

Hoewel bij dit 'Handboek Machineveiligheid' een correcte en, waar nodig, volledige beschrijving van enkele onderdelen van de Machinerichtlijn, Arbeidsmiddelenrichtlijn en diverse EN-normen is nagestreefd, en hoewel grote zorg is besteed aan een correcte omschrijving van een aantal toepassingsvoorbeelden, aanvaarden uitgever en auteur geen aansprakelijkheid voor de gevolgen van eventueel voorkomende fouten en/of onvolkomenheden.

Uitgever:	Pilz Benelux
Auteur:	Dhr. ing. N.W. de With
Eindredactie:	Mevr. lic. V.L.A. Martens
Ontwerp lay-out/omslag:	Servion concept/ontwerp
Illustraties:	Dhr. W. Gräf Dhr. J. Hopp Dhr. ing. N.W. de With
Beschrijving toepassingen:	Dhr. ing. H.G. Verweij Dhr. ing. N.W. de With
Druk:	3e, volledig herziene druk
ISBN:	90-9015094-3

© 2001 Pilz Benelux, Vianen

Pilz®, PNOZ®, PSS®, SafetyBUS p® zijn geregistreerde handelsmerken van Pilz GmbH & Co.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 juncto het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprerecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Correspondentie inzake overneming of reproductie kunt u richten aan:

Pilz Benelux
Postbus 186, 4130 ED VIANEN
NEDERLAND
E-mail: info@pilz.nl – Internet: <http://www.pilz.nl>

Inhoudsopgave

Voorwoord

1. Europese wetgeving

1.1.	Inleiding	3
1.2.	Machinerichtlijn	5
1.2.1.	Inleiding	5
1.2.2.	Het belang van de Machinerichtlijn	6
1.2.3.	Doel	7
1.2.4.	Toepassingsgebied	7
1.2.5.	Definities	12
1.2.6.	Juridische eisen	16
1.2.7.	De gevolgen van de Machinerichtlijn	23
1.2.8.	De technische eisen	25
1.2.9.	De certificatieprocedure	28
1.3.	Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn	35
1.3.1.	Inleiding	35
1.3.2.	De Kaderrichtlijn 89/391/EEG	35
1.3.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG	42
1.4.	Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?	52
1.4.1.	Inleiding	52
1.4.2.	Nieuwe machine met CE-markering; wijziging door de gebruiker	53
1.4.3.	Nieuwe machine met CE-markering; wijziging door de fabrikant	54
1.4.4.	Bestaande machine; wijziging door de gebruiker	54
1.4.5.	Bestaande machine; wijziging door de fabrikant	56
1.4.6.	Tweedehands machine; wijziging door de gebruiker	56
1.4.7.	Tweedehands machine; wijziging door de fabrikant	57

2. Nationale wetgeving

2.1.	Inleiding	3
2.2.	Belgische wetgeving	4
2.2.1.	De Machinerichtlijn in de Belgische wet	4
2.2.2.	De Kaderrichtlijn in de Belgische wet	6
2.2.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Belgische wet	10
2.2.4.	Enkele praktijkvragen en antwoorden	15
2.3.	Nederlandse Wetgeving	24
2.3.1.	De Machinerichtlijn in de Nederlandse wet	24
2.3.2.	De Kaderrichtlijn in de Nederlandse wet	29
2.3.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Nederlandse wet	35

Inhoudsopgave

2.3.4.	Enkele praktijkvragen en antwoorden	40
2.4.	Luxemburgse wetgeving	48
2.4.1.	De Machinerichtlijn in de Luxemburgse wet	48
2.4.2.	De Kaderrichtlijn in de Luxemburgse wet	48
2.4.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Luxemburgse wet	48
3.	Europese normen	
3.1.	Inleiding	3
3.2.	Geharmoniseerde normen	5
3.3.	De verschillende typen EN-normen	7
3.4.	Overzicht belangrijke machinenormen	10
3.5.	IEC 62061: De nieuwe norm voor de veilige besturing van machines	14
4.	Risicobeoordeling/-reductie van een machine	
4.1.	Inleiding	3
4.2.	Risicobeoordeling/-reductie volgens de Machinerichtlijn 98/37/EG	4
4.3.	Risicobeoordeling/-reductie volgens de Kaderrichtlijn 89/391/EEG	6
4.4.	Risicobeoordeling/-reductie volgens de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG	8
4.5.	Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050	10
4.5.1.	Risicoanalyse stap 1: Bepaling van de grenzen van de machine	13
4.5.2.	Risicoanalyse stap 2: Identificatie van gevaren	15
4.5.3.	Risicoanalyse stap 3: Risicoschatting	17
4.5.4.	De Risico-evaluatie	21
4.5.5.	Documentering van de risicobeoordeling	24
4.6.	Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde	26
4.6.1.	Risicoreductie volgens de Europese norm EN 292	26
4.7.	Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1	38
4.7.1.	EN 954-1: Algemene ontwerpbeginsselen voor onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie	38
4.7.2.	prEN 954-2: Algemene ontwerpbeginsselen voor onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie	44

Inhoudsopgave

5.	Besturingstechnische beveiligings- en veiligheidsfuncties	
5.1.	Inleiding	3
5.2.	Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturingssystemen	5
5.2.1.	Algemene eisen	5
5.2.2.	Voeding van stroomketens	5
5.2.3.	Aansluiting van besturingstoestellen	7
5.2.4.	Voorkoming van gevaar door aardfouten	7
5.2.5.	Gebruikte kleuren van stroomgeleiders	8
5.2.6.	Aanleg van stroomketens	9
5.3.	Besturingstechnische beveiligingsfuncties	11
5.3.1.	Inleiding	11
5.3.2.	Beveiliging: overstroombewaking	11
5.3.3.	Beveiliging: overbelastingsbewaking	12
5.3.4.	Beveiliging: temperatuurbewaking	13
5.3.5.	Beveiliging: spanningsbewaking	14
5.3.6.	Beveiliging: toerentalbewaking	16
5.3.7.	Beveiliging: aardfout-/reststroombewaking	17
5.3.8.	Beveiliging: fasevolgordebewaking	19
5.3.9.	Beveiliging: overspanningsbewaking	20
5.4.	Besturingstechnische veiligheidsfuncties	21
5.4.1.	Inleiding	21
5.4.2.	Algemene veiligheidsbeginselen bij het ontwerp van besturingstechnische veiligheidsfuncties	23
5.4.3.	Veiligheid: blokkering	37
5.4.4.	Veiligheid: blokkeer- en bedieningsschermen	39
5.4.5.	Veiligheid: begrenzingsvoorzieningen	62
5.4.6.	Veiligheid: bewegingsbeperkende besturingsorganen	62
5.4.7.	Veiligheid: tweehandenbediening	68
5.4.8.	Veiligheid: mechanisch gestuurde naderingsschakelaars	73
5.4.9.	Veiligheid: niet-mechanisch gestuurde naderingsschakelaars (lichtschermen)	76
5.4.10.	Veiligheid: noodstopvoorziening	91
5.4.11.	Veiligheid: handmatige muting van veiligheidsvoorzieningen	100
5.4.12.	Valkuilen bij de uitvoering van besturingstechnische veiligheidsfuncties	106

Inhoudsopgave

6.	Evolutie van de veiligheidslogica	
6.1.	Inleiding	3
6.2.	Conventionele veiligheidsschakeling	5
6.2.1.	Inleiding	5
6.2.2.	Basisprincipes van veiligheidscircuits met conventionele relais	6
6.3.	Het veiligheidsrelais PNOZ	12
6.3.1.	Inleiding	12
6.3.2.	Basisprincipes PNOZ	13
6.3.3.	Technische opbouw PNOZ	16
6.3.4.	Toepassingsgebieden PNOZ	21
6.3.5.	Goedkeuringen PNOZ	22
6.4.	De Intelligente processorgestuurde PNOZplus	23
6.4.1.	Inleiding	23
6.4.2.	Basisprincipe en technische opbouw PNOZplus	24
6.4.3.	Toepassingsgebieden PNOZplus	26
6.4.4.	Goedkeuringen PNOZplus	27
6.5.	Het eerste volledig elektronische veiligheidsrelais PNOZelog	28
6.5.1.	Inleiding	28
6.5.2.	Basisprincipe en technische opbouw PNOZelog	28
6.5.3.	Toepassingsgebieden PNOZelog	31
6.5.4.	Goedkeuringen PNOZelog	32
6.6.	De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS	33
6.6.1.	Inleiding	33
6.6.2.	Basisprincipes PSS	35
6.6.3.	Technische opbouw PSS	42
6.6.4.	I/O-mogelijkheden bij de PSS 3000/PSS 3100	50
6.6.5.	Programmering PSS	56
6.6.6.	Communicatie met andere systemen	61
6.6.7.	Toepassingsgebieden PSS	62
6.6.8.	Goedkeuringen PSS	63
6.7.	Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p	64
6.7.1.	Inleiding	64
6.7.2.	Basisprincipes SafetyBUS p	65
6.7.3.	Technische opbouw SafetyBUS p	70
6.7.4.	Mogelijke SafetyBUS p-deelnemers	75
6.7.5.	Programmering SafetyBUS p	82
6.7.6.	Communicatie met andere systemen	82
6.7.7.	Toepassingsgebieden SafetyBUS p	83
6.7.8.	Goedkeuringen SafetyBUS p	83
6.7.9.	SafetyBUS p Club International e.V.	84

Inhoudsopgave

Bijlage 1. Literatuurlijst

1.1.	Europese nieuwe-aanpakrichtlijnen	3
1.2.	Europese en internationale normen	4
1.3.	Boeken, brochures en andersoortige uitgaven	7

Bijlage 2. Belangrijke adressen

2.1.	<i>Notified bodies</i>	3
2.1.1.	<i>Notified bodies</i> in België/Luxemburg	3
2.1.2.	<i>Notified bodies</i> in Nederland	3
2.2.	Overzicht belangrijke websites	4
2.2.1.	Europese websites	4
2.2.2.	Belgische websites	5
2.2.3.	Nederlandse websites	6
2.2.4.	Luxemburgse websites	8

Bijlage 3. Praktische toepassingen

3.1.	Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing	3
3.2.	Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines	9
3.3.	Een veiligheidsbesturing voor een veilige vrije val	16
3.4.	Een verpakkinglijn van offsetplaten bij Fuji	21

Bijlage 4. Aansluitvoorbeelden

4.1.	Noodstop-toepassingen PNOZ X3 cat. 2, EN 954-1	3
4.2.	Noodstop-toepassingen PNOZ X3 cat. 4, EN 954-1	5
4.3.	Hekbewakingstoepassingen PNOZ X3 cat. 4, EN 954-1	7
4.4.	Lichtschermttoepassingen PNOZ X8p cat. 4, EN 954-1	9
4.5.	Lichtschermttoepassingen PNOZ X8p cat. 4, EN 954-1	11
4.6.	Noodstop-toepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	13
4.7.	Hekbewakingstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	19
4.8.	Terugkoppelcircuittoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	24
4.9.	Tweehandenbedieningstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	28
4.10.	Lichtschermttoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	33

Notities



Voorwoord

Geachte lezer/lezeres,

Het thema 'veiligheid voor mens en machine' is belangrijk voor iedereen die in zijn dagelijkse praktijk te maken heeft met machines. Toch zijn er nog heel wat mensen die dat niet inzien. U, als geïnteresseerde, kunt deze kloof overbruggen en het belang van dit thema in uw bedrijf onder de aandacht brengen. Dit boek biedt u de mogelijkheid om uw kennis over de veiligheid van machines te verhogen.

De belangrijkste Europese richtlijnen op het gebied van machineveiligheid, de Machinerichtlijn 98/37/EG en de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG, zijn van kracht geworden in respectievelijk 1995 en 1997. Nu, jaren later, zou een afname van aandacht voor dit thema kunnen worden verwacht, het tegendeel is echter waarneembaar.

Pilz Benelux ziet dagelijks nog vele interessante vragen op zich afkomen; vragen uit alle disciplines en uit alle branches, maar allemaal met één gemeenschappelijke strekking: de 'veiligheid voor mens en machine'.

Dit heeft ons ertoe doen besluiten om het in 1996 geïntroduceerde Handboek Machineveiligheid geheel te herzien en opnieuw te publiceren. In dit losbladige boek zult u informatie vinden over juridische, administratieve en natuurlijk technische eisen die betrekking hebben op de veiligheid van zowel nieuwe (CE-gemarkeerde) als bestaande machines. Tevens vindt u een aantal elektrische aansluitschema's die op eenvoudige wijze in uw tekeningen zijn toe te passen. Het Handboek Machineveiligheid is geschreven voor ontwerpers, fabrikanten, mechanische engineers en besturingstechnici, maar ook voor arbo- en preventieadviseurs, arbeidsinspecteurs, werkgevers, private en overheidsinstellingen. Kortom, voor iedereen die te maken heeft met de genoemde richtlijnen en de ondersteunende normen.

Pilz Benelux denkt dat u na het doornemen van dit Handboek Machineveiligheid toch zeker nog enige drempels zult ondervinden bij de vertaling van de Europese richtlijnen naar de praktijk, maar verwacht dat u hiermee een waardevol instrument tot uw beschikking heeft waarmee een groot aantal kan worden gereduceerd. Wij wensen u veel succes met het toepassen van de opgedane kennis bij de eventuele noodzakelijke aanpassingen van uw machines en installaties.

Mocht blijken dat er na het doornemen van dit Handboek Machineveiligheid toch nog vragen bij u leven, neemt u dan gerust contact op met een van onze medewerkers.

Pilz Benelux
Juli 2001

Ing. N.W. de With
Technical Manager en auteur van het Handboek Machineveiligheid

Pilz Benelux bestaat uit de volgende werkmaatschappijen:

Pilz Belgium

Tel. +32 (0)53 83 66 70

Fax +32 (0)53 83 89 58

E-mail: info@pilz.be

Pilz Nederland

Tel. +31 (0)347 32 04 77

Fax +31 (0)347 32 04 85

E-mail: info@pilz.nl

De onderneming

De onderneming Pilz GmbH & Co. is een internationaal sterk groeiende innovatieve organisatie met wereldwijd ongeveer 1000 medewerkers. Pilz is marktleider op het gebied van veiligheids-techniek en bezit zeer specialistische kennis op het gebied van machinebesturingen en de daarop van toepassing zijnde veiligheidsnormen.

Pilz is leverancier van totaaloplossingen en kan dus op het gebied van veiligheid het hele traject van consultancy, engineering, training en support, voor kleine en ook grote ondernemingen in de industrie voor zijn rekening nemen.

Door de nauwe samenwerking met diverse *notified bodies*, zoals BG en TÜV, het lidmaatschap van diverse organisaties en de deelname aan verscheidene normcommissies hebben de Pilz-medewerkers de beschikking over veel kennis die in uw situatie belangrijk is.

Pilz is lid van de volgende organisaties:

- SafetyBUS p Club, de internationale SafetyBUS p gebruikersorganisatie
- PNO, de internationale Profibus gebruikersorganisatie
- Interbus Club, de internationale Interbus gebruikersorganisatie
- ODVA, de internationale Open DeviceNet Vendor Association
- CiA, Can in Automation, de internationale CAN gebruikersorganisatie
- ASI Club, de internationale ASI-bus gebruikersorganisatie
- CUIG, de internationale gebruikersorganisatie van veiligheidsgerelateerde systemen
- NVCE, de Nederlandse Vereniging van CE-consultants
- NVVK, Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde
- WESP, een Nederlandse NVVK-werkgroep over veiligheid van arbeidsmiddelen

Hieronder enige voorbeelden van normcommissies waaraan Pilz deelneemt:

Internationaal

IEC TC 44, Technische Commissie 44 van het IEC voor elektrische veiligheid van machines
IEC TC 44/WG 7, werkgroep 7 van Technische Commissie TC 44 van het IEC
CEN/TC 114/WG 6, CEN-werkgroep voor de norm EN 954
CEN/TC 143/WG 1/AH 2, CEN-werkgroep voor laser/scanner- en elektronische veiligheids-
apparatuur voor persen
IEC/TC 44/MT 60204-1, internationaal onderhoudsteam voor de norm IEC 60204-1
Enz.

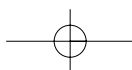
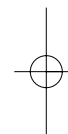
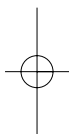
Nationaal

DU: NAM/GA 10.2, commissie voor noodstopinrichtingen
NASG/GA 2, commissie voor besturingen
US: NFPA 79, commissie voor elektrische norm voor industriële machines
SEMI, commissie voor normen voor de halfgeleiderindustrie
ANSI B11.1, commissie voor mechanische persen
NL: NEC 44, Nederlands Elektrotechnisch Comité 44
Enz.

Over de auteur

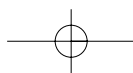
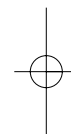
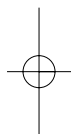
De auteur van het Handboek Machineveiligheid is de heer ing. Nick de With, werkzaam als Technical Manager bij Pilz Benelux. In deze functie is hij verantwoordelijk voor de technische afdelingen van zowel Pilz Nederland als Pilz Belgium. Deze afdelingen verzorgen naast de technische support van het complete productenpakket van Pilz, ook training en consultancy op het gebied van de veiligheid van machines en installaties.

De heer De With is lid van nationale en internationale normcommissies (o.a. NEC 44 en IEC TC 44/WG 7), waardoor veel kennis over veiligheid van machinebesturingen is opgebouwd. Daarnaast is hij actief in een aantal Nederlandse organisaties zoals de NVVK, WESP en de NVCE.



Inhoudsopgave

1.	Europese wetgeving	
1.1.	Inleiding	3
1.2.	Machinerichtlijn	5
1.2.1.	Inleiding	5
1.2.2.	Het belang van de Machinerichtlijn	6
1.2.3.	Doel	7
1.2.4.	Toepassingsgebied	7
1.2.5.	Definities	12
1.2.6.	Juridische eisen	16
1.2.7.	De gevolgen van de Machinerichtlijn	23
1.2.8.	De technische eisen	25
1.2.9.	De certificatieprocedure	28
1.3.	Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn	35
1.3.1.	Inleiding	35
1.3.2.	De Kaderrichtlijn 89/391/EEG	35
1.3.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG	42
1.4.	Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?	52
1.4.1.	Inleiding	52
1.4.2.	Nieuwe machine met CE-markering; wijziging door de gebruiker	53
1.4.3.	Nieuwe machine met CE-markering; wijziging door de fabrikant	54
1.4.4.	Bestaande machine; wijziging door de gebruiker	54
1.4.5.	Bestaande machine; wijziging door de fabrikant	56
1.4.6.	Tweedehands machine; wijziging door de gebruiker	56
1.4.7.	Tweedehands machine; wijziging door de fabrikant	57



1. Europese wetgeving

1.1. Inleiding

In 1957 werd de Europese Economische Gemeenschap (EEG) opgericht door zes landen te weten: België, Duitsland, Frankrijk, Italië, Luxemburg en Nederland, middels de zogenaamde 'Verdragen van Rome'. De verdragen bevatten een aantal basisprincipes die de grondslag vormen voor de huidige Europese Unie (EU).

Deze verdragen gelden als de basis voor de Europese sociale richtlijnen (Arbo) en de product-richtlijnen (CE).

Het EG-verdrag kent twee artikelen waarin de genoemde richtlijnen worden gedefinieerd:

1. Artikel 95 (oorspronkelijk: 100A): de Europese productrichtlijnen (CE-markering);
2. Artikel 138 (oorspronkelijk: 118A): de Europese sociale richtlijnen (arbeidsomstandigheden).

De Europese Unie heeft de laatste jaren diverse zogenaamde 'nieuwe-aanpakrichtlijnen' opgesteld waaronder de Machinerichtlijn 98/37/EG, de Richtlijn elektromagnetische compatibiliteit 89/336/EEG en de Richtlijn laagspanning 73/23/EEG.

Een richtlijn is in dit verband geen 'aanwijzing voor een te volgen gedrag', zoals het woordenboek (Van Dale Hedendaags Nederlands) in de eerste betekenis zegt, maar een Europese wet die juridisch bindend is voor elke lidstaat van de Europese Economische Ruimte (EER*) en tevens boven de wetten van de individuele lidstaten staat. Het hoofddoel van deze richtlijnen – die in heel Europa geldende wetten zijn – is het tot stand brengen van de interne markt door de technische handelsbelemmeringen op te heffen.

Tot in 1985 waren de wetteksten betreffende de technische harmonisatie gebaseerd op een aanpak van geval tot geval en bevatten zij zeer beschrijvende specificaties met moeilijk uit te voeren procedures. Het was dus aan de lidstaten om de certificaten van overeenstemming uit te reiken volgens de in de betrokken richtlijnen uiteengezette procedures. De bereikte resultaten waren onvoldoende, omdat de onderlinge erkenning van de certificaten afhing van het vertrouwen dat de verschillende nationale autoriteiten in elkaar konden hebben.

Dankzij de nieuwe aanpak, met als twee fundamentele elementen de essentiële eisen en de procedures voor conformiteitsbeoordeling, konden juist deze moeilijkheden worden verholpen: de wetgeving van de Europese Gemeenschap beperkt zich voortaan tot het vaststellen van de essentiële eisen waaraan de producten moeten voldoen. Met deze eisen worden voor de gehele Gemeenschap drempels of beschermingsniveaus inzake gezondheid en veiligheid vastgelegd.

1.1. Inleiding

Dit boek besteedt vooral aandacht aan de Machinerichtlijn 98/37/EG van 22 juni 1998, maar ook aan de Kaderrichtlijn 89/391/EEG van 12 juni 1989 en de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 30 november 1989 (gewijzigd bij Richtlijn 95/63/EG van 5 december 1995). Waarbij grofweg kan worden gezegd dat de eerste richtlijn eisen stelt aan nieuw gebouwde machines en de laatste twee vooral aan het gebruik van zowel nieuwe als bestaande machines in de bedrijven.

* De EER wordt gevormd door de vijftien landen van de Europese Unie ** (EU) en daarnaast de landen Noorwegen, IJsland en Liechtenstein. Zwitserland heeft zich niet aangesloten en valt dus buiten de EER.

** Momenteel bestaat de Europese Unie uit vijftien lidstaten, te weten België, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Griekenland, Verenigd Koninkrijk, Ierland, Italië, Luxemburg, Nederland, Oostenrijk, Portugal, Spanje en Zweden.

1.2. Machinerichtlijn

1.2.1. Inleiding

De Machinerichtlijn 89/392/EEG (later 98/37/EG genoemd), vastgesteld op 14 juni 1989 is per 1 januari 1993 definitief in werking getreden en sinds 1 januari 1995 volledig van toepassing. De Machinerichtlijn vereist dat ALLE machines, uitgezonderd de opsomming in artikel 1, lid 3, die na 1 januari 1995 voor de eerste maal binnen de Europese Economische Ruimte (EER) worden verhandeld (lees: in gebruik worden genomen) voorzien worden van een CE-markering. Hiermee geeft de fabrikant aan dat de machine voldoet aan ALLE op dat moment van toepassing zijnde Europese richtlijnen.

In bijlage I van de Machinerichtlijn zijn de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen vastgelegd waaraan een machine (minimaal) dient te voldoen. Tevens geldt de verplichting dat de machine wordt gebouwd volgens de *state of the art*, oftewel de laatste stand der techniek. Er is/wordt door de lidstaten een groot aantal nieuwe geharmoniseerde Europese normen (EN-normen) vastgesteld waarin de technische specificaties zijn vastgelegd, waarmee aan de hierboven genoemde 'stand der techniek' kan worden voldaan.

Voordat een fabrikant tot het aanbrengen van de CE-markering kan overgaan, moet eerst aan een groot aantal formaliteiten worden voldaan. Hieronder vindt u een korte opsomming hiervan:

- uitvoeren van een risicobeoordeling op de machine;
- indien noodzakelijk, treffen van risicoreducerende maatregelen;
- samenstellen van een technisch constructiedossier;
- schrijven van een gebruiksaanwijzing in de taal van de producent en de gebruiker;
- opstellen van een verklaring van overeenstemming (volgens bijlage II, deel A van de Machinerichtlijn).

De Machinerichtlijn 89/392/EEG is gewijzigd bij de richtlijnen 91/368/EEG en 93/68/EEG, en al deze richtlijnen zijn sinds januari 1997 geheel van toepassing. De teksten van de genoemde richtlijnen zijn daarna gecodificeerd in Richtlijn 98/37/EG van 22 juni 1998. Deze laatstgenoemde richtlijn bevat de complete tekst met alle wijzigingen van de vorige richtlijnen daarin verwerkt en geldt op dit moment als de 'Machinerichtlijn'. Veel informatie over de achtergronden van de Machinerichtlijn is te vinden in het boek *Comments on Directive 98/37/EC* (zie de literatuurlijst in bijlage 1 van dit boek).

Uit het oogpunt van de efficiëntie en de doorzichtigheid voor de buitenwereld streeft de Europese Commissie ernaar de zware belasting op te heffen die overdreven regelgeving met zich meebrengt en de tenuitvoerlegging van de wetgeving te vereenvoudigen. Daarom ligt er op dit moment (zomer 2001) alweer een voorstel tot wijziging van de Richtlijn 98/37/EG dat op

1.2. Machinerichtlijn

26 januari 2001 is ingediend. De wijzigingen betreffen onder andere de definities, de certificatieprocedure en het toepassingsgebied. Gezien het belang van de wijzigingen, het grote aantal en het doel de tekst doorzichtiger te maken, wordt de tekst als een herziening gepresenteerd en niet als een richtlijn houdende wijziging van Richtlijn 98/37/EG. Deze herziening* zal naar verwachting van kracht worden in het jaar 2004 en is dus niet opgenomen in dit boek. Er wordt in bepaalde gevallen wel naar verwezen.

* Het document (2001/C 154 E/15) is inmiddels op 29 mei 2001 ook gepubliceerd in het 'Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen'. Dit document is verkrijgbaar via het internet op het volgende adres:
http://europa.eu.int/eurlex/nl/com/dat/2000/nl_500PC0899.html.

1.2.2. Het belang van de Machinerichtlijn

Over het toepassingsgebied waarop de richtlijn betrekking heeft, zijn geen statistische gegevens beschikbaar. Wel zijn er statistieken over de machinebouw, de bedrijfstak die machines, mechanische apparaten en onderdelen omvat. De productie van deze bedrijfstak had in 1998 een waarde van ongeveer 300 miljard euro (314 miljard euro met inbegrip van de leden van de Europese Vrijhandelszone, EVA), waarmee de bedrijfstak een aandeel van circa 8% in de industriële productie van de Unie had.

Als producent van apparatuur voor de bedrijfstakken landbouw, mijnbouw, bouwnijverheid, vervoer en alle overige industriële sectoren speelt de machinebouw een sleutelrol voor de gehele economie. De concurrentiekracht van de overige bedrijfstakken is voor een belangrijk deel afhankelijk van de door de machinebouw geproduceerde apparaten en installaties.

Gemeten naar het geproduceerde volume is de Europese Unie samen met de Verenigde Staten marktleider op het gebied van de machinebouw, vóór Japan. De bedrijfstak biedt in de vijftien lidstaten werk aan meer dan 2,2 miljoen ingenieurs, technici en overige werknemers, grotendeels hooggekwalificeerd personeel.

De door de Europese Unie uitgevoerde machines en mechanische apparatuur hebben een waarde van 113 miljard euro, waarmee de Unie veruit de grootste exporteur op dit gebied is, gevolgd door de Verenigde Staten (66 miljard euro) en Japan (57 miljard euro). Van alle industriële sectoren levert de machinebouw de Europese Unie het grootste handelsoverschot op.

1.2. Machinerichtlijn

Met een jaarlijkse omzet van 227 miljard euro heeft de Europese Unie na de Verenigde Staten de grootste afzetmarkt voor machines.

1.2.3. Doel

De Machinerichtlijn heeft ten doel het waarborgen van het vrije verkeer van machines (en veiligheidscomponenten) binnen de Europese Economische Ruimte (EER) en het handhaven of verbeteren van het veiligheidsniveau in alle lidstaten. Een en ander wordt bewerkstelligd door de in de richtlijn opgenomen dwingende eis tot naleving van de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen zoals vastgelegd in bijlage I van de richtlijn.

1.2.4. Toepassingsgebied

De Machinerichtlijn is van toepassing op ALLE machines en veiligheidscomponenten met uitzondering van:

- de opsomming van machines uit artikel 1, lid 3 van de Machinerichtlijn (zie paragraaf 1.2.4.2.);
- en
- *Indien voor een machine of een veiligheidscomponent de in deze richtlijn bedoelde risico's geheel of gedeeltelijk onder een specifieke communautaire richtlijn vallen, is de onderhavige richtlijn voor die machines of die veiligheidscomponenten en die gevaren niet of niet meer van toepassing, zodra de specifieke richtlijn wordt toegepast.*
- *Indien voor een bepaalde machine de risico's hoofdzakelijk van elektrische oorsprong zijn, is voor die machine uitsluitend Richtlijn 73/23/EEG (8) van toepassing.*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 1, leden 4 en 5

In de volgende paragrafen valt te lezen welke producten volledig onder de Machinerichtlijn vallen en welke niet.

1.2.4.1. Producten die onder de Machinerichtlijn vallen

De Machinerichtlijn is van toepassing op:

- elke machine, die niet voorkomt op de lijst van uitzonderingen (zie paragraaf 1.2.4.2.);
- een samenstel van machines;

1.2. Machinerichtlijn

- een verwisselbaar uitrustingsstuk;
- een veiligheidscomponent.

In paragraaf 1.2.5. worden deze producten gedefinieerd.

1.2.4.2. Machines die niet onder de Machinerichtlijn vallen

Artikel 1, lid 3, geeft een lijst van machines die uitgesloten zijn van de werkingssfeer van de Machinerichtlijn:

- *machines die uitsluitend de fysieke energie van de mens als krachtbron hebben en daarvan rechtstreeks gebruik maken, behalve die welke worden gebruikt voor het hijsen/heffen van lasten;*
- *machines voor medische doeleinden die in rechtstreeks contact met de patiënt worden gebruikt;*
- *vast opgestelde en verplaatsbare attractietoestellen;*
- *stoomketels en drukvaten;*
- *machines speciaal ontworpen en in gebruik gesteld voor nucleair gebruik, waarbij een defect ervan tot het vrijkomen van radioactiviteit kan leiden;*
- *radioactieve bronnen die in een machine zijn ingebouwd;*
- *vuurwapens;*
- *reservoirs voor opslag en leidingen voor het vervoer van benzine, dieselolie, ontvlambare vloeistoffen en gevaarlijke stoffen;*
- *transportmiddelen, dit wil zeggen voertuigen en aanhangwagens daarvan die uitsluitend zijn bestemd voor het vervoer van personen door de lucht, via openbare wegen- of spoorwegnetten dan wel over water, alsmede transportmiddelen voorzover die zijn ontworpen voor het vervoer van goederen door de lucht, via openbare wegen- of spoorwegnetten dan wel over water. Niet uitgesloten zijn voertuigen die in de mijnbouwindustrie worden gebruikt;*
- *zeeschepen en mobiele offshore-eenheden alsmede uitrustingen aan boord van zulke schepen of eenheden;*
- *kabelinstallaties, met inbegrip van kabelsporen, voor openbaar of niet-openbaar personenvervoer;*
- *landbouw- en bosbouwtrekkers als omschreven in artikel 1, lid 1, van Richtlijn 74/150/EEG (7);*
- *machines die speciaal zijn ontworpen en gebouwd voor militaire doeleinden of het handhaven van de orde;*
- *liften die permanent bepaalde stopplaatsen van gebouwen en bouwwerken bedienen, met*

1.2. Machinerichtlijn

behulp van een kooi die langs vaste, ten opzichte van het horizontale vlak meer dan 15 graden hellende geleiders beweegt, en die bestemd is voor vervoer van:

- i) personen,*
- ii) personen en goederen,*
- iii) uitsluitend goederen indien de kooi toegankelijk is, d.w.z. waarin een persoon zonder moeite kan binnengaan, en uitgerust is met bedieningsorganen die in de cabine of binnen het bereik van een zich aldaar bevindend persoon gesitueerd zijn;*
- *transportmiddelen voor personenvervoer die gebruik maken van tandradvoertuigen;*
- *mijnliften;*
- *toneelhefwerktuigen;*
- *bouwliften, bestemd voor het heffen van personen of personen en goederen.*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 1, lid 3

Bovengenoemde machines vallen alle onder aparte richtlijnen die veelal nog zwaardere eisen met betrekking tot de veiligheid stellen.

1.2.4.3. 'Gevaarlijke' en 'minder gevaarlijke' machines

1.2.4.3.1. Inleiding

De Machinerichtlijn maakt onderscheid tussen machines met een verhoogd risico, in de volksmond 'gevaarlijke' machines genoemd, en machines met een normaal risico.

In de meeste gevallen (ca. 95%) behoort een machine tot wat algemeen bekend staat als 'minder gevaarlijke' machines waarbij de veiligheids- en gezondheidsrisico's niet bijzonder groot zijn. Hierbij kan de fabrikant de CE-markering geheel zelfstandig aanbrengen en de bijbehorende verklaring volgens bijlage II, deel A van de Machinerichtlijn opstellen.

Van machines en veiligheidscomponenten met een verhoogd risico, de zogenaamde 'gevaarlijke' machines, geeft de Machinerichtlijn een opsomming in haar bijlage IV. Voor deze machines is 'zelfcertificering' niet voldoende en moet te allen tijde contact worden gezocht met een zogenaamde *notified body* of aangemelde instantie. Afhankelijk van het al dan niet beschikbaar zijn van de geharmoniseerde Europese normen moet de machine ook nog een EG-typeonderzoek ondergaan.

1.2. Machinerichtlijn

Op de volgende bladzijden is de complete opsomming van bijlage IV van de Machinerichtlijn te zien. Tevens bevat bijlage 2 van dit boek de namen en adressen van de in de Benelux aangewezen instanties, oftewel *notified bodies*.

In dit boek wordt consequent de Engelse term *notified body* dan wel *notified bodies* gebruikt omdat in de Nederlandse teksten, afhankelijk van de versie van de richtlijn, telkens een andere vertaling gebruikt wordt. Bovendien is de Engelse term al vrij goed ingeburgerd in het Nederlandse taalgebruik.

1.2.4.3.2. Machines met verhoogd risico volgens bijlage IV

A. Machines

1. *Cirkelzagen, eenbladig en meerbladig, voor de bewerking van hout en daarmee gelijk te stellen materialen of voor de bewerking van vlees en daarmee gelijk te stellen materieel:*
 - 1.1. *zaagmachines waarbij het werktuig zich tijdens het werk in een vaste stand bevindt, voorzien van een vast tafelblad en met manuele toevoer van het werkstuk of met verwijderbare meenemer;*
 - 1.2. *zaagmachines waarbij het werktuig zich tijdens het werk in een vaste stand bevindt, voorzien van een tafelzaagbok of een heen en weer gaande slede die met de hand wordt verplaatst;*
 - 1.3. *zaagmachines waarbij het werktuig zich tijdens het werk in een vaste stand bevindt en die bij de constructie zijn uitgerust met een inrichting voor mechanische toevoer van de te zagen werkstukken, waarbij het materiaal met de hand wordt toe- en/of afgevoerd;*
 - 1.4. *zaagmachines waarbij het werktuig tijdens het werk beweegbaar is en mechanisch wordt verplaatst, waarbij het materiaal met de hand wordt toe- en/of afgevoerd.*
2. *Vlakschaafmachines met manuele toevoer voor houtbewerking.*
3. *Eenzijdige schaafmachines met manuele toevoer en/of afvoer voor houtbewerking.*
4. *Lintzagen met vast of beweegbaar tafelblad en lintzagen met beweegbare slede, met manuele toevoer en/of afvoer, voor de bewerking van hout en daarmee gelijk te stellen materialen of voor de bewerking van vlees en daarmee gelijk te stellen materialen.*

1.2. Machinerichtlijn

5. *Gecombineerde machines van de in de punten 1 tot en met 4 en in punt 7 bedoelde types voor de bewerking van hout en daarmee gelijk te stellen materialen.*
6. *Pennenbanken met verschillende spillen met manuele toevoer voor houtbewerking.*
7. *Freesmachines met verticale as, met manuele toevoer, voor houtbewerking en daarmee gelijk te stellen materialen.*
8. *Draagbare kettingzaagmachines voor houtbewerking.*
9. *Persen, met inbegrip van buigmachines, voor koude metaalbewerking, waarbij het materiaal met de hand wordt toe- en/of afgevoerd en de beweegbare werktuigen een slaglengte kunnen hebben van meer dan 6 mm en een snelheid van meer dan 30 mm/s.*
10. *Machines voor het spuitgieten en persen van kunststoffen met manuele toevoer of afvoer van het materiaal.*
11. *Machines voor het spuitgieten en persen van rubber met manuele toevoer of afvoer van het materiaal.*
12. *Machines voor ondergrondse werkzaamheden van de volgende typen:*
 - *mobiele machines op rails: locomotieven en remwagens;*
 - *hydraulische wandelondersteuning;*
 - *verbrandingsmotoren bestemd voor de uitrusting van machines voor ondergrondse werkzaamheden.*
13. *Met de hand geladen vuilniswagens met perssysteem.*
14. *Beveiligingsvoorzieningen en verwijderbare aftaktussenassen voor krachtoverbrengingen als beschreven in punt 3.4.7.*
15. *Hefbruggen voor voertuigen.*
16. *Hijs- en hefwerktuigen voor het heffen van personen waarbij een gevaar voor een vrije val van meer dan 3 meter bestaat.*
17. *Machines voor de vervaardiging van pyrotechnische producten.*

1.2. Machinerichtlijn

B. Veiligheidscomponenten

1. *Gevoelige elektrische inrichtingen die zijn ontworpen voor de detectie van personen, zoals foto-elektrische beveiliging, sensormatten, elektromagnetische detectoren.*
2. *Logische eenheden voor beveiligingsfuncties bij met twee handen te bedienen bedieningsorganen.*
3. *Automatisch bewegende schermen voor de beveiliging van de in deel A, punten 9, 10 en 11, bedoelde machines.*
4. *Kantelbeveiligingsinrichtingen (ROPS).*
5. *Constructies ter beveiliging tegen vallende voorwerpen (FOPS).*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage IV

1.2.5. Definities

Om te kunnen bepalen of een product onder de Machinerichtlijn valt, moet men eerst op de hoogte zijn van de onderstaande definities:

1.2.5.1. machine

- *een samenstel van onderling verbonden onderdelen of organen waarvan er tenminste één kan bewegen, alsmede, in voorkomend geval, van aandrijfmechanismen, bedienings- en vermogensschakelingen, enzovoort die in hun samenhang bestemd zijn voor een bepaalde toepassing, met name voor de verwerking, de bewerking, de verplaatsing en de verpakking van een materiaal,*
- *een samenstel van machines die, teneinde tot een zelfde resultaat bij te dragen, zodanig zijn opgesteld en worden bediend dat zij in samenhang functioneren,*
- *een verwisselbaar uitrustingsstuk waardoor de functie van de machine wordt gewijzigd en dat in de handel wordt gebracht om door de bediener zelf aan een machine of een aantal verschillende machines, dan wel aan een trekker te worden aangebracht, voorzover dit uitrustingsstuk geen vervangingsonderdeel noch een werktuig is.*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 1, lid 2 a

1.2. Machinerichtlijn

1.2.5.2. veiligheidscomponent

een component, voorzover die geen verwisselbaar uitrustingsstuk is, die door de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde in de handel wordt gebracht juist om bij gebruik een veiligheidsfunctie te vervullen en waarvan een gebrek of de slechte werking een gevaar vormt voor de veiligheid of de gezondheid van de blootgestelde personen.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 1, lid 2 b

In de op dit moment voorliggende herziening van de Machinerichtlijn (zie paragraaf 1.2.1.) wordt de definitie van veiligheidscomponent sterk uitgebreid:

Een veiligheidscomponent is een component die afzonderlijk in de handel wordt gebracht teneinde op een in bedrijf zijnde machine of een tweedehands machine te worden aangebracht en in de volgende lijst is opgenomen:

1. componenten als bedoeld in de punten 19 en 20 van bijlage IV (v.d. herziening) te weten:
 - a. gevoelige elektrische inrichtingen die zijn ontworpen voor de detectie van personen, zoals foto-elektrische beveiliging, sensormatten, elektromagnetische detectoren;
 - b. automatisch bewegende schermen voor de beveiliging van persen voor koude metaalbewerking en spuitgietmachines voor kunststof en rubber;
2. logische eenheden voor de beveiliging van het circuit van de noodstopinrichting en voor de controle van beweegbare afschermingen;
3. elektromagnetische bedieningsmechanismen voor het verrichten van gevaarlijke manoeuvres met machines;
4. voor machines bestemde rook- of stofafvoersystemen;
5. voor machines bestemde afschermingen en veiligheidsvoorzieningen alsmede de blokkeerinrichtingen daarvan;
6. lastbegrenzers voor hijs- of hefwerktuigen en constructies ter beveiliging tegen het omvallen van takels;
7. inrichtingen op hijs- of hefwerktuigen ter voorkoming van botsingen;
8. veiligheidsgordels en vergelijkbare voorzieningen die de bestuurder op zijn plaats houden;
9. terugslagkleppen die om veiligheidsredenen in hydraulische circuits worden ingebouwd;
10. afschermingen voor verwijderbare mechanische overbrengingssystemen.

1.2. Machinerichtlijn

Bovengenoemde lijst wordt, indien noodzakelijk, door het permanente machinecomité in de toekomst verder uitgebreid.

De definities die hieronder staan, komen uit artikel 2 van het voorstel tot herziening van de Machinerichtlijn (zie eerder paragraaf 1.2.1.).

1.2.5.3. *in de handel brengen*

het voor het eerst onder bezwaarde titel of om niet in de Europese Unie ter beschikking stellen van een voor een eindgebruiker bestemde machine;

1.2.5.4. *fabrikant*

elke natuurlijke persoon of rechtspersoon die verantwoordelijk is voor het ontwerpen en produceren van een onder deze richtlijn vallende machine met het doel deze onder zijn eigen naam of merk in de handel te brengen.

Eveneens als fabrikant worden beschouwd:

- i) natuurlijke personen en rechtspersonen die voor eigen gebruik een onder deze richtlijn vallende machine ontwerpen of laten ontwerpen dan wel produceren of laten produceren;*
- ii) natuurlijke personen en rechtspersonen die ten tijde dat een onder deze richtlijn vallende machine in de handel wordt gebracht of in bedrijf wordt gesteld voor de overeenstemming van deze machine met deze richtlijn verantwoordelijk zijn;*

1.2.5.5. *gevolmachtigde*

elke in de Gemeenschap gevestigde natuurlijke persoon of rechtspersoon die schriftelijk door de fabrikant is gemachtigd om namens hem alle of een deel van de in deze richtlijn bedoelde verplichtingen en formaliteiten te vervullen;

1.2.5.6. *inbedrijfstelling*

eerste gebruik in de Gemeenschap van een onder deze richtlijn vallende machine overeenkomstig het gebruiksdoel. Bij machines die voorafgaand aan het eerste gebruik niet door de fabrikant of een door hem aangewezen derde geïnstalleerd of afgesteld behoeven te worden, wordt het in de handel brengen beschouwd als inbedrijfstelling;

1.2. Machinerichtlijn

1.2.5.7. **geharmoniseerde norm**

technische specificatie die in het kader van een door de Commissie volgens de procedures van Richtlijn 98/34/EG van het Europees Parlement en de Raad verstrekte opdracht is vastgesteld door een normalisatie-instelling, te weten de Europese Commissie voor Normalisatie (CEN), het Europees Comité voor Elektrotechnische Normalisatie (CENELEC) of het Europees Instituut voor Telecommunicatienormen (ETSI), en die geen verplicht karakter heeft.

Hieronder volgen definities die worden gebruikt in bijlage I van het voorstel tot herziening van de Machinerichtlijn (zie eerder paragraaf 1.2.1.).

1.2.5.8. **gevaarlijke zone**

elke zone in en/of rondom een machine waar de aanwezigheid van een blootgestelde persoon een gevaar voor diens veiligheid of gezondheid oplevert;

1.2.5.9. **blootgestelde persoon**

elke persoon die zich geheel of gedeeltelijk in een gevaarlijke zone bevindt;

1.2.5.10. **bediener**

een of meer personen die tot taak hebben een machine te installeren, te laten werken, af te stellen, te onderhouden, te reinigen, te herstellen of te verplaatsen;

1.2.5.11. **gevaarlijke situatie**

elke situatie waarin een persoon wordt blootgesteld aan een of meer gevaren of risico's;

1.2.5.12. **gevaar/risico**

combinatie van de waarschijnlijkheid en de ernst van een verwonding of een aantasting van de gezondheid, welke combinatie zich kan voordoen in een gevaarlijke situatie;

1.2. Machinerichtlijn

1.2.5.13. afscherming

machineonderdeel dat specifiek wordt gebruikt om te beschermen door middel van een materiële barrière;

1.2.5.14. veiligheidsvoorziening

inrichting (anders dan een afscherming) die, alleen of in combinatie met een afscherming, een mogelijk gevaar wegneemt of een risico tot een aanvaardbaar niveau beperkt.

1.2.6. Juridische eisen

1.2.6.1. De aansprakelijkheid van de machinefabrikant

In artikel 8 van het juridische gedeelte van de Machinerichtlijn wordt eenduidig de volledige aansprakelijkheid voor een machine of veiligheidscomponent bij de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde neergelegd.

De fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde moet, om te kunnen verklaren dat zijn machines en veiligheidscomponenten in overeenstemming met deze richtlijn zijn, voor elke gefabriceerde machine, respectievelijk veiligheidscomponent, een EG-verklaring van overeenstemming opstellen bestaande uit de in bijlage II, deel A, respectievelijk deel C, vermelde onderdelen. Voor machines geldt bovendien dat de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde op de machine de CE-markering moet aanbrengen.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 8, lid 1

1.2. Machinerichtlijn

Indien machines met betrekking tot andere aspecten onder andere richtlijnen vallen die voorzien in het aanbrengen van de CE-markering, geeft de markering aan dat de machines geacht worden ook aan de voorschriften van deze andere richtlijnen te voldoen.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 8, lid 6 a

Naast bovengenoemde eisen, die het voldoen aan de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen en opstellen van een EG-conformiteitsverklaring en het plaatsen en de betekenis van het EG-merk teken regelen, zijn ook nog de volgende eisen van belang:

1. Voordat de machine in de handel wordt gebracht moet de fabrikant of zijn gevolmachtigde een zogenaamd technisch constructiedossier (TCD) samenstellen, waar in paragraaf 1.2.6.3. nader op wordt ingegaan (artikel 8, lid 2 a).
2. Indien de machine tot de 'gevaarlijke machines' (zie paragraaf 1.2.4.3.) behoort, kan bovendien, afhankelijk van de aanwezigheid en de toepassing van geharmoniseerde normen, zelfs een EG-typeonderzoek voor de machine noodzakelijk zijn (artikel 8, lid 2 b en c).

Bij het woord 'machinefabrikant' denkt iedereen aan een bedrijf dat geheel zelfstandig een complete machine bouwt en verkoopt. Volgens de Machinerichtlijn, artikel 8, lid 7 (zie hieronder), moeten ook bedrijven die uit verschillende machines en/of machineonderdelen een groter geheel assembleren of een machine voor eigen gebruik bouwen volledig aan alle eisen van de richtlijn voldoen!

Om te voorkomen dat er machines in de handel worden gebracht (lees: in gebruik worden gesteld), zonder dat er een fabrikant (of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde) is, die de verantwoordelijkheid op zich genomen heeft, is zelfs in artikel 8, lid 6 (zie hieronder) een bepaling opgenomen die zegt dat dan de persoon of het bedrijf die de machine in de handel brengt, zelf alle verplichtingen moet dragen!

Indien de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde niet aan de verplichtingen van de leden 1 tot en met 6 heeft voldaan, rusten deze verplichtingen op een ieder die de machine of de veiligheidscomponent in de Gemeenschap in de handel brengt. Dezelfde verplichtingen gelden voor diegene die machines of machineonderdelen of veiligheidscomponenten van verschillende herkomst assembleert of die de machine of de veiligheidscomponenten voor zijn eigen gebruik vervaardigt.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 8, lid 7

1.2. Machinerichtlijn

1.2.6.2. Mogelijke sancties bij fraude

De nationale overheden hebben tot taak op de naleving van de Machinerichtlijn toe te zien en bij het vermoeden van fraude direct de nodige maatregelen ten behoeve van de veiligheid te nemen. Na beoordeling van de zaak door de Commissie zal de lidstaat, in het geval dat werkelijk sprake is van fraude, 'passende' maatregelen tegen de fraudeur moeten treffen.

Wanneer een lidstaat vaststelt dat

- machines die voorzien zijn van de CE-markering, of
- veiligheidscomponenten die vergezeld gaan van de EG-verklaring van overeenstemming, bij gebruik overeenkomstig hun gebruiksdoel, de veiligheid van personen en, in voorkomend geval, van huisdieren of goederen in gevaar dreigen te brengen, neemt hij alle nodige maatregelen om de machines of de veiligheidscomponenten uit de handel te nemen, het in de handel brengen en in bedrijf stellen te verbieden of het vrije verkeer ervan te beperken.

De lidstaat stelt de Commissie onmiddellijk van deze maatregel in kennis en geeft de redenen van zijn besluit aan, met name of het gebrek aan overeenstemming voortvloeit uit:

- a) het niet in acht nemen van de in artikel 3 bedoelde fundamentele voorschriften;
- b) een verkeerde toepassing van de in artikel 5, lid 2, bedoelde normen;
- c) een leemte in de in artikel 5, lid 2, bedoelde normen zelf.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 7, lid 1

In de Machinerichtlijn worden alleen economische maatregelen genoemd. De landelijke overheid kan echter ook strafrechtelijke maatregelen treffen. Bijvoorbeeld: in het Nederlands recht wordt het opstellen van een EG-verklaring voor een machine die niet in overeenstemming is met de eisen in de Machinerichtlijn gezien als 'valsheid in geschrifte'. Dit is een economisch delict dat een of meer van de volgende maatregelen tot gevolg kan hebben:

Economische maatregelen:

- beperken van vrij verkeer;
- verbod op inbedrijfstelling;
- uit de handel nemen;
- verbod op in de handel brengen;
- verplichten machines terug te nemen.

1.2. Machinerichtlijn

Strafrechtelijke maatregelen:

- geldboetes;
- gevangenisstraf;
- bedrijfssluiting.

1.2.6.3. Het technisch constructiedossier (TCD)

1.2.6.3.1. Algemeen

Het technisch constructiedossier is een verzameling van documenten die alle relevante informatie bevat waaruit blijkt wat de fabrikant/ontwerper heeft gedaan om zijn machine in overeenstemming te brengen met de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen uit de Machinerichtlijn.

Het TCD hoeft geen gedetailleerde tekeningen en andere uitvoerige inlichtingen met betrekking tot de bij de fabricage van de machines gebruikte onderdelen te bevatten, behalve indien kennis daarvan voor het controleren van de overeenstemming met de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen onontbeerlijk of noodzakelijk is.

Het technisch constructiedossier moet ten minste tien jaar na de datum van fabricage van de machine of na die van het laatste exemplaar van een in serie vervaardigde machine door de fabrikant of zijn in de gemeenschap gevestigde gevolmachtigde worden bewaard.

Alleen de controlerende instantie van de eigen lidstaat kan, met een naar behoren met redenen omkleed verzoek, de fabrikant om inzage verzoeken waarop deze het document binnen een 'met het belang ervan verenigbare tijd' zal moeten kunnen overleggen. Overigens kan het niet overleggen van de documenten voldoende reden zijn om het vermoeden van overeenstemming met de bepalingen van de richtlijn in twijfel te trekken.

Het TCD hoeft dus niet rechtstreeks te worden afgegeven aan klanten of bevoegde instanties van andere lidstaten. De laatstgenoemde instanties zullen een met redenen omkleed verzoek bij de nationale controlerende instantie moeten plaatsen die vervolgens de nationale fabrikant benadert.

1.2. Machinerichtlijn

1.2.6.3.2. Inhoud technisch constructiedossier

In bijlage V wordt een opsomming gegeven van de componenten waaruit een technisch constructiedossier, het zogenaamde 'TCD', moet zijn opgebouwd:

- *het overzichtsplan van de machine, alsmede de tekeningen van de bedieningsschakelingen;*
- *gedetailleerde en volledige tekeningen, eventueel vergezeld van berekeningen, testresultaten enz., aan de hand waarvan kan worden nagegaan of de machine aan de fundamentele veiligheids- en gezondheidsvoorschriften voldoet;*
- *een lijst met:*
 - *de fundamentele eisen van de richtlijn;*
 - *de normen; en*
 - *de overige technische specificaties,*
waarmee bij het ontwerp van de machine rekening is gehouden;
- *een beschrijving van de preventieve voorzieningen met het oog op de aan de machine verbonden gevaren;*
- *desgewenst, ieder technisch verslag of ieder van een bevoegde instantie of een bevoegd laboratorium verkregen certificaat;*
- *indien hij de overeenstemming met een geharmoniseerde norm die dat voorschrijft, aangeeft, ieder technisch verslag waarin de uitkomsten van de proeven zijn opgenomen die, naar keuze, hetzij door hemzelf, hetzij door een bevoegde instantie of bevoegd laboratorium zijn verricht;*
- *een exemplaar van de gebruiksaanwijzing van de machine;*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage V, lid 3

Bovendien moet de fabrikant het nodige onderzoek verrichten en de nodige proeven uitvoeren met betrekking tot de onderdelen, de accessoires of de gehele machine om vast te stellen of deze qua ontwerp en bouw veilig kan worden gemonteerd en in gebruik genomen.

1.2.6.4. De gebruiksaanwijzing

Bij iedere machine moet voordat deze in gebruik wordt genomen een gebruiksaanwijzing zijn gevoegd. De gebruiksaanwijzing moet de tekeningen en schema's bevatten die noodzakelijk zijn voor de inbedrijfstelling, het onderhoud, de inspectie, de controle van de goede werking, en eventueel de reparatie van de machine alsmede alle dienstige aanwijzingen, met name op veiligheidsgebied.

1.2. Machinerichtlijn

De inhoud van de gebruiksaanwijzing moet uitsluitend betrekking hebben op de machine in kwestie en niet alleen uitgaan van een normaal gebruik van de machine, maar tevens van het redelijkerwijs te verwachten gebruik.

Indien de machines eveneens bestemd kunnen zijn voor gebruik door niet-professionele gebruikers, moeten de tekst en de presentatie van de gebruiksaanwijzing niet alleen voldoen aan de hierboven vermelde fundamentele eisen, maar ook rekening houden met het algemene ontwikkelingsniveau en het inzicht dat men redelijkerwijs van deze gebruikers mag verwachten.

1.2.6.4.1. Inhoud gebruiksaanwijzing volgens bijlage I

In paragraaf 1.7.4. van bijlage I van de Machinerichtlijn zijn de eisen opgenomen waaraan de gebruiksaanwijzing, die de fabrikant verplicht is voor elke machine te maken, moet voldoen. In grote lijnen moet de gebruiksaanwijzing bestaan uit:

- fabrieks- en fabricagegegevens;
- aanwijzingen voor veilig gebruik;
- de beoogde gebruiksomstandigheden (maar ook: ontraden gebruik);
- de werkplek(ken) die door de bediener(s) kan (kunnen) worden ingenomen;
- instructies voor:
 - de inbedrijfstelling en het normaal gebruik;
 - het hanteren van de machine;
 - het installeren, het monteren en het demonteren;
 - het afstellen, het onderhoud en de reparatie;
- tekeningen en schema's noodzakelijk voor:
 - de inbedrijfstelling;
 - het onderhoud en de inspectie;
 - het controleren van de goede werking;
 - de reparatie;
- alle aanwijzingen die een veilig gebruik bevorderen;
- rekening houden met het algemeen ontwikkelingsniveau van de bedieners.

1.2.6.5. De taal van de gebruiksaanwijzing

De gebruiksaanwijzing wordt door de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde opgesteld in één van de talen van de Gemeenschap. Bij de inbedrijfstelling moet elke machine vergezeld gaan van een vertaling van de gebruiksaanwijzing in de taal/talen van

1.2. Machinerichtlijn

het land waar de machine wordt gebruikt plus de oorspronkelijke gebruiksaanwijzing. De vertaling wordt gemaakt door de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde dan wel door degene die de machine in het betreffende taalgebied invoert. In afwijking hiervan is het toegestaan dat de onderhoudsinstructies die bestemd zijn voor gespecialiseerd personeel dat in dienst is van de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde, slechts in één door dat personeel begrepen taal van de Gemeenschap gesteld zijn.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, lid 1.7.4. b

1.2.6.6. Het CE-merkteken

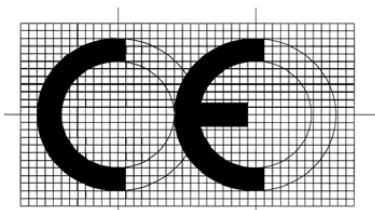
Om de overeenstemming van een machine met de Machinerichtlijn en andere geldende richtlijnen aan te geven dient de fabrikant, indien voldaan is aan alle CE-verplichtingen om de CE-markering op de machine aan te brengen. De CE-markering van overeenstemming bestaat uit de initialen 'CE'. Hieronder is het te gebruiken model afgebeeld. CE is een afkorting van Conformité Européenne, wat in overeenstemming met de Europese richtlijnen betekent.

Het CE-merkteken bestond tot eind 1994 uit het hierna afgebeelde symbool en de twee laatste cijfers van jaartal.

CE 94

Figuur 1.1: CE-merkteken (verouderd) (bron: Praktijkboek CE-markering)

Vanaf 1 januari 1995 mag het jaartal worden weggelaten. Plaatsing van het jaartal is vanaf 1 januari 1997 zelfs niet meer toegestaan. De reden hiervoor is dat men een indeling naar bouwjaar wil vermijden. Het teken komt er dan als volgt uit te zien:



Figuur 1.2: CE-merkteken (bron: Praktijkboek CE-markering)

1.2. Machinerichtlijn

Op elke machine moeten ten minste, duidelijk leesbaar en onuitwisbaar, de volgende gegevens zijn aangebracht:

- naam van de fabrikant en zijn adres;
- CE-markering (zie bijlage III);
- serie- of typeaanduiding;
- serienummer, voorzover bestaand;
- bouwjaar.

Indien de fabrikant een machine bouwt die bestemd is om in een "explosieve omgeving" te worden gebruikt, dient dit op de machine te worden aangegeven.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.7.3.

Op de machines mogen geen markeringen worden aangebracht die derden kunnen misleiden omtrent de betekenis of de grafische vorm van de CE-markering. Op de machines mogen andere markeringen worden aangebracht op voorwaarde dat de zichtbaarheid en de leesbaarheid van de CE-markering niet worden verminderd.

Het CE-merkteken mag niet worden gezien als een kwaliteitsmerk zoals bijvoorbeeld KEMA-keur, maar geeft alleen aan dat het product volgens de fabrikant voldoet aan de minimale veiligheids- en gezondheidseisen van de geldende Europese richtlijnen.

1.2.7. De gevolgen van de Machinerichtlijn

De Machinerichtlijn heeft vooral gevolgen voor machines die nieuw in de handel gebracht (lees: in bedrijf gesteld) worden; maar ook bij veranderingen aan bestaande machines of bij toepassing van tweedehands machines kan de Machinerichtlijn van kracht zijn.

Hieronder worden de gevolgen van de Machinerichtlijn voor verschillende typen machines geschetst.

1.2.7.1. Nieuwe machines

- ALLE machines die na 1 januari 1995 voor de eerste maal binnen de Europese Economische Ruimte (EER) worden verhandeld (lees: in gebruik genomen), moeten voorzien worden van een CE-markering.
- Zoals blijkt uit de definitie van een machine, geldt bovenstaande ook voor een samenstel van verschillende machines.

1.2. Machinerichtlijn

1.2.7.2. Nieuwe machines, gebouwd voor eigen gebruik

- Ook machines voor eigen gebruik die na 1 januari 1995 gebouwd worden, moeten volledig voldoen aan de Machinerichtlijn (artikel 8, lid 7 van de Machinerichtlijn).

1.2.7.3. Tweedehands machines (zonder CE-markering)

- Een NIET-gewijzigde tweedehands machine die van buiten de EER komt en na 1 januari 1995 binnen de EER wordt verhandeld, moet VOLLEDIG aan de Machinerichtlijn voldoen.
- Een NIET-gewijzigde tweedehands machine die na 1 januari 1995 binnen de EER wordt verhandeld, hoeft niet aan de eisen van de Machinerichtlijn te voldoen. Deze dient echter wel volledig te voldoen aan de eisen van de Arbeidsmiddelenrichtlijn (zie paragraaf 1.3.3.).

1.2.7.4. Tweedehands machines (met CE-markering)

- Een NIET-gewijzigde tweedehands machine, die al voorzien is van CE-markering, kan zonder aanpassingen na 1 januari 1995 binnen de EER worden verhandeld. Wel is van belang dat de staat van de machine overeenkomt met de staat waarin de machine verkeerde op het moment van aanbrengen van de CE-markering. Dus geen kapotte snoeren, losse contacten, ontbrekende afschermingen, enzovoort.
- In de volgende situaties wordt een tweedehands machine volgens de Machinerichtlijn gezien als een NIEUWE machine en moet dus volledig hieraan worden voldaan:
 1. Een **gewijzigde** tweedehands machine, waarbij de risico's en gevaren anders liggen dan waarmee in het oorspronkelijk ontwerp rekening gehouden is.
 2. Een tweedehands machine die een **andere gebruiksbestemming** krijgt dan waarvoor zij in het oorspronkelijk ontwerp is bedoeld.

1.2.7.5. Machines zonder CE-markering, die op voorraad waren op 31 december 1994

Deze uitzondering op de regel is met ingang van 1 januari 1996 niet meer van kracht; zij is in het boek vermeld voor de volledigheid.

- Een machine zonder CE-markering, die op 31 december 1994 in voorraad was, kon nog gedurende het gehele jaar 1995 worden verhandeld indien aan de volgende voorwaarden was voldaan:

1.2. Machinerichtlijn

1. De machine moet vóór 1 januari 1995 door de fabrikant of importeur in de handel zijn gebracht, dat wil zeggen: geleverd aan een wederverkoper (groothandel, detailhandel).
2. De machine moet daadwerkelijk (fysiek) zijn geleverd aan de wederverkoper. Een papieren transactie zonder feitelijke levering is dus niet voldoende.
3. De daadwerkelijke levering mag niet als doel hebben gebruik te maken van de mogelijkheid die thans geboden wordt alsnog na 31 december 1994 voorraden zonder CE-markering te verhandelen. Het door de fabrikant doorschuiven van voorraden naar de wederverkoper, zonder reële behoefte van die wederverkoper, kan er dus niet toe leiden dat deze voorraden zonder CE-markering kunnen worden verhandeld.
4. De machine moet een adequaat veiligheidsniveau opleveren, dat wil zeggen in overeenstemming met het veiligheidsniveau volgens bijlage I van de Machinerichtlijn.

1.2.8. De technische eisen

1.2.8.1. Veiligheids- en gezondheidseisen bij het ontwerp en de constructie

De fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen uit bijlage I van de Machinerichtlijn hebben een dwingend karakter en zijn gegroepeerd naar de risico's waartegen ze zijn gericht. Dat wil zeggen dat de machinefabrikant verplicht is die fundamentele eisen toe te passen, die behoren bij de risico's van het door hem bedoelde gebruik van de machine.

Hiertoe dient de fabrikant dus een risicoanalyse te verrichten om na te gaan welke risico's voor zijn machine gelden; bij het ontwerp en de constructie van de machine moet hij met de uitkomsten daarvan rekening houden.

U zult in dit boek regelmatig eisen uit bijlage I geciteerd zien, vooral die welke van toepassing zijn op de veiligheidsfuncties van een machinebesturing. Als voorbeeld hiervan zijn hieronder de eisen met betrekking tot defecten in het bedieningscircuit vermeld:

Een defect dat van invloed is op de samenhang van het bedieningscircuit of het falen van of een storing in het bedieningscircuit mag geen gevaarlijke situaties doen ontstaan.

Met name mag het niet mogelijk zijn dat:

- de machine ontijdig plotseling in werking wordt gesteld;
- de stopzetting van de machine wordt verhinderd indien de opdracht daartoe reeds is gegeven;
- een bewegend deel van de machine of een door de machine vastgehouden werkstuk valt of wordt uitgeworpen;

1.2. Machinerichtlijn

- de automatische stopzetting of de stopzetting met de hand van enig bewegend deel wordt verhinderd;
- de doelmatigheid van de beveiligingsinrichtingen wordt uitgeschakeld.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.2.7.

1.2.8.2. Het ontwerp

1.2.8.2.1. Toepassing van de eisen van de Machinerichtlijn in de ontwerpfase

De in de Machinerichtlijn genoemde fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen zijn dwingend en moeten dus te allen tijde worden toegepast. Gezien het feit dat 70% van de kosten van een machine tijdens het ontwerpproces worden vastgelegd, doet men er verstandig aan de bovengenoemde eisen daarin reeds mee te nemen.

Naast het hierboven genoemde commercieel belang is tevens in het voorwoord van bijlage I een zinsnede opgenomen die de fabrikant hiertoe verplicht:

De fabrikant heeft de plicht een risicoanalyse te verrichten om na te gaan welke risico's voor zijn machine gelden; bij het ontwerp en de constructie van de machine moet hij vervolgens rekening houden met zijn analyse.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I

In de norm EN 292-2 die geldt voor alle machines, is het nog eens als volgt verwoord:

Het verkleinen van risico door ontwerp bestaat uit de volgende handelingen, die afzonderlijk of gecombineerd worden uitgevoerd:

- wegnemen of verminderen van zoveel mogelijk gevaren door een passende keuze van ontwerpkenmerken (zie 3.1 tot en met 3.9), en
- beperking van de blootstelling van personen aan gevaren door de noodzaak voor bedieners om in de gevaarlijke zones in te grijpen te verminderen (zie 3.10 tot en met 3.12).

EN 292-2 van 1991, hoofdstuk 3

1.2. Machinerichtlijn

De machine dient zodanig te zijn gebouwd dat ze kan functioneren en kan worden afgesteld en onderhouden zonder dat men aan gevaar blootstaat wanneer deze handelingen worden voltrokken onder de door de fabrikant vastgestelde omstandigheden.

De genomen maatregelen moeten erop gericht zijn elk ongevalsrisico gedurende de te verwachten levensduur van de machine, ook bij het monteren en demonteren, volledig uit te sluiten, ook wanneer deze risico's het gevolg zijn van te voorziene abnormale omstandigheden.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.1.2. a

De ontwerper moet de meest passende oplossing kiezen en uitgaan van de hieronder genoemde ontwerpbeginselen, **in de gegeven volgorde**:

- *de risico's uitsluiten of zoveel mogelijk beperken (bij het ontwerp en de bouw in de machine verwerkte beveiliging);*
- *de noodzakelijke beveiligingsmaatregelen treffen voor risico's die niet kunnen worden uitgesloten;*
- *de gebruikers informeren over de risico's die nog aanwezig zijn als gevolg van een niet volledige doelmatigheid van de getroffen beveiligingsmaatregelen, aangeven of een bijzondere opleiding vereist is en signaleren dat persoonlijke beschermingsmiddelen moeten worden gebruikt.*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.1.2. b

Bij het ontwerp, de bouw en het opstellen van de gebruiksaanwijzing moet niet alleen van normaal gebruik worden uitgegaan, maar tevens van het redelijkerwijs te verwachten gebruik.

1.2.8.2.2. Enige ontwerpisen volgens bijlage I

Bij het ontwerpen en de bouw van de machine alsmede bij de opstelling van de gebruiksaanwijzing moet de fabrikant niet alleen uitgaan van een normaal gebruik van de machine, maar tevens van het redelijkerwijze te verwachten gebruik. De machine dient zodanig te zijn ontworpen dat abnormaal gebruik, indien gevaarlijk, wordt voorkomen. In voorkomend geval dient de gebruiksaanwijzing de aandacht van de gebruiker te vestigen op te ontraden gebruik van de machine dat uit de ervaring zou kunnen blijken.

Onder de gebruiksomstandigheden waarvoor de machine is bestemd, moeten hinder, vermoeidheid en psychische belasting (stress) van de bediener tot een haalbaar minimum beperkt blijven, rekening houdend met de beginselen van de ergonomie.

1.2. Machinerichtlijn

Bij het ontwerpen en de bouw dient de fabrikant rekening te houden met de belemmeringen die de bediener ondervindt door een noodzakelijk of te voorzien gebruik van persoonlijke beschermingsuitrusting (bijvoorbeeld schoenen, handschoenen enz.).

De machine moet worden geleverd met alle speciale uitrustingen en accessoires die essentieel zijn voor het voorkomen van gevaar bij afstelling, onderhoud en gebruik.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.1.2. c, d, e en f

1.2.9. De certificatieprocedure

Voor zowel de 'gevaarlijke' als de 'minder gevaarlijke' machines die onder de Machinerichtlijn vallen, moeten eerst een groot aantal zaken worden gerealiseerd voordat men mag overgaan tot plaatsing van het CE-merkteken.

Hieronder volgt een globaal overzicht van de te verwezenlijken zaken:

- a. Ontwerpen van een machine naar de zogenaamde 'stand der huidige techniek', door toepassing van:
 - alle in bijlage I van de Machinerichtlijn genoemde fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen;
 - gebruikmaking van relevante geharmoniseerde EN-normen volgens artikel 5, lid 2.
- b. Uitvoeren van een risicoanalyse op de machine.
- c. Bij het ontwerp en de constructie van de machine moet de fabrikant vervolgens rekening houden met zijn analyse.
- d. Aanleggen van een technisch constructiedossier (TCD).
- e. Maken van een duidelijke gebruiksaanwijzing, in een EEG-taal EN de taal van de gebruiker.
- f. Gevaarlijke machines moeten een 'EG-typeonderzoek' ondergaan, bij het ontbreken of niet toepassen van de betreffende geharmoniseerde normen.

1.2. Machinerichtlijn

- g. Ondertekenen van de 'EG-verklaring van overeenstemming' volgens bijlage II, deel A van de Machinerichtlijn, de zogenaamde IIA-verklaring, door de fabrikant of diens gevolmachtigde.
- h. Aanbrengen van de CE-markering; de letters 'CE' op de machine.
- i. Met de CE-markering maakt de fabrikant kenbaar dat het product voldoet aan ALLE van toepassing zijnde richtlijnen.

1.2.9.1. Certificatieprocedure voor verschillende machines

Voor de verschillende typen machines en voor veiligheidscomponenten zijn de verschillen in de certificatieprocedure volgens de Machinerichtlijn zo groot dat hieronder een en ander wordt verduidelijkt. Per type machine is aangegeven welke stappen de fabrikant moet nemen.

1.2.9.1.1. Certificatieprocedure voor 'minder gevaarlijke' machines

- 1. Stappen a t/m e doorlopen, zoals hierboven onder 1.2.9.
- 2. EG-verklaring van overeenstemming opstellen (volgens bijlage II, deel A van de Machinerichtlijn).
- 3. CE-markering aanbrengen op gehele machine.

1.2.9.1.2. Certificatieprocedure voor 'gevaarlijke' machines waarvoor nog geen geharmoniseerde norm beschikbaar is

- 1. Stappen a t/m e doorlopen, zoals hierboven onder 1.2.9.
- 2. Uitvoering EG-typeonderzoek door *notified body*.
- 3. Verklaring van EG-typeonderzoek door *notified body*.
- 4. EG-verklaring van overeenstemming opstellen (volgens bijlage II, deel A van de Machinerichtlijn).
- 5. CE-markering aanbrengen op gehele machine.

1.2. Machinerichtlijn

1.2.9.1.3. Certificatieprocedure voor 'gevaarlijke' machines waarvoor wel de betreffende geharmoniseerde normen beschikbaar zijn

1. Stappen a t/m e doorlopen, zoals hierboven onder 1.2.9.
Mogelijke volgende stap:
 - 2a. Technisch constructiedossier (TCD) opsturen aan *notified body*.
of
 - 2b. *Notified body* laten nagaan of normen correct zijn toegepast; hierbij wordt een 'verklaring van geschiktheid' opgesteld.
of
 - 2c. EG-typeonderzoek door *notified body*.
3. EG-verklaring van overeenstemming opstellen (volgens bijlage II, deel A van de Machinerichtlijn).
4. CE-markering aanbrengen op gehele machine.

1.2.9.2. Certificatieprocedure voor veiligheidscomponenten

Hiervoor geldt dezelfde certificatieprocedure als voor machines, echter met dit verschil dat er voor veiligheidscomponenten een speciale EG-verklaring van overeenstemming moet worden opgesteld, namelijk de IIC-verklaring. Dat is een verklaring volgens bijlage II, deel C, van de Machinerichtlijn (zie ook paragraaf 1.2.9.3.). Verder zijn er veiligheidscomponenten die in de opsomming van bijlage IV voorkomen; voor deze componenten zijn dus de procedures volgens paragraaf 1.2.9.1.2. of 1.2.9.1.3. (van dit boek) van toepassing.

Een extra eis is dat een veiligheidscomponent gedurende zijn gehele levensduur zijn functie moet kunnen vervullen.

Verder moet volgens artikel 8, lid 1, deel 2 het CE-merk alleen op machines geplaatst worden. In het commentaar op de Machinerichtlijn in het boek 'De communautaire voorschriften voor machines' (zie literatuurlijst) wordt zelfs gesteld dat veiligheidscomponenten het CE-merk NIET mogen dragen.

Nu vallen de meeste veiligheidscomponenten ook onder de Laagspanningsrichtlijn en/of de EMC-richtlijn, zodat er op grond hiervan toch vanaf 1 januari 1996 een CE-merk op deze producten te vinden zal zijn.

1.2. Machinerichtlijn

1.2.9.3. EG-verklaring van overeenstemming

1.2.9.3.1. De drie verschillende typen:

De Machinerichtlijn hanteert in haar bijlage II het gebruik van drie verschillende EG-verklaringen van overeenstemming.

1. Bijlage II, deel A: EG-verklaring van overeenstemming, van toepassing op:
 - complete machines; en
 - een samenstel van machines.
2. Bijlage II, deel B: verklaring van de fabrikant of van diens in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde, van toepassing op:
 - niet-zelfstandig werkende machines.
 - Hieronder vallen volgens het commentaar op de Machinerichtlijn, het boek 'De communautaire voorschriften voor machines' (zie literatuurlijst), machinedelen, zoals elektrische en verbrandingsmotoren, die als afzonderlijke eenheid:
 - a. geen bepaalde toepassing hebben;
 - b. wel een bepaalde toepassing hebben maar niet zelfstandig kunnen functioneren;
 - c. een toepassing zonder eigen bestaansreden hebben;
 - d. bijna voltooide machines zijn, bestemd voor een complex geheel, waarbij de bestemming door de fabrikant in een verklaring wordt aangegeven.
3. Bijlage II, deel C: EG-verklaring van overeenstemming, van toepassing op:
 - veiligheidscomponenten die afzonderlijk in de handel worden gebracht.

Een voorbeeld van een IIC-verklaring is afgebeeld in figuur 1.3.

1.2. Machinerichtlijn

pilz

EG-Konformitätserklärung
EC-Declaration of Conformity

Wir Pilz GmbH & Co.
(Name des Anbieters/supplier's name)
 We Felix-Wankel-Str. 2
D-73760 Ostfildern
(Anschrift/address)

erklären in alleiniger Verantwortung, daß das Produkt
declare under our sole responsibility that the product

PNOZ e1p Sicherheitsschaltgerät / Safety device
Sicherheitsbauteil nach EG-Richtlinie 98/37 EG, Artikel 1 Abs. 1
Safety component according to EC guideline 98/37 EC, article 1 par. 1

Diese Konformitätserklärung entspricht der Europäischen Norm EN 45014 „Allgemeine Kriterien für Konformitätserklärungen von Anbietern“
This Declaration of Conformity is suitable to the European Standard EN 45014 „General criteria for supplier's declaration of conformity“
 Die Grundlage der Kriterien sind internationale Dokumente, insbesondere ISO/IEC-Leitfaden 22, 1982, „Informations on manufacturer's declaration of conformity with standards or other technical specifications“.

This Declaration of Conformity is suitable to the European Standard EN 45014 „General criteria for supplier's declaration of conformity“
 The basis for the criteria has been found in international documentation, particularly in: ISO/IEC-Leitfaden 22, 1982, „Informations on manufacturer's declaration of conformity with standards or other technical specifications“.

auf das sich diese Erklärung bezieht, mit der/den folgenden Norm(en) oder normativen Dokument(en) übereinstimmt.
to which this declaration relates is in conformity with the following standard(s) or other normative document(s)
EN 60 947-5-1/08.00; EN 954-1/03.97; DIN V VDE 0801/A1

Unser Unternehmen ist Mitglied von ALPHA. Wir prüfen nach ALPHA-Prüfbausteinen und LOVAG Test Instructions soweit anwendbar
We are member of ALPHA. We test, using ALPHA test modules and LOVAG test instructions if applicable
(Title und/oder Nr. sowie Ausgabe/datum der Norm(en) oder der anderen normativen Dokumente/Title and/or number and date of issue of the standard(s) or other normative document(s))

Das bezeichnete Produkt entspricht den Vorschriften folgender europäischer Richtlinien:
The described product is in conformity with the regulations of the following European Directives:
73/23, 93/68 EWG Niederspannungs-Richtlinie / EEC Low voltage directive
98/37 EG Maschinen-Richtlinie / EC EMD directive
89/336, 92/31, 93/68 EWG EMV-Richtlinie / EEC EMC directive

Die Übereinstimmung eines Baumusters des bezeichneten Produkts mit den Vorschriften der Richtlinien Nr.:
Consistency of a production sample with the marked product, in accordance with the instructions of Directives. No
73/23, 89/336 EWG (EEC), 98/37 EG (EC)

wurden bescheinigt durch:
has been certified by:

Notifizierte Stelle/ **Fachausschuß Elektrotechnik Prüf- und**
 Anschrift: **Zertifizierungsstelle**
Notified agency/ **Gustav-Heinemann-Ufer 130**
Address
50968 Köln

Nummer der Bescheinigung: **01 048** Ausstelldatum: **2001-03-22**
Certification number: Date of issue:

Das bezeichnete Produkt stimmt mit dem geprüften Baumuster überein.
The marked product is consistent with the examined production sample.

Anbringung der CE-Kennzeichnung: **2001**
Affixation of the CE mark:

Ostfildern

29. März 2001
(Ort und Datum der Ausstellung/ Place and date of issue)


Hans-Axel Gielow
(Name und Unterschrift oder gleichwertige Kennzeichnung des Befugten/ name and signature or equivalent marking of authorized person)

Figuur 1.3: IIC-verklaring voor een veiligheidscomponent (bron: Pilz GmbH & Co.)

1.2. Machinerichtlijn

1.2.9.3.2. Taal EG-verklaringen van overeenstemming

De bovengenoemde EG-verklaringen moeten in de volgende talen worden meegeleverd:

1. Taal van het land van bestemming.
2. In dezelfde taal als de oorspronkelijke gebruiksaanwijzing; één van de talen van de Gemeenschap.

1.2.9.3.3. Gebruik van een verklaring volgens bijlage II, deel B

Een verklaring volgens bijlage II, deel B van de Machinerichtlijn wordt voor de eenvoud ook IIB-verklaring genoemd.

De Machinerichtlijn stelt geen eisen aan componenten en dus ook niet aan de 'niet-zelfstandig werkende machine' die met een IIB-verklaring wordt verkocht. Andere Europese richtlijnen of bepaalde nationale wetgevingen kunnen wel eisen stellen voor bepaalde eigenschappen (elektrische gevaren, elektromagnetische compatibiliteit). De niet-zelfstandig werkende machine moet uiteraard aan de van toepassing zijnde teksten uit deze richtlijnen voldoen.

Een 'niet-zelfstandig werkende machine' dient altijd te worden gebouwd volgens de zogenaamde *good engineering practice* (correcte engineeringpraktijk). Het concept van *good engineering practice* of toepassing van de stand van de techniek is een algemeen geaccepteerde standaard die in de meeste lidstaten van de EER wordt gebruikt. Dit komt onder meer ook terug in de richtlijn over algemene productveiligheid van 1992 (92/59/EEC) die eist dat de conformiteit van een product ten aanzien van de algemene veiligheid moet worden bepaald.

Good engineering practice betekent alle van toepassing zijnde technische praktijkervaringen die men zou kunnen verwachten van de betreffende deskundigen. Deze praktijk is beschikbaar voor deze deskundigen en neemt de vorm aan van de toepassing van een verzameling van technieken die voldoen aan de stand van de techniek. Dit geeft de klant een goed niveau van kwaliteit en veiligheid.

Het is dus voor de eindklant van de 'niet-zelfstandig werkende machine' van groot belang om in het contract met de leverancier exact de technische eisen vast te leggen. Het contract kan bijvoorbeeld eisen dat de klant voldoet aan een aantal technische normen.

1.2. Machinerichtlijn

Volgens het algemeen geldende contractenrecht, het internationale privaatrecht op het gebied van contracten en de wettelijke verplichtingen die in de meeste lidstaten van toepassing zijn, bestaat er voor de fabrikant een dubbele algemene verplichting op het gebied van veiligheid en informatie. Door de veiligheidsverplichting ontstaat automatisch een correcte engineeringpraktijk. Het zich houden aan de correcte praktijk betekent dat ook aan bepaalde essentiële eisen van de Machinerichtlijn is voldaan.

De eindklant (samenbouwer van het samenstel) moet een gebruiksaanwijzing uitgeven en zodoende specifieke informatie verzamelen. Hij moet ook een risicoanalyse maken die in het constructiedossier moet staan. De eindklant (samenbouwer van het samenstel) moet daarom aan zijn leverancier vragen om hem de relevante technische informatie te geven zodat hij de volledige gebruiksaanwijzing kan schrijven en het risico inherent aan de component kan opnemen in zijn risicoanalyse voor de complete montage. Opdat de eindklant (samenbouwer van het samenstel) de instructies voor onderhoud zou kunnen schrijven, is het belangrijk dat hij op de hoogte is van de informatie over de risico's bij de montage van onderdelen.

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

1.3.1. Inleiding

Omdat er nog altijd te veel arbeidsongevallen en beroepsziekten te betreuren zijn, zouden er op Europees niveau preventieve maatregelen moeten worden genomen of verbeterd om de veiligheid en de gezondheid van de werknemers te beschermen teneinde een hoger beschermingsniveau te garanderen.

Al in een vroeg stadium (1987) van de Europese Commissie is op grond van artikel 138, voorheen 118 A van het Verdrag tot oprichting van de Europese Economische Gemeenschap, het besluit genomen om een richtlijn in te dienen betreffende de organisatie van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op de arbeidsplaats.

Dit heeft geresulteerd in de vaststelling van een zeer belangrijke richtlijn, namelijk Richtlijn 89/391/EEG (ook wel Kaderrichtlijn genoemd) die de kaders schept voor meerdere specifieke richtlijnen zoals de welbekende Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG.

Omdat voor een goed begrip van de eisen die tegenwoordig aan werkgevers worden gesteld, kennis van beide richtlijnen noodzakelijk is, worden beide richtlijnen in de paragrafen hierna behandeld.

1.3.2. De Kaderrichtlijn 89/391/EEG

1.3.2.1. Doel

Het was algemeen bekend dat in de lidstaten de wettelijke stelsels op het gebied van veiligheid en gezondheid op de arbeidsplaats sterk uiteenliepen en verbetering behoefden. Bovendien konden dergelijke nationale bepalingen, dikwijls aangevuld met technische bepalingen en/of niet-bindende normen, leiden tot verschillende beschermingsniveaus op het gebied van veiligheid en gezondheid en tot een concurrentie die ten koste ging van veiligheid en gezondheid.

In het Europese Parlement zijn in februari 1988 in het kader van het debat over de interne markt en de bescherming op de arbeidsplaats vier resoluties aangenomen. Hierin werd met name aan de Commissie gevraagd een kaderrichtlijn op te stellen die als grondslag kon dienen voor specifieke richtlijnen die alle risico's op het gebied van de gezondheid en veiligheid op de arbeidsplaats zouden dekken.

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

De genoemde Kaderrichtlijn 89/391/EEG is daadwerkelijk vastgesteld op 12 juni 1989 en betreft de tenuitvoerlegging van maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en gezondheid van werknemers op het werk. Deze kaderrichtlijn voorziet in maatregelen die het raamwerk vormen voor (toekomstige) specifieke richtlijnen (zoals de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG). Zij bevat naast algemene eisen voor de veiligheid en gezondheid ook bepalingen hoe deze eisen in verband kunnen worden gebracht met de specifieke richtlijnen. En over de manier waarop deze richtlijnen worden opgenomen in de landelijke wetgeving.

Het doel van de richtlijn wordt als volgt omschreven:

De richtlijn heeft ten doel maatregelen ten uitvoer te leggen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk.

Daartoe bevat zij algemene beginselen betreffende de preventie van beroepsrisico's en de bescherming van de veiligheid en de gezondheid, het uitsluiten van risico- en ongevalsfactoren, voorlichting, raadpleging, evenwichtige deelneming overeenkomstig de nationale wetten en/of praktijken, de opleiding van de werknemers en hun vertegenwoordigers, alsmede algemene regels voor de tenuitvoerlegging van die beginselen.

Deze richtlijn doet geen afbreuk aan de bestaande of toekomstige nationale en communautaire bepalingen die gunstiger zijn voor de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 1, leden 1, 2 en 3

Dit laatste houdt dus in dat het mogelijk is voor lidstaten om huidige of aanvullende eisen te stellen die een hoger veiligheidsniveau tot gevolg hebben. Er kunnen dan alsnog per land afwijkingen in verplichtingen zijn op bepaalde veiligheidsaspecten.

1.3.2.2. Toepassingsgebied

Deze richtlijn is van toepassing op alle particuliere of openbare sectoren (industriële, landbouw-, handels-, administratieve, dienstverlenende, educatieve, culturele, vrijetijdsactiviteiten, enz.).

Deze richtlijn geldt niet wanneer bijzondere aspecten die inherent zijn aan bepaalde activiteiten in overheidsdienst, bij voorbeeld bij de strijdkrachten of de politie, of aan bepaalde activiteiten in het kader van de bevolkingsbescherming, de toepassing ervan in de weg staan.

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

In dat geval moet ervoor worden gezorgd dat de veiligheid en de gezondheid van de werknemers zoveel mogelijk worden verzekerd, met inachtneming van de doelstellingen van deze richtlijn.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 2, leden 1 en 2

De lidstaten hebben hun eigen wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen aangepast zodat hun landelijke wetgeving uiterlijk op 31 december 1992 aan deze richtlijn voldoet.

1.3.2.3. Definities

Voor de toepassing van deze richtlijn wordt verstaan onder:

- a) *werknemer:*
iedere persoon die door een werkgever wordt tewerkgesteld, alsmede stagiairs en leerlingen, met uitzondering van huispersoneel;
- b) *werkgever:*
iedere natuurlijke of rechtspersoon die wederpartij is in de arbeidsverhouding met de werknemer en die de verantwoordelijkheid draagt voor het bedrijf en/of de inrichting;
- c) *werknemersvertegenwoordiger met een specifieke taak op het gebied van de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers:*
iedere persoon die overeenkomstig nationale wetten en/of praktijken gekozen of aangewezen is tot afgevaardigde van de werknemers voor wat betreft de problemen inzake de bescherming van de veiligheid en gezondheid der werknemers op het werk;
- d) *preventie:*
het geheel van bepalingen of maatregelen die zijn genomen of vastgesteld in alle stadia van de activiteit in de onderneming ten einde beroepsrisico's te voorkomen of te verminderen.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 3

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

1.3.2.4. Verplichtingen van de werkgever

De richtlijn bevat vier afdelingen en negentien artikelen, waarbij veel aandacht is voor de verplichtingen van de werkgever, omdat hij als geen ander in staat is om de benodigde preventieve maatregelen te nemen.

De belangrijkste verplichting voor de werkgever luidt dan ook als volgt:

De werkgever is verplicht te zorgen voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers inzake alle met het werk verbonden aspecten.

Indien een werkgever overeenkomstig artikel 7, lid 3, een beroep doet op deskundigen (personen of diensten) van buiten het bedrijf en/of de inrichting, ontslaat dit hem niet van zijn verantwoordelijkheden op dat gebied.

De verplichtingen van de werknemers op het gebied van de veiligheid en de gezondheid op het werk doen geen afbreuk aan het beginsel van de verantwoordelijkheid van de werkgever.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 5, leden 1 t/m 3

De werkgever krijgt hierin een zeer actieve rol toebedeeld en is ook gehouden om hier een continu verbeteringsproces van te maken, zoals blijkt uit het onderstaande artikel.

In het kader van zijn verantwoordelijkheden treft de werkgever de nodige maatregelen voor de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers, met inbegrip van de maatregelen ter preventie van beroepsrisico's, voor informatie en opleiding alsmede voor de organisatie en de benodigde middelen.

De werkgever moet ervoor zorgen dat deze maatregelen worden aangepast, ten einde rekening te houden met gewijzigde omstandigheden, en streven naar verbetering van bestaande situaties.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 6, lid 1

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

Een wel zeer belangrijk aspect bij het uitvoeren van de noodzakelijke beschermingsmaatregelen is dat de werkgever hierbij een verplichte volgorde in acht moet nemen. Deze eis is aldus omschreven in artikel 6, lid 2:

Bij de tenuitvoerlegging van de in lid 1, eerste alinea, genoemde maatregelen neemt de werkgever de volgende algemene preventieprincipes in acht:

- a) *risico's voorkomen;*
- b) *evalueren van risico's die niet kunnen worden voorkomen;*
- c) *bestrijding van de risico's bij de bron;*
- d) *aanpassing van het werk aan de mens, met name voor wat betreft de inrichting van de arbeidsplaats en de keuze van werkuitrusting en werk- en produktiemethoden, met name om monotone arbeid en tempogebonden arbeid draaglijker te maken en de gevolgen daarvan voor de gezondheid te beperken;*
- e) *rekening houden met de ontwikkeling van de techniek;*
- f) *vervanging van wat gevaarlijk is door dat wat niet gevaarlijk of minder gevaarlijk is;*
- g) *planning van de preventie met het oog op een samenhangend geheel dat de volgende aspecten in de preventie integreert: techniek, organisatie van het werk, arbeidsomstandigheden, sociale betrekkingen en invloed van de omgevingsfactoren op het werk;*
- h) *voorrang voor maatregelen inzake collectieve bescherming boven maatregelen inzake individuele bescherming;*
- i) *verstrekken van passende instructies aan de werknemers.*

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 6, lid 2

Onverminderd de andere bepalingen van deze richtlijn moet de werkgever, rekening houdend met de aard van de activiteiten van het bedrijf en/of de inrichting:

- a) *de risico's voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers evalueren, met inbegrip van de keuze van de werkuitrusting, de chemische stoffen of preparaten en de inrichting van de arbeidsplaatsen.*
Op grond van deze evaluatie en voor zover nodig moeten de preventieactiviteiten en de door de werkgever gebruikte werk- en produktiemethoden
 - *een betere bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers verzekeren;*
 - *geïntegreerd worden in het geheel van de activiteiten van het bedrijf en/of de inrichting en betrekking hebben op alle niveaus;*
- b) *wanneer hij een werknemer met de uitvoering van een taak belast, de bekwaamheid van de betrokken werknemer op het gebied van veiligheid en gezondheidsbescherming in aanmerking nemen;*

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

- c) ervoor zorgen dat over de planning en invoering van nieuwe technologieën overleg wordt gepleegd met de werknemers en/of hun vertegenwoordigers, wat betreft de gevolgen voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers van de keuzen inzake uitrusting, de arbeidsomstandigheden en de invloed van de omgevingsfactoren op het werk;
- d) de nodige maatregelen nemen opdat alleen werknemers die passende instructies hebben gekregen, tot de zones met ernstige en specifieke gevaren toegang hebben.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 6, lid 3

De richtlijn zorgt er door de verplichtingen in artikel 9 duidelijk voor dat de werkgever moet zorgen voor harde bewijzen van de door hem uitgevoerde evaluatie en beschermingsmaatregelen.

De werkgever moet:

- a) beschikken over een evaluatie van de risico's voor de veiligheid en de gezondheid op het werk, met inbegrip van de risico's voor de groepen werknemers met bijzondere risico's;
- b) de te nemen beschermende maatregelen en, indien nodig, de te gebruiken beschermingsmiddelen vastleggen;
- c) een lijst bijhouden van arbeidsongevallen welke voor de werknemer hebben geleid tot een arbeidsongeschiktheid van meer dan drie werkdagen;
- d) overeenkomstig de nationale wetten en praktijken rapporten opstellen ten behoeve van de bevoegde autoriteiten over de arbeidsongevallen die zijn werknemers zijn overkomen.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 9, lid 1

Andere verplichtingen van deze richtlijn richten zich vooral op:

- Voorlichting aan de werknemers, artikel 10
- Raadpleging en deelneming van de werknemers, artikel 11
- Opleiding van de werknemers, artikel 12

1.3.2.5. Verplichtingen van de werknemer

De verplichtingen van de werknemers zijn vastgelegd in artikel 13 van de richtlijn en zijn hieronder weergegeven:

1. Iedere werknemer moet in zijn doen en laten op de arbeidsplaats, overeenkomstig zijn opleiding en de door de werkgever gegeven instructies, naar vermogen zorg dragen voor zijn eigen veiligheid en gezondheid en die van de andere betrokken personen.

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

2. Daartoe moeten de werknemers vooral, overeenkomstig hun opleiding en de door de werkgever gegeven instructies:
- a) op de juiste wijze gebruik maken van machines, toestellen, gereedschappen, gevaarlijke stoffen, vervoermiddelen en andere middelen;
 - b) op de juiste wijze gebruik maken van de persoonlijke beschermingsmiddelen welke hun ter beschikking zijn gesteld en die na gebruik weer opbergen;
 - c) de specifieke veiligheidsvoorzieningen van met name machines, toestellen, gereedschappen, installaties en gebouwen, niet willekeurig uitschakelen, veranderen of verplaatsen en deze voorzieningen op de juiste manier gebruiken;
 - d) de werkgever en/of de werknemers met een specifieke taak op het gebied van de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers, onmiddellijk op de hoogte stellen van iedere werksituatie waarvan zij redelijkerwijs kunnen vermoeden dat deze een ernstig en onmiddellijk gevaar voor de veiligheid en de gezondheid met zich brengt, alsmede van elk geconstateerd mankement in de beschermingssystemen;
 - e) overeenkomstig de nationale praktijken de werkgever en/of de werknemers met een specifieke taak op het gebied van de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers zolang dat nodig is bijstand verlenen om hen in staat te stellen alle taken uit te voeren of aan alle verplichtingen te voldoen die met het oog op de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk door de bevoegde instantie zijn opgelegd;
 - f) overeenkomstig de nationale praktijken de werkgever en/of de werknemers met een specifieke taak op het gebied van de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers zolang dat nodig is bijstand verlenen om de werkgever in staat te stellen ervoor te zorgen dat het arbeidsmilieu en de arbeidsomstandigheden veilig zijn en geen risico's opleveren voor de veiligheid en de gezondheid binnen hun werkerrein.

Richtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 13

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

1.3.2.6. Overzicht van andere specifieke richtlijnen

Hoewel de Kaderrichtlijn zeer uitgebreid ingaat op algemene aspecten van de gezondheid en veiligheid zijn er op dit moment 15 specifieke richtlijnen aangenomen en ook enkele nog in ontwikkeling. Hieronder is een overzicht van deze specifieke richtlijnen weergegeven:

89/654/EEG	Arbeitsplaatsen
89/655/EEG	Arbeidsmiddelen
89/656/EEG	Gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen
90/269/EEG	Manueel hanteren van lasten
90/270/EEG	Werken met beeldschermapparatuur
90/39/EEG	Blootstelling aan carcinogene agentia
90/679/EEG	Blootstelling aan biologische agentia
92/57/EEG	Tijdelijke en mobiele bouwplaatsen
92/58/EEG	Veiligheids- en/of gezondheidssignalering op het werk
92/85/EEG	Zwangerschap
92/91/EEG	Winningsindustrie met boringen
92/104/EEG	Winningsindustrie in dagbouw of ondergronds
93/103/EEG	Werk aan boord van vissersvaartuigen
99/24/EEG	Chemische agentia
99/92/EEG	Explosieve atmosferen

1.3.3. De Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG

1.3.3.1. Doel

Zoals hiervoor genoemd, worden er onder de Kaderrichtlijn 89/391/EEG specifieke richtlijnen van kracht verklaard die elk op zich eisen ten aanzien van een deelaspect van de veiligheid en gezondheid van werknemers zullen vastleggen.

De Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG is in het document 389L0655 omschreven als:
Richtlijn 89/655/EEG van de Raad van 30 november 1989 betreffende minimumvoorschriften inzake veiligheid en gezondheid bij het gebruik door werknemers van arbeidsmiddelen op de arbeidsplaats (de tweede bijzondere Richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG).

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

Op 5 december 1995 is Richtlijn 95/63/EG aangenomen dat wijzigingen op Richtlijn 89/655/EG voorstelt. De wijzigingen zijn opgenomen in de tekst van dit hoofdstuk.

Het doel van deze richtlijn 89/655/EEG kan als volgt worden omschreven:

De richtlijn legt minimumvoorschriften vast inzake veiligheid en gezondheid voor het gebruik op het werk van de arbeidsmiddelen, alle op de arbeidsplaats gebruikte machines, apparaten, gereedschappen en installaties, door de werknemers. Daarnaast is het zo dat de bepalingen van Richtlijn 89/391/EEG volledig voor het gebruik van arbeidsmiddelen gelden, onverminderd dwingend en/of specifieke bepalingen die in deze richtlijn zijn opgenomen.

1.3.3.2. Toepassingsgebied

Richtlijn 89/655/EEG is natuurlijk evenals de Kaderrichtlijn 89/391/EEG van toepassing op alle op de arbeidsplaats door de werknemers gebruikte machines, apparaten, gereedschappen en installaties in alle particuliere of openbare sectoren (industriële, landbouw-, handels-, administratieve, dienstverlenende, educatieve, culturele, vrijetijdsactiviteiten, enz.).

1.3.3.3. Definities

In deze richtlijn zijn een aantal definities opgenomen, die hieronder zijn weergegeven:

- a) *arbeidsmiddelen* :
alle op de arbeidsplaats gebruikte machines, apparaten, gereedschappen en installaties;
- b) *gebruik van arbeidsmiddelen*:
elke activiteit met betrekking tot een arbeidsmiddel, zoals ingebruikneming of buitengebruikstelling, aanwending, vervoer, reparatie, ombouw, onderhoud, verzorging, waaronder met name ook reiniging;
- c) *gevaarlijke zone*:
elke zone in en/of rondom een arbeidsmiddel waar de aanwezigheid van een blootgestelde werknemer een gevaar voor diens veiligheid of gezondheid oplevert;
- d) *blootgestelde werknemer*:
elke werknemer die zich geheel of gedeeltelijk in een gevaarlijke zone bevindt;
- e) *bediener*:
de werknemer(s) die tot taak heeft (hebben) een arbeidsmiddel te gebruiken.

Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 2

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

1.3.3.4. Verplichtingen van de werkgever

De algemene verplichtingen genoemd in artikel 3 zijn misschien voor vele werkgevers vanzelfsprekend, maar zetten toch een trend die de verantwoordelijkheid voor de veiligheid van de werknemers bij het gebruik van arbeidsmiddelen duidelijk bij de werkgever neerlegt.

1. *De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat arbeidsmiddelen die in de onderneming en/of inrichting ter beschikking van de werknemers worden gesteld, geschikt zijn voor het uit te voeren werk of daartoe behoorlijk zijn aangepast, zodat de veiligheid en de gezondheid van de werknemers tijdens het gebruik van deze arbeidsmiddelen kunnen worden gewaarborgd. Bij de keuze van de arbeidsmiddelen die hij overweegt te gebruiken, houdt de werkgever rekening met de arbeidsomstandigheden en de specifieke kenmerken van de arbeid en met de in de onderneming en/of inrichting, met name op de werkplek, bestaande risico's voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers en/of de risico's die daaraan zouden kunnen worden toegevoegd door het gebruik van de desbetreffende arbeidsmiddelen.*
2. *Wanneer het niet mogelijk is de veiligheid en de gezondheid van de werknemers aldus volledig te waarborgen bij het gebruik van arbeidsmiddelen, treft de werkgever passende maatregelen om de risico's tot een minimum te beperken.*

Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 3, leden 1 en 2

Bovenstaande komt er kort gezegd op neer dat de werkgever verantwoordelijk is voor een juiste keuze van arbeidsmiddelen met het oog op de veiligheid en gezondheid van de medewerkers. Arbeidsmiddelen die niet voldoen, moeten zodanig worden aangepast dat de risico's tot een minimum worden beperkt.

Andere verplichtingen voor de werkgever in de Arbeidsmiddelenrichtlijn bestaan onder andere uit:

- het beperken van het aantal werknemers dat gebruik maakt van een arbeidsmiddel met een specifiek gevaar en het adequaat opleiden van de werknemers die het arbeidsmiddel repareren, onderhouden enz.;
- het in begrijpelijke taal en continu informeren van de werknemers omtrent het veilig gebruik van de arbeidsmiddelen;
- het geven van een adequate (specifieke) opleiding aan de werknemers;
- het raadplegen van en het geven van medezeggenschap aan de werknemers en/of hun vertegenwoordigers omtrent de onderwerpen van de richtlijn, met inbegrip van de bijlagen.

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

Voor een aantal arbeidsmiddelen is de werkgever verplicht een keuring bij ingebruikname en/of periodieke keuring uit te (laten) voeren, zoals blijkt uit onderstaand artikel.

Keuring van de arbeidsmiddelen

1. *De werkgever ziet erop toe dat de arbeidsmiddelen waarvan de veiligheid afhangt van de wijze van installatie, worden onderworpen aan een eerste keuring door deskundige personen in de zin van de nationale wetgevingen en/of praktijken (na de installatie en vóór de eerste ingebruikneming), alsmede aan een keuring na elke montage op een nieuwe locatie of een nieuwe plek, teneinde ervoor te zorgen dat deze arbeidsmiddelen op de juiste wijze worden geïnstalleerd en goed functioneren.*
2. *De werkgever ziet erop toe dat de arbeidsmiddelen die onderhevig zijn aan invloeden die leiden tot verslechtingen welke aanleiding kunnen geven tot het ontstaan van gevaarlijke situaties, worden onderworpen aan:*
 - *periodieke keuringen en, in voorkomend geval, aan periodieke proeven, door deskundige personen in de zin van de nationale wetgevingen en/of praktijken;*
 - *bijzondere keuringen door deskundige personen in de zin van de nationale wetgevingen en/of praktijken, telkens wanneer zich uitzonderlijke gebeurtenissen hebben voorgedaan die schadelijke gevolgen kunnen hebben voor de veiligheid van het arbeidsmiddel, zoals aanpassingen, ongevallen, natuurverschijnselen en langere perioden van buitengebruikstelling, teneinde te garanderen dat de veiligheids- en gezondheidsvoorschriften worden nageleefd en deze verslechtingen tijdig worden opgespoord en hersteld.*
3. *De resultaten van de keuringen moeten schriftelijk worden vastgelegd en ter beschikking van de bevoegde autoriteit worden gehouden. Zij moeten voldoende lang worden bewaard. Wanneer de betrokken arbeidsmiddelen buiten de onderneming worden gebruikt, moeten zij vergezeld gaan van een materieel bewijs van de laatste keuring.*
4. *De Lid-Staten bepalen hoe de keuringen plaatsvinden.*

*Richtlijn 95/63/EG van 1995 tot wijziging van
Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 4 bis*

Ook voor de ergonomische aspecten van het gebruik van een arbeidsmiddel en de informatievoorziening naar de werknemers zijn een aantal zaken in de richtlijn vastgelegd.

Ergonomie en gezondheid op het werk

De werkplek en de houding van de werknemers bij het gebruik van arbeidsmiddelen, alsmede de ergonomische beginselen, moeten door de werkgever bij de toepassing van de minimumvoorschriften voor gezondheid en veiligheid ten volle in aanmerking worden genomen.

*Richtlijn 95/63/EG van 1995 tot wijziging van
Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 5 bis*

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

De werknemers dienen te worden gewezen op de gevaren die zij lopen, op de arbeidsmiddelen in hun onmiddellijke werkomgeving en op de veranderingen die voor hen van belang zijn, voor zover die betrekking hebben op de in hun onmiddellijke werkomgeving gesitueerde arbeidsmiddelen, ook al maken de werknemers hiervan geen rechtstreeks gebruik.

*Richtlijn 95/63/EG van 1995 tot wijziging van
Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 6, lid 2*

1.3.3.5. Gevolgen van de Arbeidsmiddelenrichtlijn

De Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG, in werking getreden op 1 januari 1993 met een overgangsregeling tot 1 januari 1997 en gewijzigd door Richtlijn 95/63/EG geeft in artikel 4 zijn werkingsgebied aan.

Voorschriften betreffende de arbeidsmiddelen

1. Onverminderd artikel 3 moet de werkgever aanschaffen en/of gebruiken:
 - a) arbeidsmiddelen die, indien zij na 31 december 1992 voor de eerste maal ter beschikking van de werknemers worden gesteld in de onderneming en/of inrichting, voldoen:
 - i) aan de bepalingen van alle communautaire richtlijnen die ter zake van toepassing zijn;
 - ii) aan de minimumvoorschriften van de bijlage I voor zover andere communautaire richtlijnen niet of slechts ten dele van toepassing zijn;
 - b) arbeidsmiddelen die, indien zij op 31 december 1992 reeds ter beschikking van de werknemers staan in de onderneming en/of inrichting, uiterlijk vier jaar na deze datum voldoen aan de in de bijlage I opgenomen minimumvoorschriften;
 - c) onverminderd letter a) onder i), en in afwijking van het bepaalde in letter a), onder ii), en letter b), onder de voorschriften van bijlage I, punt 3, vallende specifieke arbeidsmiddelen die, indien zij op 5 december 1998 reeds ter beschikking van de werknemers staan in de onderneming en/of inrichting, uiterlijk vier jaar na deze datum voldoen aan de in bijlage I opgenomen minimumvoorschriften.
2. De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat de arbeidsmiddelen tijdens de gehele gebruiksduur door een adequaat onderhoud in zodanige staat worden gehouden dat zij, naar gelang van het geval, aan de bepalingen van lid 1, onder a) of onder b), voldoen.
3. Na raadpleging van de sociale partners en in overeenstemming met de nationale wetgevingen en/of praktijken bepalen de Lid-Staten op welke wijze een veiligheidsniveau kan worden bereikt dat beantwoordt aan de met de maatregelen in bijlage II beoogde doelstellingen.

*Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, (inclusief de wijzigingen
in Richtlijn 95/63/EG van 1995), artikel 4*

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

In eenvoudiger bewoordingen houdt dit in dat bestaande machines die in gebruik zijn genomen:

1. **Vóór 1 januari 1993:**
 - uiterlijk met ingang van 1 januari 1997, moeten voldoen aan de minimumeisen van de bijlage I van de Arbeidsmiddelenrichtlijn.
2. **Tussen 31 december 1992 en 1 januari 1995** en voor de eerste keer ter beschikking van de werknemers worden gesteld in de onderneming en/of inrichting moeten **direct bij ingebruikneming** voldoen:
 - aan de bepalingen van alle communautaire richtlijnen die ter zake van toepassing zijn;
 - aan de minimumvoorschriften van bijlage I van de Arbeidsmiddelenrichtlijn, voor zover andere communautaire richtlijnen niet of slechts ten dele van toepassing zijn.
3. **Na 31 december 1994** volledig moeten voldoen aan alle eisen van de Machinerichtlijn en/of andere van kracht zijnde richtlijnen.
4. Voor enkele specifieke arbeidsmiddelen, zoals 1) mobiele arbeidsmiddelen, al dan niet met eigen aandrijving en 2) arbeidsmiddelen die dienen voor het hijsen/heffen van lasten, gelden afwijkende eisen. Zij dienen door de werkgever, indien zij op **5 december 1998** reeds ter beschikking van de werknemers stonden, uiterlijk vier jaar na deze datum te voldoen aan de in bijlage I opgenomen minimumvoorschriften.

De Arbeidsmiddelenrichtlijn legt dus, in tegenstelling tot de Machinerichtlijn, niet de machinefabrikant maar de werkgever de verplichting op om in de gevallen 1 t/m 4 zelf het arbeidsmiddel in overeenstemming te brengen met de minimale eisen uit bijlage I van de Arbeidsmiddelenrichtlijn. De eventuele kosten die hiermee gemoeid zijn komen dus voor rekening van de werkgever!

Verder is de werkgever in het geval 3 verplicht zelf erop toe te zien dat de door de fabrikant geleverde machine voldoet aan de Machinerichtlijn volgens artikel 4, lid 1a van de Arbeidsmiddelenrichtlijn. Tevens bevat de Arbeidsmiddelenrichtlijn de volgende juridische eis omtrent het gebruik en onderhoud van de machine:

De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat de arbeidsmiddelen tijdens de gehele gebruiksduur door een adequaat onderhoud in zodanige staat worden gehouden dat zij, naar gelang het geval, aan de bepalingen van lid 1, onder a) of onder b) voldoen.

Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 4, lid 2

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

1.3.3.6. De minimumvoorschriften voor arbeidsmiddelen

De minimumvoorschriften uit bijlage I bij de Arbeidsmiddelenrichtlijn beslaan 3 A4-pagina's tekst en zijn derhalve niet zo uitgebreid als de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen uit bijlage I (circa 40 pagina's) van de Machinerichtlijn. Opgemerkt kan dus worden dat een machine die voldoet aan de eisen van de Machinerichtlijn ook direct in overeenstemming is met de eisen uit de Arbeidsmiddelenrichtlijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat met diverse wijzigingsvoorstellen de bijlagen van de Arbeidsmiddelenrichtlijn steeds verder worden uitgebreid.

Het voert in dit kader te ver om alle eisen de revue te laten passeren; daarom is een greep genomen uit die eisen die vooral met de veiligheidsfuncties van een machinebesturing te maken hebben.

BIJLAGE I MINIMUMVOORSCHRIFTEN BEDOELD IN ARTIKEL 4, LID 1, ONDER a), ii), EN ONDER b), VAN DE RICHTLIJN 1.

Voorafgaande opmerking

De in deze bijlage genoemde verplichtingen zijn van toepassing met inachtneming van het bepaalde in de richtlijn en wanneer het overeenkomstige gevaar voor het betrokken arbeidsmiddel bestaat.

2. Algemene minimumvoorschriften voor de arbeidsmiddelen

- 2.1. De bedieningssystemen van een arbeidsmiddel die van invloed zijn op de veiligheid, moeten duidelijk zichtbaar en herkenbaar zijn en waar nodig op passende wijze zijn gemerkt. De bedieningssystemen dienen zich buiten de gevaarlijke zones te bevinden, behalve zo nodig in bepaalde gevallen, en zodanig te zijn geplaatst dat de bediening geen extra gevaren met zich brengt. Zij mogen bij onopzettelijke handelingen geen gevaar opleveren.**

Zo nodig moet de bediener vanaf de hoofdbedieningspost kunnen vaststellen of zich personen in de gevaarlijke zones bevinden. Indien dit onmogelijk is, moet elke inschakeling automatisch worden voorafgegaan door een veilig systeem zoals een waarschuwend geluid- en/of lichtsignaal. De blootgestelde werknemer moet de tijd en/of de middelen hebben om het gevaar dat ontstaat door het starten en/of stoppen van het arbeidsmiddel snel te ontlopen.

De bedieningssystemen moeten veilig zijn. Een storing of beschadiging van de bedieningssystemen mag niet tot een gevaarlijke situatie leiden.

- 2.2. Het in werking stellen van een arbeidsmiddel mag alleen kunnen geschieden door een opzettelijk verrichte handeling met een hiervoor bestemd bedieningssysteem. Dit geldt ook:**

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

- voor het opnieuw in werking stellen na stilstand, ongeacht de oorzaak daarvan;
- voor het bewerkstelligen van een belangrijke wijziging in de werking (bij voorbeeld snelheid, druk, enz.), behalve indien dit opnieuw in werking stellen of deze wijziging geen risico voor de blootgestelde werknemers inhoudt.

Het opnieuw in werking stellen of wijzigen van de werking in het kader van het normale programma van een automatische cyclus valt niet onder dit voorschrift.

- 2.3. Elk arbeidsmiddel moet zijn voorzien van een bedieningssysteem waarmee het op veilige wijze volledig kan worden stopgezet.

Elke werkplek moet zijn voorzien van een bedieningssysteem waarmee, naar gelang van het risico, hetzij het gehele arbeidsmiddel, hetzij een deel daarvan kan worden stilgelegd, zodat het arbeidsmiddel in veilige toestand is. De stopopdracht aan het arbeidsmiddel moet voorrang hebben op startopdrachten. Wanneer het arbeidsmiddel of de gevaarlijke onderdelen ervan tot stilstand zijn gekomen, moet de energievoorziening van de betrokken aandrijfmechanismen onderbroken zijn.

- 2.4. Indien dit nodig is met het oog op de gevaren van het arbeidsmiddel en de normale uitschakeltijd, moet een arbeidsmiddel voorzien zijn van een noodstopinrichting.

- 2.5. Een arbeidsmiddel dat gevaar van vallende of wegschietende voorwerpen oplevert, moet zijn voorzien van geschikte veiligheidsinrichtingen die op dat gevaar zijn afgestemd.

Een arbeidsmiddel dat gevaar van gas-, damp- of stofontwikkeling dan wel het vrijkomen van vloeistoffen oplevert, moet zijn voorzien van geschikte opvang- en/of afvoerinrichtingen nabij de bron van die gevaren.

- 2.6. Arbeidsmiddelen en hun onderdelen moeten door bevestiging of met andere middelen gestabiliseerd zijn, indien zulks noodzakelijk is voor de veiligheid of de gezondheid van de werknemers.

- 2.7. Indien het risico bestaat dat delen van het arbeidsmiddel uiteenspringen of breken, waar door reële gevaren voor de veiligheid of de gezondheid van de werknemers zouden kunnen ontstaan, moeten passende beveiligingsmaatregelen worden genomen.

- 2.8. Wanneer bij bewegende delen van een arbeidsmiddel het risico bestaat van mechanisch contact waardoor zich ongelukken zouden kunnen voordoen, moeten zij zijn uitgerust met schermen of inrichtingen waarmee de toegang tot de gevaarlijke zones wordt verhinderd of de bewegingen van gevaarlijke delen worden stilgezet voordat de gevaarlijke zones worden bereikt.

De schermen en beveiligingsinrichtingen:

- moeten stevig zijn uitgevoerd,
- mogen geen bijkomende gevaren met zich brengen,
- mogen niet op een eenvoudige wijze omzeild of buiten werking kunnen worden gesteld,

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

- moeten voldoende ver van de gevaarlijke zone verwijderd zijn,
 - moeten het zicht op het verloop van het werk zo min mogelijk belemmeren,
 - moeten de noodzakelijke handelingen voor het aanbrengen en/of de vervanging van de delen alsmede voor de verzorgingswerkzaamheden mogelijk maken, waar bij de toegang wordt beperkt tot de sector waar het werk moet worden verricht en, zo mogelijk, demontage van het scherm of de beveiligingsinrichting niet nodig is.
- 2.9. De werk- en onderhoudspunten van een arbeidsmiddel moeten voor de te verrichten werkzaamheden voldoende zijn verlicht.
- 2.10. Delen van een arbeidsmiddel met een hoge of zeer lage temperatuur moeten zo nodig tegen gevaar van aanraking of nabijheid van werknemers zijn beveiligd.
- 2.11. De alarmsignalen van het arbeidsmiddel moeten gemakkelijk en zonder onduidelijkheid waarneembaar en te begrijpen zijn.
- 2.12. Een arbeidsmiddel mag niet worden gebruikt voor bewerkingen en onder omstandigheden waarvoor het niet geschikt is.
- 2.13. Onderhoudswerkzaamheden moeten kunnen plaatsvinden wanneer het arbeidsmiddel uitgeschakeld is. Indien dat niet mogelijk is, moeten er passende beveiligingsmaatregelen voor het verrichten van deze werkzaamheden kunnen worden genomen of moeten de werkzaamheden buiten de gevaarlijke zones kunnen plaatsvinden. Bij arbeidsmiddelen horende onderhoudsboekjes dienen consequent te worden bijgehouden.
- 2.14. Elk arbeidsmiddel moet zijn voorzien van duidelijk identificeerbare inrichtingen waarmee het van elk van zijn krachtbronnen kan worden losgekoppeld. De herverbinding mag geen gevaar voor de betrokken werknemers opleveren.
- 2.15. Arbeidsmiddelen moeten zijn voorzien van de waarschuwingen en signaleringen die noodzakelijk zijn voor de veiligheid van de werknemers.
- 2.16. Voor het verrichten van productie-, afstel- en onderhoudswerkzaamheden met of aan de arbeidsmiddelen moeten de werknemers onder voortdurend veilige omstandigheden alle nodige punten kunnen bereiken.
- 2.17. Elk arbeidsmiddel moet de werknemers op passende wijze beschermen tegen de gevaren van brand of verhitte van de arbeidsmiddelen, gas-, stof- of dampontwikkeling dan wel het vrijkomen van vloeistoffen of andere stoffen die in het arbeidsmiddel worden gebruikt of opgeslagen.
- 2.18. Elk arbeidsmiddel moet op passende wijze voorkomen dat er risico van ontploffing van het arbeidsmiddel of van in het arbeidsmiddel vrijkomende, gebruikte of opgeslagen stoffen bestaat.
- 2.19. Elk arbeidsmiddel moet de blootgestelde werknemers op passende wijze beschermen tegen het gevaar van rechtstreeks of indirect contact met elektriciteit.

Bijlage I Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989

1.3. Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn

Een belangrijk gegeven is dat op grond van artikel 9, er op de bijlage van de Arbeidsmiddelenrichtlijn in de loop der tijd steeds aanpassingen zullen worden aangebracht in verband met:

- de vaststelling van richtlijnen op het gebied van de technische harmonisatie en normalisatie met betrekking tot arbeidsmiddelen, en/of;
- de technische vooruitgang, de ontwikkeling van internationale regelingen of specificaties of van de kennis op het gebied van arbeidsmiddelen.

Hieruit kan men afleiden dat men hier ook, zoals bij de Machinerichtlijn, de zogenaamde 'stand der techniek' zal blijven volgen.

1.3.3.7. De certificatieprocedure

Wanneer bestaande machines door de werkgever worden aangepast om hiermee te voldoen aan de eisen uit de Arbeidsmiddelenrichtlijn is er geen sprake van certificering.

Certificering (CE-markering) wordt dus alleen vereist voor nieuwe (zelfgebouwde) machines of bestaande machines die zodanig worden aangepast dat er nieuwe dan wel grotere risico's ontstaan, of bij een gewijzigde functie van de machine.

Over de situaties wanneer dit kan optreden, kunt u lezen in de volgende paragraaf 1.4.

1.4. Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?

1.4.1. Inleiding

Een nieuwe of bestaande machine met of zonder een CE-markering kan door bijvoorbeeld veranderende inzichten of productiebehoeften door de fabrikant of de gebruiker worden gewijzigd. Het uitvoeren van wijzigingen op een machine is een veel voorkomende activiteit, waarbij toch vaak onduidelijkheid bestaat over wie nu verantwoordelijk is voor de eventuele schadelijke gevolgen, voortvloeiend uit de wijziging.

Op de vraag “Hebben wijzigingen invloed op de CE-markering?” kan niet zomaar een eenduidig antwoord worden gegeven. Dit is namelijk sterk afhankelijk van een aantal factoren, waaronder:

- de aard van de wijziging (functiewijziging/nieuwe risico's/andere gebruiksbestemming);
- de resultaten van de risicobeoordeling;
- de uitvoerder van de wijziging (machinefabrikant/gebruiker);
- het type machine (minder gevaarlijk/machine volgens bijlage IV van de Machinerichtlijn);
- de leeftijd van de machine (met/zonder CE-markering);
- de datum van inwerkingstelling (bestaande/nieuwe machine);
- enz.

De samenhang van bovengenoemde factoren is vaak onduidelijk omdat ze verweven zijn in twee aparte Europese richtlijnen: de Machinerichtlijn en de Arbeidsmiddelenrichtlijn.

Om de materie structureel te kunnen behandelen, zal er onderscheid moeten worden gemaakt in het type machine en degene die verantwoordelijk is voor de wijziging. Onderstaande tabel bevat een paragraafindeling die in het vervolg van dit hoofdstuk wordt gehanteerd.

Tabel: Mogelijke wijzigingen aan diverse machines

Type machine	Wijziging door gebruiker*	Wijziging door fabrikant**
Nieuw met CE-markering	1.4.2.	1.4.3.
Bestaand	1.4.4.	1.4.5.
Tweedehands	1.4.6.	1.4.7.

* Met de gebruiker wordt in dit kader bedoeld, diegene die de machine in eigendom heeft (de werkgever) en verantwoordelijk is voor het correcte gebruik van de machine.

** De fabrikant is meestal het bedrijf dat de machine heeft geproduceerd/verkocht maar het kan ook zo zijn dat hij de verantwoordelijkheid voor een machine heeft overdragen aan zijn in de Europese Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde (b.v. importeur). Volgens de Machinerichtlijn dienen ook bedrijven die uit verschillende machines en/of onderdelen een groter geheel assembleren of een machine voor eigen gebruik bouwen volledig aan de eisen van de Machinerichtlijn te voldoen en worden zij gezien als 'fabrikant' van de machine.

1.4. Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?

Bij het wijzigen van een nieuwe, tweedehands of bestaande machine dient een bedrijf zich duidelijk te (laten) informeren over de consequenties van de wijziging. Dit omdat het kan voorkomen dat de wijziging leidt tot een verplichte CE-markering van de machine. De navolgende paragrafen geven duidelijk aan welke verplichtingen de verschillende partijen in deze hebben.

1.4.2. Nieuwe machine met CE-markering; wijziging door de gebruiker

Een nieuwe machine die voorzien is van een CE-markering voldoet in principe aan alle in bijlage I van de Arbeidsmiddelenrichtlijn (89/655/EEG) vermelde algemene minimumvoorschriften. De gebruiker dient alleen op grond van artikel 9 van Richtlijn 89/391/EEG een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) uit te voeren, toegespitst op het specifieke gebruik en de plaats van de machine in het bedrijf. De CE-markering vrijwaart de gebruiker, als uit de RI&E geen specifieke zaken naar voren komen, van het nemen van additionele veiligheidsmaatregelen.

Het komt in de praktijk echter vaak voor dat, zodra de machine door de fabrikant overhandigd is aan de gebruiker, deze meestal om productietechnische redenen zelfstandig wijzigingen op de machine aanbrengt. Voor het in werking treden van de Machinerichtlijn in 1995 had dit voor de gebruiker geen grote juridische consequenties. Nu is de situatie echter dusdanig gewijzigd dat de gebruiker zich hiermee op glad ijs begeeft. Het kan er zelfs toe leiden dat de gebruiker volgens de Machinerichtlijn wordt gekenmerkt als fabrikant van een compleet 'nieuwe' machine met alle gevolgen van dien!

Een veel voorkomende klacht bij een nieuwe machine is: "Door de toegepaste veiligheidsmaatregelen is er niet meer snel en economisch mee te werken". De fabrikant heeft bijvoorbeeld een afscherming met tijdvergrendeling toegepast omdat de machine door massastraagheid uitloopt. De druk van de productieleiding op haar technische dienst om de machine sneller te laten werken is erg hoog. Dit leidt er in de praktijk vaak toe dat door de fabrikant ingebouwde veiligheidsfuncties worden verwijderd of overbrugd.

Doordat de fabrikant in zijn TCD alle op de machine aanwezige veiligheidsfuncties heeft gedocumenteerd is de gebruiker/werkgever in dit geval volledig aansprakelijk voor de schade voortvloeiend uit een ongeval door deze aanpassing! Bovendien heeft de gebruiker/werkgever op grond van artikel 4, lid 2 van de Arbeidsmiddelenrichtlijn (89/655/EEG) de plicht om het arbeidsmiddel gedurende de gehele gebruiksduur door adequaat onderhoud in zodanige staat te houden dat het aan de Machinerichtlijn blijft voldoen. De wijziging zal dus de CE-markering niet ongedaan mogen maken.

1.4. Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?

1.4.3. Nieuwe machine met CE-markering; wijziging door de fabrikant

Op grond van veranderende technische normen of andere inzichten kan een fabrikant besluiten tot een wijziging in een door hem reeds eerder op de markt gebrachte machine. We gaan er hierbij vanuit dat de gebruiksbestemming van de machine door de wijziging niet wordt beïnvloed. De fabrikant blijft uiteraard volledig verantwoordelijk voor de wijziging en zal een nieuwe risicobeoordeling moeten maken.

De uitkomsten van de risicobeoordeling geven de noodzaak van eventueel te nemen maatregelen aan. Het technisch constructedossier (TCD) dient te worden aangepast en moet worden voorzien van een hoofdstuk 'Wijzigingsbeheer'. Hierin zal moeten staan welke wijzigingen vanaf welk serienummer zijn doorgevoerd en op welke documenten deze wijzigingen invloed hebben. Ook zullen andere belangrijke documenten zoals de technische handleidingen en de gebruikershandleiding moeten worden aangepast. Indien de machine behoort tot de zogenaamde 'gevaarlijke machines', opgesomd in bijlage IV van de Machinerichtlijn zal de fabrikant eveneens de eerder geconsulteerde *notified body* van de wijziging in kennis moeten stellen, aldus lid 5 van bijlage VI uit de Machinerichtlijn. De *notified body* onderzoekt dan of de verklaring van het EG-typeonderzoek geldig blijft.

1.4.4. Bestaande machine; wijziging door de gebruiker

De minimumvoorschriften waaraan bestaande machines moeten voldoen en de bepalingen met betrekking tot de toepassing van arbeidsmiddelen zijn respectievelijk vastgelegd in bijlage I en bijlage II van de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, later gewijzigd door Richtlijn 95/63/EG van 1995. De Europese Commissie heeft op grond van de verschillen tussen machines in deze bijlagen ook nog onderscheid gemaakt tussen gewone arbeidsmiddelen, mobiele arbeidsmiddelen en arbeidsmiddelen voor het hijsen/heffen van lasten.

Omdat hiervoor ook weer verschillende overgangstermijnen gelden, beperkt dit handboek zich tot de gewone arbeidsmiddelen. Alle bij de gebruiker aanwezige machines die in gebruik zijn genomen voor 1 januari 1993 dienen uiterlijk met ingang van 1 januari 1997 in overeenstemming te zijn gebracht met de minimumvoorschriften uit bijlage I van de Arbeidsmiddelenrichtlijn. Voor machines in gebruik genomen tijdens en na de overgangstermijn van de Machinerichtlijn (1-1-93 t/m 31-12-94) geldt dat zij direct bij ingebruikname in overeenstemming dienen te zijn gebracht met de hierboven genoemde minimumvoorschriften.

De wijzigingen die in de minimumvoorschriften worden vereist, zijn zeer divers en kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op het afschermen van bewegende delen, het aanbrengen van een noodstop enz.

1.4. Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?

In de inleidende tekst van de Richtlijn 89/391/EEG staat dat de werkgever (hier gebruiker) zich op de hoogte moet stellen van de technische vooruitgang en van de wetenschappelijke kennis op het gebied van het ontwerpen van werkplekken, zulks met inachtneming van de aan hun bedrijf eigen risico's. Ook de werknemersvertegenwoordigers die op grond van deze richtlijn bij deze problematiek zijn betrokken, moeten op de hoogte worden gesteld, ten einde een hoger niveau van bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers te kunnen garanderen.

Dit houdt in beginsel in dat de werkgever, wat betreft het aspect technische haalbaarheid van een aanpassing op een bestaand arbeidsmiddel, zich dient te houden aan hetgeen overeenkomt met de algemeen erkende stand van de techniek (*state of the art*) en met de stand van de betreffende techniek in de betrokken bedrijfstak. Het verdient daarom aanbeveling om bij de uitvoering van de vereiste wijzigingen gebruik te maken van de relevante normen (NEN, BIN, EN, ISO).

Hierdoor is de gebruiker in staat om op een doeltreffende wijze geschikte beveiligingen aan te brengen op een bestaande machine zonder CE-markering. De gebruiker is verplicht om de gedane wijzigingen te documenteren maar mag zeker geen CE-markering plaatsen.

Naast wijzigingen die bedoeld zijn om te voldoen aan de minimumvoorschriften van de Arbeidsmiddelenrichtlijn worden er ook wijzigingen aan machines uitgevoerd omdat zij economisch voordeel opleveren. Uit de briefwisseling tussen Pilz Nederland en het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) blijkt dat in de volgende gevallen de gebruiker bij een dergelijke aanpassing wordt beschouwd als fabrikant van een volledig 'nieuwe machine':

1. bij wijziging van de gebruiksbestemming van de machine;
 2. bij een wijziging die nieuwe risico's introduceert of bestaande risico's verhoogt.
- Ad. 1. Een voorbeeld van zo'n wijziging is het maken van een stand-alone uitvoering van een machine die eerst onderdeel uitmaakte van een samenstel van machines.
- Ad. 2. Een voorbeeld hiervan is het opvoeren van het vermogen of de verwerkingsnelheid van de machine of het vervangen van een relaisbesturing door een PLC-besturing.

Dit betekent als de gebruiker vaak grote wijzigingen op de machine moet aanbrengen er verder aan alle CE-verplichtingen (TCD, gebruiksaanwijzing, verklaring van overeenstemming, CE-markering enz.) moet worden voldaan. Indien de machine behoort tot de zogenaamde gevaarlijke machines, opgesomd in bijlage IV van de Machinerichtlijn zal de gebruiker eveneens de eerder door de fabrikant geconsulteerde *notified body* van de wijziging in kennis moeten stellen, aldus lid 5 van bijlage VI uit de Machinerichtlijn. De *notified body* onderzoekt dan of de verklaring van het EG-typeonderzoek geldig blijft.

1.4. Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?

1.4.5. Bestaande machine; wijziging door de fabrikant

Een bestaande machine wordt vaak alleen door de fabrikant aangepast op verzoek van de gebruiker of bij een fout met grote consequenties voor de productaansprakelijkheid van de fabrikant. Uiteraard blijft de fabrikant bij wijziging van een bestaande machine met CE-markering hiervoor volledig verantwoordelijk en dient hij de betreffende aanpassingen in zijn TCD en andere documenten op te nemen.

Bij wijziging van een bestaande machine zonder CE-markering met het doel om te voldoen aan de Arbeidsmiddelenrichtlijn blijft uiteindelijk de gebruiker eindverantwoordelijk.

De fabrikant kan alleen bij slecht werk op zijn productaansprakelijkheid worden aangesproken waarbij de wijziging gezien kan worden als het geleverde product. Het voordeel zit hem voor de gebruiker daarin dat zijn machine wordt gewijzigd door de partij die hem oorspronkelijk ook gemaakt heeft en dus alle knowhow in huis heeft om dit adequaat te kunnen doen.

1.4.6. Tweedehands machine; wijziging door de gebruiker

Als de gebruiker (werkgever) tevens koper van een tweedehands (ofwel door een derde eerder gebruikte) machine is, dan is de herkomst van deze machine van zeer groot belang. Dit omdat de herkomst van de machine bepaalt of het veiligheidsniveau van de machine moet voldoen aan de minimumvoorschriften van de Arbeidsmiddelenrichtlijn of de minimale veiligheids- en gezondheidseisen van de Machinerichtlijn.

Het laatste is het geval omdat de Europese Gemeenschap namelijk heeft bepaald dat een tweedehands machine zonder CE-markering afkomstig van buiten de Europese Economische Ruimte (EER) die na 1 januari 1995 wordt verhandeld binnen de EER volledig aan de Machinerichtlijn moet voldoen! In dat geval is het bedrijf (leverancier/importeur) van de tweedehands machine verantwoordelijk voor het aanbrengen van de CE-markering en de bijbehorende verplichtingen en dus niet de koper (gebruiker dan wel werkgever).

Er zijn veel voorbeelden te vinden in de dagelijkse praktijk waarbij de leverancier/importeur niet aan deze verplichtingen voldoet, enerzijds uit onwetendheid, anderzijds uit economische onwil. Als de gebruiker dan toch tot aanschaf van een dergelijke machine overgaat wordt hijzelf verantwoordelijk voor de CE-markeringsverplichtingen. Dit op grond van artikel 8, lid 7 van de Machinerichtlijn dat zegt:

Indien de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde niet aan de verplichtingen van de leden 1 tot en met 6 heeft voldaan, rusten deze verplichtingen op een ieder die de machine of de veiligheidscomponent in de Gemeenschap in de handel brengt.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 8, lid 7

1.4. Wijzigingen aan machines; welke Europese richtlijn?

Hierbij moet de term 'in de handel brengen' ook worden gelezen als 'in gebruik stellen'.

In het geval dat de machine afkomstig is van binnen de EER kan de leverancier de machine zonder aanpassingen doorverkopen aan de gebruiker (werkgever). Deze zal voorafgaand aan de ingebruikname er echter voor moeten zorgen dat de machine voldoet aan de minimumvoorschriften van de Arbeidsmiddelenrichtlijn.

De gebruiker dient dan een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) uit te voeren, toegespitst op het specifieke gebruik en de plaats van de machine in het bedrijf. De eisen die gesteld worden aan de uit de RI&E voortvloeiende wijzigingen zijn verschillend voor een tweedehands machine met CE-markering of zonder CE-markering. In het eerste geval zullen de wijzigingen uiteraard volledig aan de Machinerichtlijn moeten voldoen, terwijl in het tweede geval dezelfde maatregelen en eisen nodig zijn als hierboven genoemd bij paragraaf 1.4.4.

1.4.7. Tweedehands machine; wijziging door de fabrikant

Voor een leverancier/importeur van een tweedehands (ofwel door een derde eerder gebruikte) machine is de herkomst van deze machine van zeer groot belang. Dit omdat de herkomst van de machine bepaalt of de machine zonder aanpassingen kan worden doorverkocht of niet. De Europese Gemeenschap heeft namelijk bepaald dat een tweedehands machine zonder CE-markering afkomstig van buiten de Europese Economische Ruimte (EER) die na 1 januari 1995 wordt verhandeld binnen de EER volledig aan de Machinerichtlijn moet voldoen. Dit betekent vaak dat de leverancier/importeur de grote wijzigingen op de machine moet aanbrengen en verder aan alle CE-verplichtingen (TCD, gebruiksaanwijzing, verklaring van overeenstemming enz.) moet voldoen.

Een tweedehands machine zonder CE-markering afkomstig van binnen de EER kan zonder wijzigingen worden verkocht aan de gebruiker. Deze heeft dan op zijn beurt de plicht om de machine te laten voldoen aan de Arbeidsmiddelenrichtlijn. Een verstandige leverancier/importeur biedt de gebruiker van dit soort machines de mogelijkheid, dat de machine met de aanpassingen die noodzakelijk zijn op grond van de Arbeidsmiddelenrichtlijn, aan de gebruiker wordt geleverd.

Voor verkoop door de leverancier/importeur van een tweedehands machine met CE-markering afkomstig van binnen of buiten de EER is alleen de navolgende eis van kracht. De staat waarin de machine op dit moment verkeert, dient veiligheidstechnisch overeen te komen met de staat waar de machine verkeerde op het moment van aanbrengen van de CE-markering. Dus uitlevering zonder kapotte snoeren, losse contacten, ontbrekende afschermingen enz.

Inhoudsopgave

2.	Nationale wetgeving	
2.1.	Inleiding	3
2.2.	Belgische wetgeving	4
2.2.1.	De Machinerichtlijn in de Belgische wet	4
2.2.2.	De Kaderrichtlijn in de Belgische wet	6
2.2.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Belgische wet	10
2.2.4.	Enkele praktijkvragen en antwoorden	15
2.3.	Nederlandse wetgeving	24
2.3.1.	De Machinerichtlijn in de Nederlandse wet	24
2.3.2.	De Kaderrichtlijn in de Nederlandse wet	29
2.3.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Nederlandse wet	35
2.3.4.	Enkele praktijkvragen en antwoorden	40
2.4.	Luxemburgse wetgeving	48
2.4.1.	De Machinerichtlijn in de Luxemburgse wet	48
2.4.2.	De Kaderrichtlijn in de Luxemburgse wet	48
2.4.3.	De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Luxemburgse wet	48



2. Nationale wetgeving

2.1. Inleiding

Elke lidstaat heeft de plicht om de Europese richtlijnen op te nemen in zijn eigen nationale wetgeving. Het voert te ver om, hier in dit boek, voor elke lidstaat van de Europese Unie de omzetting in de eigen nationale wetgeving te behandelen. Omdat Pilz in de Benelux twee dochtervestigingen heeft die zeer nauw samenwerken wordt in dit hoofdstuk achtereenvolgens de omzetting in de Belgische, Nederlandse en Luxemburgse wetgeving behandeld.

2.2. Belgische wetgeving

Het juridische kader van het welzijnsbeleid in België berust op drie pijlers die elk bestaan uit één of meer wetten.

1. **De Welzijnswet**; de Welzijnswet van 4 augustus 1996 is de basiswet op het vlak van de veiligheid en de gezondheid op het werk. De uitvoeringsbesluiten zijn gebundeld in het ARAB en de Codex over het welzijn op het werk.
2. **Op de markt brengen van machines, toestellen, apparaten en beschermingsmiddelen**; de wet van 11 juli 1961 vormt de wettelijke basis voor een reeks koninklijke besluiten met een 'economische achtergrond'. De wet verplicht de fabrikanten en leveranciers om enkel beveiligde machines en beschermingsmiddelen op de markt te brengen.
3. **Gevaarlijke producten**; de **wet van 28 januari 1999** betreffende de waarborgen die stoffen en preparaten inzake de veiligheid en de gezondheid van de werknemers met het oog op hun welzijn moeten bieden, vormt de wettelijke basis voor een reeks van uitvoeringsbesluiten gericht aan de leveranciers van stoffen en preparaten.

In de volgende paragrafen wordt uitgelegd in welke koninklijke besluiten respectievelijk de Machinerichtlijn, Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn zijn opgenomen.

Meer informatie over de diverse koninklijke besluiten is via internet te verkrijgen op de volgende sites:

- http://meta.fgov.be/pa/nla_index.htm
- <http://be.osha.eu.int/legislation>

2.2.1. De Machinerichtlijn in de Belgische wet

In België is de Machinerichtlijn opgenomen in het koninklijk besluit van **5 mei 1995** inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der lidstaten betreffende machines, dat in werking is getreden op 1 januari 1995. Dit besluit is onderdeel van de wet van 11 juli 1961 die de waarborgen welke de machines, de onderdelen van machines, het materieel, de werktuigen, de toestellen, de recipiënten en de beschermingsmiddelen inzake veiligheid en gezondheid moeten bieden, reglementeert.

De 16 artikelen van de Machinerichtlijn zijn in het koninklijk besluit van 5 mei 1995 overgenomen in 33 artikelen, zodat een op een vergelijking niet mogelijk is. Daarentegen zijn bijlagen I t/m VI van de Machinerichtlijn volledig letterlijk met behoud van de paragraaf-

2.2. Belgische wetgeving

nummering overgenomen. Dit maakt het voor de machinefabrikant, zeker in verband met de minimale veiligheids- en gezondheidsvoorschriften uit bijlage I, mogelijk om een eenduidige verwijzing op te nemen in zijn risicobeoordeling en technisch constructedossier.

De verantwoording voor het toezicht op en de naleving van dit koninklijk besluit ligt bij het ministerie van Economische Zaken, hetgeen blijkt uit de manier waarop de machinefabrikant bezwaar kan aantekenen tegen het uit de handel nemen van zijn machine.

Tegen de in artikel 30 bedoelde beslissingen kan door de belanghebbende bij ter post aangetekende brief bij de Minister van Economische Zaken beroep worden ingediend binnen een termijn van één maand na de kennisgeving van de beslissing. Het beroep is niet schorsend. De Minister van Economische Zaken doet bij gemotiveerd besluit uitspraak over het beroep.

Koninklijk besluit 5 mei 1995, artikel 31

Omdat het ministerie van Economische Zaken zelf niet over de juiste technische controleurs beschikt, wordt voor de naleving een beroep gedaan op de ambtenaren en beambten die ook al zijn belast met de uitvoering van de wet van 11 juli 1961, zoals vermeld in artikel 28 van het besluit (zie hieronder). Het gaat hier over de medewerkers van de technische inspecties van het ministerie van Tewerkstelling en Arbeid.

Onverminderd de bevoegdheid van de officieren van gerechtelijke politie wordt het toezicht op de naleving van de bepalingen van dit besluit uitgeoefend door de ambtenaren en beambten, bedoeld door het koninklijk besluit van 16 oktober 1968 tot aanduiding van de ambtenaren en beambten, belast met het toezicht op de uitvoering van de wet van 11 juli 1961 betreffende de onontbeerlijke veiligheidswaarborgen welke de machines, de onderdelen van machines, het materieel, de werktuigen, de toestellen en de recipiënten moeten bieden, alsmede van haar uitvoeringsbesluiten, en volgens de nadere regels bepaald bij de hogervermelde wet van 11 juli 1961.

Koninklijk besluit 5 mei 1995, artikel 28

Uiteraard beschikken deze medewerkers over de bevoegdheid om alle nodige maatregelen te treffen om de machine of veiligheidscomponent te verbieden of uit de handel te nemen zoals vermeld in artikel 29.

2.2. Belgische wetgeving

Desgevallend worden passende maatregelen getroffen ten aanzien van diegene die de CE-markering heeft aangebracht op een machine die niet in overeenstemming is of die de EG-verklaring van overeenstemming heeft opgesteld voor een veiligheidscomponent die niet in overeenstemming is met de bepalingen van dit besluit.

Elke vaststelling, door een in artikel 28 bedoelde ambtenaar of beambte, dat de CE-markering ten onrechte is aangebracht houdt voor de fabrikant of zijn in de Gemeenschap gevestigde gevolmachtigde de verplichting in de machine in overeenstemming te brengen met de bepalingen inzake de CE-markering.

Indien de tekortkoming blijft bestaan, worden overeenkomstig de procedure bedoeld in §2 alle nodige maatregelen getroffen om het in de handel brengen van de bewuste machine of veiligheidscomponent te beperken of te verbieden of de machine uit de handel te nemen.

Koninklijk besluit 5 mei 1995, artikel 29, paragraaf 1

Aangemelde instanties (*notified bodies*) die door de fabrikant dienen te worden ingeschakeld bij machines die onder bijlage IV van het koninklijk besluit vallen, worden geselecteerd door de minister van Tewerkstelling en Arbeid volgens artikel 25 van het besluit. Op dit moment is alleen AIB-Vinçotte International bekend als aangemelde instantie, zie voor de adresgegevens bijlage 2 van dit boek.

2.2.2. De Kaderrichtlijn in de Belgische wet

De Kaderrichtlijn **89/391/EEG** van 12 juni 1989 is per koninklijk besluit van 14 september 1992 omgezet in Belgisch recht en ook hierin volledig opgenomen.

Dit besluit is onderdeel geworden van de zogenaamde 'Welzijnswet van 4 augustus 1996', de basiswet op het vlak van de veiligheid en de gezondheid op het werk. De uitvoeringsbesluiten zijn gebundeld in het ARAB en de Codex over het welzijn op het werk.

Het ARAB en de Codex

Het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB) werd goedgekeurd door de besluiten van de Regent van 11 februari 1946 en 27 september 1947. Op dat ogenblik had dit reglement tot doel al de reglementaire en algemene bepalingen betreffende de gezondheid en de veiligheid van de werknemers die over een groot aantal besluiten verspreid waren, in één enkele tekst bijeen te brengen en aldus te coördineren.

2.2. Belgische wetgeving

In de loop van zijn meer dan 50-jarig bestaan is het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming onder invloed van allerlei factoren herhaaldelijk ingrijpend gewijzigd; zeker ook door de komst van Europese richtlijnen die met een koninklijk besluit telkens dienen te worden opgenomen in het Belgische recht.

Op lange termijn zullen al deze losse besluiten opnieuw gecoördineerd worden en aldus de nieuwe Codex voor de arbeidsbescherming vormen die **‘Codex over het welzijn op het werk’** zal worden genoemd.

De structuur van deze nieuwe Codex wordt evenwel nu reeds bekendgemaakt zodat de verschillende afzonderlijke besluiten reeds onmiddellijk kunnen worden ingepast in deze nieuwe structuur. De nieuwe structuur is hieronder weergegeven.

Structuur van de Codex over het welzijn op het werk:

- Titel I: Algemene beginselen
- Titel II: Organisatorische structuren
- Titel III: Arbeidsplaatsen
- Titel IV: Omgevingsfactoren en fysische agentia
- Titel V: Chemische, carcinogene en biologische agentia
- Titel VI: Arbeidsmiddelen
- Titel VII: Individuele uitrusting
- Titel VIII: Bijzondere werknemerscategorieën en werksituaties

Het AREI

Een ander zeer bekend reglement is het Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties (AREI) dat bindend werd verklaard door twee koninklijke besluiten:

- koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het AREI bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981);

2.2. Belgische wetgeving

- koninklijk besluit van 2 september 1981 waarbij het AREI bindend wordt verklaard op de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981).

Het Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties heeft dan ook een tweevoudig toepassingsgebied. De grove inhoudsopgave van het AREI is hieronder weergegeven.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk I : Algemene voorschriften voor elektrisch materieel en elektrische installaties

Hoofdstuk II: Beschermingsmaatregelen

Deel 1: Bescherming tegen elektrische schokken

Deel 2: Bescherming tegen thermische invloeden

Deel 3: Elektrische bescherming tegen overstroom

Deel 4: Elektrische bescherming tegen overspanning

Deel 5: Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen

Hoofdstuk III: Keuze en gebruik van elektrische geleiders en leidingen

Hoofdstuk IV: Keuze en ingebruikname van elektrische toestellen en materieel

Hoofdstuk V: Algemene voorschriften door personen na te leven

De werkgever dient op grond van artikel 5 lid 1 van de Welzijnswet (4 augustus 1996) ervoor te zorgen dat het welzijn van de werknemer is gegarandeerd en wordt bevorderd door toepassing van een vastgelegde volgorde van preventiebeginselen.

De werkgever treft de nodige maatregelen ter bevordering van het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.

Daartoe past hij de volgende algemene preventiebeginselen toe:

- a) risico's voorkomen;*
- b) de evaluatie van risico's die niet kunnen worden voorkomen;*
- c) de bestrijding van de risico's bij de bron;*
- d) de vervanging van wat gevaarlijk is door dat wat niet gevaarlijk of minder gevaarlijk is;*
- e) voorrang aan maatregelen inzake collectieve bescherming boven maatregelen inzake individuele bescherming;*
- f) de aanpassing van het werk aan de mens, met name wat betreft de inrichting van de werkposten, en de keuze van de werkkuitrusting en de werk- en productiemethoden, met name om monotone arbeid en tempogebonden arbeid draaglijker te maken en de gevolgen daarvan voor de gezondheid te beperken;*

2.2. Belgische wetgeving

- g) zo veel mogelijk de risico's inperken, rekening houdend met de ontwikkelingen van de techniek;
- h) de risico's op een ernstig letsel inperken door het nemen van materiële maatregelen met voorrang op iedere andere maatregel;
- i) de planning van de preventie en de uitvoering van het beleid met betrekking tot het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk met het oog op een systeem-benadering waarin onder andere volgende elementen worden geïntegreerd: techniek, organisatie van het werk, arbeidsomstandigheden, sociale betrekkingen en omgevingsfactoren op het werk;
- j) de werknemer voorlichten over de aard van zijn werkzaamheden, de daaraan verbonden overblijvende risico's en de maatregelen die erop gericht zijn deze gevaren te voorkomen of te beperken:
 - 1° bij zijn indiensttreding;
 - 2° telkens wanneer dit in verband met de bescherming van het welzijn noodzakelijk is;
- k) het verschaffen van passende instructies aan de werknemers en het vaststellen van begeleidingsmaatregelen voor een redelijke garantie op de naleving van deze instructies.

Welzijnswet 4 augustus 1996, artikel 5, paragraaf 1

Voor de uitvoering van en de controle op de naleving van de bovenstaande preventiemaatregelen dient de werkgever een Interne Dienst voor Preventie en Bescherming op te richten zoals vermeld in artikel 33.

- § 1.** *Elke werkgever is verplicht een Interne Dienst voor Preventie en Bescherming op het werk op te richten.
Daartoe beschikt iedere werkgever over tenminste één preventieadviseur.
In de ondernemingen met minder dan twintig werknemers mag de werkgever zelf de functie van preventieadviseur vervullen.
Deze dienst staat de werkgever en de werknemers bij in de toepassing van de in de artikelen 4 tot 32 bedoelde maatregelen, die betrekking hebben op het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.*
- § 2.** *Indien de in § 1 bedoelde interne dienst niet alle opdrachten die hem krachtens deze wet en de uitvoeringsbesluiten zijn toevertrouwd zelf kan uitvoeren, moet de werkgever aanvullend een beroep doen op een erkende externe dienst voor preventie en bescherming op het werk.*

Welzijnswet 4 augustus 1996, artikel 33, paragrafen 1 en 2

2.2. Belgische wetgeving

De verantwoording voor het toezicht op en de naleving van de Welzijnswet ligt bij het ministerie van Tewerkstelling en Arbeid. Zoals bekend zijn er twee inspecties belast met het toezicht op de naleving van de bepalingen van het besluit ter uitvoering van de Welzijnswet:

1. de ingenieurs, industrieel ingenieurs, technisch ingenieurs en technisch controleurs van de Technische Inspectie van de Administratie van de arbeidsveiligheid;
2. de geneesheren-arbeidsinspecteurs en de adjunct-inspecteurs arbeidshygiëne van de Medische Arbeidsinspectie van de Administratie van de arbeidshygiëne en -geneeskunde (K.B. 27-3-1998, art. 31 - B.S. 31-3-1998).

Bij constatering van overtreding van de bepalingen uit de wet wordt overgegaan tot beboeting met een maximum van 100.000 frank (ca. 2.479 euro) of het opleggen van een gevangenisstraf van acht dagen tot een jaar.

2.2.3. De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Belgische wet

Elke Belgische werkgever die over arbeidsmiddelen (machines e.d.) beschikt, heeft te maken met de eisen uit het koninklijk besluit van 12 augustus 1993 betreffende het gebruik van arbeidsmiddelen (B.S. 28.9.1993), gewijzigd bij:

- (1) koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (B.S. 19.9.1997) en
- (2) koninklijk besluit van 4 mei 1999 tot wijziging van het koninklijk besluit van 12 augustus 1993 (B.S. 4.6.1999).

De 11 artikelen van de Arbeidsmiddelenrichtlijn zijn in dit koninklijk besluit overgenomen in 20 artikelen, zodat een op een vergelijking niet mogelijk is. Daarentegen zijn bijlage I en II van de richtlijn volledig letterlijk met behoud van de paragraafnummering overgenomen. Dit maakt het voor de werkgever, zeker in verband met de minimale veiligheids- en gezondheidsvoorschriften uit bijlage I, mogelijk om een eenduidige verwijzing op te nemen in zijn risicobeoordeling.

Op grond van artikel 3 van dit vernieuwde besluit zal de werkgever bij het organiseren van de arbeid en het bepalen van de productie- en werkmethoden, voor een zo groot mogelijke veiligheid moeten zorgen.

De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat de arbeidsmiddelen die in de onderneming of in de inrichting ter beschikking van de werknemers worden gesteld, geschikt zijn voor het uit te voeren werk of daartoe behoorlijk zijn aangepast, zodat de veiligheid en de gezondheid van de werknemers tijdens het gebruik van deze arbeidsmiddelen kunnen worden gewaarborgd.

2.2. Belgische wetgeving

[Bij de keuze van de arbeidsmiddelen die hij overweegt te gebruiken, houdt de werkgever rekening met de arbeidsomstandigheden en de specifieke kenmerken van de arbeid en met de in de onderneming of inrichting, met name op de werkpost, bestaande risico's voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers en, in voorkomend geval, de risico's die daaraan zouden kunnen worden toegevoegd door het gebruik van de desbetreffende arbeidsmiddelen. (2)]

[Wanneer het niet mogelijk is de veiligheid en de gezondheid van de werknemers aldus volledig te waarborgen bij het gebruik van arbeidsmiddelen, treft de werkgever passende maatregelen om de risico's tot een minimum te beperken. (2)]

Koninklijk besluit van 12 augustus 1993, artikel 3

Uit artikel 5, paragraaf 1g van de Welzijnswet van 4 augustus 1996, blijkt heel duidelijk dat de werkgever "zo veel mogelijk de risico's moet inperken, rekening houdend met de ontwikkelingen van de techniek", ofwel de *state of the art*. Als gevolg hiervan zullen de risicobeperkende maatregelen die hij als gevolg van de risicobeoordeling toepast, moeten voldoen aan de stand van de techniek. Dit laatste houdt natuurlijk NIET in dat een werkgever al zijn oude machines moet vervangen door nieuwe CE-gemarkeerde machines. Het houdt zeker ook NIET in dat hij al zijn oude machines moet aanpassen aan de strenge eisen van de Machinerichtlijn en zelf de CE-markering moet aanbrengen.

De werkgever is volgens artikel 9 van het koninklijk besluit van 12 augustus 1993 verplicht om bij aanschaf en terbeschikkingstelling van arbeidsmiddelen te controleren of deze voldoen aan de voor dat arbeidsmiddel geldende Europese richtlijnen. Indien het gaat om tweedehands machines van binnen de EER zal moeten worden voldaan aan de minimumeisen uit bijlage I van het besluit. Daarbij draagt de werkgever volgens artikel 10 gedurende de gehele gebruiksduur de verantwoordelijkheid voor adequaat onderhoud.

[Art. 9.- *Onverminderd de bepalingen van artikel 3, moeten de arbeidsmiddelen die ter beschikking van de werknemers zijn gesteld in de onderneming of inrichting, voldoen aan de bepalingen van de besluiten genomen in uitvoering van de communautaire richtlijnen die op deze arbeidsmiddelen van toepassing zijn. Voor zover de bepalingen bedoeld in het eerste lid niet of slechts ten dele van toepassing zijn moeten de arbeidsmiddelen die ter beschikking van de werknemers zijn gesteld in de onderneming of inrichting voldoen aan de minimumvoorschriften bedoeld in de bijlage I van dit besluit en aan de bepalingen van het A.R.A.B. die er op van toepassing zijn. (2)]*

2.2. Belgische wetgeving

[Art. 10.- *De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat de arbeidsmiddelen door een adequaat onderhoud in zodanige staat worden gehouden dat zij tijdens de gehele gebruiksduur voldoen aan de toepasselijke bepalingen. (2)]*

Koninklijk besluit van 12 augustus 1993, artikelen 9 en 10

De werkgever heeft bovendien nog speciale verplichtingen voor arbeidsmiddelen waar een foutieve installatie kan leiden tot gevaren en voor arbeidsmiddelen die door slijtage of anderszins tijdens gebruik gevaren zouden kunnen genereren.

[Art. 11.- *De werkgever ziet erop toe dat de arbeidsmiddelen waarvan de veiligheid afhangt van de wijze van installatie, worden onderworpen, na de installatie en vóór de eerste ingebruikneming, aan een eerste controle, alsmede aan een controle na elke montage op een nieuwe locatie of een nieuwe plek, teneinde ervoor te zorgen dat deze arbeidsmiddelen op de juiste wijze worden geïnstalleerd en goed functioneren.*

De werkgever ziet erop toe dat de arbeidsmiddelen die onderhevig zijn aan invloeden die leiden tot verslechtingen welke aanleiding kunnen geven tot het ontstaan van gevaarlijke situaties, worden onderworpen aan:

1° periodieke controles en, in voorkomend geval, aan periodieke proeven;
2° bijzondere controles, telkens wanneer zich uitzonderlijke gebeurtenissen hebben voorgedaan die schadelijke gevolgen kunnen hebben voor de veiligheid van het arbeidsmiddel, zoals ombouw, ongevallen, natuurverschijnselen en lange perioden van buitengebruikstelling.

De in het tweede lid bedoelde controles hebben tot doel te garanderen dat de veiligheids- en gezondheidsvoorschriften worden nageleefd en deze verslechtingen tijdig worden opgespoord en hersteld.

De resultaten van de controles moeten schriftelijk worden vastgelegd en ter beschikking worden gehouden van de met het toezicht belaste ambtenaar. Zij moeten gedurende een gepaste tijd worden bewaard.

Wanneer de betrokken arbeidsmiddelen buiten de onderneming worden gebruikt, moeten zij vergezeld gaan van een materieel bewijs van de laatste controle. Onverminderd de wettelijke verplichtingen inzake controles door erkende organismen, worden de in dit artikel bedoelde controles uitgevoerd door deskundige personen, intern of extern aan de onderneming of inrichting. (2)]

Koninklijk besluit van 12 augustus 1993, artikel 11

2.2. Belgische wetgeving

Naast de bovengenoemde zaken zal de werkgever zich ook bij de aanschaf van arbeidsmiddelen aan bepaalde procedures moeten houden, hetgeen is vastgelegd in het koninklijk besluit van 12 augustus 1993 in het zeer uitgebreide artikel 8.

[Art. 8.1.- *Iedere bestelling van installaties, machines en gemechaniseerde werktuigen omvat in de bestelbon of in het lastencohier de eis van de naleving van:*

- 1° de vigerende wetten en reglementen inzake veiligheid en hygiëne;*
- 2° de voorwaarden inzake veiligheid en hygiëne, niet noodzakelijk bij de vigerende wetten en reglementen inzake veiligheid en hygiëne opgelegd, maar onontbeerlijk om het objectief te bereiken vooropgesteld door het dynamisch risicobeheersingssysteem bedoeld in artikel 3 van het koninklijk besluit van 27 maart 1998 betreffende het beleid inzake het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.*

De preventieadviseurs van de interne of externe dienst voor preventie en bescherming op het werk die belast zijn met de opdrachten en taken bedoeld in artikel 5 en artikel 7,§1 van het koninklijk besluit van 27 maart 1998 betreffende de interne dienst voor preventie en bescherming op het werk en die beschikken over de toepasselijke vaardigheden bedoeld in artikel 14, derde lid van hetzelfde koninklijk besluit van 27 maart 1998 nemen deel aan de werkzaamheden voor het opstellen van de bestelbon. Gebeurlijk doen zij aanvullende vereisten bijvoegen op het gebied van de veiligheid en hygiëne na raadpleging, indien nodig, van andere bevoegde personen. De bestelbon wordt gevisieerd door de preventieadviseur belast met de leiding van de interne dienst of, in voorkomend geval, van de afdeling van de interne dienst. (2)]

8.2. *Bij de levering geeft de leverancier aan de klant een document, waarin de naleving van de bij de bestelling geformuleerde vereisten inzake veiligheid en hygiëne verantwoord wordt.*

[8.3. *Vóór elke indienststelling is de werkgever in het bezit van een verslag dat de naleving vaststelt van :*

- 1° de vigerende wetten en reglementen inzake veiligheid en hygiëne;*
- 2° de voorwaarden inzake veiligheid en hygiëne, niet noodzakelijk bij de vigerende wetten en reglementen inzake veiligheid en hygiëne opgelegd, maar onontbeerlijk om het objectief te bereiken vooropgesteld door het dynamisch risicobeheersingssysteem bedoeld in artikel 3 van het koninklijk besluit van 27 maart 1998 betreffende het beleid inzake het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.*

2.2. Belgische wetgeving

Het verslag wordt opgesteld door de preventieadviseur belast met de leiding van de interne dienst of, in voorkomend geval, van de afdeling van de interne dienst, in overleg met de andere preventieadviseurs van de interne of externe dienst voor preventie en bescherming op het werk die belast zijn met de opdrachten en taken bedoeld in artikel 5 en artikel 7,§1 van het koninklijk besluit van 27 maart 1998 betreffende de interne dienst voor preventie en bescherming op het werk en die beschikken over de toepasselijke vaardigheden bedoeld in artikel 14, derde lid van hetzelfde koninklijk besluit van 27 maart 1998, en na raadpleging, indien nodig, van andere bevoegde personen. (2)]

- 8.4.** *Wat betreft de installaties, de machines en de gemechaniseerde werktuigen reeds in exploitatie op 25 juli 1975 wordt bij ontstentenis van een reeds bestaand gelijkaardig verslag een verslag opgesteld overeenkomstig de bepalingen van artikel 8.3.*
- 8.5.** *De bepalingen van de artikelen 8.2., 8.3. en 8.4. zijn niet van toepassing:*
- 1° voor de machines, gemechaniseerde werktuigen, onderdelen van machines of van installaties die voorzien zijn van een merk van keuring, goedkeuring of overeenkomst aangebracht bij toepassing van een uitvoeringsbesluit van de wet van 11 juli 1961 betreffende [de waarborgen welke de machines, de onderdelen van machines, het materieel, de werktuigen, de toestellen, de recipiënten en de beschermingsmiddelen inzake veiligheid en gezondheid (2)] moeten bieden;*
 - 2° voor de machines, toestellen, installaties en onderdelen van machines, van toestellen en van installaties, gecontroleerd in toepassing van het A.R.A.B. door een erkend organisme;*
 - 3° voor de voorwerpen bedoeld in artikel 8.1. inzake veiligheid en hygiëne gelijkvormig aan een exemplaar waarvoor aan de vereisten van de artikelen 8.1., 8.2., 8.3. en 8.4. reeds voldaan werd; althans wat de aspecten betreft die gedekt zijn door het merk van keuring, goedkeuring of overeenkomst aangebracht in toepassing van een uitvoeringsbesluit van de voornoemde wet van 11 juli 1961, gedekt zijn ingevolge de controle die in toepassing van het A.R.A.B. werd uitgevoerd door een erkend organisme of gedekt zijn ingevolge een in toepassing van het A.R.A.B. verleende erkenning.*
- Zij zijn wel van toepassing wat betreft de verklaringen en de vaststellingen met betrekking tot de naleving van de aanvullende voorwaarden gesteld met het oog op het bereiken van [het objectief vooropgesteld door het dynamisch risicobeheersingssysteem bedoeld in artikel 3 van het koninklijk besluit van 27 maart 1998 betreffende het beleid inzake het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk (2)] en tot de aspecten die niet gedekt zijn door het merk van keuring, goed-*

2.2. Belgische wetgeving

keuring of overeenkomst aangebracht in toepassing van een uitvoeringsbesluit van de voor genoemde wet van 11 juli 1961, niet gedekt zijn ingevolge de controle die in toepassing van het A.R.A.B. werd uitgevoerd door een erkende instelling of niet gedekt zijn ingevolge een in toepassing van het A.R.A.B. verleende erkenning.

Deze verklaringen en vaststellingen zijn respectievelijk:

- *het attest van de leverancier bedoeld in artikel 8.2.;*
- *het verslag van [de interne dienst voor preventie en bescherming op het werk of, in voorkomend geval, de afdeling ervan (2)] bedoeld in artikel 8.3.*

[8.6. *De documenten en attesten bedoeld in dit artikel worden ter beschikking gehouden van de ambtenaren belast met het toezicht.*

De documenten bedoeld in dit artikel worden medegedeeld aan het Comité voor Preventie en Bescherming op het werk of, bij ontstentenis van een comité, aan de vakbondsafvaardiging en bij ontstentenis van een vakbondsafvaardiging, de werknemers, overeenkomstig artikel 53 van de wet betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk. (2)]

Koninklijk besluit van 12 augustus 1993, artikelen 8.1 t/m 8.6

In de volgende paragraaf worden enkele praktijkvragen en hun antwoorden opgevoerd.

2.2.4. Enkele praktijkvragen en antwoorden

Het is altijd aan te bevelen om na het lezen van een groot deel theorie de opgedane kennis te toetsen aan de hand van een aantal praktijkvragen. Deze praktijkvragen zijn opgesteld met voorbeelden die Pilz-medewerkers in de loop der jaren zijn tegengekomen. Bij het opstellen van de beantwoording is overleg gepleegd met een medewerker van AIB-Vinçotte en een medewerker van het ministerie van Tewerkstelling en Arbeid.

De praktijkvragen

Situatie 1

Een bedrijf koopt en betaalt een nieuwe CE-gemarkeerde machine via een toeleverancier en constateert direct na de installatie ter plaatse dat de machine niet aan een aantal fundamentele eisen uit het betreffende koninklijk besluit van 5 mei 1995 voldoet.

Vraag 1a: Mag het bedrijf deze machine in gebruik nemen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

2.2. Belgische wetgeving

Vraag 1b: Kan het bedrijf de arbeidsinspectie inschakelen om de toeleverancier te dwingen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Vraag 1c: Zijn er mogelijkheden voor een bedrijf om de bovenstaande situatie te voorkomen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Zo ja, welke:		

Situatie 2

Een bedrijf heeft een machine uit 1950 bestuurd door relais. Een plaatselijke installateur maakt een aanbieding om de machine te voorzien van een nieuwe PLC-besturing. Hierdoor wordt de machine makkelijker te bedienen en wordt de productie eveneens met 15% vergroot.

Vraag 2a: Wordt door deze aanpassing het koninklijk besluit van 5 mei 1995 van toepassing op de machine?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Vraag 2b: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Zo nee, waarom niet?		

2.2. Belgische wetgeving

Situatie 3

Een bedrijf heeft twee oude machines (zonder CE-markering) die zelfstandig functioneren. Om productietechnische redenen bouwt de eigen technische dienst de twee machines samen.

Vraag 3: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Zo ja, aan welke wetgeving moet de machine gaan voldoen?		

Situatie 4

Een bedrijf importeert zelf drie tweedehands machines uit een EER-land en laat deze door een extern technisch bureau met behulp van de eigen technische dienst samenbouwen tot 1 productiemachine. Welke wetgeving geldt in dit geval en welke deelaspecten zijn van belang?

Vraag 4a: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Vraag 4b: Zo ja, is het ingehuurd technisch bureau dan verantwoordelijk voor de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Situatie 5

Een bedrijf koopt op een schip in de haven van Antwerpen een zeer speciale tweedehands machine (zonder CE) afkomstig uit Japan. De machine wordt in de eigen fabriek opgesteld, beoordeeld en aangepast aan de eisen uit de Arbeidsmiddelenrichtlijn, behorend bij het koninklijk besluit van 12 augustus 1993.

Vraag 5: Kan de machine hierna in gebruik worden genomen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

2.2. Belgische wetgeving

Situatie 6

Een bedrijf heeft een handbediende pers voor de koude metaalbewerking met een zeer verouderde relaisbesturing die veelvuldig storingen oplevert. Het bedrijf besluit een naburige elektrotechnisch installateur opdracht te geven om de relaisbesturing 1 op 1 te vervangen door een PLC-besturing. Er wordt gebruik gemaakt van de voor de machine geldende normen.

Vraag 6a: Is er sprake van een nieuwe machine?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Wat is uw argumentatie?		

Vraag 6b: Moeten de aanpassingen worden gekeurd door de aangemelde instantie AIB-Vinçotte International?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Situatie 7

Een werkgever (productiebedrijf) heeft van een machinefabrikant al een aantal dezelfde machines van voor 1995 in bedrijf. Nu koopt de werkgever anno 2000 eenzelfde machine met CE-markering bij deze machinefabrikant. De nieuwe machine is voorzien van lichtschermen waarmee een aantal bewegende delen worden afgeschermd.

Vraag 7: Kan de genoemde machine zonder meer in gebruik worden genomen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Wat is uw argumentatie?		

2.2. Belgische wetgeving

Situatie 8

Tijdens de risico-inventarisatie van een bestaande machine blijkt dat de hekschakelaars (veiligheidsschakelaars) op een aantal beweegbare afschermingen zijn aangesloten op de standaard-PLC van de machine. Als je zo'n afscherming opent, stopt de machine en als je de afscherming sluit, kun je na een startbevel weer verder werken.

Vraag 8: Voldoet een dergelijke situatie aan de eisen gesteld in het koninklijk besluit van 12 augustus 1993?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Wat is uw argumentatie?		

Op de volgende pagina's vindt u de antwoorden op de hierboven gestelde vragen.

2.2. Belgische wetgeving

De antwoorden op de praktijkvragen

Situatie 1

Een bedrijf koopt en betaalt een nieuwe CE-gemarkeerde machine via een toeleverancier en constateert direct na de installatie ter plaatse dat de machine niet aan een aantal fundamentele eisen uit het betreffende koninklijk besluit van 5 mei 1995 voldoet.

Vraag 1a: Mag het bedrijf deze machine in gebruik nemen?

De vraag wordt beantwoord met NEE op grond van 2 koninklijke besluiten:

- 1 Op grond van artikel 5, van de Wet van 4 augustus 1996 moet de werkgever de nodige maatregelen treffen ter bevordering van het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.
- 2 Nee, omdat de machine OOK niet voldoet aan de minimale veiligheidseisen uit koninklijk besluit van 12 augustus 1993. De werkgever heeft bij kennis van de gebreken, de verantwoordelijkheid om de machine NIET in gebruik te nemen voordat aan de eisen van de wet is voldaan.

Vraag 1b: Kan het bedrijf de arbeidsinspectie inschakelen om de toeleverancier te dwingen?

Het antwoord op deze vraag is tweeledig:

- 1 Ja, het bedrijf kan hierover een onderbouwde klacht indienen bij de arbeidsinspectie en deze inschakelen voor een onderzoek naar de gebreken. Als blijkt dat de gebreken werkelijk bestaan, zal de arbeidsinspectie verbieden de machine in gebruik te nemen. De arbeidsinspectie heeft GEEN mogelijkheid om de fabrikant direct te beboeten. Wel kan de arbeidsinspectie het technisch dossier van de fabrikant opvragen en onderbouwde bezwaren opstellen. Deze bezwaren worden daarop naar de fabrikant en het machinecomité in Brussel verstuurd. Als het machinecomité dit gegrond verklaart, kan de machinefabrikant worden verplicht aanpassingen aan te brengen op alle reeds geleverde en te leveren machines van dit type.
- 2 Nee, de arbeidsinspectie kan zich NIET in de civielrechtelijke verhoudingen tussen de koper en de leverancier mengen.

Vraag 1c: Zijn er mogelijkheden voor een bedrijf om de bovenstaande situatie te voorkomen?

Ja, het bedrijf kan door middel van afspraken ervoor zorgen dat er bijvoorbeeld een onafhankelijk advies komt en de fabrikant de gebreken die hieruit zouden voortkomen voor in bedrijfsname oplost.

Zo ja, welke: het bedrijf kan in haar contract met de fabrikant een clause opnemen die regelt dat de betaling slechts gedeeltelijk geschiedt (bijv. 60 à 75%) bij blijvende gebreken.

2.2. Belgische wetgeving

Situatie 2

Een bedrijf heeft een machine uit 1950 bestuurd door relais. Een plaatselijke installateur maakt een aanbieding om de machine te voorzien van een nieuwe PLC-besturing. Hierdoor wordt de machine makkelijker te bedienen en wordt de productie eveneens met 15% vergroot.

Vraag 2a: Wordt door deze aanpassing het koninklijk besluit van 5 mei 1995 van toepassing op de machine?

Waarschijnlijk wel. Dit hangt af van de vraag of het oorspronkelijke ontwerp van de machine is berekend op de productieverhoging van 15%. Kortom is de mechanica (aandrijfmechanismen e.d.) bestand tegen de verhoogde krachten? Bovendien moeten de veiligheidsfuncties op deze machine blijven (of gaan) voldoen aan de stand der techniek van dit moment.

Vraag 2b: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Waarschijnlijk wel. Als er door de aanpassing verhoogde risico's ontstaan ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp zal de werkgever als eindverantwoordelijke de CE-markering (en al wat daar bij hoort) moeten uitvoeren. Dit geldt ook wanneer er sprake is van een functiewijziging!

Situatie 3

Een bedrijf heeft twee oude machines (zonder CE-markering) die zelfstandig functioneren. Om productietechnische redenen bouwt de eigen technische dienst de twee machines samen.

Vraag 3: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja, het NIEUWE samenstel van machines moet VOLLEDIG gaan voldoen aan het koninklijk besluit van 5 mei 1995 (lees: Machinerichtlijn).

Situatie 4

Een bedrijf importeert zelf drie tweedehands machines uit een EER-land en laat deze door een extern technisch bureau met behulp van de eigen technische dienst samenbouwen tot 1 productiemachine. Welke wetgeving geldt in dit geval en welke deelaspecten zijn van belang?

Vraag 4a: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja, het NIEUWE samenstel van tweedehands machines moet VOLLEDIG gaan voldoen aan het koninklijk besluit van 5 mei 1995 (lees: Machinerichtlijn).

2.2. Belgische wetgeving

Vraag 4b: Zo ja, is het ingehuurde technisch bureau dan verantwoordelijk voor de CE-markering?

De verantwoording van deze samenbouw ligt standaard bij de opdrachtgever, dus het bedrijf zelf. Door afspraken met het technisch bureau te maken, kan de werkgever de volledige verantwoording echter ook bij hen leggen. Dit betekent dat dit technisch bureau op dat moment fabrikant wordt met alle gevolgen (IIA-verklaring/technisch dossier/handleiding enz.) van dien.

Situatie 5

Een bedrijf koopt op een schip in de haven van Antwerpen een zeer speciale tweedehands machine (zonder CE) afkomstig uit Japan. De machine wordt in de eigen fabriek opgesteld, beoordeeld en aangepast aan de eisen uit de Arbeidsmiddelenrichtlijn, behorend bij het koninklijk besluit van 12 augustus 1993.

Vraag 5: Kan de machine hierna in gebruik worden genomen?

Nee, de machine MOET volledig voldoen aan het koninklijk besluit van 5 mei 1995 (lees: Machinerichtlijn). Je mag zulke machines gerust kopen maar dan word je direct importeur en moet je onder andere de IIA-verklaring en de CE-markering regelen.

Situatie 6

Een bedrijf heeft een handbediende pers voor de koude metaalbewerking met een zeer verouderde relaisbesturing die veelvuldig storingen oplevert. Het bedrijf besluit een naburige elektrotechnisch installateur opdracht te geven om de relaisbesturing 1 op 1 te vervangen door een PLC-besturing. Er wordt gebruik gemaakt van de voor de machine geldende normen.

Vraag 6a: Is er sprake van een nieuwe machine?

Nee, de functionaliteit van de machine verandert niet en door gebruik te maken van technische oplossingen uit de actuele normen is aan de stand van de techniek voldaan. Het is wel belangrijk om ervoor te zorgen dat de besturingstechnische veiligheidsfuncties die oorspronkelijk in de relaisbesturing gerealiseerd waren, nu op het juiste veiligheidsniveau worden uitgevoerd. Let op: genoemde besturingstechnische veiligheidsfuncties mogen NIET via een standaard-PLC worden uitgevoerd!

Vraag 6b: Moeten de aanpassingen worden gekeurd door de aangemelde instantie AIB-Vinçotte International?

Deze vraag moet tweeledig worden beantwoord:

2.2. Belgische wetgeving

- 1 In geval van een machine zonder CE-markering (van voor 1-1-95) zijn genoemde aanpassingen van dien aard dat deze zonder tussenkomst van een aangemelde instantie kunnen worden uitgevoerd.
- 2 In het geval van een CE-gemarkeerde machine geldt er een meldplicht aan het adres van de aangemelde instantie voor genoemde wijzigingen.

Situatie 7

Een werkgever (productiebedrijf) heeft van een machinefabrikant al een aantal dezelfde machines van voor 1995 in bedrijf. Nu koopt de werkgever anno 2000 eenzelfde machine met CE-markering bij deze machinefabrikant. De nieuwe machine is voorzien van lichtschermen waarmee een aantal bewegende delen worden afgeschermd.

Vraag 7: Kan de genoemde machine zonder meer in gebruik genomen worden?

Ja, de machine kan zonder meer in gebruik genomen worden. Er ontstaat echter een probleem door de verschillende beveiligingswijzen van twee voor de gebruikers exact dezelfde machines. De werkgever moet de informatievoorziening en opleidingen van de medewerkers daar op aanpassen om ongelukken te voorkomen.

Situatie 8

Tijdens de risico-inventarisatie van een bestaande machine blijkt dat de hekschakelaars (veiligheidsschakelaars) op een aantal beweegbare afschermingen zijn aangesloten op de standaard-PLC van de machine. Als je zo'n afscherming opent, stopt de machine en als je de afscherming sluit, kun je na een startbevel weer verder werken.

Vraag 8: Voldoet een dergelijke situatie aan de eisen gesteld in het koninklijk besluit van 12 augustus 1993?

Nee, een standaard-PLC mag niet worden ingezet voor de uitvoering van besturingstechnische veiligheidsfuncties.

2.3. Nederlandse wetgeving

Het Nederlands veiligheidsbeleid ten aanzien van machines berust op drie pijlers, namelijk de volgende wetten:

1. de Arbeidsomstandighedenwet 1998;
2. de Wet op de gevaarlijke werktuigen;
3. de Warenwet.

In de volgende paragrafen wordt uitgelegd in welke van deze Nederlandse wetten respectievelijk de Europese Machinerichtlijn, Kaderrichtlijn en Arbeidsmiddelenrichtlijn zijn opgenomen.

Informatie over de diverse Nederlandse wetgeving is via internet te verkrijgen op de volgende sites:

- <http://www.overheid.nl/op>
- <http://nl.osha.eu.int/legislation>

2.3.1. De Machinerichtlijn in de Nederlandse wet

Machines en veiligheidscomponenten worden niet alleen in de arbeidssfeer gebruikt, maar ook door particulieren, zoals in de doe-het-zelfsector. Daarom is in Nederland de Machinerichtlijn opgenomen in twee verschillende wetten, te weten:

- de Wet op de gevaarlijke werktuigen van 5 maart 1952, laatst gewijzigd op 6 november 1997, met een nadere uitwerking in het Besluit machines 25 februari 1993, laatst gewijzigd op 7 december 1998;
- de Warenwet van 28 december 1935, met een nadere uitwerking in het Warenwetbesluit machines van 30 juni 1992.

De eerstgenoemde wet is van toepassing op machines die uitsluitend bestemd zijn voor gebruik in de arbeidssfeer (industriële gebruik). De tweede wet geldt voor machines die uitsluitend bestemd zijn voor gebruik in de privé sfeer (consumentenmachines). De wetten worden uitgevoerd door twee verschillende ministeries, respectievelijk het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) en het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS). Beide ministeries hebben ter controle van de naleving ieder een eigen 'toezichthoudende instantie', respectievelijk de arbeidsinspectie en de keuringsdienst van waren. Zie voor de adressen van genoemde instanties bijlage 2 van dit boek.

Machines die zowel in de privé- als arbeidssfeer worden gebruikt, moeten voldoen aan beide wetten. In verband met het toezicht op deze overlapcategorie zijn aan zowel de

2.3. Nederlandse wetgeving

toezichthoudende instantie op basis van de Warenwet, de keuringsdienst van waren, als de toezichthoudende instantie op basis van de Wet op de gevaarlijke werktuigen (WGW), de arbeidsinspectie, toezichthoudende bevoegdheden toegekend. Tussen de toezichthoudende instanties zijn voor deze categorieën zodanige werkafspraken gemaakt dat ieder der instanties zich in de praktijk richt op die machines en veiligheidscomponenten en persoonlijke beschermingsmiddelen waarvoor zij het best is toegerust.

In deze paragraaf wordt hierna alleen aandacht besteed aan de machines voor gebruik in de arbeidssfeer en komt dus alleen de Wet op de gevaarlijke werktuigen met haar Besluit machines aan de orde.

Het doel van de Wet op de gevaarlijke werktuigen is het in het belang van de veiligheid en de gezondheid vaststellen van voorschriften, waaraan gevaarlijke werktuigen en beveiligingsmiddelen moeten voldoen, of welke met betrekking tot gevaarlijke werktuigen en beveiligingsmiddelen moeten worden in acht genomen. In artikel 1 wordt duidelijk vermeld welke producten onder de definitie van gevaarlijk werktuig en beveiligingsmiddel vallen.

1. Deze wet verstaat onder:

- a. *“gevaarlijke werktuigen”*: bij algemene maatregel van bestuur aan te wijzen technische voortbrengselen, waarmede de veiligheid in gevaar kan worden gebracht of aan de gezondheid schade kan worden berokkend;
 - b. *“beveiligingsmiddelen”*: bij algemene maatregel van bestuur aan te wijzen beveiligingsmiddelen;
 - c. *“Onze Minister”*: Onze Minister van Sociale Zaken of een andere Minister die het aangaat.
2. Indien ingevolge het voorgaande lid bij algemene maatregel van bestuur als gevaarlijke werktuigen worden aangewezen technische voortbrengselen ten aanzien waarvan maatregelen van veiligheid alleen afdoende en volledig kunnen worden genomen, indien deze ook de met die voortbrengselen rechtstreeks in verband staande delen van gebouwen betreffen, worden die delen geacht mede onder die werktuigen te zijn begrepen.

Wet op de gevaarlijke werktuigen 1997, artikel 1

2.3. Nederlandse wetgeving

Uit de toelichting op dit artikel blijkt wat bedoeld wordt met gevaarlijke werktuigen. Dit zijn bijvoorbeeld werktuigen (machines), werktuigonderdelen, liften, roltrappen, kabels en kettingen, toestellen, vaten en gereedschappen. De volgende (nog) actuele algemene maatregelen van bestuur bevatten een aanwijzing tot gevaarlijk werktuig onderscheidenlijk beveiligingsmiddel:

- Liftenbesluit I;
- Besluit liften;
- Besluit schiethamers;
- Besluit acetyleenontwikkelaars;
- Besluit containers;
- Besluit drukvaten van eenvoudige vorm;
- Besluit machines;
- Besluit persoonlijke beschermingsmiddelen;
- Besluit explosieveilig materieel.

Voorts worden in de toelichting ook voorbeelden gegeven van 'beveiligingsmiddelen', waarbij gedacht kan worden aan zowel beveiligingstoestellen als aan losse onderdelen van beveiligingen, zoals beschermkappen en spouwmessen van cirkelzagen, frees- en vlakbankbeschuttingen en dergelijke.

De technische vervaardigingsvoorschriften waaraan de gevaarlijke werktuigen en beveiligingsmiddelen moeten voldoen kunnen volgens de WGW artikel 2 onder meer het volgende betreffen:

- a. de aard, de soort, de eigenschappen en de behandeling van het materiaal;
- b. de constructie;
- c. de beveiliging;
- d. de op een gevaarlijk werktuig of een beveiligingsmiddel aan te brengen kentekenen.

Het mag duidelijk zijn dat de werkelijke technische eisen voor machines nader zijn uitgewerkt in het Besluit machines. In artikel 4 wordt eigenlijk duidelijk gesteld dat de fundamentele eisen uit bijlage I van de Machinerichtlijn dienen te worden toegepast. Hierbij wordt in artikel 5 het vermoeden van overeenstemming met het Besluit machines genoemd, als de door de Minister aangewezen geharmoniseerde normen zijn toegepast.

Machines of veiligheidscomponenten dienen zodanig te zijn ontworpen en vervaardigd en zodanige eigenschappen te hebben alsmede van zodanige vermeldingen te zijn voorzien, dat zij bij gebruik overeenkomstig hun bestemming geen gevaar opleveren voor de veiligheid en gezondheid van personen, huisdieren en goederen, wanneer zij op passende wijze zijn geïnstalleerd en onderhouden. Zij dienen daartoe te voldoen aan de in bijlage I van de richtlijn opgenomen fundamentele eisen.

Besluit machines 1998, artikel 4

2.3. Nederlandse wetgeving

Machines of veiligheidscomponenten die voldoen aan de, door Onze Minister in overeenstemming met Onze Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport aangewezen, geharmoniseerde normen, worden in zoverre vermoed te voldoen aan het in artikel 4 , tweede volzin, bepaalde.

Besluit machines 1998, artikel 5

De 16 artikelen van de Machinerichtlijn zijn in het Besluit machines van 7 december 1998 overgenomen in 29 artikelen, zodat een op een vergelijking niet mogelijk is. Daarentegen zijn bijlage I t/m VI van de Machinerichtlijn niet in het besluit opgenomen maar wordt hier eenvoudigweg in de tekst van het Besluit (wettekst) naar doorverwezen. Dit maakt het voor de machinefabrikant zeker in verband met de minimale veiligheids- en gezondheidsvoorschriften uit bijlage I, mogelijk om een eenduidige verwijzing op te nemen in zijn risicobeoordeling en technisch constructiedossier.

Uiteraard geldt dezelfde certificatieprocedure als vermeld in de Machinerichtlijn, hetgeen is vastgelegd in artikel 6 t/m 9 van het Besluit. Ook is in artikel 10 duidelijk vastgelegd dat er door de gebruiker/eigenaar tijdens de gehele levensduur van machine (en veiligheidscomponent) wordt gezorgd voor adequaat onderhoud.

- 1. Degene die een machine of een veiligheidscomponent voorhanden heeft, aflevert, tentoonstelt of gebruikt is verplicht ervoor te zorgen dat de machine of de veiligheidscomponent in goede staat van onderhoud verkeert.*
- 2. Het eerste lid is niet van toepassing op degene die een machine of een veiligheidscomponent voorhanden heeft die hetzij is afgekeurd, hetzij onklaar gemaakt, hetzij anderszins kennelijk niet meer voor gebruik bestemd is.*

Besluit machines 1998, artikel 10

Er worden door beide inspecties (de arbeidsinspectie en de keuringsdienst van waren) controles uitgevoerd op de naleving van de Wet op de gevaarlijke werktuigen dan wel het Besluit machines. De bevoegdheden hiervoor zijn geregeld in artikel 12 van de Wet op de gevaarlijke werktuigen.

- 1. Onze Minister wijst ambtenaren aan, die bevoegd zijn om gevaarlijke werktuigen en beveiligingsmiddelen te beproeven of te onderzoeken, te doen beproeven of te doen onderzoeken, dan wel schriftelijk en gedagtekend herstelling of behandeling binnen een*

2.3. Nederlandse wetgeving

daarbij vast te stellen termijn te eisen, alsmede om gevaarlijke werktuigen en beveiligingsmiddelen, waarvan bij een beproeving of onderzoek blijkt, dat zij niet aan de krachtens deze wet gegeven voorschriften voldoen, ten bewijze daarvan voorzien van een merk van afkeuring. Door het aanbrengen van een merk van afkeuring op een gevaarlijk werktuig of beveiligingsmiddel verliest een voor dat werktuig of beveiligingsmiddel afgegeven certificaat van goedkeuring of een op dat werktuig of beveiligingsmiddel aangebracht merk van goedkeuring van rechtswege zijn geldigheid. Een krachtens de eerste zin gestelde eis moet worden nageleefd door degene aan wie hij is gesteld.

2. *Aan een beproeving of onderzoek als bedoeld in het vorige lid zijn voor de eigenaar of de houder van het gevaarlijke werktuig of het beveiligingsmiddel geen kosten verbonden.*
3. *Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen nadere bepalingen worden vastgesteld betreffende merken van afkeuring en de verwijdering ervan.*

Wet op de gevaarlijke werktuigen 1997, artikel 12

Overtredingen van de Wet op de gevaarlijke werktuigen vallen onder de Wet op de economische delicten, dit betekent dat in tegenstelling tot de Arbeidsomstandighedenwet 1998 geen gebruik kan worden gemaakt van de bestuurlijke boete. Andere verplichtingen, zoals die ten aanzien van monsterneming en het verstrekken van inlichtingen, worden in de Algemene wet bestuursrecht op uniforme wijze geregeld.

2.3. Nederlandse wetgeving

2.3.2. De Kaderrichtlijn in de Nederlandse wet

Elke Nederlandse werkgever die over arbeidsmiddelen (machines e.d.) beschikt, heeft te maken met de eisen uit de per 1 november 1999 van kracht geworden Arbeidsomstandighedenwet 1998. Deze wet wordt ook de Arbowet genoemd.

De Arbeidsomstandighedenwet heeft een opbouw zoals getoond in onderstaande tabel. Hierbij hebben de verschillende onderdelen ieder een eigen functie:

Niveau			
1	De wet	De Arbowet '98	De Arbowet '98 is de motor voor de Nederlandse arbeidsbescherming en bevat alle algemene artikelen over de beleidsvoering, de wijze van samenwerken en overleg.
2	De uitvoering	Het Arbobesluit De Arboregeling	Het Arbobesluit bevat honderden artikelen met 'technische' voorschriften voor de werkgever en werknemer. Ook zijn in hoofdstuk 7 de minimale eisen uit de Europese Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG opgenomen. De Arboregeling bevat een groot aantal artikelen met ministeriële regelingen die aanvullende bepalingen stellen m.b.t. de artikelen in het Arbobesluit.
3	De handhaving	De beleidsregels	Een beleidsregel vermeldt de wijze waarop de arbeidsinspectie uitleg geeft aan de wettelijke regels aangaande arbeidsomstandigheden.
4	Technische hulpmiddelen	De Europese en nationale normen De Arbo-Informatiebladen	

2.3. Nederlandse wetgeving

Elke werkgever is wettelijk verplicht om in ieder geval te voldoen aan de van toepassing zijnde bepalingen uit niveau 1 en 2. De toepassing van zowel de beleidsregels als de verschillende normen en AI-bladen zijn echter zeer belangrijke hulpmiddelen bij de praktische uitvoering van de vaak vage wettelijke bepalingen.

Op grond van artikel 3 (zie hieronder) van deze vernieuwde Arbeidsomstandighedenwet 1998 voert de werkgever een zo goed mogelijk arbeidsomstandighedenbeleid, gelet op de stand van de wetenschap (*state of the art*) en professionele dienstverlening.

1. *De werkgever voert een zo goed mogelijk arbeidsomstandighedenbeleid en neemt daarbij, gelet op de stand van de wetenschap en professionele dienstverlening, het volgende in acht:*
 - a. *tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden geleverd moet de werkgever de arbeid zodanig organiseren dat daarvan geen nadelige invloed uitgaat op de veiligheid en de gezondheid van de werknemer;*
 - b. *tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden geleverd moeten de gevaren en risico's voor de veiligheid of de gezondheid van de werknemer zoveel mogelijk in eerste aanleg bij de bron daarvan worden voorkomen of beperkt; naar de mate waarin dergelijke gevaren en risico's niet bij de bron kunnen worden voorkomen of beperkt, moeten daartoe andere doeltreffende maatregelen worden getroffen waarbij maatregelen gericht op collectieve bescherming de voorrang dienen te hebben boven maatregelen gericht op individuele bescherming; slechts indien redelijkerwijs niet kan worden geleverd dat maatregelen worden getroffen die zijn gericht op individuele bescherming, dienen doeltreffende en passende persoonlijke beschermingsmiddelen aan de werknemer ter beschikking te worden gesteld;*
 - c. *de inrichting van de arbeidsplaatsen, de werkmethoden en de bij de arbeid gebruikte arbeidsmiddelen alsmede de arbeidsinhoud moeten zoveel als redelijkerwijs kan worden geleverd aan de persoonlijke eigenschappen van werknemers zijn aangepast;*
 - d. *ongeverieerde zich in een kort tijdsbestek herhalende arbeid en arbeid waarbij het tempo op een zodanige wijze wordt beheerst dat de werknemer zelf verhinderd wordt het tempo van de arbeid te beïnvloeden, moeten, zoveel als redelijkerwijs kan worden geleverd, worden vermeden; indien dergelijke arbeid niet of onvoldoende kan worden vermeden, moet de werkgever deze door andersoortige arbeid of pauzes regelmatig afwisselen;*
 - e. *doeltreffende maatregelen moeten zijn genomen teneinde het mogelijk te maken dat de werknemer, indien een toestand ontstaat, waarin direct gevaar voor de veiligheid of gezondheid aanwezig is, zich snel in veiligheid kan stellen dan wel andere passende maatregelen kan nemen en ten einde te verzekeren dat de schade aan de gezondheid zoveel mogelijk beperkt wordt.*

2.3. Nederlandse wetgeving

2. *Ter uitvoering van het eerste lid draagt de werkgever zorg voor een goede verdeling van bevoegdheden en verantwoordelijkheden tussen de bij de werkgever werkzame personen, waarbij hij rekening houdt met de bekwaamheden van de werknemers.*
3. *De werkgever toetst het arbeidsomstandighedenbeleid regelmatig aan de ervaringen die daarmee zijn opgedaan en past de maatregelen aan zo dikwijls als de daarmee opgedane ervaring daartoe aanleiding geeft.*
4. *Onder arbeidsomstandighedenbeleid als bedoeld in dit artikel wordt tevens verstaan het bevorderen van het welzijn bij de arbeid voor zover tot bevordering daarvan in het eerste lid, onder c en d, verplichtingen zijn gesteld.*

Arbeidsomstandighedenwet 1998, artikel 3

Uit het hierboven genoemde artikel 3 lid 1. a, blijkt heel duidelijk dat de werkgever zal moeten trachten de arbeid zodanig te organiseren dat daarvan geen nadelige invloed uitgaat op de veiligheid en de gezondheid van de werknemer. Daarbij dient er een dwingende volgorde van risicoreducerende maatregelen te worden gebruikt:

1. Voorkom of beperk gevaren en risico's bij de bron.
2. Neem doeltreffende collectieve beschermingsmaatregelen.
3. Neem doeltreffende individuele beschermingsmaatregelen.

De laatste stap die de werkgever rest, is goede voorlichting en onderricht (artikel 8) over de te verrichten werkzaamheden en de daaraan verbonden risico's, alsmede over de maatregelen die erop gericht zijn deze risico's te voorkomen of te beperken.

Het zal natuurlijk duidelijk zijn dat de werkgever om te komen tot de juiste keuze van risico-verlagende maatregelen de risico's eerst zal moeten inventariseren. Dit verplichte beoordelingsproces wordt in de Arbeidsomstandighedenwet ook wel de 'risico-inventarisatie en -evaluatie' (RI&E) genoemd. De resultaten hiervan moeten door de werkgever tevens worden vastgelegd in het zogenaamde 'plan van aanpak', zoals verwoord in artikel 5.

1. *Bij het voeren van het arbeidsomstandighedenbeleid legt de werkgever in een inventarisatie en evaluatie schriftelijk vast welke risico's de arbeid voor de werknemers met zich brengt. Deze risico-inventarisatie en -evaluatie bevat tevens een beschrijving van de gevaren en de risico-beperkende maatregelen en de risico's voor bijzondere categorieën van werknemers.*
2. *De risico-inventarisatie en -evaluatie bevat een lijst van arbeidsongevallen waarop de aard van het ongeval en de datum waarop het ongeval zich heeft voorgedaan wordt geregistreerd.*

2.3. Nederlandse wetgeving

3. *Een plan van aanpak, waarin is aangegeven welke maatregelen zullen worden genomen in verband met de bedoelde risico's en de samenhang daartussen een en ander overeenkomstig artikel 3, maakt deel uit van de risico-inventarisatie en -evaluatie. In het plan van aanpak over de uitvoering waarvan jaarlijks schriftelijk wordt gerapporteerd, wordt tevens aangegeven binnen welke termijn deze maatregelen zullen worden genomen. De werkgever voert over de jaarlijkse rapportage vooraf overleg met de ondernemingsraad, de personeelsvertegenwoordiging, of, bij het ontbreken daarvan, met de belanghebbende werknemers. Bij dit overleg komt in ieder geval aan de orde het al dan niet meer actueel zijn van de risico-inventarisatie en -evaluatie.*
4. *De risico-inventarisatie en -evaluatie wordt aangepast zo dikwijls als de daarmee opgedane ervaring, gewijzigde werkmethoden of werkomstandigheden of de stand van de wetenschap en professionele dienstverlening daartoe aanleiding geven.*
5. *De werkgever zorgt ervoor dat iedere werknemer kennis kan nemen van de risico-inventarisatie en -evaluatie, met inbegrip van de lijst van arbeidsongevallen bedoeld in het tweede lid.*
6. *Indien de werkgever arbeid doet verrichten door een werknemer die hem ter beschikking wordt gesteld, verstrekt hij tijdig voor de aanvang van de werkzaamheden aan degene, die de werknemer ter beschikking stelt, de beschrijving uit de risico-inventarisatie en -evaluatie van de gevaren en risicobeperkende maatregelen en van de risico's voor de werknemer op de in te nemen arbeidsplaats. Opdat diegene deze beschrijving verstrekt aan de betrokken werknemer.*

Arbeidsomstandighedenwet 1998, artikel 5

Uit lid 4 van dit artikel blijkt tevens dat de risico-inventarisatie en -evaluatie dient te worden aangepast op grond van:

- de opgedane ervaring;
- gewijzigde werkmethoden;
- gewijzigde werkomstandigheden;
- wijziging van de stand der techniek;
- wijziging van de professionele dienstverlening.

De verantwoording voor het toezicht op en de naleving van de Arbeidsomstandighedenwet 1998 ligt bij het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. De medewerkers van de arbeidsinspectie zijn belast met het toezicht op de naleving van de bepalingen van deze wet.

2.3. Nederlandse wetgeving

De Arbowet kan op verschillende manieren worden gehandhaafd: strafrechtelijk, bestuursrechtelijk of civielrechtelijk. Bij de eerste twee vormen van handhaving speelt de arbeidsinspectie een centrale rol. Bij de civielrechtelijke handhaving moeten individuele werknemers of, meestal, hun vertegenwoordigers (ondernemingsraad, personeelsvertegenwoordiging of vakbond) naar de rechter stappen.

De arbeidsinspectie is bevoegd onderzoek te doen in bedrijven. Veelal geschiedt dit onderzoek in het kader van het eigen inspectieprogramma. Het kan echter ook naar aanleiding van een melding of klacht, of op verzoek van de ondernemingsraad (OR)/personeelsvertegenwoordiging (pvt) dan wel de vakbond. De arbeidsinspectie moet aan een dergelijk verzoek van de OR/pvt altijd gehoor geven. Van het onderzoek maakt de arbeidsinspectie een rapport, dat door de werkgever ter kennis wordt gebracht van de OR/pvt.

Strafrechtelijk

Bij acuut gevaar heeft de arbeidsinspectie het recht het werk direct stil te leggen en proces-verbaal op te maken. Ook bij andere ernstige overtredingen maakt de arbeidsinspectie proces-verbaal op. Het Openbaar Ministerie kan dan strafrechtelijke vervolging instellen tegen de werkgever. In sommige gevallen kan besloten worden tot een financiële schikking.

Bij ernstige overtredingen moet gedacht worden aan:

- ongevallen die daadwerkelijk tot letsel aan personen hebben geleid;
- handelingen die tot levensgevaar of ernstige gezondheidsschade hebben geleid;
- overtredingen van de verplichtingen rond het voorkomen van zware ongevallen met gevaarlijke stoffen;
- onvoldoende beperken van ernstig gevaar voor derden;
- het negeren van bevel tot stillegging.

Bestuursrechtelijk

Bij minder ernstige overtredingen kan de inspecteur sinds 1 november 1999 een zogeheten 'bestuurlijke boete' opleggen. Afhankelijk van de omstandigheden wordt de boete onmiddellijk opgelegd, dan wel wordt eerst een 'eis tot naleving' uitgevaardigd waarin exact omschreven wordt welke tekortkomingen opgeheven moeten worden. In dat geval wordt ook vastgelegd binnen welke termijn aan de eis moet worden voldaan. De werkgever is verplicht aan de eis te voldoen. Zo niet dan krijgt hij alsnog een boete. Dit laatste geldt niet voor de verplichting te overleggen over de voortgang van het plan van aanpak.

De arbeidsinspectie kan een bestuurlijke boete geven voor overtredingen van bepalingen uit de arbeidsomstandighedenwet en de daarop gebaseerde regelingen.

2.3. Nederlandse wetgeving

In beleidsregel 33 op basis van de Arbowet is omschreven op welke wijze boetes worden berekend. Bij deze beleidsregel behoren 3 bijlagen:

Tarieflijst boetenormbedragen bestuurlijke boete (bijlage 1 van de beleidsregels)

Lijst met beboetbare feiten (bijlage 2 van de beleidsregels)

Lijst met direct beboetbare feiten (bijlage 3 van de beleidsregels)

Voorbeelden van beboetbare feiten zijn:

- ontbreken van een RI&E of een plan van aanpak;
- het niet melden van ernstige ongevallen;
- tekortkoming in de voorlichting en onderricht aan de werknemers;
- het ontbreken van een contract met een arbodienst.

De boete voor dit soort overtredingen bedraagt maximaal fl. 10.000,- (ca. 4.538 euro) per overtreding.

Voor werkgevers kan het totaal bedrag van de boetes uitgereikt op 1 dag oplopen tot maximaal fl. 100.000,- (ca. 45.378 euro) en voor werknemers tot fl. 500,- (ca. 227 euro). Er bestaat op de website van het ministerie <http://www.minszw.nl> een document (boetelijst.pdf) met de bedragen voor de verschillende overtredingen op basis waarvan de totale boete kan worden berekend. Afgezien van de boete zal het bedrijf altijd op korte termijn de geconstateerde overtredingen moeten opheffen. De arbeidsinspectie zal na de eerste boete controleren of de overtreding is opgeheven. Als dat niet het geval is, zal een tweede boete worden opgelegd, waarbij het boetebedrag met 50% kan worden verhoogd. Dit zogenaamde lik-op-stukbeleid betekent dat de controle pas ophoudt als de overtreding is opgeheven.

De inspecteur die de overtreding constateert, legt niet zelf de boete op. Hij maakt alleen een boeterapport op, dat wordt opgestuurd naar het landelijk kantoor van de inspectie. Het centraal kantoor stelt vervolgens een boete-beschikking op. Deze moet binnen acht weken aan de overtreder worden toegezonden. Bij ernstige ongevallen geldt een termijn van zestien weken. De boete moet vervolgens binnen zes weken worden betaald. Zo niet dan zal de boete-oplegger eerst een aanmaning en vervolgens een dwangbevel sturen.

Wanneer een bedrijf in een periode van 48 maanden twee keer eerder dezelfde overtreding heeft begaan (recidive), wordt dit aangemerkt als een strafbaar feit. In dat geval kan de arbeidsinspectie proces-verbaal opmaken en kan het Openbaar Ministerie de overtreder voor de rechter dagen.

2.3. Nederlandse wetgeving

2.3.3. De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Nederlandse wet

In Nederland is de Arbeidsmiddelenrichtlijn verwerkt in hoofdstuk 7 'Arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden' van het bij de Arbeidsomstandighedenwet 1998 behorende Arbeidsomstandighedenbesluit.

Hoofdstuk 7 van dit besluit regelt de veiligheid en gezondheid van werknemers in verband met het gebruik van arbeidsmiddelen en het verrichten van specifieke werkzaamheden. Het hoofdstuk bevat 6 afdelingen, te weten:

- toepasselijkheid en definitie (afdeling 1);
- algemene voorschriften (afdeling 2);
- arbeidsmiddelen met een bedieningssysteem (afdeling 3);
- aanvullende voorschriften specifieke arbeidsmiddelen en werkzaamheden (afdeling 4);
- aanvullende voorschriften voor bouwplaatsen (afdeling 5), en
- bijzondere sectoren en bijzondere categorieën werknemers (afdeling 6).

Uit ziekteverzuimstatistieken blijkt dat 35% van het ziekteverzuim wordt veroorzaakt door arbeidsongevallen en aandoeningen aan de bewegingsorganen. Goede arbeidsmiddelen, op de juiste wijze gebruikt, kunnen dit percentage reduceren.

In dit hoofdstuk worden voorschriften aan arbeidsmiddelen gesteld waardoor een basisniveau aan veiligheid wordt gegarandeerd in de gebruiksfase. Daarnaast zijn in een aantal gevallen voorschriften neergelegd in specifieke regelgeving ten aanzien van de vervaardiging en het op de markt brengen van arbeidsmiddelen zoals in het op de Wet op de gevaarlijke werktuigen gebaseerde Besluit machines, Besluit drukvaten van eenvoudige vorm, en Besluit explosieveilig materieel.

Wat zijn arbeidsmiddelen?

Onder arbeidsmiddelen wordt op grond van de definitie in artikel 1, derde lid, onderdeel h, van de Arbeidsomstandighedenwet 1998, verstaan: *alle op de arbeidsplaats gebruikte machines, installaties, apparaten, transportmiddelen en gereedschappen*. Deze ruime omschrijving kent echter wel zijn beperkingen. In de vervoerssector vallen die onderdelen van een vervoermiddel die nodig zijn voor de voortstuwing ervan, niet onder deze omschrijving. Ook elektrische installaties vallen niet onder het begrip arbeidsmiddel, indien zij dienen ter voeding van een arbeidsmiddel. Een dergelijke elektrische installatie is dan ook een (deel van de) arbeidsplaats, waarvoor enige specifieke bepalingen zijn opgenomen in hoofdstuk 3 van het Arbeidsomstandighedenbesluit.

2.3. Nederlandse wetgeving

De 11 artikelen van de Arbeidsmiddelenrichtlijn en de inhoud van bijlage I en II, zijn in dit hoofdstuk 7 van het arbeidsomstandighedenbesluit overgenomen in 42 artikelen, zodat een op een vergelijking niet mogelijk is. Dit maakt het voor de werkgever zeker in verband met de minimale veiligheids- en gezondheidsvoorschriften uit bijlage I, lastig om een eenduidige verwijzing op te nemen in zijn risicobeoordeling.

Op grond van artikel 7.3 van dit vernieuwde besluit zal de werkgever bij de keuze en het ter beschikking stellen van arbeidsmiddelen rekening houden met de RI&E en maatregelen nemen waarmee gevaren zoveel mogelijk worden beperkt.

- 1. Bij de keuze van de arbeidsmiddelen die de werkgever overweegt ter beschikking te stellen, wordt rekening gehouden met de uit de inventarisatie en evaluatie, bedoeld in artikel 5 van de wet, gebleken specifieke kenmerken van de arbeid, met de omstandigheden waaronder deze wordt verricht, met de op de arbeidsplaats al bestaande gevaren en met de gevaren die daaraan zouden kunnen worden toegevoegd door het gebruik van de desbetreffende arbeidsmiddelen.*
- 2. Om te voorkomen dat het gebruik van arbeidsmiddelen gevaren voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers oplevert, worden de arbeidsmiddelen die op de arbeidsplaats ter beschikking van de werknemers worden gesteld, uitsluitend gebruikt voor het doel, op de wijze en op de plaats waarvoor zij zijn ingericht en bestemd.*
- 3. Arbeidsmiddelen zijn voorts geschikt voor het uit te voeren werk of zijn daartoe behoorlijk aangepast.*
- 4. Voor zover het redelijkerwijs niet mogelijk is de gevaren bij het gebruik van de arbeidsmiddelen te voorkomen, worden zodanige maatregelen getroffen dat de gevaren zoveel mogelijk worden beperkt.*

Arbeidsomstandighedenbesluit 1998, artikel 7.3

Lid 4 van dit artikel leidt nogal eens tot verwarring door het gebruik van de termen 'redelijkerwijs' of 'zoveel mogelijk'. De afweging die in deze zogenaamde 'redelijkerwijsclausule' ligt besloten, heeft betrekking op belangen van economische, technische en operationele haalbaarheid. De afweging en inschatting van de redelijkheid van deze taken is primair een zaak van de werkgever. Echter uit paragraaf 7.5 van het algemeen deel van de toelichting blijkt heel duidelijk dat aan een beroep op deze zogenoemde redelijkerwijsclausule zwaarwegende belangen ten grondslag dienen te liggen, die het in de gegeven situatie rechtvaardigen, dat niet of niet geheel aan de betreffende verplichting wordt voldaan. Bij een confrontatie van de arbeidsinspectie met een beroep op deze clausule zal dit nauwgezet op zijn merites worden beoordeeld.

2.3. Nederlandse wetgeving

Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat het 'redelijkerwijs' wordt begrensd door verplichtingen die voortvloeien uit EG-richtlijnen.

Omdat het aanpakken van het gevaar bij de bron bij een oude bestaande machine vaak niet mogelijk is, dient men de noodzakelijke veiligheidsmaatregelen te treffen voor niet uit te sluiten risico's. Voorbeelden van dit soort veiligheidsmaatregelen zijn onder andere: vaste afschermingen, beweegbare afschermingen, een tweekandenbediening, schakelmatten, lichtschermen en uiteindelijk de noodstop. Een bijkomende eis is dat de werkgever bij de controle van het arbeidsmiddel de veiligheidsmaatregelen moet toetsen aan de zogenaamde 'algemeen erkende regelen der techniek' ofwel de *state of the art*.

De wettelijke eisen waaraan deze veiligheidsmaatregelen bij ALLE in gebruik zijnde machines moeten voldoen, zijn eveneens vastgelegd in hoofdstuk 7 van het Arbobesluit en worden nader technisch uitgewerkt in diverse bijbehorende beleidsregels en het Arbo-Informatieblad A111 'Afschermingen en beveiligingen'. Dit houdt natuurlijk NIET in dat een werkgever al zijn oude machines moet vervangen door nieuwe CE-gemarkeerde machines. Het houdt zeker ook NIET in dat hij al zijn oude machines moet aanpassen aan de strenge eisen van de Machinerichtlijn en zelf de CE-markering moet aanbrengen.

Ook de verantwoording voor het toezicht op en de naleving van het Arbeidsomstandighedenbesluit 1998 ligt bij het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Zoals bekend zijn de medewerkers van de arbeidsinspectie belast met het toezicht op de naleving van de bepalingen van dit besluit.

Keuringen zijn verplicht voor arbeidsmiddelen waarvan de veiligheid afhangt van de wijze van installatie zoals verwoord in artikel 7.4a.

Keuringen

1. *Een arbeidsmiddel waarvan de veiligheid afhangt van de wijze van installatie wordt na de installatie en voordat het voor de eerste maal in gebruik wordt genomen gekeurd op de juiste wijze van installatie en goed en veilig functioneren.*
2. *Een arbeidsmiddel als bedoeld in het eerste lid, wordt voorts na elke montage op een nieuwe locatie of een nieuwe plek gekeurd op de juiste wijze van installatie en goed en veilig functioneren.*
3. *Een arbeidsmiddel dat onderhevig is aan invloeden die leiden tot verslechtingen welke aanleiding kunnen geven tot het ontstaan van gevaarlijke situaties wordt, zo dikwijls dit ter waarborging van de goede staat noodzakelijk is, gekeurd, waarbij het zo nodig wordt beproefd.*

2.3. Nederlandse wetgeving

4. *Een arbeidsmiddel als bedoeld in het derde lid wordt voorts gekeurd, waarbij het zo nodig wordt beproefd, telkens wanneer zich uitzonderlijke gebeurtenissen hebben voorgedaan die schadelijke gevolgen kunnen hebben voor de veiligheid van het arbeidsmiddel. Als uitzonderlijke gebeurtenissen worden in ieder geval aangemerkt: natuurverschijnselen, veranderingen aan het arbeidsmiddel, ongevallen met het arbeidsmiddel en langdurige buitengebruikstelling van het arbeidsmiddel.*
5. *Keuringen worden uitgevoerd door een deskundige natuurlijke persoon, rechtspersoon of instelling.*
6. *Schriftelijke bewijsstukken van de uitgevoerde keuringen zijn op de arbeidsplaats aanwezig en worden desgevraagd getoond aan een ambtenaar als bedoeld in artikel 24 van de wet.*
7. *Dit artikel is niet van toepassing op attractie- en speeltoestellen waarop het Besluit veiligheid attractie- en speeltoestellen van toepassing is.*
8. *Het eerste tot en met het vijfde lid zijn niet van toepassing op steigers waarop artikel 7.34 van toepassing is.*
9. *Het eerste tot en met derde lid zijn niet van toepassing op:*
 - a. *hijskranen waarop artikel 7.19 van toepassing is;*
 - b. *hijs- en hefwerktuigen en hijs- en hefgereedschappen aan boord van schepen waarop artikel 7.29 van toepassing is;*
 - c. *liften waarop het Liftenbesluit I, dan wel het Besluit liften van toepassing is;*
 - d. *stoom- en dampstoestellen waarop het Stoombesluit van toepassing is.*
10. *Het derde lid is niet van toepassing op:*
 - a. *hijs- en hefgereedschap waarop artikel 7.20 van toepassing is;*
 - b. *containers waarop het Besluit containers van toepassing is.*

Arbeidsomstandighedenbesluit 1998, artikel 7.4a

Bij onderhouds-, reparatie- en reinigingswerkzaamheden, waaronder ook begrepen productie- en afstelwerkzaamheden aan arbeidsmiddelen, vinden nog altijd te veel ernstige ongevallen plaats. Oorzaak is vaak dat de gevaren bij deze werkzaamheden niet of althans onvoldoende worden ingeschat. Ook komt het voor dat er geen of althans onvoldoende procedures voor deze werkzaamheden zijn opgesteld of dat niet de veiligste werkmethoden worden toegepast.

Montage, demontage, onderhoud, reparatie en reiniging van arbeidsmiddelen

1. *De nodige maatregelen worden genomen om ervoor te zorgen dat de arbeidsmiddelen tijdens de gehele gebruiksduur door toereikend onderhoud in een zodanige staat worden gehouden, dat gevaar voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers zoveel mogelijk is voorkomen.*

2.3. Nederlandse wetgeving

2. *Onderhouds-, reparatie- en reinigingswerkzaamheden aan een arbeidsmiddel worden slechts uitgevoerd indien het arbeidsmiddel is uitgeschakeld en drukloos of spanningsloos is gemaakt. Indien dit niet mogelijk is worden doeltreffende maatregelen genomen om die werkzaamheden veilig te kunnen uitvoeren.*
3. *Het tweede lid is van overeenkomstige toepassing op productie- en afstelwerkzaamheden met of aan een arbeidsmiddel.*
4. *Een bij een arbeidsmiddel behorend onderhoudsboek wordt goed bijgehouden.*
5. *Montage en demontage van een arbeidsmiddel vindt op veilige wijze plaats, met inachtneming van de eventuele aanwijzingen van de fabrikant.*

Arbeidsomstandighedenbesluit 1998, artikel 7.5

Bij bovengenoemde werkzaamheden dient het arbeidsmiddel met zekerheid te worden stilgezet. Het arbeidsmiddel zal daarvoor in veel gevallen drukloos en afdoende spanningsloos moeten worden gemaakt. Met dit uitgangspunt, dat ook al was opgenomen in het Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen van 1938, is de veiligheid van de werknemers die deze werkzaamheden uitvoeren, immers het meest gewaarborgd. Indien het niet mogelijk is genoemde werkzaamheden uit te voeren zonder dat het arbeidsmiddel is uitgeschakeld – denk hierbij aan de procesindustrie, robots, automatische houtbewerkingsmachines, hydraulische persen en kantbanken – dan worden andere doeltreffende maatregelen genomen om de genoemde werkzaamheden veilig te kunnen uitvoeren. Hierbij kan worden gedacht aan bediening door vasthoudknoppen, waardoor bewegingen van geprogrammeerde machines vertraagd worden uitgevoerd. Ook het werken buiten de gevaarlijke zone kan tot de mogelijkheden behoren. In artikel 7.6 is voorts geregeld, dat de in dit artikel genoemde werkzaamheden door deskundige werknemers moeten worden uitgevoerd.

In de volgende paragraaf worden enkele praktijkvragen en hun antwoorden opgevoerd.

2.3. Nederlandse wetgeving

2.3.4. Enkele praktijkvragen en antwoorden

Het is altijd aan te bevelen om na het lezen van een groot deel theorie de opgedane kennis te toetsen aan de hand van een aantal praktijkvragen. Deze praktijkvragen zijn opgesteld met voorbeelden die Pitz-medewerkers in de loop der jaren zijn tegengekomen. Bij het opstellen van de beantwoording is overleg gepleegd met een medewerker van de arbeidsinspectie.

De praktijkvragen

Situatie 1

Een bedrijf koopt en betaalt een nieuwe CE-gemarkeerde machine via een toeleverancier en constateert direct na de installatie ter plaatse dat de machine niet aan een aantal fundamentele eisen uit de betreffende wet voldoet.

Vraag 1a: Mag het bedrijf deze machine in gebruik nemen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Vraag 1b: Kan het bedrijf de arbeidsinspectie inschakelen om de toeleverancier te dwingen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Vraag 1c: Zijn er mogelijkheden voor een bedrijf om de bovenstaande situatie te voorkomen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Zo ja, welke:		

2.3. Nederlandse wetgeving

Situatie 2

Een bedrijf heeft een machine uit 1950 bestuurd door relais. Een plaatselijke installateur maakt een aanbieding om de machine te voorzien van een nieuwe PLC-besturing. Hierdoor wordt de machine makkelijker te bedienen en wordt de productie eveneens met 15% vergroot.

Vraag 2a: Wordt door deze aanpassing het Besluit machines (WGW) van toepassing op de machine?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Vraag 2b: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Zo nee, waarom niet?		

Situatie 3

Een bedrijf heeft twee oude machines (zonder CE-markering) die zelfstandig functioneren. Om productietechnische redenen bouwt de eigen technische dienst de twee machines samen.

Vraag 3: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Zo ja, aan welke wetgeving moet de machine gaan voldoen?		

2.3. Nederlandse wetgeving

Situatie 4

Een bedrijf importeert zelf drie tweedehands machines uit een EER-land en laat deze door een extern technisch bureau met behulp van de eigen technische dienst samenbouwen tot 1 productiemachine. Welke wetgeving geldt in dit geval en welke deelaspecten zijn van belang?

Vraag 4a: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Vraag 4b: Zo ja, is het ingehuurd technisch bureau dan verantwoordelijk voor de CE-markering?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Situatie 5

Een bedrijf koopt op een schip in de haven van Rotterdam een zeer speciale tweedehands machine (zonder CE) afkomstig uit Japan. De machine wordt in de eigen fabriek opgesteld, beoordeeld en aangepast aan de eisen uit het Arbobesluit, behorend bij de Arbowet '98.

Vraag 5: Kan de machine hierna in gebruik worden genomen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Situatie 6

Een bedrijf heeft een handbediende pers voor de koude metaalbewerking met een zeer verouderde relaisbesturing die veelvuldig storingen oplevert. Men besluit een naburige elektrotechnisch installateur opdracht te geven om de relaisbesturing 1 op 1 te vervangen door een PLC-besturing. Er wordt gebruik gemaakt van de voor de machine geldende normen.

Vraag 6a: Is er sprake van een nieuwe machine?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Wat is uw argumentatie?		

2.3. Nederlandse wetgeving

Vraag 6b: Moeten de aanpassingen worden gekeurd door een *notified body*?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
----	-----	--------------------

Situatie 7

Een werkgever (productiebedrijf) heeft van een machinefabrikant al een aantal dezelfde machines van voor 1995 in bedrijf. Nu koopt de werkgever anno 2000 eenzelfde machine met CE-markering bij deze machinefabrikant. De nieuwe machine is voorzien van lichtschermen waarmee een aantal bewegende delen worden afgeschermd.

Vraag 7: Kan de genoemde machine zonder meer in gebruik worden genomen?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Wat is uw argumentatie?		

Situatie 8

Tijdens de RI&E van een bestaande machine blijkt dat de hekschakelaars (veiligheidsschakelaars) op een aantal beweegbare afschermingen zijn aangesloten op de standaard-PLC van de machine. Als je zo'n afscherming opent, stopt de machine en als je de afscherming sluit, kun je na een startbevel weer verder werken.

Vraag 8: Voldoet een dergelijke situatie aan de eisen gesteld in het Arbobesluit?

Ja	Nee	Waarschijnlijk wel
Wat is uw argumentatie?		

2.3. Nederlandse wetgeving

De antwoorden op de praktijkvragen

Situatie 1

Een bedrijf koopt en betaalt een nieuwe CE-gemarkeerde machine via een toeleverancier en constateert direct na de installatie ter plaatse dat de machine niet aan een aantal fundamentele eisen uit de betreffende wet voldoet.

Vraag 1a: Mag het bedrijf deze machine in gebruik nemen?

De vraag wordt beantwoord met NEE:

- 1 Op grond van artikel 10 van de Wet op de gevaarlijke werktuigen (Machinerichtlijn) mag de werkgever een dergelijke machine niet voorhanden hebben.
- 2 Nee, omdat de machine OOK niet voldoet aan de minimale veiligheidseisen uit de Arbowet 98. De werkgever heeft bij kennis van de gebreken, de verantwoordelijkheid om de machine NIET in gebruik te nemen voordat aan de eisen van de wet is voldaan.

Vraag 1b: Kan het bedrijf de arbeidsinspectie inschakelen om de toeleverancier te dwingen?

Het antwoord op deze vraag is tweeledig:

- 1 Ja, het bedrijf kan hierover een onderbouwde klacht indienen bij de arbeidsinspectie en die inschakelen voor een onderzoek naar de gebreken. Als blijkt dat de gebreken werkelijk bestaan, zal de arbeidsinspectie verbieden de machine in gebruik te nemen. De arbeidsinspectie heeft (op dit moment) GEEN mogelijkheid om de fabrikant direct te beboeten. Wel kan de arbeidsinspectie het TCD van de fabrikant opvragen en onderbouwd bezwaren opstellen. Deze bezwaren worden daarop naar de fabrikant en het machinecomité in Brussel verstuurd. Als het machinecomité dit gegrond verklaart, kan de machinefabrikant worden verplicht aanpassingen aan te brengen op alle reeds geleverde en te leveren machines van dit type.
- 2 Nee, de arbeidsinspectie kan zich NIET in de civielrechtelijke verhoudingen tussen de koper en de leverancier mengen.

Vraag 1c: Zijn er mogelijkheden voor een bedrijf om de bovenstaande situatie te voorkomen?

Ja, het bedrijf kan door middel van afspraken ervoor zorgen dat er bijvoorbeeld een onafhankelijk advies komt en de fabrikant de gebreken die hieruit zouden voortkomen vóór in bedrijfsname oplost.

Zo ja, welke: Het bedrijf kan in haar contract met de fabrikant een clause opnemen die regelt dat de betaling slechts gedeeltelijk geschiedt (bijv. 60 à 75%) bij blijvende gebreken.

2.3. Nederlandse wetgeving

Situatie 2

Een bedrijf heeft een machine uit 1950 bestuurd door relais. Een plaatselijke installateur maakt een aanbieding om de machine te voorzien van een nieuwe PLC-besturing. Hierdoor wordt de machine makkelijker te bedienen en wordt de productie eveneens met 15% vergroot.

Vraag 2a: Wordt door deze aanpassing het Besluit machines (WGW) van toepassing op de machine?

Waarschijnlijk wel. Dit hangt af van de vraag of het oorspronkelijk ontwerp van de machine is berekend op de productieverbodiging van 15%. Kortom is de mechanica (aandrijfmechanismen e.d.) bestand tegen de verhoogde krachten? Bovendien moeten de veiligheidsfuncties op deze machine blijven (of gaan) voldoen aan de stand der techniek van dat moment.

Vraag 2b: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Waarschijnlijk wel. Als er door de aanpassing verhoogde risico's ontstaan ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp zal de werkgever als eindverantwoordelijke de CE-markering (en al wat daar bij hoort) moeten uitvoeren. Dit geldt ook wanneer er sprake is van een functiewijziging!

Situatie 3

Een bedrijf heeft twee oude machines (zonder CE-markering) die zelfstandig functioneren. Om productietechnische redenen bouwt de eigen technische dienst de twee machines samen.

Vraag 3: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja, het NIEUWE samenstel van machines moet VOLLEDIG gaan voldoen aan de Wet op de gevaarlijke werktuigen (lees: Machinerichtlijn).

Situatie 4

Een bedrijf importeert zelf drie tweedehands machines uit een EER-land en laat deze door een extern technisch bureau met behulp van de eigen technische dienst samenbouwen tot 1 productiemachine. Welke wetgeving geldt in dit geval en welke deelaspecten zijn van belang?

Vraag 4a: Moet de complete machine nu worden voorzien van de CE-markering?

Ja, het NIEUWE samenstel van tweedehands machines moet VOLLEDIG gaan voldoen aan de Wet op de gevaarlijke werktuigen (lees: Machinerichtlijn).

2.3. Nederlandse wetgeving

Vraag 4b: Zo ja, is het ingehuurde technisch bureau dan verantwoordelijk voor de CE-markering?

De verantwoording van deze samenbouw ligt standaard bij de opdrachtgever, dus het bedrijf zelf. Door afspraken met het technisch bureau te maken, kan de werkgever de volledige verantwoording ook aan hen overdoen. Dit betekent dat dit technisch bureau op dat moment fabrikant wordt met alle gevolgen (IIA-verklaring/TCD/handleiding enz.) van dien.

Situatie 5

Een bedrijf koopt op een schip in de haven van Rotterdam een zeer speciale tweedehands machine (zonder CE) afkomstig uit Japan. De machine wordt in de eigen fabriek opgesteld, beoordeeld en aangepast aan de eisen uit het Arbobesluit, behorend bij de Arbowet '98.

Vraag 5: Kan de machine hierna in gebruik worden genomen?

Nee, de machine MOET volledig voldoen aan de Wet op de gevaarlijke werktuigen (lees: Machinerichtlijn). Je mag zulke machines gerust kopen, maar dan word je direct importeur en moet je onder andere de IIA-verklaring en de CE-markering regelen.

Situatie 6

Een bedrijf heeft een handbediende pers voor de koude metaalbewerking met een zeer verouderde relaisbesturing die veelvuldig storingen oplevert. Men besluit een naburige elektrotechnisch installateur opdracht te geven om de relaisbesturing 1 op 1 te vervangen door een standaard PLC-besturing. Er wordt gebruik gemaakt van de voor de machine geldende normen.

Vraag 6a: Is er sprake van een nieuwe machine?

Nee, de functionaliteit van de machine verandert niet en door gebruik te maken van technische oplossingen uit de actuele normen is aan de stand van de techniek voldaan. Het is wel belangrijk om ervoor te zorgen dat de besturingstechnische veiligheidsfuncties die oorspronkelijk in de relaisbesturing gerealiseerd waren, nu op het juiste veiligheidsniveau worden uitgevoerd. Let op: genoemde besturingstechnische veiligheidsfuncties mogen NIET via een standaard PLC worden uitgevoerd!

Vraag 6b: Moeten de aanpassingen worden gekeurd door een *notified body*?

Deze vraag moet tweeledig worden beantwoord:

- 1 In geval van een machine zonder CE-markering (van voor 1-1-95) zijn genoemde aanpassingen van dien aard dat deze zonder tussenkomst van een *notified body* kunnen worden uitgevoerd.

2.3. Nederlandse wetgeving

- 2 In het geval van een CE-gemarkeerde machine geldt er een meldplicht aan het adres van de *notified body* voor genoemde wijzigingen.

Situatie 7

Een werkgever (productiebedrijf) heeft van een machinefabrikant al een aantal dezelfde machines van voor 1995 in bedrijf. Nu koopt de werkgever anno 2000 eenzelfde machine met CE-markering bij deze machinefabrikant. De nieuwe machine is voorzien van lichtschermen waarmee een aantal bewegende delen worden afgeschermd.

Vraag 7: Kan de genoemde machine zonder meer in gebruik worden genomen?

Ja, de machine kan zonder meer in gebruik genomen worden. Er ontstaat echter een probleem door de verschillende beveiligingswijzen van twee voor de gebruikers exact dezelfde machines! De werkgever moet de informatievoorziening en opleidingen van de medewerkers daar op aanpassen om ongelukken te voorkomen.

Situatie 8

Tijdens de RI&E van een bestaande machine blijkt dat de hekschakelaars (veiligheidsschakelaars) op een aantal beweegbare afschermingen zijn aangesloten op de standaard-PLC van de machine. Als je zo'n afscherming opent, stopt de machine en als je de afscherming sluit, kun je na een startbevel weer verder werken.

Vraag 8: Voldoet een dergelijke situatie aan de eisen gesteld in het Arbobesluit?

Nee, een standaard-PLC mag niet worden ingezet voor de uitvoering van besturingstechnische veiligheidsfuncties.

2.4. Luxemburgse wetgeving

Deze tekst wordt met de eerste aanvulling van het Handboek Machineveiligheid gerealiseerd.

2.4.1. De Machinerichtlijn in de Luxemburgse wet

Deze tekst wordt met de eerste aanvulling van het Handboek Machineveiligheid gerealiseerd.

2.4.2. De Kaderrichtlijn in de Luxemburgse wet

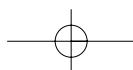
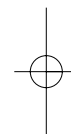
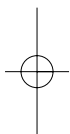
Deze tekst wordt met de eerste aanvulling van het Handboek Machineveiligheid gerealiseerd.

2.4.3. De Arbeidsmiddelenrichtlijn in de Luxemburgse wet

Deze tekst wordt met de eerste aanvulling van het Handboek Machineveiligheid gerealiseerd.

Inhoudsopgave

3.	Europese normen	
3.1.	Inleiding	3
3.2.	Geharmoniseerde normen	5
3.3.	De verschillende typen EN-normen	7
3.4.	Overzicht belangrijke machinenormen	10
3.5.	IEC 62061: De nieuwe norm voor de veilige besturing van machines	14



3. Europese normen

3.1. Inleiding

Opheffing van de technische handelsbelemmeringen in de Europese Unie is noodzakelijk voor de totstandbrenging van de interne markt. Met het oog op technische harmonisatie en normalisatie is in 1985 een nieuwe beleidsaanpak goedgekeurd. Sindsdien is de harmonisatie van de Europese industriële normen op de zestien gebieden die onder de Europese technische wetgeving vallen een essentieel instrument geworden voor de verwezenlijking van deze doelstelling. Deze aanpak is daarna gevolgd door een samenhangend beleid inzake certificatie en keuring, waarbij duidelijke, samenhangende en doorzichtige principes werden opgesteld voor de certificatieprocedures van producten die op communautair niveau moeten worden gebruikt.

Doel is de invoering te bevorderen van een Europees kwaliteitsbeleid in samenwerking met de nationale en internationale normalisatiestructuren, zodat de economische subjecten hun producten over het hele grondgebied van de Gemeenschap kunnen produceren en verkopen, door middel van een systeem van onderlinge erkenning van merken en fabricageprocédés. Technische specificaties die aan deze essentiële eisen voldoen, worden uitgewerkt op basis van de resolutie van de Raad van 7 mei 1985 betreffende een nieuwe aanpak op het gebied van de technische harmonisatie en normalisatie (Publicatieblad C 136, 04.06.1985) en Richtlijn 83/189/EEG van de Raad van 28 maart 1983. Deze laatste voorziet in een informatieprocedure over de normalisatie, alsmede in een mechanisme op grond waarvan de Commissie de Europese normalisatie-instanties (CEN, CENELEC, ETSI) opdracht kan geven dergelijke normen uit te werken. Deze mandaten kunnen ertoe leiden dat er een *standstill* wordt ingesteld voor alle nationale werkzaamheden die onder het toepassingsgebied van het Europese mandaat vallen.

Deze normen zijn vrijwillig; de fabrikanten blijven dus vrij om op de communautaire markt producten aan te bieden die aan andere normen of aan geen enkele norm voldoen, op voorwaarde dat zij zich houden aan de conformiteitsbeoordelingsprocedures van de desbetreffende richtlijn. Voor de producten die overeenkomstig de normen worden gefabriceerd bestaat er wel een vermoeden van overeenstemming met de essentiële eisen.

De Commissie van de Europese Gemeenschappen heeft hiertoe twee instellingen aangewezen die verantwoordelijk zijn voor het opstellen van alle zogenaamde geharmoniseerde EN-normen, te weten:

- de Europese Commissie voor normalisatie (CEN); <http://www.cenorm.be>.
- het Europees Comité voor elektrotechnische normalisatie (CENELEC); <http://www.cenelec.org>.

3.1. Inleiding

Elk land binnen de EER beschikt over zijn eigen nationale normalisatie-instellingen die de Europese normen omzetten in nationale normen. Deze nationale instanties hebben tevens de verplichting om geen nieuwe nationale normen op te stellen of bestaande normen te herzien, wanneer een Europese norm op dat gebied wordt voorbereid of al bestaat.

Door CEN opgestelde normen worden behandeld door:

- Het Nederlands Normalisatie-instituut (NEN); <http://www.nen.nl>
- Het Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN); <http://www.bin.be>
- Service de l'Energie de l'Etat (SEE); <http://www.etat.lu/SEE>

Door CENELEC opgestelde normen worden behandeld door:

- Het Nederlands Elektrotechnisch Comité (NEC); <http://www.nen.nl>
- Het Belgisch Elektrotechnisch Comité (BEC); <http://www.bec-ceb.be>
- Service de l'Energie de l'Etat (SEE); <http://www.etat.lu/SEE>

3.2. Geharmoniseerde normen

Een door de EU geharmoniseerde norm is een norm die speciaal ontworpen is om de eisen van de Europese richtlijnen op objectieve wijze te ondersteunen en die door alle betrokken nationale normalisatie-instellingen is aanvaard. Het is een schriftelijke weergave van afspraken die alle nationale normalisatie-organisaties van de lidstaten gezamenlijk bekrachtigen. Om volledig van kracht te kunnen worden, moet de referentie van de Europese geharmoniseerde norm bekend worden gemaakt in het Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen. Op de volgende website is een lijst beschikbaar van de op dit moment geharmoniseerde normen: <http://www.newapproach.org/directiveList.asp>.

Het harmonisatieproces is een tijdrovend proces, omdat verschillende standpunten van alle deelnemende bedrijven in de verschillende lidstaten moeten worden verwerkt tot een eenduidig aanvaard standpunt. Hierdoor komt het vaak voor dat de Europese normen voor de gebruiker nog niet beschikbaar zijn, terwijl de Machinerichtlijn of andere Europese richtlijnen die ernaar verwijzen al een wettelijke verplichting zijn of worden. Vaak zijn de EN-normen al wel gedurende lange tijd beschikbaar in hun ontwerpversie waarbij het voorvoegsel 'prEN' voor het normnummer staat.

Als een Europese norm is geharmoniseerd, dit is bijvoorbeeld het geval bij de 'EN 60204-1', wordt de norm in Nederland aangeduid met de naam: 'NEN-EN 60204-1'. In andere landen zoals Duitsland, Engeland en België heeft dezelfde norm respectievelijk de volgende voorvoegsels: 'DIN-', 'BS-', 'BIN-'.

Toepassing van deze geharmoniseerde Europese normen bij de vervaardiging van een product geeft automatisch het zogenaamde 'vermoeden van overeenstemming' met de fundamentele eisen uit de richtlijnen waarop zij betrekking hebben. Zoals alle normen zijn ook de geharmoniseerde EN-normen niet dwingend en mag de fabrikant ook op andere manieren aan de fundamentele voorschriften voldoen. Maar het is wel duidelijk dat hij in dat geval een veiligheidsniveau moet realiseren dat minimaal gelijk is aan het in de geharmoniseerde normen vastgestelde niveau.

In de geharmoniseerde normen is de 'stand der techniek' van een bepaald tijdstip vastgelegd en dientengevolge het minimaal vereiste veiligheidsniveau, dat op het tijdstip van de opstelling van de normen kon worden bereikt.

Als een geharmoniseerde norm bijvoorbeeld een bepaalde waarde geeft voor een in een berekening toe te passen veiligheidscoëfficiënt, moeten de ontwerpers die waarde toepassen of in het technisch constructiedossier aangeven waarom zij een andere waarde kiezen en toch, bijvoorbeeld door middel van aanvullende voorzieningen, een even hoog veiligheidsniveau kunnen waarborgen.

3.2. Geharmoniseerde normen

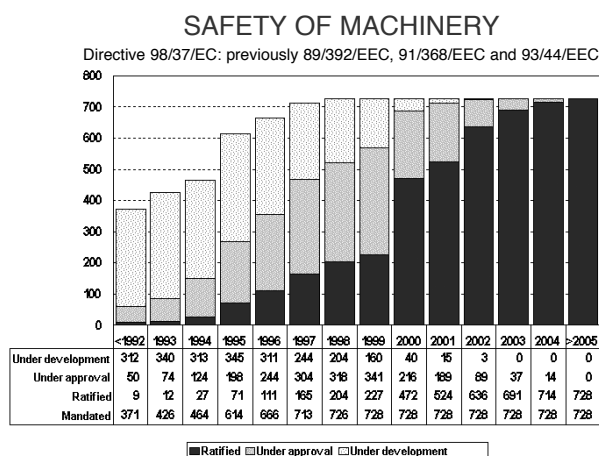
Zoals reeds eerder gezegd, geeft het toepassen van geharmoniseerde Europese normen op een product de producent automatisch het zogenaamde 'vermoeden van overeenstemming' met de betreffende Europese richtlijn(en). Hieronder is het betreffende gedeelte uit de Machinerichtlijn opgenomen:

Wanneer een nationale norm die de omzetting is van een geharmoniseerde norm, waarvan de referentie in het Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen is gepubliceerd, een of meer fundamentele veiligheidsvoorschriften omvat, wordt aangenomen dat de volgens deze norm gebouwde machine of veiligheidscomponent voldoet aan de desbetreffende fundamentele voorschriften.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, artikel 5, lid 2

Voor het opstellen van de grote hoeveelheid Europese normen zijn er ruim 40 Technische Commissies (TC) aangesteld, die elk weer de werkzaamheden hebben verdeeld over circa 200 werkgroepen.

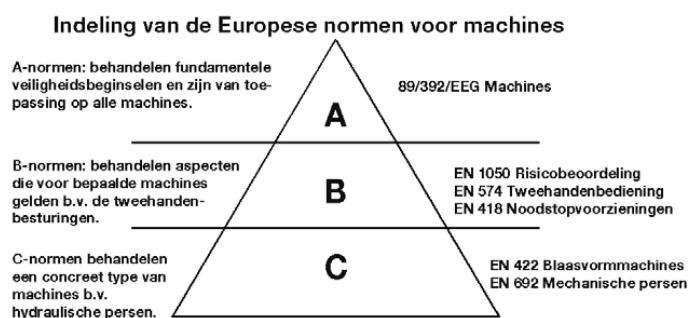
In totaal zullen er in 2005 voor de machinesector ca. 728 normen (zie figuur 3.1) beschikbaar zijn, variërend van algemene normen van het type A en B tot de machinespecifieke normen van het type C. Normen worden gezien als 'de stand der techniek' en geven degene die ze toepast het 'vermoeden van overeenstemming'. De gebruiker toont daarmee aan een veilige machine te bouwen.



Figuur 3.1: Verloop van de normontwikkeling op het gebied van machineveiligheid (bron: website CEN)

3.3. De verschillende typen EN-normen

De genoemde Europese normen zijn volgens EN 292 van 1991 in drie verschillende, hiërarchische categorieën ingedeeld en wel als volgt (zie ook figuur 3.2):



Figuur 3.2: Indeling van de Europese normen in drie typen (bron: Pilz GmbH & Co.)

Type A-normen (fundamentele veiligheidsnormen) behandelen basisbegrippen, ontwerp-beginselen en algemene gezichtspunten die toepasbaar zijn op ALLE machines.

Enkele voorbeelden van type A-normen zijn:

EN 292-1:1991	Veiligheid van machines. Basisbegrippen, algemene ontwerp-beginselen. Deel 1: Basisterminologie, methodologie
EN 292-2:1991 + A1:1995	Veiligheid van machines. Basisbegrippen, algemene ontwerp-beginselen. Deel 2: Technische beginselen en beschrijvingen (inclusief wijzigingsblad A1:1995)
EN 1050:1996	Veiligheid van machines. Principes voor de risicobeoordeling
EN 414:2000	Veiligheid van machines. Regels voor het opstellen en de presentatie van veiligheidsnormen

3.3. De verschillende typen EN-normen

Type B-normen (groepsveiligheidsnormen) die handelen over een enkel veiligheidsaspect of over een enkel type veiligheidsbepalende voorziening die voor een breed scala van machines kan worden toegepast.

- machineveiligheidsvoorzieningen
- elektrische uitrusting van industriële machines
- ergonomie: algemene ergonomische ontwerpen
- ergonomie: antropometrie
- ergonomie: fysieke belasting
- trillingen
- akoestiek

Enkele voorbeelden van type B-normen zijn:

EN 294:1992	Veiligheid van machines. Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de bovenste ledematen
EN 60204-1:1997	Veiligheid van machines. Elektrische uitrusting van industriële machines. Deel 1: Algemene eisen
EN 954-1:1996	Veiligheid van machines. Onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie. Deel 1: Algemene ontwerpbeginsselen
EN 418:1992	Veiligheid van machines. Noodstopvoorzieningen, functionele aspecten. Ontwerpbeginsselen

Type C-normen (machineveiligheidsnormen) waarin gedetailleerde veiligheidsvoorschriften zijn opgenomen voor een bepaalde machine of groep van machines.

- bouwmachines
- druk- en papierverwerkingsmachines
- gereedschappen en machines
- grondverzetmachines
- houtbewerkingsmachines
- koelmachines (industriële)
- landbouwmachines en -werktuigen
- leer-, kunstleer- en schoeiselmachines
- metaalbewerkingsmachines
- pompen
- rubber- en kunststofmachines
- transport, hijs- en hefwerktuigen
- transporteurs
- transportwerktuigen (mobiele)
- transportwerktuigen (robots)
- verpakkingsmachines
- voedselindustrie (machines voor)
- warmtebehandelingstechniek (machines voor)
- enz.

3.3. De verschillende typen EN-normen

Enkele voorbeelden van type C-normen zijn:

EN 12547:1999	Centrifuges. Algemene veiligheidseisen
EN 848-1:1998	Veiligheid van houtbewerkingsmachines. Freesmachines voor eenzijdige bewerking met draaiend gereedschap. Deel 1: Freesmachines met een verticale as
EN 692:1996	Mechanische persen. Veiligheid
EN 201:1997	Machines voor rubber en kunststoffen. spuitgietmachines. Veiligheidseisen

De bovenstaande indeling is aangebracht om voor de constructeur/ontwerper duidelijkheid te scheppen omtrent de toepassing van de grote hoeveelheid nieuwe EN-normen.

De normen van het type A en B gelden voor alle machines en vormen het basisgereedschap voor iedere ontwerper/constructeur. De type C-normen geven veiligheidsspecificaties voor bepaalde groepen machines. Indien er voor een bepaalde machine een type C-norm aanwezig is, is dat een uitstekend hulpmiddel voor een ontwerper/constructeur om te voldoen aan alle voor die machine geldende fundamentele veiligheidseisen van de Machinerichtlijn.

3.4. Overzicht belangrijke machinenormen

Wanneer er voor een bepaalde machine een specifieke norm bestaat, bijvoorbeeld voor centrifuges, doet de fabrikant van een dergelijke machine er verstandig aan direct deze norm toe te passen, zoals hierboven vermeld.

In veel gevallen is er geen specifieke norm voor de gebruikte machine en zal de leverancier zelf moeten uitzoeken welke type A- en B-normen noodzakelijk zijn. Daarna zal hij de betreffende normen moeten aanschaffen/bestuderen en de vermelde principes toepassen. In zijn verklaring van overeenstemming kan de fabrikant dan aangeven welke normen hij volledig heeft toegepast, maar ook welke gedeeltelijk.

Omdat er een groot aantal normen voor machines beschikbaar is (in totaal rond de 728 tegen 2005), is het vaak een hele klus de juiste normen te hanteren. In deze paragraaf is getracht een overzicht te geven van de belangrijkste type A- en B-normen ten aanzien van machineveiligheid en de fase waarin bij het ontwerp/engineering en de bouw van een machine de betreffende normen zouden kunnen worden toegepast.

Tabel: Toepasbare type A- en B-normen in bepaalde fasen van de machineontwikkeling

Fase/Norm	Onderwerp of toepassingsgebied
Ontwerp mechanisch en elektrisch systeem	
EN 292-1	Basisterminologie en methodologie met het oog op veilig ontwerp van machines voor zowel professioneel als privé-gebruik
EN 292-2	Algemene technische voorzieningen met het oog op veilig ontwerp van machines voor zowel professioneel als privé-gebruik
EN 349	Minimumafstanden voor openingen ter voorkoming van inklemmingsgevaar van de verschillende ledematen
EN 12437-reeks	Vaste toegangsmiddelen tot machines en industriële installaties, behandelt de eisen aan trappen, bordessen enz.
EN 1837	Integrale verlichting van machines

3.4. Overzicht belangrijke machinenormen

Ergonomische ontwerpaspecten	
EN 614-1	Ergonomische principes die gevolgd moeten worden tijdens het ontwerp van werkmachines, vooral machines
EN 894-1/2/3	Ergonomische eisen voor het ontwerpen van informatie en bedieningsmiddelen
EN 547-1/2/3	Beginselen voor het bepalen van afmetingen van openingen voor toegang in een machine met het hele lichaam
EN-ISO 7250	Menselijke lichaamsafmetingen voor het technisch ontwerpen
Fysieke belasting	
EN 1005-reeks	Menselijke fysieke belasting onder meer het hanteren van objecten, maximale krachten, werkhoudingen
Gevaarlijke stoffen/ geluid/warmte/straling	
EN 563	Temperaturen van aan te raken oppervlakken
EN 626-1/2	Verlaging van de gezondheidsrisico's ten gevolge van gevaarlijke stoffen, afkomstig van machines
EN 1299	Trillingsisolatie van machines, gegevens voor de toepassing van bronisolatie
EN 12189-reeks	Beoordeling en vermindering van het gevaar veroorzaakt door straling uitgezonden door machines
EN 1093-reeks	Evaluatie van de emissie van gevaarlijke stoffen in de lucht
Detailontwerp elektrisch systeem	
EN-IEC 60204-1	Algemene eisen met betrekking tot de elektrische uitrusting (max. 1 kV) van machines
EN-IEC 60204-11	Algemene eisen met betrekking tot de elektrische uitrusting (groter dan 1 kV) van machines
EN-IEC 60204-32	Bijzondere eisen met betrekking tot de elektrische uitrusting voor hef- en hijswerktuigen
EN 1037	Voorkoming van onbedoeld starten, maatregelen die genomen moeten worden om onverwacht starten van een machine te voorkomen zolang gevaarlijke zones voor bepaalde werkzaamheden voor personen geheel of gedeeltelijk toegankelijk moeten zijn

3.4. Overzicht belangrijke machinenormen

EN 60073	Basis- en veiligheidsprincipes voor het mens-machine-raakvlak, geeft uitgangspunten voor de codering van aanwijsinrichtingen en bedieningsorganen
EN 60447	Bedieningsprincipes, behandelt algemeen toe te passen principes voor handbediende bedieningsorganen voor elektrische apparatuur
EN 61310-1/2/3	Signalering, aanduidingen en bediening, deel 1 geeft eisen aan zichtbare, hoorbare en voelbare signalen, deel 2 geeft eisen aan aanduidingen, deel 3 geeft eisen aan de positie en bediening van bedieningselementen
Risicobeoordeling complete machine	
EN 1050	Principes voor risicobeoordeling
Detailontwerp mechanische beveiligingsmaatregelen	
EN 294	Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de bovenste ledematen van personen van 3 jaar en ouder. Deze afstanden gelden wanneer afdoende veiligheid kan worden bereikt door louter deze afstanden toe te passen
EN 811	Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de onderste ledematen van personen van 14 jaar en ouder. Deze afstanden gelden wanneer afdoende veiligheid kan worden bereikt door louter deze afstanden toe te passen en wanneer toegang met de bovenste ledematen niet voorzienbaar is
EN 953	Algemene eisen voor het ontwerp en de constructie van vaste en beweegbare afschermingen
EN 1760-1/2	Drukgevoelige beschermingsvoorzieningen, deel 1 behandelt drukgevoelige matten en vloeren, deel 2 drukgevoelige randen en stangen

3.4. Overzicht belangrijke machinenormen

Risicobeoordeling besturingstechnische veiligheidsfuncties	
EN 954-1	Algemene ontwerpbeginsselen voor onderdelen van besturings-systemen met een veiligheidsfunctie
EN 954-2	Validatie van onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie
Detailontwerp elektrische besturingstechnische beveiligingsmaatregelen	
EN 418	Ontwerpbeginsselen voor noodstopvoorzieningen van machines, houdt geen rekening met het type energiebron
EN 574	Tweehandenbediening, functionele aspecten, ontwerpprincipes
EN 999	De plaatsing van beveiligingsinrichtingen in verband met naderingssnelheden van lichaamsdelen
EN 1037	Voorkoming van onbedoeld (onverwachts) opstarten
EN 1088	Blokkeerinrichtingen gekoppeld aan afschermingen, grond-beginselen voor het ontwerp en de keuze
EN-IEC 61496-1/2	Aanrakingsvrije beveiligingsinrichtingen, behandelt de technische eisen aan lichtschermen (meer voor fabrikanten)
Detailontwerp hydraulische/pneumatische besturingstechnische beveiligingsmaatregelen	
EN 982	Veiligheidseisen voor hydraulische en pneumatische systemen en hun componenten, hydrauliek
EN 983	Veiligheidseisen voor hydraulische en pneumatische systemen en hun componenten, pneumatiek
ISO 4413	Algemene regels voor hydraulische systemen
ISO 4414	Algemene regels voor pneumatische systemen

Het is onmogelijk om in dit boek alle voor u belangrijke aspecten uit de bovengenoemde normen te behandelen. Van een aantal normen komen meerdere aspecten zeker terug in hoofdstuk 5 dat de besturingstechnische beveiligingsmaatregelen behandelt.

3.5. IEC 62061: De nieuwe norm voor de veilige besturing van machines

Op dit moment wordt er binnen IEC-verband (International Electrotechnical Commission) door experts uit diverse Europese en niet-Europese landen hard gewerkt aan een nieuwe norm voor de machinesector. Deze norm zal IEC 62061 heten en de functionele veiligheid van besturingssystemen die veiligheidsfuncties uitvoeren, specificeren. Hoewel deze norm nog ca. 2 jaar op zich laat wachten, wordt hier reeds een vooruitblik gegeven op de veranderingen, voordelen en implicaties voor de machinesector.

De huidige besturingstechnische veiligheidseisen

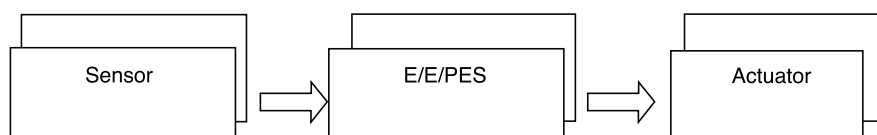
Eén van de grootste gevaarbronnen bij een machine wordt gevormd door de bewegende delen. Indien toegang tijdens de gewone werking van de machine voor bijvoorbeeld de in- en uitvoer van het product noodzakelijk is, dient gebruik te worden gemaakt van een blokkeerscherm, tweekandenbediening of een veiligheidslichtscherm. Deze zogenaamde 'besturingstechnische veiligheidsmaatregelen' moeten zorgen voor een onderbreking van de voedingsspanning naar de gevaarlijke aandrijvende delen bij het betreden van de gevaarlijke zone. Bij het ontwerp van deze technische maatregelen wordt op dit moment gebruik gemaakt van de Europese norm EN 954-1, die de algemene ontwerpbeginsselen en -eisen van onderdelen van een besturingssysteem (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch of mechanisch) met een veiligheidsfunctie behandelt. Deze norm bevat een methode waarmee het risico van een fout in het besturingssysteem, kan worden gekwalificeerd. De norm kent vijf categorieën, namelijk categorie B, 1, 2, 3 en 4. Iedere categorie stelt speciale eisen aan de opbouw en uitvoering van het betreffende onderdeel uit het totale veiligheidscircuit.

De problemen met de huidige norm EN 954-1

De huidige norm EN 954-1 is slechts gericht op het ontwerp van onderdelen van het besturingssysteem dat een veiligheidsfunctie vervult. Omdat een besturingstechnische veiligheidsfunctie altijd wordt opgebouwd uit meerdere onderdelen (zie figuur 3.3), zoals de opnemer (sensor), de logische verwerkingseenheid (*logic solver*) en de magneetschakelaar/het ventiel (actuator), ontstaan hierdoor in de praktijk problemen. Bij het begrip *logic solver* kunt u denken aan in de handel verkrijgbare veiligheidscomponenten zoals een veiligheidsrelais of een veiligheids-PLC. Alhoewel iedereen de kreet 'de zwakste schakel bepaalt de sterkte van de gehele keten' wel kent, biedt de norm de elektrotechnische ontwerper geen houvast wanneer het gaat om het bepalen van de categorie van de gehele keten volgens EN 954. Ook het document CR 954-100 dat door de betreffende normcommissie als hulp voor de gebruiker van de norm EN 954-1 is geschreven, geeft hier niet meer duidelijkheid over. Een ander probleem van deze norm is dat alleen de ontwerpfase van een veiligheidsfunctie beoordeeld wordt, terwijl uit onderzoek blijkt dat een groot percentage (ca. 40%) van de fouten in de andere levensfasen (installatie/onderhoud/wijzigingen) van het veiligheidscircuit ontstaat. Daarnaast is er ook niet direct rekening gehouden met de betrouwbaarheid (faalkans) van de toegepaste

3.5. IEC 62061: De nieuwe norm voor de veilige besturing van machines

componenten. Dat kan ertoe leiden dat je met slechte componenten toch een goede categorie volgens EN 954 kunt bereiken!



Figuur 3.3: Logische opbouw van een besturingstechnische veiligheidsfunctie
(bron: IEC 62061)

Historie en achtergrond van de nieuwe norm IEC 62061

Op dit moment is er een zeer uitgebreide norm beschikbaar namelijk de IEC 61508, die uit 7 delen met in totaal 760 pagina's bestaat. Deze norm behandelt de functionele veiligheid van elektrische/elektronische/programmeerbaar elektronische besturingssystemen die gebruikt worden voor het uitvoeren van veiligheidsfuncties. Het bijzondere aan deze norm is dat hij niet alleen eisen specificeert voor het ontwerp van een besturingssysteem maar voor alle fasen van de levenscyclus van een dergelijk product. Dus de engineer/fabrikant moet er ook voor zorgen dat onderhoud, modificaties en het ontmantelen van de besturing veilig kunnen gebeuren en dat daarvoor de benodigde veiligheidsprocedures en -eisen vastgelegd worden. Omdat bij de ontwikkeling van deze norm experts uit alle sectoren van de industrie betrokken zijn geweest, kun je zeggen dat de norm alle sectoren overkoepelt en hierdoor zeer uitgebreid is geworden. Door zijn uitgebreidheid en ingewikkeld taalgebruik is besloten om voor de machinesector een specifieke norm te ontwikkelen, namelijk de IEC 62061. De bedoeling is dat deze norm veel minder pagina's bevat en met gebruikmaking van het in de machinesector bekende jargon de functionele veiligheidsaspecten van een machinebesturing specificeert. Op dit moment is er slechts een CD (commissiedocument) beschikbaar waar nog veel veranderingen op zullen komen. De verwachting is dat de norm in 2002/2003 zijn definitieve status zal behalen, waarna ten behoeve van de geldigheid onder de Machinerichtlijn de noodzakelijke opname in de lijst met geharmoniseerde normen nog moet volgen.

3.5. IEC 62061: De nieuwe norm voor de veilige besturing van machines

De norm IEC 62061 biedt aantoonbare veiligheid van de machinebesturing

Safety Integrity Level (integriteitsniveau)	PFD Probability of Failure on Demand (faalkans)	RRF Risk Reduction Factor (risicoreductiefactor)
SIL 4	<0,0001	100000 tot 10000
SIL 3	0,001 - 0,0001	0,001 - 10000 tot 1000
SIL 2	0,01 - 0,001	1000 tot 100
SIL 1	0,1 - 0,01	100 tot 10

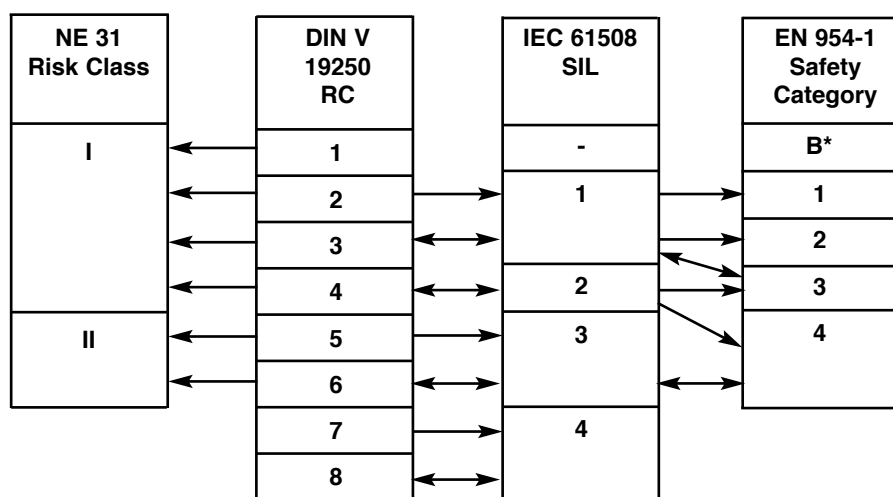
Figuur 3.4: Risico-inventarisatiemethode volgens IEC 62061 (bron: IEC 62061)

De IEC 62061 bezit in bijlage 1 een uitgebreide en handzame kwalitatieve risico-inventarisatiemethode voor een besturingssysteem, met als uitkomst een bepaald SIL-niveau (SIL 1 t/m SIL 4), zie figuur 3.4. Elk SIL-niveau komt overeen met een bepaalde kans op falen wanneer aanspraak op het systeem wordt gedaan.

Daarnaast moet, in tegenstelling tot wat tegenwoordig het geval is, door middel van vrij ingewikkelde berekeningen de faalkans van elke veiligheidsfunctie en de daarvoor gebruikte schakeling worden berekend en vastgelegd! Deze berekening geldt als bewijs dat men de juiste componenten heeft gebruikt en men voldoet aan het vereiste veiligheids- ofwel SIL-niveau. Als input voor deze berekening is het noodzakelijk dat de faalkansen (*Probability of Failure on Demand* ofwel PFD) van de in de schakeling toegepaste deelcomponenten (sensoren/actuatoren) bekend zijn. Omdat van de huidige componenten deze gegevens veelal niet bekend zijn, zullen de meeste leveranciers nog veel werk moeten verzetten om dit te realiseren.

Alhoewel een echte vergelijking tussen de diverse normen niet mogelijk is, geeft figuur 3.5 toch inzicht in de relaties tussen SIL-niveaus en de categorieën van de huidige normen.

3.5. IEC 62061: De nieuwe norm voor de veilige besturing van machines

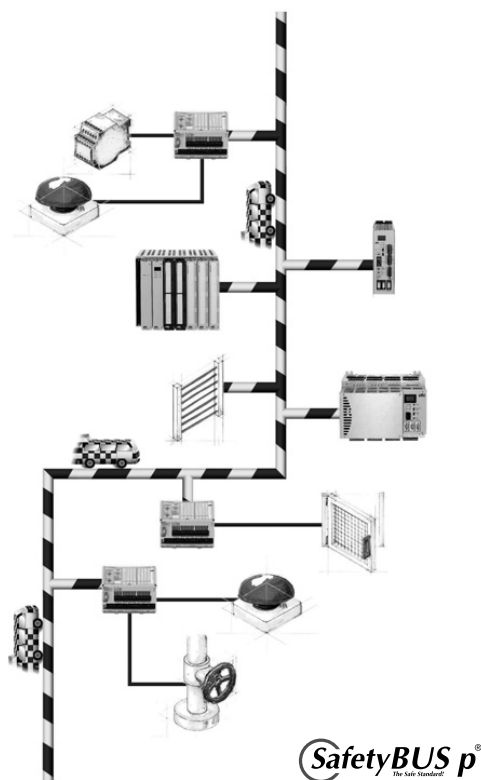


Figuur 3.5: Ruwe vergelijking van de huidige normen betreffende de risico's in veiligheidsfuncties (bron: TÜV)

Veiligheids-PLC en/of -veldbus zijn/is volgens de nieuwe norm mogelijk

Omdat de norm IEC 62061 anders dan een huidige norm als de EN 60204-1, niet het type technologie, het niveau van redundantie of de test-interval voorschrijft, maar eisen stelt aan de prestaties van het systeem, kan zonder meer gebruik worden gemaakt van een veiligheids-PLC of een veiligheidsveldbus. De leverancier van deze systemen zal voor de verschillende veiligheidsfuncties die het systeem uitvoert, aan moeten geven welk SIL-niveau wordt bereikt. Van de veiligheidsveldbus SafetyBUS p (zie figuur 3.6) die geleverd wordt door Pilz is onlangs door de TÜV berekend en vastgelegd dat hij voldoet aan SIL 4.

3.5. IEC 62061: De nieuwe norm voor de veilige besturing van machines



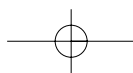
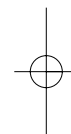
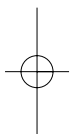
Figuur 3.6: Voorbeeld van een toepassing van de veiligheidsveldbus SafetyBUS p (bron: Pilz GmbH & Co.)

Conclusie

De nieuwe norm IEC 62061 zal de komende jaren in de machinesector nog veel stof doen opwaaien, omdat de besproken aanpak voor het merendeel van de engineers volledig nieuw zal zijn. Deze norm biedt voor iedereen een belangrijke verbetering, omdat hij niet alleen de klassieke technische aspecten beschrijft, maar ook de relevante organisatorische aspecten die betrekking hebben op fabricage en gebruik.

Inhoudsopgave

4.	Risicobeoordeling/-reductie van een machine	
4.1.	Inleiding	3
4.2.	Risicobeoordeling/-reductie volgens de Machinerichtlijn 98/37/EG	4
4.3.	Risicobeoordeling/-reductie volgens de Kaderrichtlijn 89/391/EEG	6
4.4.	Risicobeoordeling/-reductie volgens de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG	8
4.5.	Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050	10
4.5.1.	Risicoanalyse stap 1: Bepaling van de grenzen van de machine	13
4.5.2.	Risicoanalyse stap 2: Identificatie van gevaren	15
4.5.3.	Risicoanalyse stap 3: Risicoschatting	17
4.5.4.	Risico-evaluatie	21
4.5.5.	Documentering van de risicobeoordeling	24
4.6.	Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde	26
4.6.1.	Risicoreductie volgens de Europese norm EN 292	26
4.7.	Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1	38
4.7.1.	EN 954-1: Algemene ontwerpbeginselen voor onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie	38
4.7.2.	prEN 954-2: Algemene ontwerpbeginselen voor onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie	44



4. Risicobeoordeling/-reductie van een machine

4.1. Inleiding

Een van de doelstellingen van zowel de Machinerichtlijn 98/37/EG als de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG, is het voorkomen dan wel beperken van de risico's bij gebruik van respectievelijk nieuwe machines en bestaande arbeidsmiddelen. Dit betekent voor zowel de fabrikant als de werkgever dat hij de risico's dus zoveel mogelijk moet reduceren. Voorafgaand aan het proces van risicoreductie zullen de risico's allereerst moeten worden beoordeeld.

De definitie van het woord risico is in de huidige normen (EN 292/EN 1050) als volgt vastgelegd:

Risico

Een combinatie van de waarschijnlijkheid van letsel of schade aan de gezondheid en de ernst van het mogelijke letsel of de mogelijke schade aan de gezondheid in een gevaarlijke situatie.

Kort gezegd: risico = kans x effect

Wat nu eigenlijk wordt verstaan onder het begrip risicobeoordeling valt te lezen in de norm EN 292-1:

Risicobeoordeling

Een uitgebreide schatting van de waarschijnlijkheid van letsel of schade aan de gezondheid en de ernst van het mogelijke letsel of de mogelijke schade aan de gezondheid met het oogmerk om de passende veiligheidsmaatregelen te kiezen.

EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.8

In de volgende paragrafen komt de manier waarop de risicobeoordeling voor een machine kan worden uitgevoerd uitvoerig aan de orde. Hierbij wordt ook onderscheid gemaakt tussen de eisen van de Machinerichtlijn en die van de Arbeidsmiddelenrichtlijn.

Bovendien zullen de functie en de werking van de bij de risicobeoordeling van toepassing zijnde EN-normen uitvoerig worden behandeld, waaronder de normen EN 292-1, EN 292-2, EN 1050 en EN 954-1.

4.2. Risicobeoordeling/-reductie volgens de Machinerichtlijn 98/37/EG

De Machinerichtlijn geeft in bijlage I de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen waaraan een machine moet voldoen. De eisen in bijlage I zijn dwingend (wettekst) en zullen indien van toepassing op de betreffende machine te allen tijde moeten worden toegepast.

De eisen zijn gegroepeerd naar de risico's waartegen ze zijn gericht en de fabrikant moet dus weten welke risico's aan zijn machine kleven om de betreffende eisen te kunnen vervullen. Daarom is ook de volgende verplichting van de fabrikant opgenomen:

De fabrikant heeft de plicht een risicoanalyse te verrichten om na te gaan welke risico's voor zijn machine gelden; bij het ontwerp en de constructie van de machine moet hij vervolgens rekening houden met zijn analyse.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage 1, 3e opmerking vooraf

Deze verplichting impliceert dat de risicobeoordeling reeds in de ontwerpfase dient plaats te vinden en de uitkomsten in het ontwerp verwerkt moeten worden. Dit is op zichzelf niets nieuws, want elke ontwerper weet dat ontwerp- of constructiewijzigingen achteraf veel kostbaarder en tijdrovender zijn dan wijzigingen in de ontwerpfase. Het is een feit dat 70% van de kosten van een machine tijdens het ontwerpproces worden vastgelegd, dus doet men er verstandig aan de bovengenoemde eisen daarin reeds mee te nemen.

Over de te hanteren methode van risicobeoordeling zegt de Machinerichtlijn niets, er worden echter verschillende methoden voor risicobeoordeling genoemd in de huidige geharmoniseerde Europese normen en de daarover beschikbare literatuur. Methoden voor risicobeoordeling komen onder meer aan de orde in de volgende normen:

- EN 1050;
- EN 292-2;
- EN 954-1.

De Machinerichtlijn stelt een bepaalde volgorde van risicoreductie verplicht. De ontwerper moet de meest passende oplossing kiezen en uitgaan van de in bijlage I, paragraaf 1.1.2. van de Machinerichtlijn genoemde veiligheidsbeginselen, in de hieronder gegeven volgorde:

1. De risico's door het ontwerp uitsluiten of ze zoveel mogelijk beperken.
2. De noodzakelijke beveiligingsmaatregelen treffen voor niet uit te sluiten risico's.
3. De gebruikers informeren over nog aanwezige risico's als gevolg van een niet-volledige doelmatigheid van de getroffen veiligheidsmaatregelen en aangeven welke opleidingseisen het personeel moet hebben en welke persoonlijke beschermingsmiddelen moeten worden gebruikt.

4.2. Risicobeoordeling/-reductie volgens de Machinerichtlijn 98/37/EG

Als eindresultaat moet er een machine zijn gemaakt die zonder letsel te veroorzaken of de gezondheid te schaden, kan blijven werken, worden vervoerd, geïnstalleerd, afgesteld, onderhouden, gesloopt en verwijderd onder de omstandigheden waarvoor deze is bedoeld zoals omschreven in de gebruiksaanwijzing.

Bij het ontwerp, de bouw en het opstellen van de gebruiksaanwijzing moet niet alleen van normaal gebruik worden uitgegaan, maar tevens van het redelijkerwijze te verwachten gebruik.

De ontwerper moet in het technisch constructiedossier alle op de machine van toepassing zijnde fundamentele eisen noemen en moet tevens aangeven welke preventieve voorzieningen met het oog op de aan de machine verbonden risico's zijn genomen. Dit document moet tot 10 jaar na dato desgewenst aan de nationale controlerende instantie overlegd kunnen worden, waarbij de ontwerper uiteraard zijn ontwerpbeslissingen met betrekking tot de veiligheidsaspecten (juridisch) moet kunnen verdedigen.

4.3. Risicobeoordeling/-reductie volgens de Kaderrichtlijn 89/391/EEG

De Kaderrichtlijn geeft in artikel 6 lid 1 (algemene verplichtingen van de werkgevers) duidelijk weer dat de werkgever de plicht heeft om continu de risico's te beoordelen en te reduceren en daarbij te anticiperen op veranderende situaties.

In het kader van zijn verantwoordelijkheden treft de werkgever de nodige maatregelen voor de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers, met inbegrip van de maatregelen ter preventie van beroepsrisico's, voor informatie en opleiding alsmede voor de organisatie en de benodigde middelen.

De werkgever moet ervoor zorgen dat deze maatregelen worden aangepast, ten einde rekening te houden met gewijzigde omstandigheden, en streven naar verbetering van bestaande situaties.

Kaderrichtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 6, lid 1

De Kaderrichtlijn stelt evenals de Machinerichtlijn een bepaalde volgorde van risicobeoordeling en risicoreductie verplicht:

Bij de tenuitvoerlegging van de in lid 1, eerste alinea, genoemde maatregelen neemt de werkgever de volgende algemene preventieprincipes in acht:

- a) risico's voorkomen;*
- b) evalueren van risico's die niet kunnen worden voorkomen;*
- c) bestrijding van de risico's bij de bron;*
- d) aanpassing van het werk aan de mens, met name voor wat betreft de inrichting van de arbeidsplaats en de keuze van werkkleding en werk- en produktiemethoden, met name om monotone arbeid en tempogebonden arbeid draaglijker te maken en de gevolgen daarvan voor de gezondheid te beperken;*
- e) **rekening houden met de ontwikkeling van de techniek;***
- f) vervanging van wat gevaarlijk is door dat wat niet gevaarlijk of minder gevaarlijk is;*
- g) planning van de preventie met het oog op een samenhangend geheel dat de volgende aspecten in de preventie integreert: techniek, organisatie van het werk, arbeidsomstandigheden, sociale betrekkingen en invloed van de omgevingsfactoren op het werk;*
- h) **voorrang voor maatregelen inzake collectieve bescherming boven maatregelen inzake individuele bescherming;***
- i) verstrekken van passende instructies aan de werknemers.*

Kaderrichtlijn 89/391/EEG van 1989, artikel 6, lid 2

4.3. Risicobeoordeling/-reductie volgens de Kaderrichtlijn 89/391/EEG

Uit lid e van bovenstaand artikel wordt duidelijk dat de werkgever, bij de beslissing en keuze van de door hem uit te voeren preventiemaatregelen, rekening moet houden met de ontwikkeling van de techniek oftewel de *state of the art*.

Daarnaast geeft lid h duidelijk aan dat het erom gaat om in eerste instantie te kiezen voor collectieve beschermingsmaatregelen, zoals bijvoorbeeld vaste of beweegbare afschermingen en lichtschermen. Daarna kan de werkgever pas kiezen voor individuele beschermingsmiddelen zoals een maliënkolder, veiligheidsbril of gehoorbescherming.

4.4. Risicobeoordeling/-reductie volgens de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG

De Arbeidsmiddelenrichtlijn is een bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van de Kaderrichtlijn 89/391/EEG. Deze laatste regelt de tenuitvoerlegging van maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk. De bepalingen van de Kaderrichtlijn zijn dan ook volledig van kracht op de arbeidsmiddelen in gebruik op de arbeidsplaats. Dit valt te lezen in het onderstaande artikel van de Arbeidsmiddelenrichtlijn.

1. *In deze richtlijn, die de tweede bijzondere richtlijn is in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG, worden minimumvoorschriften vastgesteld inzake veiligheid en gezondheid voor het gebruik op het werk van de arbeidsmiddelen omschreven in artikel 2 door de werknemers.*
2. *De bepalingen van Richtlijn 89/391/EEG gelden ten volle voor het gehele in lid 1 bedoelde terrein, onverminderd dwingend en/of specifieke bepalingen die in deze richtlijn zijn opgenomen.*

Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 1, leden 1 en 2

Dit verklaart waarom de Arbeidsmiddelenrichtlijn niet zo uitgebreid is over de toe te passen systematiek van risicobeoordeling en -reductie als de Kaderrichtlijn. Er worden in artikel 3 wel duidelijk eisen gesteld aan de aanschaf en het gebruik van arbeidsmiddelen en de noodzaak tot passende maatregelen bij overblijvende risico's.

1. *De werkgever neemt de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat arbeidsmiddelen die in de onderneming en/of de inrichting ter beschikking van de werknemers worden gesteld, geschikt zijn voor het uit te voeren werk of daartoe behoorlijk zijn aangepast, zodat de veiligheid en de gezondheid van de werknemers tijdens het gebruik van deze arbeidsmiddelen kunnen worden gewaarborgd.*
Bij de keuze van de arbeidsmiddelen die hij overweegt te gebruiken, houdt de werkgever rekening met de arbeidsomstandigheden en de specifieke kenmerken van de arbeid en met de in de onderneming en/of inrichting, met name op de werkplek, bestaande risico's voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers en/of de risico's die daaraan zouden kunnen worden toegevoegd door het gebruik van de desbetreffende arbeidsmiddelen.
2. *Wanneer het niet mogelijk is de veiligheid en de gezondheid van de werknemers aldus volledig te waarborgen bij het gebruik van arbeidsmiddelen, treft de werkgever passende maatregelen om de risico's tot een minimum te beperken.*

Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, artikel 3, leden 1 en 2

4.4. Risicobeoordeling/-reductie volgens de Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG

De Arbeidsmiddelenrichtlijn zegt evenals de Machinerichtlijn niets over de te hanteren methode van risicobeoordeling. Zoals blijkt uit hoofdstuk 2 (Nationale wetgeving) van dit Handboek Machineveiligheid zijn er landen waar men de geharmoniseerde Europese norm EN 1050 voor risicobeoordeling aanbeveelt.

In de volgende paragrafen wordt deze methode uitgebreid aan de orde gesteld.

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

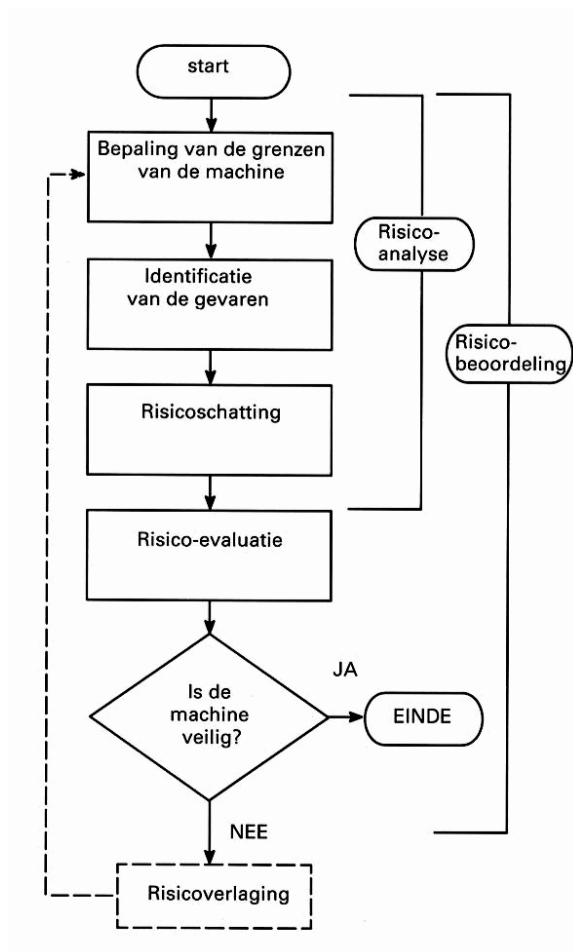
Elke machine levert in haar levenscyclus bepaalde gevaren op, die een risico vormen voor de personen die ermee werken, zoals onder andere de machinebediener, de onderhoudsman en de schoonmaker. De Europese norm EN 1050 beschrijft een risicobeoordelingsprocedure, waarbij de kennis en ervaring van het ontwerp, het gebruik, incidenten en ongelukken met betrekking tot de machine worden gebruikt om de risico's gedurende de gehele levensduur van de machine in te kunnen schatten.

De norm geeft een leidraad voor de vereiste informatie om een risicobeoordeling mogelijk te maken. Er worden procedures beschreven om gevaren te identificeren en risico's in te schatten en te beoordelen. Het doel van de norm is om advies te geven over beslissingen die moeten worden genomen over de veiligheid van machines en de vereiste soort documentatie om de uitgevoerde risicobeoordeling te controleren.

Uit de resultaten van de risicobeoordeling volgens de norm EN 1050 kunnen zowel mechanische als besturingstechnische of andere risicoreductiemaatregelen noodzakelijk blijken te zijn. Voor de beoordeling en classificatie van besturingstechnische veiligheidsmaatregelen bestaat in Europa een aparte norm, namelijk de norm EN 954-1, waarop in paragraaf 4.7. van dit boek verder wordt ingegaan.

De risicobeoordeling bestaat uit een reeks logische stappen om, op een systematische manier, de beoordeling van gevaren, verbonden met machines, mogelijk te maken. Risicobeoordeling wordt, indien hiervoor een noodzaak bestaat, gevolgd door risicoverkleining/-reductie zoals onder andere beschreven in de norm EN 292-1. Bij herhaling van deze werkwijze ontstaat het in figuur 4.1 weergegeven iteratieve proces, met behulp waarvan gevaren zoveel mogelijk worden uitgesloten en veiligheidsmaatregelen worden getroffen.

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050



Figuur 4.1: Risicobeoordelingsproces volgens EN 1050 (bron: EN 1050)

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

De risicobeoordeling omvat een:

- risicoanalyse;
 - a) bepaling van de grenzen van de machine;
 - b) identificatie van (latente) gevaren;
 - c) risicoschatting;
- risico-evaluatie.

De risicoanalyse verschaft de informatie die nodig is voor de risico-evaluatie, die op haar beurt een oordeel over de veiligheid van machines mogelijk maakt. De risicobeoordeling moet zo worden uitgevoerd dat het mogelijk is de gevolgde procedure en de bereikte resultaten te documenteren. Dit is uiteraard van belang, om later aan te kunnen tonen welke gegevens tot de genomen beslissingen hebben geleid.

De informatie voor de risicobeoordeling moet, indien van toepassing, het volgende bevatten:

- grenzen van de machine;
- eisen voor de afzonderlijke levensfasen van de machine;
- ontwerptekeningen of andere middelen die de aard van de machine beschrijven;
- informatie over de energievoorziening;
- elke ongevallen- en incidentenhistorie;
- elke informatie over schade voor de gezondheid.

In de norm EN 292-1 (Veiligheid van machines. Basisbegrippen, algemene ontwerpbeginselen. Deel 1: Basisterminologie, methodologie) worden in de opmerkingen van paragraaf 6.1. enkele belangrijke uitgangspunten/principes genoemd die van groot belang zijn bij de risicobeoordeling.

Opmerking 1:

Men moet ervan uitgaan dat elk gevaar dat door een bepaalde machine wordt veroorzaakt vroeg of laat tot letsel of schade aan de gezondheid leidt indien er geen veiligheidsmaatregel is getroffen.

Opmerking 2:

Een machine moet veilig zijn in de zin van 3.4 van deze norm. Echter, absolute veiligheid is geen volledig bereikbare toestand en het doel dat moet worden nagestreefd is het hoogst mogelijke niveau van veiligheid, rekening houdend met de stand van de techniek. De stand van de techniek bepaalt de dwingende beperkingen – met inbegrip van kosten – van de daadwerkelijke uitvoering en het daadwerkelijk gebruik van de machine.

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

De gebruikte middelen, die voor het bereiken van een veiligheidsdoel acceptabel zijn volgens de stand van de techniek op een bepaald moment, zijn niet langer acceptabel wanneer de ontwikkelingen het mogelijk maken dat:

- ***de volgende generatie van een machine veiliger is,***
- of***
- ***een andere en veiliger machine voor hetzelfde doel kan worden ontworpen.***

Opmerking 3:

Het concept van risicobeoordeling is bedoeld om ontwerpers en veiligheidkundigen behulpzaam te zijn bij het vaststellen van de meest geschikte maatregelen, zodat zij het hoogst mogelijke niveau van veiligheid kunnen bereiken, in overeenstemming met de stand van de techniek en de daaruit voortvloeiende dwingende beperkingen.

Het concept mag niet worden gebruikt om, op basis van ongevalsgegevens waaruit een klein aantal ongevallen of de lichte ernst van de ongevallen blijkt, het niveau van veiligheid dat voor een bepaalde machine is vereist, in twijfel te trekken.

In het bijzonder moet het afwezig zijn van historische ongevalsgegevens niet worden beschouwd als een automatisch vermoeden dat het risico klein is, en daarom zal het niet mogen leiden tot minder strenge veiligheidsmaatregelen.

4.5.1. Risicoanalyse stap 1: Bepaling van de grenzen van de machine

De eerste stap in het iteratieve proces van de risicobeoordeling bestaat uit de bepaling van de grenzen van de machine.

Deze grenzen kunnen worden onderverdeeld in gebruiksgrenzen, ruimtelijke grenzen en tijdsgrenzen zoals hieronder beschreven

Het ontwerpen van een machine (zie 3.11) begint met het bepalen van de grenzen:

- *gebruiksgrenzen: bepaling van het bedoelde gebruik van een machine (zie 3.12), enz.;*
- *ruimtelijke grenzen: uiterste standen, geometrische eisen voor het installeren van de machine, grensvlakken "bediener-machine" en "machine-energievoorziening", enz.;*
- *tijdsgrenzen: bepaling van de voorzienbare "uiterste levensduur" van de machine en/of bepaalde onderdelen ervan (gereedschappen, aan slijtage onderhevige delen, elektrische onderdelen, enz.), rekening houdend met het bedoelde gebruik.*

Norm EN 292-1 van 1991, paragraaf 5.1

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

De norm EN 1050 geeft in hoofdstuk 5 heel duidelijk aan dat de risicobeoordeling niet alleen moet worden gedaan voor het hierboven genoemde 'bedoelde gebruik', maar dat ook de gevolgen van redelijk voorzienbaar misbruik of gebrekkig functioneren in ogenschouw moeten worden genomen.

Wat wordt verstaan onder bedoeld gebruik wordt omschreven in paragraaf 3.12 van de norm EN 292-1.

Het gebruik waarvoor de machine geschikt is volgens de door de fabrikant geleverde informatie, of dat gebruikelijk wordt geacht gezien het ontwerp, de bouw en de functie.

Bedoeld gebruik omvat tevens het opvolgen van de technische aanwijzingen die met name in de gebruiksaanwijzing zijn vastgelegd (zie 5.5 in EN 292-2), rekening houdend met het in redelijkheid voorziene misbruik.

Opmerking

Met betrekking tot het voorzienbare misbruik, moet in de risicobeoordeling in het bijzonder met de volgende gedragingen rekening worden gehouden:

- *de voorzienbare onjuiste gedragingen voortvloeiend uit gewone onachtzaamheid, maar niet uit opzettelijk misbruik van de machine,*
- *het reflexgedrag van een persoon bij storing, toevallige gebeurtenis, defect, enz. tijdens het gebruik van de machine,*
- *het gedrag door het nemen van de "weg van de minste weerstand" bij het uitvoeren van een taak,*
- *voor sommige machines (in het bijzonder machines voor niet-professioneel gebruik), het voorziene gedrag van bepaalde groepen van personen, zoals kinderen en gehandicapten.*

Norm EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.12

Bij het bepalen van de gebruiksgrenzen moeten alle afzonderlijke fasen tijdens de levensduur van de machine in ogenschouw worden genomen, waaronder:

- 1) *bouw;*
- 2) *transport en in gebruik nemen:*
 - *samenstellen, installeren,*
 - *afstellen;*

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

3) gebruik:

- instellen, programmeren of wisselen van proces,
- in werking zijn,
- reinigen,
- opsporen van defecten,
- onderhoud;

4) buiten gebruik stellen, sloop en, voor zover de veiligheid in het geding is, verwijderen.

Norm EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.11

Bij het bepalen van de gebruiksgrenzen moet ook het verwachte opleidingsniveau, ervaring of bekwaamheid van de voorzienbare gebruikers zoals:

- a) bedieners (inclusief onderhoudspersoneel en technici);
- b) leerlingen en jongeren;
- c) algemeen publiek

worden vastgelegd. Tevens moet rekening worden gehouden met de blootstelling van andere personen aan de gevaren van de machine, indien dit in alle redelijkheid kan worden voorzien.

4.5.2. Risicoanalyse stap 2: Identificatie van gevaren

De tweede stap in het iteratieve proces van de risicobeoordeling volgens EN 1050 bestaat uit de identificatie van de gevaren.

Alle latente gevaren, gevaarlijke situaties en gevaarlijke gebeurtenissen die met een machine in verband kunnen worden gebracht, moeten worden geïdentificeerd. In bijlage A van de norm EN 1050 is een lijst opgenomen met de gevaren, gevaarlijke situaties en gevaarlijke gebeurtenissen, die in de gehele levenscyclus van een machine kunnen optreden. Er wordt een onderverdeling gemaakt naar de volgende typen gevaren:

1. mechanische gevaren;
2. elektrische gevaren;
3. thermische gevaren;
4. gevaren door lawaai;
5. gevaren door trillingen;
6. gevaren door straling;
7. gevaren door materialen en stoffen;
8. gevaren door verwaarlozing van ergonomische principes bij het machineontwerp;
9. combinaties van gevaren;
10. onverwacht opstarten, onverwacht doordraaien of te snel draaien;

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

11. de onmogelijkheid om de machine in de best mogelijke omstandigheden stil te zetten;
12. variaties in de rotatiesnelheid van gereedschappen;
13. uitvallen van de energietoevoer;
14. uitvallen van het besturingscircuit;
15. montagefouten;
16. breken tijdens het in bedrijf zijn;
17. vallende of uitgestoten objecten of vloeistoffen;
18. verlies van stabiliteit/omvallen van de machine;
19. uitglijden, struikelen en vallen van personen.

Voor een aantal machines zijn nog overzichten gegeven van aanvullende gevaren:

- mobiele machines;
- machines voor heffen en/of hijsen;
- machines voor ondergrondse werkzaamheden;
- machines voor het heffen of verplaatsen van personen.

De gevaren uit de bovenstaande lijst zijn (in de tabel van bijlage A, EN 1050) meestal nog weer verder onderverdeeld in deelgevaren, waarbij tevens een verwijzing is vermeld naar de betreffende fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen uit bijlage A van EN 292-2 (die overeenkomen met de eisen van bijlage I van de Machinerichtlijn) en de betreffende paragraaf in de norm EN 292 deel 1 en deel 2. Hieronder zijn een aantal voorbeelden gegeven van enkele gevaren en hun verwijzingen:

Nr.	Gevaren	Bijlage A EN 292-2 (Bijlage I Machinerichtlijn)	EN 292-1	EN292-2
1.3	Gevaar voor snijden of afsnijden	1.3	4.2.1	
10.2	Herstel van de energietoevoer na een onderbreking	1.2.6		3.7.2
10.5	Fouten in de programmatuur	1.2.1		3.7.7

Uiteindelijk ontstaat voor de totale machine een lijst met gevaren waarvoor in stap 3 van het iteratieve risicobeoordelingstraject de risico's moeten worden ingeschat.

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

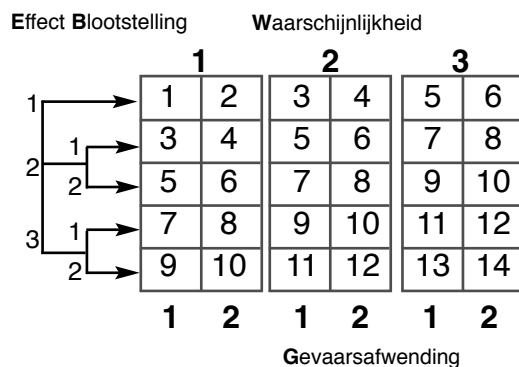
De norm EN 1050 kent naast de tabel van bijlage A geen specifieke methode voor de gevarenanalyse en heeft daarom een kleine opsomming van de verschillende mogelijke technieken opgenomen in bijlage B van de norm, met onder meer:

- de 'WAT-INDIEN'-methode (*What-IF Method*);
- de Defect Situatie en Effect Analyse (*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA));
- de *Hazard and Operability Study* (HAZOPS);
- de foutboomanalyse (*Fault Tree Analysis* (FTA));
- de Delphi-techniek;
- de voorbereidende gevarenanalyse (*Preliminary Hazard Analysis* (PHA));
- de MOSAR-methode (*Method Organized for a Systematic Analysis of Risks*).

Een aantal van deze methoden bevat een combinatie van de gevarenanalyse en de risicoschatting.

4.5.3. Risicoanalyse stap 3: Risicoschatting

Na de identificatie van (latente) gevaren moet een risicoschatting voor elk geïdentificeerd gevaar worden uitgevoerd. De risicoschatting wordt meestal uitgevoerd aan de hand van de risicograaf, zie figuur 4.2, die in de prEN 1050 was afgebeeld. Dit is een praktische kwalitatieve methode voor het bepalen van het risiconiveau van elk geïdentificeerd gevaar, zodat een prioriteitsvolgorde kan worden samengesteld. Op basis hiervan kunnen benodigde veiligheidsmaatregelen geselecteerd worden.



Figuur 4.2: Risicograaf volgens prEN 1050 (bron: prEN 1050)

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

Zoals reeds eerder vermeld, is een risico als volgt opgebouwd: $RISICO = KANS \times EFFECT$. Hierbij is de kans weer afhankelijk van 3 factoren, waardoor in totaal 4 risicofactoren bestaan.

Het risico dat aan een gevaar is verbonden, is dus afgeleid van de combinatie van 4 risicofactoren, te weten:

- het effect (E) ofwel het zwaarst voorzienbare letsel of dito schade aan de gezondheid die kan optreden;
- de frequentie en tijdsduur van blootstelling (B) van mensen aan de potentieel gevaarlijke situatie;
- de waarschijnlijkheid (W) van het oplopen van letsel of schade aan de gezondheid;
- de mogelijkheid om het gevaar af te wenden (G).

Bij de risicoschatting zullen voor elk geïdentificeerd gevaar de risicofactoren moeten worden geclassificeerd volgens de keuzemogelijkheden uit onderstaande tabel.

Tabel: Mogelijke categorieën van de risicofactoren

Ernstgraad 1. herstelbaar 2. ernstig; meestal onherstelbaar 3. dood	Waarschijnlijkheid 1. laag 2. gemiddeld 3. hoog
Blootstelling 1. zelden/soms 2. vaak/continu	Gevaarsafwending 1. mogelijk 2. niet/nauwelijks mogelijk

Omdat er vaak onduidelijkheid bestaat over het gebruik van de risicograaf wordt hieronder per risicofactor een uitleg gegeven van de keuzemogelijkheden.

De ernstgraad, de E-factor, oftewel de mate van verwonding, is opgebouwd uit drie parameters, namelijk:

- E1 = lichte verwonding of schade aan de gezondheid (omkeerbaar), hierbij valt te denken aan een schram of blauwe plek op de ledematen
 E2 = zware verwonding of schade aan de gezondheid (onomkeerbaar), denk aan snijwonden, botbreuken, blijvende invaliditeit en ook aan beroepsziekten
 E3 = dood van een of meerdere personen

Bij het bepalen van de ernstgraad (E) gaat het er uiteraard om, om gezien het betreffende gevaar te bepalen wat **het zwaarst voorzienbare letsel of de zwaarst voorzienbare schade**

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

aan de gezondheid is die kan optreden. De mogelijkheid tot afwenden mag hier nog niet in beschouwing genomen worden!

Bijvoorbeeld: bij het zaagblad van een lintzaag kan men een snijwond aan de vinger oplopen als men snel terugtrekt, maar het zwaarst voorzienbare letsel is het afzagen van een vinger of een ander ledemaat. Dus de ernstgraad wordt in dit geval E2.

De blootstelling, de B-factor, is opgebouwd uit twee parameters, namelijk:

- de frequentie waaraan de bediener aan het gevaar wordt blootgesteld;
- de tijdsduur van de bewuste blootstelling.

Dat betekent dat bij het bewuste gevaar en de bijbehorende bedrijfsmodus van de machine moet worden gekeken wat de categorie van beide aspecten is. Daarna zal de hoogste categorie moeten worden gebruikt in de risicograaf.

De frequentie van de blootstelling kan als volgt worden gespecificeerd:

B1 = zelden tot soms (vanaf bijvoorbeeld 1 maal per week)

B2 = vaak tot continu (bijvoorbeeld aantal malen per dag)

De duur van de blootstelling kan als volgt worden gespecificeerd:

B1 = slechts een korte tijd (vanaf bijvoorbeeld 5 minuten per maand)

B2 = langdurig (bijvoorbeeld onderhoud bij gedeeltelijk geopende en draaiende machine van 1 uur per week)

De waarschijnlijkheid, de W-factor, voorspelt de kans op een gevaarlijke gebeurtenis:

W1 = laag (waarschijnlijk niet)

W2 = gemiddeld (komt voor)

W3 = hoog (komt vaak voor)

Houd bij de bepaling van de W-factor rekening met:

- betrouwbaarheid (veiligheidsvoorzieningen);
- mogelijkheid om veiligheidsvoorzieningen te omzeilen;
- ongevallenhistorie;
- risicovergelijking met gelijksoortige machines.

Hierbij moet men bedenken dat het optreden van een gevaarlijke gebeurtenis een technische of een menselijke oorzaak kan hebben.

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

De gevaarsafwending, de G-factor, geeft aan of het mogelijk is om het gevaar te ontwijken:

G1 = gevaar afwenden mogelijk onder bepaalde omstandigheden

G2 = gevaar afwenden nauwelijks mogelijk

De factoren die de gevaarsafwending bepalen, zijn:

- waarnemen van de gevaarlijke situatie (zintuiglijke indruk);
- herkennen van de gevaarlijke situatie (begrijpen wat die situatie inhoudt);
- mogelijkheden tot beoordelen van de situatie (bewust worden);
- mogelijkheden tot onttrekken aan de gevaarlijke situatie of het gevaar in relatie tot de snelheid van het optredend gevaar (reactietijd).

Wanneer voor een geïdentificeerd gevaar de risicofactoren (E/B/W/G) zijn vastgesteld, volgt bij invulling in de risicograaf het bijbehorende risiconiveau. In de onderstaande tabel is een risiconiveau-indeling gemaakt waarbij een classificatie wordt gegeven over de hoogte van het risico.

Tabel: Interpretatie van de risiconiveaus

Klasse	Risiconiveau	Omschrijving
1	1-4	Laag
2	5-7	Middelgroot
3	8-10	Groot
4	11-14	Zeer groot

De vier classificaties van het risico lopen van laag, middelgroot, groot tot zeer groot. Het valt aan te bevelen om risicoreducerende maatregelen te nemen als het bewuste risico boven het niveau 4 uitstijgt.

Voor de machine waarvan de risico's zijn beoordeeld, ontstaat na het bepalen van de risicofactoren voor elk geïdentificeerd gevaar een overzicht met de risiconiveaus. Een voorbeeld van een dergelijk overzicht is te zien in onderstaande tabel.

Risicobeoordeling volgens EN 1050

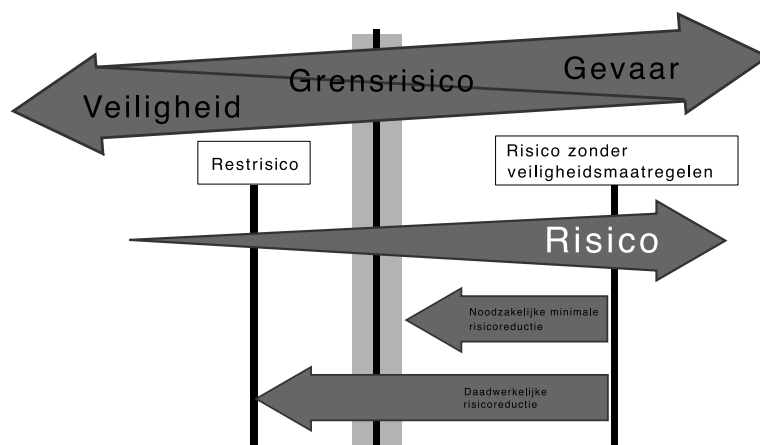
Nr.	Ref. EN 1050	Gevaar	Gevaarlijke situatie	Locatie op de machine	Letsel	Gebruiksfase	E	B	W	G	Risico- niveau

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

4.5.4. Risico-evaluatie

Na de risicoschatting per geïdentificeerd gevaar moet een risico-evaluatie worden uitgevoerd om te bepalen of een risicoverlaging is vereist of dat een voldoende veiligheidsniveau is bereikt. Het is de bedoeling dat het restrisico, nadat de benodigde risicoreducerende maatregelen zijn genomen, beneden het toelaatbare risico (grensrisico) komt.

Indien verdere risicoverlaging wordt vereist, moeten geschikte veiligheidsmaatregelen (zie paragraaf 4.6. van dit handboek) worden gekozen en toegepast, en de procedure van de risicobeoordeling worden herhaald. Tijdens dit iteratieve proces is het voor de ontwerper belangrijk te controleren of door toepassing van nieuwe veiligheidsmaatregelen, aanvullende gevaren worden gecreëerd. Indien aanvullende gevaren kunnen optreden, moeten zij aan de lijst met geïdentificeerde gevaren worden toegevoegd.



Figuur 4.3: Relatie tussen het grensrisico en de risicoreductie (bron: Pilz GmbH & Co.)

Het bepalen of de gevonden risico's laag genoeg zijn om te kunnen spreken van een aanvaardbaar risico (aanvaardbare machineveiligheid) kan op twee manieren:

1. Bekijk of het gevonden risiconiveau kleiner is dan het voor dat gevaar gewenste grensrisico.
2. Vergelijk het gevonden risiconiveau met het risiconiveau van een overeenkomstige machine.

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

Ad. 1 Een voldoende veiligheidsniveau is bereikt als het risiconiveau van het geïdentificeerde gevaar zich op of onder de grens van het toelaatbare (aanvaardbare) risico bevindt. Dit zogenaamde grensrisico is afhankelijk van:

- a) de persoonlijke ervaringen van de uitvoerende personen met gevaren;
- b) de maatschappelijke acceptatie van gevaren;
- c) de betreffende groep personen (bijvoorbeeld kinderen of zieken).

Dit is natuurlijk een vrij theoretisch verhaal dat per branche misschien zou kunnen gelden, maar er zijn bij ons geen branches bekend die hierover cijfermateriaal beschikbaar hebben gesteld.

Ad. 2 Als onderdeel van het risicobeoordelingsproces kunnen de risico's verbonden aan de machine worden vergeleken met die van een gelijksoortige machine, vooropgesteld dat aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- de gelijksoortige machine is veilig;
- het bedoelde gebruik en de wijze waarop beide machines zijn geconstrueerd, zijn vergelijkbaar;
- de technische specificaties zijn vergelijkbaar;
- de gebruiksomstandigheden zijn vergelijkbaar.

Het gebruik van deze vergelijkingsmethode sluit de noodzaak niet uit om de risicobeoordeling, zoals beschreven in deze norm EN 1050, voor specifieke gebruiksomstandigheden uit te voeren (bij een risicovergelijking van bijvoorbeeld een lintzaag voor het snijden van vlees met een lintzaag voor het zagen van hout, moeten de risico's verbonden met het verschillende materiaal worden beoordeeld).

Er zijn op dit moment al meerdere onderzoeken bekend naar de veiligheid van CE-geмарkeerde machines in de praktijk en telkens blijkt dat een zeer groot percentage (>70%) gebreken vertoont. Ook deze constatering moet voor de ontwerper/beveiligers van een machine reden zijn om het risicovergelijkingsprincipe alleen dan toe te passen wanneer men 100% zeker is van de juistheid van de veiligheidsniveaus van de machine waarmee wordt vergeleken.

Een in de praktijk toegepaste vorm van risico-evaluatie bestaat uit de volgende stappen:

1. Toets of voldaan wordt aan de minimale veiligheidseisen uit de voor de machine van toepassing zijnde Europese richtlijn, dus de Machinerichtlijn of de Arbeidsmiddelenrichtlijn.
2. Toets of voldaan wordt aan de actuele Europese normen die op de machine/het arbeidsmiddel van toepassing zijn.

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

Ad. 1 Toets voor elk geïdentificeerd gevaar of het wordt beschreven in de (wettelijk verplichte) technische eisen van de richtlijn waaraan de machine (of het arbeidsmiddel) moet voldoen. In het geval van de Machinerichtlijn en de Arbeidsmiddelenrichtlijn moet respectievelijk worden getoetst aan de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen (Bijlage I, Richtlijn 98/37/EG) of de minimale veiligheidseisen (Bijlage I, Richtlijn 89/655/EEG).

Als het betreffende gevaar wordt beschreven in de voorschriften van de betreffende richtlijn dient dit gevaar in de risicoreductiefase te worden aangepakt. Dit is van groot belang omdat de minimale veiligheidseisen het absolute minimum zijn waaraan de fabrikant/werkgever moet voldoen.

Ad. 2 Toets voor elk geïdentificeerd gevaar of het wordt beschreven in de Europese normen waaraan de machine (of het arbeidsmiddel) moet voldoen. Zowel in het geval van de Machinerichtlijn als de Arbeidsmiddelenrichtlijn kunnen de Europese EN-normen worden toegepast.

Deze normen zijn vrijwillig; fabrikanten/werkgevers blijven in het toepassen van normen vrij. Voor de producten die overeenkomstig de normen worden gefabriceerd/aangepast, bestaat er wel een vermoeden van overeenstemming met de essentiële eisen.

Indien uit de hierboven genoemde risico-evaluatie gevaren naar voren komen waarvan het risico moet worden gereduceerd, zal de fabrikant/werkgever risicoreducerende maatregelen moeten toepassen. Over de methode van risicoreductie wordt gesproken in paragraaf 4.6.

Het risicoverlagingsproces kan worden afgesloten als aan de onderstaande voorwaarden volgens EN 1050 is voldaan.

Met het bereiken van de volgende voorwaarden kan worden aangetoond dat het risicoverlagingsproces kan worden afgesloten:

- *het gevaar is verdwenen of het risico is verlaagd door:*
 - a) *wijziging van het ontwerp of vervanging door minder gevaarlijke materialen en stoffen;*
 - b) *technische beveiliging;*
- *de gekozen beveiliging is van een soort, waarvan is bewezen dat het voldoende bescherming biedt voor zijn bedoelde gebruik;*
- *de soort gekozen beveiliging is geschikt voor de toepassing in termen van:*
 - a) *de waarschijnlijkheid van uitschakelen of omzeilen;*
 - b) *de omvang van de mogelijke schade;*
 - c) *het hinderen bij de uitvoering van de vereiste taak;*

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

- de informatie over het bedoelde gebruik van de machine is voldoende duidelijk;
- de werkprocedures voor het gebruik van de machine zijn in overeenstemming met de mogelijkheden van het personeel dat de machine gebruikt of van andere personen die kunnen worden blootgesteld aan de gevaren die aan de machine zijn verbonden;
- de aanbevolen veilige werkprocedures voor het gebruik van de machine en de desbetreffende opleidingseisen zijn voldoende beschreven;
- de gebruiker is voldoende geïnformeerd over de overblijvende risico's in de verschillende levensfasen van de machine;
- indien persoonlijke beschermingsmiddelen worden aanbevolen, moet de noodzaak en de opleidingseisen voor het gebruik voldoende zijn beschreven;
- aanvullende voorzorgsmaatregelen zijn voldoende

EN 1050 van 1996, paragraaf 8.2

4.5.5. Documentering van de risicobeoordeling

Het is voor de fabrikant van groot belang om de risicobeoordeling nauwgezet te documenteren, omdat deze gegevens in verband met de juridische aansprakelijkheid bij ongelukken/verdenking een belangrijke rol zullen spelen. De autoriteiten zullen altijd het risicobeoordelingstraject onderzoeken op onvolkomenheden dan wel afwijkingen van de gevolgde procedure en willen beoordelen of de bereikte resultaten overeenkomen met de stand der techniek van dat moment.

De inhoud van de risicobeoordelingsdocumentatie wordt beschreven in de norm EN 1050 en omvat, indien van toepassing:

- a) de machine waarvoor de beoordeling is gedaan (bijvoorbeeld specificaties, begrenzingen, bedoeld gebruik);
 - elke relevante aanname (bijvoorbeeld belastingen, sterkten, veiligheidsfactoren);
- b) de geïdentificeerde (latente) gevaren;
 - de geïdentificeerde gevaarlijke situaties;
 - de gevaarlijke gebeurtenissen die in de beoordeling zijn betrokken;
- c) de informatie waarop de risicobeoordeling is gebaseerd;
 - de gebruikte gegevens en hun bronnen (bijvoorbeeld ongevalhistorie, ervaring verkregen door risicoverlaging bij gelijksoortige machines);
 - de onzekerheid verbonden aan de gebruikte gegevens en de invloed daarvan op de risicobeoordeling;
- d) de door veiligheidsmaatregelen te bereiken doelen;

4.5. Risicobeoordeling volgens de Europese norm EN 1050

- e) *de ingevoerde veiligheidsmaatregelen om de geïdentificeerde gevaren te elimineren of de risico's te verlagen (bijvoorbeeld uit normen of andere specificaties);*
- f) *het aan de machine verbonden overblijvende risico;*
- g) *het resultaat van de afsluitende risicobeoordeling.*

Norm EN 1050 van 1996, paragraaf 9

Deze documentatie kan onderdeel uitmaken van het technisch constructiedossier dat verplicht is in bijvoorbeeld de Machinerichtlijn. Ook in het kader van de Richtlijn arbeidsmiddelen is het van belang deze documentatie te archiveren. Dit omdat de Kaderrichtlijn 89/391/EEG in artikel 9 dit vereist en de lidstaten de mogelijkheid geeft om in hun nationale wetgeving de eisen aan genoemde documentatie vast te leggen.

In de volgende paragrafen worden de mogelijke risicoreductiemaatregelen uitgebreid aan de orde gesteld.

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

Nadat de risico's zijn geëvalueerd, moeten voor de onaanvaardbare risico's maatregelen ter reductie worden getroffen. Het is hierbij van belang om de dwingende volgorde te volgen die wordt beschreven in de van toepassing zijnde richtlijn. Zowel de Machinerichtlijn als de Kaderrichtlijn met haar Arbeidsmiddelenrichtlijn kent een bepaalde dwingende volgorde van maatregelen (zie ook paragraaf 4.3. t/m 4.4. van dit hoofdstuk).

Deze dwingende volgorde komt voor beide richtlijnen kort gezegd op het volgende neer:

1. Voorkom of beperk het gevaar bij de bron.
2. Breng collectieve beschermingsmaatregelen aan voor resterende risico's, zoals mechanische afschermingen, lichtschermen enz.
3. Voorzie de bediener indien nodig van individuele beschermingsmaatregelen, zoals maliënkolder, valhelm, veiligheidsbril enz.
4. Neem organisatorische maatregelen, zoals waarschuwingstickers, bedieningsinstructies enz. Voor in gebruik zijnde arbeidsmiddelen zal in de praktijk een wijziging in het ontwerp nauwelijks haalbaar zijn. Hier behoren afschermen en het aanbrengen van beveiligingsvoorzieningen wel tot de mogelijkheden. Waarna voor de nog overblijvende risico's individuele beschermingsmaatregelen en organisatorische maatregelen kunnen worden getroffen.

4.6.1. Risicoreductie volgens de Europese norm EN 292

De geharmoniseerde Europese norm EN 292 deel 1 en 2 is opgesteld om ontwerpers, fabrikanten en andere belanghebbenden (zoals werkgevers) de fundamentele veiligheidseisen te helpen interpreteren met het doel overeenstemming met Europese regelgeving op het gebied van machineveiligheid te bereiken.

EN 292 deel 1 behandelt de basisterminologie en de algemene ontwerpbeginsselen met betrekking tot de veiligheid van machines. Deze norm somt, zoals hieronder wordt geciteerd, enkele strategieën op om veiligheidsmaatregelen te selecteren en stelt vast dat deze veiligheidsmaatregelen een combinatie zijn van maatregelen die genomen worden in het ontwerpstadium en maatregelen die de gebruiker moet nemen.

Veiligheidsmaatregelen zijn een combinatie van maatregelen die in de ontwerpfase zijn genomen en maatregelen die door de gebruiker moeten worden genomen.

De ontwerper moet, onder alle omstandigheden, achtereenvolgens:

- de grenzen van de machine vastleggen;
- de gevaren identificeren en de risico's beoordelen;

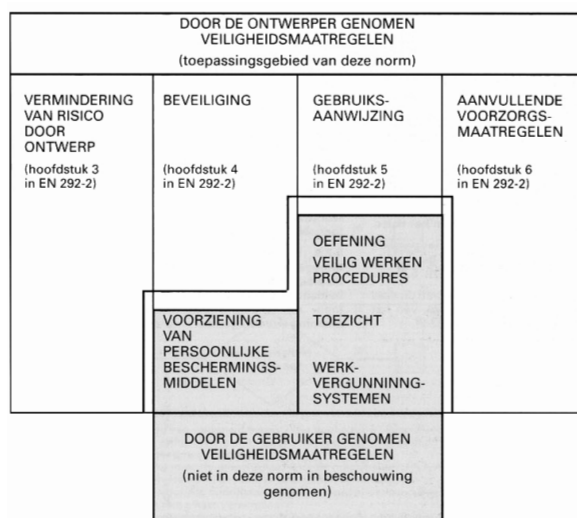
4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

- de gevaren wegnemen, of het risico zoveel mogelijk beperken;
- beveiligingen inbouwen tegen resterende risico's;
- de gebruiker informeren over de resterende risico's;
- alle noodzakelijke aanvullende voorzorgsmaatregelen in beschouwing nemen.

Alle maatregelen die in het ontwerpstadium kunnen worden genomen, verdienen de voorkeur boven alle maatregelen die door de gebruiker moeten worden genomen.

EN 292-1 van 1991, hoofdstuk 5

Figuur 4.4 (tabel 1 uit EN 292-1) laat duidelijk zien welke maatregelen (bij nieuwe machines) door de ontwerper en welke maatregelen door de gebruiker dienen te worden genomen. Deze indeling ontslaat de ontwerper niet van de verantwoordelijkheid om de gebruiker in de gebruikershandleiding duidelijk te informeren over de te gebruiken persoonlijke beschermingsmiddelen en te volgen werkprocedures.



Figuur 4.4: Verband tussen de verplichtingen van de ontwerper en van de gebruiker (bron: norm EN 292-1)

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

EN 292 deel 2 behandelt ook enkele basisbegrippen en bevat technische beginselen en beschrijvingen voor het beveiligen van machines met gebruikmaking van de beschikbare technieken. De norm bevat naast informatie over intrinsiek veilig ontwerpen ook duidelijke aanwijzingen om te komen tot een juiste keuze van afschermingen en veiligheidsvoorzieningen.

4.6.1.1. Risicoreductie door middel van veilig ontwerp

Zoals eerder in dit boek vermeld, is het verkleinen van risico's in de ontwerpfase van groot belang omdat hier met relatief kleine ingrepen zeer goede beveiligingsresultaten kunnen worden bereikt.

Het verkleinen van risico's door het ontwerp bestaat uit de volgende handelingen, die afzonderlijk of gecombineerd kunnen worden uitgevoerd:

1. Wegnemen of verminderen van zoveel mogelijk gevaren door een passende keuze van ontwerpkenmerken.
2. Beperken van de blootstelling van personen aan de gevaren door de noodzaak voor bedieners om in de gevaarlijke zones in te grijpen, te verminderen.

Voor beide principes geeft de norm EN 292-2 van 1991 een overzicht van de aspecten waar tijdens het ontwerp rekening mee kan worden gehouden en werkt deze meer gedetailleerd uit. Zie hieronder.

Ad.1 Mogelijkheden om gevaren weg te nemen of te verminderen door de keuze van de ontwerpkenmerken:

- vermijden van scherpe kanten en hoeken, uitstekende delen, enz.;
- intrinsiek veilig ontwerp;
- rekening houden met ontwerpregels, gegevens over materiaaleigenschappen;
- gebruik van intrinsiek veilige technologieën, processen, energievoorzieningen;
- toepassing van beginsel van positieve mechanische invloed;
- rekening houden met ergonomische beginselen;
- toepassing van veiligheidsbeginselen bij het ontwerpen van besturingssystemen;
- voorkoming van gevaren door pneumatische en hydraulische uitrusting;
- voorkoming van elektrisch gevaar.

Ad. 2 Mogelijkheden om de blootstelling van personen aan gevaren te beperken

- verhoging van de betrouwbaarheid van alle onderdelen;
- mechanisering/automatisering van handelingen voor vullen (toevoer)/leegmaken(afvoer).

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

Het voert te ver om alle hierboven genoemde aspecten diepgaand te behandelen, toch wordt aan het aspect veiligheidsbeginselen bij het ontwerpen van besturingssystemen in hoofdstuk 5 nog nader aandacht besteed.

4.6.1.2. Risicoreductie door toepassing van beveiligingen

Om personen te beschermen tegen gevaren die in redelijkheid niet kunnen vermeden of onvoldoende door het ontwerp beperkt worden, moet een afscherming of veiligheidsvoorziening worden gebruikt. Daarbij kan gekozen worden uit onderstaande mogelijkheden.

De volgens de norm EN 292-1 toepasbare afschermingen zijn:

1. Vaste afscherming.
2. Beweegbare afscherming.
3. Instelbare afscherming (vaste of beweegbare afscherming met instelbare delen).
4. Blokkeerscherm (beweegbare afscherming met blokkering).
5. Blokkeerscherm met vergrendeling (beweegbare afscherming met blokkering en vergrendeling).
6. Bedieningsscherm (beweegbare afscherming die bij sluiting de machine in werking stelt).

De eerste drie items zijn puur mechanische maatregelen, terwijl de laatste 3 behoren tot de besturingstechnische veiligheidsmaatregelen. Indien gebruik wordt gemaakt van oplossing 4 t/m 6 zal de ontwerper hiervan een risicobeoordeling moeten uitvoeren volgens de norm EN 954-1 om te bepalen hoe betrouwbaar het circuit moet worden uitgevoerd. Deze methode wordt in paragraaf 4.7. van dit boek behandeld.

Een veiligheidsvoorziening is een voorziening (anders dan een afscherming) die een risico wegneemt of vermindert, zelfstandig of samen met een afscherming.

Als veiligheidsvoorziening noemt de norm EN 292-1 de volgende mogelijkheden:

1. **Blokkering:** mechanische, elektrische of andere voorziening die het in werking zijn van de machine onder bepaalde omstandigheden verhindert.
2. **Vrijgavevoorziening:** bedieningsorgaan dat tijdens het in werking zijn van de machine ononderbroken moet worden bekrachtigd en automatisch in de stopstand terugkeert als het wordt losgelaten, ook wel hold-to-run schakelaar genoemd.
3. **Besturingsorgaan dat moet worden vastgehouden:** besturingsunit die de machine-onderdelen in werking stelt en slechts in werking laat zijn zolang de vrijgavevoorziening (2) is bekrachtigd.

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

4. **Tweehandenbediening:** besturingsorgaan dat ten minste de gelijktijdige bekrachtiging van twee bedieningsorganen vereist om de machine in werking te stellen en te houden.
5. **Naderingsschakelaar*:** een voorziening die ervoor zorgt dat de machine of machineonderdelen tot stilstand of in een veilige toestand wordt of worden gebracht, indien een persoon of een deel van het lichaam een veilige grens (rond de gevarenszone) overschrijdt, bijv. een lichtscherm.
6. **Mechanische blokkeervoorziening:** voorziening waarmee een mechanisch obstakel in het bewegingsmechanisme van de machine wordt gebracht en hierdoor de beweging verhindert.
7. **Begrenzingsvoorziening:** voorziening die verhindert dat de machine of bepaalde onderdelen een bepaalde grens overschrijdt of overschrijden, waarbij gedacht kan worden aan druk/temperatuurbewaking maar ook aan eindschakelaars.
8. **Bewegingsbeperkend besturingsorgaan:** besturingsorgaan waarvan de bekrachtiging slechts een beperkte beweging van een machineonderdeel toelaat, bijv. stap-voor-stapbedrijf of bedrijf met geringer vermogen.

* Naderingsschakelaars kunnen:

- mechanisch worden aangestuurd: bijv.: schakeldraad, telescopische voelers, drukgevoelige voorzieningen,
- niet-mechanisch worden aangestuurd: bijv.: foto-elektrische voorzieningen, voorzieningen die voor het detecteren gebruik maken van capacitieve, ultrasone of dergelijke middelen.

Indien gebruik wordt gemaakt van veiligheidsvoorzieningen 1 t/m 5 of 7 t/m 8 zal de ontwerper hiervan een risicobeoordeling moeten uitvoeren volgens de norm EN 954-1 om te bepalen hoe betrouwbaar het circuit moet worden uitgevoerd. Deze methode wordt in paragraaf 4.7. van dit boek behandeld.

De keuze van het type afscherming of veiligheidsvoorziening is afhankelijk van alle hieronder genoemde aspecten:

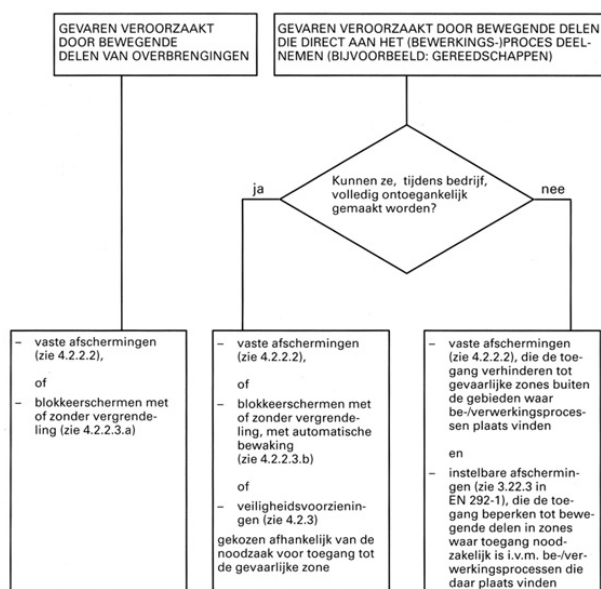
1. De uitkomsten van de risicobeoordeling van de machine.
2. De noodzaak van toegang van de bediener tot de gevarenszone tijdens de gewone werking en/of andere personen bij verdere werkzaamheden.
3. De uitvoering van veiligheidsvoorzieningen volgens de voor de betreffende machine geldende type C-norm.

Bij de keuze van een geschikte beveiliging voor een bepaald type machine of een bepaalde gevaarlijke zone moet worden bedacht dat een vaste afscherming eenvoudig is en moet worden toegepast indien het niet nodig is dat de bediener toegang heeft tot de gevaarlijke zone tijdens de gewone werking (d.w.z. wanneer geen storingen optreden) van de machine.

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

Naarmate frequenter toegang nodig is, wordt het ongemak dat het gevolg is van het verwijderen en weer aanbrengen van een vaste afscherming groter totdat het zo groot is dat bijvoorbeeld een beweegbaar blokkeerscherm of een naderingsschakelaar zou moeten worden gebruikt.

Figuur 4.5 (tabel 2 uit EN 292-2) geeft een richtlijn voor de keuze van beveiligingen tegen gevaren veroorzaakt door bewegende delen.



Figuur 4.5: Richtlijnen voor de keuze van beveiligingen tegen gevaren veroorzaakt door bewegende delen (bron: norm EN 292-2)

Daarnaast schrijft EN 292-2 – afhankelijk van de noodzaak tot toegang van de bediener tijdens de gewone werking van de machine – de volgende keuze van de veiligheidsvoorziening voor:

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

1. Indien de bediener geen toegang tot de gevaarlijke zone hoeft te hebben tijdens de gewone werking, behoort een keuze uit de volgende beveiligingen te worden gemaakt:
 - a) vaste afscherming;
 - b) blokkeerscherm;
 - c) zelfsluitende afscherming;
 - d) naderingsschakelaar met een gevoelig scherm of barrière.
2. Indien toegang tot de gevaarlijke zones tijdens de gewone werking noodzakelijk is, behoort een keuze uit de volgende beveiligingen te worden gemaakt:
 - a) blokkeerscherm;
 - b) naderingsschakelaar;
 - c) instelbare afsluiting;
 - d) zelfsluitende afscherming;
 - e) tweehandenbediening;
 - f) bedieningsscherm.
3. Indien toegang tot de gevaarlijke zone nodig is voor in- en afstellen, programmeren, wisselen van proces, opsporing van defecten, reinigen en onderhoud van de machine, behoort men de volgende veiligheidsmaatregelen in acht te nemen:
 - a) Voor zover mogelijk moeten de machines zo zijn ontworpen dat de beveiligingen die voor de bescherming van de bediener zijn aangebracht ook de veiligheid kunnen waarborgen van het personeel dat belast is met in- en afstellen, programmeren, enz. zonder dat zij in de uitvoering van hun taak worden belemmerd.
 - b) Indien dit niet mogelijk is (bijvoorbeeld indien het nodig is om vaste afschermingen te verwijderen of om veiligheidsvoorzieningen buiten werking te stellen, terwijl de machine nog in werking kan zijn), moet de machine zijn voorzien van geschikte middelen die het gevaar zoveel mogelijk verminderen en waarbij gebruik wordt gemaakt van een handbediening volgens 3.7.10 van EN 292-2.

In verband met het belang van de in punt 1 t/m 3 genoemde beveiligingsmethoden wordt hierop in hoofdstuk 5 dieper ingegaan.

4.6.1.3. Risicoreductie door informeren van de gebruiker

Gebruikers moeten worden geïnformeerd over en gewaarschuwd voor resterende gevaren, dat wil zeggen de gevaren die niet geheel effectief kunnen worden weggenomen in het ontwerp of door het toepassen van beveiligingstechnieken. De aanwijzingen en waarschuwingen moeten

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

de procedures en bedrijfstoestanden beschrijven waarmee de relevante gevaren kunnen worden weggenomen, moeten aangeven of een speciale opleiding vereist is en of het nodig is persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken.

Informatie voor de gebruiker bestaat uit communicatieve middelen zoals teksten, woorden, tekens, signalen, symbolen of diagrammen, die afzonderlijk of in combinatie worden gebruikt om informatie over te dragen aan de gebruiker. De informatie is op professionele en/of niet-professionele gebruikers gericht.

Algemene regels

De informatie voor de gebruiker moet duidelijk het gebruik aangeven waarvoor de machine is bedoeld en moet alle aanwijzingen bevatten die nodig zijn om een veilig en juist gebruik van de machine te waarborgen. De informatie mag bepaalde gebruiksmogelijkheden (die in redelijkheid op basis van het ontwerp en de omschrijving zijn te verwachten) niet uitsluiten, en moet tevens een adequate waarschuwing geven tegen risico's die inherent zijn aan gebruiksmogelijkheden die niet omschreven zijn in de gebruiksaanwijzing.

De informatie voor de gebruiker mag geen compensatie voor onvolkomenheden in het ontwerp vormen.

Informatie voor de gebruiker moet, afzonderlijk of in combinatie, het vervoer, het in gebruik nemen (assembleren, installeren en afstellen), het gebruik (instellen, programmeren of wissen van proces, werken, reinigen, opsporing van defecten en onderhouden) van de machine en, indien noodzakelijk, het buiten gebruik stellen, het ontmantelen en het verwijderen behandelen.

Signalen en waarschuwingsvoorzieningen

Zichtbare signalen, zoals knipperlichten, en hoorbare signalen, zoals sirenes, kunnen worden gebruikt om te waarschuwen voor een dreigende gevaarlijke gebeurtenis zoals het in werking komen van een machine of een te hoge snelheid.

Waarschuwingssignalen moeten zo zijn ontworpen en geplaatst dat zij eenvoudig zijn te controleren. De gebruiksaanwijzing moet voorschrijven dat de waarschuwingsvoorzieningen regelmatig worden gecontroleerd.

Ontwerpers moeten zich bewust zijn van de risico's van verzadiging van de zintuiglijke waarneming die wordt veroorzaakt door het te vaak geven van zichtbare en hoorbare signalen; dit kan ook leiden tot het buiten werking stellen van waarschuwingsvoorzieningen.

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

Aanduidingen, tekens (pictogrammen), schriftelijke waarschuwingen

Naast opschriften voor de herkenning van de machine (fabrikantnaam, bouwjaar enz.) en de voorschriften (CE-merkteken, enz.) waaraan wordt voldaan, moeten er opschriften zijn aangebracht voor het veilige gebruik van de machine, bijvoorbeeld:

- maximale snelheid van draaiende delen;
- maximale middellijn van gereedschappen;
- massa (van afneembare delen);
- de noodzaak om persoonlijke beschermingsmiddelen te dragen;
- gegevens voor het instellen van afschermingen;
- inspectiefrequentie.

Informatie die direct op de machine is aangebracht, behoort permanent te zijn en leesbaar te zijn gedurende de gehele verwachte levensduur van de machine.

Schriftelijke waarschuwingen moeten worden gesteld in de taal of talen van het land waar de machine gaat worden gebruikt en, op verzoek, in de taal of talen die door de bedieners worden begrepen.

Over de eisen die worden gesteld aan een gebruiksaanwijzing is reeds verteld in hoofdstuk 1 van dit boek.

4.6.1.4. Risicoreductie door het nemen van aanvullende maatregelen

In de norm EN 292-2, hoofdstuk 6 wordt als laatste risicoreductiestap het nemen van aanvullende maatregelen genoemd. Deze maatregelen kunnen als volgt worden onderverdeeld:

1. Voorzorgsmaatregelen met het oog op noodsituaties, zoals:
 - a) noodstopvoorziening;
 - b) voorzorgsmaatregelen voor ontsnapping en redding van ingesloten personen.
2. Voorzieningen die bijdragen tot veiligheid, zoals:
 - a) voorzieningen voor de onderhoudsmogelijkheid van de machine;
 - b) voorzieningen voor het afsluiten en afvoeren van energie;
 - c) voorzieningen voor gemakkelijke en veilige omgang met machines en de zware onderdelen ervan;
 - d) voorzieningen voor de veilige toegang tot machines;
 - e) voorzieningen voor de stabiliteit van machines en onderdelen ervan;
 - f) voorzieningen voor diagnosesystemen om defecten op te sporen en te herstellen.

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

Ad. 1 Voorzorgsmaatregelen met het oog op noodsituaties

a) Noodstopvoorziening

Zowel de Machinerichtlijn als de Arbeidsmiddelenrichtlijn eist dat iedere machine (met een aantal uitzonderingen) is voorzien van een of meer noodstopvoorzieningen om zich voordoende of dreigende gevaarlijke situaties af te wenden. Hierom is de noodstopvoorziening op dit moment wel de meest bekende beveiligingsmaatregel op een machine.

Het feit dat de noodstopvoorziening wordt genoemd onder het kopje 'Aanvullende voorzorgsmaatregelen' geeft duidelijk aan dat de ontwerper/werkgever eerst de andere maatregelen (bronbestrijding, -beveiliging en informatie) moet toepassen. Een noodstopvoorziening is een puur ondersteunende veiligheidsfunctie waarover in hoofdstuk 5 meer wordt verteld.

b) Voorzorgsmaatregelen voor ontsnapping en redding van ingesloten personen

Wanneer het dan toch om de een of andere reden fout is gegaan en er wordt een persoon ingesloten of bekneeld, dan zijn onderstaande voorzorgsmaatregelen noodzakelijk:

- ontsnappingswegen en schuilplaatsen in installaties waar gevaar bestaat voor het insluiten van de bediener;
- de mogelijkheid om, na een noodstop, bepaalde delen met de hand te bewegen;
- de mogelijkheid om de beweging van bepaalde delen om te keren.

Ad. 2 Voorzieningen die bijdragen tot veiligheid

a) Voorzieningen voor de onderhoudsmogelijkheid van de machine

Bij het ontwerp moet met de volgende factoren in verband met onderhoud rekening worden gehouden:

- toegankelijkheid van inwendige delen;
- gemak van hanteren en menselijke mogelijkheden;
- beperking van het aantal benodigde gereedschappen en van de uitrusting;
- overzichtelijkheid.

b) Voorzieningen voor het afsluiten en afvoeren van energie

In het bijzonder met het oog op onderhoud en reparatie moeten machines zijn uitgerust met de technische middelen voor de afsluiting van de energievoorziening(en) en voor de afvoer van opgeslagen energie, door de volgende maatregelen:

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

- i) Het afsluiten van de machine van iedere energiebron. De onderbreking moet ofwel zichtbaar zijn (zichtbare onderbreking in de leidingen van de energiebron) ofwel zichtbaar worden gewaarborgd doordat het mogelijk is de stand van het bedieningsorgaan op de onderbrekende eenheid te controleren, en het moet duidelijk worden gemaakt welke delen van de machine zijn afgesloten.
- ii) Indien nodig (bijvoorbeeld voor grote machines of in installaties) het blokkeren van alle onderbrekende eenheden in de onderbrekende stand.
- iii) Het nemen van maatregelen waardoor ervoor wordt gezorgd dat er na de isolatiepunten:
 - geen potentiële energie meer aanwezig is (bijvoorbeeld elektrisch vermogen, vloeistof- of gasdruk, of mechanisch vermogen dat vrij kan komen);
 - geen kinetische energie meer aanwezig is (bijvoorbeeld onderdelen die door hun traagheid kunnen blijven bewegen).
- iv) Het controleren van het resultaat van de onder c) genoemde maatregelen.

Door deze maatregelen wordt de machine in een toestand 'zonder energie' gebracht; door isolatie en afvoer van energie wordt een zeer hoog veiligheidsniveau bereikt.

c) Voorzieningen voor gemakkelijke en veilige omgang met machines en de zware onderdelen ervan

Machines en onderdelen daarvan die niet met de hand kunnen worden verplaatst of vervoerd, moeten zijn voorzien, of moeten kunnen worden voorzien van geschikte bevestigingsmiddelen voor het vervoer met behulp van hijswerktuigen.

d) Voorzieningen voor de veilige toegang tot machines

Machines moeten zo zijn ontworpen dat het bedienen en de uitvoering van alle gebruikelijke taken in verband met het instellen, onderhoud enz. zo mogelijk kan plaatsvinden door iemand die op de grond blijft.

Indien dit niet mogelijk is, moeten machines zijn voorzien van ingebouwde bordessen, trappen of andere voorzieningen om een veilige toegang voor de uitvoering van die taken te bieden, maar er moet voor worden gezorgd dat dergelijke bordessen of trappen geen toegang verschaffen tot de gevaarlijke zones van de machine. In gevallen waar de toegang minder frequent noodzakelijk is, kunnen vaste ladders met leuningen worden gebruikt.

e) Voorzieningen voor de stabiliteit van machines en onderdelen ervan

Machines en onderdelen ervan moeten zo zijn ontworpen dat ze stabiel zijn, d.w.z. dat ze niet omvallen en niet onopzettelijk kunnen worden verplaatst door trillingen, windkracht, stoten, of andere voorzienbare krachten van buitenaf, of interne dynamische krachten (massatraagheidskrachten, elektrodynamische krachten).

4.6. Risicoreductie: verplicht volgens de dwingende volgorde

f) Voorzieningen voor diagnosesystemen om defecten op te sporen en te herstellen

Indien mogelijk behoren diagnosesystemen die defecten kunnen helpen opsporen in het ontwerp te worden opgenomen. Dergelijke systemen verbeteren niet alleen de beschikbaarheid en de onderhoudbaarheid van de machine; zij verminderen ook de blootstelling van onderhoudspersoneel aan gevaren.

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

Op het moment dat er gekozen wordt voor een collectieve beschermingsmaatregel die besturingstechnisch is gerealiseerd, bijvoorbeeld een lichtscherm, schakelmat, een beweegbare afscherming, dient het risico van het falen van een dergelijk beschermingsmaatregel te worden beoordeeld. Dit dient te gebeuren met de Europese normen EN 954-1 en prEN 954-2 waarvan de hoofdprincipes in deze paragraaf worden uitgelegd.

4.7.1. EN 954-1: Algemene ontwerpbeginselen voor onderdelen van besturings-systemen met een veiligheidsfunctie

De geharmoniseerde Europese norm EN 954-1 is een type B-norm die dus van toepassing is op alle machines en de norm behandelt de algemene ontwerpbeginselen en -eisen, waaraan de veiligheidsfuncties van een machinebesturing ongeacht de toegepaste energiesoort (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, mechanisch) moeten voldoen.

In de norm EN 292-1, paragraaf 3.13, wordt duidelijk gemaakt wanneer we eigenlijk over een veiligheidsfunctie kunnen spreken:

Voor de veiligheid essentiële functies

De functies van een machine waarvan een defect het risico van letsel of van schade aan de gezondheid onmiddellijk doet toenemen.

Deze functies kunnen in twee categorieën worden ingedeeld:

a) *eigenlijke veiligheidsfuncties, speciaal bedoeld om de veiligheid te bereiken.*

VOORBEELDEN:

- *functies die het onbedoeld of onverwachts in werking stellen verhinderen (blokkering in combinatie met een afscherming....);*
- *functie die cycluserhaling verhindert;*
- *tweehandenbediening;*
- *enz.*

b) *veiligheidsbepalende functies, dat zijn andere dan eigenlijke veiligheidsfuncties.*

VOORBEELDEN:

- *met de hand bedienen van een gevaarlijk mechanisme tijdens het afstellen, waarbij veiligheidsvoorzieningen buiten werking zijn gesteld (zie 3.7.9 en 4.1.4 in EN 292);*
- *snelheids- of temperatuurregeling die de machine binnen veilige waarden laat werken.*

EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.13.1

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

Daarnaast wordt ook gesproken over ondersteunende veiligheidsfuncties:

Ondersteunende veiligheidsfunctie

Functies waarvan het defect raken niet onmiddellijk gevaar oplevert, maar het niveau van veiligheid verlaagt. Dit omvat met name het automatisch bewaken (zie 3.7.6 in EN-292-2) van een voor veiligheid essentiële functie (bijvoorbeeld het controleren van de juiste werking van een schakelaar die behoort bij een blokkering).

EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.13.2

Nog een voorbeeld van een ondersteunende veiligheidsfunctie is de noodstopvoorziening, alhoewel hier door engineers in de dagelijkse praktijk vaak anders over wordt gedacht. Toch blijkt duidelijk uit paragraaf 4.1.3 van de norm EN 418 dat de norm hier anders over denkt.

De noodstopvoorziening mag niet worden gebruikt als alternatief voor afdoende veiligheidsmaatregelen en evenmin als alternatief voor automatische beveiligingen. Wel mag deze voorziening worden gebruikt als ondersteunende veiligheidsvoorziening.

EN 418 van 1992, paragraaf 4.1.3

De uitwerking van fouten op het functioneren van de delen van een besturingssysteem met een veiligheidsfunctie is in de norm EN 954-1 ingedeeld in vijf categorieën (B, 1, 2, 3, 4) die als referentiepunten gebruikt dienen te worden. De categorieën kunnen volgens de inleiding van deze norm worden toegepast voor:

- de besturing van verschillende soorten machines van simpele producten (bijvoorbeeld keukenapparatuur) tot complexe installaties (bijvoorbeeld verpakkingsmachines);
- besturingssystemen van veiligheidsvoorzieningen (bijvoorbeeld tweehandenbediening en lichtschermen).

De keuze van de categorie is afhankelijk van de machine en de mate waarin besturingstaken worden toegepast voor de veiligheidsfuncties.

Bij de keuze van een categorie en het ontwerp van de besturingstaken met een veiligheidsfunctie zal de ontwerper minimaal de volgende informatie over de veiligheidsfunctie moeten vaststellen:

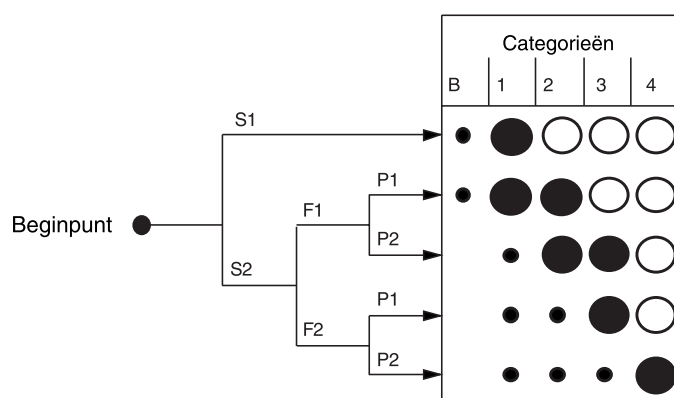
- de gekozen categorie(ën);
- de functionele kenmerken en de exacte rol die het onderdeel met de veiligheidsfunctie in de beschermingsmaatregelen vervult;

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

- de grenzen van het werkgebied van de veiligheidsfunctie;
- alle in ogenschouw genomen veiligheidsrelevante fouten;
- de veiligheidsrelevante fouten die van de beschouwing zijn uitgesloten en de toegepaste methoden waardoor de uitsluiting is gerechtvaardigd;
- alle relevante parameters met betrekking tot de betrouwbaarheid, zoals omgevingscondities;
- de gebruikte technologie(ën).

Gebruik van de categorieën als referentiepunt en de bovengenoemde vaststelling van de ontwerpbeschouwingen schept de mogelijkheid om de norm flexibel toe te kunnen passen. Tevens verschaft het een duidelijke basis waarop het ontwerp en het prestatieniveau van elke applicatie van veiligheidsfuncties in een besturingssysteem (en de machine) bepaald kan worden door bijv. derden of een intern of een extern onafhankelijk testbureau.

Hieronder vindt u de risicograaf, zoals deze is opgenomen in bijlage B van de norm EN 954-1, waarmee de categorie kan worden bepaald waaraan besturingstaken met een veiligheidsfunctie moeten voldoen.



Figuur 4.6: De risicograaf uit de norm EN 954-1 (bron: norm EN 954-1)

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

S. De mate van verwonding

Het gaat hierbij om het zwaarst voorzienbare letsel of schade aan de gezondheid dat kan optreden bij het optreden van een fout in de veiligheidsfunctie.

S1 Lichte (normaal omkeerbare) verwonding: bijvoorbeeld een kneuzing en/of rijtwond zonder complicaties.

S2 Ernstige (onomkeerbare) verwonding: inclusief de dood; bijvoorbeeld een amputatie van een lichaamsdeel.

F. De frequentie en/of blootstellingsduur aan gevaar

Hier moet men denken aan het aantal malen en de duur van het verblijf van de bediener in de gevaarlijke zone.

F1 Zelden tot vrij vaak en/of korte blootstellingsduur

F2 Veelvuldig tot continu en/of een lange blootstellingsduur

P. De mogelijkheid tot het afwenden van het gevaar

Dit is onder andere afhankelijk van de snelheid en frequentie waarmee het gevaar brengende deel beweegt en de afstand tot de gevaarlijke zone.

P1 Mogelijk onder bepaalde omstandigheden

P2 Nauwelijks mogelijk

Verklaring van de tekens in figuur 4.6:

B, 1 - 4 Categorie-indeling voor de besturingsdelen met een veiligheidsfunctie



Gewenste categorie voor het risiconiveau



Mogelijke categorieën indien gebruik is gemaakt van aanvullende maatregelen *



Overgedimensioneerde maatregelen voor het risiconiveau

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

- * Aanvullende maatregelen zijn bijvoorbeeld:
- overdimensionering of het gebruik van technieken die tot foutuitsluiting leiden;
 - het gebruik van dynamische zelfcontrole.

De eisen gesteld aan een besturingstaak met een veiligheidsfunctie zijn opgenomen in hoofdstuk 6 van de norm EN 954-1. In onderstaande tabel is een en ander samengevat weergegeven:

Cat.	Eisen gesteld aan het veiligheidscircuit	Systeemgedrag (1)	Basisprincipe voor het bereiken van de veiligheid
B	Onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie en/of haar beveiligingen en/of haar componenten dienen te worden ontworpen, geconstrueerd, geselecteerd, gemonteerd en gecombineerd in overeenstemming met de relevante normen, zodat zij de te verwachten invloeden kunnen weerstaan.	Wanneer er een fout optreedt, kan dit tot verlies van de veiligheidsfunctie leiden.	De keuze van de componenten.
1	Voldoen aan de eisen van categorie B. Gebruik van beproefde veiligheidscomponenten en veiligheidsprincipes. (2)	Zoals beschreven bij categorie B, maar met een hogere mate van betrouwbaarheid van de veiligheidsfunctie.	De keuze van de componenten.
2	Voldoen aan de eisen van categorie B en 1. De veiligheidsfuncties moeten met gepaste tijdsintervallen door de machinebesturing worden gecontroleerd. (2) N.B. Wat gepast is, hangt af van de toepassing en het soort machine.	- Het optreden van een fout tussen twee opeenvolgende controles kan leiden tot een verlies van de veiligheidsfunctie. - De fout wordt gedetecteerd tijdens de intervalcontrole.	De structuur.

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

Cat.	Eisen gesteld aan het veiligheidscircuit	Systeemgedrag (1)	Basisprincipe voor het bereiken van de veiligheid
3	Voldoen aan de eisen van categorie B en 1. Onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie dienen zodanig te zijn ontworpen, dat: - een enkele fout in de besturing niet kan leiden tot het verlies van de veiligheidsfunctie(s), en - indien praktisch mogelijk de enkele fout wordt gedetecteerd. (2)	- Als een enkele fout optreedt, wordt de veiligheidsfunctie altijd uitgeoefend. - Sommige maar niet alle fouten worden gedetecteerd. - Een opeenhoping van niet-gedetecteerde fouten kan tot het verlies van de veiligheidsfunctie leiden.	De structuur.
4	Voldoen aan de eisen van categorie B en 1. Onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie dienen zodanig te zijn ontworpen, dat: - een enkele fout in de besturing niet kan leiden tot het verlies van de veiligheidsfunctie(s), en - indien mogelijk, de fout wordt gevonden voordat (of tijdens) de veiligheidsfunctie wordt gevraagd. Als dit niet mogelijk is dan mag een opeenhoping van fouten niet tot verlies van de veiligheidsfunctie(s) leiden. (2)	- Wanneer fouten optreden, wordt de veiligheidsfunctie altijd uitgeoefend. - De fouten worden tijdig gedetecteerd waardoor verlies van veiligheidsfunctie(s) wordt voorkomen.	De structuur.

(1) In welke mate het aanvaardbaar is dat veiligheidsfuncties geheel of gedeeltelijk niet worden uitgeoefend, hangt af van de risicobeoordeling.

(2) Vanaf categorie 1 wordt er gesproken over het gebruik van beproefde veiligheidscomponenten en veiligheidsprincipes; dit omdat zowel in deze norm (paragraaf 6.2.2, opmerking 1) als in EN 60204-1 (paragraaf 12.3.5) de toepassing van software en elektronische componenten voor veiligheidsfuncties in de categorieën 1 t/m 4 als onbetrouwbaar worden geacht.

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

PS Op dit moment is het door de toepassing van een zogenaamde 'programmeerbare veiligheidsbesturing' type PSS en de 'veiligheidsveldbus' type SafetyBUS p van Pilz GmbH & Co., toch mogelijk om veiligheidsfuncties door een programmeerbare besturing uit te laten voeren. In hoofdstuk 6 wordt dieper op dit fenomeen ingegaan.

Nadat de besturingstechnische veiligheidsfuncties zijn ontworpen, zal de correcte werking ervan moeten worden gecontroleerd. Dit proces noemt men validatie en wordt beschreven in de norm prEN 954-2, waarover in de volgende paragraaf meer wordt verteld.

4.7.2. prEN 954-2: Algemene ontwerpbeginsselen voor onderdelen van besturings-systemen met een veiligheidsfunctie

De Europese norm prEN 954-2 is een type B-norm die dus van toepassing is op een breed scala van machines. De norm specificeert het validatieproces voor de veiligheidsfuncties van een machinebesturing ongeacht de toegepaste energiesoort (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, mechanisch).

Het doel van de validatie is te bepalen in welke mate de onderdelen van een besturings-systeem met een veiligheidsfunctie overeenstemmen met hun specificatie in de globale specificatie van de veiligheidseisen van de machine.

De validatie moet aantonen dat elk onderdeel met een veiligheidsfunctie aan de eisen van EN 954-1 voldoet, in het bijzonder:
de gespecificeerde veiligheidskenmerken van dat onderdeel zoals gepland in het ontwerp, en de vereisten van de vastgestelde categorie.

Validatie bestaat uit het toepassen van een analyse en, indien noodzakelijk, het uitvoeren van tests in overeenstemming met het validatieplan.

Met de analyse moet zo vroeg mogelijk begonnen worden en parallel met het ontwerpproces, zodat problemen in een vroeg stadium opgelost kunnen worden als ze nog relatief gemakkelijk op te lossen zijn. Het kan voor sommige analyses noodzakelijk zijn om ze uit te stellen tot het ontwerp goed ontwikkeld is.

De bijlagen A t/m E zijn informatief en gestructureerd zoals in de onderstaande tabel. In de bijlagen wordt informatie gegeven over beproefde veiligheidsprincipes en -componenten. Er worden ook lijsten gegeven van de fouten die onder bepaalde omstandigheden kunnen worden uitgesloten voor de toegepaste energiesoort (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, mechanisch).

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

Tabel met overzicht van de informatie in de bijlagen van prEN 954-2

Technologie	Lijst van basis-veiligheids-principes	Lijst van beproefde veiligheids-principes	Lijst van beproefde veiligheids-componenten	Lijst van fouten en foutuitsluitingen
Mechanisch	A.1	A.2	A.3	A.4
Pneumatisch	B.1	B.2	B.3 (leeg)	B.4
Hydraulisch	C.1	C.2	C.3	C.4
Elektrisch	D.1	D.2	D.3	D.4
Programmeerbaar elektronisch	E.1	E.2	E.3 (leeg - niet van toepassing)	E.4 (in voorbereiding)

Validatieverslag

Validatie door het uitvoeren van een analyse en tests moet in een verslag gedocumenteerd worden. Het verslag moet het validatieproces van elke veiligheidseis weergeven. Er mag naar andere documenten verwezen worden, op voorwaarde dat de verwijzingen duidelijk geïdentificeerd zijn. Voor elk systeem dat of elke component die niet in het validatieproces is opgenomen, moet het verslag weergeven in welke mate aan de norm is voldaan.

Validatie van categorieën

Met de validatie van de categorieën moet worden aangetoond dat aan de eisen is voldaan. Hoofdzakelijk zijn de volgende methodes toepasbaar:

- een analyse van de schakelschema's;
- tests van de eigenlijke schakeling en foutsimulatie van de eigenlijke componenten, in het bijzonder waar er twijfel bestaat in verband met de geïdentificeerde prestatie tijdens de analyse;
- een simulatie van het systeemgedrag, bijv. aan de hand van hardware- en/of software-modellen.

In sommige toepassingen vormen de onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie een complex geheel. Dan is het gewoonlijk noodzakelijk om de onderdelen met een veiligheidsfunctie in functiegroepen in te delen en deze groepen en hun interfaces aan foutsimulatietests te onderwerpen.

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

Om programmeerbare systemen te valideren, is het noodzakelijk om met andere factoren rekening te houden, bijv. systematische fouten, bijkomend bij de categorie-eisen. Validatie aan de hand van IEC 61508 is een manier om deze andere factoren te beschouwen.

Bij het uitvoeren van een validatie aan de hand van tests, kunnen de tests, waar van toepassing, uit de volgende zaken bestaan:

- foutinjectietest in een productieprototype;
- foutinjectietest in een hardwaremodel;
- simulatiefouten in de software;
- defect in een subsysteem, bijv. voedingsspanning.

Validatie van categoriespecificaties

Categorie B

De onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie moeten gevalideerd worden in overeenstemming met de fundamentele veiligheidsprincipes (zie A1, B1, C1, D1 en E1) door aan te tonen dat de specificatie, het ontwerp, de constructie en de keuze van de componenten voldoen aan EN 954-1, 6.2.1. Dit moet worden bereikt door te controleren dat de onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie in overeenstemming zijn met de specificaties die in de documenten voor validatie gegeven zijn.

Categorie 1

De onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie moeten gevalideerd worden door aan te tonen dat:

- a) ze voldoen aan de eisen van categorie B;
- b) de veiligheidscomponenten beproefd zijn (zie A3, B3, C3, D3) door ten minste aan een van de volgende voorwaarden te voldoen:
 - ze zijn wijd en zijd in gebruik met goede resultaten in gelijksoortige toepassingen;
 - ze zijn gemaakt aan de hand van principes die aantonen dat ze geschikt en betrouwbaar zijn voor veiligheidsgerelateerde toepassingen;
- c) beproefde veiligheidsprincipes (zie A2, B2, C2, D2, E2) correct zijn toegepast. Waar nieuw ontwikkelde principes zijn gebruikt, moet het volgende gevalideerd worden:
 - hoe de verwachte foutmodi zijn vermeden;
 - hoe fouten zijn vermeden of hoe de waarschijnlijkheid ervan gereduceerd is.

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

Categorie 2

De onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie voor categorie 2 moeten gevalideerd worden door aan te tonen dat:

- a) ze voldoen aan de eisen van categorie B;
- b) de gebruikte beproefde veiligheidsprincipes (indien van toepassing) voldoen aan de eisen van categorie 1 punt c;
- c) de controleapparatuur alle relevante fouten detecteert die een voor een zijn toegepast tijdens het controleproces en een besturingsactie genereert die:
 - een veilige toestand initieert, of indien dit niet mogelijk is,
 - een waarschuwing voor het gevaar geeft;
- d) als een programmeerbaar elektronisch systeem is gebruikt, het programmeerbaar elektronische systeem gevalideerd wordt volgens de eisen van IEC 61508;
- e) de test(s) uitgevoerd door controleapparatuur niet tot een onveilige toestand van de totale besturing leiden;
- f) het begin van de controle is uitgevoerd:
 - bij het opstarten van de machine en voordat een gevaarlijke situatie kan ontstaan, en
 - periodiek tijdens bedrijf als uit de risicobeoordeling en het soort bedrijf blijkt dat het noodzakelijk is.

Categorie 3

De onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie voor categorie 3 moeten gevalideerd worden door aan te tonen dat:

- a) ze voldoen aan de eisen van categorie B;
- b) de gebruikte beproefde veiligheidsprincipes (indien van toepassing) voldoen aan de eisen van categorie 1 punt c;
- c) een enkele fout niet tot het verlies van de veiligheidsfunctie leidt;
- d) enkele fouten worden gedetecteerd in overeenstemming met het ontwerp;
- e) als een programmeerbaar elektronisch systeem is gebruikt, het programmeerbaar elektronische systeem gevalideerd wordt volgens de eisen van IEC 61508.

Categorie 4

De onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie voor categorie 4 moeten gevalideerd worden door aan te tonen dat:

- a) ze voldoen aan de eisen van categorie B;
- b) de gebruikte beproefde veiligheidsprincipes (indien van toepassing) voldoen aan de eisen van categorie 1 punt c;
- c) een enkele fout niet tot het verlies van de veiligheidsfunctie leidt;

4.7. Beoordeling van besturingstechnische risico's volgens de Europese norm EN 954-1

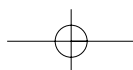
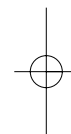
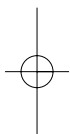
- d) enkele fouten worden gedetecteerd bij of voordat een beroep gedaan wordt op de veiligheidsfunctie;
- e) als d) niet mogelijk is, een opeenhoping van fouten niet tot het verlies van de veiligheidsfunctie(s) leidt. De mate van opeenhoping van fouten onder beschouwing moeten overeenstemmen met het ontwerp;
- f) als een programmeerbaar elektronisch systeem is gebruikt, het programmeerbaar elektronische systeem gevalideerd wordt volgens de eisen van IEC 61508.

Validatie van een combinatie van onderdelen met een veiligheidsfunctie

Waar de veiligheidsfunctie is uitgevoerd door twee of meer onderdelen met een veiligheidsfunctie, moet een validatie van de combinatie (door analyse of tests) worden gedaan om vast te stellen dat de combinatie de gespecificeerde prestatie van het ontwerp bereikt.

Inhoudsopgave

5.	Besturingstechnische beveiligings- en veiligheidsfuncties	
5.1.	Inleiding	3
5.2.	Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturingssystemen	5
5.2.1.	Algemene eisen	5
5.2.2.	Voeding van stroomketens	5
5.2.3.	Aansluiting van besturingstoestellen	7
5.2.4.	Voorkoming van gevaar door aardfouten	7
5.2.5.	Gebruikte kleuren van stroomgeleiders	8
5.2.6.	Aanleg van stroomketens	9
5.3.	Besturingstechnische beveiligingsfuncties	11
5.3.1.	Inleiding	11
5.3.2.	Beveiliging: overstroombewaking	11
5.3.3.	Beveiliging: overbelastingsbewaking	12
5.3.4.	Beveiliging: temperatuurbewaking	13
5.3.5.	Beveiliging: spanningsbewaking	14
5.3.6.	Beveiliging: toerentalbewaking	16
5.3.7.	Beveiliging: aardfout-/reststroombewaking	17
5.3.8.	Beveiliging: fasevolgordebewaking	19
5.3.9.	Beveiliging: overspanningsbewaking	20
5.4.	Besturingstechnische veiligheidsfuncties	21
5.4.1.	Inleiding	21
5.4.2.	Algemene veiligheidsbeginselen bij het ontwerp van besturingstechnische veiligheidsfuncties	23
5.4.3.	Veiligheid: blokkering	37
5.4.4.	Veiligheid: blokkeer- en bedieningsschermen	39
5.4.5.	Veiligheid: begrenzingsvoorzieningen	62
5.4.6.	Veiligheid: bewegingsbeperkende besturingsorganen	62
5.4.7.	Veiligheid: tweehandenbediening	68
5.4.8.	Veiligheid: mechanisch gestuurde naderingsschakelaars	73
5.4.9.	Veiligheid: niet-mechanisch gestuurde naderingsschakelaars (lichtschermen)	76
5.4.10.	Veiligheid: noodstopvoorziening	91
5.4.11.	Veiligheid: handmatige muting van veiligheidsvoorzieningen	100
5.4.12.	Valkuilen bij de uitvoering van besturingstechnische veiligheidsfuncties	106



5. Besturingstechnische beveiligings- en veiligheidsfuncties

5.1. Inleiding

De Machinerichtlijn heeft in haar bijlage I fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen opgenomen, waardoor bij naleving hiervan, een machine geen gevaar meer hoeft op te leveren voor de veiligheid en gezondheid van personen, dieren of goederen. De Arbeidsmiddelenrichtlijn doet in haar bijlage 1 hetzelfde waarbij gezegd mag worden dat de hoeveelheid eisen hier aanzienlijk kleiner is.

Het is de verantwoordelijkheid van de machinefabrikant/-ontwerper dan wel werkgever, de risico's die voor de machine gelden, te beoordelen en hiervoor reeds tijdens het ontwerp, bouw of verbouw passende oplossingen te kiezen. Deze oplossingen kunnen onder andere bestaan uit organisatorische, constructieve en besturingstechnische maatregelen.

Onvoldoende aandacht voor het ontwerp van besturingssystemen voor machines kan leiden tot niet voorziene en potentieel gevaarlijke werking van de machine.

Typische oorzaken van gevaarlijke werking van machines zijn:

- een ondeugdelijk ontwerp of een (onbedoelde of opzettelijke) verslechtering van de samenhang in het besturingssysteem;
- een tijdelijk of permanent defect of een storing van een of meer onderdelen van het besturingssysteem;
- een fluctuatie of storing in de energievoorziening van het besturingssysteem;
- een verkeerd ontwerp of verkeerde plaatsing van bedieningsorganen.

Typische voorbeelden van gevaarlijke werking van machines zijn:

- onbedoeld of onverwacht in werking komen;
- onbeheerste snelheidsveranderingen;
- bewegende delen die niet tot stilstand komen;
- het vallen of uitgestoten worden van bewegende delen van de machine of van een werkstuk dat op de machine is vastgezet;
- het buiten werking stellen van veiligheidsvoorzieningen.

Besturingssystemen moeten zijn voorzien van middelen die een veilig en gemakkelijk ingrijpen van de bediener mogelijk maken, dit vereist:

- een systematische analyse van de omstandigheden bij het in werking stellen en tot stilstand brengen van de machine;
- het voorzien in bijzondere bedrijfstoestanden, bijvoorbeeld:
 1. in werking stellen na gewoon tot stilstand te zijn gekomen;
 2. opnieuw in werking stellen na een onderbreking van de cyclus of na een noodstop;
 3. verwijderen van werkstukken die zich in de machine bevinden;
 4. het laten werken van een deel van de machine bij een storing in een machineonderdeel;

5.1. Inleiding

- het duidelijk aangeven van de opgetreden defecten in een elektronisch besturingssysteem met een beeldscherm;
- het rekening houden met de bijzondere vereisten voor ingewikkelde of samengestelde machines.

Er worden verschillende besturingstechnische functies op een machine gebruikt, waarbij onderscheid moet worden gemaakt tussen:

- functies die dienen voor de beveiliging van de machine of installatie zelf (beveiligingsfuncties);
- functies die dienen voor de veiligheid van de bediener of andere personen (veiligheidsfuncties).

De paragrafen 5.3. en 5.4. geven respectievelijk een overzicht van de mogelijke beveiligings- en veiligheidsfuncties. In paragraaf 5.2. wordt nader ingegaan op enkele basisveiligheidsbeginselen bij het ontwerp van besturingssystemen.

5.2. Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturings-systemen

5.2.1. Algemene eisen

Indien een storing of een defect in de elektrische uitrusting kan leiden tot een gevaarlijke situatie of tot schade aan de machine of aan het onderhanden werk, moeten passende maatregelen worden getroffen om de kans dat dit gevaar zich voordoet zo veel mogelijk te beperken. De vereiste maatregelen en de uitgebreidheid ervan, zowel op zichzelf staand als in combinatie, hangen af van het risiconiveau dat is verbonden aan de desbetreffende toepassing (zie 4.1).

Maatregelen ter vermindering van deze risico's zijn onder andere:

- *beveiligingstoestellen op de machine (bijv. blokkeerschermen, grenswaardeschakelaars);*
- *vergrendeling van de stroomketen;*
- *gebruik van schakeltechnieken en onderdelen waarvan de betrouwbaarheid in de praktijk is bewezen (zie 9.4.2.1);*
- *toepassing van gehele of gedeeltelijke redundantie (zie 9.4.2.2) of diversiteit (zie 9.4.2.3);*
- *voorziening van functionele beproevingen (zie 9.4.2.4).*

In het algemeen behoeft alleen aandacht te worden geschonken aan enkelvoudige storingen. Bij hogere risiconiveaus kan het noodzakelijk zijn, te voorkomen dat meer dan één storing leidt tot een gevaarlijke situatie.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.4.1

In de volgende paragrafen passeren enkele belangrijke basisveiligheidsbeginselen voor het ontwerp van besturingssystemen de revue. Ze zijn kort samengevat uit diverse hoofdstukken van de norm EN 60204-1 van 1997.

5.2.2. Voeding van stuurstroomketens

Voor de voeding van stuurstroomketens moeten transformatoren met gescheiden wikkelingen worden gebruikt. Indien meer dan één transformator is gebruikt, wordt aanbevolen de wikkelingen van deze transformatoren zo te verbinden dat de secundaire spanningen in fase zijn.

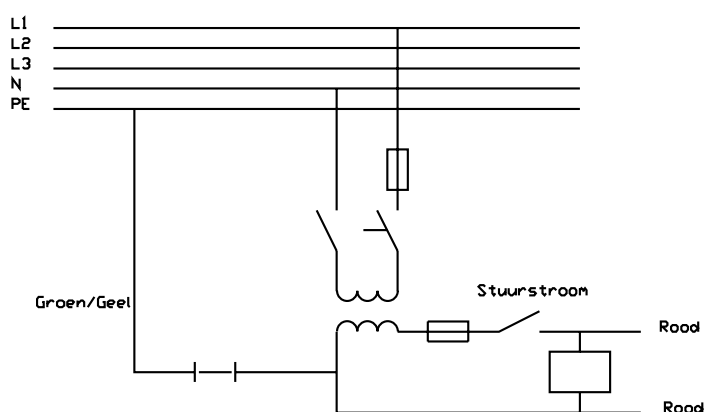
Indien gelijkspanningsstuurstroomketens zijn verbonden met de beschermingsketen, moeten deze worden gevoed vanaf een aparte wikkeling van de transformator van de (wisselspannings)stuurstroomketen of vanaf een andere stuurstroomtransformator.

5.2. Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturings-systemen

Transformatoren zijn niet verplicht voor machines met één motorstarter en maximaal twee besturingstoestellen (bijv. blokkeerinrichting, start/stopbedieningsstation).

Stroomgeleiders naar stuurstroomtransformatoren moeten tegen overstroom zijn beveiligd. De gekozen waarde van smeltveiligheden of de instelstroom van overstroombeveiligingstoestellen moet zo laag mogelijk worden gekozen, maar wel geschikt zijn voor de overstroom die kan optreden (bijv. bij het aanlopen van motoren of het inschakelen van transformatoren). Bij het kiezen moet tevens aandacht worden geschonken aan de beveiliging van de in de stuurstroomkring opgenomen schakeltoestellen bij overstroom (bijv. tegen het verkleven van de contacten ervan).

Eén methode ter bescherming tegen onbedoeld inschakelen ten gevolge van een isolatiedefect houdt in dat de door transformatoren gevoede stuurstroomketen aan één zijde wordt aangesloten op de beschermingsketen. Deze verbinding moet worden gemaakt bij de bron van de voeding van de stuurstroomketen. Figuur 5.1 laat een voorbeeld zien van een dergelijk TN-stelsel dat veel wordt toegepast.



Figuur 5.1: Schema van een TN-stelsel (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.2. Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturings-systemen

In stuurstroomketens die door een transformator worden gevoed waarvan één zijde van de secundaire wikkeling is verbonden met de beschermingsketen, is alleen in de niet-geaarde stroomgeleider een smeltveiligheid of overstroombeveiligingstoestel vereist.

5.2.3. Aansluiting van besturingstoestellen

Van stuurstroomketens is normaliter één zijde verbonden met de beschermingsketen. Daarbij moet één aansluitklem van de bedieningsspoel van elk elektromagnetisch werkend toestel of één aansluitklem van elk ander elektrisch toestel rechtstreeks met die zijde van de stuurstroomketen zijn verbonden.

Alle schakelfuncties (bijv. contacten) van besturingstoestellen die de spoel of het toestel bedienen, moeten zijn ingevoegd tussen de andere aansluitklem van de spoel of het toestel en de andere zijde van de stuurstroomketen (d.w.z. de zijde die niet is verbonden met de beschermingsketen).

De volgende **uitzonderingen** zijn toegestaan:

- contacten van beveiligingstoestellen (bijv. overbelastingsrelais) mogen zijn verbonden met de zijde die is verbonden met de beschermingsketen en de spoelen, mits de stroomgeleiders tussen deze contacten en de spoelen van de besturingstoestellen die door de relaiscontacten worden bediend, zich bevinden in hetzelfde omhulsel met de besturingstoestellen en de verbinding zo kort is en van een zodanige aard, dat een aardsluiting niet waarschijnlijk is;
- indien aardfouten worden gedetecteerd door een toestel voor isolatiebewaking.

5.2.4. Voorkoming van gevaar door aardfouten

Aardfouten in stuurstroomketens mogen niet leiden tot onbedoeld starten, potentieel gevaarlijke bewegingen of tot een situatie waarin de machine niet tot stilstand kan worden gebracht.

Om aan deze eis te voldoen, is normaliter een verbinding aangebracht tussen een zijde van de stuurstroomtransformator en de beschermingsketen. Stuurstroomketens die worden gevoed door een transformator en die niet zijn verbonden met de beschermingsketen, moeten zijn voorzien van een toestel voor isolatiebewaking dat of een aardfout signaleert of na een aardfout de stroomketen automatisch onderbreekt, zie ook paragraaf 5.3.7. van dit boek.

5.2. Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturings-systemen

Wanneer de stroomketen rechtstreeks is verbonden tussen de faseleiders van de voeding of tussen een faseleider en een nulleider die òf niet is geaard òf is geaard door een hoge impedantie, moeten meerpoleige stroomstroomschakelaars worden gebruikt die alle actieve stroomgeleiders onderbreken. Deze eis geldt voor het starten en stopzetten van machinefuncties die bij onbedoeld starten of een situatie waarin de machine niet tot stoppen kan worden gebracht, kunnen leiden tot een gevaarlijke situatie of tot schade aan de machine.

5.2.5. Gebruikte kleuren van stroomgeleiders

Stroomgeleiders moeten bij elk aansluitpunt geïdentificeerd kunnen worden in overeenstemming met de technische documentatie.

Indien kleurcodes worden gebruikt ter identificatie van stroomgeleiders, mogen de volgende kleuren worden gebruikt:

ZWART, BRUIN, ROOD, ORANJE, GEEL, GROEN, BLAUW (met inbegrip van LICHTBLAUW), VIOLET, GRIJS, WIT, ROZE, TURQUOISE

Indien verwarring met de tweekleurige combinatie GROEN-GEEL mogelijk is, mag de kleur GROEN of GEEL om veiligheidsredenen niet worden gebruikt.

De beschermingsleiding moet door middel van vorm, plaats, markering of kleur gemakkelijk herkenbaar zijn. Indien identificatie alleen op grond van de kleur plaatsvindt, moet de tweekleurige combinatie GROEN-GEEL over de gehele lengte van de stroomgeleider worden gebruikt. De identificatie met deze tweekleurige combinatie is strikt voorbehouden aan de beschermingsleiding.

Indien een stroomketen een door kleur gemerkte nulleider bevat, moet deze kleur LICHTBLAUW zijn (zie 3.1.2 van IEC 60446). Indien verwarring mogelijk is, mag LICHTBLAUW niet worden gebruikt voor het merken van andere stroomgeleiders.

De identificatie van andere stroomgeleiders moet gebeuren door middel van kleur (volledig of met één of meer kleurbandjes), cijfers, letters of een combinatie van kleur en cijfers en/of letters. Wanneer cijfers worden gebruikt, moeten dit Arabische cijfers zijn; letters moeten Latijnse tekens zijn (hoofdletters of kleine letters).

5.2. Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturings-systemen

Het is aanbevolen om voor geïsoleerde stroomgeleiders de kleurcodering als volgt toe te passen:

ZWART: hoofdstroomketens, wisselstroom en gelijkstroom
ROOD: stuurstroomketens, wisselstroom
BLAUW: stuurstroomketens, gelijkstroom
ORANJE: stuurstroomketens voor vergrendeling met voeding vanuit externe bron

UITZONDERINGEN:

Op het bovenstaande zijn de volgende uitzonderingen toegestaan:

- afzonderlijke toestellen die volledig bedraad zijn gekocht;
- wanneer isolatiemateriaal is gebruikt dat niet in de vereiste kleuren beschikbaar is;
- wanneer meeraderige kabel is gebruikt, maar niet de tweekleurige combinatie GROEN-GEEL.

5.2.6. Aanleg van stroomketens

Alle aansluitingen, vooral die van de beschermingsketen, moeten tegen toevallig losraken zijn beveiligd.

De aansluitingen moeten geschikt zijn voor de doorsnede en de soort van de aan te sluiten stroomgeleiders.

Het aansluiten van twee of meer stroomgeleiders op één aansluitklem is alleen toegelaten indien de aansluitklem voor dat doel is ontworpen. Er mag echter slechts één beschermingsleiding op één aansluitpunt worden aangesloten.

Gesoldeerde aansluitingen zijn alleen toegelaten wanneer de aanwezige aansluitklemmen geschikt zijn voor soldeerwerk.

Aansluitklemmen op klemmenstroken moeten duidelijk en in overeenstemming met de aanduidingen op de schema's zijn gemerkt.

Elektrische leidingen moeten zonder lassen of aftakkingen van de ene aansluitklem naar de andere lopen. Wanneer aansluitklemmen praktisch gezien niet in een verbindingsdoos kunnen worden aangebracht (bijv. op verplaatsbare machines, op machines met lange buigzame leidingen), mogen wel lassen of aftakkingen worden toegepast.

5.2. Enkele basisbeginselen bij het veilig ontwerp van besturings-systemen

Stroomgeleiders van verschillende stroomketens mogen naast elkaar worden gelegd, in dezelfde kabelgoot liggen (bijv. installatiebuis, kabelgootsysteem), of zich in dezelfde meer-aderige kabel bevinden, mits dit geen afbreuk doet aan de juiste werking van de desbetreffende stroomketens.

Indien de spanningen in deze stroomketens verschillend zijn, moeten de stroomgeleiders of zijn gescheiden door geschikte afschermingen of zijn geïsoleerd voor de hoogste spanning waaraan een stroomgeleider in deze kabelgoot kan worden blootgesteld.

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties

5.3.1. Inleiding

Alhoewel er op het eerste gezicht geen groot verschil zit tussen besturingstechnische beveiligingsfuncties en besturingstechnische veiligheidsfuncties gaat het bij de eerste maatregelen vooral om de beveiliging van de installatie, terwijl de laatste maatregelen zijn gericht op de veiligheid van de bediener of andere personen.

In de norm EN 60204-1 van 1997 zijn in hoofdstuk 7 de volgende besturingstechnische beveiligingsmaatregelen opgenomen:

- Overstroombeveiliging (paragraaf 5.3.2.)
- Overbelastingsbeveiliging voor elektromotoren (paragraaf 5.3.3.)
- Beveiliging tegen afwijkende temperaturen (paragraaf 5.3.4.)
- Beveiliging tegen voedingsonderbreking of onderspanning, met aansluitend herstel (paragraaf 5.3.5.)
- Beveiliging tegen overschrijding van het maximaal toelaatbare toerental van motoren (paragraaf 5.3.6.)
- Beveiliging tegen aardfouten/reststroom (paragraaf 5.3.7.)
- Beveiliging van de fasevolgorde (paragraaf 5.3.8.)
- Beveiliging tegen overspanningen ten gevolge van blikseminslag of schakelhandelingen (paragraaf 5.3.9.)

Omdat deze maatregelen toch zeer belangrijk zijn voor het behoud van de installatie wordt hierop in dit hoofdstuk in de genoemde paragrafen dieper ingegaan. Ze geven verkort de inhoud weer van de betreffende artikelen uit hoofdstuk 7 van EN 60204-1 van 1997.

5.3.2. Beveiliging: overstroombewaking

Overstroombeveiligingstoestellen moeten zijn aangebracht op het punt waar de te beveiligen stroomgeleiders op de voeding zijn aangesloten. Indien dit niet mogelijk is, is geen overstroombeveiliging vereist voor die stroomgeleiders waarvan de toelaatbare stroom minder bedraagt dan die van de voedingsleidingen, mits de kans op kortsluiting door alle volgende maatregelen is verminderd:

- de maximaal toelaatbare stroom van de stroomgeleider is ten minste gelijk aan de toelaatbare stroom voor de belasting;
- geen van de leidingen naar het overstroombeveiligingstoestel is langer dan 3 m;
- de stroomgeleiders zijn beschermd door een omhulsel of leidingkoker.

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties

Tot de overstroombeveiligingstoestellen voor hoofdstroomketens behoren smeltveiligheden en vermogensschakelaars. Ook kunnen elektronische toestellen worden gebruikt die zijn ontworpen om de stroom in beveiligde stroomketens te verkleinen of te beperken. Indien smeltveiligheden worden gebruikt, moet een uitvoering worden gekozen die in het land waarin de machine wordt gebruikt gemakkelijk verkrijgbaar is, of moeten met de gebruiker afspraken worden gemaakt over de levering van reservedelen.

De gekozen stroom van smeltveiligheden of de instelstroom van andere overstroombeveiligingstoestellen moet zo laag mogelijk worden gekozen maar wel geschikt zijn voor de overstroom die kan optreden (bijv. bij het aanlopen van motoren of het inschakelen van transformatoren). Bij het kiezen van deze beveiligingstoestellen moet aandacht worden geschonken aan de beveiliging van stuurstroombeschakeltoestellen (zoals stuurstroombelasting, veiligheidsrelais enz.) bij overstroom (bijv. tegen het verkleven van de contacten ervan).

5.3.3. Beveiliging: overbelastingsbewaking

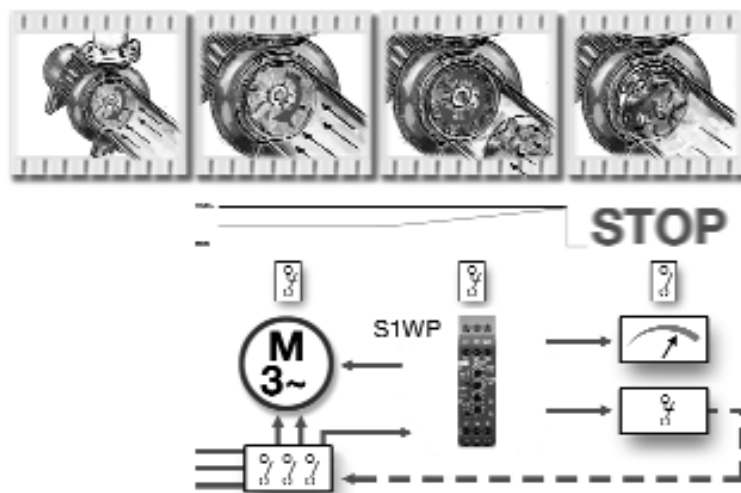
Elke motor met een vermogen van meer dan 0,5 kW moet zijn beveiligd tegen overbelasting. Bij toepassingen waarin een automatische onderbreking van de werking van de motor niet acceptabel is (bijv. bij brandbluspompen), moet de overbelastingsdetectie een waarschuwingssignaal geven waarop het bedieningspersoneel kan reageren.

Bij motoren die niet overbelast kunnen raken (bijv. koppelmotoren, aandrijvingen voor mechanische bewegingen die of zijn beschermd door mechanische overbelastingsbeveiligingstoestellen of juist zijn gedimensioneerd), mogen de overbelastingstoestellen achterwege blijven. Overbelastingsbeveiliging voor motoren kan worden bereikt door het gebruik van toestellen zoals overbelastingsbeveiligingstoestellen, temperatuursensoren of stroombegrenzers.

Voor motoren met bijzondere functies die vaak moeten aanlopen of afremmen (bijv. motoren voor snelle bewegingen, motoren die werken met arretering, motoren waarvan de draairichting snel moet veranderen, precisieboren) kan het moeilijk zijn om te zorgen voor beveiliging tegen overbelasting met een tijdconstante die vergelijkbaar is met die van de te beveiligen wikkeling. Aanbevolen wordt geschikte beveiligingstoestellen te gebruiken die zijn ontworpen voor motoren met bijzondere functies.

Automatisch opnieuw aanlopen van een motor nadat de overbelastingsbeveiliging in werking is getreden, moet worden voorkomen wanneer dit een gevaarlijke situatie of schade aan de machine of aan onderhanden werk kan veroorzaken.

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties



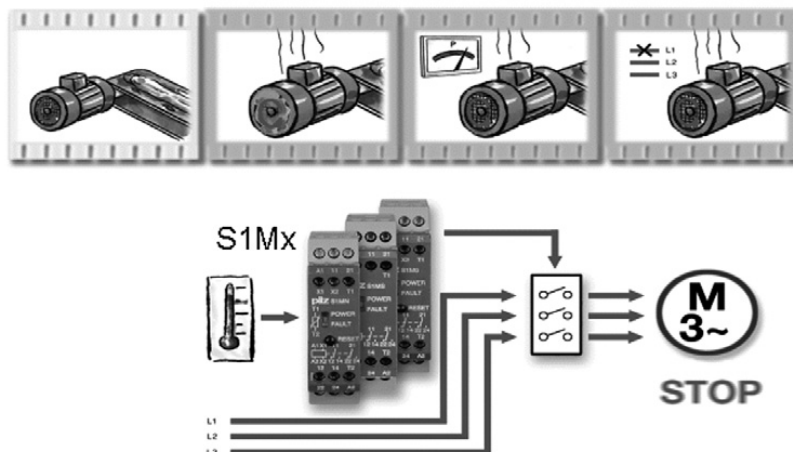
Figuur 5.2: Toepassingsvoorbeeld van een overbelastingsbewakingsrelais
(bron: Pilz GmbH & Co.)

Voor het vroegtijdig ontdekken van een overbelastingssituatie van bijvoorbeeld een motor die een pomphuis aandrijft, bestaan er beveiligingsrelais die door middel van meting van stroom en spanning het opgenomen vermogen (*true power*) registreren. Figuur 5.2 laat een voorbeeld zien van een overbelastingsbewakingsrelais type S1WP dat de mogelijkheid biedt van een schakelcontact bij overschrijding van de ingestelde grenswaarde, maar tevens ook analoog (4-20 mA) het opgenomen vermogen kan doorgeven aan bijvoorbeeld een PLC.

5.3.4. Beveiliging: temperatuurbewaking

Weerstandsverwarming of andere stroomketens waarin afwijkende temperaturen kunnen optreden of worden veroorzaakt en die daardoor een gevaarlijke situatie kunnen veroorzaken, moeten zijn voorzien van een geschikt detectiesysteem om een passende besturingsopdracht te geven. Een voorbeeld is een stroomketen voor weerstandsverwarming die bestemd is om kortstondig in bedrijf te zijn of waarvan het koelmedium kan uitvallen.

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties



Figuur 5.3: Toepassingsvoorbeeld van een temperatuurbewakingsrelais
(bron: Pilz GmbH & Co.)

Voor de temperatuurbewaking van motoren kan bijvoorbeeld een beveiligingsrelais van het type S1Mx worden toegepast, zie figuur 5.3. Door middel van een serieschakeling van PTC-weerstanden geplaatst bij elke wikkeling van de motor, kan dit relais de temperatuur bewaken en leidt een oververhitting door bijvoorbeeld vervuiling of uitval van de ventilator tot een afschakeling. De motorwikkelingen blijven intact en de motor kan na enige tijd van stilstand en het wegnemen van de storingsoorzaak weer worden ingezet.

5.3.5. Beveiliging: spanningsbewaking

Indien een onderbreking van de voeding of een verlaging van de spanning (onderspanning) kan leiden tot een gevaarlijke situatie, of tot schade aan de machine of aan onderhanden werk, moet een onderspanningstoestel zijn aangebracht dat voor passende beveiliging zorgt (bijv. voor het uitschakelen van de machine) op een vooraf bepaald spanningsniveau.

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties

Indien voor de werking van de machine een onderbreking van de voeding of een verlaging van de spanning gedurende korte tijd toelaatbaar is, mag een onderspanningstoestel met vertraagde werking zijn aangebracht. De werking van het onderspanningstoestel mag de werking van geen enkele stopfunctie van de machine nadelig beïnvloeden.

Wanneer herstarten van de machine na herstel van de spanning of inschakeling van de inkomende voeding een gevaarlijke situatie kan veroorzaken, moet worden voorkomen dat de machine automatisch of onverwacht herstart.

Indien slechts in een deel van de machine of van een groep van gecoördineerd werkende machines gevoelig is voor onderbreking van de voeding of onderspanning, moet de onderspanningsbeveiliging een passende besturingsopdracht geven om een goede coördinatie te verzekeren.

Voor de spanningsbewaking van voedingen kan een beveiligingsrelais van het type S1UM of S3UM worden toegepast, zie figuur 5.4. Deze beveiligingsrelais zijn in staat om de aan de machine aangeboden spanning binnen bepaalde grenzen te controleren en voorkomen een slecht functioneren als gevolg van spanningsfluctuaties.



Figuur 5.4: Voorbeelden van spanningsbewakingsrelais (bron: Pilz GmbH & Co.)

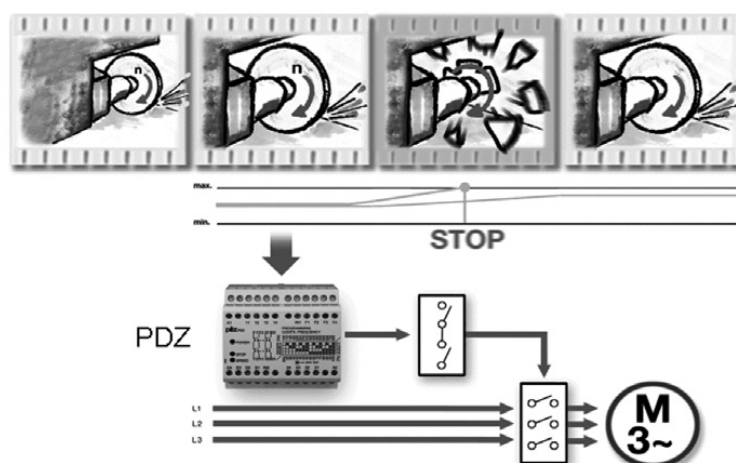
5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties

5.3.6. Beveiliging: toerentalbewaking

Indien een te hoog toerental kan optreden en tot een gevaarlijke situatie zou kunnen leiden, moet worden gezorgd voor beveiliging tegen overschrijding van het maximaal toelaatbare toerental, waarbij deze beveiliging een passende besturingsopdracht moet geven en automatisch herstarten moet voorkomen.

Deze beveiliging kan bijvoorbeeld bestaan in een centrifugaalschakelaar of toerentalbewaking.

Wanneer bijvoorbeeld bij een slijpschijf het gevaar van uiteenspatten als gevolg van een te hoog toerental bestaat, kan door middel van een toerentalbewakingsrelais van het type PDZ (zie figuur 5.5) worden ingegrepen bij overschrijding van het grenstoerental.



Figuur 5.5: Toepassingsvoorbeeld van een toerentalbewakingsrelais (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties

5.3.7. Beveiliging: aardfout-/reststroombewaking

Automatische onderbreking van de voeding van een stroomketen waarin een isolatiedefect optreedt, is bedoeld om een gevaarlijke situatie als gevolg van een aanrakingsspanning te voorkomen.

Deze beschermende maatregel tegen aanrakingsspanning bestaat uit twee delen:

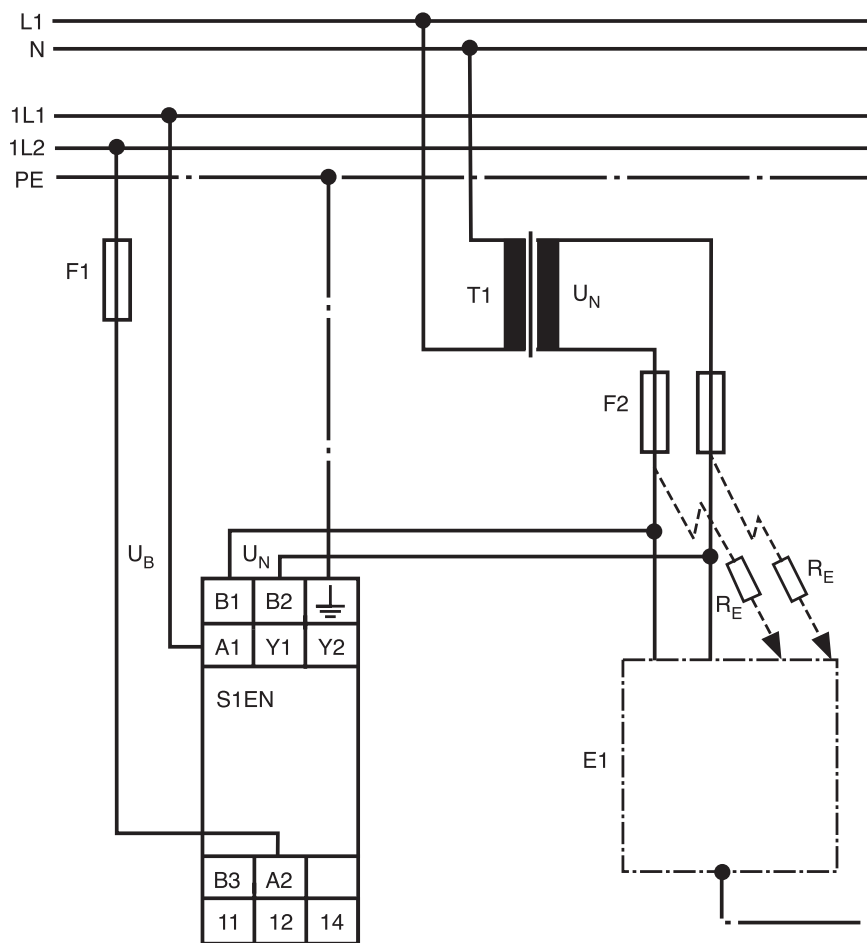
- de verbinding van aanraakbare geleidende delen met de beschermingsketen en:
- het gebruik van beveiligingstoestellen voor de automatische onderbreking van de voeding bij een storing van de isolatie in TN- of TT-stelsels, of het gebruik van aardfoutdetectie of reststroomdetectie om een automatische onderbreking van IT-stelsels (zwevend net) tot stand te brengen. Bij gebruik van aardfoutdetectie is het toegestaan dat de eerste fout slechts een alarmsignaal activeert in plaats van een automatische onderbreking.

In aanvulling op de beveiliging tegen aardfouten/reststroom met automatische uitschakeling, zoals hierboven beschreven, kan deze beveiliging worden gebruikt ter vermindering van schade aan uitrusting als gevolg van aardfoutstromen van minder dan het detectieniveau van de overstroombeveiliging.

De toestellen moeten zo laag mogelijk zijn ingesteld, in overeenstemming met de juiste werking van de uitrusting.

Voor de aardfoutdetectie van zwevende voedingsnetten kan een beveiligingsrelais van het type S1EN worden toegepast, zie figuur 5.6.

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties



Figuur 5.6: Toepassingsvoorbeeld van een aardfoutbewakingsrelais
(bron: Pilz GmbH & Co.)

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties

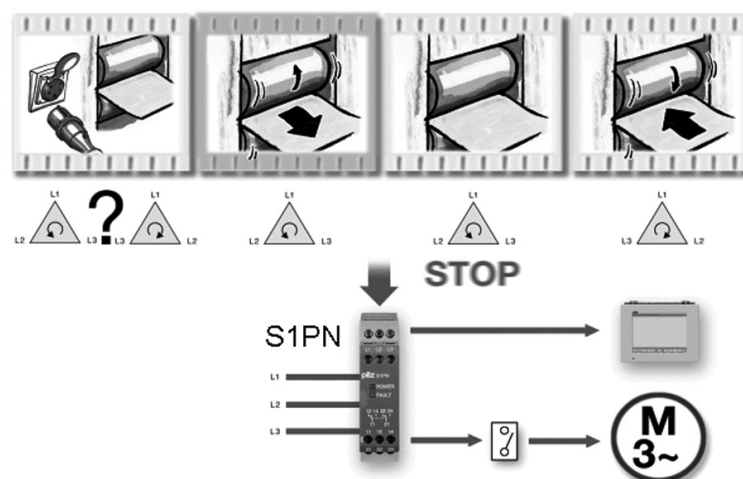
5.3.8. Beveiliging: fasevolgordebewaking

Indien een onjuiste fasevolgorde van de voedingsspanning kan leiden tot een gevaarlijke situatie of tot schade aan de machine, moet een beveiliging zijn aangebracht.

Een onjuiste fasevolgorde kan optreden onder de volgende bedrijfsomstandigheden:

- als een machine wordt overgeschakeld van de ene voeding naar een andere;
- als een verplaatsbare machine kan worden aangesloten op een externe elektrische voeding.

Voor de fasevolgordebewaking kan een beveiligingsrelais van het type S1PN worden toegepast, zie figuur 5.7.



Figuur 5.7: Toepassingsvoorbeeld van een fasevolgordebewakingsrelais (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.3. Besturingstechnische beveiligingsfuncties

5.3.9. Beveiliging: overspanningsbewaking

Er kunnen beveiligingstoestellen ter bescherming tegen de gevolgen van overspanningen door blikseminslag of schakelhandelingen zijn aangebracht.

Toestellen voor het onderdrukken van overspanningen als gevolg van blikseminslag moeten zijn verbonden met de inkomende aansluitklemmen van de netscheider.

Toestellen voor het onderdrukken van overspanningen als gevolg van schakelhandelingen moeten zijn aangesloten via de aansluitklemmen van alle uitrusting waarvoor deze beveiliging is vereist. Er zijn verschillende methodes van vonkblussing in gebruik zoals het gebruik van een vrijlooptiode, een RC-combinatie of een zenerdiode.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.1. Inleiding

In het geval van de besturingstechnische maatregelen zal een deel hiervan duidelijk een veiligheidsfunctie vervullen en spreekt men van onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie. In paragraaf 3.1 van de norm EN 954-1 van 1996 is hiervoor de volgende definitie opgenomen:

Onderdeel van een besturingssysteem met een veiligheidsfunctie: Een deel of onderdelen van een besturingssysteem die reageren op ingangssignalen en daarop veiligheidsgerelateerde uitgangssignalen genereren. De gecombineerde onderdelen van een besturingssysteem met een veiligheidsfunctie beginnen op de punten waar de veiligheidsgerelateerde signalen worden geïnitieerd en eindigen bij de uitgang van de elementen die de energievoorziening afschakelen* (zie ook bijlage A van EN 292-1:1991). Hieronder vallen tevens de bewakingssystemen.

* De hier bedoelde elementen zijn de zogenaamde *power control elements*; hier vallen onder andere magneetschakelaars, ventielen en snelheidscontrollers onder.

Uit bovenstaande definitie blijkt heel duidelijk dat de complete keten van 'opnemer – logische verwerkingseenheid – actuator' onder het regime van de norm EN 954-1 valt; dus ook de magneetschakelaars en ventielen. Hierbij geldt het principe dat 'de totale keten zo sterk is als de zwakste schakel'.

Om personen te beschermen tegen gevaren die in redelijkheid niet kunnen worden vermeden of onvoldoende door het ontwerp beperkt worden, zijn de volgende besturingstechnische veiligheidsfuncties mogelijk:

- **Blokkeerscherm:** beweegbare afscherming met blokkering (zie paragraaf 5.4.4.6.).
- **Blokkeerscherm met vergrendeling:** beweegbare afscherming met blokkering en vergrendeling (zie paragraaf 5.4.4.7.).
- **Bedieningsscherm:** beweegbare afscherming die bij sluiting de machine in werking stelt (zie paragraaf 5.4.4.8.).
- **Blokkering:** mechanische, elektrische of andere voorziening die het in werking zijn van de machine onder bepaalde omstandigheden verhindert (zie paragraaf 5.4.3.).
- **Vrijgavevoorziening:** bedieningsorgaan dat tijdens het in werking zijn van de machine ononderbroken moet worden bekrachtigd en automatisch in de stopstand terugkeert als het wordt losgelaten, ook wel hold-to-runschakelaar genoemd (zie paragraaf 5.4.11.).

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

- **Besturingsorgaan dat moet worden vastgehouden:** besturingsunit die de machine-onderdelen in werking stelt en slechts in werking laat zijn zolang de vrijgavevoorziening is bekrachtigd (zie paragraaf 5.4.11.).
- **Tweehandenbediening:** besturingsorgaan dat ten minste de gelijktijdige bekrachtiging van twee bedieningsorganen vereist om de machine in werking te stellen en te houden (zie paragraaf 5.4.7).
- **Naderingsschakelaar:** een voorziening die ervoor zorgt dat de machine of machine-onderdelen tot stilstand of in een veilige toestand wordt of worden gebracht, indien een persoon of een deel van het lichaam een veilige grens (rond de gevarenczone) overschrijdt, bijv. een lichtschermb.
Naderingsschakelaars kunnen mechanisch (bijv. schakeldraad, telescopische voelers, drukgevoelige voorzieningen) of niet-mechanisch (bijv. foto-elektrische voorzieningen, voorzieningen die voor het detecteren gebruik maken van capacitieve, ultrasone of dergelijke middelen) worden aangestuurd (zie paragraaf 5.4.8. en 5.4.9.).
- **Begrenzingsvoorziening:** voorziening die verhindert dat de machine of bepaalde onderdelen een bepaalde grens overschrijdt of overschrijden, waarbij gedacht kan worden aan druk/temperatuurbewaking maar ook aan eindschakelaars (zie paragraaf 5.4.5.).
- **Bewegingsbeperkend besturingsorgaan:** besturingsorgaan waarvan de bekrachtiging slechts een beperkte beweging van een machineonderdeel toelaat, bijv. stap-voor-stapbedrijf of bedrijf met geringer vermogen (zie paragraaf 5.4.6.).

De eerste drie items worden afschermingsmaatregelen genoemd, terwijl de laatste 7 behoren tot de besturingstechnische veiligheidsvoorzieningen waarbij een veiligheidsvoorziening een voorziening is die, anders dan een afscherming, een risico wegneemt of vermindert, zelfstandig of samen met een afscherming.

Voorafgaand aan de toepassing van besturingstechnische veiligheidsfuncties zal de ontwerper hiervan een risicobeoordeling moeten uitvoeren volgens de norm EN 954-1 om te bepalen hoe betrouwbaar het circuit moet worden uitgevoerd. Deze methode wordt in hoofdstuk 4, paragraaf 4.7.1. van dit boek behandeld.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.2. Algemene veiligheidsbeginselen bij het ontwerp van besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.2.1. Inleiding

Bij het ontwerp van besturingstechnische veiligheidsfuncties moet, volgens hoofdstuk 5 van de norm EN 954-1, rekening worden gehouden met een aantal specifieke veiligheidsbeginselen, zoals:

- **Stopfunctie**
- **Noodstopfunctie**
- **Nooduitschakelingsfunctie***
- **Handmatige reset**
- **Start en herstart**
- **Responstijd**
- **Locale besturingsfunctie**
- **Automatische muting**
- **Handmatige overbrugging (muting) van veiligheidsfuncties**
- **Fluctuaties, verlies en herstel van de voedingsspanning**

* Toegevoegd in verband met de wijziging van de norm EN 60204-1 van 1997

Over deze veiligheidsbeginselen wordt gesproken in de basisnormen (EN 292, EN 60204). Daarnaast zijn in de norm EN 954-1 aanvullende eisen vastgelegd.

5.4.2.2. Stopfunctie

Elke machine moet zijn voorzien van een bedieningsorgaan waarmee zij op veilige wijze volledig kan worden stopgezet. De norm EN 60204-1 zegt hierover het volgende:

Bedieningsstations moeten zijn uitgerust met een afzonderlijk en duidelijk herkenbaar bedieningsorgaan waarmee de stopfunctie van de machine of van alle bewegingen die tot een gevaarlijke situatie kunnen leiden, in werking wordt gesteld. Het bedieningsorgaan waarmee deze stopfunctie wordt geactiveerd, mag niet zijn gemerkt of aangeduid als noodstop toestel, ook al kan de op de machine uitgevoerde stopfunctie een noodstopfunctie zijn.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Een met draadloze bediening uitgeruste machine moet zijn uitgerust met een voorziening waarmee automatisch het stoppen van de machine wordt ingezet en een potentieel gevaarlijke werking wordt voorkomen, en wel in de volgende situaties:

- *wanneer een stopsignaal wordt ontvangen;*
- *wanneer een defect in het systeem is gesignaleerd;*
- *wanneer binnen een aangegeven tijdsbestek geen geldig signaal wordt herkend (zie bijlage B), behalve wanneer een machine een voorgeprogrammeerde opdracht uitvoert waarbij deze buiten het bereik van de draadloze besturing terechtkomt op een plaats waar zich geen gevaarlijke situatie kan voordoen.*

OPMERKING

Tot de geldige signalen behoort ook het signaal dat bevestigt dat de verbinding is gemaakt en in stand wordt gehouden.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.7.3

Voor de elektrotechnische uitvoering van besturingstechnische veiligheidsfuncties geldt als basis voor het starten en stoppen, onderstaand principe uit de norm EN 292-2:

De primaire handeling voor het in werking stellen of het versnellen van de beweging van een mechanisme behoort plaats te vinden door het aanbrengen of vergroten van spanning of vloeistofdruk of, indien binaire logische schakelingen worden beschouwd, door een overgang van toestand 0 naar toestand 1 (indien toestand 1 de toestand met de hoogste energie is).

Daarentegen behoort de primaire handeling voor het tot stilstand brengen of afremmen plaats te vinden door het wegnemen of verminderen van spanning of vloeistofdruk, of indien binaire logische schakelingen worden beschouwd, door een overgang van toestand 1 naar toestand 0 (indien toestand 1 de toestand met de hoogste energie is).

EN 292-2 van 1991, paragraaf 3.7.1

De norm EN 60204-1 van 1997 geeft in paragraaf 10.2.1 aan dat de kleuren van 'stop/uit'-knoppen ZWART, GRIJS of WIT zouden moeten zijn, met een voorkeur voor ZWART. GROEN mag hiervoor niet worden gebruikt. ROOD is ook toegestaan, maar in de nabijheid van een noodstopknop wordt het gebruik van ROOD afgeraden.

In de buurt van ieder bedieningsorgaan voor een startfunctie moet een bedieningsorgaan voor een stopfunctie worden geplaatst. Indien de start/stop-functie plaatsvindt door een besturings-

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

orgaan dat moet worden vastgehouden, moet er een separaat bedieningsorgaan voor de stopfunctie worden aangebracht, wanneer er een gevaar kan ontstaan doordat er geen stopcomando volgt op het loslaten van het besturingsorgaan dat moet worden vastgehouden.

Een machine kan middels de elektrische en/of elektronische uitrusting op verschillende manieren worden stopgezet waarvan de volgende in de norm EN 60204-1 zijn gespecificeerd.

Er bestaan drie categorieën stopfuncties, te weten:

- *Categorie 0: stoppen door onmiddellijke onderbreking van de voeding van de machine-aandrijving (d.w.z. een niet-bestuurde stop, zie 3.56);*
- *Categorie 1: een bestuurde stop (zie 3.11) waarbij de voeding van de machine-aandrijving, benodigd voor het stoppen, aanwezig blijft en de voeding wordt onderbroken wanneer de machine tot stilstand is gekomen;*
- *Categorie 2: een bestuurde stop waarbij de voeding van de machine-aandrijving aanwezig blijft.*

OPMERKING

Met uitzondering van de noodstopfuncties (zie 9.2.5.4), en afhankelijk van de beoordeling van het risico, kan de voeding worden onderbroken door gebruikmaking van elektromechanische- of halfgeleidercomponenten.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.2

Deze categorieën stopfuncties worden in de praktijk ook stopcategorieën genoemd. De voorkeur moet altijd uitgaan naar een stop volgens categorie 0, maar een stop volgens categorie 1 is noodzakelijk bij machines met een grote massa-traagheid op de as of machines die aangedreven worden met een servoregeling (of frequentieregeling). Het gebruik van stopcategorie 2 is alleen voorbehouden aan speciale situaties, bijvoorbeeld een product dat in een grijper van een palletiseermachine hangt en zou vallen als de energie wordt afgeschakeld.

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.2 van de norm EN 954-1 van 1996:

Een stopfunctie die wordt geïnitieerd door een veiligheidsvoorziening dient de machine zo snel mogelijk na activering in een veilige toestand te brengen. Een dergelijke stop dient voorrang te hebben boven een stop voor operationele redenen.

Wanneer een groep machines als samenstel is uitgevoerd, dienen er maatregelen te worden getroffen zodat de bovenliggende besturing en/of de andere machines hiervan op de hoogte worden gesteld.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Een dergelijke stop kan operationele problemen geven en tevens een moeilijke herstart, bijv. bij booglasmachines. In sommige toepassingen kan een dergelijke stop worden gecombineerd met een stop voor operationele redenen zodat daarmee de verleiding om de veiligheidsfunctie uit te schakelen, wordt voorkomen.

5.4.2.3. Noodstopfunctie

In aanvulling op de eisen voor het stopzetten (zie 5.4.2.2.) gelden volgens EN 60204-1 voor de noodstop de volgende eisen:

- *in alle bedrijfsmogelijkheden moet een noodstop voorrang hebben boven alle andere functies en handelingen;*
- *de voeding, van de machineaandrijving die gevaarlijke situaties kan veroorzaken, moet zo snel mogelijk worden onderbroken zonder andere gevaren te veroorzaken (bijv. door te zorgen voor mechanische middelen voor het stop zetten waarvoor geen extern vermogen noodzakelijk is of door tegenstroomremmen voor stopzetten volgens categorie 1);*
- *terugstelhandelingen ("reset") mogen er niet toe leiden dat de machine opnieuw start.*

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.5.4.2

Niet alle stopcategorieën zijn toegestaan bij de noodstopvoorziening, hetgeen duidelijk blijkt uit wat de norm EN 418 hierover zegt:

De noodstop fungeert als:

- *noodstop van categorie 0, dat wil zeggen de machine wordt stilgezet door:*
 - *de onmiddellijke onderbreking van de energietoevoer naar de aandrijving(en) van de machine;*
 - *of mechanische scheiding (loskoppeling) van de gevaarlijke elementen en de desbetreffende aandrijving(en) van de machine;*
 - *en, indien nodig, door remmen (niet gecontroleerde stop);*
- *of noodstop van categorie 1, dat wil zeggen een gecontroleerde stop waarbij de energietoevoer naar de aandrijving(en) van de machine aanwezig is, om met de toegevoerde energie de stop te kunnen realiseren, waarna de energietoevoer wordt onderbroken zodra de stop is gerealiseerd.*

EN 418 van 1992, paragraaf 4.1.5

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Hoewel de bovengenoemde norm de functie van de diverse stopcategorieën voor noodstop aangeeft, stelt de norm EN 60204-1 eisen aan de te gebruiken middelen.

De noodstopuitrusting moet zorgen voor stopzetting volgens of categorie 0 of categorie 1 (zie 9.2.2). Welke categorie van stopzetting wordt gekozen, hangt af van de vaststelling van het risico van de machine.

Indien wordt gekozen voor een noodstop volgens categorie 0, mag deze uitsluitend zijn uitgerust met elektromechanische onderdelen met vaste bedrading. Bovendien mag de werking ervan niet afhankelijk zijn van elektronische logica (apparatuur of programmatuur) of van de overbrenging van opdrachten via een communicatienet of -verbinding.

Indien wordt gekozen voor een noodstop volgens categorie 1, moet zijn gewaarborgd dat de voeding naar de machineaandrijving uiteindelijk wordt uitgeschakeld, hetgeen met elektro-mechanische onderdelen moet gebeuren.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.5.4.2

Wanneer men de tweede alinea van dit normgedeelte letterlijk neemt, zou de toepassing van een failsafe PLC (type PSS) of een failsafe bussysteem (type SafetyBUS p) voor de uitvoering van de noodstop niet zijn toegestaan, ook al is die daarvoor speciaal goedgekeurd. Een norm wordt ook wel gezien als een weergave van de stand van de techniek van dat moment, alhoewel de stand van de techniek op dit moment al veel verder is doorgeschreden dan vastgelegd in de huidige 1997-versie van de norm EN 60204-1. Er worden al sinds 1995 door diverse *notified bodies* goedgekeurde failsafe PLC's in de praktijk toegepast, met zeer goede ervaringen. Ook worden vooral voor uitgestrekte en aan elkaar gekoppelde machines sinds 1999 goedgekeurde veiligheidsveldbussen toegepast.

Er wordt op dit moment gewerkt aan een herziening van de norm EN 60204-1 door het zogenaamde *maintenance team* IEC 60204-1. Naar verwachting zal deze paragraaf zodanig worden aangepast dat de norm weer echt de stand van de techniek weergeeft.

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.3 van EN 954-1:

Wanneer een groep machines als samenstel is uitgevoerd, moeten de onderdelen met een veiligheidsfunctie de eigenschap hebben om de noodstop over te brengen naar alle delen van dit samenstel.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Waar delen van het samenstel van machines duidelijk zijn gescheiden (bijv. door afschermingen of de fysieke positie) is het niet altijd noodzakelijk om een noodstop die ergens optreedt, zijn uitwerking te laten hebben op het totale systeem, maar alleen op bepaalde delen, zoals geïdentificeerd bij de risicobeoordeling.

Nadat een noodstop actief is geworden voor een deel mag dit niet leiden tot gevaar in de interface van dit deel naar de andere delen.

De verdere eisen waaraan een noodstopfunctie moet voldoen, zijn vastgelegd in de norm EN 418. In dit boek worden de noodstopfunctie en de daaraan gestelde eisen uitgebreid behandeld in paragraaf 5.4.10.

5.4.2.4. Nooduitschakelingsfunctie

De huidige versie van de norm EN 60204-1 van 1997 introduceert het begrip 'nooduitschakeling'. Bij een noodstop gaat het erom dat de bewegende delen van de machine zo snel mogelijk worden stilgezet en daarna de spanning van de aandrijvende delen wordt afgeschakeld. Een nooduitschakeling is vooral van belang als er direct aanrakingsgevaar voor spanningsvoerende delen is bij bepaalde handelingen door de bediener, bijvoorbeeld het betreden van een bepaalde ruimte. De functie is bedoeld om de spanningsvoerende delen in de machine spanningsloos te maken.

De eisen waaraan een nooduitfunctie moet voldoen, zijn vastgelegd in paragraaf 9.2.5.4.3 van de norm EN 60204-1:

De functionele aspecten van nooduitschakeling staan vermeld in IEC 60364-4-46.

Een voorziening voor nooduitschakeling moet aanwezig zijn indien:

- *bescherming tegen direct aanrakingsgevaar alleen kan worden verkregen door het plaatsen buiten handbereik of door middel van hindernissen (bijv. bij contactdraden, contactrails, sleepringen, schakelmaterieel in elektrische bedrijfsruimten) (zie 6.2.6): of*
- *de kans op andere gevaren of schade ten gevolge van elektriciteit aanwezig is.*

Nooduitschakeling wordt bereikt door het onderbreken van de inkomende voeding van de machine, wat leidt tot een stopfunctie volgens categorie 0. Wanneer bij een machine geen stopfunctie volgens categorie 0 mogelijk is, kan het noodzakelijk zijn, te zorgen voor een andere beveiliging, bijvoorbeeld tegen direct aanrakingsgevaar, zodat nooduitschakeling niet nodig is.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.5.4.3

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.2.5. Handmatige reset

Nadat een stopcommando is geïnitieerd door een veiligheidsvoorziening, moet de stopconditie gehandhaafd blijven totdat een handmatige reset van de veiligheidsvoorziening is gegeven en er veilige condities voor een herstart zijn.

Het herstel van een veiligheidsfunctie, door middel van een reset van de betreffende veiligheidsvoorziening (bijv. uittrekken van de vergrendelde noodstopknop), zorgt ervoor dat het stopcommando wordt ingetrokken.

Als uit de risicoanalyse is gebleken dat na het intrekken van het stopcommando de herstart nog eens extra moet worden bevestigd, dient dit te gebeuren door een afzonderlijke handmatige opzettelijke actie de zogenaamde 'handmatige reset'.

Volgens paragraaf 5.4 van de norm EN 954-1 van 1996 moet de handmatige reset aan de volgende eisen voldoen.

De handmatige resetfunctie:

- moet worden uitgevoerd met een afzonderlijk en handmatig bediend toestel in de onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie;
- mag alleen kunnen worden uitgevoerd als alle veiligheidsfuncties en beveiligingsinrichtingen operationeel zijn. Als dit niet mogelijk is, mag de reset niet worden uitgevoerd;
- mag zelf geen beweging of een gevaarlijke situatie veroorzaken;
- moet door een opzettelijke actie worden uitgevoerd;
- moet het besturingssysteem voorbereiden om een afzonderlijk startcommando te aanvaarden;
- mag alleen worden uitgevoerd door de actuator van zijn vrijgegeven (OFF) positie te halen.

De resetactuator moet zich buiten de gevaarlijke zone bevinden en in een veilige positie vanwaar het goed zichtbaar is dat er zich geen enkele persoon in de gevaarlijke zone bevindt.

Drukknoppen met terugstelfunctie ("reset") moeten BLAUW, WIT, GRIJS of ZWART zijn. Wanneer zij ook als "stop/uit"-knop worden gebruikt, heeft de kleur WIT, GRIJS of ZWART de voorkeur, terwijl ZWART de bijzondere voorkeur heeft. GROEN mag hiervoor niet worden gebruikt.

En 60204-1 van 1997, paragraaf 10.2.1

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.2.6. Start en herstart

Een bewerking mag alleen kunnen beginnen, indien alle beveiligingsmiddelen zijn aangebracht en functioneren, behalve onder omstandigheden zoals beschreven in 9.2.4.

Bij machines (bijv. verplaatsbare machines) waarop voor bepaalde handelingen geen beveiligingsmiddelen kunnen worden toegepast, moeten deze handelingen met handbediening plaatsvinden door middel van hold-to-run bediening, in combinatie met vrijgavetoestellen, volgens hetgeen van toepassing is.

Om ervoor te zorgen dat het starten in de juiste volgorde plaatsvindt, moeten passende vergrendelingen zijn aangebracht.

Bij machines waarvoor meer dan één bedieningsplaats nodig is om te starten:

- moet elke bedieningsplaats zijn uitgerust met een aparte startschakelaar met handbediening;
- moet aan alle vereiste voorwaarden met betrekking tot de werking van de machine zijn voldaan;
- moeten alle startschakelaars in de "uit"-stand staan, alvorens de machine mag worden gestart;
- moeten alle startschakelaars gelijktijdig worden bediend (zie 3.6).

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.5.2

Bedieningsorganen die worden gebruikt om een startfunctie of de beweging van machine-elementen (bijv. sleden, assen, meenemers) in werking te zetten, moeten zo zijn geconstrueerd en gemonteerd dat de kans op onbedoelde bediening tot een minimum wordt beperkt. Paddestoelddrukknoppen mogen echter worden gebruikt voor tweehandenbediening.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 10.6

In paragraaf 10.2.1 van EN 60204-1 van 1997 staat dat de kleuren van 'start/aan'-knoppen WIT, GRIJS of ZWART zouden moeten zijn, met een voorkeur voor WIT. GROEN is ook toegestaan. ROOD mag hiervoor niet worden gebruikt.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.5 van EN 954-1 van 1996:

Een herstart mag alleen automatisch plaatsvinden als er geen gevaarlijke situatie kan ontstaan. In het bijzonder, voor bedieningsschermen, zie 4.2.2.5 van EN 292-2 van 1991.

Deze eisen voor het starten en herstarten zijn ook van toepassing op machines die op afstand bestuurd kunnen worden.

5.4.2.7. Responstijd

De totale stoptijd van het systeem is volgens paragraaf 3.2 van EN 999 van 1998 de tijd tussen het in gang zetten van de opnemerfunctie en de beëindiging van gevaarlijke bewegingen of het in een veilige toestand geraken van de machine.

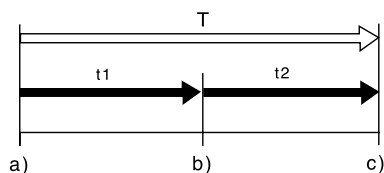
De totale stoptijd bestaat ten minste uit twee fasen. $T = t_1 + t_2$ (zie figuur 5.8)

Waarin:

T is de totale stoptijd van het systeem;

t_1 is de maximumtijd tussen het in gang zetten van de opnemerfunctie en het tijdstip waarop de schakeltoestellen voor het uitgangssignaal in de ruststand zijn gekomen;

t_2 is de maximale responstijd van de machine, dat wil zeggen de tijd die nodig is om de machine stil te zetten of risico's te elimineren na ontvangst van het uitgangssignaal van de beveiligingsinrichting. t_2 wordt door verschillende factoren beïnvloed, bijv. de temperatuur, schakeltijden van ventielen, veroudering van componenten.



Figuur 5.8: De opbouw van de totale responstijd (bron: norm EN 999 van 1998)

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.6 van EN 954-1 van 1996:

De ontwerper of leverancier moet de responstijd opgeven als dat volgens de risicobeoordeling van de onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie noodzakelijk is.

OPMERKING: De responstijd van het besturingssysteem is een deel van de totale responstijd van de machine. De vereiste totale responstijd van de machine kan een invloed hebben op het ontwerp van het onderdeel met een veiligheidsfunctie, bijv. de noodzaak om een remsysteem te voorzien.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Indien veiligheidsgerelateerde parameters, bijv. positie, snelheid, temperatuur, druk, afwijken van de vooraf ingestelde grenzen, moet het besturingssysteem passende maatregelen initiëren, bijv. activeren van stopsignaal, waarschuwingssignaal, alarm.

Als het handmatig invoeren van veiligheidsgerelateerde data in programmeerbare elektronische systemen tot een gevaarlijke situatie kan leiden, dan moet er een data-controlesysteem in het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie voorzien zijn, bijv. controle van grenzen, format en/of logische ingangswaarden.

5.4.2.8. Locale besturingsfuncties

De aanvullende eisen waaraan een locale besturingsfunctie moet voldoen zijn vastgelegd in de norm EN 60204-1:

Indien een machine is uitgerust met meer dan één bedieningsstation, moeten er maatregelen zijn getroffen om te waarborgen dat er op een gegeven tijdstip slechts één bedieningsstation kan worden vrijgegeven. Op geschikte plaatsen, zoals bepaald bij de beoordeling van het risico van de machine, moet worden aangegeven, met welk bedieningsstation de machine wordt bestuurd.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.7.5

Daarnaast stelt de norm EN 60204-1 nog aanvullende eisen aan draagbare en hangende bedieningsstations:

Draagbare en hangende bedieningsstations en bijbehorende besturingstoestellen moeten zo zijn gekozen en gemonteerd dat de mogelijkheid van onbedoelde machinebewegingen ten gevolge van schokken en trilling (bijv. wanneer het bedieningsstation valt of tegen een hindernis stoot) tot een minimum wordt beperkt.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 10.1.5

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.8 van EN 954-1 van 1996:

Indien een machine lokaal bestuurd wordt, bijv. door een draagbaar en hangend besturings-toestel, moet ook aan de volgende eisen worden voldaan:

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

- het middel om locale besturing te kiezen, moet zich buiten de gevaarlijke zone bevinden;
- het moet onmogelijk zijn om gevaarlijke omstandigheden te veroorzaken van buiten de zone van locale besturing;
- het overschakelen tussen locale en externe besturing, bijv. afstandsbediening, mag niet tot een gevaarlijke situatie leiden.

5.4.2.9. Automatische muting

Automatische muting is de tijdelijke, automatische en veilige overbrugging van een veiligheidsvoorziening, bijvoorbeeld een contactloos werkende beveiligingsinrichting (lichtscherm) om materiaal in of uit een gevaarlijke zone te transporteren. Het tijdelijke automatische overbruggen van een beveiligingsinrichting is veiligheidstechnisch relevant omdat fouten in dit systeem tot vergroting van het risico voor de bediener of voor derden leiden.

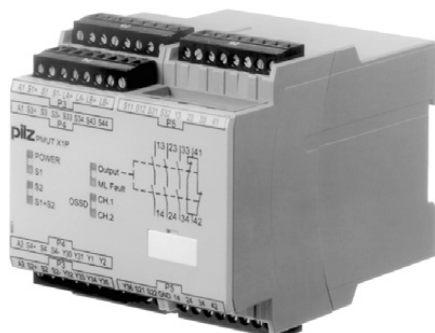
De norm EN 415-4 van 1998 voor verpakkingsmachines gaat in op het probleem van palletiseren (machines waarbij alle werken op de gepalletiseerde lading automatisch en alleen machinaal uitgevoerd worden).

De eisen die voor muting in de norm EN 415-4 van 1998 zijn vastgelegd, bepalen dat:

1. muting alleen in de tijdspanne van de arbeidscyclus geactiveerd mag worden, als de geladen pallet de toegang tot de gevaarlijke zone blokkeert;
2. muting automatisch moet gebeuren;
3. muting niet van één enkel elektrisch signaal mag afhangen;
4. muting niet volledig van softwaresignalen mag afhangen;
5. de mutingsignalen, als ze in een bepaalde combinatie optreden, geen mutingtoestand mogen activeren dan wel ervoor zorgen dat de beveiligingsfunctie actief blijft;
6. de mutingtoestand direct na het passeren van een pallet opgeheven en de beveiligingsinrichting weer geactiveerd wordt.

Aan deze zes eisen wordt vaak met een speciale muting unit voldaan. Deze apparaten zorgen in een systeem automatisch voor tijdelijke overbrugging. Een voorbeeld van een dergelijk systeem is de compacte mutingbesturing PMUT X1p, zie figuur 5.9.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.9: De compacte mutingbesturing PMUT X1P (bron: Pilz GmbH & Co.)

Daarvoor worden twee of vier mutingsensoren bij de ingang/uitgang van de gevaarlijke zone zo geïnstalleerd dat alleen de materiaaldrager (bijv. pallet, product carrier) de sensoren activeert. De mutingbesturing start dan de mutingcyclus voor de tijd waarin het materiaal door het beschermde veld getransporteerd wordt. Een persoon is niet in staat om de mutingsensoren op dezelfde manier te activeren en activeert bij het betreden van de gevaarlijke zone de afschakeling van de gevaar opleverende beweging.

De mutingbesturing schakelt tijdens het transport van materiaal door het beschermde veld de mutinglamp in. Deze witte lamp moet oplichten als muting actief is en moet zichtbaar zijn voor de bediener vanaf elke normale positie tijdens de werking van de machine. In de norm EN 61496-1 wordt gesproken over een minimale lichtopbrengst van 200 cd/m². De mutingbesturing bewaakt de gloeispiraal van de mutinglamp, ook als muting nog niet geactiveerd is. Als de gloeispiraal defect is of als er geen lamp aangesloten is, schakelt de mutinglamp om naar een tweede lamp. Als deze ook defect is, gaat het apparaat in storing en worden de veiligheidsuitgangen afgeschakeld.

Waar mogelijk moet het apparaat dat het signaal voor muting geeft, beschermd worden tegen mechanisch misbruik, bijv. brokstukken die erop vallen, tegen gemakkelijk omzeilen, zoals verduistering door bediener of onderhoudspersoneel, en tegen te voorzien misbruik, zoals verkeerd aligneren doordat de bediener of het onderhoudspersoneel op het apparaat is gaan staan.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.9 van EN 954-1 van 1996:

Muting mag er niet toe leiden dat een persoon aan gevaarlijke situaties wordt blootgesteld. Tijdens muting moeten veilige omstandigheden met andere middelen gecreëerd worden.

Op het einde van de muting moeten alle veiligheidsfuncties van de onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie hersteld worden.

De categorie van de onderdelen met een veiligheidsfunctie die voor de mutingfunctie zorgen, moet zo gekozen zijn dat de mutingfunctie het veiligheidsniveau van de betreffende veiligheidsfunctie niet vermindert.

5.4.2.10. Handmatige overbrugging van veiligheidsfuncties

Isolatie en energieafvoer bij stilzetten van een machine zorgen voor het hoogste veiligheidsniveau bij het uitvoeren van taken zoals afstellen, onderhoud en reparatie. Dit kan alleen in die situaties waarvoor het niet nodig is dat de machine op de energietoevoer aangesloten blijft. Een ontwerper moet bij het ontwerp van de machine ernaar streven om deze situatie zoveel mogelijk te creëren.

Indien de ontwerper er niet in geslaagd is bovenstaande situatie te bereiken en er toch een veiligheidsvoorziening moet worden uitgeschakeld voor een van de volgende bedrijfsmodi: 1) opstellen, 2) programmeren, 3) wisselen van proces, 4) opsporing van defecten, 5) reiniging of onderhoud van een machine, zal een handmatige muting moeten worden voorzien. De eisen voor het handmatig buiten werking stellen / overbruggen van veiligheidsfuncties zijn in paragraaf 5.4.11. van dit boek verwoord.

Het komt er kort gezegd op neer dat er een vergrendelbare functiekeuzeschakelaar (bedrijfsmodusschakelaar) moet worden gebruikt die er in de betreffende bedrijfsmodus (bijv. afstellen) voor zorgt dat tegelijkertijd:

1. de automatische bediening is uitgesloten; en
2. de bediener(s) een vrijgavevoorziening (hold-to-run) handmatig bekrachtigt (bekrachtigen); en
3. er sprake is van verhoogde veiligheidsmaatregelen.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.10 van EN 954-1 van 1996:

Indien het noodzakelijk is om de veiligheidsfuncties handmatig te overbruggen, bijv. opstelling, aanpassingen, onderhoud, reparaties, moet ook aan de volgende eisen voldaan worden:

- effectieve en betrouwbare middelen om te voorkomen dat de veiligheidsfuncties handmatig overbrugd worden in die bedrijfsmodi waar het niet is toegestaan;
- herstel van de veiligheidsfuncties van de onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie voordat de normale werking hervat kan worden;
- keuze van de onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie die verantwoordelijk zijn voor de handmatige overbrugging zodat de principes van EN 1050 volledig in acht genomen worden.

Opmerking: In sommige toepassingen is een indicatiesignaal voor handmatige overbrugging noodzakelijk.

Met een indicatiesignaal in de bovenstaande opmerking wordt een licht- en/of geluidssignaal bedoeld.

5.4.2.11. Fluctuaties, verlies en herstel van de voedingsspanning

De eisen waaraan een voeding moet voldoen zijn vastgelegd in paragraaf 7.5 van de norm EN 60204-1:

Indien een onderbreking van de voeding of een verlaging van de spanning (onderspanning) kan leiden tot een gevaarlijke situatie, of tot schade aan de machine of aan onderhanden werk, moet een onderspanningstoestel zijn aangebracht dat voor passende beveiliging zorgt (bijv. voor het uitschakelen van de machine) op een vooraf bepaald spanningsniveau.

Indien voor de werking van de machine een onderbreking van de voeding of verlaging van de spanning gedurende korte tijd toelaatbaar is, mag een onderspanningstoestel met vertraagde werking zijn aangebracht. De werking van het onderspanningstoestel mag de werking van geen enkele stopfunctie van de machine nadelig beïnvloeden.*

Wanneer herstarten van de machine na herstel van de spanning of inschakeling van de inkomende voeding een gevaarlijke situatie kan veroorzaken, moet worden voorkomen dat de machine automatisch of onverwacht herstart.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Indien slechts in een deel van de machine of van de groep van gecoördineerd werkende machines gevoelig is voor onderbreking van de voeding of onderspanning, moet de onderspanningsbeveiliging een passende besturingsopdracht geven om een goede coördinatie te verzekeren.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 7.5

* In paragraaf 5.3.5. van dit boek wordt een dergelijk toestel beschreven.

Aanvullende eisen volgens paragraaf 5.11 van EN 954-1 van 1996:

Als er fluctuaties optreden in de voeding die buiten het bereik van de ontworpen werking vallen, inclusief het verlies van de voeding, moeten de onderdelen van het besturingssysteem met een veiligheidsfunctie uitgangssignalen blijven geven waardoor de andere delen van de machine een veilige toestand kunnen handhaven.

5.4.3. Veiligheid: blokkering

Een blokkering is een mechanische, elektrische of andere voorziening die het in werking zijn van de machine onder bepaalde omstandigheden verhindert.

Een voorbeeld van een mechanische blokkering is een instelbare vijzel die bijvoorbeeld kan worden toegepast bij werkzaamheden aan een hydraulische pers. Deze voorkomt bij juist gebruik dat de hydraulische pers als gevolg van het afschakelen van de oliedruk naar beneden beweegt. Een voorbeeld van een dergelijke vijzel ziet u hieronder afgebeeld.



Figuur 5.10: Mechanische begrenzingsvoorzieningen (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Een bij machines zeer veel toegepaste elektrische blokkering is de netscheider. De norm EN 60204-1 geeft in paragraaf 5.3.1 heel duidelijk aan wanneer een netscheider moet worden toegepast.

Er moet een scheider aanwezig zijn:

- voor elke inkomende voeding naar een machine;
- voor de voedingsbron van een voedingssysteem bestaande uit contactdraden, contactrails, sleepringen en/of systemen met buigzame kabels (op trommel of in lusophanging), voor een machine of een aantal machines;
- voor elke boordvoeding.

De scheider moet de elektrische uitrusting van de machine, indien noodzakelijk, van de voeding scheiden (bijv. voor het verrichten van werkzaamheden aan de machine, met inbegrip van de elektrische uitrusting).

Bij aanwezigheid van twee of meer scheidingsmiddelen moeten voor de goede werking ervan beschermende vergrendelingen worden gebruikt wanneer er zich een gevaarlijke situatie kan voordoen, of schade aan de machine of aan onderhanden werk kan ontstaan.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 5.3.1

De definitie van een vergrendeling of blokkering is hieronder weergegeven.

vergrendeling/blokkering (als veiligheidsvoorziening): Voorziening die zorgt voor de onderlinge verbinding tussen de afscherming(en) of toestel(len) met het besturingssysteem en/of alle of een deel van de elektrische energie die naar de machine wordt gevoerd.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 3.29

Alle besturingstechnische veiligheidsvoorzieningen die in de volgende paragrafen worden behandeld, verzorgen ook een elektrische blokkering van de volledige of een deel van de energievoorziening van de machine, volgens bovenstaande definitie.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.4. Veiligheid: blokkeer- en bedieningsschermen

5.4.4.1. Inleiding

De fabrikant/ontwerper van de machine moet volgens bijlage I van de Machinerichtlijn de volgende werkwijze hanteren om de gevaren voortkomend uit de bewegende delen van een machine te beperken.

De bewegende delen van de machine moeten zodanig zijn ontworpen, vervaardigd en geplaatst dat risico's worden voorkomen of, wanneer risico's blijven bestaan, zodanig van afschermingen of beveiligingsinrichtingen zijn voorzien dat elk gevaar voor aanraking waardoor zich ongelukken zouden kunnen voordoen, wordt vermeden.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.3.7

Men is dus voor nieuwe machines verplicht eerst te proberen de risico's weg te werken, en pas als dat verder niet meer lukt, moet men geschikte beveiligingsmaatregelen nemen, zoals mechanische afschermingen, lichtschermen e.d.

Uit de volgende uitspraak van het zogenaamde 'machinecomité' van de Europese Commissie, blijkt duidelijk dat de mate van afscherming losstaat van het al dan niet voldoen aan alle eisen van de Machinerichtlijn.

Het machinecomité van de Europese Commissie zegt:

ZELFS EEN MACHINE MET 'GEHEEL OMSLOTEN' BEWEGENDE DELEN MOET VOLLEDIG AAN DE MACHINERICHTLIJN EN ALLE RELEVANTE NORMEN VOLDOEN.

DIT OMDAT DEZE MACHINES BIJ ONDERHOUD EN REPARATIE WEL DEGELIJK GEVAAR KUNNEN OPLEVEREN!

De werkgever/eigenaar van de bestaande machine moet volgens bijlage I van de Arbeidsmiddelenrichtlijn eveneens optreden tegen gevaren voortkomend uit de bewegende delen van een machine, zoals blijkt uit onderstaande paragraaf.

Wanneer bij bewegende delen van een arbeidsmiddel het risico bestaat van mechanisch contact waardoor zich ongelukken zouden kunnen voordoen, moeten zij zijn uitgerust met schermen of inrichtingen waarmee de toegang tot de gevaarlijke zones wordt verhinderd of de bewegingen van gevaarlijke delen worden stilgezet voordat de gevaarlijke zones worden bereikt.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De schermen en beveiligingsinrichtingen :

- moeten stevig zijn uitgevoerd,
- mogen geen bijkomende gevaren met zich brengen,
- mogen niet op een eenvoudige wijze omzeild of buiten werking kunnen worden gesteld,
- moeten voldoende ver van de gevaarlijke zone verwijderd zijn,
- moeten het zicht op het verloop van het werk zo min mogelijk belemmeren,
- moeten de noodzakelijke handelingen voor het aanbrengen en/of de vervanging van de delen alsmede voor de verzorgingswerkzaamheden mogelijk maken, waarbij de toegang wordt beperkt tot de sector waar het werk moet worden verricht en, zo mogelijk, demontage van het scherm of de beveiligingsinrichting niet nodig is.

Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG van 1989, bijlage I, paragraaf 2.8

Naast de betreffende richtlijn en de basisnormen EN 292 deel 1 en 2, gaan de onderstaande type B-normen specifiek in op bepaalde typen afschermingen en beveiligingsinrichtingen en daarmee verband houdende onderwerpen:

- EN 294 Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de bovenste ledematen.
- EN 349 Minimumafstanden ter voorkoming van het kwetsen van menselijke lichaamsdelen.
- EN 811 Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de onderste ledematen.
- EN 999 De plaatsing van beveiligingsinrichtingen in verband met naderingssnelheden van lichaamsdelen.
- EN 953 Afscherming van machines, vaste en beweegbare afschermingen van gevaarlijke zones.
- EN 1088 Algemene grondbeginselen voor het ontwerp van blokkeringen met en zonder blokkeervoorziening.

Voor de laatste twee normen gaan direct in op de mogelijke elektrische en regeltechnische uitvoering van zowel vaste als beweegbare afschermingen, waarop in de volgende paragrafen dieper wordt ingegaan.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.4.2. Algemene regels voor afschermingen

Bij het ontwerp van afschermingen moet rekening worden gehouden met de daarbij betrokken mechanische en andere gevaren. Daarnaast moeten zij passen in de omgeving waar de machine werkzaam is en zo zijn ontworpen dat zij niet gemakkelijk buiten werking kunnen worden gesteld. Verder moeten zij zo weinig mogelijk de handelingen tijdens de bediening en andere fasen van de levensduur hinderen, zodat buiten werking stellen ervan zo weinig mogelijk wordt gestimuleerd.

Afschermingen en veiligheidsvoorzieningen moeten:

- *stevig zijn gebouwd;*
- *geen bijkomende gevaren veroorzaken;*
- *niet gemakkelijk zijn te omzeilen of buiten werking zijn te stellen;*
- *op voldoende afstand van de gevaarlijke zone zijn geplaatst (zie EN 294);*
- *het zicht op het productieproces zo weinig mogelijk belemmeren;*
- *het mogelijk maken dat essentiële werkzaamheden worden verricht, zoals het aanbrengen en/of vervangen van gereedschap en het doen van onderhoud, door het beperken van de toegang tot alleen die gebieden waar dergelijke werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, zo mogelijk zonder dat de afscherming of de veiligheidsvoorziening moet worden verwijderd.*

EN 292-2 van 1991, paragraaf 4.2.1

Verder onderscheidt de norm EN 292-2 in grote lijnen twee typen mechanische afschermingen, namelijk de vaste afscherming en de beweegbare afscherming en legt zij de volgende regels vast voor de genoemde schermen:

Regels voor vaste afschermingen:

Vaste afschermingen moeten vast op hun plaats worden gehouden:

- *ofwel permanent (door lassen, enz.);*
- *ofwel door middel van bevestigingsmiddelen (schroeven, moeren, enz.) die het verwijderen of openen van de afscherming zonder gebruik van gereedschap onmogelijk maken; zij behoren, voor zover mogelijk, niet op hun plaats te kunnen blijven zonder die bevestigingsmiddelen.*

EN 292-2 van 1991, paragraaf 4.2.2.2

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

In de praktijk zie je nogal eens afschermingen die met ophangbeugels aan de machineconstructie zijn bevestigd en eenvoudig door optillen terzijde kunnen worden gezet. Hier is dus duidelijk GEEN sprake van een vaste afscherming volgens bovenstaande definitie en zullen de regels voor beweegbare afschermingen (zie hieronder) moeten worden toegepast.

Zoals eerder vermeld, moet de bovengenoemde eenvoudige vaste afscherming worden toegepast indien de bediener tijdens de gewone werking van de machine niet in de gevaarlijke zone behoeft te zijn.

In de andere gevallen moet de afscherming beweegbaar zijn zoals hieronder vermeld.

Regels voor beweegbare afschermingen:

- a) *Beweegbare afschermingen tegen de gevaren die door bewegende delen van overbrengingen worden veroorzaakt, moeten:*
- *zoveel mogelijk in geopende toestand aan de machine vast blijven zitten (in het algemeen met behulp van scharnieren of geleidingen);*
 - *zijn uitgevoerd als blokkeerscherm met of zonder vergrendeling (zie 3.22.4 en 3.22.5 van EN 292-1) om te voorkomen dat bewegende delen in werking kunnen komen zolang deze delen kunnen worden bereikt en om een stopcommando te geven zodra zij niet langer gesloten zijn.*
- b) *Beweegbare afschermingen tegen gevaren veroorzaakt door andere bewegende delen moeten zo zijn ontworpen en met het besturingssysteem van de machine zijn verbonden dat:*
- *bewegende delen niet in werking kunnen komen terwijl zij binnen het bereik van de bediener zijn en de bediener de bewegende delen niet kan bereiken zodra zij in werking zijn gekomen; dit kan worden bereikt met blokkeerschermen zonder vergrendeling (zie 3.22.4 van EN 292-1) of met vergrendeling (zie 3.22.5 van EN 292-1);*
 - *zij alleen door een bewust uitgevoerde handeling kunnen worden versteld, bijvoorbeeld met gereedschap, een sleutel, enz.;*
 - *het afwezig of defect zijn van een van hun onderdelen het in werking komen van de bewegende delen voorkomt, of de bewegende delen tot stilstand doet brengen; dit kan worden bereikt door automatische bewaking (zie 3.14 van EN 292-1);*
 - *door geschikte middelen de bescherming tegen uitstootgevaar is verzekerd.*
- c) *Beweegbare afschermingen tegen andere gevaren moeten voldoen aan a. en/of b. hierboven, volgens de uitkomst van de risicobeoordeling.*

EN 292-2 van 1991, paragraaf 4.2.2.3

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.4.3. Verschillende typen beweegbare afschermingen

De Machinerichtlijn gebruikt een andere term voor beweegbare afschermingen, namelijk 'wegneembare schermen', zie de tekst van paragraaf 1.4.2.2 uit bijlage I van de richtlijn.

Wegneembare schermen

A. Wegneembare schermen van type A moeten:

- voorzover mogelijk, met de machine verbonden blijven wanneer zij geopend worden;
- verbonden zijn met een vergrendelingsinrichting die verhindert dat de bewegende delen op gang kunnen worden gebracht zolang deze delen bereikbaar zijn en die de beweging van deze delen doet stoppen zodra de schermen niet meer gesloten zijn.

B. Wegneembare afschermingen van het type B moeten zodanig zijn ontworpen en in het bedieningssysteem zijn opgenomen dat:

- de bewegende delen niet in beweging kunnen worden gesteld zolang zij binnen het bereik van de bediener zijn;
- de blootgestelde persoon de bewegende delen niet kan bereiken;
- voor de afstelling een welbewuste handeling noodzakelijk is, bijvoorbeeld het gebruik van gereedschap, een sleutel enz.;
- het ontbreken van of een defect aan een van de onderdelen het in gang brengen verhindert of de bewegende delen tot stilstand brengt;
- bij gevaar voor wegspringende delen, hiertegen een beveiliging van passende aard is voorzien.

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.4.2.2.

In de Machinerichtlijn wordt onderscheid gemaakt tussen schermen van het type A en van het type B, hierbij is:

scherm van het type A = blokkeerscherm (in EN 1088 van 1995: *interlocking guard*)

scherm van het type B = blokkeerscherm met vergrendeling (in EN 1088 van 1995: *interlocking guard with guard locking*)

De norm EN 292-1 onderscheidt in paragraaf 3.22 naast de vaste en de beweegbare afscherming de volgende typen beweegbare afschermingen:

- a. instelbare afscherming;
- b. blokkeerscherm;
- c. blokkeerscherm met vergrendeling;
- d. bedieningsscherm.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De diverse specifieke kenmerken van deze afschermingen worden hieronder gegeven:

Ad. a. Kenmerken van de instelbare afscherming:

Vaste of beweegbare afscherming die als geheel instelbaar is, of die instelbare onderdelen bevat.

De instelling blijft gehandhaafd gedurende een bepaalde wijze van in werking zijn van de machine.

Ad. b. Kenmerken van het blokkeerscherm:

Afscherming verbonden met een blokkering op een zodanige wijze dat:

1. de afgeschermdede gevaarlijke functies van de machine niet in werking kunnen zijn tot het moment dat de afscherming is gesloten;
2. het openen van de afscherming tijdens het in werking zijn van de gevaarlijke functies van de machine een stopopdracht tot gevolg heeft;
3. het sluiten van de afscherming op zich de machine niet in werking mag stellen.

Ad. c. Kenmerken van het blokkeerscherm met vergrendeling:

Afscherming verbonden met een blokkering en vergrendeling op een zodanige wijze dat:

1. de afgeschermdede gevaarlijke functies van de machine niet in werking kunnen zijn tot het moment dat de afscherming gesloten en vergrendeld is;
2. de afscherming gesloten en vergrendeld blijft tot het moment dat het risico van letsel veroorzaakt door de gevaarlijke functies van de machine niet meer bestaat;
3. het sluiten en blokkeren van de afscherming op zich de machine niet in werking mag stellen.

Ad. d. Kenmerken van het bedieningsscherm:

Afscherming verbonden met een blokkering (met of zonder vergrendeling) op een zodanige wijze dat:

1. de afgeschermdede gevaarlijke functies van de machine niet in werking kunnen zijn tot het moment dat de afscherming is gesloten (en vergrendeld);
2. het sluiten van de afscherming de gevaarlijke functie(s) van de machine in werking stelt.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Volgens paragraaf 4.2.2.5 van EN 292-2 van 1991 mogen bedieningsschermen ALLEEN worden gebruikt:

- indien er voor de bediener of een deel van diens lichaam geen mogelijkheid is om in de gevaarlijke zone of tussen de gevaarlijke zone en de afscherming te blijven terwijl de afscherming is gesloten;

EN

- indien het openen van het bedieningsscherf of van een blokkeerscherm de enige mogelijkheid is om in de gevaarlijke zone te komen;

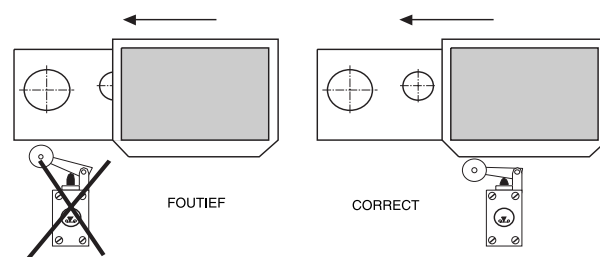
EN

- indien de met het bedieningsscherf verbonden blokkering de hoogst mogelijke betrouwbaarheid heeft (omdat het defect zijn ervan kan leiden tot een onbedoeld of onverwacht in werking stellen).

5.4.4.4. Eisen gesteld aan mechanische positieschakelaars

De Europese norm EN 60947-5-1:1991 geeft de eisen waaraan besturingsorganen en schakelementen op dit moment moeten voldoen. Een aantal van de in deze norm opgenomen en voor de besturingsorganen van beweegbare afschermingen geldende eisen worden hieronder behandeld.

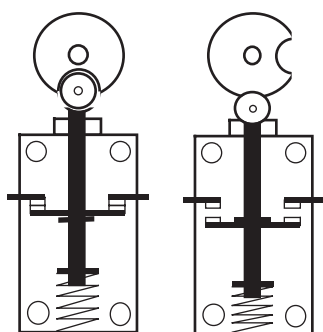
Een op een blokkeerscherm geplaatste positieschakelaar moet om zijn veiligheidsfunctie te kunnen vervullen, zodanig geplaatst worden dat hij bij een geopende afscherming positief gedwongen bekrachtigd wordt. De rechtstekening in de afbeelding hieronder toont de hier bedoelde bekrachtiging.



Figuur 5.11: Plaatsing van een veiligheidsschakelaar (bron: Pilz GmbH & Co.)

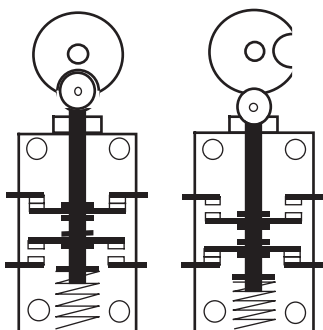
5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De norm specificeert tevens dat het bekrachtigingsorgaan van de schakelaar niet middels veerwerking maar vast met de contacttigger is verbonden. Het veiligheidsverbreekcontact is positief bekrachtigd en verbroken in het geval van een geopende afscherming. Door sluiten van de afscherming wordt het contact middels veerkracht gesloten.



Figuur 5.12: Werking van de veiligheidsschakelaar (bron: Pilz GmbH & Co.)

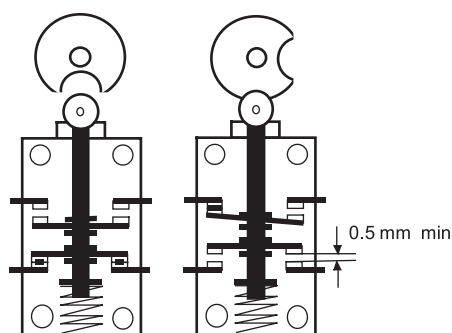
Wanneer de veiligheidspositieschakelaars voorzien zijn van een maak- en een verbreekcontact, kan het maakcontact als positiebewaking van het verbreekcontact gebruikt worden. Door beide contacten te controleren met een veiligheidscomponent wordt een hogere mate van veiligheid bereikt omdat een slechte schakelwerking direct wordt gedetecteerd.



Figuur 5.13: De afstand tussen de contacten (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De norm EN 60947-5-1 vereist bij gebruik van positieschakelaars met meer contacten dat bij het optreden van een fout in geen geval het maak- en verbreekcontact gelijktijdig gesloten zijn. De minimumafstand tussen open contacten bij een dergelijke fout moet groter zijn dan of gelijk aan 0,5 mm.



Figuur 5.14: Verkleving van de contacten (bron: Pilz GmbH & Co.)

Veiligheidspositieschakelaars die aan alle bovengenoemde en verder in de EN 60947-5-1 gespecificeerde eisen voldoen, dienen te zijn voorzien van een of beide van de volgende tekens.



Figuur 5.15: Merktekens op een correcte veiligheidsschakelaar (bron: norm EN 60947-5-1)

5.4.4.5. Eisen aan de blokkeervoorziening volgens de norm EN 1088

De Europese norm EN 1088 beschrijft de eisen waaraan een blokkeervoorziening verbonden met een mechanische afscherming dient te voldoen. Deze norm behandelt dus niet de mechanische eisen waaraan een dergelijke afscherming moet voldoen, deze eisen zijn vastgelegd in een andere norm: de EN 953. De verwerking van de stop- en startsignalen afkomstig van de blokkeervoorziening worden behandeld in de norm EN 954-1.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De norm EN 1088 van 1995 specificeert in hoofdstuk 7 de door de machineontwerper te hanteren selectiecriteria bij de keuze van een geschikte blokkeervoorziening op de machine.

Algemene eisen:

Wanneer een blokkeervoorziening voor een machine wordt gekozen, is het vereist om daarbij alle fasen van de levenscyclus van de blokkeervoorziening te overzien.

De belangrijkste selectiecriteria zijn:

- de gebruiksomstandigheden en het bedoelde gebruik van de machine;
- de verschillende bij de machine aanwezige gevaren;
- de ernst van een mogelijke verwonding;
- de waarschijnlijkheid van een falen van de blokkeervoorziening;
- de stoptijd en de toegangstijd van de machinebewegingen;
- de frequentie van toegang;
- de duur van de blootstelling aan het gevaar;
- het prestatievermogen.

Uit de hierboven genoemde opsomming blijkt duidelijk dat de uitkomsten van de risicobeoordeling van grote invloed zijn op de keuze van de blokkeervoorziening. De norm zelf zegt hierover expliciet in paragraaf 7.3 het volgende:

Risicobeoordeling:

Om te komen tot de keuze van de geschiktste blokkeervoorziening voor een bepaalde machine met gespecificeerde gebruikscondities, dient de ontwerper het risicobeoordelingsproces (zoals beschreven in de norm EN 1050) uit te voeren, daarbij rekening houdend met alle verschillende typen blokkeervoorzieningen, totdat een aanvaardbaar veiligheidsniveau is bereikt.

Het risico dat moet worden beoordeeld is het risico dat zou ontstaan als de veiligheidsfunctie van de blokkeerinrichting niet uitgevoerd zou worden.

Voor de laatste opmerking is van vitaal belang omdat in de praktijk blijkt dat men vaak snel geneigd is om bij de risicobeoordeling uit te gaan van een gesloten afscherming!

Bij gebruikmaking van mechanische positiedetectoren legt paragraaf 5.1 van de norm 1088 de volgende eisen met betrekking tot de bekrachtiging daarvan vast:

Wanneer een enkele detector wordt toegepast om het stopcommando te genereren, dient deze positief bekrachtigd te worden. Niet-positieve bekrachtiging is alleen toegestaan in combinatie

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

met een detector met positieve bekrachtiging, met name om defecten door gemeenschappelijke oorzaak te vermijden. Het ontwerp van de aandrijving dient zo eenvoudig mogelijk te zijn, omdat daarmee de kans op een fout gereduceerd wordt.

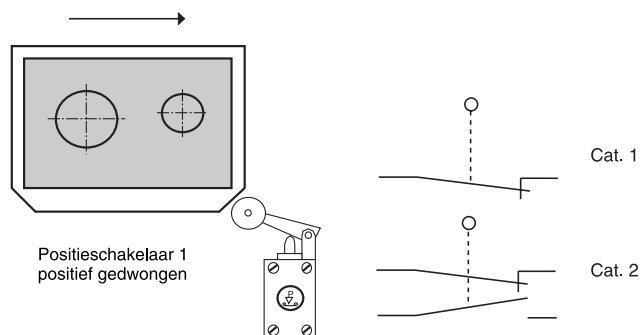
Afhankelijk van de met falen van de blokkeervoorziening verbonden risico's, dienen er dus één of twee veiligheidshekschakelaars op één en dezelfde mechanische afscherming te worden geplaatst.

Paragraaf 6.2.1 van EN 1088 van 1995 beschrijft o.a. de eisen voor blokkeervoorzieningen met één mechanisch gedwongen positiedetector:

6.2.1.1 De positiedetector moet positief bekrachtigd worden.

6.2.1.2 Het verbreekcontact van de positiedetector zal van het mechanisch gedwongen type moeten zijn, in overeenstemming met hoofdstuk 3 van de norm EN 60947-5-1.

Volgens de eisen van de lagere categorieën 1 en 2 van de norm EN 954-1 volstaat het gebruik van slechts een veiligheidshekschakelaar op een afscherming.



Figuur 5.16: Contactbezetting in categorie 1 en 2 (bron: Pilz GmbH & Co.)

Het maakcontact in categorie 2 wordt gebruikt om automatisch met elk openen en sluiten van de afscherming de juiste schakelwerking van de positiedetector te controleren. Hiermee wordt voldaan aan de in deze categorie gestelde eis om met gepaste tijdsintervallen de veiligheidsfunctie te controleren. Let erop dat dit natuurlijk alleen functioneert bij een afscherming die cyclisch geopend wordt, voor bijvoorbeeld het inleggen van ruw materiaal.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De hierboven genoemde ondersteunende veiligheidsfunctie wordt onderbroken automatische bewaking genoemd en wordt in paragraaf 3.5 van de norm EN 1088 genoemd:

Automatische bewaking:

Een ondersteunende veiligheidsfunctie die ervoor zorgt dat een veiligheidsmaatregel wordt genomen indien een onderdeel zijn functie niet meer naar behoren kan vervullen, of indien zodanige veranderingen in de procesomstandigheden optreden dat daardoor gevaar ontstaat.

Automatische bewaking kan in twee categorieën worden verdeeld:

- ononderbroken automatische bewaking, waarbij een veiligheidsmaatregel wordt genomen zodra een defect optreedt;
- onderbroken automatische bewaking, waarbij een veiligheidsmaatregel wordt genomen in een machinecyclus volgend op die waarin een defect optrad.

De norm EN 1088 van 1995 stelt in paragraaf 6.2.2 de volgende eisen aan het gebruik van twee positiedetectoren op een afscherming:

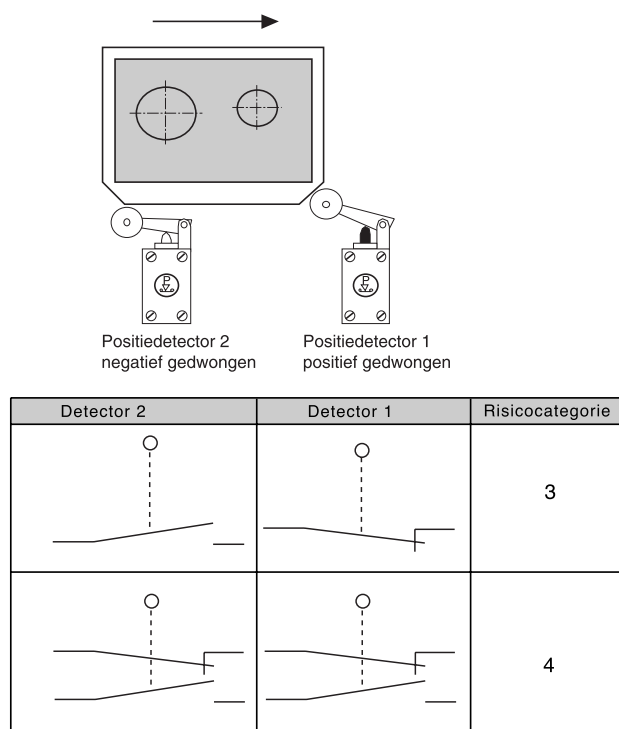
Blokkeervoorzieningen met twee mechanisch gedwongen positiedetectoren

De positiedetectoren moeten volgens tegenovergestelde modi werken:

- één met een verbreekcontact, positief bekrachtigd door de afscherming;
- de ander met een maakcontact, negatief bekrachtigd door de afscherming.

Bovengenoemde redundantie in de besturingsorganen is van toepassing bij categorie 3 en 4, volgens de norm EN 954-1, omdat in deze categorieën wordt geëist dat een enkele fout niet tot verlies van de veiligheidsfunctie leidt. Hieronder is met behulp van een tekening weergegeven wat de contactbezetting van beide positiedetectoren dient te zijn.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.17: Contactbezetting in categorie 3 en 4 (bron: Pilz GmbH & Co.)

Ook hier is in categorie 4 sprake van automatische bewaking, door controle van de schakelwerking van een maak- en verbreekcontact in elke positiedetector.

De norm onderscheidt twee verschillende blokkeerschermen, namelijk een blokkeerscherm zonder vergrendeling en een blokkeerscherm met vergrendeling. De eisen en praktische toepassing hiervan komen voor elk van deze blokkeerschermen respectievelijk aan bod in de paragrafen 5.4.4.6. en 5.4.4.7. van dit boek.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De criteria waarmee de keuze tussen beide afschermingen wordt gemaakt, zijn hieronder weergegeven. De criteria komen uit EN 1088, paragrafen 7.4 en 7.5.2:

Een blokkeervoorziening met vergrendeling dient te worden gebruikt wanneer de stoptijd groter is dan de toegangstijd die een persoon nodig heeft om de gevaarlijke zone te bereiken.

Voor toepassingen waarbij gebruik wordt gemaakt van blokkeervoorzieningen met automatische bewaking, kan op elk moment dat de voorziening van status verandert een functietest worden uitgevoerd, bijvoorbeeld bij elke toegang. Als in zo'n geval er slechts sprake is van infrequente toegang, dient een blokkeervoorziening te worden toegepast met aanvullende maatregelen zoals een voorwaardelijke vergrendeling, omdat tussen de opeenvolgende functie-tests de waarschijnlijkheid tot het ontstaan van een ongedetecteerde fout toegenomen is.

In de norm EN 1088 wordt ook gesproken over de mogelijkheid van de toepassing van niet-mechanisch bediende positiedetectoren zoals magnetisch bediende schakelaars en elektronische naderingschakelaars.

Er worden in de norm extra strenge eisen gesteld aan bovengenoemde systemen zoals blijkt uit paragraaf 5.7.3 en 6.3 van de norm.

Naderingsschakelaars en magnetische schakelaars die voor hun activering uitsluitend afhankelijk zijn van de aanwezigheid of afwezigheid van detecteerbaar materiaal of van een magneet, kunnen gemakkelijk verijdeld worden. Daarom moet de manier waarop ze gemonitord worden ervoor zorgen dat dit niet kan gebeuren.

Waar het risico bestaat dat een andere actuator het systeem kan uitschakelen, moet een versperring geïntegreerd worden in het mechanisch gedeelte om te verhinderen dat een andere actuator de schakelaar activeert.

Indien niet-mechanisch bediende positiedetectoren gebruikt worden, mag het bereikte veiligheidsniveau niet lager zijn dan datgene dat bereikt kan worden met mechanisch bediende positiedetectoren.

Een equivalent veiligheidsniveau kan bijvoorbeeld bereikt worden door:

- de mogelijkheid van verijdeling te minimaliseren;
- gebruik te maken van de technieken die beschreven zijn in 3.7 van EN 292-2:1991, in het bijzonder duplicatie (of redundantie) en automatische bewaking, en diversiteit van het ontwerp en/of techniek om een defect door een gemeenschappelijke oorzaak te vermijden.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Naderingsschakelaars en magnetische schakelaars voor blokkeertoepassingen moeten zo gekozen en gebruikt worden dat de te voorziene externe velden hun functie niet verminderen.

Naderingsschakelaars moeten zo gemonteerd worden dat een defect als gevolg van wederzijdse beïnvloeding vermeden wordt.

Indien naderingsschakelaars en magneetschakelaars in blokkeringen gebruikt worden, moeten noodzakelijke voorzorgsmaatregelen genomen worden om een defect te vermijden, veroorzaakt door schommelingen in de voeding, stroomstoot, enz.

Magnetische schakelaars die gebruikt worden zonder aanvullende maatregelen, zoals bescherming tegen overstroom en/of redundantie en automatische bewaking, zijn over het algemeen niet geschikt voor blokkeertoepassingen, hoofdzakelijk omdat ze bij defect tot een gevaarlijke situatie kunnen leiden.

Op dit moment zijn er verschillende fabrikanten die dergelijke systemen aanbieden en die een goedkeuring hebben van een *notified body* omdat dergelijke systemen voorkomen in bijlage IV van de Machinerichtlijn 98/37/EG in deel B, punt 1. Dit leidt ertoe dat ook bij zelfbouwen van een dergelijke veiligheidscomponent een machinefabrikant of een werkgever contact met de *notified body* moet zoeken voor een typegoedkeuring of controle van het technisch constructiedossier.

5.4.4.6. Blokkeerscherm zonder vergrendeling

Indien de keuze is gevallen op een blokkeerscherm zonder vergrendeling, zie paragraaf 5.4.4.3. van dit boek, zal men rekening moeten houden met de in paragrafen 3.1 en 3.2 van de norm EN 1088 van 1995 opgenomen systeemeisen. Deze paragrafen komen respectievelijk overeen met de paragrafen 3.23.1 en 3.22.4 van EN 292-1 van 1991. De termen blokkering en blokkeerscherm uit EN 292-1 komen respectievelijk overeen met de termen *interlocking device* en *interlocking guard* uit EN 1088 van 1995.

Blokkering:

Mechanische, elektrische of andere voorziening, bedoeld om het in werking zijn van machineonderdelen onder vastgestelde omstandigheden (in het algemeen zolang de afscherming niet is gesloten) te verhinderen.

Norm EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.23.1

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Blokkeerscherm:

Afscherming verbonden met een blokkering op een zodanige wijze dat:

- *de door de afscherming "afgedekte" gevaarlijke functies van de machine niet in werking kunnen zijn tot het moment dat de afscherming is gesloten;*
- *wanneer de afscherming wordt geopend terwijl gevaarlijke functies van de machine in werking zijn, er een stopopdracht wordt gegeven;*
- *de gevaarlijke functies van een machine in werking kunnen zijn wanneer de afscherming is gesloten, echter zonder dat het sluiten van de afscherming op zich die functies in werking stelt.*

Norm EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.22.4

5.4.4.7. Blokkeerscherm met vergrendeling

Zoals reeds vermeld in paragraaf 5.4.3. van dit boek dient men in een aantal gevallen gebruik te maken van een blokkeerscherm met vergrendeling. In paragraaf 3.4 van de norm EN 1088 van 1995 wordt de volgende definitie gegeven:

Schermsgrendelingsvoorziening:

Een voorziening om een afscherming in de gesloten positie en verbonden met het besturingssysteem te houden zodanig dat:

- de machine niet in werking kan zijn tot het moment dat de afscherming is gesloten en vergrendeld;
- de afscherming gesloten blijft tot het moment dat de gevaarlijke functies zijn gestopt.

De norm EN 1088 van 1995 geeft in paragraaf 5.5 duidelijk aan hoe een dergelijke vergrendeling zowel mechanisch als besturingstechnisch dient te zijn opgebouwd.

Schermsgrendelingsvoorziening:

Een schermsgrendeling moet het resultaat zijn van de koppeling van twee stijve onderdelen (positieve plaatsing). Het onderdeel (grendel) dat dient voor het afsluiten van de afscherming moet met veerkracht geplaatst en met energie vrijgegeven (*spring applied - power released*) worden. Andere systemen mogen in speciale toepassingen worden gebruikt als zij hetzelfde veiligheidsniveau verschaffen.

Voor met veerkracht geplaatste en met energie vrijgegeven (*spring applied - power released*) systemen, moet een handmatige ontgrendelingsvoorziening middels een stuk gereedschap aanwezig zijn.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De positie van de grendel moet bewaakt worden (bijvoorbeeld door een positief gedwongen detector), zodat de machine niet gestart kan worden totdat de grendel volledig geplaatst is.

Ook ontgrendelen is aan bepaalde strenge eisen gebonden, zodat gewaarborgd kan worden dat de afscherming pas geopend kan worden als de gevaarlijke functies zijn gestopt. Dit is op de hieronder genoemde wijzen zoals beschreven in paragraaf 4.2.2 van de norm EN 1088 van 1995 te realiseren:

Blokkeervoorziening met vergrendeling:

De afscherming wordt in gesloten positie gehouden door de vergrendeling. Er zijn twee typen vergrendeling:

- onvoorwaardelijke ontgrendeling: de ontgrendeling van de afscherming kan op elk moment door de bediener worden geïnitieerd, maar de tijd die nodig is om de afscherming te ontgrendelen is langer dan de stoptijd van de gevaarlijke functies;
- voorwaardelijke ontgrendeling: de ontgrendeling is alleen mogelijk als aan een bepaalde voorwaarde is voldaan, waarmee verzekerd wordt dat de gevaarlijke functies zijn gestopt.

De vergrendeling kan zowel een integraal onderdeel van de blokkeervoorziening als een afzonderlijk onderdeel zijn.

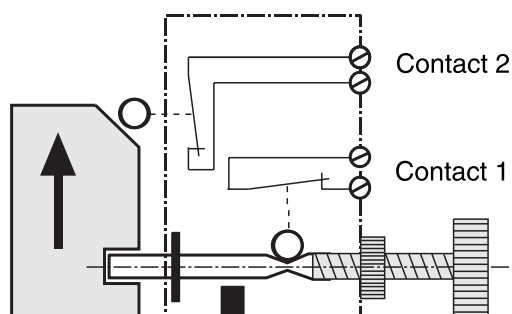
Voorwaardelijke ontgrendeling:

De ontgrendeling van de afscherming wordt pas mogelijk gemaakt als een van de volgende voorwaarden is vervuld:

- een vaste tijd is verstreken, nadat het stopcommando is gegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat de tijd die nodig is om de afscherming te ontgrendelen groter moet zijn dan de tijd die nodig is voor het verdwijnen van het gevaar;
- het verdwijnen van het gevaar is gedetecteerd (bijvoorbeeld stilstandsdetectie).

Hieronder is een voorbeeld gegeven van een onvoorwaardelijke ontgrendeling door middel van een met één hand bediend vergrendelingsmechanisme. De bediener kan elk moment starten met het losschroeven van de grendel, waarop direct contact 1 geopend wordt en de gevaarlijke beweging wordt afgeschakeld. De tijd die nodig is voor het verder losschroeven van de grendel is groter dan de stoptijd van de beweging. Verder onderbreekt contact 2 bij een geopende afscherming de energietoevoer naar de aandrijvende delen.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.18: Met één hand bediend vergrendelingsmechanisme (bron: Pilz GmbH & Co.)

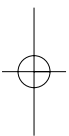
Voor de voorwaardelijke ontgrendeling door middel van een vaste tijlvertraging mag zeker geen gebruik worden gemaakt van een met standaardtechnieken opgebouwd tijlrelais of een 1-kanalige PLC. Dit omdat hiermee niet kan worden voldaan aan de onderstaande eis uit paragraaf 5.6 van EN 1088:

Tijlvertragingcomponenten:

Wanneer een tijlvertragende component (timer) wordt gebruikt, dient een fout in de component niet te leiden tot verkorting van de vertragingstijl.

Pilz heeft een veiligheidscomponent ontwikkeld waarmee volledig aan de bovenstaande eis wordt voldaan, namelijk het veiligheidstijlrelais type PZA. De PZA is een redundant opgebouwd tijlvertraagd relais met zelfcontrole zodat, in het geval van een fout in één van de onderdelen, de tijlvertraging oneindig wordt. De grendel wordt dus in het geval van een fout in het relais niet meer vrijgegeven. Hieronder is een voorbeeld getekend van een toepassing met een veiligheidstijlrelais van het type PZA.

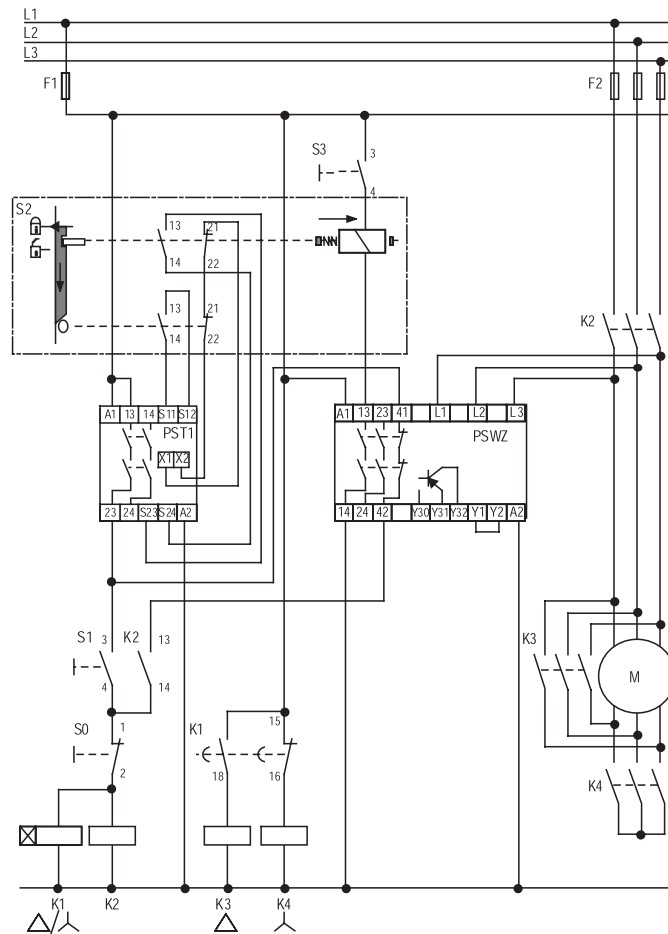
5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Als tweede voorwaarde voor voorwaardelijke ontgrendeling noemt de norm EN 1088 in haar paragraaf 4.2.2 'detectie van het verdwijnen van het gevaar'. Een voorbeeld hiervan is stilstandsdetectie. Ook hier is het natuurlijk van groot belang dat gebruik wordt gemaakt van veiligheidscomponenten. Voor stilstandsdetectie van wisselspannings- of gelijkspanningsmotoren heeft Pilz enkele veiligheidsstilstandsbewakingsrelais in haar pakket, o.a. de PSWZ. Hieronder is een voorbeeldschema opgenomen waarbij de grendel pas elektrisch ontgrendeld kan worden indien de PSWZ stilstand heeft gedetecteerd. De bediener moet in dit geval eerst de stopschakelaar S0 indrukken, zodat de machine tot stilstand komt. Daarna moet de bediener de drukknop S3 bekrachtigen en afhankelijk van het feit of stilstand is gedetecteerd, gaat de grendel open en kan het hek worden geopend.

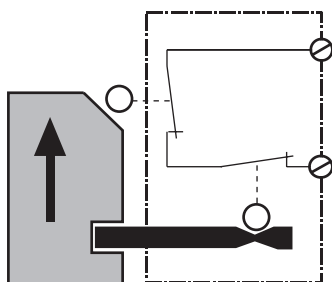
5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



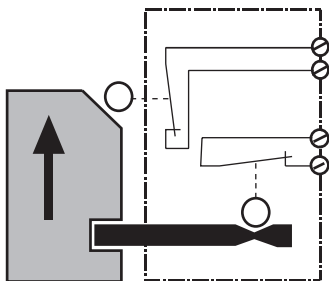
Figuur 5.20: Toepassingschema: stilstandsbewaking voor wisselspanningsmotoren
(bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Vele fabrikanten van veiligheidsschakelaars beschikken over producten waarbij de positie-detector en de vergrendeling in één en dezelfde behuizing zijn ondergebracht. Het interne schema kan echter in grote mate verschillen, daar sommige producten een 1-kanalige uitgang hebben (zie figuur 5.21) en andere een 2-kanalige uitgang (zie figuur 5.22).



Figuur 5.21: 1-kanalige uitgang (bron: Pilz GmbH & Co.)



Figuur 5.22: 2-kanalige uitgang (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.4.8. Bedieningsschermen

Een bedieningsscherf is een beweegbare afscherming die tevens een bedieningsfunctie in zich heeft, namelijk het sluiten van de afscherming geldt als startopdracht voor de bewegende delen achter de afscherming.

Een bedieningsscherf kan, zoals reeds beschreven in paragraaf 5.4.4.3. alleen worden toegepast als tegelijkertijd is voldaan aan een drietal voorwaarden:

1. De ruimte achter het bedieningsscherf is zo klein dat er voor de bediener of een deel van diens lichaam geen mogelijkheid is hier te verblijven terwijl de afscherming is gesloten.
2. Het openen van het bedieningsscherf is de enige mogelijkheid om in de gevaarlijke zone te komen.
3. De voor het bedieningsscherf gebruikte blokkeringsschakeling voldoet aan EN 954 categorie 4.

Er zijn bedieningsschermen die handmatig worden geopend en gesloten, maar ook bedieningsschermen die middels een aandrijving (hydraulisch, pneumatisch, elektrisch) worden geopend en gesloten.

In het laatste geval praten we over een veiligheidscomponent die voorkomt in de opsomming van gevaarlijke machines uit bijlage IV van de Machinerichtlijn 98/37/EG in deel B, punt 3:

3. *Automatisch bewegende schermen voor de beveiliging van de in deel A, punten 9, 10 en 11, bedoelde machines.*

Bij de onder punten 9, 10 en 11 van deel A beschreven machines gaat het om:

9. *Persen, met inbegrip van buigmachines, voor koude metaalbewerking, waarbij het materiaal met de hand wordt toe- en/of afgevoerd en de beweegbare werktuigen een slaglengte kunnen hebben van meer dan 6 mm en een snelheid van meer dan 30 mm/s.*
10. *Machines voor het spuitgieten en persen van kunststoffen met manuele toevoer of afvoer van het materiaal.*
11. *Machines voor het spuitgieten en persen van rubber met manuele toevoer of afvoer van het materiaal.*

De fabrikant van dergelijke bedieningsschermen maakt dus een veiligheidscomponent volgens bijlage IV van de Machinerichtlijn 98/37/EG en moet dus ook de certificatieprocedure voor gevaarlijke machines volgen.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.5. Veiligheid: begrenzingsvoorzieningen

Een begrenzingsvoorziening is volgens paragraaf 3.23.7 van de norm EN 292-1: een voorziening waarmee wordt verhinderd dat de machine of machineonderdelen een in het ontwerp vastgestelde grens (zoals: ruimtelijke grens, grenswaarde voor druk, enz.) overschrijdt. Begrenzingsvoorzieningen kunnen dus bestaan uit mechanische en/of besturingstechnische middelen.

Enkele voorbeelden van een mechanische begrenzingsvoorziening zijn:

1. een eindstop op een geleiderail;
2. een druk-breekplaat op een vat;
3. drukkbegrenzer op een olieslang.

Besturingstechnische begrenzingsvoorzieningen zijn onder andere:

1. bewaking van de bewegingsgrenzen (met een of meer eindschakelaars);
2. elektronische drukmeeting met grensbewaking;
3. motortoerentalbewaking (met behulp van een of meerdere tacho's);
4. temperatuurgrensbewaking;
5. spanningsbewaking (bij aanraakgevaar van spanningvoerende delen).

5.4.6. Veiligheid: bewegingsbeperkende besturingsorganen

Een bewegingsbeperkend besturingsorgaan is volgens paragraaf 3.23.8 van de norm EN 292-1: een besturingsorgaan waarvan de bekrachtiging slechts een beperkte beweging van een machineonderdeel toelaat, waardoor het risico zoveel mogelijk wordt beperkt; verdere beweging is geblokkeerd totdat het besturingsorgaan opnieuw en afzonderlijk wordt bekrachtigd.

Normaal mag een machine een bewerking alleen kunnen beginnen, indien alle beveiligingsmiddelen zijn aangebracht en functioneren. Het kan voorkomen dat de bediener voor bepaalde handelingen (bijv. afstellen/onderhoud) zich daadwerkelijk in de gevarenczone moet begeven terwijl de aandrijvende delen niet afgeschakeld kunnen zijn. Als daarbij de veiligheidsvoorzieningen zijn uitgeschakeld, moeten deze handelingen met handbediening plaatsvinden door middel van een hold-to-runbediening, in combinatie met vrijgavetoestellen die voor verhoogde veiligheidsmaatregelen zorgen.

Om ervoor te zorgen dat het starten in de juiste volgorde plaatsvindt, moeten passende vergrendelingen zijn aangebracht. Deze vergrendeling geschiedt door middel van een

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

vergrendelbare functiekeuzeschakelaar, een vrijgavetoestel (of vrijgavevoorziening) en verhoogde veiligheidsmaatregelen (bijv. verlaagde snelheid, minder vermogen of kracht, stap-voor-stap), een en ander zoals wordt beschreven in paragraaf 5.4.11.

In paragraaf 9.2.5.8 van de norm EN 60204-1 van 1997 is de functionaliteit van het vrijgavetoestel vastgelegd en wordt gesproken over twee typen vrijgavetoestellen.

Een vrijgavetoestel is een aanvullend met de hand bediend bedieningsorgaan dat wordt gebruikt in combinatie met een startschakelaar en dat bij ononderbroken bediening de machine doet werken.

Wanneer een vrijgavetoestel deel uitmaakt van een systeem, moet dit zo zijn ontworpen dat het slechts in één stand de machine doet werken. In alle andere standen moet de beweging worden stopgezet.

Het vrijgavetoestel moet de volgende eigenschappen hebben:

- aangesloten op een stopfunctie van categorie 0 of 1 (zie 9.2.2);
 - bij het ontwerp is rekening gehouden met ergonomische principes;
 - voor uitvoering met twee standen:
 - stand 1: schakelaar in de uit-stand (niet bediend),
 - stand 2: schakelaar in vrijgave-stand (bediend);
 - voor uitvoering met drie standen:
 - stand 1: schakelaar in de uit-stand (niet bediend),
 - stand 2: schakelaar in vrijgave-stand (in middenpositie bediend),
 - stand 3: schakelaar in de uit-stand (over middenpositie heen bediend).
- Terugkeren van stand 3 naar stand 2 mag geen vrijgave tot gevolg hebben.*

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 9.2.5.8

De in paragraaf 10.2.1 van EN 60204-1 van 1997 aanbevolen kleuren voor een hold-to-run-knop zijn: WIT, GRIJS of ZWART. De kleur ROOD, GEEL of GROEN mag hiervoor niet worden gebruikt.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

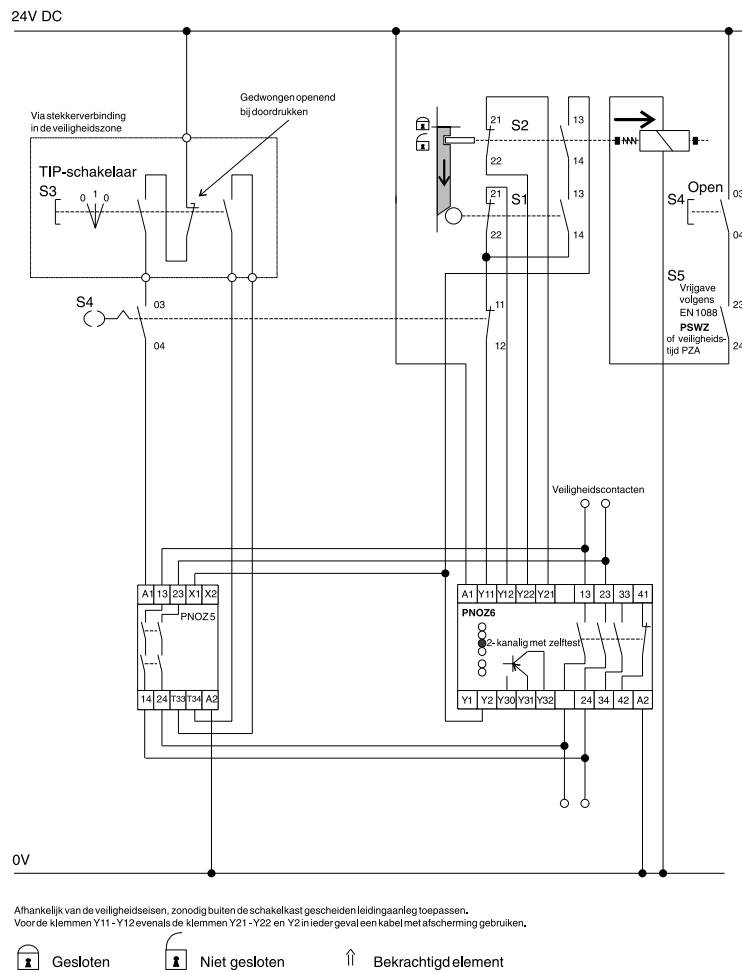


Figuur 5.23: Hold-to-runschakelaar (bron: ISSA Prevention Series No. 2022)

Bovenstaande figuur 5.23 toont een voorbeeld van een vrijgavetoestel dat in de hand kan worden gehouden en is uitgevoerd met 3 standen.

Een elektrisch voorbeeldschema biedt figuur 5.24, waarin duidelijk is te zien hoe de drie standen functioneren.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



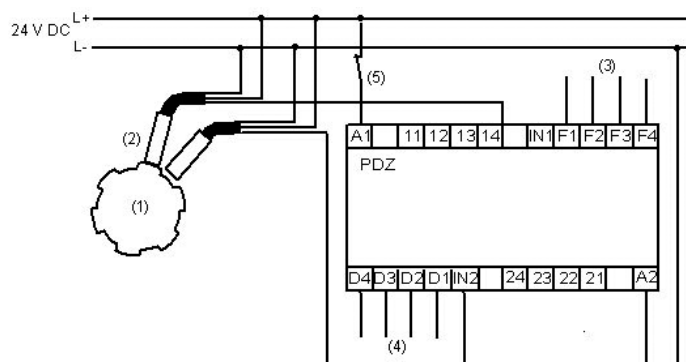
Figuur 5.24: Elektrisch schema met hold-to-run (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Hierna worden als voorbeeld een drietal bewegingsbeperkende maatregelen genoemd die in combinatie met de vrijgavevoorziening moeten worden toegepast:

1. Beperking van de snelheid
2. Beperking van de kracht
3. Stap-voor-stapbedrijf

Ad. 1 Beperking van de snelheid kan tegenwoordig worden gerealiseerd door de frequentieregeling op de machine. Omdat de frequentieregelaar is opgebouwd uit standaard (niet-failsafe) elektronische logica kan bij het optreden van een enkele fout (bijv. omvallen van 1 bit, doorslaan van een transistor) een zeer gevaarlijke situatie ontstaan voor de bediener met de hold-to-runknop in de hand. Afhankelijk van de risicobeoordeling zal een failsafe toerentalbewakingsunit moeten worden toegepast. Een voorbeeld van een dergelijke unit is het veiligheidsrelais PDZ, dat door middel van twee naderingssensoren op de (getande) motoras de actuele snelheid kan meten. Zie figuur 5.25.



- (1) Voorbeeld van tandrad met 6 tanden
- (2) PNP-benaderingsschakelaars
- (3) Programmeeringangen voor reductie van de frequentie (max. toerental)
- (4) Programmeeringangen voor frequentie (max. toerental)
- (5) Contact voor resetten na fout

Figuur 5.25: Veilige toerentalbewaking met PDZ (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Zolang de gemeten snelheid beneden de ingestelde grenswaarde blijft, kan de bediener met de hold-to-runknop zich veilig in de gevaarlijke zone begeven. Zodra de snelheidsgrens wordt overschreden, worden de aandrijvende delen afgeschakeld.

- Ad. 2 Een voorbeeld van beperking van de kracht is het omschakelen van de druktoevoer via een drukbegrenzer in het geval dat de bediener gekozen heeft voor hold-to-runbediening.
- Ad. 3 Stap-voor-stapbedrijf kan natuurlijk net als in ad. 1 worden bereikt door in de (niet-fail-safe) aansturingslogica (PLC, IPC of anders) een softwarematige functie op te nemen die de machine slechts stapsgewijs aanstuurt. Ook hier geldt weer dat bij slechts 1 fout in de besturingslogica de veiligheid van de bediener gevaar kan lopen. Afhankelijk van de risicobeoordeling zal een failsafe impulsrelais (of failsafe PLC) moeten worden gebruikt. Een voorbeeld van een dergelijke unit is het veiligheidsrelais PZW. De PZW is een impulsrelais met een gegarandeerde vaste (instelbare) impulstijd, zie figuur 5.26.



Figuur 5.26: PZW, een veiligheidsrelais met vaste impulstijd (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.7. Veiligheid: tweehandenbediening

5.4.7.1. Inleiding

Een tweehandenbediening wordt reeds in vele machinebesturingen toegepast, zoals op *teach pendants* van robots en kranen en bij diverse soorten persen. Door de specifieke plaatsing van de tweehandenbedieningsknoppen en de controle op de juiste bediening ervan, worden de bovenste ledematen van de machinebediener beschermd.

De tweehandenbediening is een veiligheidsvoorziening die voorkomt in de opsomming van gevaarlijke machines uit bijlage IV van de Machinerichtlijn. De fabrikant van de tweehandenbediening moet dus ook de certificatieprocedure voor gevaarlijke machines volgen.

De definitie van de tweehandenbediening is volgens paragraaf 3.1 van de norm EN 574 van 1996 als volgt:

Een voorziening die voor het in werking stellen en in werking houden van een machinebeweging, ten minste vereist dat dit gedurende de tijd dat een gevaarlijke toestand bestaat, geschiedt door de gelijktijdige bekrachtiging van twee bedieningsorganen, door gebruikmaking van beide handen. Op die manier wordt een zekere bescherming verkregen alleen voor de persoon die de bedieningsorganen bekrachtigt.

Van de tweehandenbediening kan volgens de Europese norm EN 292-2 gebruik worden gemaakt indien de toegang tot de gevaarlijke zones van de machine tijdens gewone werking noodzakelijk is. Een voorbeeld hiervan is te vinden in machines die handmatig worden voorzien van het te bewerken product zoals bijvoorbeeld een hydraulische pers. De keuze van een tweehandenbediening als veiligheidsvoorziening moet bewust worden gemaakt waarbij met het onderstaande rekening dient te worden gehouden.

Tweehandenbediening: de keuze voor deze voorziening moet met zorg worden overwogen, aangezien hiermee in het algemeen alleen de persoon wordt beschermd die de bediening uitvoert en het niet wordt voorkomen dat anderen die zich in de buurt bevinden toegang krijgen tot de gevaarlijke zones.

EN 292-2 van 1991, paragraaf 4.1.3, punt e

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.7.2. Eisen volgens de norm EN 574

In deze Europese norm worden de veiligheidseisen gespecificeerd waaraan een twee-handenbediening moet voldoen. Zij onderscheidt drie typen: type I, II en III, waarbij de keuze van het juiste type afhangt van de door de ontwerper/fabrikant uitgevoerde risicobeoordeling op de machine.

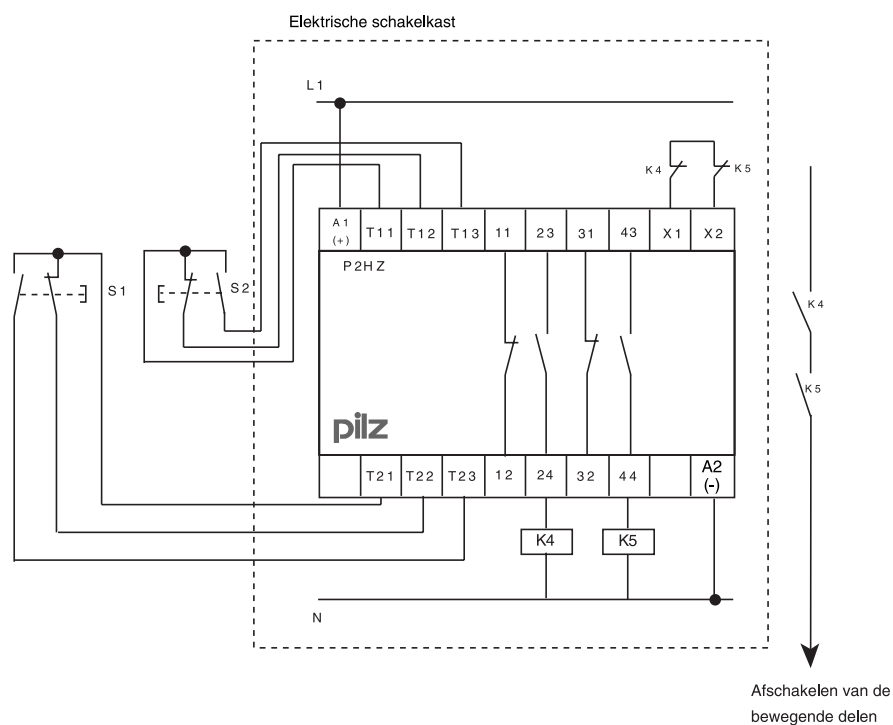
De norm geeft tevens als eis dat de categorie volgens de norm EN 954-1 van de twee-handenbediening niet lager gekozen mag worden dan het relevante veiligheidsgerelateerde deel van de machinebesturing.

Een aantal van deze eisen die gelden voor een tweehandenbediening van het type IIIC, wordt hieronder kort genoemd:

1. Het uitgangssignaal mag alleen worden afgegeven, indien beide bedieningsorganen binnen een tijdsinterval dat kleiner is dan of gelijk aan **0,5 seconden**, gelijktijdig ingedrukt worden.
2. Het loslaten van **één of beide** bedieningsorganen moet leiden tot het uitschakelen van het uitgangssignaal.
3. Het uitgangssignaal mag te allen tijde pas opnieuw gegeven worden nadat **beide** bedieningsorganen eenmaal zijn losgelaten en daarna weer correct zijn ingedrukt.
4. Door de positionering en eventuele afscherming van de bedieningsorganen moet worden voorkomen dat deze kunnen worden bekrachtigd door gebruikmaking van:
 - slechts één hand, minimale binnenafstand 260 mm;
 - één hand en elleboog van eenzelfde arm, minimale afstand 550 mm;
 - één onderarm of elleboog als de veiligheidsafstand klein is;
 - één hand en een ander deel van het lichaam zoals een knie of een heup.

Hieronder worden nog enkele toepassingsvoorbeelden getoond van het gebruik van twee-handenbedieningsrelais. De beide relais K4 en K5 worden toegepast voor contactuitbreiding en/of contactversterking.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.27: Tweehandenbeveiliging op een pers (bron: Pilz GmbH & Co.)

Voorbeeld 1: Bij een stempelautomaat heeft de risicoanalyse aangetoond dat de grootste verwonding die een bediener kan oplopen, een lichte (herstelbare) verwonding is. Een risico-beoordeling volgens de norm EN 954-1 leidt tot de keuze van categorie 1. Zoals uit de onderstaande tabel valt af te lezen, kunnen hiervoor zowel de P1HZ 2 als alle P2HZ-relais worden toegepast. Voor deze toepassing volstaat echter het gebruik van een P1HZ 2.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Overzicht van enkele Pilz-tweehandenbedieningsrelais en de categorieën waaraan ze voldoen.

Cat.	Eisen gesteld aan de tweehanden-bediening door de norm EN 574 en de norm EN 954-1	Type tweehanden-beveiliging volgens de norm EN 574	Overeenstemmend Pilz-tweehanden-bedieningsrelais
B	De tweehandenbeveiliging en/of haar componenten dienen te worden ontworpen, geconstrueerd, geselecteerd en gecombineerd in overeenstemming met de relevante normen, zodat zij de te verwachten invloeden kunnen weerstaan.	Niet toegestaan	Geen
1	Voldoen aan de eisen van categorie B. Gebruik van beproefde veiligheids-componenten en veiligheidsprincipes.	I en IIIA	P1HZ 2 of P2HZ 5 of P2HZ 6
2		Niet toegestaan	Geen
3	Voldoen aan de eisen van categorie B en 1. De tweehandenbeveiliging dient zodanig te zijn ontworpen, dat: - een enkele fout in de tweehanden-bediening niet kan leiden tot het verlies van de veiligheidsfunctie(s); - indien (praktisch) mogelijk een enkele fout wordt gedetecteerd. Als gevolg van een enkele fout mag: - de tweehandenbediening niet overgaan in een eenhandbediening, en - er geen uitgangsignaal (vrijgave) worden gegenereerd.	II en IIIB	P2HZ X1 of P2HZ X3 of P2HZ 5 of P2HZ 6

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Cat.	Eisen gesteld aan de tweehanden-bediening door de norm EN 574 en de norm EN 954-1	Type tweehanden-beveiliging volgens de norm EN 574	Overeenstemmend Pilz-tweehanden-bedieningsrelais
4	Voldoen aan de eisen van categorie B en 1. De tweehandenbediening dient zodanig te zijn ontworpen, dat: - een enkele fout in de tweehanden-bediening niet kan leiden tot het verlies van de veiligheidsfunctie(s), en indien mogelijk, moet de fout worden gevonden voor (of tijdens) de volgende werking van de veiligheidsfunctie(s). - Als dit niet mogelijk is dan mag een opeenhoping van fouten niet tot verlies van de veiligheidsfunctie(s) leiden. - Na het ontdekken van een fout mag het niet mogelijk zijn om het uitgangsignaal te genereren. - Een uitgangsignaal dat wordt gegenereerd tijdens het optreden van een enkele fout mag aanwezig blijven, maar moet stoppen wanneer een of beide ingangsignalen worden afgebroken.	IIIC	P2HZ X1 of P2HZ X3 of P2HZ 5 of P2HZ 6

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.8. Veiligheid: mechanisch gestuurde naderingsschakelaars

In de norm EN 292-1 wordt de volgende definitie van naderingsschakelaar gegeven:

Voorziening die ervoor zorgt dat de machine of machineonderdelen tot stilstand wordt (worden) gebracht (of er op een andere wijze voor zorgt dat een veilige toestand wordt bereikt) indien een persoon of een deel van zijn of haar lichaam een veilige grens overschrijdt.

EN-292-1 van 1991, paragraaf 3.23.5

Naderingsschakelaars kunnen mechanisch of niet-mechanisch worden aangestuurd. In deze paragraaf worden de mechanisch gestuurde naderingsschakelaars behandeld, in de volgende paragraaf de niet-mechanisch gestuurde naderingsschakelaars.

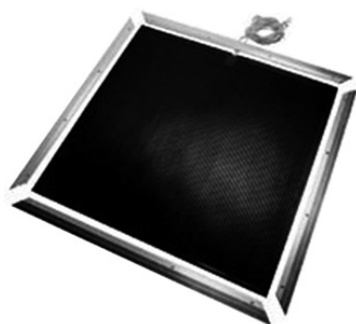
Er wordt in de machinesector redelijk veel gebruik gemaakt van mechanisch gestuurde naderingsschakelaars zoals:

1. schakelmatten/-vloeren
2. schakellijsten
3. schakelbumpers

De eisen gesteld aan de eerstgenoemde componenten zijn vastgelegd in de Europese norm EN 1760-1 van 1996 (drukgevoelige beschermingsvoorzieningen: drukgevoelige matten en vloeren), terwijl de laatste twee componenten worden behandeld in EN 1760-2 van 1996 (drukgevoelige beschermingsvoorzieningen: drukgevoelige randen en stangen).

Er worden verschillende technische principes toegepast bij deze drukgevoelige beschermingsvoorzieningen, maar meestal is er in tegenstelling tot de andere veiligheidsvoorzieningen geen sprake van mechanisch gedwongen verbreekcontacten, maar van maakcontacten. Schakelmatten worden daarom hoofdzakelijk als 'beveiliging achter de veiligheidsafscherming' toegepast. Dit betekent dat de grens van de gevaarlijke zone met een combinatie van lichtscherm en vaste afscherming wordt bewaakt en de vloer erachter met een schakelmat.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

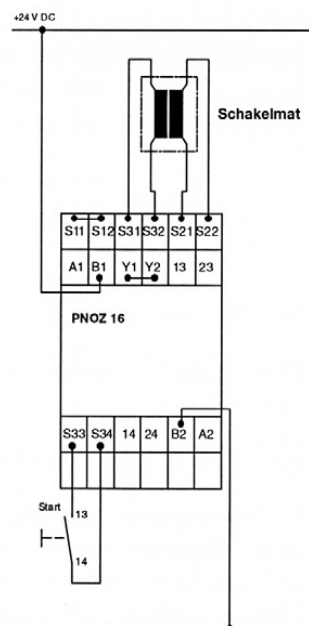


Figuur 5.28: Voorbeeld van een schakelmat (bron: Pilz GmbH & Co.)

De bewaking van een schakelmat functioneert niet volgens het principe dat het maakcontact van de schakelmat direct een relais aanstuurt dat de gevaarlijke beweging afschakelt, maar het maakcontact van de schakelmat sluit de stuurspanning kort waardoor afgeschakeld wordt.

Figuur 5.29 laat een schakelmatbewaking zien met een relais (PNOZ 16S) van de firma Pilz. Hierbij is geleider 1 van de schakelmat aangesloten op S31-S32 en geleider 2 op S21-S22, zodat in de rustsituatie (schakelmat niet ingedrukt) het veiligheidsrelais is vrijgegeven. Wanneer er nu een voet gezet wordt op de schakelmat zal geleider 1 in contact komen met geleider 2, waardoor een kortsluiting ontstaat tussen de circuits S31-S32 en S21-S22. De spanning valt uit en de uitgangsrelais van de PNOZ schakelen af en de gevaarlijke beweging wordt gestopt.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.29: Schakelmatbeveiliging met de PNOZ 16S (bron: Pilz GmbH & Co.)

In geval van gebruik van de schakelmat als beveiliging achter de veiligheidsafscherming zou, indien er zich een persoon in de gevaarlijke zone bevindt terwijl er toch gereset wordt, worden voorkomen dat de machine in beweging komt omdat de gevaarlijke bewegende delen afgeschakeld blijven. Totdat de persoon de schakelmat heeft verlaten en zich buiten de gevaarlijke zone heeft begeven, kan dat deel van de machine niet inschakelen.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.9. Veiligheid: niet-mechanisch gestuurde naderingsschakelaars (lichtschermen)

Foto-elektrische veiligheidsvoorzieningen zijn een voorbeeld van niet-mechanisch gestuurde naderingsschakelaars.

Indien de toegang tot de gevaarlijke zone tijdens de gewone werking van de machine niet noodzakelijk is, kan onder andere gebruik worden gemaakt van een foto-elektrische veiligheidsvoorziening, waarmee de gevaarlijke zone wordt afgeschermd. Het mag duidelijk zijn dat deze veiligheidsvoorziening de bediener niet beschermt tegen materialen, werkstukken, spanen, vloeistoffen e.d. die kunnen worden uitgestoten door en/of kunnen vallen of ontsnappen uit de machine.

In de norm EN 61496 van 1998, deel 1 en 2, zijn de eisen vastgelegd waaraan de foto-elektrische veiligheidsvoorzieningen moeten voldoen. Hierop wordt in de volgende paragrafen dieper ingegaan.

5.4.9.1. Norm EN 61496-1

Deze B-norm specificeert de algemene eisen voor het ontwerp, de constructie en de test van contactloos werkende beveiligingsinrichtingen (hierna CWB genoemd) die worden toegepast voor het afschermen van de gevaarlijke zone(s) van machines. De Engelse term voor contactloos werkende beveiligingsinrichting is *electro-sensitive protective equipment* (ESPE) en de Duitse term is *berührungslos wirkende Schutzseinrichtung* (BWS).

Men onderscheidt:

- Type 4 CWB - S, voor toepassingen met een hoog risico, categorie 3 en 4.
Het optreden van een enkele fout in de CWB mag niet leiden tot het verlies van de veiligheidsfunctie.
- Type 2 CWB - T, met een periodieke test voor toepassingen met een gering risico, categorie 2.

De veiligheidsfunctie wordt periodiek getest middels controle van de reactie op een extern aangeboden testsignaal. Het optreden van een fout tussen de tests kan tot verlies van de veiligheidsfunctie leiden.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De testinrichting moet een periodieke test mogelijk maken, om fouten in de volgende functies te voorkomen:

- detectievermogen;
- reactietijd;
- reactie van de CWB op een periodieke test.

De test moet minstens eenmaal, en op z'n laatst tijdens het inschakelen van de CWB geschieden.

5.4.9.2. Norm EN 61496-2

Deze B-norm specificeert bijzondere eisen voor actieve foto-elektrische beveiligingsinrichtingen.

Belangrijkste eis:

Het oplossend vermogen (de resolutie) van een lichtschermbaan is de diameter van een proefstaafje, dat in het gehele beschermingsgebied herkend wordt. Deze voorwaarde wordt vervuld als het proefstaafje op elke plaats in het beschermingsgebied ten minste één lichtstraal volledig onderbreekt.

Effectieve straalhoek voor:

- CWB - S gelijk/kleiner +/- 2 graden
- CWB - T gelijk/kleiner +/- 4 graden

Beveiligingsinrichtingen die volgens het reflectieprincipe werken, moeten afschakelen indien een reflector direct voor het straalvenster gehouden wordt.

Glanzend aluminium of een spiegel in het afgeschermd gebied mag niet leiden tot het inschakelen.

Door de externe test van de CWB-T moet onder andere beproefd worden, of alle afzonderlijke lichtstralen volgens de bepalingen werken.

De functie moet gegarandeerd zijn bij:

- tegenlicht tot 10.000 lx;
- wissellicht tot 5.000 lx.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Bovendien mag er geen gevaarlijke toestand ontstaan bij:

- tegenlicht tot 20.000 lx;
- wissellicht tot 10.000 lx;
- stroboscopisch licht van 5.200 Hz;
- en andere zenders van hetzelfde type.

5.4.9.3. Norm IEC 62046-1

De norm IEC 62046-1 is op dit moment in ontwikkeling bij het IEC en behandelt de toepassing van beschermingsapparatuur die een gevoelig element of gevoelige elementen gebruikt om direct de aanwezigheid van een persoon te detecteren met het doel een veiligheidsmaatregel voor het gevaar van een machine te creëren of in stand te houden.

In deze norm wordt informatie gegeven over de manier waarop de beschermingsapparatuur met gevoelige elementen voor het detecteren van personen op de machine moet worden toegepast om het gewenste niveau van risicoreductie te realiseren. Indien de leidraad van deze norm gevolgd wordt, is men in overeenstemming met de internationale *code of good practice*.

Deze norm is van toepassing op de volgende typen van beveiligingsinrichtingen: actieve opto-electronica, diffuse reflectie, ultrasone trillingen, drukgevoelige apparatuur, passieve infrarode apparatuur, microgolven, radiogolven, elektrische capaciteit, beeldverwerkende apparatuur.

5.4.9.4. Norm EN 999

De norm EN 999 van 1998 behandelt veiligheid van machines: de plaatsing van beveiligingsinrichtingen in verband met naderingssnelheden van lichaamsdelen.

Deze norm verstrekt methoden aan ontwerpers van machines waarmee de minimale veiligheidsafstanden voor de volgende beveiligingsinrichtingen kunnen worden berekend:

- contactloze elektrische beveiligingsinrichtingen;
- schakelmatten en -vloeren;
- besturingsorganen die moeten worden vastgehouden, inclusief tweehandenbedienings-schakelaars.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Volgens paragraaf 4 van EN 999 moeten de volgende stappen gedaan worden:

1. Identificeren van het gevaar en beoordelen van de risico's (zie EN 292-1 en EN 1050).
2. Is een type C-norm beschikbaar, dan moet de beveiligingsinrichting volgens deze norm gekozen worden.
3. Is nog geen type C-norm beschikbaar, dan moet de beveiligingsinrichting gekozen worden, gebruik makend van type A- of B-normen.
4. Opnemen van de afstanden in het ontwerp van de machine.
5. Waarborgen dat de beveiligingsinrichting zo ingebouwd is, dat de toegang tot de gevaarlijke zone niet mogelijk is zonder detectie door de beveiligingsinrichting.
6. Verder moet getest worden of de gekozen plaatsing verhindert dat er zich personen tussen de beveiligingsinrichting en de gevaarlijke zone kunnen bevinden zonder door de beveiligingsinrichting gedetecteerd te worden. Afhankelijk van het risico kunnen aanvullende maatregelen nodig zijn.

5.4.9.4.1. Minimumveiligheidsafstand tot het gevarenbereik

Volgens hoofdstuk 5 van EN 999 moet de minimumafstand tot de gevaarlijke zone berekend worden met de volgende formule:

$$S = (K \times T) + C$$

waarin:

S de minimumafstand in mm, gemeten vanaf de gevaarlijke zone tot het detectiepunt, de -lijn, het -vlak of de -zone;

K een parameter in mm/s, afgeleid van gegevens over naderingssnelheden van het lichaam of lichaamsdelen;

T de totale stoptijd van het systeem, in sec.
= som van de nalooptijd van de machine en de aanspreektijd van de CWB;

C een aanvullende afstand in mm, die berust op het betreden van de gevaarlijke zone voordat een reactie van de CWB volgt;
wordt $S < 500$ mm, dan is $C = 2000 \text{ mm/s} \times (0,15 \text{ s} + 15 \text{ ms}) + 8 \times (14 - \text{resolutie van de CWB})$;
wordt $S > 500$ mm, dan is $C = 1600 \text{ mm/s} \times (0,15 \text{ s} + 15 \text{ ms}) + 8 \times (14 - \text{resolutie van de CWB})$.

$$S = K \times (t_1 + t_2) + C$$

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Een veiligheidslichtscherm moet zo aangebracht worden, dat bij onderbreking van de lichtbundels tijdens de gevaarlijke beweging, de gevaarlijke plaatsen pas dan bereikt kunnen worden, als de beweging tot stilstand gekomen is. Dat betekent dat tussen de dichtstbijzijnde grens van de gevaarlijke zone en de lichtbundel een minimumveiligheidsafstand aangehouden moet worden. De veiligheidsafstand hangt van de nalooptijd van het arbeidsmiddel en van de naderingssnelheid van de persoon af.

De nalooptijd is onder praktijkgerichte voorwaarden uit meerdere metingen verkrijgbaar. Als grijpsnelheid (K) is, afhankelijk van het type CWB, 2000 mm/s of 1600 mm/s te gebruiken.

Als machinespecifieke Europese normen een andere afstand dan die volgens deze norm berekende veiligheidsafstand opgeven, is deze, dikwijls grotere afstand, te gebruiken.

Als ervan uitgegaan moet worden dat toegang tot de gevaarlijke zone over de CWB heen mogelijk is, dan moet de minimumhoogte van de bovenste lichtstraal groter zijn dan of gelijk aan 1800 mm.

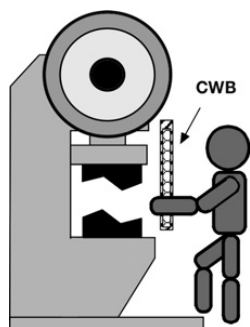
5.4.9.4.2. Gevarenbereikbeveiliging

Contactloos werkende beveiligingsinrichtingen (type CWB-S) moeten zo op de machine aangebracht zijn dat de gevaarlijke zone niet bereikt kan worden zonder het bereik van het beschermde veld te passeren. Het mag niet mogelijk zijn om over, onder of om het beschermde veld heen te grijpen. Het mag ook niet mogelijk zijn om erachter te treden. Als dit niet met de CWB-S te realiseren valt, moeten er aanvullend mechanische afschermingen aangebracht worden. Bij het beveiligen tegen een gevaar met een CWB-S is het ook absoluut noodzakelijk dat een bedienende hand door de CWB-S gedetecteerd wordt. Dat moet gegarandeerd worden door een overeenkomstig hoog resolutievermogen zodat elk voorwerp dat het beschermde veld onderbreekt, veilig gedetecteerd wordt. Bovendien moet een veiligheidsafstand tussen de CWB-S en de met kracht aangedreven vervormingsplaats (bijv. de plaats waar geperst of gesneden wordt) in acht genomen worden. De afstand wordt bepaald door de nalooptijd van de machine, de reactietijd van de CWB-S en de grijpsnelheid van de bediener.

Algemeen

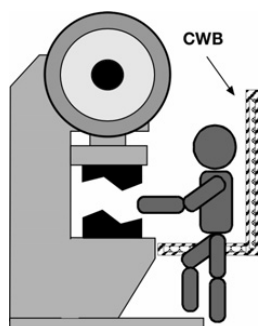
Als de CWB een horizontaal of schuin beschermd veld over het te beveiligen begaanbare oppervlak vormt, moet die worden aangebracht op een minimale hoogte bepaald door toepassing en CWB. De veiligheidsafstand tussen de buitenste rand van het beschermde veld en de te beveiligen gevaarlijke zone is zo bepaald dat, rekening houdend met de nalooptijd van de machine, verwondingen door de gevaarlijke beweging in de gevaarlijke zone uitgesloten zijn.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.30: De bediener kan alleen via het beschermde veld van de CWB-S in de gevaarlijke zone grijpen (bron: Pilz GmbH & Co.)

De CWB-S moet zo aangebracht zijn dat de bediener van de machine alleen via het beschermde veld van de CWB-S in de gevaarlijke zone kan grijpen (zie figuur 5.30).



Figuur 5.31: Er is een beveiliging achter de CWB-S aangebracht, omdat achter de CWB-S getreden kan worden (bron: Pilz GmbH & Co.)

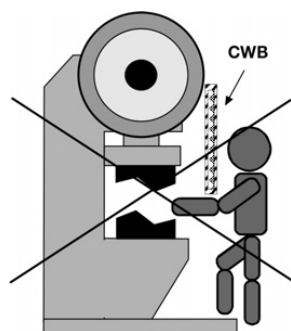
Als er achter de CWB-S getreden kan worden, moet er een beveiliging achter de CWB-S aangebracht worden (zie figuur 5.31). Dat kan een mechanische afscherming zijn of een extra CWB-S die schuin of horizontaal aangebracht is.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Toegangsbeveiliging

Als de CWB-S gebruikt wordt om de gevaarlijke zone te beveiligen, moet die afhankelijk van de toepassing op de juiste hoogte en met de juiste resolutie aangebracht worden. De veiligheidsafstand moet zo bepaald worden dat, rekening houdend met de nalooptijd van de machine, verwondingen van personen uitgesloten worden.

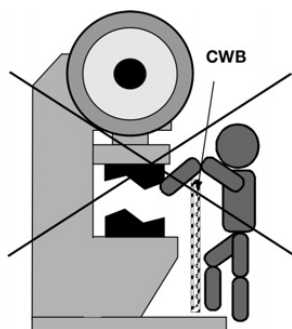
De gevaarlijke beweging mag niet automatisch opnieuw beginnen nadat het beschermde veld verlaten is. De gevaarlijke beweging mag pas opnieuw beginnen na het bedienen van een apparaat dat zich buiten de gevaarlijke zone bevindt.



Figuur 5.32: Het is niet toegestaan dat onder de CWB-S gegrepen kan worden (bron: Pilz GmbH & Co.)

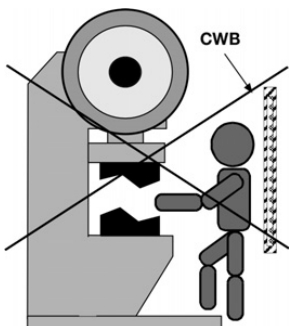
Een CWB-S waar onder gegrepen kan worden, is niet toegestaan (zie figuur 5.32). De CWB-S moet dieper aangebracht worden of langer zijn.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.33: Het is niet toegestaan dat boven de CWB-S gegrepen kan worden (bron: Pilz GmbH & Co.)

Ook het over de CWB-S heen grijpen, moet verhinderd worden (zie figuur 5.33). De CWB-S moet hoger aangebracht worden of langer zijn.



Figuur 5.34: Het is niet toegestaan dat achter de CWB-S getreden kan worden zonder extra beveiliging (bron: Pilz GmbH & Co.)

Als achter de CWB-S getreden kan worden, moet de CWB-S dichterbij de gevaarlijke zone aangebracht worden of er moet een extra beveiliging achter de CWB-S aangebracht worden (zie figuur 5.34).

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Beveiliging achter de CWB-S

Als beveiliging achter de CWB-S kunnen verschillende technieken toegepast worden. Vooraf moet echter besloten worden of een eenvoudige mechanische afscherming niet zo aan-gebracht kan worden, dat het niet mogelijk is om achter de afscherming te treden.

Schakelmatten

Als typische beveiliging achter de afscherming kunnen schakelmatten gebruikt worden. Hiermee wordt het bereik achter de CWB-S berekend zodat ook personen die door het beschermde veld zijn gegaan, geregistreerd worden. Schakelmatten voldoen echter niet altijd aan de eisen van de industrie. Ze zijn gemaakt van zacht kunststof of rubber, waardoor scherpe of zware voorwerpen de matten kunnen beschadigen. Als er in de schakelmat een gat zit, kan er vocht indringen waardoor de mat niet meer functioneert. Als zulke beschadigingen uitge-sloten kunnen worden, kan de schakelmat als beveiliging achter de afscherming gebruikt worden. Zo'n oplossing is dan niet duur.

Laserscanners

In de regel wordt als beveiliging achter een CWB een tweede horizontaal of schuin gemon-teerde CWB gebruikt. Deze kan vaak maar een klein bereik dekken. Daarom is er een andere optische controle achter de CWB, namelijk de scanner. Een laserstraal tast het te bewaken vlak af. Wordt dit vlak door een extern voorwerp onderbroken, dan wordt dit gedetecteerd en de gevaarlijke beweging wordt afgeschakeld.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

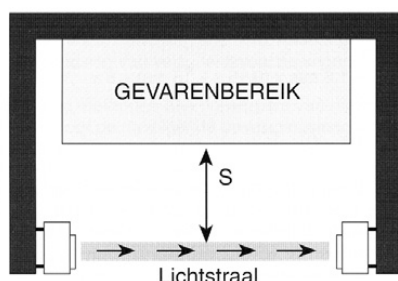
5.4.9.4.3. Veiligheidsfotocel

Een veiligheidsfotocel is een foto-elektrische beveiligingsinrichting met één enkele lichtstraal, die op een hoogte van 750 mm boven de grond is geplaatst.

$K = 1600 \text{ mm/s}$

$C = 1200 \text{ mm}$

$T = \text{afhankelijk van de CWB en de machine}$



Figuur 5.35: Bepaling van de veiligheidsafstand S (bron: Pilz GmbH & Co.)

Bij een grotere veiligheidsafstand S moet worden gewaarborgd dat een persoon de afgeschermd zone niet kan over- of onderschrijden, noch kan voorbijgaan via de zijanten. Bovendien moet een oponthoud tussen de gevaarlijke zone en de afgeschermd zone zonder meer verhinderd worden.

Is het werktuig verwisselbaar, dan moet bij de berekening van de veiligheidsafstand S de grootste afmeting van dit werktuig genomen worden.

De veiligheidsfotocel moet tegen schokken, UV-licht, stof enzovoort beschermd zijn.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.9.4.4. Lichtscherm voor inloopbeveiliging

Foto-elektrische beveiligingsinrichtingen met meerdere lichtstralen worden gebruikt als toegangsbeveiliging tot gevaarlijke zones.

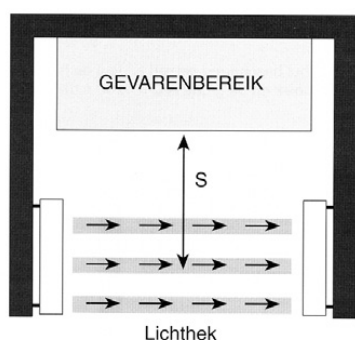
Aantal stralen	Hoogte in mm boven de bodem
2	400, 900
3	300, 700, 1100
4	300, 600, 900, 1200

$K = 1600 \text{ mm/s}$

$C = 850 \text{ mm}$

$T = \text{afhankelijk van de CWB en de machine}$

Een lichtscherm bestaat uit meerdere lichtstralen van hetzelfde type als een veiligheidsfotocel die in het algemeen, boven elkaar worden geplaatst. Hiervoor kunnen meerdere opto-elektronische sensoren, of een enkele lichtstraal die door middel van spiegels omgebogen wordt, gebruikt worden.



Figuur 5.36: 3-straals inloopbeveiliging (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.9.4.5. Lichtscherm voor de beveiliging van ledematen

Lichtschermen met een oplossend vermogen tot maximaal 40 mm en een normale naderingsrichting naar het beschermd gebied volgens de formule $S = (K \times T) + C$.

$$K = 2000 \text{ mm/s}$$

$$C = 8(d - 14)$$

$$d = 40 \text{ (oplossend vermogen van de CWB in mm)}$$

$$T = \text{afhankelijk van de CWB en de machine}$$

Deze formule geldt voor alle veiligheidsafstanden (S) tot en met 500 mm. De minimale afstand bedraagt 100 mm. In het geval dat S groter wordt dan 500 mm, mag met $K = 1600 \text{ mm/s}$ gerekend worden.

Lichtschermen met een oplossend vermogen tussen 40 en 70 mm.

$$K = 1600 \text{ mm/s}$$

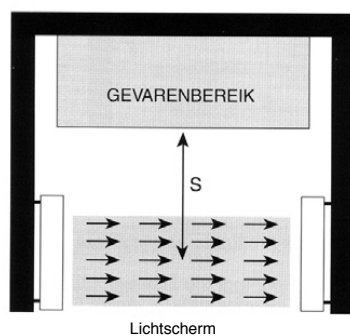
$$C = 850 \text{ mm}$$

$$T = \text{volgens de CWB en de machine}$$

Formule voor lightschermen met de naderingsrichting parallel aan het beschermd gebied (meestal een horizontale beveiliging van vlakken).

$$K = 1600 \text{ mm/s}$$

C hangt van de hoogte van het beschermd gebied en van de hoogte van de gevaarlijke zone af. Bij inbouw op de grond is $C = 1200 \text{ mm}$.



Figuur 5.37: Meerstraals lichtscherm (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

5.4.9.5. Laserstraal voor kantbanken

Hydraulische kantbanken moeten veel toepassingsmogelijkheden hebben vanwege de aard en de diversiteit van werkstukken die erop geproduceerd kunnen worden. Dit wordt bereikt door de verscheidenheid van gereedschap, buigsnelheden en andere machine-eigenschappen.

Traditiegetrouw wordt de gevaarlijke zone van een hydraulische kantbank beschermd door een lichtscherm dat op een vaste afstand van de gevaarlijke zone moet staan. Deze 'minimumafstand' is gebaseerd op de tijd die de gevaarlijke onderdelen van de kantbank nodig hebben om tot stilstand te komen nadat het lichtscherm onderbroken is.

Omwille van de grote risico's die gepaard gaan met werkende kantbanken, wordt normaal gezien de grootste minimumafstand gebruikt.

Indien het noodzakelijk is om dichtbij het gereedschap en de machinebeweging te komen, dan kan gebruik gemaakt worden van 'muting'.

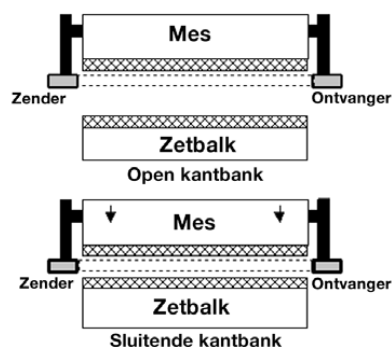
Muting is een tijdelijke, automatische onderbreking van de veiligheidsfunctie uitgevoerd door de AOPD (AOPD: *active opto-electronic protection device*). Muting is aanvaardbaar op voorwaarde dat het alleen actief is tijdens de periode in de bedrijfscyclus wanneer de veiligheid in stand wordt gehouden met andere middelen, bijv. er is een veilig 'mutinggat', of wanneer het gevaarlijke deel van de cyclus, d.w.z. de neerwaartse slag, volledig is uitgevoerd. Dit wordt gewoonlijk verkregen door de AOPD te koppelen aan het besturingssysteem van de hydraulische kantbank zodat mutingsignalen automatisch gegeven worden van schakelaars die op vooraf bepaalde posities geplaatst zijn.

Een mogelijke oplossing voor de potentiële problemen die gepaard gaan met de minimumafstand is een beveiligingsconcept toe te passen dat de behoefte eraan elimineert!

In de laatste ontwikkelingen van beveiligingssystemen op basis van AOPD wordt gebruik gemaakt van lasertechniek.

Bij deze systemen wordt een verschillend concept toegepast dan bij de meer conventionele AOPD's. In plaats van de traditionele minimumafstand vereist bij de lichtschermtechniek, zijn AOPD-systemen op basis van lasertechniek ontworpen om vastgemaakt te worden aan het bewegende deel van de hydraulische kantbank (het mes).

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.38: Laserstraalbeveiliging voor kantbanken (bron: HSE)

EN 999 en de AOPD op basis van lasertechniek

Bij de eisen van EN 999 wordt verondersteld dat een AOPD alleen geïnstalleerd wordt op een afstand van het gevaar op de conventionele manier. Dus zijn de eisen van EN 999 van toepassing op een dergelijke AOPD op basis van lasertechniek die wordt gebruikt bij kantbanken? Het antwoord hierop is nee, aangezien de auteurs van EN 999 de toepassing op deze manier van een AOPD op een hydraulische kantbank niet beschouwd hebben.

Zoals te zien is in figuur 5.38, zijn de zender en de ontvanger zo gemonteerd dat de ruimte onder het mes altijd beveiligd is. De voorziening kan daarom de aanvullende flexibiliteit verschaffen die nuttig kan zijn in sommige stadia van de werking van de kantbank.

Keuze van muting en modus

In de praktijk vormen de zender en ontvanger een multistraalvoorziening.

De ordening van de laserstralen (patroon) is zo ontworpen dat opeenvolgende graden van muting mogelijk worden terwijl het mes naar beneden komt.

Het gevaar dat de vingers geplet worden, wordt gereduceerd doordat de stralen 'gemutet' worden dichtbij het punt waar het gereedschap (en het werkstuk) uiteindelijk op de zetbalk gedrukt wordt.

Om te voorkomen dat tijdens de fabricage van kisten of dozen een verkeerde beweging gemaakt wordt, is er een voorziening om een straal te 'muten' die onderbroken mag worden door het materiaal dat bewerkt (gebogen) wordt. Deze voorziening kan geactiveerd worden met een keuzeschakelaar voor de 'gevalsmodus'. Het is belangrijk dat de gekozen toestand:

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

'gemutet' of 'gevalsmodus', duidelijk op het besturingspaneel aangeduid is ter informatie van de bediener.

Bij machines waarbij het werkstuk met de hand in de machine gelegd wordt, zoals hydraulische kantbanken, fungeert de AOPD als onderbrekingsvoorziening. Na een AOPD-onderbreking heeft de machine tijd nodig om tot een complete stop te komen om de veiligheid van de bediener te verzekeren.

Opdat de AOPD op basis van lasertechniek effectief zou zijn, moet de hydraulische kantbank bepaalde eigenschappen bezitten:

- de werking van de stopbeweging moet gecontroleerd worden om verslechtering te detecteren;
- de uiteindelijke sluitsnelheid van het mes moet beperkt worden tot een snelheid waarmee de machine kan stoppen nog voor iemand bekneld kan raken.

In dit opzicht is deze nieuwe generatie van beveiligingssystemen voor hydraulische kantbanken niet anders dan een traditioneel lichtscherf geplaatst op een afstand van de gevaarlijke zone. Indien de mutingvoorziening deel uitmaakt van een contactloos werkende beveiligingsinrichting, moet die voldoen aan bijlage 7 van de norm IEC 61496-1.

Een consequente werking van de stopbeweging is van wezenlijk belang waar de AOPD als onderbrekingsvoorziening gebruikt wordt. Het is daarom essentieel om de werking van de stopbeweging te controleren waar de middelen van de stopbeweging aan verslechtering onderhevig zijn. Indien het apparaat dat de werking van de stopbeweging controleert, deel uitmaakt van een contactloos werkende beveiligingsinrichting, moet die voldoen aan bijlage 3 van de norm IEC 61496-1.

Indien hydraulische kantbanken continu gebruikt worden, moet de werking van de stopbeweging tijdens de stopfase gecontroleerd worden, hetzij als functie van de AOPD zelf of van het besturingssysteem van de machine. Elke vermeerdering van de vastgelegde stopafstand kan volstaan om een gevaar te vormen voor het pletten van de vingers als de bediener dichtbij het gereedschap mag werken.

De machinebediener moet ook de mogelijkheid hebben om de globale werking van de stopbeweging te beoordelen aan de hand van een functietest. Dit kan bijvoorbeeld bereikt worden met een testwerkstuk waar het redelijk is om zoiets te doen.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Uiteindelijke sluitsnelheid

Als het gereedschap gaat sluiten, moet het besturingssysteem van de machine de sluitsnelheid verminderen. Dat is om de bediener dichtbij te laten komen tijdens het buigproces zodat het uiteindelijke buigproces veilig uitgevoerd kan worden.

Omdat beveiligingssystemen op basis van lasertechniek toelaten dat de bediener dichtbij het gereedschap komt tijdens de werking, is de sluitsnelheid een belangrijke factor. Een bovenste limiet voor de sluitsnelheid van 10 mm per seconde wordt voorgesteld voor kantbanken die zijn uitgerust met een AOPD op basis van lasertechniek.

AOPD-systemen op basis van lasertechniek zijn een alternatief voor de veiligheidsvoorziening op basis van conventionele lichtscheren. Bovendien lijken deze systemen, als ze correct geïnstalleerd en gebruikt worden, een equivalent niveau van bescherming voor de machinebedieners te bieden.

PS De inhoud van deze paragraaf is gebaseerd op een artikel van de heer Steve Frost van de HSE (*Health and Safety Executive*: de instantie die in Groot-Brittannië verantwoordelijk is voor het toezien op de naleving van de voorschriften op het gebied van machines en veiligheids-componenten op het werk).

5.4.9.6. Muting van contactloos werkende beveiligingsinrichtingen

Aan de muting van lichtscheren en andere CWB's is reeds aandacht besteed in paragraaf 5.4.2.9. van dit boek.

5.4.10. Veiligheid: noodstopvoorziening

De noodstopvoorziening is wel de meest bekende en meest toegepaste veiligheidsfunctie in de machinebesturing en andere industriële installaties. Zowel de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen uit bijlage I van de Machinerichtlijn, als de norm EN 60204-1 (elektrische uitrusting van machines) en de norm EN 418 (noodstopvoorzieningen) geven nauwkeurig de eisen aan waaraan de huidige noodstopvoorziening moet voldoen. In de volgende paragrafen wordt dieper op deze eisen ingaan.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De Machinerichtlijn stelt met betrekking tot de toepassing van noodstopvoorzieningen de volgende eis:

Elke machine moet voorzien zijn van één of meer noodstopinrichtingen waarmee een onmiddellijk dreigende of ontstane gevaarlijke situatie kan worden afgewend. Dit geldt niet voor:

- *machines waarbij het gevaar niet verminderd kan worden door de noodstopinrichting, hetzij omdat deze niet de normale tijd binnen welke de machine stopt beperkt, hetzij omdat deze het niet mogelijk maakt de in verband met het gevaar vereiste bijzondere maatregelen te nemen;*
- *met de hand gedragen of handgeleide machines.*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.2.4

5.4.10.1. Veiligheidseisen volgens EN 418

De Europese norm EN 418 van 1992, die geldt voor een breed scala van machines, legt in duidelijke bewoordingen de eisen vast waaraan de hedendaagse noodstopvoorziening moet voldoen. Voor de duidelijkheid zijn de eisen hieronder uitgesplitst in eisen met betrekking tot de noodstop-schakelaar en die met betrekking tot de totale noodstopvoorziening. De eisen zijn terug te vinden in hoofdstuk 4 van EN 418; de nummers van de paragrafen zijn telkens vermeld.

Eisen gesteld aan de noodstop-schakelaar:

4.4.1 *De bedieningsorganen voor een noodstop moeten worden ontworpen voor een eenvoudige bediening door de bediener of door andere personen die deze mogelijk moeten bedienen. De volgende typen bedieningsorganen voor noodstop kunnen worden gebruikt:*

- *paddestoelvormige drukknoppen;*
- *kabels, touwen, stangen;*
- *hendels;*
- *in specifieke toepassingen, voetpedalen zonder beschermkap...*

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.39: Bedieningsorganen voor de noodstop (bron: Pilz GmbH & Co.)

- 4.4.3 *De bedieningsorganen voor een noodstop moeten in rood zijn uitgevoerd. Voor zover er een achtergrond achter het bedieningsorgaan aanwezig is en voor zover dit praktisch uitvoerbaar is, moet deze in geel worden uitgevoerd.*
- 4.4.2 *De bedieningsorganen voor een noodstop moeten zo worden gepositioneerd, dat ze eenvoudig toegankelijk zijn voor en veilig kunnen worden bediend door de bediener en andere personen die ze mogelijk moeten bedienen.*
- 4.1.2 *Het besturingsorgaan en het overeenkomstige bedieningsorgaan werken volgens het principe van de positieve mechanische invloed van een onderdeel op een ander onderdeel (zie 3.5 van EN 292-2).*
- 4.1.11 *Elke bediening van het bedieningsorgaan die resulteert in het genereren van een noodstopcommando, moet gepaard gaan met het vergrendelen van het besturingsorgaan, zodat, indien het bedieningsorgaan niet continu wordt bediend, het noodstopcommando wordt gehandhaafd totdat het besturingsorgaan in de begintoestand wordt teruggebracht (ontgrendeld). Vergrendeling van het besturingsorgaan moet onmogelijk zijn, zolang er geen noodstopcommando is gegenereerd.*

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Eisen gesteld aan de totale noodstopvoorziening:

- 4.1.1 *De noodstopfunctie moet te allen tijde beschikbaar zijn en functioneren, ongeacht de bedrijfstoestand.*
- 4.1.7 *Het noodstopcommando moet een hogere prioriteit hebben dan de overige commando's.*
- 4.1.12 *Het ontgrendelen van het besturingsorgaan mag enkel en alleen mogelijk zijn door het orgaan zelf met de hand te bedienen.
Het ontgrendelen van het besturingsorgaan mag op zich niet resulteren in een commando voor een nieuwe start.
Het mag niet mogelijk zijn de machine opnieuw te starten, totdat alle geactiveerde besturingsorganen met de hand afzonderlijk en bewust zijn ontgrendeld.*
- 4.1.6 *De noodstopvoorziening moet zo worden ontworpen dat de bediener voor het bedienen van het bedieningsorgaan voor noodstop niet de gevolgen van een eventuele noodstop moet overwegen (stopzone, vertragingssnelheid, enz.).*
- 4.1.3 *De noodstopvoorziening mag niet worden gebruikt als alternatief voor afdoende veiligheidsmaatregelen en evenmin als alternatief voor automatische beveiligingen.
Wel mag deze voorziening worden gebruikt als ondersteunende veiligheidsvoorziening.*

5.4.10.2. Noodstopcircuits voor een niet-bestuurde stop (stopcategorie 0)

De meestal toegepaste stopfunctie bij een noodstop voldoet aan stopcategorie 0 volgens de norm EN 60204-1 van 1997, waarbij direct de voeding van de aandrijvende delen wordt afgeschakeld. Deze niet-bestuurde stop heeft volgens de norm EN 60204-1 de voorkeur boven de andere stopcategorieën.

De noodstopfunctie van stopcategorie 0 mag volgens EN 60204-1 uitsluitend zijn uitgerust met elektromechanische onderdelen met vaste bedrading, en de werking ervan mag niet afhankelijk zijn van elektronische logica (apparatuur of programmatuur).

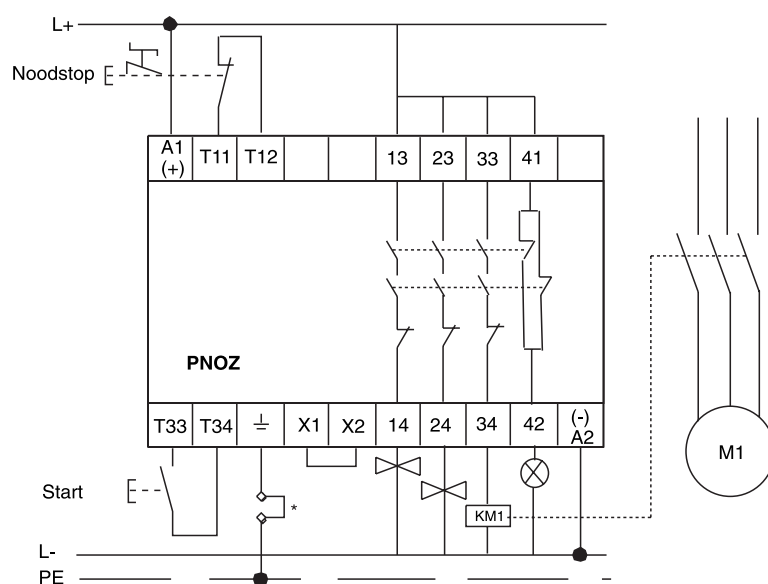
Een norm wordt ook wel gezien als een weergave van de stand van de techniek van dat moment, alhoewel de stand van de techniek op dit moment al veel verder is doorgeschreden

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

dan vastgelegd in de huidige 1997-versie van de norm EN 60204-1. Er worden al sinds 1995 door diverse *notified bodies* goedgekeurde failsafe PLC's in de praktijk toegepast met zeer goede ervaringen. Ook worden vooral voor uitgestrekte en aan elkaar gekoppelde machines sinds 1999 goedgekeurde veiligheidsveldbussen toegepast.

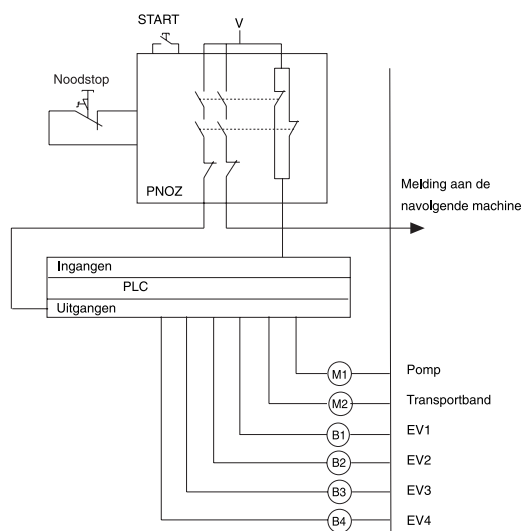
Er wordt op dit moment gewerkt aan een herziening van de norm EN 60204-1 door het zogenaamde *maintenance team* IEC 60204-1. Naar verwachting zal deze paragraaf zodanig worden aangepast dat de norm weer echt de stand van de techniek weergeeft.

Hieronder volgen enkele voorbeelden van de opbouw van de noodstopvoorziening door gebruikmaking van een PNOZ-relais.



Figuur 5.40: Noodstoprelais PNOZ met 1 noodstopknop (bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.41: Basisschema noodstop met PLC (bron: Pilz Nederland)

5.4.10.3. Noodstopcircuits voor een bestuurd stop (stopcategorie 1)

Deze stopcategorie, beter bekend als de bestuurd stop, is alleen van toepassing op machines waarbij de onmiddellijke onderbreking van de energietoevoer naar de aandrijvende delen kan leiden tot gevaarlijke situaties of defecten.

Gevaarlijke situaties kunnen optreden als de machine een grote massa-traagheid (bijvoorbeeld een vlieg wiel) heeft, waardoor direct afschakelen van de energietoevoer van de aandrijvingen een zeer lange uitlooptijd tot gevolg heeft. Een voorbeeld van een machine waarbij stopcategorie 0 kan leiden tot mechanische beschadigingen is bijvoorbeeld een robot. Een robot moet dus voldoen aan stopcategorie 1.

Volgens de norm EN 60204-1 van 1997 moet na het afremmen van de machine door bijvoorbeeld de frequentieregelaar of een gelijkstroomrem, gewaarborgd worden dat de voeding naar de machineaandrijving(en) uiteindelijk wordt uitgeschakeld door middel van elektromechanische onderdelen.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

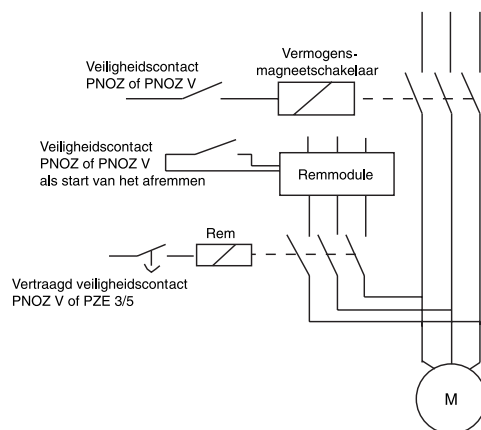


Figuur 5.42: De gelijkstroomrem PKB-M (bron: Pilz GmbH & Co.)

Voor het remmen kan bij asynchrone wissel- en gelijkstroommotoren eventueel gebruik worden gemaakt van een elektronische gelijkstroomrem van het type PKB-M of PKB van Pilz GmbH & Co. Dergelijke compacte en slijtagearme systemen injecteren op het moment dat de motor is afgeschakeld een gelijkstroom in een of twee van de motorspoelen waardoor de motorbeweging wordt afgeremd. Met deze systemen kan zowel tijdsafhankelijk als stilstandsafhankelijk worden geremd, daarnaast kan de remstroom zonder gebruik te maken van externe meetinstrumenten worden ingesteld. De PKB-M (zie figuur 5.42) is verkrijgbaar voor remstromen van max. 30 A voor motoren van maximaal 10 kW. Het PKB-bereik loopt van 40 tot en met 500 A, dus max. 125 kW motoren en is ook geschikt voor hoogfrequentmotoren tot 200 Hz.

Dit uiteindelijke afschakelen is een veiligheidsfunctie, die niet met een conventioneel tijdrelais kan worden uitgevoerd, daar deze niet over de nodige zelfcontrole en redundantie beschikt. Uit de onderstaande schema's valt af te lezen dat een methode om dit te bereiken, de toepassing van een noodstoprelais met afvalvertraging (PNOZ XV2/PNOZ 2VQ) of een afvalvertraagd uitbreidingsrelais (PZE X4V/PZE 3V/ PZE 5V) is.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

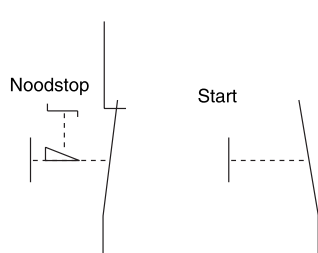


Figuur 5.43: Afremmen door injecteren van een gelijkstroom in de motorwikkelingen (bron: Pilz Nederland)

5.4.10.4. De categorie en de uitvoering van het noodstopcircuit

Hieronder is voor alle bij noodstop mogelijke categorieën afzonderlijk aangegeven welke noodstop-schakeling en welke relais kunnen worden toegepast.

In de categorieën 1 en 2 dient gebruik gemaakt te worden van een eenpolige noodstop-schakelaar zoals hieronder getekend.



Figuur 5.44: Uitvoering noodstop-schakelaar in categorie 1 (bron: Pilz GmbH & Co.)

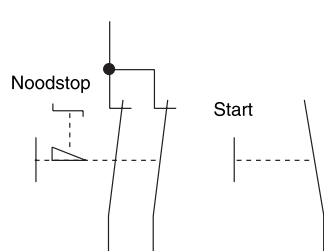
5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De relais die wij voor deze categorieën aanbevelen, zijn:
PNOZ X1, PNOZ X7, PNOZ 2, PST 1.1.

Deze relais herbergen de volgende eigenschappen:
Aardfouten worden gedetecteerd. Interne fouten in het veiligheidsrelais worden gedetecteerd. Een enkele fout van het ingangscircuit, bijvoorbeeld een overbrugging van de noodstopknop, kan tot verlies van de veiligheidsfunctie leiden. In categorie 2 dient de veiligheidsfunctie met gepaste tijdsintervallen te worden gecontroleerd, waardoor een enkele fout tijdens de test wordt gedetecteerd.

Noodstopchakeling volgens EN 954-1, categorie 3

In categorie 3 dient gebruik gemaakt te worden van een tweepolige noodstopchakelaar zoals hieronder getekend.



Figuur 5.45: Uitvoering noodstopchakelaar in categorie 3 (bron: Pilz GmbH & Co.)

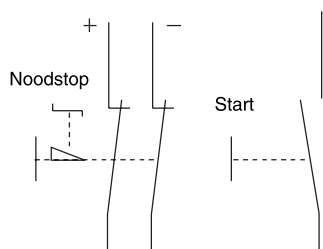
De relais die wij voor deze categorieën aanbevelen, zijn:
PNOZ X5, PNOZ X6, PNOZ 1, PNOZ V.

Deze relais herbergen de volgende eigenschappen:
Aardfouten worden gedetecteerd. Interne fouten in het veiligheidsrelais worden gedetecteerd. Door redundantie in het ingangscircuit leidt een enkele fout niet tot verlies van de veiligheidsfunctie. De meeste (enkele) fouten worden gedetecteerd. Maar een opeenhoping van fouten kan nog steeds tot verlies van de veiligheidsfunctie leiden.

Noodstopchakeling volgens EN 954-1, categorie 4

In categorie 4 dient gebruik gemaakt te worden van een tweepolige noodstopchakelaar zoals hieronder getekend.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.46: Uitvoering noodstop-schakelaar in categorie 4 (bron: Pilz GmbH & Co.)

De relais die wij voor deze categorieën aanbevelen, zijn:

PNOZ X2, PNOZ X3, PNOZ X4, PNOZ X8P, PNOZ 10, PNOZ XV2, PNOZ 2VQ.

Deze relais herbergen de volgende eigenschappen:

Aardfouten worden gedetecteerd. Interne fouten in het veiligheidsrelais worden gedetecteerd. Door redundantie in het ingangscircuit leidt een enkele fout niet tot verlies van de veiligheidsfunctie. De meeste enkele fouten worden gedetecteerd en een opeenhoping van fouten leidt niet tot verlies van de veiligheidsfunctie.

PS Met alle genoemde relais voor de categorieën 3 en 4, is het mogelijk om een eenpolige noodstop-schakelaar aan te sluiten. Let erop dat de werkelijke categorie in dat geval dan slechts 1 of 2 is!

5.4.11. Veiligheid: handmatige muting van veiligheidsvoorzieningen

Het kan in bepaalde gevallen, zoals bij onderhoud en afstellen, noodzakelijk zijn dat bepaalde veiligheidsvoorzieningen tijdelijk buiten werking worden gesteld. De norm EN 292-2 geeft onder paragraaf 4.1 (Keuze van afschermingen en veiligheidsvoorzieningen) aan wanneer en op welke wijze dat is toegestaan.

Indien toegang tot de gevaarlijke zone nodig is voor in- en afstellen, programmeren, wisselen van proces, opsporing van defecten, reinigen en onderhoud van de machine.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Voor zover mogelijk moeten de machines zo zijn ontworpen dat de beveiligingen die voor de bescherming van de bediener zijn aangebracht ook de veiligheid kunnen waarborgen van het personeel dat belast is met in- en afstellen, programmeren, enz., zonder dat zij in de uitvoering van hun taak worden belemmerd.

Indien dit niet mogelijk is (bijvoorbeeld indien het nodig is om vaste afschermingen te verwijderen of om veiligheidsvoorzieningen buiten werking te stellen, terwijl de machine nog in werking kan zijn), moet de machine zijn voorzien van geschikte middelen die het gevaar zoveel mogelijk verminderen en waarbij gebruik wordt gemaakt van een handbediening, zoals genoemd in 3.7.10.

OPMERKING:

Isolatie en energieafvoer bij stilzetten van een machine (zie 6.2.2) zorgen voor het hoogste veiligheidsniveau bij het uitvoeren van taken (in het bijzonder onderhoud en reparatie) waarvoor het niet nodig is dat de machine op de energietoevoer aangesloten blijft.

EN 292-2 van 1991, paragraaf 4.1.4

De eisen waaraan moet worden voldaan indien toch één of meerdere personen in de gevaarlijke zones van een werkende machine hun werkzaamheden moeten uitvoeren, zijn eveneens verwoord in de norm EN 292-2.

Indien, voor het opstellen, programmeren, wisselen van proces, opsporing van defecten, reiniging of onderhoud van een machine, een afscherming moet worden verplaatst of verwijderd en/of een veiligheidsvoorziening moet worden uitgeschakeld, en indien het voor deze handelingen nodig is dat de machine in werking wordt gesteld, moet de veiligheid voor de bediener, voor zover uitvoerbaar, worden bereikt door een met de hand bediende toestand die tegelijkertijd:

- de automatische bedieningstoestand uitsluit (dit betekent, onder andere, dat een veranderde toestand van een sensor geen gevaarlijke werking mag veroorzaken);*
- de werking van gevaarlijke onderdelen alleen mogelijk maakt door het in werking stellen van een vrijgavevoorziening, een besturingsorgaan dat moet worden vastgehouden of een tweehandenbediening;*
- de werking van gevaarlijke onderdelen alleen mogelijk maakt onder verhoogde veiligheidsomstandigheden (bijvoorbeeld verlaagde snelheid, minder vermogen of kracht, stap-voor-stap – bijv. met een bewegingsbeperkend besturingsorgaan (zie 3.23.8 van EN 292-1) – of een andere geschikte voorziening), waarbij gevaar door gekoppelde volgorde van handelingen wordt voorkomen.*

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Deze besturingstoestand moet in samenhang met enkele van de volgende maatregelen worden gebracht:

- *het zoveel mogelijk beperken van de toegang tot de gevaarlijke zone;*
- *een noodstopvoorziening onder direct bereik van de bediener;*
- *draagbare bedieningseenheid ("teach pendant") en/of lokale bedieningsorganen, die het zicht op de bestuurde elementen mogelijk maken.*

EN 292-2 van 1991, paragraaf 3.7.10

Met de bovengenoemde 'met de hand bediende toestand' wordt een op de machine aangebrachte functiekeuzeschakelaar bedoeld. Over de maatregelen die de functiekeuzeschakelaar moet uitvoeren, is de Machinerichtlijn wat duidelijker.

Functiekeuzeschakelaar

De gekozen bedieningswijze moet voorrang hebben op alle andere bedieningsystemen, met uitzondering van de noodstopinrichting.

Indien de machine zodanig is ontworpen of gebouwd dat deze volgens verschillende bedienings- of bedrijfswijzen kan worden gebruikt, waarbij van uiteenlopende veiligheidsniveaus sprake is (bijvoorbeeld om afstelling, onderhoud, inspectie, enz. mogelijk te maken), moet de machine voorzien zijn van een in elke stand vergrendelbare keuzeschakelaar. Elke positie van de keuzeschakelaar mag slechts overeenkomen met één enkele bedrijfs- of bedieningswijze.

In plaats van een keuzeschakelaar mag ook gebruik worden gemaakt van andere keuzemiddelen waarmee het gebruik van bepaalde functies van de machine tot bepaalde categorieën bedieningspersoneel kan worden beperkt (bijvoorbeeld toegangscode tot bepaalde functies van digitale bediening, enz.).

Indien de machine voor bepaalde bewerkingen moet kunnen functioneren met uitgeschakelde beveiligingsvoorzieningen, moet de functiekeuzeschakelaar tegelijkertijd:

- *de automatische bedieningsstand onmogelijk maken;*
- *de bewegingen uitsluitend mogelijk maken door middel van bedieningsorganen die onafgebroken in een bepaalde stand moeten worden gehouden;*
- *de werking van gevaarlijke bewegende delen alleen mogelijk maken bij extra veiligheidsmaatregelen (bijvoorbeeld lagere snelheid, minder kracht, stap voor stap of een andere passende voorziening) en daarbij gevaren ingevolge gekoppelde sequenties voorkomen;*
- *elke beweging onmogelijk maken die gevaar zou kunnen opleveren doordat vrijwillig of*

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

*onvrijwillig invloed wordt uitgeoefend op de interne sensoren van de machine.
Verder moet de bediener vanaf de bedieningspost het functioneren van de onderdelen
waarop hij invloed uitoefent, kunnen beheersen.*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.2.5

Het woordje 'tegelijkertijd' in de hierboven geciteerde paragraaf van de Machinerichtlijn 98/37/EG (overgenomen in de nationale wetgeving van de EU-landen) legt dus duidelijk vast dat de veiligheid van de bediener alleen kan worden bereikt als:

1. de automatische bediening is uitgesloten; en
2. de bediener(s) een vrijgavevoorziening handmatig bekrachtigt (bekrachtigen); en
3. er sprake is van verhoogde veiligheidsmaatregelen.

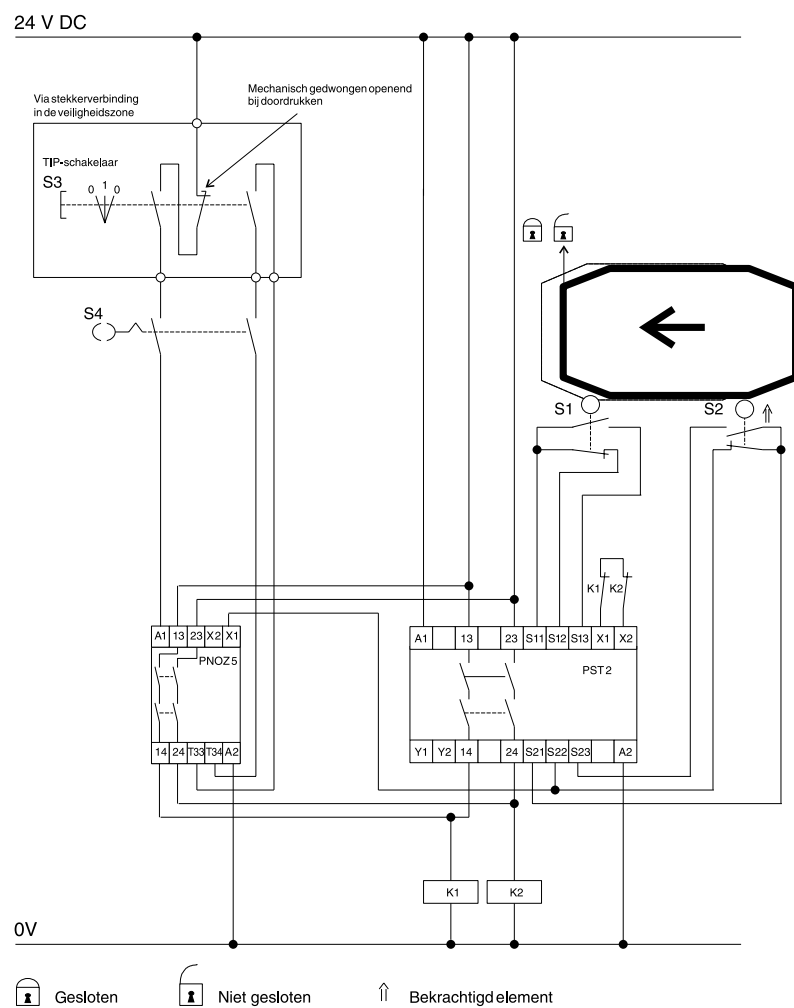
De werking van de in punt 2 genoemde vrijgavevoorziening is hieronder gespecificeerd:

*Besturingsorgaan dat moet worden vastgehouden
Besturingsorgaan dat machineonderdelen in werking stelt en slechts in werking laat zijn zolang
het bedieningsorgaan is bekrachtigd. Het bedieningsorgaan keert automatisch terug in de stop-
stand wanneer het wordt losgelaten.*

EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.23.3

Een voorbeeld hiervan is onder andere te zien op onderstaande tekening.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



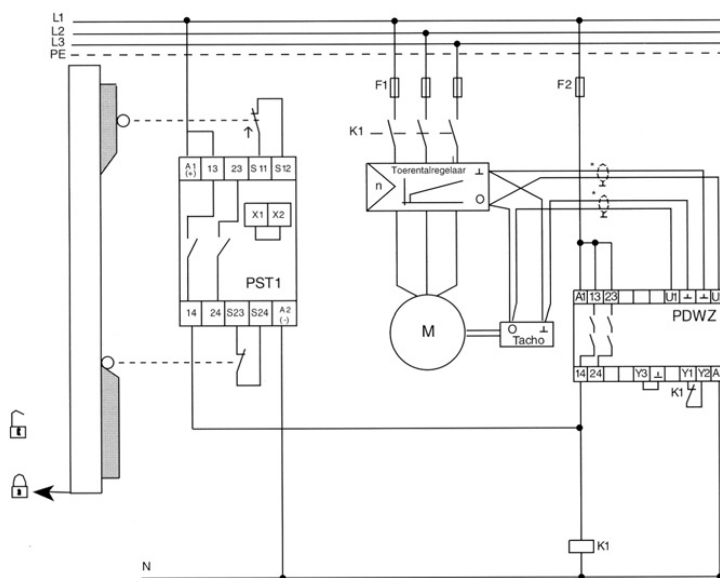
Figuur 5.47: Functiekeuzeschakelaar met hold-to-run (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Als voorbeeld voor de onder punt 2 genoemde verhoogde veiligheidsmaatregelen noemt de norm:

- verlaagde snelheid;
- minder vermogen of kracht;
- stap-voor-stapbeweging;
- of een andere geschikte voorziening.

Voor de eerstgenoemde methode heeft Pilz een veilig toerentalbewakingsrelais ontwikkeld, nl. het type PDWZ. Dit relais wordt afhankelijk van de categorie voorzien van één of twee gelijkstroomtacho's die op de as van de aandrijfmotor zijn gekoppeld. Ligt de afgegeven tachospanning en dus motorsnelheid nu beneden de ingestelde veilige grens dan geeft het relais zijn uitgangen vrij. Een voorbeeldschema is hieronder te zien, waarbij moet worden opgemerkt dat hier alleen het principe is weergegeven.



Figuur 5.48: Muting van het blokkeerscherm bij een laag toerental (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Voor een stap-voor-stapbeweging is reeds in de norm de werking van het besturingsorgaan zoals hieronder beschreven vastgelegd:

Bewegingsbeperkend besturingsorgaan

Besturingsorgaan waarvan de bekrachtiging slechts een beperkte beweging van een machine-onderdeel toelaat, waardoor het risico zoveel mogelijk wordt beperkt; verdere beweging is geblokkeerd totdat het besturingsorgaan opnieuw en afzonderlijk wordt bekrachtigd.

EN 292-1 van 1991, paragraaf 3.23.8

Omdat een juiste toepassing van de hierboven genoemde besturingstechnische veiligheidsfuncties van groot belang is, worden in de volgende paragraaf een aantal valkuilen verwoord.

5.4.12. Valkuilen bij de uitvoering van besturingstechnische veiligheidsfuncties

Omdat veiligheidscomponenten zoals noodstoprelais, hekbewakingsrelais, toerentalbewakingsrelais enz. volledig onder het regime van de Machinerichtlijn vallen worden ze uitgeleverd met een adequate gebruiksaanwijzing. Toch zijn er in de dagelijkse praktijk genoeg voorbeelden te vinden van incorrect gebruik van veiligheidsrelais. Hieruit blijkt dat er toch een aantal valkuilen bij de uitvoering bestaan. Een aantal toepassingsgebieden waarop regelmatig problemen ontstaan, wordt in deze paragraaf besproken, waaronder:

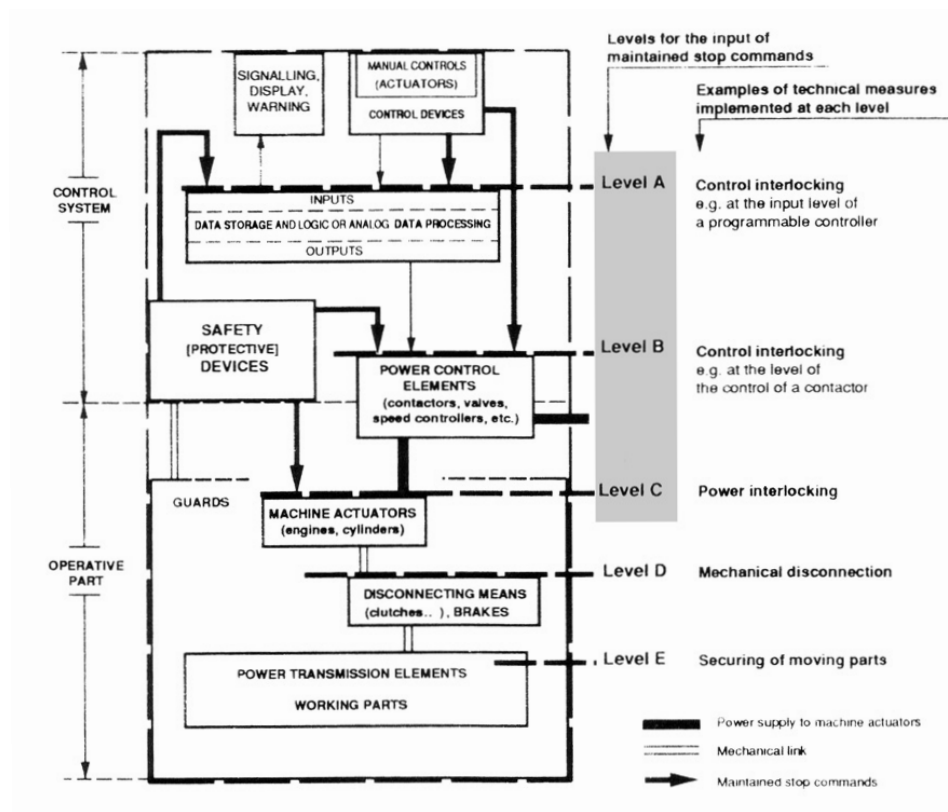
1. Plaatsing veiligheidscontacten in de besturing.
2. Combineren van meerdere besturingstechnische veiligheidsfuncties.
3. Handmatige muting van veiligheidsfuncties.
4. Koppeling van het veiligheidscircuit van meerdere machines.
5. Vermenging van beveiligingsfuncties met veiligheidsfuncties.
6. Uitbreiding van het aantal veiligheidscontacten.
7. Afzekering van veiligheidscontacten.

5.4.12.1. Plaatsing van veiligheidscontacten in de besturing

Het correct gebruiken van een veiligheidsrelais in de machinebesturing is van groot belang. Vandaar dat in deze paragraaf hieraan aandacht wordt besteed.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Er zijn drie niveaus (*level A, B en C*) in de machinebesturing, waar volgens de norm EN 1037 van 1995 een veiligheidsblokkeerinrichting (*interlocking device*) zijn functie kan vervullen en daarmee zorg kan dragen voor een correcte en snelle afschakeling van de energietoevoer naar de aandrijvingen.



Figuur 5.49: Drie niveaus van *interlocking* volgens de norm EN 1037 (bron: norm EN 1037 van 1995)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

In het geval van level C spreekt men van vermogensblokkering (*power interlocking*) waarbij het besturingsorgaan zelf rechtstreeks de energietoevoer naar de motor dan wel cilinder onderbreekt. De veiligheidsvoorziening bevindt zich dan op het eerste niveau en blokkeert rechtstreeks de energietoevoer (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch) van de aandrijvende delen. Deze methode stelt zeer hoge eisen aan de schakelcapaciteit van het besturingsorgaan en is daarom niet altijd toepasbaar.

De twee andere niveaus, A en B, worden besturingsblokkering (*control interlocking*) genoemd. De veiligheidsblokkeerinrichting bevindt zich in het geval van niveau A op de ingang van de programmeerbare besturing en in geval B schakelt het de zogenaamde *power control elements*, dat wil zeggen de magneetschakelaars, ventielen en dergelijke.

Besturingsblokkering volgens niveau A, is NIET toegestaan met een standaard 1-kanalige PLC, maar kan zoals eerder vermeld, wel worden uitgevoerd met een zogenaamde 'programmeerbare veiligheidsbesturing' waarvan de CPU 3-kanalig redundant en diversitair is opgebouwd. Hiermee wordt het mogelijk om diverse veiligheidsfuncties, zoals noodstop, hekbewaking en tweehandenbediening, in deze veiligheidsbesturing op te nemen.

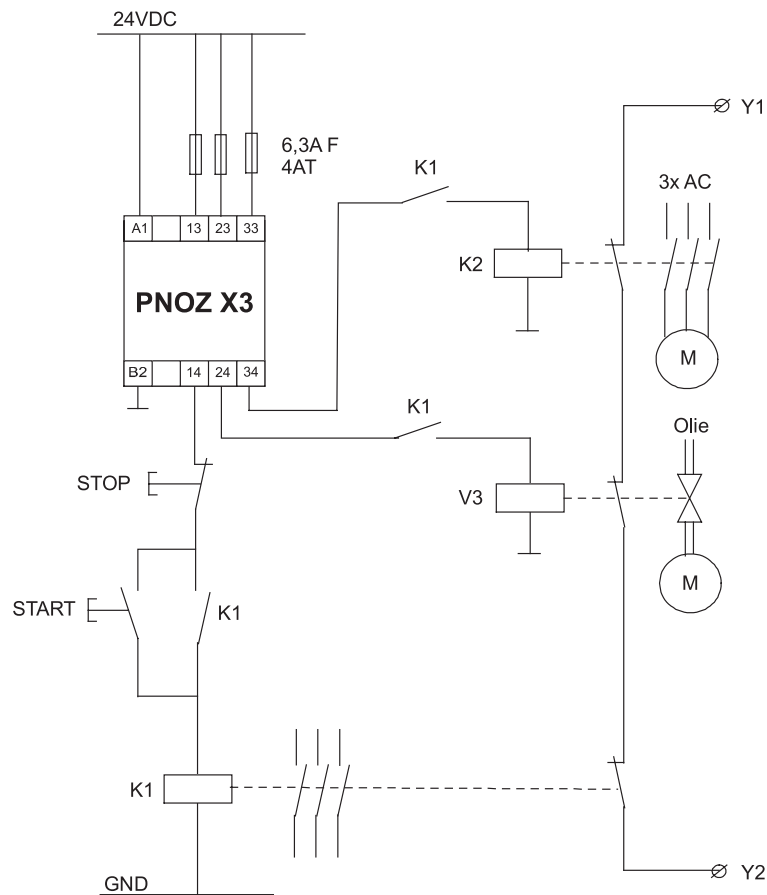
Het laatste niveau (*level B*) is van toepassing op veiligheidsfuncties als de noodstop, hekbewaking en tweehandenbediening, die met veiligheidscomponenten dienen te worden uitgevoerd. In de volgende twee paragrafen wordt een voorbeeld getoond van de toepassing van besturingsblokkering volgens type B, voor een veiligheidscomponent in een relaisbesturing en in een PLC-besturing.

Bij sommige machines is afhankelijk van de risicobeoordeling en de eisen in de betreffende type C-normen ook redundantie van de zogenaamde *power control elements*, de magneetschakelaars en ventielen, vereist. Een bekend voorbeeld van een machine waar *control interlocking* met redundantie van de *power control elements* wordt toegepast is een hydraulische kantbank; hier worden twee veiligheidsventielen in serie geplaatst in de hydrauliek van de cilinder voor de neergaande slag.

5.4.12.1.1. Toepassing van veiligheidscontacten in een relaisbesturing

Bij een relaisbesturing is vaak een startrelais K1 aanwezig dat ervoor zorgt dat de motorrelais en ventielen in- en uitgeschakeld worden. In figuur 5.50 is een PNOZ X3 getekend die een beweegbare afscherming bewaakt. Uitgaande van de rustpositie met een gesloten afscherming kan de machine worden gestart met een druk op de startknop. Relais K1 komt op en houdt zichzelf bekrachtigd; waardoor zowel K2 als V3 wordt ingeschakeld. De machine stopt normaal na een druk op de stopknop; relais K1, K2 en V3 vallen af.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.50: Gebruik van een PNOZ X3 in een relaisbesturing (bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Bij het openen van de afscherming schakelt de PNOZ X3 af en wordt zowel de voedingspanning naar K1, als die naar het motorrelais K2 en het ventiel V3 redundant onderbroken. Het onderbreken van de voedingsspanning van K1 zou hetzelfde eindresultaat hebben, maar is veiligheidstechnisch onvoldoende. Het is van het grootste belang dat de veiligheidscontacten direct in de voeding van de zogenaamde *power control elements* (magneetschakelaars en ventielen) schakelen!

Nadat de afscherming is gesloten, komt de PNOZ X3 indien er geen defecten/fouten zijn gedetecteerd direct weer op. Het veiligheidsrelais start niet op indien de serieschakeling van verbreekcontacten van K1, K2 en V3 niet is gesloten, doordat bijvoorbeeld K1 niet is afgefallen. Met deze zogenaamde 'onderbroken automatische bewakingsfunctie' worden vroegtijdig gevaarlijke storingen gedetecteerd.

De machine start niet onmiddellijk, maar moet middels een bewust indrukken van de startknop worden gestart, hiermee is de eis uit de norm EN 1088 van 1996 vervuld.

5.4.12.1.2. Toepassing van veiligheidscontacten in een standaard PLC-besturing

Bij een machine met PLC-besturing is het van groot belang de uitgangscontacten van het veiligheidsrelais (PNOZ X3) correct te gebruiken. Ook hier dienen de veiligheidscontacten direct in de voeding van de *power control elements* (magneetschakelaars en ventielen) te schakelen! Het is dus verboden om de afschakelfunctie alleen door de PLC te laten verzorgen. De juiste plaats van de veiligheidscontacten wordt hierna behandeld en is in figuur 5.51 aangegeven.

De PNOZ X3 beschikt over een PNP-uitgang Y32 die als betrouwbare melding naar een PLC kan worden gebruikt. In rusttoestand is de transistor geleidend en staat er 24 V DC op de ingang E 0.0. Bij een geopende afscherming of een sluiting in de bekabeling naar de hekschakelaars wordt de uitgang geblokkeerd. De PNP-uitgang is kortsluitvast en heeft een maximale stroom van 24 V DC/20 mA.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Bij het openen van de afscherming schakelt de PNOZ X3 af en wordt de voedingsspanning van alle op de module aangesloten magneetschakelaars en ventielen afgeschakeld. Eveneens zorgt de PNP-uitgang voor een melding naar de PLC die daarop zijn programmaloop afbreekt en wacht op het sluiten van de afscherming en daaropvolgend het indrukken van de startknop. Nadat de afscherming is gesloten, komt de PNOZ X3, indien er geen defecten/fouten zijn gedetecteerd, direct weer op. Het veiligheidsrelais start niet op indien de serieschakeling van verbreekcontacten van K2 en V3 niet is gesloten, doordat bijvoorbeeld K2 niet is afgevallen. Met deze zogenaamde 'onderbroken automatische bewakingsfunctie' worden vroegtijdig gevaarlijke storingen gedetecteerd.

De machine start niet onmiddellijk, maar de PLC schakelt pas na het bewust indrukken van de startknop zijn uitgangen weer in, zodat hiermee de eis uit de norm EN 1088:1996 is vervuld.

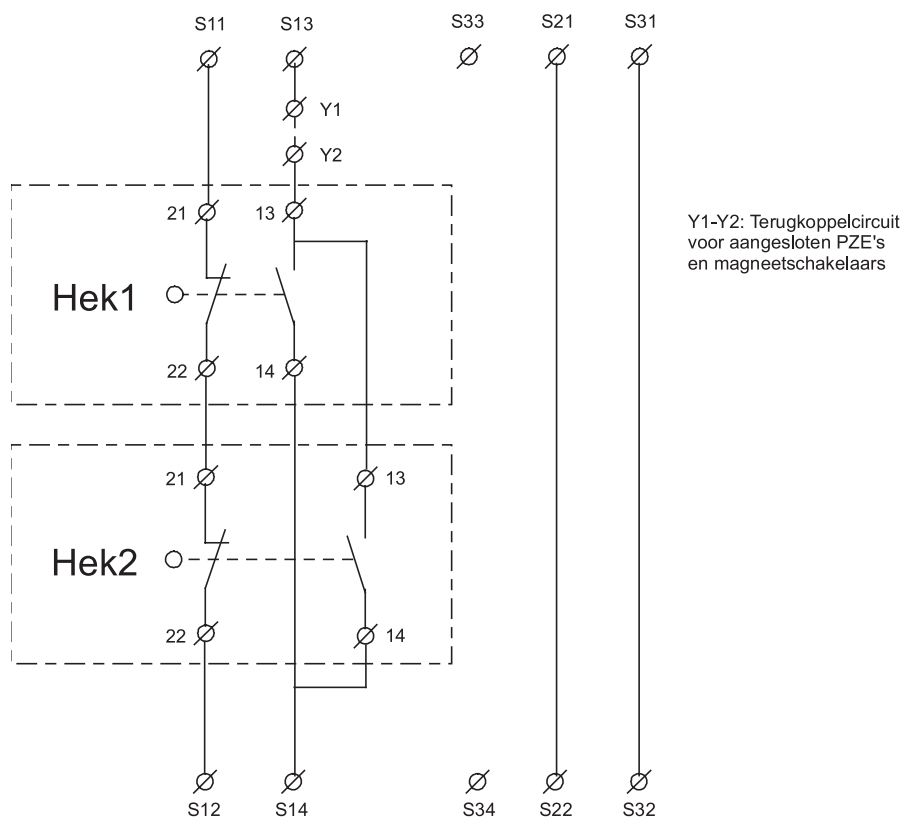
5.4.12.2. Combineren van meerdere veiligheidsfuncties op 1 machine

Een wat grotere machine bezit vaak meerdere toegangen die zijn voorzien van beweegbare afschermingen of lichtschermen. Het komt vaak voor dat deze verschillende veiligheidsfuncties toch dezelfde bewegende delen moeten afschakelen. De veiligheidsfuncties zullen dus in de machinebesturing moeten worden gecombineerd. Zulke combinaties leiden er in de praktijk vaak toe dat men de opnemers (noodstoppen, hekschakelaars, enz.) in serie schakelt en aanbiedt aan slechts één veiligheidsrelais. Dit functioneert meestal schakeltechnisch naar behoren maar is in de meeste gevallen veiligheidstechnisch incorrect. Hieronder wordt afhankelijk van de risicocategorie getoond wat met deze opmerking wordt bedoeld.

Bij meerdere veiligheidsfuncties (bijv. hekken) op een machine in risicocategorie B, 1 & 2 kan men ervoor kiezen om elk hek met een eigen veiligheidsrelais PNOZ X3 te bewaken. De veiligheidscontacten van de PNOZ X3 kunnen dan de bewegende delen achter de afscherming afschakelen. Het voordeel van deze oplossing zit in het feit dat bij eventuele storingen en tijdens normaal bedrijf duidelijk is welke afscherming het is. Tevens is mogelijk om de reset na het sluiten van een afscherming afzonderlijk af te handelen.

Toch is in risicocategorie B, 1 & 2, waar de eisen die worden gesteld aan de veiligheidsfunctie nog niet zo zwaar zijn, een andere redelijk eenvoudige oplossing mogelijk, zie figuur 5.52. Hierbij worden de verbreekcontacten van afscherming 1 t/m n in serie aangesloten op S11-S12 van de PNOZ X3; terwijl de maakcontacten parallel worden aangesloten op S13-S14.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.52: Ingangscircuit uit de PNOZ X3 in cat. 1 en 2, bij meerdere hekken
(bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Oplossing voor risicocategorie 3 & 4: In de hogere risicocategorieën mag een enkele fout niet tot verlies van de veiligheidsfunctie leiden en moet deze indien mogelijk worden gedetecteerd. Met het eenvoudigweg in serie schakelen van de contacten van de schakelaars van meerdere afschermingen en deze aan te sluiten op slechts één PNOZ-X3-relais kan deze eis zeker niet worden vervuld! Hier speelt namelijk de onderlinge beïnvloeding van meerdere veiligheidsfuncties, ook wel eens geksterend 'Theo-en-Thea-effect' genoemd, een rol.

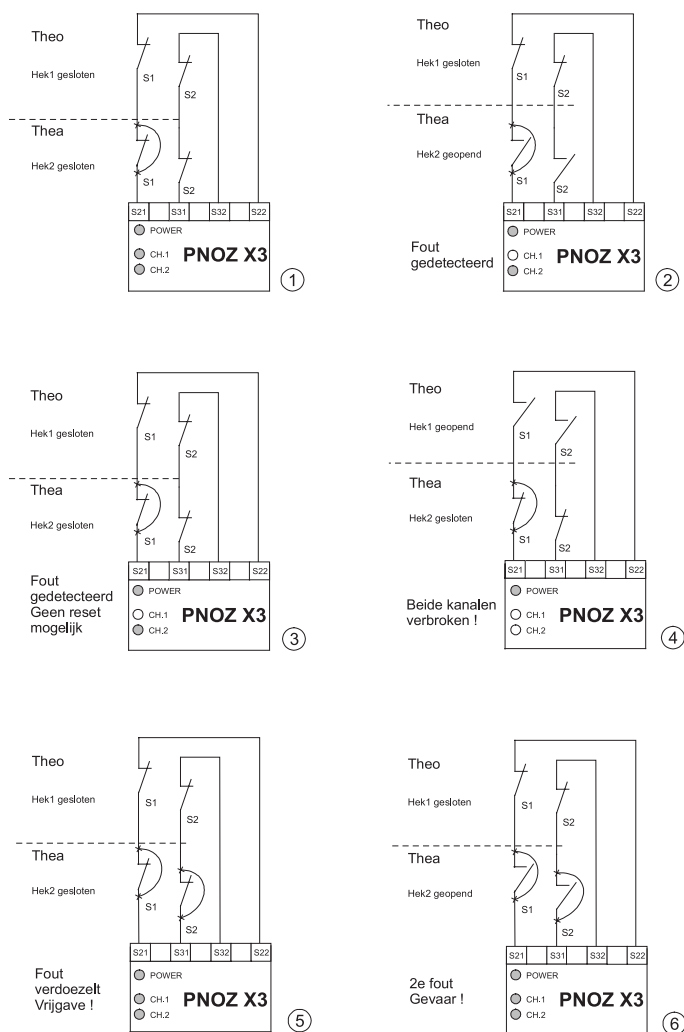
Aan de hand van enkele genummerde voorbeeldtekeningen wordt dit 'Theo-en-Thea-effect' uitgelegd (zie figuur 5.53).

1. Bij hek 2 waar Thea aan het werk is, zit een kortsluiting in de kabel waardoor het verbreekcontact van S1 is overbrugd.
2. Indien Thea nu hek 2 opent, wordt de machine alsnog afgeschakeld doordat S2 opent.
3. Thea sluit, nadat zij haar bewerking heeft uitgevoerd, hek 2 en probeert de machine weer te starten. Het veiligheidsrelais constateert echter dat alleen kanaal 2 is onderbroken en gaat in storing. Thea kan de machine dus niet meer starten.
4. Theo ziet dat de machine stilstaat en opent hek 1 om zijn deel van productinleg uit te voeren. De schakelaars S1 en S2 op hek 1 openen beide hun verbreekcontacten, waarop ook kanaal 1 van de PNOZ X3 wordt uitgeschakeld.
5. Als Theo nu hek 1 sluit, kan de machine zowel door Thea als door Theo weer gestart worden. De fout in hek 2 wordt dus door het openen en sluiten van hek 1 verdoezeld. Als een tweede fout bij de afscherming van Thea gerealiseerd wordt (wet van Murphy), wordt de machine niet meer afgeschakeld, of nog erger, loopt de machine plotseling aan als Thea net haar product inlegt.

De correcte manier in categorie 3 & 4

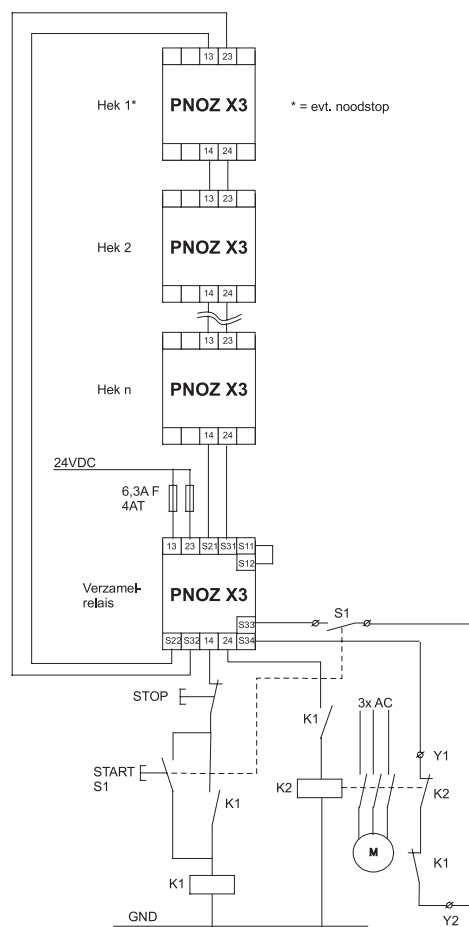
Bij meerdere hekken op een machine is het in risicocategorie 3 & 4 vereist om elk hek met een eigen veiligheidsrelais PNOZ X3 te bewaken, zie figuur 5.54. De veiligheidscontacten van de PNOZ X3 kunnen dan de bewegende delen achter de afscherming afschakelen. Het voordeel van deze oplossing zit in het feit dat bij eventuele storingen en tijdens normaal bedrijf duidelijk is welke afscherming het is. Tevens is het mogelijk om de reset na het sluiten van een afscherming afzonderlijk af te handelen.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.53: 'Theo-en-Thea-effect' visueel gemaakt (bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

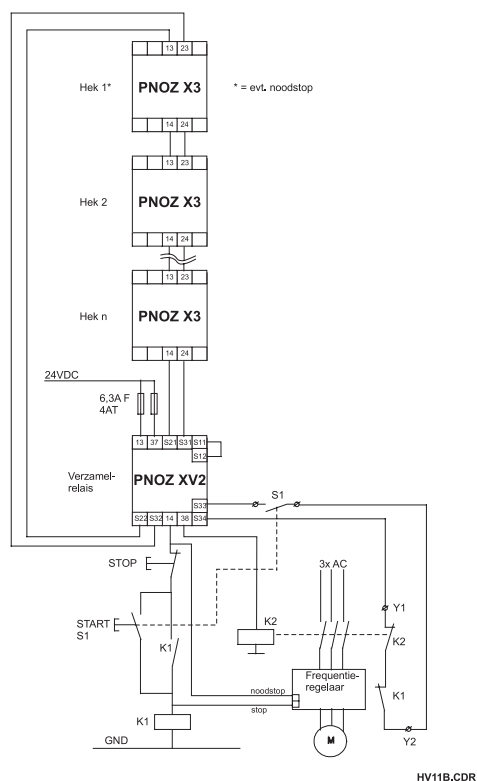


Figuur 5.54: Hekbewaking met PNOZ X3 in cat. 3 en 4, bij meerdere hekken
(bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Indien er sprake is van stopcategorie 1 kan een PNOZ XV2 gebruikt worden als verzamelrelais, zie figuur 5.55. Veiligheidscontact 13/14 van de PNOZ XV2 schakelt direct, wanneer een PNOZ X3 wordt geactiveerd, het opstartrelais K1 uit. De frequentieregelaar voert dan een *speedstop* uit waardoor de motor zo snel mogelijk wordt afgeremd en stilstaat. Na afloop van de op de PNOZ XV2 ingestelde vertragingstijd verbreekt contact 37/38 en wordt de magneetschakelaar K2 afgeschakeld. Hierdoor wordt gegarandeerd dat de spanning van de aandrijvende delen is verwijderd.

Meerdere hekken op een machine cat. 3&4, stopcategorie 1



Figuur 5.55: De PNOZ XV2 als verzamelrelais (bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

Op dit moment bestaat de mogelijkheid om bij de combinatie van meerdere veiligheidsfuncties gebruik te maken van een intelligent veiligheidsrelais (PNOZplus) of een programmeerbare veiligheidsbesturing (PSS) of de veiligheidsveldbus (SafetyBUS p), zie hiervoor hoofdstuk 6.

5.4.12.3. Handmatige muting van veiligheidsfuncties

Over het algemeen kun je stellen dat er op dit moment in de praktijk bij het 'muten' van veiligheidsvoorzieningen vaak volledig voorbij wordt gegaan aan paragraaf 1.2.5 van de fundamentele veiligheids- en gezondheidseisen uit bijlage I van de Machinerichtlijn 98/37/EG. Zoals hieronder valt te lezen is de minimale veiligheidseis dat de functiekeuzeschakelaar **TEGELIJKERTIJD** een viertal maatregelen realiseert.

Indien de machine voor bepaalde bewerkingen moet kunnen functioneren met uitgeschakelde beveiligingsvoorzieningen, moet de functiekeuzeschakelaar tegelijkertijd:

- de automatische bedieningsstand onmogelijk maken;
 - de bewegingen uitsluitend mogelijk maken door middel van bedieningsorganen die onafgebroken in een bepaalde stand moeten worden gehouden;
 - de werking van gevaarlijke bewegende delen alleen mogelijk maken bij extra veiligheidsmaatregelen (bijvoorbeeld lagere snelheid, minder kracht, stap voor stap of een andere passende voorziening) en daarbij gevaren ingevolge gekoppelde sequenties voorkomen;
 - elke beweging onmogelijk maken die gevaar zou kunnen opleveren doordat vrijwillig of onvrijwillig invloed wordt uitgeoefend op de interne sensoren van de machine.
- Verder moet de bediener vanaf de bedieningspost het functioneren van de onderdelen waarop hij invloed uitoefent, kunnen beheersen.*

Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998, bijlage I, paragraaf 1.2.5

Het woordje 'tegelijkertijd' legt dus duidelijk vast dat de veiligheid van de bediener alleen kan worden bereikt als:

1. de automatische bediening is uitgesloten; en
2. de bediener(s) een vrijgavevoorziening handmatig bekrachtigt (bekrachtigen); en
3. er sprake is van verhoogde veiligheidsmaatregelen; en
4. de interne sensoren zo zijn geplaatst dat geen onbedoelde bewegingen ontstaan.

Hierna worden enkele voorbeelden opgesomd van foutieve oplossingen die zijn waargenomen in de dagelijkse praktijk:

- Er is **ALLEEN** een functiekeuzeschakelaar toegepast.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

- Er is GEEN vrijgavevoorziening (hold-to-run) toegepast.
- Bij de bewaking van de extra veiligheidsmaatregelen wordt vertrouwd op de interactie van een PLC met een servoregelaar.
- Er is GEEN functiekeuzeschakelaar toegepast, waardoor de muting te allen tijde kan worden uitgevoerd!

In paragraaf 5.4.2.10. van dit boek zijn een aantal voorbeelden te vinden van een correcte uitvoering van handmatige muting van een beweegbare afscherming.

5.4.12.4. Koppeling van het veiligheidscircuit van meerdere machines

Bij het koppelen van meerdere machines tot 1 samenstel van machines worden in de praktijk toch vaak fouten gemaakt die het veiligheidscircuit betreffen. Iedereen beseft dat het noodstopcircuit zijn uitwerking moet hebben op alle machines. Als gevolg van de fouten ontstaan vaak onveilige of onwerkbaar situaties, waarbij de veiligheidsbeginselen vaak volledig teniet worden gedaan.

Hierna worden enkele voorbeelden kort beschreven van foutieve oplossingen die zijn waargenomen in de dagelijkse praktijk:

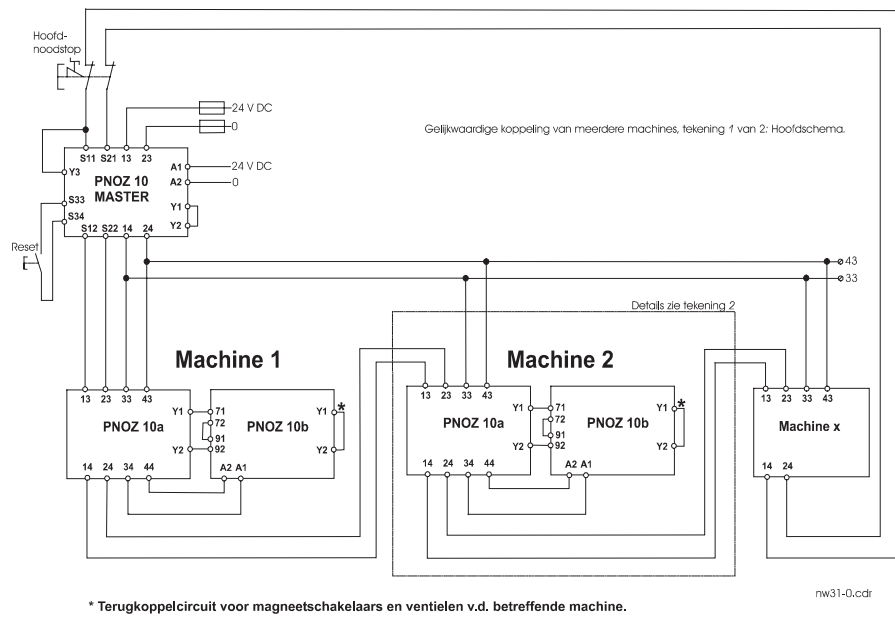
- Opnemen van twee veiligheidscontact(en) van machine x in het ingangscircuit van het veiligheidsrelais van machine x+1 en vice versa. Resultaat: een *deadlock* die men dan met allerlei trucs toch weet te omzeilen. Tevens ontstaat een tijdvolgordeschakeling waarbij het zeer lang kan duren voordat een noodstop bij machine x doordringt tot machine x+9.
- Elke machine heeft al haar eigen noodstopcircuit en er wordt 1 contact van elke machine genomen en in serie gezet. Met deze serieschakeling wordt een relais aangestuurd dat de stuurspanning van alle machines afschakelt.

Mogelijke oplossingen zijn:

1. Gebruik van het schema van de PNOZ 10.
2. Gebruik van 1 PNOZ met meerdere PZE-relais.
3. Toepassing van een veiligheidsbesturing type PSS of een veiligheidsveldbus type SafetyBUS p.

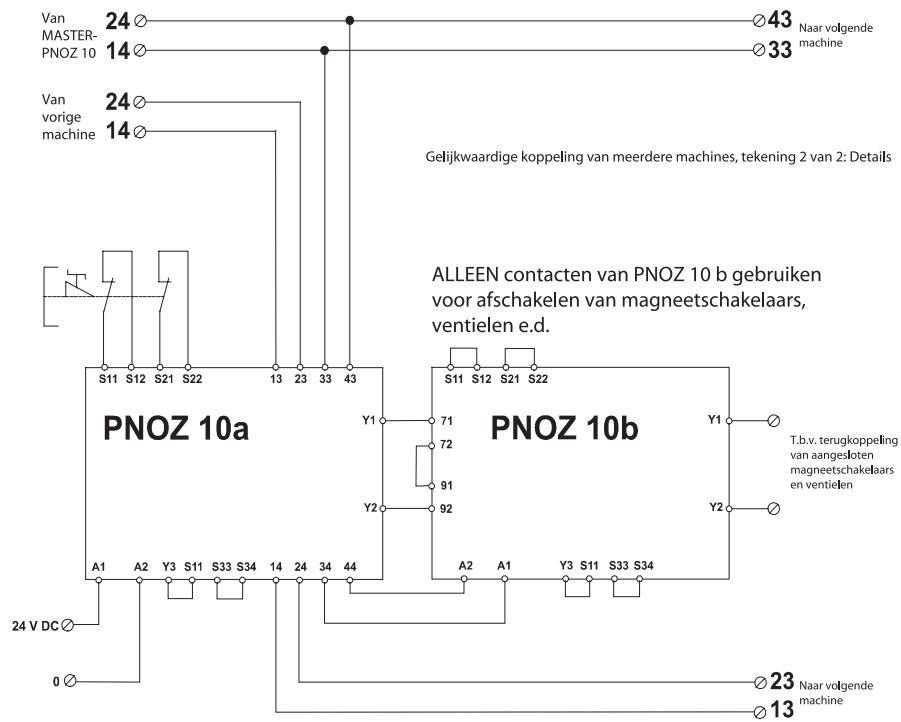
Ad. 1 Aan de hand van dit schema dat vereist dat er per machine een master- en een slave-relais wordt toegepast, kan een correct overkoepelend noodstopcircuit worden gebouwd zonder de hierboven genoemde problemen. Figuur 5.56 en figuur 5.57 laten zien hoe een dergelijke schakeling kan worden opgebouwd.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.56 deel 1: Schema PNOZ 10 met master-slaverelais (bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

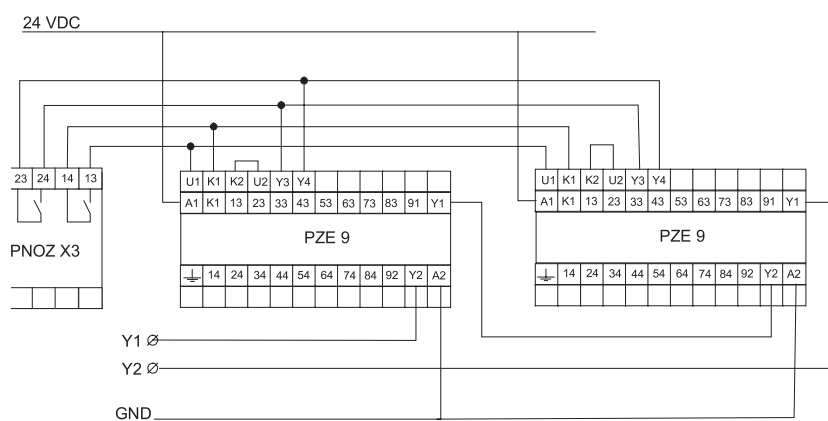


Figuur 5.56 deel 2: Schema PNOZ 10 met master-slaverelais (bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

In dit schema is de PNOZ 10a het veiligheidsrelais dat lokaal het veiligheidscircuit bewaakt en vrijgeeft. De PNOZ 10b wordt als het ware in- of uitgeschakeld door de master-PNOZ en zodoende ook door alle PNOZ 10a-relais in de andere deelmachines.

Ad. 2 Wanneer alleen de noodstopcircuits van een samenstel van machines dienen te worden gekoppeld, kan dit worden gerealiseerd met 1 noodstoprelais van het type PNOZ en meerdere contactuitbreidingsrelais van het type PZE. Figuur 5.57 laat een voorbeeld zien van hoe dit kan worden uitgevoerd. In deze schakeling worden alle noodstopknoppen van de verschillende machines aangeboden aan 1 veiligheidsrelais. Dit veiligheidsrelais is gekoppeld aan een PZE-relais dat is geplaatst in elke machine. Het resultaat is dat een noodstop op machine x ertoe leidt dat de complete lijn wordt afgeschakeld.



HV9A.CDR

Figuur 5.57: Schema van een PNOZ met meerdere PZE's (bron: Pilz Nederland)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De gekozen oplossing heeft een aantal aandachtspunten:

- Er zijn na indrukking van een noodstopknop twee bewuste handelingen uit te voeren, namelijk het ontgrendelen van de noodstopknop en het geven van een reset op het veiligheidsrelais of een start op de machinebesturing. Tijdens het indrukken van de reset/start dient de bediener, in dit geval van het samenstel van machines, de totale machine te kunnen overzien.
- Doordat alle noodstoppen in serie zijn gezet kan niet worden achterhaald op welke machine de noodstop is ingedrukt.

Ad. 3 Een veiligheidsbesturing is vooral interessant als er veel veiligheidsfuncties op één machine te vinden zijn, terwijl een veiligheidsveldbussysteem zijn diensten bewijst als de te koppelen machines ruimtelijk gezien ver uit elkaar staan. In hoofdstuk 6 worden beide systemen uitgebreid behandeld en worden de toepassingsmogelijkheden getoond.

5.4.12.5. Uitbreiding van het aantal veiligheidscontacten

Door de tendens om smalle relais te gebruiken, komt het steeds vaker voor dat het aantal veiligheidscontacten of de benodigde afschakelstroom niet toereikend is voor de toepassing. In dat geval zal de ontwerper van het veiligheidscircuit de contacten moeten vermenigvuldigen.

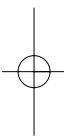
Hierna worden enkele voorbeelden opgesomd van foutieve oplossingen waargenomen in de dagelijkse praktijk:

- Er worden veiligheidscontacten parallel geschakeld voor 1 belasting.
- Er wordt slechts 1 hulprelais toegepast.
- Er worden twee hulprelais zonder mechanisch verbonden contacten toegepast.
- Er is GEEN terugkoppeling naar het uitbreidingsrelais PZE toegepast.
- Er is 1-kanalige aansturing van de PZE gekozen in categorie 3 en 4 volgens EN 954-1.

Aansluiten van een PZE op een veiligheidsrelais

Indien het aantal magneetschakelaars en/of ventielen groter is dan het aantal veiligheidscontacten van het gebruikte veiligheidsrelais, bijvoorbeeld de PNOZ X3, kan gekozen worden voor de toepassing van speciale contactuitbreidingsrelais van het type PZE. Figuur 5.58 laat zien hoe een en ander eenkanalig, zoals noodzakelijk in EN 954 cat. 1 en 2, gekoppeld kan worden.

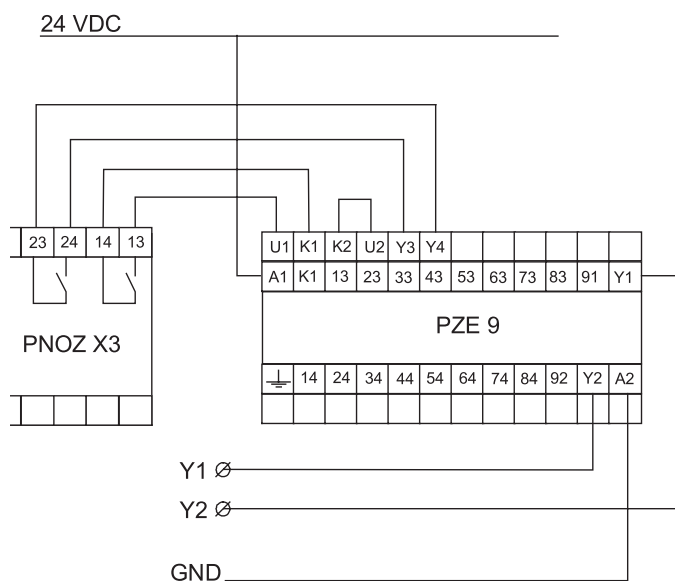
5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Hoewel er meerdere varianten beschikbaar zijn, wordt hier het principe uitgelegd met behulp van een PZE 9. Dit relais heeft 8 veiligheidscontacten en 1 hulpcontact 91-92 en is intern redundant opgebouwd, met 2 relais met mechanisch verbonden contacten. Ter controle van deze redundantie dient het terugkoppelcircuit Y1-Y2 te worden verbonden met het terugkoppelcircuit van de PNOZ X3.

In de hogere risicocategorieën 3 en 4 dient men gebruik te maken van de tweekanale aansturing (zie figuur 5.59) en in de andere categorieën volstaat de eenkanale aansturing. In het eerste geval worden twee veiligheidscontacten van de PNOZ X3 ingezet voor de aansturing van de PZE 9, zodat er in totaal nog $8 + 1 = 9$ contacten beschikbaar zijn. Bij de eenkanale aansturing is dit aantal 10.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



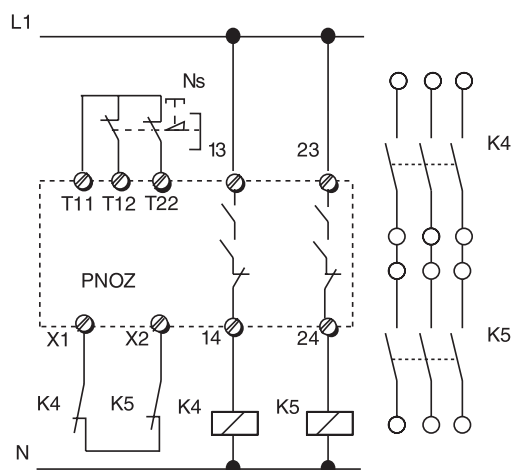
Figuur 5.59: 2-kanalige koppeling van een PNOZ met een PZE (bron: Pilz Nederland)

Er kunnen meer dan één uitbreidingsrelais worden aangesloten op één PNOZ X3 in het geval dat er meer dan 9 veiligheidscontacten gewenst zijn.

Aansluiten van twee speciale hulprelais op een veiligheidsrelais

Indien de afschakelstroom van een veiligheidscircuit de 8 A overschrijdt, kan alleen gebruik worden gemaakt van een uitbreidingsrelais van het type PZE als het af te schakelen stroomcircuit kan worden opgedeeld in meerdere stukken (takken) met een stroom < 8 A. Elke tak kan dan met een eigen veiligheidscontact worden afgeschakeld.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



Figuur 5.60: 2-kanalige koppeling van een PNOZ met 2 speciale hulprelais
(bron: Pilz GmbH & Co.)

In het geval dat dit niet mogelijk is, zal voor de contactuitbreiding gebruik moeten worden gemaakt van twee hulprelais met mechanisch verbonden contacten. Figuur 5.60 laat zien dat de maakcontacten van de twee relais in serie worden gezet en dat hiermee redundantie is verkregen. Redundantie zonder controle heeft weinig waarde, vandaar dat er van elk hulprelais een verbreekcontact wordt gebruikt voor de terugkoppeling. Een serieschakeling van beide contacten wordt teruggekoppeld naar het basisrelais zodat de juiste werking van het circuit kan worden gecontroleerd. Dit is de reden waarom er moet worden gekozen voor hulprelais met mechanisch verbonden contacten zodat de controle ook daadwerkelijk nut heeft.

5.4.12.6. Afzekering van veiligheidscontacten

Als afzekering van een veiligheidscontact wordt normaliter een snelle of trage smeltzekering (zie figuur 5.61) voorgeschreven. Een foutieve afzekering kan catastrofale gevolgen hebben bij een kortsluiting in de bedrading naar de actuator. In dat geval bestaat namelijk de kans dat de contacten van de beide interne relais verkleven waardoor de veiligheidsfunctie direct volledig verloren gaat.

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties



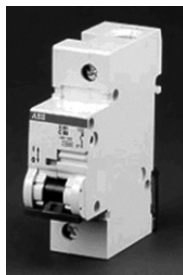
Figuur 5.61: Voorbeeld van een smeltveiligheid (bron: Pilz GmbH & Co.)

Hierna worden enkele voorbeelden opgesomd van foutieve oplossingen die zijn waargenomen in de dagelijkse praktijk:

- Er is GEEN smeltzekering voor ieder veiligheidscontact opgenomen.
- Er is 1 smeltzekering toegepast voor ALLE veiligheidscontacten.
- Er is 1 standaard afschakelautomaat toegepast voor ALLE veiligheidscontacten.
- Er is een smeltzekering of afschakelautomaat toegepast met een foutieve karakteristiek.

In alle bovengenoemde gevallen kan een kortsluiting naar aarde ertoe leiden dat de contacten verkleven en de veiligheidsfunctie volledig verloren gaat.

Een juiste afschakelautomaat-karakteristiek voor de schakelcontacten van veiligheidsrelais is karakteristiek B of C.



Figuur 5.62: Voorbeeld van een zekeringautomaat (bron: Pilz GmbH & Co.)

5.4. Besturingstechnische veiligheidsfuncties

De waarde van de afzekering is afhankelijk van de stuurspanning en is als volgt gedefinieerd:

Afschakelautomaat met karakteristiek B of C	
Stuurspanning	Waarde
24 V DC1	6 A of 10 A (afhankelijk van het interne relais)
230 V AC1	Max. 2 A

Inhoudsopgave

6.	Evolutie van de veiligheidslogica	
6.1.	Inleiding	3
6.2.	Conventionele veiligheidsschakeling	5
6.2.1.	Inleiding	5
6.2.2.	Basisprincipes van veiligheidscircuits met conventionele relais	6
6.3.	Het veiligheidsrelais PNOZ	12
6.3.1.	Inleiding	12
6.3.2.	Basisprincipes PNOZ	13
6.3.3.	Technische opbouw PNOZ	16
6.3.4.	Toepassingsgebieden PNOZ	21
6.3.5.	Goedkeuringen PNOZ	22
6.4.	De intelligente processorgestuurde PNOZplus	23
6.4.1.	Inleiding	23
6.4.2.	Basisprincipe en technische opbouw PNOZplus	24
6.4.3.	Toepassingsgebieden PNOZplus	26
6.4.4.	Goedkeuringen PNOZplus	27
6.5.	Het eerste volledig elektronische veiligheidsrelais PNOZelog	28
6.5.1.	Inleiding	28
6.5.2.	Basisprincipe en technische opbouw PNOZelog	28
6.5.3.	Toepassingsgebieden PNOZelog	31
6.5.4.	Goedkeuringen PNOZelog	32
6.6.	De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS	33
6.6.1.	Inleiding	33
6.6.2.	Basisprincipes PSS	35
6.6.3.	Technische opbouw PSS	42
6.6.4.	I/O-mogelijkheden bij de PSS 3000/PSS 3100	50
6.6.5.	Programmering PSS	56
6.6.6.	Communicatie met andere systemen	61
6.6.7.	Toepassingsgebieden PSS	62
6.6.8.	Goedkeuringen PSS	63
6.7.	Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p	64
6.7.1.	Inleiding	64
6.7.2.	Basisprincipes SafetyBUS p	65
6.7.3.	Technische opbouw SafetyBUS p	70
6.7.4.	Mogelijke SafetyBUS p-deelnemers	75
6.7.5.	Programmering SafetyBUS p	82
6.7.6.	Communicatie met andere systemen	82
6.7.7.	Toepassingsgebieden SafetyBUS p	83
6.7.8.	Goedkeuringen SafetyBUS p	83
6.7.9.	SafetyBUS p Club International e.V.	84

6. Evolutie van de veiligheidslogica

6.1. Inleiding

De veiligheidslogica vormt het brein van de veiligheidsschakeling en bestond vroeger slechts uit een steeds door de elektrotechnicus zelfgemaakte veiligheidsschakeling, de zogenaamde 'drierelaisschakeling', bestaande uit enkele elektromechanische relais (zie paragraaf 6.2.).

Pilz GmbH & Co. kreeg van een goede klant het verzoek om de voornoemde veiligheidsschakeling in een relaisbehuizing te stoppen. Dit leidde ertoe dat Pilz GmbH & Co. in 1987 als eerste op de markt kwam met het noodstoprelais met de tegenwoordig alom bekende naam PNOZ. (zie figuur 6.1). Deze marktintroductie werd een groot succes en de naam 'PNOZ' geldt in de markt nu als synoniem voor 'noodstoprelais'.



Figuur 6.1: PNOZ: de klassieker (bron: Pilz GmbH & Co.)

In de periode die daarop volgde, erkende men dat met dit veiligheidsrelais ook beweegbare afschermingen en lichtschermen op functionaliteit en positie bewaakt konden worden. Mede hierdoor en door de strenger wordende veiligheidseisen, zijn er in de loop van de tijd verscheidene PNOZ-varianten ontwikkeld en werd het aantal gebruikte veiligheidsrelais in een schakelkast langzaam verhoogd.

Dit was voor Pilz aanleiding om begin jaren 90 een nieuwe serie praktijkgerichte en plaats-besparende veiligheidsrelais met een gewijzigde interne schakeling te ontwikkelen: de serie PNOZ X. Hierbij deed de elektronica haar intrede en nam zij de zelfcontrolerende functie van het derde relais over (zie paragrafen 6.3. en 6.4.).

Omdat de veiligheidstechnische machinefuncties steeds complexer werden en hun aantal toenam, heeft Pilz in 1995 haar eerste programmeerbare veiligheidsbesturing type PSS geïntroduceerd. Een programmeerbare veiligheidsbesturing is een PLC met verhoogde eisen ten aanzien van hardware en software, inzake foutdetectie, faalkans en de reactie op fouten.

6.1. Inleiding

Wezenlijke kenmerken van deze besturingen zijn de toegepaste diversitaire redundantie en de uitgebreide en continu uitgevoerde zelftestfuncties. U kunt hierover meer lezen in paragraaf 6.6.

In de niet-veilige signaalverwerking werden steeds meer bussystemen toegepast met de bekende voordelen: 1) geringe hoeveelheid bedrading, 2) decentrale verwerking en 3) de transparante opbouw. Om deze voordelen ook beschikbaar te maken voor de veiligheidstechniek is door Pilz het eerste open veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p ontwikkeld en in 1997 geïntroduceerd op de beurs EMO in Duitsland. SafetyBUS p is gebaseerd op de veldbus CAN (*Controller Area Network*), die veilig is gemaakt door middel van een aanvullend protocol en de toepassing van speciale hardware. Zie paragraaf 6.7. voor meer informatie.

Nog steeds wordt er in elektromechanische veiligheidscomponenten gebruik gemaakt van minimaal twee schakelrelais met mechanisch verbonden contacten. In toepassingen waar het aantal schakelingen van het relais groot is of er sprake is van zware trillingen leidde dit tot slijtage of functionele problemen. Om deze problemen het hoofd te kunnen bieden, heeft Pilz in 2001 een veiligheidscomponent, het type PNOZelog, geïntroduceerd zonder interne relais maar met *Field Effect Transistors* (FET) als afschakelcomponent. Wezenlijke kenmerken van deze serie PNOZelog is dat intern twee besturingschips zijn toegepast met diversitaire redundantie en uitgebreide en continu uitgevoerde zelftestfuncties waardoor het hoogste veiligheidsniveau kan worden bereikt. U kunt hierover meer lezen in paragraaf 6.5.

Zoals uit bovenstaand kort overzicht blijkt is de veiligheidstechniek in een tijdspanne van 10 jaar geëvolueerd van veilige relaistechniek naar veilige (failsafe) besturingen en een failsafe bussysteem. Zoals overal zijn ook hier de ontwikkelingen nog niet ten einde en mogen we verwachten dat er nog vele efficiënte producten op de markt worden geïntroduceerd.

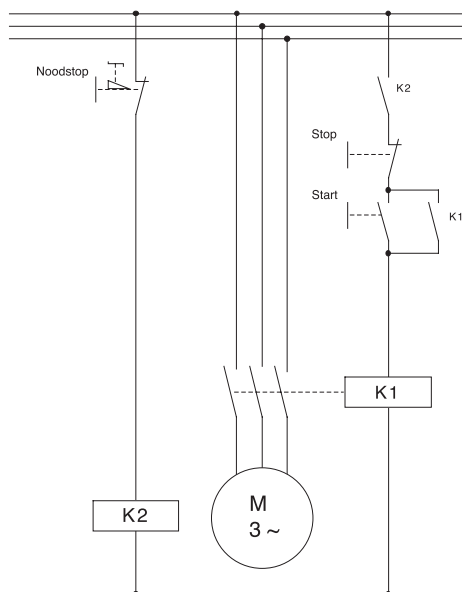
6.2. Conventionele veiligheidsschakeling

6.2.1. Inleiding

Het is in het verleden meerdere malen gebleken dat een normaal elektromechanisch hulprelais – dat gebruikt wordt om op commando van een besturingsorgaan, zoals een noodstop-schakelaar, de stroom uit te schakelen – steeds de zwakste schakel in de veiligheidsvoorziening is.

De nieuwe geharmoniseerde normen eisen dat schakelaars en sensoren die op machines gemonteerd zijn en gebruikt worden in veiligheidsschakelingen, positief gedwongen worden of, in het geval van elektronische/elektromechanische veiligheidscomponenten (lichtgordijnen, aanrakingsvrije schakelaars, noodstoprelais enz.), redundante mechanisch verbonden uitgangen bezitten (een en ander volgens de norm EN 60947-5-1) en besturingslogica voorzien van zelfcontrole.

Omdat een conventioneel relais niet zulke inherente veiligheidseigenschappen bezit en het meestal in de 'gesloten' positie faalt, is het duidelijk dat dit de integriteit van het gehele veiligheidscircuit in gevaar kan brengen.



Figuur 6.2: Conventionele schakeling met enkelvoudig hulprelais K2 (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.2. Conventionele veiligheidsschakeling

Schakelingen zoals die in figuur 6.2 voldoen niet aan de stand van de techniek en zijn zonder meer zeer gevaarlijk te noemen, omdat bij een verkleving in gesloten toestand van het hulprelais K2, de gehele veiligheidsfunctie verloren gaat, ondanks het feit dat de besturingsorganen correct functioneren.

In de volgende paragrafen passeren de basisprincipes van conventionele schakelingen de revue.

6.2.2. Basisprincipes van veiligheidscircuits met conventionele relais

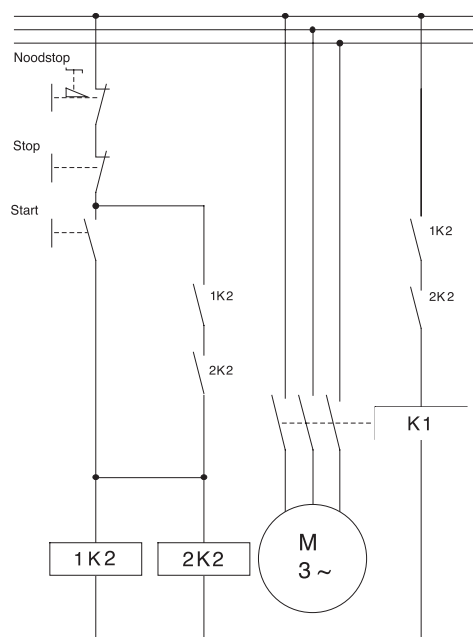
Een maatregel om de hierboven beschreven gevaren te verminderen, is volgens de Europese norm EN 60204-1 van 1997 toepassing van redundantie, zoals hieronder is vermeld:

redundantie: *De toepassing van meer dan één toestel of systeem, of deel van een toestel of systeem om ervoor te zorgen dat, in geval één ervan niet juist functioneert, een ander beschikbaar is om die functie te vervullen.*

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 3.44

Redundantie, zoals beschreven in de norm, kan verkregen worden door het parallel schakelen van de spoelen van twee relais en het in serie schakelen van hun uitgangskontakten (zie de onderstaande figuur 6.3). Door de serieschakeling van de uitgangskontakten van beide relais wordt de spanning, ook bij het defect zijn van een van de relais, toch afgeschakeld.

6.2. Conventionele veiligheidsschakeling

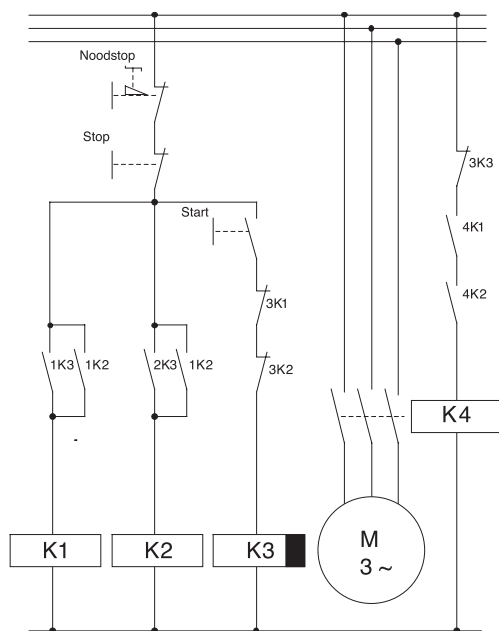


Figuur 6.3: Conventionele schakeling met eenvoudige redundantie (1K2/2K2)
(bron: Pilz GmbH & Co.)

Hoewel er in de bovenstaande figuur sprake is van redundantie in de (veiligheids)uitgangscontacten, blijft er echter een groot risico aanwezig in dit schema: het falen (verkleven) van een van beide relais (1k2 of 2k2) wordt niet automatisch gedetecteerd. Het besturingscircuit kan dus opnieuw gestart worden terwijl een van zijn componenten defect is en dus de redundantie verdwenen is.

Dit probleem is in de huidige praktijk met behulp van de onderstaande schakeling opgelost. Hier wordt gebruik gemaakt van drie relais met mechanisch verbonden contacten en is er sprake van zelfcontrole en redundantie.

6.2. Conventionele veiligheidsschakeling



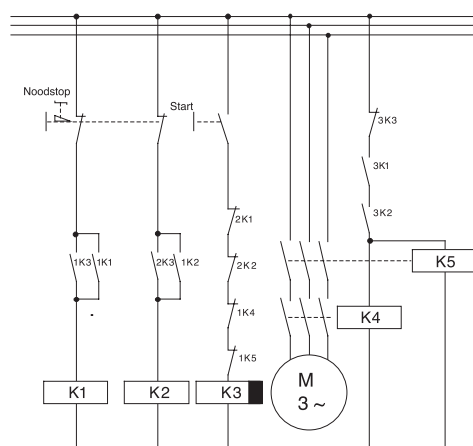
Figuur 6.4: Conventionele schakeling volgens de 'drierelaischakeling' (bron: Pilz GmbH & Co.)

De bovenstaande schakeling bevat een eenvoudige start-stop-schakeling en een noodstop waarmee slechts een driefasemotor wordt bestuurd. De relais K1, K2 en K3 zijn hulpmagneetschakelaars met mechanisch verbonden contacten.

Zodra er bij een ingeschakelde motor op de noodstopknop wordt gedrukt vallen de relais K1 en K2 af waardoor K4 redundant wordt afgeschakeld. Een verkleven van een van de relais K1 en K2 leidt daardoor niet tot verlies van de veiligheidsfunctie. Door de mechanisch verbonden contacten kan deze eerste fout worden gedetecteerd omdat een hulpmagneetschakelaar K3 bij elke opstart controleert of beide relais daadwerkelijk zijn afgevallen.

6.2. Conventionele veiligheidsschakeling

Uiteraard is er in de schakeling van figuur 6.4 nog een zwakke schakel, namelijk K4, die bij een enkele fout (verkleving) ervoor zorgt dat de motor niet meer wordt afgeschakeld. Daarom wordt in situaties met een hoog risico bewust gekozen voor verdubbeling van de hoofdmagneetschakelaars. Een dergelijke schakeling wordt getoond in figuur 6.5.



Figuur 6.5: Conventionele schakeling volgens de 'drierelaischakeling' met redundantie in de hoofdstroom (bron: Pilz GmbH & Co.)

In deze schakeling is er sprake van redundantie in het in- en uitgangscircuit, door toepassing van een tweepolige noodstopschakelaar en 2 hoofdmagneetschakelaars.

Door een risicobeoordeling uit te voeren, worden de voordelen van deze schakeling duidelijk:

- aardsluiting wordt gedetecteerd;
- sluiting in het ingangscircuit wordt gedetecteerd;
- fouten in het schakelcircuit worden gedetecteerd;
- een cyclische test wordt uitgevoerd;
- enkelfoutveiligheid is bereikt door mechanisch gedwongen relais.

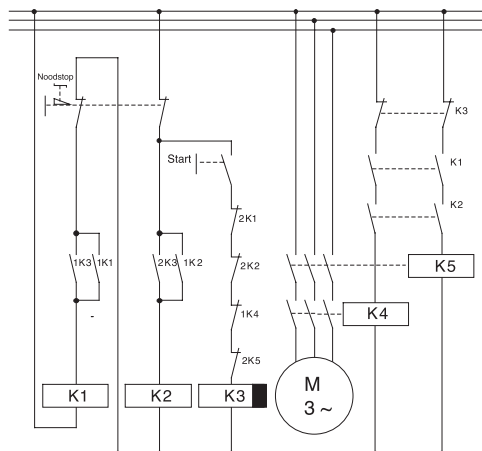
6.2. Conventionele veiligheidsschakeling

Als er bij een tweekanale aansturing een sluiting ontstaat tussen de aanstuurkanalen, noemt men dit een onderlinge sluiting. Een dergelijke onderlinge sluiting wordt in de regel als eerste fout niet gedetecteerd. De oplossing hiervoor is de aanstuurkanalen met verschillende potentialen te voorzien, waardoor er bij een onderlinge sluiting een kortsluiting ontstaat, waarbij het veiligheidscircuit de veiligheidscontacten opent.

In figuur 6.6 wordt een schakeling getoond die een onderlinge sluiting in het ingangscircuit detecteert.

Door een risicobeoordeling uit te voeren, worden de voordelen van deze schakeling duidelijk:

- aardsluiting wordt gedetecteerd;
- sluiting in het ingangscircuit wordt gedetecteerd;
- fouten in het schakelcircuit worden gedetecteerd;
- een cyclische test wordt uitgevoerd;
- enkelfoutveiligheid is bereikt door mechanisch gedwongen relais;
- detectie van onderlinge sluiting vindt plaats door verschillende potentialen in het ingangscircuit.



Figuur 6.6: Conventionele schakeling volgens de 'drierelaischakeling' met redundantie in de hoofdstroom en kortsluitdetectie (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.2. Conventionele veiligheidsschakeling

Aangezien tegenwoordig de grootste kostenpost bij de bouw van elektrische schakelingen wordt gevormd door de loonkosten, wordt het zelf bouwen van de vrij complexe drierelais-(veiligheids)schakeling niet vaak meer gedaan.

Bovendien komt er bij zelfbouw door de validatie-eisen uit de normen EN 954-1 en EN 954-2 een vergroting van de testtijd om de hoek kijken. Er moet worden gecontroleerd of er geen bedradingsfouten zijn gemaakt waardoor de schakeling veiligheidstechnisch incorrect zou functioneren.

In de praktijk kiest men dan ook vaak voor een of meerdere Pilz-veiligheidsrelais om de volgende redenen:

- geringe inbouwbreedte, vanaf 22,5 mm ten opzichte van minimaal 135 mm tot 180 mm bij zelfbouw met drie afzonderlijke relais met mechanisch verbonden contacten;
- zeer korte bedradingstijd;
- minder kans op bedradingfouten;
- verkorting van de testtijd;
- Pilz is aansprakelijk bij schade veroorzaakt door een veiligheidsprobleem in een Pilz-veiligheidsrelais, mits er uiteraard sprake is van een correcte toepassing in de veiligheids-schakeling.

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

6.3.1. Inleiding

De eerste Pilz-veiligheidsrelais zijn ontwikkeld vlak na de publicatie in 1985 van de norm EN 60204-1 over de elektrische uitrusting van machines, die onder andere het gebruik van redundantie en zelfcontrole specificeert als methode om de kans op een fout in een veiligheids-circuit te verkleinen.

Door het ontbreken van een standaardoplossing op de markt gebruikten verschillende ontwerpers destijds nog een circuit bestaande uit drie klassieke relais (zoals getoond in paragraaf 6.2.2.) of namen zij een afwachtende houding aan betreffende deze norm. Hierin is radicaal verandering gekomen nadat Pilz GmbH & Co. in 1987 als eerste hiervoor een veiligheidsrelais met de naam PNOZ op de markt bracht (zie figuur 6.7).



Figuur 6.7: PNOZ: de klassieker (bron: Pilz GmbH & Co.)

De interne schakeling van de PNOZ is redundant opgebouwd en bezit zelfcontrole waardoor een enkele fout niet tot verlies van de veiligheidsfunctie leidt. De PNOZ bespaarde de gebruiker ten opzichte van een schakeling bestaande uit losse relais, naast 50% schakelkastruimte, ook veel bedradings- en testtijd.

In de periode die daarop volgde, erkende men dat met dit veiligheidsrelais ook beweegbare afschermingen en lichtschermen op functionaliteit en positie bewaakt konden worden. Hiermee werd het aantal gebruikte veiligheidsrelais in een schakelkast langzaam verhoogd. Dit was voor Pilz aanleiding om begin jaren 90 een nieuwe serie, praktijkgerichte en smalle veiligheidsrelais met een gewijzigde interne schakeling te ontwikkelen: het type PNOZ X. Hierbij deed de elektronica haar intrede en nam zij de zelfcontrolerende functie van het derde relais over.

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

Op dit moment zijn van het veiligheidsrelais, type PNOZ, vele honderdduizenden stuks geïnstalleerd. Er zijn verschillende redenen voor dit succes:

- verkorte bedradingstijd en minder kans op bedradingfouten;
- tot wel 50% besparing op de benodigde schakelkastruimte;
- de Pilz-veiligheidscomponenten voldoen aan alle relevante Europese normen;
- Pilz-veiligheidsrelais zijn gecertificeerd door onafhankelijke keuringsinstituten, zoals de Duitse BG en/of TÜV, waarbij ook een EG-verklaring van overeenstemming (IIC-verklaring) wordt meegeleverd. In verband met de conformiteit van de veiligheidscomponenten met de Laagspannings- en EMC-richtlijn zijn de relais vanaf 1 januari 1995 voorzien van de CE-markering.

6.3.2. Basisprincipes PNOZ

Zoals reeds in hoofdstuk 5 aan de orde is gekomen bij de behandeling van de eisen van de norm EN 60204-1, zijn er een aantal basisprincipes die toegepast kunnen worden om te komen tot een veilig besturingscircuit, zoals:

1. gebruik van schakeltechnieken en onderdelen waarvan de betrouwbaarheid in de praktijk is bewezen, oftewel gebruik van *well-tried principles* en *well-tried components*;
2. toepassing van gehele of gedeeltelijke redundantie of diversiteit;
3. voorziening van functionele beproevingen.

Alle drie de bovengenoemde principes worden daadwerkelijk toegepast in de veiligheidsrelais van het type PNOZ, waarop hieronder in detail wordt ingegaan.

Ad. 1 Gebruik van schakeltechnieken, waarvan de betrouwbaarheid in de praktijk is bewezen.

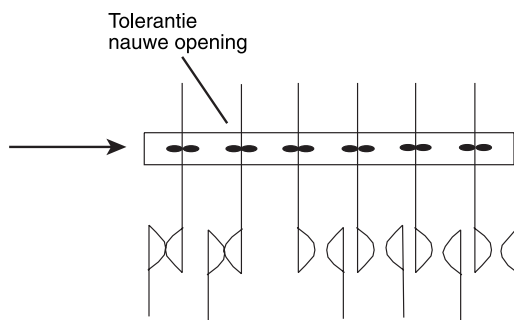
In de PNOZ wordt gebruik gemaakt van dezelfde zogenaamde 'drierelaisschakeling', die besproken is in paragraaf 6.2.2. Dit is een schakelprincipe dat zich al vele jaren met goed resultaat heeft bewezen. Zie ook paragraaf 6.3.3. voor een gedetailleerde uitleg van de manier waarop dit principe is uitgevoerd in de PNOZ.

Ad. 2 Toepassing van redundantie of diversiteit.

Het principe van redundantie vindt haar toepassing in elke PNOZ, waarbij de redundantie ervoor dient om in het geval dat een van de contacten niet functioneert (bijv. verkleefd is) er een ander beschikbaar is om de afschakelfunctie over te nemen.

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

De veiligheidsuitgangen van een veiligheidsrelais zijn intern redundant en mechanisch verbonden uitgevoerd. Het relais moet over mechanisch verbonden contacten beschikken zodat bij bekrachtiging van de spoel, geen enkel verbreekcontact kan sluiten voordat de maakcontacten volledig geopend zijn.



Figuur 6.8: Mechanisch verbonden contacten (bron: Pilz GmbH & Co.)

De opbouw van relais met mechanisch verbonden contacten is hierboven getekend. Door de nauwe opening in de contactligger wordt elk veereffect van de contacten geëlimineerd. In geval van het verkleven van een gemaakt contact wordt een minimale opening van 0,5 mm tussen de niet gemaakte contacten gegarandeerd.

Volgens artikel 4 van de norm EN 60947-5-1 moeten de karakteristieken van schakelaars en componenten van stroomkring voldoen aan de volgende eisen:

- U_i (nominale isolatiespanning) moet groter of gelijk zijn aan 250 V;
- I_{th} (conventionele thermische stroom in de lucht) moet groter zijn dan of gelijk aan 10 A;
- de gebruikscategorie moet wisselspanning AC15 en bij gelijkspanning DC13 zijn.

AC15: Deze klasse heeft betrekking op de aansturing van elektromagnetische belastingen waarvan het opgenomen vermogen met gesloten elektromagneet groter is dan 72 VA.

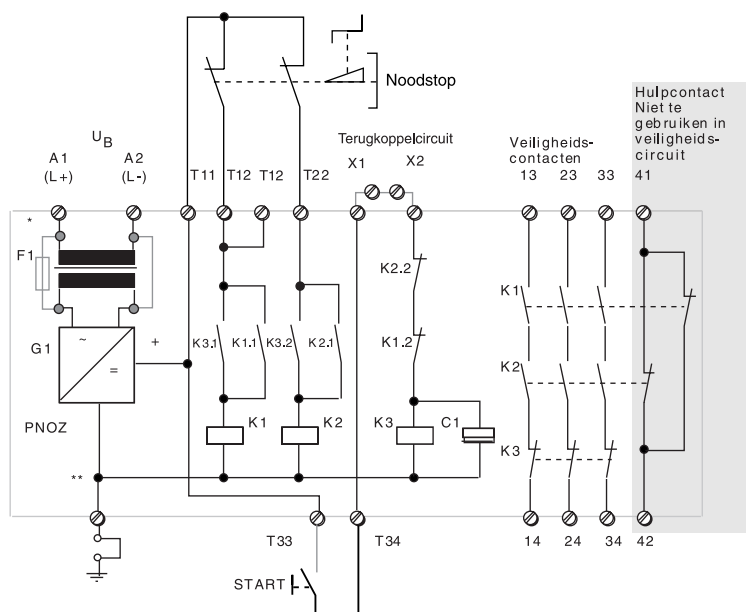
DC13: Deze klasse heeft betrekking op de sturing van elektromechanische belastingen waarvan de tijd nodig om 95% te bereiken van de stroom in vol bedrijf ($t_{0,95}$) gelijk is aan 6 maal het vermogen P opgenomen door de belasting (met P kleiner dan of gelijk aan 50 W).

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

Ad. 3 Voorziening van functionele beproevingen.

Elke PNOZ is uitgevoerd met een functionele test, waarbij de redundantie met elke hernieuwde start wordt gecontroleerd. Dit gebeurt bij de PNOZ met het controlerelais K3, dat pas bekrachtigd kan worden als de twee andere relais K1 en K2 daadwerkelijk zijn afgevallen. Bij de serie PNOZ X is er in plaats van het K3-relais een redundante elektronische schakeling gebouwd die een zelfcontrole uitvoert. Zie figuur 6.9 voor de interne schakeling van de PNOZ.

In deze controle kunnen ook externe relais worden opgenomen door een verbreekcontact van deze relais op te nemen in het terugkoppelcircuit (X1-X2 of tegenwoordig Y1-Y2). Detecteert het veiligheidsrelais nu tijdens de opstartfase, intern of extern, een defect in de redundantie dan geeft het veiligheidsrelais zijn uitgangen niet vrij.



Figuur 6.9: Aansluitschema van een tweekanale noodstop met een PNOZ
(bron: Pilz GmbH & Co.)

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

Deze automatische bewaking van de externe redundantie kan alleen correct worden uitgevoerd indien er speciale relais met mechanisch verbonden contacten worden toegepast. Normale schakelrelais zijn hiervoor niet geschikt omdat daarvan de mechanische toleranties veel te groot zijn.

6.3.3. Technische opbouw PNOZ

Van de PNOZ zijn mede door de ontwikkeling van de serie PNOZ X veel verschillende varianten verschenen met een verschillende technische opbouw. Het voert te ver om al deze varianten de revue te laten passeren. Daarom wordt hier alleen aandacht besteed aan het algemene werkingsprincipe en enkele interessante ontwikkelingen in de serie PNOZ X.

6.3.3.1. Werkingsprincipe PNOZ

Zoals hierboven besproken, is er bij de PNOZ sprake van een redundant circuit met zelf-controle (zie figuur 6.9) dat beantwoordt aan de eisen uit de betreffende Europese normen en dat werkt volgens onderstaand principe:

Werkingsprincipe

Voor de verklaring van de werking van het bovengetekende veiligheidsprincipe gaan we uit van de onbekrachte situatie.

De opstartfase

De aansluitspanning is aanwezig op A1 en A2 en de noodstop-schakelaar is ontgrendeld (noodstopknop niet ingedrukt, verbreekcontacten gesloten). Verder is ook het terugkoppelcircuit, dat een serieschakeling van verbreekcontacten van de aangesloten magneetschakelaars en ventielen bevat, gesloten. Dat wil zeggen: alle aangesloten componenten zijn correct afgefallen.

Indien de bediener nu de startknop (T33-T44) indrukt, wordt K3 bekrachtigd en sluiten de contacten K3.1 en K3.2, waardoor de interne relais K1 en K2 bekrachtigd worden. Deze relais hebben elk een overnamecontact respectievelijk K1.1 en K2.1, waarmee ze zichzelf bekrachtigd houden. De contacten K1.2 en K2.2 onderbreken de voeding van K3, die pas na circa 100 ms afvalt door de ontlading van condensator C1. Met het afvallen van K3 worden ten slotte de drie veiligheidsuitgangcontacten 13-14, 23-24 en 33-34 van het veiligheidsrelais gesloten.

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

Werking bij noodstop

In het geval van indrukken van de noodstop-schakelaar vallen de interne relais K1 en K2 af, waardoor de veiligheidsuitgangcontacten redundant openen.

In geval van een intern defect

Indien bijvoorbeeld K1 door een overstroom intern verkleefd is, valt na indrukken van de noodstop-schakelaar, toch relais K2 af en de uitgangcontacten worden geopend.

Het verkleefd zijn van K1 zorgt ervoor dat K3 niet wordt bekrachtigd bij het indrukken van de startknop doordat K1.2 geopend blijft. Dit omdat K1, K2 en K3 relais met mechanisch verbonden contacten zijn volgens de norm EN 60947-5-1. Hetzelfde geldt natuurlijk als K2 in plaats van K1 verkleefd is; en ook een verkleving van K3 zorgt niet voor een hernieuwd inschakelen.

In geval van een extern defect in de noodstop-schakelaar

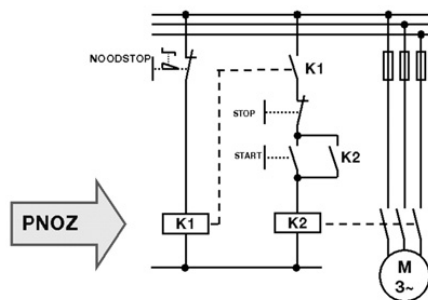
Indien bijvoorbeeld het verbreekcontact tussen T11 en T12 door een fout in de bedrading extern overbrugd is, valt na het indrukken van de noodstopknop toch relais K2 af en de uitgangcontacten worden geopend.

Het bekrachtigd blijven van K1 zorgt ervoor dat K3 niet wordt bekrachtigd bij het indrukken van de startknop, doordat K1.2 geopend blijft. Dit omdat K1, K2 en K3 relais met mechanisch verbonden contacten zijn volgens de norm EN 60947-5-1.

Deze specifieke 'enkele fout' wordt gedetecteerd voorafgaand aan een hernieuwde inschakeling en zal eerst moeten worden opgelost voordat er weer verder gewerkt kan worden.

Toepassing van de veiligheidscontacten

Het is natuurlijk van groot belang dat de veiligheidscontacten correct worden ingepast in de machinebesturing. Hiervan is sprake als de veiligheidscontacten van het PNOZ-relais direct schakelen in de stuurleidingen van de aangesloten motormagneetschakelaar of cilinder-aanstuurventielen, zie figuur 6.10.



Figuur 6.10: Basisschema met de PNOZ na de komst van de norm EN 60204-1 (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

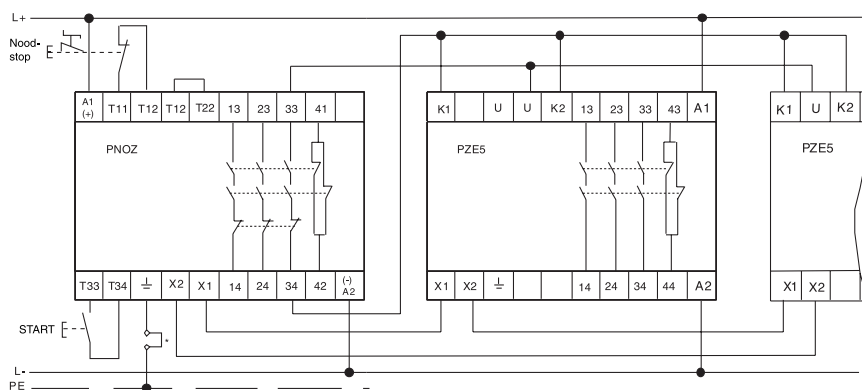
Tevens wordt hieraan in paragraaf 5.4.12.1. nog extra aandacht besteed.

In geval van een extern defect in de aangesloten verbruikers

Indien bijvoorbeeld een van de aangesloten magneetschakelaars MS1 door een overstroom intern verkleefd is, vallen na het indrukken van de noodstopschakelaar toch de veiligheids-uitgangskontakten correct af en worden de andere aangesloten magneetschakelaars en ventielen afgeschakeld. De motor die door MS1 wordt ingeschakeld, blijft functioneren, echter het geopende terugkoppelcircuit (X1-X2) (geopend verbreekcontact van MS1) zorgt er voor dat K3 niet wordt bekrachtigd bij het indrukken van de startknop. Deze functie werkt uiteraard alleen als de aangesloten magneetschakelaars en ventielen ook zijn opgebouwd met mechanisch verbonden contacten volgens de norm EN 60947-5-1.

Contactuitbreiding van veiligheidscontacten

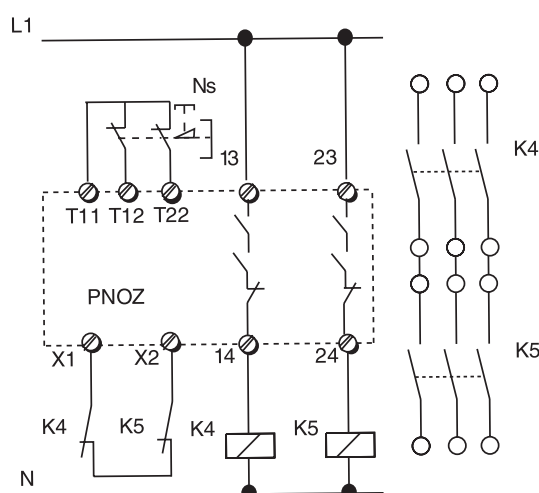
Wanneer het aantal benodigde veiligheidscontacten in het ontwerp van het besturingscircuit hoger is dan fysiek in een veiligheidsrelais (PNOZ, PST of P2HZ) aanwezig zijn, kan met behulp van een contactuitbreidingsrelais type PZE (bijv. PZE X4, PZE 9P, PZE 5 of PZE 7) het aantal contacten worden vermeerderd. De contactuitbreidingsrelais zijn intern redundant opgebouwd, terwijl de juiste werking van de redundantie door het veiligheidsrelais wordt gedetecteerd. In onderstaand schema wordt getoond hoe een dergelijke schakeling opgebouwd dient te worden.



Figuur 6.11: Vergroting van het aantal veiligheidscontacten met PZE-relais
(bron: Pilz GmbH & Co.)

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

In het geval dat het schakelvermogen van één veiligheidscontact, dat meestal 2000 VA (AC1) bedraagt, te klein is voor de aangesloten magneetschakelaar of het aangesloten ventiel, is de contactuitbreiding ook te realiseren met twee externe magneetschakelaars. Zie het voorbeeld in figuur 6.12.



Figuur 6.12: Gebruik van externe magneetschakelaars bij grote vermogens
(bron: Pilz GmbH & Co.)

Uiteraard moet dan gebruik worden gemaakt van het bij elk veiligheidsrelais aanwezige terugkoppelcircuit (X1-X2, Y1-Y2 of anders) zodat wegvallen van de externe redundantie wordt gedetecteerd.

In de volgende paragrafen worden enkele voorbeelden van de nieuwste ontwikkelingen voorgesteld.

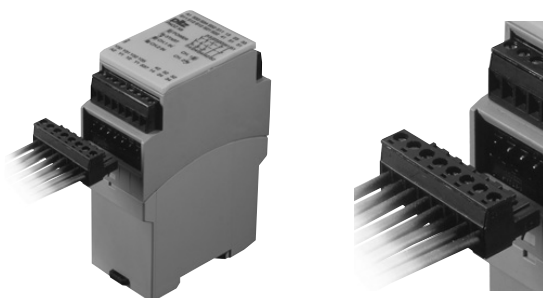
6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

6.3.3.2. PNOZ Pluggable

Omdat relais bij gebruik nog steeds de eigenschap bezitten dat contacten op een gegeven moment verslijten, zal dit ook bij veiligheidsrelais voorkomen. Dit betekent dat de eindgebruiker tijdens de levensduur van de machine een of meerder malen een veiligheidsrelais zal moeten vervangen.

Het aantal draden dat verplaatst moet worden van het oude relais naar het vervangrelais varieert afhankelijk van het type van 12 tot maximaal maar liefst 48 stuks. De kans dat er bij het verwisselen een fout wordt gemaakt is redelijk groot, wat kan leiden tot een onveilige schakeling of een langere stilstandstijd dan noodzakelijk.

Door de vraag uit de markt of de veiligheidsrelais niet eenvoudiger, sneller en bedrijfszekerder uitgewisseld zouden kunnen worden is er een nieuwe serie PNOZ-relais ontwikkeld: de 'PNOZ Pluggable', een PNOZ met steekbare klemmen, zie figuur 6.13.



Figuur 6.13: PNOZ Pluggable (bron: Pilz GmbH & Co.)

Door de gecodeerde en onderling niet-verwisselbare steekbare klemmen is een vermindering van het aantal fouten gewaarborgd. Het steekbare klemmenblok maakt een snelle montage en demontage in geval van service mogelijk en reduceert de stilstandstijden van de machine. Er is tevens sprake van een kostenbesparing doordat de aders niet meer gecodeerd hoeven te worden en gebruik kan worden gemaakt van voorgeconfigureerde kabels.

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

6.3.3.3. De multispannings-PNOZ

Omdat relais gevoed moeten worden om te kunnen functioneren, was er bij de eerste relais uit de serie PNOZ een groot aantal spanningsvarianten beschikbaar. Dit betekende voor de gebruiker, bijvoorbeeld de machinebouwer die aan meerdere landen leverde en die tevens de support voor de machine moest garanderen, onder andere dat:

- er van elke spanningsvariant minstens 1 exemplaar op voorraad moest zijn;
- voor elke aansluitvariant een ander aansluitschema gemaakt moest worden.

Het mag duidelijk zijn dat de gebruiker hierdoor extra kosten moest maken en meer voorraad moest aanhouden.

Een aantal relais uit de serie PNOZ X was reeds gedeeltelijk aangepast aan deze problematiek doordat ze naast de wisselspanningsaansluiting (A1-A2), beschikten over een 24 V DC gelijkspanningsaansluiting zoals bijvoorbeeld de PNOZ X3.

Pilz heeft, om dit probleem volledig het hoofd te bieden, in het jaar 2000 in de serie PNOZ X een aantal relais ontwikkeld met een multispanningsvoeding. De voedingsspanning voor deze relais kan variëren tussen 24 tot 240 AC of DC. De gebruiker kan dus met één type op de plank volstaan.

De volgende relais beschikken onder andere over deze multispanningsvoeding: PNOZ XV2.1P, PNOZ XV3.1P en PZE 9P.

6.3.4. Toepassingsgebieden PNOZ

De PNOZ-relais vinden op dit moment hun toepassing bij kleine tot middelgrote nieuwe (of bestaande) machines die zijn uitgerust met slechts een beperkt aantal veiligheidsfuncties. Voor grote en samengestelde machines is op dit moment het gebruik van de veiligheidsbesturing of veiligheidsbussysteem een betere keuze.

De veiligheidsfuncties waarvoor de veiligheidscomponenten van het type PNOZ worden ingezet zijn zeer divers, zie onderstaande niet-limitatieve lijst:

- Noodstopbewaking
- Hekbewaking (blokkeer- en bedieningsschermen)
- Bewaking van de hekvergrendeling
- Tweehandenbediening
- Schakelmatten en schakellijsten
- Lichtschermen en laserscanners
- Hold-to-runbewaking

6.3. Het veiligheidsrelais PNOZ

- Toerentalbewaking
- Stilstandsbewaking
- Niveaubewaking
- Spanningsbewaking
- Eindschakelaarbewaking

Indien er veiligheidsfuncties dienen te worden uitgevoerd in EX-zones kan de speciaal daarvoor ontworpen PNOZ Ex worden toegepast. Dit relais voorkomt de toepassing van externe barriers door het eigen ex-veilige ingangscircuit.

6.3.5. Goedkeuringen PNOZ

In de jaren voor 1995 was het gebruikelijk om een veiligheidscomponent in elk land ter keuring aan te bieden aan de betreffende keuringsinstanties. Hierdoor beschikken vooral de eerste typen uit de PNOZ-serie een zeer bonte schakering van goedkeuringen, variërend van KEMA, TÜV, BG tot SUVA.

Door de harmonisatie op het gebied van keuringen die voortvloeit uit de Machinerichtlijn 98/37/EG van 1998 is het tegenwoordig voldoende om een veiligheidsrelais slechts ter keuring aan te bieden bij een van de Europese *notified bodies*. De PNOZ-veiligheidsrelais worden door Pilz altijd aangeboden bij de Duitse *notified body* 'Berufsgenossenschaft Eisen und Metall III (BG)'. Op grond van deze goedkeuring kunnen de veiligheidscomponenten worden toegepast in alle machines die moeten voldoen aan de Europese richtlijnen in alle landen die behoren tot de Europese Unie.

Omdat een groot deel van alle veiligheidscomponenten ook gebruikt worden op het Noord-Amerikaanse continent is vaak ook een cUL of UL-goedkeuring aanwezig.

6.4. De intelligente processorgestuurde PNOZplus

6.4.1. Inleiding

Een wat grotere machine bezit vaak meerdere toegangen die zijn voorzien van beweegbare afschermingen of lichtschermen. Het komt vaak voor dat deze verschillende veiligheidsfuncties toch dezelfde bewegende delen moeten afschakelen. Deze veiligheidsfuncties zullen dus in de machinebesturing moeten worden gecombineerd.

Zulke combinaties leiden er in de praktijk vaak toe dat men de opnemers (noodstoppen, hekschakelaars, enz.) in serie schakelt en aanbiedt aan slechts één veiligheidsrelais. Dit functioneert meestal schakeltechnisch naar behoren maar is in de meeste gevallen veiligheids-technisch incorrect. Dit omdat onderlinge beïnvloeding van veiligheidsfuncties mogelijk is, waardoor niet meer wordt voldaan aan de eisen van risicocategorie 3 en 4 van de norm EN 954-1.

Een oplossing voor voornoemd probleem kan worden gecreëerd door de opnemers van elke primaire veiligheidsfunctie (zoals een hek, lichtscherm en schakelmat) ieder door één veiligheidsrelais te laten bewaken. De uitgangcontacten van deze relais worden dan aangesloten op een veiligheidsrelais dat als verzamelrelais fungeert en zorg draagt voor de afschakeling van de bewegende delen. Naast het nadeel van een ingewikkelde diagnose bij een storing of fout, is er ook sprake van een grote in beslag genomen ruimte in de schakelkast en hoge kosten.



Figuur 6.14: PNOZplus (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.4. De intelligente processorgestuurde PNOZplus

Pilz heeft deze problematiek vroegtijdig geconstateerd en in 1996 het modulaire PNOZplus-systeem (zie figuur 6.14) ontwikkeld. Het PNOZplus-systeem is goedgekeurd door diverse *notified bodies* en biedt onder andere: veel ruimtebesparing, lagere bedradingskosten en geringere stilstandstijden van machines en installaties door goede diagnosemogelijkheden. Aangezien alle functies zonder programmering worden gerealiseerd, kan men naar analogie van de slogan uit de computertechniek absoluut spreken van *plug'n safe*.

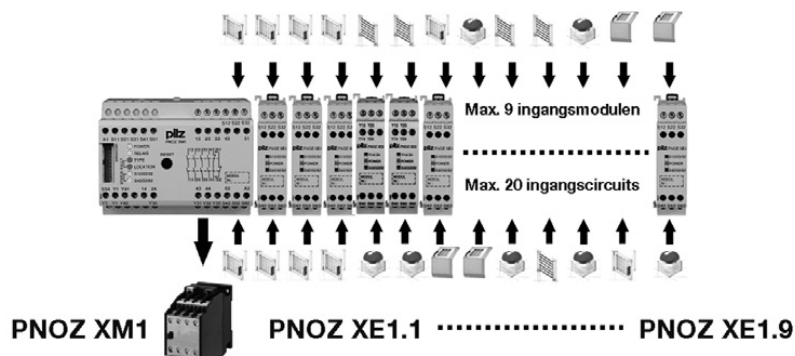
6.4.2. Basisprincipe en technische opbouw PNOZplus

Het PNOZplus-systeem bestaat uit een door twee microprocessors gestuurd basisrelais, de PNOZ XM1, dat beschikt over twee onafhankelijke ingangscircuits (voor risicocategorie 1 t/m 4 volgens EN 954-1). Met de vier mechanisch verbonden (potentiaalvrije) veiligheidsuitgangen in het relais kunnen, zoals normaal gebruikelijk bij conventionele veiligheidsrelais, de magneetschakelaars en ventielen volgens stopcategorie 0 (EN 60204-1) worden afgeschakeld.

Aan het basisrelais kunnen via een intern bussysteem maximaal 9 ingangsmodule van het type PNOZ XE1 of PNOZ XE2 worden gekoppeld. Hierbij voorziet elke PNOZ XE1 in de aansluiting van twee veiligheidsfuncties met twee (of vier) veiligheidsopnemers met potentiaalvrije contacten. Op de PNOZ XE2 kunnen ook twee veiligheidsfuncties worden aangesloten, maar dan een lichtscherm met halfgeleideruitgangen en een veiligheidsfunctie met potentiaalvrije contacten.

Dit resulteert bij volle uitbouw van het veiligheidssysteem in 20 ingangscircuits (zie figuur 6.15), waarmee een zelfde aantal veiligheidsfuncties volgens risicocategorie 1, 2, 3 of 4 volgens de norm EN 954-1 kan worden bewaakt. Zodra een fout of het aanspreken van een veiligheidsfunctie op een van de ingangen wordt geconstateerd schakelt het PNOZplus-systeem zijn contactuitgangen direct af.

6.4. De intelligente processorgestuurde PNOZplus



Figuur 6.15: 20 veiligheidsfuncties op een PNOZplus-systeem (bron: Pilz GmbH & Co.)

Door de geïntegreerde diagnosefunctie kan doelgerichte informatie over de actuele status van het relais worden weergegeven. Dit is mogelijk via verschillend gekleurde LED's op het relais zelf, of met een van de diagnoseconvertors, waarmee rechtstreeks met een tekstdisplay, een PLC, een CANbus-netwerk, of een DeviceNet netwerk kan worden gecommuniceerd.

De PNOZplus-familie bestaat op dit moment uit de volgende leden:

- PNOZ XM1: masterrelais voor de besturing van het modulaire veiligheidssysteem;
- PNOZ XE1: uitbreidingsmodule voor veiligheidstechnische toepassingen, zoals noodstop- en hekbewaking;
- PNOZ XE2: uitbreidingsmodule die de integratie van contactloos werkende beveiligingsinrichtingen mogelijk maakt, bijv. van lichtschermen en lichtsluizen;
- PDIA 1: signaalomzetter voor seriële communicatiepoorten met weergave op Pilz PX-tekstdisplay;
- PDIA 2: communicatiemodule voor de overdracht van diagnosegegevens naar PLC, NC, IPC enz.
- PCANop: module voor de communicatie met CANopen-deelnemers;
- PCANDn: module voor de communicatie met DeviceNet-deelnemers.

Het voert te ver om de technische eigenschappen van alle leden van de familie hier te behandelen, maar de functionaliteit van de PDIA 2 wordt hieronder wel beschreven.

6.4. De intelligente processorgestuurde PNOZplus

De functie van de PDIA 2:

Door gebruikmaking van de PDIA 2 kan de statusinformatie van alle op de PNOZplus aangesloten veiligheidscircuits worden doorgegeven aan iedere willekeurige PLC-besturing. Door de PDIA 2 parallel middels 2 uitgangen en 2 ingangen te koppelen aan de besturings-PLC kan de statusinformatie van de PNOZplus door dezelfde PLC worden afgevraagd en via bijvoorbeeld een tekstdisplay worden getoond.

De teksten die het tekstdisplay weergeeft, kunnen door programmering direct op de applicatie worden toegespijst. De machine/procesbediener krijgt hiermee 100% juiste informatie en kan direct optreden waardoor stilstandstijden sterk worden gereduceerd. Tevens biedt deze oplossing doelgerichte ondersteuning aan het servicepersoneel omdat ook storingen in het circuit kunnen worden getoond.

De module wordt geleverd met een uitgebreide beschrijving zodat de gebruiker voor zijn PLC-besturing snel en eenvoudig een softwarebouwsteen kan schrijven. Voor de koppeling met de Siemens S5- of S7-serie zijn de driverbouwstenen reeds door Pilz ontwikkeld zodat gebruikers van deze PLC-typen direct aan de slag kunnen.

6.4.3. Toepassingsgebieden PNOZplus

De PNOZplus kan worden toegepast voor onder andere noodstop-, hek- en lichtscherm-bewaking voor machines waarbij het aanspreken van een van de aangesloten veiligheids-opnemers tot een volledige afschakeling van de machine moet leiden. Kort gezegd, het openen van 1 hek of het onderbreken van 1 lichtscherm zorgt voor een afschakeling van alle aandrijvende delen op de machine. Dergelijke installaties komen voor in de sectoren algemene machinebouw en installatiebouw. Hieronder vindt u een aantal voorbeelden in beide sectoren.

Algemene machinebouw, bijvoorbeeld:

- speciale machines;
- spuitgietmachines;
- blaasvormmachines;
- metaalverwerkende machines;
- druk- en verpakkingsmachines.

Installatiebouw, bijvoorbeeld:

- transportinstallaties;
- productiestraten;
- procestechnische installaties.

6.4. De intelligente processorgestuurde PNOZplus

6.4.4. Goedkeuringen PNOZplus

De PNOZplus is volledig in overeenstemming met IEC 60 204-1 betreffende de elektrische uitrusting van machines. Daarnaast voldoet de PNOZplus aan de speciale eisen van de normen EN 422 en EN 201, respectievelijk de normen ten behoeve van spuitgiet- en blaasvormmachines.

PNOZplus is ontworpen om te voldoen aan de hoogste eisen, tot en met categorie 4 van de norm EN 954-1. Deze veiligheidscomponent beschikt over een goedkeuring door de 'Berufsgenossenschaft (BG)'. Tegelijkertijd is rekening gehouden met de eisen van UL 508 en heeft het product de UL- en cUL-goedkeuring ontvangen.

6.5. Het eerste volledig elektronische veiligheidsrelais PNOZelog

6.5.1. Inleiding

In het jaar 2000 is door Pilz een compacte veiligheidscomponent (slechts 22,5 mm breed) geïntroduceerd dat volledig op elektronische basis functioneert, het gaat hierbij om de familie PNOZelog. De PNOZelog, zie figuur 6.16, is de eerste smalle veilige *logic solver* die in plaats van veiligheidscontacten, halfgeleideruitgangen heeft.

Deze innovatieve serie veiligheidscomponenten heeft de voordelen van de moderne elektronica zoals duurzaamheid, een lange levensduur en daardoor een hoge beschikbaarheid.



Figuur 6.16: De volledig elektronische PNOZelog (bron: Pilz GmbH & Co.)

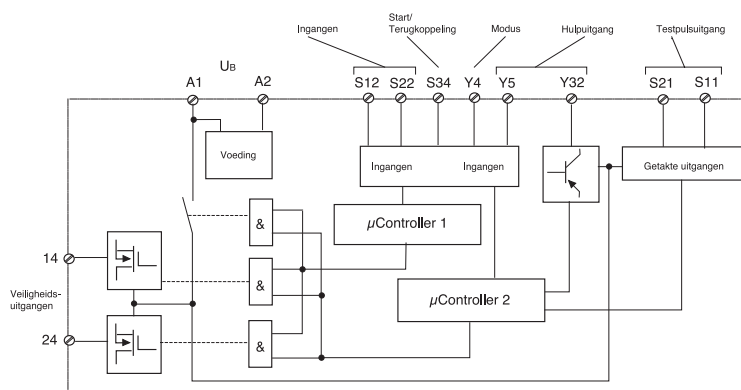
Met PNOZelog wordt een heel nieuw hoofdstuk in de veiligheidstechniek geschreven. De variant PNOZ e1p is geschikt voor alle toepassingen, van noodstop tot en met veiligheidslichtschermen van categorie 2 t/m categorie 4 volgens EN 954-1. Daarnaast zijn er ook varianten beschikbaar voor functies als tweehandenbediening, watchdogbewaking enz.

6.5.2. Basisprincipe en technische opbouw PNOZelog

De productfamilie PNOZelog is ontwikkeld met gebruikmaking van de kennis over failsafe technologie, die onder andere wordt toegepast in de veiligheidsbesturing PSS en de veiligheidsveldbus SafetyBUS p, zie paragrafen 6.6. en 6.7. van dit boek.

6.5. Het eerste volledig elektronische veiligheidsrelais PNOZelog

Het hart van de logica van de PNOZelog bestaat uit twee microprocessors (= redundantieprincipe) van verschillende hardware- en softwarefabrikanten (= diversiteitsprincipe) die de integriteit van de component continu controleren en de uitgangen naar een veilige toestand schakelen op het moment dat de veiligheidsfunctie wordt aangesproken of er een defect is geconstateerd. Figuur 6.17 toont het inwendige van de PNOZelog waarbij duidelijk de twee processors, CPU1 en CPU2 te zien zijn.



Figuur 6.17: Principeschema PNOZelog (bron: Pilz GmbH & Co.)

De PNOZelog beschikt over halfgeleideringangen waarvan de status continu wordt gecontroleerd door de twee processors. De ingangen van de PNOZelog zijn voorzien van testpulsen (ook wel taktpulsen genoemd), waarmee direct de volgende fouten in het ingangscircuit worden gedetecteerd:

- sluiting naar aarde van 1 kanaal;
- sluiting naar 24 V DC van 1 kanaal;
- sluiting naar een vreemde spanning;
- onderlinge sluiting tussen de kanalen.

Daarnaast wordt ook een foutieve schakelvolgorde van de 2 ingangssensoren gedetecteerd. De halfgeleideringangen maken een universele aansluiting mogelijk van potentiaalvrije contacten en halfgeleideruitgangen, bijvoorbeeld afkomstig van respectievelijk hekschakelaars of veiligheidslichtschermen.

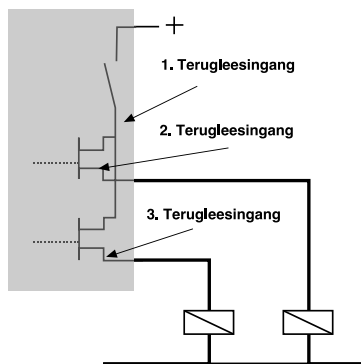
6.5. Het eerste volledig elektronische veiligheidsrelais PNOZelog

Door de gecodeerde en onderling niet verwisselbare steekbare klemmen is een vermindering van het aantal fouten in geval van service gewaarborgd. Hierdoor is een snelle montage en demontage mogelijk en worden stilstandstijden gereduceerd.

De PNOZelog beschikt daarnaast over een aantal ingangen waarmee hardwarematig een aantal functies kunnen worden geprogrammeerd, zoals 1- of 2-kanalig ingangscircuit, een automatische start of gebruik van aanlooptests.

Een ander aspect dat bij de PNOZelog afwijkt van de conventionele veiligheidsrelais zijn de veilige halfgeleideruitgangen waarmee rechtstreeks kleine en middelgrote belastingen (max. $2 \times 2 \text{ A/24 V DC}$) slijtagevrij geschakeld worden. Hierbij is gebruik gemaakt van FET-technologie waardoor ook een zeer lage stroombelasting mogelijk is. Daarnaast is het FET-circuit beveiligd tegen overspanning, overtemperatuur en kortsluiting zodat een afzekering van het uitgangscircuit achterwege kan blijven. Hiermee zijn de bij conventionele relais bekende storingen door verklevan, vervuilen, denderen of verbranden van contacten volledig uitgesloten en is een zeer lange levensduur gegarandeerd.

De halfgeleideruitgangen zijn veilig omdat de status continu wordt gecontroleerd door de twee processors. Hierbij worden de uitgangen even kortstondig (ca. 200 microseconden) uitgeschakeld, wat geen effect heeft voor de aangesloten magneetschakelaars of ventielen. De twee processors controleren deze kortstondige uitschakelingen continu en genereren bij constatering van een fout direct een afschakeling van de twee bovenmaatse FET's en als derde afschakelweg, het eveneens aanwezige relais. Zie figuur 6.18.



Figuur 6.18: Afschakelwegen van de PNOZelog (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.5. Het eerste volledig elektronische veiligheidsrelais PNOZelog

De veiligheidscomponent bezit een aantal multifunctionele LED's die de status van de component weergeven en bij een storing door hun kleur en knipperfrequentie een duidelijke aanwijzing geven. Er is ook een diagnosepoort beschikbaar voor communicatie met de PLC of CNC. Deze diagnose-uitgang, die parallel aan elke standaard PLC- of CNC-besturing kan worden gekoppeld, geeft gedetailleerde informatie over de systeemtoestand van de PNOZelog, waardoor een snelle diagnose bij verstoringen van het proces mogelijk is. Er zijn meerdere PLC-drivers geschreven voor de verwerking van deze diagnosegegevens waaronder voor de Siemens S7-serie en Allen Bradley PLC's.

De PNOZelog familie bestaat op dit moment uit de volgende leden:

- PNOZ e1p: stopcategorie 0 en EN 954-1 cat. 2 t/m 4, geschikt voor noodstop, hek-bewaking, lichtschermen, laserscanners en schakelmatten;
- PNOZ e1vp: stopcategorie 1 en EN 954-1 cat. 2 t/m 4, geschikt voor noodstop, hek-bewaking, lichtschermen, laserscanners en schakelmatten;
- PNOZ e2p: stopcategorie 0 en EN 954-1 cat. 2 t/m 4, geschikt voor tweehandenbediening en logische verknopingen;
- PNOZ e8p: stopcategorie 0 en EN 954-1 cat. 2 t/m 4, geschikt voor asbreukcontrole, toerentalcontrole, watchdogcontrole en logische verknopingen.

6.5.3. Toepassingsgebieden PNOZelog

Het toepassingsgebied van de multifunctionele PNOZelog lijkt op dat van de elektromechanische veiligheidsrelais. De keuze voor een PNOZ (X) of een PNOZelog, wordt gemaakt aan de hand van de verschillende technische eisen van de toepassing. Zo zijn bijvoorbeeld de elektromechanische veiligheidsrelais PNOZ en PNOZ X bijzonder geschikt voor het schakelen van grote belastingen. De elektronische veiligheidsrelais uit de PNOZelog-serie daarentegen zijn speciaal geschikt voor het frequent schakelen van kleine en middelgrote belastingen en bij toepassingen met een hoge schakelfrequentie of toepassingen waarbij de schakelkast onderhevig is aan trillingen zoals bijvoorbeeld bij mobiele machines.

Enkele voorbeeldmachines voor toepassing van de PNOZelog zijn:

- excenterpersen;
- AGV's, *automatic guided vehicles*;
- betonmolens;
- mobiele kranen;
- personenheftafels.

6.5. Het eerste volledig elektronische veiligheidsrelais PNOZelog

Daarnaast kunnen deze systemen uitstekend worden toegepast in de procesindustrie doordat de in- en uitgangsignalen permanent worden getest, waardoor vroegtijdig wordt ingegrepen bij een storing.

6.5.4. Goedkeuringen PNOZelog

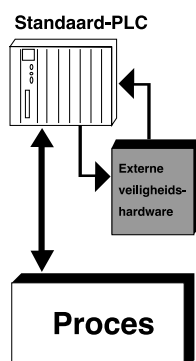
De PNOZelog is volledig in overeenstemming met IEC 60 204-1 betreffende de elektrische uitrusting van machines. PNOZelog is ontworpen om te voldoen aan de hoogste eisen, tot en met categorie 4 van EN 954-1. Deze veiligheidscomponent beschikt over een goedkeuring door de 'Berufsgenossenschaft (BG)' voor elektrotechniek. Tegelijkertijd is rekening gehouden met de eisen van UL 508 en heeft het product de UL- en cUL-goedkeuring ontvangen.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

6.6.1. Inleiding

De standaard-PLC heeft al sinds vele jaren een plaats veroverd in de automatiseringstechniek en kon op nagenoeg alle fronten de conventionele bedradings- en schakeltechniek verdringen. De voordelen van een PLC ten opzichte van conventionele schakeltechniek zijn: flexibiliteit, de veelvuldige diagnosemogelijkheden en een geringere bedradingstijd en -moeite. Tot 1995 konden deze voordelen alleen in het NIET-veiligheidsgerelateerde deel van een besturing benut worden doordat er in de machinesector nog geen speciale failsafe PLC's beschikbaar waren.

De vele veiligheidsfuncties, zoals noodstop, tweehandenbediening, hekbewaking enzovoorts, dienden op grond van de norm EN 60204-1 te zijn uitgerust met elektromechanische onderdelen met vaste bedrading. Bovendien werd gesteld dat de werking van deze veiligheidsfuncties niet afhankelijk mocht zijn van elektronische logica (apparatuur of programmatuur). Dit had tot gevolg dat de uitgangcontacten van de veiligheidscomponenten tussen de PLC en het proces in werden geplaatst. Zie figuur 6.19.



Figuur 6.19: Toepassing van externe veiligheidscomponenten (bron: Pilz GmbH & Co.)

Wanneer men dit normgedeelte letterlijk neemt, zou de toepassing van een failsafe PLC (type PSS) of een failsafe bussysteem (type SafetyBUS p) voor de uitvoering van de noodstop niet zijn toegestaan, ook al is die daarvoor speciaal goedgekeurd.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

De reden die men tijdens het opstellen van deze norm destijds had, valt af te lezen van de in paragraaf 11.3.4. van deze norm geplaatste opmerking, die hieronder wordt geciteerd.

Opmerking:

Op het moment dat deze norm werd opgesteld, wordt ervan uitgegaan dat in situaties waarin een slecht functioneren van het besturingssysteem een duidelijk gevaar kan veroorzaken, het moeilijk is om met enige zekerheid vast te stellen dat men kan vertrouwen op de juiste werking van een enkelvoudig uitgevoerde programmeerbare elektronische uitrusting. Totdat voor deze situatie een oplossing kan worden gevonden, wordt daarom afgeraden om uitsluitend te vertrouwen op de juiste werking van een dergelijk enkelvoudig uitgevoerd toestel.

EN 60204-1 van 1997, paragraaf 11.3.4

Een norm wordt ook wel gezien als een weergave van de stand van de techniek van dat moment, alhoewel de stand van de techniek op dit moment al veel verder is doorgeschreden dan vastgelegd in de huidige 1997-versie van de norm EN 60204-1. Er worden al sinds 1995 door diverse *notified bodies* goedgekeurde failsafe PLC's in de praktijk toegepast met zeer goede ervaringen. Ook worden vooral voor uitgestrekte en aan elkaar gekoppelde machines sinds 1999 goedgekeurde veiligheidsveldbussen toegepast.

Er wordt op dit moment gewerkt aan een herziening van de norm EN 60204-1 door het zogenaamde maintenance-team IEC 60204-1. Naar verwachting zal deze paragraaf zodanig worden aangepast dat de norm weer echt de stand van de techniek weergeeft.

Met de komst van de PSS-systemen van Pilz heeft de gebruiker ook voor veiligheidsrelevante functies de beschikking over al de voordelen die 'normale' PLC's bieden. Vanwege de duidelijke verschillen met PLC's qua opbouw en toepassing hanteert Pilz niet de term 'PLC' maar PSS. PSS is het acroniem voor **P**rogrammierbare **S**icherheits **S**teuerung. Een PSS-systeem is dus een programmeerbare veiligheidsbesturing.

Er zijn vele voordelen te noemen bij de toepassing van deze PSS-systemen ten opzichte van het gebruik van conventionele veiligheidsrelais. Omdat de voordelen zich uitspreiden over de verschillende fases van de levenscyclus van de machine zijn ze hieronder per fase opgesomd:

1. Engineeringsfase

- Enorme reductie van bedrading.
- Plaatsbesparing in de schakelkast tot 80%.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

- Zeer veel standaardsoftware voor vele veiligheidsfuncties, zoals:
 - noodstop;
 - tweehandenbediening;
 - maar ook complete bibliotheken met softwarebouwstenen voor bijvoorbeeld brander-, pers- of gasoverslagbesturingen.
- Gebruiksvriendelijke programmeersoftware, waarmee bijvoorbeeld door het kopiëren van softwarebouwstenen veel sneller een toepassing gerealiseerd kan worden.
- Eenvoudige verknoping van meerdere veiligheidsfuncties.

2. Inbedrijfnamefase

- Veel kortere montagetijd.
- Zeer goede diagnosemogelijkheden.
- Veel flexibeler en sneller bij aanpassingen.

3. Productiefase

- Minder slijtage en daardoor een hogere betrouwbaarheid (halfgeleideruitgangen t.o.v. relais-contacten).
- Veel eenvoudiger storingzoeken.

In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op de technische eigenschappen van de PSS-systemen en de specifieke toepassingsgebieden.

6.6.2. Basisprincipes PSS

In de voorgaande paragraaf komt duidelijk naar voren dat het gebruik van een conventionele standaard-PLC niet is toegestaan voor veiligheidsrelevante functies, zoals hekbewaking, lichtschermbewaking en de noodstop.

De belangrijkste redenen waarom een PSS-systeem zowel voor standaard besturingsfuncties als voor de veiligheidsrelevante functies kan worden gebruikt, zijn de volgende:

- diversitaire redundantie;
- zelftests;
- scheiding tussen veiligheids- en standaarddeel.

Genoemde principes worden elk in een aparte paragraaf verklaard.

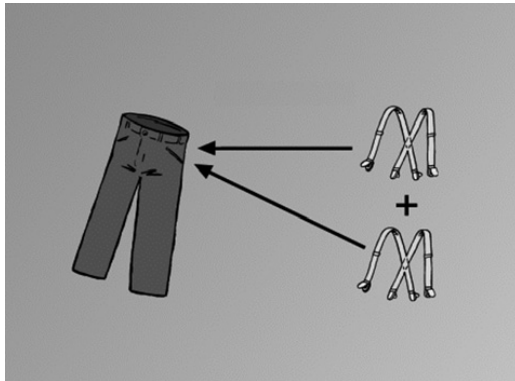
6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

6.6.2.1. Redundantie

Bij redundantie is simpel uitgedrukt meer beschikbaar dan direct noodzakelijk is voor het goed functioneren van een machine of installatie.

Of volgens paragraaf 3.44. uit de norm EN 60204-1 van 1997:

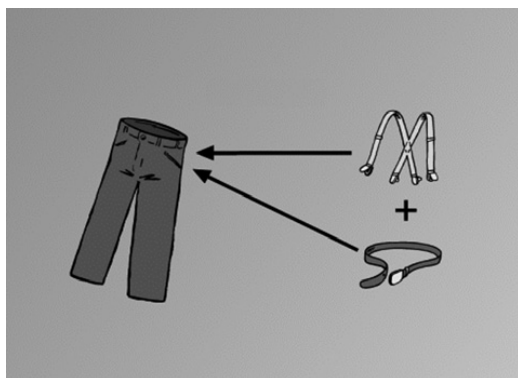
redundantie: *De toepassing van meer dan één toestel of systeem, of deel van een toestel of systeem om ervoor te zorgen dat, in geval één ervan niet juist functioneert, een ander beschikbaar is om die functie te vervullen.*



Figuur 6.20: Homogene redundantie (bron: Pilz GmbH & Co.)

Er zijn twee vormen van redundantie, namelijk homogene en diversitaire redundantie. Bij homogene redundantie bestaat de redundantie uit identieke middelen (zie figuur 6.20). Dat betekent in het geval van de besturingstechniek dat bijvoorbeeld een installatie door twee identieke PLC-systemen wordt bestuurd.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS



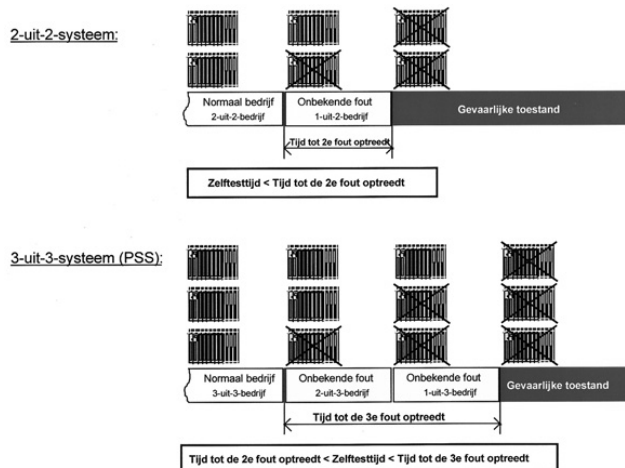
Figuur 6.21: Diversitaire redundantie (bron: Pilz GmbH & Co.)

Bij diversitaire redundantie daarentegen bestaat de redundantie uit verschillende middelen (zie figuur 6.21). Dus een installatie wordt met twee of meerdere verschillende PLC-systemen bestuurd. Het voordeel van diversitaire ten opzichte van homogene redundantie is dat systematische fouten kunnen worden ontdekt. Ook fouten ten gevolge van een verkeerde productiereeks van bijvoorbeeld een CPU hebben niet direct desastreuze gevolgen.

In de machinesector zijn tegenwoordig twee varianten van veiligheidsbesturingen op de markt, namelijk een '2-uit-2'- en een '3-uit-3'-systeem. Een belangrijk verschil tussen beide systemen zit in de detectietijd van onbekende fouten.

Het '2-uit-2'-systeem bestaat uit twee 'besturingen' en hierbij moeten de twee procesafbeeldingen van de uitgangen (PAA's) identiek zijn. Treedt in één van de systemen een onbekende fout (zonder invloed op de PAA-afbeelding) op, dan moet dit niet tot gevaarlijke situaties leiden. Dus minstens één van de twee systemen moet de besturing foutloos afhandelen (zie figuur 6.22).

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS



Figuur 6.22: Zelftesttijd in relatie tot de systeemopbouw (bron: Pilz GmbH & Co.)

Met behulp van statistische berekeningen is de 'tijd tot aan het optreden van de 2e fout' (dan zijn beide systemen in een foutsituatie) te bepalen. Voordat deze theoretische tijd verstreken is, moet dus het volledige systeem getest zijn. Direct na het ontdekken van een fout, moet er afgeschakeld worden door het veiligheidsbesturingssysteem.

Het PSS-systeem is een '3-uit-3'-systeem. Door deze drievoudige opbouw wordt bereikt dat de zelftesttijd groter is dan bij '2-uit-2'-systemen. Deze vergroting van de zelftesttijd betekent dat de cyclustijd minder wordt belast met de systeemtesten. Dat houdt in dat de PSS-systemen veel zwaarder belast kunnen worden dan de '2-uit-2'-systemen.

De PSS-systemen bestaan in principe uit drie verschillende besturingen die zijn samengevoegd in 1 behuizing. Er zitten niet alleen drie processors in, ook de systeembus, de kwartsklok en het geheugen zijn drievoudig uitgevoerd. Maar ook de in- en uitgangskaarten zijn redundant uitgevoerd en voorzien van (zelf)testfuncties, waardoor fouten vroegtijdig worden gedetecteerd. Hierop wordt in paragraaf 6.6.4. nader ingegaan.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

6.6.2.2. Zelftests

Om de juiste en veilige werking van de PSS-besturing te waarborgen bezit het systeem diverse zelftests (opstarttest/cyclische test enz.) waarmee fouten zullen worden gedetecteerd. Daarnaast bezitten bepaalde I/O-modulen tevens zogenaamde testpulsuitgangen. Dit zijn uitgangen die zeer korte testpulsen (ca. 0,2 ms) genereren, waarmee allerlei sluitingen en bedradingsproblemen kunnen worden gedetecteerd.

Bij veiligheidsbesturingen maakt men onderscheid tussen zogenaamde 'PAA-fouten' (fouten m.b.t. de procesafbeelding van de uitgangen) en fouten die geen invloed hebben op de PAA-afbeelding.

De zogenaamde 'PAA-fouten' kunnen elke cyclus gedetecteerd worden. Andere fouten kunnen echter niet altijd ontdekt worden. Om deze reden voert het PSS-systeem voortdurend een volledige test van het eigen systeem uit. Daarbij worden onder andere het onderstaande getest:

- de werking van de digitale ingangsmodule (DI en DIF);
- of de tweepolige uitgangen afschakelbaar zijn;
- procesafbeelding van de uitgangen (PAA);
- lengte van de cyclustijden;
- enz.

Hierbij maakt men onderscheid tussen de volgende testen:

- zelftest bij aanloop;
- cyclische zelftest.

Zelftest bij aanloop

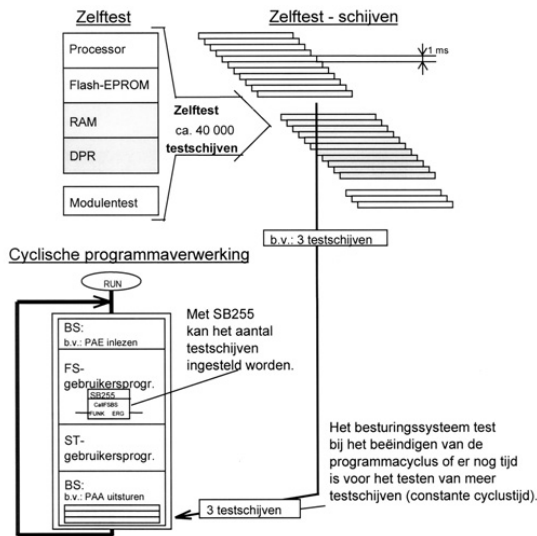
Bij terugkeer van de bedrijfsspanning voert het systeem een volledige systeemtest door. Deze test duurt circa 30 seconden en het display geeft dan '****' aan.

Na overgang van de STOP- naar de RUN-toestand volgt een verdere test. Deze korte test wordt elke keer uitgevoerd als het systeem van STOP naar RUN gaat. Er worden nu voornamelijk I/O-modulen getest.

Cyclische zelftest

Zoals gezegd, voert het PSS-systeem een volledige systeemtest uit bij het onder spanning komen. Dit betekent echter niet dat als de PSS eenmaal in bedrijf is, deze testen niet meer uitgevoerd worden. De complete systeemtest is namelijk opgedeeld in een zeer groot aantal delen, ca. 40.000 testschijven. Van deze testschijven die een lengte hebben van ca. 1 ms worden er elke programmacyclus één of meerdere uitgevoerd (zie figuur 6.23).

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS



Figuur 6.23: De uitvoering van zelftest-schijven (bron: Pilz GmbH & Co.)

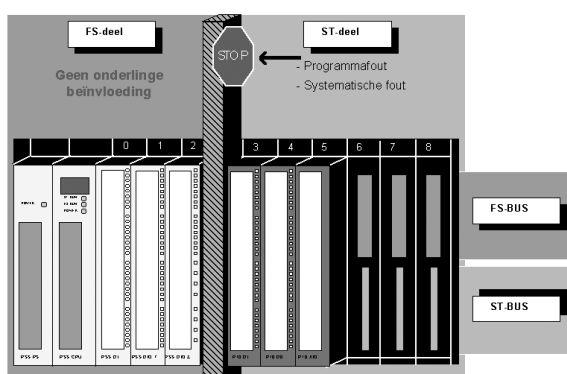
De gebruiker moet bij gebruik van de bouwsteenpakketten een constante cyclustijd configureren. Het PSS-systeem gebruikt de eventueel hierdoor ontstane wachttijden in een cyclus, om een aantal testschijven uit te voeren. Als in het gebruikersprogramma geen zelftest wordt geactiveerd, zal het PSS-systeem aan het einde van elke cyclus tenminste één test-schijf (van ca. 1 ms) uitvoeren.

6.6.2.3. Scheiding FS/ST-deel

De PSS-systemen zijn zowel hardware- als softwarematig duidelijk gescheiden in twee delen, namelijk een veiligheidsdeel (FS = failsafe) en een standaarddeel (ST). In het FS-deel worden de veiligheidsfuncties van een machine of installatie uitgevoerd. Alle andere besturingen, communicatie en koppeling met randapparatuur (displays enz.) worden in het standaarddeel ondergebracht.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Omdat aan het standaarddeel van een besturing geen strenge testen en eisen gesteld worden, moet er rekening gehouden worden met fouten. Echter deze fouten mogen nooit het veiligheidsdeel beïnvloeden. Om deze reden is er bij de PSS-systemen dan ook zowel hard- als softwarematig een duidelijke scheiding tussen het standaard-(ST) en veiligheidsdeel (FS) aangebracht (zie figuur 6.24).



Figuur 6.24: De scheiding tussen het standaard- en veiligheidsdeel (bron: Pilz GmbH & Co.)

Een belangrijk gegeven hierbij is ook dat in het geval van een bijlage-IV-machine (machine volgens bijlage IV van de Machinerichtlijn) het standaarddeel van de PSS-besturing nog gewijzigd mag worden na het EG-typeonderzoek van een machine door een *notified body*.

De belangrijkste kenmerken van de eerder genoemde scheiding zijn:

- afzonderlijke 3-voudige I/O-bus voor het veiligheidsdeel (FS);
- verschillende geheugens voor het gebruikersprogramma:
 - FS: interne Flash-EPROM;
 - ST: geheugencassette of een interne Flash-EPROM;
- cyclustijdbewaking;
- FS-spanningsbewaking;
- schrijfbeveiliging voor het FS-deel.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Om te voorkomen dat bij het doorlopen van het standaarddeel van het gebruikersprogramma er ongewenst veiligheids-I/O's worden beïnvloed, wordt het schrijven van failsafe I/O's geblokkeerd (door enable-signaallijn). Pas na het beëindigen van het standaarddeel wordt de failsafe I/O weer vrijgegeven.

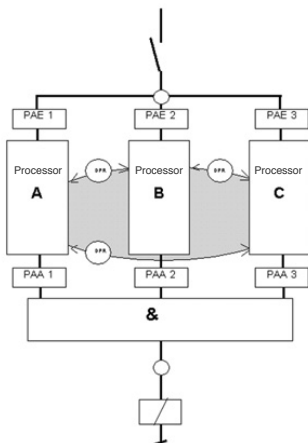
Het verschil tussen de standaardmodulen en de failsafe modulen komt tevens tot uitdrukking in de verschillend gekleurde behuizing:

- failsafe (FS): geel
- standaard (ST): antraciet

6.6.3. Technische opbouw PSS

6.6.3.1. Drievoudig diversitaire CPU

De CPU van de PSS-veiligheidsbesturing bestaat zoals reeds vermeld uit twee onafhankelijk van elkaar werkende processor-systemen, namelijk het failsafe deel (FS-deel) en het standaard-deel (ST-deel). Door het FS-deel worden de veiligheidsgerelateerde besturingstaken uitgevoerd. Het ST-deel neemt andere taken voor zijn rekening. Belangrijk is dat beide systemen zonder onderlinge beïnvloeding met elkaar communiceren, waardoor een optredende fout in het ST-deel geen uitwerking heeft op het FS-deel.



Figuur 6.25: De driekanalige opbouw van de PSS (bron: Pilz GmbH & Co.)

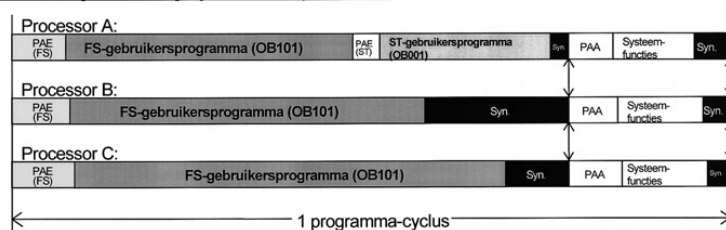
6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Het failsafe deel is 3-kanalig en diversitair opgebouwd. Dit houdt onder andere in dat de signaalverwerking wordt uitgevoerd door drie processors van verschillend fabrikaat (A, B en C) die allen dezelfde programmacyclus doorlopen. In figuur 6.25 is deze speciale opbouw weergegeven. Een PSS-systeem bezit de volgende processors:

- Intel 80C186 (failsafe en standaarddeel);
- Motorola 68000 (failsafe deel);
- Siemens SAB C165 (failsafe deel).

Iedere processor bezit een eigen structuur (bussysteem, systeemfrequentie, programma- en systeemgeheugen en eigen machinecode). Door deze speciale opbouw en de uitgebreide zelftestfuncties vindt een volledige controle van de programma-afloop plaats en schakelt het FS-deel zijn uitgangen bij een geconstateerde fout direct in de veilige toestand.

Verhouding verwerkingstijden van de processors



Figuur 6.26: De verwerkingstijd van de processors (bron: Pilz GmbH & Co.)

In figuur 6.26 is schematisch het verloop van de processoractiviteiten weergegeven. Omdat elke processor een andere snelheid heeft, moet er op bepaalde tijdstippen onderling gesynchroniseerd worden. In het schema is ook te zien dat processor A, de Intel 80C186, sneller is. Dit snelheidsverschil wordt gebruikt om het standaardprogramma af te werken.

Elke CPU heeft de beschikking over drie verschillende geheugens, te weten: programma-geheugen, datageheugen en Dual-Port-Ram (DPR).

Elke processor heeft zijn eigen Flash-EPROM als programma- en datageheugen. Deze Flash-EPROM's zijn min. 64 kB of 256 kB groot, en kunnen afhankelijk van de soort programma-instructies en het aantal databouwstenen, zo'n 4000 tot 16000 instructies bevatten. Het DPR-

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

geheugen dient voor de onderlinge communicatie tussen de drie processors.

Het standaardprogramma (ST-deel) wordt bij de eerste CPU-kaart (PSS 3000/3100) bewaard op een geheugencassette. Deze RAM- of Flash-EPROM-cassette heeft een geheugen-capaciteit van min. 256 kB. Tegenwoordig is zowel bij de modulaire systemen als bij de compacte systemen (PSS 3032/3046/3056) sprake van een intern Flash-EPROM-geheugen.

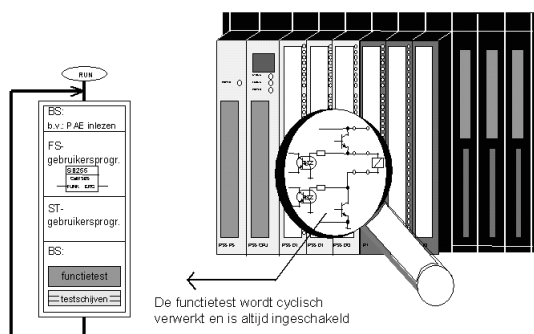
6.6.3.2. Programma-afloop

Door het feit dat het failsafe gedeelte van een PSS-besturing drievoudig diversitair is opgebouwd is de programma-afloop zeer belangrijk voor het synchroon blijven lopen van de 3 processors. De programmaafloop is daarom opgedeeld in de volgende blokken (zie figuur 6.27):

1. aanloopblok;
2. inleesblok;
3. gebruikersprogramma;
4. uitgaveblok;
5. cyclustijdblok;
6. testblok.

Cyclische programmaverwerking

PSS 3000



Figuur 6.27: De programma-afloop (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

De bewerkingstijd van ieder blok is door middel van de blokklooptijd vastgelegd. Bij overschrijding van de tijd schakelt het PSS-systeem in de veilige toestand en schakelt de uitgangen uit. De blokklooptijden voor de programmablokken van het besturingssysteem staan vast. De blokklooptijd van het gebruikersprogramma wordt door de gebruiker geconfigureerd en wordt als parameter in een systeemdatabouwsteen (DB2) opgeslagen.

Wanneer alle blokken doorlopen zijn, is de programmacyclus beëindigd. De duur van een cyclus wordt als cyclustijd aangeduid. Door middel van een parameter in een systeemdatabouwsteen (DB2) is het mogelijk om een constante minimale cyclustijd vast te stellen.

Om duidelijkheid te creëren in functie van de verschillende blokken, zullen ze hieronder worden behandeld.

Ad. 1 Aanloopblok

Na het inschakelen (*power-up*) voert het PSS-systeem een test uit van de hard- en software, die ca. 30 sec. duurt. Na deze test volgt de initialisering van het systeem (RS232-poort enz.). Aansluitend wordt een I/O-test uitgevoerd. Na dit alles synchroniseren de drie processors. Een gedeelte van het aanloopblok wordt bij overgang naar de 'run-toestand' eenmalig doorlopen, dit neemt ongeveer 1 sec. in beslag.

Ad. 2 Inleesblok

De processors lezen de ingangen en slaan het procesbeeld (PAE) van de ingangen op. Vervolgens worden de waarden vergeleken. De ingelezen waarden kunnen als gevolg van verschillende snelheden en temperatuurschommelingen variëren.

Bij bitdata wordt het inlezen herhaald. Het aantal herhalingen kan de gebruiker configureren. Bij overschrijding van het aantal vergelijkingspogingen gaat het PSS-systeem over in de veilige toestand en worden de uitgangen uitgeschakeld.

Ingelezen woorddata (van bijv. een analoge ingangskaart) worden met een waardevenster vergeleken, die ook door de gebruiker te configureren is. Is het verschil tussen de kanalen groter dan in het waardevenster wordt aangegeven, dan gaat het PSS-systeem over in de veilige toestand.

Ad. 3 Gebruikersprogramma

Het gebruikersprogramma wordt na een geslaagde vergelijking van deingangswaarden gestart. Om veiligheidsredenen bewerken de drie processors parallel het failsafe deel van het gebruikersprogramma, terwijl het programma van het standaarddeel door slechts een processor wordt bewerkt. Aan het einde van het programma volgt opnieuw een synchronisatie van de drie processors.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Ad. 4 Uitgaveblok

De uitgangswaarden liggen na bewerking door het gebruikersprogramma als procesafbeelding voor de uitgangen (PAA) klaar. De drie processors vergelijken de uitkomsten en geven deze bij een correcte uitkomst door aan de uitgangen. Wanneer deze vergelijking negatief is, zal naar een veilige toestand worden geschakeld. Daarbij zorgen de drie processors voor de uitvoer naar het failsafe deel en één processor voor de uitvoer naar het standaarddeel. Indien nodig zorgt aansluitend één processor voor de communicatie met de poort en het programmeerapparaat. Ten slotte volgt een synchronisatie van de processors.

Ad. 5 Cyclustijdblok

Wanneer een minimale cyclustijd eenmaal is vastgelegd en deze tijd is nog niet bereikt, dan doorlopen de processors een wachttijd. Na afloop van de cyclustijd kan het programma opnieuw doorlopen worden. Het besturingssysteem voert tijdens de wachttijd zelf tests uit.

Ad. 6 Testblok

Aan het eind van een cyclus wordt een testblok afgewerkt. Alle testen van het systeem zijn in schijven met een duur van ca. 1 ms verdeeld. Het besturingssysteem voert automatisch in ieder testblok minimaal één testschijf uit.

Het aantal testschijven kan door de gebruiker geconfigureerd worden.

Het PSS-besturingssysteem test tijdens de programma-afloop zowel de hard- als de software. Een hierin ontdekte fout heeft het volgende resultaat:

- indeling van de fout in een foutklasse (hex-code);
- weergeven van de foutcode op het display van de CPU-module;
- invoegen van de foutcode in de fouten-stack.

Bij de PSS-systemen onderscheidt men drie categorieën fouten, namelijk de zogenaamde 'lichte', 'ernstige' en 'fatale' fouten. De reactie van het PSS-systeem op een fout is afhankelijk van de categorie. Bij 'ernstige' en 'fatale' fouten gaat het failsafe gebruikersprogramma in 'STOP' en wordt het systeem in de veilige toestand geschakeld. Bij de 'lichte' fouten kan de reactie verschillend zijn, namelijk:

- Direct naar 'STOP'-toestand.
- Aanroep van een organisatiebouwsteen (fout-OB), waarin de verdere afhandeling gedefinieerd kan worden.
- Enkele fouten, zoals 'lege batterij', beïnvloeden het verloop van het programma niet. Er verschijnt alleen een foutcode op het display.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

6.6.3.3. Verschillende typen uit de serie PSS

De eerste besturing in de Pilz-serie PSS is de PSS 3000: een modulair opgebouwde besturing, waardoor het type I/O (digitaal in/uit of analoog in, enz.) op de applicatie kan worden aangepast. Na de PSS 3000 volgden al snel de volgende PSS-varianten, zie figuur 6.28.



Figuur 6.28: De systeemfamilie PSS (bron: Pilz GmbH & Co.)

De serie PSS bestaat op dit moment uit de volgende typen:

- de modulaire PSS 3000;
- de modulaire PSS 3100;
- de compacte PSS 3056 in drie varianten;
- de compacte PSS 3046;
- de compacte PSS 3032;
- de PSS-varianten met SafetyBUS p-aansluiting (zie paragraaf 6.7.).

Hieronder passeren de specifieke eigenschappen van de bovengenoemde varianten de revue.

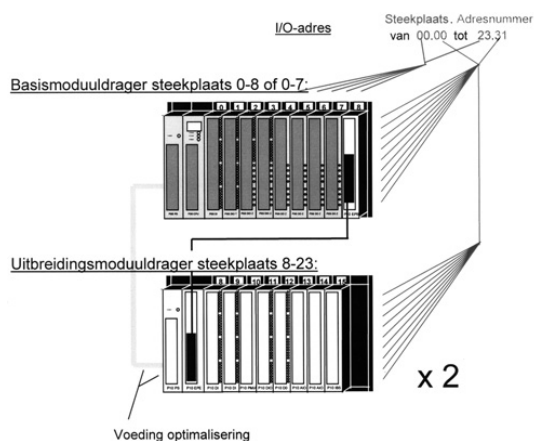
PSS 3000

De PSS 3000 is een modulair opgebouwde veiligheidsbesturing, dit betekent dat het systeem bestaat uit modules, die op een rack met een bussysteem worden geplaatst. De eerste twee modules zijn altijd de voeding en de CPU. Voor de PSS 3000 zijn vele verschillende I/O-modules beschikbaar. Deze worden in paragraaf 6.6.4 met aansluitvoorbeelden nader

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

toegelicht. De I/O-adressen bij de PSS-systemen bestaan uit twee delen, namelijk een steekplaats- en een kanaaladres, die gescheiden zijn door een punt.

Een PSS 3000 bestaat uit een basisrack met eventueel een of twee uitbreidingsracks. Een PSS basisrack bezit twee bussystemen, namelijk een failsafe bus (FS) en een standaardbus (ST). Een uitbreidingsrack bezit alleen een standaardbus (ST). Er zijn voor de PSS een aantal basisracks beschikbaar, die verschillen in het aantal steekplaatsen en of er wel of niet een ST-bus aanwezig is.



Figuur 6.29: Uitbreidingsmogelijkheden PSS 3000 (bron: Pilz GmbH & Co.)

Het grootste basisrack voor een PSS 3000 heeft 9 steekplaatsen voor I/O-kaarten (adres 0 t/m 8). De adressen zonder uitbreidingsrack lopen van 00.00 t/m 08.31. Als een uitbreidingsrack wordt toegepast, moet er op de 9e steekplaats (adres 8) een uitbreidingskoppelkaart worden geplaatst.

Dan zijn de volgende adressen beschikbaar:

- basisrack 00.00 t/m 07.31
- 1e uitbreidingsrack 08.00 t/m 15.31
- 2e uitbreidingsrack 16.00 t/m 23.31

Een en ander wordt hierboven getoond in figuur 6.29.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

De meeste I/O-modulen voor de PSS 3000 zijn 32-voudig uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld de PSS DI 2-module met 32 digitale ingangen. Er zijn echter kaarten met een ander aantal, zoals bijvoorbeeld de PSS DI2O Z-module met 16 in- en 16 uitgangen.

Adresseringsvoorbeelden:

DI-module: E 01.15 ingang / steekplaats_1 / 15e kanaal

DO-module: A 05.07 uitgang / steekplaats_5 / 7e kanaal

PSS 3100

Deze PSS-uitvoering is zoals de PSS 3000 een modulair systeem. Het systeem bestaat uit een 19"-behuizing waarin, naast de voeding en de CPU, maximaal 5 (of 3) I/O-modulen kunnen worden geplaatst. Het systeem is niet uit te breiden zoals een PSS 3000 met een uitbreidingsrack.

PSS 3056

De PSS 3056 is een compacte uitvoering van de PSS-systemen. In één behuizing zitten de voeding, CPU en I/O-modulen. Vanwege zijn bouw is de PSS 3056 uitermate geschikt voor gebruik in compacte (stand-alone) machines zoals bijvoorbeeld persen.

Van de PSS 3056 zijn er drie varianten, die alleen verschillen in de verdeling van het aantal in- en uitgangen.

PSS 3056: 32 eenpolige ingangen, 16 eenpolige uitgangen, 8 tweepolige uitgangen

PSS 3056-1: 40 eenpolige ingangen, 16 eenpolige uitgangen, 4 tweepolige uitgangen

PSS 3056-2: 48 eenpolige ingangen, 8 eenpolige uitgangen, 4 tweepolige uitgangen

PSS 3046

De PSS 3046 is een compacte uitvoering van de PSS-systemen. In één behuizing zitten de voeding, CPU en I/O-modulen. Vanwege zijn zeer kleine bouw is de PSS 3046 uitermate geschikt voor gebruik in compacte (stand-alone) machines zoals bijvoorbeeld kleine persen en robotcellen. De afmetingen zijn slechts 246 x 74 x 161 mm (h x b x d).

De PSS 3046 heeft 26 eenpolige ingangen, 8 eenpolige uitgangen, 2 tweepolige uitgangen en 6 alarmingangen.

PSS 3032

De PSS 3032 is een compacte uitvoering van de PSS-systemen. In één behuizing zitten de voeding, CPU en I/O-modulen. Vanwege zijn zeer kleine bouw is de PSS 3032 uitermate geschikt voor gebruik in compacte (stand-alone) machines zoals bijvoorbeeld kleine persen en robotcellen. De afmetingen zijn slechts 246 x 74 x 161 mm (h x b x d).

De PSS 3032 heeft 20 eenpolige ingangen, 10 eenpolige uitgangen, 2 tweepolige uitgangen.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

6.6.4. I/O-mogelijkheden bij de PSS 3000/PSS 3100

Voor de modulaire PSS-systemen, de PSS 3000 en de PSS 3100, bestaat een complete serie van failsafe en standaardkaarten. Zie voor een overzicht de tabellen hieronder.

De belangrijkste failsafe kaarten:

- PSS(1) DI 2: digitale ingangskaart met 32 ingangen met extra zelftests;
- PSS(1) DIF 2: digitale ingangskaart met 16 ingangen voor snelle signalen (0,5 ms) met extra zelftests;
- PSS(1) DI2O T: digitale in-/uitgangskaart met 16 ingangen en 16 uitgangen met extra zelftests, waarvan de uitgangen in groepen van 8 kunnen worden geconfigureerd als testpulsuitgang (taktpuls);
- PSS(1) DI2O Z: digitale in-/uitgangskaart met 16 ingangen en 8 tweepolige uitgangen met extra zelftests;
- PSS(1) DOS: digitale uitgangskaart met 32 uitgangen met extra zelftests;
- PSS(1) DOR: relaisuitgangskaart met 12 uitgangen;
- PSS(1) AI: analoge ingangskaart met 6 ingangen (-10 tot +10 V DC);
- PSS(1) AI Ip: analoge ingangskaart met 6 ingangen (4-20 mA).

De belangrijkste standaardkaarten:

- DI: digitale ingangskaart met 32 ingangen;
- DIF: digitale ingangskaart met 32 ingangen, waarvan 8 alarmingangen;
- DIO: digitale in-/uitgangskaart met 16 ingangen en 16 uitgangen;
- DO: digitale uitgangskaart met 32 uitgangen;
- DOR 16: relaisuitgangskaart met 16 uitgangen;
- AIO: analoge in-/uitgangskaart met 6 ingangen en 2 uitgangen (+/- 10 V DC of 0-20 mA);
- MMC3/6: assen controller voor 3 of 6 onafhankelijke assen;
- PMIA: positioneermodule met 4 analoge ingangen en 2 analoge uitgangen;
- PSS(1) IBS-S PCP: communicatiemodule (slave) voor Interbus-S met PCP-ondersteuning;
- PSS(1) DP-S: communicatiemodule (slave) voor Profibus-DP;
- PSS(1) CANopen: communicatiemodule (passive subscriber) voor CANopen;
- PSS ControlNet Adapter: communicatiemodule (adapter class product) voor ControlNet.

Het voert te ver om alle kaarten in detail te behandelen vandaar dat in de volgende twee paragrafen van dit hoofdstuk een beperkt aantal aan de orde komt, namelijk de digitale ingangs-module PSS DI 2 en zowel de eenpolige als de tweepolige digitale in-/uitgangsmodule (PSS DI2O T en PSS DI2O Z).

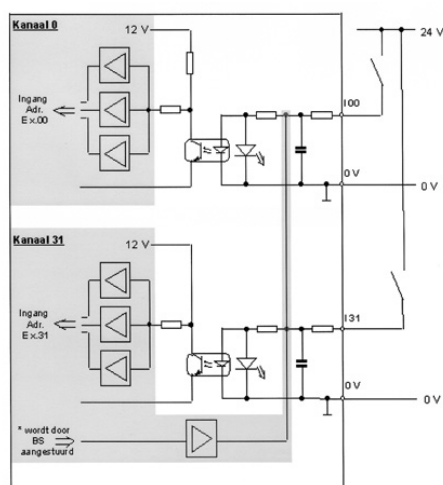
6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

6.6.4.1. Digitale ingangsmodule

Er zijn verschillende kaarten met digitale ingangen, maar in deze paragraaf zal de op dit moment meest toegepaste kaart, de PSS DI 2 worden behandeld.

De PSS DI 2 heeft 32 eenpolige digitale ingangen voor 24 V DC signalen en met een ingangstroom van 6 mA per kanaal. De bovenste 16 ingangen (E x.00 - E x.15) hebben een ingangsvertraging van 1 ms, terwijl de onderste 16 ingangen (E x.16 - E x.31) een ingangsvertraging van 3 ms hebben en er direct een te programmeren reactie wordt geïnitieerd. Bij de noodzaak voor een snellere reactietijd kan de module PSS DIF2 worden toegepast, waarvoor een ingangsvertraging van 500 microseconden geldt.

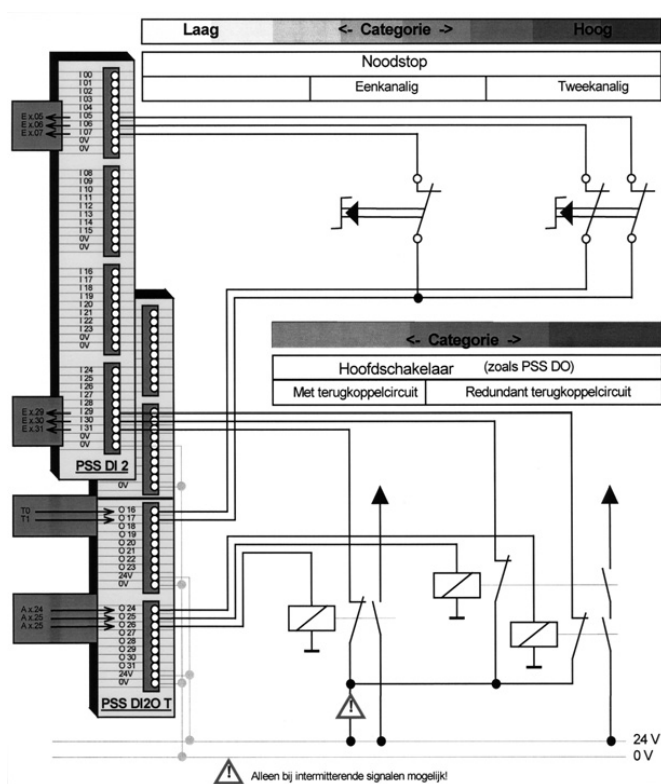
Elke ingang van een digitale ingangsmodule is tot aan de opto-coupler eenkanalig uitgevoerd. Pas na de opto-coupler wordt het ingangssignaal driekanalig verwerkt, zie figuur 6.30. Het driekanalige deel van de ingangsmodule wordt door het PSS-systeem automatisch getest. Bij de PSS DI 2 is in tegenstelling tot de standaard DI-module sprake van een testschakeling voor het ingangscircuit, waarmee ook het ingangsfiler en de opto-coupler continu worden getest. Hierdoor kan de PSS DI 2 zonder testpulsen (2-kanalig) tot en met categorie 3 (EN 954-1) en met testpulsen (2-kanalig) tot en met categorie 4 (EN 954-1) worden ingezet.



Figuur 6.30: Interne opbouw van de module PSS DI 2 (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

De PSS DI 2 module is universeel inzetbaar, voor het verwerken van een-, twee- of meerkanalige signaalgevers, met of zonder testpulssignalen. Gedacht kan worden aan hekpositieschakelaars, lichtschermen, niveauschakelaars enz. Figuur 6.31 toont een voorbeeld van hoe de opnemers en actuators aan de modules worden aangesloten.



Figuur 6.31: Magneetschakelaars en noodstopknoppen aangesloten op een PSS DI2O T en een PSS DI 2 module (bron: Pilz GmbH & Co.)

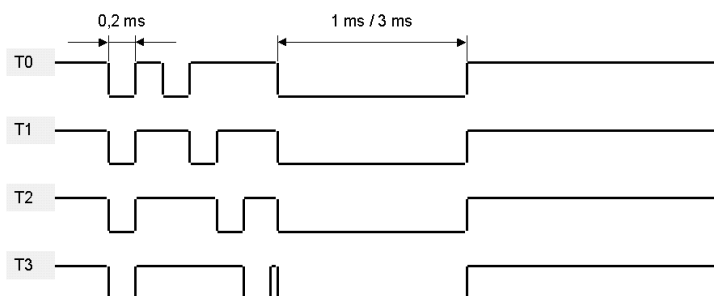
6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

In deze tekening worden in een aantal gevallen testpulsen (T0, T1) toegepast zodat ook kortsluitingen e.d. in de bedrading worden opgemerkt. De test op het correct functioneren van de contacten van de hekpositieschakelaars en de juiste afhandeling van de hekbewaking, wordt uitgevoerd door een hekbewakingsbouwsteen (bijv. SB066) in het gebruikersprogramma van het failsafe deel van de besturing.

6.6.4.2. Digitale in-/uitgangsmodule

Er zijn verschillende kaarten met digitale in- en uitgangen, maar in deze paragraaf worden de PSS DI2O T en de PSS DI2O Z behandeld.

De PSS DI2O T is een digitale in-/uitgangskaat met 16 ingangen (met extra zelftests) en 16 uitgangen, waarvan de uitgangen in groepen van 8 kunnen worden geconfigureerd als testpulsuitgang (taktpuls). Een uitgang die is geconfigureerd als testpulsuitgang levert continu 24 V DC met daarin onderbrekingen van $400\text{--}500\text{ }\mu\text{s}$. Vooral opnemers van niet-intermitterende signalen dienen met een testpulsuitgang te worden gevoed. Een voorbeeld van de testpulsen op de testpulsuitgangen wordt getoond in figuur 6.32.



Figuur 6.32: Testpulsen op de PSS DI2O T uitgangen (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Iedere uitgang is voorzien van een terugleesingang waarmee de actuele schakelstatus ingelezen wordt. Deze ingang heeft hetzelfde adres als de uitgang en kan ook door de gebruiker gelezen worden. Een diagnoseschakeling test de functie van de uitgangen. Daarvoor controleert de CPU in iedere cyclus of de uitgangen identiek aan de procesafbeelding van de uitgangen (PAA) zijn. Als er een fout optreedt, gaat de besturing in de STOP-toestand. De uitgangen worden uitgeschakeld en er verschijnt een melding op het display van de CPU.

De ingangen van de PSS DI2O T kaart kunnen net als bij de PSS DI 2 zonder testpulsen (1-kanalig) tot en met categorie 2 (EN 954-1) en met testpulsen (2-kanalig) tot en met categorie 4 (EN 954-1) worden ingezet.

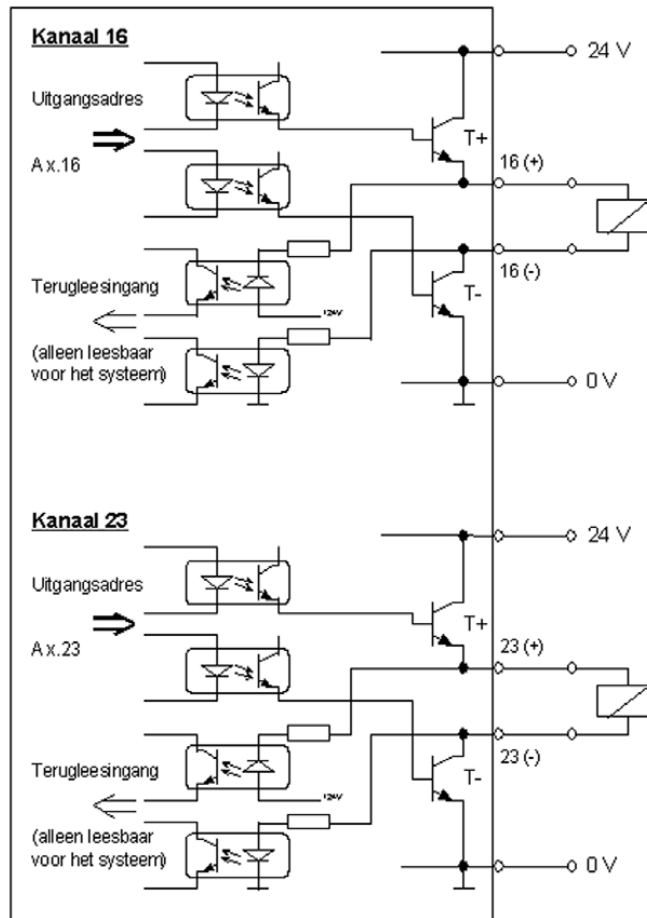
Noodstopsignalen zijn altijd niet-intermitterende signalen. Normaal gesproken wordt een noodstop alleen in noodgevallen bekrachtigd. Het kan dus een relatief lange tijd duren, voordat een noodstopknop weer wordt bediend en er zo een signaalverandering komt. Dit wordt een niet-intermitterend signaal genoemd.

Het PSS-systeem kan de correcte functie van de noodstopcircuitbedrading alleen testen met testpulssignalen (testtakten). Testpulssignalen zijn voorgedefinieerde uitgangssignalen met een cyclische korte testpuls ($<0,2$ ms). Met testpulssignalen kan het volgende getest worden:

- sluiting naar 24 V;
- sluiting naar 0 V;
- sluiting naar een vreemde spanning;
- onderlinge sluiting bij 2- of meerkanalige opnemers.

De PSS(1) DI2O Z is een digitale in-/uitgangskaat met 16 ingangen (met extra zelftests) en 8 tweepolige 24 V DC 2 A uitgangen. Een tweepolige uitgang kan men vereenvoudigd voorstellen als een uitgang met twee schakelaars. Daarbij schakelt de ene schakelaar de positieve en de andere schakelaar de negatieve massa.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS



Figuur 6.33: Aansluitvoorbeeld van tweepolige uitgangen (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Een diagnoseschakeling test de functie van de schakelende uitgangen. Daarvoor schakelt de CPU bij ingeschakelde uitgangen in iedere cyclus afwisselend de '+'- en de '-'-klemmen van de uitgangen uit. Er wordt gecontroleerd of de betreffende uitgangstransistoren uitgeschakeld kunnen worden en of er een onderbreking van de belasting is. Daarnaast worden de uitgeschakelde uitgangen eenmaal per zelftest voor circa 100 μ s ingeschakeld. Treedt er een fout op, dan komt de besturing in de STOP-toestand en de uitgangen worden uitgeschakeld.

Door het gebruik van een tweepolige uitgangsmodule wordt zonder extra bedrading het volgende getest en opgemerkt:

- kortsluitingen (naar 0 V en 24 V);
- onderlinge sluitingen;
- onderbreking van de spoel van de magneetschakelaar.

Door het teruglezen van de hulpcontacten wordt de het juist functioneren van de magneetschakelaar(s) bewaakt door middel van een standaard softwarebouwsteen in het gebruikersprogramma.

6.6.5. Programmering PSS

De programmering van zowel het failsafe deel als het standaarddeel van de PSS-veiligheidsbesturingen kan geschieden middels een IBM-compatibele PC in de standaard PLC-taal AWL (STL) of KOP in een Windows-omgeving.

Naast een uitgebreide instructieset zijn voor de programmering van het toepassingsprogramma in het failsafe deel van de PSS-besturing reeds meer dan 50 goedgekeurde functiebouwstenen beschikbaar waarmee diverse veiligheidsfuncties kunnen worden uitgevoerd.

Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- SB052 Functiekeuzeschakelaar 1 uit 8
- SB060 Noodstop volgens categorie 2, volgens de norm EN 954
- SB061 Noodstop volgens categorie 4, volgens de norm EN 954
- SB066 Hekbewaking
- SB067 Bewaking van het terugkoppelcircuit
- SB072 ESPE/AOPD muting

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

De inhoud van bovengenoemde functiebouwstenen is door Pilz compleet verzegeld. De programmeur van het FS-deel kan alleen maar de complete functiebouwstenen aanroepen en niet de inhoud van de bouwstenen veranderen.

Indien men gebruik maakt van deze door Pilz ontwikkelde en door enkele *notified bodies* (waaronder BG en TÜV) goedgekeurde functiebouwstenen, kan men voor de 'minder gevaarlijke' machines, zonder inschakeling van een *notified body* de machine voorzien van een IIA-verklaring. In het geval van de 'gevaarlijke machines', de machines uit bijlage IV van de Machinerichtlijn, dient men te allen tijde contact op te nemen met een *notified body*.

Pilz GmbH & Co. heeft in samenwerking met klanten uit verschillende branches, machine- of branche-specifieke veiligheidssoftwarepakketten samengesteld bestaande uit een verzameling van goedgekeurde bouwstenen. Ook deze pakketten beschikken over een goedkeuring van een *notified body*.

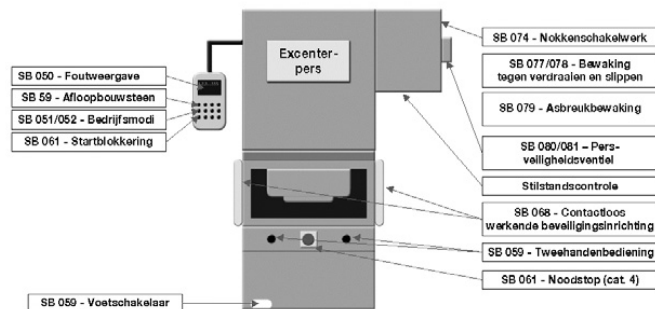
Een aantal voorbeelden van dergelijke pakketten zijn:

- PSS-SB-TRA Productiestraten
- PSS-SB-EXZ Persenombouw
- PSS-SB-HYD Hydraulische persen
- PSS-SB-FT Brandertechniek

Het voert te ver om elk pakket te bespreken, maar toch wordt hierna aandacht besteed aan de eerste twee pakketten.

Het eerste pakket 'productiestraten' bevat bijvoorbeeld alle noodzakelijke functiebouwstenen voor besturingstechnische veiligheidsvoorzieningen op aaneengeschaalde installaties in de machinebouw, de transporttechniek en in de procestechneik, zoals bewaking van noodstop, vermogensmagneetschakelaars, veiligheidshekken, onderhoudsdeuren, optische veiligheidsvoorzieningen, tweehandenbediening en muting.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS



Figuur 6.34: Softwarebouwstenen in het ombouwpakket excenterpersen
(bron: Pilz GmbH & Co.)

Met het tweede pakket biedt Pilz een oplossing voor alle in gebruik zijnde excenterpersen die vanaf 1 januari 1997 reeds zouden moeten voldoen aan de Europese Arbeidsmiddelenrichtlijn 89/655/EEG. Het pakket bevat een door de *notified body* TÜV Oostenrijk goedgekeurd veiligheidsconcept volgens de Europese norm EN 954-1. Dit zeer uitgebreide en structureel opgezette veiligheidsconcept biedt de persgebruiker de mogelijkheid om in eigen beheer de ombouw van de excenterpers naar de minimale veiligheidseisen van de voornoemde richtlijn te realiseren. Het voorziet in onder andere de volgende veiligheidsfuncties, zie ook figuur 6.34:

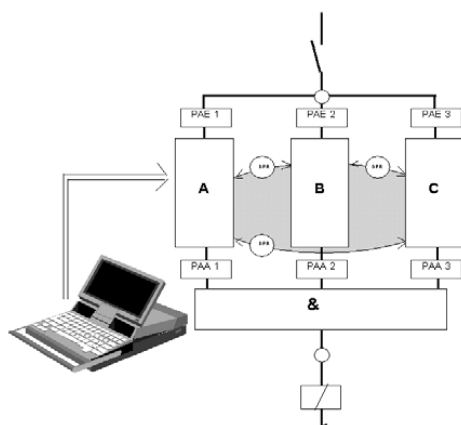
- Nokkenschakelwerk- en asbreukbewaking
- Stilstandscontrole
- Lichtscherm- en noodstopbewaking
- Tweehandenbediening
- Functiekeuzeschakelaarbewaking voor verschillende bedrijfsmodi
- Diagnose van storingen

Door de ombouw met het gekeurde pakket wordt de levensduur van de pers verlengd en kan tevens sprake zijn van verhoging van de productiviteit.

Na de off line programmering van het failsafe toepassingsprogramma moet het programma worden geladen in het PSS-systeem. Nadat de PSS in de STOP-toestand is gebracht wordt het programma met het programmeerapparaat (laptop), zoals figuur 6.35 laat zien, serieel overgezonden naar processor A in de PSS CPU-kaart. Processor A vertaalt de eigen programma-code in de code voor processor B en draagt deze over via de dualport RAM. Daarna vertaalt processor B dit weer voor processor C en processor C doet uiteindelijk weer hetzelfde voor processor A. Processor A vergelijkt nu de code die hij ontvangen heeft van processor C met de

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

code die hij zelf heeft ontvangen van de laptop. Door deze controle die tijdens de overdracht van het programma maar ook tijdens elke stop-runwisseling wordt uitgevoerd worden onderlinge verschillen in het toepassingsprogramma uitgesloten.



Figuur 6.35: Het overzenden van het gebruikersprogramma (bron: Pilz GmbH & Co.)

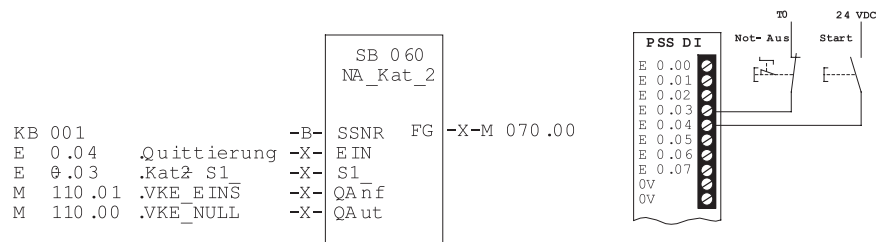
Hieronder wordt met enkele voorbeelden de eenvoud van de programmering met gebruikmaking van de functiebouwsteen SB060 en SB061 getoond.

Noodstop categorie 2 op een PSS 3000

Het samenstellen van een softwarebouwsteen voor noodstop, categorie 2 gebeurt in de volgende stappen:

- Softwarebouwsteen voor categorie 2 kiezen, bijv. SB060.
- Softwarebouwsteen parametriseren, d.w.z. een ingang voor de noodstopknop en een ingang voor de startknop toewijzen.
- Noodstopknop met testpuls T0 en ingangskaart verbinden.
- Startknop met +24 V DC en ingangskaart verbinden.
- Merker 070.00 stuurt uitgang.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

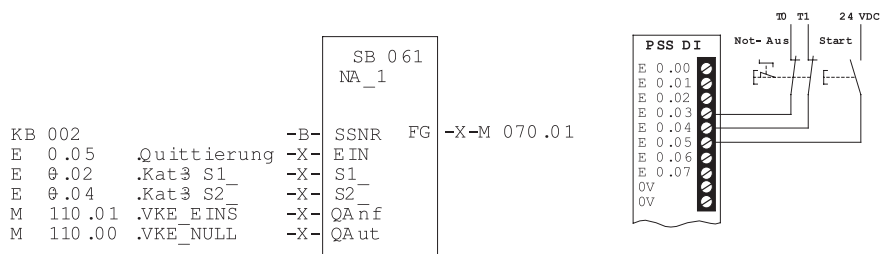


Figuur 6.36: Softwarebouwsteen (SB060) voor noodstop, cat. 2 (bron: Pilz GmbH & Co.)

Noodstop categorie 4 op een PSS 3000

Het samenstellen van een softwarebouwsteen voor noodstop, categorie 4 gebeurt in de volgende stappen:

- Softwarebouwsteen voor categorie 4 kiezen, bijv. SB061.
- Softwarebouwsteen parametren, d.w.z. twee ingangen voor de noodstopknop en een ingang voor de startknop toewijzen.
- Noodstopknop met testpuls T0, T1 en ingangskaat verbinden.
- Startknop met +24 V DC en ingangskaat verbinden.
- Merker 071.00 stuurt uitgang.



Figuur 6.37: Softwarebouwsteen (SB061) voor noodstop, cat. 4 (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Eigenlijk gaat men bij de programmering van het failsafe toepassingsprogramma op dezelfde manier te werk als bij de engineering van conventionele veiligheidscircuits. Na bepaling van de categorie volgens EN 954-1 voor de betreffende veiligheidsfunctie ontwerpt men het elektrisch circuit waarbij de in- en uitgangen van de conventionele veiligheidscomponent worden bedraad.

Bij het opbouwen van een failsafe toepassingsprogramma doet men eigenlijk hetzelfde. Het enige verschil is dat in plaats van de passende veiligheidscomponent van het type PNOZ, de juiste softwarebouwsteen gekozen moet worden.

Iedereen die gewend is om met besturingen te werken, zal de voordelen van een softwarematige configuratie van het totaal aan veiligheidsfuncties op een machine inzien en waarderen. Vooral voor machines met veel verschillende bedrijfsmodi zijn de voordelen van software significant, ook bij wijzigingen of uitbreiding van de machine.

Een en ander resulteert in een zeer korte ontwikkeltijd voor de besturingstechnische veiligheidsfuncties van de machine of installatie en de mogelijkheid van uitgebreide diagnosemogelijkheden tijdens inbedrijfname en gebruik.

6.6.6. Communicatie met andere systemen

De PSS systemen hebben standaard een RS232-poort op de CPU-module, waarmee via externe modules of rechtstreeks allerlei koppelingen met andere (rand)apparatuur te maken zijn. Voorbeelden hiervan zijn:

- Interbus S PCP slave
- Profibus DP slave
- DeviceNet slave
- MODbus RTU

Vanuit het standaardprogramma kunnen daardoor allerlei gegevens vanuit het failsafe deel van de besturing worden gecommuniceerd. Ook kan bijvoorbeeld de startopdracht vanuit een bovenliggend systeem worden doorgegeven aan het failsafe deel van de PSS besturing, die als alle veiligheidsfuncties in orde zijn de bewegende delen kan inschakelen.

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

Bij de modulaire PSS systemen zijn er nog meer mogelijkheden doordat speciale communicatiekaarten beschikbaar zijn, onder andere voor:

- Interbus S PCP slave
- Profibus DP slave
- Ethernet TCP/IP
- DeviceNet slave
- CANopen slave
- ControlNet Adapter
- MODbus RTU

Er zijn ook standaardkoppelingen met Pilz-visualiseringsproducten beschikbaar, namelijk:

- Pilz ISI protocol voor de Pilz-tekstdisplays;
- Pilz PXT protocol voor de Pilz-bedientableaus;
- Pilz PMI protocol voor de Pilz Machine Interface (PMI);
- Siemens RK 512 protocol voor de Pilz-touchscreens MINI-TOUCH, MIDI-TOUCH en PITOUCH.

6.6.7. Toepassingsgebieden PSS

Door de grote voordelen ten opzichte van conventionele veiligheidsrelais en het feit dat de programmeerbare PSS-veiligheidsbesturingen door hun speciale opbouw voldoen aan de allerhoogste veiligheidseisen, categorie 4 volgens de norm EN 954-1, is toepassing op vele gebieden mogelijk.

Hieronder vindt u een niet-limitatieve lijst van gebieden waar de PSS-systemen op dit moment hun toepassing reeds vinden:

- mechanische en hydraulische persen;
- spuitgietmachines;
- transportsystemen;
- verkeerslichtinstallaties;
- signaleringsinrichtingen;
- medische apparatuur;
- chemische industrie (*emergency shutdown system*, ESD);
- vloeistoftankinrichtingen;
- branderbesturingen;
- papierverwerkende machines;

6.6. De programmeerbare veiligheidsbesturing PSS

- procestechniek;
- liftbesturingen;
- kabelbaaninrichtingen;
- attractieparktoestellen.

Er worden in bijlage 3 van dit boek enkele praktische toepassingen verwoord die met PSS (en SafetyBUS p) zijn uitgevoerd.

6.6.8. Goedkeuringen PSS

Het voert te ver om alle goedkeuringen die de PSS systemen in de loop der jaren hebben gekregen de revue te laten passeren, maar hieronder volgen een aantal voorbeelden:

- **BG EMIII**, Berufsgenossenschaft voor EN 954-1 categorie 4;
- **TÜV Südwest**, voor mechanische persen;
- **TÜV Product Service GMBH** voor AK 6 DIN V 19250;
- **Underwriters laboratories Inc.** voor cUL en UL 508;
- **GASTEC QA** voor gasinstallaties klasse C, permanent bedrijf.

De PSS is volledig in overeenstemming met IEC 60 204-1 betreffende de elektrische uitrusting van machines. Bovendien zijn de PSS systemen ontworpen om te voldoen aan de hoogste veiligheidseisen en kunnen ze worden ingezet voor veiligheidsfuncties:

- in EN 954 categorie 1 tot en met 4 van de Europese norm EN 954-1;
- in AK 1 tot en met AK 6 van de Duitse norm DIN V 19250;
- in SIL 1 t/m SIL 4 van de internationale norm IEC 61508, zoals blijkt uit de uitkomsten van de waarschijnlijkheidsberekeningen die de TÜV heeft uitgevoerd.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

6.7.1. Inleiding

Al vele jaren vragen vooral System Integrators in de automobiellindustrie om de koppeling van veiligheidscomponenten via een bus. Dit omdat naast de stilstandstijden veroorzaakt door de normale mechanische of besturingstechnische oorzaken, ook het storingzoeken in een conventioneel veiligheidscircuit opgebouwd uit veiligheidsrelais veel tijd vergt.

Bovendien zijn de diagnosemogelijkheden in een conventioneel veiligheidscircuit beperkt. Wanneer namelijk een medewerker bij een werkende machine een afscherming opent of door een veiligheidslichtscherm loopt, gaat de betreffende machine in een veilige stoptoestand. In de machinebesturing wordt de machinestilstand gedetecteerd en getoond, echter de oorzaak hiervan kan vanwege de conventionele bedradingstechniek vaak niet achterhaald worden. Een inspectie ter plaatse is dan vereist, wat in ruimtelijk grote installaties zoals in de automobiell- en staallindustrie of procestechneek een enorme inspanning van het personeel en heel veel tijd vergen kan.

Daarnaast bestond er nog geen bidirectionele buscommunicatie met betrekking tot veiligheidsignalen tussen machines, sensoren, actuatoren en de hoofdbesturing. De bedrijfsmodus, bijvoorbeeld 'AAN' of 'UIT', wordt gedetecteerd, maar er kunnen geen waarschuwings- of diagnosemeldingen naar de hoofdbesturing worden gestuurd. Ook was het niet mogelijk om vanuit de bedieningsplek veiligheidsbouwstenen om te programmeren, bijvoorbeeld om de grootte of resolutie van het beschermingsveld van een veiligheidslichtscherm aan te passen.

Het beschikbaar maken van de voordelen van de bustechneek in de veiligheidstechnieek, in het bijzonder de bidirectionele communicatie, was een van de centrale eisen uit de markt. De huidige binaire point-to-pointverbindingen tussen sensor, besturing en actuator moesten vervangen worden door seriële datastromen. Daarbij zouden de eisen voortvloeiend uit de actuele Europese normen moeten worden vervuld en in competente en economische apparaten worden omgezet. Dit is met de komst van de veiligheidsveldbus SafetyBUS p van Pilz GmbH & Co. gerealiseerd.

Pilz heeft het eerste open veldbussysteem SafetyBUS p ontwikkeld en in 1997 geïntroduceerd op de beurs EMO in Duitsland. SafetyBUS p is gebaseerd op de veldbus CAN (*Controller Area Network*), die veilig is gemaakt door middel van een additioneel protocol en de toepassing van speciale hardware. Dit seriële veiligheidssysteem voldoet aan de hoogste veiligheidseisen namelijk categorie 4 volgens EN 954-1 en *Anforderungsklasse* 6 (AK 6) volgens de Duitse industriernorm DIN V 19250.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

Via SafetyBUS p kunnen producten van verschillende fabrikanten die over een certificering van de SafetyBUS p Club International e.V. (zie paragraaf 6.7.9. van dit boek) beschikken, onderling communiceren.

6.7.2. Basisprincipes SafetyBUS p

SafetyBUS p is een open bussysteem voor de seriële overdracht van veiligheidsrelevante gegevens. Om te voldoen aan alle relevante veiligheidstechnische normen en goedkeurings-eisen is reeds in de conceptfase van de ontwikkeling van SafetyBUS p de Duitse *notified body* BG EMIII geraadpleegd. Ook tijdens de specificatiefase en de daaropvolgende ontwikkelingsfasen is veelvuldig contact gezocht.

Het uitgangspunt voor de specificatie van SafetyBUS p waren de volgende drie basiseisen:

- decentralisatie van het in- en uitvoerniveau van veiligheidsfuncties;
- de veilige koppeling van meerdere failsafe PLC's van het type PSS;
- het rechte aansluiten van complexe veiligheidscomponenten als veldbusmodule, zoals scanners, aandrijvingen, ventieleilanden.

Een bijkomende voorwaarde was dat de scheiding tussen veiligheidstaken en standaardbesturingstaken moest blijven bestaan omdat die zich bij de gebruikers van PSS-systemen in de praktijk al ruimschoots had bewezen.

SafetyBUS p gebaseerd op de CAN-bus

Gezien zijn achtergrond, die al is gericht op extra bedrijfszekere dataoverdracht, is de CAN-bus een goede keuze om SafetyBUS p op toe te passen. De CAN-bus op zich is niet veilig, maar beschikt over mechanismen voor de foutcorrectie, die de beschikbaarheid verhogen. De CAN-bus wordt dan ook gebruikt in ongunstige elektromagnetische omgevingscondities, waarbij zeer hoge eisen aan de gegevensoverdracht worden gesteld. Als bewijs hiervoor vindt de bus zijn toepassing in voertuigen zoals personenauto's, vrachtauto's en alle soorten transportvoertuigen. In dit toepassingsgebied vervangt de CAN-bus vaak de dikke kabelboom (verlichting, ABS enz.) die normaliter van voor naar achter in de auto is aangebracht.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

In de onderstaande tabel worden de belangrijkste kenmerken van CAN getoond.

De belangrijkste kenmerken van CAN

Algemeen:	- Bosch/Intel voor de toepassing in motorvoertuigen - ISO - IS 11898 (laag 1/laag 2) - CiA-standaard CAL (laag 7) - CAN-in-Automation International User's and Manufacturer Association, Erlangen, 160 leden (stand: 1995) - CANopen (industriële toepassingen, aandrijftechniek) - SAE J 1939 (trucks) - DeviceNet (industrieautomatisering [Allen-Bradley]) - SDS (sensor-actuator-bus [Honeywell]) - SafetyBUS p (veiligheidsrelevante industriële toepassingen [Pilz])
Technische kenmerken:	- Bustopologie met passieve busafsluiting - Overdrachtsprofiel: tweedraads kabel (differentieel) - Overdrachtssnelheid: 1 Mbit/s (afhankelijk van de buslengte) - Max. 64 deelnemers/128 nodes per net (afhankelijk van de driver) - Max. buslengte: 40 m (1 Mbit/s) ... 1 km (80 kbit/s) - Synchrone overdracht - Multimasterprotocol met willekeurige bustoegang en efficiënte busarbitrage - Berichtgeoriënteerd protocol met prioriteitsberichten - Max. lengte datablok: 8 byte - Gering bitfoutpercentage - Hoog foutdetectievermogen door bitmonitoring, CRC-check (<i>hamming distance</i> = 6) - Korte latentietijden voor berichten met hoge prioriteit
Typische toepassingsgebieden:	- Bij ongunstige elektromagnetische omgevingscondities - Waar zeer hoge eisen aan de gegevensoverdracht worden gesteld - Toepassing in voertuigen zoals personenauto's, vrachtauto's en alle soorten transportvoertuigen - Toepassing in kranen, liften, spoorwegen, schepen enz. - Machines, medische techniek, automatisering van gebouwen, alg. automatiseringstechniek, textielindustrie, hydraulische systemen, meet- en regelsystemen en besturingsinstallaties

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

De CAN-bus bezit geen ringtopologie maar een bus- of lijntopologie, waardoor uitval van een deelnemer geen effect heeft op andere deelnemers en uitbreiding van de buslengte mogelijk is door middel van een repeater.

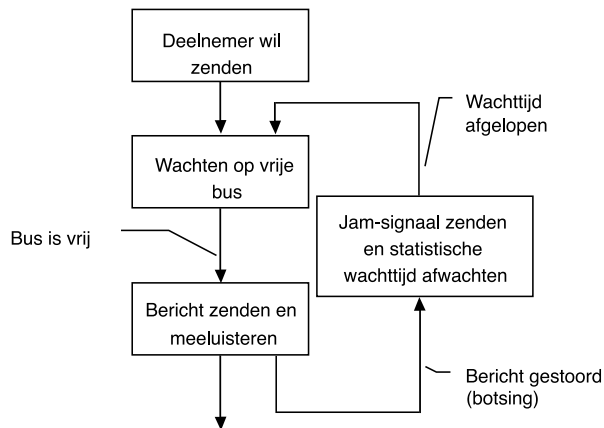
Daarnaast is er bij CAN-bus sprake van synchrone dataoverdracht, waarbij er slechts eenmaal per telegram wordt gesynchroniseerd. Dit geeft een zeer lage overhead, in tegenstelling tot bijvoorbeeld Profibus en ASI. Deze bussystemen werken allen met asynchrone overdracht, waarbij gesynchroniseerd wordt met een startbit per teken, met als gevolg een sterk gereduceerde overdrachtscapaciteit.

De gegevens worden standaard in CAN beveiligd door cyclische controlesequenties en andere foutdetectiemethodes zoals bitmonitoring. De CAN-bus heeft vergeleken met de andere bussystemen een van de hoogste foutdetectievermogens, wat wordt weergegeven door een zogenaamde *hamming distance* van 6. Dit getal geeft aan vanaf hoeveel bitfouten per telegram een fout niet meer veilig gedetecteerd kan worden.

De bustoegangsmethode die in de CAN-bus wordt gebruikt is van het type CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*), zie figuur 6.37. Dit principe heeft bij de CAN-bus de volgende kenmerken:

- Het is een multimastersysteem.
- Iedere busdeelnemer, die wil zenden, kan de bus bezetten zodra deze vrij is.
- Er is geen overhead voor de besturing van de bustoegang.
- De communicatiestructuur is *many-to-many*.
- Bij gelijktijdige toegang van meer dan één deelnemer ontstaat er een buscollision, dit wordt opgelost door de berichtidentificatie, waarin de prioriteit van het bericht verwerkt is. Het bericht met de hoogste prioriteit zal voorrang krijgen en de andere zal wachten tot de bus weer vrij is.
- De max. latentietijd van het bericht met de hoogste prioriteit wordt slechts bepaald door de max. lengte van een bericht. Zodoende kan een zeer geringe latentietijd voor berichten met een hoge prioriteit gerealiseerd worden.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p



Figuur 6.38: Bustoegang in CSMA/CD (bron: Pilz GmbH & Co.)

Bussystemen zoals Profibus-DP, ASI en DeviceNet werken volgens het master-slaveprincipe waarbij een busdeelnemer (master) de bustoegang coördineert door cyclische gegevensuitwisseling met de andere deelnemers (slaves). Hier is sprake van een berichtgeoriënteerde overdracht met de communicatiestructuur *one-to-many*. De latentietijd is proportioneel aan het aantal deelnemers en is hierdoor bij hetzelfde aantal deelnemers aanzienlijk groter dan bij CAN-bus.

Doordat de CAN-bus standaard, zoals hierboven vermeld, al over een zeer goede gegevensoverdracht met een hoog foutdetectievermogen beschikt is de veilige functie van het communicatieprotocol bij SafetyBUS p pas in tweede instantie vereist. SafetyBUS p vangt de fouten op die door de detectie- en correctiemechanismen van de CAN-controller niet gedetecteerd worden.

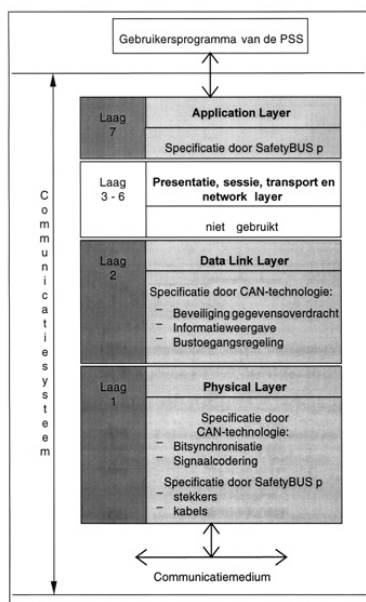
De veiligheid van SafetyBUS p ligt in de eerste plaats in een veilig overdrachtsprotocol. SafetyBUS p definieert zodoende een veilig protocol voor de veilige overdracht van procesgegevens tussen veilige busdeelnemers. Het risico van een gevaarlijke uitval door een overdrachtsfout is bij het gedefinieerde overdrachtsprotocol kleiner dan 10^{-13} .

Het OSI-referentiemodel

Het OSI-referentiemodel is een gestandaardiseerde vorm van beschrijving van alle functiegebieden van de datacommunicatie voor alle communicatiesystemen in de gegevens-

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

verwerking. Daarbij wordt het model ingedeeld naar functionaliteit in zeven verschillende lagen. De veldbuscommunicatie wordt door drie lagen (laag 1, 2 en 7) beschreven. De CAN-specificatie, gestandaardiseerd in ISO 11898, beschrijft de dataverbindingslaag en delen van de fysieke laag. Hier overheen legt SafetyBUS p de toepassingslaag (laag 7) vast, met daarin besloten de herkenningsmaatregelen in het identificatie- en gegevensveld, die nodig zijn voor de veilige transmissie. Ook de fysieke laag (laag 1) is in de specificaties van SafetyBUS p opgenomen via de definitie van het bijbehorende kabeltype en de connectoren, zie figuur 6.39.



Figuur 6.39: Het OSI-referentiemodel (bron: Pilz GmbH & Co.)

Door deze aanpassingen bezit SafetyBUS p de volgende technische kenmerken:

- gebaseerd op CAN-technologie, bustopologie met passieve busafsluiting (SafetyBUS p definieert hoofdzakelijk layer 7);
- veiligheid volgens categorie 4 volgens EN 954-1 dan wel AK 6 volgens DIN V 19 250;

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

- overdrachtsprofiel: via afgeschermd 3-aderige kabel (twisted pair);
- max. buslengte: 3,5 km;
- max. overdrachtssnelheid: 500 kbit/s (afhankelijk van de buslengte);
- max. 64 deelnemers à 32 bit;
- max. 1008 decentrale veilige I/O's (63 x PSS SB DI808);
- vorming van max. 32 I/O-groepen;
- synchrone overdracht;
- multimasterprotocol met actiegestuurde efficiënte busarbitrage door berichtgeoriënteerd protocol met prioriteitsberichten;
- korte latentietijden voor berichten met hoge prioriteit.

6.7.3. Technische opbouw SafetyBUS p

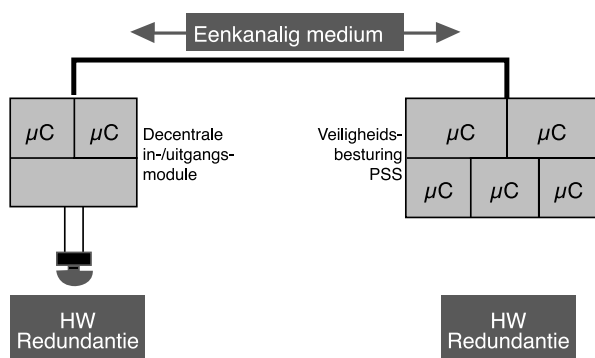
In de vorige paragraaf is de theorie van de CAN-bus behandeld en zijn de voor SafetyBUS p specifieke aanpassingen besproken.

Het veiligheidsconcept van SafetyBUS p vereist eveneens dat busdeelnemers op zichzelf veilig zijn. Dat betekent dat elke module alle tests en bewakingen, die voor het bereiken van de vereiste EN 954-1 categorie nodig zijn, zelfstandig uitvoert. Indien een module van SafetyBUS p een fout detecteert, gaat deze in de veilige toestand, schakelt alle uitgangen veilig uit en meldt via een speciaal errortelegram de fout aan alle busdeelnemers. Alle busdeelnemers die tot dezelfde I/O-groep behoren, gaan eveneens in de veilige toestand en schakelen af. Wanneer er een totale uitval van een busdeelnemer is opgetreden, wordt dit via de veiligheidsmechanismen van het SafetyBUS p-protocol gedetecteerd.

Het overdrachtsmedium van SafetyBUS p is 1-kanalig, zie figuur 6.40. Hoewel de CAN-bus als zeer ongevoelig voor storingen bekend staat, moet deze als **niet-veilig** worden beschouwd. Voor het bereiken van de veiligheid zijn de volgende maatregelen getroffen:

- redundante, diversitaire hardware van de busdeelnemers;
- maatregelen in het overdrachtsprotocol;
- vorming van CRC-checks;
- echobedrijf;
- verbindingsscontroles;
- adresseringscontroles;
- tijdbewaking.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p



Figuur 6.40: De structuur van SafetyBUS p (bron: Pilz GmbH & Co.)

Foutsignalering en foutdetectie

Verschillende mechanismen voor de foutdetectie garanderen een zeer hoge waarschijnlijkheid van foutdetectie. Foutieve berichten worden door busdeelnemers gesignaleerd, verworpen en herhaald verzonden. De tijd van de foutdetectie tot het zenden van een volgend bericht is zeer kort (*worst case*: 31 bit).

De foutdetectie kan in twee principiële foutsoorten worden verdeeld:

- fouten die bij de gegevensoverdracht op de bus worden gedetecteerd;
- fouten en defecten die door een busdeelnemer in de periferie of in het apparaat worden gedetecteerd.

De foutreactie is afhankelijk van de ernst van de fout. Busdeelnemers aan SafetyBUS p kunnen een onderscheid maken tussen kortdurende en langdurende foutieve functies dan wel storingen. Defecte busdeelnemers schakelen zich uit.

Het bussysteem en de busdeelnemers van SafetyBUS p garanderen een hoge mate van veiligheid. Niettemin moet er bij de ontwikkeling, montage en programmering van het gebruikersprogramma op de volgende punten worden gelet:

- zorgvuldige en omvangrijke veiligheidsanalyse van de hele installatie;
- in acht nemen van de toepassings specifieke voorschriften;
- zorgvuldige projectplanning;
- correcte bedrading en verloop van de kabels;
- correcte afschermings- en aardingsmaatregelen;

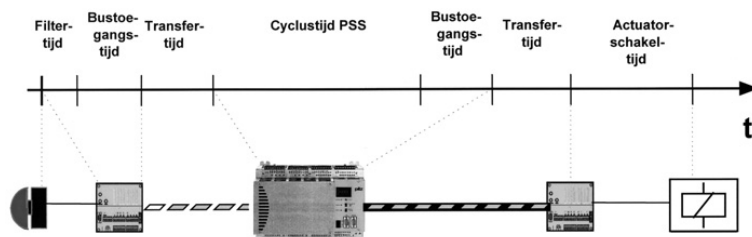
6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

- zorgvuldige programmering;
- toepassing van veilige componenten.

De reactietijd in SafetyBUS p is de tijd van de signaalwijziging aan de ingang van een busdeelnemer (decentrale ingang, bijv. PSS SB DI8O8) tot de reactie aan de uitgang van dezelfde dan wel een andere busdeelnemer (decentrale uitgang, bijv. PSS SB DI8O8). De reactietijd is uit verschillende tijden samengesteld, namelijk:

- 1 IN-reactietijd;
- 2 bustransfertijd;
- 3 cyclustijd van het LD (PSS);
- 4 OUT-reactietijd.

Zie figuur 6.41.



Figuur 6.41: De reactietijd bij SafetyBUS p (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

Ad. 1 De IN-reactietijd (filter- en bustoegangstijd)

Indien er aan de ingang van een PSS SB DI808 een signaalwijziging plaatsvindt, verloopt er een tijd tot deze informatie op de bus beschikbaar is. Deze tijd is zeer afhankelijk van het apparaat en is samengesteld uit de filter- en bustoegangstijd. De filtertijd is een vaste waarde, afhankelijk van de inschakelvertraging van de ingangen (< 1 ms bij PSS SB DI808). De bustoegangstijd is afhankelijk van de processorbelasting van het apparaat.

Ad. 2 Bustransfertijs

Deze tijd begint met het gereed staan van een telegram in de uitgangsbufler van het apparaat. De bustransfertijs is afhankelijk van de busarbitrage dan wel de busbelasting (een telegram kan alleen worden verzonden wanneer de bus vrij is) en de overdrachtssnelheid. De max. toelaatbare bustransfertijs is door de geconfigureerde time-out-tijd bepaald. Wanneer deze tijd wordt overschreden, worden alle busdeelnemers veilig uitgeschakeld. Met de bustransfertijs moet bij een in-/uitvoeren tweemaal rekening worden gehouden.

Ad. 3 Cyclustijd van het LD (PSS)

Deze tijd is afhankelijk van de processorbelasting en van de lengte van het gebruikersprogramma. Bij de PSS is de cyclustijd te achterhalen via de systeemdatabouwsteen DB000. Omdat deze tijd als gevolg van dynamische programmaprocessen aan schommelingen onderhevig is, bestaat de mogelijkheid in de configurator van het programmeerapparaat een minimumcyclustijd in te vullen. Deze zorgt voor een constante cyclustijd van de PSS.

Ad. 4 OUT-reactietijd

Deze tijd is de tijd gedurende welke een telegram in de ingangsbufler van het decentrale uitvoerapparaat gereed staat tot de signaalwijziging aan de uitgang. De OUT-reactietijd is uitsluitend afhankelijk van het toestel.

Berekenen van de reactietijden

Talrijke factoren beïnvloeden het tijdgedrag van SafetyBUS p, bijvoorbeeld: aantal busdeelnemers, geconfigureerde overdrachtssnelheid, cyclustijd van de PSS en de soort te verwerken signalen. De typische reactietijd kan alleen bij benadering worden berekend omdat deze zeer afhankelijk is van de gebeurtenissen (processen van de installatie). Zelfs bij gelijkblijvende opbouw van de bus zal de reactietijd afwijkingen vertonen. Reden: SafetyBUS p is een actiegestuurde bus. In de volgende tabel staan alle beïnvloedingsfactoren.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

Afkorting	Beschrijving	Vast	Variabel
Bit/s	Overdrachtssnelheid in bit/s	X	
LDBearb	Bewerkingstijd (cyclustijd) van de PSS	X	
LD	Aantal LD's (PSS) op de bus	X	
I/OD1	Aantal I/OD's die tot een I/O-groep behoren	X	
I/OD2	Aantal I/OD's die tot twee I/O-groepen behoren	X	
Events	Aantal I/O-wijzigingen (events). Hier moet met alle in- en uitgangsveranderingen in een tijdsduur van 100 ms rekening worden gehouden.		x

Devices in SafetyBUS p

SafetyBUS p kent in principe drie verschillende soorten busdeelnemers:

- management-device;
- logic-device (client);
- I/O-device (server).

Elk SafetyBUS p-netwerk heeft een beherend station, MD oftewel management-device, dat verantwoordelijk is voor de netwerkconfiguraties en -sturing. Het initieert de verbindingsscontroles voor alle knooppunten, stelt de overdrachtssnelheden in en start of stopt afzonderlijke I/O-groepen. Een PSS-systeem bevat alle drie devices, die door de SafetyBUS p-configuratie of door het gebruikersprogramma (I/O-device) geactiveerd worden.

De introductie van individuele I/O-groepen maakt het mogelijk om de gevolgen van hardwarefouten tot een lokaal gebied beperkt te houden. Zo voert de LD-klasse (logic-device) alle in- en uitvoerbewerkingen met logische data uit alsmede de verbindingsscontrole van de I/O-apparaten die aan deze klasse zijn toegewezen. Vanuit het oogpunt van de gebruiker maakt de LD-groep deel uit van het beveiligingsprogramma.

De laatste klasse is die van de in- en uitvoereenheden. Deze I/OD's (I/O-devices) leveren diensten aan de LD's op de bus in de vorm van in- en uitvoerdata. De klasse omvat tevens de veldapparatuur die rechtstreeks met SafetyBUS p is verbonden, zoals de bewakingspoortjes, scanners, ventielen en dergelijke. Binnen een I/O-groep kunnen verschillende LD's de besturing overnemen. Op dat moment moet een meester-LD worden gedefinieerd, die toegang heeft tot alle I/OD's in de groep. Alle overige LD's in die groep krijgen automatisch de status van slaaf-LD toegewezen. Zij hebben alleen permissie om de I/OD's uit te lezen.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

6.7.4. Mogelijke SafetyBUS p-deelnemers

Er zijn op dit moment verschillende componenten beschikbaar voor gebruik als deelnemer in het SafetyBUSp-netwerk:

1. PSS 3000 met SafetyBUS p CPU-kaart (PSS SB CPU)
2. PSS 3100 met SafetyBUS p CPU-kaart (PSS1 SB CPU)
3. PSS SB 3056
4. PSS SB 3006 IBS-S
5. PSS SB 3006 DP-S
6. PSS SB DI8O8
7. PSS SB DI16
8. Componenten van andere leveranciers met de PSS SB CHIPSET 0; bijvoorbeeld een robot koppelunit van de robotleverancier KUKA
9. PSS SB Router1
10. PSS SB BRIDGE

De eerste 5 componenten kunnen als management-, logic- of I/O-device worden toegepast terwijl componenten 6 t/m 8 alleen functioneren als I/O-device. De laatste twee componenten zijn ontwikkeld om de lengte van het SafetyBUS p-netwerk te vergroten of twee SafetyBUS p-netwerken aan elkaar te koppelen.

Hieronder wordt elk van de hierboven genoemde componenten behandeld.

Ad. 1/ad. 2 PSS SB CPU/ PSS1 SB CPU

Deze modulen dienen als centrale verwerkingseenheden van respectievelijk de besturings-systemen PSS 3000 en PSS 3100. Het veilig te besturen proces kan zowel centraal via de moduuldrager als decentraal via SafetyBUS p aan de periferie gekoppeld worden. Hierdoor is het bij deze PSS systemen mogelijk om I/O's direct in de schakelkast af te handelen en tevens I/O's in het veld.

Deze centrale verwerkingseenheden kunnen in het SafetyBUS p-netwerk als MD en/of LD of I/OD worden gebruikt. Met behulp van SafetyBUS p kunnen dus meerdere veiligheidsbesturingen van de systeemfamilie PSS gekoppeld worden, om veiligheidsrelevante gegevens zoals machinestart en -stop, machine- en lijnnoodstop en de ingestelde bedrijfsmodus, met elkaar uit te wisselen.

De speciale opbouw en de geïntegreerde testroutines van de centrale verwerkingseenheid laat de toepassing tot en met categorie 4 volgens EN 954-1 of AK 6 volgens DIN V 19250 toe.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

Voor de overige technische gegevens van deze systemen (PSS 3000/ PSS 3100) verwijs ik u naar paragraaf 6.6.3.

Ad. 3 PSS SB 3056

De PSS SB 3056 is een besturing in een compacte uitvoering en hoort tot de systeemfamilie PSS.

Deze veiligheidsbesturing heeft 32 failsafe eenpolige digitale ingangen, 16 eenpolige en 8 tweepolige failsafe digitale uitgangen en beschikt tevens over volgende communicatiepoorten: RS485 (PG), RS232 (vrije gebruikerspoort) en een SafetyBUS p-poort.

Het veilig te besturen proces kan zowel centraal via geïntegreerde in-/uitgangen, als decentraal via SafetyBUS p aan de periferie gekoppeld worden. De PSS SB 3056 kan in SafetyBUS p als MD en/of LD of I/OD worden ingezet. Hierdoor kan ook de PSS SB 3056 met andere veiligheidsbesturingen van de systeemfamilie PSS worden gekoppeld om bijv. veiligheidsrelevante gegevens uit te wisselen.

De speciale opbouw en de geïntegreerde testroutines van de centrale verwerkingseenheid laat de toepassing tot en met categorie 4 volgens EN 954-1 of AK 6 volgens DIN V 19250 toe.

Voor de overige technische gegevens van dit systeem (PSS 3056) verwijs ik u naar paragraaf 6.6.3.

Ad. 4 PSS SB 3006 IBS-S

De PSS SB 3006 IBS-S is een besturing in een compact formaat en hoort tot de systeemfamilie PSS. Deze veiligheidsbesturing heeft 6 failsafe digitale ingangen en 2 aparte testpulsuitgangen en beschikt tevens over volgende communicatiepoorten: RS485 (PG), RS232 (vrije gebruikerspoort), Interbus- en SafetyBUS p-poort.

De PSS SB 3006 IBS-S bezit dus twee veldbussystemen, namelijk:

- veiligheidsveldbus SafetyBUS p: inzetbaar als MD en/of LD of I/OD;
- standaardbus Interbus-S: slave-busdeelnemers met een Fernbus-aansluiting (remote bus).

Het laatstgenoemde standaardbussysteem dient voor de uitwisseling van diagnosegegevens met de standaard machinebesturing.

Het veilig te besturen proces kan zowel centraal via geïntegreerde ingangen als decentraal via SafetyBUS p aan de periferie gekoppeld worden. Met behulp van SafetyBUS p kan de PSS SB 3006 IBS-S met andere veiligheidsbesturingen van de systeemfamilie PSS worden

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

gekoppeld om bijv. veiligheidsrelevante gegevens uit te wisselen.

De speciale opbouw en de geïntegreerde testroutines van de centrale verwerkingseenheid laat de toepassing tot en met categorie 4 volgens EN 954-1 of AK 6 volgens DIN V 19250 toe.

Ad. 5 PSS SB 3006 DP-S

De PSS SB 3006 DP-S is een besturing in een compact formaat en hoort tot de systeemfamilie PSS. Deze veiligheidsbesturing heeft 6 failsafe digitale ingangen en 2 aparte testpulsuitgangen en beschikt tevens over volgende communicatiepoorten: RS232 (PG), RS232 (vrije gebruikerspoort), Profibus DP- en SafetyBUS p-poort.

De PSS SB 3006 DP-S bezit dus twee veldbussystemen, namelijk:

- veiligheidsveldbus SafetyBUS p: inzetbaar als MD en/of LD of I/OD;
- standaardbus Profibus DP: slave-busdeelnemer.

Het laatstgenoemde standaardbussysteem dient voor de uitwisseling van diagnosegegevens met de standaard machinebesturing via Profibus DP.

Het veilig te besturen proces kan zowel centraal via geïntegreerde ingangen als decentraal via SafetyBUS p aan de periferie gekoppeld worden. Met behulp van SafetyBUS p kan de PSS SB 3006 DP-S met andere veiligheidsbesturingen van de systeemfamilie PSS worden gekoppeld om bijv. veiligheidsrelevante gegevens uit te wisselen.

De speciale opbouw en de geïntegreerde testroutines van de centrale verwerkingseenheid laat de toepassing tot en met categorie 4 volgens EN 954-1 of AK 6 volgens DIN V 19250 toe.

Ad. 6 PSS SB DI8O8

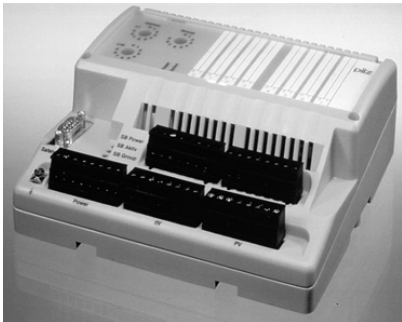
Decentrale digitale in-/uitgangsmodule voor het SafetyBUS p-netwerk met volgende bezetting van veilige I/O's:

- 8 digitale eenpolige ingangen;
- 6 digitale eenpolige 2 A PNP-uitgangen (naar plus schakelend);
- 2 digitale eenpolige 2 A NPN-uitgangen (naar min schakelend);
- 2 aparte testpulsuitgangen met geïntegreerde software.

Daarnaast is er sprake van een galvanische scheiding tussen de bus en de in-/uitgangen en een beveiliging tegen inductie voor een probleemloze inbedrijfstelling.

De PSS SB DI8O8 bezit een 2-kanalige diversitaire opbouw met geïntegreerde softwaremodulen voor veiligheidsrelevante functies zoals bijv. testpulsen. De PSS SB DI8O8 kan in het SafetyBUS p-netwerk uitsluitend als I/OD worden ingezet en kan eventueel worden ingezet in twee I/O-groepen.

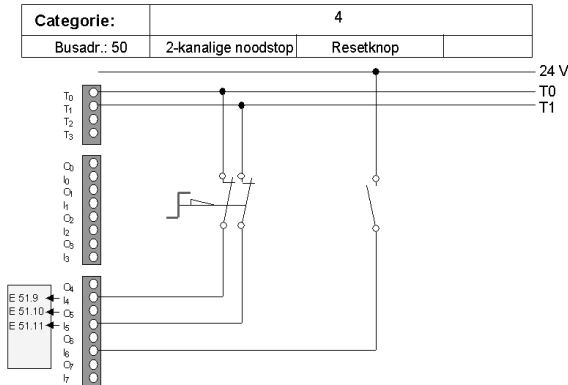
6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p



Figuur 6.42: De PSS DI808 (bron: Pilz GmbH & Co.)

De speciale opbouw en de geïntegreerde testroutines van de PSS SB DI808 laat de toepassing tot categorie 4 volgens EN 954-1 of AK 6 volgens DIN V 19250 toe.

Om te verduidelijken hoe opnemers en actuatoren op de PSS SB DI808 kunnen worden aangesloten, wordt hieronder de aansluitwijze volgens EN 954-1, categorie 4 van respectievelijk een noodstopchakelaar en een magneetschakelaar getoond.



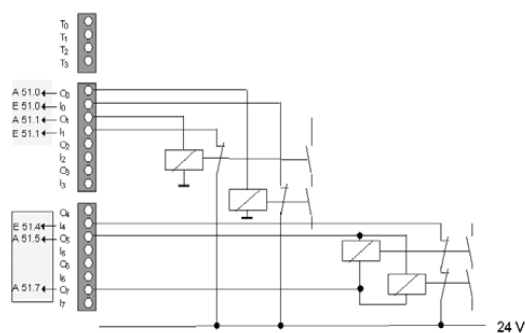
Figuur 6.43: Bedradingsvoorbeeld van een noodstop, categorie 4 (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

Bedradingsvoorbeeld 1: Noodstop van categorie 4

In dit voorbeeld wordt met behulp van testpulsen T0 en T1 een noodstopknop volgens categorie 4 bedraad. De toewijzing van testpulsen aan de ingang moet met de configurator van het programmeerapparaat geconfigureerd worden. Bij equivalente signaalsensoren (twee verbreekcontacten) heeft de toepassing van twee testpulsen de voorkeur.

Categorie:	4	
Busadr.: 51	Redundante afschakeling	Tweepolige afschakeling



Figuur 6.44: Bedradingsvoorbeeld van een magneetschakelaar, categorie 4
(bron: Pilz GmbH & Co.)

Bedradingsvoorbeeld 2: Magneetschakelaars van categorie 4

In dit voorbeeld worden magneetschakelaars volgens categorie 4 bedraad. De uitgangen O₆ en O₇ schakelen naar min. Wanneer een magneetschakelaar tussen een plus en een min schakelende uitgang wordt bedraad, kan met een eenkanalige structuur categorie 4 worden bereikt.

Ad. 7 PSS SB DI16

Decentrale digitale in-/uitgangsmodule voor het SafetyBUS p-netwerk met volgende bezetting van veilige I/O's:

- 16 digitale eenpolige ingangen;
- 4 aparte testpulsuitgangen met geïntegreerde software.

Daarnaast is er sprake van een galvanische scheiding tussen de bus en de in-/uitgangen en een beveiliging tegen inductie voor een probleemloze inbedrijfstelling.

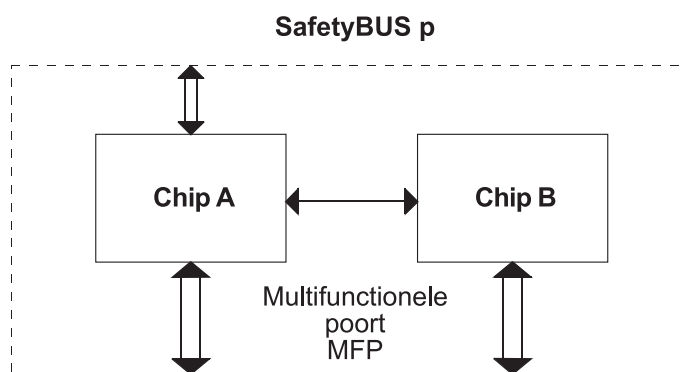
6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

De PSS SB DI16 bezit een 2-kanalige diversitaire opbouw met geïntegreerde software-modulen voor veiligheidsrelevante functies zoals bijv. testpulsen. De PSS SB DI16 kan in het SafetyBUS p-netwerk uitsluitend als I/OD worden ingezet en kan eventueel worden ingezet in twee I/O-groepen.

De speciale opbouw en de geïntegreerde testroutines van de PSS SB DI16 laat de toepassing tot categorie 4 volgens EN 954-1 toe of AK 6 volgens DIN V 19250.

Ad. 8 Componenten van andere leveranciers met de PSS SB CHIPSET0

Voor de integratie van veiligheidsrelevante componenten van in SafetyBUS p geïnteresseerde fabrikanten in de veiligheidsveldbus SafetyBUS p is een open chipset bestaande uit twee afzonderlijke chips ontwikkeld. Deze door Pilz ontwikkelde chipset, genaamd: PSS SB CHIPSET0, onderscheidt zich door de goedkeuring van de Berufsgenossenschaft (BG) volgens categorie 4 van EN 954-1.



Figuur 6.45: Schematische weergave van de chipset (bron: Pilz GmbH & Co.)

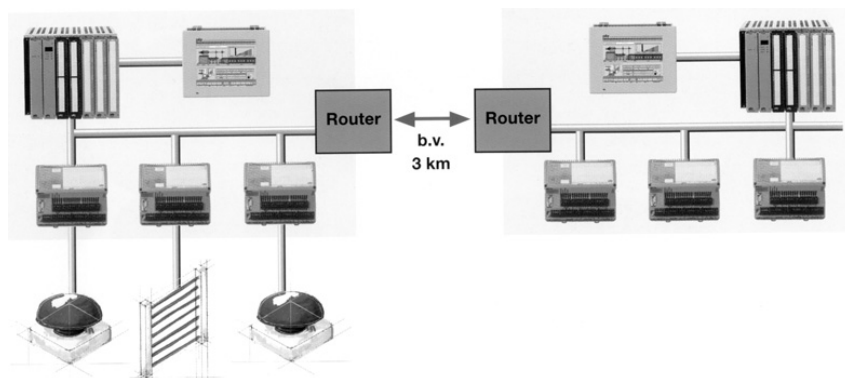
6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

De integratie van de chipset in veiligheidsrelevante componenten is eenvoudig dankzij de flexibele communicatiepoort en heeft bovendien het voordeel dat ook veiligheidsrelevante parameters overgestuurd kunnen worden. Deze parameters kunnen bijvoorbeeld *blanking*-functies bij lichtschermen, diagnosegegevens of toerentalbewaking bij aandrijvingen zijn. De fabrikant van de betreffende componenten is daarbij alleen voor de veiligheid van zijn eigen functie verantwoordelijk. Het veilig coderen en decoderen in SafetyBUS p-telegrammen wordt volledig verzorgd door de chipset.

Ad. 9 PSS SB Router1

De taak van de PSS SB Router1 is de logische scheiding van een SafetyBUS p-netwerk in afzonderlijke segmenten. Het voordeel van de scheiding is, dat de overdrachtsnelheden in beide segmenten alleen afhankelijk zijn van de werkelijke lengte ervan. De logische scheiding gebeurt via een filtering van de veilige gegevens, zodat de busbelasting gereduceerd wordt en bijgevolg de reactietijden nog meer verbeterd worden.

De voordelen van de router worden vooral duidelijk waar afzonderlijke SafetyBUS p-segmenten gedefinieerd kunnen worden die onder elkaar weinig informatie uitwisselen of ruimtelijk ver van elkaar gescheiden zijn. Dergelijke toepassingen zijn bijvoorbeeld te vinden bij kabelbanen, gasoverslagstations of ook persen.



Figuur 6.46: Toepassingsvoorbeeld van de Router (bron: Pilz GmbH & Co.)

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

Ad. 10 PSS SB BRIDGE

Met de PSS SB BRIDGE kunnen complexe installaties in zelfstandige netwerken gedeeld worden. Daarbij brengt de PSS SB BRIDGE de verbinding tussen twee onafhankelijke SafetyBUS p-netwerken tot stand. De module is een busdeelnemer in elk SafetyBUS p-netwerk. Omdat de bridge zich automatisch met de overdrachtssnelheid van het desbetreffende netwerk synchroniseert, kan in beide SafetyBUS p-netwerken met verschillende overdrachtssnelheden gewerkt worden.

De voordelen van het opdelen in onafhankelijke netwerken zijn het verhogen van het maximale aantal busdeelnemers tot 64 per netwerk en een uitbreiding van de maximale totale reikwijdte. Door de toepassing van goedgekeurde softwarebouwstenen is eenvoudige data-uitwisseling mogelijk.

Aangezien de netwerken onafhankelijk van elkaar op fouten reageren, stijgt de beschikbaarheid van de installatie.

Het opdelen in onafhankelijke netwerken is bijvoorbeeld zinvol

- bij toepassingen die uit afzonderlijke installatiedelen bestaan;
- bij weinig gemeenschappelijk telegramverkeer tussen de netwerken;
- bij onafhankelijke taakverwerking van de netwerken;
- bij de wens naar zelfstandig functionerende netwerken.

Voorbeelden hiervan zijn o.a. persstraten of de carrosseriebouw in de automobiellndustrie.

6.7.5. Programmering SafetyBUS p

Voor de programmering van een SafetyBUS p-systeem wordt gebruik gemaakt van dezelfde programmeersoftware en goedgekeurde functiebouwstenen als die bij de PSS-systemen. De beschrijving hiervan vindt u in paragraaf 6.6.5. van dit boek.

6.7.6. Communicatie met andere systemen

De PSS-systemen met SafetyBUS p-aansluiting hebben standaard een RS232-poort op de CPU-module, waarmee via externe modules of rechtstreeks allerlei koppelingen met andere (rand)apparatuur te maken zijn. De mogelijkheden hiervoor zijn reeds beschreven in paragraaf 6.6.6. van dit boek.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

6.7.7. Toepassingsgebieden SafetyBUS p

Voor het SafetyBUS p-systeem gelden dezelfde toepassingsgebieden als bij de PSS-systemen, waarbij de buseigenschappen vooral zinvol zijn bij geometrisch verspreide installaties zoals bijvoorbeeld:

- productiestraten in de diverse sectoren, zoals metaalbewerking, voeding- en proces-industrie;
- bagageafhandelingsystemen;
- geautomatiseerde magazijnen;
- machines met grote bewegende delen, zoals portaalkranen;
- persstraten en andere gekoppelde machines in de automobiellindustrie.

Er worden in bijlage 3 van dit boek enkele praktische toepassingen verwoord die met PSS (en SafetyBUS p) zijn uitgevoerd.

6.7.8. Goedkeuringen SafetyBUS p

Het voert te ver om alle goedkeuringen die het SafetyBUS p-systeem in de loop der jaren heeft gekregen de revue te laten passeren, maar hieronder volgen een aantal voorbeelden:

- **BG EMIII**, Berufsgenossenschaft voor EN 954-1 categorie 4;
- **TUV Product Service GmbH** voor AK 6 DIN V 19250;
- **Underwriters laboratories Inc.** voor cUL en UL volgens de norm UL 508.

Het SafetyBUS p-systeem is volledig in overeenstemming met IEC 60 204-1 betreffende de elektrische uitrusting van machines. Bovendien is het SafetyBUS p-systeem ontworpen om te voldoen aan de hoogste veiligheidseisen en kan het worden ingezet voor veiligheidsfuncties:

- in **categorie 1 tot en met 4** van de Europese norm EN 954-1;
- in **AK 1 tot en met AK 6** van de Duitse norm DIN V 19250;
- in **SIL 1 t/m SIL 4** van de internationale norm IEC 61508, zoals blijkt uit de uitkomsten van de waarschijnlijkheidsberekeningen die de TÜV Product Service heeft uitgevoerd.

6.7. Het veiligheidsveldbussysteem SafetyBUS p

6.7.9. SafetyBUS p Club International e.V.

Pilz, de uitvinder van het veilige bussysteem SafetyBUS p, initieerde de oprichting van de SafetyBUS p Club International e.V. Deze club verenigt zowel gebruikers die SafetyBUS p voor de veilige besturing van hun installatie gebruiken als fabrikanten van veldbuscomponenten voor het veilige bussysteem. Het doel van de vereniging is het bevorderen van de toepassing en de distributie van het veilige bussysteem SafetyBUS p.

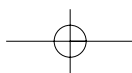
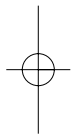
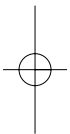
Tot de leden van het eerste uur van de op 23 maart 1999 opgerichte vereniging behoren gerenommeerde ondernemingen zoals ASK, DaimlerChrysler, Dürr, Festo, Pilz, Sick, Volkswagen en TU Braunschweig. Inmiddels is het aantal deelnemende bedrijven reeds de 50 gepasseerd en groeit het aantal nog steeds. Onder de nieuwe leden bevinden zich onder andere Toyota, Fiessler, Guardscan, Haake, Leuze Lumiflex, Pepperl+Fuchs.

Voor een actuele lijst van de deelnemers kunt u de SafetyBUS p Club website raadplegen (<http://www.safetybus.com>).

De vereniging is gevestigd in Ostfildern bij Stuttgart en is in drie groepen onderverdeeld, een *supplier*-groep, die de belangen van de fabrikant vertegenwoordigt en een *application*-groep, die de eisen van de gebruikers moet coördineren en inbrengen. De public relations zijn bij de marketing-groep ondergebracht. Binnen genoemde groepen kunnen weer speciale werkgroepen gevormd worden, die zich aan zeer speciale onderwerpen wijden. Door deze flexibele structuur is het mogelijk dat te allen tijde nieuwe eisen bijvoorbeeld m.b.t. de standaardisering, zowel van de zijde van de fabrikant als van de gebruiker, gedefinieerd en als project uitgewerkt kunnen worden.

Inhoudsopgave

1.	Literatuurlijst	
1.1.	Europese nieuwe-aanpakrichtlijnen	3
1.2.	Europese en internationale normen	4
1.3.	Boeken, brochures en andersoortige uitgaven	7



Bijlage 1. Literatuurlijst

1.1 Europese nieuwe-aanpakrichtlijnen

Bij het samenstellen van dit boek heeft de auteur gebruik gemaakt van onderstaande informatiebronnen:

- Richtlijn 89/391/EEG, Kaderrichtlijn van 12 juni 1989
- Richtlijn 89/655/EEG, Arbeidsmiddelenrichtlijn van 30 november 1989
- Richtlijn 95/63/EG, 1e aanvulling op de Arbeidsmiddelenrichtlijn van 5 december 1995
- Richtlijn 89/392/EEG, Machinerichtlijn van 14 juni 1989
- Richtlijn 91/368/EEG, 1e aanvulling op de Machinerichtlijn van 20 juni 1991
- Richtlijn 93/44/EEG, latere aanvulling op de Machinerichtlijn van 14 juni 1993
- Richtlijn 98/37/EG, Gecodificeerde versie van de Machinerichtlijn van 22 juni 1998 (bevat alle voornoemde wijzigingen en is dus het actuele document)
- Voorstel tot wijziging van Richtlijn 98/37/EG. Dit document (2001/0004 (COD)) is verkrijgbaar via het internet op volgend adres:
http://europa.eu.int/eur-lex/nl/com/dat/2000/nl_500PC0899.html

Op de volgende site zijn de teksten van alle richtlijnen die in Europa van kracht zijn, te vinden en te downloaden: http://europa.eu.int/index_nl.htm

De volledige tekst van bovengenoemde richtlijnen kan in Nederland en België op papier verkregen worden bij respectievelijk:

- Sdu uitgevers, tel. +31 (0)70 378 98 80; <http://www.sdu.nl>
- The European bookshop, tel +32 (0)2 295 26 39; <http://www.libeurop.be>
- Messageries du livre SARL, tel. +352 (0) 40 10 20, <http://www.mdl.lu>

1.2. Europese en internationale normen

Europees normnr.	Internationaal normnr.	Titel
A-normen		
EN 292-1	ISO 12100-1	Veiligheid van machines – Basisbegrippen, algemene ontwerpbeginsselen – Deel 1: Basisterminologie, methodologie
EN 292-2	ISO 12100-2	Veiligheid van machines – Basisbegrippen, algemene ontwerpbeginsselen – Deel 2: Technische beginsselen en beschrijvingen
EN 1050	ISO 14121	Veiligheid van machines – Principes voor de risico-beoordeling
EN 1070	-	Veiligheid van machines – Termen en definities
EN 414	-	Veiligheid van machines – Regels voor het opstellen en de presentatie van veiligheidsnormen
B-normen		
EN 1037	ISO 14118	Veiligheid van machines – Voorkoming van onbedoeld starten
EN 418	ISO/IEC 13850	Veiligheid van machines – Noodstopvoorzieningen – Functionele aspecten – Ontwerpbeginsselen
EN 574	ISO 13851	Veiligheid van machines – Tweehandenbediening – Functionele aspecten – Grondslagen voor het ontwerp
EN 614-1	-	Veiligheid van machines – Ergonomische ontwerp-principes – Deel 1: Terminologie en algemene principes
EN 626-1	ISO 14123-1	Veiligheid van machines – Verlaging van de gezondheidsrisico's ten gevolge van gevaarlijke stoffen, afkomstig van machines – Deel 1: Grondbeginsselen en specificaties voor fabrikanten van machines
EN 811	ISO 13853	Veiligheid van machines – Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de onderste ledematen
EN 894-1	-	Veiligheid van machines – Ergonomische eisen voor het ontwerpen van informatie- en bedieningsmiddelen – Deel 1: Algemene beginsselen voor de interactie tussen de mens en informatie- en bedieningsmiddelen
EN 953	ISO 14120	Veiligheid van machines – Afschermingen – Algemene eisen voor het ontwerp en de constructie van vaste en beweegbare afschermingen
EN 954-1	ISO 13849-1	Veiligheid van machines – Onderdelen van besturings-systemen met een veiligheidsfunctie – Deel 1: Algemene ontwerpbeginsselen

1.2. Europese en internationale normen

Europees normnr.	Internationaal normnr.	Titel
EN 954-2	ISO 13849-2	Veiligheid van machines – Onderdelen van besturings-systemen met een veiligheidsfunctie – Deel 2: Validatie
EN 954-100	-	Veiligheid van machines – Onderdelen van besturings-systemen met een veiligheidsfunctie – Deel 100: Leidraad voor het gebruik en de toepassing van EN 954-1:1996
EN 982	-	Veiligheid van machines – Veiligheidseisen voor hydraulische en pneumatische systemen en hun componenten – Hydrauliek
EN 983	-	Veiligheid van machines – Veiligheidseisen voor hydraulische en pneumatische systemen en hun componenten – Pneumatiek
EN 999	ISO 13855	Veiligheid van machines – De plaatsing van beveiligingsinrichtingen in verband met naderingssnelheden van lichaamsdelen
EN 294	ISO 13852	Veiligheid van machines – Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de bovenste ledematen
EN 349	ISO 13854	Veiligheid van machines – Minimumafstanden ter voorkoming van het bekneld raken van menselijke lichaamsdelen
EN 1088	ISO 14119	Veiligheid van machines – Blokkeerinrichtingen gekoppeld aan afschermingen – Grondbeginselen voor het ontwerp en de keuze
EN 60204-1	IEC 60204-1	Veiligheid van machines – Elektrische uitrusting van machines – Deel 1: Algemene eisen (met correctieblad C2:1996)
C-normen		
EN 12547		Centrifuges – Algemene veiligheidseisen
EN 848-1		Veiligheid van houtbewerkingsmachines – Frees-machines voor eenzijdige bewerking met draaiend gereedschap – Deel 1: Freesmachines met een verticale as
EN 692:1996		Mechanische persen – Veiligheid
EN 201:1997		Machines voor rubber en kunststoffen – spuitgiet-machines – Veiligheidseisen

1.2. Europese en internationale normen

De bovengenoemde normen kunnen in België, Nederland en Luxemburg verkregen worden bij respectievelijk:

Door CEN en ISO opgestelde normen:

- Het Nederlands Normalisatie-instituut (NEN), tel. +31 (0)152 69 03 90; <http://www.nen.nl>
- Het Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN), tel. +32 (0)2 738 00 90; <http://www.bin.be>
- Het Luxemburgs Instituut voor Normalisatie (SEE), tel. +352 (0)46 97 46-1; <http://www.etat.lu/SEE>

Door CENELEC en IEC opgestelde normen:

- Het Nederlands Elektrotechnisch Comité (NEC), tel. +31 (0)152 69 03 90; www.nen.nl
- Het Belgisch Elektrotechnisch Comité (BEC), tel. +32 (0)2 706 85 70; <http://www.bec-ceb.be>
- Het Luxemburgs Instituut voor Normalisatie (SEE), tel. +352 (0)46 97 46-1; <http://www.etat.lu/SEE>

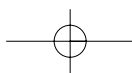
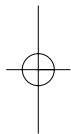
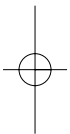
1.3. Boeken, brochures en andersoortige uitgaven

- Het compleet arbo-regelgevingboek, ISBN 90-6720-191-x, Uitgeverij Kerckebosch te Zeist, tel. +31 (0)30 698 42 22
- Useful facts in relation to Directive 98/37/EC, ISBN 92-828-6653-X, kan gratis verkregen worden door een e-mailtje te sturen naar: dg3-d1mechan-electr-eng@dg3.cec.be
- Comments on Directive 98/37/EC, ISBN 92-828-5659-3, Uitgeverij Sdu te Den Haag, tel. +31 (0)70 378 98 80
- Arbo-Informatieblad AI-11: 'Machineveiligheid: afschermingen en beveiligingen', Uitgeverij Sdu te Den Haag, tel. +31 (0)70 378 98 80
- Handboek Machineveiligheid versie 1996, Pilz Nederland, Vianen, tel. +31 (0)347 32 04 77
- Handboek Machineveiligheid versie 1996, Pilz Belgium, Erembodegem, tel. +32 (0)53 83 66 70
- Cd-rom 'Pilz Safety Guide – interactive*', Pilz GmbH & Co., Ostfildern, tel. +49 (0)711 3409 00
- Ministerie van SZW, briefwisseling met Pilz Nederland over wijzigingen op machines, Pilz Nederland, Vianen, tel. +31 (0)347 32 04 77
- Handleiding Machinerichtlijn, ISBN 90-713-0673-9-, Vereniging FME, tel. +31 (0)793 53 13 03
- Praktijkboek EG-Machinerichtlijn; ISBN 90-716-9422-4, Stam Tijdschriften b.v., tel. +31 (0)703 98 81 00
- CE-Markering in de elektrotechniek en machinebouw; ISBN 90-540-4907-3, Kluwer Techniek, tel. +31 (0)570 64 86 43
- Normalisatie Nieuwsbrieven, Normalisatie-adviespunt Machinebouw, tel. +31 (0)152 69 03 15
- Merkblatt für die Auswahl und Anbringung Elektromechanischer Verriegelungseinrichtungen für Sicherheitsfunktionen, BG Köln, tel. +49 (0)211 3778 0
- Maschinensicherheit: Betrachtungen zu europäischen Sicherheitsnormen, ISBN 3-7785-2633-2, Pilz GmbH & Co., Ostfildern, tel. +49 (0)711 3409 00
- Guide to Machinery Safety*, 6th Edition, Pilz Automation Technology, Corby, tel. +44 (0)15 36 460766

* Zolang de voorraad strekt verkrijgbaar bij Pilz Nederland en Pilz Belgium.

Inhoudsopgave

2.	Belangrijke adressen	
2.1.	<i>Notified bodies</i>	3
2.1.1.	<i>Notified bodies</i> in België/Luxemburg	3
2.1.2.	<i>Notified bodies</i> in Nederland	3
2.2.	Overzicht belangrijke websites	4
2.2.1.	Europese websites	4
2.2.2.	Belgische websites	5
2.2.3.	Nederlandse websites	6
2.2.4.	Luxemburgse websites	8



Bijlage 2. Belangrijke adressen

2.1. *Notified bodies*

In de volgende twee paragrafen vindt u een overzicht van de *notified bodies* in de Benelux.

Kijkt u voor een actuele lijst met *notified bodies* op de website van de Europese Commissie:
<http://europa.eu.int/comm/enterprise/newapproach/legislation/nb/notified-bodies.htm>

2.1.1. *Notified bodies* in België/Luxemburg

AIB-Vinçotte
Centrale zetel Brussel
André Drouartlaan 27-29
B-1160 BRUSSEL

KONHEF vzw
Gijzelaarsstraat 7- 9- 11
B-2000 ANTWERPEN

2.1.2. *Notified bodies* in Nederland

KEMA Registered Quality B.V.
Utrechtseweg 310 - Postbus 9035
NL-6800 ET ARNHEM

Het Liftinstituut
Buikslotermeerplein 381
Postbus 36027
NL-1025 XE AMSTERDAM

Aboma+Keboma
Galvanistraat 1 - Postbus 141
NL-6710 BC EDE

SGS Nederland Groep
Malledijk 18 - Postbus 200
NL-3200 AE SPIJKENISSE

Stichting Keuringsbureau Hout (SKH)
Huizermaatweg 29 - PO Box 50
NL-1273 NA HUIZEN

2.2. Overzicht belangrijke websites

2.2.1. Europese websites

Europese gemeenschap:

Wetgeving Europese Unie
<http://europa.eu.int/eur-lex>

'Nieuwe-aanpakrichtlijnen'
<http://www.newapproach.org>

Nederlands deel van het Europese netwerk voor veiligheid en gezondheid op het werk
<http://nl.osha.eu.int>

Europese Commissie: machines
http://europa.eu.int/comm/enterprise/mechan_equipment/machinery/index.htm

Normen:

International Organization for Standardization
<http://www.iso.ch>

International Electrotechnical Commission
<http://www.iec.ch>

Europees Comité voor normalisatie (CEN)
<http://www.cenorm.be>

Europees Comité voor elektrotechnische normalisatie (CENELEC)
<http://www.cenelec.org>

2.2. Overzicht belangrijke websites

2.2.2. Belgische websites

Overheidsinformatie:

Ministerie van Justitie
<http://www.just.fgov.be/juris/judoc.htm>

Ministerie van Binnenlandse Zaken
<http://www.mibz.fgov.be>

Ministerie van Sociale Zaken, Volksgezondheid en Leefmilieu
<http://www.socialsecurity.fgov.be>

Ministerie van Tewerkstelling en Arbeid
http://www.meta.fgov.be/pa/nla_index.htm

Belgisch Staatsblad
<http://staatsblad.be>

Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk
<http://be.osha.eu.int>

Nationale Arbeidsraad
<http://www.cnt-nar.be>

Normen:

BIN - Belgisch Instituut voor Normalisatie
<http://www.ibn.be>

Notified bodies:

AIB-Vinçotte
<http://www.aib-vincotte.com>

2.2. Overzicht belangrijke websites

Overige:

IFEST - International Trade Fair for Environmental & Safety Technologies
<http://www.ifest.be>

KU Leuven - Preventie
<http://www.kuleuven.ac.be/admin/lp/niv2/ve-k00.htm>

NOVA - Nationaal Onderzoeksinstituut voor Arbeidsomstandigheden
<http://www.nova.inrct.be>

PreBes - Koninklijke vereniging voor preventie en bescherming
<http://www.prebes.be>

WALLEX - Wetgeving in Wallonië
<http://wallex.wallonie.be>

WTCM - Technische regelgeving en normen
<http://normach.wtcm.be>

2.2.3. Nederlandse websites

Overheidsinformatie:

Ministerie van Economische Zaken
<http://www.minez.nl>

Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
<http://www.minszw.nl>

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
<http://www.minvws.nl>

Sdu (uitgeverij voor overheidsinformatie)
<http://www.opmaat.sdu.nl>

Overheidsdocumenten: regelgeving, incl. kamerstukken
<http://www.overheid.nl/op>

2.2. Overzicht belangrijke websites

Arbeidsinspectie
<http://www.minszw.nl>

Keuringsdienst van Waren
<http://www.keuringsdienstvanwaren.nl>

Normen:

Nederlands Normalisatie-instituut
<http://www.nen.nl>

Notified bodies:

KEMA Registered Quality B.V.
<http://www.kema.nl>

Het Liftinstituut
<http://www.liftinstituut.nl>

Aboma+Keboma
<http://www.aboma.nl>

SGS Nederland Groep
<http://www.sgs.nl>

Stichting Keuringsbureau Hout (SKH)
<http://www.skh.org>

Overige:

Innovatienetwerk voor ondernemers
<http://www.syntens.nl>

De Nederlandse Arbo
<http://www.arbo.nl>

Nederlandse Vereniging van CE-consultants
<http://www.nvce.nl>

2.2. Overzicht belangrijke websites

2.2.4. Luxemburgse websites

Overheidsinformatie:

Ministerie van Economische Zaken
<http://www.etat.lu/eco>

Ministerie van Sociale Zaken
<http://www.etat.lu/mss>

Ministerie van Justitie
<http://www.etat.lu/jurad>

Normen:

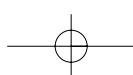
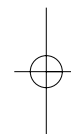
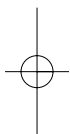
Luxemburgs Instituut voor Normalisatie (SEE)
<http://www.etat.lu/SEE>

Notified bodies:

Geen

Inhoudsopgave

3.	Praktische toepassingen	
3.1.	Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing	3
3.2.	Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines	9
3.3.	Een veiligheidsbesturing voor een veilige vrije val	16
3.4.	Een verpakkinglijn van offsetplaten bij Fuji	21



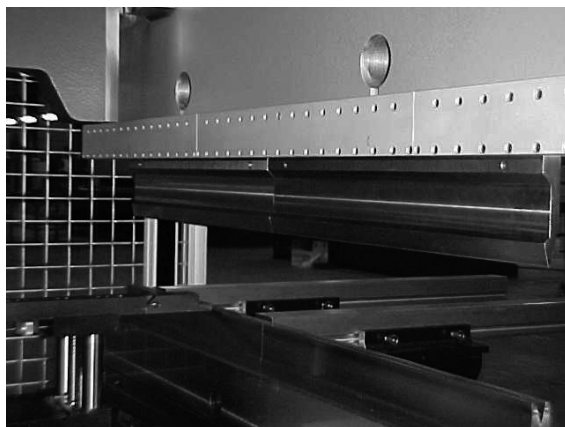
Bijlage 3. Praktische toepassingen

3.1. Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing

De hydraulische afkantpersen van de firma Darley worden volledig bestuurd door een veiligheidsbesturing van Pilz. Het bijzondere hiervan is dat deze failsafe PLC, naast de normale besturingstaken, ook alle veiligheidsfuncties afhandelt. Er is ook een unieke seriële koppeling tussen het lichtscherm en de veiligheidsbesturing gemaakt. Hierdoor is de pers niet alleen veilig, maar kan er ook snel en gebruiksvriendelijk mee worden gewerkt. Een dergelijke functionaliteit is vrijwel niet met conventionele veiligheidstechniek te realiseren.

Toepassing en risico's van afkantpersen

Hydraulische afkantpersen worden gebruikt voor het omzetten van metalen plaatmateriaal. Dit materiaal ligt op een tafel met matrijs. Een tweetal hydraulische cilinders drukken een grote persbalk met hieronder een mes naar beneden. Dit mes zorgt ervoor dat het materiaal wordt omgezet in de matrijs (zie figuur 1). Men kan zich wel voorstellen dat een dergelijke pers ernstige verwondingen kan veroorzaken als de ledematen van een bediener onder de persbalk komen. De fabrikant is dan ook krachtens de Machinerichtlijn (98/37/EG) verplicht om een risicoanalyse uit te voeren en hierna doeltreffende maatregelen te nemen om de gevaren uit te sluiten. In bijlage IV van de Machinerichtlijn worden persen ook gekenmerkt als gevaarlijke machines, die door een *notified body* (keurende instantie) moeten worden gekeurd. Voor hydraulische kantpersen is er tevens een C-norm (prEN 12622) beschikbaar, die specifieke veiligheidsvoorschriften geeft voor deze persen.



Figuur 1: Persbalk (bron: Darley B.V.)

3.1. Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing

Veilig contra werkbaar

De beknellingsrisico's zijn eenvoudig op te lossen door middel van een lichtschermbesturing. Op het moment dat de bediener de lichtstralen onderbreekt, wordt de persgang direct gestopt. Dit is wel veilig maar voor een afkantpers niet werkbaar, omdat soms een reeds omgezette zijde van de plaat door het lichtschermbesturing moet steken om een andere zijde te kunnen omzetten. De pers moet dan wel kunnen bewegen, ondanks dat het lichtschermbesturing op een bepaalde plek is onderbroken.

Ook moeten er soms oplegarmen door het lichtschermbesturing steken. Deze oplegarmen zijn nodig om grote platen te ondersteunen. Deze oplegarmen worden ook wel samen met de tafel versteld, zodat ze niet altijd op dezelfde positie het lichtschermbesturing onderbreken.

Veilige blanking

Het conflict tussen veilig en werkbaar heeft men bij de firma Darley kunnen oplossen met een veiligheidsbesturing PSS 3056 van Pilz, met hieraan serieel gekoppeld een lichtschermbesturing type FGS van de firma Sick. De seriële koppeling tussen lichtschermbesturing en veiligheidsbesturing moet veilig zijn, omdat er veiligheidsrelevante data mee worden doorgegeven. De veiligheidsbesturing schakelt dan ook direct in veilige toestand, zodra de verbinding er niet meer is of niet meer correct werkt.

Het lichtschermbesturing kan via de seriële verbinding aan de PSS-besturing doorgeven welke stralen van het lichtschermbesturing zijn onderbroken. Het PSS-systeem kan met deze informatie bepaalde delen van het lichtschermbesturing inactief maken. Deze functie wordt ook wel *blanking* genoemd. Hiermee kan men bijvoorbeeld de onderbrekingsposities van de oplegarmen inleren. Dit deel van het lichtschermbesturing wordt nu uitgeschakeld, terwijl een onderbreking van de andere delen nog steeds een veilige stop van de persbeweging tot gevolg heeft.

Werking besturing afkantpers

Met behulp van de functie *blanking* en de onderstaande werkprocedure kan met een afkantpers van de firma Darley zowel veilig als snel en gebruiksvriendelijk worden gewerkt:

- De onderbrekingen van het lichtschermbesturing door de oplegarmen worden eerst 'ingeleerd' in de veiligheidsbesturing.
- Het mutingpunt moet worden geprogrammeerd. Dit is het punt waar de beweging van de persbalk van sneldalen in perssnelheid (<10 mm/s) overgaat.
- De persslag wordt geactiveerd met een voetschakelaar en de balk gaat met hoge snelheid naar beneden met een actief lichtschermbesturing. Dit houdt in dat bij onderbreking van het lichtschermbesturing de pers onmiddellijk retour gaat naar de bovenste positie.

3.1. Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing

- Bij het bereiken van de mutingpositie moet de voetschakelaar opnieuw bediend worden. De persbalk daalt nu verder met persnelheid en voert de bewerking uit.
- Als er nog een tweede bewerking noodzakelijk is, gaat de balk nu zo ver naar boven, dat de plaat met omgezette zijde kan worden gedraaid.
- Ondanks de onderbreking van het lichtscherm door het materiaal, kan de persgang wel worden gestart met de voetschakelaar. Nu beweegt de pers alleen met veilige snelheid.



Figuur 2: Afkantpers van de firma Darley (bron: Darley B.V.)

PSS-veiligheidsbesturingen

Vanaf 1995 worden PSS-veiligheidsbesturingen door Pilz op de markt gebracht, die goedgekeurd zijn tot en met risicocategorie 4 (EN 954-1) en AK 6 (DIN 19250). Met de komst van deze veiligheidsbesturingen zijn de voordelen van PLC-systemen, zoals flexibiliteit, minder bedrading en goede diagnosemogelijkheden, ook beschikbaar voor de veiligheidstechniek. Voor de afkantpersen van de firma Darley wordt een veiligheidsbesturing PSS 3056 ingezet, een compacte variant uit de PSS-familie.

3.1. Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing

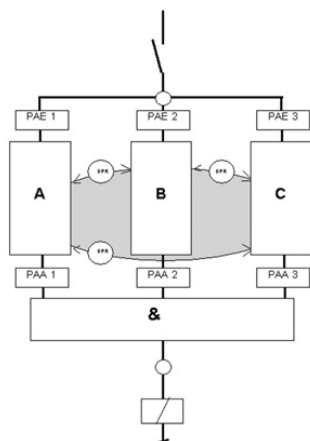


Figuur 3: De programmeerbare veiligheidsbesturingen van de PSS-familie (bron: Pilz GmbH & Co.)

De compacte systemen PSS 3032 en PSS 3056 hebben 32 respectievelijk 56 vaste I/O-punten. De PSS 3000 kan uit een basisrack met twee uitbreidingsracks bestaan en in totaal 24 I/O-modulen bevatten. In het basisrack van de PSS 3100 kunnen maximaal vijf I/O-modulen worden geplaatst. Dit systeem is niet met uitbreidingsracks te vergroten.

De PSS-systemen bezitten drievoudige diversitaire redundantie. Dit wil zeggen dat de CPU-module uit drie verschillende processorsystemen van verschillend fabrikaat bestaat. Het failsafe programma runt parallel in de drie processorsystemen. Bij elke cycluswissel moet het resultaat van de drie processors identiek zijn om de aansturing van de I/O's vrij te geven. Op het moment dat één van de drie processors een afwijkende uitkomst oplevert, schakelt het PSS-systeem in een veilige toestand. Deze drievoudige diversitaire redundantie wordt in figuur 4 schematisch weergegeven.

3.1. Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing



Figuur 4: Schematische weergave van de driedubbele redundantie van PSS-systemen (bron: Pilz GmbH & Co.)

De failsafe I/O-modulen van de PSS-systemen zijn te herkennen aan hun gele frontplaat. Zij beschikken over specifieke eigenschappen waarmee het hoge veiligheidsniveau wordt gegarandeerd.

Naast het failsafe programma kan één van de drie processorsystemen ook een standaardbesturingsprogramma uitvoeren. Dit standaardprogramma kan bijvoorbeeld standaard-I/O's of communicatie afhandelen. Voor de PSS-systemen zijn alle gangbare I/O- en interfacemodulen leverbaar, zoals digitale en analoge in- en uitgangskarten, Interbus-S, Profibus DP en positioneermodulen. Deze standaardmodulen hebben een antraciet front.

Failsafe I/O's

De PSS-systemen beschikken over een aantal specifieke I/O's, waarmee een hoge veiligheid kan worden gegarandeerd. Alle PSS-systemen beschikken over speciale uitgangen, die zogenaamde testpulssignalen kunnen genereren. Deze testpulssignalen verzorgen bijvoorbeeld de voeding van een noodstopcircuit. De specifieke eigenschap van deze testpulssignalen is, dat met regelmatige tussenpozen het signaal van 24 V DC voor een zeer korte tijd (ca. 200 μ s) naar 0 V wordt gebracht. Als er meerdere testpulsuitgangen geconfigureerd zijn, dan zijn deze pulsen ten opzichte van elkaar in de tijd verschoven. Door deze eigenschappen kan men bijvoorbeeld kortsluitingen met 24 V, 0 V of onderlinge sluitingen in noodstopcircuits detecteren. Voor het veilig afschakelen van magneetschakelaars of veiligheidsventielen beschikken de PSS-systemen over tweepolige uitgangen. Bij deze tweepolige uitgangen heeft elke digitale

3.1. Conflict tussen veilig en werkbaar opgelost met een PSS-veiligheidsbesturing

uitgang twee transistoruitgangstrappen, namelijk één om de plus en de ander om de nul van de belasting af te schakelen. Tevens wordt er met behulp van uitschakeltesten continu gecontroleerd of de last daadwerkelijk af te schakelen is.

Failsafe softwarebouwstenen

Voor zeer veel veiligheidsfuncties, zoals noodstop, tweehandenbediening en hekbewaking zijn standaardsoftwarebouwstenen beschikbaar. Momenteel zijn er ruim 50 goedgekeurde bouwstenen verkrijgbaar. Tevens zijn er voor bepaalde toepassingsgebieden complete bibliotheken van softwarebouwstenen, bijvoorbeeld 'productiestraten', 'excenterpersen', 'gasoverslag-systemen' en 'branderinstallaties' beschikbaar. Met behulp van deze softwarepakketten kan zeer snel een werkende applicatie gerealiseerd worden. Voor de afkantpers van de firma Darley zijn uit het softwarepakket 'hydraulische persen' onder andere de softwarebouwstenen voor noodstop, tweehandenbediening, lichtschermbewaking, bewaking van de terugkoppeling en bewaking van de veiligheidsventielen toegepast.

Extra mogelijkheden

Het activeren van 'inleren *blanking*', gebeurt bij de afkantpersbesturing van de firma Darley door middel van een drukknop. Pilz kan echter ook nog een touchscreen leveren, waarmee het lichtscherm kan worden geconfigureerd. Er kunnen hiermee vier verschillende *fixed blankings* (vast gedefinieerd gebied van uitgeschakelde stralen) worden ingeleerd en opgeslagen. Tevens kan er gebruik worden gemaakt van zogenaamde *floating blanking*. Dan is het *blanking*gebied niet vast, maar gaat het met het buigen van het plaatmateriaal mee. Deze vorm van *blanking* wordt (voorlopig) in Europa niet toegestaan door de *notified bodies*. In de USA mag men dit echter wel toepassen.

Complete oplossing

De firma Darley heeft met de toepassing van de veiligheidsbesturing PSS 3056 een unieke afkantpers gebouwd met een hoge veiligheid, die ook goedgekeurd is door de TÜV. De PSS-besturingen worden reeds veel ingezet voor de besturing en bewaking van excenterpersen en hydraulische persen. Dit vanwege de complete oplossing die door Pilz wordt geboden, namelijk een flexibele veiligheidsbesturing met op maat gemaakte softwarepakketten en een jarenlange ervaring met veiligheidstechniek.

Auteur:

Ing. H.G. Verweij, Technical Support Engineer bij Pilz Benelux.

Met dank aan:

Darley B.V. te Eijssden

3.2. Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines

Op grond van de huidige 'Arbeidsomstandighedenwet 1998' moet de werknemer tegen alle mogelijke gevaren van bestaande machines worden beschermd. In dit artikel zal u inzicht worden verschaft in de specifieke mogelijkheden van de tegenwoordig veelvuldig toegepaste intelligente veiligheidstechniek.

Elke Nederlandse werkgever die beschikt over arbeidsmiddelen (machines e.d.) heeft te maken met de eisen uit de Arbeidsomstandighedenwet 1998 [1]. Op grond van artikel 3 van deze wet zal hij bij het organiseren van de arbeid, het inrichten van de arbeidsplaatsen en het bepalen van de productie- en werkmethoden, voor een zo groot mogelijke veiligheid moeten zorgen, gelet op de algemeen erkende regelen in de techniek. Omdat het aanpakken van het gevaar bij de bron bij een bestaande machine vaak niet mogelijk is, dient men de noodzakelijke beveiligingsmaatregelen te treffen voor niet uit te sluiten risico's. De technische eisen waaraan moet worden voldaan, zijn vastgelegd in hoofdstuk 7 van het Arbobesluit en worden nader uitgewerkt in diverse bijbehorende Beleidsregels en Arbo-Informatiebladen. Een voorbeeld van een Arbo-Informatieblad dat de veiligheid van machines behandelt, is AI 11: 'Afschermingen en beveiligingen' [2].

Arbeidsinspectie kan vanaf 1 november 1999 daadwerkelijk boetes opleggen!

Op 15 oktober 1999 verscheen een persbericht (nr. 99/177) van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, waarin de nieuwe Beleidsregel boeteoplegging Arbowet 1998 [3] wordt uitgelegd: "De Arbeidsinspectie is vanaf 1 november 1999 bevoegd een bestuurlijke boete op te leggen bij overtreding van de Arbeidsomstandighedenwet. Voor werkgevers kan een boete oplopen tot maximaal Fl. 100.000,- en voor werknemers tot Fl. 500,-". In het document boetelijst.pdf, dat gratis van de site <http://www.minszw.nl> is te downloaden, zijn de bedragen voor de verschillende overtredingen vermeld op basis waarvan de totale boete kan worden berekend. Afgezien van de boete zal het bedrijf altijd op korte termijn de geconstateerde overtredingen moeten opheffen. De Arbeidsinspectie zal na de eerste boete controleren of de overtreding is opgeheven. Als dat niet het geval is, zal een tweede boete worden opgelegd, waarbij het boetebedrag met 50% kan worden verhoogd. Dit zogenaamde lik-op-stukbeleid betekent dat de controle pas ophoudt als de overtreding is opgeheven.

Besturingstechnische veiligheidsmaatregelen noodzakelijk

Eén van de grootste gevarenbronnen bij een machine wordt gevormd door de bewegende delen. Het Arbeidsomstandighedenbesluit zegt hierover in artikel 7.7 het volgende: "Indien bewegende delen van een arbeidsmiddel gevaar opleveren, zijn zij van zodanige schermen of beveiligingsinrichtingen voorzien, dat het gevaar zoveel mogelijk wordt voorkomen."

Een vaste afscherming (vast gelast of geschroefd) kan alleen worden toegepast indien de bediener tijdens de gewone werking niet in de gevaarlijke zone hoeft te zijn. Indien toegang

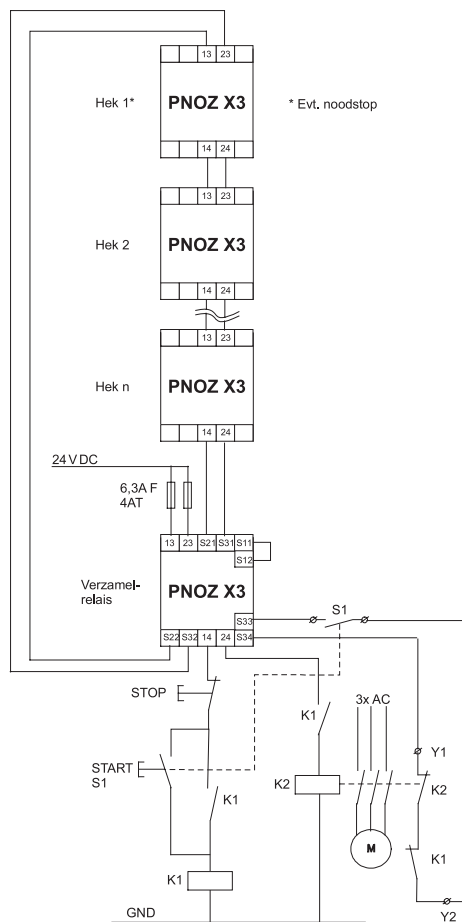
3.2. Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines

tijdens de gewone werking van de machine voor bijvoorbeeld de in- en uitvoer van het product noodzakelijk is, dient gebruik te worden gemaakt van een blokkeerscherm, tweehandenbediening of een veiligheidslichtscherm. Deze besturingstechnische veiligheidsmaatregelen moeten zorgen voor een onderbreking van de voedingsspanning naar de gevaarlijke aandrijvende delen bij het betreden van de gevaarlijke zone. Uit de bij de Arbeidsomstandighedenwet geformuleerde Beleidsregels blijkt duidelijk dat voor alle veiligheidsmaatregelen de zogenaamde 'stand der techniek' dient te worden toegepast. Ook de Europese norm EN 954-1 wordt hierbij genoemd, die de algemene ontwerpbeginselen en -eisen van besturingstechnische veiligheidsfuncties behandelt.

Problemen bij meerdere veiligheidsfuncties op één machine

Een wat grotere machine bezit vaak meerdere toegangen die zijn voorzien van beweegbare afschermingen of lichtschermen. Het komt vaak voor dat deze verschillende veiligheidsfuncties toch dezelfde bewegende delen moeten afschakelen. De veiligheidsfuncties zullen dus in de machinebesturing moeten worden gecombineerd. Zulke combinaties leiden er in de praktijk vaak toe dat men de opnemers (noodstoppen, hekschakelaars, enz.) in serie schakelt en aanbiedt aan slechts één veiligheidsrelais. Dit functioneert meestal schakeltechnisch naar behoren maar is in de meeste gevallen veiligheidstechnisch incorrect omdat onderlinge beïnvloeding van veiligheidsfuncties mogelijk is. Hierdoor wordt niet meer voldaan aan de eisen van risicocategorie 3 en 4 van de norm EN 954-1. Bovendien wordt door de serieschakeling van de veiligheidsopnemers een eenvoudige diagnose van een storing of fout vrijwel onmogelijk gemaakt. Een oplossing voor dit probleem kan worden gecreëerd door de opnemers van elke primaire veiligheidsfunctie (zoals een hek, lichtscherm en schakelmat) ieder door één veiligheidsrelais te bewaken. De uitgangcontacten van deze relais worden dan door middel van een extra relais verzameld (zie figuur 1). Het verzamelrelais zorgt dan voor de afschakeling en bewaking van de aangesloten magneetschakelaars en ventielen, die de bewegende delen van de machine of het proces afschakelen.

3.2. Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines



Figuur 1: Bij gebruik van losse veiligheidsrelais moet voor elke primaire veiligheidsfunctie een afzonderlijk veiligheidsrelais worden toegepast (bron: Pilz Nederland)

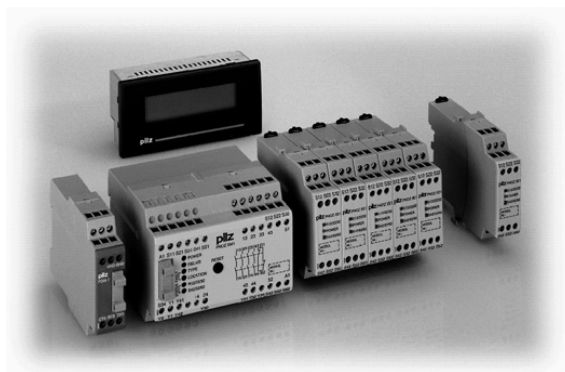
3.2. Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines

PNOZplus: de oplossing voor eenvoudige processen en machines

Met de methode in afbeelding 1 wordt bij eenvoudige processen en machines met veel veiligheidsfuncties in de schakelkast een zeer grote ruimte in beslag genomen, wat bovendien tot extreem hoge kosten leidt. Pilz heeft deze problematiek vroegtijdig geconstateerd en het modulaire PNOZplus-systeem (zie figuur 2) ontwikkeld. Dit systeem bestaat uit een door twee microprocessors gestuurd basisrelais, de PNOZ XM1, dat beschikt over twee onafhankelijke ingangscircuits (voor risicocategorie 1 t/m 4 volgens EN 954-1). Met de mechanisch verbonden relaisuitgangen in het relais kunnen de magneetschakelaars en ventielen volgens stop-categorie 0 (EN 60204-1) worden afgeschakeld. Aan het basisrelais kunnen via een intern bussysteem maximaal 9 uitbreidingsrelais PNOZ XE1 of PNOZ XE2 worden gekoppeld. Dit resulteert dan in een veiligheidssysteem met 20 ingangscircuits, waarmee een zelfde aantal veiligheidsfuncties volgens risicocategorie 1, 2, 3 of 4 volgens de norm EN 954-1 kan worden bewaakt.

Door de geïntegreerde diagnosefunctie kan doelgerichte informatie over de actuele status van het relais worden weergegeven. Dit is mogelijk via verschillend gekleurde LED's op het relais zelf, of met één van de diagnoseconvertors, waarmee rechtstreeks met een tekstdisplay, een PLC, een CANbus-netwerk of een DeviceNet-netwerk (toekomstig ook met Profibus DP) kan worden gecommuniceerd.

Het PNOZplus-systeem is goedgekeurd door diverse *notified bodies* en biedt onder andere: veel ruimtebesparing, lagere bedradingskosten en geringere stilstandstijden van machines en installaties. Aangezien alle functies zonder programmering worden gerealiseerd, kan men naar analogie van de slogan uit de computertechniek absoluut spreken van *plug'n safe*.



Figuur 2: PNOZplus – *plug'n safe* nu ook voor de veiligheidstechniek (bron: Pilz GmbH & Co.)

3.2. Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines

Programmeerbare veiligheidssystemen bieden oplossing voor complexe processen en machines

Voor complexere systemen met veel verschillende veiligheidsfuncties en bijvoorbeeld meerdere bedrijfsmodi kan tegenwoordig een programmeerbare veiligheidsbesturing van de systeemfamilie PSS (zie figuur 3) worden gekozen. Door hun speciale opbouw voldoen deze systemen aan de allerhoogste veiligheidseisen, risicocategorie 4 volgens de norm EN 954-1, en vinden ze inmiddels hun toepassing in de volgende gebieden: mechanische en hydraulische persen, spuitgietmachines, chemische industrie, branderbesturingen, papierverwerkende machines en attractieparktoestellen. Uitwisseling van diagnosegegevens is mogelijk via MODbus, Profibus DP, Interbus S, CANopen, DeviceNet en ControlNet.

Daarnaast kan voor applicaties met veel I/O's, het eerste veilige, open bussysteem SafetyBUS p worden toegepast.



Figuur 3: Programmeerbare veiligheidsbesturingen zoals de systeemfamilie PSS en het eerste veilige, open bussysteem SafetyBUS p, hebben zich in vele applicaties bewezen (bron: Pilz GmbH & Co.)

3.2. Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines

De Nederlandstalige cd-rom 'Pilz Safety Guide – interactive' [4] volledig vernieuwd

Deze cd-rom (zie figuur 4) is vooral nuttig voor diegene die in zijn/haar dagelijkse praktijk in aanraking komt met veiligheidstechniek, zoals ontwerpers, fabrikanten, mechanische engineers, besturingstechnici, medewerkers van arbodiensten en werkgevers. Hij bevat uitgebreide informatie over producten en veiligheidstechnische applicatievoorbeelden en biedt ook praktische hulpmiddelen voor de risicobeoordeling volgens de norm EN 954-1. Geïnteresseerden kunnen de Nederlandstalige cd-rom versie 3.0 gratis aanvragen.



Figuur 4: De cd-rom 'Pilz Safety Guide – interactive, versie 3.0' bevat een schat aan informatie over veiligheidstechniek (bron: Pilz GmbH & Co.)

Conclusie

Met de introductie van het eerder genoemde lik-op-stukbeleid door de Arbeidsinspectie zal iedere werkgever, nu meer dan ooit, de beveiliging van zijn machinepark serieus ter hand moeten nemen. De implementatie van veiligheidsvoorzieningen bij bestaande machines vergt een gedegen kennis van de technische eisen van de Arbeidsomstandighedenwet en de nieuwe Europese normen. Intelligente veiligheidstechniek, zoals het genoemde PNOZplus-systeem en de programmeerbare veiligheidsbesturing PSS, biedt voor een veelheid van veiligheidsfuncties of bij hoge complexiteit, veel meer mogelijkheden door de uitgebreide diagnose- en communicatiemogelijkheden. Voor ruimtelijk verspreide of modulair opgebouwde installaties is een failsafe bussysteem zoals SafetyBUS p goed toepasbaar.

Auteur:

Ing. N.W de With, Technical Manager bij Pilz Benelux.

3.2. Intelligente veiligheidstechniek biedt dé oplossing voor bestaande machines

Literatuur:

- [1] Het compleet arbo-regelgevingboek, uitgave Uitgeverij Kerkebosch, Zeist.
- [2] Arbo-Informatieblad 'Afschermingen en beveiligingen', uitgave Sdu Uitgevers, Den Haag, <http://www.sdu.nl>.
- [3] De Beleidsregel boeteoplegging Arbowet 1998, uitgave ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, <http://www.minszw.nl>.
- [4] Cd-rom 'Pilz Safety Guide – interactive, versie 3.0', uitgave Pilz GmbH & Co., Ostfildern, <http://www.pilz.com>.

3.3. Een veiligheidsbesturing voor een veilige vrije val

Misschien is bij u, bij het instappen in een attractietoestel, ook wel eens de vraag opgekomen ‘wat zal er gebeuren als er een bout afbreekt?’. Maar heeft u zich wel eens gerealiseerd wat er kan gebeuren als er een beetje ‘omvalt’ in de besturing?

De engineers van de firma Maurer Söhne uit München hebben het risico van een falende besturing niet willen nemen bij de door hen ontwikkelde vrijevaltoren. Voor de besturing en bewaking van de veiligheidssystemen van de vrijevaltoren is daarom ook een failsafe PLC ingezet. Ook vanuit de wetgeving gezien, dient de besturing van een attractietoestel natuurlijk van het veiligste niveau te zijn.

Mobiele vrijevaltoren

Imtech Marine & Industry Rotterdam heeft voor Maurer Söhne de besturing en aandrijving ontwikkeld van de vrijevaltoren ‘Power Tower’, die geschikt is voor stationair of mobiel gebruik. Deze installatie is in opgestelde toestand circa 55 meter hoog. Rond de toren beweegt een twaalf ton zware gondel, die met een geregelde aandrijving versneld en vertraagd wordt. Aan de gondel zijn 32 zitplaatsen bevestigd. De zitplaatsen zijn met de rugleuning naar de toren gericht en de deelnemers bungelen met hun benen in de vrije ruimte. Dit vergroot de beleving van de weerzinwekkende snelheden. In de neerwaartse beweging komt de gondel zelfs voor een aantal seconden in een werkelijke vrije val en bereikt dan een snelheid van 12 m/s.

3.3. Een veiligheidsbesturing voor een veilige vrije val



Figuur 1: De vrijevaltoren 'Power Tower' (bron: Imtech Marine & Industry B.V.)

Remsystemen

De gondel wordt in normaal bedrijf vertraagd door de geregelde aandrijving en schijfremmen op de trommel van de staalkabels. Naast deze normale vertragingssystemen zijn er noodremsystemen aangebracht in de vorm van zeven in serie geplaatste remsegmenten. Elk remsegment is 2 meter lang en kan zorgen voor een in kracht oplopende remwerking. Dit is van belang omdat bij een noodstop de enorme massa natuurlijk niet van het ene op het andere moment gestopt kan worden. Ook zouden de passagiers de grote vertragingen niet kunnen verdragen. Dit noodremsysteem is zelfs dubbel uitgevoerd, dus in totaal twee sets van zeven remsegmenten.

3.3. Een veiligheidsbesturing voor een veilige vrije val



Figuur 2: De gondel met 32 zitplaatsen (bron: Imtech Marine & Industry B.V.)

Snelheidsbewaking

De remsegmenten zijn gesloten als de gondel in de top van de toren staat. Tijdens het vallen wordt continu de valsnelheid van de gondel gemeten. Op bepaalde punten langs de toren bevinden zich sensoren die bediend worden door een aan de gondel gemonteerde vaan. Deze sensoren zijn gekoppeld met snelle ingangskarten van de PSS-veiligheidsbesturing. Hier wordt bij het detecteren van de vaan een interruptroutine gestart en wordt de actuele gondelsnelheid vergeleken met een vooraf ingestelde waarde. Als de actuele gondelsnelheid beneden deze waarde ligt, wordt een remsegment open geschakeld. Op deze wijze worden de remsegmenten, als de gondelsnelheid binnen het geaccepteerde bereik is, van boven naar beneden open geschakeld.

Veiligheidsbesturing

De toegepaste veiligheidsbesturing is een PSS 3000 van Pilz. Deze besturing kan de bovengenoemde taken failsafe uitvoeren omdat ze een drievoudige diversitaire redundante opbouw heeft. Dit wil zeggen dat de CPU-module uit drie verschillende processorsystemen van verschillend fabrikaat is opgebouwd. Het failsafe programma runt parallel in de drie processors. Bij elke cycluswissel moet het resultaat van de drie processors identiek zijn om de aansturing van de I/O's vrij te geven. Op het moment dat één van de drie processors een afwijkende

3.3. Een veiligheidsbesturing voor een veilige vrije val

uitkomst oplevert, schakelt het PSS-systeem in een veilige toestand.

In het geval van de vrijevaltoren voert het PSS-systeem van Pilz alleen maar failsafe taken uit, zoals de afhandeling van de noodstop, de continue snelheidsbewaking van de gondel en het open en dicht schakelen van de remsegmenten. Een normale PLC is ingezet voor de standaardtaken en de aansturing van de geregelde aandrijving. De veiligheidsbesturing en de normale PLC zijn wel via Profibus-DP-verbinding onderling gekoppeld. Deze koppeling is er alleen voor het sturen van diagnosedata vanuit de PSS-veiligheidsbesturing naar de normale PLC.



Figuur 3: De systeemfamilie van PSS-veiligheidsbesturingen (bron: Pilz GmbH & Co.)

Nieuwe ontwikkelingen

Bij Imtech Marine & Industry is men op dit moment bezig met de ontwikkeling van de aandrijving en besturing van een nieuwe vrijevaltoren. Deze toren wordt 63 meter hoog en de maximale valsnelheid bedraagt nu zelfs 14 m/s.

Er wordt ook nieuwe veiligheidstechnologie van Pilz ingezet, namelijk het veiligheidsbus-systeem SafetyBUS p. Dit heeft grote voordelen omdat de failsafe I/O-punten over de totale lengte van de vrijevaltoren te vinden zijn. Het gebruik van een veldbussysteem heeft bij een dergelijke spreiding van I/O-punten natuurlijk grote voorkeur.

SafetyBUS p

SafetyBUS p is gebaseerd op de veldbus CAN (*Controller Area Network*), die oorspronkelijk is ontwikkeld voor de automobielindustrie. Hier is de hoge betrouwbaarheid van dit protocol met

3.3. Een veiligheidsbesturing voor een veilige vrije val

betrekking tot de signaaltransmissie reeds bewezen. SafetyBUS p is veilig gemaakt door middel van een speciaal protocol.

Er is namelijk boven de eerste twee lagen van het standaard zevenlaags ISO/OSI-referentiemodel een specifieke applicatielaag gemaakt voor de veiligheidsmaatregelen. Door dit veilige protocol en de verwerking van de signalen met goedgekeurde hardware, kan het totale systeem ingezet worden tot en met risicocategorie 4 (EN 954-1) en AK 6 (DIN V 19250). In het kader van de TÜV-goedkeuring werd de restfoutwaarschijnlijkheid in overeenstemming met de norm IEC 61508 berekend. Hierbij bereikt SafetyBUS p door geschikte beveiligingsmaatregelen een waarde in de punt-tot-punt-overdracht die voldoet aan SIL 4 volgens de norm IEC 61508.

Er kunnen maximaal 64 busdeelnemers worden aangesloten. Vanuit Pilz zijn de volgende deelnemers voorhanden: de PSS-veiligheidsbesturingen (failsafe PLC's) en de remote I/O-modulen. De maximale buslengte is afhankelijk van de overdrachtssnelheid, het aantal busdeelnemers en de aderdoorsnede van de busbekabeling. De maximale buslengte is 3000 meter en de maximale overdrachtssnelheid bedraagt 500 kbit/s bij een buslengte van 100 meter.

Voordelen van programmeerbare veiligheidsbesturingen

De besturing van de vrijevaltoeren moet simpel gezegd bewaken dat te allen tijde de gondel, die met grote snelheden naar beneden valt, op een juiste wijze tot stilstand wordt gebracht. Nu u wat meer inzicht heeft gekregen in de techniek achter een dergelijk attractietoestel, kunt u zich wel voorstellen dat dit met conventionele veiligheidstechniek erg moeilijk wordt. Met een veiligheidsbesturing kan natuurlijk in tegenstelling tot conventionele relaistechniek zeer eenvoudig de logische verknoping van de verschillende veiligheidsfuncties worden gerealiseerd. Maar ook de zeer korte detectietijden van snelheidsopnemers zouden bij relaistechniek tot problemen leiden. Kortom, een veiligheidsbesturing is voor een attractietoestel een logische stap die bovendien de garantie biedt dat 'omvallende' bitjes geen kans krijgen.

Auteur:

Ing. H.G. Verweij, Technical Support Engineer bij Pilz Benelux.

Met dank aan:

Imtech Marine & Industry B.V. te Rotterdam

3.4. Een verpakkinglijn van offsetplaten bij Fuij

Eigenschappen veiligheidsnetwerk SafetyBUS p

Met het netwerk SafetyBUS p kunnen nu ook alle mogelijkheden en voordelen van bus-systemen, zoals transparantie, minder bedrading en on line diagnose, in de veiligheidstechniek benut worden. Voor producenten van grote productielijnen, modulaire en gekoppelde machines zullen deze mogelijkheden grote voordelen opleveren.

Met dit veiligheidsnetwerk is het mogelijk om maximaal 64 deelnemers over een afstand van enkele kilometers onderling veilig te koppelen. Tevens is het mogelijk om signaalgroepen te configureren waardoor er een hogere beschikbaarheid kan worden behaald. Bij hardwarefouten of sluitingen wordt dan alleen maar de bijbehorende signaalgroep veilig afgeschakeld in plaats van de complete installatie.

Het bussysteem kan worden ingezet tot en met risicocategorie 4 volgens de Europese norm EN 954-1.



Figuur 1: De systeemfamilie van PSS-veiligheidsbesturingen (bron: Pilz GmbH & Co.)

3.4. Een verpakingslijn van offsetplaten bij Fuji

SafetyBUS p zorgt voor veiligheid en flexibiliteit bij Fuji

Fuji Photo Film te Tilburg produceert fotopapier, filmrolletjes en offsetplaten. Voor deze offsetplaten, lichtgevoelige platen gebruikt door drukkerijen, is sinds kort een nieuwe verpakingslijn in gebruik genomen. Deze verpakingslijn bestaat uit vier unieke machines van drie verschillende fabrikanten. Vaak levert een dergelijke samenbouw van machines van verschillende fabrikanten problemen op bij het integreren van de afzonderlijke veiligheids-circuits. Ook wijzigt de functionaliteit en opzet van het veiligheidscircuit van klantspecifiek gebouwde (unieke) machines nog al eens in de inbedrijfstellingsfase.

Om deze problemen het hoofd te kunnen bieden, heeft Fuji de verschillende machines met PSS-veiligheidsbesturingen van Pilz laten uitrusten. Deze PSS-veiligheidsbesturingen zijn met het veiligheidsnetwerk SafetyBUS p op een eenvoudige wijze gekoppeld. Vanwege deze koppeling van de veiligheidssystemen kan er ook een centrale foutdiagnose gesteld worden en zijn hierdoor storingen sneller te localiseren en op te lossen. Doordat de PSS-veiligheidsbesturingen vrij programmeerbaar zijn, kunnen wijzigingen in de functionaliteit tijdens de inbedrijfstellingsfase op een efficiënte wijze worden doorgevoerd.

Auteur:

Ing. H.G. Verweij, Technical Support Engineer bij Pilz Benelux.

Met dank aan:

Fuji Photo Film B.V. te Tilburg

Inhoudsopgave

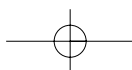
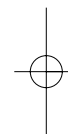
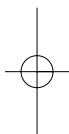
4. Aansluitvoorbeelden

4.1.	Noodstoptoepassingen PNOZ X3 cat. 2, EN 954-1	3
4.2.	Noodstoptoepassingen PNOZ X3 cat. 4, EN 954-1	5
4.3.	Hekbewakingstoepassingen PNOZ X3 cat. 4, EN 954-1	7
4.4.	Lichtschermttoepassingen PNOZ X8P cat. 4, EN 954-1	9
4.5.	Lichtschermttoepassingen PNOZ X8P cat. 4, EN 954-1	11
4.6.	Noodstoptoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	13
4.7.	Hekbewakingstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	19
4.8.	Terugkoppelcircuittoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	24
4.9.	Tweehandenbedieningstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	28
4.10.	Lichtschermttoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1	33

Opmerking:

De hierna volgende schema's dienen als voorbeeld. Ondanks alle zorg die wij hebben besteed aan deze schema's is het mogelijk dat er fouten in voorkomen. Het is raadzaam om ons te raadplegen voordat u een schema in uw installatie opneemt.





Bijlage 4. Aansluitvoorbeelden

4.1. Noodstoptoepassingen PNOZ X3 cat. 2, EN 954-1

Kenmerken

- 1-kanalige aansturing
- Handmatige start met bewaking
- Contactuitbreiding door PZE X4
- Terugkoppelcircuit voor de bewaking van de contactuitbreiding

Beschrijving

Noodstopfunctie

De voedingsspanning is permanent aanwezig op B1 en B2 van de PNOZ X3. Door de noodstopknop S1 in te drukken, wordt het ingangscircuit (S11/12) onderbroken, de veiligheidscontacten van de PNOZ X3 gaan open en de relais van het contactuitbreidingsrelais PZE X4 vallen af.

Start/Reset

Als de noodstopknop S1 niet ingedrukt is en het terugkoppelcircuit gesloten is, d.w.z. dat de relais van de PZE X4 afgevallen zijn, kan door sluiten van de knop S2 het apparaat gestart worden. Het te vroeg of permanent indrukken van de startknop leidt niet tot een ongecontroleerde of ongewenste start van het apparaat (bewaakte start).

Indeling volgens EN 954-1

De schakeling kan in categorie 2 ingedeeld worden. De schakeling heeft geen redundantie in het ingangscircuit. Aardsluitingen in het ingangscircuit worden gedetecteerd. Een enkele fout in het relais leidt niet tot verlies van de veiligheidsfunctie.

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Kenmerken	Bestelnummer
1	PNOZ X3	230 V AC/24 V DC	774 3181
1	PZE X4	24 V DC	774 585

Bestand van de tekening: Z_=PNOZX3_1

[illegible]

4.2. Noodstop toepassingen PNOZ X3 cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- 2-kanalige aansturing met detectie van onderlinge sluiting
- Handmatige start met bewaking
- Contactversterking door 2 externe magneetschakelaars met mechanisch gedwongen contacten
- Terugkoppelcircuit voor de bewaking van de magneetschakelaars

Beschrijving

Noodstopfunctie

De voedingsspanning is permanent aanwezig op B1 en B2 van de PNOZ X3. Door de noodstopknop S4 in te drukken, worden ingangscircuit 1 (S21/22) en ingangscircuit 2 (S31/32) onderbroken, de veiligheidscontacten van de PNOZ X3 gaan open en de magneetschakelaars K4 en K5 vallen af.

Start/Reset

Als de noodstopknop S4 niet ingedrukt is en het terugkoppelcircuit gesloten is, d.w.z. dat de magneetschakelaars K4 en K5 afgefallen zijn, kan door sluiten van de knop S3 het apparaat gestart worden. Het te vroeg of permanent indrukken van de startknop leidt niet tot een ongecontroleerde of ongewenste start van het apparaat (bewaakte start).

Indeling volgens EN 954-1

De schakeling kan in categorie 4 ingedeeld worden. De schakeling heeft redundantie in het ingangscircuit. Aardsluitingen en onderlinge sluitingen in het ingangscircuit worden gedetecteerd. Een enkele fout in het relais leidt niet tot verlies van de veiligheidsfunctie.

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Kenmerken	Bestelnummer
1	PNOZ X3	230 V AC/24 V DC	774 318

Bestand van de tekening: Z_=PNOZX3_2

4.2. Noodstop-toepassingen PNOZ X3 cat. 4, EN 954-1



4.3. Hekbewakingstoepassingen PNOZ X2 cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- 2-kanalige aansturing met detectie van onderlinge sluiting
- Hekschakelaars (2 rolhefschakelaars)
- Automatische start
- Aanloop- en functietest
- Contactversterking door 2 externe magneetschakelaars met mechanisch gedwongen contacten
- Terugkoppelcircuit voor de bewaking van de magneetschakelaars

Beschrijving

Hekbewakingsfunctie

De voedingsspanning is permanent aanwezig op B1 en B2 van de PNOZ X3. Bij het openen van het hek wordt het mechanisch gedwongen contact 11/12 van de rolhefschakelaar S7 door een schakelnok bekrachtigd en het maakcontact 13/14 dat bij gesloten hek bekrachtigd was, komt vrij. Daardoor wordt de voedingsspanning van ingangscircuit 1 (S21/S22) en ingangscircuit 2 (S31/S32) onderbroken en de veiligheidscontacten van de PNOZ X3 gaan open.

Start/Reset

Als bij gesloten hek de spanning op de PNOZ X3 ingeschakeld wordt, schakelt deze niet door, omdat het startcircuit (S13/S14) door het niet-bekrachtigde maakcontact 13/14 en het bekrachtigde mechanisch gedwongen verbreekcontact 21/22 onderbroken is. Pas als het terugkoppelcircuit gesloten is, d.w.z. dat beide mechanisch gedwongen magneetschakelaars K9/K10 afgefallen zijn en het hek eenmaal geopend en weer gesloten is, schakelt de PNOZ X3 in. In de volgende cyclus wordt de PNOZ X3 automatisch gestart door het sluiten van het hek.

Indeling volgens EN 954-1

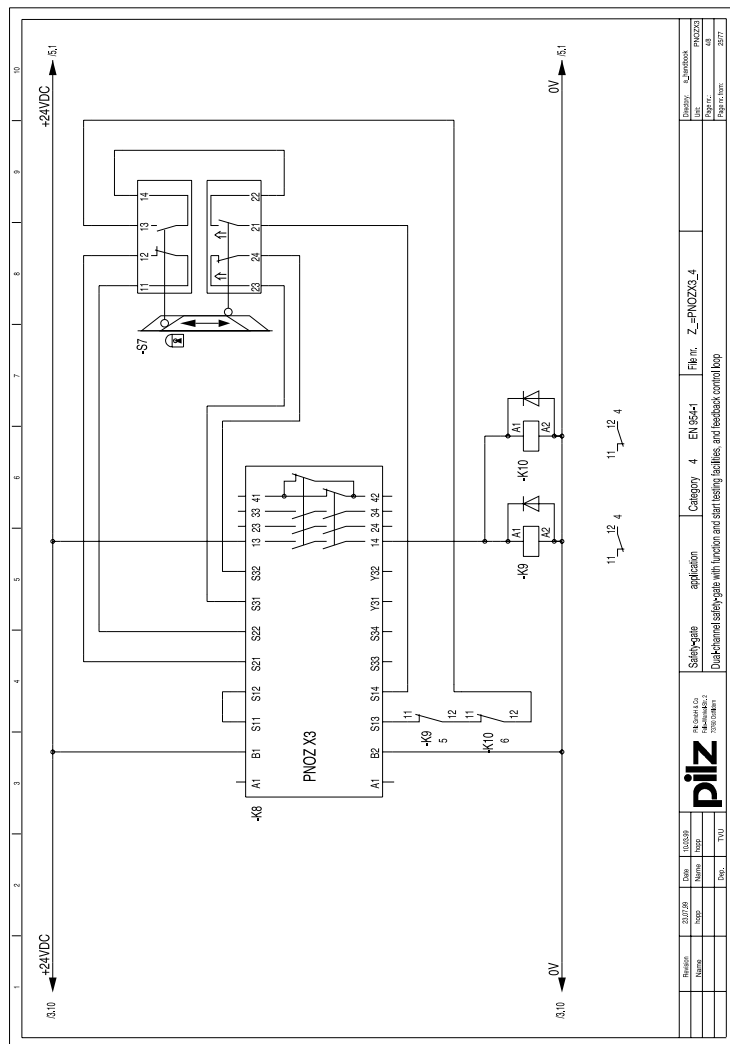
De schakeling kan in categorie 4 ingedeeld worden. De schakeling heeft redundantie in het ingangscircuit. Aardsluitingen en onderlinge sluitingen in het hekcircuit worden gedetecteerd. Een enkele fout in de hekbewakingsschakelaar leidt niet tot verlies van de veiligheidsfunctie en wordt direct gedetecteerd. Een fout in het apparaat leidt niet tot verlies van de veiligheidsfunctie.

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Kenmerken	Bestelnummer
1	PNOZ X3	230 V AC/24 V DC	774 318

Bestand van de tekening: Z_=PNOZX3_4

4.3. Hekbewakingstoepassingen PNOZ X2 cat. 4, EN 954-1



4.4. Lichtschermtoepassingen PNOZ X8P cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- 2-kanalige aansturing
- Lichtscherm met relaisuitgang
- Handmatige start met bewaking
- Zendertest

Beschrijving

Bewakingsfunctie

De voedingsspanning is permanent aanwezig op A1 en A2 van de PNOZ X8P. Als lichtscherm B1 niet onderbroken is, is de PNOZ X8P doorgeschakeld. Als lichtscherm B1 onderbroken wordt, vallen beide relais in de ontvanger van het lichtscherm af, de voedingsspanning van ingangscircuit 1 (S11/S12) en ingangscircuit 2 (S21/S22) van de PNOZ X8P wordt onderbroken en de veiligheidscontacten gaan open.

Start/Reset

Als het lichtscherm weer vrijkomt en de startknop S15 ingedrukt wordt, start de PNOZ X8P niet direct. Door het verbreekcontact van S15 wordt de zender in het lichtscherm uitgeschakeld. Pas als de knop S15 weer losgelaten wordt (negatieve flank), wordt de zender weer actief en de PNOZ X8P schakelt door. Het te vroeg of permanent indrukken van de startknop leidt niet tot een ongecontroleerde of ongewenste start van het apparaat (bewaakte start).

Indeling volgens EN 954-1

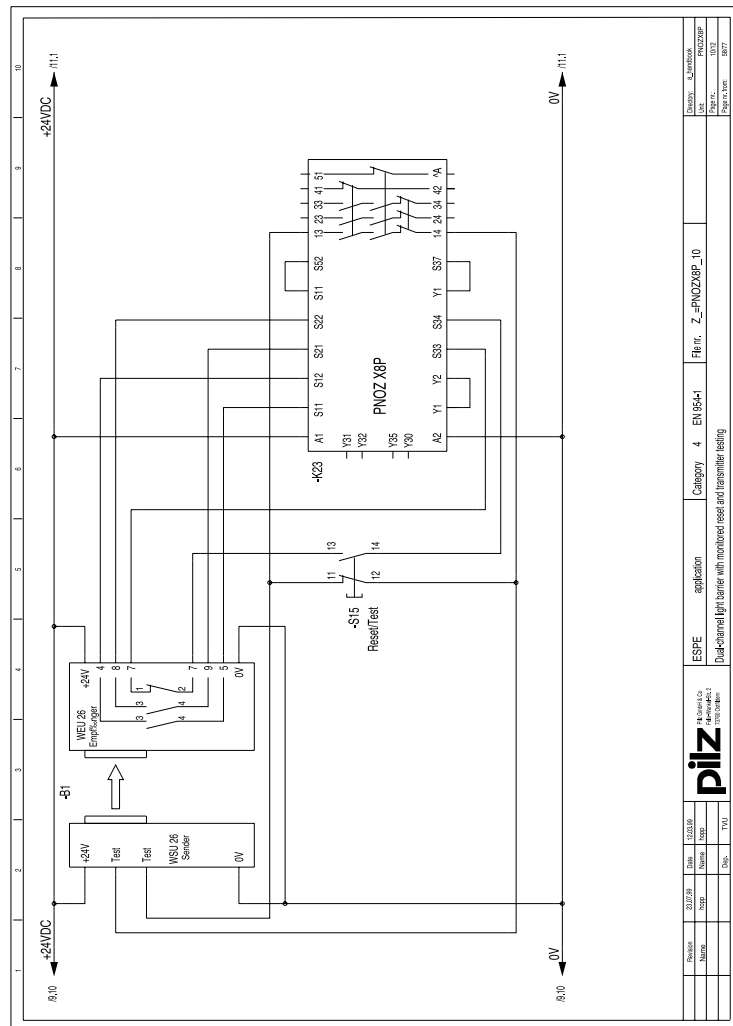
De schakeling kan in categorie 4 ingedeeld worden. De schakeling heeft redundantie in het ingangscircuit. Aardsluitingen en onderlinge sluitingen in het ingangscircuit worden gedetecteerd. Een enkele fout in het lichtscherm wordt gedetecteerd. Een fout in de PNOZ X8P leidt niet tot verlies van de veiligheidsfunctie.

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Kenmerken	Bestelnummer
1	PNOZ X8P	24 V DC	777 760

Bestand van de tekening: Z_=PNOZX8P_10

4.4. Lichtschermtoepassingen PNOZ X8P cat. 4, EN 954-1



4.5. Lichtschermtoepassingen PNOZ X8P cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- 2-kanalige aansturing
- Lichtscherm met halfgeleideruitgang
- Handmatige start met bewaking
- Zendertest

Beschrijving

Bewakingsfunctie

De voedingsspanning is permanent aanwezig op A1 en A2 van de PNOZ X8P. Als lichtscherm B2 niet onderbroken is, is de PNOZ X8P doorgeschakeld. Als het lichtscherm onderbroken wordt, schakelen beide halfgeleideruitgangen van het lichtscherm af. Daardoor wordt de voedingsspanning van ingangscircuit 1 (S12) en ingangscircuit 2 (S52) van de PNOZ X8P onderbroken en de veiligheidscontacten gaan open.

Start/Reset

Als het lichtscherm weer vrijkomt en de startknop S16 ingedrukt wordt, start de PNOZ X8P niet direct. Door het verbreekcontact van S16 wordt de zender in het lichtscherm uitgeschakeld. Pas als de knop S16 weer losgelaten wordt (negatieve flank), wordt de zender weer actief en de PNOZ X8P schakelt door. Het te vroeg of permanent indrukken van de startknop leidt niet tot een ongecontroleerde of ongewenste start van het apparaat (bewaakte start).

Indeling volgens EN 954-1

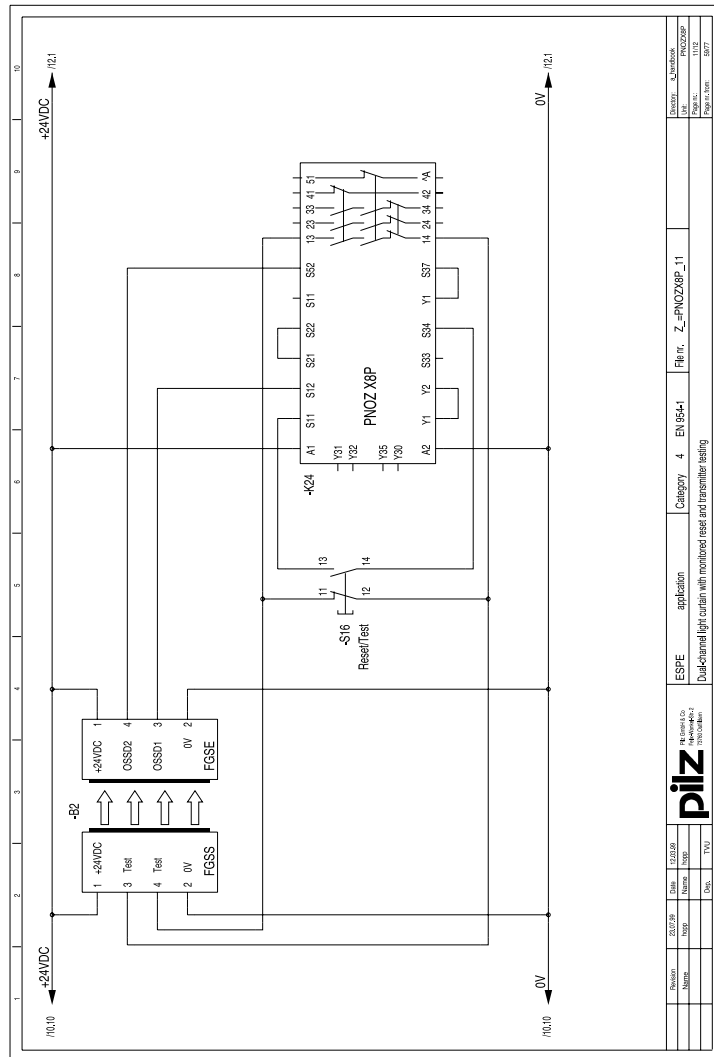
De schakeling kan in categorie 4 ingedeeld worden. De schakeling heeft redundantie in het ingangscircuit. Aardsluitingen en onderlinge sluitingen worden door het lichtscherm gedetecteerd. Een enkele fout in de PNOZ X8P en in het lichtscherm wordt gedetecteerd. De enkele fout leidt niet tot verlies van de veiligheidsfunctie.

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Kenmerken	Bestelnummer
1	PNOZ X8P	24 V DC	777 760

Bestand van de tekening: Z_=PNOZX8P_11

4.5. Lichtschermtoepassingen PNOZ X8P cat. 4, EN 954-1



4.6. Noodstoptoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- Tweekanaliig redundant
- Handmatige reset bij herstart/aanloop van de PSS
- Handmatige reset na ontgrendelen van de noodstopknop
- Gebruikte failsafe standaardfunctiebouwsteen: SB062 (E-STOP)

Beschrijving

Noodstopfunctie

In dit voorbeeld bewaakt de veiligheidsbesturing de beide noodstopknoppen S1 en S2. Aan elke noodstopknop is in het gebruikersprogramma een failsafe standaardfunctiebouwsteen SB062 toegekend. SB062 detecteert of de toegekende noodstop ingedrukt is, maar ook verkeerde ingangssignalen, overschrijding van de contactsynchronisatietijd enz.

Als de noodstopknop ingedrukt wordt of als er een fout optreedt, wordt de vrijgave-uitgang *FG* van de betreffende SB062 direct gereset.

De vrijgave-uitgang *FG* wordt ook bij het stoppen van de PSS en bij het inschakelen van de PSS gereset.

De signalen van beide vrijgave-uitgangen *FG* moeten door het gebruikersprogramma geëvalueerd worden en tot een passende reactie leiden. Aan de hand van een waarde die door SB062 in DB015 opgeslagen is, kan achterhaald worden, waarom *FG* gereset is.

Het resetten van de fout is afhankelijk van de bedrijfsmodus die bij SB062 ingesteld is.

De bouwstenen SB062 zijn in dit toepassingsvoorbeeld telkens zo geparametreerd dat bij herstart (PSS uit-/ingeschakeld), bij aanloop (STOP-RUN-overgang van de PSS) of na ontgrendelen van de noodstopknop eerst een reset moet plaatsvinden door het indrukken van de knop S3 (0/1-flank op *E/N*), opdat de uitgangsparemeter *FG* van SB062 gereset wordt.

Indeling volgens EN 954-1

Afhankelijk van het toepassingsgebied en de daar geldende voorschriften geldt het aansluitvoorbeeld volgens EN 954-1 t/m categorie 4.

Reden:

- Redundantie door tweekanaliige noodstopknop
- Door de voeding van de beide contacten van een noodstopknop met verschillende testpulsen worden alle kortsluitingen gedetecteerd, tenzij beide contacten tegelijkertijd overbrugd zijn (bij beide noodstopcontacten is de ader van de testpuls naar het contact kortgesloten met de ader van het contact naar de ingang).
- Alle onderlinge sluitingen en kortsluitingen naar 24 V DC worden gedetecteerd.
- Plausibiliteitstest van de ingangssignalen en overschrijding van de contactsynchronisatietijd in SB062

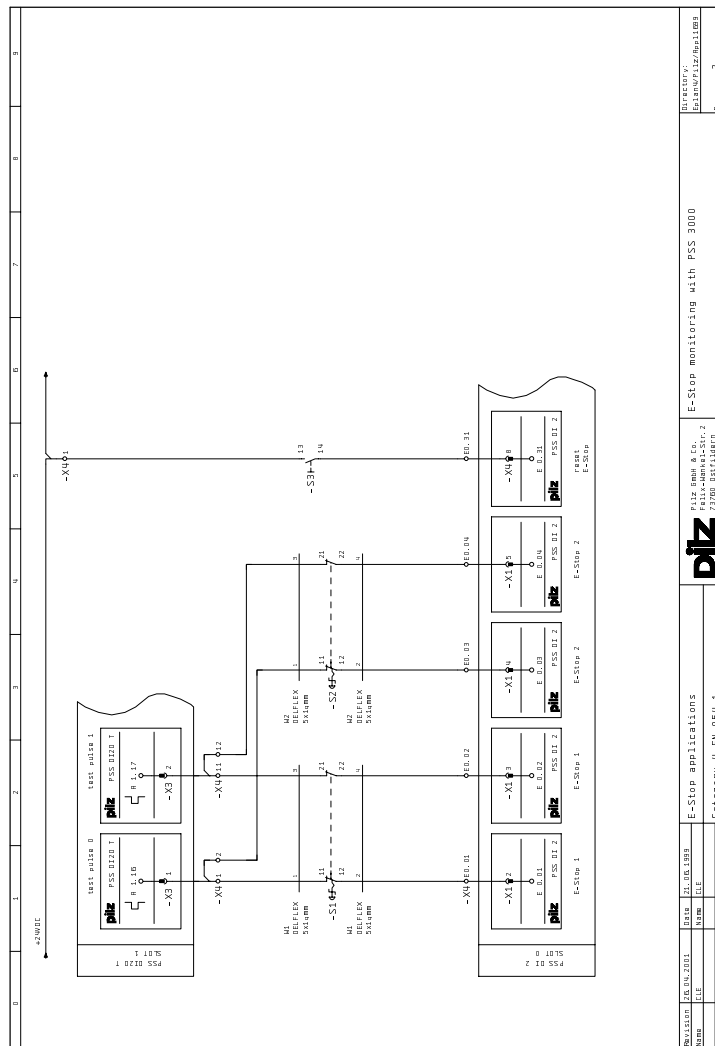
4.6. Noodstop-toepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Bestelnummer
1	PSS CPU	301 060
1	PSS BMP 4/2	301 006
1	PSS PS 24	301 051
1	PSS DI2O T	301 112
1	PSS DI 2	301 101
1	PSS-SB-NOT	301 176B

Bestand van de tekening: pagina 2 in het project 'Eplan4/Pilz/APPL1699'

4.6. Noodstop toepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

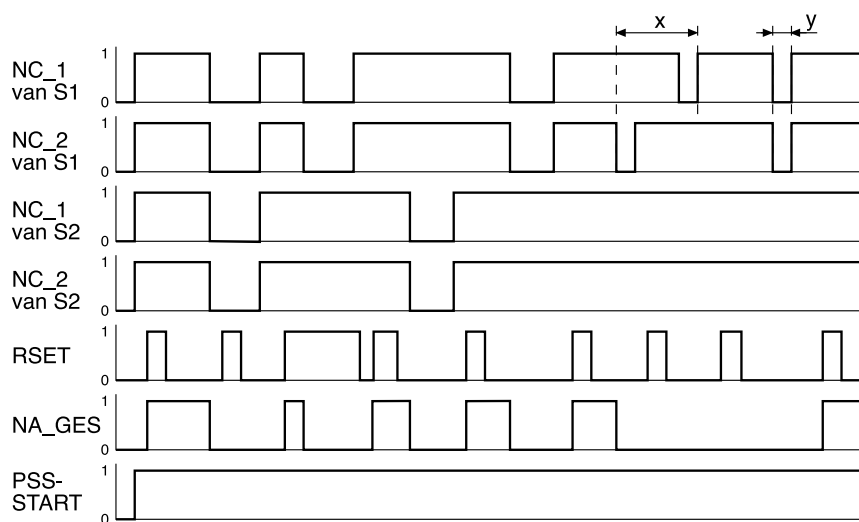


4.6. Noodstop-toepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Functiediagram

Parametrering van SB062

- Handmatige reset bij aanloop/herstart van de PSS:
 $AuSt = 1$
- Handmatige reset na ontgrendelen van de noodstopknop:
 $ARst = 0$



x: Synchronisatiefout
y: Functietest noodstopknop

4.6. Noodstoptoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Programma

				SB062 E-STOP			
KB 003		- B	-	SSNR	ENBL	X	- M 080.00 .NA_1
M 110.01	.VKE-1	- X	-	GRP			
E 0.31	.Reset	- X	-	RSET			
E 0.01	.Noodstop1_1	- X	-	NC_1			
E 0.02	.Noodstop1_2	- X	-	NC_2			
M 110.00	.VKE-0	- X	-	AuSt			
M 110.00	.VKE-0	- X	-	ARst			
M 110.01	.VKE-1	- X	-	FTST			

				SB062 E-STOP			
KB 004		- B	-	SSNR	ENBL	X	- M 080.001 .NA_2
M 110.01	.VKE-1	- X	-	GRP			
E 0.31	.Reset	- X	-	RSET			
E 0.03	.Noodstop2_1	- X	-	NC_1			
E 0.04	.Noodstop2_2	- X	-	NC_2			
M 110.00	.VKE-0	- X	-	AuSt			
M 110.00	.VKE-0	- X	-	ARst			
M 110.01	.VKE-1	- X	-	FTST			

Extra commando's:

```
: L M080.00 .NA_1
: U M080.01 .NA_2
: = M080.02 .NA_GES
```

4.6. Noodstoptoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Bij SB062 wordt de ingangsparameter SSNR bewaakt. Daarom moet hij in elke PSS-cyclus doorlopen worden. Voert u daarom op het einde van OB101 **eenmalig** de volgende commando's in:

: A DB015
: I DW1015

Effect: De teller voor de *SSNR*-bewaking in DB015/DW1015 (globale parameter) wordt geïncrementeerd.

Aanwijzing:

In de configurator van de systeemsoftware PSS SW PG moet een 'minimale cyclustijd' ingesteld worden.

Gebruikte globale parameters in de beheer-DB015

- DW1001: Aantal cycli van de contactsynchronisatietijd tussen de twee verbreekcontacten van de noodstopknop
 - DW1015: Teller voor de *SSNR*-bewaking
- De globale parameters kunnen in OB120 met SB070 ingesteld worden.

Extra benodigde bouwstenen

- DB015: Beheerdatabouwsteen
DB015 moet met de totale lengte van 1024 datawoorden aanwezig zijn. DB015 moet READ/WRITE-toegang hebben.
- SB070: Initialisatie van de globale parameters in DB015
- SB255: Systeemaanroep

4.7. Hekbewakingstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- Tweekanaliig redundant
- Handmatige reset bij herstart/aanloop van de PSS
- Heraanloopblokkering
- Geen functietest van het hek noodzakelijk bij herstarten en aanlopen van de PSS
- Gebruikte failsafe standaardfunctiebouwsteen: SB066 (ST_K4)

Beschrijving

Hekbewakingsfunctie

In dit voorbeeld bewaakt de veiligheidsbesturing de beide hekschakelaars S1 en S2. Aan de hekschakelaars is in het gebruikersprogramma de failsafe standaardfunctiebouwsteen SB066 toegekend. SB066 detecteert een geopend hek, maar ook verkeerde ingangssignalen zoals een continu ingedrukte startknop.

Als het hek geopend wordt of er treedt een fout op, wordt de vrijgave-uitgang *FG* van SB066 direct gereset.

De vrijgave-uitgang *FG* wordt ook bij het stoppen van de PSS en bij het inschakelen van de PSS gereset.

Het signaal van de vrijgave-uitgang *FG* moet door het gebruikersprogramma geëvalueerd worden en tot een passende reactie leiden. Aan de hand van een waarde die door SB066 in DB015 opgeslagen is, kan achterhaald worden, waarom *FG* gereset is.

Het resetten van de fout is afhankelijk van de bedrijfsmodus die bij SB066 ingesteld is.

SB066 is in dit toepassingsvoorbeeld zo geparametreerd dat bij herstart (PSS uit-/ingeschakeld), bij aanloop (STOP-RUN-overgang van de PSS) of na sluiten van het hek (heraanlopen) eerst een reset moet plaatsvinden door het indrukken van de knop S3 (0/1-flank op *Strt*), opdat de vrijgave-uitgang *FG* van SB066 gereset wordt.

Bovendien is SB066 zo geparametreerd dat er bij het aanlopen en herstarten geen functietest van het hek (hek openen en sluiten) uitgevoerd moet worden.

Indeling volgens EN 954-1

Afhankelijk van het toepassingsgebied en de daar geldende voorschriften geldt het aansluitvoorbeeld volgens EN 954-1 t/m categorie 4.

Reden:

- Redundantie door twee hekschakelaars
- Door de voeding van de contacten van beide hekschakelaars met verschillende testpulsen worden alle kortsluitingen gedetecteerd, tenzij beide contacten tegelijkertijd overbrugd zijn (telkens kabel testpuls naar contact met kabel contact naar ingang).
- Alle onderlinge sluitingen en kortsluitingen naar 24 V DC worden gedetecteerd.

4.7. Hekbewakingstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

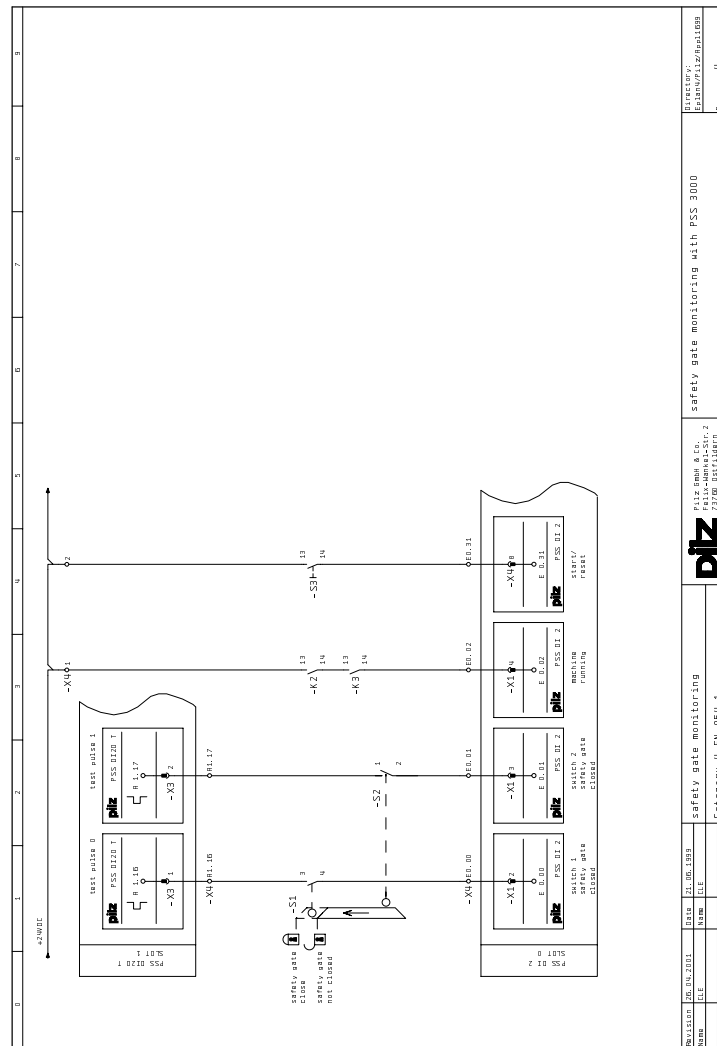
- Plausibiliteitstest van de ingangssignalen en bewaking van de contactsynchronisatietijd in SB066 bij het sluiten van het hek.

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Bestelnummer
1	PSS CPU	301 060
1	PSS BMP 4/2	301 006
1	PSS PS 24	301 051
1	PSS DI20 T	301 112
1	PSS DI 2	301 101
1	PSS-SB-TRA	301 175B

Bestand van de tekening: pagina 4 in het project 'Eplan4/Pilz/APPL1699'

4.7. Hekbewakingstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

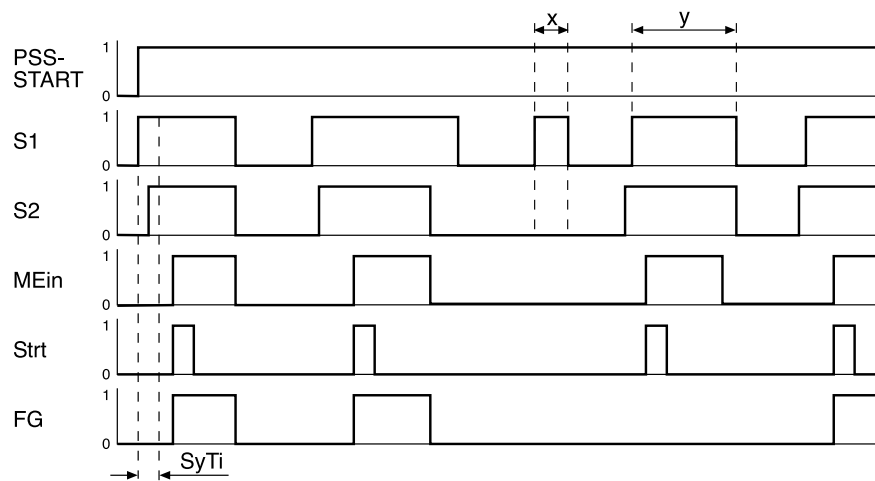


4.7. Hekbewakingstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Functiediagram

Parametrering van SB066

- Handmatige reset bij aanloop/herstart van de PSS:
 $AuSt = 0$
- Heraanloopblokkering:
 $ARst = 0$
- Geen functietest van het hek noodzakelijk bij aanlopen en herstarten van de PSS:
 $NFKT = 1$



$SyTi$: Synchronisatietijd tussen S1 en S2, door de gebruiker te bepalen

x : Synchronisatiefout

y : Functietest hek

4.7. Hekbewakingstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Programma

						SB066 ST_K4				
KB	001		- B	-	SSNR	FG	- X	- M	080.00	
E	0.00	.Hekschakelaar1	- X	-	S1					
E	0.01	.Hekschakelaar2	- X	-	S2					
KF	01000	.Syn.tijd	- W	-	SyTi					
E	0.02	.Machine loopt	- X	-	MEin					
E	0.31	.Reset	- X	-	Strt					
M	110.00	.VKE-0	- X	-	ARSt					
M	110.00	.VKE-0	- X	-	Aust					
M	110.01	.VKE-1	- X	-	NFkT					

Aanwijzing:

In de configurator van de systeemsoftware PSS SW PG moet een 'minimale cyclustijd' ingesteld worden.

Gebruikte globale parameter in de beheer-DB015

- DW1022: Minimale cyclustijd

De globale parameter kan in OB120 met SB070 ingesteld worden.

Extra benodigde bouwstenen

- DB015: Beheerdatabouwsteen
DB015 moet met de totale lengte van 1024 datawoorden aanwezig zijn. DB015 moet READ/WRITE-toegang hebben.
- SB070: Initialisatie van de globale parameters in DB015

4.8. Terugkoppelcircuittoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- Tweekanaliig
- Gebruikte failsafe standaardfunctiebouwsteen: SB067 (RFK_K4)

Beschrijving

Functie terugkoppelcircuitbewaking

In dit voorbeeld bewaakt de veiligheidsbesturing de contacten van de beide magneetschakelaars K5 en K6. Aan de verbreekcontacten K5 en K6 is in het gebruikersprogramma de failsafe standaardfunctiebouwsteen SB067 toegekend. SB067 bewaakt het terugkoppelcircuit en stuurt ook de magneetschakelaars aan. Door een 0/1-flank op de ingangsparameter *Ein* van SB067 (knop S1) wordt de uitgang *K* die de magneetschakelaars aanstuurt, op '1' gezet, door een 1/0-flank op '0'.

SB067 beschikt over een omvangrijke foutdetectie. Fouten zoals 'Terugkoppelcircuit blijft open' of 'Terugkoppelcircuit blijft gesloten' worden zelfstandig door SB067 gedetecteerd.

Als er een fout optreedt, worden de vrijgave-uitgang *FG* en de uitgang *K* van SB067 die de magneetschakelaars aanstuurt, direct gereset.

Beide uitgangen worden ook bij het stoppen van de PSS en bij het inschakelen van de PSS gereset.

Het signaal van de vrijgave-uitgang *FG* kan door het gebruikersprogramma geëvalueerd worden en tot een passende reactie leiden. Aan de hand van een waarde die door SB067 in DB015 opgeslagen is, kan achterhaald worden, waarom *FG* gereset is.

Als er een fout optreedt, moet er na het oplossen van de fout een reset plaatsvinden door het indrukken van de knop S2 (0/1-flank op *RSet*), opdat de vrijgave-uitgang *FG* van SB067 gereset wordt. Vervolgens kan ook de uitgang *K* door het indrukken van S1 gereset worden.

Indeling volgens EN 954-1

Afhankelijk van het toepassingsgebied en de daar geldende voorschriften geldt het aansluitvoorbeeld volgens EN 954-1 t/m categorie 4.

Reden:

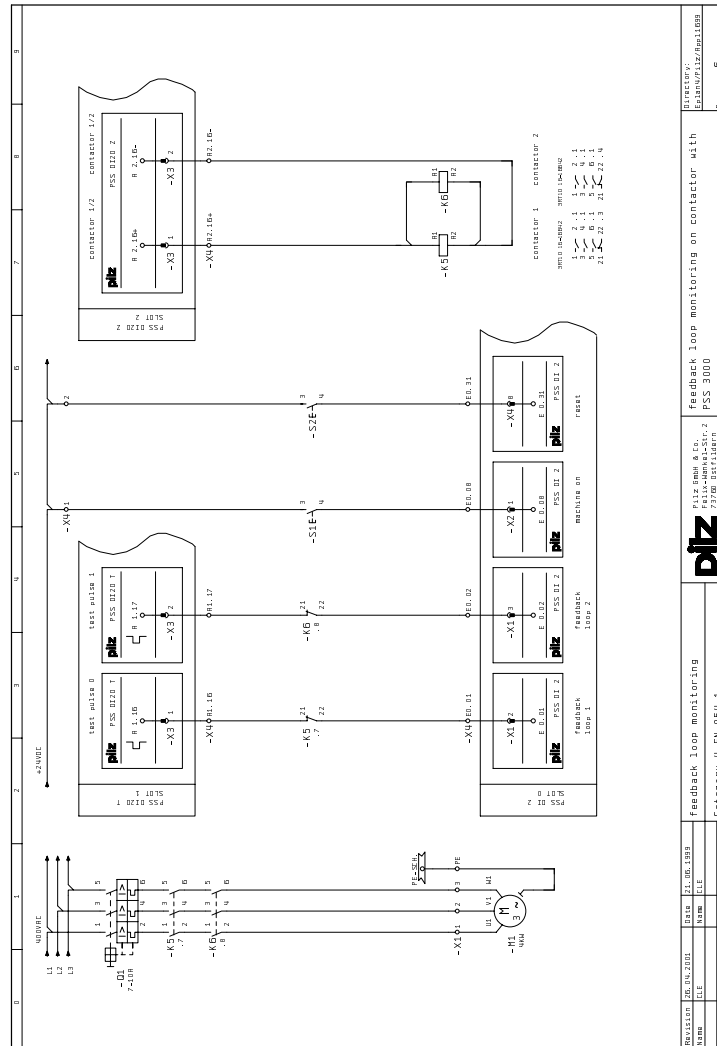
- Redundantie door tweevoudig afschakelen van vermogenstoevoer naar motor
- Plausibiliteitstest van de ingangssignalen in SB067

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Bestelnummer
1	PSS CPU	301 060
1	PSS BMP 4/2	301 006
1	PSS PS 24	301 051
1	PSS DIO Z	301 108
1	PSS DI 2	301 101
1	PSS-SB-NOT	301 176B

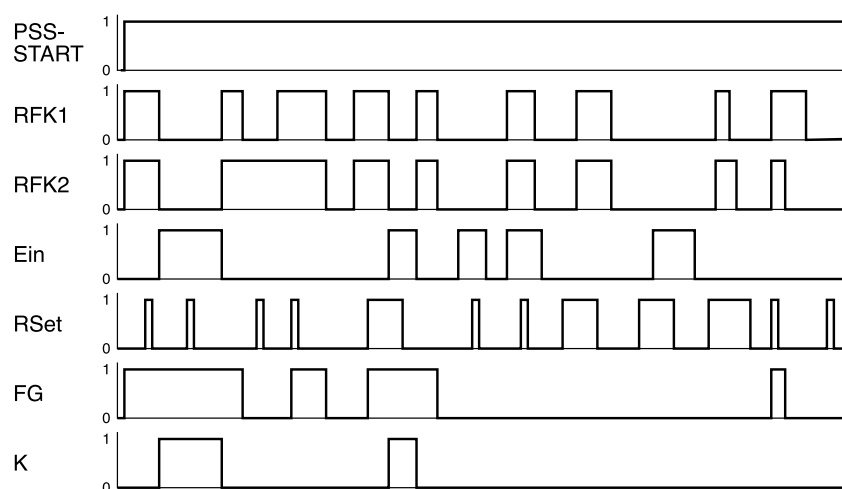
Bestand van de tekening: pagina 6 in het project 'Eplan4/Pilz/APPL1699'

4.8. Terugkoppelcircuittoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1



4.8. Terugkoppelcircuittoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Functiediagram



Programma

SB067 RFK_K4					
KB 007		- B	SSNR	FG	X - M 072.01 .Vrijgave M1
E 0.01	.RFK-K-M1.1	- X	RFK1	K	X - A 2.16 .K-M1.1/2
E 0.02	.RFK-K-M1.2	- X	RFK2		
E 0.31	.Reset	- X	Rset		
E 0.08	.M1_Aan	- X	Ein		

Aanwijzing:

In de configurator van de systeemsoftware PSS SW PG moet een 'minimale cyclustijd' ingesteld worden.

4.8. Terugkoppelcircuittoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Gebruikte globale parameter in de beheer-DB015

- DW1002: Aantal cycli voor de reactietijd van het terugkoppelcircuit
- De globale parameter kan in OB120 met SB070 ingesteld worden.

Extra benodigde bouwstenen

- DB015: Beheerdatabouwsteen
DB015 moet met de totale lengte van 1024 datawoorden aanwezig zijn. DB015 moet READ/WRITE-toegang hebben.
- SB070: Initialisatie van de globale parameters in DB015

4.9. Tweehandenbedieningstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- Tweekanaliig redundant
- Bedrijfsmodus 'Aantippen' (aantipbediening met één knop) niet geactiveerd
- Bedrijfsmodus 'Omhoog' (beweging omhoog met één knop activeerbaar) is niet geactiveerd
- Zonder enkeleslagbeveiliging
- Gebruikte failsafe standaardfunctiebouwsteen: SB059 (2_HAND)

Beschrijving

Tweehandenbewakingsfunctie

In dit voorbeeld bewaakt de veiligheidsbesturing de knoppen S1 en S2 van een tweehandenbedieningsrelais. Aan de knoppen is in het gebruikersprogramma de failsafe standaardfunctiebouwsteen SB059 toegekend. SB059 bewaakt de bediening van de knoppen en detecteert verkeerde ingangssignalen, synchronisatiefouten, plausibiliteitsfouten enz.

Als er een fout optreedt, wordt de vrijgave-uitgang *FG* direct gereset.

De vrijgave-uitgang *FG* wordt ook bij het stoppen van de PSS en bij het inschakelen van de PSS gereset.

Het signaal van de vrijgave-uitgang *FG* moet door het gebruikersprogramma geëvalueerd worden en tot een passende reactie leiden. Naast *FG* kunnen nog drie andere uitgangsparameters geëvalueerd worden, waarop in dit voorbeeld niet ingegaan wordt.

Aan de hand van een waarde die door SB059 in DB015 opgeslagen is, kan achterhaald worden, waarom *FG* gereset is.

Als er een fout optreedt, moet er na het oplossen van de fout een reset plaatsvinden door het indrukken van de knop S3 (0/1-flank op *RSet*), opdat de vrijgave-uitgang *FG* van SB059 gereset wordt.

Indeling volgens EN 954-1

Afhankelijk van het toepassingsgebied en de daar geldende voorschriften geldt het aansluitvoorbeeld volgens EN 954-1 t/m categorie 4.

Reden:

- Redundantie door tweekanaliige knoppen.
- Door de voeding van de knoppen met verschillende testpuls en de plausibiliteitstests van SB059 worden alle kortsluitingen gedetecteerd.
- Alle onderlinge sluitingen en kortsluitingen naar 24 V DC worden gedetecteerd.
- Plausibiliteitstest van de ingangssignalen en gelijktijdigheidsbewaking in SB059.

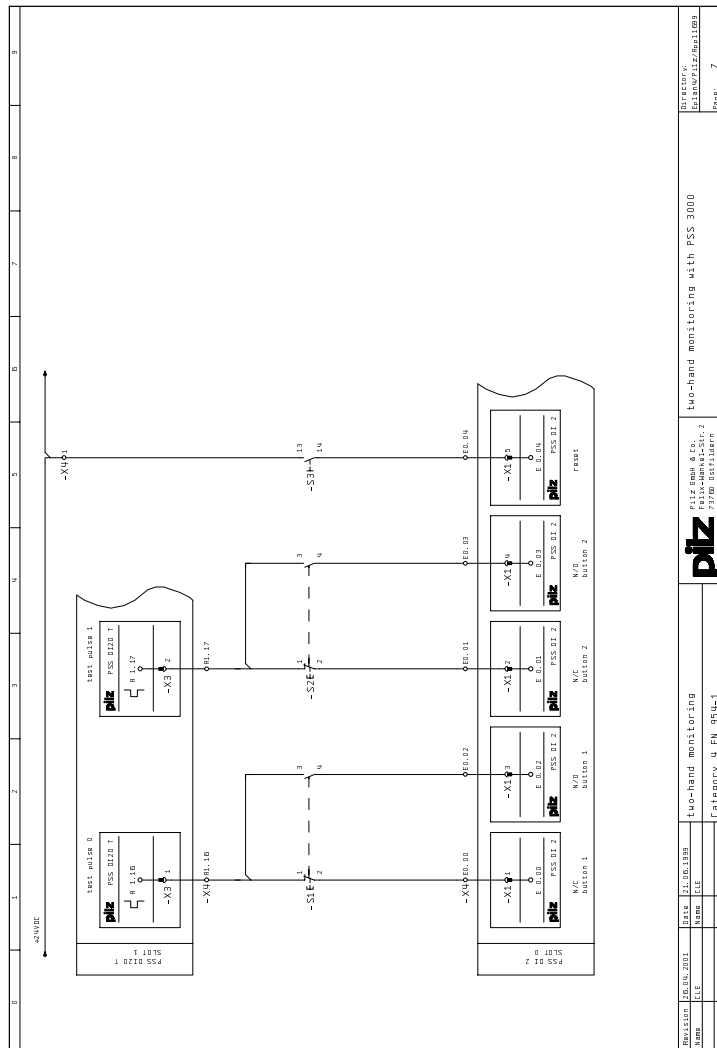
4.9. Tweehandenbedieningstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Bestelnummer
1	PSS CPU	301 060
1	PSS BMP 4/2	301 006
1	PSS PS 24	301 051
1	PSS DI2O T	301 112
1	PSS DI 2	301 101
1	PSS-SB-TRA	301 175B

Bestand van de tekening: pagina 7 in het project 'Eplan4/Pilz/APPL1699'

4.9. Tweehandenbedieningstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

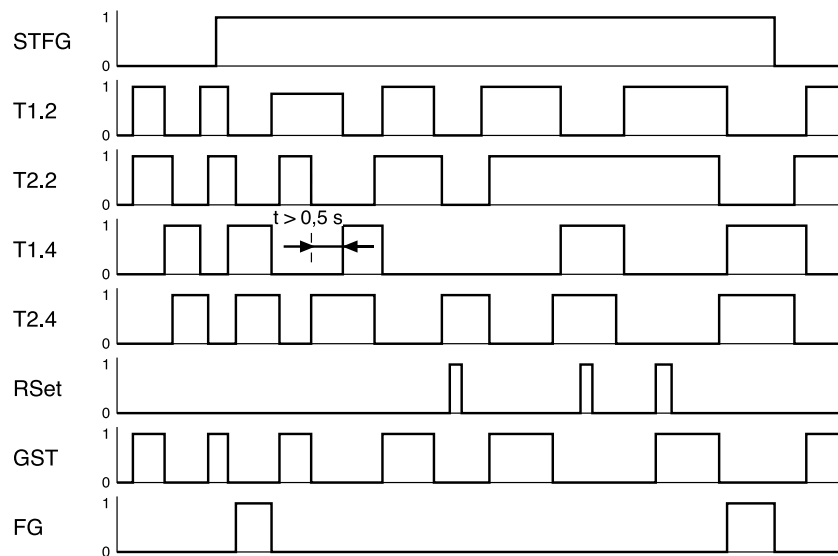


4.9. Tweehandenbedieningstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Functiediagram

Parametrering van SB059

- Geen enkeleslagbeveiliging
 $MEin = 0$
- Bedrijfsmodus 'Aantipbediening met een knop' blokkeren:
 $Tipp = 0$
- Bedrijfsmodus 'Beweging omhoog met een knop activeerbaar' blokkeren:
 $Auf = 0$



$t > 0,5 \text{ s}$: Gelijktijdigheidsbewaking

4.9. Tweehandenbedieningstoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Programma

SB059 2_HAND									
KB 001		- B	SSNR	FG	- X - M	080.00	.Vrijgave		
M 070.00	.STAT_Vrijgave	- X	STFG	GST	- X - M	080.01	.Basisst		
M 110.00	.VKE-0	- X	MEin	AUF	- X - M	080.02	.Pers_omhoog		
E 0.00	.Tweehand_V-1	- X	T1.2	OFF	- X - M	080.03	.Uitschakelen		
E 0.02	.Tweehand_M-1	- X	T1.4						
E 0.01	.Tweehand_V-2	- X	T2.2						
E 0.03	.Tweehand_M-2	- X	T2.4						
E 0.04	.Reset	- X	RSet						
M 110.00	.VKE-0	- X	Tipp						
M 110.00	.VKE-0	- X	Auf						
M 110.00	.VKE-0	- X	Off						

Aanwijzing:

In de configurator van de systeemsoftware PSS SW PG moet een 'minimale cyclustijd' ingesteld worden.

Gebruikte globale parameter in de beheer-DB015

- DW1003: Aantal cycli van de contactomschakeltijd tussen maak- en verbreekcontacten (knoppen)

De globale parameter kan in OB120 met SB070 ingesteld worden.

Extra benodigde bouwstenen

- DB015: Beheerdatabouwsteen
DB015 moet met de totale lengte van 1024 datawoorden aanwezig zijn. DB015 moet READ/WRITE-toegang hebben.
- SB070: Initialisatie van de globale parameters in DB015

4.10. Lichtschermtoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Kenmerken

- Tweekanaliig redundant
- Handmatige reset bij herstart/aanloop van de PSS
- Heraanloopblokkering
- Functietest van de CWB bij herstarten en aanlopen van de PSS noodzakelijk
- Gebruikte failsafe standaardfunctiebouwsteen: SB069 (AOPD_GDO)

Beschrijving

CWB-bewakingsfunctie

In dit voorbeeld bewaakt de veiligheidsbesturing de beide tegen onderlinge sluiting beveiligde halfgeleideruitgangen van een contactloos werkende beveiligingsinrichting (CWB). Aan de halfgeleideruitgangen is in het gebruikersprogramma de failsafe standaardfunctiebouwsteen SB069 toegekend. SB069 detecteert een onderbroken beveiligingsveld, maar ook verkeerde ingangssignalen zoals een continu ingedrukte resetknop.

Als het beveiligingsveld onderbroken wordt of er treedt een fout op, wordt de vrijgave-uitgang *ENBL* van SB069 direct gereset.

De vrijgave-uitgang *ENBL* wordt ook bij het stoppen van de PSS en bij het inschakelen van de PSS gereset.

Het signaal van de vrijgave-uitgang *ENBL* moet door het gebruikersprogramma geëvalueerd worden en tot een passende reactie leiden. Aan de hand van een waarde die door SB069 in DB015 opgeslagen is, kan achterhaald worden, waarom *ENBL* gereset is.

Het resetten van de fout is afhankelijk van de bedrijfsmodus die bij SB069 ingesteld is.

SB069 is in dit toepassingsvoorbeeld zo geparametreerd dat bij herstart (PSS uit-/ingeschakeld), bij aanloop (STOP-RUN-overgang van de PSS) of na vrijgave van het beveiligingsveld (heraanlopen) eerst een reset moet plaatsvinden door het bedienen van de sleutelschakelaar S1 (0/1-flank op *RSET*), opdat de vrijgave-uitgang *ENBL* van SB069 gereset wordt. Bovendien is SB069 zo geparametreerd dat er bij het aanlopen en herstarten een functietest van de CWB (beveiligingsveld onderbreken en weer vrijgeven) uitgevoerd moet worden.

Indeling volgens EN 954-1

Afhankelijk van het toepassingsgebied en de daar geldende voorschriften geldt het aansluitvoorbeeld volgens EN 954-1 t/m categorie 4.

Reden:

- De CWB beschikt over twee tegen onderlinge sluiting beveiligde halfgeleideruitgangen die door de PSS bewaakt worden.
- Plausibiliteitstest van de ingangssignalen en bewaking van de contactsynchronisatietijd in SB069.
- Gebruik van de module PSS DI 2.

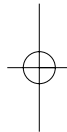
4.10. Lichtschermtoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Pilz-producten

Aantal	Benaming	Bestelnummer
1	PSS CPU	301 060
1	PSS BMP 4/2	301 006
1	PSS PS 24	301 051
1	PSS DI 2	301 101
1	PSS-SB-TRA	301 175B

Bestand van de tekening: pagina 9 in het project 'Eplan4/Pilz/APPL1699'

35

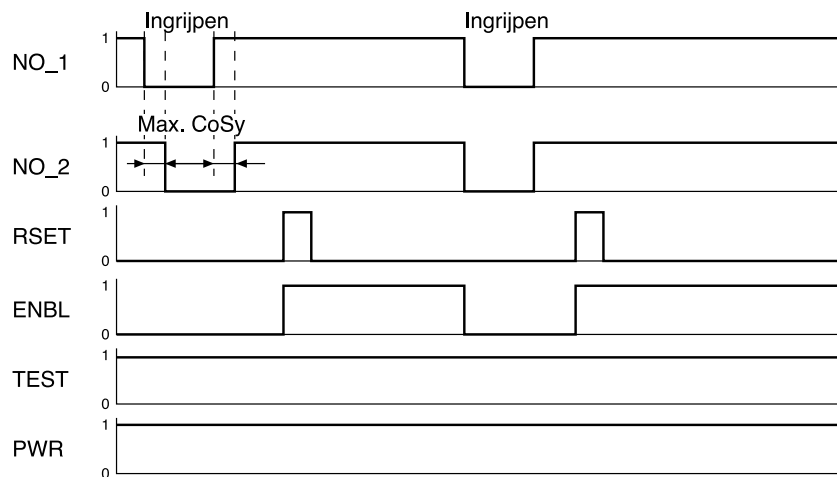


4.10. Lichtschermtoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Functiediagram

Parametrering van SB069

- Bedrijfsmodus 'CWB werkt als beveiligingsinrichting':
 $GdOn = 1$
- Heraanloopblokkering (reset na vrijkomen van het beveiligingsveld noodzakelijk):
 $ARSt = 0$
- Functietest bij aanlopen, herstarten van de PSS en na onderbroken beveiligingsveld:
 $SSeq = 0$



COSY: Contactsynchronisatietijd tussen twee maakcontacten, door de gebruiker te bepalen.

4.10. Lichtschermtoepassingen PSS 3000 cat. 4, EN 954-1

Programma

Extra commando's (aan het begin van het programma invoegen):

```
: L    PB00.00
: OR   EB00.00
: T    EB00.00
```

SB069 AOPD_GDO									
KB 001		- B -	SSNR	ENBL	- X -	M 080.00	.Vrijgave		
E 0.04.	CWB-Maakcontact1	- X -	NO_1	TEST	- X -	M 099.30	.Testuitgang		
E 0.05.	CWB-Maakcontact2	- X -	NO_2	PWR	- X -	M 099.31	.Spg.-Vers. CWB		
M 110.01	.VKE-1	- X -	GdOn						
KB 150		- X -	MTD						
M 110.00	.VKE-0	- X -	SSeq						
M 110.00	.VKE-0	- X -	ARSt						
M 110.00	.VKE-0	- X -	Test						
E 0.06	.Resetknop	- X -	RSET						

Aanwijzing:

In de configurator van de systeemsoftware PSS SW PG moet een 'minimale cyclustijd' ingesteld worden.

Gebruikte globale parameter in de beheer-DB015

- DW1001: Cycli contactsynchronisatietijd S/S
- De globale parameter kan in OB120 met SB070 ingesteld worden.

Extra benodigde bouwstenen

- DB015: Beheerdatabouwsteen
DB015 moet met de totale lengte van 1024 datawoorden aanwezig zijn. DB015 moet READ/WRITE-toegang hebben.
- SB070: Initialisatie van de globale parameters in DB015.

Notities



Notities

Notities



Notities

Notities



Notities

Notities



Notities

Notities



Notities