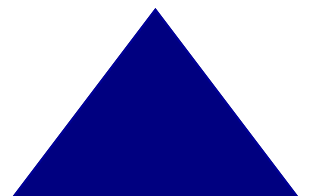


# Machineveiligheid



Brink Techniek BV



## **Colofon**

Auteur: Jaap Jan de Jong  
Eindredactie: Thijs A. Afman  
Trea Winter – van Faassen  
Joost van den Brink  
Nick de With, Isolectra BV te Capelle a/d IJssel

*Dit is een uitgave van Brink Techniek BV.*

*Deze uitgave mag vrij worden gekopieerd binnen educatieve instellingen.*

*Deze uitgave mag zonder toestemming van Brink Techniek BV niet commercieel worden uitgegeven.*

# Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	4
2.	Het practicum .....	5
3.	Veiligheidsschakeling 1 – De noodstop .....	6
4.	Machineveiligheid .....	9
5.	Veiligheidsschakeling 2 – Het veiligheidsrelais met automatische reset .....	10
6.	Waarom machineveiligheid?.....	15
7.	Veiligheidsschakeling 3 – Het veiligheidsrelais met drukknop reset.....	16
8.	Veiligheidsschakeling 4 - Redundantie .....	20
9.	Foutdetectie .....	23
10.	De EN 954-1 norm .....	25
11.	Veiligheidsschakeling 5 – EN 954-1 Categorie 4 .....	28
12.	CE Markering op machines .....	30
13.	Veiligheidsschakeling 6 – Het uitbreidingsrelais. ....	31
14.	Veiligheidsschakeling 7 – Uitbreidingsrelais met redundantie.....	34
15.	SIL-levels & bedrijfsongevallen.....	37
16.	Veiligheidsschakeling 8 - Vital .....	38
17.	Veiligheidsschakeling 9 – Vital met Eden .....	41
18.	Arbo .....	44
19.	Veiligheidsschakeling 10 - Veiligheidsrelais met vergrendeling .....	45
20.	Vragen .....	50
21.	SIL level berekenen.....	54
22.	Veiligheidsafstanden .....	59
23.	Risico verlagen.....	60
24.	Ster-driehoek schakeling .....	65
25.	Eindopdracht 1 - Hijskraan .....	66
26.	Eindopdracht 2 - Zaagmachine.....	67
27.	Bronvermelding .....	68

# Inleiding

Machines zijn niet meer weg te denken uit onze hedendaagse maatschappij. Je kunt nog maar weinig producten vinden die volledig met de hand gemaakt zijn. Door de uitvinding van de stoommachine, de verbrandingsmotor en later de elektromotor kunnen veel productieprocessen zonder inspanning van de mens worden uitgevoerd.

Denk maar eens aan een lasrobot. Je moet de robot instellen voordat hij kan gaan lassen. De robot staat stil. Je denkt: hij is klaar met lassen en je loopt naar de robot toe. Je bent bijna bij het bedieningspaneel om de robot in te stellen. Maar plotseling beweegt de robot; hij was toch nog niet klaar met lassen. Je krijgt een klap van de robot en valt op de grond.

Dit mag in de praktijk natuurlijk nooit gebeuren. Met machineveiligheid kun je deze problemen voorkomen. Bijvoorbeeld met een blokkeerscherm. Een blokkeerscherm is een deur in een machineafscherming (zie figuur 2). Wanneer je het blokkeerscherm opent, worden de machinebewegingen geblokkeerd en weet je zeker dat je machine niet meer gaat draaien.

Dit voorbeeld gaan we, samen met een aantal andere voorbeelden, uitwerken in dit lesmateriaal. Zo leer je wat machineveiligheid precies inhoudt.



**Figuur 1** Lasrobot



**Figuur 2** Afscherming lasrobot

# Het practicum

Bij deze module hoort een raamwerk waarin 6 panelen met onderdelen staan.

- SKV1            Noodstop
- SKV2            Veiligheidsrelais
- SKV3            Uitbreidingsrelais
- SKV4            Schuifhek
- SKV5            Vital-loop
- SKV6            Drukknoppen

Iedereen kent wel de werking van de grasmaaimachine. Een grasmaaier heeft één of meerdere messen die ronddraaien vlak boven de grond. Hierdoor wordt het gras snel en zonder inspanning ingekort.

Als je denkt aan een elektrische grasmaaier, weet je vast wel welke handelingen je moet verrichten voordat de grasmaaier daadwerkelijk gaat draaien:

1.        Steek de stekker in de wandcontactdoos.
2.        Druk de startknop in.
3.        Houdt de beugel achterover.

De motor gaat draaien. Je kunt nu de startknop weer loslaten.

Je begint met maaien. Je hebt 3 banen gemaaid en je komt te vallen. Je valt vlak achter de grasmaaier. De motor stopt met draaien omdat je de beugel hebt losgelaten. Dat is maar goed ook.

*Stel je voor. Je loopt achter de grasmaaier en je komt te vallen. De motor draait door omdat de beugel er niet aanzit. De grasmaaier stuit op een steen en komt terug in jou richting..... We willen er niet aan denken wat dan kan gebeuren!!!!*



**Figuur 3** Grasmaaien

Je kunt de grasmaaier weer laten draaien door de beugel naar achter te trekken en op de startknop te drukken.

Het tegelijkertijd moeten indrukken van de startknop en de beugel voorkomt dat de motor onverwacht gaat draaien als de stekker in het stopcontact wordt gestopt. We noemen dit ook wel een **tweehandenbediening**.

# Veiligheidsschakeling 1 - De noodstop

## Waarom hebben we een noodstop nodig?



**Noodstop:** het woord zegt het eigenlijk al. De noodstop dient ervoor om een machine zo snel mogelijk te laten stoppen. Een noodstopschakelaar herken je aan de **rode** bedieningsknop met de gele achtergrond. De noodstop moet bereikbaar zijn vanaf elke plaats waar je een machine kunt bedienen.



De noodstop die wij gaan gebruiken beschikt over twee verbreekcontacten.



Wanneer de noodstop wordt **uitgetrokken** gaat er stroom door de contacten.

Bij het **indrukken** van de noodstop worden de twee verbreekcontacten verbroken en wordt de spanning van de machine afgeschakeld.



Een veiligheidsnoodstop is voorzien van een dubbel verbreekcontact. De noodstoppen die je ziet op bijvoorbeeld een boormachine zijn enkelvoudig uitgevoerd.

## Waar moet een schakeling met noodstop aan voldoen?

*De schakeling moet zo opgebouwd zijn dat de machine na het ontgrendelen niet meteen weer in werking treedt.*

Wat wordt hier nou bedoeld. Er staat: wanneer de noodstop is ingedrukt en je trekt deze weer uit, moet de machine niet meteen weer gaan draaien. Pas na het indrukken van de startknop gaat bijvoorbeeld de boormachine draaien.

## We gaan een schakeling opbouwen

Wat is de bedoeling. Je gaat een standaard aan/uit schakeling met overneemcircuit en een noodstop maken.

Wat heb je allemaal nodig:

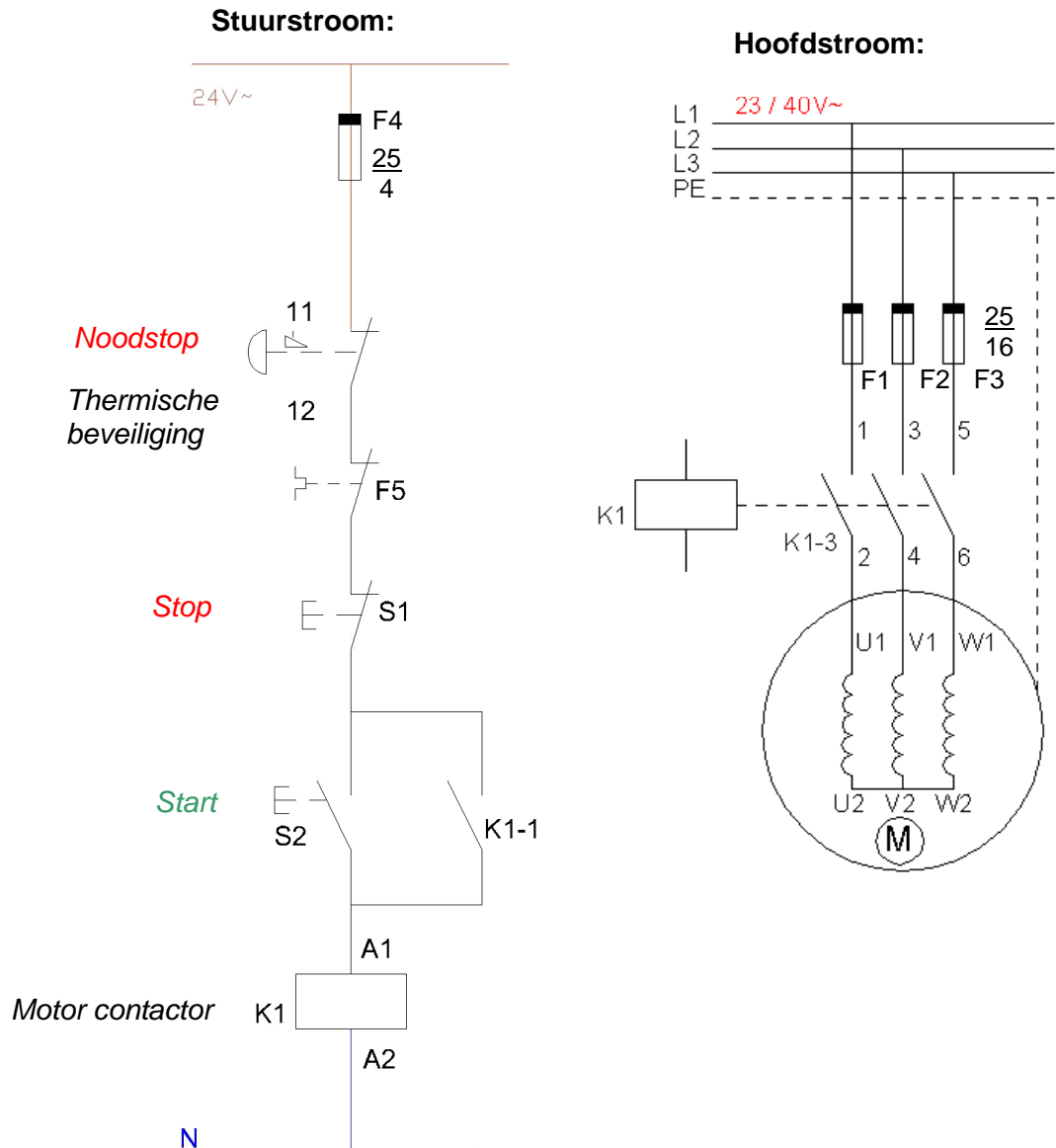
- 1 paneel met motorcontactor (SK 6)
- 1 paneel met drukknop start (SZ 1)
- 1 paneel met drukknop verbreek stop (SZ 4)
- 1 paneel met 3 fase motor 40/69 V AC (SM 2)
- 1 paneel met noodstop (SKV 1)



**Figuur 4** Noodstoppen

- Zet de motor onder in het paneel.
- Plaats het **relais** (SK 6) recht boven de motor.
- Plaats de **noodstop** SKV 1, de **start drukknop** (SZ 1) en de **verbreekstop** (SZ 4) links naast het relais.
- Sluit de motor aan in ster.
- Bouw de schakeling op. Zie figuur 5.





**Figuur 5** Schakeling 1 Voorbeeld noodstop volgens EN 954 Categorie B.



- Zet de spanning op de schakeling.
- Druk de noodstop in.

1. Wat gebeurt er als je nu de startknop indrukt?

- De motor gaat draaien.
- Het relais komt op maar de motor krijgt geen spanning.
- Er gebeurt niets want het relais krijgt geen spanning.
- Er gebeurt niets want het overneemcontact is niet goed aangesloten.



- Trek de noodstop uit.
- Druk op de startknop.

2. Gaat de motor draaien? Waarom wel / niet?

---



---



---



- Druk op de **rode** stop-drukknop.
- Druk nogmaals op de **groene** startknop.
  - De motor gaat nu draaien!



- Druk de noodstop in.
  - De motor gaat uit.



- Druk de **groene** startknop in.

De motor gaat nu niet draaien want het relais krijgt geen spanning.



- Trek de noodstop weer uit.
- Druk op de **groene** start knop.
  - De motor gaat nu weer draaien.
- Druk op de **rode** drukknop om de motor weer uit te schakelen.
- Haal de spanning van de schakeling.



3. Wat is het voordeel van een overneemcontact?

---

---

---

---

---



4. Noem 2 voorwaarden waar een noodstopchakelaar aan moet voldoen.

---

---

---

---

---



5. Waarvoor dient een noodstop?

---

---

---

---

---



# Machineseveiligheid

Tegenwoordig hebben veel mensen die met machines werken alleen nog maar een controlerende of corrigerende functie.

Veel machines produceren, verplaatsen of verpakken een product zonder dat er mensenhanden aan te pas hoeven te komen.

De machines worden dan aangestuurd door middel van allerlei sensoren die bijvoorbeeld de positie van de producten bewaken. Ook kunnen ze er voor zorgen dat er op het juiste moment een beweging of een bewerking in gang wordt gezet.

Mensen hoeven dan alleen nog het productieproces te starten, de voorraad (halfabrikaten) bij te houden en de machine te onderhouden. En natuurlijk eventuele storingen oplossen.

Je kunt je voorstellen dat het geen pretje is voor een bediener (bijvoorbeeld een pallet- wikkelaar) als de machine hem voor een product aanziet en de bewerking in gang zet, waardoor hij samen met de pallet volledig wordt ingewikkeld!  
Die situatie moet worden voorkomen.

Om die situatie te voorkomen kunnen er verschillende beveiligingsmaatregelen worden bedacht:

1. We kunnen ervoor zorgen dat de bediener helemaal niet meer bij de machine kan komen door er een vast hek voor te plaatsen. Maar dan kan de bediener ook niet bij de machine komen als er een storing is.
2. We kunnen er ook voor zorgen dat de bediener alleen maar bij delen kan komen waar hij vaak bij moet. Er kan dan bijvoorbeeld voor die delen een beweegbaar hek worden geplaatst. Of men kan gebruik maken van een speciaal personen detectiesysteem, bijvoorbeeld een lichtscherf.

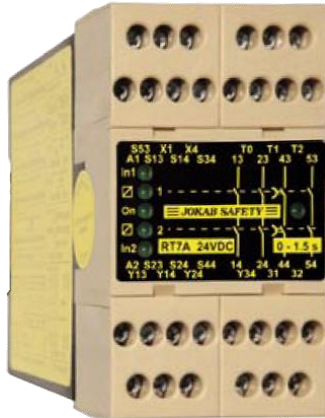


**Figuur 6** Palletwikkelaar

# Veiligheidsschakeling 2 - Het veiligheidsrelais met automatische reset

De vorige schakeling die we hebben opgebouwd was een standaard relaisschakeling. We gaan de schakeling nu uitbreiden met een **veiligheidsrelais**.

## Wat doet een veiligheidsrelais?



**Figuur 7** Jokab veiligheidsrelais (RT7A)

*Wanneer er een fout ontstaat in een schakeling met een relais kan er gevaarlijke situatie ontstaan.*

Wat bedoelen we nou:

Denk eens aan het voorbeeld van de grasmaaiër. Stel voor dat de beugel vast blijft zitten, kortom een contact 'verkleefd'. Verkleven wil zeggen dat het contact van de schakelaar vast blijft zitten.

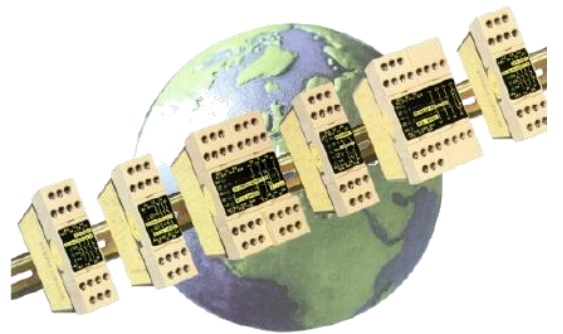
Nu gaan we kijken naar het veiligheidsrelais. Aan dit veiligheidsrelais zit een noodstop. Bij de noodstop hebben we gezien dat deze bestaat uit één of twee verbreekcontacten. Het veiligheidsrelais controleert of de contacten van de noodstop niet verkleven.

*Eigenlijk kun je zeggen dat een veiligheidsrelais een soort 'hulprelais' is met een controlerende functie.*

Voordat het veiligheidsrelais een actie uitvoert, controleert hij eerst of de contacten goed werken. Zijn er één of meerdere contacten verkleefd, dan zal het relais niet opkomen.



**Figuur 8** Relaiskast met Jokab veiligheidsrelais



## De schakeling:

Wat hebben we nodig:

- 1 paneel met veiligheidsrelais (SKV2)
- 1 paneel met magneetschakelaar (SK6)
- 1 paneel met drukknop start, stop & reset (SKV6)
- 1 paneel met 3 fase motor 40/69 V AC (SM2)
- 1 paneel met noodstop (SKV1)



Stop: S1 (rode knop)



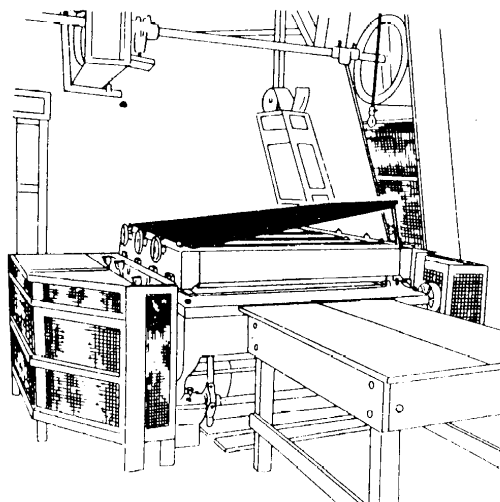
Start: S2 (groene knop)

## Het aansluiten:

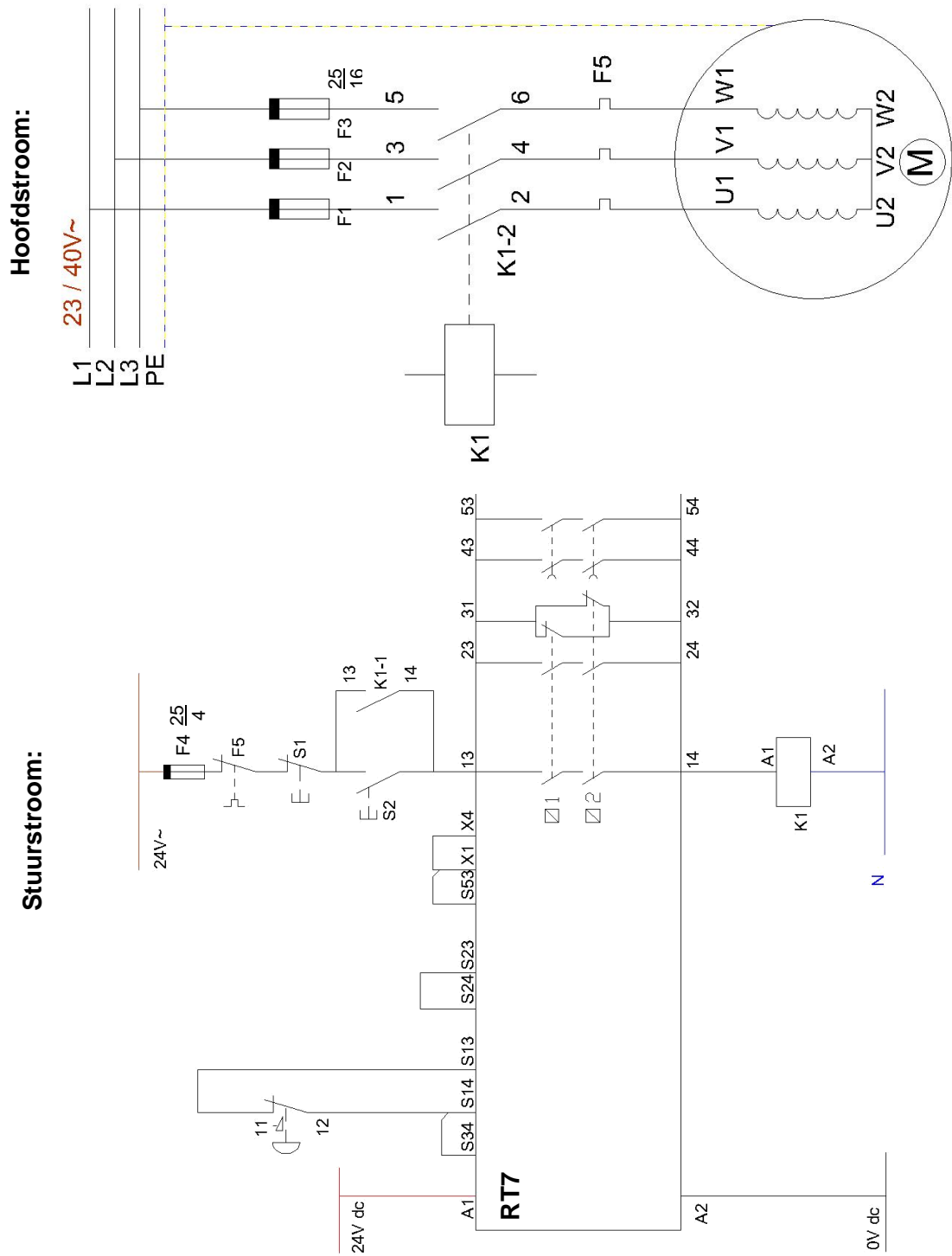
Op de volgende pagina staat het aansluitschema getekend. Let er wel op dat het veiligheidsrelais werkt op **24 V DC**.



***Zorg tijdens het opbouwen van de schakeling ervoor dat beide voedingen uitgeschakeld zijn!***



**Figuur 9** Drukmachine



**Figuur 10** Veiligheidsschakeling 2  
 Voorbeeld noodstop volgens EN 954 Categorie 1.

## Opdrachten:

Laten we eerst maar eens kijken wat deze schakeling precies inhoudt. Eerst kijken we naar de 3 schakelaars.



- We hebben een noodstop.
  - Bij het indrukken van de noodstop moet de gehele schakeling worden uitgeschakeld. Zorg ervoor dat de noodstop ingedrukt is.
- We hebben een S2.
  - S2 is de **start**knop.
- We hebben een S1.
  - S1 is de **stop**knop. Deze werkt anders dan de noodstop. Wanneer je S1 indrukt, zal alleen de motor stoppen. Je kunt de motor weer starten met S2 zonder de reset te gebruiken.

Op het SKV2 paneel zie je de aansluitpunten **S53**, **X1** en **X4**. Deze contacten zijn voor het resetcircuit. Wat houdt dit nou in?

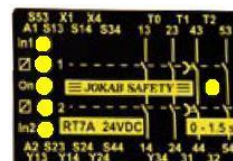


Het **resetcircuit** wil zeggen dat je eerst een resetknop moet indrukken voordat het relais opkomt. In bovenstaande schakeling is het resetcircuit ingesteld op automatisch. Automatisch wil zeggen dat wanneer de noodstop wordt uitgetrokken het veiligheidsrelais gelijk op komt. De automatische start is toegestaan omdat we in deze schakeling gebruik maken van een startknop voor de motorcontactor.

- Schakel de voedingen in.
  - Je ziet nu op het veiligheidsrelais bij ON de gele red branden.



- Trek de noodstop uit.
  - Je ziet nu op het veiligheidsrelais bij In1 & In2 en bij de reset  de gele led branden.



Wanneer je bovenstaande stappen hebt gedaan is het veiligheidsrelais ingeschakeld.

## Testen of de motor werkt.

- Druk de **start**knop in
  - De motor gaat nu draaien.
- Druk de **stop**knop in
  - De motor stopt met draaien.

Laten we eens kijken naar de noodstop.

- Druk de **start**knop in
  - De motor gaat nu draaien.
- Druk de **noodstop** in.
  - De motor stopt met draaien.
- Druk de **start**knop in.

6. De motor gaat nu niet draaien. Waarom niet?

---

---

---

---



- Trek de **noodstop** uit.



- Druk de **startknop** in
  - De motor gaat nu draaien.



De motor draait weer, het veiligheidsrelais is opgekomen.



- Druk de **stopknop** in.

Schakel beide voedingen uit.

7. Waaraan kunnen we zien dat het veiligheidsrelais is opgekomen?

---

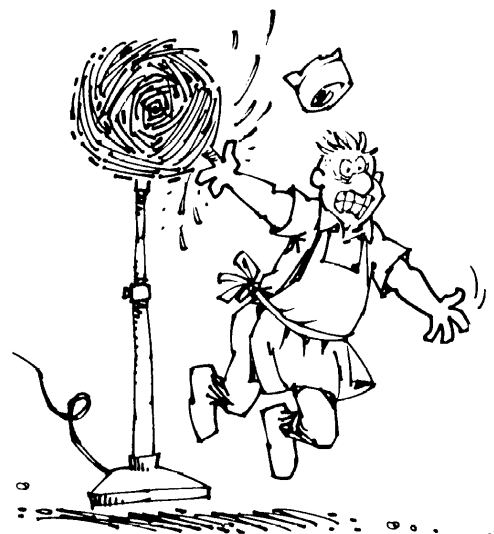
---

---

---

8. Hoe wordt K1-1 ook wel genoemd?

- overneemcontact.
- verbreekcontact.
- startcontact.
- motorcontact.



*Figuur 11 Onveilige machine!*



# Waarom machineveiligheid?

Je kunt je misschien afvragen: waarom al die veiligheid? Wanneer ik een machine koop is deze toch al veilig.

We gaan beginnen met een opsomming van een aantal feiten.

In Nederland zijn jaarlijks 300.000 mensen slachtoffer van een ongeval op het werk, variërend van dood, amputatie of blijvende klachten. Ongeveer 500 van deze ongevallen zijn te wijten aan de omgang met machines.

In Europa heeft men in de jaren '80 bedacht dat zowel alle bestaande als ook nieuwe machines moeten worden aangepast zodat zij veilig gebruikt kunnen worden. Veilig werken met een machine wil zeggen dat de kans op een ongeluk is afgenomen.

Voor nieuwe machines is de **Europese Richtlijn Machines** gemaakt. De richtlijn is ingegaan op 1 januari 1995. Voor oude bestaande machine is de **Europese Richtlijn Arbeidsmiddelen** gemaakt. Deze is ingegaan op 1 januari 1997.



**Figuur 12 DANGER!**

Beide Europese Richtlijnen zijn wettelijk verplicht. De richtlijnen zijn ook opgenomen in de Nederlandse wetgeving. De Richtlijn Machines is opgenomen in de Warenwet en wel in het **Warenwet Besluit Machines**.

De Richtlijn Arbeidsmiddelen met haar eisen voor bestaande machines is ook opgenomen in de **Arbeidsomstandighedenwet**.

Op dit moment zou het zo moeten zijn dat alle machines in Europa op hetzelfde veiligheidsniveau zijn gebracht. In de praktijk kom je nog vaak, vooral oude, machines tegen die erg gevaarlijk zijn in gebruik. De werkgever heeft de taak om die machines direct te beveiligen.

Een voorbeeld van een machine die onvoldoende beveiligd is zie je in figuur 13.



**Figuur 13 Onveilige machine**

# Veiligheidsschakeling 3 - Het veiligheidsrelais met drukknop reset

Hieronder staat een voorbeeld voor een veilige stop met resetcircuit.



Je gaat een afgeschermd machineruimte in waar een robot staat. Wanneer je deze ruimte binnenkomt, is het wel zo fijn dat je zeker weet dat de machine uitstaat en niet zomaar kan gaan draaien. Er gebeuren in de praktijk veel ongelukken met machines.

Je doet de deur van de machinekamer open omdat je **denkt** dat de machine uitgeschakeld is. ...maar plotseling draait de robotarm nog een halve slag en hij slaat je tegen je hoofd. Met een veiligheidsrelais kun je dit voorkomen.

Voor het betreden van de ruimte druk je eerst op de stopknop. Door openen van de deur (met deurschakelaar) valt dan ook het veiligheidsrelais af. Daarmee wordt voorkomen dat de machine bijv. bij een storing of defect in de besturing onverwachts opstart en gaat draaien.



Nu gaan we de situatie opnieuw bekijken maar dan met resetknop voor de machinekamer.

Om ervoor te zorgen dat niemand in de machinekamer kan komen, moet je eerst op de stopknop drukken. De machine wordt nu uitgeschakeld. Je opent de deur, je doet een wijziging aan de machine, loopt daarna de machinekamer weer uit en sluit de deur. Je moet nu eerst op een resetknop drukken.

Door het drukken op de resetknop controleert het veiligheidsrelais het circuit en geeft deze weer vrij voor gebruik. Als je nu op de startknop drukt zal de machine weer ingeschakeld worden.

9. Wat is de functie van het veiligheidsrelais?

---



---



---



---

10. Waarvoor dient het resetcircuit?

---



---



---



---

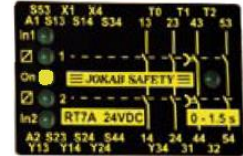






We hebben een S1 erbij gekregen (zie **rode** cirkel).

- S1 is de **reset**knop.  
Stel: de noodstop is ingedrukt en we willen de motor inschakelen. Dan moeten we eerst de noodstop uittrekken en vervolgens de resetknop indrukken. Nu komt het relais pas op en kan de motor gaan draaien. In het resetcircuit zit ook een feedbackloop opgenomen. Deze is met rood omcirkeld. Het veiligheidsrelais kan alleen worden gereset als K1 is afgefallen.
- Schakel de voedingen in.
  - Je ziet nu op het veiligheidsrelais bij ON de gele led branden.

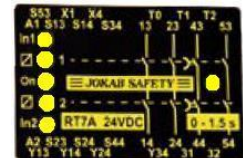


- Trek de noodstop uit.
  - Je ziet nu op het veiligheidsrelais bij In1 & In2 de gele led branden.



Het verschil met de vorige keer is dat je nu eerst op de **reset**knop moet drukken voordat het relais opkomt.

- Druk de **reset** knop in.
  - Je ziet nu op het veiligheidsrelais bij In1 & In2 en bij  de gele led branden. K1 en K2 van het veiligheidsrelais zijn opgekomen.



Wanneer je bovenstaande stappen hebt gedaan is het veiligheidsrelais ingeschakeld (opgekomen).

### Testen of de motor werkt.

- Druk de **start**knop in.
  - De motor gaat nu draaien.
- Druk de **stop**knop in.
  - De motor stopt met draaien.

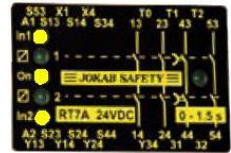
Wanneer je de motor met de **start**knop kan starten en met de **stop**knop kan stoppen, heb je het schema goed opgebouwd.

- Druk de **start**knop in
  - De motor gaat nu draaien.
- Druk de **noodstop** in.
  - De motor stopt met draaien.

11. Gaat de motor weer draaien als je op start drukt?
  - a. Ja, de motor gaat direct draaien.
  - b. Nee, de noodstop moet eerst uitgetrokken worden.
  - c. Nee, de noodstop moet uitgetrokken worden en er moet op reset gedrukt worden.
  - d. Nee, je moet eerst op start drukken, daarna de noodstop uittrekken en daarna op reset drukken.



12. Als je naar het veiligheidsrelais kijkt en je ziet deze zoals hiernaast weergegeven. Wat is dan de status van het veiligheidsrelais?
- Het veiligheidsrelais constateert dat de noodstop is ingedrukt.
  - Het veiligheidsrelais heeft een automatische reset.
  - Het veiligheidsrelais moet gereset worden.
  - Het veiligheidsrelais is klaar voor gebruik.



13. Geef aan in welke volgorde onderstaande figuren voorkomen (1 t/m 7).

---



---



---



---



---



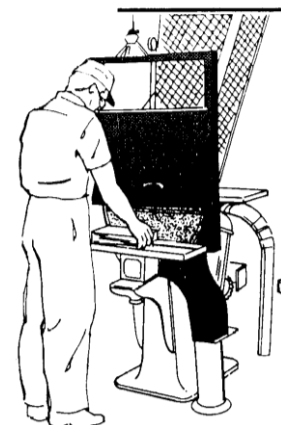
---



---

14. Waar kunnen we in figuur 14 de feedbackloop aan herkennen?
- Bij contact S13 en S14.
  - Bij contact S53 en X1.
  - Bij contact 13 en 14.
  - Bij contact S24 en S23.

Schakel de voedingen uit.



Figuur 15 Machinebankwerker

# Veiligheidsschakeling 4 - Redundantie

## Wat is redundantie?

Wat betekent eigenlijk redundantie:

*Simpelweg betekent redundantie iets dubbel uitvoeren.*

Laten we dit maar eens verduidelijken met een voorbeeld:

Denk maar eens aan een vliegtuig. Het landingsgestel van een vliegtuig is redundant. Het optrekken van het landingsgestel wordt gedaan met cilinders. Denk maar aan pneumatiek (dubbelwerkende cilinder).

Wanneer je lucht in de zuiger blaast gaat de cilinder uit. Het landingsgestel gaat uit. Bij een vliegtuig is dit landingsgestel uitgevoerd met 2 cilinders. Als één cilinder niet goed functioneert, zal het landingsgestel toch uitgaan.

Dit dubbel uitvoeren van de cilinders noemen we redundantie.

Een ander voorbeeld van redundantie is bij computerservers. Bij veel servers wordt de data op 2 verschillende harde schijven opgeslagen. Wanneer 1 van beide harde schijven crasht, zal op de andere harde schijf de data nog aanwezig zijn.

Nu terug naar machineveiligheid.

Wanneer een systeem niet werkt kan dit een gevaarlijke situatie opleveren. Denk maar eens terug aan het voorbeeld met de lasrobot. Voordat je de ruimte van de lasrobot in gaat druk je op de stopknop. Je gaat er dus vanuit dat de robot stopt met zijn bewerking. Je gaat naar binnen en plots begint de robot weer met lassen.

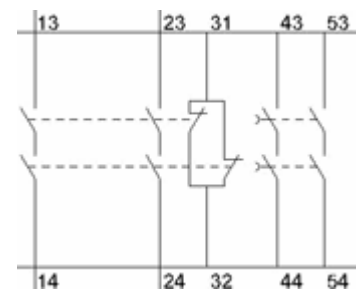
De conclusie is dat contacten van de stopknop verkleven of die van de motorcontactor. Dit kunnen we voorkomen door de noodstop dubbel (redundant) uit te voeren of door het toepassen van 2 motorcontactoren.

De contacten van het veiligheidsrelais zijn ook redundant (dubbel) uitgevoerd, zie figuur 18. Het veiligheidsrelais beschikt over 2 interne relais. De kans op fouten wordt door het redundant uitvoeren een stuk kleiner.

## De schakeling:

Wat hebben we nodig:

- 1 paneel met veiligheidsrelais (SKV 2)
- 2 panelen met magneetschakelaar (SK 6)
- 1 paneel met drukknop start, stop & reset (SKV 6)
- 1 paneel met 3 fase motor 40/69 V AC (SM 1)
- 1 paneel met noodstopknop (SKV 1)



Figuur 16 Contacten RT7

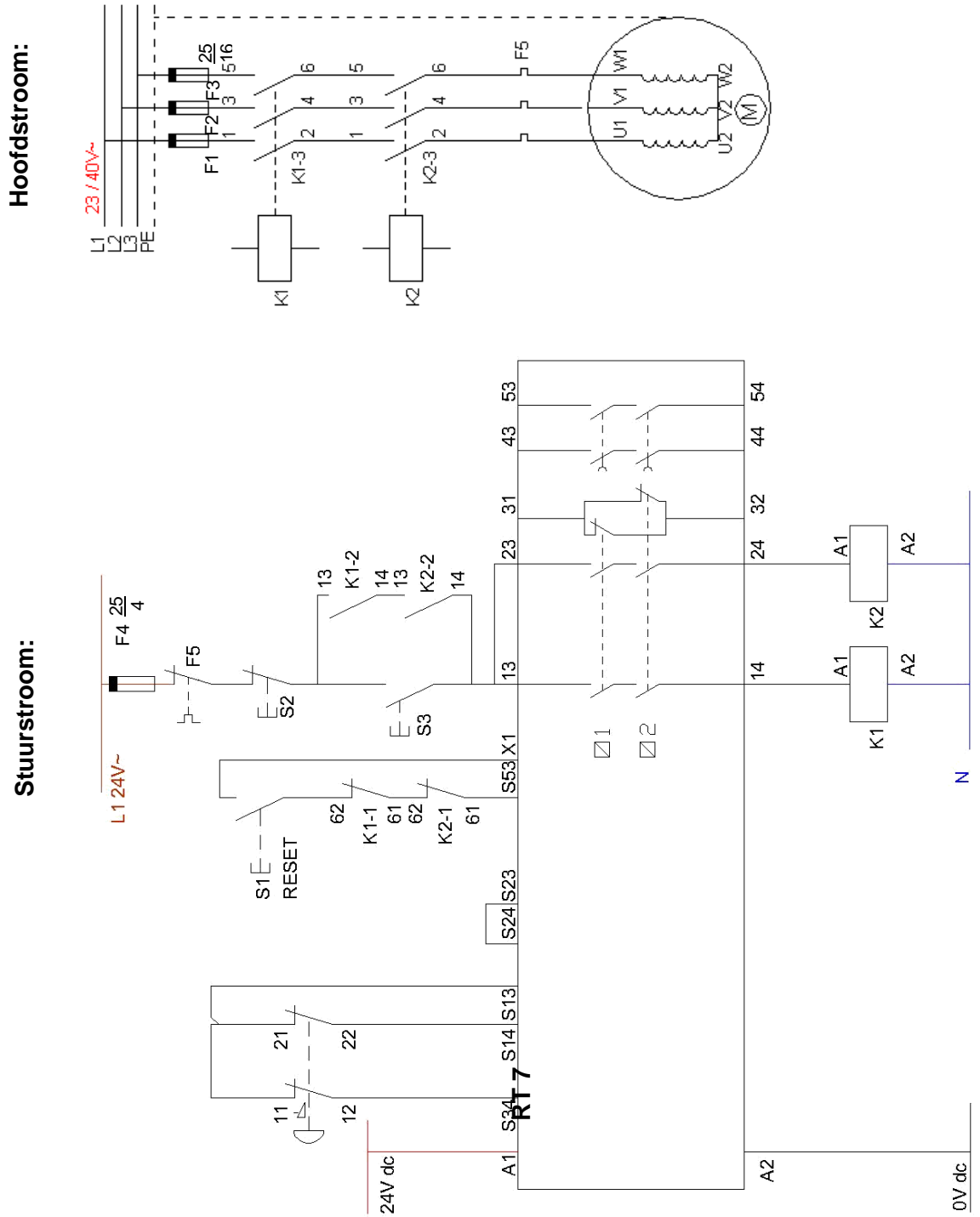
Reset: S1 (zwarte knop)

Start: S2 (groene knop)

Stop: S3 (rode knop)



Het aansluiten:



**Figuur 17** Veiligheidsschakeling 4  
 Voorbeeld noodstop met feedbackloop volgens EN 954 Categorie 3.

Wanneer je de schakeling van pagina 23 hebt opgebouwd, gaan we deze eens nader bekijken.

15. Waar komt in veiligheidsschakeling 4 redundantie voor?
- a. Ja, alleen bij de noodstop.
  - b. Ja, bij de noodstop en het resetcircuit.
  - c. Ja, bij de noodstop, het resetcircuit en bij het hoofdstroomcircuit.
  - d. Ja, bij het resetcircuit en het hoofdstroomcircuit.
  - e. Nee, er komt nergens redundantie voor.



Zorg ervoor dat de motor draait. (**tip: noodstop, reset en start**)

- Haal contact 21 van de noodstop open.  
Je merkt dat de relais direct afvallen omdat het veiligheidsrelais denkt dat de noodstop is ingedrukt.
- Sluit contact 21 weer correct aan.

Als je nu naar het veiligheidsrelais kijkt, zie je dat er geen led brand bij de bovenste

Dit betekent dat de schakeling eerst gereset moet worden om .....(beantwoord dit in vraag 16).

16. Druk op de resetknop en beschrijf wat er gebeurt.

---

---

---

---

---



- Druk de **noodstop** in.
- Trek de **noodstop** weer uit.
- Druk op **reset**. Nu komt het veiligheidsrelais wel op omdat deze de schakeling gecontroleerd heeft.
- Druk op **start**.
- Als de motor weer draait, druk dan op **stop**.

17. Vertel in eigen woorden wat redundantie betekent.

---

---

---

---

---

---

- Druk op **stop**.

Schakel de voedingen uit.

# Foutdetectie

Nu we weten hoe het resetcircuit werkt, gaan we controleren of het veiligheidsrelais fouten kan ontdekken. Het veiligheidsrelais (RT7B) is in staat om zelf fouten te ontdekken.

Het verklevan van contacten wil zeggen dat deze blijven plakken. Dat is natuurlijk niet de bedoeling. Het veiligheidsrelais controleert de contacten van het relais en wanneer hier contacten verklevan zal het veiligheidsrelais een fout constateren.

Een voorbeeld.

Wanneer uitgang S14 contact maakt met de **ground** (= 0 V DC) zal het veiligheidsrelais niet opkomen. Wanneer het relais al opgekomen is, zal het relais afvallen.

Laat we maar eens gaan testen.

- Neem een zwart meetsnoer en verbind S14 door met de **ground** (=zwarte contact 0 V DC)
- Trek de **noodstop** uit.
- Schakel beide voedingen weer in.



Je ziet nu bij ON dat daar de gele LED knippert. Dit betekent dat er een fout is ontdekt door het veiligheidsrelais.

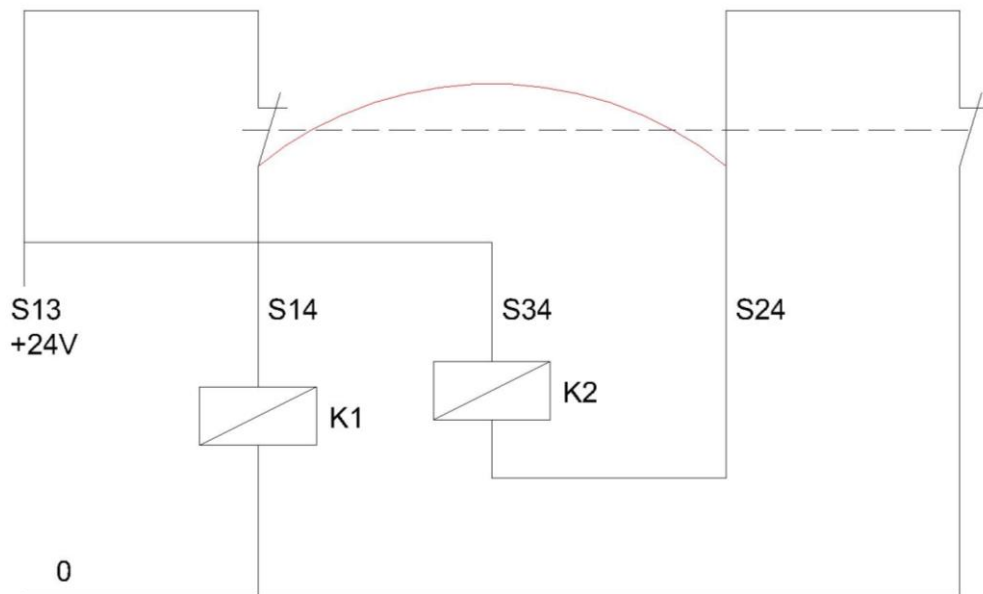
- Haal het zwarte meetsnoer tussen S14 en de **ground** weer weg.
- Laat de motor weer draaien (druk op de resetknop en op start).
- Neem een zwart meetsnoer en verbind S14 nogmaals door met de **ground**.

Je ziet wederom dat bij ON de gele LED gaat knipperen.

Een andere fout die kan ontstaan is dat contact 61 – 62 van het relais geopend blijft. Het contact 61 – 62 blijft onderbroken.

- Haal de contacten 61 en 62 open (haal 1 van beide meetsnoeren los).
18. Wanneer komen we erachter dat de contacten 61 en 62 geopend blijven?
- a. Bij het indrukken van de noodstop en daarna de startknop indrukken.
  - b. Bij het indrukken van de stopknop en dan weer de startknop indrukken.
  - c. Bij het afvallen van het relais K1 en het indrukken van de resetknop.
  - d. Bij het indrukken van de resetknop om het veiligheidsrelais te activeren.
  - e. Achter deze fout kunnen we niet komen.

Een andere fout die kan ontstaan is dat er sluiting wordt gemaakt tussen S14 en S24. Wat gebeurt er dan?



**Figuur 18** Sluiting tussen S14 en S24

In figuur 16 zie je twee verbreekcontacten staan. Deze stellen een noodstop knop voor. Er wordt nu sluiting gemaakt tussen S14 en S24. Deze fout zal direct door het veiligheidsrelais worden ontdekt omdat er een sluiting naar de voeding ontstaat.

Het is een fout die pas ontdekt wordt als we de noodstop knop een keer gebruiken als het verbreekcontact boven S14 verkleeft. Het relais K1 zal niet afvallen, maar relais K2 wel. Het veiligheidsrelais detecteert dit en voorkomt een reset.

- Maak in de opstelling die voor je staat sluiting tussen S14 en S24.

19. Schrijf duidelijk op wat er gebeurt.

---

---

---

---



**Figuur 19** Een fout die niet mag ontstaan.



# De EN 954-1 norm

Elke machine heeft, met de komst van de Machinerichtlijn in 1995, minimaal een noodstopvoorziening.

Wanneer het gaat over gevaarlijke machines worden deze, naast een noodstop, vaak beveiligd met vaste afschermingen, beweegbare afschermingen, lichtschermen en inloopbeveiligingen.

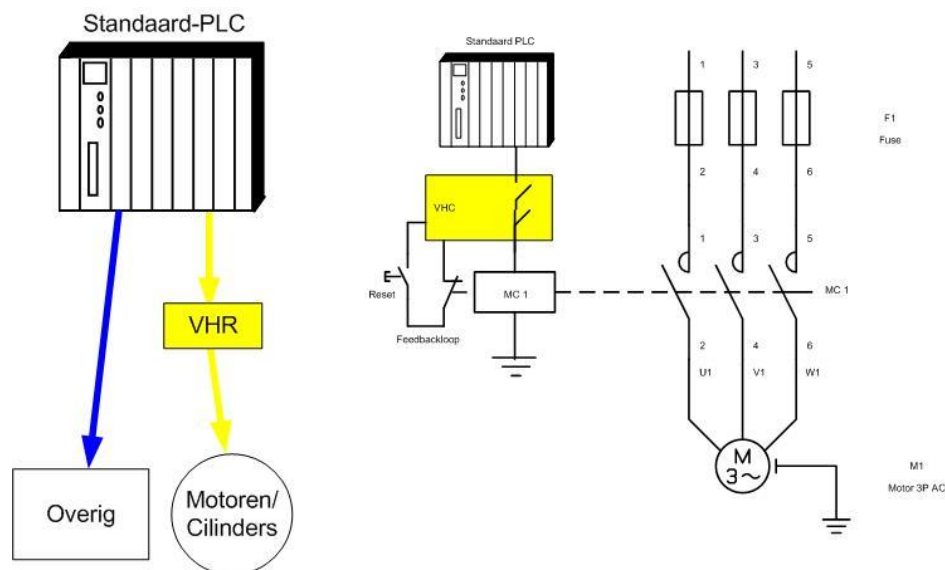
De 3 laatstgenoemde functies en de noodstop worden besturingstechnische veiligheidsfuncties genoemd. De veiligheidscomponenten (VHC) van deze besturingstechnische veiligheidsfuncties worden tussen de machinebesturing en de contacten van de aandrijvende delen geplaatst (figuur 19).

Dit hebben wij in voorgaande schakelingen ook steeds toegepast.

Denk bij het plaatsen van een veiligheidscomponent maar eens aan de veiligheidspal van een pistool. Deze pal moet je eerst omzetten voordat je kunt schieten.

Bij machineveiligheid is het zo dat het veiligheidscomponent eerst moet zijn opgekomen voordat de machine in werking kan worden gezet.

Zodra een operator (dit is iemand die de machine bedient) een afscherming opent of door een lichtscherm loopt, wordt de verbinding tussen de besturing (in dit voorbeeld een PLC) en de magneetschakelaar gegarandeerd (redundant) onderbroken. Wanneer de machinebesturing door een defect toch de motoren onverwachts wil opstarten, dan is dit onmogelijk door de blokkering van het veiligheidscomponent



**Figuur 20** Veiligheidscomponent fungeert als veiligheidspal

## Huidige normen voor veiligheidsfuncties in de besturing

Als we kijken naar de huidige Europese normen, zoals de EN 954-1 en de EN 60204-1, worden de veiligheidsfuncties bij voorkeur niet uitgevoerd in de software (bijv. PLC's) maar door mechanische relaiscomponenten met vaste bedrading.

In dit lesmateriaal gaan wij ook niet werken met PLC's. We werken alleen met mechanische relaiscomponenten.

De norm EN 954-1 is sinds 1996 van toepassing op de Machinerichtlijn.

### Waarvoor dient de EN 954-1 norm?

In de EN 954-1 norm staan onder andere de eisen voor het ontwerp. Met het ontwerp bedoelen we: de delen van het besturingssysteem die met veiligheid te maken hebben. Bij het ontwerp moet natuurlijk ook rekening worden gehouden met de algehele veiligheid van de machine.

Wanneer we het over besturingssystemen hebben moet je denken aan pneumatisch- (luchtdruk), hydraulisch- (oliedruk), mechanisch- en natuurlijk elektrische systemen.

In de EN 954-1 staan ook de systeemeisen van het **risiconiveau** beschreven.

Met risiconiveau bedoelen we: Hoe groot is het risico dat er een gewonde of zelf een dode kan vallen bij gebruik van een machine. Is het risico op een ongeluk met dodelijke afloop groot, dan zal de machine zeer goed beveiligd moeten worden. Wanneer het risico zeer klein is, zal de machine met een kleine veiligheidsaanpassing voldoen aan de gestelde eisen van de norm.

Deze norm kent een kwaliteitsrisico beoordelingsmethode die het risico in vijf categorieën: B, 1, 2, 3 of 4 verdeelt.

Iedere categorie stelt speciale technische eisen aan de opbouw en uitvoering van het totale veiligheidscircuit.

In de onderstaande tabel zie je de eisen staan die aan het veiligheidscircuit worden gesteld in elk van de 5 categorieën.

**Tabel 1: systeemvereisten van de EN 954-1 categorieën**

EN954 Categorie	Eisen aan veiligheidscircuit	Opbouw systeem (architectuur)
B	Gebruik goede componenten	enkelvoudig
1	Toepassing veiligheidscomponenten verplicht; 1 fout kan leiden tot verlies veiligheidsfunctie.	enkelvoudig
2	Toepassing veiligheidscomponenten verplicht; 1 fout kan leiden tot verlies veiligheidsfunctie, maar moet door automatische test worden gedetecteerd.	enkelvoudig (met automatische tests)
3	Toepassing veiligheidscomponenten verplicht; 1 fout kan NIET leiden tot verlies veiligheidsfunctie, maar moet (indien praktisch mogelijk) door automatische test worden gedetecteerd.	redundant (met automatische tests)
4	Toepassing veiligheidscomponenten verplicht; 1 fout kan <b>niet</b> leiden tot verlies veiligheidsfunctie en moet: <ul style="list-style-type: none"><li>• worden gevonden voor de volgende aanspraak op de veiligheidsfunctie.</li><li>• een opeenhoping van fouten mag ook niet leiden tot verlies van de veiligheidsfunctie.</li></ul>	redundant (met automatische tests en tijdige detectie 1e fout)

Bovenstaande systeemeisen geven duidelijk aan dat voor EN 954 categorie 3 en 4 redundantie (verdubbeling) moet worden toegepast.

**Wat betekenen de categorieën:**

**Categorie B:** De componenten die gebruikt worden voor het aansturen van bijv. een motor moeten goede componenten zijn (bij voorkeur goedgekeurde componenten bijv. Telemecanique). Het is niet verplicht om veiligheidscomponenten te gebruiken!

**Categorie 1:** Het gebruik van veiligheidscomponenten is verplicht (bijv. Jokab). Wanneer er een fout ontstaat in de schakeling, kan het zijn dat het veiligheidscomponent niet meer goed functioneert.

**Categorie 2:** Het gebruik van veiligheidscomponenten (Jokab) is verplicht. Wanneer er een fout ontstaat in de schakeling, kan het zijn dat het veiligheidscomponent niet meer goed functioneert. Er wordt vaak een reset toegepast en een feedbackloop is verplicht.

**Categorie 3:** Het gebruik van veiligheidscomponenten (Jokab) is verplicht. Motor contactoren worden redundant (dubbel) uitgevoerd. Bij een fout blijft de veiligheidsfunctie goed functioneren. Bij het resetten wordt de fout ontdekt. Een feedbackloop is bij deze categorie verplicht.

**Categorie 4:** Het gebruik van veiligheidscomponenten (Jokab) is verplicht. Motor contactoren worden redundant (dubbel) uitgevoerd. Bij een fout blijft de veiligheidsfunctie goed functioneren. De fout wordt tijdig gevonden. Een feedbackloop is verplicht.

20. Wat zijn besturingstechnische veiligheidsfuncties? Noem minimaal 2 voorbeelden.

---

---

---

---

---

21. Welke categorie is het meest veilig en waarom?

---

---

---

---

---

22. Wat is het grootste verschil tussen veiligheids categorie 2 en 3?

---

---

---

---

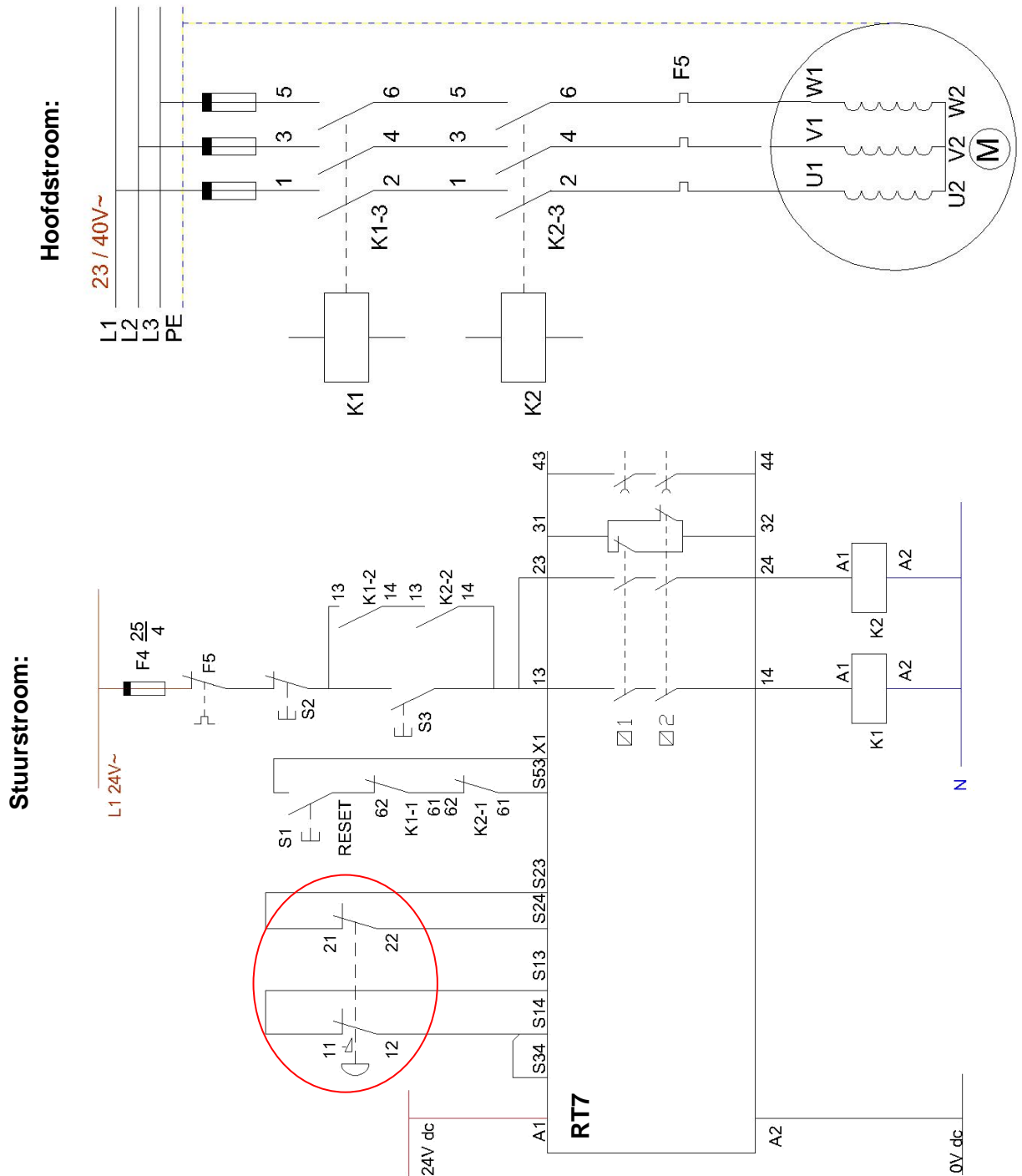
---



**Figuur 21** Veiligheidsinspectie

# Veiligheidsschakeling 5 - EN 954-1 Categorie 4

- Bouw onderstaande schakeling op.



**Figuur 22** Veiligheidsschakeling 5  
Voorbeeld noodstop met feedbackloop volgens EN 954 Categorie 4.

Het verschil tussen de schakeling van pagina 23 en bovenstaande, is dat de noodstop anders is uitgevoerd. In veiligheidsschakeling 4 was de noodstop redundant uitgevoerd bij de contacten S34, S14 en S13. In de nieuwe situatie zijn de contacten S23 en S24 daarbij gekomen waardoor de kans op fouten is verminderd.

Veiligheidsschakeling 5 is van de hoogste categorie. Het systeem is redundant uitgevoerd met feedbackloop (resetcircuit). We gaan nu een aantal tests uitvoeren.



- Zorg ervoor dat de motor draait.

Nu hebben we gecontroleerd dat de schakeling goed is aangesloten.

Haal de spanning van de schakeling af.

### Testen:

- Haal het meetsnoer tussen S3 en contact 23 van de RT7 weg.

23. Kan de motor nu draaien? Verklaar waarom wel / niet?

---

---

---

---

---

---

- Sluit het meetsnoer weer aan tussen S3 en contact 23.
- Haal het meetsnoer tussen S3 en contact 13 van de RT7 weg. Let goed op wat er gebeurt!
- Sluit het meetsnoer weer aan tussen S3 en contact 13.

24. Is er een verschil tussen het loshalen van de contacten 13 en 23?

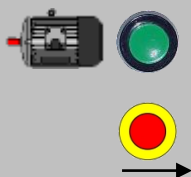
- a. Nee, er is geen verschil.
- b. Ja, tussen het loshalen en aansluiten van contact 23 blijft de motor draaien en bij contact 13 stopt de motor.
- c. Ja, tussen het loshalen en aansluiten van contact 13 blijft de motor draaien en bij contact 23 stopt de motor.
- d. Ja, tussen het loshalen en aansluiten van contact 13 moet je eerst weer op start drukken voordat de motor weer gaan draaien.

- Sluit de contacten 13 en 23 van de RT7 weer aan volgens tekening.

- Laat de motor weer draaien.

- Druk de noodstop in.  
Je merkt dat het veiligheidsrelais direct afvalt en de motor stopt met draaien.

Schakel beide voedingen weer uit.



# CE Markering op machines

## Wat is CE-Markering?

Voordat we kunnen beginnen met de uitleg over CE marking moeten we eerst de vraag stellen:

*Voldoet een machine aan alle productveiligheidseisen die erop van toepassing zijn?*



Met de productveiligheidseisen bedoelen we de eisen die voor de producten zijn gesteld. Wanneer de producent vindt dat zijn/haar product aan deze eisen voldoet, dan kan hierop de CE-Markering (Conformité Européenne) worden aangebracht. Voor iedereen is daarmee duidelijk dat het product dan aan alle richtlijnen voldoet.

Bij CE gemarkeerde producten hoort een verklaring te zitten die bevestigt dat het product aan de eisen voldoet.

CE houdt in dat de fabrikant verklaart dat het product veilig is. Wanneer er een CE-markering op een machine is aangebracht, dan is slechts in 5% van de gevallen de machine gecontroleerd door een erkend keuringsinstituut.

In 95% van de gevallen verzorgt de fabrikant zelf een keuring.

Het CE merkteken is ook verplicht op alle ingrijpend gewijzigde producten en is bovendien **verplicht** bij de Nederlandse wet.

Het is tegenwoordig verplicht om nieuwe machines te voorzien van een CE markering.

De CE-Markering is ingesteld om vrij handelsverkeer tussen de Europese lidstaten gemakkelijker te maken. Met het aanbrengen van de CE-Markering maakt de fabrikant kenbaar dat het product voldoet aan alle geldende productrichtlijnen.

## Wanneer dient u te voldoen u aan de Machinerichtlijn?

De Machinerichtlijn is geldig vanaf 1 januari 1995 voor in de handel gebrachte en/of in gebruik genomen machines.

Wanneer een machine gemaakt en/of aangepast wordt, moet er rekening worden gehouden met de Machinerichtlijn.

Wanneer een machine is gefabriceerd voor 1 januari 1995, dan viel deze machine nog niet onder de machinerichtlijn en kan er daarom ook geen CE-Markering aanwezig zijn op de machine.

De machinerichtlijn is van toepassing op:

Elke machine die:

- Na 1-1-1995 wordt "verhandeld" en/of
- Na 1-1-1995 "in gebruik wordt gesteld",

25. Lees onderstaande stellingen:

- I. Een boormachine uit 1996 heeft nooit een CE keurmerk.
  - II. Een originele zaagmachine uit 1994 is niet verplicht om een CE-Markering te hebben.
- a. Stelling I is juist, stelling II is onjuist.
  - b. Stelling I is onjuist, stelling I is juist.
  - c. Beide stellingen zijn juist.
  - d. Beide stellingen zijn onjuist.

# Veiligheidsschakeling 6 - Het uitbreidingsrelais

## Waarvoor dient het uitbreidingsrelais?



Het uitbreidingsrelais, de naam zegt het eigenlijk al, is een uitbreiding van het hoofdrelais (bijvoorbeeld de RT7). Het uitbreidingsrelais dat we gaan gebruiken is de E1T. Deze heeft 4 NO (Normally Open) outputs, 1 reset (Deze wordt vaak opgenomen in het resetcircuit) en 2 ingangen (S14 en S24).

**Figuur 23** Jokab uitbreidingsrelais (E1T)

## Wat hebben we nodig voor de schakeling:

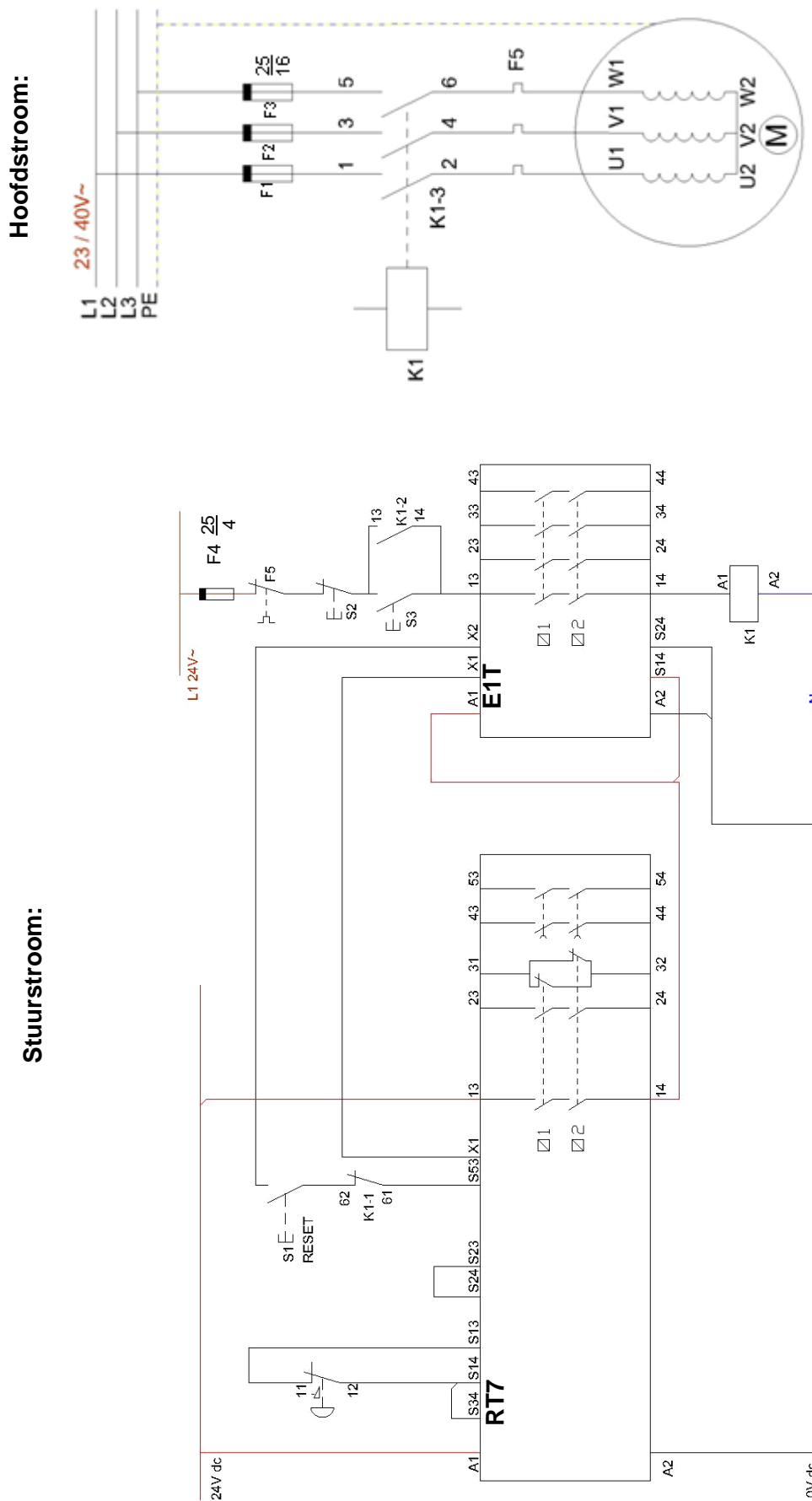
- 1 paneel met veiligheidsrelais (SKV2)
- 1 paneel met uitbreidingsrelais (SKV3)
- 1 paneel met magneetschakelaar (SK6)
- 1 paneel met drukknop start, stop & reset (SKV6)
- 1 paneel met 3 fase motor 40/69 V AC (SM2)
- 1 paneel met noodstop (SKV1)

## Het aansluiten:

*Bij het aansluiten van het veiligheidsrelais moet je er goed aan denken dat de veiligheidsrelais werken op een spanning van 24V DC en de motorcontactor werkt op een spanning van 24V~. De relais zijn er niet op berekend dat er een verkeerde spanning op het relais wordt aangesloten.*

*Denk er bovendien aan dat je veiligheidsschakeling 6 goed aansluit om fouten te voorkomen. Bouw de schakeling zo overzichtelijk mogelijk op!*

- Bouw onderstaande schakeling.











**Figuur 24** Veiligheidsschakeling 6  
 Voorbeeld noodstop met contactuitbreidingsrelais E1T volgens EN 954 Categorie 2.



Je hebt nu een schakeling gemaakt met uitbreidingsrelais.

26. Zet bij de onderstaande stappen nummers 1 t/m 9 welke handelingen je moet verrichten om de motor te laten draaien en weer te laten stoppen.

Icoon:	Handeling:	Stap:
	Druk op start.	
	Het veiligheidsrelais komt op.	
<b>START</b>	Schakel beide voedingen in.	
	K1 komt op en de motor gaat draaien	
	Het uitbreidingsrelais komt op.	
	Trek de noodstop uit.	
	Druk de noodstop in.	
	Druk op reset.	
	Druk op stop.	

We gaan nu een fout genereren. In het resetcircuit van het uitbreidingsrelais blijft 1 contact open staan. Haal het meetsnoer bij contact X1 los (bij het uitbreidingsrelais).

27. Wanneer wordt de fout ontdekt?
- Bij het indrukken van de noodstop.
  - Bij het indrukken van de stopknop nadat de resetknop is ingedrukt.
  - Bij het indrukken van de startknop na het stoppen van de motor.
  - Bij het indrukken van de resetknop nadat de noodstop is ingedrukt.



**Figuur 25** Machinefout!

# Veiligheidsschakeling 7 - Uitbreidingsrelais met redundantie

## Wat hebben we nodig voor de schakeling:

- 1 paneel met veiligheidsrelais (SKV2)
- 1 paneel met uitbreidingsrelais (SKV3)
- 1 paneel met schuifhek voor ventilator (SKV4)
- 2 panelen met magneetschakelaar (SK6)
- 1 paneel met drukknop start, stop & reset (SKV6)
- 1 paneel met noodstop (SKV1)

## Het aansluiten:

*Bij het aansluiten van het veiligheidsrelais moet je er goed aan denken dat de veiligheidsrelais werken op een spanning van 24V DC en de motorcontactor werkt op een spanning van 24V~. De relais zijn er niet op berekend dat er een verkeerde spanning op het relais wordt aangesloten.*

*Denk er bovendien aan dat je veiligheidsschakeling 7 goed aansluit om fouten te voorkomen. Bouw de schakeling zo overzichtelijk mogelijk op!!*

Bij deze schakeling gaan we het paneel SKV 4 gebruiken. We gebruiken nu alleen de aansluitingen van de ventilator. Laat bij het aanzetten van de ventilator het schuifhek gesloten. De 3 fasen ventilator werkt hetzelfde als de hiervoor aangesloten motor.

We gaan het veiligheidsrelais redundant aansluiten met 2 motorcontactoren en een feedbackloop.

28. Omschrijf waar de feedbackloop voorkomt in veiligheidsschakeling 7.

---



---



---



---



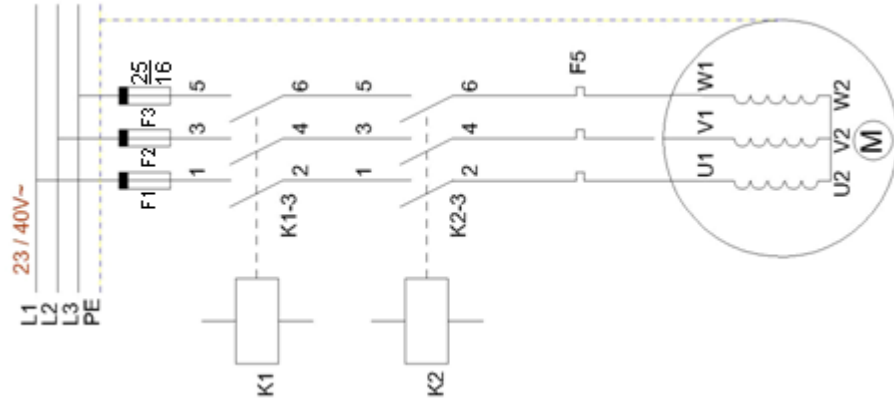
---



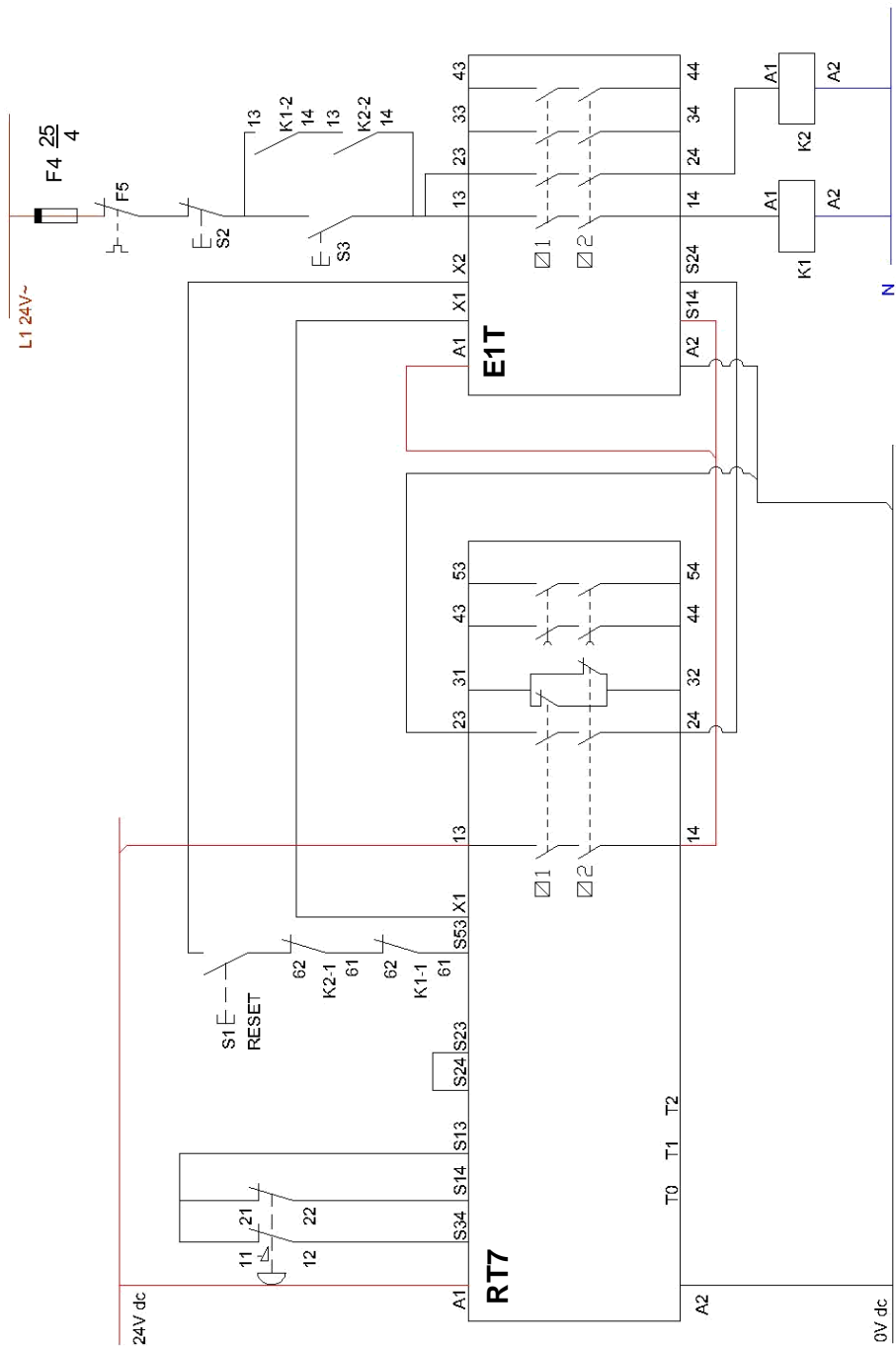
**Figuur 26** Ventilator

Bouw onderstaande schakeling op.

**Hoofdstroom:**



**Stuurstroom:**



**Figuur 27** Veiligheidsschakeling 7  
 Voorbeeld noodstop met contactuitbreidingsrelais E1T volgens EN 954 Categorie 3.



Schakel de voedingen in en laat de ventilator draaien.

29. Is de opgebouwde schakeling redundant? (Leg uit waarom wel / niet).

---

---

---

---

---

---



Stel je voor dat bij motorcontactor 1 (K1) blijft het contact kleven (het relais zal niet meer afvallen). Zal de ventilator nog blijven draaien na het indrukken van de noodstop?

30. Zal de motor blijven draaien na het indrukken van de noodstop?
- Ja, K2 is opgekomen en blijft de motor voeden.
  - Ja, als K1 of K2 verkleeft zal de motor altijd blijven draaien.
  - Nee, zowel K1 als K2 moet zijn opgekomen. Na het indrukken van de stopknop zal de motor niet meer draaien.
  - Nee, het veiligheidsrelais is afgevallen waardoor K1 en K2 geen spanning meer krijgen.

Er ontstaat een grote fout in de schakeling. Beide motorcontactoren (K1 en K2) verkleven. Die kunnen we simuleren door beide relais (K1 en K2) van constante spanning te voorzien.



- Geef K1 en K2 constante spanning.
    - De ventilator gaat draaien.
31. Hoe kunnen we de motor laten stoppen?
- Door de noodstop in te drukken.
  - Door op stop te drukken.
  - Door de spanning van K1 en K2 te halen.
  - Door het hoofdstroom deel uit te schakelen.
  - Door het stuurstroom deel uit te schakelen.

# SIL-levels & bedrijfsongevallen

## Wat betekent SIL?

De afkorting SIL staat voor **S**afety **I**ntegrity **L**evel.

Vrij vertaalt betekent SIL "Veiligheids Integriteits Niveau".

Bij SIL moet je kijken naar de kans dat een veiligheidsrelevantsysteem (bijvoorbeeld de schakeling op pagina 37) de gestelde veiligheidsfuncties goed uitvoert. SIL houdt ook rekening met de condities en tijd dat mensen bij het product aanwezig zijn.

De term SIL wordt de laatste jaren steeds meer gebruikt in het bedrijfsleven en dan vooral in de procesindustrie. Een veiligheidscircuit moet aan een bepaalde SIL-klasse voldoen. De norm IEC 61511 bepaalt hoe een besturingstechnisch veiligheidssysteem moet worden ontworpen. Tijdens het ontwerp moet er al rekening worden gehouden met het SIL-level. De ontwerper moet dus al tijdens het ontwerpen beslissen aan welk SIL-level hij het product wil koppelen.

In hoofdstuk 9 hebben we het gehad over de besturingstechnische veiligheidsfuncties en de veiligheidscomponenten. Hierin werd uitgelegd dat er 5 veiligheidsniveaus bestaan. De nieuwe norm IEC 62061, die ook gekoppeld is aan de machinerichtlijn, kent slechts 3 veiligheidsniveaus. Deze noemen we **SIL-levels**.

**Tabel 2: De EN 954-1 categorieën vergeleken met SIL-Level:**

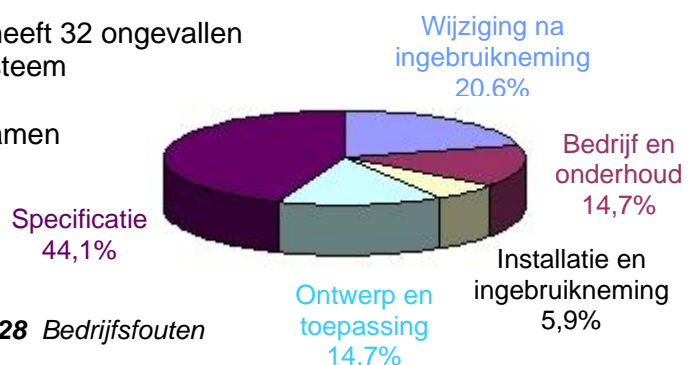
EN954 Categorie	SIL Level:	
B		
1	SIL – 1	Enkelvoudig
2	SIL – 1 / 2	Enkelvoudig / redundant met tests
3	SIL – 2	redundant (met automatische tests)
4	SIL – 3	redundant (met automatische tests en tijdige detectie 1e fout)

## Waarom kunnen fouten ontstaan?

Het SIL-level heeft te maken met de kans op het ontstaan fouten. Hoe hoger het SIL-level, hoe gevaarlijker de machine. Dat wil zeggen dat de kans op het ontstaan van een fout of een ongeluk groot is. Wanneer er een te hoog SIL-level aan een machine wordt gekoppeld, dan wordt er teveel veiligheid van de machine geëist. Het overbeveiligen van een machine is toegestaan maar niet noodzakelijk.

De Engelse arbeidsinspectie (HSE) heeft 32 ongevallen onderzocht waarbij het besturingssysteem niet correct heeft gewerkt. De fouten die voorkwamen zijn te zien in figuur 28.

In figuur 28 zie je dat de meeste fouten ontstaan door specificatie van het product zelf.



**Figuur 28** Bedrijfsfouten

# Veiligheidsschakeling 8 - Vital



Het Vital relais is een systeem dat gemakkelijk koppelingen maakt tussen het relais en bijv. de noodstop.

Het grote voordeel van Vital is dat de noodstop en het Eden systeem gemakkelijk op het Vital bussysteem aangesloten kunnen worden. Met het Eden systeem bedoelen we de contacten die op het schuifhek bevestigd zijn (zie figuur 30). In het volgende hoofdstuk vertellen we je wat het Eden systeem precies inhoudt.

We beginnen met het opbouwen van een eenvoudige schakeling met noodstop (figuur 32).

Het is ook mogelijk om op het Vital relais lichtschermen (figuur 31) aan te sluiten. Dit laatste component is niet in dit lesmateriaal opgenomen.

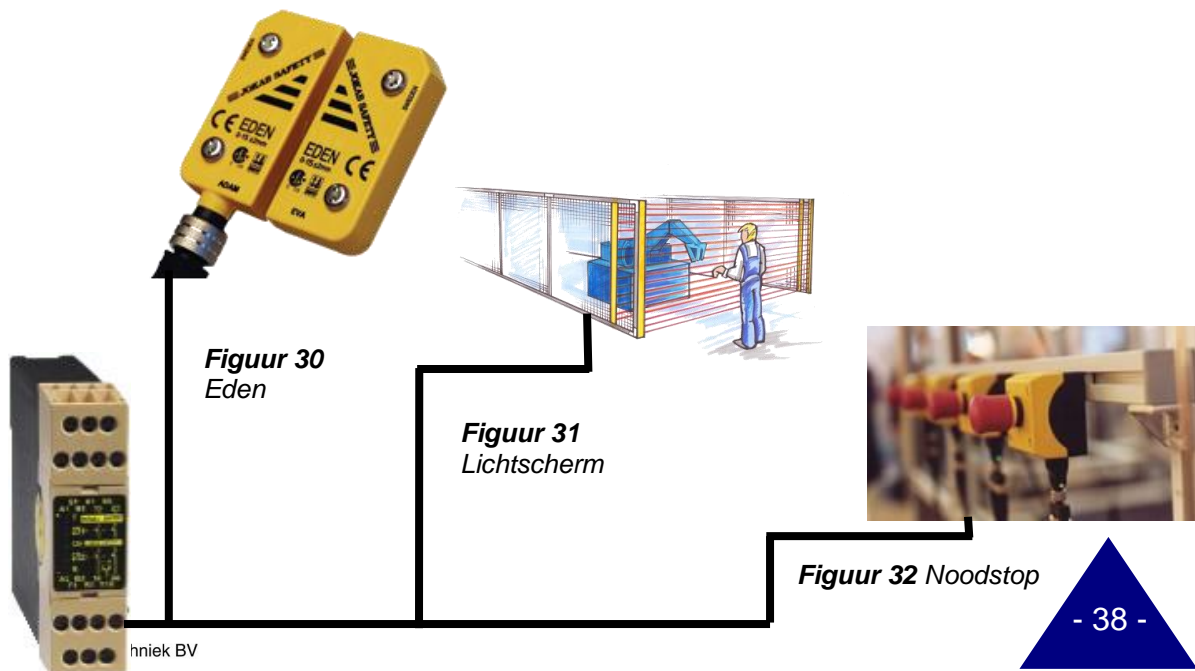
**Figuur 29** Jokab Vital1 relais

## Wat hebben we nodig voor de schakeling:

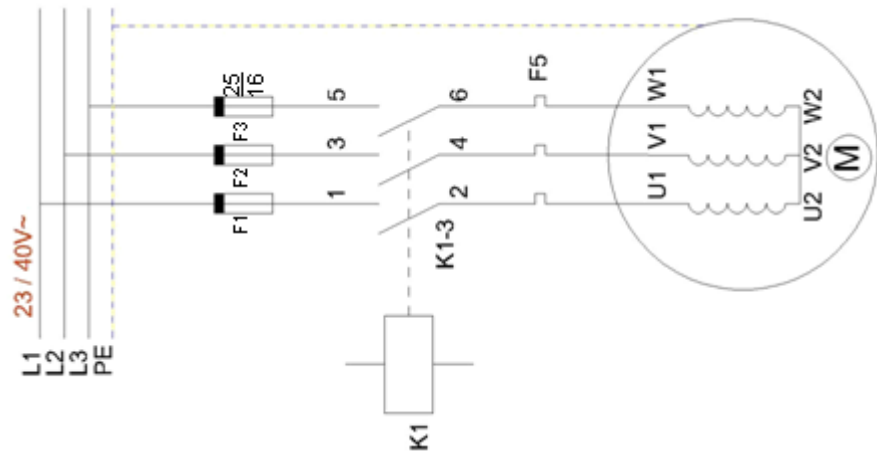
- 1 paneel met Vital (SKV5)
- 1 paneel met schuifhek voor ventilator (SKV4)
- 1 paneel met magneetschakelaar (SK6)
- 1 paneel met drukknop start, stop & reset (SKV6)
- 1 Vital verbindingkabel
- 1 paneel met noodstop (SKV1)

## Het aansluiten:

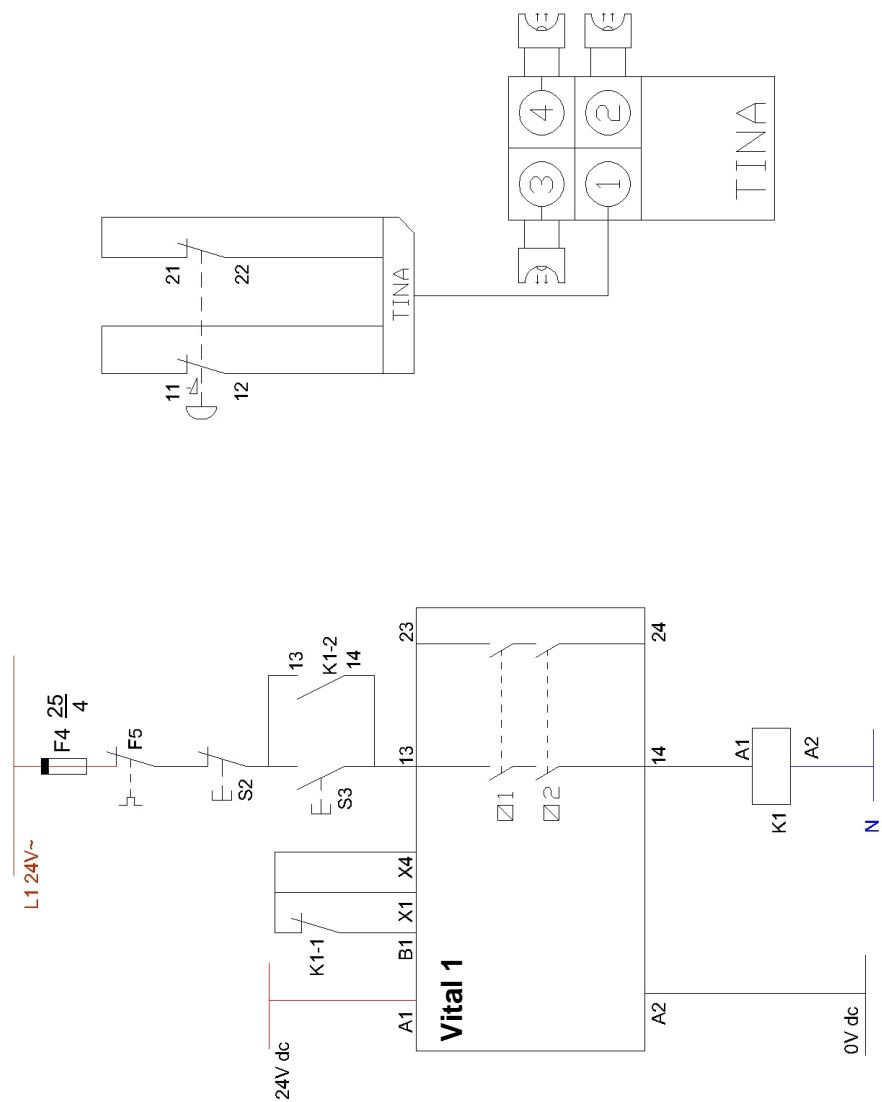
Let er goed op dat de groene en de gele bussen van de noodstop verbonden worden met de zwarte bussen daarboven. Wanneer deze koppelingen worden vergeten, zullen de led's van het bussysteem **rood** kleuren. Heb je de bussen goed aangesloten en de noodstop uitgetrokken, dan kleuren de led's **groen**. Het koppelen van de noodstop en het Eden systeem moet voorzichtig gebeuren. Het aandraaien van kabel op de bussen is niet noodzakelijk.



**Hoofdstroom:**



**Stuurstroom:**



**Figuur 33** Veiligheidsschakeling 8  
 Voorbeeld Vital-loop met noodstop en automatische reset, EN 954 Categorie 2.





Je hebt nu de Vital-loop opgebouwd. We gaan nu eerst naar de werking kijken.

- Laat de ventilator draaien.

Wanneer de ventilator draait:

- Druk de noodstop in.
- De ventilator stopt met draaien.



32. Welke handeling moet je verrichten voordat de ventilator gaat draaien?  
(Schrijf deze stap duidelijk op en waarom!)

---

---

---

33. Is veiligheidsschakeling 8 redundant?  
a. Ja, er komen 2 relais in de schakeling voor.  
b. Ja, het Vital relais beschikt over 2 contacten.  
c. Nee, er wordt maar 1 motorcontactor gebruikt.  
d. Nee, de noodstop is enkel uitgevoerd.

34. Komt in veiligheidsschakeling 8 een feedbackloop voor?  
(Leg uit waarom wel / niet)

---

---

---

---

---

---

35. Welk SIL level is van toepassing op veiligheidsschakeling 8?  
a. SIL 1  
b. SIL 1 / 2  
c. SIL 2  
d. SIL 3

# Veiligheidsschakeling 9 - Vital met Eden

In het vorige hoofdstuk hebben we de noodstop aangesloten op het Vital relais. Nu gaan we de Eden contacten toevoegen.

## Wat is Eden eigenlijk:

Wanneer we het over Eden hebben, praten we over de contacten die op het schuifhek geplaatst zijn. Op het schuifhek zijn 2 contacten gemonteerd: Adam en Eva.

Het deel waaraan Vital wordt gekoppeld wordt **Adam** genoemd en het deel dat op het schuifhek bevestigd zit noemen we **Eva**.

## Het voordeel van Eden:

Eden is een gemakkelijk aan te sluiten systeem. Het grote voordeel van het Vital-loop systeem is dat het aansluiten snel en handig kan plaatsvinden. Je neemt de verbindingkabel en sluit deze aan op Eden en op de noodstop. We hebben dus genoeg aan 2 kabels.

Een vervanger voor Eden kunnen de rolcontacten zijn. Die zijn ook bevestigd op het paneel. Deze worden in een later hoofdstuk behandeld.

## Vital communicatie

Hoe communiceren de noodstop en Eden met het Vital relais? Vital is een radiografisch systeem dat wordt toegepast bij veiligheidsdeuren, hekken, noodstoppen etc.

Vital communiceert met pulsen via een gecodeerd signaal met bijv. de noodstop. Het signaal (puls) dat wordt verstuurd van Vital ontvangt de noodstop. Deze controleert of de contacten nog gesloten zijn en stuurt een puls terug.

De noodstop en Eden kunnen worden toegepast op het hoogste SIL level. Eden beschikt over 2 sensoren die communiceren en de noodstop bevat 2 NC contacten.

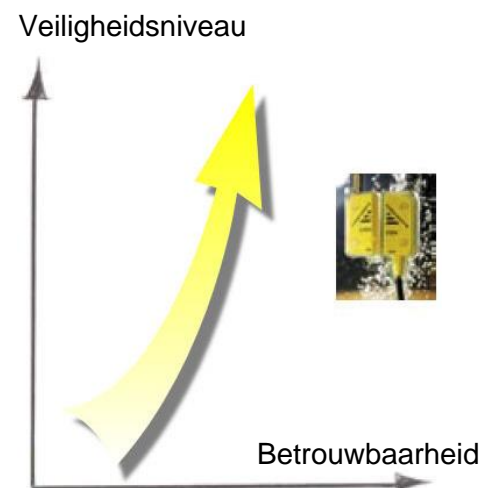
In figuur 35 is te zien dat Eden zich op het hoogste veiligheidsniveau bevindt en dus zeer betrouwbaar is.

De schakeling die we gaan maken bevat 2 motor contactoren, het schuifhek met ventilator en nog een aantal componenten.

Door het toepassen van 2 motorcontactoren halen we EN 954-1 categorie 4 of SIL 3.



Figuur 34 Eden



Figuur 35 Eden; veilig en betrouwbaar

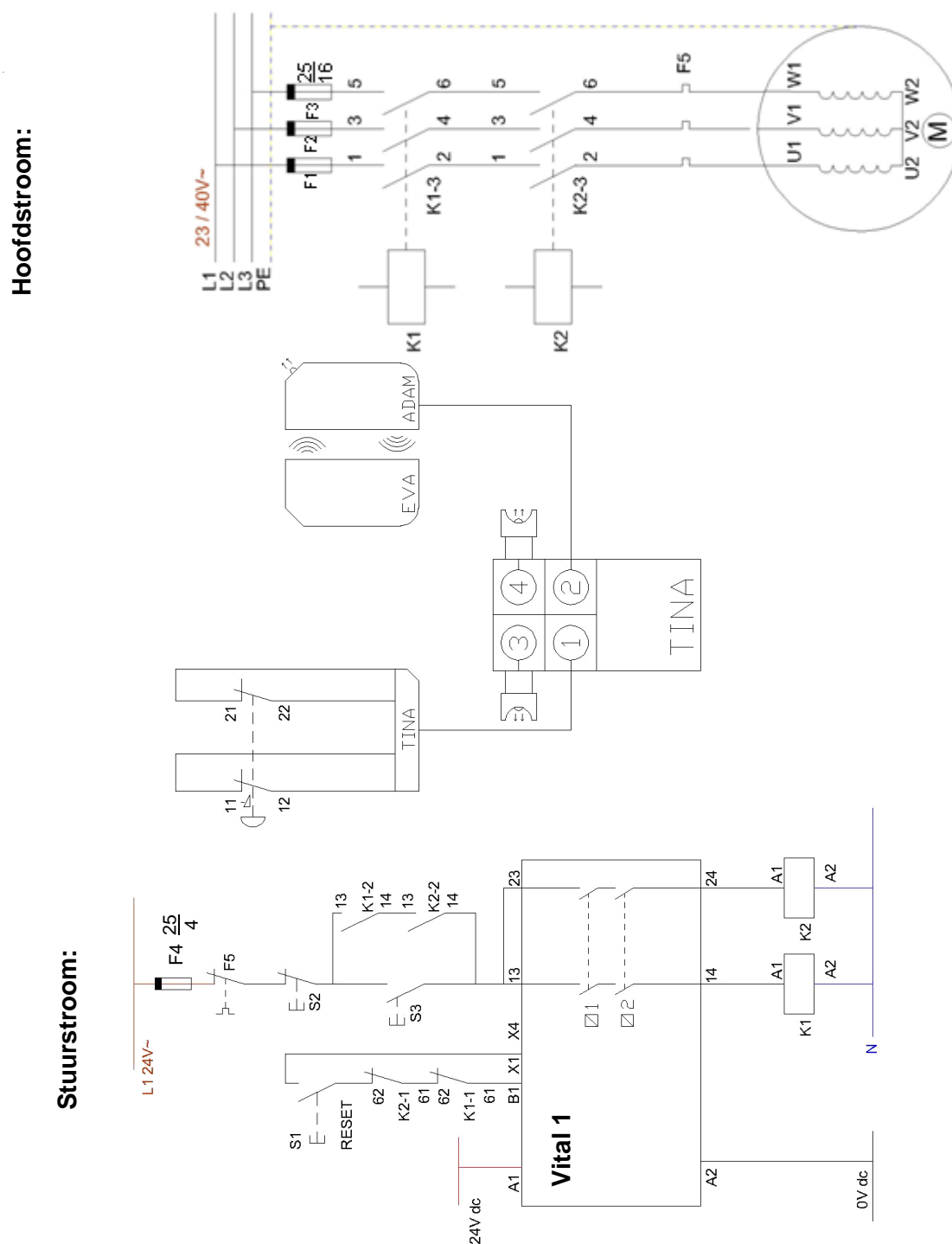
## Wat hebben we nodig voor de schakeling:

- 1 paneel met Vital (SKV5)
- 1 paneel met schuifhek voor ventilator (SKV4)
- 2 paneel met magneetschakelaar (SK6)
- 1 paneel met drukknop start, stop & reset (SKV6)
- 2 Vital verbindingkabels.
- 1 paneel met noodstop (SKV1)



## De schakeling:

Haal 1 TINA 1A bus van het Vital relais af en verbind deze met het Eden systeem.



**Figuur 36** Veiligheidsschakeling 9  
Voorbeeld Vital-loop met noodstop en Eden, feedbackloop, EN 954 Categorie 4.



- Laat de ventilator draaien.
- Haal 1 van de verbindingsbruggen naar de noodstop weg.
  - Het Vital relais zal direct afvallen omdat 1 verbindingsbrug weg is. Omdat de koppeling tussen Vital en de noodstop redundant is, detecteert Vital dit direct.
- Laat de ventilator weer draaien.
- Zet 24V DC op de vergrendeling (hiermee simuleren we dat deze niet aanwezig is!).
- Schuif het schuifhek open.
  - Het Vital relais zal direct afvallen omdat de Eden sensoren geen contact meer maken.
- Schuif het schuifhek open.
- Doe het schuifhek weer dicht.
- Laat de ventilator weer draaien.
- Geef K1 constante spanning.

36. Wanneer wordt de fout ontdekt?

- a. Nooit.
- b. Bij het indrukken van de start- of stopknop.
- c. Bij het indrukken van de noodstop.
- d. Bij het indrukken van de resetknop.

37. Leg in eigen woorden uit hoe het Eden systeem communiceert met het Vital relais?

---

---

---

---

---

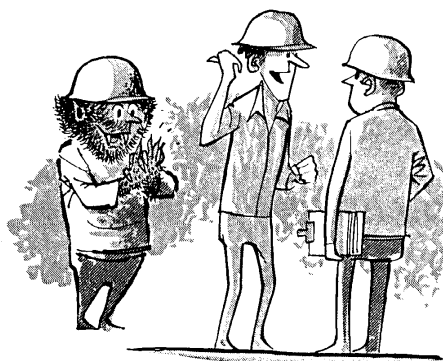
---

---

---

---

---



**Figuur 37** Communicatie

# ARBO

Arbo gaat over arbeidsomstandigheden, over ziekteverzuim en over terugkeer naar het werk na ziekte. Werkgevers willen graag gezonde werknemers en de werknemers zelf willen graag zo goed mogelijk en prettig werken.

Als werkgever is het mogelijk om Arbo adviseurs langs te laten komen. Deze adviseurs zullen de werkgever een advies geven over de arbeidsomstandigheden. Maar de werkgever is hier altijd zelf verantwoordelijk voor. De werkgever moet zorgen voor goede, aangename omstandigheden.

In de uitvoering van de regels hebben zowel de werkgever als de werknemer hun verantwoordelijkheden.

Om de werkgevers te helpen bij het zorgen voor deze goede arbeidsomstandigheden, staan er wettelijke arbeidsvoorschriften in de Arbeidsomstandighedenwet (Arbo-wet). De Arbeidsinspectie controleert bedrijven aan de hand van deze voorschriften. In de Arbo-wet staat ook omschreven hoe om te gaan met machines en dan voornamelijk de veiligheid van machines.

## Machaveiligheid en Arbo:

Wat heeft machineveiligheid met de Arbo-wet te maken. Eigenlijk heel veel. In voorgaande hoofdstukken hebben we steeds gesproken over de veiligheid van machines.

Elke Nederlandse werkgever die over arbeidsmiddelen beschikt (machines e.d.) heeft te maken met de Arbo-wet. De Arbo controleert of de werkgever zich aan de afspraken houdt over de gestelde veiligheidseisen. Om te voldoen aan de eisen heeft de Arbo een lijstje opgesteld om de risico's van een machine te verkleinen.

Deze punten worden behandeld in hoofdstuk 23.



In figuur 38 zie je een bedrijfsongeval wat geen invloed heeft op het ziekteverzuim.



**Figuur 38** Bedrijfsongeval

# Veiligheidsschakeling 10 - Veiligheidsrelais met vergrendeling

Wanneer je in de praktijk niet de beschikking hebt over een Vital relais kunnen we i.p.v. het Eden systeem ook 2 rolbediende contacten gebruiken en een vergrendelingspal. Deze rolcontacten en de vergrendeling zijn al gemonteerd op het SKV4 paneel.

## Hoe werken deze contacten?

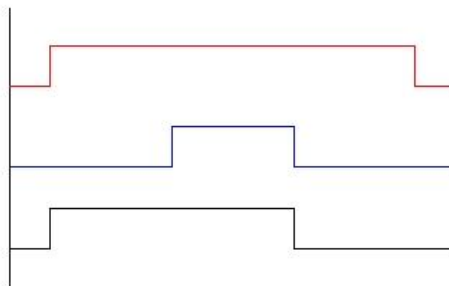
De rolcontacten hebben een **maak**contact en een **verbreek**contact. Het is de bedoeling dat wanneer het hek wordt geopend, het proces (de ventilator) stopt met werken (draaien). Ook moet het zo zijn dat wanneer we de noodstop bedienen, het 3 seconden duurt voordat we het hek kunnen openen. Dit kunnen we realiseren met de RT7B. Hierop zit een tijdfunctie die dit kan aansturen.

Bij de RT7B kunnen we werken met een tijdvertraging van 1, 2 en 3 seconden.

## Waarom tijdvertraging?

Tijdvertraging zorgt ervoor dat wanneer het proces een uitlooptijd heeft, je nog niet naar binnen kan gaan. Het proces moet dus eerst stil staan voordat je de ruimte mag betreden. We kennen 2 soorten tijdvertraging. Tijdvertraagd opkomen en tijdvertraagd afvallen.

38. In figuur 39 zien we dat er een input (stap) wordt aangeboden aan een relais. Dat is de zwarte (onderste) lijn. Welke lijn stelt tijdvertraagd opkomen voor en welke tijdvertraagd afvallen?
- a. De blauwe (middelste) lijn is: \_\_\_\_\_
- b. De rode (bovenste) lijn is: \_\_\_\_\_



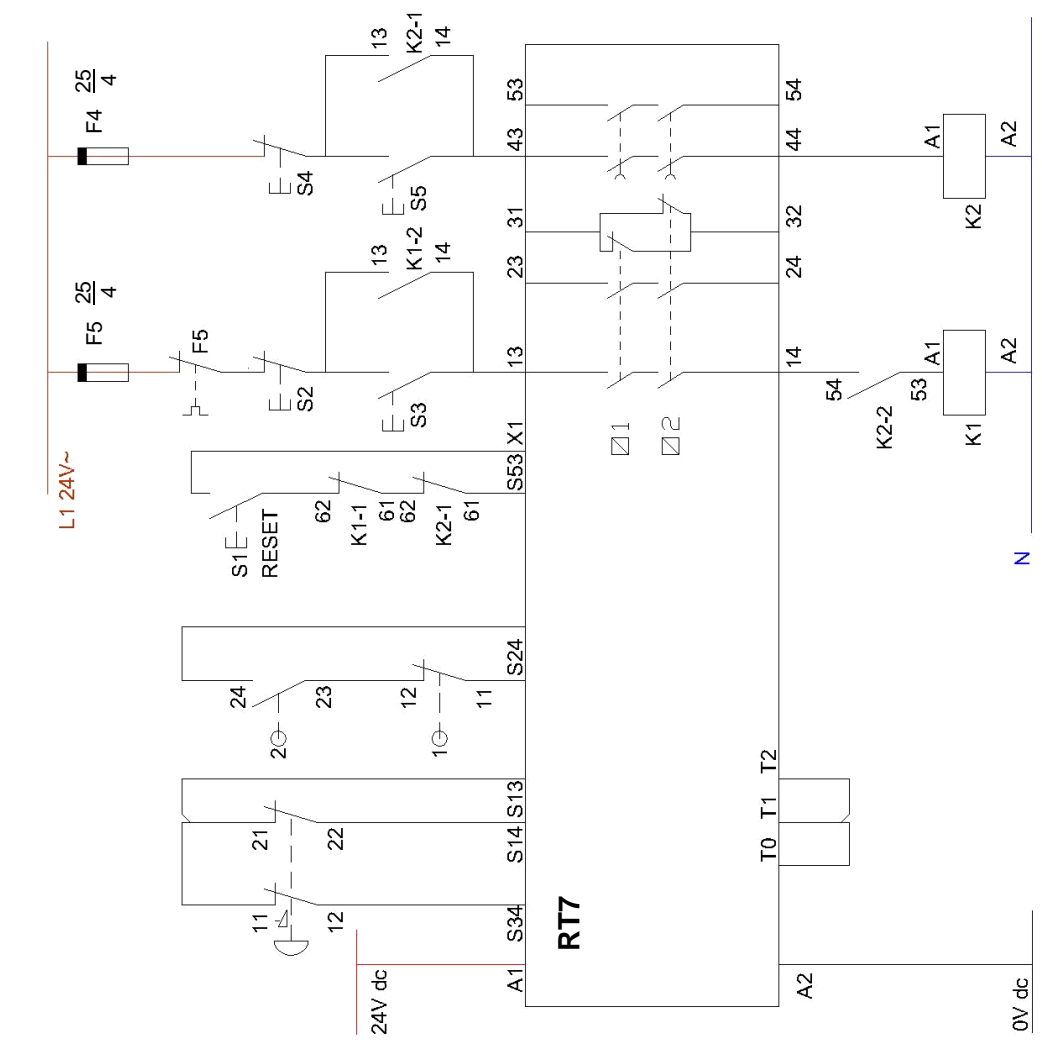
**Figuur 39** Input met tijdvertraagd opkomen / afvallen

## Wat hebben we nodig voor deze schakeling:

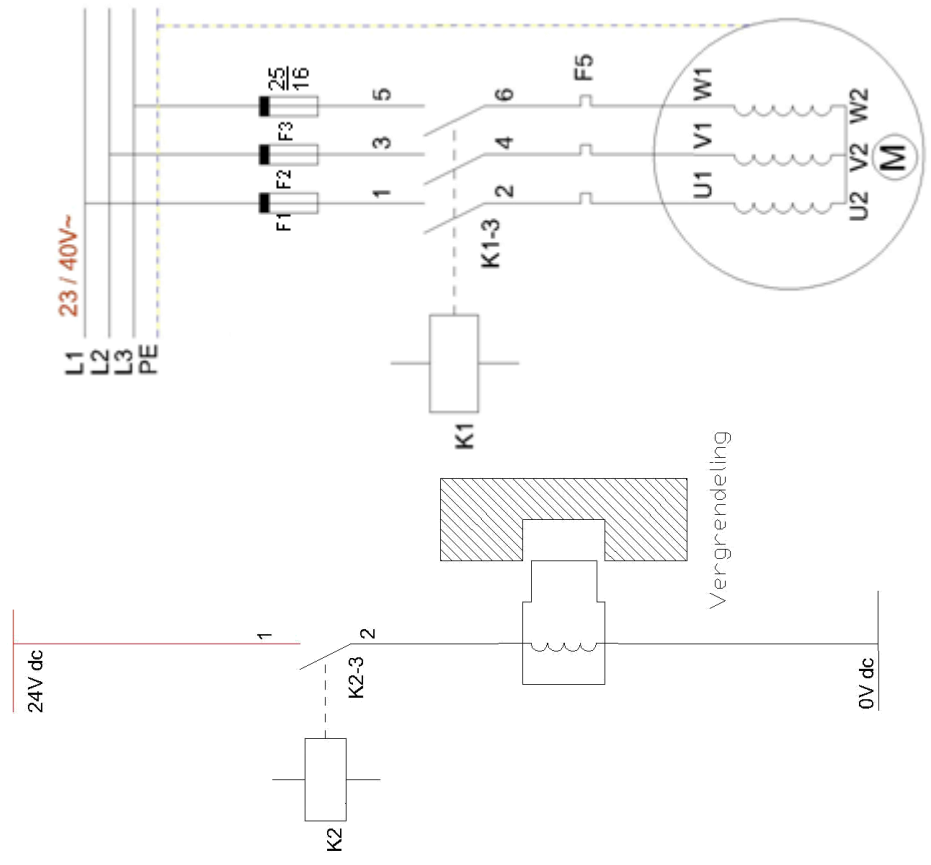
- 1 paneel met veiligheidsrelais (SKV 2).
- 2 paneel met motorcontactor (SK 6).
- 1 paneel met schuifhek, vergrendeling en rolbediende contacten (SKV 4).
- 1 paneel met start, stop en reset drukknop (SKV 6).
- 1 paneel met drukknop start (SZ 1).
- 1 paneel met drukknop verbreek stop (SZ 4).

Bouw de schakeling zorgvuldig op. In de schakeling is: S 4 = SZ 1    S 5 = SZ 4

**Stuurstroom:**



**Hoofdstroom:**



**Figuur 40** Veiligheidsschakeling 10  
 Voorbeeld RT7B met rolbediende contacten en feedbackloop, EN 954 Categorie 4







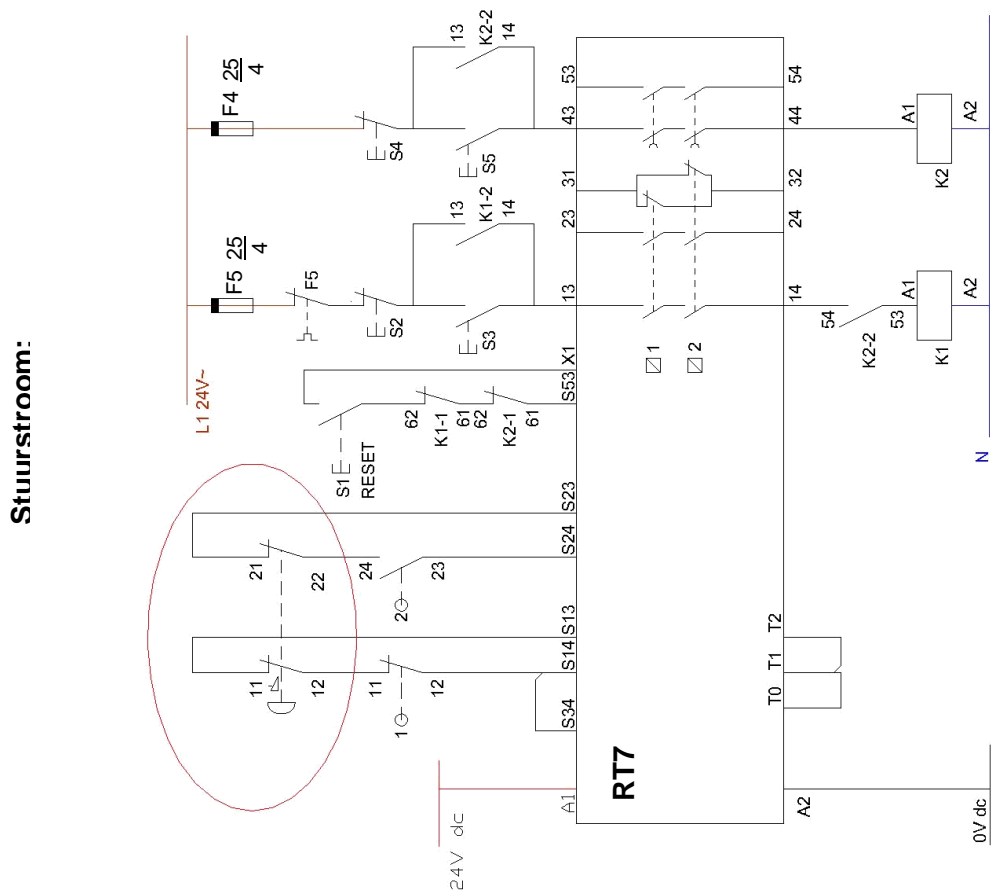
41. Lees onderstaande stellingen en geef aan of deze juist / onjuist zijn.  
 Waardoor stopt de ventilator met draaien?

- Stelling 1: De ventilator stopt met draaien wanneer de Eden contacten worden verbroken.
- Stelling 2: De ventilator stopt met draaien wanneer de rolbediende contacten constateren dat het schuifhek wordt geopend.
- Stelling 3: De ventilator stopt met draaien wanneer het veiligheidscircuit wordt gesloten.
- Stelling 4: De ventilator stopt met draaien wanneer K2 afvalt.
- Stelling 5: De ventilator stopt met draaien wanneer K1 afvalt.

Geef aan of bovenstaande stellingen **Juist / Onjuist** zijn:

- Stelling 1: Juist / Onjuist  
 Stelling 2: Juist / Onjuist  
 Stelling 3: Juist / Onjuist  
 Stelling 4: Juist / Onjuist  
 Stelling 5: Juist / Onjuist

We gaan nu de noodstop toevoegen aan de schakeling:



**Figuur 40** Veiligheidsschakeling 10a  
 Voorbeeld RT7B met noodstop en rolbediende contacten,  
 feedbackloop, EN 954 Categorie 4.



# Vragen

45. Wat is de functie van de noodstop?

---

---

---

---

---

46. Wat is de functie van de resetknop?

---

---

---

---

---

47. Leg in eigen woorden uit wat redundantie betekent en hoe je redundantie kunt herkennen?

---

---

---

---

---

---

48. **Vanaf** welke EN 954-1 categorie is redundantie verplicht?

- a. categorie 1
- b. categorie 2
- c. categorie 3
- d. categorie 4

49. Wat wordt bedoeld met het risiconiveau?

- a. Het risico dat de machine niet bij het niveau van de richtlijn past.
- b. Het niveau dat het risico van de machine aangeeft.
- c. Hoe groot het risico is dat een machine vastloopt.
- d. Hoe groot het risico is op een gewonde bij gebruik van een machine.

50. In jouw klaslokaal staat een zaagtafel uit februari 1994. Moet op deze machine een CE-keurmerk zitten? Geef duidelijk aan waarom wel / niet?

---

---

---

---

---

---

51. Wat betekent SIL, en waar staat SIL voor?

---

---

---

---

---

---

52. Vital is een:

- a. Railsysteem
- b. Relaissysteem
- c. Bussysteem
- d. Koppelsysteem

53. Wat is het grote voordeel van Eden ten opzichte van de rolbediende contacten?

---

---

---

---

---

---

---

54. Vertel in eigen woorden waar Arbo voor staat en wat de Arbo doet.

---

---

---

---

---

---

---

---

55. Wanneer passen we bij het RT7B relais tijdvertraging toe?

---

---

---

---

---

---

---

56. Wat is de functie van de hekbewaking?

---

---

---

---

---

---



# Extra opdrachten

# SIL level berekenen

In hoofdstuk 12 hebben we besproken wat SIL betekent en waar het wordt toegepast. Nu gaan we berekenen welk SIL level we moeten toepassen voor welke situatie. Voordat we hieraan kunnen beginnen moeten we eerst de volgende punten bepalen: hoe groot is de kans op een gevaarlijke situatie, de blootstellingduur en frequentie en de kans op het ontstaan van gevaar en het kunnen ontwijken van het gevaar.

**We gaan deze vier punten nu stapsgewijs toelichten:**

1. De kans dat er een gevaarlijke situatie optreedt wordt bepaald door de frequentie en de blootstellingduur (Fr), de kans dat de gevaarlijke situatie optreedt (Pr) en de mogelijkheid om het gevaar te ontwijken (Av).

Het SIL level heeft te maken met het risico tot het veroorzaken van letsel. Om het risico zo klein mogelijk te maken doen we een risicobeoordeling:

$$Risico = Effect(SE) \times Kans(CL)$$

Definitie 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”.*

Het effect (SE) heeft 4 niveaus die vooraf bepaald moeten worden. Hier gaat het om de ernst van de verwondingen die men kan oplopen.

Consequenties:	Effect (SE): Severity
Schrammen en lichte kneuzingen (eerste hulp).	1
Ernstige snijwonden en zware kneuzingen (behandeling door arts).	2
Amputaties, gebroken botten (werken na behandelingen weer mogelijk).	3
Zeer ernstige verwondingen tot de dood (werken onmogelijk).	4

Voorbeeld: Kijk naar de figuur hiernaast. Deze robot is in een machinefabriek geplaatst en heeft geen afscherming. Deze robot heeft wel een noodstop. Wanneer we kijken naar het effect krijgen we een SE van 4. Wanneer je dicht bij de lasrobot staat en deze begint plots met lassen kan de robot je zeer ernstig verwonden.



**Figuur 41** Lasrobot zonder afscherming

2. Nadat je het effect hebt bepaald gaan we verder met de frequentie en het blootstellen aan de machine:

Frequentie en blootstellen wil zeggen: Wanneer wordt er met de machine gewerkt (dagelijks, wekelijks of minder dan 1x per jaar).

<b>Frequentie en blootstellingsduur (Fr):</b>		
<b>Blootstellingsfrequentie:</b>	<b>Blootstellingsduur : minder dan 10 minuten (<math>\leq 10</math> min).</b>	<b>Blootstellingduur: Meer dan 10 minuten (<math>&gt; 10</math> min)</b>
$\leq 1$ keer per uur	5	5
$>1$ uur tot $\leq 1$ dag	4	5
$>1$ dag tot $\leq 2$ weken	3	4
$>2$ weken tot $\leq 1$ jaar	2	3
$>1$ jaar	1	2

Een voorbeeld:

In de figuur hiernaast is een lasrot te zien. Deze robot staat in een open ruimte met alleen een noodstop als beveiliging.

De robot is 24 uur per dag in werking en 1 keer per 2 uur moet er iemand naar de robot om daar een nieuw product in te leggen. Het inleggen duurt ongeveer 15 min.

Als we dan naar de tabel kijken krijgen we een FR van 5.

3. De kans op ontstaan van gevaar:

<b>Kans op het optreden van gevaar:</b>	<b>Kans (Pr): Probability</b>
Zeer hoog	5
Hoog	4
Gemiddeld	3
Zelden	2
Klein	1

Wanneer we goed kijken naar de kans op ontstaan van gevaar, moeten we eigenlijk altijd uitgaan van een zeer hoge kans. Een mens kan altijd een fout maken! Standaard kiezen we hier altijd 5. Uitzonderingen zijn natuurlijk altijd mogelijk. Denk hierbij aan hoog opleidingsniveau, goed omschreven applicatie etc.

In ons voorbeeld van de robot is de kans op het ontstaan van gevaar zeer groot PR = 5.



**Figuur 42** Vliegtuigongeluk



4. Als laatste kijken we naar de mogelijkheid om het gevaar te kunnen ontwijken. Je moet hierbij denken aan een aantal aspecten:

- Treedt het gevaar plotseling, langzaam of snel op.
- Heb je de ruimte om het gevaar te kunnen ontwijken
- Heb je te maken met delen die bijvoorbeeld scherp, heet of onder spanning staan.
- Heb je de mogelijkheid het gevaar te herkennen.

Mogelijkheid gevaar te ontwijken (Av) <i>avoiding or limiting harm</i>	
Onmogelijk	5
Redelijk	3
Gemakkelijk	1

In het voorbeeld met de lasrobot treedt snel gevaar op.

Het is wel mogelijk om het gevaar te ontwijken omdat de robot in een vrije ruimte geplaatst is.

De robot kan zeer warm zijn.

Het is onmogelijk het gevaar te herkennen omdat de lasrobot plotseling kan beginnen met lassen.

We kiezen hier een AV van 5.

We zetten nu alle gevonden waarden op een rij.

Se = 4 (Severity, effect)

Fr = 4 (Frequentie en blootstelling)

Pr = 5 (Probability, ontstaan van gevaar)

Av = 5 (Avoiding or limiting harm, ontwijken van het gevaar)

Klasse (CI) = Fr + Pr + Av

Klasse (CI) = 4 + 5 + 5 = 14

Effect (SE) Severity	Klasse (CI) Class				
	3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
2				SIL 1	SIL 2
1					SIL 1

Wanneer we de gevonden en berekende waarden hebben ingevuld, komen we tot het volgende SIL level:

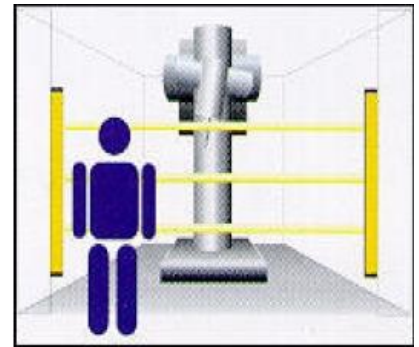
Effect (SE) Severity	Klasse (CI) Class				
	3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3			SIL 1	SIL 2	SIL 3
2				SIL 1	SIL 2
1					SIL 1

Nu is het de bedoeling dat je zelf het SIL level van een machine gaat bepalen.

Lees onderstaand voorbeeld goed door en bepaal de Se, Fr, Pr en de Av.

**Voorbeeld 2:**

Hiernaast zie je nogmaals een lasrobot staan, maar deze keer hebben we er een 3-straals inloopbeveiliging voor gemonteerd. Wanneer er een persoon naar de lasrobot toe loopt en door de inloopbeveiliging gaat, zal de lasrobot direct stoppen met zijn handelingen. Eigenlijk kunnen we zeggen dat de inloopbeveiliging een soort noodstop is. De inloopbeveiliging is gemonteerd op een afstand van 2,5 meter van de robot.



**Figuur 43** Robot met 3-straals inloopbeveiliging

Nog een aantal punten op een rij:

- Lasrobot met 6 assen.
- Productinleg 1x per 15 min.
- Goed opgeleid personeel.
- Veiligheidsafstand 2,5 m.

57. Bereken het SIL level. (Schrijf er duidelijk bij hoe je aan de antwoorden komt.)

a. Wat is het effect (Se)?

Se =

---

---

---

---

b. Wat is de frequentie en de blootstellingduur (Fr)?

Fr =

---

---

---

---

c. Wat is de kans op ontstaan van gevaar (Pr) en de mogelijkheid het gevaar te ontwijken (Av)?

Pr =

Av =

---

---

---

---

d. Wat is het SIL level?

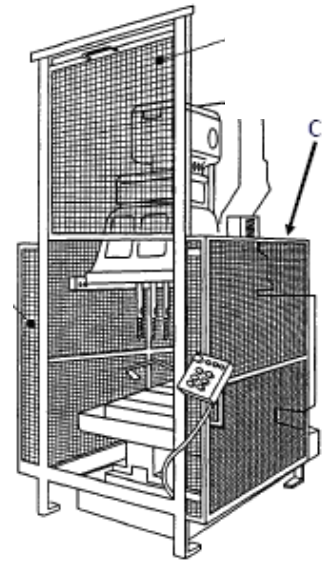
---

---

---

**Voorbeeld 3:**

Hiernaast in figuur 44 zie je een automatische boormachine met blokkeerscherm (c) aan achterzijde. Denk er goed aan dat je het SIL level moet bepalen van het blokkeerscherm aan de achterzijde.



**Figuur 44** Boormachine met blokkeerscherm (c) aan achterzijde

- De toegang tot de machine is d.m.v. kettingaandrijving.
- De machine wordt 1x per 2 weken gesmeerd.
- Het smeren duurt maximaal 5 minuten.
- Het smeren wordt gedaan door goed opgeleid personeel.

58. Bereken het SIL level. (Schrijf er duidelijk bij hoe je aan de antwoorden komt.)

a. Wat is het effect (Se)?

Se =

---

---

---

b. Wat is de frequentie en de blootstellingduur (Fr)?

Fr =

---

---

---

c. Wat is de kans op ontstaan van gevaar (Pr) en de mogelijkheid het gevaar te ontwijken (Av)?

Pr =

Av =

---

---

---

---

d. Wat is het SIL level?

---

---

---

# Veiligheidsafstanden




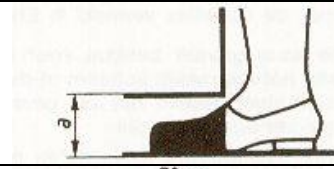
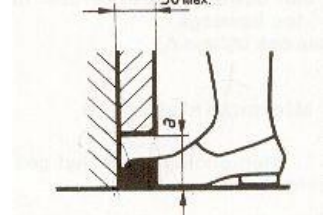
Wanneer we het hebben over veiligheidsafstanden, moet je denken aan de tussenruimte om bij het proces te komen. Deze afstanden staan beschreven in de EN 349 norm.

Het doel van deze norm is de gebruiker (bijv. opstellers van normen, ontwerpers van machines) in staat te stellen om gevaren in zones, waar men gevaar loopt bekneld te raken, te vermijden.

Deze norm legt de minimumafstanden vast voor delen van het menselijk lichaam en is van toepassing op andere gevaren zoals bijv. stootgevaar, gevaar voor afhakken, gevaar van naar binnen worden getrokken.

In de tabel hieronder staan de minimum afstanden vermeld in mm.

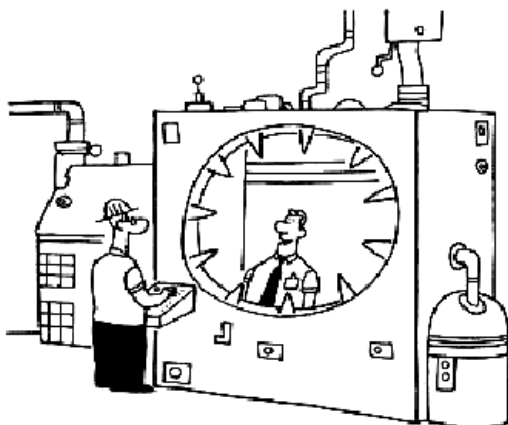
**Tabel 3: Veiligheidsafstanden**

Deel van het lichaam	Minimumafstand in mm	Afbeelding
Lichaam	500	
Hoofd	300	
Been	180	
Voet	120	
Tenen	50	

# Risico verlagen

Risico verlagen houdt in: Hoe kunnen we het risico, de kans op ongelukken verkleinen (risicoreductie).

## Risicoreductie bij een machine.



**Waarschuwborden plaatsen is NIET de eerste stap!**

In Amerika begint men met het waarschuwen van de medewerkers.

In Nederland is dat de laatste stap.

***“Ik heb de waarschuwingsstickers binnenin aangebracht. Je kunt hem nu aanzetten!”***

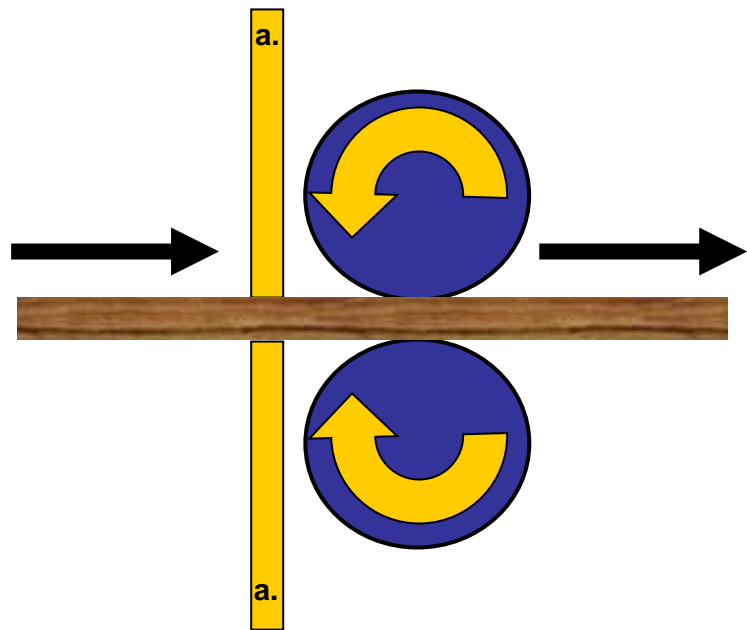
Het verkleinen van de risico's gebeurt in Nederland in 4 stappen volgens artikel 3.b van de Arbo-wet '98:

1. Voorkoming of beperking van het gevaar bij de bron.
2. Collectieve beschermingsmaatregelen, zoals: mechanische afschermingen, lichtschermen etc.
3. Individuele beschermingsmaatregelen zoals: maliënkolder, valhelm, veiligheidsbril etc.
4. Organisatorische maatregelen, zoals: waarschuwingsstickers, bedieningsinstructies etc.

**Stap 1: Voorkoming of beperking van het gevaar bij de bron:**

Vermijd de kans om in machine te worden getrokken door het **ontwerp** te veranderen!

Hiernaast zie je een machine die bij een boomstam het schors verwijderd. Wanneer de boomstam voorbij deel a. is, sluit het scherm en zal het moeilijk worden om bij de rollen te komen.

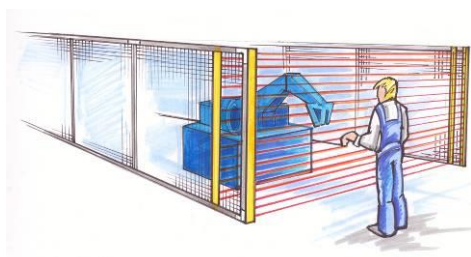
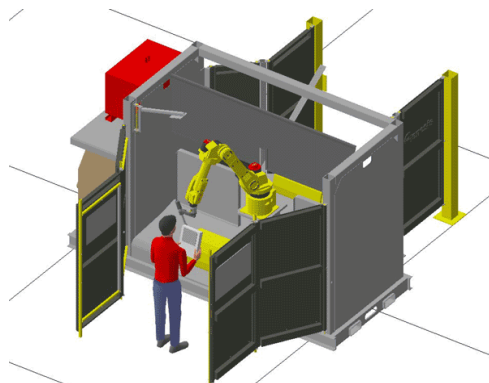


## Stap 2: Beveiligingen plaatsen:

Onder het plaatsen van beveiliging hoort onder andere:

1. Beweegbare afschermingen met blokkering.
2. Vaste afschermingen.
3. Lichtschermen.
4. Schakelmatten.

Wanneer je de ruimte binnen gaat met een lichtscherm of een schakelmat, zal de machine automatisch stoppen met zijn bewerkingen. De lichtschermen en schakelmatten zijn gekoppeld aan het veiligheidsrelais.





### Stap 3: Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen:

Met het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen bedoelen we:

- Gasmasker
- Maliënkolder
- Veiligheidsbril
- Gehoorbeschermers
- Veiligheidsschoenen
- Veiligheidsoverall

Het gaat hier om beschermingsmiddelen die je dus zelf moet dragen.



Gasmasker



Veiligheidsbril

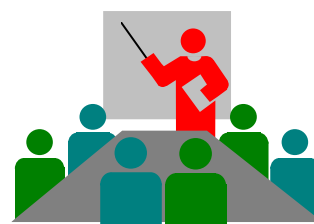
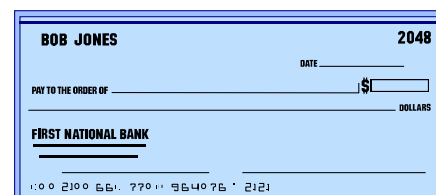


Oorbeschermers

### Stap 4: Informeren, pictogrammen, procedures

Bij de laatste stap hoort het ophangen van veiligheidsborden, het instrueren en trainen van het personeel en door veiligheidprocedures op te stellen .

Ook het aanbrengen van een noodstop kan als laatste redmiddel fungeren.





59. Zet bij de onderstaande stappen wat de handeling is om het risico te verlagen.

Stap 1:

---

---

---

---

---

Stap 2:

---

---

---

---

---

Stap 3:

---

---

---

---

---

Stap 4:

---

---

---

---

---

60. Wat is het grootste verschil in de risicoverlaging tussen Nederland en Amerika?

---

---

---

---

---

# Ster-driehoek schakeling

61. Leg in eigen woorden uit hoe een Ster-driehoek schakeling werkt.

---

---

---

---

---

62. Wanneer wordt er een Ster-driehoek schakeling toegepast en wat is het grote voordeel hiervan?

---

---

---

---

---

# Eindopdracht 1 - Hijskraan

Bij deze eindopdracht is het de bedoeling dat je zelf een aantal dingen gaat bekijken die te maken hebben met machineveiligheid.

## 63. Eindopdracht 1:

- a. Bepaal het SIL niveau en de EN 954-1 categorie.
- b. Schets het stroomkringschema (hoofd en stuurstroom) met thermische beveiliging en teken deze daarna netjes in AutoCAD.
- c. Bouw de schakeling op.
- d. Test de schakeling.
- e. Maak hier een verslag van.

### Uitleg:

In een machinewerkplaats hangt een hijskraan. Deze wordt gebruikt om zware lasten te verplaatsen in de werkplaats.

Wanneer de motor van de hijskraan linksom draait takelt hij de voorwerpen omhoog. Voordat de hijskraan een andere kant (linksom / rechtsom) op kan gaan moet er eerst op stop worden gedrukt! De hijskraan wordt elke dag meer dan 10 minuten gebruikt.

Werk de bovenstaande 5 punten (a t/m e) uit en laat deze controleren door je docent.

Veel succes!



**Figuur 45** De hijskraan

# Eindopdracht 2 - Zaagmachine

Bij deze 2<sup>e</sup> eindopdracht is het de bedoeling dat je nogmaals het stappenlijstje doorwerkt.

## 64. Eindopdracht 2:

- a. Bepaal het SIL niveau en de EN 954-1 categorie.
- b. Schets het stroomkringschema (hoofd en stuurstroom) met thermische beveiliging en teken deze daarna netjes in AutoCAD.
- c. Bouw de schakeling op.
- d. Test de schakeling.
- e. Maak hier een verslag van.

### Uitleg:

In de machinewerkplaats is naast een hijskraan ook nog een zaagtafel. Deze wordt gestart in Ster en gaat na 4 seconden over in driehoek. Werk bovenstaande 5 punten (a t/m e) uit en lever een compleet verslag in bij je docent.

Veel succes!



**Figuur 46** Zaagmachine

# Bronvermelding

- Jokab Safety <http://www.jokabsafety.com>
- Isolectra BV <http://www.isolectra.nl>
- Arbo platform Nederland <http://www.arbo.nl>
- CE markering <http://www.ce-marking.nl>
- Consument en veiligheid <http://www.veiligheid.nl>

# Contact

**Brink Techniek BV**

Leliestraat 1A  
8051 CX Hattem

Telefoon: (038) 447 5750



E-mail: [verkoop@brinktechniek.nl](mailto:verkoop@brinktechniek.nl)  
Internet: [www.brinktechniek.nl](http://www.brinktechniek.nl)