

# Basisrelaisschakelingen

Inleidende cursus relaistechnieken

M. Jacobs

Afdeling Elektriciteit-Elektronica  
SG-noord Lyceum Paardenmarkt & Luchthaven

## Inhoud

1	Schakelaars en drukknoppen .....	3
2	De elektromagnetische schakelaar .....	4
3	Open en gesloten positie van de contacten.....	5
4	Stuurkring.....	7
5	Soorten symbolen .....	8
6	Basisrelaisschakelingen 1 .....	9
6.1	Start – Stop Prioriteit Stop.....	9
6.2	Tekenafspraken: .....	9
6.3	Ontwerpen van een schakeling. ....	10
6.4	Start – Stop prioriteit Start (onveilige schakeling) .....	10
7	Basis relaisschakelingen 2 .....	11
7.1	Polariteitsomkering / Links – rechts.....	11
7.2	Polariteitsomkering / Links – rechts met motorbeveiliging en extra noodstop .....	12
7.3	Polariteitsomkering- uitbreiding .....	13
8	Basis relaisschakelingen 3 .....	16
8.1	Tijdschakelingen 1, vertraagd inschakelen:.....	16
8.2	Tijdschakelingen 2, vertraagd uitschakelen: .....	17
8.3	Tijdschakelingen 3, vertraagd in- en uitschakelen: .....	18
8.4	Tijdschakelingen 4, vertraagd omschakelen: .....	20
9	Basisschakelingen 4.....	22
9.1	Volgordeschakeling .....	22
9.2	Opgaves: .....	22
10	Basisschakelingen 5.....	25
10.1	Driefasenmotoren .....	25
10.2	Ster-driehoekschakeling:.....	26
10.3	Schakelschema ster-driehoekschakeling:.....	27
10.4	Opgaven: .....	27
11	Basisschakelingen 6.....	31
11.1	Quizschakeling.....	31

# 1 Schakelaars en drukknoppen

In het huishelijk leven kennen we uiteraard de klassieke lichtschakelaars. Op één of meerdere plaatsen kunnen we de lichtpunten in de kamer(s) bedienen. De schakelaars zijn dan éénpolig of tweepolig, of hebben wisselcontacten. Al deze schakelaars hebben allemaal twee standen (*AAN – UIT* of ook: *OP – AF*). We noemen dit bistabiele schakelaars



Figuur 1

Iets ingewikkelder wordt het wanneer we in een trapzaal met meerdere verdiepingen het licht willen aanschakelen. Hier gebruik je dan een drukknop die met een teleruptor of met een trappenhuisautomaat de lampen aanschakelt. De drukknop is een schakelaar die uitgerust is met een veer die de knop steeds terug in de rustpositie drukt. We spreken dan van een monostabiele schakelaar.



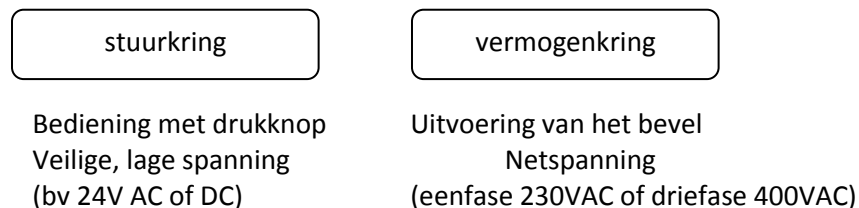
Een teleruptor is een schakelaar die, telkens we een elektrische impuls geven met de drukknop, het licht zal aan- of uitschakelen. Natuurlijk moet de laatste persoon het licht uitschakelen door nogmaals op de drukknop te duwen.

In een groot gebouw kan het dan wel eens voorkomen dat jij het licht uitschakelt terwijl er nog personen in de ruimte aanwezig zijn.

Een betere oplossing hiervoor is de schakeling met trappenhuisautomaat. Met een drukknop geven we de trappenhuisautomaat een impuls. Een inwendig mechanisch of elektronisch systeem schakelt het licht aan. Na een instelbare tijd zal dit het licht dan automatisch uitschakelen. Met de nieuwere trappenhuisautomaten zal zelfs het einde van de lichttijd worden aangekondigd door het knipperen van het licht.

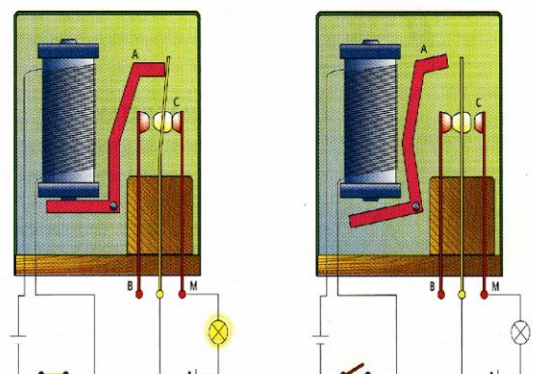
De schakeling met trappenhuisautomaat leunt aan bij wat men noemt “automatiseren”. Automatiseren betekent zoveel als: “het automatisch laten werken van een systeem zonder of met zo weinig mogelijke menselijke ingrepen”.

De schakeling kan men grof indelen in een stuurkring (bediening) en een vermogenkring (schakelen van de vermogens). Beide kringen kunnen werken met gescheiden spanningen zodat voor de bediening meestal een lage veilige spanning wordt gekozen. Zo kunnen er dunnere draden en goedkopere schakelaars worden gebruikt in de stuurkring. De vermogenkring is volledig gescheiden van de stuurkring en werkt met eenfase of driefase spanning, naargelang de aangesloten verbruikers. We kunnen dit blokschematisch voorstellen:



In een elektrisch schema kunnen we de twee kringen duidelijk onderscheiden. Op de linkse figuur is het relais aangetrokken getekend en is de vermogenkring gesloten (lamp). De spoel is via de gesloten schakelaar in het linkse deel van het schema aangesloten op de bron.

De rechtse figuur is in rust getekend. Let op de stand van de schakelaar en de standen van het anker en de schakelaar in het relais.

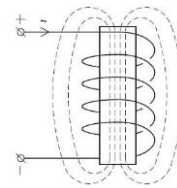


Figuur 3

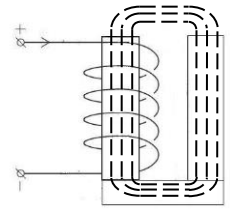
## 2 De elektromagnetische schakelaar

Als we even inzoomen op de werking van de schakelingen dan stellen we vast dat het bedieningsignaal van bijvoorbeeld de teleruptor een geschikte elektrische spanning (en stroom) is.

- Het elektrisch signaal wordt aangesloten op een spoel.



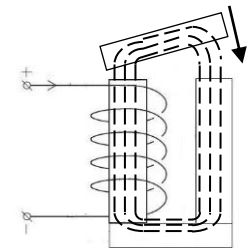
Figuur 4



Figuur 5

- De stroom die in de spoel vloeit doet in de kern een magnetisch veld ontstaan. (fig 4&5)

- Met het magnetisch veld kunnen we magnetiseerbaar materiaal aantrekken (beweegbaar anker).



Figuur 6

- Aan het anker bevestigen we de hefboom van een schakelaar.
- De schakelaar kan nu een afzonderlijke stroomkring schakelen: de vermogenkring.
- De schakeling wordt bedient door een elektromagneet, het is een elektromagnetische schakelaar.

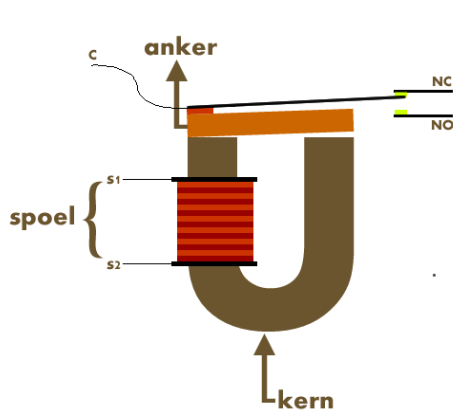
Toelichting:

- bij kleine relais kan het beweegbaar anker scharnierend bewegen. Dit is een mechanisch eenvoudige en duurzame constructie. Soms spreekt men van een klapanker.

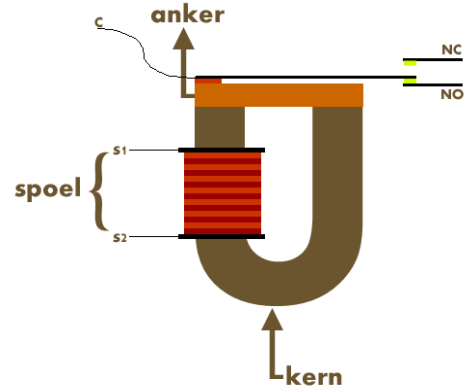
- Bij grotere relais en contactoren zal het anker zich evenwijdig kunnen verplaatsen, dit in verband met de constructie van de contacten.

- Als de spoel niet bekrachtigd is zorgt een veer ervoor dat het anker terug in (open) rustpositie komt.

### 3 Open en gesloten positie van de contacten



Figuur 7



Figuur 8

Op de linkse figuur kunnen we duidelijk de verschillende onderdelen onderscheiden en de werking ervan uitleggen. Het relais staat nu in rust. De aansluitingen C en NC zijn verbonden.

Bij bediening wordt (via een drukknop) de spoel met de contacten S1 en S2 aangesloten op de stuurspanning. De kern zal het magnetisch veld goed geleiden en doet het anker aantrekken. Op dit anker is de brug van het gemeenschappelijk contact C bevestigd. De positie van de brug gaat nu van NC naar NO (rechtse figuur).

Het onder spanning brengen van de spoel heeft dus tot gevolg dat er een omschakeling gebeurt van de contactverbinding C-NC naar C-NO.

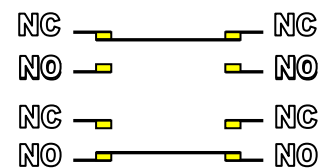
De gebruikte benamingen voor de aansluitingen zijn:

- C aansluiting van het gemeenschappelijk deel van het contact
- NC aansluiting van het normaal gesloten contact, in rust
- NO aansluiting van het normaal geopend contact, in rust

Het hierboven voorgestelde contact is een wisselcontact. Het is ook mogelijk dat er 4 aansluitpunten gebruikt worden. De aansluiting C wordt dan ontdudd. Dit wordt vaak gebruikt bij vermogencontacten.

Rustpositie: de twee bovenste contacten zijn verbonden

Werkpositie: de twee onderste contacten zijn verbonden



Figuur 9

Enkele voorbeelden van klein vermogen relais:



Figuur 10

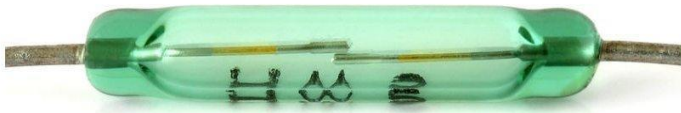


Figuur 11



Figuur 12

Voorbeeld van reed-contacten:



Figuur 13

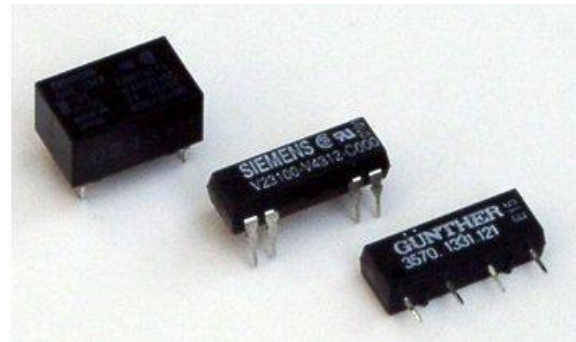
Het inwendige, met het eigenlijke schakelcontact  
(geschikt tot een schakelspanning van 250VAC en stromen tot 1A).



Diverse reed-contacten, het bovenste onderdeel is een reed-relais.

Figuur 14

hieronder printbehuizingen met ingebouwde spoel en reedcontact(en)



Figuur 15

Voorbeeld van een relais of contactor:



Figuur 16

Dit toestel wordt gebruikt in elektrische schakeltechniek. Ze zijn gewoonlijk uitgerust met 3 of 4 vermogencontacten. Naargelang de uitvoering zijn dit NO-contacten of een combinatie met (één of meerdere) NC- contacten.

Naargelang het merk of uitvoering zitten er ook enkele stuurcontacten ingebouwd.

Opmerking:

- De benaming relais wordt gebruikt als de vermogencontacten geschikt zijn tot een stroomsterkte van 10A. Als de vermogencontacten grotere stroomsterkten kunnen geleiden spreken we van een contactor.
- De stuurcontacten zijn meestal geschikt om stromen tot 6A te schakelen. De opdruk geeft de geschikte stroomsterkte bij de mogelijke belastingen (DC of AC, resistieve of inductieve belasting,...). Zijn de gewenste gegevens niet vermeld op het toestel dan moet je de catalogus raadplegen! Bepaalde contactoren zijn geschikt om uit te rusten met extra blokjes met schakelcontacten.
- De contacten worden door de fabrikanten genummerd. Omdat dit geen universele nummering is, zullen we er tijdens onze lessen geen gebruik van maken.

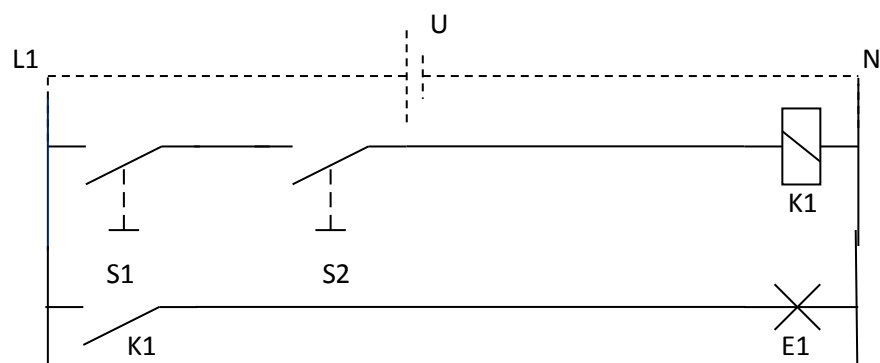
## 4 Stuurkring

Hiervoor is reeds aangehaald dat de stroom naar de relaispoel via een drukknop verloopt. Het relais mag echter slechts aantrekken (schakelen) wanneer er aan een aantal voorwaarden is voldaan. Deze voorwaarden worden in het stroomkringschema door middel van combinaties van drukknoppen gerealiseerd. Elke voorwaarde is minstens met één drukknop in het schema vertegenwoordigd.

De voorwaarden bepalen of de contacten van de drukknoppen in serie, in parallel of in een combinatie geplaatst. Er wordt gebruik gemaakt van NO en NC contacten.

Een voorbeeldje maakt de opzet van een schakeling duidelijk. Stel dat een groene lamp in een machine slechts mag oplichten als de twee deuren van de machine gesloten zijn (dit kan een voorwaarde zijn om veilig te kunnen werken). Bij elke deur zal er een contact ingewerkt zijn dat enkel bij gesloten deur een verbinding maakt: een NO-contact. Het relais K1 zal dan het lampje aan- of uitschakelen

Schema:



Figuur 17

De kring werkt op de spanningsbron  $U$  die tussen de draden L1 en N is aangesloten. Deze spanning kan de netspanning van 230VAC zijn of een veilige spanning lager dan 24VAC zijn. Bij gebruik van een PLC zal dit meestal een gelijkspanning van 24V zijn (zie later).

Stel dat de twee gesloten deuren de contacten van de schakelaars S1 en S2 indrukken. Enkel als beide deuren gesloten zijn zal er in de stuurkring een stroom kunnen vloeien vanaf L1 doorheen S1 en S2 naar het relais K1. Om nu een volledige gesloten kring te vormen zal de andere zijde van de spoel aangesloten worden aan de andere pool van de bron op N.

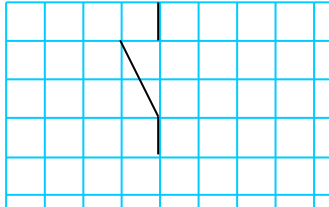
Het relais trekt aan wanneer aan de voorwaarde “deur 1 gesloten” en “deur 2 gesloten” is voldaan. Uit deze zin blijkt duidelijk welke functie hier wordt gebruikt: de EN-functie. Er moet aan beide voorwaarden (EN) voldaan worden om resultaat (aantrekken van K1) te verkrijgen.

Alle relaischakelingen zijn steeds te herleiden tot combinaties van voorwaarden. Dit soort combinaties zullen we later in het boek van PLC bespreken.

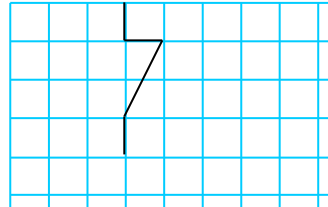
## 5 Soorten symbolen

Om een schema te lezen of op te stellen moeten we genormaliseerde symbolen gebruiken. Alle schakelsymbolen worden in rusttoestand getekend.

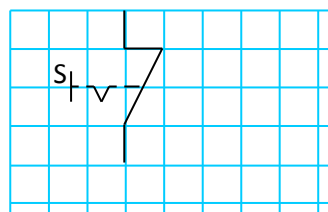
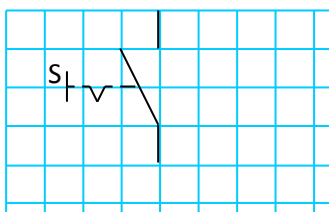
Normaal open contact (no)



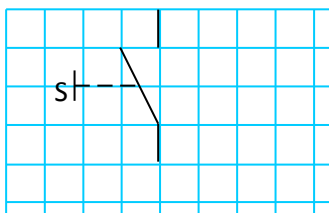
Normaal gesloten contact (ng / nc)



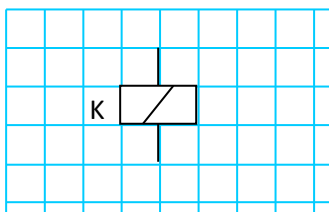
Handbediende schakelaars bistabiele toestand (schakelaar)



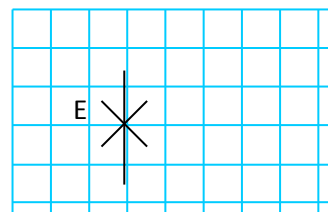
Handbediende schakelaars monostabiele toestand (drukknop)



Relais of contactor



controlelampje



### Belangrijke opmerkingen:

Alle schakelaars schakelen van links (ruststand) naar rechts (werkstand).

De elementen mogen 90° linksom gedraaid worden. De schakelaars schakelen dan van beneden (ruststand) naar boven (werkstand).

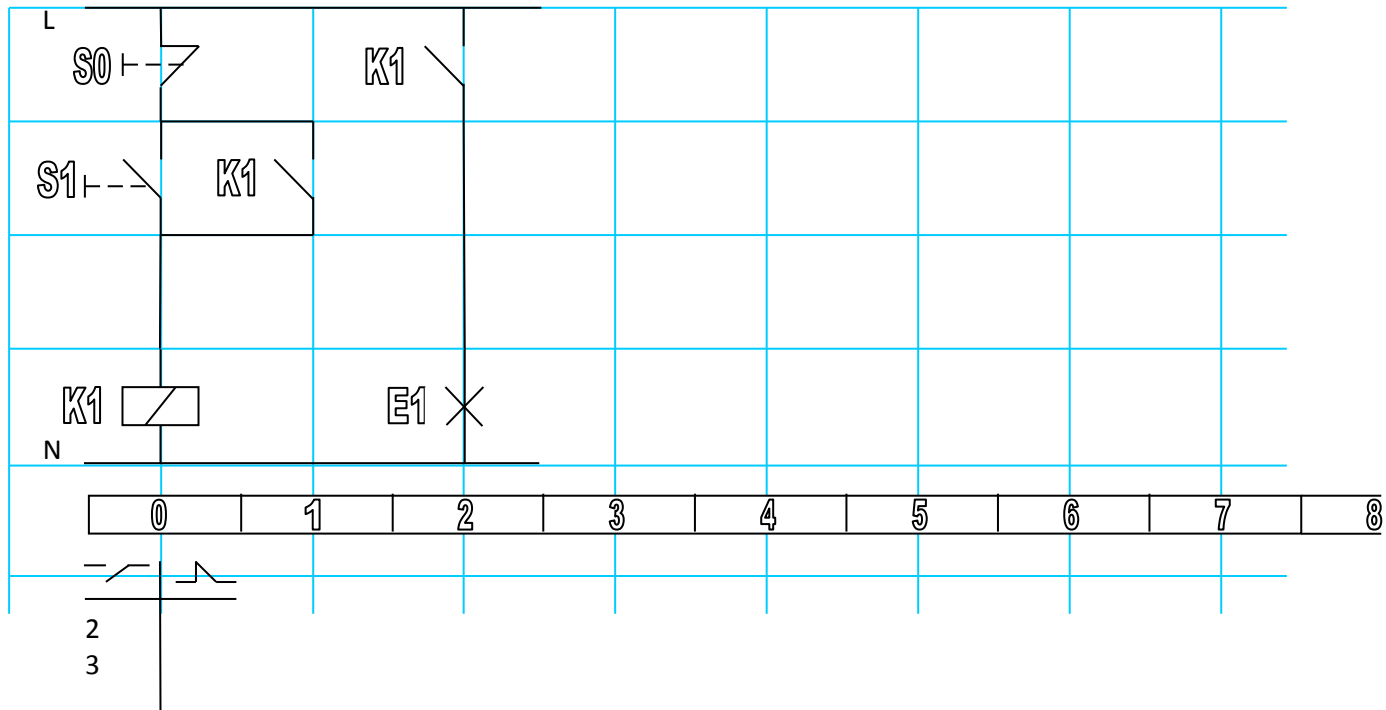
De elementen worden zoveel mogelijk op 1 lijn getekend, onder of naast elkaar, op een raster.

Alle verbindingen tussen de elementen worden onder een hoek van 90° getekend, er worden geen schuine lijnen gebruikt.



## 6 Basisrelaisschakelingen 1

### 6.1 Start – Stop Prioriteit Stop



### 6.2 Tekenafspraken:

- Het schema wordt getekend tussen 2 geleiders, bovenaan L, onderaan N. Dit wil niet noodzakelijk zeggen dat de kring op 230VAC werkt. Andere spanningen zijn mogelijk.
- Onder het schema wordt een zonebalk getekend, genummerd van 0 tot maximum 9. Als er meer zones nodig zijn dan wordt er een volgend blad gebruikt met een nieuwe nummering.
- Onder de zonebalk komt ter hoogte van een relais een contacttabel. Links het symbool voor een open contact, rechts een gesloten contact. In deze tabel worden de zones genoteerd waarin we de contacten van het relais vinden.
- Alle elementen worden geschikt van links naar rechts.
- Verbruikers (spoelen, controlelampen,...) staan zo dicht mogelijk bij de gemeenschappelijke geleider. Ze worden met 1 aansluiting verbonden met de neutrale geleider (gebruik in de praktijk een blauwe draad). Op die aansluiting mag geen enkele andere verbinding van boven de verbruikers worden aangesloten. Waarom niet: . . . . .
- Stop-drukknoppen worden eerst geplaatst, dan komen startdrukknoppen. Stopdrukknoppen zullen altijd met een NC-contact uitgerust zijn. Waarom: . . . . .
- Alle drukknoppen en schakelaars worden in rust getekend. Hierdoor zal de schakeling, op enkele uitzonderingen na, eveneens in rust zijn.
- Alle elektrische bronnen, zowel de netspanning als de lagere stuurspanningen worden verondersteld elektrisch beveiligd te zijn. Daarom worden er hier geen beveiligingen meer getekend. De contacten van een motorbeveiligingrelais worden wel opgenomen in de stuurkring en als symbool in de vermogenkring.

### 6.3 Ontwerpen van een schakeling.

Nemen we als uitgangspunt de start-stop-schakeling van 6.1 met prioriteit stop.

We stellen de werkingsvoorwaarden op:

Voorwaarde: De stopdrukknop onderbreekt in alle omstandigheden de werking van de schakeling (door gelijk drukken van S0 en S1 gebeurt er niets):

*Oplossing: Deze drukknop wordt bovenaan (eerst) geplaatst. Het is een drukknop met een NC-contact. Bij bediening opent het contact.*

Voorwaarde: Het relais trekt aan wanneer de startdrukknop wordt ingedrukt en de stopdrukknop niet.

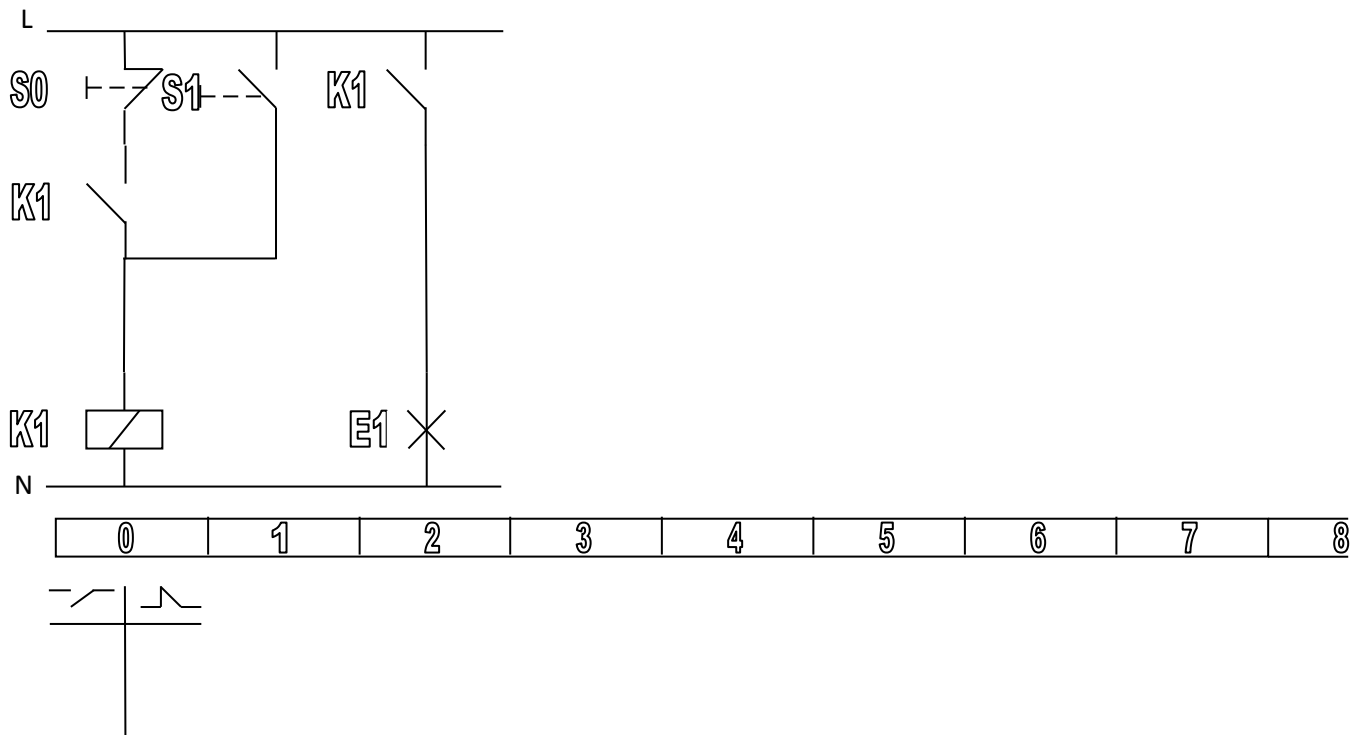
*Oplossing: In serie met de stop-drukknop komt een startdrukknop met een NO-contact.*

Voorwaarde: Als de startdrukknop wordt losgelaten, dan moet het relais aangetrokken blijven tot de stopdrukknop wordt ingedrukt.

*Oplossing: Een contact van het relais wordt parallel geplaatst over de startdrukknop.*

Opmerking: Stopdrukknoppen zullen altijd met een NC-contact uitgerust zijn.

### 6.4 Start – Stop prioriteit Stop (onveilige schakeling)



Vul de contacttabel aan en schrijf de werkingsvoorwaarden op.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

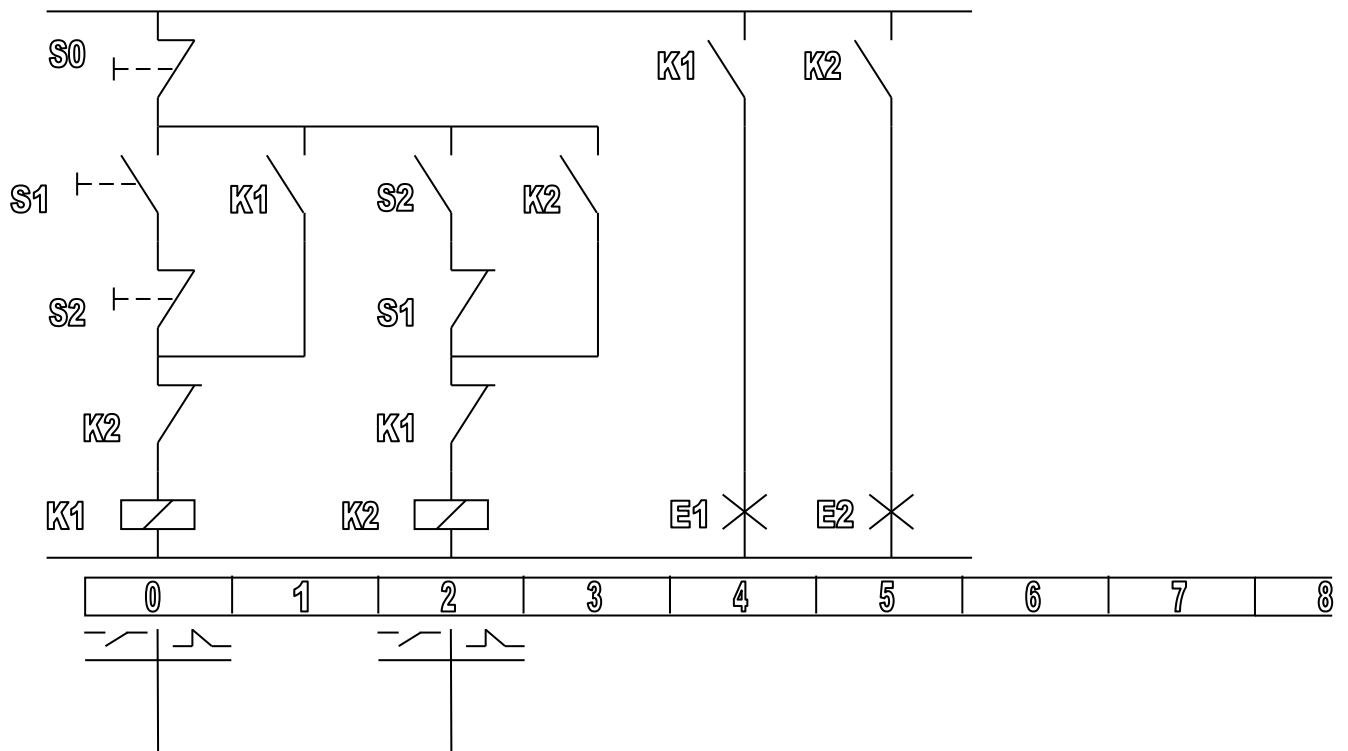
## 7 Basis relaisschakelingen 2

### 7.1 Polariteitsomkering / Links – rechts

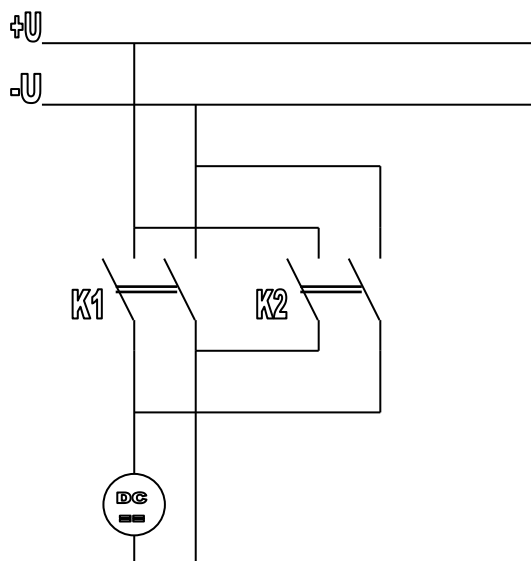
Werkingsvoorwaarden:

- K1 trekt aan als de stopdrukknop niet is bedient, S2 niet is bedient, K2 uit is en S1 wordt ingedrukt.
- K2 trekt aan als de stopdrukknop niet is bedient, S1 niet is bedient, K1 uit is en S2 wordt ingedrukt.
- E1 licht op als K1 aan is.
- E2 licht op als K2 aan is.

Stuurkring:



Vermogenkring:



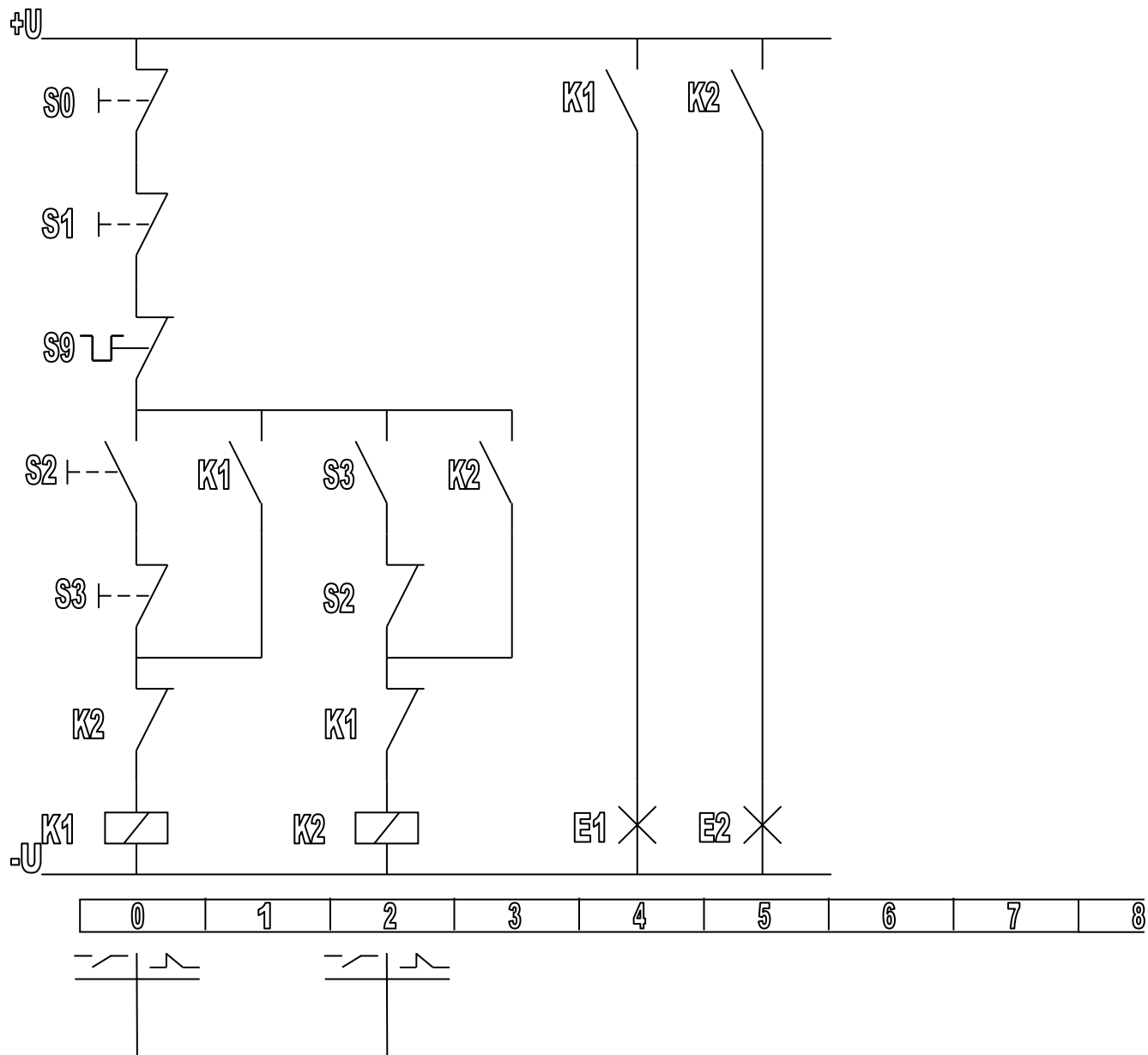
In de vermogenkring wordt er duidelijk waarom beide relais K1 en K2 niet gelijktijdig mogen aantrekken (volg de verbindingen wanneer K1 en K2 tegelijk sluiten).

Al deze mogelijke “probleemsituaties” moeten steeds worden opgelost in de stuurkring!

Later bij PLC-schakelingen zullen we ook de stand van de betrokken relais inlezen in de PLC. Een relais dat snel aantrekt kan zijn contacten sluiten vooraleer een relais dat traag afvalt de contacten opent.

## 7.2 Polariteitsomkering / Links – rechts met motorbeveiliging en extra noodstop

Stuurkring:



Functietabel:

Onderdeel	Naam	Contact	Functie	Extra info
Relais	K1		Draairichting linksom	Ook voor signalisatie
	K2		Draairichting rechtsom	Ook voor signalisatie
Schakelaars	So	NC	Drukknop noodstop	
	S1	NC	Drukknop stop	
	S9	NC	Motorbeveiliging	
	S2	NO+NC	Drukknop start links	Schakelt K1
	S3	NO+NC	Drukknop start rechts	Schakelt K2
Signalisatie	E1		Controlelamp linksom	
	E2		Controlelamp rechtsom	

Werking:

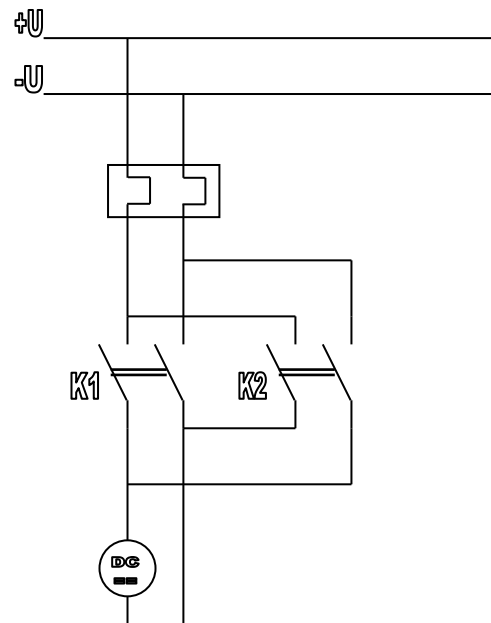
- Gelijktijdig indrukken van S2 en S3 onderbreekt het activeren van K1 of K2 → veilig.
- Relais K1 en K2 hebben een NC-contact in elkaars stroombaan zodat ze nooit gelijktijdig kunnen aantrekken.
- Als de motorbeveiliging in werking treedt zullen de relais afvallen en de motor/belasting uitschakelen.
- E1 en E2 geven de draairichting aan.

Vermogenkring:

Hiernaast de vermogenkring uitgebreid met de motorbeveiliging. Deze treedt in werking als de opgenomen stroomsterkte een ingestelde waarde overtreft.

De beveiliging meet de stroom van de verbruiker (met bimetaal en thermische werking van de stroom:  $I^2 \cdot R$ ) maar onderbreekt de stroom niet. Een hulpcontact schakelt wel, dit wordt opgenomen in de stuurkring (S9) en schakelt de motor uit.

Dit soort beveiligingen moet perfect afgestemd worden op de aangesloten motor. Een te grote motorstroom kan de motor beschadigen omdat de stroomsterkte onvoldoende hoog is om de automaat of de zekering van de voeding te laten uitschakelen (zoek op uitschakelkarakteristieken van beveiligingen).



### 7.3 Polariteitsomkering- uitbreiding

Omschrijving van de opdracht:

Ontwerp de stuurkring voor een links-rechts schakeling met motorbeveiliging en extra noodstop en signalisatie.

- Voorzie een motorbeveiliging, een noodstop (op de machine) en een extra noodstop (gesitueerd ergens op een weloverwogen plaats in het lokaal).
- Een signaallampje zal elke richting aangeven. Een signaallamp moet oplichten als de motorbeveiliging heeft geschakeld.
- Om de signaallampjes te testen is een afzonderlijke drukknop (met schakeling) te voorzien.
- Aan de hand van de contacttabellen kan je later het aantal open en gesloten contacten bepalen.

Schrijf de werkingsvoorwaarden,  
vul de functietabel in,  
teken de stuurkring,  
vul de contacttabellen in.

Werkingsvoorwaarden:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

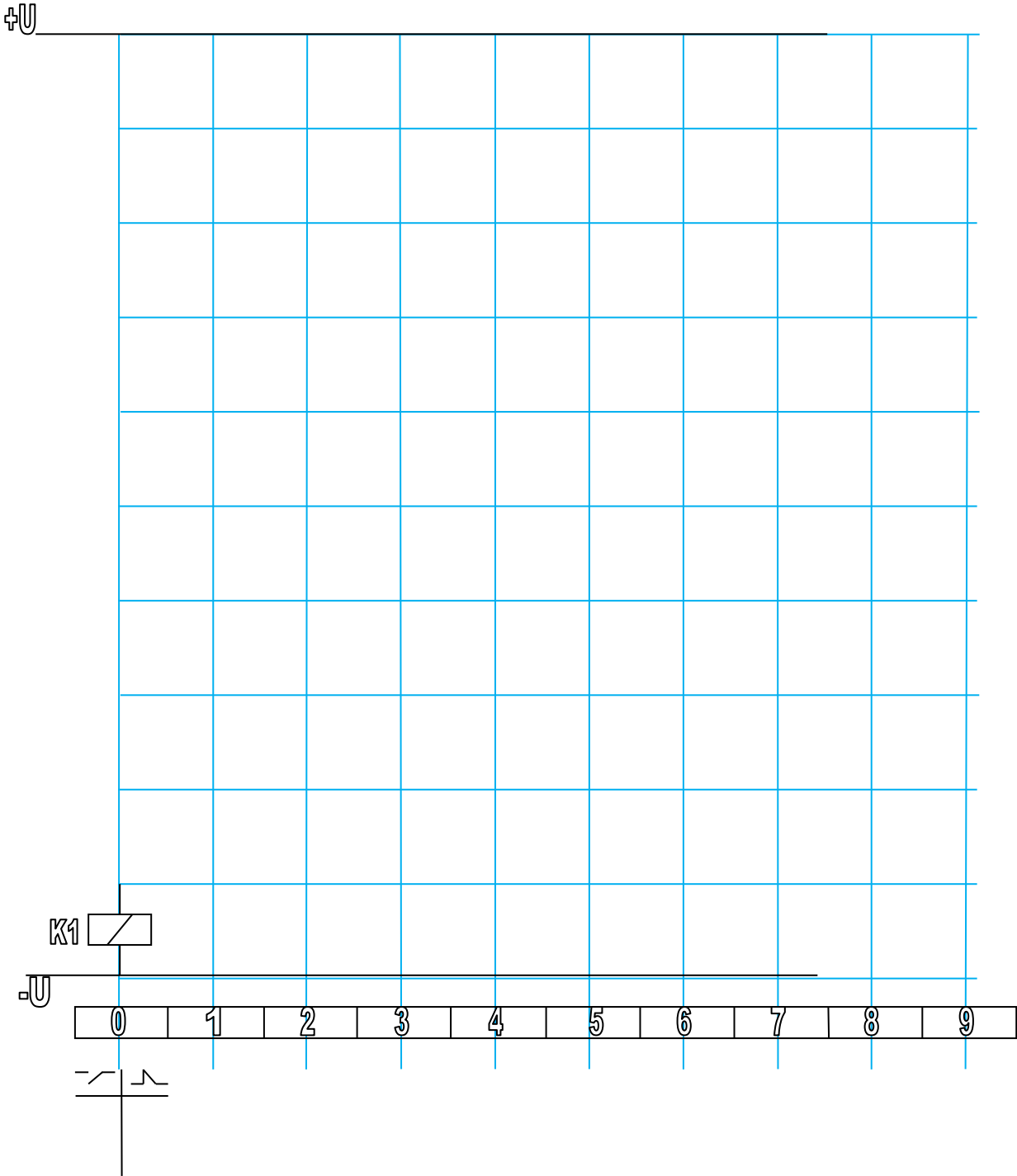
---

Functietabel:

Onderdeel	Naam	Contact	Functie	Extra info
Relais	K1		Draairichting linksom	Ook voor signalisatie
	K2			
Schakelaars				
Signalisatie				

Stuurkring:

Als hulpmiddel kan je dit raster gebruiken (maak misschien eerst de tekening van de schakeling in het klad??).  
Alle relais en andere onderdelen teken je in het raster zodat je gemakkelijk de contacttabel kan invullen.



## 8 Basis relaisschakelingen 3

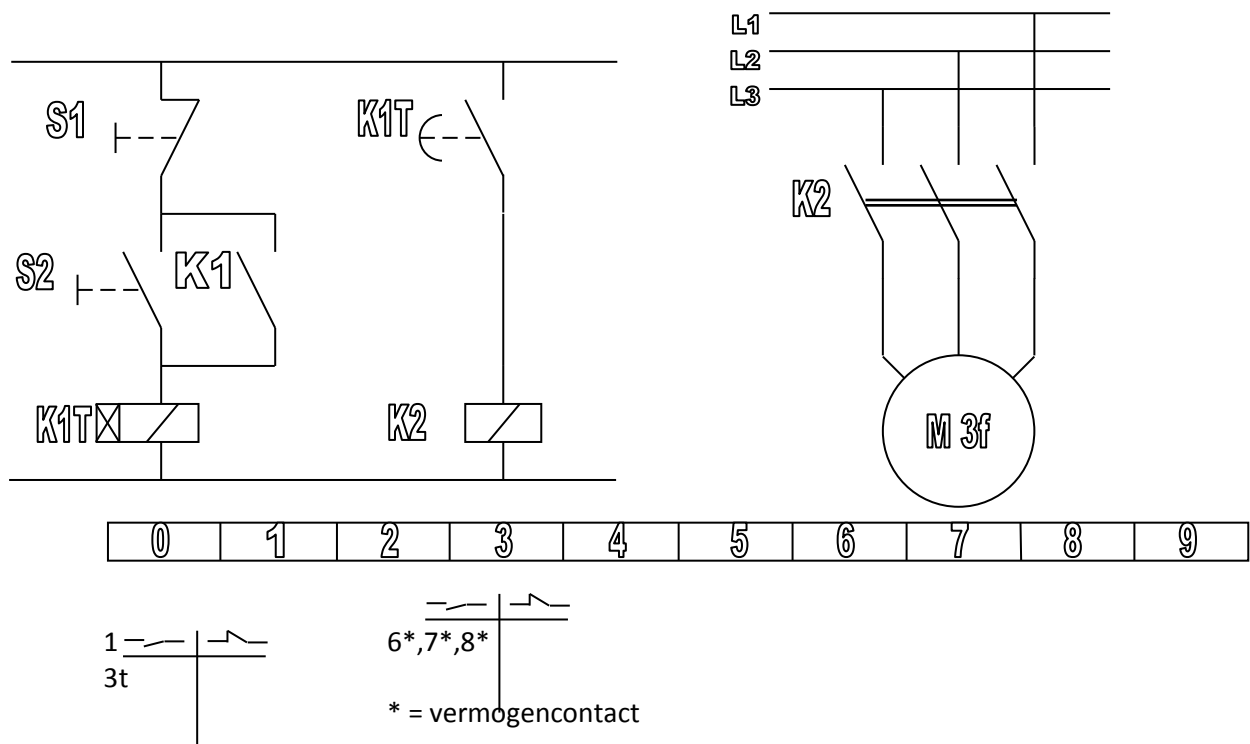
### 8.1 Tijdschakelingen 1, vertraagd inschakelen:

Als basis dient een start-stop schakeling.

We gebruiken nu een hulprelais K1 met ingebouwde of aangebouwde tijdfunctie (de T in KT1). Een *vertraagd sluitend* contact van het tijdrelais K1T schakelt de vermogencontactor K2. De contactor K2 schakelt op zijn beurt de driefasemotor op het driefasenet.

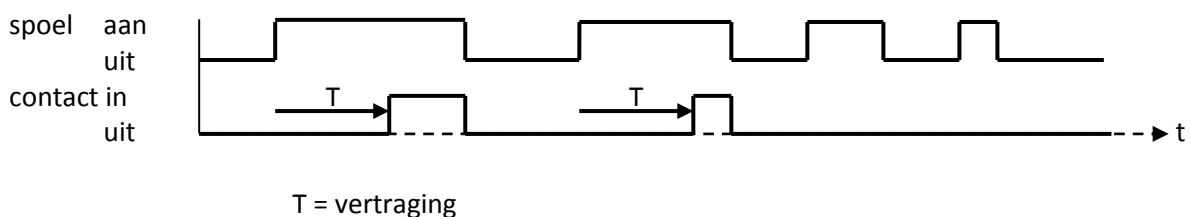
Bij het *uitschakelen* opent het contact K1T *onmiddellijk* en valt K2 en K1T af.

Stuur- en vermogenkring:



Opmerkingen:

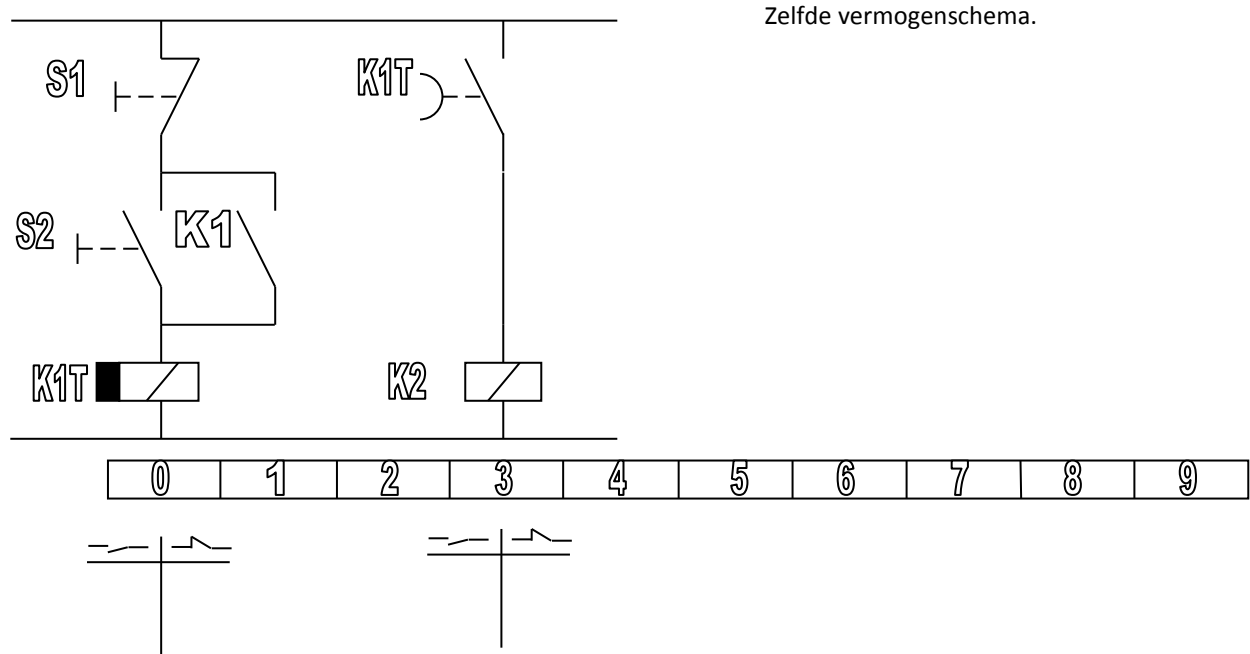
- contactvertraging: Het symbool van K1T, het vertraagt contact, is in de tekening voorzien van een speciaal symbool die de bediening voorstelt. Deze bediening heeft met wat verbeelding de vorm van een parachute. Zo zie je op een eenvoudige manier dat het contact door de "parachute" vertraagd wordt gedurende een tijd T bij het sluiten van het contact.
- NO en NC-contact: Een vertraagt contact bestaat zoals de andere contacten in een normaalopen uitvoering en een normaalgesloten uitvoering. In beide gevallen moet je het schakelen van de contacten als volgt beredeneren: het contact schakelt een bepaalde tijd nadat de bijhorende spoel wordt bekrachtigd (of het relais aantrekt). In een tijddiagram wordt dit duidelijker.





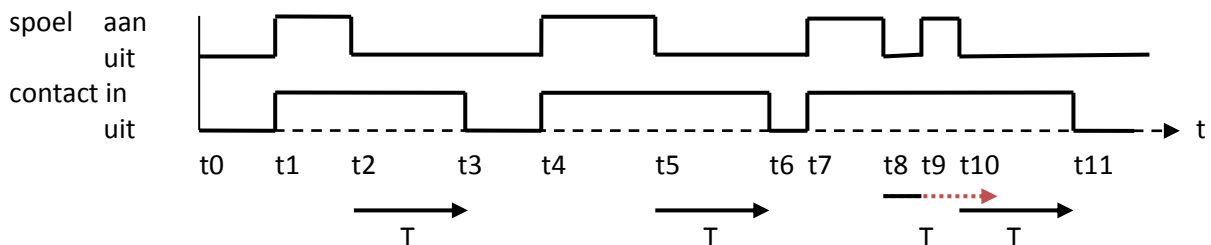
## 8.2 Tijdschakelingen 2, vertraagd uitschakelen:

Principieel is dit dezelfde schakeling als hiervoor, doch het vertraagt contact zal nu van het type *vertraagd openen* zijn. Bij het *inschakelen* zal het vertraagt contact *onmiddellijk sluiten*.



Opmerkingen:

- contactvertraging: Het symbool van K1T, het vertraagt contact, is in de tekening voorzien van een speciaal symbool die de bediening voorstelt. Deze bediening heeft met wat verbeelding de vorm van een parachute. Zo zie je op een eenvoudige manier dat het contact door de "parachute" vertraagd wordt gedurende een tijd T bij het openen van het contact.
- NO en NC-contact: Ook hier bestaat een vertraagt contact zoals de andere contacten in een normaalopen uitvoering en een normaalgesloten uitvoering. In beide gevallen moet je het schakelen van de contacten als volgt beredeneren: het contact schakelt een bepaalde tijd nadat de bijhorende spoel wordt uitgeschakeld (of het relais afvalt). In een tijddiagram wordt dit duidelijker.



Verklaring:

Op t1 trekt het relais aan, het vertraagt openend contact sluit onmiddellijk.

Op t2 valt het relais af, de tijd T begint zodat op t3 het contact opent. Van t4 tot t6 idem.

Op t7 trekt het relais aan en valt af op t8. De tijd T begint maar op t9 trekt het relais terug aan zodat de tijdcyclus onderbroken wordt op t9 en het contact gesloten blijft.

Op t10 valt het relais terug af zodat na een tijd T op t11 het contact terug opent.

### 8.3 Tijdschakelingen 3, vertraagd in- en uitschakelen:

Met een combinatie van de twee voorgaande schakelingen kan een vermogenkring vertraagd in- én uitgeschakeld worden.

Basis van de schakeling is weer een start – stopschakeling waar een eerste vertraging ervoor zorgt dat de vermogenkring na een tijd  $T_1$  in werking treedt. Met een tweede vertraging zal na het uitschakelen van de start – stopschakeling de vermogenkring nog een tijdje in werking blijven.

Ontwerp de schakeling. Gebruik het raster als hulpmiddel maar ontwerp eerst in het klad!

Werkingsvoorwaarden:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

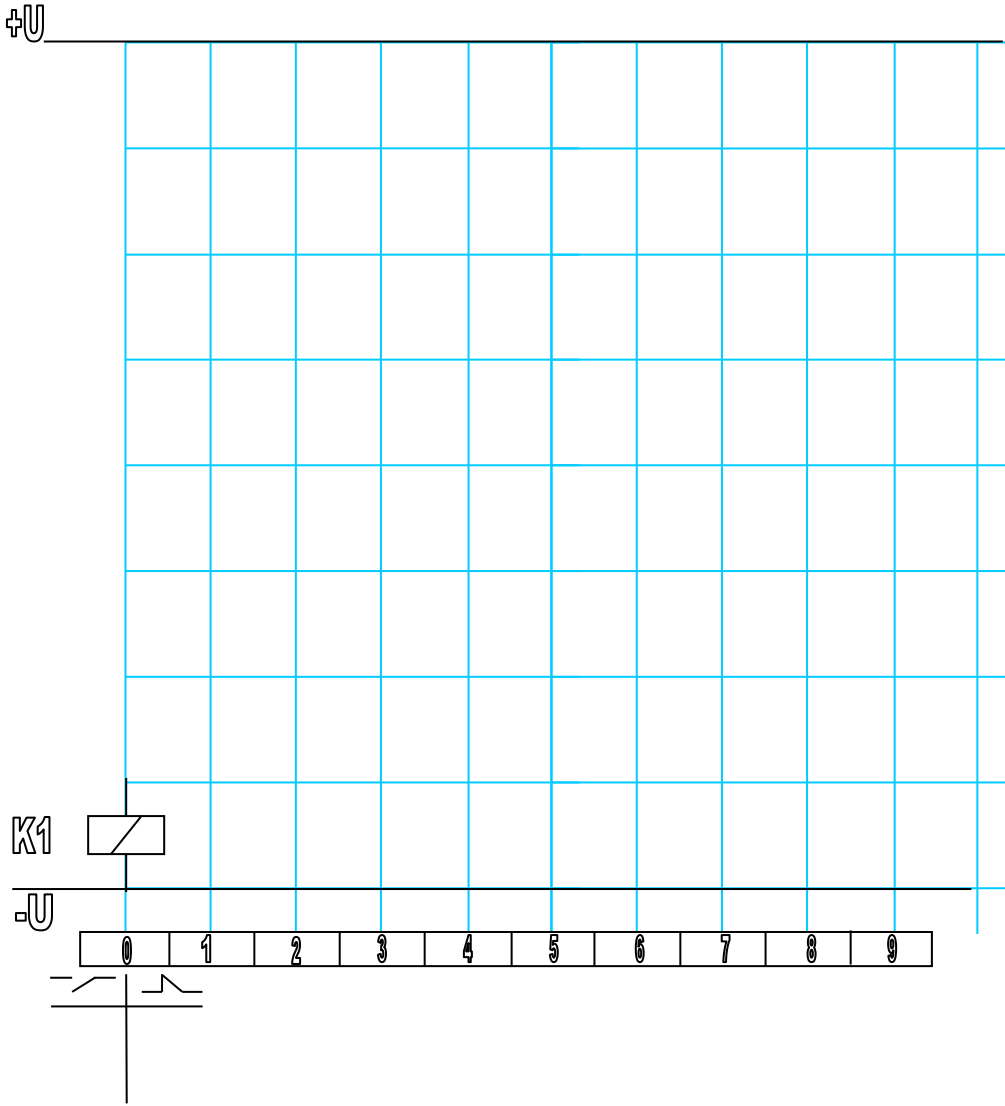
---

---

Functietabel:

Onderdeel	Naam	Contact	Functie	Extra info
Relais	K1			
	K2			
Schakelaars				
Signalisatie				

Stuurkring:



## 8.4 Tijdschakelingen 4, vertraagd omschakelen:

In een links – rechts schakeling zorgen de tijdrelais voor een wachttijd zodat niet van richting kan worden veranderd totdat de motor volledig stilstaat. Kiest men dezelfde richting opnieuw binnen de wachttijd, dan start de schakeling de motor onmiddellijk.  
(werk zelf uit)

Werkingsvoorwaarden:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

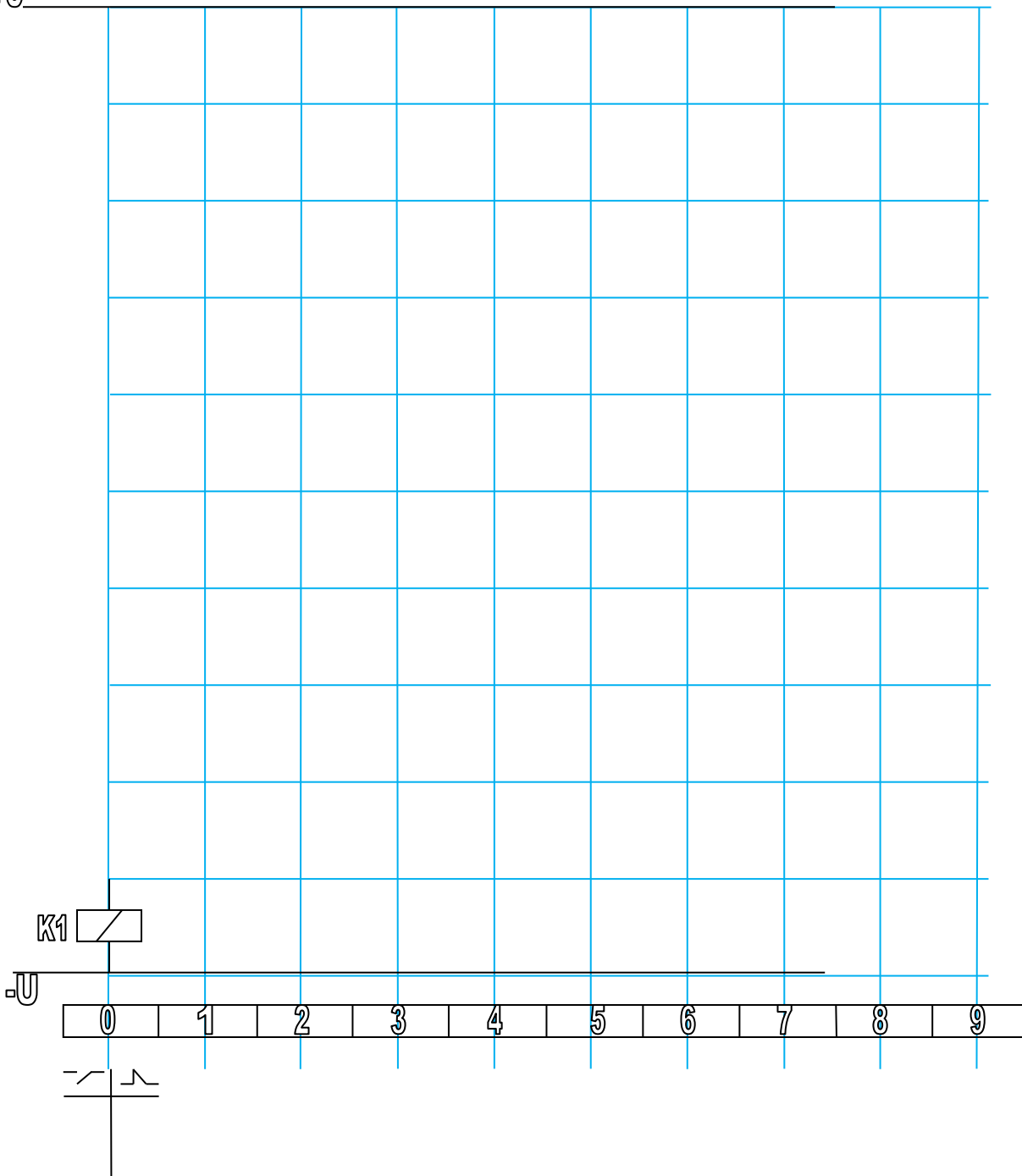
---

Functietabel:

Onderdeel	Naam	Contact	Functie	Extra info
Relais	K1			
	K2			
Schakelaars				
Signalisatie				

Stuurkring:

+U

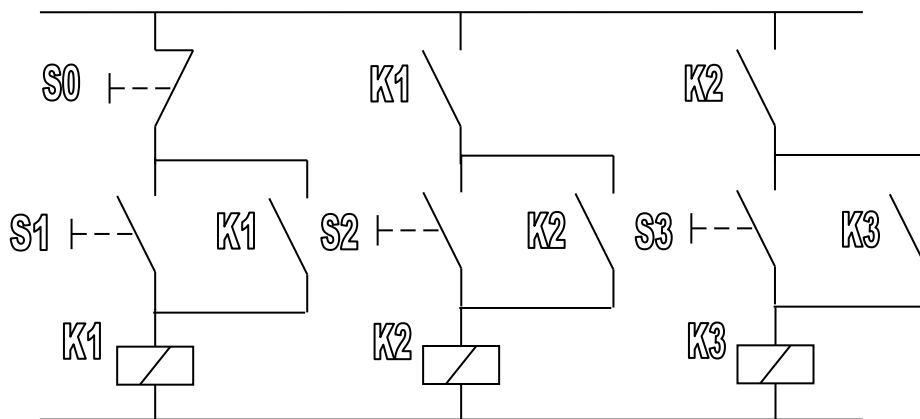


## 9 Basisschakelingen 4

### 9.1 Volgordeschakeling

Met deze schakeling kunnen meerdere relais na elkaar worden bediend in een volgorde die vooraf is vastgelegd. Je kan dit vergelijken met een teleruptor die uitgerust is met “seriecontacten” die twee afzonderlijke kringen bedienen. Als een volgorde K1 – K2 – K3 wordt vastgelegd, dan moet K1 eerst “aan” zijn voordat K2 mag schakelen en kan K3 slechts geschakeld worden als K2 “aan” is.

Naargelang de stuurschakeling zijn er één of meerdere stopdrukknoppen voorzien. Zo zullen naargelang het gebruikte schema de relais afzonderlijk of tegelijk uitschakelen.



Werking:

- Inschakelen: Relais K2 kan slechts ingeschakeld worden als K1 vooraf “aan” is.
- K3 kan enkel ingeschakeld worden als vooraf K2 “aan” is.
- De stopdrukknop S0 onderbreekt de relaisstroom van K1, K1 valt af waardoor het contact K1 opent en ook K2 afvalt. K3 valt eveneens af omdat het contact van K2 opent.

### 9.2 Opgaves:

- Pas de schakeling van hierboven aan, zodat de relais nog steeds in volgorde moeten ingeschakeld worden maar dat de drie relais afzonderlijk kunnen uitgeschakeld worden. (als K2 wordt uitgeschakeld valt K3 natuurlijk af, als K1 wordt uitgeschakeld vallen ook K2 en K3 af)
- Ontwerp een volgordeschakeling waarbij drie relais in volgorde schakelen maar als het volgende relais inschakelt, het vorige relais afvalt. (K2 gaat “aan”, K1 zal afvallen,...).  
Hint: je mag extra hulprelais gebruiken.

Werkingsvoorwaarden:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

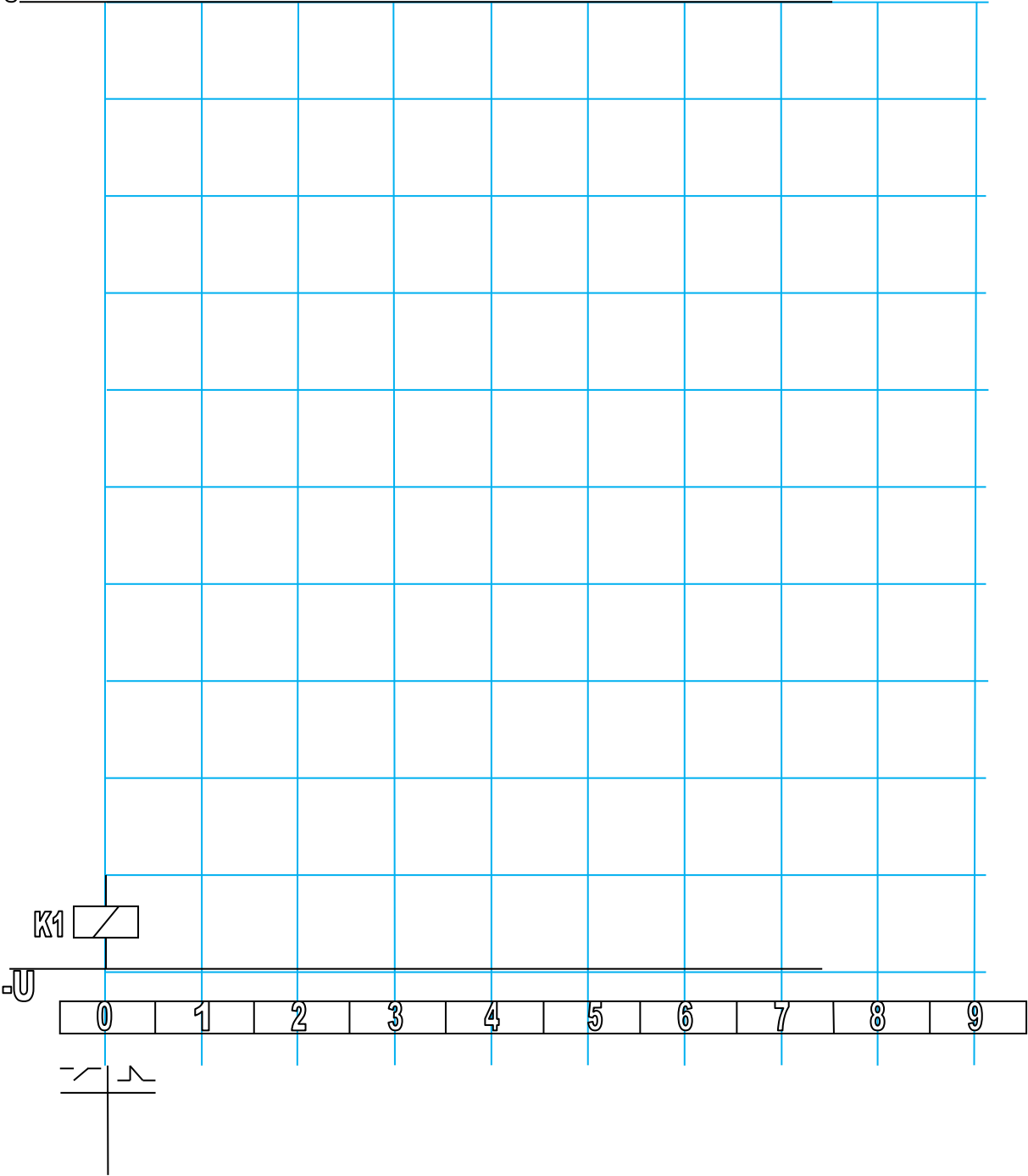
---

Functietabel:

Onderdeel	Naam	Contact	Functie	Extra info
Relais	K1			
	K2			
Schakelaars				
Signalisatie				

Stuurkring:

+U





## 10 Basisschakelingen 5

### 10.1 Driefasenmotoren

Industrieel wordt er meestal gewerkt met motoren die op een driefasen voedingspanning werken. Deze motoren zijn goedkoper en eenvoudiger te produceren dan DC-motoren en vergen ook minder onderhoud. Driefasen wisselspanningsmotoren of zogenaamde draaistroommotoren zijn ook krachtiger dan de eenfase wisselspanningsmotoren. De netspanning wordt nu wel met drie lijndraden aangevoerd in plaats van met twee draden.

De vermogenkring zal de drie fase draden van het net aansluiten op de motorwindingen. De motorwindingen kunnen aangesloten worden in sterverbinding of in driehoekverbinding, naargelang de netspanning én de toegelaten spanning op de windingen. (zie ook theorie Elektriciteit: driefasen spanningstelsels)

Op een net van 230/400V wordt een motor aangesloten in ster als de motorwindingen geschikt zijn voor een spanning van 230V. Op het kenplaatje van deze motor zal dan als voedingspanning de spanning 230/400V vermeld staan. De laagste vermelde spanningswaarde is de spanning waarop de winding rechtstreeks mag aangesloten worden.

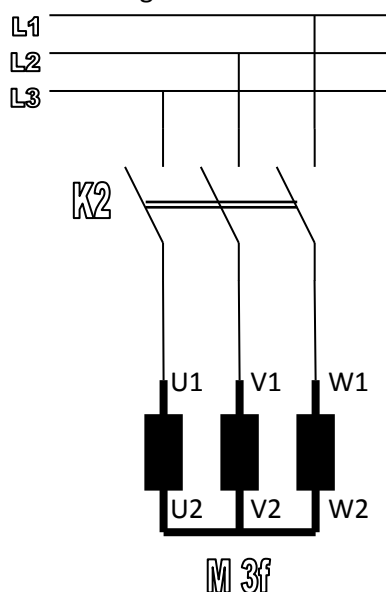
Een (andere) motor met kenplaatje 400/690V mag in driehoek worden aangesloten op een net van 230/400V omdat de winding geschikt is voor een spanning van 400V.

Als de motor met de 400V-windingen wordt aangesloten in ster op een 230/400V net dan zal er over de winding slechts de fasespanning van 230V staan. Omdat deze spanning lager is dan de nominale spanning zal de motor het volle vermogen niet kunnen leveren aan de belasting. De motor zal een kleinere stroomsterkte opnemen uit het net en dus niet beschikken over het volledige vermogen  $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$

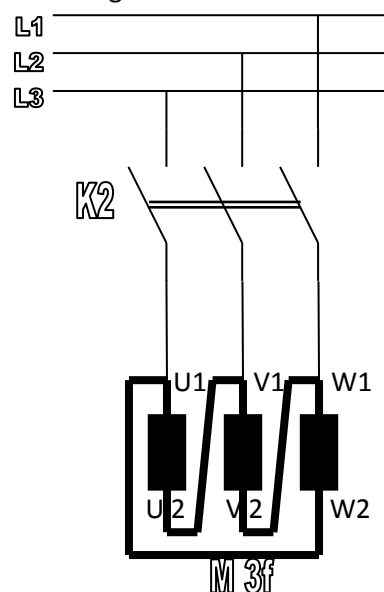
Nochtans wordt bij grotere motorvermogens dit soort motoren eerst aangesloten in ster om aan te lopen en pas daarna in driehoek. De relaisbesturing moet dus eerst de sterverbindingen maken en pas daarna mogen de driehoekverbindingen in dienst komen. Dit is dus een volgorde schakeling...

#### Aansluitingen:

Ster schakeling:

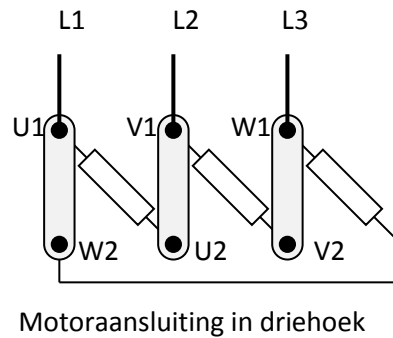
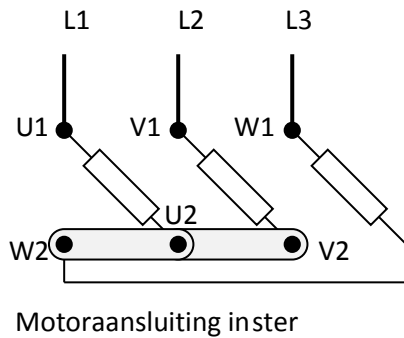


Driehoekschakeling:



## Motoraansluitingen op de klemmenkast:

Op de motor staan zes klemmen die verbonden zijn met de wikkelingen in de motor. De klemmen staan op een speciale manier geordend zodat de motor op een eenvoudige manier of in ster of in driehoek aan te sluiten is. De aansluitingen van de wikkelingen zijn verschoven ten opzicht van elkaar. Naargelang de ster- of driehoekschakeling wordt gebruikt worden er twee of drie plaatjes gebruikt om de juiste klemmen te verbinden.

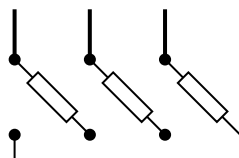
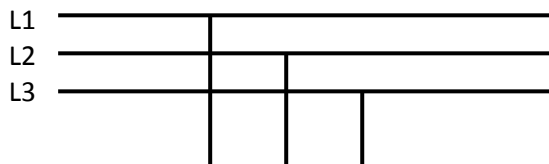


## 10.2 Ster-driehoekschakeling:

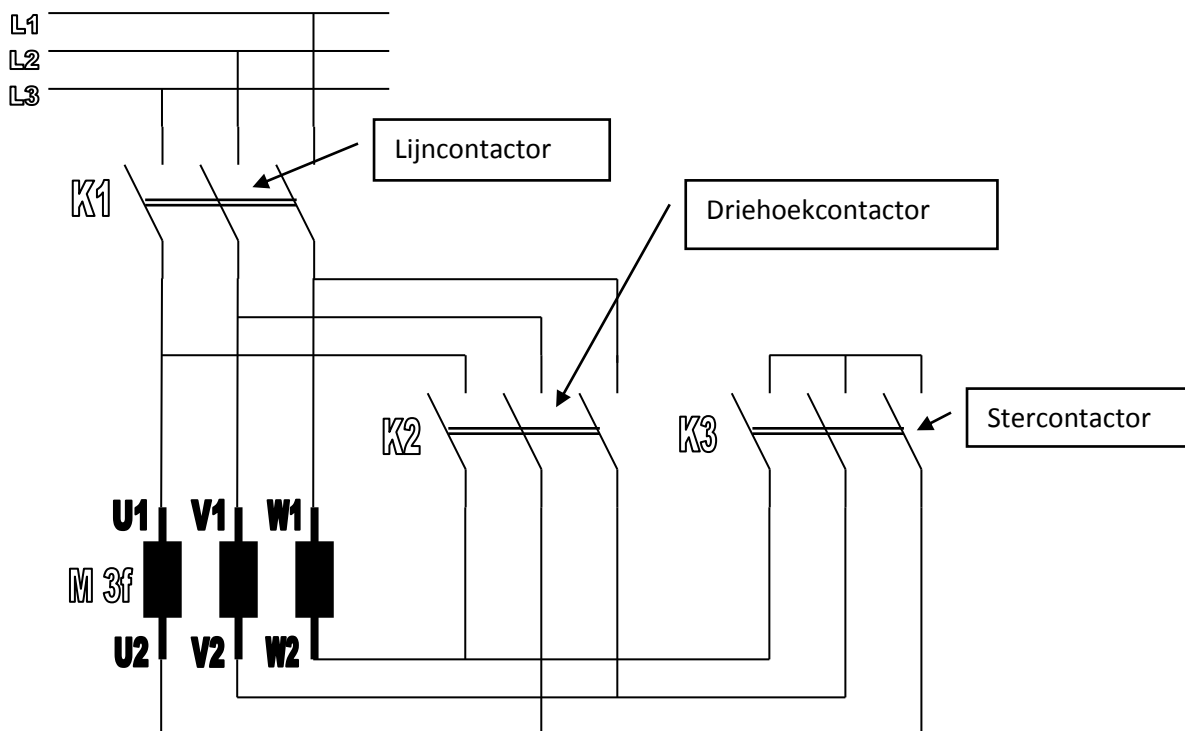
De motor wordt in de schakeling op twee manieren met het net verbonden.

- Een verbruiker moet in "rust" steeds volledig van het net gescheiden zijn. Daarom wordt er steeds een "lijncontactor" gebruikt die de netspanning op de aansluitingen U1, V1 en W1 van de motorwikkelingen aansluit.
- Een "stercontactor" of een "driehoekcontactor" schakelen dan de verbindingen naar U2, V2 en W2 die overeenstemmen met de plaatjes die de klemmen verbinden.

Werk dit vermogenschema uit.



### 10.3 Schakelschema ster-driehoekschakeling:



#### Andere draairichting:

Om de draairichting van de driefasenmotor om te keren volstaat het om twee van de drie aansluitdraden om te wisselen. Hiervoor zullen twee lijncontactoren gebruikt worden die uiteraard onderling moeten vergrendeld zijn zodat ze niet samen kunnen aantrekken en een driefasige kortsluiting zouden veroorzaken.

#### Motorbeveiliging:

De stroomsterkte van de motor is een maat voor de (mechanische) belasting van de motor. Als we de stroomsterkte met een motorbeveiliging (bimetaal-overstroomrelais) "meten" zal deze een contact omschakelen bij overstroom. Dit nc-contact staat in serie met de stuurkring zodat de contactoren afschakelen. Enkel na herwapening (het contact terug omschakelen) kan de stuurschakeling terug in werking treden.

De motorbeveiliging wordt geplaatst tussen de voeding en de klemmen U1-V1-W1 of aan de klemmen U2-V2-W2. Op deze manier wordt de stroomsterkte doorheen de wikkelingen gemeten, onafhankelijk van de ster- of driehoekschakeling.

### 10.4 Opgaven:

- Ontwerp de vermogenkring ster-driehoek, links-rechts met een motorbeveiliging.
- Ontwerp de stuurkring voor bovenstaande schakeling. Voorzie hierin een noodstop en een motorbeveiliging.  
Hint: werk blokschematisch, de schakeling bestaat uit een links-rechts en een volgordeschakeling, waarbij de links-rechts de volgordeschakeling aanstuurt.

A) Vermogenkring:

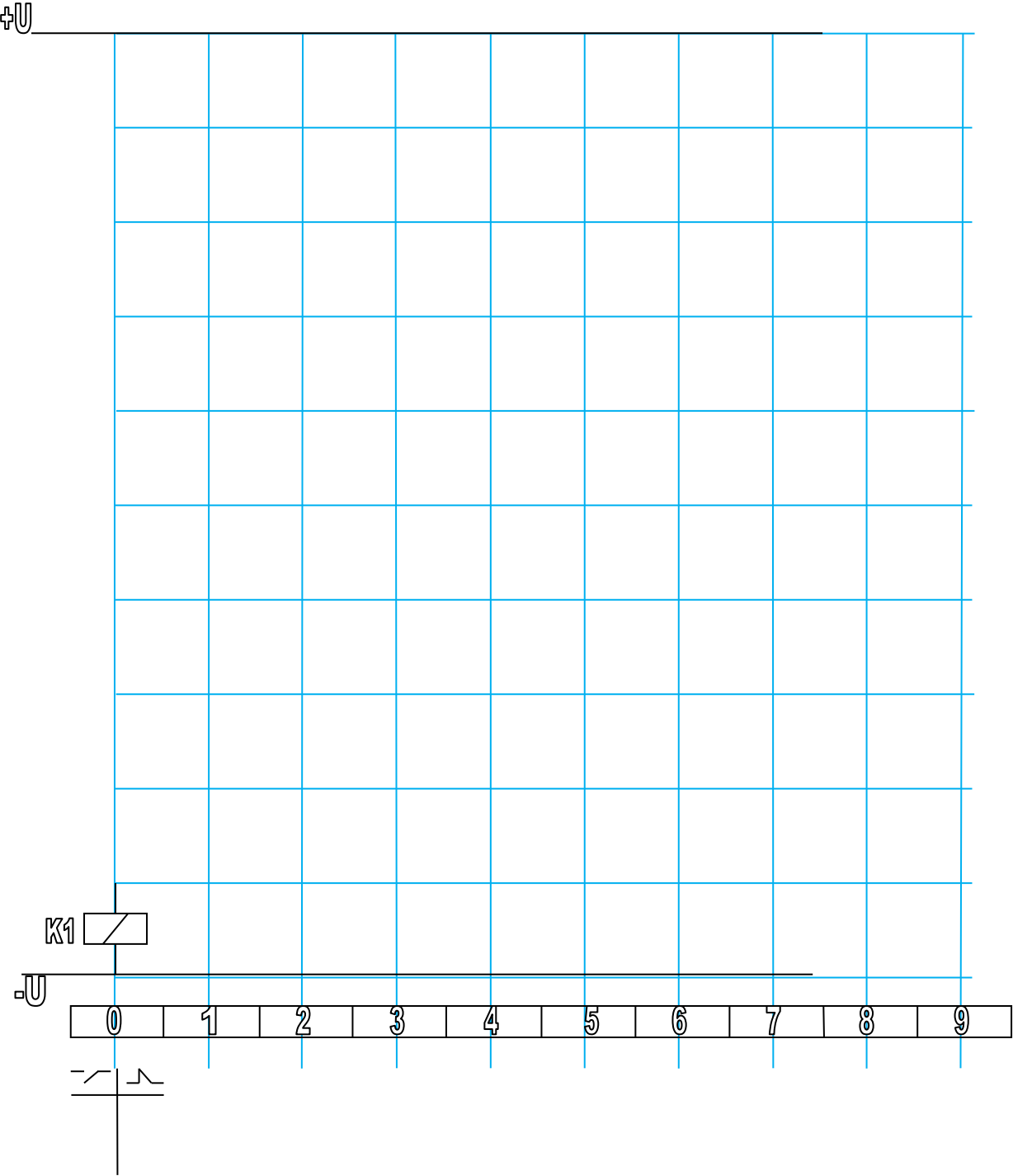

B1) Werkingsvoorwaarden:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

B2) Functietabel:

Onderdeel	Naam	Contact	Functie	Extra info
Relais	K1			
	K2			
Schakelaars				
Signalisatie				

B3) Stuurkring:



# 11 Basisschakelingen 6

## 11.1 Quizschakeling

In deze schakeling vinden we een combinatie van de volgordeschakeling en de links-rechtsschakeling. We ontwerpen de schakeling voor drie spelers. Bij de speler die eerst afdrukt zal een signaallamp gaan branden. De andere spelers kunnen geen lamp meer laten oplichten. Aan de hand van de werkingsvoorwaarden kunnen we de schakeling ontwerpen.

*(mogelijke uitbreiding met extra opdracht: als de eerste speler het antwoord niet juist heeft wil ik de daaropvolgende kandidaat kennen.)*

### A Werkingsvoorwaarden:

Lamp 1 licht op wanneer de speler afdrukt en de andere spelers (= K2 en K3) hun lamp niet brandt.

Lamp 2 licht op wanneer de speler afdrukt en de andere spelers (= K1 en K3) hun lamp niet brandt.

Lamp 3 licht op wanneer de speler afdrukt en de andere spelers (= K1 en K2) hun lamp niet brandt.

We resetten de volledige schakeling met een stopdrukknop voor de quizmaster.

B Functietabel:

Onderdeel	Naam	Contact	Functie	Extra info
Relais	K1			
	K2			
Schakelaars				
Signalisatie				

C Stuurkring:

