

6

(B L O K 6)

Programmeren van elektrische schakelingen

De elektromagnetische schakelaars, waaronder de contactor en de relais, vormden tot voor kort de belangrijkste schakelementen. De meeste technici hebben tijdens hun opleiding heel wat theoretische en praktische ervaring met deze elementen opgedaan. In de vermogenskring van 3-fase motoren wordt de contactor nog zeer frequent gebruikt. De relais wordt veel gebruikt als eindversterkertrap bij elektronische schakelingen.

Voor het ontstaan van programmeerbare automaten werden automatische sturingen verwezenlijkt door relais, stappenschakelaars... m.a.w. door middel van contacten. Heel dikwijls wordt tijdens het ontwerpen van automatische sturingen met PLC's nog in contactlogica geredeneerd. Het PLC-programma wordt dan opgesteld door gebruik te maken van het ladderdiagram.

Doelstellingen

- Vertrekkende van een bestaand schema bepalen welke schakelementen, aan de in- en uitgangen van de PLC worden aangesloten
- Een bestaand schema vertalen tot een PLC-programma
- Met het stroomkringschema van een motorsturing als basis, de aansluitingen aan de PLC (in- en uitgangen) in de vorm van een schema weergeven



1 Elektromagnetische schakelaar

1.1 Algemeen

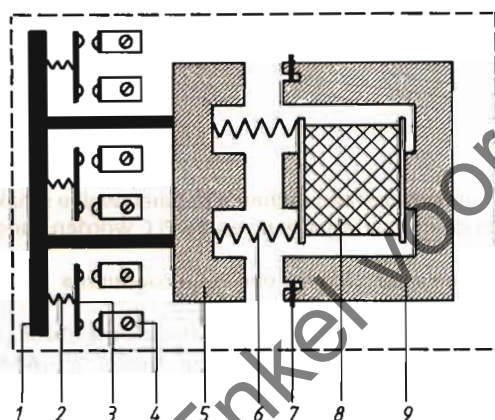
De contactor of magneetschakelaar is een niet met de hand bediend schakeltoestel, met een in- en uitschakelvermogen. Deze schakelaar is geschikt voor veelvuldige bediening onder belasting en normale overbelasting.

In vergelijking met andere schakelementen bezitten de contactoren de volgende voordelen:

- Ze kunnen zeer grote stromen onderbreken.
- Ze laten de centralisatie van de bediening- en controleketens toe, zodat een goede overzichtelijkheid wordt verkregen.
- Ze vertonen een geringe slijtage van de onderdelen; bij gepast dimensioneren wordt een grote levensduur bereikt.
- Ze kunnen volledige automatische schakelacties verwezenlijken.
- Ze zijn gemakkelijk aan de te bedienen keten of toestel aan te passen, onafhankelijk of de bediening automatisch of met de hand gebeurt.

1.2 Werking

De inschakeling gebeurt door het bekrachtigen van een elektromagneet, waarvan het anker vast met het overbrengingsmechanisme is verbonden. Dit laatste zorgt voor het sluiten of openen van de verschillende contacten. De werking wordt geïllustreerd in fig. 6.1.



- 1 overbrengingsmechanisme in isolatiemateriaal
- 2 contactveren
- 3 beweegbare contacten
- 4 vaste contacten
- 5 anker
- 6 terugstelveren
- 7 defaseringsring
- 8 bekrachtigingsspoel
- 9 vaste kern

Fig. 6.1 Samenstelling van een contactor

De symbolische voorstelling van een contactor wordt weergegeven in fig. 6.2. De rechthoek stelt de spoel voor. Mechanisch daaraan verbonden en door de streeplijn aangeduid, zijn de contacten van de contactor voorgesteld.

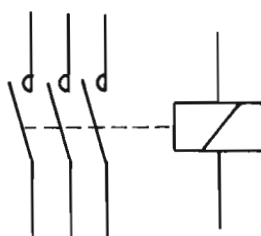


Fig. 6.2 Symbool van een contactor

Om de contactor te activeren, moet er een stroom door de spoel vloeien. Hiervoor wordt de contactor op het net aangesloten, voorgesteld in fig. 6.3. Na elke aftakking is het noodzakelijk dat de bedrading wordt beveiligd; vandaar dat er smeltveiligheden (F) aan het schema werden toegevoegd. Het sluiten van de schakelaar S1 heeft als gevolg dat de stuurkring gesloten wordt en dat de contactor K1 wordt bekrachtigd. Op die manier wordt de verbruiker aan het net verbonden.

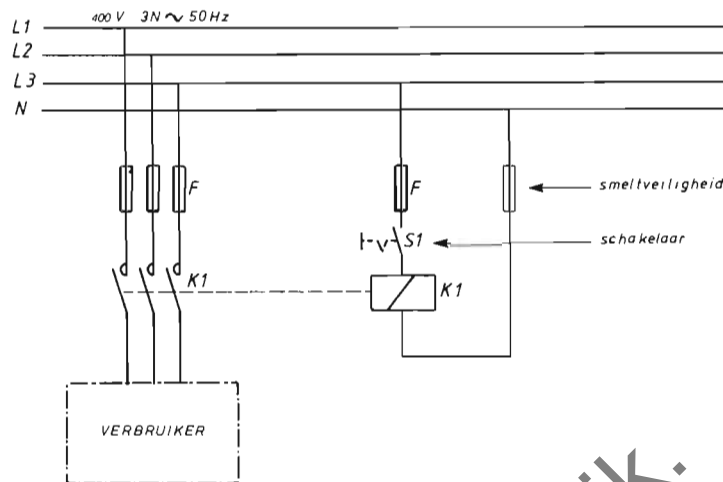


Fig. 6.3 Aansluiten van een contactor

Bij contactorenschakelingen wordt onderscheiden:

- de hoofdkring, waarbij de hoofdcontacten van de contactor de motor of een ander verbruikstoestel schakelen;
- de stuurkring, waarbij de drukknoppen, hulpcontacten, de spoelen van de contactoren en signaal-lampjes worden opgenomen. Deze kring stuurt de spoelen van de contactoren, maar er zijn geen vermogens-elementen in opgenomen.

Om de werking duidelijker voor te stellen worden de hoofd- en stuurkring onafhankelijk van elkaar getekend. De mechanische verbinding tussen spoel en contacten wordt niet getekend: de mechanische afhankelijkheid wordt wel aangegeven door het gebruik van dezelfde letter, bv. K1 in fig. 6.3. Afhankelijk van de stuurkring heeft men bediening met en zonder geheugenwerking.

a Bediening zonder geheugenwerking

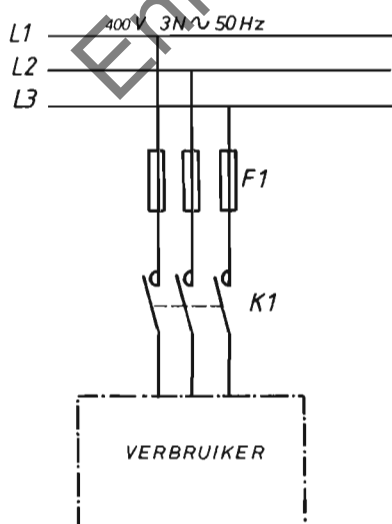


Fig. 6.4.a Hoofdkring

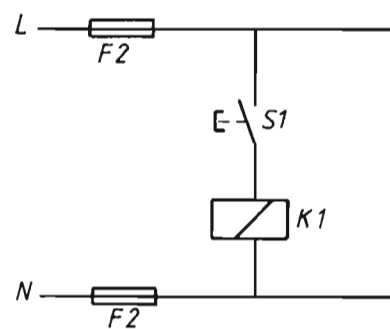


Fig. 6.4.b Stuurkring

De hoofdkring getekend in fig. 6.4.a en de stuurkring voorgesteld in fig. 6.4.b zijn gescheiden van elkaar voorgesteld, maar horen bij elkaar.

Voor het inschakelen volstaat het de drukknop S1 in te drukken waardoor eerst de stuurkring en daarna de hoofdkring wordt gesloten. Wordt de drukknop losgelaten, dan onderbreekt de stuurkring en keert de contactor naar zijn ruststand terug. Het sluiten van de stuurkring kan door gelijk welke detector of bedieningselement gebeuren. Bv. een vlotter, een thermostaat, een drukschakelaar, een schakeluurwerk, enz...

De voedingsspanning voor de stuurkring kan ook door een afzonderlijke stroombron worden geleverd. Zo kan een wisselstroomtoestel door een gelijkstroombekrachtigde contactor bediend worden. Veiligheidsoverwegingen maken het dikwijls noodzakelijk dat de stuurkring aan een afzonderlijk net wordt aangesloten. Men verkrijgt dan een volledige galvanische scheiding met het normale 230 V of 400 V net. Door de spanning van de stuurkring tot 24 V te reduceren, wordt de veiligheid voor de personen die de installatie bedienen verhoogd.

b Bediening met geheugenwerking

De schakeling in fig. 6.5 geeft een voorbeeld van bediening met geheugenwerking.

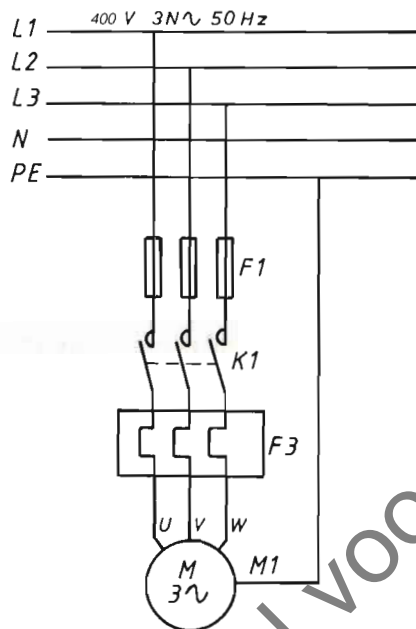


Fig. 6.5a Hoofdkring

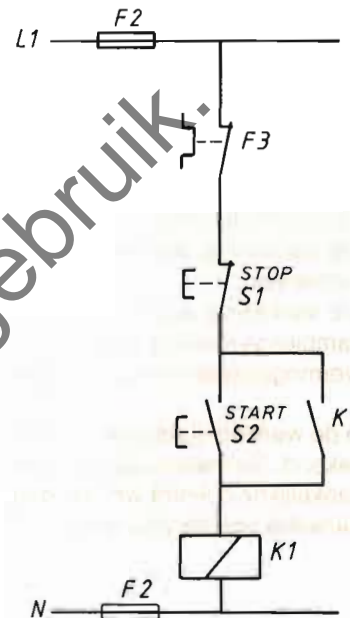


Fig. 6.5b Stuurkring

Voor de stopfunctie wordt een drukknop S1 gebruikt. Voor de startfunctie wordt een drukknop S2 gebruikt. Ook het schakelcontact F3 van het thermisch relais wordt in serie geplaatst. Zo wordt bij een overbelasting van de hoofdkring, de stuurkring uitgeschakeld. Omdat de stuurkring uitgeschakeld wordt, zal de contactor in zijn ruststand terugkeren en de hoofdkring onderbreken.

Wordt de startknop S2 ingedrukt, dan is de stroombaan gesloten en wordt de contactor geactiveerd: alle contacten van de contactor worden gesloten. Het overneemcontact bevindt zich als een vierde contact op de contactor en wordt samen met de hoofdcontacten door hetzelfde inschakelmechanisme bediend. Dit overneemcontact neemt de functie van de starttoets over zodat na het loslaten van de startdrukknop de spoel bekrachtigd blijft. Hierdoor ontstaat de geheugenwerking.

Om de contactor te openen, volstaat het de stopdrukknop in te drukken, zodat de bekrachtiging van de spoel zou worden onderbroken. Door de kracht van een veer wordt de beweegbare contactenbrug snel in de oorspronkelijke stand gebracht.

c Uitbreiden van het aantal bedieningsplaatsen

De verschillende verbreekmogelijkheden worden altijd met het overige deel van de stuurkring in serie geschakeld. Alle startvoorwaarden worden parallel geplaatst. Het overneemcontact wordt parallel over de startvoorwaarden geplaatst.

2 Elektrisch schema

2.1 Algemeen

Een elektrisch schema is een tekening waaruit de onderlinge samenhang van de verschillende delen van een net, een installatie of van een groep van toestellen duidelijk blijkt. Men kan de verschillende soorten schema's opdelen in twee groepen, namelijk de verklarende schema's en de uitvoeringsschema's.

De verklarende schema's hebben als doel de werking duidelijk en overzichtelijk voor te stellen. Bij de uitvoeringsschema's worden verschillende vormen, afhankelijk van hun doel, onderscheiden.

Het bedradingsschema wordt meestal door bedradinglijsten vervangen. Deze lijsten hebben tot bedoeling de inwendige verbindingen, in de schakel- of sturingskast gemaakt, weer te geven. Het kableschema of de kabellijst geeft de uitwendige verbindingen weer tussen de schakelkast en de verschillende toestellen, die verspreid in de installatie zijn opgesteld.

2.2 Principeschema

Voor elke sturing of installatie wordt dit schema getekend. Dit is voor elke technicus het belangrijkste werkinstrument. Zowel voor het ontwerpen, het uitvoeren en het testen van de installatie als bij het uitvoeren van eventuele wijzigingen en aanpassingen wordt dit schema gebruikt. Dit schema dient om de werking zo duidelijk mogelijk voor te stellen. Het bevat alle onderdelen en verbindingen van de hoofd- en stuurkring. Er wordt geen rekening gehouden met de werkelijke, ruimtelijke of topografische ligging van de verschillende elementen, noch met de mechanische samenhang.

De voornaamste eisen waaraan principeschema's, getekend volgens de normen, moeten voldoen zijn:

- De schakeling wordt getekend in stroomloze toestand, alle schakel-, bedienings- en beveiligingselementen bevinden zich in de ruststand.
- De contacten werken van links naar rechts en van onder naar boven als ze zich van de ruststand naar de werkstand verplaatsen.
- De verschillende kringen worden verticaal naast elkaar, getekend.
- De kringen moeten volgens hun functie worden gegroepeerd.
- De ruimte tussen twee groepen van stroomkringen is groter dan de ruimte tussen twee stroomkringen.
- De contacten van een zelfde schakelement worden door een zelfde code aangeduid.
- Onder ieder schakel- of bedieningsorgaan wordt met een tabel aangeduid hoeveel contacten het schakelement bevat en in welke stroomkring de contacten zich bevinden.

3 Aanduiden van de PLC functies

Beschikt men over een prinsipeschema van een klassieke relaissturing, dan moeten bij de verschillende elementen de te gebruiken ingangen, uitgangen en hulpfuncties worden aangeduid.

Er zal voor worden geijverd om zoveel mogelijk de genormaliseerde nummering met de beschikbare in- en uitgangen te laten overeenkomen. Bv.: schakelaar S1 wordt dan aangesloten aan ingang I0.1, contactor K1 wordt aangesloten aan uitgang Q0.1. Dit voorstel heeft op de werking geen enkele invloed maar is een praktische richtlijn om de transfer tussen het schema en het programma te vergemakkelijken. In eerste instantie moet met de praktische realisatie rekening worden gehouden.

De vermogenskringen moeten, zoals bij de klassieke installaties, door het aansluiten van de bedrading worden uitgevoerd. Alleen de stuurkring kan door een PLC-programma worden vervangen.

Fig. 6.6. stelt een hoofd- en stuurkring voor. In de hoofdkring wordt een 3-fasen motor, geschakeld door de contacten van een contactor, voorgesteld. Het thermisch relais beveiligt de motor tegen overbelasting; de smeltveiligheden zullen reageren bij kortsluiting.

De stuurkring is van een keuzeschakelaar met 3 standen voorzien: een stand "automatische werking", een "nul"-stand en stand "manueel". Staat de keuzeschakelaar S2 in de stand "automatisch", dan bepaalt een vlottercontact of de motor van de pomp al dan niet functioneert. Staat de keuzeschakelaar in de stand "manueel" dan zal de motor permanent worden geactiveerd.

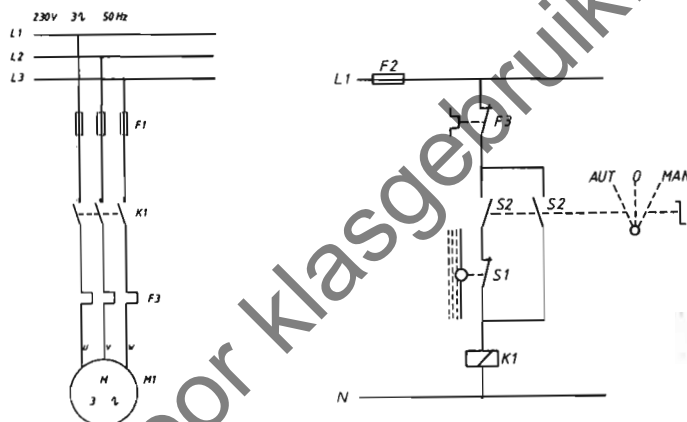


Fig. 6.6 Hoofd- en stuurkring voor keuzeschakeling

Men gebruikt de volgende aansluitingen:

S1	I0.1	vlottercontact
S2	I0.2	keuzeschakelaar automatisch
S2	I0.3	keuzeschakelaar manueel
F3	I0.4	thermisch relais
K1	Q0.1	contactor

Voor de contacten van het thermisch uitschakelrelais F3 en voor het thermostaatcontact moet een normaal gesloten contact worden gebruikt. Hoewel ze op het schema als normaal gesloten contact getekend staan, moeten ze in het programma niet meer worden geïnverteerd.

Als op het schema een normaal gesloten contact getekend staat en aan de PLC een sensor aangesloten wordt met een normaal gesloten contact, dan wordt het contact niet geïnverteerd in het programma.

Bij een keuzeschakelaar met meerdere standen moet elk van de verschillende standen met een afzonderlijke ingang worden verbonden. Daarom zijn voor één schakelaar S2 twee ingangen nodig, namelijk de ingangen I0.2 en I0.3. Staat de schakelaar in de "nul"-stand, dan is geen van beide ingangen geactiveerd.

Het programma wordt dan:

LAD



STL

Network

LD	I0.4
LD	I0.2
A	I0.1
O	I0.3
ALD	
=	Q0.1

4 Keuze van open en gesloten contacten

Voor elke onderbrekingsvoorwaarde moet men een detector met normaal gesloten contact aansluiten aan de ingang van de PLC. Omdat de kostprijs van een PLC meestal recht evenredig is met het aantal in- en uitgangen, heeft men er alle belang bij dat het aantal in- en uitgangen zoveel mogelijk wordt beperkt.

Fig. 6.7 stelt een stuurkring voor met 3 signalisatielampen. De hoofdkring is identiek aan de hoofdkring van fig. 6.6. Bij deze schakeling moet de hoofdkring bij een overbelasting worden onderbroken. Dit wordt door het thermisch relais, aangesloten aan ingang I0.3, gedetecteerd. Men wil bovendien een signaallampje laten oplichten wanneer een dergelijke fout optreedt.

Het starten en stoppen wordt door het bedienen van de respectievelijke drukknoppen gerealiseerd. Er is signalisatie voorzien die aangeeft dat de motor draait, niet draait of door overbelasting is uitgevallen.

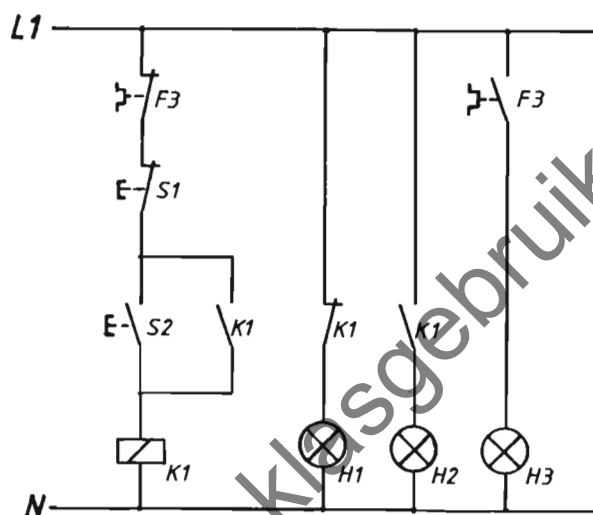


Fig. 6.7 Start-stopschakeling met signalisatie

Bij het aansluiten van de verschillende elementen aan de PLC worden volgende in- en uitgangen gebruikt:

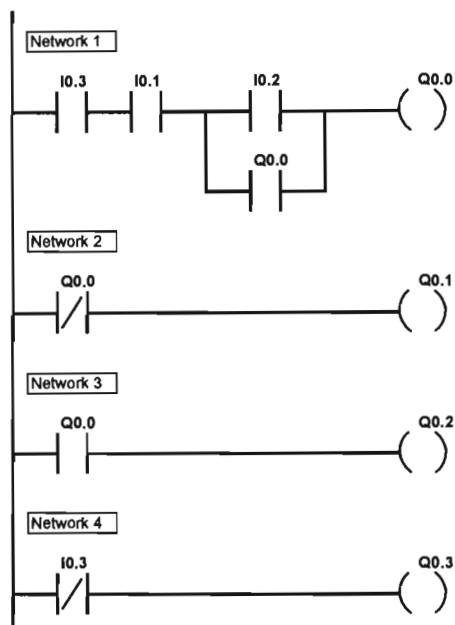
S1	I0.1	stopdrukknop	K1	Q0.0	contactor
S2	I0.2	startdrukknop	H1	Q0.1	controlelamp rust
F3	I0.3	thermisch relais	H2	Q0.2	controlelamp werking
			H3	Q0.3	controlelamp overbelasting

Er wordt slechts één contact van het thermisch relais aan een ingang van de PLC aangesloten. De toestand van deze ingang wordt in het programma meerdere keren gebruikt. Vermits een thermisch relais een uitschakelende functie heeft, wordt een normaal gesloten contact aan de ingang van de PLC aangesloten. Een normaal gesloten contact geeft in ruststand een toestand "1" aan de ingang van de PLC. Daarom wordt bij het programmeren van uitgang Q0.0, de toestand van ingang I0.3 niet meer geïnverteerd.

Bij het programmeren van uitgang Q0.3 moet de toestand van ingang I0.3 worden geïnverteerd opdat de werking van de PLC met het vooropgesteld doel zou overeenkomen.

Bij het opstellen van het programma moet met de keuze van de schakelcontacten rekening worden gehouden. De visualisatie bij het programmeren in LAD is een voorstelling van het programma en niet van de reële toestand van de schakelcontacten. Voor het schema, voorgesteld in fig. 6.7, verkrijgt men het volgende programma:

LAD



STL

```

Network 1
LD      I0.3
A       I0.1
LD      I0.2
O       Q0.0
ALD
=       Q0.0

Network 2
LDN     Q0.0
=       Q0.1

Network 3
LD      Q0.0
=       Q0.2

Network 4
LDN     I0.3
=       Q0.3

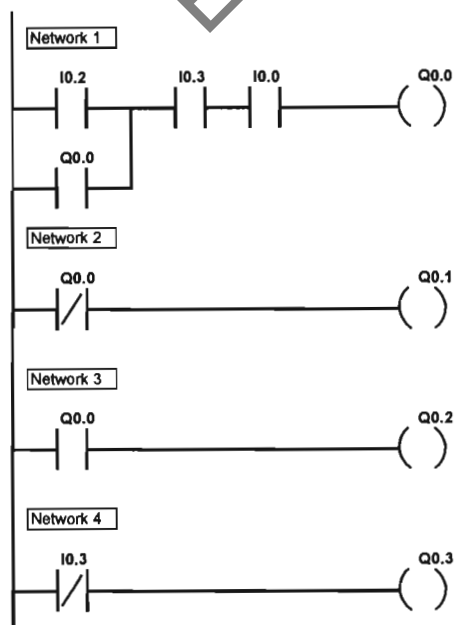
Network 5
MEND
    
```

Bij een bestaand elektrisch schema worden alle onderbrekingsvoorwaarden getekend na de lijnspanning. Bij een onderbreking wordt een zo groot mogelijk deel van de schakeling spanningsloos, dus veiliger. Bij een PLC wordt de werking niet bepaald door de onderlinge verbindingen maar door het programma. De programmalijnen worden elke cyclus opnieuw berekend en aan het einde van de cyclus wordt de inhoud van PIQ naar de uitgangen overgedragen.

Bij het vertalen van een bestaand schema tot een LAD programma heeft men er alle belang bij het schema zo getrouw mogelijk over te nemen. Op die manier is de kans op vergissingen minimaal.

Anderzijds wordt het STL programma eenvoudiger als de volgorde van de schakelcontacten wordt gewijzigd. Bovendien wordt de cyclustijd daardoor iets korter. Bij zeer snelle processen zal men daarom de voorkeur geven aan de volgende programmeerwijze. De werking blijft volledig identiek.

LAD



STL

```

Network 1
LD      I0.2
O       I0.3
A       I0.0
O       Q0.0
=       Q0.0

Network 2
LDN     Q0.0
=       Q0.1

Network 3
LD      Q0.0
=       Q0.2

Network 4
LDN     I0.3
=       Q0.3

Network 5
MEND
    
```


5 Gebruik van merkers

De uitgangen van de PLC worden uitsluitend gebruikt voor die functies die effectief vermogenselementen moeten aansturen. Alle relais die geen contacten in de hoofdkring hebben, worden door merkers verwerkt. In elke PLC zijn een groot aantal merkers ter beschikking; daartegenover is het aantal uitgangen beperkt. Beschikt men over een modulair opgebouwde PLC, dan zal elke uitbreiding van het aantal uitgangen extra kosten met zich meebrengen. Niet alleen de kostprijs van de uitgang moet in rekening worden gebracht, maar ook de kosten van montage en bedrading.

Bij de keuze van de merkers moet in eerste instantie een verantwoorde keuze tussen remanente en niet-remanente merkers worden gemaakt. Zoals reeds eerder aangehaald, onthouden remanente merkers hun toestand bij een spanningsonderbreking. Dit moet voor elke sturing afzonderlijk worden afgewogen. Er is geen algemeen geldende regel, tenzij met de veiligheid moet worden rekening gehouden. De remanentie treedt uiteraard alleen op als de PLC met een goede bufferbatterij is uitgerust. Bovendien moeten softwarematig de nodige instellingen worden uitgevoerd.

Om de transfer tussen het principeschema en het PLC-programma zo duidelijk mogelijk te maken, zal geprobeerd worden om merkers te gebruiken waarvan de aanduiding enige overeenkomst met de genormaliseerde aanduiding op het schema vertoont. Zo wordt relais K3 door merker M0.3 vervangen.

Om het gebruik van merkers in schema's te verduidelijken wordt een stuurkring voorgesteld van een start-stopschakeling met één drukknop. De hoofdkring wordt niet opnieuw voorgesteld, omdat deze overeenkomt met de hoofdkring van fig. 6.6. Het schema van de stuurkring wordt voorgesteld door fig. 6.8.

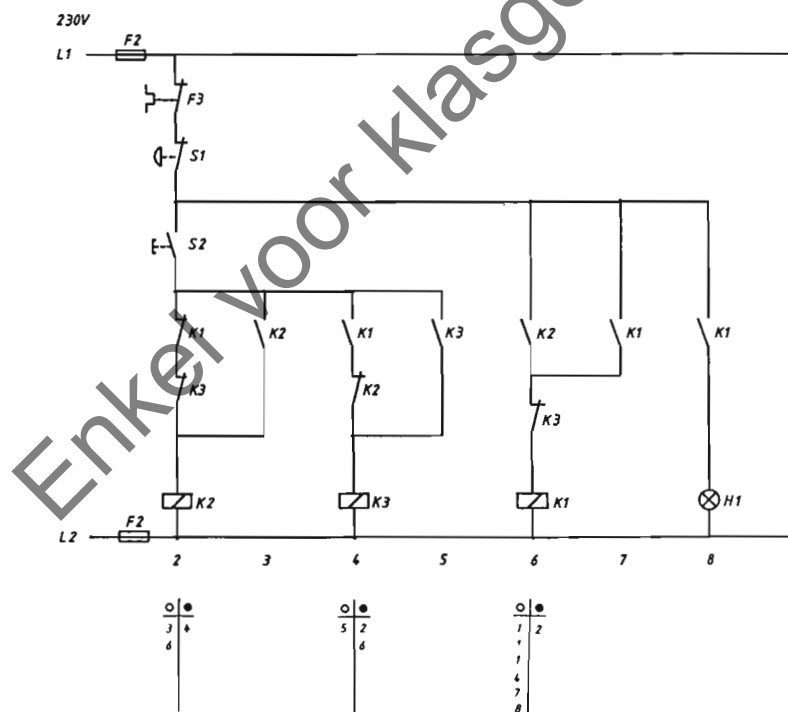


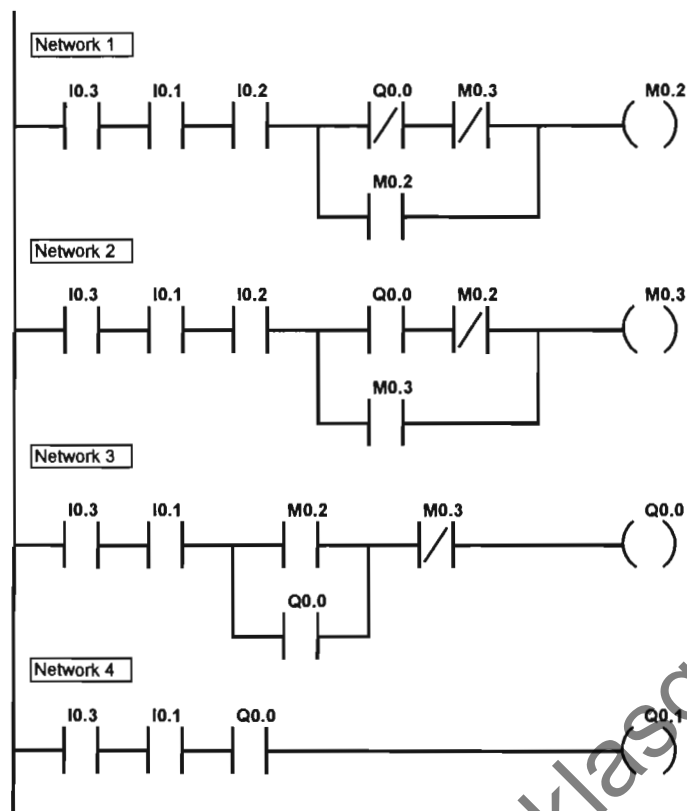
Fig. 6.8 Stuurkring voor start-stop inrichting met 1 drukknop

De verschillende elementen worden als volgt aan de PLC aangesloten:

S1	I0.1	Stop
S2	I0.2	Start-stop drukknop
F3	I0.3	Thermisch relais
K1	Q0.0	Contacteur voor motor
H1	Q0.1	Controlelamp
K2	M0.2	Hulprelais inschakelen
K3	M0.3	Hulprelais uitschakelen

Vertalen we dit schema tot een PLC-programma, dan verkrijgen we:

LAD



STL

Network 1

```
LD      I0.3
A       I0.1
A       I0.2
LDN     Q0.0
AN      M0.3
O       M0.2
ALD
=       M0.2
```

Network 2

```
LD      I0.3
A       I0.1
A       I0.2
LD      Q0.0
AN      M0.2
O       M0.3
ALD
=       M0.3
```

Network 3

```
LD      I0.3
A       I0.1
LD      M0.2
O       Q0.0
ALD
AN      M0.3
=       Q0.0
```

Network 4

```
LD      I0.3
A       I0.1
A       Q0.0
=       Q0.1
```

Network 5

```
MEND
```

Men deelt het schema op in verschillende netwerken, zodat per netwerk maar één uitgang of merker gedefinieerd wordt. Bij het opstellen van een programma leest men best het schema van boven naar onder en schrijft men de voorwaarden (in volgorde) van links naar rechts. De transfer tussen schema en PLC-programma is dan het meest overzichtelijk. Bij het testen, aanpassen of uitbreiden van een programma heeft dit voordelen.

6 Invloed van de programmeervolgorde

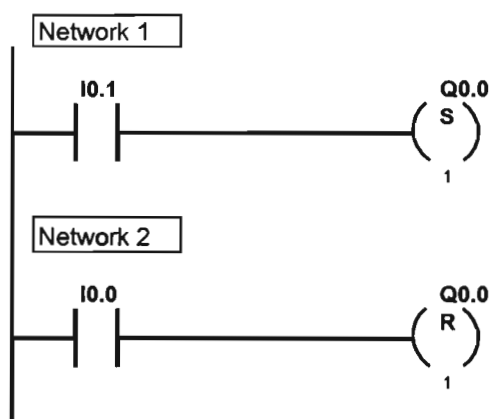
Bij het opstellen van een PLC-programma moet met het cyclisch verwerken van het programma door de processor worden rekening gehouden. De volgorde van de opgestelde programmalijnen zal in een aantal gevallen bepalend zijn voor de werking.

6.1 Set/Reset-instructie

Men kan de keuze maken tussen set- of resetprioriteit. De instructie die men het laatst programmeert, heeft, bij gelijktijdig bedienen van de beide ingangen, voorrang.

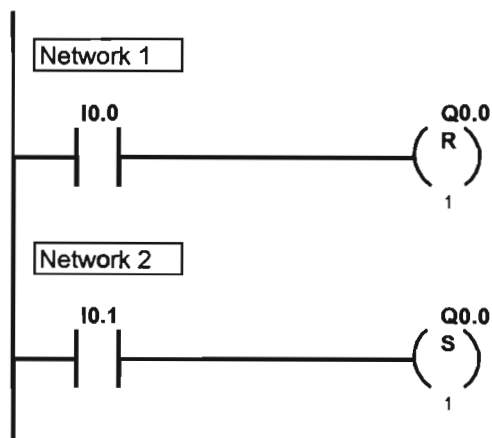
Dit is een logische manier van verwerken, als men nadenkt op welke manier de PLC het programma verwerkt. Laat ons aannemen dat zowel de set- als de resetvoorwaarde waar is.

Voorbeeld 1



De PLC leest alle ingangen en bewaart ze in het PII-register. Hij berekent achtereenvolgens de verschillende programmalijnen. In het PII-geheugen zit voor I0.1 een logische 1 met als gevolg dat in het PIQ-register een "1" wordt onthouden. In de volgende regel wordt de resetvoorwaarde gelezen. Omdat ook die voorwaarde waar is, zal de uitgang in het PIQ-register de toestand "0" aannemen. Aan het einde van de volledige cyclus wordt de inhoud van het PIQ-register naar de uitgangen overgedragen. In dit voorbeeld betekent dit dat de uitgang niet actief zal zijn.

Voorbeeld 2



Zijn in dit voorbeeld de beide voorwaarden waar, dan wordt als laatste de SET-voorwaarde in het PIQ-register geladen. Aan het einde van de cyclus wordt de toestand "1" van het PIQ-register overgedragen en wordt de uitgang Q0.0 actief.

Stad Antwerpen
Stedelijk Lyceum
 Hoofdstelling :
 Paardenmarkt 94
 2000 ANTWERPEN
 Tel. 03/470.25.30 - Fax 03/470.25.31

6.2 Volgorde van de programmalijnen

De volgorde van de opgestelde programmalijnen kan invloed uitoefenen op de werking. Omdat de schema's meestal in de volgorde waarin het proces verloopt, werden opgesteld, ondervindt men meestal weinig hinder van de programmeervolgorde. Ook al wordt er aan de volgorde geen aandacht geschonken, bij het overgrote deel van de opgestelde programma's worden geen problemen ondervonden. Slechts uitzonderlijk zal men vaststellen dat, bij het testen van het programma, de PLC niet uitvoert wat werd verwacht. Voor die gevallen moet op dezelfde manier zoals de PLC "denkt", worden geredeneerd.

Het volgende voorbeeld verduidelijkt dit:

Voorbeeld 1	
LD	I0.1
A	I0.2
=	Q0.0
LD	Q0.0
A	I0.3
=	Q0.1
Voorbeeld 2	
LD	Q0.0
A	I0.3
=	Q0.1
LD	I0.1
A	I0.2

Beide programma's zijn volledig identiek; alleen de volgorde van de beide programmaregels is gewijzigd.

Laten we aannemen dat de toestand van de ingangen I0.1 en I0.3 al "1" was. Deze toestand wordt door cyclus 1 weergegeven. Cyclus 2 geeft de toestand weer die optreedt op het ogenblik dat men de schakelaar die aangesloten is aan ingang I0.2, sluit. Cyclus 3 geeft de toestand weer in de eerste, daaropvolgende, verwerking van de PLC.

Voorbeeld 1

	Cyclus 1	Cyclus 2	Cyclus 3
LD I0.1	1	1	1
A I0.2	0	1	1
= Q0.0	0	1	1
LD Q0.0	0	1	1
A I0.3	1	1	1
= Q0.1	0	1	1

Voorbeeld 2

	Cyclus 1	Cyclus 2	Cyclus 3
LD Q0.0	0	0	1
A I0.3	1	1	1
= Q0.1	0	0	1
LD I0.1	1	1	1
A I0.2	0	1	1
= Q0.0	0	1	1

Door de toestand van de verschillende in- en uitgangen in de opeenvolgende cycli weer te geven, kan men opmerken dat er een verschil bestaat in de verwerking. Bij voorbeeld 1 worden de beide uitgangen aan het einde van cyclus 2, gelijktijdig geactiveerd. Dit gebeurt op exact hetzelfde ogenblik, namelijk op het moment dat de toestanden van het PIQ-register naar de uitgangen worden overgedragen.

Bij voorbeeld 2 stellen we vast dat er een tijdsverschil optreedt. Uitgang Q0.1 wordt één cyclus later geactiveerd dan uitgang Q0.0.

6.3 Ingangen besparen door gebruik van merkers

Bij een klassieke relaissturing gebeuren schakelacties afhankelijk van het al dan niet gesloten zijn van de stroombanen. Men neemt als vaste regel aan dat bij het bedienen van een schakelaar het verbreekcontact eerst opent vooraleer het maakcontact sluit. In de omgangstaal wordt dit als: "breek voor maak" aangeduid.

Bij klassieke sturingen worden per drukknop maximaal 2 contacten gebruikt. Bij PLC-sturingen is het mogelijk de toestand van ingangen meerdere keren in een programma te gebruiken. Zo kunnen drukknoppen met slechts één contact worden gebruikt. De toestand wordt meerdere keren gebruikt in het programma. Fig. 6.9 geeft een voorbeeld van een schakeling waarbij een drukknop S3 met een maak- en breekcontact is uitgevoerd.

A Schema

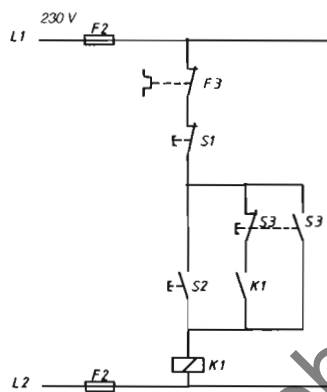


Fig. 6.9 Relaischema

B Werking

De hoofdkring is identiek aan de hoofdkring voorgesteld in fig. 6.6.

Staat de drukknop S3 in de ruststand, dan heeft dit schema de functie van een start-stopschakeling.

Bevindt de schakeling zich in de ruststand en men drukt op de drukknop S3, dan zal de contactor K1 worden bekrachtigd. Het overneemcontact kan niet overnemen, zodat er geen geheugenwerking optreedt.

Zolang men op de drukknop S3 blijft drukken, blijft de contactor K1 geactiveerd. Eens de drukknop wordt losgelaten, zal de contactor onmiddellijk terug zijn ruststand aannemen.

C Keuze van open of gesloten contacten

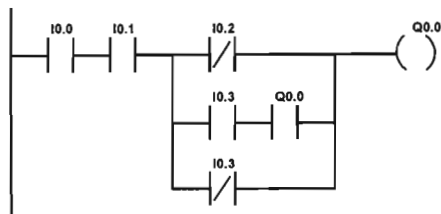
Zoals eerder meermaals vermeld, spreekt het voor zich dat voor het thermisch uitschakelcontact F3 en voor de stopdrukknop S1 een normaal gesloten contact wordt gebruikt. Voor de startdrukknop S2 moet men een normaal open contact gebruiken.

De verschillende elementen worden als volgt aan de PLC aangesloten:

S1	I0.1	stopdrukknop
S2	I0.2	startdrukknop
S3	I0.3	pulsdrukknop
F3	I0.0	thermische beveiliging
K1	Q0.0	contactor

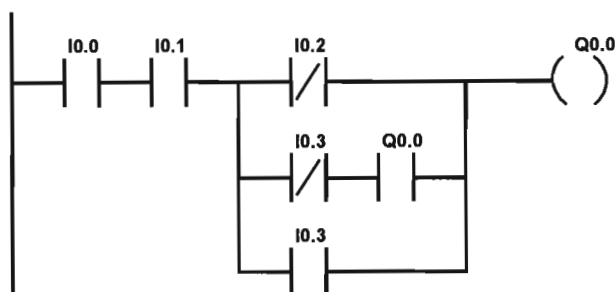
Voor de schakelaar S3 wordt maar één ingang gebruikt. Er moet dus een keuze worden gemaakt tussen het aansluiten van een normaal open of een normaal gesloten contact.

Wordt een drukknop met normaal gesloten contact aangesloten, dan zal het programma er als volgt uitzien:



Bij een draadbreek tussen de drukknop en de ingang I0.3 zou de toestand geïnverteerd worden. De contactor, aangesloten aan de uitgang Q0.0 zou ongecontroleerd in werking komen. Dit is dus een onveilige toestand; het bovenstaande programma mag dus zeker niet gebruikt worden.

Men moet gebruik maken van een normaal open contact aan de ingang I0.3. We verkrijgen dan het volgende programma:



Bij een draadbreek treedt de contactor niet meer ongecontroleerd in werking. De werking via drukknop S2 (I0.2) blijft mogelijk maar het geven van pulsen met de drukknop S3 (I0.3) kan niet meer uitgevoerd worden. Deze schakeling is zeker veiliger dan de vorige oplossing.

6.4 Gebruik van extra merker

Wordt het laatste programma getest, dan zal de werking niet overeenstemmen met wat normaal mag worden verwacht. Bij het bedienen van de drukknop S2 verloopt de werking in overeenstemming met het schema. Na het bedienen van de drukknop wordt de overneemfunctie geactiveerd. De onderbrekingsmogelijkheden met de stopdrukknop en de thermische beveiligingen functioneren zoals het hoort.

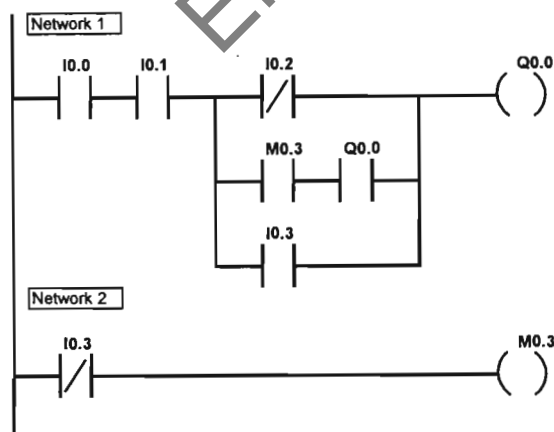
Wordt pulsdrukknop S3 (I0.3) bediend, dan stellen we vast dat toch een geheugenwerking optreedt. Redeneren we vanuit het principe "breek voor maak", dan komt de werking van het PLC-programma niet met de klassieke schakeling overeen.

De reden hiervoor situeert zich opnieuw in het feit dat de PLC de programmalijnen cyclus na cyclus verwerkt. Als men de drukknop S3 (I0.3) bedient, zal de uitgang Q0.0 actief zijn. Bij het loslaten van de drukknop is in de eerste, daaropvolgende cyclus, het overneemcontact nog gesloten. Ook de geïnverteerde waarde van I0.3 heeft toestand "1", zodat de uitgang geactiveerd blijft.

Men moet gebruik maken van een bijkomende, willekeurige merker. Alleen op deze manier kan men ervoor zorgen dat de werking van het PLC-programma overeenstemt met de werking van het schema.

We verkrijgen dan het volgende programma:

LAD



STL

Network 1

```
LD    I0.0
A      I0.1
LD    I0.2
LD    M0.3
A      Q0.0
OLD
O      I0.3
ALD
=      Q0.0
```

Network 2

```
LDN   I0.3
=      M0.3
```

Network 3

```
MEND
```

Dit schema is alleen bedoeld als beperkt voorbeeld om het principe aan te tonen. Voor een beperkte sturing als deze is het uitsparen van ingangen niet zo essentieel. Wordt dit principe op grote sturingen toegepast, dan kan het aantal uitgespaarde ingangen vrij sterk oplopen.

7 Programmeren van tijdfuncties

Bij de klassieke relaischakelingen werd hoofdzakelijk de opkom- en afvalvertraging gebruikt. De opkomvertraging kan gemakkelijk door TON-tijdfunctie worden vervangen. De afval- of uitschakelvertraging kan in een PLC-programma verwerkt worden zoals weergegeven in paragraaf 1.2 van blok 4.

Het programmeren van tijdfuncties wordt met een voorbeeld verduidelijkt. Het schema kan worden gebruikt om een heen- en weergaande beweging te verwezenlijken. Het einde van de beweging wordt door eindloopschakelaars bepaald. Er wordt even gewacht vooraleer de motor terug start in tegengestelde draaizin. De toestellen, aangesloten aan de verschillende in- en uitgangen, hebben de volgende functies:

S1	I0.1	stopdrukknop (NG-contact)	K1	Q0.1	contactor links draaien
S2	I0.2	start linker draaizin (NO-contact)	K2	Q0.2	contactor rechts draaien
S3	I0.3	start rechter draaizin (NO-contact)	H1	Q0.3	controlelamp links draaien
S4	I0.4	eindloop links (NG-contact)	H2	Q0.4	controlelamp rechts draaien
S5	I0.5	eindloop rechts (NG-contact)			
F3	I0.0	thermische beveiliging (NG-contact)			

Het schema, voorgesteld door fig. 6.10, verduidelijkt de werking van de schakeling. Alleen de stuurkring wordt voorgesteld. De hoofdkring is dezelfde als voor het omkeren van de draaizin van een 3-fase asynchrone motor. De hoofdkring komt volledig overeen met figuur 6.13.

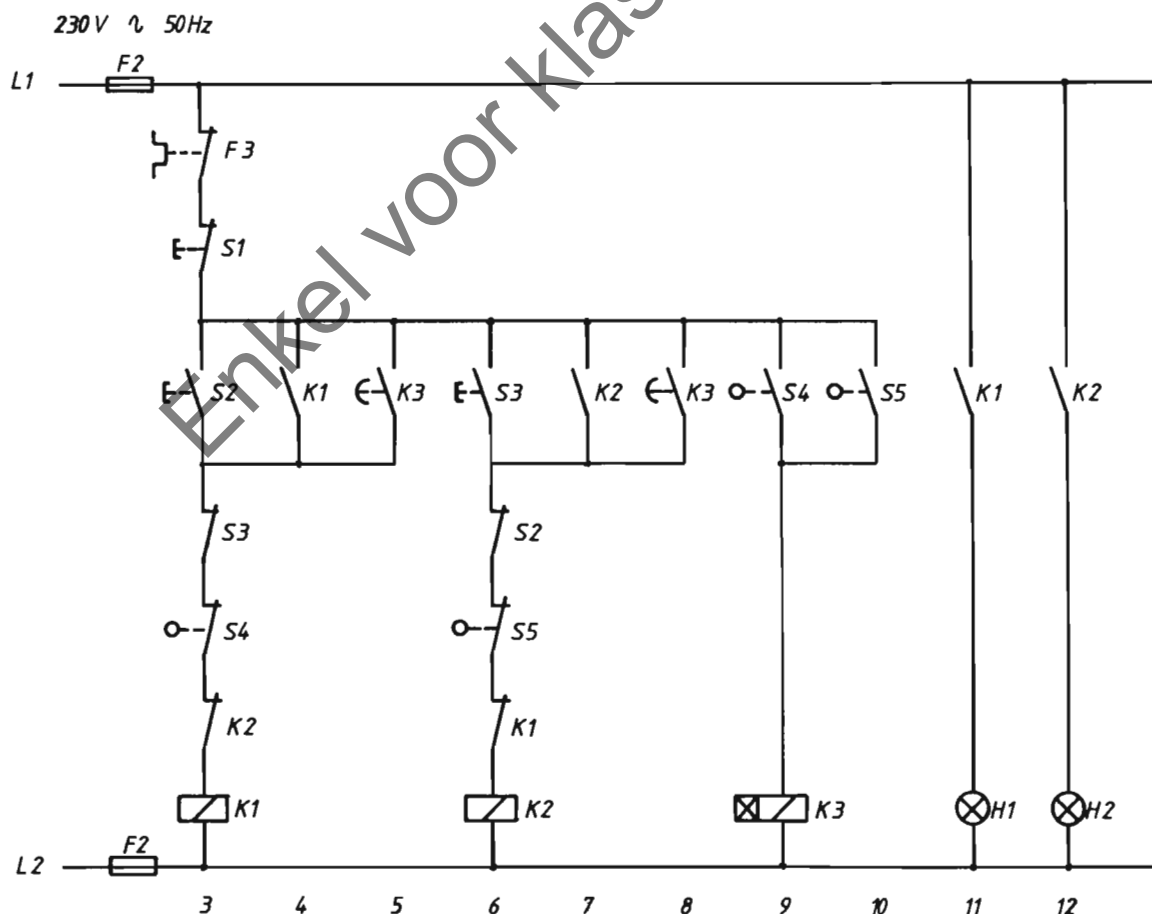
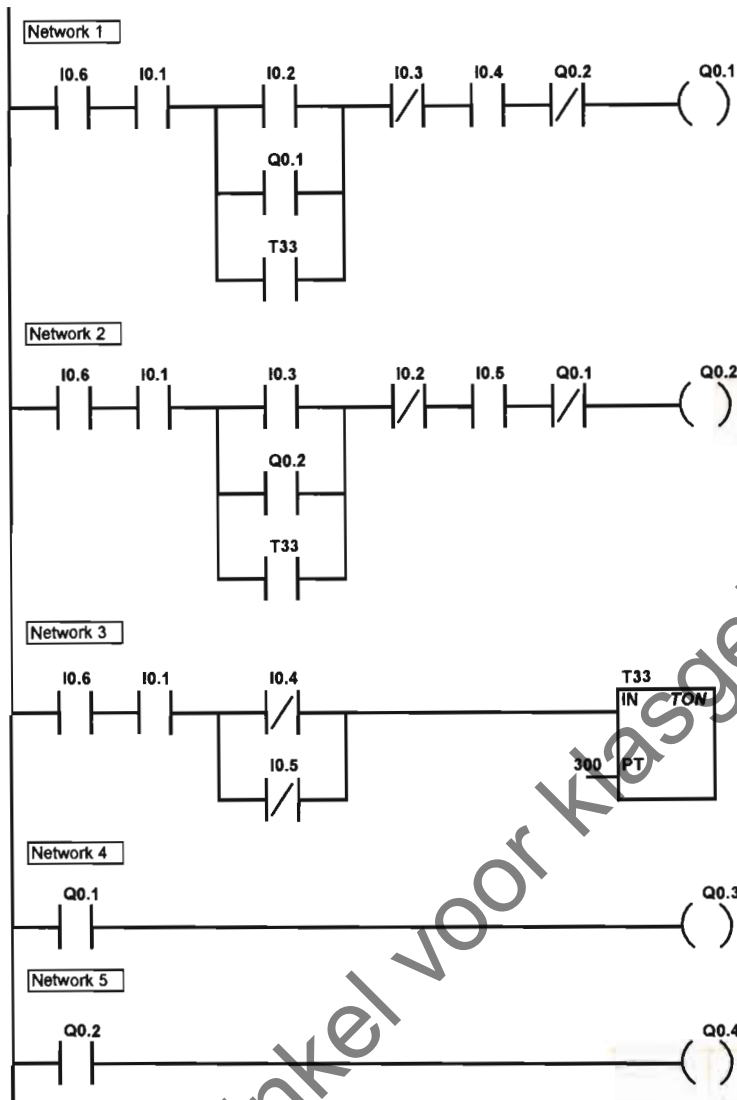


Fig. 6.10 Heen- en weergaande beweging met wachttijd

Het ladderdiagram dat overeenkomt met het schema van fig. 6.10. is:

LAD



STL

Network 1

```
LDN I0.6
A I0.1
LD I0.2
O Q0.1
O T33
ALD
AN I0.3
A I0.4
AN Q0.2
= Q0.1
```

Network 2

```
LDN I0.6
A I0.1
LD I0.3
O Q0.2
O T33
ALD
AN I0.2
A I0.5
AN Q0.1
= Q0.2
```

Network 3

```
LDN I0.6
A I0.1
LDN I0.4
ON I0.5
ALD
TON T33, 300
```

Network 4

```
LD Q0.1
= Q0.3
```

Network 5

```
LD Q0.2
= Q0.4
```

Network 6

```
MEND
```

8 Schema structureren

Als één en dezelfde machine meerdere verschillende functies die onafhankelijk van elkaar werken moet realiseren, dan kan een organisatieprogramma worden gebruikt.

Het is belangrijk het schema en het programma zo overzichtelijk mogelijk te maken. Men gebruikt meer merkers dan strikt noodzakelijk, als de overzichtelijkheid daarbij kan winnen. Door enkele merkers meer te gebruiken, wordt veel tijd bespaard zowel bij het opstellen, het testen en uitbreiden van het programma. Dit is tegenstrijdig met de klassieke sturingen waar elke component en zijn bedrading de kosten verhogen. Omdat de PLC over veel merkers beschikt, is de logische opbouw en de leesbaarheid van het schema de voornaamste eis.

Een voorbeeld van een schema met een organisatiedeel is voorgesteld door fig. 6.11.

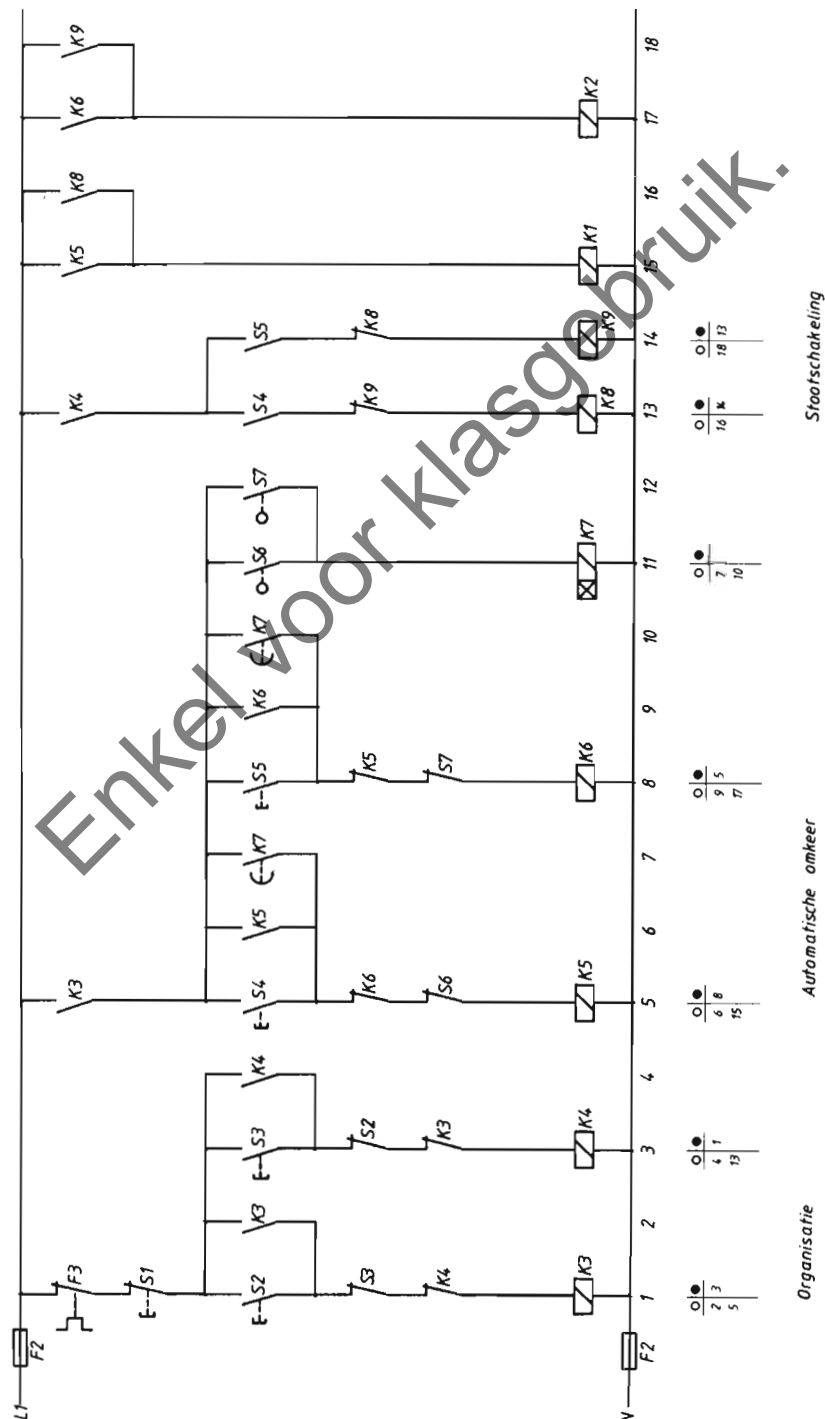


Fig. 6.11 Schema met organisatie

Met de kringen 1 t.e.m. 4 wordt de keuze gemaakt of het proces een automatische omkeerschakeling realiseert of dat een stootschakeling wordt geactiveerd. Dit deel van de schakeling wordt organisatiedeel genoemd omdat men daarmee bepaalt welk proces men activeert.

Wordt op de drukknop S2 gedrukt, dan zal de merker M0.3 geactiveerd worden. Zo wordt een heen- en weergaande beweging (zoals in de vorige paragraaf) gerealiseerd. Het proces verloopt volautomatisch. Wordt eerst op de drukknop S3 gedrukt, dan worden de uitgangen alleen geactiveerd als de drukknoppen S4 of S5 ingedrukt blijven.

De kringen 5 t.e.m. 12 komen met een automatische heen- en weergaande beweging overeen. Een schakelcontact van merker M0.3 wordt als EN met de rest van de sturing verbonden.

De kringen 13 en 14 laten toe om met het bedienen van de overeenkomstige drukknoppen de motor in beweging te brengen zolang de drukknop wordt bediend.

Met kringen 15 t.e.m. 18 worden de verschillende merkers als OF verbonden en sturen de uitgangen.

Enkel voor klasgebruik.

9 Basisschakelingen

Bij zeer veel industriële processen maakt men gebruik van 3-fase asynchrone motoren. Een aantal veel voorkomende basisschakelingen worden hier besproken, zodat de stuurkring met een PLC kan worden uitgevoerd. De hoofdkring blijft uiteraard op de klassieke manier uitgevoerd.

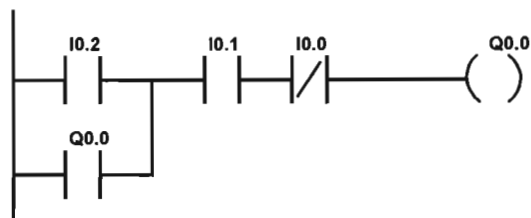
9.1 Start - stopschakeling

Deze schakelingen werden reeds uitvoerig besproken in blok 3. Het is overbodig de verschillende schakelingen opnieuw te herhalen. We herhalen hier alleen de schakeling waarbij de stop voorrang heeft. Men gebruikt de volgende aansluitingen:

F 3	I0.0	thermisch uitschakelcontact NO-contact
S 1	I0.1	stopdrukknop met NG-contact
S 2	I0.2	startdrukknop
K 1	Q0.0	contactor

Wordt van deze schakeling het PLC-programma opgesteld, dan verkrijgen we:

LAD



STL

```
LD    I0.2
O     Q0.0
A     I0.1
AN    I0.0
=     Q0.0
```

Vermits hier het normaal open contact van het thermisch relais wordt gebruikt, moet men de toestand in het programma inverteren. Technisch zou het beter zijn als het normaal gesloten contact wordt gebruikt, maar de meeste thermische relais zijn met slechts één normaal open en één normaal gesloten contact uitgevoerd. Bij een draadbreek tussen thermisch relais en de ingang van de PLC zou de PLC reageren alsof er een overbelasting optrad.

Het normaal gesloten contact moet uit veiligheidsoverwegingen hardwarematig worden gebruikt. Het normaal gesloten contact van de thermische beveiliging wordt in de kring van de spoel van de contactor aangesloten. Op deze manier wordt absolute zekerheid van de uitschakeling van de motor verkregen, zelfs als de PLC zou falen. Omdat in de hoofdkring er toch altijd een bedraad verband bestaat tussen contactor, motor en thermische beveiliging, vormt deze schakelwijze geen inbreuk tegen de flexibiliteit van de programmeerbare sturing. De volgende aansluitingen worden gebruikt:

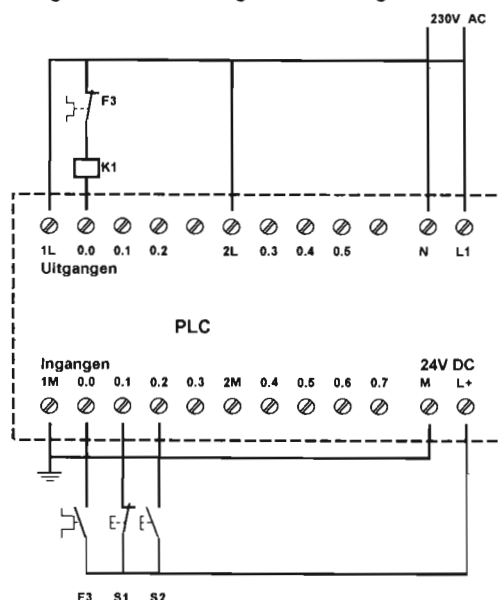


Fig. 6.12 Aansluiten van in- en uitgangen aan de PLC

9.2 Omkeren draaizin

Om de draaizin van een driefase asynchrone motor om te keren, moet de aansluiting van twee lijnen van het net aan de klemmen van de motor onderling worden verwisseld. Men voert deze schakeling uit door gebruik te maken van 2 contactoren zoals weergegeven in de hoofdkring van fig. 6.13. In de stuurkring moeten de nodige vergrendelingen worden ingebouwd om te verhinderen dat beide contactoren gelijktijdig worden geactiveerd.

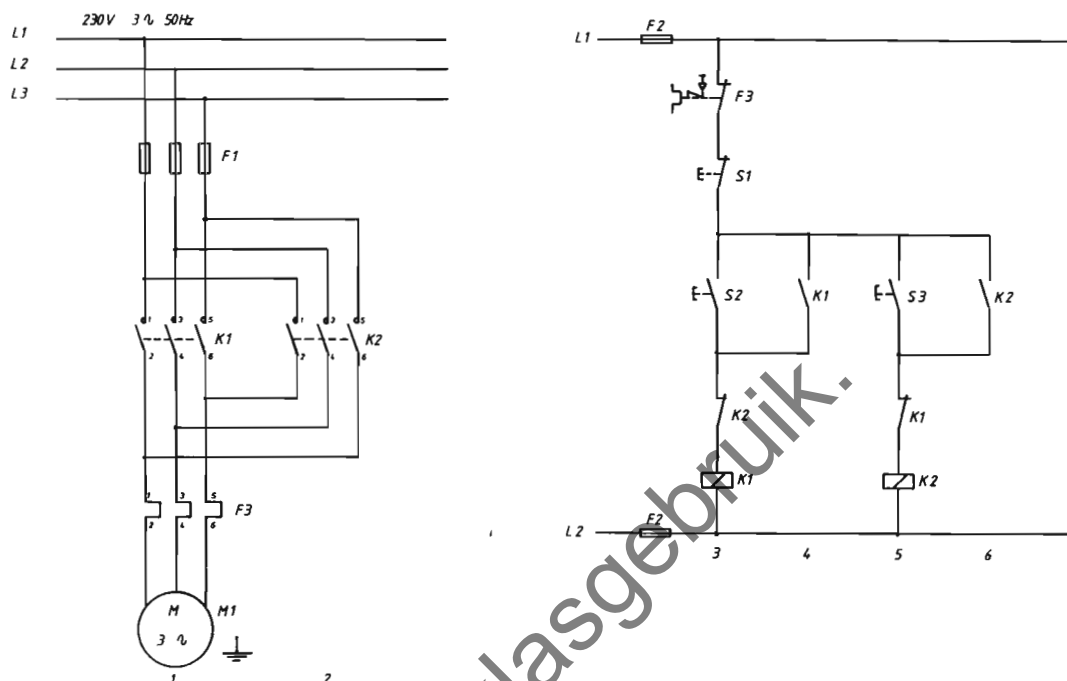


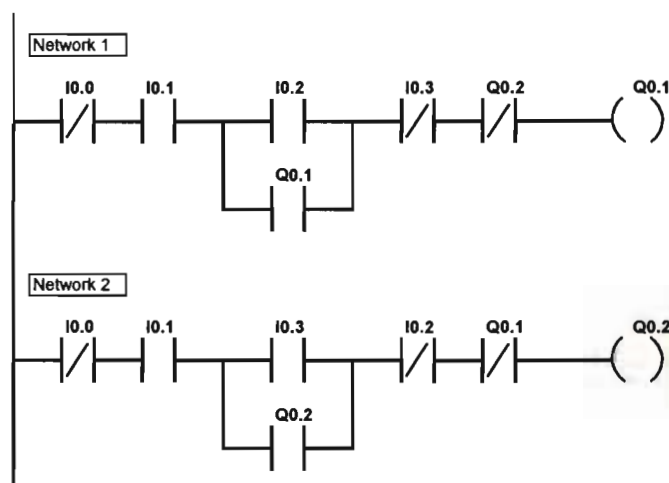
Fig. 6.13 Omkeren draaizin voor motor

Men maakt gebruik van de volgende aansluitingen:

F 3	I0.0	thermisch uitschakelcontact NO-contact
S 1	I0.1	stopdrukknop met NG-contact
S 2	I0.2	startdrukknop linker draaizin
S 3	I0.3	startdrukknop rechter draaizin
K 1	Q0.1	contactor linker draaizin
K 2	Q0.2	contactor rechter draaizin

Wordt de stuurkring vertaald tot een PLC-programma, dan verkrijgen we:

LAD



STL

```

Network 1
LDN      I0.0
A         I0.1
LD        I0.2
O         Q0.1
ALD
AN        I0.3
AN        Q0.2
=         Q0.1

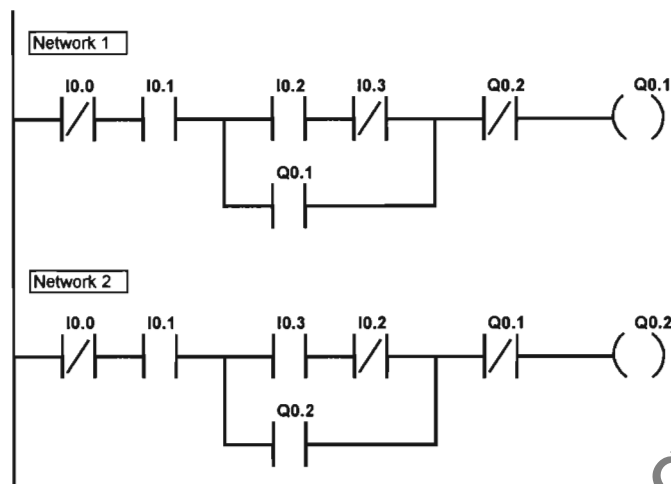
Network 2
LDN      I0.0
A         I0.1
LD        I0.3
O         Q0.2
ALD
AN        I0.2
AN        Q0.1
=         Q0.2
    
```

De thermische beveiliging wordt op een gelijkaardige manier verwerkt, zoals weergegeven bij de start-stop-schakeling. Bij deze schakeling is het bovendien essentieel dat beide contactoren nooit samen worden geactiveerd. Daarom wordt een invers signaal van de ene uitgang als voorwaarde verwerkt in het netwerk van de andere uitgang.

Om te voorkomen dat bij gelijktijdig bedienen van beide startdrukknoppen, de uitgang Q0.1 voorrang heeft, programmeert men inverse signalen van de drukknoppen in het andere netwerk.

Het nadeel van dit programma is dat men een onmiddellijke omkering van de draaizin krijgt. Als de motor draait in de ene zin en er wordt gedrukt op de drukknop voor de andere draaizin, keert de draaizin onmiddellijk om. Om dit te voorkomen wordt beter gebruik gemaakt van volgend programma:

LAD



STL

Network 1

```
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.2
AN I0.3
O Q0.1
ALD
AN Q0.2
= Q0.1
```

Network 2

```
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.3
AN I0.2
O Q0.2
ALD
AN Q0.1
= Q0.2
```

Voor de uitgangen wordt zowel een softwarematige als een hardwarematige vergrendeling voorzien.

De mogelijkheid bestaat dat een contactor defect raakt en de contacten blijven "plakken". Bij eenvoudige sturingen beschikt de PLC meestal niet over een terugmeldsignaal. Door de hardwarematige vergrendeling wordt voorkomen dat beide contactoren gelijktijdig geactiveerd worden.

Vermits in de hoofdkring altijd een bedraad verband bestaat tussen contactor, motor en thermische beveiliging, doet deze schakelwijze niets af aan de flexibiliteit van de programmeerbare sturing.

De aansluitingen worden gemaakt zoals aangegeven in figuur 6.14:

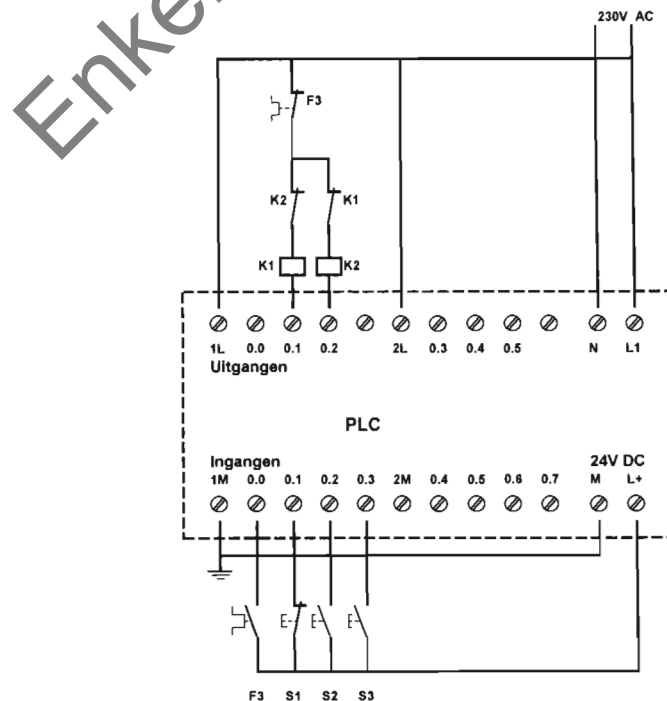


Fig. 6.14 Aansluiten van in- en uitgangen aan de PLC

9.3 Aanlopen met ster-driehoekschakeling

De aanloopstroom van een driefase asynchrone motor kan 6 à 7 maal de nominale stroom bedragen. Bij grotere motoren kan dit een spanningsval in het net veroorzaken. Bovendien kunnen deze grote stromen de beveiligingen laten reageren vooraleer de motor het nominaal toerental heeft bereikt. Om die reden wordt de motor bij de aanloop in de sterstand geschakeld. Pas als de motor 75 % van het nominale toerental heeft bereikt, wordt de motor in driehoek geschakeld. Op dat ogenblik wordt de motor aan de vereiste netspanning aangesloten. Zo wordt de aanloopstroom tot 2 maal de nominale waarde begrensd. Het aanloopkoppel wordt zodanig begrensd dat men deze schakeling alleen kan gebruiken voor motoren die onbelast aanlopen.

De motor wordt eerst in ster geschakeld terwijl de voorziene netspanning een driehoekstand vereist. Na enkele seconden wordt de sterstand onderbroken en worden de klemmen in driehoek verbonden.

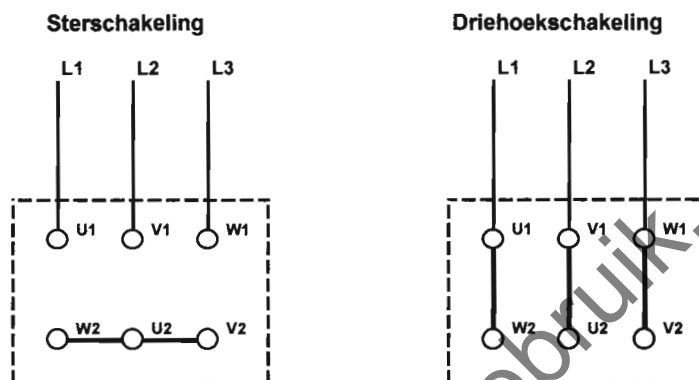


Fig. 6.15 Aansluiten van een 3-fase motor aan een 3-fasig net

Deze sturing wordt meestal met een tijdschakeling uitgevoerd zodat de schakeling automatisch verloopt en niet afhankelijk wordt van de bediening. Bovendien is men dan zeker dat altijd in de sterstand wordt gestart. De stuurkring moet zo worden opgebouwd dat het onmogelijk wordt dat de ster- en driehoekcontactor gelijktijdig in dienst komen. Het schema dat aan deze eisen voldoet, is voorgesteld in figuur 6.16.

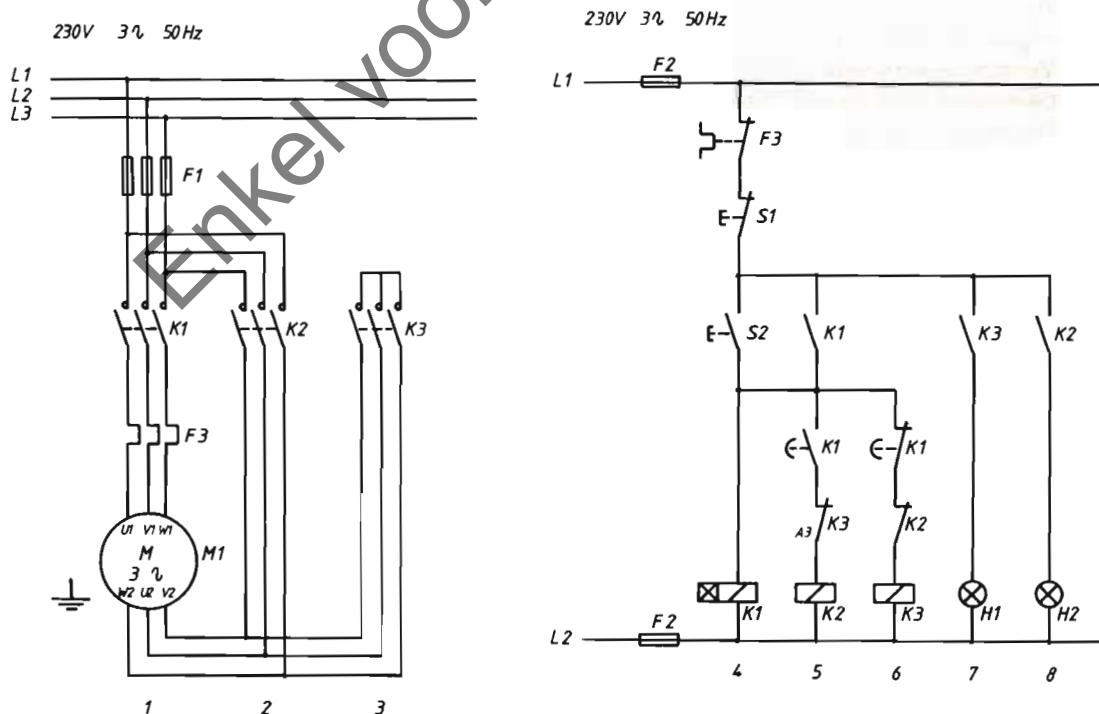


Fig. 6.16 Ster-driehoekschakeling

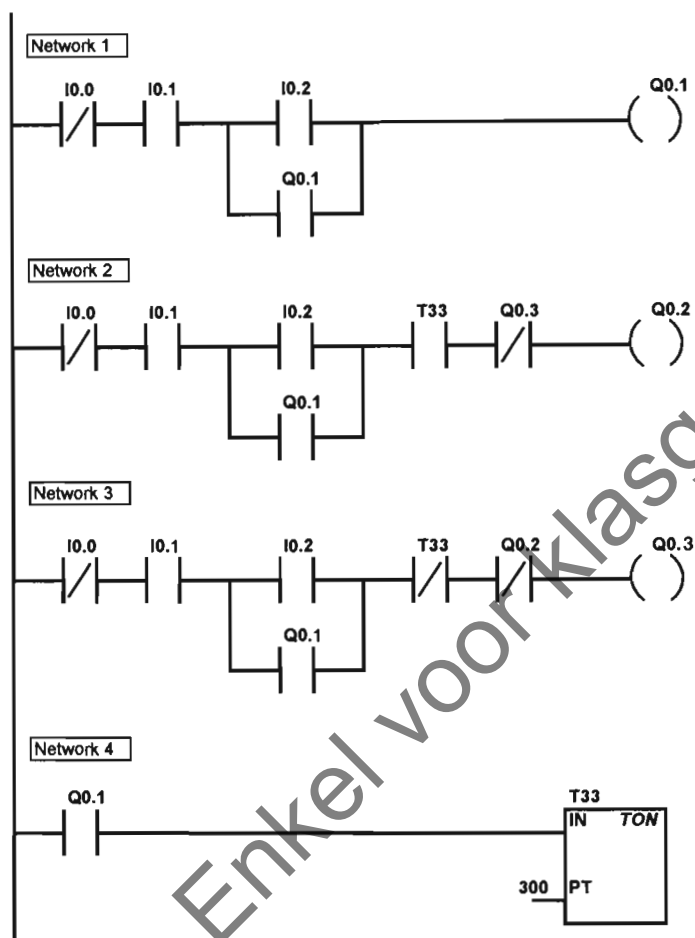
Merk op dat de thermische beveiliging in de hoofdkring is aangesloten na de lijncontactor. Men kan de toegelaten stroom instellen op $0,58 \times I_n$. In een aantal gevallen zal men daardoor een kleinere (goedkopere) uitvoering kunnen gebruiken.

De volgende aansluitingen worden gebruikt:

F 3	I0.0	thermisch uitschakelcontact NO-contact
S 1	I0.1	stopdrukknop met NG-contact
S 2	I0.2	startdrukknop
K 1	Q0.1	lijncontactor
K 2	Q0.2	driehoekcontactor
K 3	Q0.3	stercontactor

Vertalen we de stuurkring tot een PLC-programma, dan verkrijgen we:

LAD



STL

```

Network 1
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.2
O Q0.1
ALD
= Q0.1

Network 2
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.2
O Q0.1
ALD
A T33
AN Q0.3
= Q0.2

Network 3
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.2
O Q0.1
ALD
AN T33
AN Q0.2
= Q0.3

Network 4
LD Q0.1
TON T33, 300

Network 5
MEND
    
```

Deze schakeling heeft voordelen omdat ze eenvoudig en snel te programmeren is. Anderzijds heeft deze schakeling beperkingen. Als de stercontactor om één of andere reden niet ingeschakeld werd, dan wordt na een bepaalde tijd toch de driehoekcontactor ingeschakeld.

Dikwijls zijn contactoren met 3 hoofdcontacten en één hulpcontact uitgevoerd. Vroeger was het hulpcontact van de contactor nodig om de overneemfunctie (geheugen) te realiseren. Nu kan dit contact worden gebruikt als extra beveiliging. Dit contact wordt als een detector aan een ingang van de PLC verbonden. Wordt de toestand van deze ingangen verwerkt in het programma, dan verkrijgt men een sturing met een grotere bedrijfszekerheid.

9.4 Poolomschakeling bij motoren met gescheiden statorwikkelingen

Dit type motor heeft binnen zijn behuizing twee gescheiden statorwikkelingen. Motoren met gescheiden wikkelingen laten theoretisch iedere combinatie van toerentallen en elke vermogensverhouding toe. De beide wikkelingen zijn in ster geschakeld en volkomen onafhankelijk van elkaar. Buiten de aanduidingen op de kenplaat zijn ze ook aan de volgorde van de klemnummering herkenbaar:

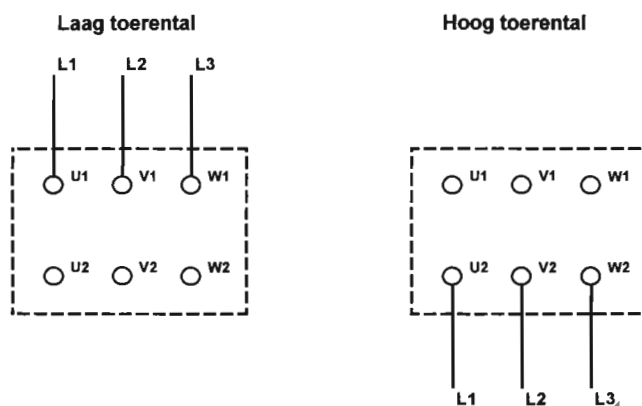


Fig. 6.17 Aansluiten van een poolomschakelbare motor

Het schema wordt voorgesteld door fig. 6.18

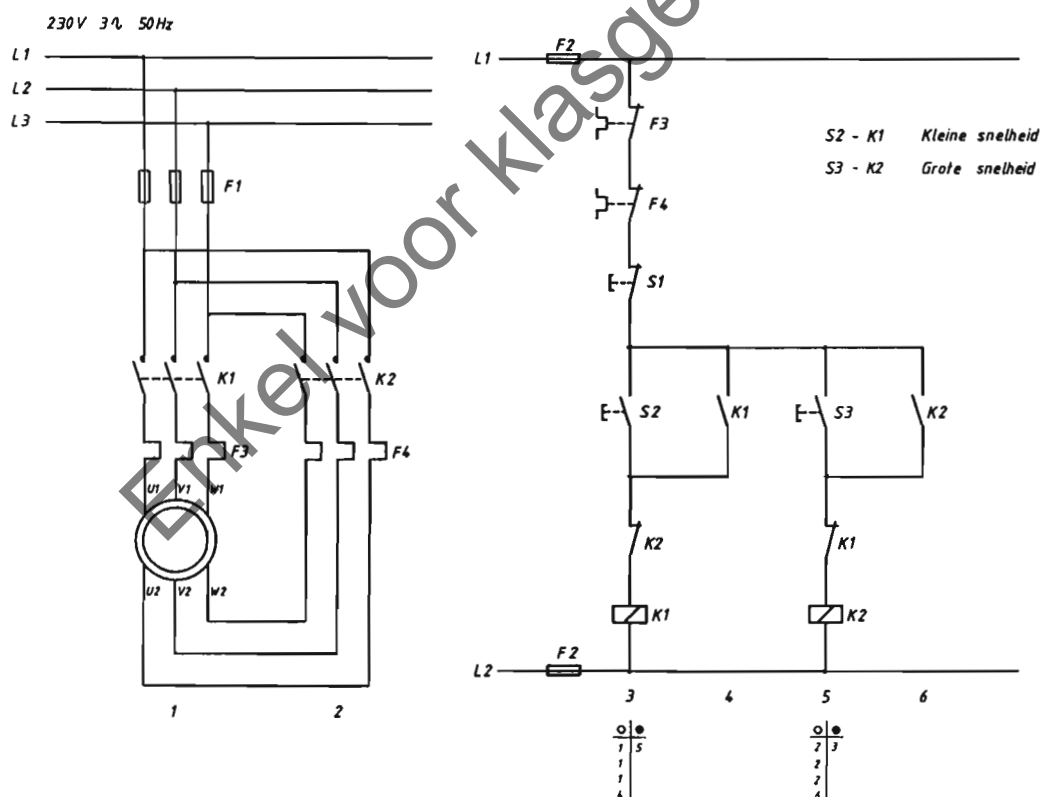


Fig. 6.18 Poolomschakeling bij motor met 2 gescheiden statorwikkelingen

De twee contactoren zijn mechanisch of elektrisch vergrendeld, zodat het onmogelijk is beide wikkelingen gelijktijdig aan de spanning aan te sluiten.

De stuurkring kan volledig identiek zijn aan de stuurkring die gebruikt wordt om de draaizin om te keren. Beide thermische beveiligingen in de sturing worden verwerkt. Ze zijn noodzakelijk om de motor tegen oververhitting te beschermen. De door de verschillende toerentallen verbruikte stromen liggen zo ver uit elkaar dat één thermische beveiliging onvoldoende bescherming biedt.

9.5 Dahlandermotoren

Bij asynchrone motoren wordt het toerental door het pooltal bepaald. De dahlandermotor wordt zeer frequent in gereedschapsmachines gebruikt om het aantal mogelijke toerentallen te verdubbelen. De verhouding van de beide toerentallen is altijd 1/2.

Men gebruikt de volgende klemaanduiding en aansluitingen:

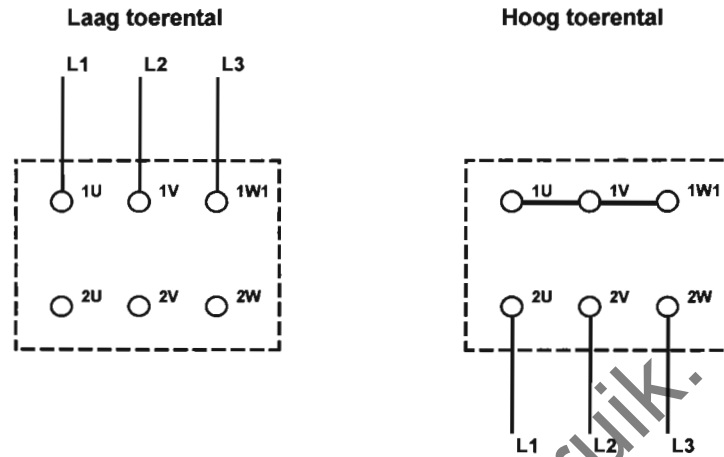


Fig. 6.19 Aansluiten van een dahlandermotor

Men onderscheidt twee verschillende uitvoeringen:

- driehoek - dubbel sterschakeling
- ster - dubbel sterschakeling

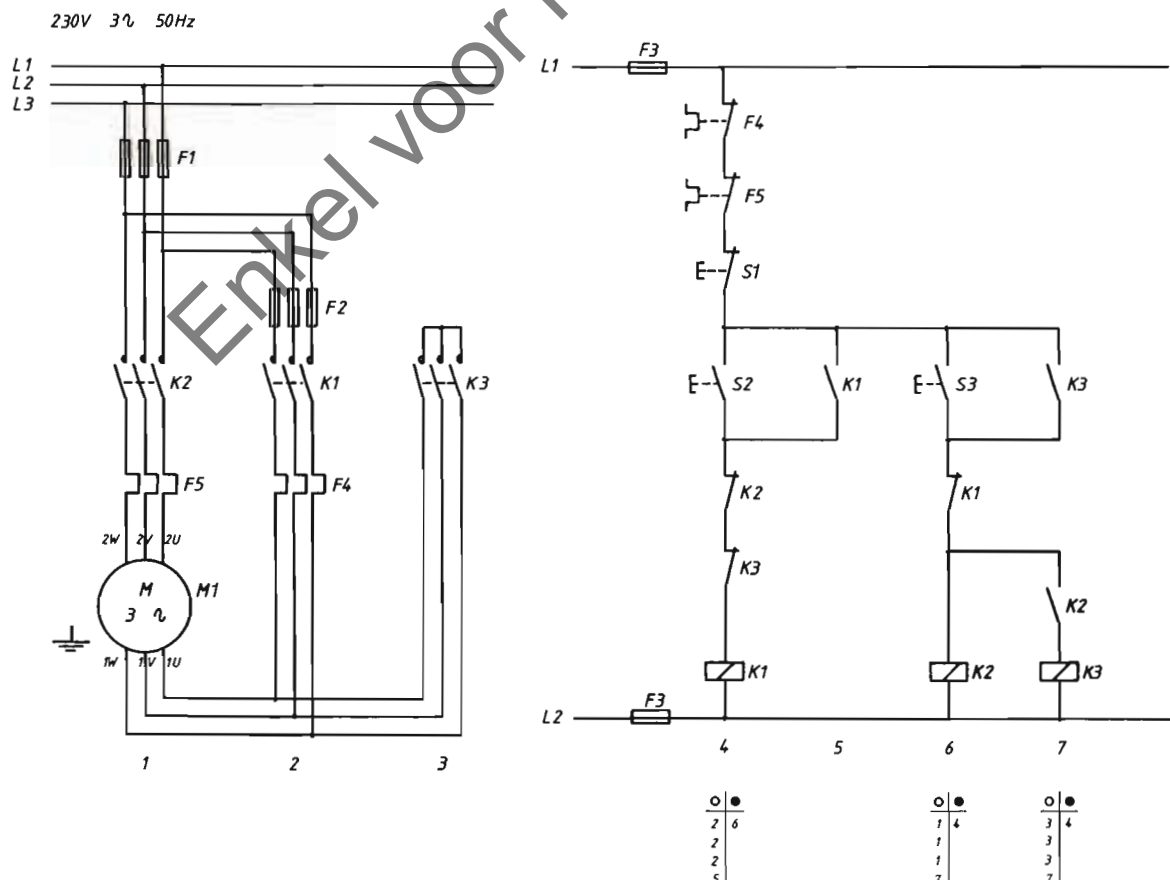


Fig. 6.20 Dahlanderschakeling

De **driehoek - dubbel sters**schakeling wordt gebruikt als een constant koppel de voornaamste eis is. Deze motor heeft bovendien het voordeel dat de motor in ster-driehoek kan aanlopen voor het lage toerental. Een zachte aanloop of de reducering van de inschakelstroom wordt daardoor verkregen. Dit kan als er 9 klemmen beschikbaar zijn.

De **ster - dubbel sters**schakeling wordt voor toepassingen gebruikt waarbij een quadratisch toenemend koppel vereist is, zoals het aanlopen van pompen, ventilatoren en compressoren.

Afhankelijk van de aard van de aandrijving kunnen bepaalde schakelvormen worden toegepast. Moet bijvoorbeeld de aanloopwarmte worden verminderd of grote traagheidsmassa's worden versneld, dan is het raadzaam het hogere toerental alleen via het lagere schakelbaar te maken. Om te vermijden dat een oversynchroon remmen optreedt, kunnen vergrendelingen in de stuurkring worden ingebouwd. Die maken het onmogelijk om van het hoge naar het lage toerental terug te schakelen. In andere gevallen moet de directe uitschakeling van elk toerental mogelijk zijn. Al deze verschillende eisen kunnen in het PLC-programma worden verwerkt.

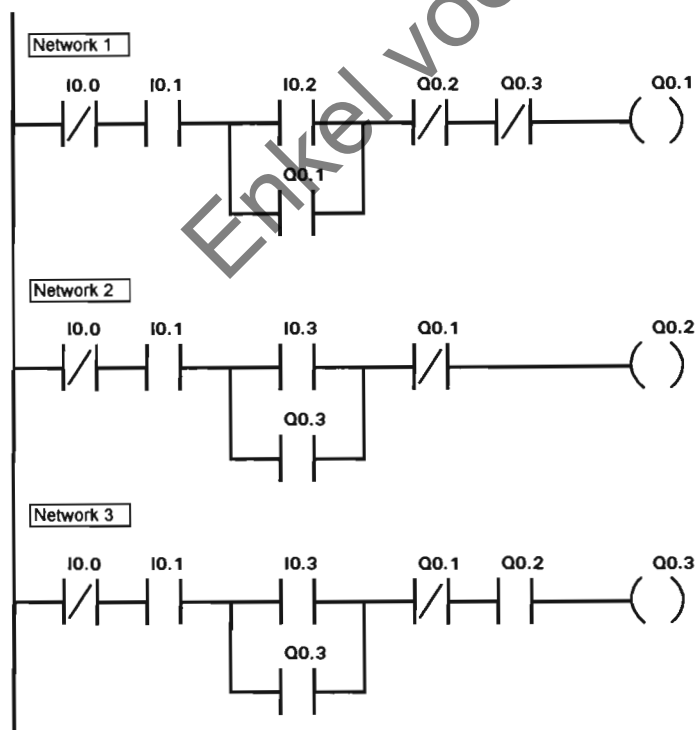
Volgende aansluitingen worden gebruikt:

F 4 en F5	I0.0	thermisch uitschakelcontact NO-contact
S 1	I0.1	stopdrukknop met NG-contact
S 2	I0.2	startdrukknop kleine snelheid
S 3	I0.3	startdrukknop grote snelheid
K 1	Q0.1	contactor kleine snelheid
K 2	Q0.2	contactor grote snelheid
K 3	Q0.3	contactor grote snelheid

De normaal open contacten van beide thermische beveiligingen worden parallel met elkaar geschakeld. Ze worden aan één ingang van de PLC aangesloten. Omdat een thermisch relais meestal slechts over één normaal open en één normaal gesloten contact beschikt, wordt het normaal gesloten contact gebruikt voor de hardwarematige onderbreking. Zijn er normaal gesloten contacten beschikbaar, dan zullen die uiteraard worden gebruikt en worden ze in serie geschakeld. Hierdoor worden ingangen bespaard. Een opwarming van de motor die de normale grenswaarde bereikt, veroorzaakt een uitschakeling. Het heeft zo geen zin de motor met een ander toerental te laten draaien.

Vertalen we de stuurkring tot een PLC-programma, dan krijgen we:

LAD



STL

```

Network 1
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.2
O Q0.1
ALD
AN Q0.2
AN Q0.3
= Q0.1

Network 2
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.3
O Q0.3
ALD
AN Q0.1
= Q0.2

Network 3
LDN I0.0
A I0.1
LD I0.3
O Q0.3
ALD
AN Q0.1
A Q0.2
= Q0.3

Network 4
MEND
    
```


10 Samenvatting

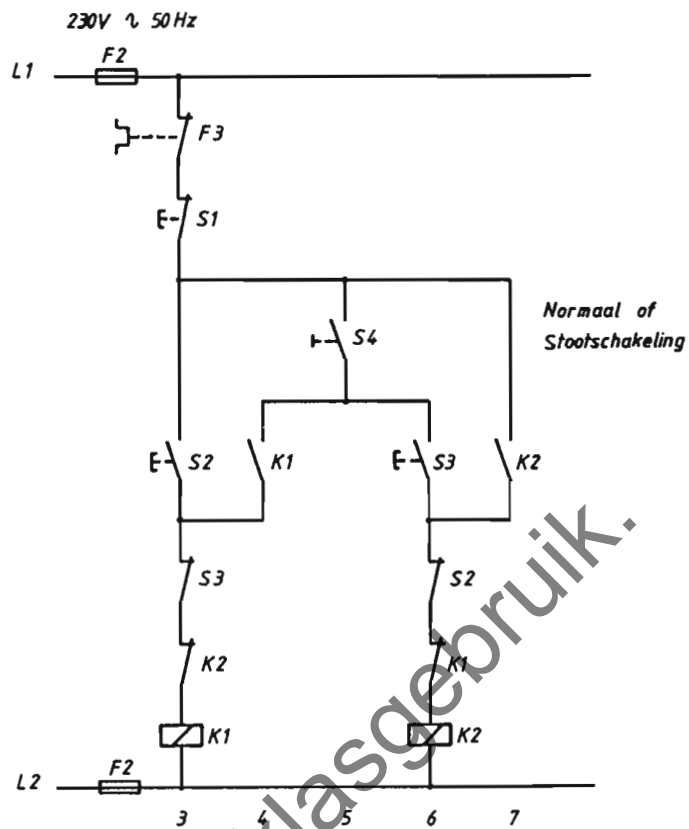
- 1 Doordat de relaistechiek eenvoudig te begrijpen is en sterk ingeworteld zit bij technici, wordt deze methode veel toegepast voor eenvoudige installaties.
- 2 Na het ontwerpen van het schema wordt elke detector aan een ingang van de PLC toegewezen. Om de kostprijs te drukken zal het aantal ingangen zoveel mogelijk worden beperkt zonder afbreuk te doen aan de bedrijfszekerheid van de installatie.
- 3 Alleen wanneer effectief vermogenselementen moeten worden aangestuurd, zullen bepaalde functies aan de uitgangen worden toegewezen. Voor de overige geheugenfuncties worden merkers gebruikt.
- 4 Voor complexe sturingen wordt het schakelprobleem in deelprogramma's opgedeeld. Die worden door het organisatieprogramma gecoördineerd.
- 5 De spoel van de contactor wordt aan de serieschakeling van de PLC-uitgang en het normaal gesloten contact van de thermische beveiliging aangesloten. Is er geen tweede normaal gesloten contact ter beschikking, dan wordt het normaal open contact aan een ingang van de PLC aangesloten. De toestand van deze ingang wordt in het PLC-programma geïnverteerd.
- 6 Mogen contactoren niet samen worden geactiveerd dan zal het breekcontact van de ene contactor in de aansluiting van de andere worden verwerkt. Dit om te voorkomen dat fouten optreden doordat contactoren samen worden geactiveerd.

11 Opdrachten

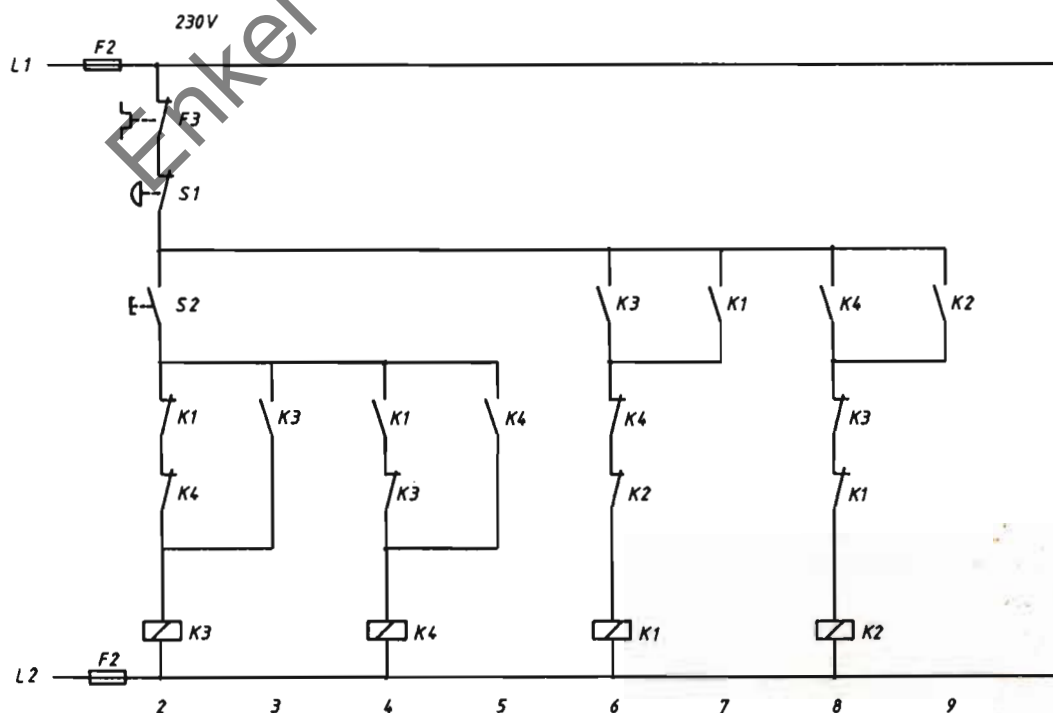
11.1 Vragen

- 1 Geef bondig de voor- en nadelen van de relaistechiek als ontwerpmethode van PLC-programma's.
- 2 Waarom wordt het normaal gesloten contact van het thermisch relais in de kring van de contactor, die de motor stuurt, verbonden?
- 3 Welke richtlijnen worden gerespecteerd om de transfer tussen relaisschema en PLC-programma zo efficiënt mogelijk te maken?
- 4 In welke gevallen worden, bij het opstellen van een PLC-programma, merkers gebruikt in plaats van uitgangen? Verklaar uw antwoord.
- 5 Bij welke schakelproblemen wordt een organisatieprogramma toegepast?

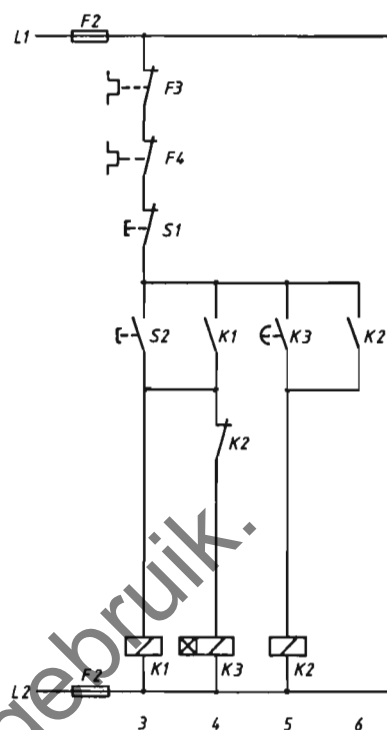
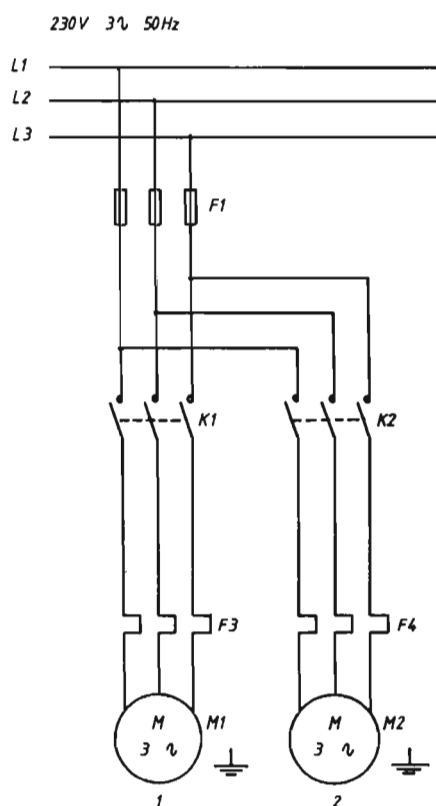
2.1 Omkeren draaizin met stootmogelijkheid



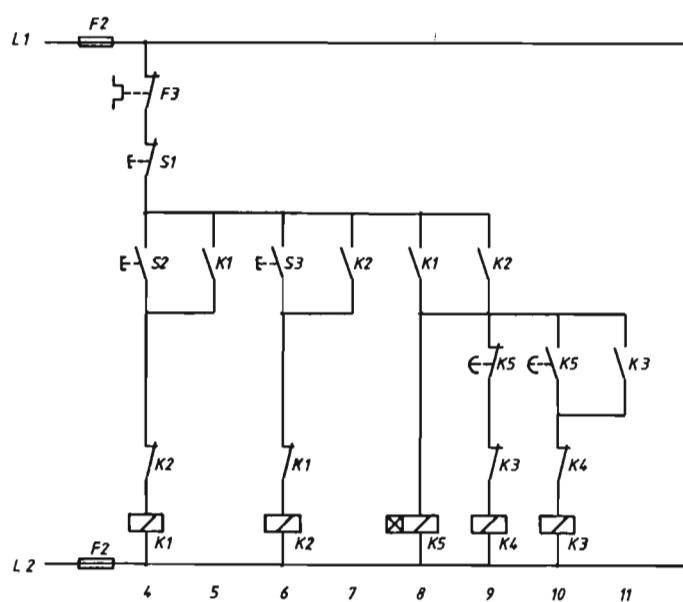
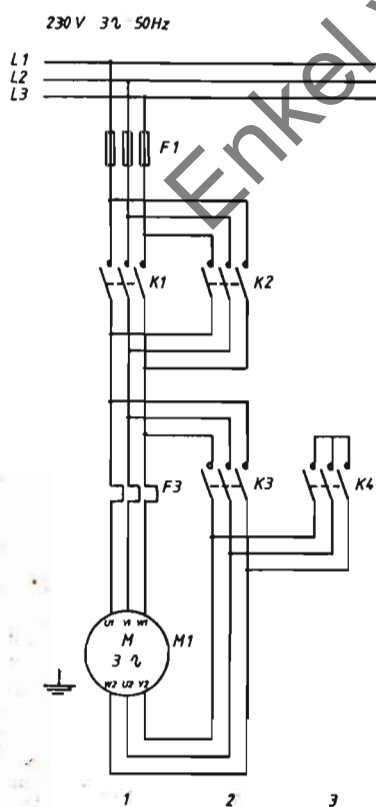
2.2 Omkeren draaizin met 1 drukknop



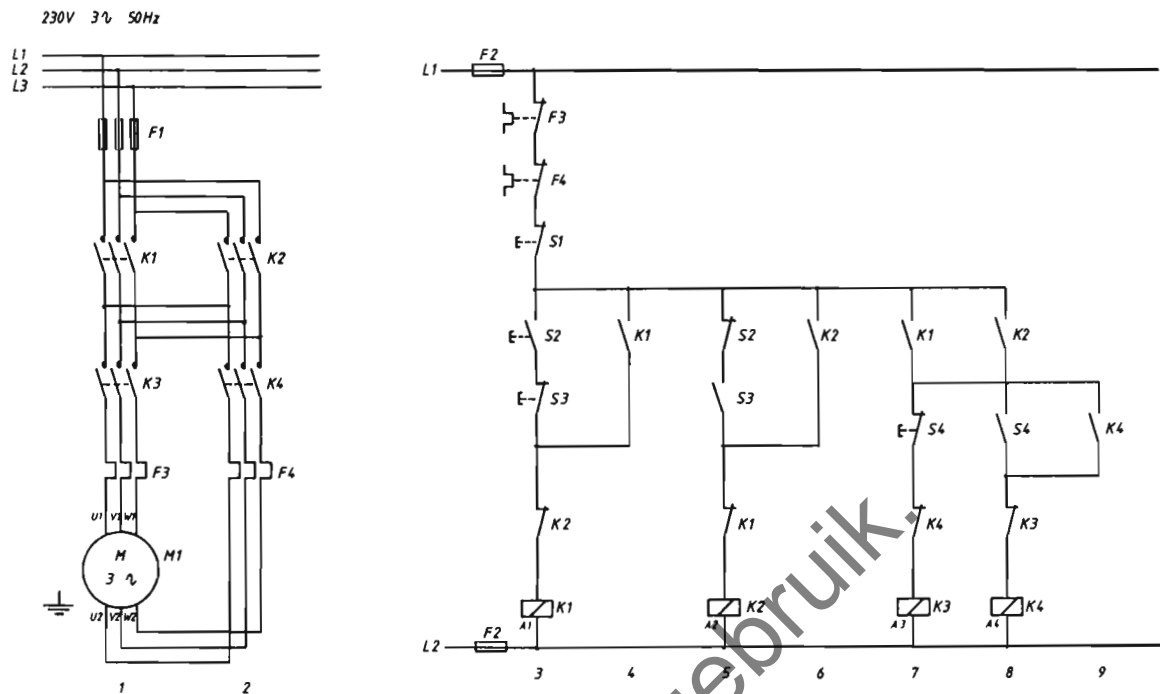
2.3 Twee motoren starten na elkaar



2.4 Ster driehoek met omkeren draaizin

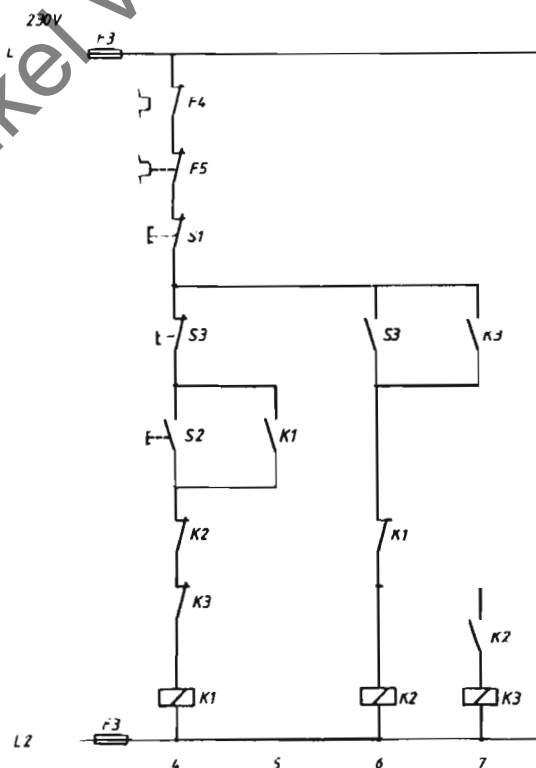


2.5 Poolomschakeling: 2 gescheiden wikkelingen met omkeer draaizin

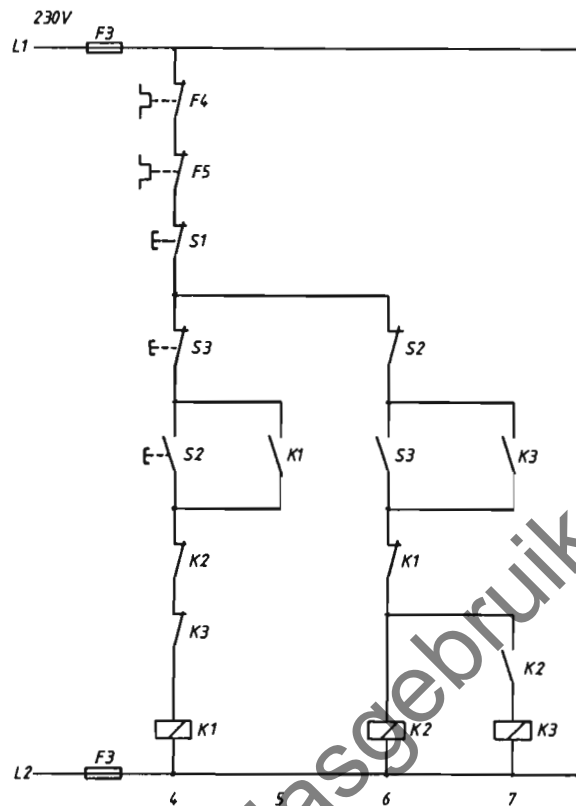


2.6 Dahlander: mogelijk van laag naar hoog, niet van hoog naar laag

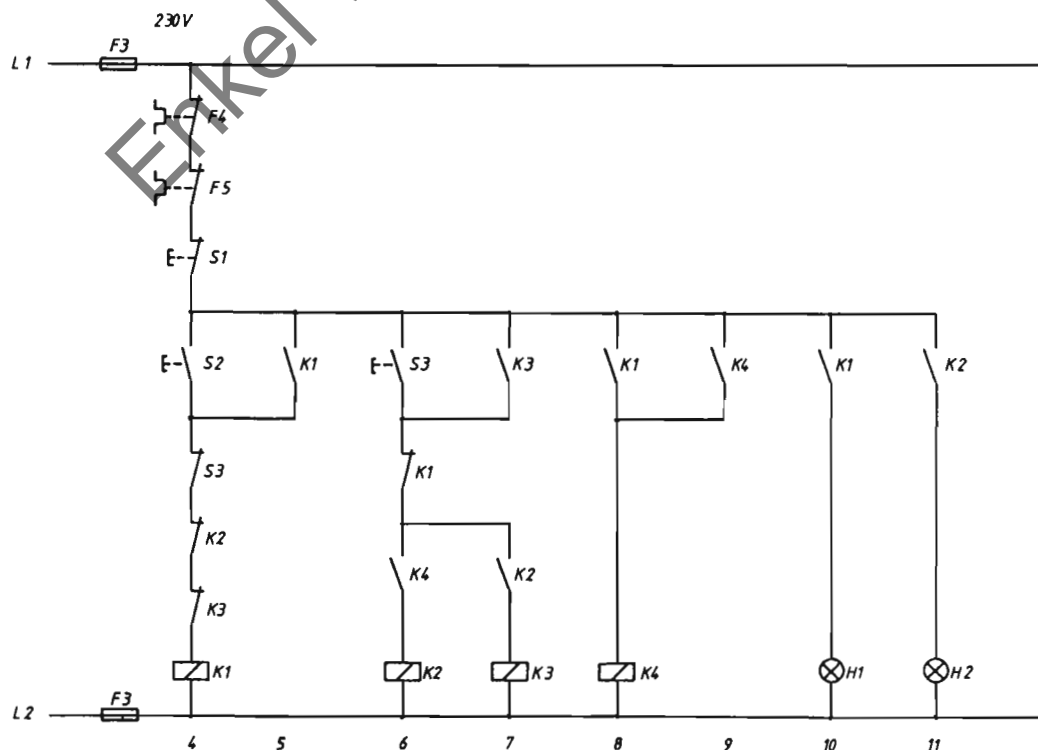
De hoofdkring wordt voorgesteld door fig. 6.20.



2.7 Dahlander: van laag naar hoog en van hoog naar laag



2.8 Dahlander: eerst in laag, dan pas naar hoog, niet van hoog naar laag





Enkel voor klasgebruik.