

# P 2

## Draaistroommotor (5)

# Proefopstelling automatische ster- driehoekschakeling

### Wat ga je doen?

Je gaat op het schakeltechnisch practicum ontdekken dat een draaistroommotor in twee stappen aan kan lopen.

Omdat grote motoren meestal een grote aanloopstroom hebben, schakel je de motor eerst in ster en enkele seconden later in driehoek. De aanloopstroom wordt dan 3 keer zo klein.

Dat schakelen van ster naar driehoek gebeurt automatisch door een tijdrelais. Je zet de schakeling in werking met een indrukknop. De schakeling kun je uitzetten met een uitdrukknop.

Ook ga je de motor beveiligen tegen overbelasting met een thermische beveiliging. De uitvoering van deze schakeling doe je in een andere moduul.

### Waar kom je dit in de beroepspraktijk tegen?

In fabrieken en werkplaatsen met zware machines kunnen die motoren door ster-driehoekschakelaars geschakeld worden. Dit doe je om de aanloopstroom te verkleinen.

### Aan het einde van deze les kun je:

- het verschil aangeven tussen een hoofdstroom en een stuurstroom bij een ster-driehoekschakeling;
- in een proefopstelling een draaistroommotor op een automatische ster-driehoekschakelaar aansluiten;
- een eenvoudig licht-en-kraftinstallatieschema lezen.



## 1

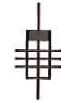
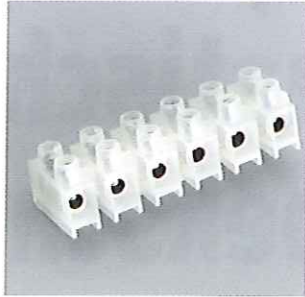
## Symbolen

## Naslagwerk

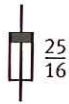
- symbolen  
NEN 5152

In de praktijk zie je de volgende *symbolen*:

aansluitklem



drie smeltveiligheden (de voedende zijde is aangegeven door een dikke lijn)



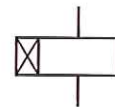
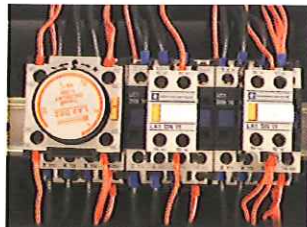
smeltpatroon (de nominale stroom van de patroonhouder is 25 A en van de patroon 16 A)



ster-driehoekaanzetter



automatische ster-driehoekaanzetter



spoel van relais met opkomvertraging (tijdrelais)



wisselcontact van tijdrelais vertraagd bij het sluiten



verbreekcontact van thermisch relais

## 2

# Wisselstroomstelsels

## Naslagwerk

### • stroomstelsel

Elektrische energie koop je van een energiebedrijf. De energie wordt nogal verschillend aangeleverd. Sommige delen van Nederland krijgen drie fasen en de nul, andere delen krijgen drie fasen, nul en aarde.

Zo'n aanlevering noem je een **stroomstelsel**.

De grootte van de spanning is overal dezelfde. Tussen fase en nul is dat 230 V en tussen fase en fase is dat 400 V. De fase geef je aan met de letter L, of L1, L2 of L3.

De nul geef je aan met N.

In **figuur 1** tot en met **figuur 4** zie je de vier belangrijkste stelsels uitgelegd:

- het TT-stelsel;
- het TN-S-stelsel;
- het TN-C-stelsel;
- het TN-CS-stelsel.

## TT-stelsel

## Naslagwerk

### • TT-stelsel

Bij dit stroomstelsel is één punt van de voedingsbron (generator) rechtstreeks\* met de aarde verbonden. De geleidende delen bij de verbruikers zijn geaard met aardelektroden.

Dit TT-stelsel heeft alleen een nulleider (N), dus geen aardleider. De letter T is afgeleid van het Franse woord *terre*, dat *aarde* betekent.

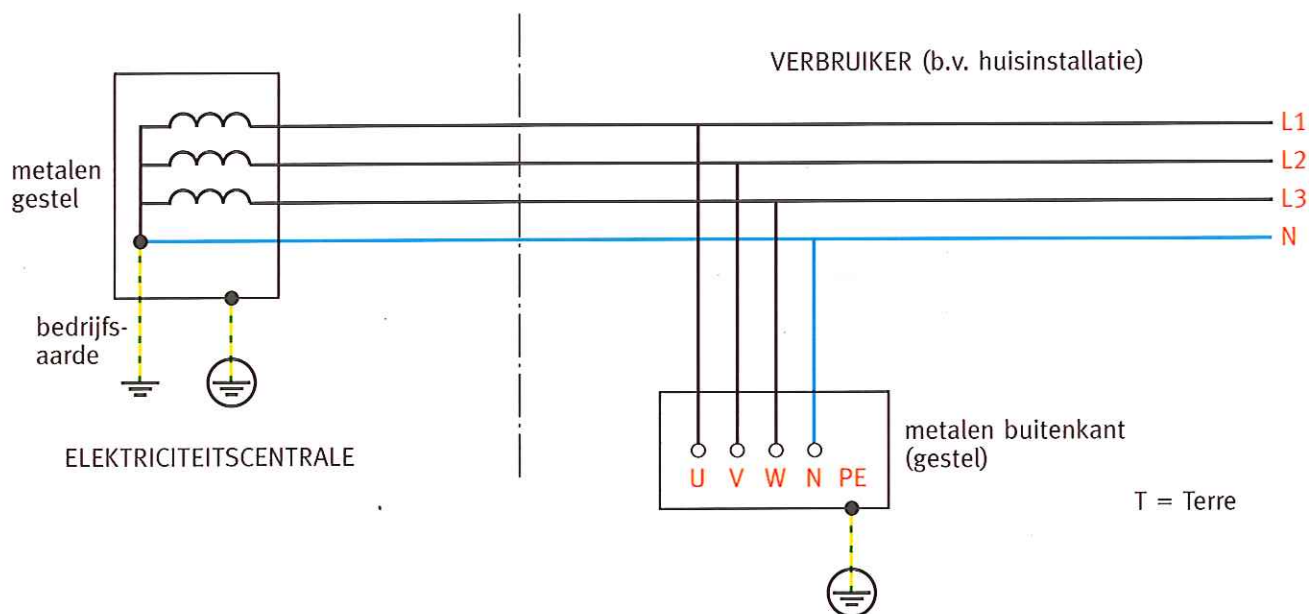


Fig.1 TT-stelsel

### Naslagwerk

- TN-stelsel
- TN-S-stelsel
- TN-C-stelsel
- TN-CS-stelsel

## TN-stelsel

Ook bij het TN-stelsel is één punt van de voedingsbron rechtstreeks met de aarde verbonden. De geleidende delen bij de verbruikers zijn geaard met een bedrijfsaarde. Deze bedrijfsaarde is geleverd door het energiebedrijf.

Dit stelsel heeft een nulleider (N) en een aardleider (PE). De letter N is afgeleid van het Engelse woord *neutral*, wat *neutraal* betekent.

Van dit stelsel zijn drie uitvoeringsvormen afgeleid:

- TN-S;
- TN-C;
- TN-CS.

Deze stelsels komen vaak voor bij grote fabrieksinstallaties en in sommige delen van ons land (bijvoorbeeld Gelderland).

### TN-S-stelsel

In het TN-S-stelsel zijn de nulleider (N) en de beschermingsleider (aardleider) apart (gescheiden) uitgevoerd. De verbruiker krijgt dus een nulleider (N) en een aardleider (PE) binnen.

Deze komen rechtstreeks vanaf de voedingsbron (generator of transformator).

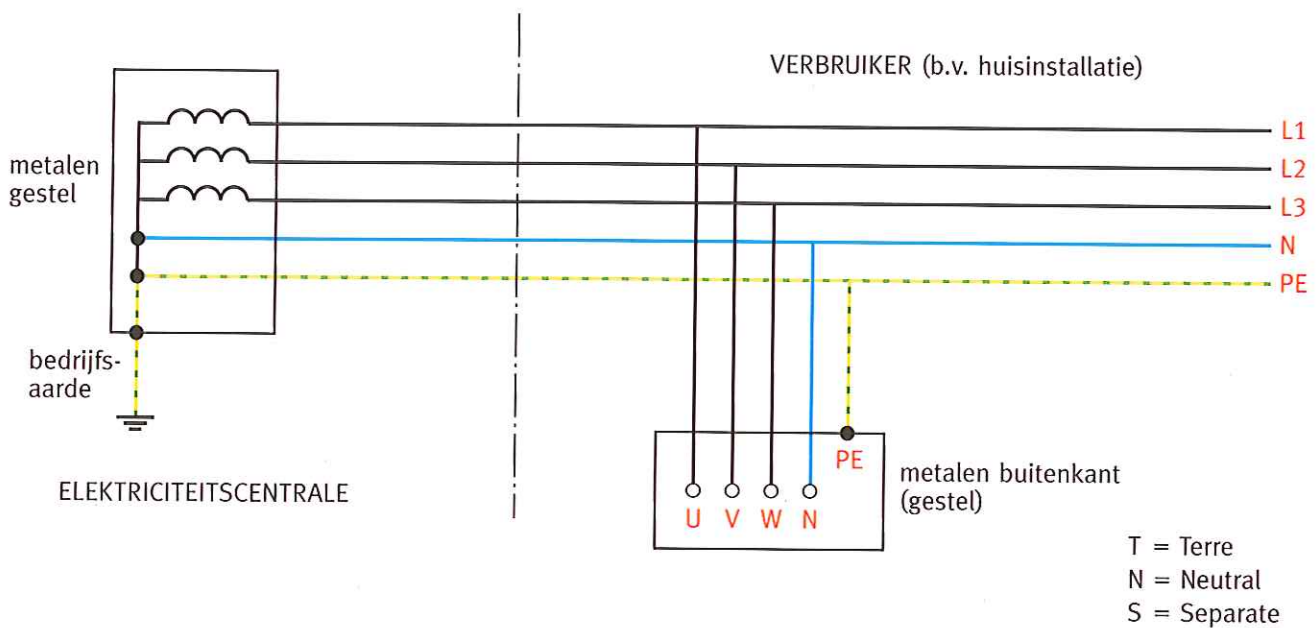


Fig. 2 TN-S-stelsel

### TN-C-stelsel

Bij een TN-C-stelsel zijn de nulleider (N) en de aardleider (PE) aan elkaar gekoppeld. De verbruiker krijgt dus een PEN-leiding binnen. Deze wordt dus zowel voor nul als aarde gebruikt. *PEN* betekent *protective earthen neutral*.

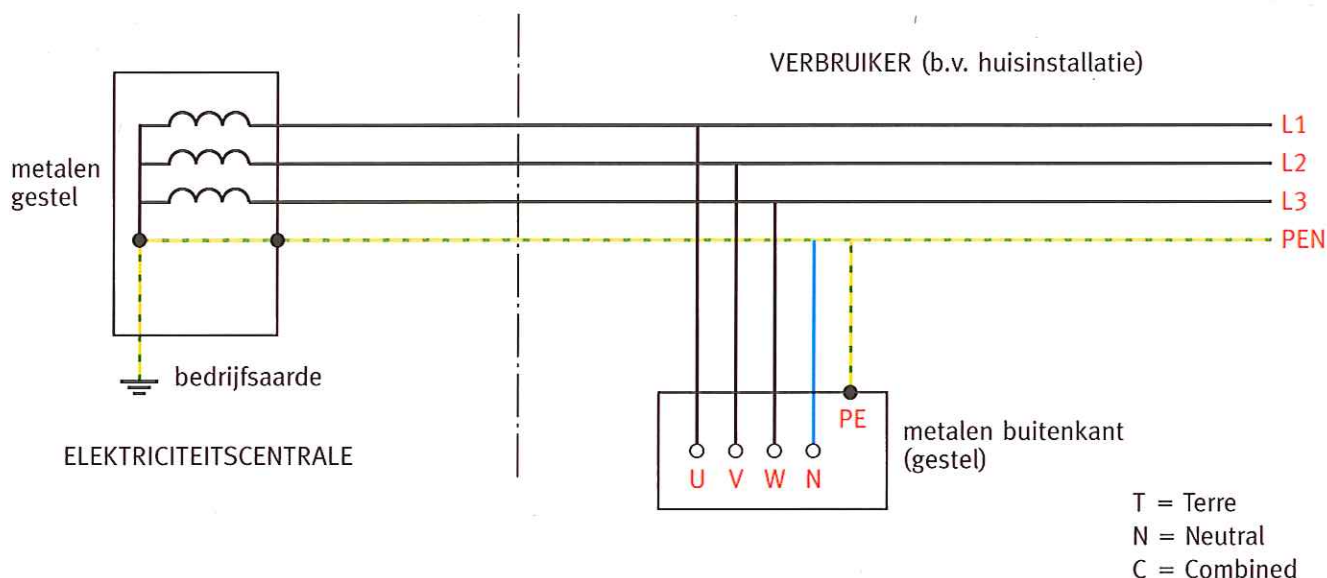


Fig. 3 TN-C-stelsel

### TN-CS-stelsel

Dit stelsel is een combinatie van het TN-C-stelsel met het TN-S-stelsel. Als je ergens een nulleider (N) wilt hebben, dan tak je die af bij het dichtstbijzijnde punt waar die nul komen moet.

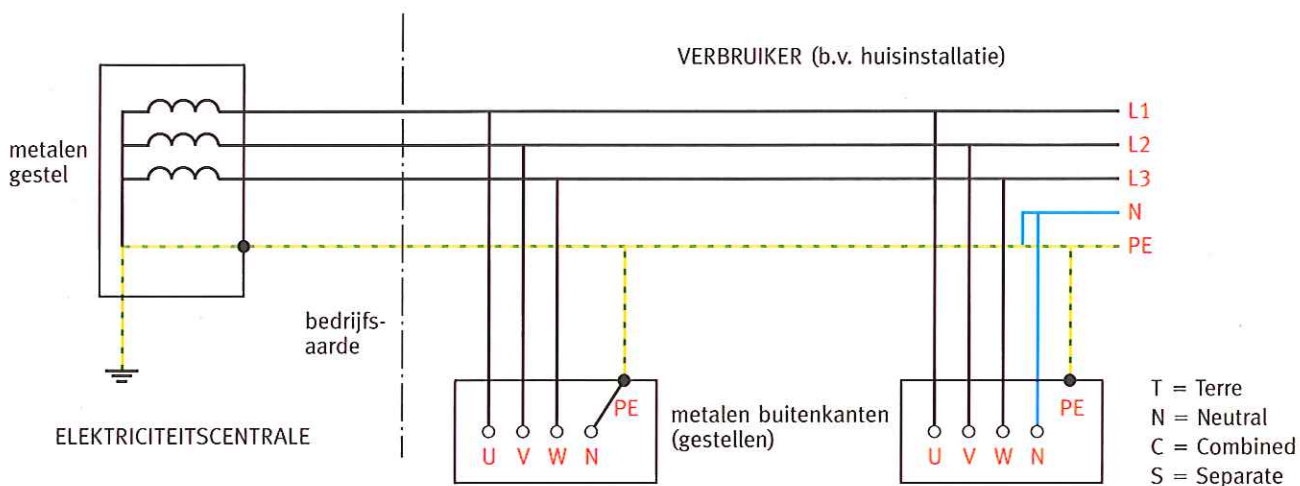


Fig. 4 TN-CS-stelsel

## 3

## Schakeltechnisch practicum

## Naslagwerk

- hoofdstroom
- stuurstroom

In **figuur 5** zie je een timmerwerkplaats. Daar gebruik je onder andere vlakbanken, vandiktebanken en grote cirkelzaagmachines. Deze grote machines hebben ook motoren met een groot vermogen nodig. De continuustroom (nominale stroom) is dan ook groot. Deze motoren kun je niet ineens aanzetten. Ze hebben namelijk een hele grote aanloopstroom.

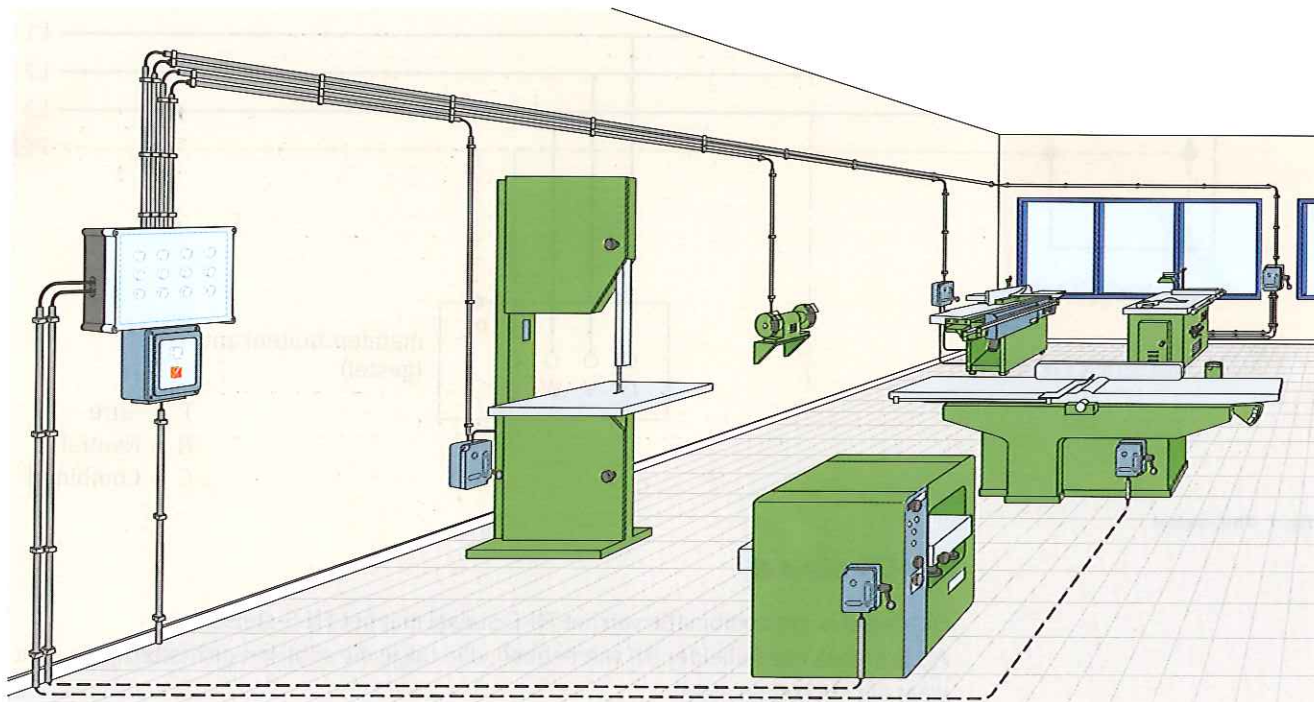


Fig. 5 Timmerwerkplaats



Een te grote aanloopstroom veroorzaakt een te grote spanningsdaling in de netspanning.

Daarom moeten dit soort elektromotoren in twee of meer stappen ingeschakeld worden. Dat kun je doen met bijvoorbeeld ster-driehoekschakelaars.

In **figuur 6** en **figuur 7** zie je de stroomkringschema's van zo'n schakeling. In **figuur 6** is de **hoofdstroom** en in **figuur 7** de **stuurstroom**.

Het hoofdstroomdeel wordt in de praktijk met dikke bedrading uitgevoerd. Hier stroomt namelijk een (hele) grote stroom door zolang de machine draait. Het stuurstroomdeel kan met veel dunnere bedrading gemaakt worden, omdat hier maar kleine stromen voor nodig zijn.

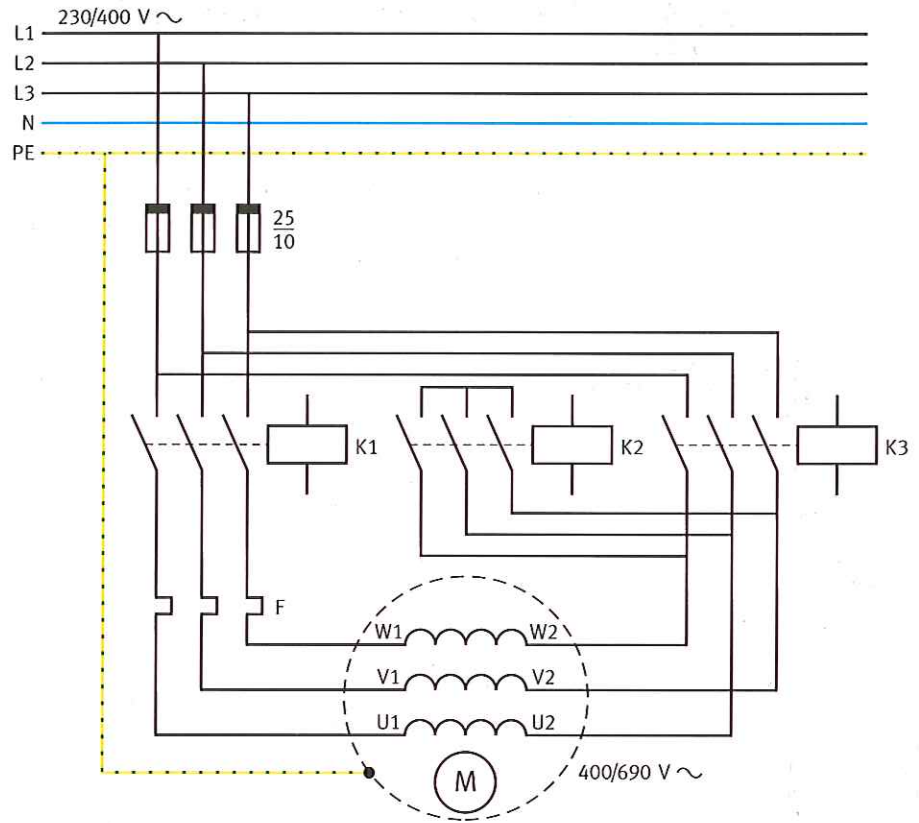


Fig. 6 Stroomkringschema hoofdstroom ster-driehoekschakeling

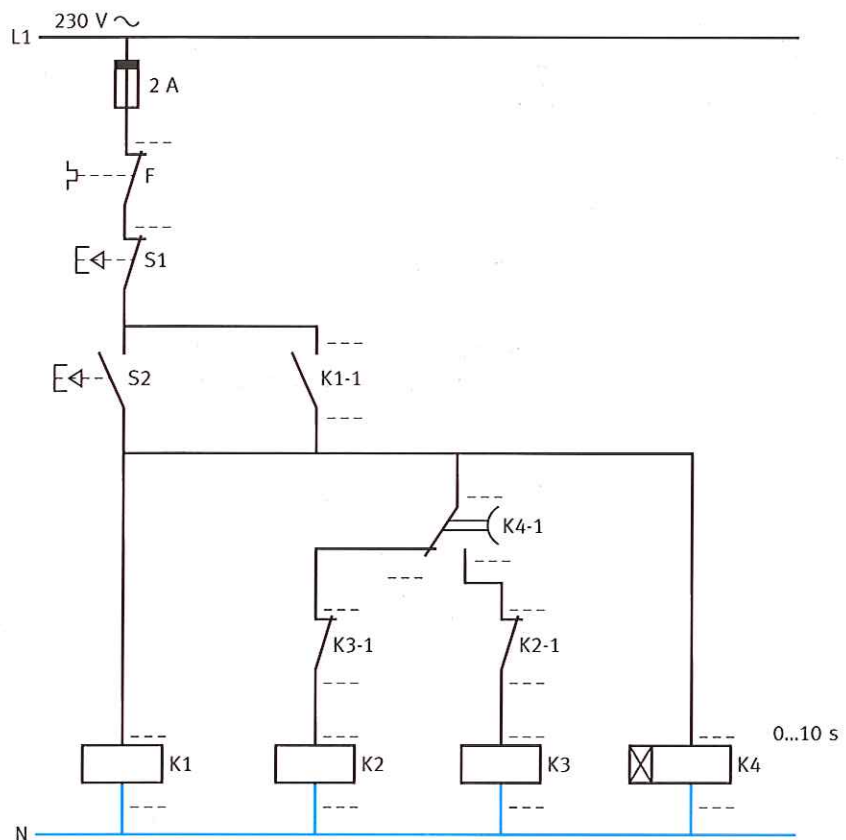


Fig. 7 Stroomkringschema stuurstroom ster-driehoekschakeling

## 4

## Tekenen en tekeninglezen

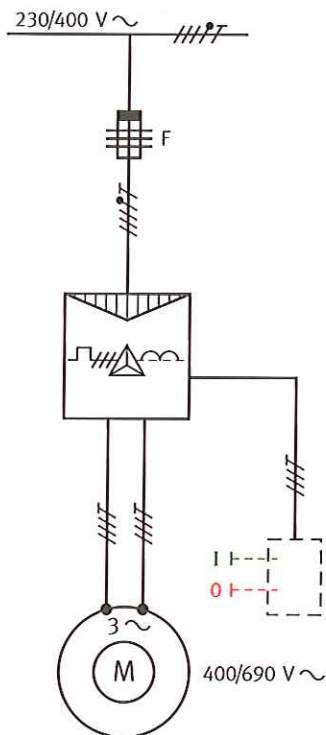


Fig. 8 Grondschematische tekening automatische ster-driehoekschakeling

In **figuur 8** zie je het grondschematische van de automatische ster-driehoekschakeling. Zoals je in **figuur 7** ziet, heeft deze schakeling drie contactors en een tijdrelais.

Als de motor eenmaal draait, loopt door het thermisch relais de *fasestroom* (= de stroom door de spoel). Zie **figuur 9**.

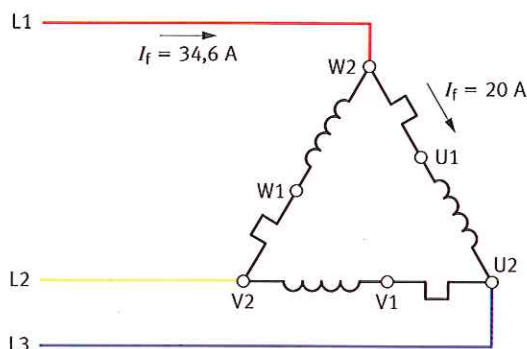


Fig. 9 Fasestroom door thermisch relais

Het voordeel van de *fasestroom* door een thermisch relais is dat je een lagere stroom kunt kiezen.

Er geldt namelijk:  $I_f = \frac{I_l}{\sqrt{3}}$

Als de motorstroom bijvoorbeeld 34,6 A is, dan stroomt door de wikkeling:  $\frac{34,6 \text{ A}}{\sqrt{3}} = 20 \text{ A}$

Dat is dus veel minder dan de belastingsstroom. Het voordeel hiervan is dat je na de thermische beveiliging een dunnere leiding kunt gebruiken.

Bovendien beveiligt het relais nu de wikkeling ook tijdens het aanlopen. Het relais is immers afgesteld op de stroom door de wikkeling.



Als je een ster-driehoekschakelaar gebruikt:

- is de aanloopstroom 3 keer kleiner dan bij directe inschakeling;
- wordt het thermisch relais ingesteld op  $\frac{I_n}{\sqrt{3}}$ .



## 5

# Materialen en gereedschappen

## Elektromagnetische ster-driehoekschakelaar

### Naslagwerk

- programmable logic controller (PLC)
- programmeerbare logische schakeling

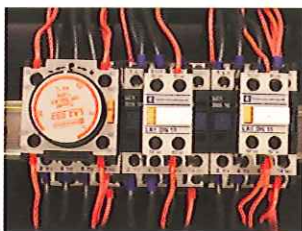


Fig. 10a Elektromagnetische ster-driehoekschakelaar met apart tijdrelais

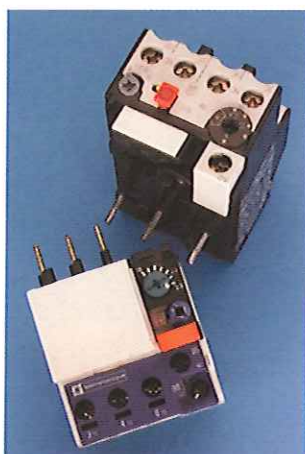


Fig. 10b Thermisch relais



Fig. 11 Ampèretang

Je gebruikt een ster-driehoekschakelaar om de aanloopstroom van zwaardere motoren te beperken.

Als je de bediening op afstand wilt doen, dan gebruik je hiervoor:

- een indrukker;
- een uitdrukker.

Deze heb je nodig om de drie contactors en het tijdrelais te laten werken. Zie **figuur 10a**.

Van de drie contactors die je gebruikt, is er:

- één contactor om de netspanning te schakelen;
- één contactor om de motor in ster te schakelen;
- één contactor om de motor in driehoek te schakelen.

Het tijdrelais is een relais met opkomvertraging. Het wisselcontact van dat relais laat na een aantal ingestelde seconden de spoel van de stercontactor afvallen. Meteen daarna schakelt het wisselcontact de spoel in van de driehoekcontactor.

De ster-driehoekschakelaar heeft ook nog een thermisch relais (thermische overstroombeveiliging). Zie **figuur 10b**.

Als je zo'n schakeling met drukknoppen kunt schakelen, noem je dat een *automatische schakeling*.

Tegenwoordig worden ster-driehoekschakelingen ook uitgevoerd met een PLC. **PLC** betekent *programmable logic controller*. In het Nederlands is dat dus een *programmeerbare logische besturing*.

Een PLC is een kleine computer die een proces of machine kan besturen met een programma. Dit programma is van tevoren vastgelegd. Een PLC kan dus ook eenvoudig zelf de motor van ster naar driehoek schakelen. Je leert dit nog in andere modulen.

## Ampèretang

Bij grote motoren en grote machines komen ook grote stromen voor. Als je die grote stromen wilt meten, kun je dat meestal niet met een gewone ampèremeter doen. Je kunt dan beter een *ampèretang* gebruiken. Zie **figuur 11**.

De ampèretang klem je om een stroomvoerende geleider. Het voordeel is dus dat je geen draad hoeft te onderbreken.

De klemmen (de bekken) zijn de kern van een stroomtransformator. De geleider die door deze bekken omklemd wordt, is dan de primaire wikkeling.

De werking van de stroomtransformator wordt in een andere moduul uitgelegd.

Op de stroomschaal kun je direct de stroomsterkte aflezen, die door de geleider stroomt. Vaak hebben deze instrumenten een schakelaar waarmee je de meetbereiken kunt instellen.

Als je niet weet welke stroom je kunt verwachten, begin dan altijd met het hoogste meetbereik.

### Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 5 Materialen en gereedschappen**.

## Samenvatting P2

Je moet nu weten:

- dat er verschillende stroomstelsels bestaan;
- dat een TT-stelsel wel een nulleider maar geen aardleider heeft;
- dat een TN-stelsel een nulleider en een aardleider heeft;
- dat de T van terre en de N van neutral is afgeleid;
- hoe een ster-driehoekschakeling werkt;
- dat je een ster-driehoekschakeling gebruikt bij motoren die een grote aanloopstroom hebben;
- dat een draaistroommotor die door een ster-driehoekschakelaar geschakeld wordt, een spoelspanning van 400 V~ moet hebben;
- dat een automatische ster-driehoekschakelaar bestaat uit:
  - één contactor voor de netspanning;
  - één contactor voor de sterstand;
  - één contactor voor de driehoekstand;
  - één tijdrelais;
- dat je de thermische beveiliging bij een ster-driehoekschakelaar in moet stellen op  $\frac{I_n}{\sqrt{3}}$
- dat de leiding na de thermische beveiliging dunner mag zijn, omdat er een kleinere stroom door die leiding vloeit;
- dat je grote stromen met een ampèretang kunt meten;
- dat de fasespanning de spanning is tussen een fase en de nul;
- dat de fasespanning meestal 230 V~ is;
- dat de lijnspanning de spanning tussen twee fasen onderling is;
- dat de lijnspanning meestal 400 V~ is.