

P 2

Draaistroommotor (1)

Aan-uit met motorbeveiligingsschakelaar

Wat ga je doen?

Je gaat een draaistroommotor aansluiten. De motor wordt ingeschakeld of uitgeschakeld door een motorbeveiligingsschakelaar. Op deze schakelaar zie je drukknoppen om de schakelaar te bedienen.

Waar kom je dit in de beroepspraktijk tegen?

Je ziet motoren die door een motorbeveiligingsschakelaar geschakeld worden, in:

- werkplaatsen;
- kleine bedrijfshallen;
- timmerwerkplaatsen, machinewerkplaatsen, elektro-werkplaatsen en scholen.

In het algemeen hebben deze motoren een klein vermogen.

In het elektrolokaal wordt er bijvoorbeeld een kolomboormachine mee aangedreven.

Aan het einde van deze les kun je:

- bepalen of je een draaistroommotor in ster of driehoek moet aansluiten;
- een draaistroommotor in ster of driehoek monteren en aansluiten;
- een motorbeveiligingsschakelaar benoemen* en aansluiten;
- een thermische beveiliging op de juiste waarde instellen.



1

Symbolen

Naslagwerk

• symbolen
NEN 5152

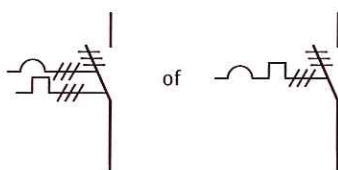
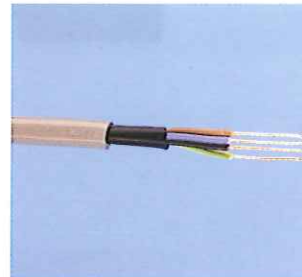
In de praktijk zie je de volgende *symbolen* bij draaistroommotoren:



asynchrone 3-fasenmotor met kortgesloten rotor (SKA-motor)



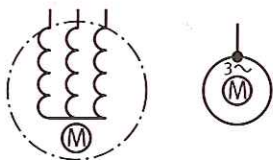
kabel (3 fasen met PE-leiding)



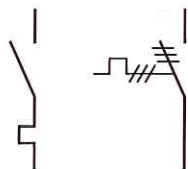
motorbeveiligingsschakelaar met thermische en magnetische overstrombeveiliging



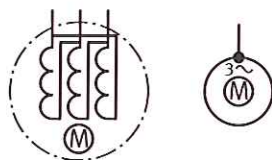
3-polige werkschakelaar



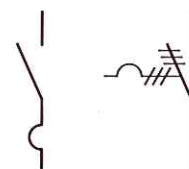
3-fasenmotor met kortgesloten rotor en statorwindingen in sterschakeling



schakelaar met thermische overstrombeveiliging



3-fasenmotor met kortgesloten rotor en statorwindingen in driehoekschakeling



schakelaar met elektromagnetische overstrombeveiliging

3N-50 Hz 400/230 V

3-fasen wisselstroomnet met nul, 50 Hertz, 400 V

Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 1 Symbolen**.

2

Schakeltechnisch practicum

Naslagwerk

• draaistroommotor

Je komt veel motoren tegen in:

- werkplaatsen;
- fabrieken;
- kantoren (utiliteitsbouw).

Deze motoren drijven bijvoorbeeld aan:

- boormachines;
- ventilatoren;
- liften.

Omdat deze apparaten veel energie vragen, kun je deze motoren niet op een éénfasenet van 230 V~ aansluiten. De stroom zou veel te groot worden en je zou erg dikke leidingen moeten gebruiken. Ook krijg je door deze grote stroom een spanningsdaling.

Daarom sluit je deze motoren aan op een 3-fasennet of een draaistroomnet. De motoren die je daarvoor gebruikt, noem je daarom ook 3-fasenmotoren of draaistroommotoren.

Een draaistroommotor herken je aan het motorplaatje en klemmenbordje. Zie **figuur 1** en **figuur 2**.

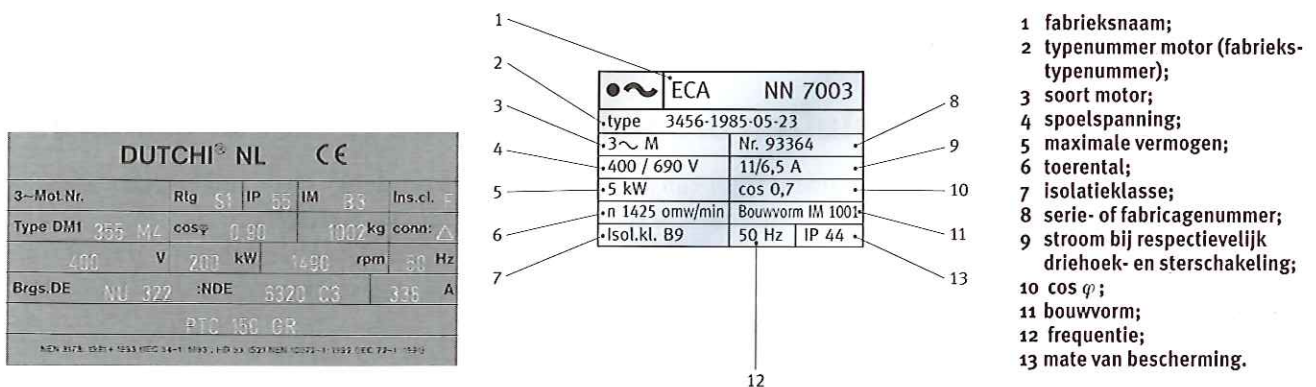


Fig. 1 Motorplaatje draaistroommotor

Herkennen en doormeten van een draaistroommotor

Om draaistroommotoren aan te kunnen sluiten, moet je iets van deze motoren weten. Daarom ga je deze doormeten en aansluiten op het practicum.

Een draaistroommotor bestaat uit:

- een stilstaand deel (*stator*) waar de statorspoelen in liggen;
- een draaiend deel (*rotor*) waarin koperen of aluminium staven liggen.

De statorspoelen zijn op het klemmenbordje aangesloten.

Een draaistroommotor (afkorting *SKA-speciaalkortsluitankermotor* of *dubbelkooiankermotor*) kun je herkennen aan:

- aanduidingen op het motorplaatje, zoals 3~ en 230/400 V of 400/690 V (oude notatie: 220/380 V of 380/660 V);
- 6 aansluitingen op het klemmenbordje (**figuur 2**).

De drie statorspoelen hebben een even grote weerstandswaarde.

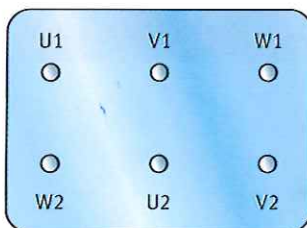


Fig. 2 Klemmenbordje draaistroommotor



Een draaistroommotor kun je herkennen aan:

- aanduidingen op het motorplaatje;
- 6 aansluitingen op het klemmenbordje.

In **figuur 3** zie je hoe je de statorspoelen van een draaistroommotor doormet.

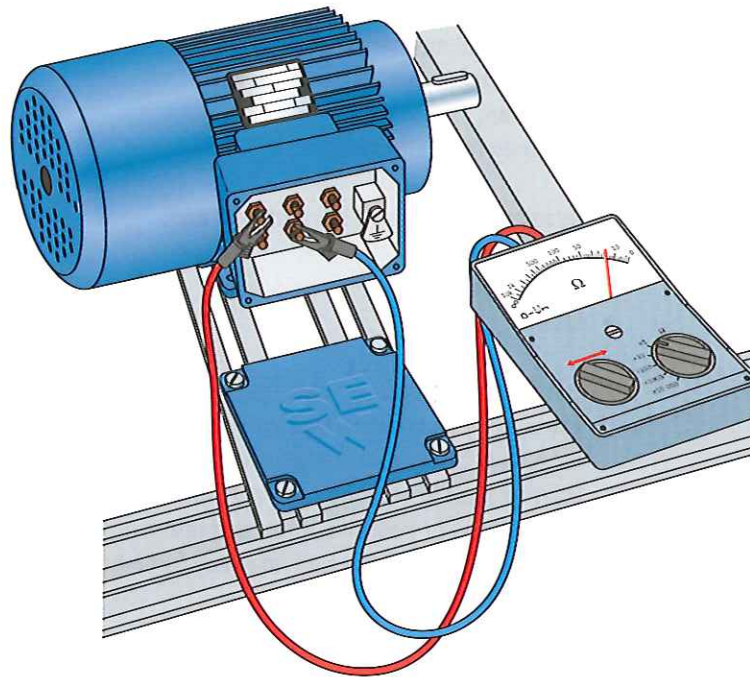


Fig. 3 Doormeten van een draaistroommotor

Naslagwerk

- **sterschakeling**
- **driehoekschakeling**

Aansluiten draaistroommotor in ster of driehoek

Een draaistroommotor kun je op twee manieren aansluiten op een draaistroomnet. Deze aansluitingen noem je **sterschakeling** of **driehoekschakeling**.

Je mag natuurlijk niet zomaar een motor aan een spanning koppelen. Als je dat wel doet, kan de motor verbranden. Je moet je dus aan bepaalde afspraken houden en deze afspraken ook kennen.



De aansluitafspraken bij een draaistroommotor zijn:

- de laagste spanning die op het motorplaatje staat, noem je de spoelspanning;
- de spoelspanning bepaalt of je de motor in ster of in driehoek moet schakelen:
 - bij een draaistroomnet van 230/400 V moet je een motor met een spoelspanning van 230 V altijd in ster schakelen;
 - bij een draaistroomnet van 230/400 V moet je een motor met een spoelspanning van 400 V altijd in driehoek schakelen.

Er zijn ook nog motoren met de oude aanduiding 220/380 V of 380/660 V.

In **figuur 4** zie je een sterschakeling met klemmenbordje.

In **figuur 5** zie je een driehoekschakeling met klemmenbordje.

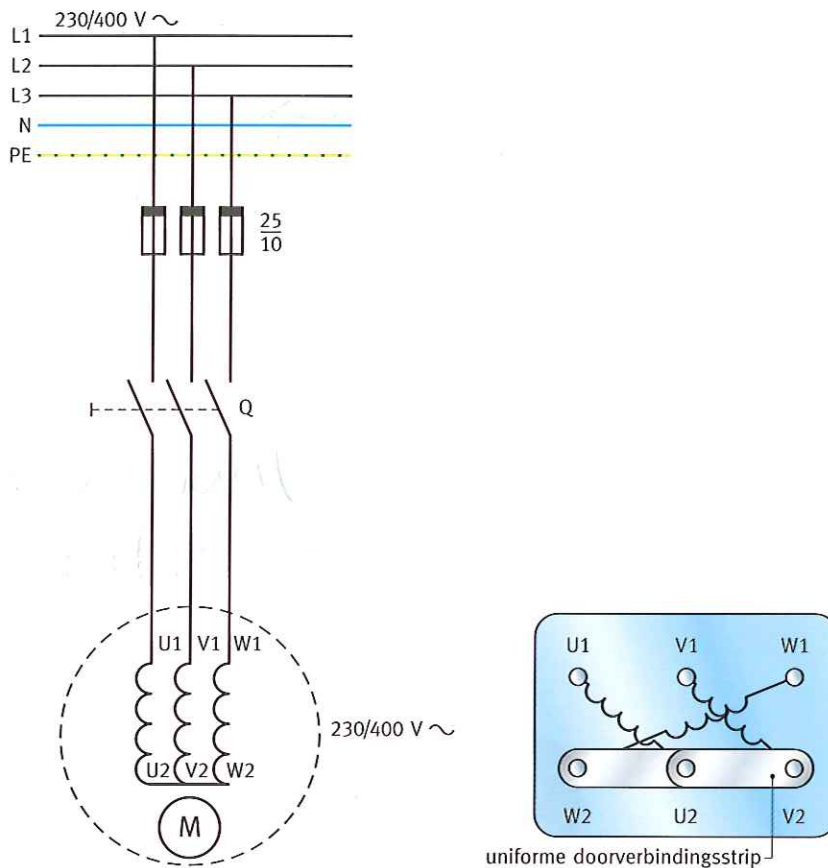


Fig. 4 Draaistroommotor met stergeschakelde spoelen

a Stroomkringschema sterschakeling

b Klemmenbordje sterschakeling

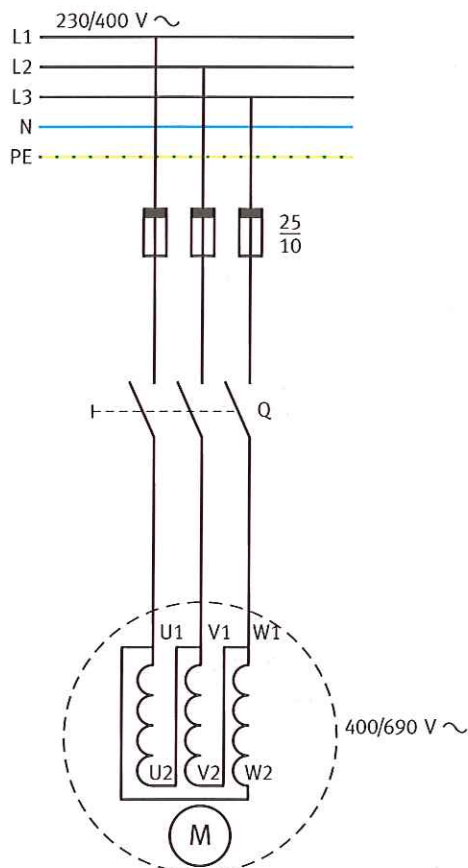


Fig. 5 Draaistroommotor met driehoekgeschakelde spoelen

a Stroomkringschema driehoekschakeling

b Klemmenbordje driehoekschakeling

3

Materialen en gereedschappen

Draaistroommotor

De draaistroommotor die je veel tegenkomt, is de SKA-motor. Deze motor is een *asynchrone draaistroommotor*. Asynchroon wil zeggen dat het toerental van de rotor niet gelijkloopt met de frequentie van het net.

De netfrequentie is 50 hertz (50 perioden per seconde). Dat is per minuut $50 \times 60 = 3\ 000$ omwentelingen. De rotor loopt iets minder snel dan die 3 000 omwentelingen per minuut, maar bijvoorbeeld 2 880 omwentelingen per minuut. Het verschil ($3\ 000 - 2\ 880 = 120$ omw/min) noem je de *slip*.

Opbouw draaistroommotor

In **figuur 6** zie je de opbouw van een SKA-draaistroommotor.

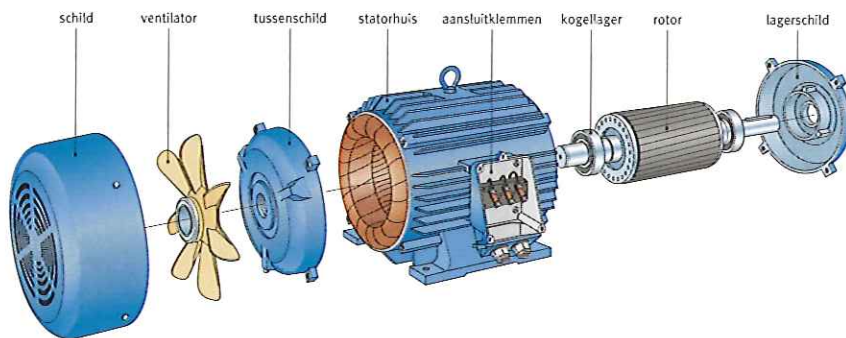


Fig. 6 Opbouw SKA-draaistroommotor

Schilden

De *schilden* worden gemaakt van gietijzer of plaatstaal. Ze dienen* voor afdichting van de zijkanten tegen aanraken van draaiende delen. Achter de schilden zitten ook de lagers van de rotoras.

Koeling

De *koeling* zorgt ervoor dat de rotor niet te heet wordt.

De rotor kan op een van de volgende manieren worden gekoeld:

- door koelvinnen;
- door een ventilator op de as van de rotor;
- door een combinatie van koelvinnen en een ventilator op de as.

Stator

De *stator* bestaat uit een pakket van dun plaatstaal met daarin de koperen spoelen.

Buitenmantel

De *buitenmantel* is van gietijzer of plaatstaal. Bij kleine motoren kan dat ook van een aluminiumlegering gemaakt zijn.

Rotor of anker

De *rotor* of het *anker* is op een as van hoogwaardig staal aangebracht, waarop ook een blikpakket is aangebracht. In dit blikpakket zitten koperen of aluminium staven (*kooi*) die aan het eind zijn kortgesloten. Vandaar de naam *kortsluitankermotor*. De as van de rotor ligt in lagers in de schilden.

Aansluitkast met klemmenbord

In **figuur 7** zie je een aansluitkast met klemmenbord.

In de aansluitkast vind je het klemmenbord waarop de spoelen van de stator zijn aangesloten. Het klemmenbord is uitgevoerd met 6 klemmen voor de statorspoelen. Onder de kap van de aansluitkast is ook één klem voor de beschermingsleiding aangebracht.



Fig. 7 Aansluitkast met klemmenbord

De zes aansluitklemmen voor de spoelen noem je:

- U1 en U2;
- V1 en V2;
- W1 en W2.

In **figuur 4** kun je zien dat de motor in ster is geschakeld als klem U2, klem V2 en klem W2 zijn doorverbonden*.

In **figuur 5** kun je zien dat de motor in driehoek is geschakeld als de volgende klemmen zijn doorverbonden*:

- klem U1 met klem W2;
- klem V1 met klem U2;
- klem W1 met klem V2.

Schakelaars met handbediening

Schakelaars gebruik je voor het inschakelen en uitschakelen van:

- installaties;
- motoren;
- toestellen.

De constructie van een schakelaar moet aan bepaalde eisen voldoen:

- de schakelaar moet het vermogen van het toestel kunnen schakelen;
- de contactdruk en contactvlakken moeten groot genoeg zijn.

Bij het sluiten en verbreken van een stroomkring krijg je vonkvorming. Hierdoor kunnen contacten inbranden. Om dit te voorkomen hebben schakelaars een *momentschakeling*. Hierbij schakelt het contact zeer snel in of uit.

Contacten kunnen gemaakt zijn van één van de volgende materialen:

- messing;
- koper;
- brons;
- verzilverd messing, koper of brons.

Schakelaars met handbediening kun je verdelen in:

- werkschakelaars;
- noodschakelaars;
- bedieningsschakelaars.

Schakelaars

Werkschakelaar

In **figuur 8** zie je een *werkschakelaar* met slot.

Om ongevallen bij niet-elektrotechnische werkzaamheden te voorkomen, plaats je een werkschakelaar. Deze schakelaar moet je plaatsen in de directe omgeving van de motor of het toestel. Als er verschillende personen werken aan een elektrische machine die gerepareerd moet worden, dan heeft de werkschakelaar een aantal sloten. Iedere werknemer die aan de machine werkt, heeft zijn eigen slot met sleutel. De werkschakelaar moet een handbediende schakelaar zijn. Iedere motor heeft zijn eigen werkschakelaar.



Fig. 8 Werkschakelaar met slot



Fig. 9 Noodschakelaar

Naslagwerk

- werkschakelaar
- noodschakelaar
- bedieningsschakelaar
- motorbeveiligings-schakelaar
- thermische beveiliging

Noodschakelaar

In **figuur 9** zie je een **noodschakelaar**.

Bij een elektrische installatie waar gevaar is voor ongevallen, moet je deze installatie met een noodschakelaar kunnen uitschakelen.

Voorbeelden zijn machines met bewegende delen (draaibanken, aandrijfassen, enzovoort) in praktijklokalen van scholen.

De schakelaars moet je duidelijk kunnen herkennen aan een *rode knop* en een *gele achterplaat*. Ook moet je ze in één handeling met de hand kunnen bedienen.

Bedieningsschakelaar

Een **bedieningsschakelaar** kun je gebruiken voor het inschakelen en uitschakelen van elektrische motoren en toestellen. Als de bedieningsschakelaar geen drukknop is en deze direct naast de motor zit, dan mag je die ook als werkschakelaar gebruiken.

De bedieningsschakelaar kan uitgevoerd zijn als *nokkenschakelaar* of als *drukknopschakelaar*.

Nokkenschakelaar

De nokkenschakelaar is opgebouwd uit een aantal schijven waarin de contacten zijn opgeborgen. Zie **figuur 10**.

De nokkenschakelaar is verkrijgbaar als:

- meerpolige aan-uit-schakelaar;
- omkeerschakelaar;
- ster-driehoekschakelaar;
- diverse speciale schakelpakketten.

Uitvoeringsvormen zijn:

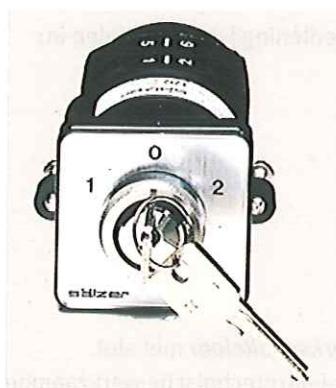
- opbouw;
- inbouw;
- bodemmontage.

Het materiaal van bedieningsschakelaars:

- het huis is gemaakt van kunststof of van een aluminiumlegering;
- de contacten zijn van messing of koper.



a Inbouw "aan-uit"



b Inbouw met sleutelbediening "omkeer"



c Bodemmontage met knobbediening "ster-driehoek"

Fig. 10 Nokkenschakelaar

Motorbeveiligingsschakelaar

In **figuur 11** zie je *motorbeveiligingsschakelaars*.

Voor elke motor die je aan of uit wilt zetten, moet je een schakelaar gebruiken. Ook moet je elke motor beveiligen tegen te hoge stroom. De eenvoudigste manier hiervoor is met een motorbeveiligingsschakelaar.

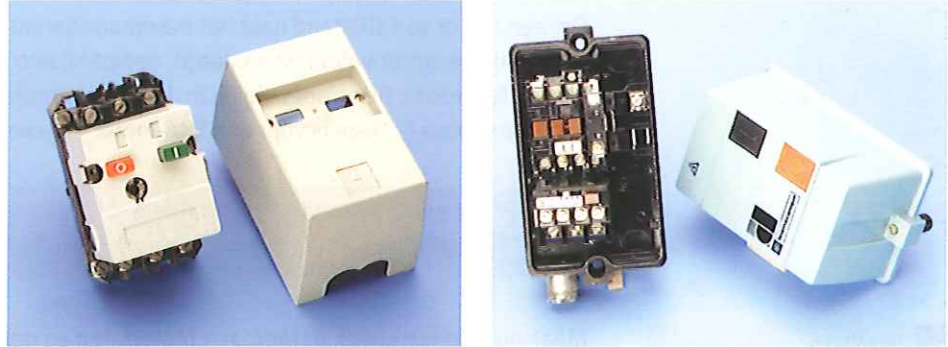


Fig. 11 Motorbeveiligingsschakelaar

a Met drukknoppen o en I

b Met drukknoppen o en I en testknop voor thermische beveiliging

Een motorbeveiligingsschakelaar kun je met een aan-uit-drukknop met de hand schakelen. Om de motor te beveiligen tegen te hoge stroom, gebruik je een *thermische overstroombeveiliging*. Deze beveiliging noem je kortweg *thermische beveiliging*. Een thermische beveiliging plaats je altijd *in serie* met de motorleidingen. Zie **figuur 12**.

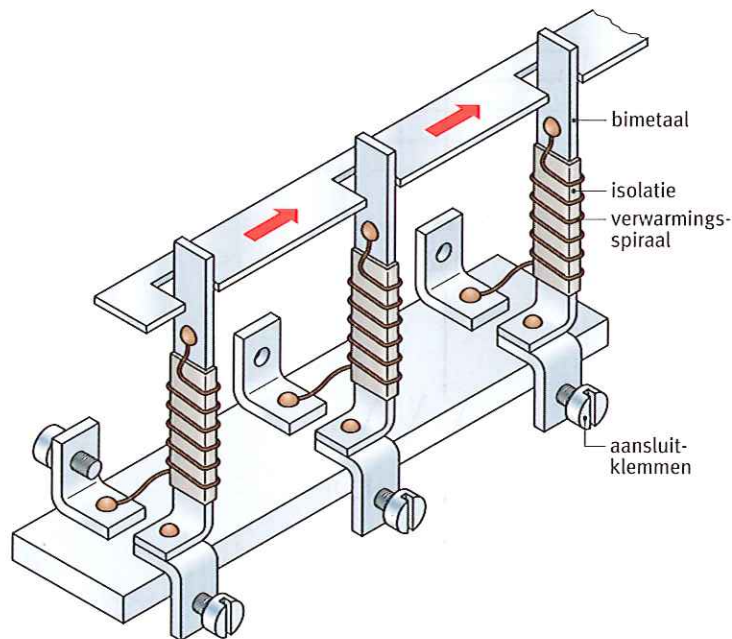


Fig. 12 Thermische overstroombeveiliging

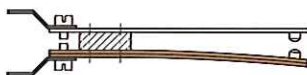
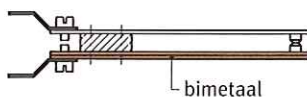


Fig. 13 Bi-metaal voor directe verwarming

Het principe van een thermische beveiliging is dat metalen uitzetten door warmte. Twee metalen waarvan de ene meer uitzet dan de ander, worden aan elkaar bevestigd. Dit noem je een *bi-metaal*. Zie **figuur 13**. Door verwarming trekken deze metalen krom en bedienen daardoor de schakelaar.

Deze overstroombeveiliging zorgt ervoor dat bij te grote stromen de motorwikkelingen en toevoerleidingen beschermd worden tegen te hoge temperaturen (verbranding).

Een thermische beveiliging stel je in op de *nominale stroom* van de motor I_n .

Nullaststroom I_0 , nominale stroom I_n en aanloopstroom I_a

Als een motor draait en aan de as is geen belasting gekoppeld, neemt de motor toch stroom op. Deze stroom is erg klein. Je noemt deze de *nullaststroom* I_0 .

Als aan de motor een maximale belasting is gekoppeld, neemt de motor de maximale stroom op. Deze noem je de *vollaststroom* of *nominale stroom* I_n .

Om een motor van stilstand naar het maximumtoerental te krijgen, is een bepaalde tijd nodig. Als de motor volbelast aanloopt, neemt hij een grotere stroom op dan de nominale stroom. De stroom die hij in deze aanlooptijd gebruikt, noem je de *aanloopstroom* I_a . Deze is voor een SKA-motor ongeveer 4 keer de nominale stroom.



Voor een SKA-motor geldt: $I_a = 4 \times I_n$;

De thermische beveiliging van een draaistroommotor wordt ingesteld op I_n .

Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 3 Materialen en gereedschappen**.

4

Tekenen en tekening lezen

Stroomkringschema's gebruik je bij motoren niet veel. Wel gebruik je *grondschemas*. In **figuur 14** zie je het grondschemas van een draaistroommotor.

In **figuur 15** zie je voorbeelden van stroomkringschema's voor motoren.

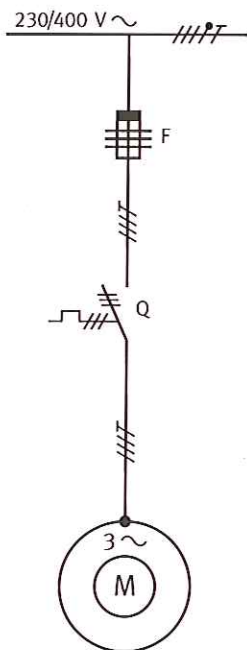


Fig. 14 Grondschemas

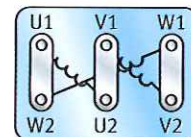
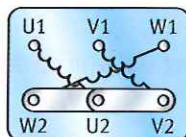
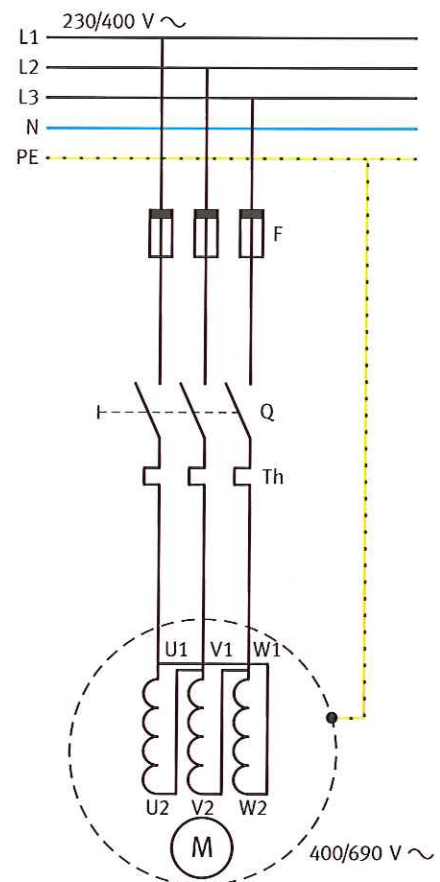
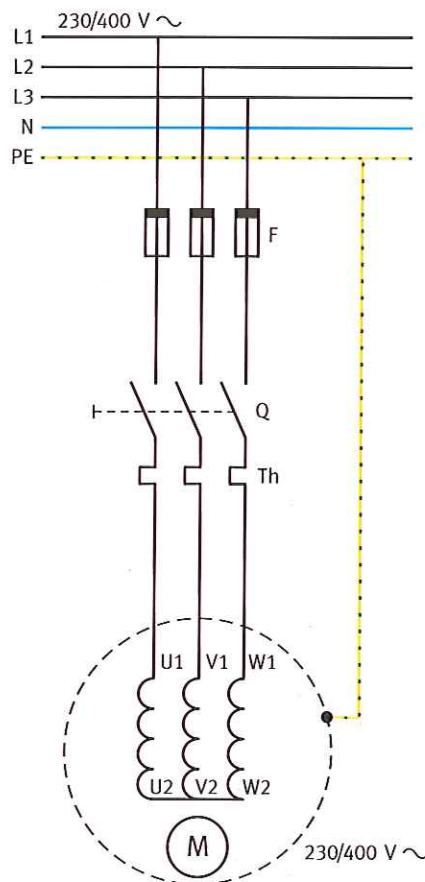


Fig. 15 Stroomkringschema's

Je moet een motor in *ster* aansluiten als:

- je een net van 230/400 V~ hebt;
- en de motor geschikt is voor een spoelspanning van 230 V~.

Je moet de motor in *driehoek* aansluiten als:

- je een net van 230/400 V~ hebt;
- en de motor geschikt is voor een spoelspanning van 400 V~.

Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 4 Tekenen en tekeninglezen**.

5

Montage

Je gaat op een motorstelling een draaistroommotor met een motorbeveiligingsschakelaar aansluiten. Let op de juiste instelling van de thermische overstroombeveiliging.

Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 5 Montage**.

Samenvatting P2

Je moet nu weten:

- hoe je een draaistroommotor kunt herkennen;
- dat afhankelijk van de spoelspanning je een draaistroommotor in *ster* of *driehoek* moet schakelen;
- dat de belangrijkste gegevens van een motor op het motorplaatje staan;
- dat het klemmenbordje van een draaistroommotor genormaliseerd is;
- dat de genormaliseerde klemaanduiding U1 en U2, V1 en V2, W1 en W2 is;
- dat een draaistroommotor in principe bestaat uit een stator (stilstaand gedeelte) en een rotor (draaiend gedeelte);
- dat de laagste spanning op het motorplaatje de spoelspanning is;
- dat een draaistroommotor maximaal 3 000 omwentelingen per minuut kan maken;
- dat je een draaistroommotor met een motorschakelaar kunt aanzetten en uitzetten;
- dat er motorschakelaars zijn die je met de hand kunt bedienen;
- dat je soms werkschakelaars, noodschakelaars en bedieningsschakelaars nodig hebt;
- dat de uitvoeringsvorm van een schakelaar opbouwmontage, inbouwmontage of bodemmontage kan zijn;
- dat een motorbeveiligingsschakelaar een thermische overstroombeveiliging, een elektromagnetische overstroombeveiliging en opgebouwde drukknoppen heeft;
- dat een draaistroommotor de vollaststroom of de nominale stroom opneemt als deze draaistroommotor maximaal belast is;
- dat een draaistroommotor tijdens het aanlopen een aanloopstroom heeft die ongeveer 4 keer groter is dan de nominale stroom;
- dat je de thermische beveiliging moet instellen op de nominale stroom van de motor;
- dat een draaistroommotor een kleine stroom (nullaststroom) opneemt als er geen belasting aan de as is gekoppeld.

P 3

Draaistroommotor (2)

Aanzetten met contactor en drukknoppen

Wat ga je doen?

Je gaat weer een draaistroommotor aansluiten. De motor wordt nu geschakeld door een contactor (elektromagnetische schakelaar). Deze contactor schakel je met drukknoppen in of uit. Voor de veiligheid plaats je naast de motor ook nog een werkschakelaar.



Waar kom je dit in de beroepspraktijk tegen?

Bijna alle motoren die je in fabrieken, werkplaatsen of praktijklokalen tegenkomt, worden door een *elektromagnetische schakelaar* (*contactor*) geschakeld. Deze manier van schakelen is vaak gemakkelijk, omdat je alleen met drukknoppen te maken hebt.

Aan het einde van deze les kun je:

- een contactor monteren en aansluiten;
- drukknoppen monteren en aansluiten;
- een werkschakelaar monteren en aansluiten;
- hoofdcontacten van hulpcontacten onderscheiden.