

Installeren, meten en storingzoeken

Wikkelen

© 1997 VEV, Nijkerk

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b van de Auteurswet 1912 in het besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Inhoud

Mogelijke schade aan draaistroommotoren	Schade aan elektrische machines	06216(-)
Pakketsluiting	Schade aan elektrische machines	06177(-)
Uitleg symbolen II	Tekenen algemeen symbolen	06029(3)
Onderzoek aan wissel- en draaistroommotoren	Storingzoeken energie	06152(1)
De ampèretang	Meten (elektrisch)	06154(2)
Isolatie weerstandmeters	Meten (elektrisch)	06167(1)
Machines algemeen	Machines	06034(1)
Aansluiten motoren	Machines	06017(2)
Eénfase wisselstroommotoren	Machines	06091(1)
Draaistroommotoren 1	Machines	06092(1)
Draaistroommotoren 2	Machines	06093(-)
Relaisschakelingen I	Besturing	06032(1)
Relaisschakelingen (vervolg)	Besturing	06119(1)
Voorbeelden van relaisschakelingen 1	Besturing	06082(1)
Hoofdstroomrelais	Besturing	06080(1)
Hulprelais	Besturing	06081(2)
Bedieningsapparatuur in relaisschakelingen	Besturing	06066(1)
Thermische, elektromagnetische en nulspanningsbeveiligingen	Besturing	06087(1)
Motorbesturingen	Besturing	06083(1)

Mogelijke schade aan draaistroommotoren

Inleiding

Meestal kunnen we in de reparatiewerkplaats voldoende nagaan wat de schade aan een motor is. Het schadebeeld laat goed zien wat de schade aan de wikkelingen is. Maar het is vaak moeilijker om na te gaan waardoor de schade is ontstaan.

Soms zijn de werkelijke oorzaken niet goed bekend. Vaak weet de opdrachtgever zelf niet precies wat er aan de hand was. Daardoor krijgen we vaak onvoldoende of verkeerde informatie over de oorzaken van de schade. Het is belangrijk om de schade te herstellen. Maar om nieuwe schade door dezelfde oorzaak te voorkomen, moet in ieder geval ook de oorzaak van de schade worden verholpen.

Oorzaken schadebeeld melden

Een ervaren reparateur ziet veel aan het schadebeeld, aan de wikkeling of een gedeelte daarvan. Vaak is daaraan te zien wat de oorzaken van de schade waren.

Het is belangrijk dat we deze oorzaken zo duidelijk mogelijk schriftelijk aan de opdrachtgever bekend maken. Hierdoor kan worden voorkomen dat er opnieuw schade en uitval ontstaat bij nieuw gewikkelde motoren.

Opmerking

Dit geldt natuurlijk niet alleen voor draaistroommotoren. Voor elke soort motor of machine is het belangrijk dat eerst de oorzaak van de schade wordt verholpen. Pas daarna heeft het zin om de schade zelf te herstellen.

We mogen dus niet volstaan met de mededeling dat er windingsluiting in de wikkeling is ontstaan. We moeten vermelden dat die windingsluiting bijvoorbeeld een gevolg is van ontoelaatbare temperatuurverhoging. Die temperatuurverhoging kan bijvoorbeeld zijn ontstaan:

- door overbelasting;
- door verhoging van de omgevingstemperatuur.

De windingsluiting is dan niet zelf de oorzaak van het uitvallen van de motor, maar een gevolg van één van de genoemde oorzaken.

De isolatietechniek beschikt tegenwoordig over bijzonder goede isolatiematerialen. Daardoor komen spontane spoel- en windingsluiting eigenlijk niet meer voor.

Bij het aanbrengen van een nieuwe wikkeling wordt in de reparatiewerkplaatsen dan ook in hoofdzaak gebruik gemaakt van minimaal klasse F isolatie (180°C). Overige soms nog te gebruiken isolatiemateriaal van klasse E (120°C - 140°C).

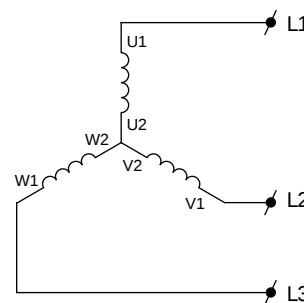
Oorzaken van het verbranden van wikkelingen in een draaistroommachine kunnen zijn:

- een onderbreking in één van drie fase-aansluitingen, waardoor de motor op twee fasen blijft aangesloten;
- windingsluiting in een deel van de wikkeling;
- sluiting tussen twee fase-wikkelingen;
- doorslag naar aarde door vuil, vocht of isolatiefout;
- overbelasting of vastlopen van de (aangedreven) machine.

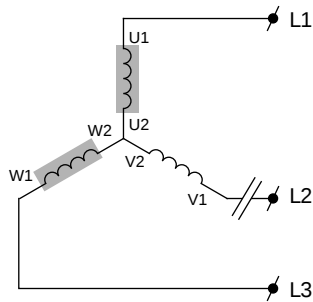
We bespreken kort enkele mogelijke oorzaken van schade:

Onderbreking in fase-aansluiting

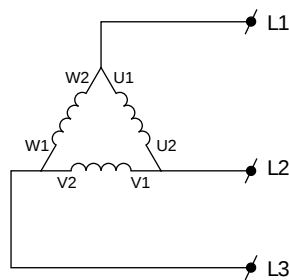
Bij een onderbreking in een fase aansluiting kunnen er wikkelingen verbranden. De schade is verschillend bij ster- en driehoekschakeling van de motor. Dat zien we aan de hand van afbeelding 1 t.e.m. 4:



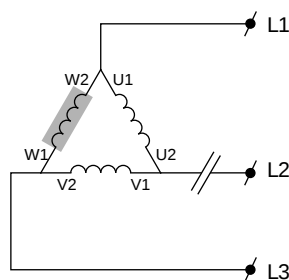
afb. 1 Aansluiting in ster, gelijke belasting in alle drie de wikkelingen.



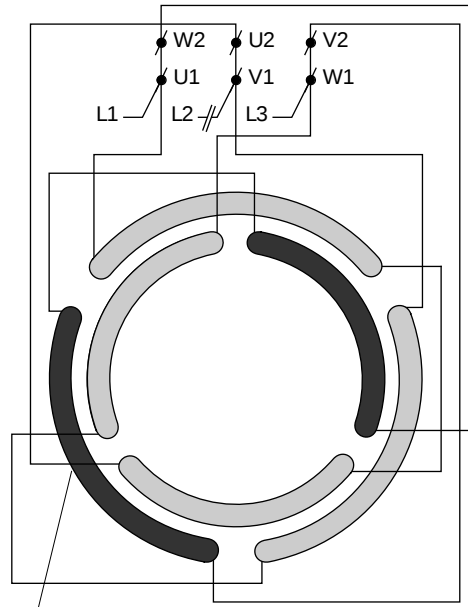
afb. 2 Onderbreking van de aansluiting L 2 in sterschakeling. De wikkelingen U1-U2 en W1-W2 worden overbelast en verbranden. Gevolg: zichtbare verkleuringen en/of verkoling van de wikkelingen.



afb. 3 Aansluiting in driehoek. Gelijke belasting in alle drie de wikkelingen.



afb. 4a Onderbreking in de aansluiting L 2 in driehoekschakeling. De wikkeling W1-W2 wordt overbelast. Gevolg: deze wikkeling verbrandt of verkoolt.



afb. 4b Zichtbare schade bij het probleem van afbeelding 4a

Windingsluiting

Bij een windingsluiting kan een spoel snel verbranden. In een wisselend magnetisch veld ontstaat er namelijk veel warmte in een kortgesloten spoel.

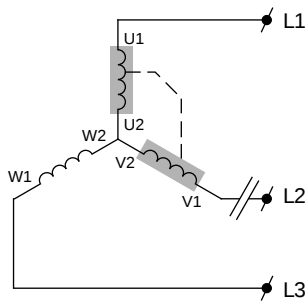
Daardoor is een spoel met windingsluiting vrij makkelijk te vinden. We zorgen dan voor een inductiespanning in de stator. Daardoor ontstaat in het kortgesloten gedeelte van de wikkeling een flinke stroom, die warmte veroorzaakt. Door die warmte vinden we snel de spoel met de kortsluiting.

Opmerking

We kunnen de aanwezigheid van windingsluiting vaststellen met een speciale onderzoekingstransformator. Deze methode wordt in deze unit niet verder besproken.

Fasesluiting

Bij fasesluiting in de motorwikkelingen ontstaat ook schade. In het voorbeeld van afbeelding 5 zijn de wikkelingen U1-U2 en V1-V2 gedeeltelijk kortgesloten. Daardoor treedt verbranding en/of verkoling op.



afb. 5 Verbranding en/of verkoking door fasesluiting

Doorslag

Doorslag kan op verschillende manieren en plaatsen gebeuren. Meestal kunnen we wikkeling met de doorslag makkelijk vinden met een isolatiemeting. De oorzaak is gewoonlijk een isolatiefout. Deze kan ontstaan:

- door fouten in de isolatie zelf (bijvoorbeeld door veroudering);
- door vocht of vuil, waardoor bijvoorbeeld kruipstromen ontstaan die een isolatiefout veroorzaken.

Overbelasting

Bij overbelasting of vastlopen wordt de stroom hoger dan de nominale waarde. Als er geen goede thermische beveiliging is, kan de machine oververhit raken en verbranden.

Opmerking

Bij het verbranden van wikkelingen kan pakketsluiting ontstaan. Daarbij versmelt de wikkeling deels met het ijzerpakket.

Pakketsluiting wordt niet verder besproken in deze unit.

Herstel

Na het vaststellen van de schade kan de machine worden hersteld. Daarbij worden de wikkelingen meestal gerepareerd of vervangen.

Het herstel van de machines wordt niet verder besproken in deze unit.

Beproeving

Na het herstel wordt elke machine grondig beproefd. Daarbij gaan we na of de machine weer helemaal voldoet aan de specificaties. Voor verschillende beproevingen wordt speciale testapparatuur gebruikt.

Een gerepareerde machine controleren we op verschillende punten, zoals:

Isolatielak

Met onder andere een controle op:

- de oppervlakte hardheid van de lakhuid;
- bestandheid van de lakhuid tegen aantasting door de gebruikte drenklak (ook bij verhoogde temperaturen);
- bestandheid van de lakhuid tegen temperatuurverhogingen;
- doorslagvastheid van de lakhuid onder druk en warmte van de groefisolatie en tussen de spoelkoppen.

Hoogspanningsproef

Na het gereedkomen van de statorwikkeling kan deze worden getest met een hoogspanningsproef. Dat gebeurt meestal voor en na het lakken.

In ongelakte toestand wordt vaak getest met 2 x bedrijfsspanning + 1000 V;

Na het lakken kunnen we deze proef nog eens herhalen, met dezelfde of iets lagere spanning. We moeten dan uitgaan van een bedrijfsspanning van 380 V.

De tijdsduur van de proef is kort en mag in ieder geval niet langer zijn dan 1 minuut.

Proefdraaien

Na montage van rotor, schilden en overige onderdelen wordt de motor proefgedraaid. Als het even kan gebeurt het proefdraaien met een verhoogde netspanning gedurende een bepaalde tijd. Door de verhoogde spanning is de nullaststroom groter. Daardoor zijn er hogere warmteverliezen.

Daardoor kan de motor na het proefdraaien een temperatuur hebben die normaal ook ontstaat bij vollastbedrijf.

In deze toestand kan nogmaals een beproeving op sluiting plaatsvinden met een hoogspanning van 2 x bedrijfsspanning + 1000 V.

Deze test wordt gedaan:

1. tussen de fasewikkelingen onderling;
- en;
2. tegen het gestel.

Opmerking

Niet elke reparatiewerkplaats heeft de apparatuur voor al deze tests.

Sommige van de hier beschreven tests kunnen dan niet worden uitgevoerd.

In ieder geval moet de machine na gereedkomen van de wikkelingen zoveel mogelijk zó worden getest, dat redelijkerwijs mag worden aangenomen dat de reparatie goed is uitgevoerd.

Vragen

Naam:

1. Noem enkele oorzaken die kunnen leiden tot schade aan wikkelingen.

.....

.....

.....

.....

2. Welk isolatiemateriaal wordt in het algemeen bij de reparatie gebruikt?

.....

.....

.....

.....

3. Als in driehoekschakeling de aansluiting L1 wordt onderbroken, welke fasewikkeling wordt dan beschadigd?

.....

.....

.....

.....

4. Wat is een pakketsluiting?

.....

.....

.....

.....

5. Teken het principeschema van de in vraag 3 genoemde schakeling en geef de beschadigde wikkeling aan.

.....

.....

.....

.....

Leermeester:	
Datum:	
Par.:	

Consulent:	
Datum:	
Par.:	

Pakketsluiting

Inleiding

In de meeste machines is het ijzerpakket gelamelleerd. Dat wil zeggen, dat het is opgebouwd uit platen, die onderling zijn geïsoleerd. Dat is nodig als het magnetische veld in het ijzerpakket steeds van richting of van sterkte wisselt.

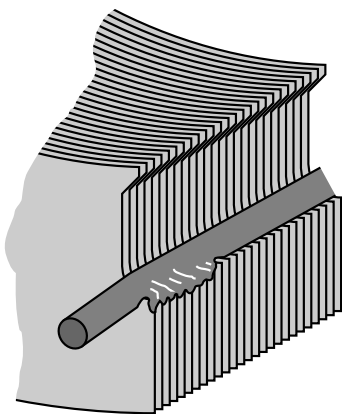
Dit lamelleren is nodig om wervelstromen in het ijzerpakket te voorkomen. Wervelstromen veroorzaken veel warmte. De isolatie tussen de platen onderbreekt de mogelijke stroomkringen voor de wervelstromen.

Ijzerpakketten zijn bijvoorbeeld gelamelleerd in:

- wissel- en draaistroom motoren;
- ankers van gelijkstroommachines;
- transformatoren;
- wisselstroom bekrachtigde relais en dergelijke.

Versmelten van ijzerpakket

Bij het verbranden van een wikkeling komt veel warmte vrij. Door die warmte kunnen de draden van de wikkeling soms smelten. Die hitte komt ook terecht in het ijzerpakket. Daardoor kunnen de onderling geïsoleerde platen van het pakket versmelten. Dan is een gedeelte van het pakket en de wikkeling op die plaats tot een massief en elektrisch geleidend geheel geworden. We hebben dan een pakket- of ijzersluiting (afbeelding 1). Bij zo'n pakketsluiting worden de wervelstromen niet meer onderbroken door isolerend materiaal.



afb. 1 Pakketsluiting door inbranding tussen wikkeling en ijzerpakket

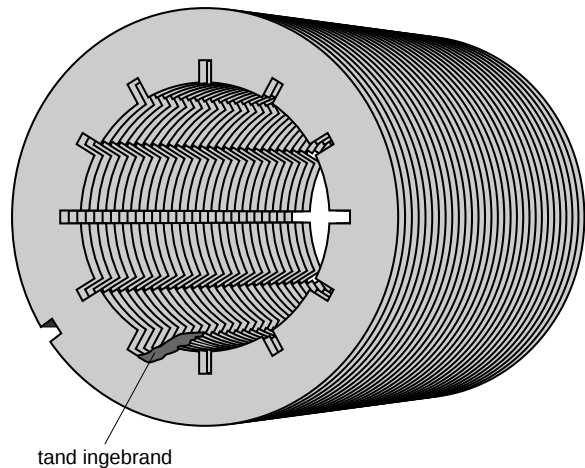
Bij een pakketsluiting mogen we de machine niet zonder meer opnieuw bewikkelen. De nieuwe wikkeling kan na-

melijk binnen korte tijd opnieuw verbranden, door de hitte van de wervelstromen. Daardoor wordt de kans op een (nieuwe) aard- of windingsluiting zeer groot.

Vervangen of repareren

De beste oplossing is vervanging van het beschadigde ijzerpakket. Dat is alleen niet altijd mogelijk.

Bij moeilijk vervangbare pakketten moeten we een andere oplossing kiezen. Dan moeten we de platen losmaken en opnieuw isoleren (afbeelding 2):



afb. 2 Het ijzerpakket moet worden hersteld voordat de nieuwe wikkeling wordt aangebracht

- We nemen het pakket dan van het anker of uit het statorhuis;
- Daarna stapelen we het voorzichtig af;
- De platen die aan elkaar zijn gesmolten, maken we voorzichtig los. We moeten beslist voorkomen dat de platen vervormen;
- Daarna moeten we het ingebrande koper verwijderen. Op die plaatsen moeten de platen goed worden afgebraamd. Als een tand voor meer als de helft is weggebrand, kunnen we deze beter in zijn geheel verwijderen. Anders bestaat namelijk de kans dat het overgebleven gedeelte te slap is, verschuift en de groefisolatie kan beschadigen;
- Als we alle beschadigde platen hebben behandeld, moeten we ze opnieuw afwerken. Daarbij brengen we een dun laagje lak aan op de plaatsen, die door het hakken en afbramen blank zijn geworden;

- Nu kan het pakket weer worden gestapeld. Daarbij moeten we de platen met beschadigde tanden zoveel mogelijk verdelen over de omtrek van het pakket. Op die manier zorgen we dat het verlies aan materiaal niet op één plaats zit;
- Voordat we gaan wikkelen, moeten we controleren of alle groeven goed glad zijn. Zonodig moeten we ze eerst uitschuren.

Als laatste controle wordt het pakket 'getransformeerd'. Daarbij kunnen we nagaan of er misschien toch nog sluiting aanwezig is.

Vragen

Naam:

1. Waarom is het ijzerpakket in de meeste machines gelamelleerd?

.....

.....

.....

.....

2. Hoe zijn de platen van een gelamelleerd ijzerpakket afgewerkt?

.....

.....

.....

.....

3. Van welke machines en toestellen zijn de ijzerpakketten gewoonlijk gelamelleerd?

.....

.....

.....

.....

4. Hoe ontstaat pakketsluiting?

.....

.....

.....

.....

5. Waarom moeten we een pakketsluiting eerst repareren, voordat we een nieuwe wikkeling aanbrengen?

.....

.....

.....

.....

6. Wat is de beste oplossing bij een pakketsluiting? waarom kunnen we die niet altijd toepassen?

.....

.....

.....

.....

7. Van een ijzerpakket is een bepaalde tand flink beschadigd. Hoe zorgen we dat dat zo min mogelijk merkbaar is na de reparatie?

.....

.....

.....

.....

8. Van een ijzerpakket met pakketsluiting hebben we de platen losgemaakt en de beschadigingen weggenomen. Kunnen we de platen nu weer opnieuw stapelen tot een compleet ijzerpakket.

.....

.....

.....

.....

9. Het gerepareerde ijzerpakket is opnieuw gestapeld. Kunnen we nu de nieuwe wikkelingen aanbrengen? Licht het antwoord toe

.....

.....

.....

.....

Leermeester:

Datum:

Par.:

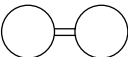
Consulent:

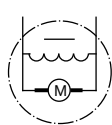
Datum:

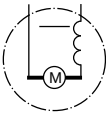
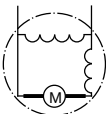
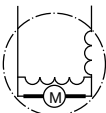
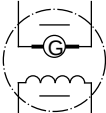
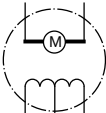
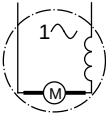
Par.:

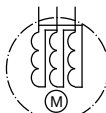
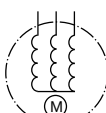
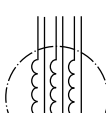
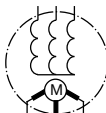
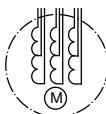
Uitleg symbolen II

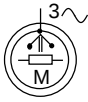
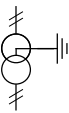
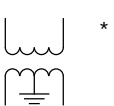
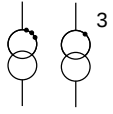
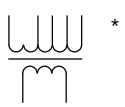
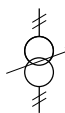
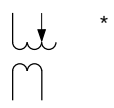
Deze taak legt de symbolen uit, die zijn toegepast in de schema's, die voorkomen in de units voor VEV-opleidingen.

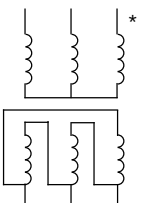
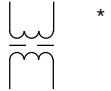
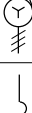
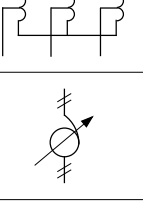
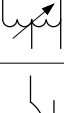
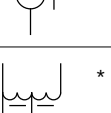
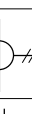
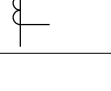
symbool	code-letter	omschrijving
	Q	aanzetter
	Q	aanzetter met 5 standen
	Q	aanzetregelinrichting; regelinrichting
	Q	sterdriehoekaanzetter
	Q	schakelwals
	Q	elektromagnetische ster- driehoekaanzetter met driefasen thermische en magnetische beveiliging
		mechanisch gekoppelde machines
	M	motor
	G	generator
	M	gelijkstroommotor
	M	eenfasemotor
	M	asynchrone driefasenmotor met kortgesloten rotor

symbool	code-letter	omschrijving
		shuntwikkeling
		seriewikkeling
		hulppoolwikkeling
		stator met twee wikkelingen
		kortgesloten rotor
	X	anker met collector/sleepring en borstels
		
		rotor met sleepringen en borstels
		
		rotor met sleepringen en borstelafhefinrichting
		
	M	gelijkstroommotor met shuntbekrachtiging, shuntmotor
		

symbool	code-letter	omschrijving
	M	gelijkstroommotor met seriebetrachting, seriemotor
		
	M	compoundmotor
	M	compoundmotor met lange shunt
	M	compoundmotor met korte shunt
	M	generator met gescheiden bekrachting
		
	M	regelmotor met twee draairichtingen
	M	eenfase-seriecollectormotor, universeelmotor
		
	M	niet-zelfaanlopende eenfasemotor met kortgesloten rotor
		

symbool	code-letter	omschrijving
	M	eenfasemotor met kortgesloten rotor en kortgesloten hulpveld
		
	M	eenfasemotor met kortgesloten rotor, met hulpveld en naar buitengebracht aansluitpunt van het hulpveld
		
	M	driefasemotor met kortgesloten rotor en met statorwikkeling in driehoekschakeling
	M	
	M	driefasemotor met kortgesloten rotor en met statorwikkeling in sterschakeling
	M	driefasemotor met kortgesloten rotor en met statorwikkeling in open schakeling bijvoorbeeld voor toepassing van sterdriehoekschakelaar of statoraanzetweerstand
	M	asynchrone driefasemotor met sleepringen, statorwikkeling in sterschakeling
		
	M	asynchrone driefasemotor met kortgesloten rotor en afgetakte wikkelingen voor poolomschakeling
		

symbool	code-letter	omschrijving
	M	asynchrone driefasenmotor met ingebouwde aanzetinrichting bediend door centrifugale kracht
	L	spoel met magnetische kern
	L	spoel met luchtspleet in de magnetische kern
	T	transformator met ferromagnetische kern
	T	transformator met twee wikkelingen
		
	T	transformator waarvan het midden van één wikkeling is geaard
		
	T	transformator met drie aftakkingen
		
	T	regelbare transformator
		

symbool	code-letter	omschrijving
	T	driefasentransformator in ster-driehoekschakeling
		
	T	lektransformator
		
	T	spaartransformator
		
	T	driefasenspaartransformator in ster
		
	T	eenfasenspaartransformator met spanningsregeling 'variac'
		
	T	spaarlektransformator
		
	T	stroomtransformator
		

*) meerlijnige tekenwijze

symbool	code-letter	omschrijving
	P	aanwijzend meetinstrument
	P	voltmeter
	P	ampèremeter
	P	wattmeter
	P	arbeidsfactor
	P	frequentiemeter
	P	ampèremeter met uitslag naar beide zijden

symbool	code-letter	omschrijving
	P	ohmmeter
	P	registrerend meet-instrument
	P	registrerende voltmeter
	P	sommerende (integrerend) meetinstrument
	P	kilowattuurmeter

Onderstaande symbolen zijn niet opgenomen in de NEN 5152. Deze symbolen waren wel opgenomen in de NEN 2052. Op schaaltes van meetinstrumenten staan deze symbolen nog dikwijls afgebeeld.

symbool	code-letter	omschrijving
		systeem met permanente magneet
		magneto-elektrisch systeem, draaispoelsysteem (perm. magneet + spoel)
		quotiënt- of differentiaaldraaispoelsysteem
		draaispoelsysteem met gelijkrichter
		elektrodynamisch systeem met bewegend ijzer
		elektrodynamisch systeem (spoel + spoel)
		elektrodynamisch quotiënt- of differentiaal draaispoel-systeem
		afscherming

symbool	code-letter	omschrijving
		afgeschermd elektrodynamisch systeem
		door ijzer gesloten magnetisch circuit
		elektrodynamisch systeem met door ijzer gesloten magnetisch circuit
		foutenklasse (plaats de aanduiding in de driehoek)
		beproevingsspanning in kV (zonder cijfer wil zeggen: bepr.sp. 500 V)
		verticale opstelling
		horizontale opstelling
		opstelling onder een hoek, waarbij aangegeven de grootte van de hoek t.o.v. het horizontale vlak

Opgaven

Naam:

1. Wat stellen in afbeelding 1 de met a tot en met f aangegeven symbolen voor?

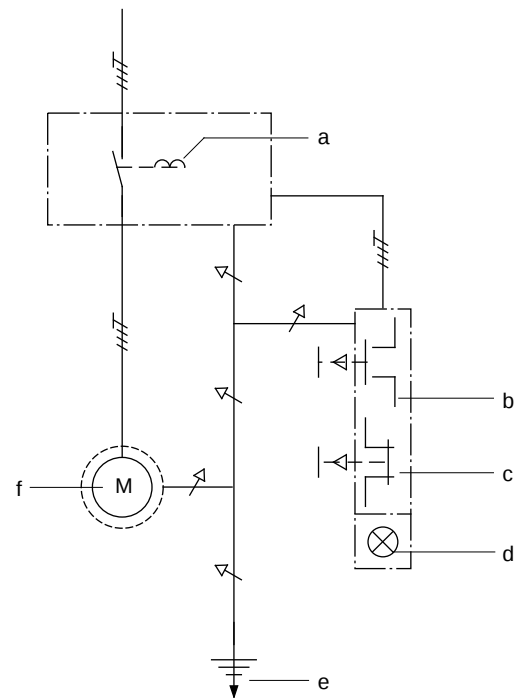
.....

.....

.....

.....

.....



afb. 1

2. Wat stellen in afbeelding 2 de met a tot en met n aangegeven symbolen voor?

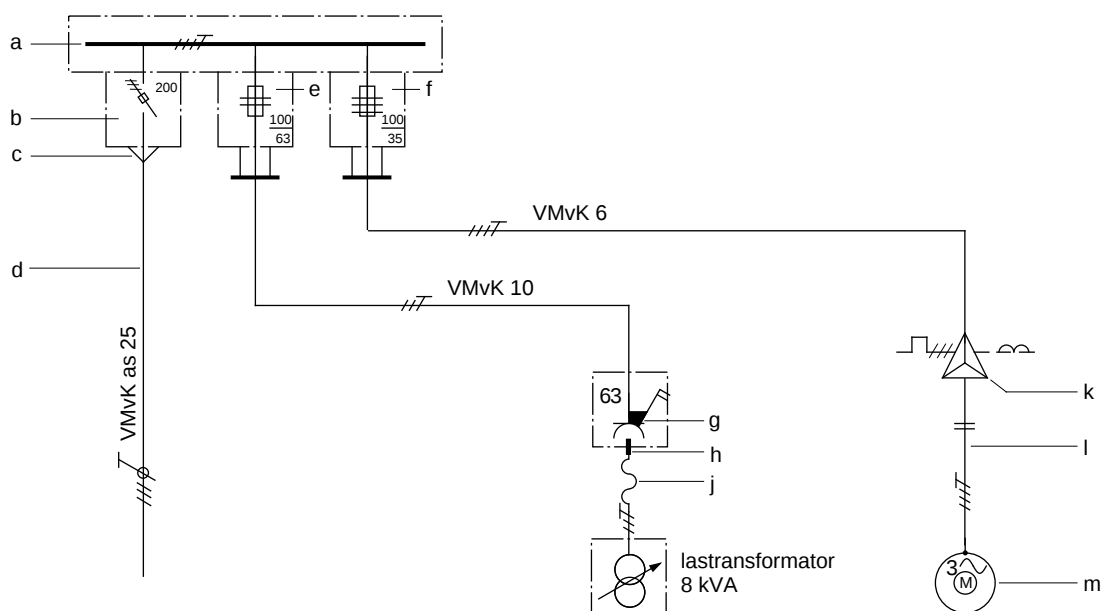
.....

.....

.....

.....

.....



afb. 2

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

3. Bij onderstaande opgaven zijn telkens meerdere antwoorden gegeven.

Van deze antwoorden is er maar één goed.

Maak het vakje voor het goede antwoord zwart.

Het invullen van meer vakjes in één opgave maakt de beantwoording fout.

a



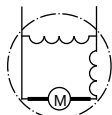
- ☐ asynchrone driefasenmotor met kortgesloten rotor
- ☐ driefasenmotor met drie toerentallen
- ☐ sleepringankermotor
- ☐ driefasenmotor die door middel van een ster-driehoekschakelaar moet worden ingeschakeld

b



- ☐ gelijkstroomseriemotor
- ☐ gelijkstroomshuntmotor
- ☐ gelijkstroomcompoundmotor
- ☐ universeelmotor

c



- ☐ universeelmotor
- ☐ shuntmotor
- ☐ compoundmotor met lange compound
- ☐ eenfasemotor met hulpwikkeling

d



- ☐ meetinstrument met een miswijzing van maximaal 2%
- ☐ meetinstrument met een maximale miswijzing van 2% van de eindwaarde van de schaal
- ☐ meetinstrument dat van twee afzonderlijke meet-systemen is voorzien
- ☐ meetinstrument met een proefspanning van 2 kV

e



- ☐ frequentiemeter (tongenfrequentiemeter)
- ☐ meetinstrument voor verticale opstelling
- ☐ meetinstrument voor horizontale opstelling
- ☐ meetinstrument met wijzer in de middenstand

4.

Symbol	Benaming
	
	
	
	
	
	
	
	

Onderzoek aan wissel- en draaistroommotoren

Inleiding

Het onderzoek aan wissel- en draaistroommotoren richt zich in hoofdzaak op de statorwikkeling. Noteer eerst de gegevens van de motor. Demonteer de beschermkap van het klemmenbord en inspecteer de motor op de volgende punten:

- gescheurde schilden
- gebroken beschermkap van het klemmenbord
- gebroken isolatieplaat van het klemmenbord
- beschadigde aansluitklemmen.

In het kort bespreken we in deze unit de controle van de lagers en het elektrisch onderzoek aan de stator, zoals:

- wikkelingonderbreking
- gestelsluiting
- sluiting tussen de wikkelingen
- wikkelingssluiting.

Onderzoek en controle

Controle van de lagers

De eerste controle op speling van de lagers gaat op dezelfde manier als bij gelijkstroommachines. Daarna kan de motor worden gedemonteerd.

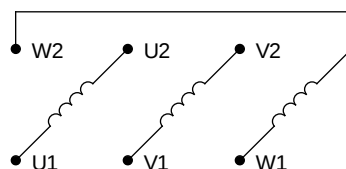
De lagers worden verder nauwkeurig gecontroleerd op:

- slijtage
- eventuele speling in het huis of op de as.

Wikkelingonderbreking

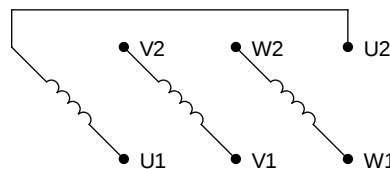
Eerst verwijderen we de ster- of driehoekverbindingen van het klemmenbord. Daarna gaan we na of de wikkelingen onderbroken zijn. Dat controleren we door spanning te zetten op twee testpennen in serie met een proeflamp. Deze testpennen worden achtereenvolgens op de klemmen U1-U2, V1-V2 en W1-W2 gehouden.

In afbeelding 1 zien we hoe de wikkelingen met de klemmen zijn verbonden. Deze manier van aansluiten komt het meest voor.



afb. 1

Het kan ook anders. In afbeelding 2 zien we hiervan een voorbeeld.



afb. 2

Bij het meten zien we welke manier van aansluiten er gebruikt is. Soms wordt van de volgorde afgeweken en dat kan bij de driehoeksschakeling bezwaar opleveren.

Gestelsluiting

Daarna onderzoeken we of er sluiting tegen het gestel is. Dit kan door één testpen te verbinden met het ijzerpakket en de andere testpen achtereenvolgens aan te sluiten op de drie wikkelingen. Nog beter is het om een isolatieweerstandmeter te gebruiken.

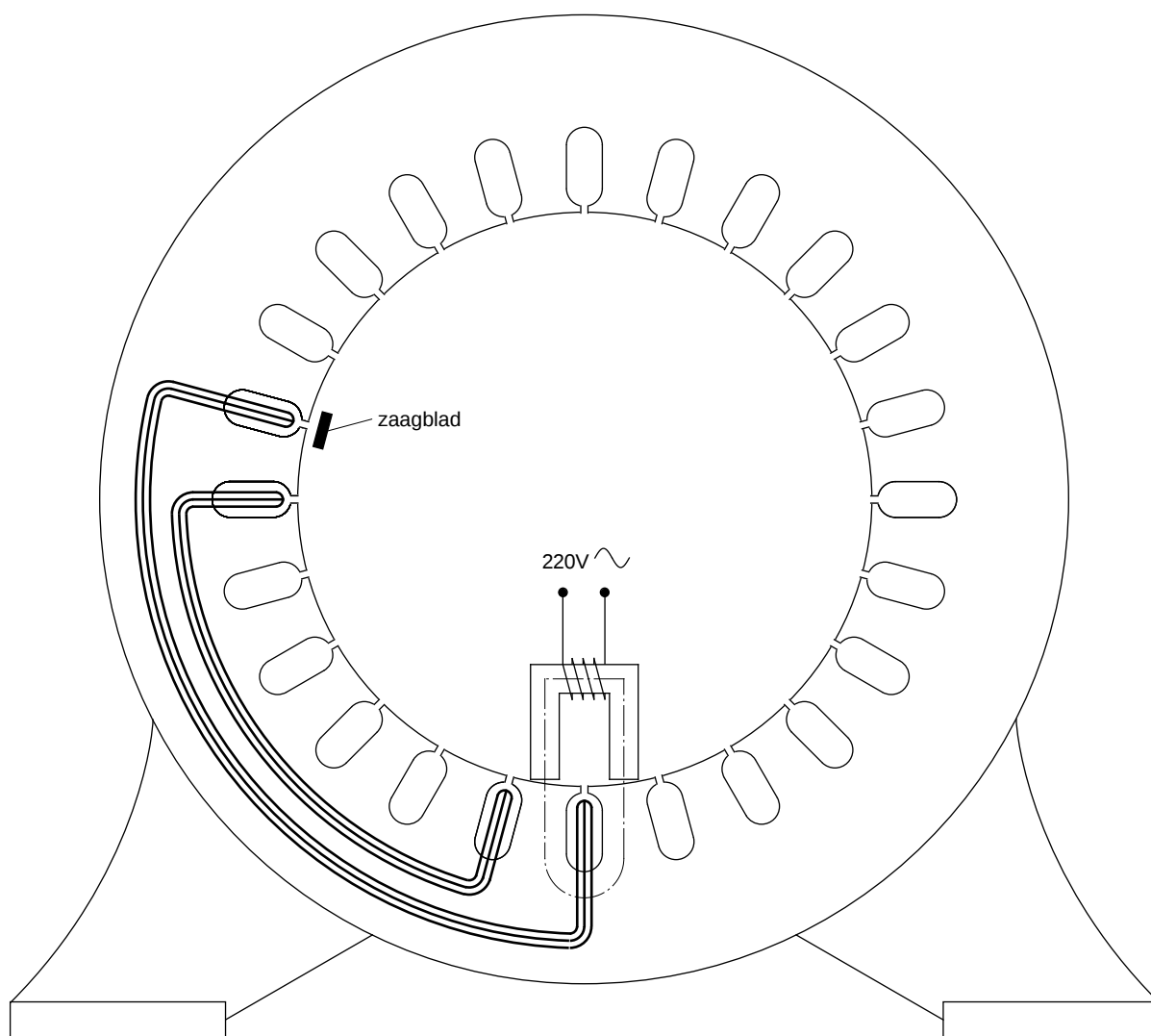
Sluiting tussen de wikkelingen

Door de testpennen eerst te verbinden met de klemmen U1 en V1, vervolgens met de klemmen V1 en W1 en tenslotte met de klemmen U1 en W1, zien we of er sluiting is tussen de wikkelingen.

Wikkelingsluiting

We onderzoeken elke statorwikkeling ook op wikkelingsluiting. Dit kan op verschillende manieren.

Meestal wordt een inwendige testtransformator (afbeelding 3) gebruikt. Let erop dat de spoeleinden zijn losgekoppeld. De testtransformator verschuiven we van gleuf tot gleuf. De wikkeling is de secundaire kant van de testtransformator. Over de gleuf waarin de andere kant van de wikkeling ligt, brengen we een zaagblad of een testspoel met telefoon aan. Als er een wikkelingsluiting is, dan bevindt zich in de wikkeling één of meerdere kortgesloten windingen. In dit secundaire circuit ontstaan door inductie kortsluitstroompjes die een wisselend magnetisch veld opwekken. Hierdoor trilt het zaagblad heftig of de toon in de telefoon wordt harder.

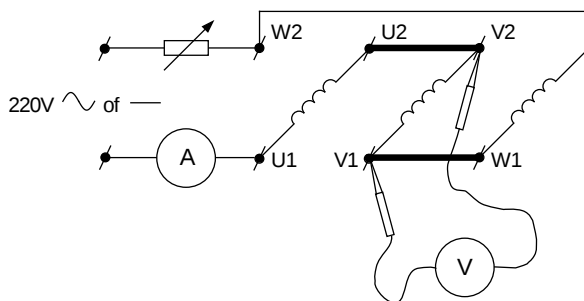


afb. 3

Als we zo'n testtransformator niet hebben dan handelen we als volgt :

- Drie wikkelingen in serie schakelen.
- Deze drie wikkelingen via een regelweerstand en een ampèremeter aansluiten op een gelijk- of wisselspanningsbron (afbeelding 4).
- Met de regelweerstand de stroom opregelen tot een waarde die niet hoger is dan de stroom die de motor tijdens bedrijf opneemt (I_{nom} = toegekende stroom).
- Meet daarna met een voltmeter de spanning over de verschillende wikkelingen.

Als het spanningsverschil erg klein is, bijvoorbeeld als er maar één winding is kortgesloten, dan hebben we dat niet in de gaten.



afb. 4

Nog een andere manier is:

- Sluit bovenstaande schakeling aan op een wisselspanning. Natuurlijk ook met voorschakeling van een regelweerstand of via een regeltransformator.
- Neem een ampèremeter op in de stroomkring van de wikkelingen. Ga niet over de waarde van de toegekende stroom.
- Laat gedurende lange tijd stroom vloeien door de wikkelingen. Op die plaats waar een grote warmteontwikkeling is, moet de wikkelingsluiting zijn.

Vragen

1. We schakelen de drie spoelen in serie en laten gedurende een lange tijd een flinke stroom door de wikkelingen lopen. Hoe komt het dat er plaatselijk extra warmte wordt ontwikkeld, als er op die plaats enkele windingen zijn kortgesloten?

.....

.....

.....

.....

2. Hoe testen we de onderbreking in een wikkeling?

.....

.....

.....

.....

3. Hoe testen we gestelsluiting?

.....

.....

.....

.....

4. Met wat voor een transformator kunnen we wikkelingsluiting in een stator vaststellen?

.....

.....

.....

.....

.....

Naam:

Opdracht

1. Teken het schema uit afbeelding 4 met een regelbare transformator.

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

De ampèretang

Inleiding

Willen we in installaties stroommetingen doen, zonder dat we leidingen losnemen, dan gebruiken we een ampèretang. De ampèretang is er ook in digitale uitvoering.

De ampèretang voor wisselstroommetingen bestaat uit een stroomtransformator en een ampèremeter die meestal in de tang ingebouwd is.

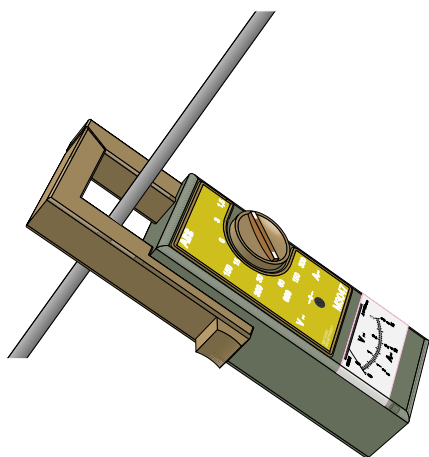


afb.1

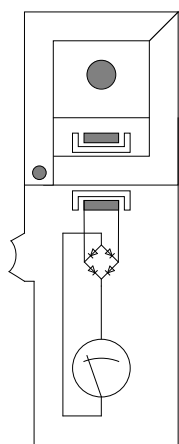


De stroommeting

Als we in het handvat van de tang knijpen, dan gaan de bekken open, zodat een stroomvoerende geleider kan worden gepakt (afbeelding 2). Deze bekken van de tang bestaan uit lamellen en vormen de kern van de stroomtransformator. De ampèremeter is verbonden met een spoel die in de tang om de kern zit. De leiding, waaromheen de tang is geplaatst, werkt als primaire wikkeling.



afb. 2



afb. 3

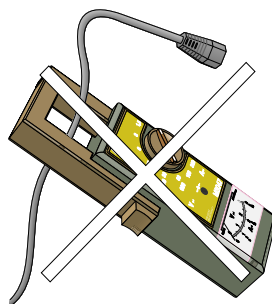
Een ader tegelijk

Bij het verrichten van een meting moeten we er voor zorgen, dat maar één stroomvoerende geleider door de tang loopt.

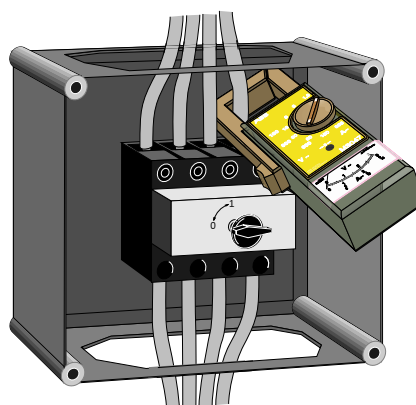
Als de tang, zoals in afbeelding 4 is getekend om een twee-aderig snoer wordt aangebracht, zal de meter geen uitslag hebben. De retourstroom loopt nu ook door de tang heen en beide velden van de stroomvoerende aders heffen elkaar op.

Met ampèretangen kunnen stromen tot vele honderden ampères worden gemeten.

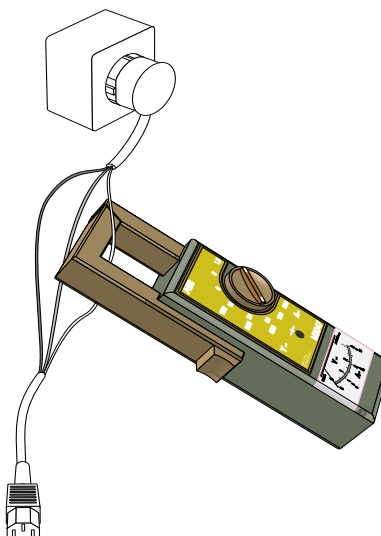
Bij het meten in draaistroomnetten moet de tang om iedere ader apart worden aangebracht (zie afbeelding 5). Er moet altijd worden gemeten zoals in afbeelding 6 is getekend.



afb. 4



afb. 5

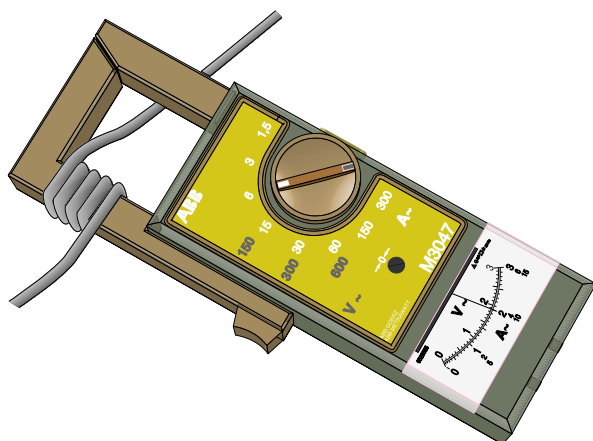


afb. 6

Metten van kleine stromen

Bij het meten van kleine stromen bijv. 1 A, zal de meter een te geringe uitslag vertonen. De ampèretang kunnen we dan toch gebruiken door de geleider een paar keer om de bekken van de tang te wikkelen. In dit voorbeeld is de draad vijfmaal om de bekken gewikkeld.

De wijzer zal daardoor vijfmaal zover uitslaan waardoor we de schaal van het instrument beter kunnen aflezen. De afgelezen waarde moet nu door 5 worden gedeeld om de werkelijke waarde van de stroom te bepalen.



afb. 7

Metten van spanningen met ampèretang

Soms kunnen met behulp van een ampèretang ook wisselspanningen worden gemeten. De tang heeft dan twee stekerbussen. Als de meetbereikschakelaar op spanningsmeting wordt gezet, dan kan via de stekerbussen spanning worden gemeten.

Veilig werken met ampèretang

Vanwege de veiligheid moet de tang goed geïsoleerd zijn.

Beschadig nooit de isolatie van een ampèretang, zeer zeker niet door de tang tussen geleiders te wringen. Beschadigde isolatie van een ampèretang kan aanleiding geven tot kortsluiting.

Vragen

Naam:

1. Wat is het voordeel van stroommetingen met behulp van een ampèretang?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Welk type meetinstrument is in de ampèretang van afbeelding 3 gebruikt?

.....

.....

.....

.....

.....

3. We hebben een ampèretang (0-100 A).
De draad is viermaal door de kern gevoerd. De
aanwijzing van de meter is dan 80 A.
Hoe groot is de stroom die in werkelijkheid door de
draad vloeit?

.....

.....

.....

.....

Leermeester:	
Datum:	
Par.:	

Consulent:	
Datum:	
Par.:	

Isolatieweerstandmeters

Inleiding

De weerstand tussen geïsoleerde leidingen moet zo groot zijn dat er praktisch geen lekstroom vloeit. De weerstandswaarde van de isolatie moet dus zeer hoog zijn. De isolatieweerstand wordt daarom uitgedrukt in megaohms. Een isolatieweerstandmeter heet in de praktijk een megger.

Meetspanning

Een normale universeelmeter is niet geschikt voor het meten van de isolatieweerstand want:

- de lekstroom is zo klein, dat alleen zeer gevoelige meetinstrumenten een uitslag vertonen
- bij het meten met behulp van een lage meetspanning wordt dikwijls een hogere isolatieweerstandswaarde gemeten dan bij het meten met een hoge meetspanning.

De waarde van de spanning waarmee de isolatieweerstand wordt gemeten is 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V of 5000 V. De keuze hiervan is afhankelijk van de te meten isolatie.

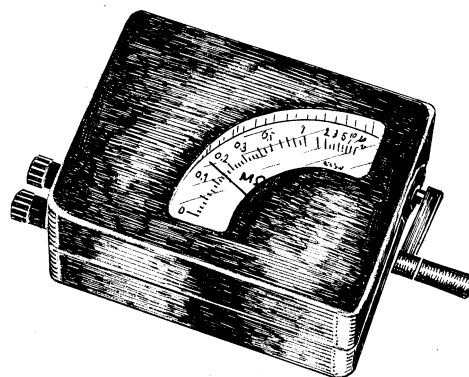
Bij het meten met een te hoge meetspanning zal overslag optreden op plaatsen waar de isolatie minder goed is. De isolatie wordt dan onnodig beschadigd.

Bij het meten met een te lage meetspanning is het mogelijk dat slechte isolatieplekken niet worden ontdekt.

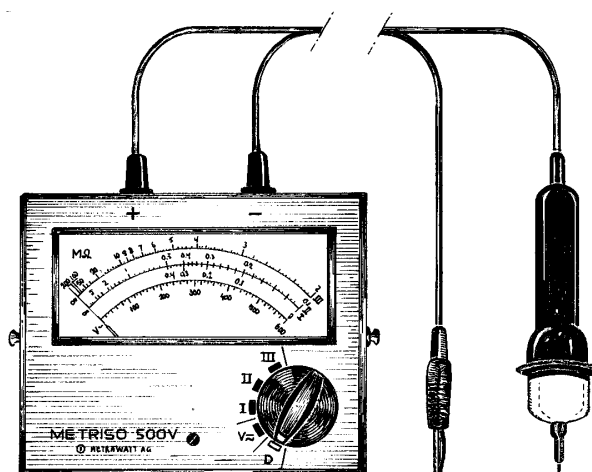
De isolatieweerstand wordt dan ook gemeten met een spanning die gelijk, of iets hoger is dan de bedrijfsspanning.

We onderscheiden twee typen isolatieweerstandmeters:

- isolatieweerstandmeter met krukinductor (afbeelding 1)
- isolatieweerstandmeter met batterijvoeding (afbeelding 2).



afb. 1

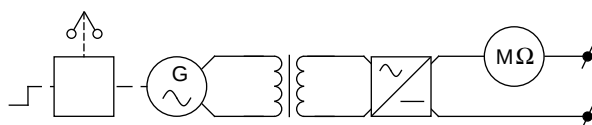


afb. 2

De isolatieweerstandmeter met krukinductor wordt in de praktijk inductor genoemd.

Krukinductor

Bij de inductor wordt de meetspanning verkregen door het draaien aan de kruk van het instrument. De generator wekt een wisselspanning op. Hetzelfde principe als dat van de fietsdynamo. In afbeelding 3 is schematisch getekend hoe een inductor is opgebouwd.



slipkoppeling

afb. 3

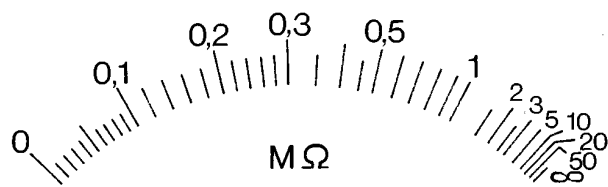
De opgewekte wisselspanning wordt opgetransformeerd en daarna gelijkgericht. Voor het constant houden van de meetspanning zit er tussen de kruk en de generator een slipkoppeling. De slipkoppeling zorgt ervoor, dat bij te snel draaien van de kruk de generator een constant toerental blijft houden. Als de kruk te langzaam wordt gedraaid dan zullen we de vereiste meetspanning niet verkrijgen. De weerstandmeting is dan fout.

De kruk moet zo snel worden gedraaid, dat de slipkoppeling net in werking is.

Werking

Sluit de meetsnoeren op de installatie aan.

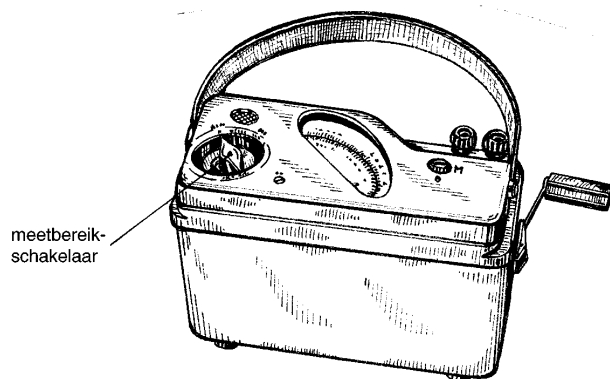
Draai de inductor met constante snelheid en lees de isolatieweerstand af op de schaal (afbeelding 4). Deze schaal is geijkt in mega-ohms ($M\Omega$).



afb. 4

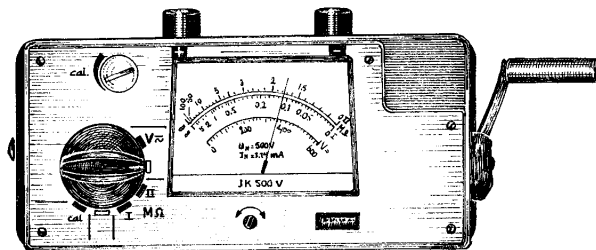
Op de meter zit meestal een meetbereikschakelaar.

Afhankelijk van de stand van deze schakelaar wordt de afgelezen waarde vermenigvuldigd met 1, 10 of 100 (afbeelding 5).



afb. 5

Met sommige isolatieweerstandmeters kan ook spanning worden gemeten (afbeelding 6). De meetbereikschakelaar moet daarvoor op de stand V (volt) worden geschakeld.

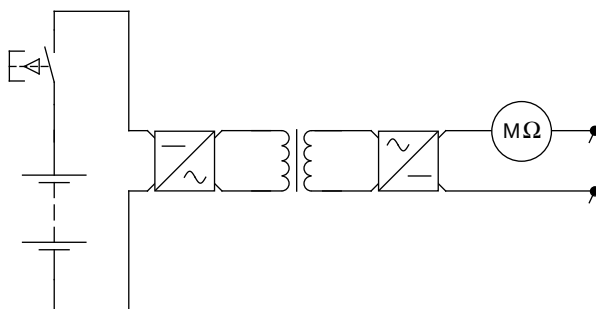


afb. 6

Isolatieweerstandmeter met batterijvoeding

De voeding van het instrument is een verwisselbare batterij. De gelijkspanning wordt door een elektronische schakeling omgezet in een wisselspanning.

De wisselspanning wordt opgetransformeerd en daarna weer gelijkgericht. Op deze manier kunnen we van een lage gelijkspanning een hoge gelijkspanning maken. In afbeelding 7 is schematisch een inductor met batterijvoeding weergegeven.

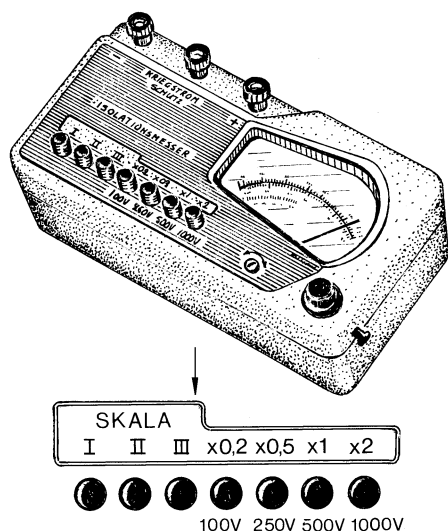


afb. 7

Met de drukknoppen (afbeelding 8) kunnen we een andere aftakking van de transformator kiezen. Hierdoor wordt de meetspanning gewijzigd.

De toegepaste meetspanningen zijn 100 V, 250 V, 500 V en 1000 V.

De meetspanningen van 100 V en 250 V worden toegepast bij het meten van isolatieweerstand van installaties, die niet vallen onder de norm NEN 1010 (bijvoorbeeld telecommunicatie-installaties).



afb. 8

De meter kan meerdere meetschalen hebben. Door middel van drukknoppen kan dan de juiste schaal worden gekozen.

Metten in de praktijk

Huisinstallatie

Voor het meten van de isolatie weerstand van een huisinstallatie:

- moet de installatie altijd spanningsloos zijn
- moet de installatie op een bepaalde manier voorbereid zijn.

Spanningsloos

Zorg ervoor dat op de installatie geen spanning staat tijdens het meten van de isolatie weerstand.

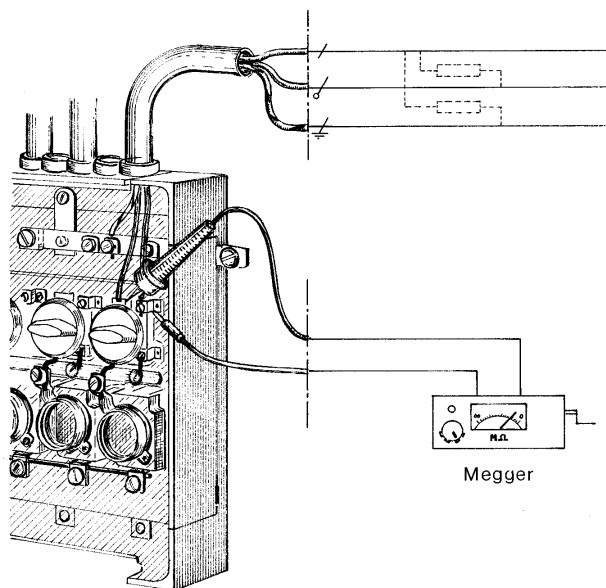
Om er zeker van te zijn dat een huisinstallatie spanningsloos is moeten we de groepsschakelaars uitschakelen.

Vorbereiding

De installatie moet op de volgende wijze zijn voorbereid:

- alle contactstoppen uit de wandcontactdozen trekken
- de verbinding losmaken van alle vast aangesloten verbruikstoestellen zoals scheltransformatoren, neonsignaallampen en dergelijke
- alle gloeilampen losdraaien en alle TL-lampen uit de houders nemen.

Pas dan kan de isolatie weerstand tussen fase en nul (afbeelding 9), tussen fase en aarde en tussen nul en aarde worden gemeten.



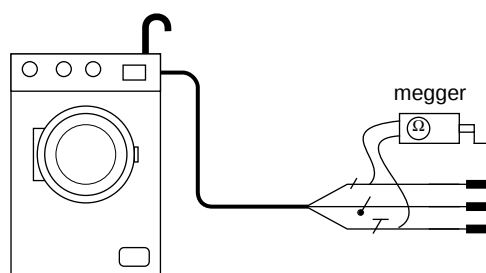
afb. 9

Verbruikstoestellen

Isolatie weerstand van een verbruikstoestel

De isolatie weerstand van een verbruikstoestel wordt gemeten tussen die delen die normaal spanning voeren en het gestel.

We zorgen ervoor dat we alle toestelschakelaars inschakelen.

wasautomaat
schakelaar 'in'

afb. 10

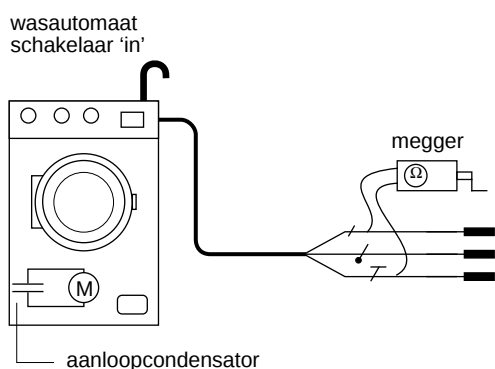
Verbruikstoestel met condensatoren

Als er in het verbruikstoestel condensatoren zitten (bijvoorbeeld bij sterkstroominstallaties voor het ontstoren), dan kan de meter een onstabiele aanwijzing geven. Dit komt door de laad- en ontladstromen van de condensatoren.

Defecte condensatoren kunnen ook een slechte isolatiewaarde laten zien of zelfs een volledige sluiting.

We maken daarom de condensatoren los, voordat we gaan meten. Wees voorzichtig met eventueel nog aanwezige lading.

Vergeet niet de condensatoren direct na de meting weer aan te sluiten.



afb. 11

NEN 1010 rubriek 510

Op grond van de NEN 1010 rubriek 510 is voor het meten van de isolati weerstand van laagspanningsinstallaties een gelijkspanning voorgeschreven die minstens even groot is als de nominale spanning van de installatie. Het meten met wisselspanning zou geen juiste aanwijzing geven in verband met de capaciteiten tussen de geleiders. Eveneens volgens de NEN 1010 rubriek 510 moet de isolati weerstand in ohms ten minste het duizendvoud van de netspanning bedragen. Dat wil zeggen bij een lichtinstallatie die is aangesloten op een netspanning van 220 V moet de weerstand per groep minimaal bedragen: $220 \times 1000 = 220.000 \Omega = 0,22 \text{ M}\Omega$.

Vragen

Naam:

1. Noem twee soorten isolatie weerstand meters?

.....

2. Met welke spanning moet de isolatie weerstand van een laagspanningsinstallatie volgens de NEN 1010 gemeten worden?

.....

3. Welke waarde moet de isolatie weerstand in ohms (volgens de NEN 1010) ten minste bedragen?

.....

4. Waar letten we op bij het meten van de isolatie weerstand van een verbruikstoestel?

.....

5. We meten de isolatie weerstand van een verbruikstoestel dat met condensatoren is uitgevoerd. Wat kan de isolatiewaarde aangeven en hoe voorkomen we dit?

.....

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

Machines algemeen

Inleiding

Elektrische machines zijn onmisbaar in de tegenwoordige maatschappij. We gebruiken ze dagelijks.

We maken onderscheid tussen:

- generatoren, die mechanische energie omzetten in elektrische energie en
- motoren, die elektrische energie omzetten in mechanische energie (beweging).

We vinden grote generatoren in de elektriciteitscentrales. Ook worden er generatoren gebruikt in noodstroomvoorzieningen en in het klein als dynamo op een fiets. Motoren worden veel gebruikt als krachtbron. Ze zitten in allerlei verplaatsbare toestellen, zoals boormachines, wascombinaties, soms in scheerapparaten. Ook zitten ze in veel vast opgestelde machines, zoals draaibanken, pompen in een gemaal en dergelijke. Hier zullen we ons vooral bezighouden met de technische kant van de machines.

Generatoren

Generatoren leveren ons elektrische energie.

Generatoren worden in Nederland meestal aangedreven door stoomturbines of dieselmotoren. In een centrale staan turbines en generatoren. Aan elke turbine staat een generator gekoppeld. Zo'n combinatie vormt een eenheid op zichzelf.

In ons werk krijgen we niet zo veel te maken met generatoren. Daarom gaan we er hier niet verder op in.

Motoren

Veel belangrijker voor ons werk in de elektrotechniek zijn elektromotoren. Er zijn nogal wat typen en uitvoeringen elektromotoren. De eerste vraag die we ons kunnen stellen is: wat is eigenlijk een elektromotor?

Een elektromotor is een werktuig dat elektrische energie omzet in mechanische energie.

Die mechanische energie komt te voorschijn via een draaiende as. De mechanische energie komt dus vrij als een draaiende beweging. In de techniek kunnen we die draaiende beweging gemakkelijk overbrengen door middel van aandrijvingen.

Voeding

In de elektrotechniek kennen we drie stroomsystemen. Dat zijn gelijkstroom, wisselstroom en draaistroom. Alle drie de systemen worden gebruikt als voeding om elektrische energie te leveren. Voor elk voedingssysteem zijn er aparte elektromotoren. Dus kunnen we elektromotoren verdelen in drie hoofdgroepen, namelijk:

1. gelijkstroommotoren
2. wisselstroommotoren
3. draaistroommotoren.

Elk van deze drie groepen heeft zijn voor- en nadelen. Ze worden daarom naast elkaar gebruikt, afhankelijk van de toepassing.

Voor- en nadelen

	Gelijkstroom	Wisselstroom	Draaistroom
Voordeel	Goede toerenregeling Sterk aanloopkoppel	Eenvoudige constructie Geschikt voor huisinstallaties	Eenvoudige constructie Bedrijfszeker Goedkoop in onderhoud
Nadeel	Duur in onderhoud	Hoge aanloopstroom bij laag aanloopkoppel	Matige toerenregeling
Toepassing	Walswerktuigen Tractie Papierfabrieken	Huishoudelijke toestellen Handgereedschap Klokken Kantoormachines	Fabrieksinstallaties Verspanende machines

Voor draaistroommotoren is een goede toerenregeling mogelijk met een zogenaamde frequentie-omvormer. Dat is een elektronisch apparaat, dat de netfrequentie omzet in een andere frequentie.

Sommige nadelen kunnen we min of meer opheffen door speciale machines te gebruiken, of met speciale voorzieningen in de installatie. Meestal wordt een installatie hierdoor veel ingewikkelder, waardoor we weer andere nadelen krijgen.

We hebben net onderscheid gemaakt tussen drie hoofdgroepen elektromotoren. Binnen elke hoofdgroep kunnen we ook weer een verdeling maken.

Gelijkstroombmotoren kunnen we verdelen in:

- seriemotoren
- shuntmotoren
- compoundmotoren.

Wisselstroombmotoren kunnen we verdelen in:

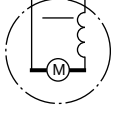
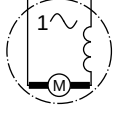
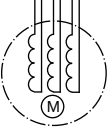
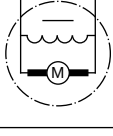
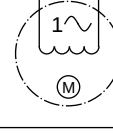
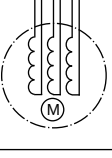
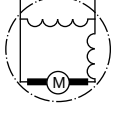
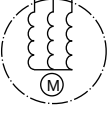
- wisselstroom-commutatormotoren
- kortsluitankermotoren
- synchroonmotoren.

Draaistroommotoren kunnen we verdelen in:

- kortsluitankermotoren
- speciale kortsluitankermotoren
- sleep-ringankermotoren.

Overzicht

In het overzicht van afbeelding 1 is die verdeling uitgewerkt.

1 ^e groep		2 ^e groep		3 ^e groep	
gelijkstroom —		wisselstroom ~		draaistroom 3~	
serie		wisselstroom commutator		kortsluitanker KA	
					
shunt		kortsluitanker KA		speciaalkort- sluitanker SKA	
					
compound		synchroon		sleepringanker SA	
					
enkellijnig	meerlijnig	enkellijnig	meerlijnig	enkellijnig	meerlijnig

afb. 1

Wisselstroom of gelijkstroom

De gelijkstroomseriemotor en de wisselstroomcommutatormotor zijn bijna gelijk aan elkaar.

Bij de wisselstroom-commutatormotoren is alleen extra aandacht besteed aan het tegengaan van zogenaamde wervelstromen. Wervelstromen ontstaan alleen bij wisselstroom. Ze kunnen grote schade aan de motor veroorzaken.

Een universeelmotor is een commutatormotor die geschikt is voor gelijk- en wisselspanning. Zulke motoren zitten bijvoorbeeld in de meeste elektrische handboormachines. (Als er een elektronische toerenregeling in zit, werkt die alleen op wisselstroom.)

Uitvoering

Elektromotoren worden soms ook verdeeld naar de uitvoering. Dit is minder goed. Dan zou de ruimte waar de motor in wordt geplaatst bepalend zijn voor de uitvoering en niet de voeding.

Bijvoorbeeld in ruimtes met explosiegevaar moeten — (gelijkstroom-), $\sim$ (wisselstroom-) of $3\sim$ (draai-stroom-) motoren alle drie ontploffingsvast zijn.

Vragen

Naam:

1. In welke onderverdeling onderscheiden we elektrische machines?

.....

2. Welke drie stroomsystemen kennen we in de elektrotechniek?

.....

3. Wat zijn de voor- en nadelen van:

- gelijkstroombmotoren
- wisselstroombmotoren
- draaistroombmotoren?

.....

4. Maak een onderverdeling in de groep wisselstroombmotoren.

.....

5. Maak een onderverdeling in de groep draaistroombmotoren.

.....

6. Wat is een universeelmotor?

.....

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

Aansluiten van motoren

Inleiding

In deze taak zullen we ingaan op het aansluiten van elektromotoren.

De eerste vraag die we ons kunnen stellen is: wat is een elektromotor?

Het antwoord hierop is: Een elektromotor is een werktuig dat elektrische energie omzet in mechanische energie.

In de praktijk kennen we drie stroomsystemen voor het leveren van elektrische energie. Deze zijn: gelijkstroom, wisselstroom en draaistroom.

Elektromotoren kunnen we daarom indelen in de volgende drie hoofdgroepen:

- wisselstroommotoren (één fase)
- draaistroommotoren (drie fasen)
- gelijkstroommotoren.

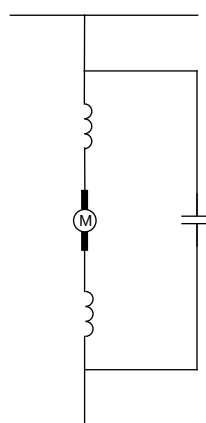
Wisselstroommotoren

Er is een aparte groep wisselstroommotoren die geschikt is voor zowel gelijk- als wisselstroom. Deze motoren noemen we universeelmotoren.

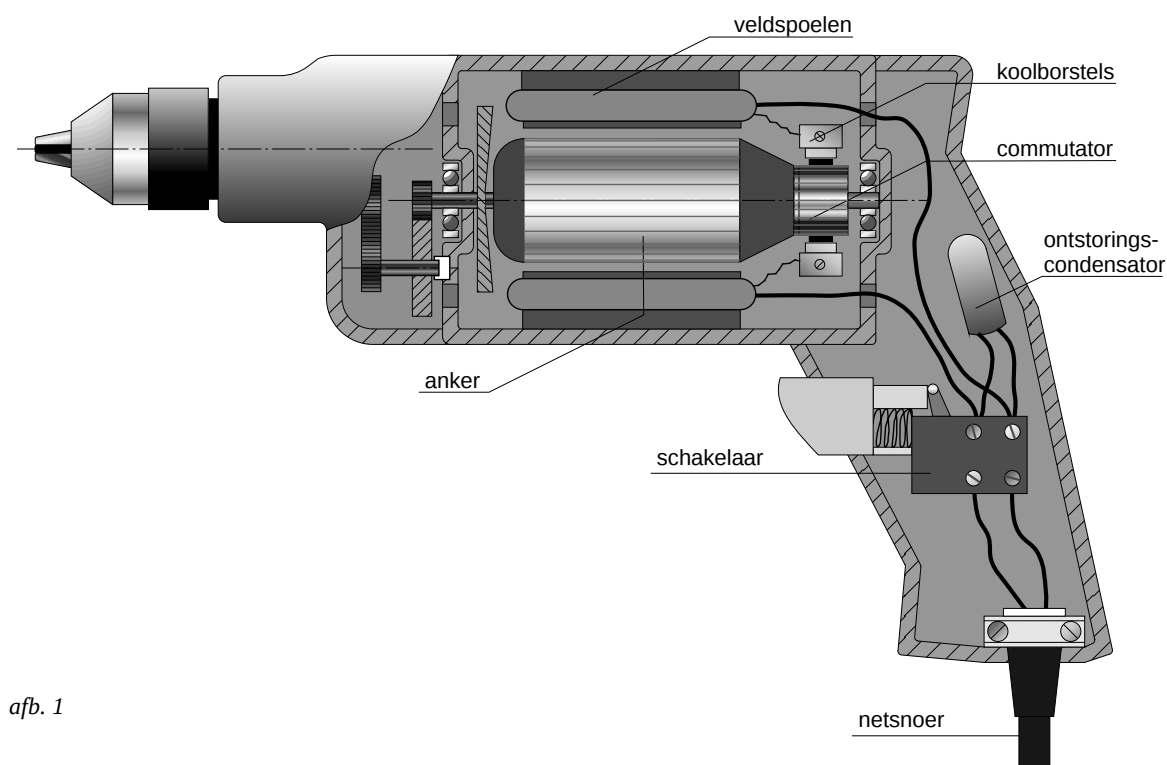
De universeelmotor is een zogenaamde serie commutator motor.

Zulke commutatormotoren met klein vermogen (tot ongeveer 1000 watt) worden toegepast in stofzuigers, hand-boormachines, haardrogers, scheerapparaten en ander elektrisch gereedschap (afbeelding 1).

Bij deze kleine commutatormotoren is de veldwikkeling uitgevoerd als zogenaamd gedeelde wikkeling. Dat wil zeggen dat het anker tussen de beide magneetspoelen is geschakeld (afbeelding 2). In verband met mogelijke vonkvorming aan de commutator zijn de motoren van huishoudelijke apparaten voorzien van ontstoring condensatoren. Dit wordt gedaan om het storen van radio- en televisieontvangst tegen te gaan.



afb. 2



afb. 1

Het toerental van de commutatormotor neemt af bij toenemende belasting en neemt toe bij afnemende belasting. De draairichting kan worden omgekeerd door de verbindingen aan de borstels te verwisselen.



afb. 3 Wisselstroom commutator motor

Eénfase-kortsluitankermotor

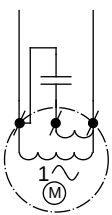
De zelfaanlopende éénfase-motor heeft, behalve de hoofdwikkeling, ook nog een zogenaamde hulp- of aanloopwikkeling.

Hoofd- en hulpwikkeling (met dezelfde draaddoorsnede) worden parallel geschakeld en uit het net gevoed.

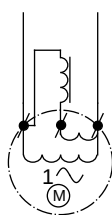
In de schakeling wordt, in serie met de hulpwikkeling, een condensator (afbeelding 4) of een smoorspoel (afbeelding 5) opgenomen. Daardoor zal er faseverschuiving ontstaan.

Door deze 'faseverschuiving' ontstaat in de stator een draaiend magneetveld. Daardoor loopt de motor aan als een normale draaistroomkortsluitankermotor.

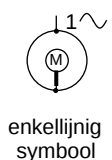
Het symbool van de kortsluitankermotor voor wisselstroom zien we in afbeelding 6.



afb. 4



afb. 5



afb. 6

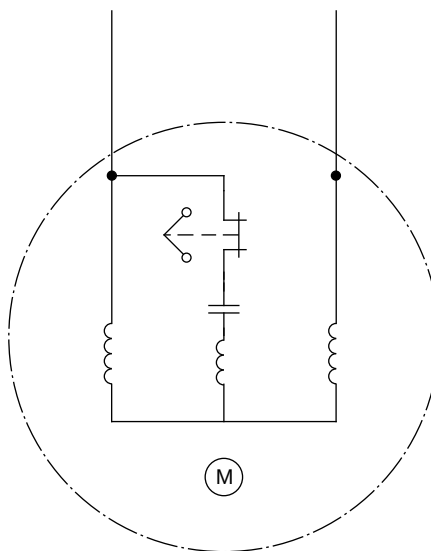
Centrifugaalschakelaar

Er is nog een methode om faseverschuiving tussen de hoofd- en hulpwikkeling te krijgen. Daarbij wordt de hulpwikkeling gewikkeld van dunner draad dan de hoofdwikkeling.

De hulpwikkeling (met hoge inductieve weerstand) werkt daarbij tevens als smoorspoel. Bij deze schakeling moet de hulpwikkeling direct na het aanlopen worden uitgeschakeld. Dit om te voorkomen dat de hulpwikkeling verbrandt.

Het uitschakelen van de hulpwikkeling gebeurt meestal via een centrifugaalschakelaar op de rotoras.

Zodra de rotor voldoende snelheid draait schakelt deze schakelaar de hulpwikkeling af van het net (afbeelding 7).



afb. 7

Toepassingen éénfase-kortsluitankermotor

De éénfasekortsluitankermotor met uit het net gevoede hulpwikkeling wordt vooral gebruikt voor het aandrijven van kleine werktuigen en toestellen. Bijvoorbeeld wasmachines, centrifuges, ventilatoren, koelmachines en dergelijke

Draairichting

De draairichting kan worden veranderd door de stroomrichting in de hoofd- of in de hulpwikkeling om te keren.

Draaistroommotor

Draaistroommotoren zijn te verdelen in twee hoofdgroepen. De synchrone- en asynchrone draaistroommotoren. Synchron wil zeggen dat het toerental van de motor gelijk loopt met de netfrequentie.

Asynchroon betekent niet synchroon. Van deze motoren loopt het toerental niet gelijk met de netfrequentie. Asynchrone motoren vertonen een zekere 'slip' ten opzichte van de netfrequentie.

Toepassingen

Synchrone draaistroommotoren worden alleen gebruikt als een groot vermogen nodig is. Zij worden alleen nog gebruikt voor speciale doeleinden.

Het meest toegepast worden de asynchrone draaistroommotoren. Asynchrone draaistroommotoren zijn eenvoudiger van constructie, vooral in de uitvoering met een kortsluitanker.

In deze taak bespreken we alleen de asynchrone kortsluitankermotor.

Kortsluitanker

Kortsluitanker wil zeggen, dat de wikkelingen in het anker zijn kortgesloten.

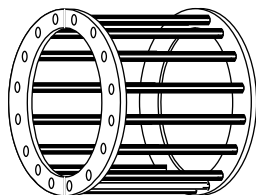
Er zijn twee uitvoeringen van kortsluitankers, een kooi-anker en een sleepringanker.

Kooianker

Bij een kooianker zijn de ankerwikkelingen uitgevoerd als massieve staven van koper of aluminium. Deze staven steken buiten het blikpakket van het anker uit. Aan beide kanten zijn de einden van deze staven met elkaar verbonden door een kortsluitring. Ze vormen zo een kooi (afbeelding 8), vandaar de naam kooiankermotor.

Draaiveld

De statorwikkeling van een asynchrone motor is uitgevoerd als driefasenwikkeling. Deze wikkeling is verdeeld over de hele omtrek van de stator en wordt aangesloten op een driefasen wisselstroomnet.



afb. 8 KA motor Kortsluitanker met enkele kooi

De aanloopstroom van een kortsluitankermotor is 4 à 7 maal de nominale stroom. In verhouding tot de grote aanloopstroom is het aanloopkoppel klein.

De kortsluitankermotor met enkele kooi kan daarom alleen onbelast, of met geringe belasting aanlopen.

Daardoor komen KA motoren alleen voor in kleinere vermogens (tot 2,2 kW).

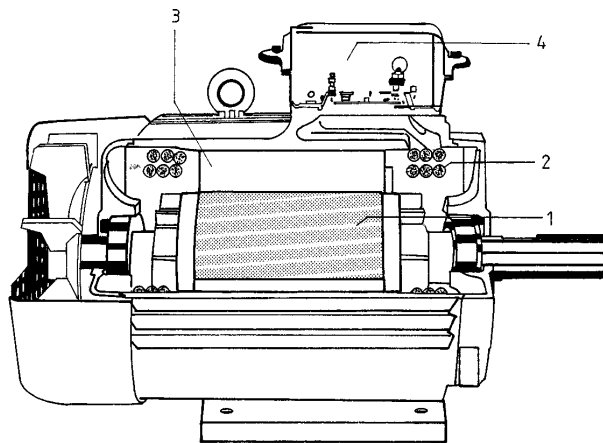
Kenmerkende eigenschappen van de kooiankermotor zijn:

- groot aantal toepassingsmogelijkheden
- eenvoudige constructie
- kleine afmetingen
- gemakkelijke bediening
- grote bedrijfszekerheid.

SKA motor

Een verbeterde uitvoering van de KA motor is de SKA motor.

SKA staat voor Speciaal kortsluitankermotor (afbeelding 9). De SKA motor heeft een dubbele kooiconstructie. Door deze kooiconstructie is de aanloopstroom van de SKA motor kleiner (2 à 4 maal de nominale stroom), dan bij de KA motor, terwijl het aanloopkoppel groter is.



afb. 9

Toerental

Het toerental van een draaistroommotor is afhankelijk van het aantal poolparen dat in de stator is gewikkeld en van de frequentie van de stroom.

In het algemeen is het aantal omwentelingen van het draaiveld te berekenen met de formule:

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

daarin is:

n = toerental van het draaiveld

f = frequentie

p = het aantal poolparen.

Voorbeeld

Bij een frequentie van 50 Hz en 4 polen krijgen we een toerental van het draaiveld van:

$$\frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ omwentelingen per minuut}$$

Slip

In werkelijkheid zal het anker iets minder omwentelingen maken dan het draaiveld. Het anker draait dus iets langzamer dan het draaiveld. Dat achterblijven van het anker bij het draaiveld noemen we slip. Normaal is de slip ongeveer 4% van het toerental. (Deze slip is nodig om de motor te laten werken en is dus geen constructieprobleem.)

Het werkelijke toerental van de motor uit ons voorbeeld wordt dan ongeveer

$$1500 - 60 = 1440 \text{ omw/min.}$$

Het toerental (in omwentelingen per minuut) min de slip kunnen we aflezen op het motorkenplaatje. (afbeelding 10).

ELIN	Type - KM 611 MO4	
3	nr 15112739	/IP5
	4,6	60 Hz
$\triangle$ 380 - 420 V	$\triangle$ 440 - 460 V	
Y 660 V	Y	
9,3 / 5,4 A		A
1420 omw/min	1700	

afb. 10a

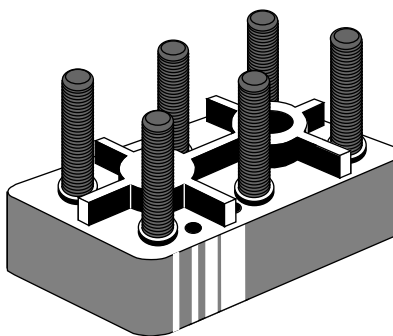
ELIN	Type -	
	nr	
220 / 380 V	5,6 / 3,2 A	
1440 1/min	60 Hz	
VDE 0530	OVE-M10/	
4 322 295		

afb. 10b

Motoraansluitbordje

KA/SKA motoren worden aangesloten via een zgn motoraansluitbordje (afbeelding 11).

De statorwikkelingen zijn verbonden met het motoraansluitbordje. Daar worden de aansluitdraden op aangesloten. Eventuele ster of driehoek verbindingen worden gemaakt door middel van messing doorverbindingsstripjes (afbeelding 12).



afb. 11



afb. 12

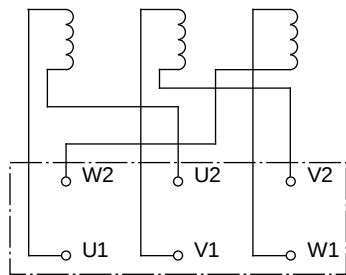
Aansluiten van kortsluitankermotoren

In afbeelding 13 zien we hoe de statorwikkelingen inwendig zijn verbonden met de klemmen van het motoraansluitblokje.

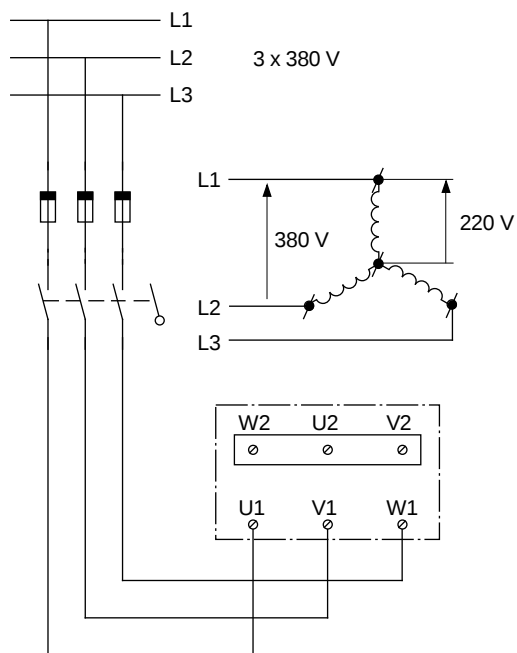
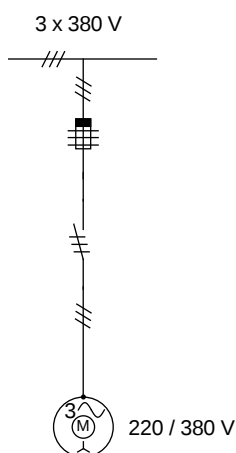
De spoelen worden aan het begin en aan het eind gemerkt met U1 - U2, V1 - V2, W1 - W2.

In afbeelding 14 zien we welke verbindingen moeten worden gemaakt op het klemmenbordje om de motor in ster aan te sluiten.

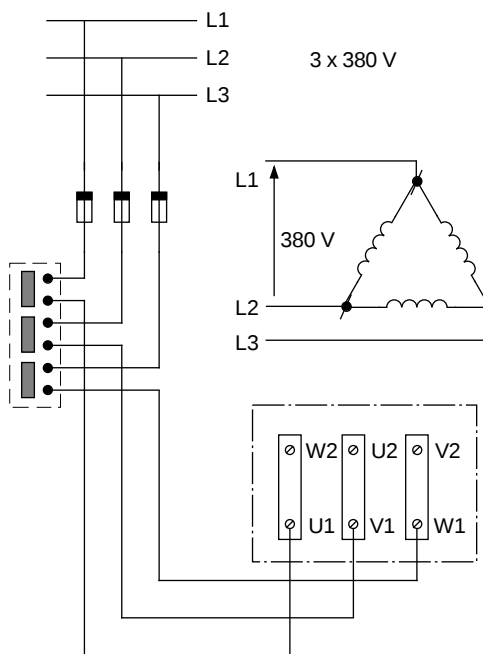
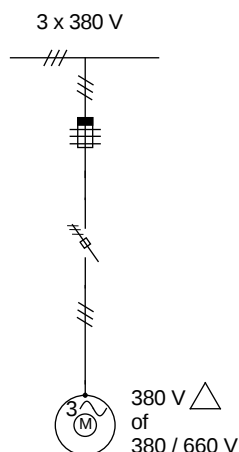
Datzelfde zien we in afbeelding 15 voor een driehoekschakeling.



afb. 13



afb. 14



afb. 15

Of we een ster- of de driehoekschakeling moeten maken hangt af van de netspanning en van de spanning waarvoor de statorspoelen zijn berekend.

De aanduiding 220/380 V betekent bijvoorbeeld dat elke spoel geschikt is voor 220 V. Zo'n motor is dan geschikt voor 3 x 220 V in driehoekschakeling, of 3 x 380 V in ster schakeling.

Op die manier krijgt elke spoel een spanning van 220 V.

Is de netspanning dus 380 V (bijv. een draaistroomnet 380/220 V), dan moet bedoelde motor in ster worden aangesloten. (380/220 betekent: 380 volt tussen de opeenvolgende fasen en 220 V tussen elke fase en de nulleider.)

Maar staat er op het motorplaatje 380 V aangegeven, dan moeten de statorwikkelingen in driehoek worden geschakeld.

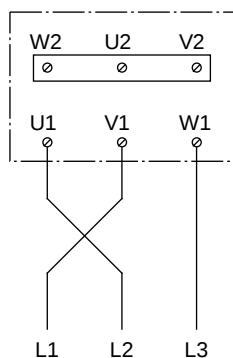
Inschakelen

KA- en SKA-motoren worden ingeschakeld met een driepolige schakelaar. Afhankelijk van de plaats waar hij wordt opgesteld moet dat een plaatstalen kast of kunststof kast zijn.

De in het schema van afbeelding 15 toegepaste driepolige schakelaar is een walsschakelaar.

Omkeren draairichting

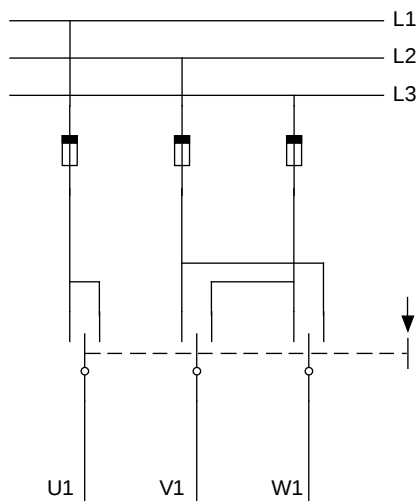
Het omkeren van de draairichting van een draai-stroommotor gebeurt door het verwisselen van de aansluiting van twee van de drie toevoerdraden op het motoraansluitblokje. Bijvoorbeeld door het verwisselen van de fase-draden L1 en L2 (afbeelding 16).



afb. 16

Soms merken we bij het in bedrijf stellen van een motor dat hij de verkeerde draairichting heeft. We hoeven dan alleen maar twee aansluitdraden te verwisselen om de draairichting om te keren.

Als de draairichting van een bepaalde motor regelmatig moet worden veranderd, gebruiken we daarvoor een driepolige omschakelaar. De schakeling van afbeelding 17 wordt daarvoor toegepast.



afb. 17

Sterdriehoekschakelaar

Bij een kortsluitankermotor is de aanloopstroom ongeveer 5 à 7 maal de nominale stroom.

Bij grote machines kan deze aanloopstroom een ontoelaatbare spanningsdaling veroorzaken in het voedende net. Daarom gelden er beperkingen voor het schakelen van motoren.

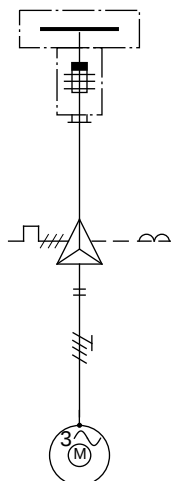
De meeste elektriciteitsbedrijven schrijven voor dat:

- KA-motoren tot 1,5 kW en SKA-motoren tot 2,2 kW mogen direct worden ingeschakeld (met een gewone driepolige schakelaar)
- KA-motoren van 1,5 kW tot 2,2 kW en SKA-motoren van 2,2 kW tot 5,5 kW moeten worden ingeschakeld via een sterdriehoekschakelaar. (KA-motoren boven 2,2 kW worden maar weinig toegepast.)
- SKA-motoren boven 5,5 kW moeten worden ingeschakeld met een sterdriehoekcontroller.

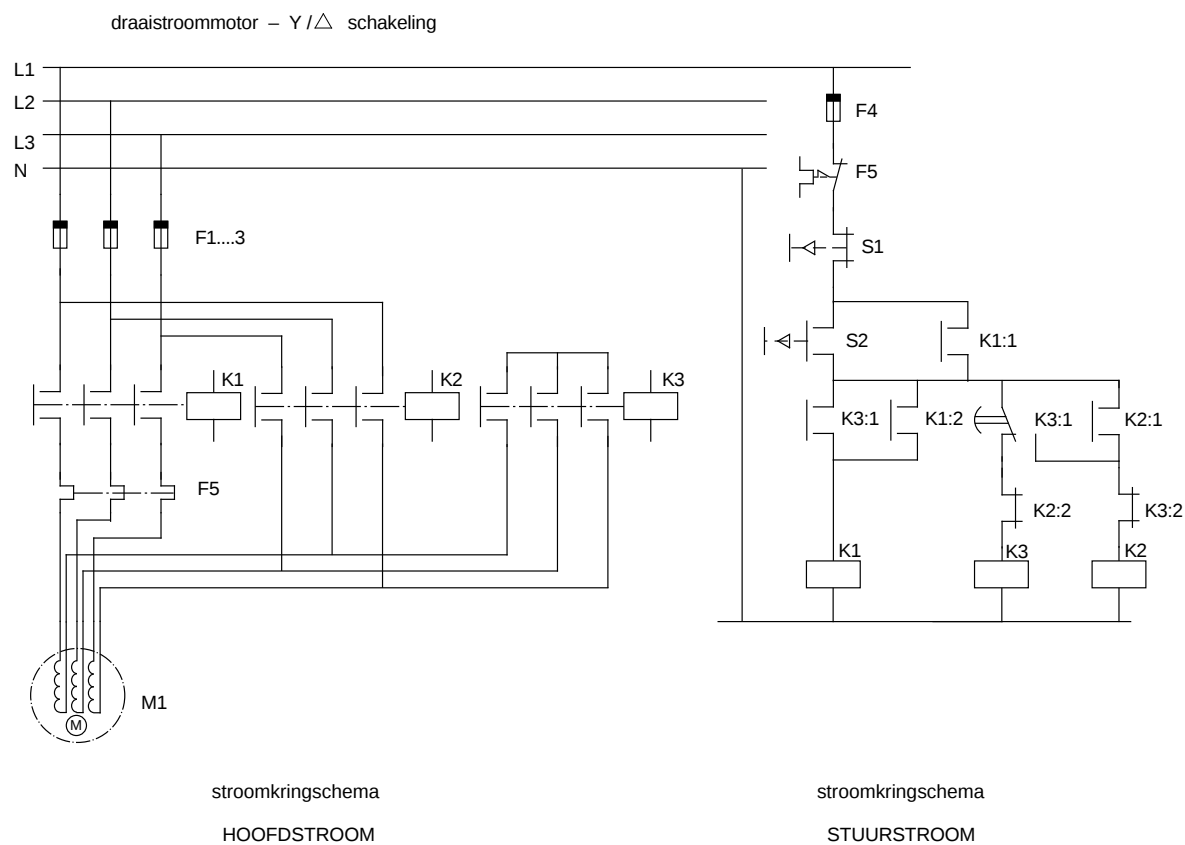
Aanlopen met ster/driehoek schakelaar

Als een KA of SKA-motor wordt aangesloten via een ster-driehoekschakelaar worden er meestal twee kabels gelegd van de ster/driehoek schakelaar naar het motoraansluitblokje (afbeelding 18). Er worden dan geen doorverbindingen gemaakt op het motoraansluitblokje. (De doorverbindingen worden gemaakt in de ster/driehoek schakelaar.)

In afbeelding 19 zien we een sterdriehoekschakeling.



afb. 18

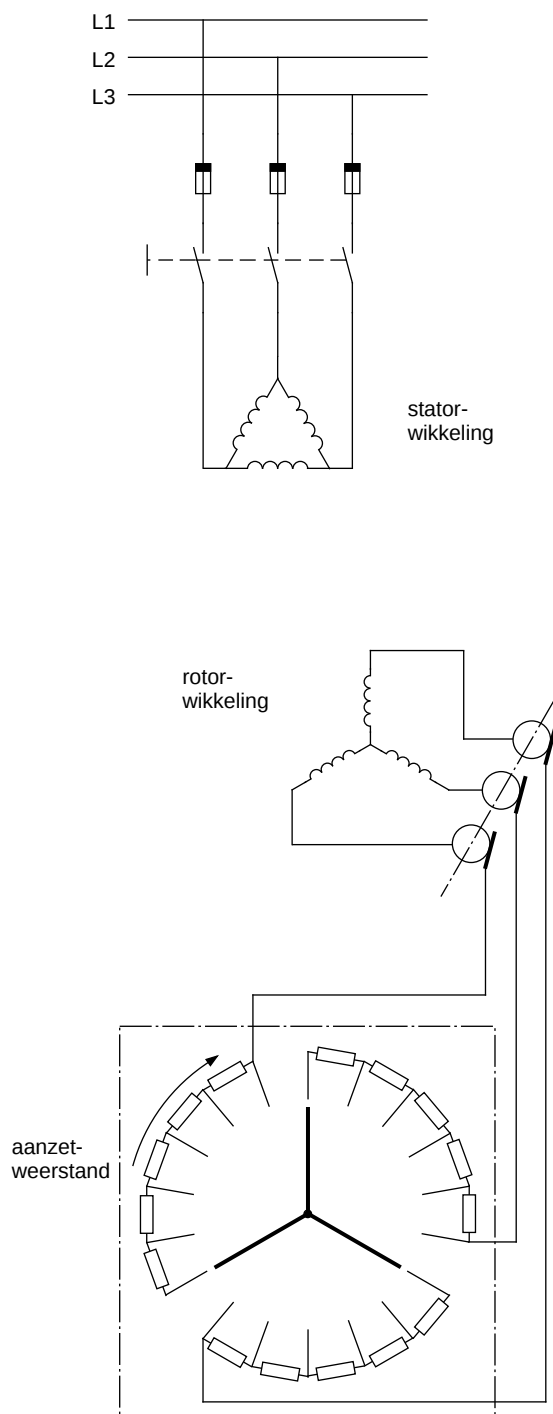


afb. 19

Sleepringankermotor

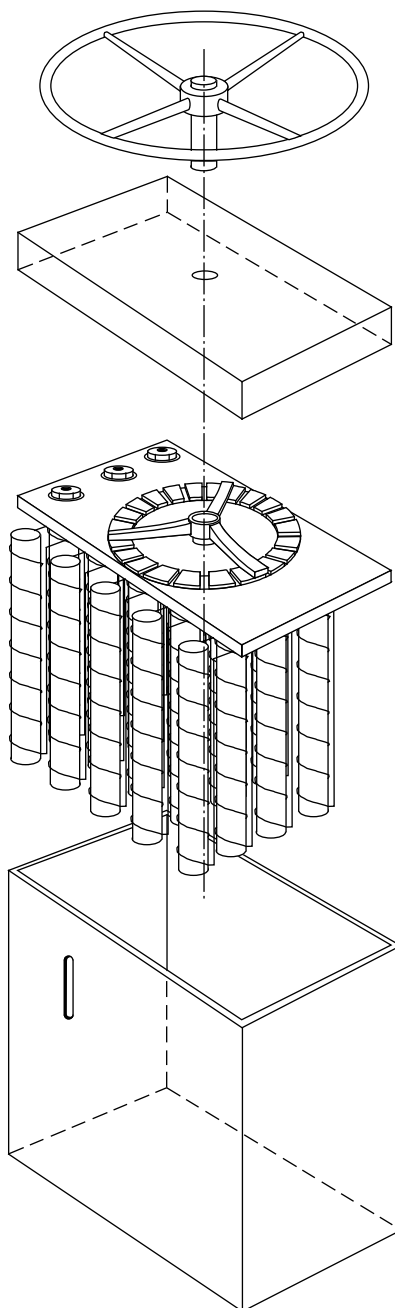
Bij een sleepringankermotor is de rotorkooi vervangen door drie spoelen. Die spoelen zijn in de bedrijfsstand (dus na het aanlopen) kortgesloten, net als de staven van een kooi in een kooi-ankermotor.

In het schema van afbeelding 20 zien we dat de rotorwikkelingen inwendig in ster zijn verbonden. Ook de weerstanden zijn in ster geschakeld.



afb. 20

Deze weerstanden zijn met een contactinrichting aangebracht in een plaatstalen bak (afbeelding 21). Deze bak is gevuld met olie. De olie voert de warmte van de weerstanden af en vermindert de slijtage van de contactinrichting. Het geheel noemen we rotoraanzetweerstand.

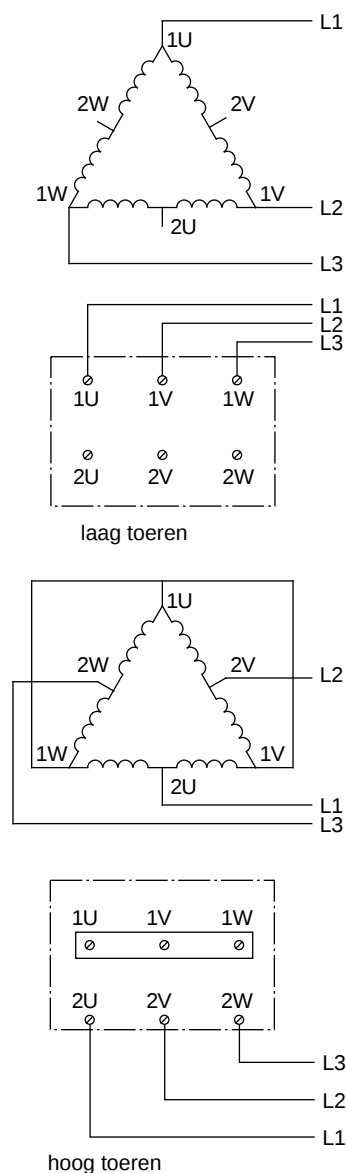


afb. 21

Poolomschakelbare motoren

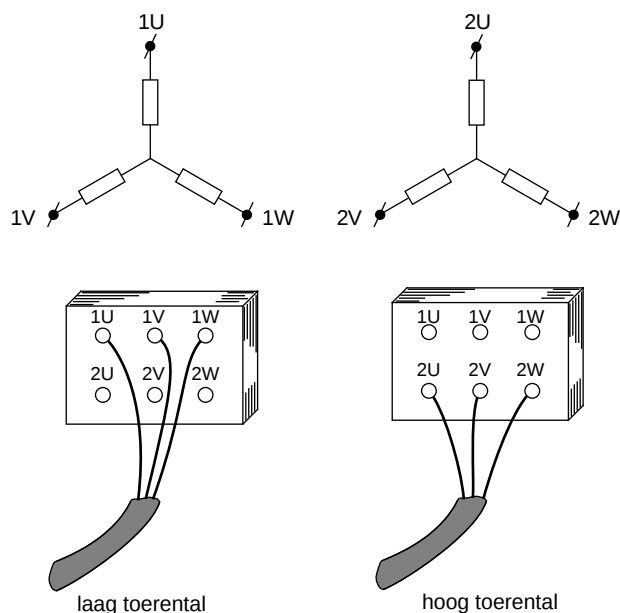
Het toerental van een KA-motor kunnen we onder andere wijzigen door het aantal poolparen te veranderen. Bij de Dahlander-motor gebeurt dit door de aansluitingen op het motoraansluitblok te veranderen.

De statorwikkeling moet dan worden uitgevoerd met zes aansluitingen, die onderling zijn doorverbonden (afbeelding 22).



afb. 22

Er zijn ook poolomschakelbare motoren met gescheiden wikkelingen. Er is dan een wikkeling voor laag toerental en een wikkeling voor hoog toerental. Beide wikkelingen zijn al in de motor in ster geschakeld (afbeelding 23).



afb. 23

De wikkeling voor laag toerental is verbonden met de aansluitklemmen 1U, 1V, en 1W.

De wikkeling voor hoog toerental is verbonden met de aansluitklemmen 2U, 2V en 2W (afbeelding 23).

Toepassing poolomschakelbare motoren

Poolomschakeling is een eenvoudige en goedkope methode om het toerental van een draaistroommotor te veranderen. Poolomschakelbare motoren worden veel toegepast in (kolom)boormachines, draaibanken, ventilatoren en dergelijke. Ook vinden we dit principe in sommige (oudere) wasautomaten. Het lage toerental dient dan voor het was-sen, het hogere voor het centrifugeren.

Gelijkstroombachines

Bij gelijkstroombachines maken we onderscheid tussen gelijkstroom generatoren en gelijkstroombmotoren. Afhankelijk van de schakeling van de wikkelingen kennen we serie-, shunt- of compoundgeneratoren, respectievelijk serie-, shunt- of compoundmotoren.

Er bestaat geen principieel verschil in uitvoering tussen een seriemotor en een seriegenerator, shuntmotor en een shuntgenerator, compoundmotor en een compoundgenerator. Dezelfde 'machine' kan dus worden gebruikt als 'motor' of als 'generator'.

Als motor wordt zo'n machine gevoed uit een gelijkstroomnet. En als generator wordt hij aangedreven door een verbrandings- of turbinemotor.

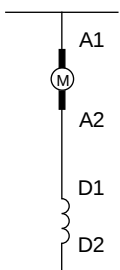
Schakeling van gelijkstroommachines

De schakeling van de veldwikkeling ten opzichte van de ankerwikkeling is bepalend voor de soort machine.

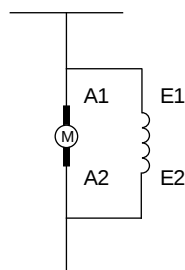
Staat de veldwikkeling in serie met de ankerwikkeling, dan spreken we van een *'seriemachine'* (afbeelding 24). De veldwikkeling is in serie met de ankerwikkeling geschakeld en bestaat uit weinig windingen van dik draad. De totale motorstroom loopt bij een seriemotor zowel door het anker als door de seriewikkeling. Daarom moeten deze veldwikkelingen van dik draad zijn en zijn er maar weinig windingen nodig om een sterk magnetisch veld op te wekken.

Zijn de veld- en ankerwikkeling parallel geschakeld dan hebben we een *'shuntmachine'* (afbeelding 25). De veldwikkeling is parallel geschakeld aan de ankerwikkeling en is gemaakt van veel windingen van dun draad. Door deze parallel geschakelde veldwikkeling gaat slechts een klein deel van de hoofdstroom. Maar door het grote aantal windingen krijgen we een even sterk veld als bij een seriemachine. (De sterkte van het magnetisch veld wordt bepaald door het aantal ampèrewindingen (AW).)

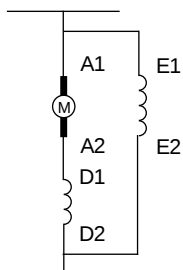
Ook zijn er machines met twee veldwikkelingen. Daarvan staat er één in serie met de ankerwikkeling, terwijl de andere parallel aan de ankerwikkeling wordt geschakeld (afbeelding 26). Zo'n machine noemen we een *'compoundmachine'*.



afb. 24



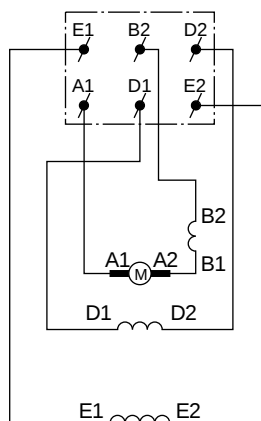
afb. 25



afb. 26

In gelijkstroommachines zitten behalve hoofdpolen ook hulppolen. Deze hulppolen dienen om vonkvorming te voorkomen.

De hulppoolwikkelingen bestaan uit zeer weinig windingen van dik draad en staan steeds in serie met de ankerwikkeling. Deze verbinding tussen de hulppool en de ankerwikkeling is meestal inwendig aangebracht, dus niet op het klemmenbordje (afbeelding 27).



afb. 27

Klemaanduidingen

De aanduidingen van de klemmen op het aansluitbordje van gelijkstroommachines zijn gebaseerd op de volgende principes:

- de wikkelingen worden aangegeven door hoofdletters uit het eerste deel van het alfabet.
- de wikkeleinden worden aangegeven door een getal achter de wikkelingletter.

De letteraanduidingen van de aansluitklemmen zijn genormaliseerd volgen NEN 2448 (1e druk, september 1979). Deze norm komt overeen met de publikatie 34-8 van de International Electrotechnical Commission (IEC). (afbeelding 28).

Wikkeling	Klemmen-aanduiding	
Ankerwikkeling	A1 - A2	A1 ○ — (M) — ○ A2
Hulppoolwikkeling	B1 - B2	B1 ○ — — — — — ○ B2
Compensatiewikkeling	C1 - C2	C1 ○ — — — — — ○ C2
Seriewikkeling	D1 - D2	D1 ○ — — — — — ○ D2
Shuntwikkeling	E1 - E2	E1 ○ — — — — — ○ E2
Afzonderlijk bekrachtigde veldwikkeling	F1 - F2	F1 ○ — — — — — ○ F2

afb. 28

In Nederland zijn de aansluitklemmen van de meeste machines nog gemerkt volgens het oude normblad N 1007 (VEMET-klemaanduidingen).

Op in het buitenland gefabriceerde machines komen andere klemaanduidingen voor.

Ter oriëntatie dient het overzicht van afbeelding 29.

Seriemotor

Wordt een motor zwaarder belast, dan zal het toerental afnemen. Daardoor wordt de opgenomen stroom groter. Bij afname van de belasting zal het toerental toenemen. De opgenomen stroom wordt dan kleiner.

Daarbij geldt: hoe kleiner de veldstroom, hoe hoger het toerental.

Bij een seriemotor is het toerental dus sterk afhankelijk van het veld.

Van een onbelast draaiende seriemotor zal het toerental daardoor veel te hoog kunnen oplopen.

De ankerwikkelingen kunnen uit de groeven worden geslingerd door de optredende centrifugaalkrachten. Ook kan de commutator worden vernield.

Om dat te voorkomen wordt een seriemotor altijd *direct* gekoppeld aan het aan het aan te drijven werktuig. (Eventueel via tandwielen.)

Seriemotoren worden toegepast bij transport en tractie, zoals kranen, elektrische trams en treinen.

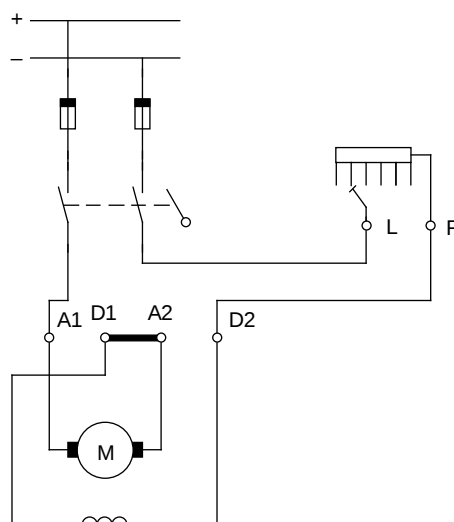
De grote aanloopstroom loopt zowel door de (serie) veldwikkeling als door de ankerwikkeling. Daardoor ontstaan krachtige magnetische velden en ondervinden de stroomvoerende geleiders van het anker flinke krachten. Dat geeft de seriemotor een groot aanloopkoppel.

Aanzetweerstand

In afbeelding 30 zien we een schema van een seriemotor met aanzetweerstand. Zo'n aanzetweerstand heeft in het algemeen een contactinrichting met vijf à zes stappen.

De hoofdstroom loopt ook door de aanzetweerstand. Door een aanzetweerstand kan de aanloopstroom (en daarmee het aanzetkoppel) worden begrensd.

Als de aanzetweerstand met een groter aantal contacten wordt uitgevoerd kan hij ook worden gebruikt voor het regelen van het toerental van de seriemotor.



afb. 30

	Nederlands (VEMET)	Duits	Frans	Engels	USA
Ankerwikkeling	B - b	A - B	A - AA	A - AA	A1 - A2
Hulpwikkeling	C - c	G - H	C - CC	H - HH	C1 - C2
Compensatiewikkeling	K - k	G - H	K - KK	H - HH	K1 - K2
Seriewikkeling	S - s	E - F	S - SS	Y - YY	S1 - S2
Shuntwikkeling	F - f	C - D	F - FF	Z - ZZ	F1 - F2
Afzonderlijk bekrachtigde wikkeling	E - e	I - K	-	X - XX	F1 - F2

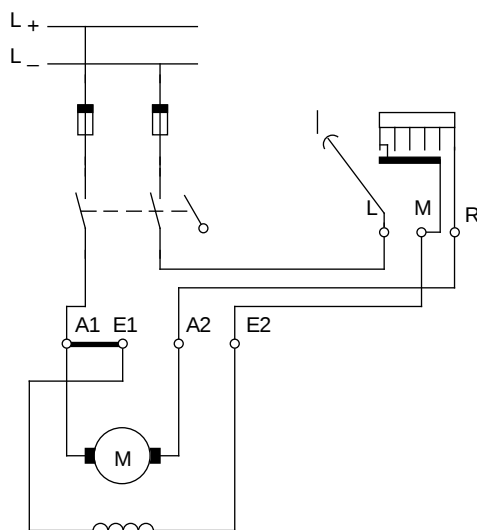
afb. 29

Shuntmotor

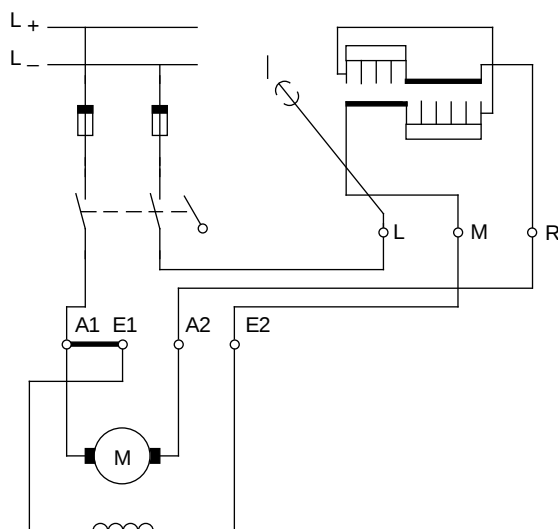
Voor de shuntmotor is zo'n schakeling wat uitgebreider. Om een groot aanloopkoppel te krijgen moet de shuntwikkeling zijn aangesloten op de volle (net)spanning. De aanzetweerstand mag alleen in de ankerketen zijn opgenomen (afbeelding 31).

Bij de shuntmotor is de stroom in de veldwikkeling constant. Daardoor is het magnetisch veld constant en zal het toerental bij wisselende belasting maar weinig veranderen (circa 5%).

Om het toerental van deze motor te kunnen regelen, moeten we de sterkte van het magnetisch veld regelen. Hiertoe wordt een regelweerstand in serie met de veldwikkeling opgenomen. Zie het schema van afbeelding 32.



afb. 31



afb. 32

Aanzet- en toerenregelweerstand zijn gewoonlijk gecombineerd in één apparaat. Ze zijn daarbij ten opzichte van elkaar vergrendeld. Vergrendeld wil hierbij zeggen, dat alleen toerenregeling mogelijk is als de aanzetweerstand is uitgeschakeld (dus kortgesloten). Verder kan de aanzetweerstand niet van de 'uit' naar de 'bedrijfs'-stand worden versteld als de toerenregelweerstand niet van de 'maximum' naar de 'minimum' stand is teruggeplaatst. De shuntmotor wordt toegepast voor het aandrijven van gereedschapswerktuigen, pompen en liften.

Compoundmotor

In een compoundmotor zijn de eigenschappen van serie- en shuntmotor gecombineerd.

Afhankelijk van het doel waarvoor een bepaalde compoundmotor zal worden gebruikt, moeten de eigenschappen van de serie- dan wel van de shuntmotor overheersen.

Bij een compoundmotor zijn er twee mogelijkheden:

- Het shunt- en serieveld ondersteunen elkaar. De motor is 'meegecompoundeerd'.

Bij een type met een sterk serieveld en zwak shuntveld wordt het toerental begrensd. Door het zwakke shuntveld wordt voorkomen dat de motor op hol slaat.

Bij een type met een sterk shuntveld en zwak serieveld ontstaat een motor met een elastisch karakter.

- Het shunt- en serieveld werken elkaar tegen. De motor is nu tegengecompoundeerd. Gebruikelijk is een sterk shuntveld met een zwak serieveld. Deze motoren hebben een vrijwel constant toerental.

Aansluiten

Een compoundmotor wordt aangesloten zoals aangegeven in afbeelding 33.

Bij deze afbeelding is ook het grondschematische gegeven.

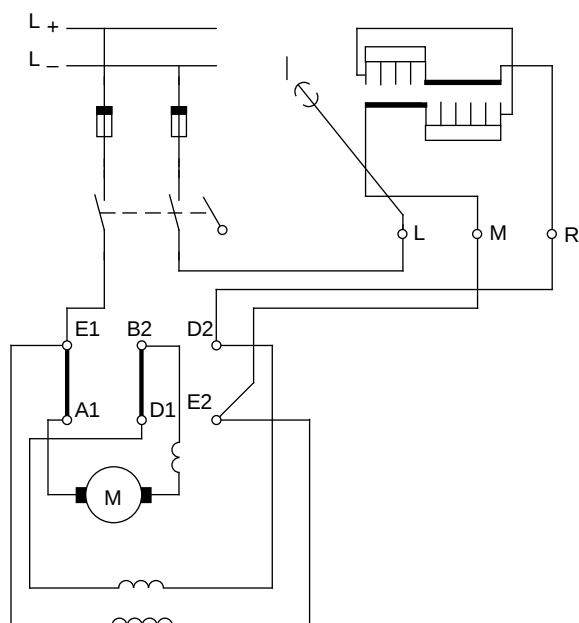
Veranderen van draairichting

Bij een gelijkstroommotor kunnen we op twee manieren de draairichting veranderen, namelijk:

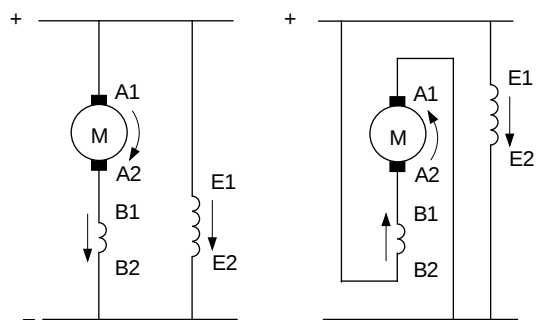
- door het omkeren van de richting van de stroom in de *anker*wikkeling
- door het omkeren van de richting van de stroom in de *veld*wikkeling.

Bij motoren met hulppolen worden de hulppoolwikkelingen tot de ankerstroomkring gerekend.

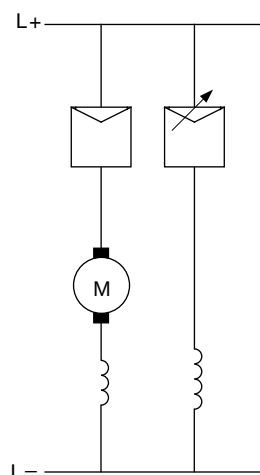
Willen we dus de stroomrichting in de ankerwikkeling omkeren, dan keren we ook de stroomrichting in de hulppoolwikkeling om (afbeelding 34).



afb. 33



afb. 34



Uitvoeringsvormen

We zien enkele uitvoeringsvormen van gelijkstroommotoren in afbeelding 35.

De codering IP, is de internationale codering voor de uitvoeringen van de bescherming.

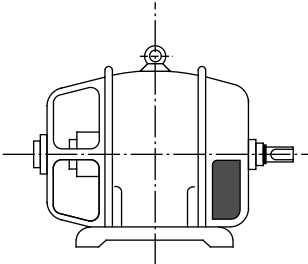
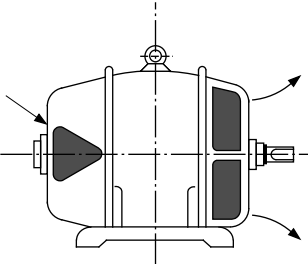
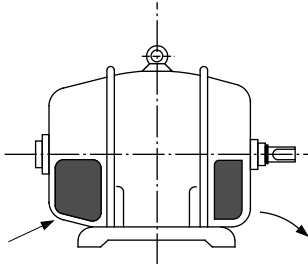
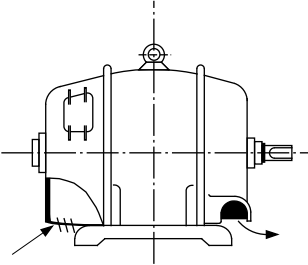
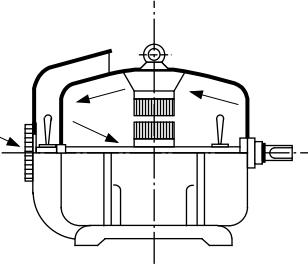
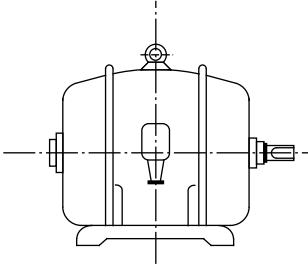
I staat voor Internationaal;

P staat voor protection (bescherming).

Het eerste kental geeft de beschermingsklasse aan tegen het binnendringen van vreemde voorwerpen en tegen aanraking.

Het tweede kental geeft de beschermingsklasse aan tegen het binnendringen van water.

Hoe hoger het kental, hoe beter de bescherming.

UITVOERINGSVORMEN		
 open IP 00	 beschermd IP 10	 druipwaterveilig en beschermd IP 22 of IP 23
 spatwaterdicht en beschermd IP 24	 gesloten IP 44	 dicht IP 54 of IP 55

afb. 35

Vragen

Naam:

1. Wat zijn de kenmerkende eigenschappen van een kooiankermotor?
.....
.....
.....
.....
2. Bij de voeding van een draaistroommotor staat er 380 volt tussen de fase. Op het kenplaatje van de elektromotor staat 220/380 V. Hoe sluiten we de motor aan, in ster of in driehoek?
.....
.....
.....
.....
3. Hoe draaien we de draairichting van een draaistroommotor om?
.....
.....
.....
.....
4. Waarvoor dient een ster-driehoekschakelaar?
.....
.....
.....
.....
5. Hoe veranderen we de draairichting bij een compoundelijkstroommotor?
.....
.....
.....
.....
6. Wat zijn de Nederlandse en de Duitse klem-aanduidingen van een ankerwikkeling, shuntwikkeling en een seriewikkeling volgens het oude normblad N 1007 !
.....
.....
.....
.....
7. Geef ook de klemaanduidingen volgens de NEN 2448.
.....
.....
.....
.....
8. Hoe moeten de statorwikkelingen bij een pool-omschakelbare motor zijn uitgevoerd?
.....
.....
.....
.....

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

Eénfase wisselstroommotoren

Inleiding

Als we de twee voedingsdraden op de aansluitklemmen van een gelijkstroommotor verwisselen, verandert de stroom van richting. Dat gebeurt zowel in de ankerwikkeling als in de veldwikkeling. Maar de draairichting van het anker verandert niet. De draairichting verandert wel als *alleen* in de ankerwikkeling *of* in de veldwikkeling de stroomrichting wordt omgekeerd.

Dus eigenlijk zou elke gelijkstroommotor met wisselstroom kunnen worden gevoed. Maar in de praktijk is alleen de seriemotor geschikt voor wisselstroom.

Voeden van gelijkstroommotoren met wisselstroom

Bij de *seriemotor* loopt dezelfde stroom door veld- en ankerwikkeling. Beide wikkelingen hebben weinig windingen van dik draad. Omdat de veldwikkeling en ankerwikkeling in serie staan is er geen faseverschuiving tussen veld- en ankerwikkeling. Daardoor levert de seriemotor op wisselstroom een hoog koppel.

Dat ligt anders bij een *shuntmotor*. De veldwikkeling van een shuntmotor heeft veel windingen van dun draad. De ankerwikkeling heeft weinig windingen van dik draad. Bij aansluiting van een shuntmotor op wisselstroom krijgen we daardoor een groot verschil in inductieve ‘weerstand’ tussen veld- en ankerwikkeling.

Daardoor ontstaat in de veldwikkeling een veel grotere verschuiving van de stroom ten opzichte van de spanning dan in de ankerwikkeling. Er is dus een grote faseverschuiving tussen de stroom in de veldwikkeling en die in de ankerwikkeling. Daardoor blijft er een veel te klein koppel over om de motor goed te laten draaien.

Universeelmotor

Een seriemotor die geschikt is voor zowel gelijk- als wisselstroom, noemen we een universeelmotor of serie commutatormotor. Zo’n universeelmotor heeft bijna dezelfde opbouw als een seriemotor voor alleen gelijkstroom. Toch is er een verschil.

Als we een universeelmotor aansluiten op wisselstroom, ontstaat er een wisselend magnetisch veld. Dat gebeurt niet alleen in de ankerwikkeling, maar ook in de veldwikkeling.

Daarom is het *hele* magneetgestel *gelamelleerd* uitgevoerd. Dus niet alleen het anker, zoals in een pure gelijkstroommotor. Gelamelleerd wil zeggen dat het magneetgestel is opgebouwd uit plaatjes ‘dynamoplaastaal’. Deze plaatjes zijn onderling geïsoleerd. Door het lamelleren wordt voorkomen dat in het magneetgestel grote wervelstromen ontstaan. Wervelstromen veroorzaken veel warmte die de isolatie van de windingen kan beschadigen. Ook wordt het rendement van de motor door wervelstromen lager.

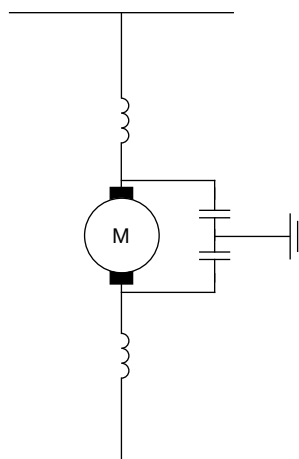
Toepassingen

De commutatormotor heeft ongeveer dezelfde goede eigenschappen als de gelijkstroom-seriemotor. Dat geldt in ieder geval voor het aanloopkoppel en de toerenregeling. Onder andere daarom wordt hij (zeker in het buitenland) toegepast als tractiemotor. Commutatormotoren met klein vermogen (tot 500 à 1000 W komen voor in stofzuigers, handboormachines, haardrogers, scheerapparaten en allerlei elektrisch gereedschap. Bij deze kleine commutatormotoren is de veldwikkeling uitgevoerd als gedeelde wikkeling. Dat wil zeggen, dat het anker tussen de beide magneetspoelen is geschakeld (afbeelding 1).

In verband met mogelijke vonkvorming aan de commutator zijn de motoren van huishoudelijke apparaten voorzien van ontstortingscondensatoren. Dit wordt gedaan om het storen van radio- en televisie-ontvangst tegen te gaan.

Net als bij de gelijkstroom-seriemotor neemt het toeren-tal van de commutatormotor af bij toenemende belasting. En bij afnemende belasting neemt het toeren-tal toe.

We kunnen de draairichting omkeren door de verbindingen aan de borstels te verwisselen.



afb. 1

Eénfase kortsluitankermotor

De kortsluitankermotor is een inductiemotor. Dat wil zeggen: het in de stator opgewekte magneetveld induceert een spanning in de geleiders van de rotor. Die geïnduceerde spanning veroorzaakt stromen in de geleiders van de rotor.

We krijgen alleen een aanloopkoppel als er een draaiveld in de stator is. Is er in de stator geen draaiveld, dan is er ook geen aanloopkoppel.

We onderscheiden twee typen motoren. Deze zijn:

1. 'Niet-zelfaanlopende' motoren.
2. 'Zelfaanlopende' motoren.

Bij de zelfaanlopende motoren maken we weer onderscheid tussen motoren:

- a. met 'uit het net gevoede hulpwikkeling'
- b. met 'niet uit het net gevoede hulpwikkeling'.

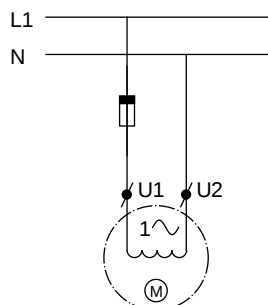
We zullen deze soorten motoren kort bespreken:

1. Niet-zelfaanlopende motoren

De niet-zelfaanlopende éénfasemotor met kortsluitanker heeft maar één statorwikkeling (afbeelding 2). Een éénfasewisselstroom veroorzaakt in de stator een wisselend magnetisch veld. Dat veld is geen 'draaiveld' maar een veld dat alleen van richting wisselt, volgens de frequentie van de wisselspanning.

Er is dus geen draaiveld en dus is er ook geen aanloopkoppel. Daarom moet dit type motor met de hand op gang worden gebracht. We kunnen de motor in beide richtingen op gang brengen. Afhankelijk van de 'start' richting zal de motor rechtsom of linksom draaien.

Het met de hand op gang brengen is vaak lastig en niet ongevaarlijk. Daarom worden deze motoren niet veel meer toegepast.



afb. 2

2a. Zelfaanlopende motoren, met uit het net gevoede hulpwikkeling

De zelfaanlopende éénfasemotor met uit het net gevoede hulpwikkeling heeft twee wikkelingen. Behalve de hoofdwikkeling is er ook nog een hulp- of aanloopwikkeling (afbeelding 3).

Er zijn twee uitvoeringen van dit type motor:

- met permanent aangesloten hulpwikkeling
- met centrifugaalschakelaar.

Met permanent aangesloten hulpwikkeling

Bij de uitvoering met permanent aangesloten hulpwikkeling zijn de hoofd- en de hulpwikkeling gemaakt van dezelfde draaddoorsnede. De twee wikkelingen worden parallel geschakeld en uit het net gevoed.

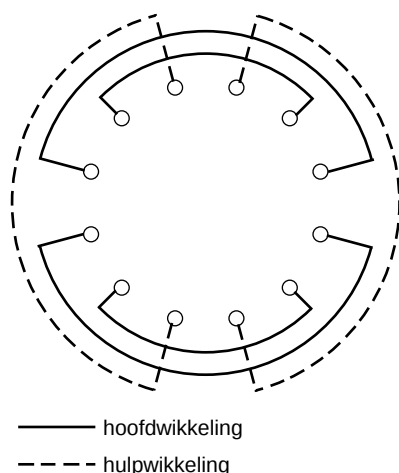
Om een draaiveld te maken hebben we een faseverschuiving nodig tussen de hoofd- en de hulpwikkeling. Zo'n faseverschuiving krijgen we door in serie met de hulpwikkeling een condensator (afbeelding 4) of een smoorspoel (afbeelding 5) op te nemen.

Met een condensator zal de stroom door de hulpwikkeling eerder zijn maximale waarde bereiken dan de stroom door de hoofdwikkeling. De stroom door de hulpwikkeling ijlt dan voor.

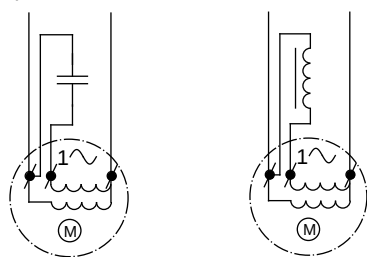
Met een smoorspoel zal de stroom door de hulpwikkeling later zijn maximale waarde bereiken dan de stroom door de hoofdwikkeling. De stroom door de hulpwikkeling ijlt dan na.

Door deze faseverschuiving krijgen we in de stator een draaiend magnetisch veld. Daardoor zal de rotor gaan draaien.

In unit 6092 zal op het begrip draaiend magneetveld nader worden ingegaan.



afb. 3



afb. 4

afb. 5

Aanloopkoppel

Er is een duidelijk verschil in aanloopkoppel en aanloopstroom.

Bij een *smoorspoel* in serie met de hulpwikkeling is de aanloopstroom vrij hoog (ongeveer vijf maal de nominale stroom). Ondanks deze hoge aanloopstroom is het aanloopkoppel meestal te klein om de motor belast te laten aanlopen.

Bij een *condensator* in serie met de hulpwikkeling is de aanloopstroom duidelijk kleiner (ongeveer drie maal de nominale stroom). Hier is het koppel groot genoeg om de motor belast te laten aanlopen.

Met centrifugaalschakelaar

Er is nog een andere methode om faseverschuiving te krijgen tussen de stroom door de hoofdwikkeling en de stroom door de hulpwikkeling. Daarbij wordt de hulpwikkeling gewikkeld van dunner draad (met hoge weerstand) dan de hoofdwikkeling.

De hulpwikkeling heeft een hoge inductieve weerstand. Daardoor is de hulpwikkeling tegelijk smoorspoel. We hebben dan geen aparte smoorspoel nodig.

Bij deze schakeling *moet* de hulpwikkeling meteen na het aanlopen worden uitgeschakeld. Als dat niet gebeurt verbrandt de hulpwikkeling.

Meestal wordt de hulpwikkeling uitgeschakeld door een op de as van de rotor aangebrachte centrifugaalschakelaar. Zodra de rotor op toeren is gekomen verbreekt de centrifugaalschakelaar de verbinding van de hulpwikkeling met het net.

Er worden ook andere methodes gebruikt om de hulpwikkeling af te schakelen. Bijvoorbeeld door een tijdrelais, een stroomgevoelig relais of door een met de hand te bedienen schakelaar.

Toepassing

De éénfase kortsluitankermotor met uit het net gevoede hulpwikkeling wordt hoofdzakelijk toegepast voor het aandrijven van kleine werktuigen en toestellen. Bijvoorbeeld wasmachines, centrifuges, ventilatoren, koelmachines en dergelijke.

Draairichting omkeren

Verandering van draairichting bereiken we door de stroomrichting in de hoofd- of in de hulpwikkeling om te keren.

2b. Zelfaanlopende motoren met niet uit het net gevoede hulpwikkeling

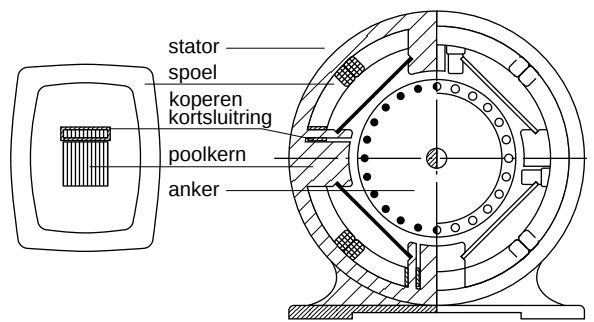
Ook de zelfaanlopende éénfasemotor met *niet* uit het net gevoede hulpwikkeling heeft een hoofd- en een hulpwikkeling. Wat dat betreft lijkt hij op de onder 2a genoemde motor.

Kortsluitring

Bij deze motor is de hulpwikkeling uitgevoerd als een ongeïsoleerde koperen kortsluitring. Die kortsluitring zit om een gedeelte van de magneetpool van de stator (afbeelding 6).

Het wisselveld van de hoofdwikkeling induceert een spanning in de kortsluitring. Daardoor gaat er in de ring een stroom lopen.

In het door de ring omsloten deel van de kern ontstaat nu een hulpveld. Dat hulpveld is in fase verschoven ten opzichte van het hoofdveld. Daardoor krijgen we een draaiend magneetveld en zal de motor uit zichzelf aanlopen.



afb. 6

Aanloopkoppel

De eenvoudige constructie van dit type motor garandeert een grote bedrijfszekerheid. Maar het aanloopkoppel is erg klein. Door de grote wervelstroomverliezen in de hulpwikkeling is ook het rendement klein (ongeveer 20%).

Toepassing

Deze motoren worden bijna alleen gebruikt voor zeer kleine vermogens (3 - 50 W). Ze worden het meest gebruikt voor kleine ventilatoren, platenspelers, bandrecorders en dergelijke. Men noemt dit type motor wel *veldverdringingsmotor*.

Draairichting

Verandering van draairichting is alleen mogelijk door de stator om te keren ten opzichte van de rotor. Het zijvlak van de stator dat eerst aan de aandrijfszijde zat, moet dan aan de kant van de niet-aandrijfszijde komen. De stator moet dus om zijn as worden gekanteld. In de praktijk heeft dat meestal weinig zin.

Synchroonmotor

Bij de synchroonmotor wordt het toerental van de rotor bepaald door het aantal poolparen en de netfrequentie. Het toerental wordt niet beïnvloed door de belasting. Bij voeding uit een net met constante frequentie heeft een synchroonmotor dus een volkomen constant toerental. Daarom is de éénfase synchroonmotor heel geschikt voor het aandrijven van (mechanische) uurwerken. Eénfase synchroonmotoren zijn er in twee uitvoeringen, namelijk:

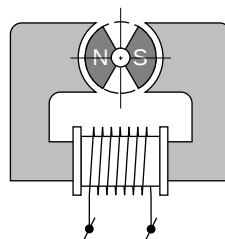
1. 'niet-zelfaanlopend'
2. 'zelfaanlopend'.

1. Niet-zelfaanlopende synchroonmotor

De niet-zelfaanlopende éénfase synchroonmotor moet (met de hand) op gang worden gebracht. Net als de éénfase kortsluitankermotor zonder hulpwikkeling. Daarna blijft hij draaien in de richting waarin hij met de hand in beweging is gebracht.

Tweepolige synchroonmotor

In afbeelding 7 zien we een tweepolige éénfase synchroonmotor. Hier bestaat de stator uit een gelamelde zachtstalen kern waarop één spoel is aangebracht. Tussen de poolschoenen zit een (draaibaar) permanent magneetje.



afb. 7

Als de spoel wordt aangesloten op een wisselstroomnet worden de poolschoenen wisselend gemagnetiseerd. Er ontstaat dus geen draaiveld.

In de éne helft van een periode zal de linker poolschoen bijvoorbeeld een noordpool zijn en de rechter poolschoen een zuidpool. In de andere helft van die periode is dat juist omgekeerd, dus links een zuidpool en rechts een noordpool.

Door de snelle wisseling van het veld en de traagheid van de rotor komt de rotor niet vanzelf in beweging. Maar als de rotor met de hand in beweging wordt gebracht, zal de rotor bij een netfrequentie van 50 Hz met vijftig omwentelingen per seconde gaan draaien. De rotor draait dan omdat ongelijknamige magneetpolen elkaar aantrekken.

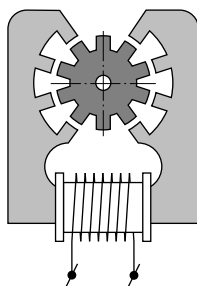
Zo'n motor is erg geschikt om te gebruiken in een elektrische klok.

Dan wordt het toerental door een tandwieloverbrenging teruggebracht tot respectievelijk één omwenteling per minuut, één omwenteling per uur en één omwenteling per twaalf uur. Daarmee worden respectievelijk de seconden-, de minuten- en de uurwijzer aangedreven.

Een uurwerkmotor met een rotortoerental van vijftig omwentelingen per seconde (= 3000 omwentelingen per minuut) stelt hoge eisen aan lagermateriaal en smering. Er zijn dan ook meerpole motor ontworpen met een aanmerkelijk lager toerental.

Meerpole synchroonmotor

Bij de meerpole éénfase synchroonmotor zijn de pool-schoenen en de rotor getand uitgevoerd (afbeelding 8). Meer tanden, geeft een groter aantal poolparen. Hoe groter het aantal poolparen, hoe kleiner de omwentelings-snelheid van de rotor.



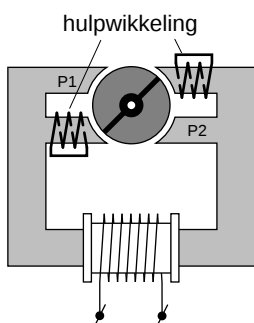
afb. 8

De synchroonmotoren van afbeelding 7 en 8 zijn niet-zelfaanlopend. Dat betekent dat, als de netspanning even wegvalt, een klok stil blijft staan. Hij komt dus niet weer uit zichzelf op gang als de spanning terugkomt.

2. Zelfaanlopende synchroonmotoren

In afbeelding 9 zien we een zelfaanlopende éénfase synchroonmotor.

Bij beide poolschoenen zit om een gedeelte van de poolkern een kortgesloten hulpwikkeling. Als rotor wordt een permanente magneet gebruikt.



afb. 9

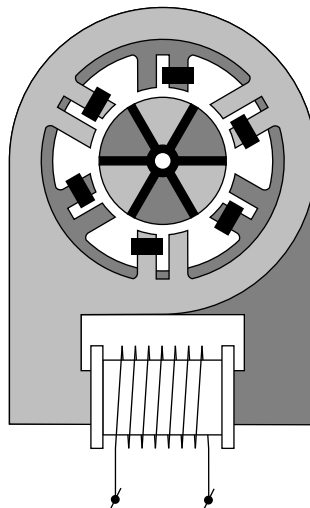
Sluiten we dit type op een wisselstroomnet aan, dan zal bijvoorbeeld in poolschoen P1 een noordpool en in poolschoen P2 een zuidpool ontstaan.

Tegelijk daarmee wordt in de kortgesloten hulpwikkeling een spanning opgewekt. Die spanning veroorzaakt een hulpveld, dat ongeveer 90° in fase is verschoven ten opzichte van het hoofdveld. Daardoor ontstaat er een draaiveld. Door dat draaiveld loopt de rotor uit zichzelf aan, in dezelfde richting als het draaiveld. Als de rotor eenmaal draait, blijft de snelheid synchroon met (gelijk aan) die van het draaiveld. Dus net als de niet-zelfaanlopende synchroonmotor.

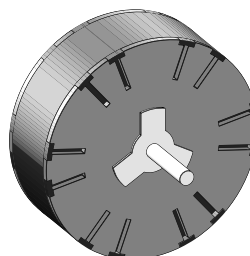
De motor van afbeelding 9 draait met een toerental van vijftig omwentelingen per seconde (= 3000 omwentelingen per minuut).

Als hulpwikkeling kan ook een ongeïsoleerde koperen kortsluitring worden gebruikt. Die kortsluitring zit over een gedeelte van de poolkern.

In afbeelding 10 zien we een zelfaanlopende éénfase synchroonmotor voor een lager toerental.



afb. 10



Gangreserve

Sommige elektrische uurwerken zijn uitgerust met een gangreserve. Dat wil zeggen dat bij het wegvallen van de netspanning het uurwerk nog een aantal uren blijft doorlopen. Deze gangreserve werkt met een veerwerk. De synchroonmotor zorgt ervoor dat de veer steeds voldoende is gespannen.

Vragen

Naam:

1. Wat is het verschil tussen het magneetgestel van een gelijkstroom-seriemotor en dat van een wisselstroom-commutatormotor?
.....
.....
.....
.....
.....
2. Noem een aantal toestellen waarin veelal wisselstroom-commutatormotoren worden toegepast.
.....
.....
.....
.....
.....
3. Mogen we een wisselstroom-commutatormotor onbelast laten draaien?
.....
.....
.....
.....
.....
4. Hoe kunnen we voorkomen dat wisselstroom-commutatormotoren bijvoorbeeld radio-ontvangst storen?
.....
.....
.....
.....
.....
5. Hoe worden éénfase kortsluitankermotoren naar wijze van aanlopen onderscheiden?
.....
.....
.....
.....
.....
6. Hoe kan worden gezorgd dat een éénfase kortsluitankermotor zelfaankopend is? Noem vier methodes.
.....
.....
.....
.....
.....
7. Door welke eigenschap zijn éénfase synchroonmotoren erg geschikt voor het aandrijven van uurwerken?
.....
.....
.....
.....
.....
8. Waarom wordt bij uurwerken met elektrische aandrijving soms 'gangreserve' toegepast?
.....
.....
.....
.....
.....

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

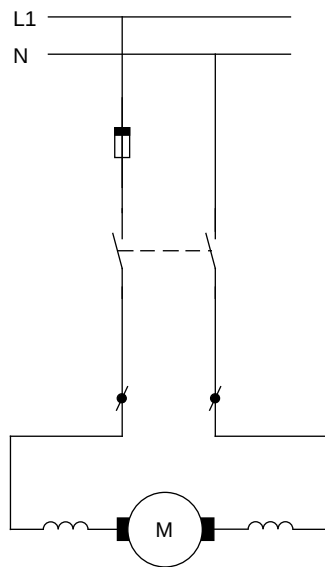
Par.:

Opgave

In onderstaand schema is een wisselstroom-commutatormotor met gedeelde veldwikkeling getekend. Bij de getekende schakeling draait de motor rechtsom.

Verander het schema zó, dat de motor linksom zal draaien.

Geef in beide gevallen de stroomrichting aan.



afb. 11

Draaistroommotoren 1

Kortsluitankermotoren

Inleiding

Draaistroommotoren zijn te verdelen in twee groepen, nl:

- synchrone draaistroommotoren;
- asynchrone draaistroommotoren.

Synchroon wil hier zeggen: het toerental van de motor loopt in de pas met de netfrequentie.

Asynchroon betekent niet synchroon. Van deze motoren loopt het toerental niet in de pas met de netfrequentie.

Toepassing

Synchrone draaistroommotoren worden alleen toegepast als er een groot vermogen nodig is en dan nog voor speciale doeleinden.

Asynchrone draaistroommotoren worden het meest toegepast. Het grootste voordeel is de eenvoudige constructie, vooral in de uitvoering met een kortsluitanker. Van de asynchrone motoren bespreken we hier alleen de uitvoering met een kortsluitanker.

Kortsluitanker

Een kortsluitanker wil zeggen, dat de wikkelingen in het anker zijn kortgesloten.

Er zijn twee uitvoeringen van kortsluitankers namelijk:

- kooianker;
- sleeppringanker (wordt beschreven in unit 6093).

Kooianker

Bij een kooianker zijn de ankerwikkelingen vervangen door massieve staven van koper of aluminium. Die staven steken uit het blikpakket van het anker. De einden van deze staven zijn aan beide zijden van de rotor met elkaar verbonden door een kortsluitring.

Het geheel van staven en kortsluitringen heeft de vorm van een kooi. Vandaar de naam kooiankermotor.

Draaiveld

De statorwikkeling van een asynchrone motor is een driefasenwikkeling. Die wikkeling is verdeeld over de gehele omtrek van de stator. Deze wikkeling is aangesloten op een driefasen wisselstroomnet. Elke fase levert een stilstaand, wisselend magnetisch veld. De wisselvelden van de drie fasen zijn onderling steeds 120° in fase verschoven.

Samen leveren de drie fasen een resulterend magnetisch veld. Dat resulterende veld heeft een constante grootte. Het draait met een constante snelheid langs de omtrek van de stator. Zo'n draaiend magnetisch veld noemen we een draaiveld.

Dit draaiveld wordt opgewekt door de statorwikkelingen. Daarom wordt het een statordraaiveld of kortweg statorveld genoemd.

Dus: Het statorveld van een draaistroommotor is een magnetisch veld van *constante sterkte* dat met *constante snelheid* draait.

Inductiemotor

De asynchrone motor is een *inductiemotor*. In de drie wikkelingen van de stator lopen wisselstromen. Deze wisselstromen induceren wisselstromen in de ankerwikkeling.

We hebben nu:

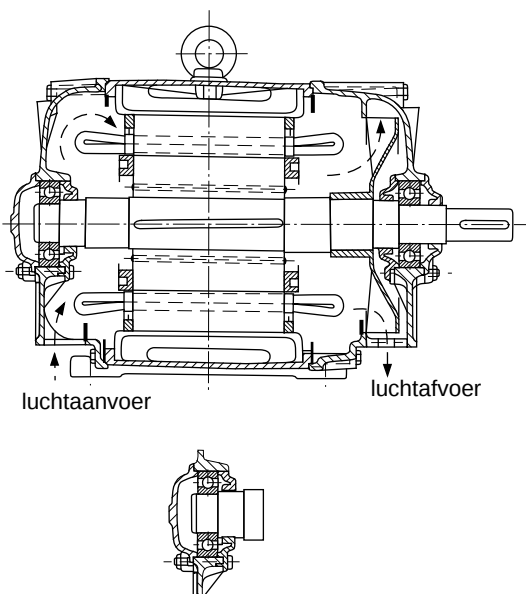
- Een (draaiend) magnetisch veld binnen de stator;
- Stroomvoerende geleiders in de rotor (het anker).

Een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld ondervindt een kracht (de Lorentzkracht). Dat betekent dat de stroomvoerende geleiders in de rotor een kracht ondervinden in het (draaiende) magnetische veld van de stator. De Lorentzkracht op elke geleider in de rotor wijst in de richting van het draaiveld. Daardoor vormen de krachten op de stroomvoerende geleiders gezamenlijk een koppel waardoor het anker gaat draaien.

Opmerking:

Met een anker van een machine bedoelen we dat gedeelte van de machine waarin een spanning wordt geïnduceerd. Bij een asynchrone draaistroommotor wordt in de rotor een spanning geïnduceerd. Vandaar dat bij die motoren de rotor ook wel anker wordt genoemd. Beide namen worden door elkaar gebruikt.

In afbeelding 1 zien we een doorsnede van een kortsluitankermotor. Het anker van deze motor heeft een enkele kooi. Dat is de eenvoudigste constructievorm. Aan de rechterkant zien we een op de as gemonteerde ventilator. Deze is voor de koeling van de motor.



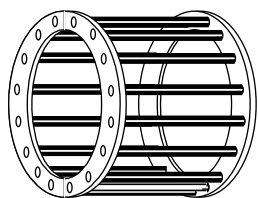
afb.1

Constructie

De wikkeling in de rotor bestaat uit ongeïsoleerde (koperen) staven. Deze staven zijn door de bijna gesloten gleuven van het rotorblikpakket gestoken. Aan de einden zijn ze verbonden door koperen of messing ringen, waardoor alle staven onderling zijn kortgesloten.

De staven behoeven niet geïsoleerd te zijn. De platen van het blikpakket zijn namelijk in de stroomrichting van elkaar geïsoleerd.

De aan elkaar gelaste staven en ringen hebben de vorm van een kooi (afbeelding 2). Vandaar de naam kooianker.



afb.2

Bij de verbeterde uitvoering van het kooianker zijn de rotorstaven en de kortsluitringen van aluminium en in één geheel gegoten. Aan één kant van de rotor zijn meteen de bladen van de ventilator aangegegoten. Rotorstaven, kortsluitringen en ventilator vormen één onverbreekelijk geheel met het blikpakket van de rotor. Dat gieten ge-

beurt volgens de zg. spuitgietmethode. Hierbij wordt gesmolten aluminium onder hoge druk in een gietvorm gespoten. Vóór het gieten is eerst het rotorblikpakket, met de uitsparingen voor de rotorstaven, aangebracht in de gietvorm.

Aanloopstroom en aanloopkoppel KA motor

Bij een transformator is de secundair afgegeven stroom een maat voor de primair opgenomen stroom.

Een stilstaande draaistroommotor werkt ongeveer als een transformator. Dus is de secundaire (rotor) stroom een maat voor de primair opgenomen (stator) stroom.

Bij een stilstaande draaistroommotor is de stroom in de rotorwikkeling dus bepalend voor de uit het net opgenomen (aanloop) stroom.

De weerstand van de rotorkooi is laag. Daarom is de aanloopstroom van een kortsluitankermotor vrij hoog. De aanloopstroom is ongeveer 4 à 7 maal de nominale stroom.

In verhouding tot de grote aanloopstroom is het aanloopkoppel klein. De kortsluitankermotor met enkele kooi kan daarom alleen onbelast, of met een kleine belasting, aanlopen.

Toepassingsmogelijkheden zijn er veel. Dat komt vooral door de eenvoudige constructie, de kleine afmetingen, de gemakkelijke bediening en de grote bedrijfszekerheid.

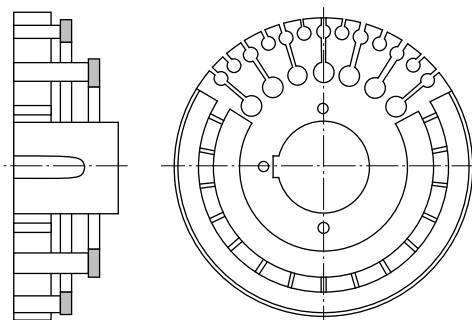
SKA motor

De afkorting SKA staat voor Speciaal Kortsluit Anker-motor. En 'speciaal' betekent hier een verbeterde uitvoering van de 'gewone' kortsluitankermotor.

Constructie

De SKA motor heeft een kooianker dat eigenlijk bestaat uit twee aparte kooien. Eén kooi ligt aan de buitenkant van de rotor. Een tweede kooi ligt dieper in de rotor.

De buitenkooi heeft een groot aantal staven met een kleine doorsnede. De binnenkooi heeft een kleiner aantal staven met een grotere doorsnede (afbeelding 3).



afb. 3

Aanlopen SKA motor

Bij het aanlopen krijgen we alleen in de buitenkooi een vrij sterke stroom. In de binnenkooi is de stroom bij het aanlopen klein.

Het aanloopkoppel wordt bijna alleen bepaald door de stroom in de buitenkooi. Die stroom is sterk genoeg voor een krachtig aanloopkoppel.

Naarmate de motor op toeren komt, wordt de stroom in de buitenkooi kleiner en in de binnenkooi groter.

Daarom heet de buitenkooi wel de aanloopkooi en de binnenkooi de bedrijfskooi.

Voordelen:

De SKA-motor heeft twee belangrijke voordelen ten opzichte van de 'gewone' KA-motor:

- De aanloopstroom is maar 2 à 4x de nominale stroom. Dat is veel minder dan bij de KA-motor;
- Het aanloopkoppel is duidelijk groter dan bij de 'gewone' KA-motor.

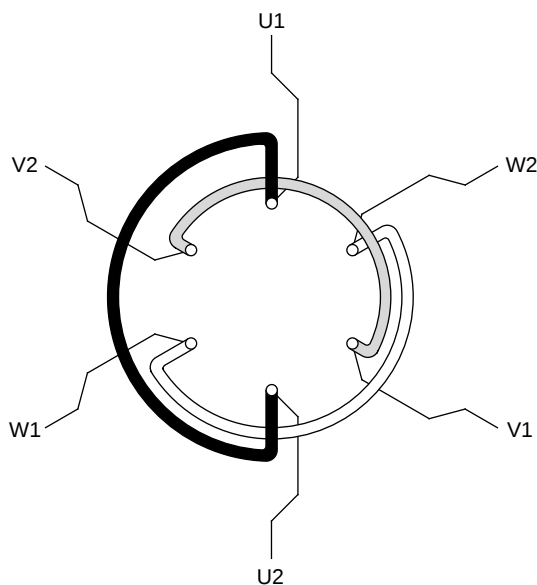
Toerental

Het toerental van een draaistroommotor is afhankelijk van:

- het aantal spoelen dat in de stator is gewikkeld;
- de frequentie van de stroom.

In de stator van afbeelding 4 zitten 3 spoelen. Daardoor krijgen we één 'poolpaar'.

Dit noemen we een tweepolige winding.



afb.4

In het algemeen is het aantal omwentelingen van het draaiveld te berekenen met de formule:

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

waarin:

n = toerental,

f = frequentie en

p = aantal poolparen.

Bij een frequentie van 50 hertz en 2 polen zal het draaiveld $\frac{60 \times 50}{1} = 3000$ omwentelingen per minuut maken.

Poolparen

Een stator heeft altijd 3 spoelen, of een veelvoud van 3 spoelen. Het aantal poolparen is het aantal spoelen gedeeld door 3.

Slip

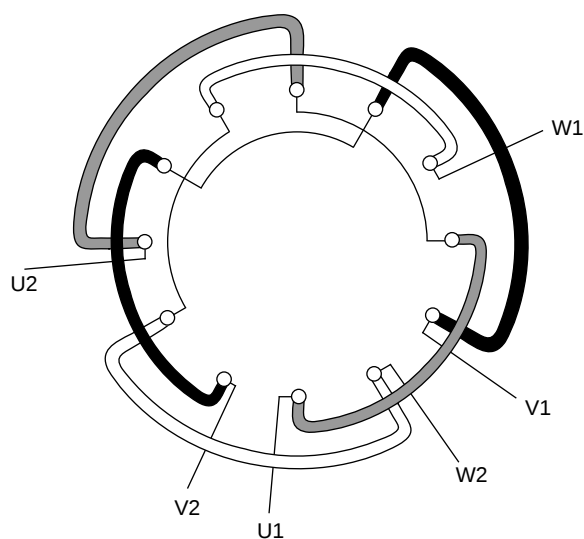
We nemen een kortsluitanker in een stator met drie spoelen, dus met een tweepolige winding.

Het anker zal door het statordraaiveld worden 'meegenomen'. Het anker zal geen 3000 omwentelingen per minuut maken, maar iets minder. Het blijft iets achter bij het draaiveld. Dit achterblijven noemen we het 'slippen'. Bij volle belasting is de slip ongeveer 4 %. Een kortsluitankermotor met een tweepolige statorwinding maakt dus ongeveer $3000 - 120 = 2880$ omwentelingen per minuut.

Een *tweepolige* (=1 poolpaar) draaistroommotor maakt dus ongeveer 2880 omwentelingen per minuut.

In een stator met 6 spoelen (afbeelding 5) hebben we dus $6 : 3 = 2$ poolparen. Bij twee poolparen maakt het

draaiveld $\frac{60 \times 50}{2} = 1500$ omwentelingen per minuut.



afb.5

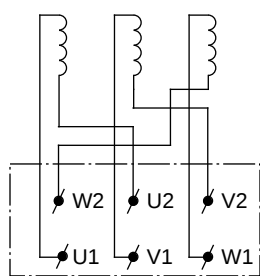
Het aantal omwentelingen van de rotor wordt dan ongeveer $1500 - 60 (= 4 \% \text{ slip}) = 1440$ per minuut.

Een vierpolige (2 poolparen) draaistroommotor maakt dus ongeveer 1440 omwentelingen per minuut.

Het toerental van de motor is dus uitsluitend afhankelijk van de frequentie en het aantal poolparen.

Aansluiten van kortsluitankermotoren

In afbeelding 6 zien we hoe de statorwikkelingen inwendig zijn doorverbonden met de klemmen van het motor-aansluitbordje.



afb. 6

De spoelen worden gemerkt van begin naar eind U1 ... U2, V1 ... V2, W1 ... W2.

We kunnen een motor in ster of in driehoek schakelen.

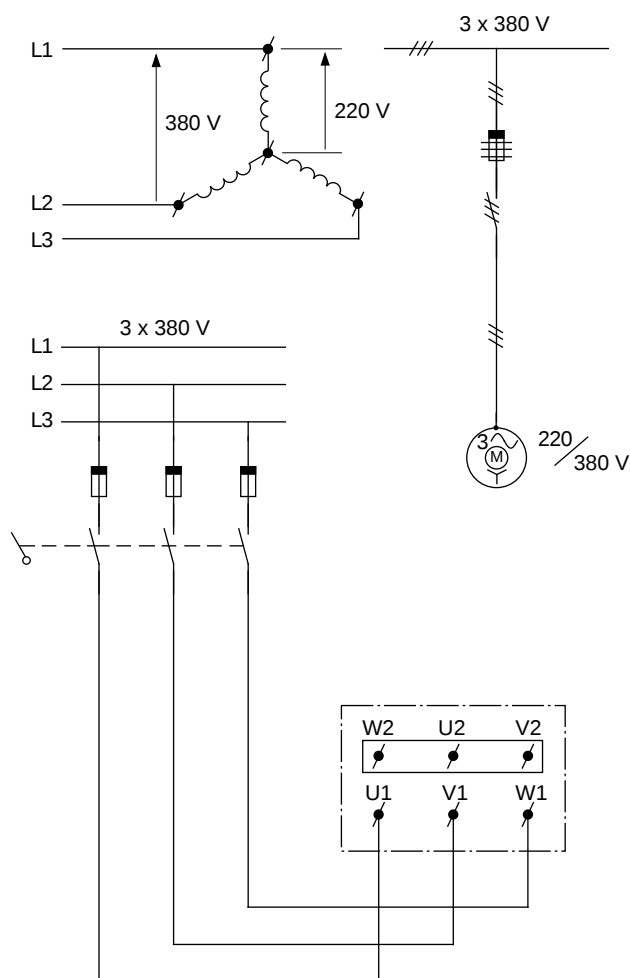
In afbeelding 7 zien we welke verbindingen we moeten maken op het klemmenbordje om de motor in ster, resp. in driehoek te schakelen.

Of we de ster- of de driehoekschakeling (draaistroomnet) moeten maken hangt af van:

- de spanning waarvoor de statorspoelen zijn berekend;
- de netspanning.

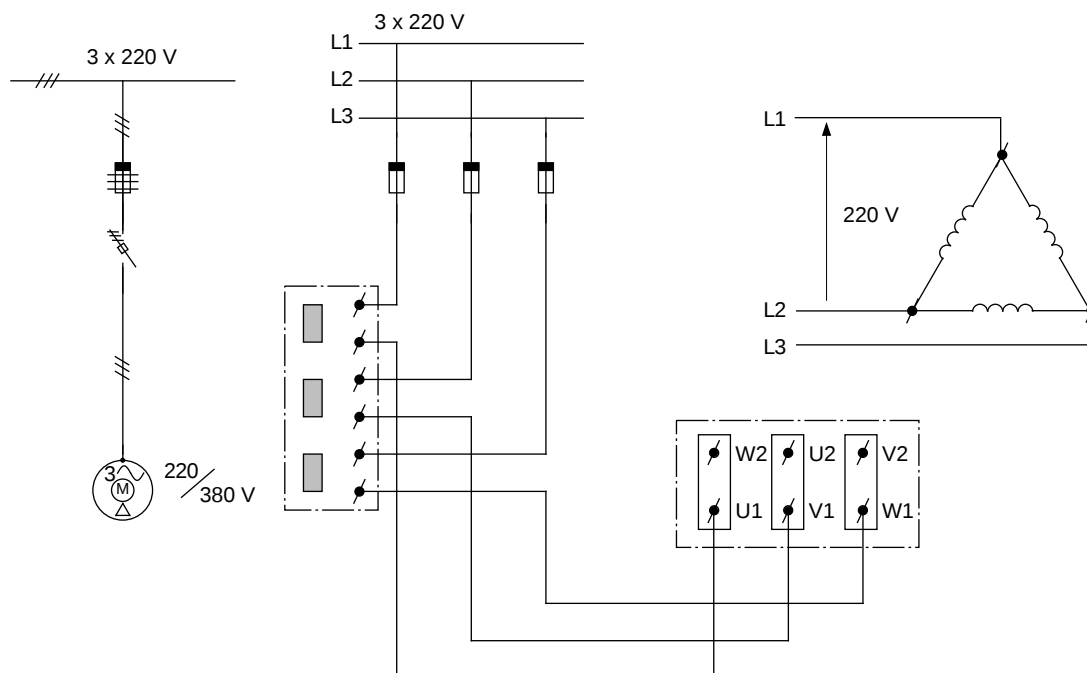
Op een motor staat bijv. aangegeven 220/380 V. Dit betekent dat elke spoel geschikt is voor 220 V. Dus de laagste spanning op het motorplaatje is de spanning *per spoel*. Die spanning per spoel mag niet hoger zijn (kans op verbranden), maar ook niet lager (vanwege het af te geven vermogen).

Bij een netspanning van 380 V (bijv. een draaistroomnet 380/220 V), moet deze motor in ster worden aangesloten. Als dezelfde motor moet worden aangesloten op een draaistroomnet van 3×220 V, moeten de statorwikkelingen in driehoek worden geschakeld.



afb.7

Inschakelen



afb.8

We kunnen een KA- en een SKA-motor inschakelen met een driepolige schakelaar. Die schakelaar moet in een stevige kast zitten. We kunnen twee soorten kasten gebruiken:

- een gietijzeren of plaatstalen kast;
- een kunststof kast.

Welke kast we moeten gebruiken hangt af van de plaats waar hij wordt opgesteld.

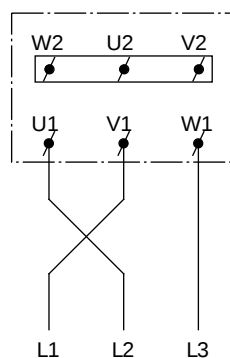
De driepolige schakelaar in het schema van afbeelding 8 is een walsschakelaar.

Draairichting omkeren

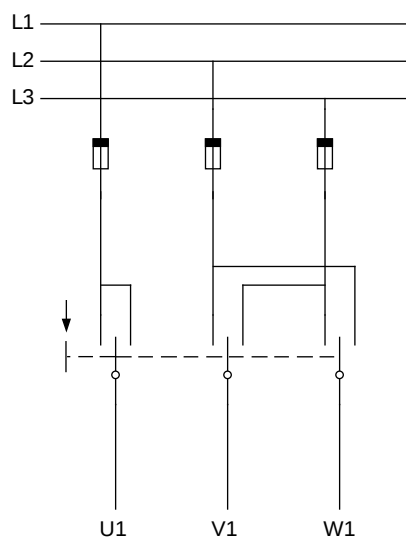
We kunnen de draairichting van een draaistroommotor gemakkelijk omkeren. Dat doen we door twee van de drie toevoerdraden te verwisselen.

Als deze verandering van draairichting blijvend is, kunnen we eenvoudig twee toevoerdraden op het klemmenbordje van de motor verwisselen. Bijv. de fase draden L1 en L2 (afbeelding 9). Dat doen we bijvoorbeeld als bij het in bedrijf stellen van een motor blijkt dat hij verkeerd draait.

Als de draairichting van een bepaalde motor vaak moet worden veranderd, gebruiken we een driepolige omschakelaar. In afbeelding 10 zien we hoe we zo'n schakeling moeten maken.



afb.9



afb.10

Ster-driehoek schakelaar

De aanloopstroom van een kortsluitankermotor bedraagt ongeveer 4 à 7 maal de nominale stroom. Dat wil zeggen: als de motor direct op het net wordt geschakeld.

Bij grote machines kan zo'n grote aanloopstroom een ontoelaatbare spanningsdaling in het net veroorzaken. Dus ook in het lichtnet.

De voorschriften van de meeste elektriciteitsbedrijven stellen daarom:

- KA-motoren tot 1,5 kW en SKA-motoren tot 2,2 kW mogen direct worden ingeschakeld. Dat wil zeggen: met een gewone driepolige schakelaar;
- KA-motoren van 1,5 kW tot 2,2 kW en SKA-motoren van 2,2 kW tot 5,5 kW moeten worden ingeschakeld met een sterdriehoek-schakelaar. (KA-motoren boven 2,2 kW worden slechts zelden toegepast);
- SKA-motoren boven 5,5 kW moeten worden ingeschakeld met een sterdriehoek-controller.

Vermogen in ster-stand

Zoals de naam al zegt, schakelt de sterdriehoek-schakelaar de statorwikkelingen eerst in ster (aanloopstand) en daarna in driehoek (bedrijfstand). Dat wil zeggen, dat de motor aanloopt tot zijn normale bedrijfstoerental in sterschakeling. Pas als de motor op toeren is wordt overgeschakeld naar driehoekschakeling.

Daardoor wordt de aanloopstroom sterk verminderd.

In *sterschakeling*, is de aanloopstroom namelijk maar $\frac{1}{3}$ deel van de aanloopstroom in driehoekschakeling. Maar het toerental wordt alleen bepaald door het aantal polen van de motor en de netfrequentie. Daarom komt de motor in sterschakeling op zijn normale toerental.

De *snelheid* is dus in beide gevallen gelijk, maar het *vermogen* in Y-stand is $\frac{1}{3}$ van het vermogen in D-stand. We bespreken kort hoe dat zit:

Fasespanning en lijnspanning

In afbeelding 11 en 12 is schematisch aangegeven, hoe de statorwikkelingen van een draaistroommotor in ster, resp. in driehoek, met het net zijn verbonden.

Ook is aangegeven wat wordt bedoeld met:

- lijnspanning (netspanning) en fasespanning (spanning aan een spoel);
- lijnstroom (netstroom) en fasestroom (stroom door een spoel).

Als voorbeeld nemen we een motor die geschikt is voor 380/660 V. De lijnstroom van deze motor in driehoek is 3 A, bij aansluiting op een net met 380 V tussen de fasen.

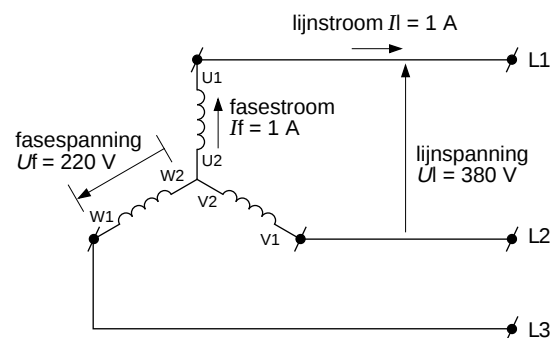
Dan is de fasestroom $3 : \sqrt{3} = 1,73$ A.

Door eerst in ster te schakelen wordt de fasespanning $\sqrt{3}$ x zo klein als de fasespanning bij driehoekschakeling. Daardoor wordt de fasestroom ook $\sqrt{3}$ x zo klein, namelijk $1,73 : \sqrt{3} = 1$ A.

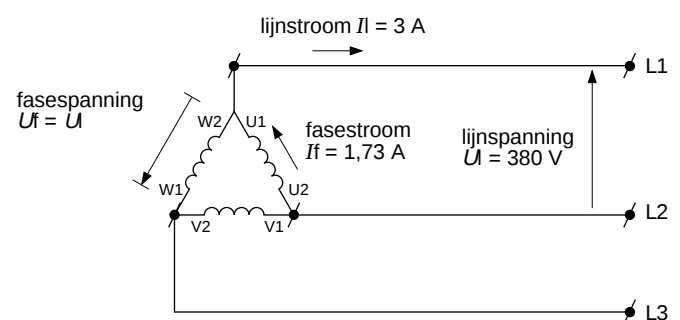
Het gevolg hiervan is dat het vermogen in ster $\sqrt{3} \times \sqrt{3} = 3$ x zo klein is als in driehoek. De fasestroom in ster is dus $\frac{1}{3}$ deel van de fasestroom in driehoek. Maar in ster is de fasestroom gelijk aan de lijnstroom (afbeelding 11). Dus is de lijnstroom in ster gelijk aan $\frac{1}{3}$ deel van de lijnstroom in driehoekschakeling.

In ster is de fasespanning ook lager dan de lijnspanning. We hebben gezien dat hierdoor het vermogen 3 x zo klein is als in driehoek. Het aanloopkoppel is daardoor ook 3 x zo klein.

Sterdriehoek-schakelaars kunnen daarom alleen worden toegepast bij motoren, die bijna onbelast kunnen aanlopen.



afb.11



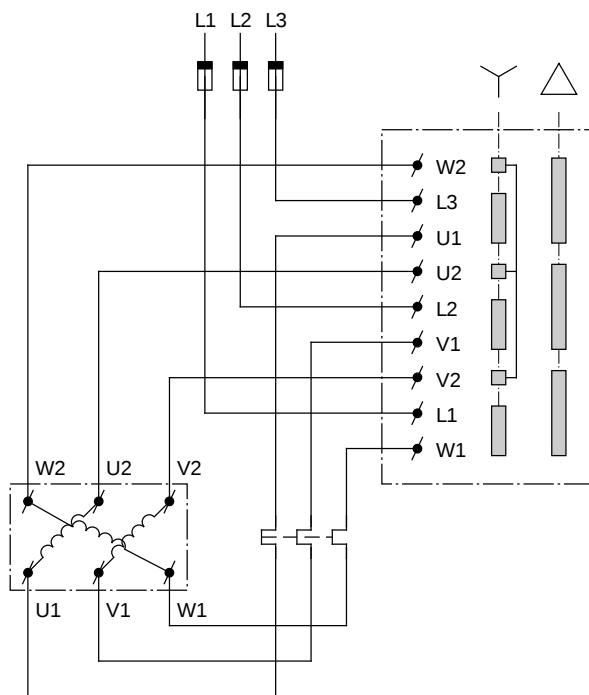
afb.12

Werking sterdriehoek-schakelaar

De sterdriehoek-schakelaar van afbeelding 13 heeft 9 verende contactvingers en een schakelwals met enkele contactstroken. Van de schakelwals is de uitslag (op een plat vlak) getekend.

Stel, we draaien de wals van de 'nul' in de 'sterstand'. Dan worden - door de contactvingers en de contactstroken op de wals - de volgende verbindingen gemaakt:

- U2, V2 en W2 worden met elkaar verbonden;
- L1 wordt verbonden met U1;
- L2 wordt verbonden met V1;
- L3 wordt verbonden met W1.



ster/driehoek-schakelaar

afb.13

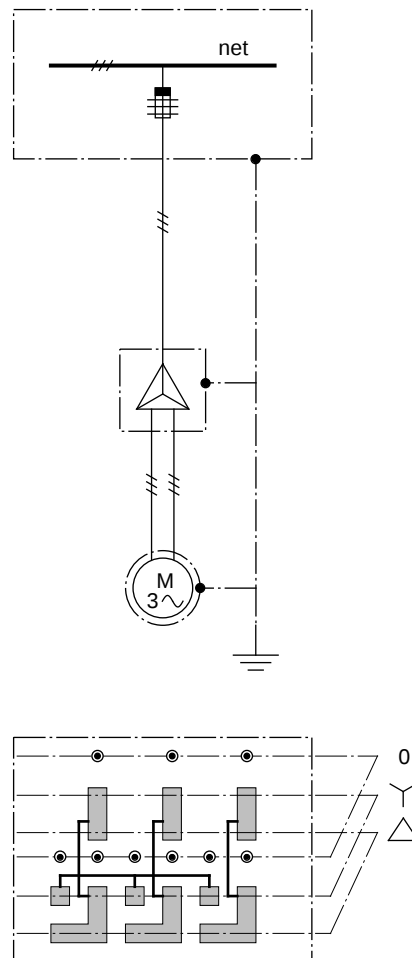
De statorwikkelingen zijn dus in ster geschakeld. Dat is de schakeling van afbeelding 11.

Nu draaien we de wals van de 'ster' - naar de 'driehoek-stand'. Dan wordt de sterverbinding verbroken en de volgende verbindingen worden gemaakt:

- L1, U1 en W2 worden met elkaar verbonden;
- L2, V1 en U2 worden met elkaar verbonden;
- L3, W1 en V2 worden met elkaar verbonden.

De statorwikkelingen zijn nu in driehoek geschakeld. Dat is de schakeling van afbeelding 12.

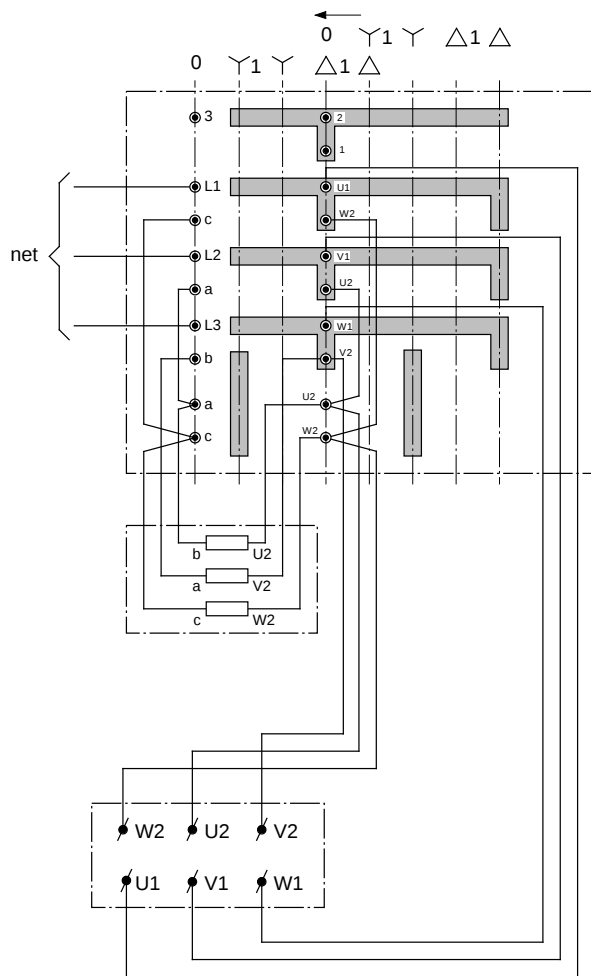
Geven we de contactstroken op de wals een andere vorm en plaatsen we de contactvingers in twee rijen dan krijgen we een schakelaar met kleinere afmetingen (afbeelding 13 en 14).



afb.14

Sterdriehoek controller

Bij het aanzetten van een SKA-motor met een vermogen groter dan 5,5 kW wordt een sterdriehoek-controller gebruikt. Dat is een soort uitgebreide sterdriehoek-schakelaar, met meer standen. De ster- en driehoekstand worden ingeschakeld met enkele tussenstappen. In die tussenstappen worden voorschakelweerstanden gebruikt om de aanloopstroom verder te verkleinen. In afbeelding 15 zien we zo'n sterdriehoek-controller met vijf standen schematisch voorgesteld. De schakeling van afbeelding 15 heeft een nulstand, drie aanloopstanden en een bedrijfstand.



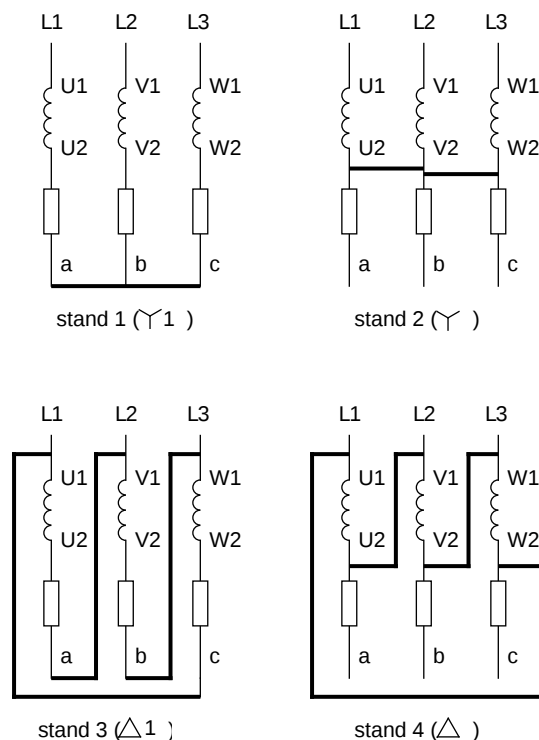
afb. 15

De contactenbaan met de contacten 1, 2 en 3 kan worden gebruikt voor aansluiting van een stuurstroomcircuit. Daardoor kunnen we met de controller tegelijk hulpapparatuur bedienen.

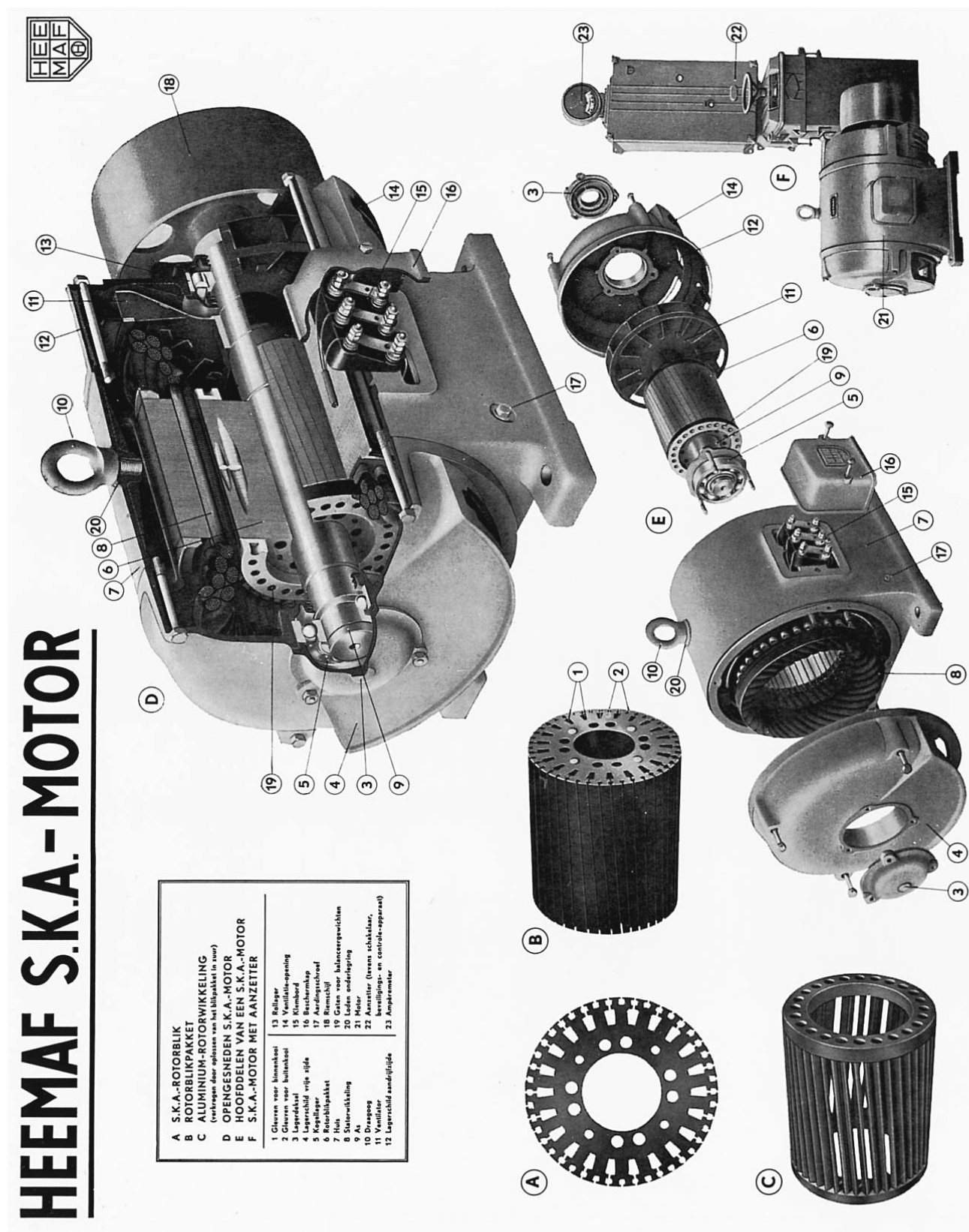
In de afbeeldingen 16a, b, c en d zien we de opeenvolgende schakelingen van statorwikkelingen en voorschakelweerstanden. Dus eerst de drie aanloopstanden (stand 1, 2 en 3) en dan de bedrijfstand (stand 4):

- In stand 1 (afbeelding 16a) zijn de statorwikkelingen via voorschakelweerstanden in ster geschakeld;
- In stand 2 (afbeelding 16b) hebben we een directe sterverbinding;
- In stand 3 (afbeelding 16c) zijn de statorwikkelingen via de voorschakelweerstanden in driehoek geschakeld;
- In stand 4 (afbeelding 16d) zijn de wikkelingen zonder weerstanden in driehoek geschakeld.

Het is ook mogelijk de weerstanden in meerdere trappen af te schakelen. Daardoor kan het aantal schakelstanden worden vergroot. Meestal worden niet meer dan zeven gebruikt (d.w.z.: een nulstand en zes schakelstanden). Door toepassing van voorschakelweerstanden is de fase-stroom lager - dus het aanloopkoppel kleiner - dan bij toepassing van een normale sterdriehoek-schakelaar.



afb. 16



afb. 17

Vragen

Naam:

1. Welke betekenis hebben de pijlen in afbeelding 1?
.....
.....
.....
.....
.....
2. Hoe wordt voorkomen, dat het rotorblikpakket ten opzichte van de as kan draaien?
.....
.....
.....
.....
.....
3. Waarom worden stator en rotor van een draaistroommotor gelamelleerd?
.....
.....
.....
.....
.....
4. Wat bedoelen we met de nominale stroom van een motor?
.....
.....
.....
.....
.....
5. Hoe groot is de aanloopstroom van een KA-motor ten opzichte van de nominale stroom?
.....
.....
.....
.....
.....
6. Noem twee voordelen van een rotor met dubbele kooi.
.....
.....
.....
.....
.....
7. Wat bedoelen we met de 'slip' van een motor?
.....
.....
.....
.....
.....
8. In de stator van een SKA-motor liggen 12 spoelen, de slip is 4 %, $f = 60$ Hz.
Hoeveel omwentelingen per minuut maakt de rotor?
.....
.....
.....
.....
.....
9. De rotor van een SKA-motor maakt 950 omwentelingen per minuut, de slip is 5 %, $f = 50$ Hz.
Hoeveel spoelen heeft de stator?
.....
.....
.....
.....
.....
10. Op het fabrieksplaatje van een draaistroommotor met kortsluitanker staat vermeld 380/660 V; de netspanning bedraagt 380/220 V. Moet deze motor in ster of in driehoek worden geschakeld?
.....
.....
.....
.....
.....



Leermeester:

Datum:

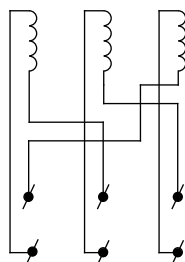
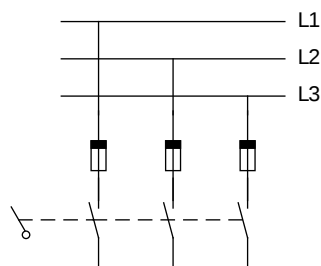
Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

11. Op een KA-motor zit het volgende klemmenbordje:



afb. 18

1. Zet de ontbrekende letters bij de klemmen;
2. De motor moet in driehoek worden aangesloten.
Teken de verbindingen tussen de klemmen en met het net.

12. Waar dient een sterdriehoek-schakelaar voor?

.....

.....

.....

.....

13. Welke netspanning hebben we nodig, als een kortsluitankermotor 380/660 V met een sterdriehoek-schakelaar moet worden ingeschakeld?

.....

.....

.....

.....

14. Na in bedrijf nemen van een draaistroommotor blijkt, dat deze motor de verkeerde kant opdraait. De motor wordt bediend met een sterdriehoek-schakelaar. Alleen de met U1, V1, W1, U2, V2 en W2 gemerkte klemmen van de motor kunnen gemakkelijk worden bereikt. Welke verbindingen (op de motorklemmen) moeten we verwisselen?

.....

.....

.....

.....

15. Vermeld in tabel V15:

- in kolom 3: of de motor, die geschikt is voor de in kolom 2 genoemde spanningen, kan worden aangesloten aan de op de zelfde regel vermelde netspanning;
- in kolom 4: of een ster- of een driehoekverbinding op het motorklemmen-bordje moet worden gemaakt, als de motor via een driepolige schakelaar met het net wordt verbonden;
- in kolom 5: of in plaats van een driepolige schakelaar ook een sterdriehoek-schakelaar kan worden gebruikt.

Tabel V15

1 Netspanning	2 Motorspanning	3 wel/niet geschikt	4 ster/driehoek verbinding	5 wel/niet mogelijk
380/220 V	127/220 V			
380/220 V	220/380 V			
380/220 V	380/660 V			



16. Vermeld in tabel V16 of een driepolige- dan wel een sterdriehoek-schakelaar moet worden gebruikt voor het inschakelen van de in de kolommen 1 en 2 aangegeven draaistroommotoren.

Tabel V16

KA	SKA	Driepolige- of sterdriehoek-schakelaar
0,12 kW 0,25 kW 0,55 kW 1,1 kW 2,2 kW	0,18 kW 0,37 kW 0,75 kW 1,5 kW 3 kW 4 kW	

17. Voor het aanlopen van een draaistroommotor wordt een sterdriehoek-controller van afbeelding 15 gebruikt. Welke gevolgen kan het voor de sterdriehoek-controller hebben, als we deze bij het aanlopen van de motor te lang in stand Y of in stand D laten staan?

.....

.....

.....

.....

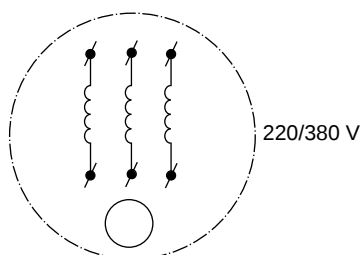
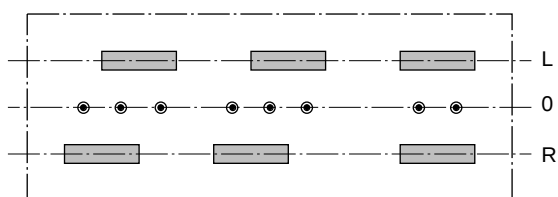
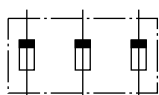
.....

Opgaven

Naam:

1. Teken in het aansluitschema (afbeelding 19) van een draaistroommotor met omkeerschakelaar de ontbrekende verbindingen tussen de afbeeldingen. Geef ook de juiste letters aan (denk aan de aardverbinding!).
2. Teken het aansluitschema van een draaistroommotor met kortsluitanker. De motor wordt aangesloten op een net van 380/220 V. We gebruiken een ster-driehoek-schakelaar volgens afbeelding 14. Het geheel wordt beveiligd met schroefsmeltveiligheden met een nominale waarde van 16 A.

L1 380/220 V
L2
L3



afb. 19

Leermeester:	
Datum:	
Par.:	

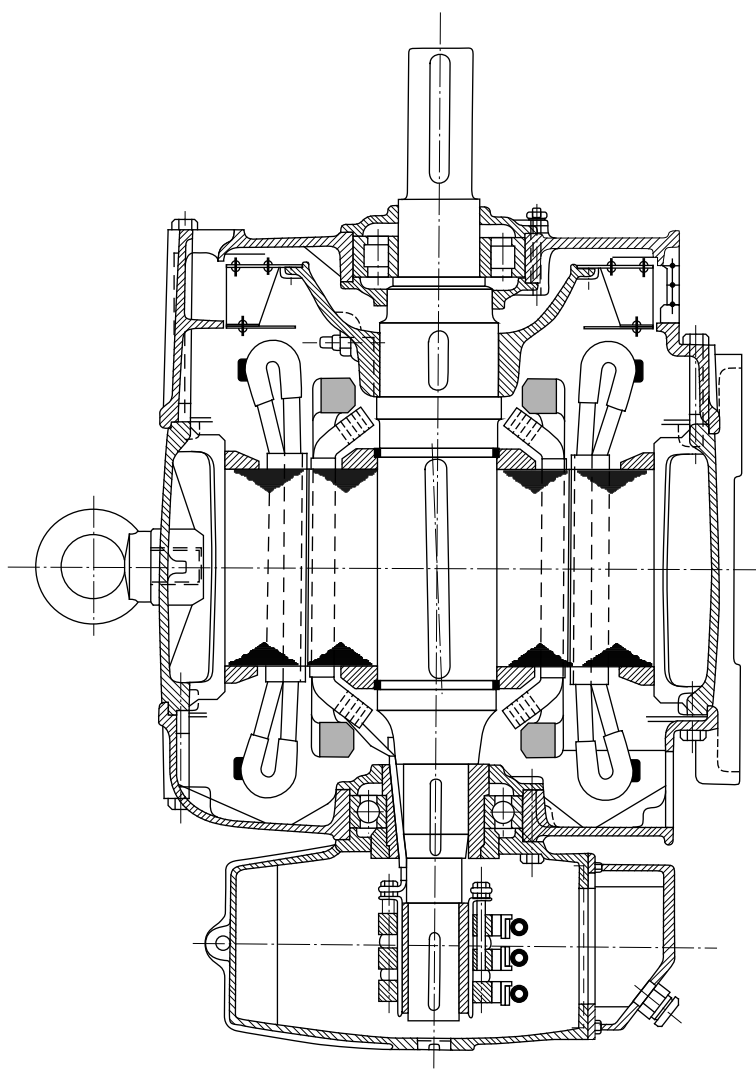
Consulent:	
Datum:	
Par.:	

Draaistroommotoren 2

Slepringankermotor

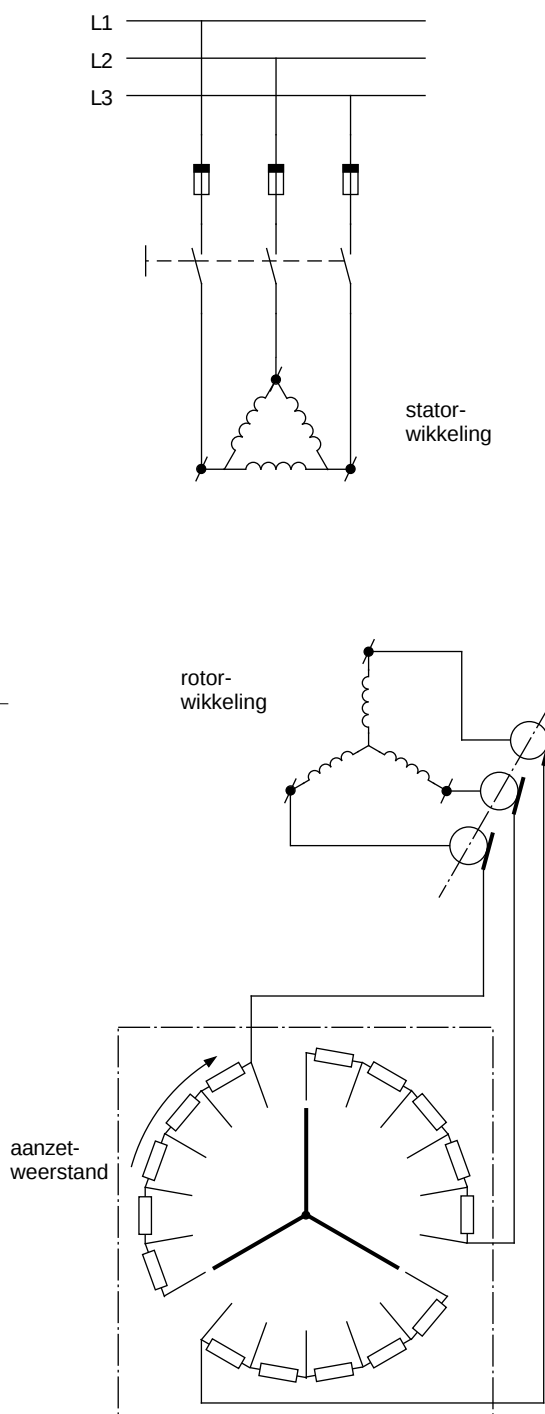
Ankerconstructie

Bij een kortsluitankermotor (KA en SKA) wordt de rotor uitgevoerd als kooianker. Bij een slepringankermotor (SA) (afbeelding 1) is de rotorkooi vervangen door drie spoelen. Die zijn in bedrijfsstand - dus na het aanlopen - kortgesloten. Net als de staven van een kooianker.



afb. 1

In het schema van afbeelding 2 zien we dat de rotor-wikkelingen inwendig in ster zijn verbonden. Het contactstuk van de aanzetweerstand vormt ook een sterverbinding.

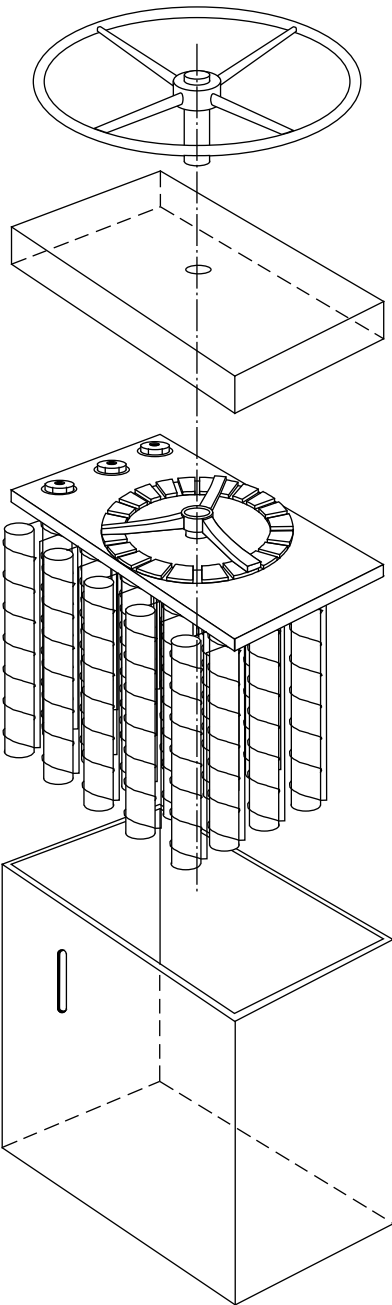


afb. 2

Aanloopweerstand

Om de aanloopstroom van een sleepringankermotor te beperken worden bij het aanlopen weerstanden in serie met de rotorwikkelingen geschakeld.

Deze weerstanden zitten, samen met een contactinrichting, in een plaatstalen bak (afbeelding 3). Deze bak is gevuld met olie. De olie koelt en vermindert de slijtage van de contactinrichting. Het geheel noemen we de rotoraanzetweerstand.



afb. 3

Sleepringen

De verbinding tussen rotorwikkelingen en aanzetweerstand loopt via drie op de rotor-as aangebrachte sleepringen. Op die sleepringen drukken de borstels. De uiteinden van de rotorwikkelingen zijn verbonden met de sleepringen. De borstels zijn weer verbonden met de aanzetweerstand.

Aanlopen

De rotoraanzetweerstand staat in serie met de rotorwikkelingen. Daardoor krijgen de rotorwikkelingen bij het aanlopen een grote weerstand. Die weerstand wordt bij het aanlopen trapsgewijze afgeschakeld, door verplaatsing van het stervormige contactstuk.

De rotorstroom wordt dus bij het aanlopen begrensd door de aanzetweerstand. Daardoor wordt dus ook de aanloopstroom begrensd.

Als de snelheid van de rotor toeneemt, vermindert de aanloopstroom. De volgende trap van de weerstand kan dan worden afgeschakeld.

Bedrijfsstand

Als de voorschakelweerstand is afgeschakeld zijn de rotorwikkelingen kortgesloten. De motor zal op volle snelheid draaien.

De weerstand moet zo dicht mogelijk bij de motor worden opgesteld. Hij wordt met drie draden aangesloten aan de aansluitklemmen (borstels) van de rotor. De doorsnede van deze draden moet zijn berekend op de, vrij grote, rotorstroom.

Aanloopkoppel

Een sleepringankermotor heeft een groot aanloopkoppel. Ook kleine motoren, die belast moeten aanlopen en dus een groot aanloopkoppel moeten leveren, worden uitgevoerd als sleepringankermotor.

Toerental

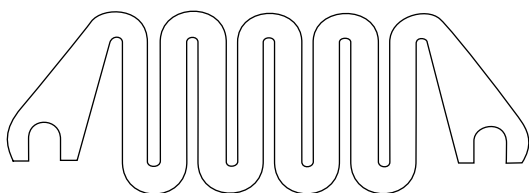
Als de rotoraanzetweerstand gedeeltelijk ingeschakeld blijft staan, bereikt de motor niet zijn volle snelheid. De slip is dan groter dan normaal. Een gedeelte van de in de rotorketen geïnduceerde stroom gaat dan verloren in de weerstand en wordt omgezet in warmte.

Snelheidsregeling

Het toerental van een sleepringankermotor kan worden geregeld met een (regel) weerstand. Maar het regelen van het toerental met een weerstand in de rotorketen geeft veel verliezen (grote warmteontwikkeling).

Daarom kan een met olie gevulde aanzetweerstand niet worden gebruikt voor het regelen van het toerental. Het afkoelend oppervlak van de oliebak is namelijk niet groot genoeg om de in de weerstanden ontwikkelde warmte te kunnen afvoeren.

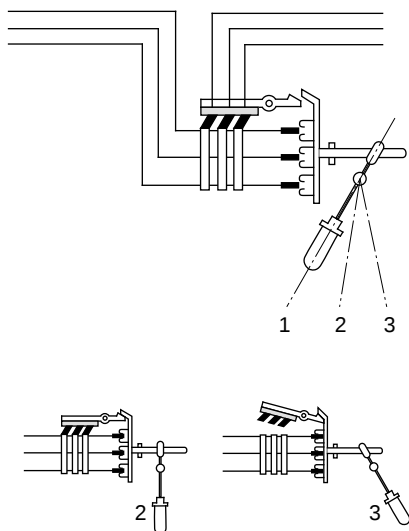
Voor het regelen van de snelheid worden luchtgekoelde regelweerstanden gebruikt. Zulke regelweerstanden hebben een zeer groot afkoelend oppervlak (afbeelding 4). Regeling van de snelheid met behulp van regelweerstanden, wordt alleen toegepast als niet beneden 70% van het normale toerental hoeft te worden geregeld.



afb. 4

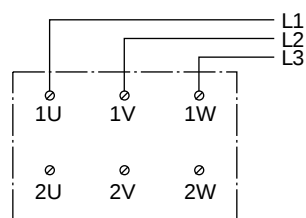
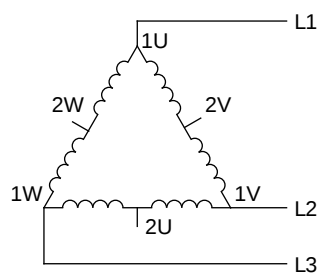
Kortsluit- en borstelophefinrichting

Sleepringankermotoren zijn soms voorzien van een 'kortsluit- en borstelophefinrichting' (afbeelding 5). Na het aanlopen van de motor wordt een handel omgezet. Daardoor worden eerst de sleepringen onderling kortgesloten en daarna worden de borstels van de sleepringen gelicht. Het kortsluiten van de ringen dient om verliezen (door overgangswaerstand) in de borstels, in de sleepringen en in de verbindingen naar en in de aanzetweerstand te voorkomen. Door het lichten van de borstels slijten de borstels en de sleepringen minder snel.

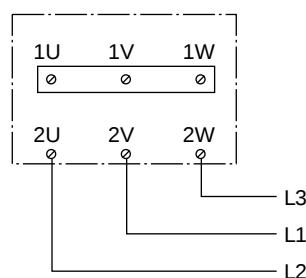
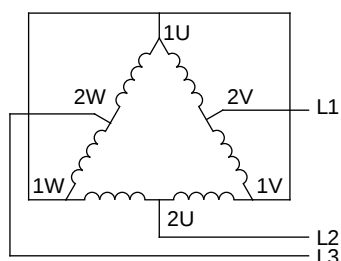


- 1 = aanloop
2 = kortsluiten
3 = opheffen

afb. 5



4 polig, 1500 omwentelingen



2 polig, 3000 omwentelingen

afb. 6

Bedieningsvoorwaarden

Bij het bedienen van een sleepringankermotor met kortsluit- en borstelophefinrichting gelden de volgende richtlijnen:

Inschakelen:

- 1e. Controleren of handel van kortsluit- en borstelophefinrichting in aanloopstand staat
- 2e. Controleren of de aanzetweerstand in de aanloopstand staat
- 3e. Netschakelaar inzetten
- 4e. Aanzetweerstand langzaam van de aanloop- naar de bedrijfsstand verplaatsen
- 5e. Handel van kortsluit- en borstelophefinrichting snel omleggen van de aanloop- naar de bedrijfsstand
- 6e. Aanzetweerstand terugstellen naar aanloopstand.

Uitschakelen:

- 1e. Netschakelaar uitschakelen;
- 2e. Handel van kortsluit- en borstelophefinrichting van de bedrijfsstand in de aanloopstand zetten.

Poolomschakelbare motoren

Het toerental van een KA-motor is o.a. te wijzigen door het aantal poolparen te veranderen.

Dahlander heeft een wikkelmethode gevonden om een kortsluitankermotor met één statorwikkeling op twee toerentallen te laten werken. De statorwikkeling moet dan wel worden uitgevoerd met zes aansluitingen (afbeelding 6). Dahlander gebruikte voor verschillende toerentallen combinaties van delen van de statorwikkeling. Die worden dan zó geschakeld, dat de motor zowel vierpolig als tweepolig kan worden gebruikt.

Toerentalregeling

De mogelijkheden om een motor meerdere toerentallen te geven zijn bijv.

- a. Eén wikkeling in Dahlanderschakeling: twee toerentallen, met een verhouding 1 : 2
- b. Eén wikkeling in Dahlanderschakeling met nog een normale statorwikkeling: drie toerentallen mogelijk
- c. Twee wikkelingen, beide in Dahlanderschakeling: vier toerentallen.

Toerenregeling volgens dit principe is alleen trapsge- wijze mogelijk. Dat wil zeggen, dat er alleen enkele **vaste** toerentallen kunnen worden ingesteld.

Toerental

Het toerental van de rotor wordt bepaald door het aantal poolparen in de stator, de frequentie van de aangesloten spanningen en de slip.

Bij aansluiting aan een net met een frequentie van 50 Hz gelden, bij een slip van 4%, de gegevens van tabel 1.

aantal poolparen	toerental (omw/min)	
	draaiveld	rotor
1 (2 polige machine)	3000	2880
2 (4 polige machine)	1500	1440
3 (6 polige machine)	1000	960
4 (8 polige machine)	750	720
5 (10 polige machine)	600	576
6 (12 polige machine)	500	480
7 (14 polige machine)	428	411
8 (16 polige machine)	375	360

Tabel 1

Toepassing

Poolomschakeling is een gemakkelijke en voordelige manier om het toerental van een draaistroommotor te veranderen.

Poolomschakelbare motoren worden veel toegepast op boormachines en draaibanken.

Storingen

Storingen aan elektrische motoren kunnen het gevolg zijn van mechanische of van elektrische gebreken. Om zo'n storing te kunnen verhelpen moeten we eerst de oorzaak vinden.

Als er een riem- of snaaroverbrenging is, nemen we die eerst weg. Daarna 'tornen' we zowel de motor als het werktuig. Daardoor kunnen we vaststellen of de fout in de motor zit, of in het aangedreven werktuig.

Bij een mechanisch probleem aan een elektrische motor hebben we meestal te maken met een defect lager. Een defect lager is meestal te herkennen aan een abnormaal geluid en/of een hoge temperatuur van het lagerhuis als gevolg van overmatige warmteontwikkeling in het lager. Daarom moeten we de in het bedrijf opgestelde machines regelmatig controleren. Dat kan door deze machines te beluisteren en aan de lagerhuizen te voelen of deze niet te warm worden.

In een rumoerige omgeving kan een machine moeilijk worden beluisterd zonder hulpmiddelen. Dan gebruiken we een schroevendraaier, of nog beter: een stethoscoop.

We tasten het lagerhuis af met de stethoscoop of de schroevendraaier (heft tegen het oor). Op die manier zoeken we de plaats (bijv. het huis van een defect kogellager) waar een abnormaal geluid vandaan komt. Zo kunnen we vrij makkelijk controleren of de lagers in orde zijn of niet.

Oorzaken

Een lager kan defect raken door onvoldoende of verkeerde smering. Bij controle moeten de daarvoor in aanmerking komende draaipunten dan ook *regelmatig* en met het *juiste* smeermiddel worden gesmeerd.

Lagers vervangen

Een defect kogel- of rollager moet altijd worden vervangen door een lager dat, wat betreft nauwkeurigheid en speling, tenminste tot dezelfde klasse behoort.

Behandeling van lagers

Een nieuw lager moet pas vlak voor de montage uit de verpakking worden genomen. Als we lagers plaatsen moeten we zorgen voor schone en droge handen.

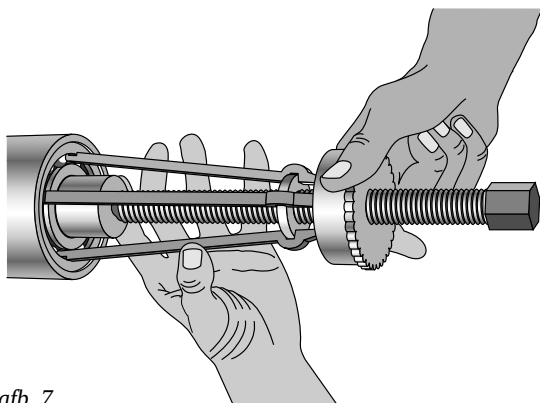
Een nieuw lager moet helemaal met kogellagervet worden gevuld. Het lagerhuis mag maar voor tweederde worden gevuld met kogellagervet.

We mogen beslist geen andere vetsoorten gebruiken. Daardoor zou de levensduur van het lager worden bekort.

Montage van lagers

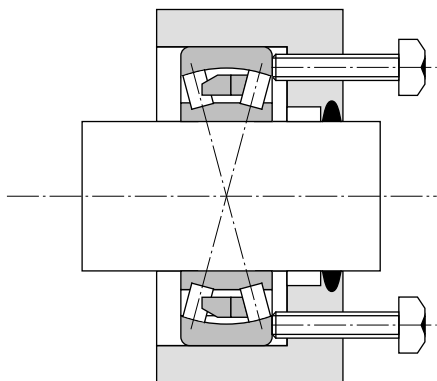
Kogel- en rollagers moeten worden gedemonteerd en gemonteerd met *speciaal daarvoor bestemd gereedschap*.

Voor het demonteren van een lager waarvan de binnenring klemmend op de as is bevestigd, gebruiken we een kogellagertrekker met haken (afbeelding 7). Aan het eind van de haken zitten uitsparingen, die een soort klauwtjes vormen. Deze klauwtjes haken achter de buitenring van het lager. Ze haken zich vast achter de lagerring als we de gekartelde spanhuls met de hand aandraaien. De spindel van deze kogellagertrekker heeft een centreerpunt die past in de centreerpunt van de as. Als we de spindel aandraaien wordt de kogellagerring uit de bus getrokken.



afb. 7

Soms zitten er tapgaten in het lagerhuis. In die tapgaten kunnen we drukbouten aanbrengen, om het lager te kunnen demonteren (afbeelding 8). Om beschadiging van het lagerhuis te voorkomen moeten deze drukbouten gelijkmatig worden aangedraaid.

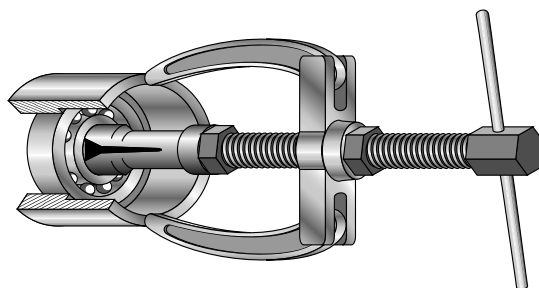


afb. 8

Als de buitenring van een lager klemmend in het lagerhuis is bevestigd, moeten we een speciale kogellagertrekker gebruiken. Deze kogellagertrekker (afbeelding 9) is uitgevoerd als binnentrekker met scherpe, wigvormige uiteinden. We spreiden de bekken van deze binnentrekker door het aandraaien van de spanmoer. De bekken grijpen dan achter de binnenring van het lager. De tegensteun rust op het huis.

Het lager wordt uit het huis getrokken door de spindel van de tegensteun aan te draaien.

Tijdens het draaien van de spindel moeten we af en toe de spanmoer aandraaien.



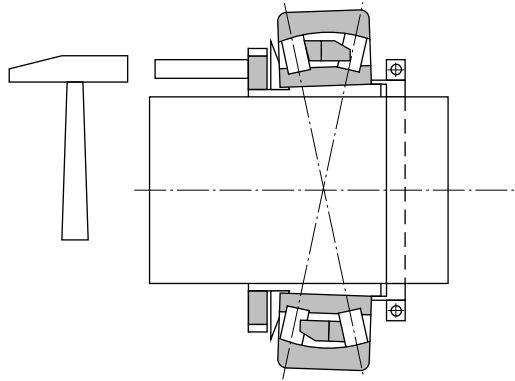
afb. 9

Als er een lager moet worden uitgedreven, tik dan *nooit* rechtstreeks op de lagerring. Gebruik in dat geval altijd een tussenstuk. Zo'n tussenstuk moet zijn gemaakt van koper of een ander zacht materiaal.

Het tussenstuk moet voldoende doorsnede hebben om de kracht van de hamertikken zoveel mogelijk te verdelen over het oppervlak van de schaal van het kogellager.

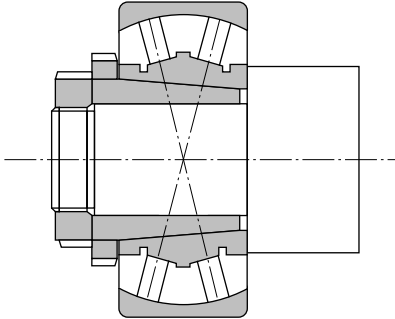
Gebruik liever geen tussenstuk van hout of van een broos metaal. Deze materialen kunnen splinters geven, die in het lager kunnen komen.

Bij het demonteren van een kogellager met klembussen moet eerst de moer van de tapse klembus iets worden gelost. Via een koperen tussenstuk slaan we tegen de moer, waardoor het lager wordt gelost (afbeelding 10).



afb. 10

Om een kogelblok met conische drukbus te demonteren, moet de moer van de drukbus worden aangedraaid. Daardoor wordt de drukbus uit de binnenring getrokken (afbeelding 11).



afb. 11

Monteren van lagers

Vóór het aanbrengen van een kogellager moeten de astap en het lagerhuis goed worden schoongemaakt en licht ingevet.

We monteren een lager op een *as* met behulp van een koperen bus die alleen tegen de *binnenring* drukt.

We monteren een lager in een *lagerhuis*, met behulp van een bus die alleen tegen de *buitenring* drukt.

Bij zware passingen op de *as* - bijv. bij grote lagers - moet het lager in een schoon oliebad tot ongeveer 80°C worden verwarmd. Daardoor zet de binnenring iets uit, waardoor het lager gemakkelijker op zijn plaats glijdt.

Verschuifsel	Oorzaak	Maatregel
1. Niet aanlopen van KA- en SKA-motor.	a. Defecte smeltpatronen als gevolg van kort- of aardsluiting in toevoerleidingen, schakelapparatuur of motor. b. Onderbreking in netschakelaar (driepolige of sterdriehoek-schakelaar).	a. Een en ander doormeten en zonodig vervangen of herstellen. b. Contacten en aansluitingen controleren. Zonodig contacten vervangen of herstellen.
2. Niet aanlopen van SA-motor	a. Als 1a. b. Als 1b. c. Borstels liggen niet aan	a. Als 1a. b. Als 1b. c. Borstel en borstelhouders controleren. E.e.a. zonodig vervangen of herstellen.
3. Motor broemt sterk, maar loopt niet aan	a. Eén smeltpatroon defect. b. vastgelopen lager.	a. Smeltpatroon vervangen. b. Lager schoonmaken, smeren, of zonodig vervangen
4. SA-motor loopt stootsgewijs aan.	a. Contacten van aanzetweerstand ingebrand.	a. Contacten bijwerken.
5. Motor komt niet op toeren.	a. Te zwaar belast. b. Netspanning te laag. c. Losse verbindingen.	a. Belasting verminderen. b. Controleren met voltmeter. Oorzaak opsporen en verhelpen. c. Alle verbindingen controleren en zonodig vastzetten.
6. Motor wordt te warm.	a. Als 5a. b. Te hoge schakelfrequentie. c. Slechte ventilatie. d. Rotor loopt aan. e. Winding- of aardsluiting.	a. Als 5a. b. Aantal toegelaten schakelingen niet overschrijden. c. Ventilatie-openingen en (zonodig ook) de wikkelingen reinigen. d. Versleten lagers vervangen. e. Controleren met d.m.v. meting en zonodig herstellen.
7. Motor trilt.	a. Defect kogellager. b. Koppeling, riem- of snaarschijf zitten los op de as, resp zijn in onbalans.	a. Lager vervangen. b. Vastzetten en uitbalanceren.

Tabel 2

Nacontrole

Na montage van de machine moeten we altijd controleren of de lagers gemakkelijk en gelijkmatig draaien.

Ook mogen ze niet klemmen, door bijvoorbeeld onnauwkeurige montage.

Storingsverschijnselen

Bij de KA- en SKA-motoren hebben we bijna nooit elektrische gebreken.

Bij sleepringankermotoren zijn de storingskansen iets groter. De sleepringen, borstels, kortsluitringen, aanzetweerstand en de ingewikkelder rotorwikkeling van de sleepringankermotor zijn storingsgevoeliger dan het simpele anker van de KA- en de SKA-motor.

Toch kunnen er altijd storingen optreden.

In tabel 2 vinden we enkele oorzaken van mogelijke storingsgevallen en de te nemen maatregelen.

Vragen

Naam:

1. Waarom mag de netschakelaar niet worden ingeschakeld, als bij stilstaande motor de aanzetweerstand niet in de aanloopstand staat?
.....
.....
.....
.....
2. Waar dient de olie voor in een rotoraanzetweerstand?
.....
.....
.....
.....
3. Waarom mag een oliegekoelde rotoraanzetweerstand niet worden gebruikt voor het regelen van het toerental?
.....
.....
.....
.....
4. Welk type weerstand kan wel voor toerenregeling worden gebruikt en waarom?
.....
.....
.....
.....
5. Wat gebeurt er als twee aansluitdraden worden verwisseld op het klemmenbordje van:
 - a. de stator van een draaistroommotor
 - b. een rotoraanzetweerstand?

.....
.....
.....
6. Wat zijn de voor- en nadelen van een motor met normaal kortsluitanker (KA) en van een motor met speciaal kortsluitanker (SKA)?
.....
.....
.....
.....
7. Waarom worden sleepringankermotoren soms voorzien van een kortsluit- en borstelophefinrichting?
.....
.....
.....
.....
8. In welke gevallen zal de inrichting als bedoeld bij vraag 7 ontbreken?
.....
.....
.....
.....
9. Waarop moeten we vooral letten bij het controleren van sleepringankermotoren?
.....
.....
.....
.....
10. Wat zal er gebeuren, als we de netschakelaar inschakelen op een moment dat de rotoraanzetweerstand van de SA-motor nog in de bedrijfsstand staat en als de motor met een elektromagnetische netschakelaar (zoals in de schakeling van de opgave) in bedrijf wordt gesteld?
.....
.....
.....
.....



Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

11. Wat is een poolomschakelbare motor?

.....

12. Hoe groot is het aantal omwentelingen per minuut van:
 a. de rotor van een 6-polige draaistroommotor, netfrequentie 50 Hz, slip 5%

.....

b. een 8-polige motor, netfrequentie 50 Hz, slip 3%

.....

c. een 4-polige motor, netfrequentie 60 Hz, slip 6%?

.....

Opgave

Een sleep-ringankermotor wordt via smeltveiligheden met patronen van 20 A en een elektromagnetische netschakelaar met thermische beveiliging aangesloten op een net 380/220 V. De statorwikkeling is geschikt voor 380/660 V. De elektromagnetische schakelaar kan vanuit twee plaatsen worden ingeschakeld met behulp van drukknoppen. De spoel van de magneetschakelaar is geschikt voor 220 V.

Inschakelen is alleen mogelijk als het op de rotoraanzetweerstand gemonteerde hulpcontact is gesloten. Dat is het geval in de 'aanloopstand' van de weerstand.

Teken:

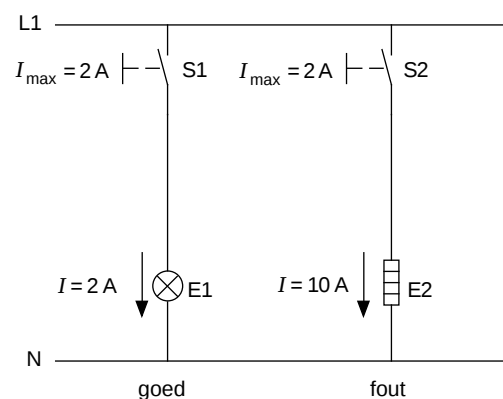
- het stroomkringschema voor de stuurstroom;
- het aansluitschema voor hoofd- en stuurstroom (het hoofdstroomcircuit volledig tekenen, dus ook de verbindingen tussen motor en rotoraanzetweerstand).

Relaisschakelingen I

Inleiding

Als de opgenomen stroom van een verbruikstoestel (lamp, verwarmingselement of iets dergelijks) groter is dan de maximale waarde waarmee de schakelaar mag worden belast kunnen we (afbeelding 1):

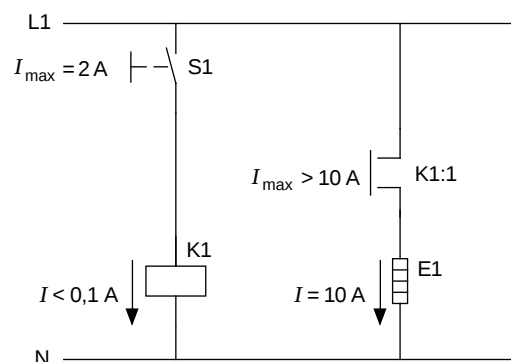
1. een schakelaar voor grotere toegestane stroom nemen
2. een relais gebruiken.



afb.1

Stuurstroom

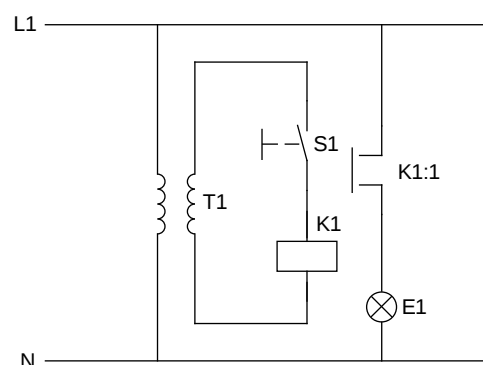
Bij een relais is een geringe stroom voldoende om de spoel te bekrachtigen, waardoor een of meerdere contacten worden gesloten (of geopend) (afbeelding 2). Deze contacten kunnen geschikt zijn voor een grote stroomdoorgang. Met een relais kan je op grote afstand een grote stroom schakelen met een zwakstroomkabel waardoor de installatie goedkoper kan worden uitgevoerd. We noemen een relais ook wel een elektromagnetische schakelaar.



afb. 2

Ook is het mogelijk met een relais het in- en uitschakelen van een sterkstroomketen (bijvoorbeeld 220 V) te besturen vanuit een zwakstroomketen (bijvoorbeeld 42 V). De spoel van het relais wordt dan opgenomen in de zwakstroomketen (afbeelding 3).

Voor het in- en uitschakelen van het relais kan dan gebruik worden gemaakt van zwakstroomschakelaars. De installatie naar de spoel van het relais kan dan worden uitgevoerd als zwakstroomleiding (nuttige toepassing bij gebouwen die onder Monumentenzorg staan).



afb.3

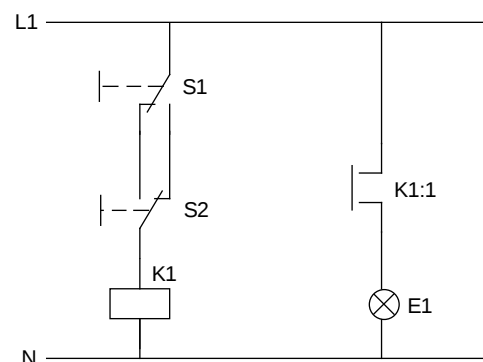
Schakelmogelijkheden

Het in- en uitschakelen van een relais vanaf twee plaatsen kan eventueel worden gedaan met een wisselschakeling (afbeelding 4).

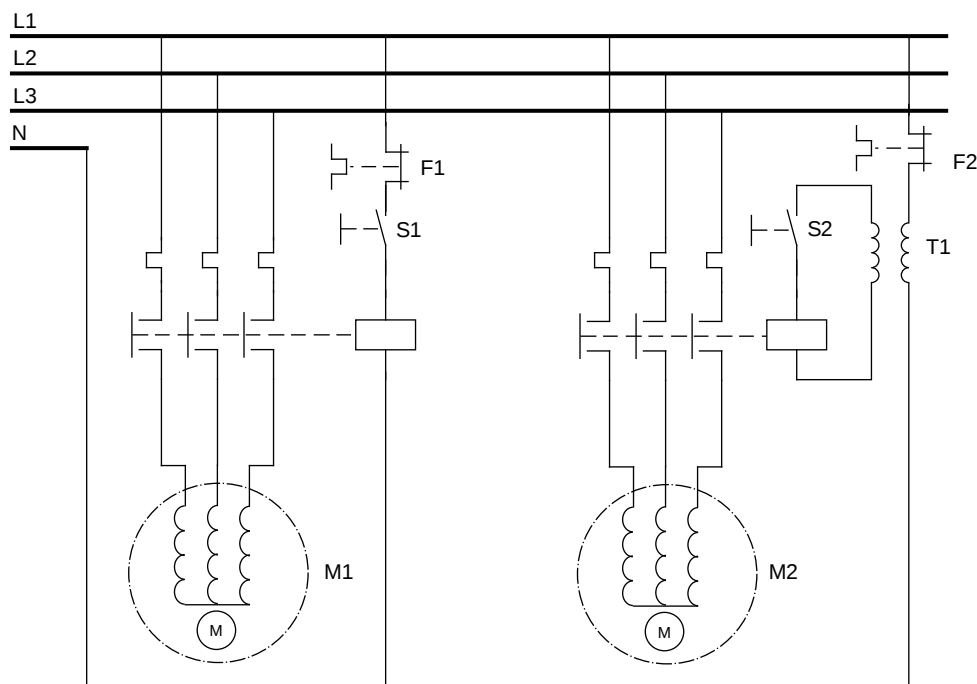
Bij in- en uitschakelen vanaf meer dan twee plaatsen kunnen we gebruik maken van een kruisschakeling.

Nadeel: zeer uitgebreide bedrading.

Deze schakeling wordt bijna nooit gebruikt.



afb. 4



afb.5

Relais kunnen van meerdere contacten zijn voorzien (afbeelding 5). Daardoor kunnen met een enkelpolige schakelaar in de relaisspoelketen meerdere verbindingen tegelijk worden gemaakt (bijvoorbeeld voor het inschakelen van een draaistroommotor).

De relaisspoelketen noemen we meestal de stuurstroomketen.

Anders dan in de voorgaande schakelingen worden in stuurstroomschakelingen bijna altijd drukknoppen gebruikt.

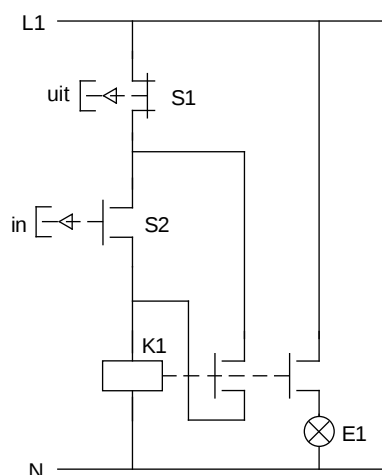
We noemen dat een besturing volgens het 'momentcontacten' systeem. Alleen tijdens het drukken op deze knoppen wordt het contact gemaakt of verbroken.

Na het drukken op de 'in' knop zorgt een 'overneem' contact ervoor dat de spoel van het relais bekrachtigd blijft.

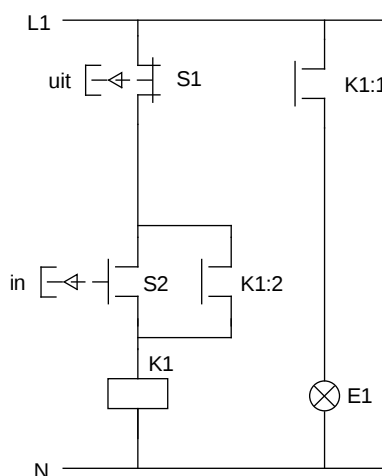
Het overneemcontact neemt dus na het loslaten van de 'in' knop de functie van deze knop over (afbeelding 6).

Voor het tekenen van een stroomkringschema van een stuurstroominstallatie gebruiken we de 'losse tekenwijze'. Hierdoor wordt het schema veel overzichtelijker. Afbeelding 7 geeft hiervan een voorbeeld.

In de tekening is niet meer met een streeplijn aangegeven dat overneemcontact K1:2 van relais K1 is gekoppeld aan het relais.



afb.6



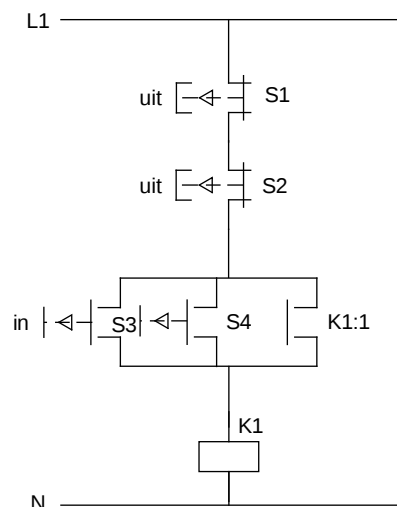
afb.7

Bij schakelingen waarin meerdere relais voorkomen wordt met letteraanduidingen naar de verschillende relais met bijbehorende contacten verwezen.

Bij het uitwerken van de stroomkringschema's moet steeds de 'losse tekenwijze' worden gebruikt.

Als er in stuurstroominstallaties meerdere schakelementen (afbeelding 8) moeten worden gebruikt, gelden de volgende hoofdregels:

1. Contacten die de besturing moeten uitschakelen staan altijd in serie geschakeld. Dus: alle *verbreekcontacten* staan in serie
2. Contacten die de besturing moeten inschakelen staan altijd parallel geschakeld. Inclusief de overneemcontacten die de besturing ingeschakeld houden! Dus: alle *maakcontacten* staan parallel geschakeld
3. Er kan een onbeperkt aantal in- of uitschakelende contacten worden gebruikt
4. In een stuurstroomketen eerst de verbreekcontacten opnemen en daarna de maakcontacten



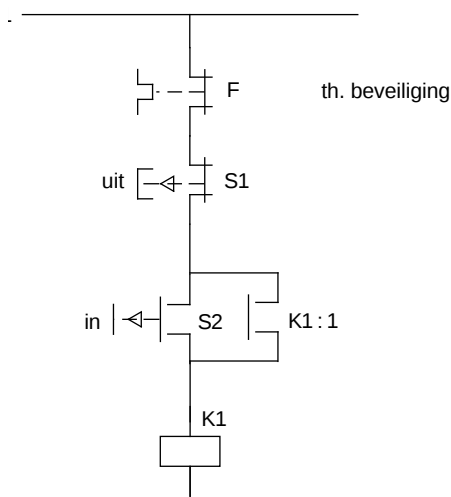
afb. 8

Motorschakeling

Om een motor te beveiligen tegen overbelasting gebruiken we een thermische beveiliging.

Wordt de motor overbelast dan zal contact (F) van deze beveiliging zich *openen*, waardoor het relais afvalt en de motor wordt uitgeschakeld.

Dit contact moet in serie met de 'uit' knop zijn geschakeld (afbeelding 9).



afb. 9

Sturing en signalering

In het schema van afbeelding 10 is behalve de besturing van het relais ook nog een signalering toegepast.

Bij uitgeschakelde motor (relais is afgefallen) zal de groene signaallamp branden.

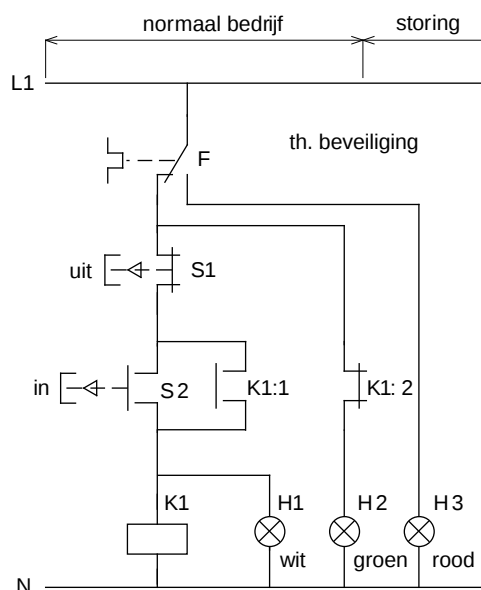
Bij ingeschakelde motor (relais is bekrachtigd) zal de witte signaallamp branden.

Wordt de motor overbelast dan zal het contact van de thermische beveiliging omschakelen.

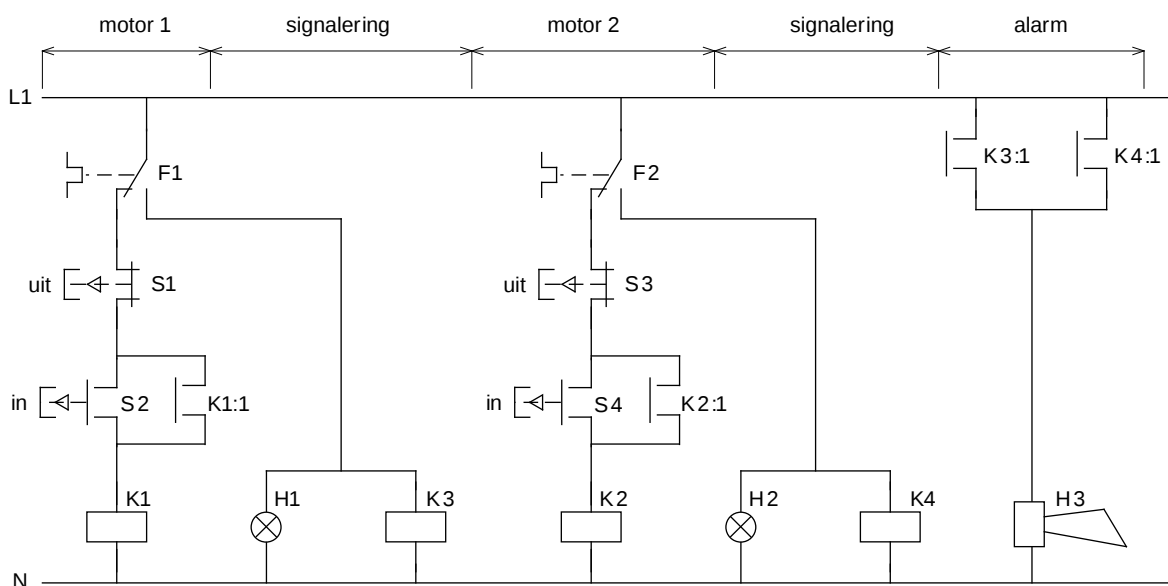
Gevolg:

- het relais valt af,
- de witte lamp dooft,
- de rode lamp gaat branden (storing).

In het schema van afbeelding 11 worden twee motoren afzonderlijk geschakeld door respectievelijk relais KI en relais K2. Als één van de motoren wordt overbelast dan zal het contact (F) van het thermisch relais omschakelen. Hierdoor gaat een signaallamp branden die aangeeft dat één van de motoren is uitgeschakeld. Gelijktijdig wordt een hulprelais bekrachtigd. Een contact van dit hulprelais schakelt een signaalhoorn in.



afb. 10



afb.11

Vragen

Naam:

1. Wanneer kunnen we een relais (elektromagnetische schakelaar) gebruiken ?
Noem ten minste drie toepassingen.
.....
.....
.....
.....
2. Wanneer spreken we van een besturing volgens het 'momentcontacten' systeem ?
.....
.....
.....
.....
3. Welke tekenwijze moet steeds worden gebruikt bij het tekenen van stroomkringschema's?
Wat is het voordeel van deze tekenwijze ?
.....
.....
.....
.....
4. Als er meerdere relais worden toegepast, hoe worden dan de relaisspoelen met de bijbehorende schakelcontacten in de tekeningen aangeduid ?
.....
.....
.....
.....
5. Hoe worden de contacten ten opzichte van elkaar geschakeld als deze contacten de besturing moeten uitschakelen ?
.....
.....
.....
.....
6. Hoe worden de contacten ten opzichte van elkaar geschakeld als deze contacten de besturing moeten inschakelen of ingeschakeld moeten houden ?
.....
.....
.....
.....
7. Noem enkele contacten die in een besturing dienen voor uitschakeling.
.....
.....
.....
.....
8. Waarvoor dient een thermische beveiliging bij een motor ?
.....
.....
.....
.....
9. Als in de schakeling volgens afbeelding 9 het overneemcontact bij het bekrachtigen van de relaisspoel niet sluit, wat gebeurt er dan?
.....
.....
.....
.....

Opgave

In afbeelding 11 is het stroomkringschema gegeven voor de besturing van twee motoren.

Deze zijn voorzien van thermische beveiliging, signalering door middel van lampen en een alarminrichting.

Teken het stroomkringschema van een besturing, met dezelfde beveiliging en signaleringen, voor één motor.

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

Relaisschakelingen (vervolg)

Veiligheidsvoorschriften bij hulpstroomketens

Een hulpstroomketen is een stroomketen waarin bijvoorbeeld zijn opgenomen:

- drukknopcontacten
- eindcontacten
- relaiscontacten en spoelen van relais
- contactoren en dergelijke.

(Zie NEN 1010, bepaling 212.12.)

Met deze contacten kunnen we de hulpstroomketen spanningsloos en stroomloos maken.

Eerst een paar begrippen:

Hulpstroomketens

Een hulpstroomketen wordt gebruikt voor:

- meten
- signaleren
- regelen en/of besturen
- beveiligen
- schakelen.

Het begrip 'hulpstroomketen' is in de plaats gekomen van 'stroomstroomketen'.

Een hulpstroomketen moet voldoen aan de eisen gesteld aan veiligheidsketens (NEN 1010, bepaling 479), als door een defect in een hulpstroomketen gevaar kan ontstaan voor personen, dieren of goederen.

Veiligheidsketens

Een veiligheidsketen is een hulpstroomketen waarin zijn opgenomen:

- veiligheidscontacten
- contacten van elektrische beveiligingsmiddelen
- contacten van relais of contactoren die worden bediend door veiligheidscontacten of elektrische beveiligingsmiddelen (NEN 1010, bepaling 212.13).

Veiligheidscontacten

Een veiligheidscontact is een contact voor het in- en uitschakelen van machines die gevaar voor ernstig lichamenteel letsel kunnen opleveren (NEN 1010, bepaling 274.2.8).

Zo'n veiligheidscontact is vaak een contact van een werkschakelaar, noodschakelaar, eindschakelaar, hulp-schakelaar en dergelijke.

Gevaarlijke werktuigen

Werktuigen die gevaar kunnen opleveren voor ernstig lichamenteel letsel zijn bijvoorbeeld ertsbrekers, steenbrekers, maalmachines, roermachines, kneedmachines, centrifuges, rotatiepersen, transportinrichtingen, hefwerktuigen (hijskranen, liften), draai- en freesbanken enzovoort.

Het zijn alle werktuigen die onverwacht in beweging kunnen komen of niet kunnen worden stilgezet. Daardoor ontstaan gemakkelijk ongelukken.

Werkschakelaars

Een werkschakelaar wordt gebruikt om gevaar te voorkomen. Zo'n werkschakelaar wordt gebruikt om elektrische machines of toestellen spanningsvrij te maken tijdens niet-elektrisch onderhoud. Als de werkschakelaar is uitgeschakeld kan zo'n machine niet per ongeluk worden ingeschakeld.

Een werkschakelaar moet vlakbij de machine of het werktuig zitten.

Een werkschakelaar is voorgeschreven voor:

- werktuigen die elektrisch worden aangedreven
- werktuigen die op een of andere manier elektrische energie gebruiken.

Noodschakelaars

Noodschakelaars worden gebruikt om een installatie spanningsloos en stroomloos te maken.

Een noodschakelaar moet op een goed zichtbare en gemakkelijk bereikbare plaats zitten. Hij wordt alleen gebruikt in geval van nood. De elektrische installatie moet dan snel uitgeschakeld kunnen worden.

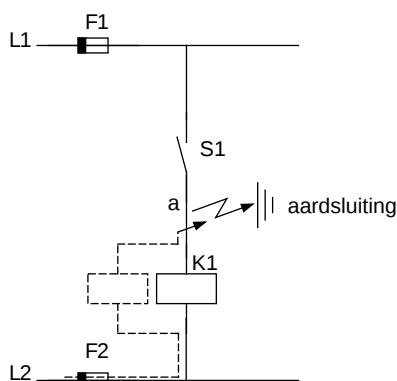
Beveiliging van hulpstroomketens

Hulpstroomketens moeten ook worden beveiligd. Maar bij het beveiligen van een hulpstroomketen komt meer kijken. Er kunnen namelijk allerlei dingen mis gaan, ondanks dat de beveiliging goed lijkt.

We bespreken een paar van zulke situaties.

Aardsluiting in hulpstroomketen

Als een hulpstroomketen is aangesloten tussen twee fasen van een driefasennet kan een aardsluiting een onveilige situatie veroorzaken (afbeelding 1). We leggen dat uit met een voorbeeld.



afb. 1

Bij a in de hulpstroomketen komt een aardsluiting. Als schakelaar S1 gesloten is, zal smeltveiligheid F1 doorsmelten. Maar er loopt nog steeds een stroom door de spoel van relais K1. Die loopt van fase L2 via de spoel van het relais K1 naar aarde.

Daardoor kan relais K1 in de aangetrokken stand blijven staan. Want: als schakelaar S1 wordt geopend valt relais K1 niet af. (S1 wordt bijvoorbeeld gebruikt om een motor uit te schakelen.) Dat kan dus gevaarlijk zijn.

Ook op een andere manier is dit gevaarlijk. Bijvoorbeeld als schakelaar S1 'open' staat en er komt een aardsluiting bij a. Dan kan relais K1 opkomen, zonder dat S1 wordt ingeschakeld. Ook dat kan ernstige gevolgen hebben.

Deze schakeling (afbeelding 1) mag beslist niet als er door een aardsluiting in de hulpstroomketen gevaar ontstaat voor ernstige ongevallen. Bijvoorbeeld door het onverwacht in beweging komen of niet kunnen stilzetten van werktuigen. (Zie NEN 1010, bepaling 479.1.1.)

Uitschakelen relaispoelen in veiligheidsketens

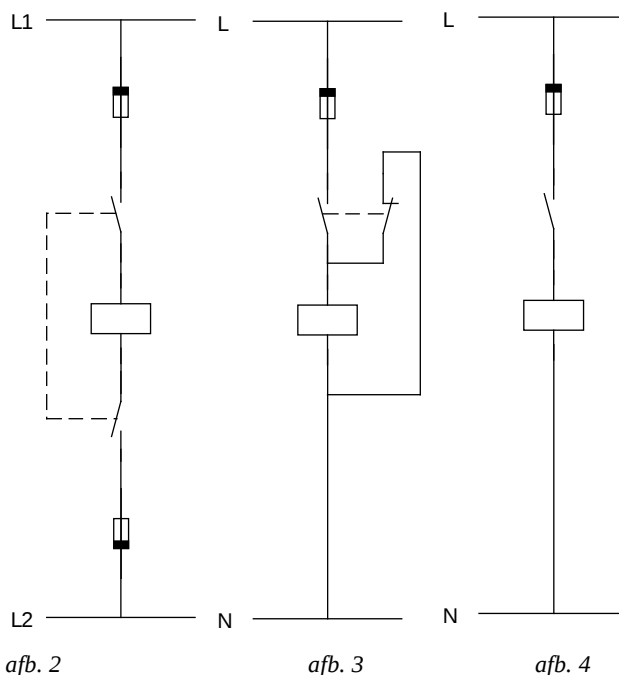
Relais in veiligheidsketens moeten:

- dubbelpolig kunnen worden uitgeschakeld (afbeelding 2) of
- kunnen worden kortgesloten (afbeelding 3).

Deze bepaling geldt niet als:

- relais zijn opgenomen in een keten die rechtstreeks is aangesloten tussen fase en nul en
- het stroomstelsel rechtstreeks is verbonden met aarde en
- in de keten geen contacten zijn opgenomen van werkschakelaars of noodschakelaars (afbeelding 4).

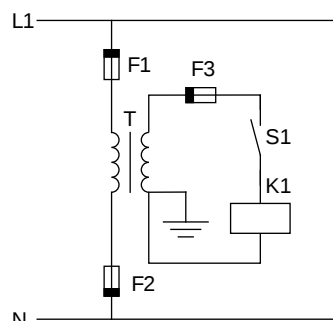
(Zie NEN 1010, bepaling 479.1.1.)



Een met aarde verbonden stroomstelsel kan zijn:

- een TN-stelsel
- een TT-stelsel.

Deze bepaling geldt ook niet als de keten voor de relais wordt gevoed door een *hulpstroomtransformator* (afbeelding 5).



afb. 5

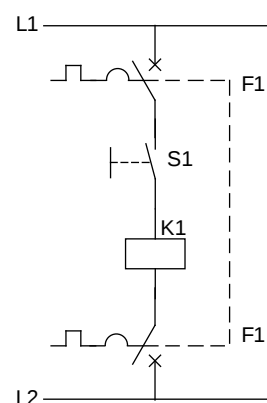
De veiligheidsketen moet vlakbij de hulptransformator worden geaard (NEN 1010, bepaling 479.2.1).

De veiligheidsketen moet *altijd* worden gevoed door een hulptransformator als niet zeker is dat de nul op aard-potentiaal blijft.

Als secundaire spanning nemen we liefst een veilige (lage) spanning.

Een dubbelpolige uitschakeling volgens afbeelding 2 kunnen we ook maken met een dubbelpolige vermogensschakelaar (installatie-automaat, afbeelding 6). Dit dan in plaats van twee smeltveiligheden en een dubbelpolige schakelaar.

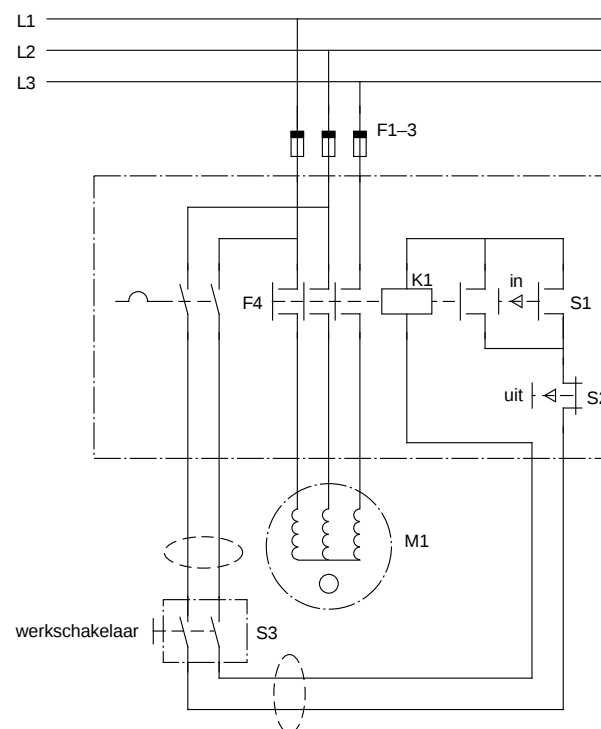
Voor het in- en uitschakelen van dat relais is dan een enkelpolige (drukknop)schakelaar te gebruiken.



afb. 6

Kortsluiting in een hulpstroomketen

Ook bij kortsluiting tussen de draden of aders van een hulpstroomketen kunnen er ongelukken gebeuren. Bijvoorbeeld door het 'zo maar' inschakelen van een motor of werktuig. Dat mag natuurlijk niet gebeuren. Daarom zit er vlakbij zulke werktuigen een *werkschakelaar* (afbeelding 7).



afb. 7

Als er aan een stilstaande machine gewerkt moet worden, schakelen we *eerst* de werkschakelaar uit. De machine kan dan nooit onverwacht in bedrijf komen. Door welke oorzaak dan ook.

Beveiliging hulpstroominstallatie

De voeding voor de hulpstroomketen wordt vaak afgetakt achter de smeltveiligheden voor de bijbehorende hoofdstroomketen.

Vaak is de beveiliging van de hoofdstroomketen zwaarder dan voor de hulpstroomketen is toegestaan.

Als dat zo is moet de hulpstroomketen worden beveiligd door smeltveiligheden van een lagere waarde.

Hulpstroomketens tussen fase en nul

De hulpstroomketen wordt aangesloten tussen één van de fasen en nul van de bijbehorende hoofdstroomketen.

Als beveiligingsmiddel kan worden gebruikt:

- smeltveiligheid
- elektromagnetische vermogenschakelaar (installatie-automaat).

Het beveiligingsmiddel wordt aangebracht in de fase-leiding.

Hulpstroomketens tussen twee fasen

De voeding van de hulpstroomketen wordt afgetakt achter twee smeltveiligheden van de bijbehorende hoofdstroomketen.

We maken verschil tussen:

- installaties die vallen onder de NEN 1010, bepaling 479.1.1

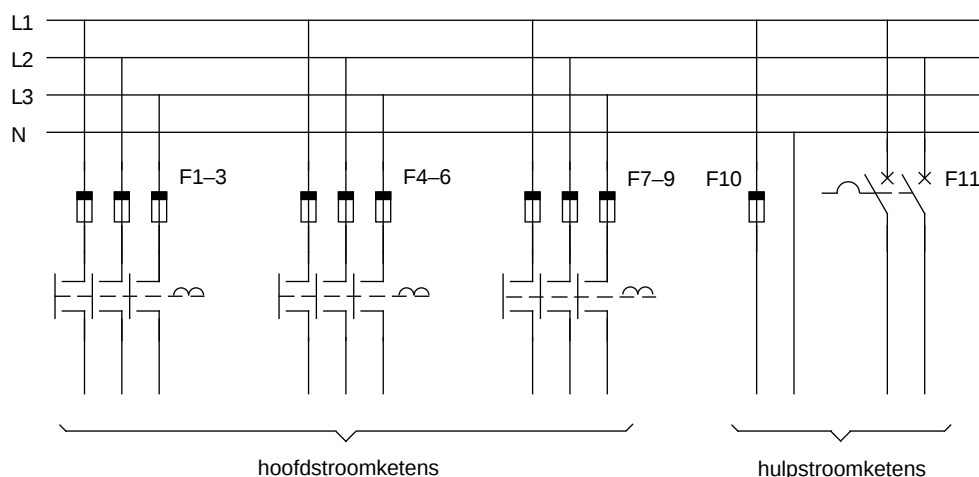
- installaties die *niet* vallen onder de NEN 1010, bepaling 479.1.1.

Beveiliging zoals bij installaties tussen fase en nul. Wel moet in een hulpstroomketen allebei de fasen worden beveiligd.

Soms bestuurt een hulpstroomketen meer dan één hoofdstroomketen. Als dat zo is moeten we de hulpstroomketen aansluiten op een aparte groep (afbeelding 8).

De beveiligingsmiddelen zijn weer:

- smeltveiligheden
- elektromagnetische vermogenschakelaars (installatie-automaten).



afb. 8

Beveiligingsinstallaties

Beveiligingsinstallaties vormen een vak apart. Daar gaan we in deze unit niet uitgebreid op in.

Ook bij beveiligingsinstallaties zien we vaak hulpstroomketens. Aan die hulpstroomketens worden hoge eisen gesteld.

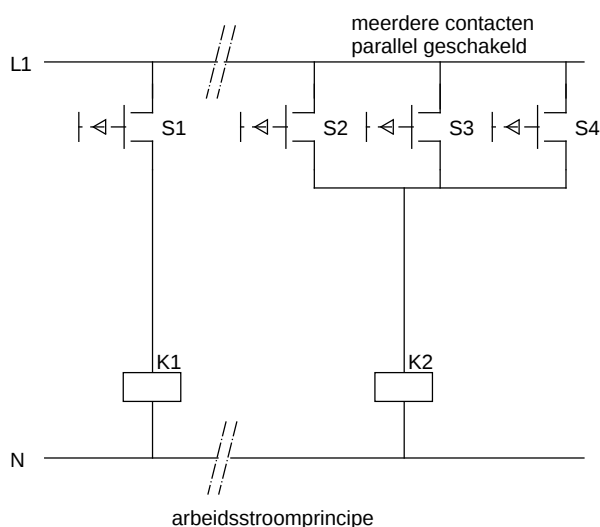
We bespreken een paar eenvoudige voorbeelden van beveiligingsinstallaties.

Beveiligingsinstallaties werken volgens het *arbeidsstroomprincipe* of het *ruststroomprincipe*.

Om dat uit te kunnen leggen gaan we uit van de spanningsloze toestand van een stroomketen. De toestand van een stroomketen is dan in rust. Het is de toestand die we zien in een stroomkringschema.

Arbeidsstroomprincipe

Arbeidsstroomprincipe betekent: In de rusttoestand loopt er geen stroom. Pas als een contact wordt bediend gaat er een stroom lopen. Dus: Een contact dat wordt bediend *sluit* de stroomkring (maakcontact). Door dat maakcontact wordt een relais *bekrachtigd* (afbeelding 9).

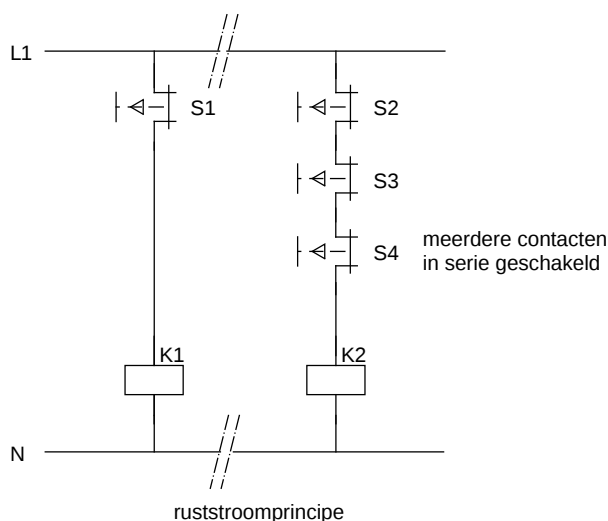


afb. 9 Meerdere maakcontacten parallel geschakeld

Ruststroomprincipe

Ruststroomprincipe betekent: In de rusttoestand loopt een stroom. Pas als een contact wordt bediend wordt de stroom onderbroken. Dus:

Een contact dat wordt bediend *opent* de stroomkring (verbreekcontact). Door dat verbreekcontact *valt een relais af* (afbeelding 10).



afb. 10 Meerdere verbreekcontacten in serie geschakeld

Signalering van ramen en deuren

Bij grote gebouwen wordt vaak centraal gecontroleerd of na werktijd alle ramen en deuren dicht zijn.

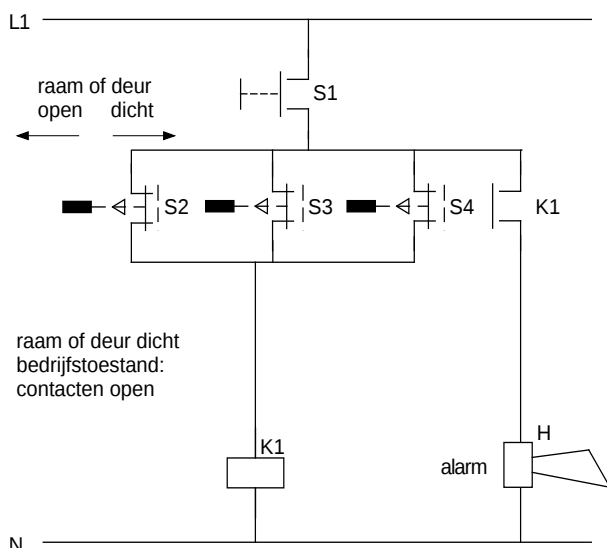
Dat kunnen we doen met schakelaars op de ramen en deuren. Die schakelaars worden bediend door een pen (pencontact) of een rol (rolcontact) en zijn onderdeel van een beveiligingsinstallatie.

Via die installatie kunnen we zien of er een raam of deur open is.

Zo'n beveiligingsinstallatie werkt volgens het arbeidsstroomprincipe of het ruststroomprincipe. We zien de werking in de afbeeldingen 11 en 12.

Arbeidsstroom

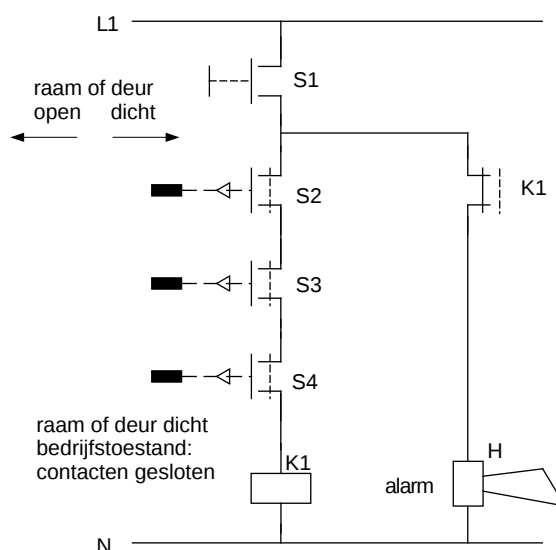
De beveiligingsinstallatie van afbeelding 11 werkt volgens het arbeidsstroomprincipe. Als alle ramen en deuren dicht zijn loopt er geen stroom door de spoel van K1. Als er een raam of deur open gaat wordt er een contact gesloten. Daardoor spreekt het (alarm)relais aan. In de schakeling van afbeelding 11 wordt dan een hoorn ingeschakeld.



afb. 11

Ruststroom

De beveiligingsinstallatie van afbeelding 12 werkt volgens het ruststroomprincipe. Als alle ramen en deuren dicht zijn loopt er een stroom door de spoel van K1. Als een raam of deur open gaat wordt er een contact verbroken. Daardoor valt het (alarm)relais af. In de schakeling van afbeelding 12 wordt dan een hoorn ingeschakeld.



afb. 12

Dus in de normale ('veilige') toestand staat relais K1:

- Bij een beveiligingsinstallatie volgens het arbeidsstroomprincipe in *afgefallen* stand.
- Bij een installatie volgens het ruststroomprincipe in *aangetrokken* stand.

Arbeidsstroom of ruststroom

Arbeidsstroom en ruststroom hebben allebei voor- en nadelen, zoals:

Arbeidsstroom

Voordeel:

- De installatie staat normaal niet onder spanning. (Geen energieverbruik en geen warmte-ontwikkeling.)

Nadelen:

- Er is geen signaal bij een onderbreking in de hulpstroomketen. Bij zo'n onderbreking wordt niet gesignaleerd. De beveiliging werkt dan niet.
- Geen beveiliging als de voedingsspanning wegvalt.

Ruststroom

Voordeel:

- Een onderbreking in de stroomketen wordt gesignaleerd.

Nadeel:

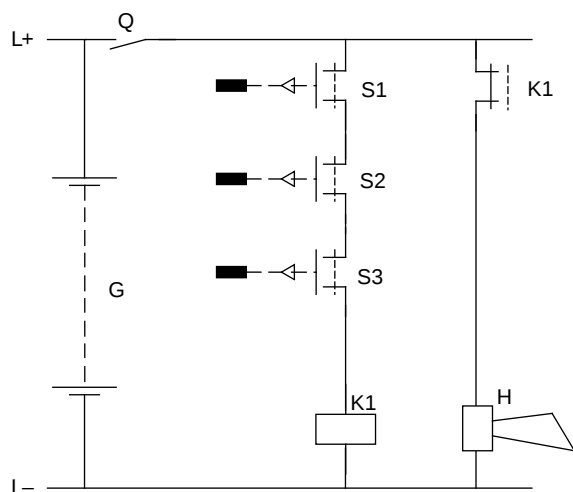
- De installatie staat steeds onder spanning. (Energieverbruik en warmte-ontwikkeling.)

Beveiligingsinstallatie met accuvoeding

Om minder afhankelijk te zijn van de netspanning, gebruiken we vaak een accu. We zien zo'n schakeling in afbeelding 13.

De beveiligingsinstallatie is aangesloten op de accu. (Die accu wordt steeds bijgeladen door een acculader, dus vanuit het net.)

Bij een ruststroominstallatie is het relais steeds bekrachtigd. Bij een onderbreking door een deur- of raamcontact valt het relais af. Er wordt dan een alarmsignaal gegeven (afbeelding 13).



afb. 13

Voordelen:

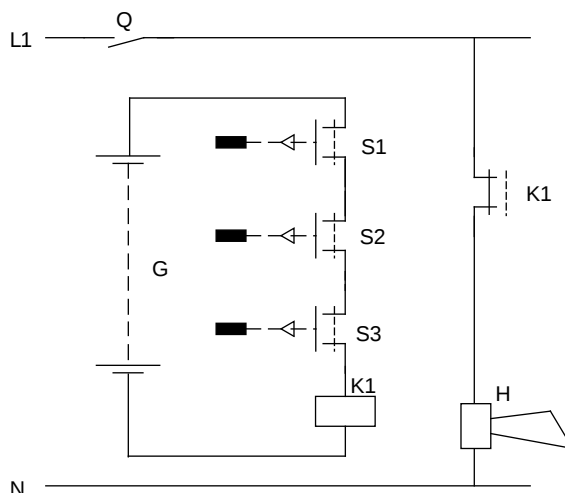
- Het alarm is niet afhankelijk van de netspanning.
- Bij een defect in de ruststroomketen (onderbreking) komt er een alarmsignaal.

Nadeel:

- Als de accu leeg raakt is er geen energie meer voor een behoorlijk alarmsignaal.

Ruststroom met alarm op netspanning

De schakeling van afbeelding 14 verschilt iets met die van afbeelding 13. In afbeelding 14 is het alarm aangesloten op de netspanning.



afb. 14

Voordeel: (ten opzichte van afbeelding 13)

- Als de accu leeg raakt, valt het relais af. We krijgen dan een alarmsignaal.

Nadeel:

- Geen netspanning: geen alarm.

Signaalkabels voor beveiligingsinstallaties

Voor de leidingaanleg van beveiligingsinstallaties gebruiken we zogenaamde mb signaalkabel.

De letters mb betekenen: moeilijk brandbaar.

De maataanduiding geeft het aantal aders en de diameter van de geleider.

Let op:

Bij installatiedraad heeft de maataanduiding betrekking op de *doorsnede* van de draad.

Bij signaalkabel op de *diameter* van de draad.

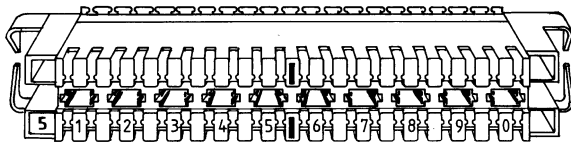
Bij signaalkabel is de aderdiameter 0,8 mm. De meeste soorten signaalkabel zijn leverbaar met 2, 3, 4, 6, 8, 12, 20 of 24 aders.

Doorverbindingsklemmen

Signaalkabels sluiten we aan op stroken doorverbindingsklemmen. Er zijn twee soorten doorverbindingsklemmen, namelijk:

- met aansluitstroken
- met scheidingsstroken.

Bij een scheidingsklem kan de verbinding worden gescheiden. Dit maakt het storingzoeken in de installatie eenvoudiger (afbeelding 15).



afb. 15

Vragen

Naam:

1. Een stroomketen voor een besturing is aangesloten tussen twee fasen. Deze keten is beveiligd door smeltveiligheden.

Wat is het gevaar als er een aardsluiting optreedt in deze stroomketen?

.....

.....

.....

2. Het wangnet heeft een grote bandbreedte van 10 MHz tot 400 MHz. Deze grote bandbreedte wordt verdeeld in meerdere frequentiebanden waarbij elke band zijn eigen toepassing kent. Welke toepassingen zijn dit?

.....

.....

.....

3. NEN 1010, bepaling 479.1.1 geeft mogelijkheden om de bezwaren aan de schakeling volgens afbeelding 1 op te heffen.

Wat zijn deze mogelijkheden?

.....

.....

.....

4. Waarvoor dient de werkschakelaar van afbeelding 7?

.....

.....

.....

5. Hoe kunnen we op een andere manier hetzelfde doel bereiken als met de werkschakelaar volgens afbeelding 7?

.....

.....

.....

6. Wanneer hoeft een hulpstroomketen niet apart te worden beveiligd?

.....

.....

.....

7. Wanneer moet een hulpstroomketen wel apart worden beveiligd?

.....

.....

.....

Opgaven

1. In de beveiligingsinstallatie van afbeelding 11 wordt het alarmsignaal uitgeschakeld door het sluiten van een raam of deur.

Verander deze schakeling zo, dat het alarmsignaal niet meer kan worden uitgeschakeld door het sluiten van een raam of deur. (Als het alarm is geactiveerd.) Hoe kan het alarmsignaal dan worden uitgezet?

2. Dezelfde opdracht als opgave 1, maar nu voor de schakeling van afbeelding 12.

(Er zijn meerdere oplossingen mogelijk. Bespreek deze met de praktijkopleider.)

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

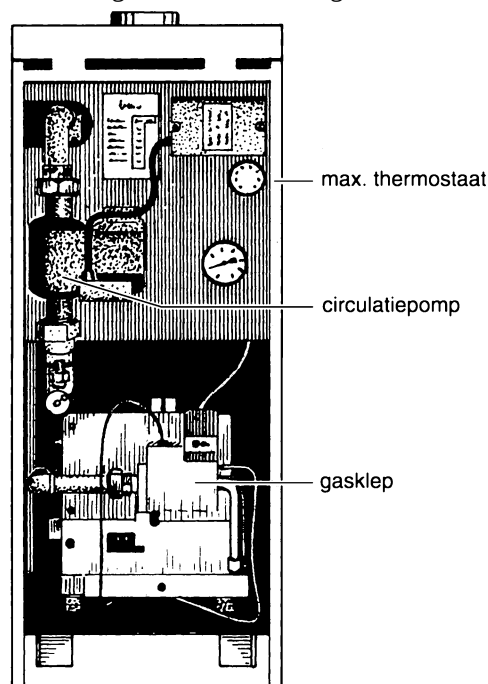
Par.:

Voorbeelden van relaisschakelingen 1

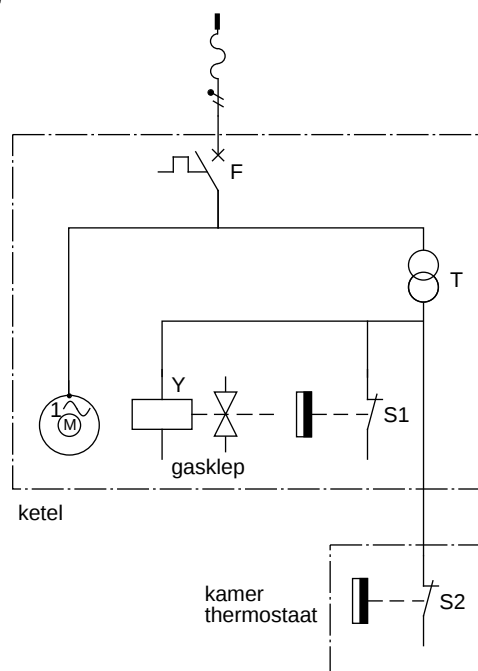
Een voorbeeld van een schakeling met continucontacten is een cv-installatie (afbeelding 1).

In de afbeeldingen 2 en 3 zien we het elektrische schema van een cv-installatie voor een woonhuis. Afbeelding 2 is het éénlijnige installatieschema.

Afbeelding 3 is het stroomkringschema van de besturing.



afb. 1



afb. 2

Werking van de installatie

We beschrijven de werking van een eenvoudige installatie. In het buizensysteem van de cv-installatie zit vlak bij de ketel een circulatiepomp. Deze circulatiepomp pompt het water door de ketel, het buizenstelsel en de radiatoren.

De pomp is elektrisch beveiligd door een motorbeveiligingsschakelaar.

De pomp draait continu zolang de installatie op de netspanning is aangesloten.

Het relais bedient de gasklep en daardoor de gastoevoer (relais en gasklep zitten in het zogenaamde 'gasblok').

De gasklep wordt gestuurd door een kamerthermostaat. Als het contact van de kamerthermostaat sluit, zal de gasklep openen. Daardoor gaat de brander aan en wordt het water verwarmd.

Op de ketel zit een zogenaamde maximaalthermostaat. De maximaalthermostaat moet zorgen, dat de temperatuur van het water in de ketel niet te hoog wordt. Dat zou bijvoorbeeld kunnen gebeuren in geval van storing aan de kamerthermostaat of circulatiepomp.

Kamerthermostaat

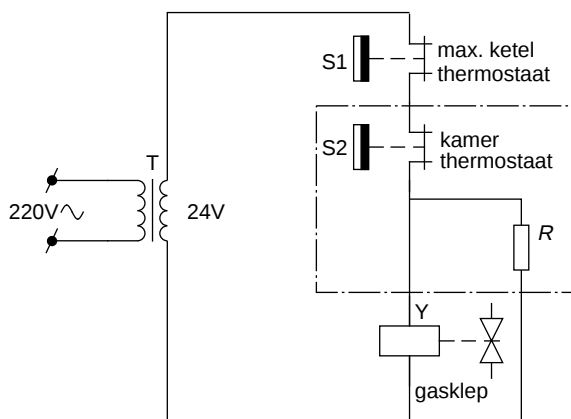
Een thermostaat die alleen werkt met een bimetaal, zal in- en uitschakelen bij een temperatuurverschil van enkele graden. Een paar graden temperatuurverschil in een woonkamer is niet prettig. Zulke temperatuurschommelingen zijn te groot.

Dit wordt ondervangen door in de kamerthermostaat (afbeelding 4) een warmteversnellingsweerstand te bouwen (afbeelding 3). Dat werkt zo:

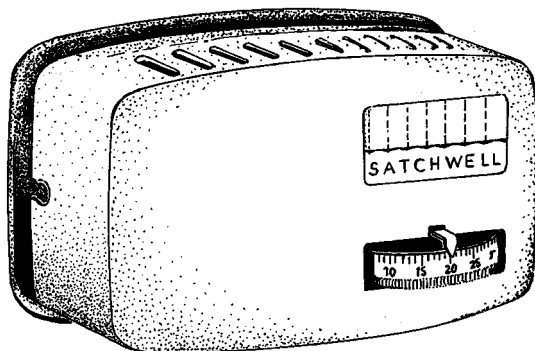
Zodra de kamertemperatuur beneden de ingestelde waarde is gedaald, sluit het thermostaatcontact.

Zodra de thermostaat zijn contact sluit, wordt weerstand R ingeschakeld en daardoor opgewarmd. Deze weerstand zit vlak bij het bimetaal van de thermostaat. Dus wordt het bimetaal van de thermostaat ook verwarmd. Omdat de weerstand het bimetaal verwarmt, schakelt de thermostaat uit vóór dat de ingestelde kamertemperatuur is bereikt. In de ketel en de leidingen zit nog warm water. Die warmte wordt afgegeven via de radiatoren. Daardoor zal de kamertemperatuur nog iets stijgen. De warmte van de weerstand houdt als het ware rekening met de warmte die nog door de radiatoren wordt afgegeven.

Dit systeem maakt een regeling mogelijk waarbij de temperatuurschommelingen niet meer dan $\pm 0,5^\circ\text{C}$ zijn.



afb. 3



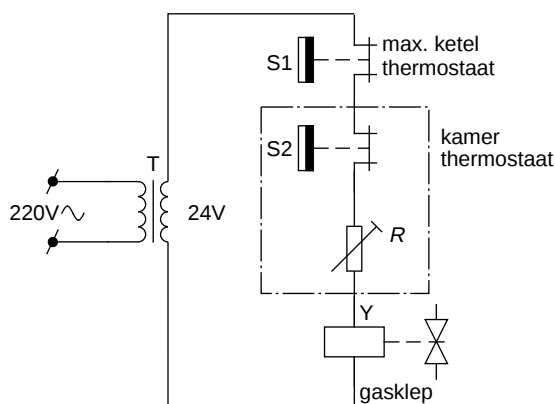
afb. 4

In afbeelding 5 zien we een kamerthermostaat in een andere uitvoering. (Het schema zien we in afbeelding 6.) Bij deze uitvoering is de warmteversnellingsweerstand in serie met de thermostaat en de gasklep geschakeld. Deze thermostaat heeft een schakeldifferentiaal of schakelverschil van $0,8^\circ\text{C}$.

Om te kunnen voldoen aan het gewenste schakeldifferentiaal van $0,8^\circ\text{C}$, moet de in deze weerstand ontwikkelde warmte een bepaalde waarde hebben. De stroom door deze weerstand hangt af van de stroom door de spoel van de gasklep.



afb. 5



afb. 6

Maar de spoelen van de gaskleppen hebben niet allemaal dezelfde weerstand.

Dat kunnen we ondervangen door de warmteversnellingsweerstand regelbaar te maken. Daardoor kunnen we de warmte-ontwikkeling instellen bij de gaskleppen, als de spoelen verschillende stromen opnemen.

De instelling van de regelbare weerstand is dus afhankelijk van de opgenomen stroom van de gasklep. In de thermostaat vinden we hiervoor een (extra) schaalverdeling.

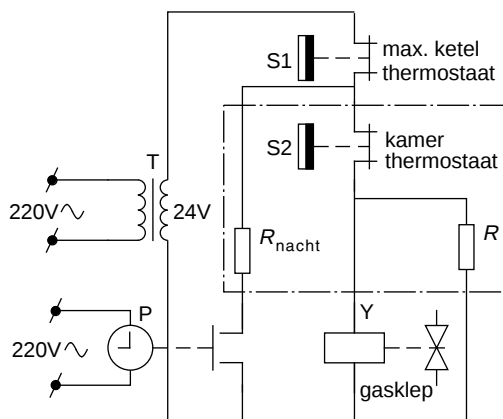
Eenvoudige nachtschakeling

Om de verwarmingsinstallatie 's nachts automatisch op een lagere temperatuur in te stellen, kunnen we de schakeling van afbeelding 7 gebruiken. Deze schakeling werkt met een schakelklok en een extra verwarmingsweerstand R_{nacht} .

Op de ingestelde tijd sluit het contact van de schakelklok en wordt weerstand R_{nacht} ingeschakeld. De warmte-ontwikkeling in deze weerstand verwarmt het bimetaal van de thermostaat.

De warmte-ontwikkeling in weerstand R_{nacht} is zó ingesteld, dat de kamertemperatuur ongeveer 6°C kan dalen voordat de kamerthermostaat weer inschakelt.

Door de extra verwarming van het bimetaal meet de thermostaat dus een kamertemperatuur die ongeveer 6°C hoger is dan in werkelijkheid. Daardoor wordt de nachttemperatuur ongeveer 6°C lager geregeld dan de ingestelde dagtemperatuur.



afb. 7

Cv-ketel op zolder of bovenverdieping

De ketel van de centrale verwarmingsinstallatie wordt in woonhuizen vaak op de bovenste verdieping (zolder) geplaatst. Dat betekent dat de ketel is aangesloten op het hoogste punt van het watercirculatiesysteem. Dit kan gevaar opleveren bij te lage waterdruk.

Droog staan

Door een lek in de installatie zal het waterniveau en dus de waterdruk dalen. Als eerste zal de ketel 'droog' komen te staan. De ketel kan de warmte niet meer kwijt en zal daardoor oververhit raken.

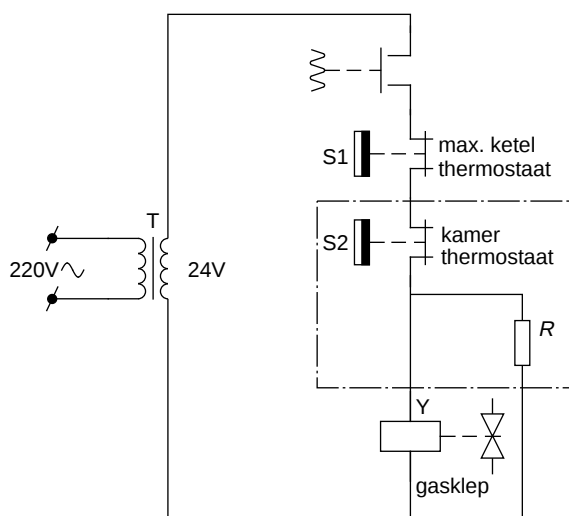
Dat betekent dat de ketel moet worden beveiligd tegen droog staan.

Drukbeveiliging

In een gesloten systeem heerst in het hoogste punt een overdruk van meer dan 0,5 bar (tot ± 2 bar maximaal). Bij een lek in het watersysteem zal deze druk dalen.

Op (of vlak bij) de ketel zit een drukschakelaar in het watercirculatiesysteem. Als de waterdruk daalt onder de 0,5 bar, opent de drukschakelaar een contact.

Dit contact is opgenomen in het stroomkringschema, zoals we zien in afbeelding 8. Dat betekent dat de ketel wordt uitgeschakeld vóórdat de druk helemaal is weggefallen. Daardoor beveiligt deze drukschakelaar de ketel tegen 'droog staan'.



afb. 8

Opmerking:

Voor de duidelijkheid is in deze unit een eenvoudige cv-installatie beschreven.

Moderne cv-installaties met zogenaamde Verbeterd Rendament (VR)- en Hoog Rendament (HR)-ketels hebben een ingewikkelder schakeling, die vaak elektronisch wordt gestuurd. In die schakelingen worden de verschillende functies geregeld en beveiligd met behulp van elektronica. Er wordt een hoger rendement bereikt dan met 'gewone' cv-installaties. Ze worden daarom ook steeds meer toegepast.

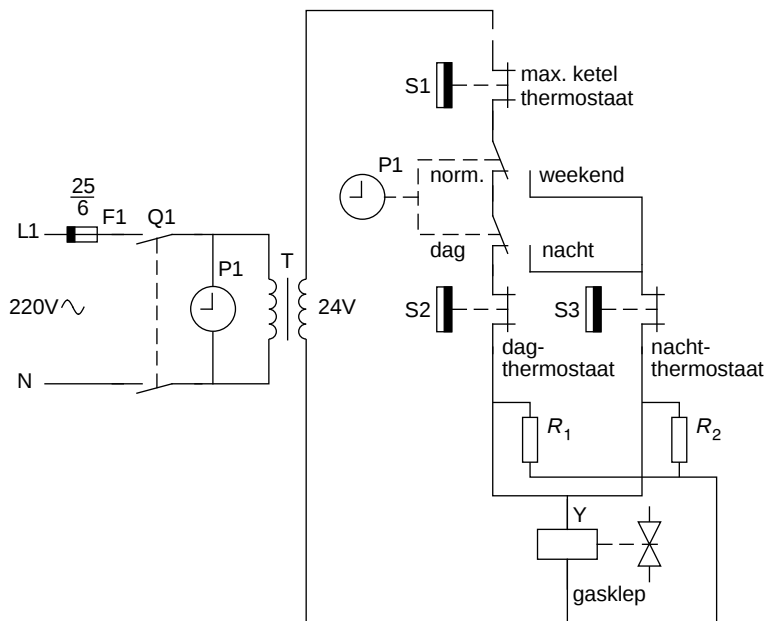
Er worden ook steeds vaker programmeerbare elektronische thermostaten gebruikt.

Voor de bedoelingen van deze unit zijn die elektronische schakelingen minder duidelijk. Daarom hebben we ons hier beperkt tot de meest eenvoudige schakelingen.

Opgaven

Naam:

1. In afbeelding 9 zien we het besturingsschema van een cv-installatie voor een klein schoolgebouw.



afb. 9

De instelgegevens zijn:

Dagthermostaat = 21 °C

Nachtthermostaat = 14 °C

Nachtstand van 17.00 uur tot 7.00 uur.

Weekendstand van vrijdag 16.00 uur tot maandag 6.00 uur.

Gevraagd:

- Beschrijf de werking van de installatie.
- Teken een grafiek van het temperatuurverloop gedurende een week tijdens het stookseizoen.

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

2. We hebben een cv-installatie, werkend volgens het schema van afbeelding 6.

We willen deze installatie uitbreiden met een dag- en nachtregeling.

Voor deze uitbreiding zijn de volgende schakel-elementen beschikbaar:

1. een elektrische schakelklok (220 V) met één schakelcontact, dat gedurende de nachtperiode is geopend
2. een thermostaat volgens afbeelding 5 (met schema van afbeelding 6).

Gevraagd:

Teken het stroomkringschema van deze besturing.

Hoofdstroomrelais

Inleiding

Een relais is eigenlijk niets anders dan een elektromagneet die elektrische schakelcontacten bedient. Als de elektromagneet wordt bekrachtigd, opent of sluit hij een aantal schakelcontacten. Dat aantal schakelcontacten kan willekeurig groot zijn.

Een relais is dus een schakelaar die elektrisch wordt bediend.

In de sterkstroomtechniek worden veel relais gebruikt. Ze worden bijvoorbeeld gebruikt voor schakelfuncties in:

- op afstand bestuurde installaties;
- automatisch geregelde processen.

Relais zijn er in verschillende uitvoeringsvormen.

Die uitvoeringsvormen houden verband met zowel aantal en functie van de contacten als de functie van het relais zelf.

Daarbij maken we onderscheid tussen:

- Hoofdstroomrelais;
- Hulprelais;
- Speciale relais.

Deze unit gaat over hoofdstroomrelais en is verdeeld in drie delen:

Eerst behandelen we de hoofdstroomrelais zelf.

Daarna worden enkele schakelementen behandeld, die een functie hebben in het besturen van de relais.

Als laatste bespreken we een paar eenvoudige toepassingen van relaisschakelingen.

Opbouw relais

Een relais is opgebouwd uit twee hoofdgroepen. Deze zijn het magneetgestel en de contacten. We bespreken eerst het magneetgestel:

Magneetgestel

Het magneetgestel van een relais bestaat uit twee delen:

1. de kern met spoel;
2. het anker.

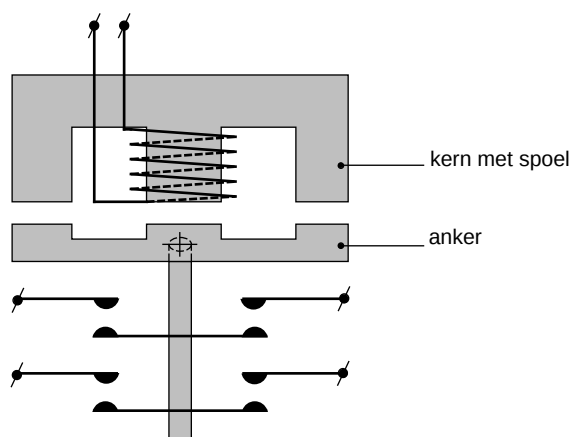
De kern met spoel is vast opgesteld, het anker is beweegbaar.

De spoel ligt om de kern van de elektromagneet. Aan het beweegbare anker is een contactendrager bevestigd. De contacten zijn geïsoleerd aangebracht op de contactendrager.

De magneetkern is gemaakt van zg. (magnetisch) zachtstaal.

Als de spoel wordt gevoed met wisselstroom, dan moet de kern gelamelleerd zijn. Gelamelleerd wil zeggen: opgebouwd uit dunne laagjes zachtstaal. Die dunne laagjes zijn onderling geïsoleerd.

In afbeelding 1a zien we een relais dat niet is bekrachtigd. Er loopt dus geen stroom door de spoel, zodat het anker niet wordt aangetrokken. (De contacten staan in de 'onbekrachtigde' stand.)

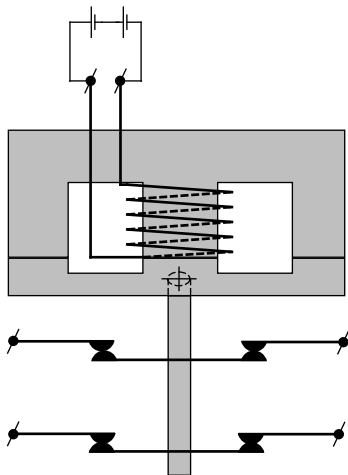


afb. 1a

Sturen we een stroom door de spoel, dan wordt de kern magnetisch. Daardoor trekt het anker aan.

Door het aantrekken van het anker worden de contacten bediend. Of ze sluiten of openen hangt af hoe de contacten zijn bevestigd aan de contactendrager.

In afbeelding 1b zien we een bekrachtigd relais. Het anker is aangetrokken. (Dus de contacten staan in de 'bekrachtigde' stand.)



afb. 1b

Symbolen voor relaisspoelen

We maken onderscheid tussen hoofdstroomrelais en hulpstroomrelais. Dat zagen we al in de inleiding.

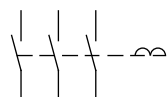
Een magneetspoel voor een relais wordt aangegeven met een rechthoekje (afbeelding 2).

De codeletter voor dit symbool is een K.

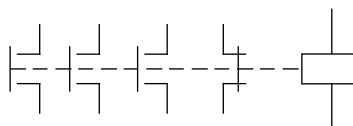


afb. 2

In een stroomkringschema willen we soms aanduiden dat een hoofdcontact wordt bediend door een magneetspoel. Dan tekenen we twee halve cirkels op de streeplijn die de starre mechanische verbinding voorstelt (afbeelding 3a). Een hulpcontact dat wordt bediend door een magneetspoel wordt aangegeven met een rechthoekje (afbeelding 3b).



afb. 3a



afb. 3b

Relaiscontacten

Als een contact een belasting afschakelt, ontstaan er vonken. Door die vonken branden de contacten in.

Contacten van relais kunnen worden gemaakt van verschillende soorten metaal. Welk metaal wordt gebruikt hangt af van het doel waarvoor het relais wordt gebruikt.

Veel gebruikte contactmetalen zijn o.a.:

- zilver;
- zilverlegeringen;
- wolfraam.

De eigenschappen van deze metalen zijn verschillend. We bespreken ze hier kort:

Zuiver zilver

Voordelen:

- zilver heeft een zeer groot geleidingsvermogen;
- het oxydeert vrij moeilijk;
- is verkrijgbaar tegen een redelijke prijs.

Nadelen:

- zuiver zilver is vrij zacht;
- slijten vrij sterk;
- branden gemakkelijk in;
- door het verbranden en zelfs verdampen van zilver krijgen we vaak een zwarte aanslag op het huis en in de kap van een relais;
- zilver en zwavel uit de lucht vormen de verbinding zilversulfide. Dit zilversulfide zien we als een zwarte aanslag op de contacten.

Zilverlegering

Voordelen:

- contacten van een zilverlegering branden niet zo gemakkelijk in;
- ze zijn slijtvaster dan zilveren contacten.

Hoeveel de contacten inbranden en slijten is afhankelijk van de legering.

Nadelen:

- de overgangsweerstand van contacten van een zilverlegering is groter dan bij zuiver zilver.

Zilver en zilverlegeringen worden het meest gebruikt als contactmetaal.

Wolfraam

Voordelen:

- Wolfraam is bestand tegen hoge temperaturen (Denk aan de gloeidraad van gloeilampen!)
Contacten van wolfraam mogen zeer heet worden.

Nadelen:

- De overgangsweerstand van de contacten is groter dan van zilveren contacten.

Welk contactmetaal?

Zilveren contacten worden gebruikt in relais die veel moeten schakelen, bij een kleine belasting.

Bij een wat grotere belasting zijn contacten van een *zilverlegering* beter.

Voor contacten die onderhevig zijn aan slijtage, wordt meestal een *zilvernikkellegering* gebruikt.

Relais die worden gebruikt in een agressieve atmosfeer, hebben meestal contacten van *palladiumzilver*. (Zilveren contacten krijgen na enige tijd een zwarte aanslag.)

Voor het schakelen van zware belastingen gebruiken we relais met contacten van *zilvercadmiumoxyde* of van *wolfraam*.

Contacten van zilvercadmiumoxyde hebben een lange levensduur en een hoge afbrandvastheid. Maar ze mogen niet al te warm worden.

Contacten van zilvercadmiumoxyde worden alleen gebruikt bij het schakelen van wisselspanning.

Relais met *wolfraamcontacten* mogen erg veel schakelen. We zien ze daarom vaak toegepast als knipperlichtrelais.

Bij het schakelen van gelijkspanning blijft de boog langer staan dan bij wisselspanning. Bij gelijkspanning worden meestal *wolfraamcontacten* gebruikt.

Voor zeer lage spanningen worden *vergulde* of met *rhodium* afgewerkte contacten gebruikt. Hier is de zeer lage overgangsweerstand belangrijk.

Onderhoud van relaiscontacten

Zilveren contacten hebben het nadeel na enige tijd wat zwart worden. Deze zwarte aanslag is zilver sulfide, een verbinding van zilver met zwavel uit de lucht.

Zilver sulfide heeft een hoge weerstand.

In het begin is dit laagje erg dun. Het kan ook worden stukgeslagen bij het sluiten van de contacten. Maar dat gebeurt alleen bij een niet te lage spanning over de contacten of een niet te kleine contactdruk. Als het laagje te dik wordt, bestaat de kans dat het laagje niet meer stuk gaat.

Dan hebben we te maken met een isolator tussen de contacten. Dat moet worden weggehaald. Dat kunnen we doen met een reepje polijstpapier, of een speciaal contactvijltje.

Zo'n speciaal contactvijltje is gemaakt van een stukje gezandstraald blik.

Vuil en vet geworden contacten moeten we reinigen met een schone doek.

Contacten die een beetje zijn ingebrand kunnen we bijwerken met een contactvijltje of een stukje polijstpapier.

Contacten die te sterk zijn ingebrand moeten we verwisselen, of we moeten het hele relais vervangen.

Hoofdstroomrelais (Magneetschakelaars)

De contacten van hoofdstroomrelais zijn zó gemaakt, dat ze grote stromen kunnen schakelen.

Ze worden gebruikt voor het in- en uitschakelen van verbruikstoestellen. Bijvoorbeeld: motoren, transformatoren en verwarmingstoestellen.

Het aantal contacten op een hoofdstroomrelais is:

- meestal twee, voor het schakelen van gelijkstroom- en wisselstroom ;
- drie of vier voor het schakelen van driefasen wisselstroom (3 fasen + nul).

Hoofdstroomrelais zijn in de praktijk beter bekend als *magneetschakelaar* of *elektromagnetische schakelaar*.

Vlamboog

Bij het afschakelen van een grote stroom ontstaat er een vlamboog tussen de contacten.

Door de vlamboog worden de contacten sterk verhit. Vaak zal er wat contactmateriaal wegsmelten. Hoe langer de vlamboog staat, hoe meer de contacten te lijden hebben.

De vlamboog moet dus zo snel mogelijk worden gedoofd.

Doven van de vlamboog

Het blussen of het doven van een vlamboog kan op verschillende manieren gebeuren.

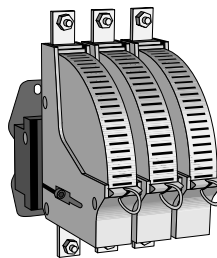
In magneetschakelaars wordt de vlamboog meestal gedoofd met blaasspoelen en/of bluskamers.

Blaasspoel

Een blaasspoel is een spoel met weinig windingen. De blaasspoel zit vlak bij de contactvlakken van de schakelcontacten. De blaasspoel is in serie geschakeld met de stroom door de contacten. Dus de stroom door het contact loopt ook door de blaasspoel.

De blaasspoel veroorzaakt een magnetisch veld. Bij het openen van de contacten drukt het magnetisch veld van de blaasspoel de vlamboog weg van de contacten. Daardoor wordt de lengte van de vlamboog groter, de weerstand neemt toe en de stroomsterkte neemt af. Daardoor wordt de vlamboog snel gedoofd. (Denk aan de kracht die een stroomvoerende geleider ondervindt in een magnetisch veld.)

In afbeelding 4 zien we een schakelaar met blaasspoelen.



afb. 4

Bluskamer

Bij deze constructie zit elk contact van het relais in een afzonderlijke 'kamer': de bluskamer.

De bluskamers zijn gemaakt van isolatiemateriaal en zijn verder voorzien van metalen plaatjes.

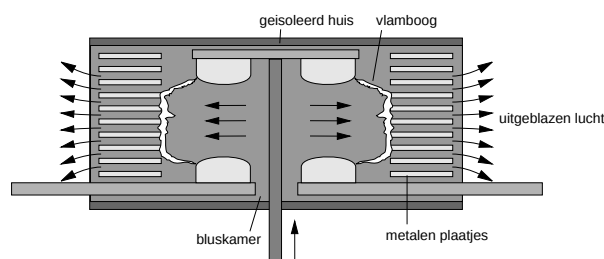
Werking van de bluskamer

Bij het uitschakelen van de stroom ontstaat een vlamboog. We zagen dat al eerder.

Door die vlamboog wordt de lucht tussen de contacten sterk verhit. Door die plotselinge hitte zet de lucht snel uit. De bluskamers zijn zó gemaakt, dat de uitzettende lucht alleen kan ontsnappen via de spleten in de bluskamers. De uitzettende lucht neemt daarbij de vlamboog mee. Daardoor komt de vlamboog in de bluskamer terecht. Tegelijk wordt de vlamboog 'uitgerekt'.

In de bluskamer wordt de vlamboog door de metalen plaatjes in stukken verdeeld en meteen sterk afgekoeld. Met elkaar zorgt dit, dat de vlamboog snel wordt gedoofd.

In afbeelding 5 zien we een schakelaar met bluskamers.

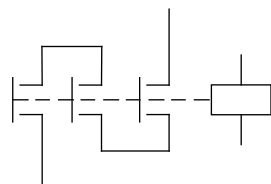


afb. 5

Schakelen van gelijkstroom

Om gelijkstroom te schakelen, kunnen we het beste een magneetschakelaar met blaasspoelen gebruiken.

Om het blussen van de vlamboog te bevorderen, kunnen we de contacten van een schakelaar in serie schakelen (afbeelding 6). Bij gelijkspanningen boven de 100 V krijgen we hierdoor een veel betere afschakeling. (Bij een lagere spanning heeft dit niet veel zin.)



afb. 6

Schakelen van wisselstroom

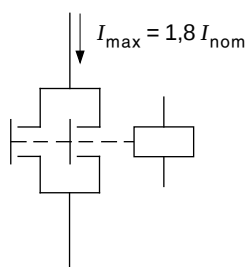
Wisselstroom wordt veel makkelijker verbroken dan gelijkstroom. Dat komt omdat wisselstroom per periode twee nuldoorgangen heeft. Dus een wisselstroom van 50 Hz doorloopt 100 x per seconde de nullijn. Daardoor wordt de vlamboog ook 100 x per seconde onderbroken. Als de contacten op een bepaalde afstand komen, krijgen we geen herontsteking van de vlamboog meer. Alleen bij zeer hoge wisselspanningen heeft het zin om contacten in serie schakelen. Bij het schakelen van lage spanningen heeft het geen nut.

Parallel schakelen van contacten

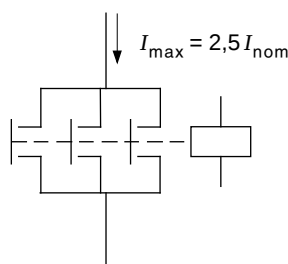
Om grote stromen te kunnen schakelen, kunnen we meerdere contacten parallel schakelen. Die parallel geschakelde contacten vormen samen eigenlijk één groter contact. Daardoor kunnen we grotere stromen schakelen, dan met één contact zou kunnen.

Als we twee contacten parallel schakelen mag een schakelaar met contacten voor 100 A een stroom schakelen van $1,8 \times 100 \text{ A} = 180 \text{ A}$. Afbeelding 7.

Met drie contacten parallel mogen we 2,5 de nominale stroom per contact schakelen. Afbeelding 8.



afb. 7



afb. 8

Opmerking:

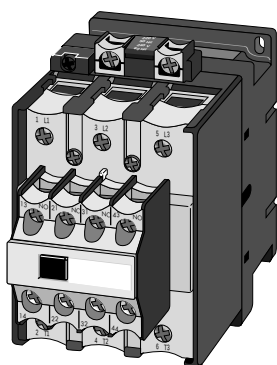
We mogen niet 2 en 3 x de nominale stroom per contact schakelen, omdat de overgangsweerstanden van de relaiscontacten nooit precies gelijk zijn. Daardoor wordt ook de stroom nooit helemaal gelijk verdeeld over de twee of drie contacten.

Magneetschakelaars met hulpcontacten

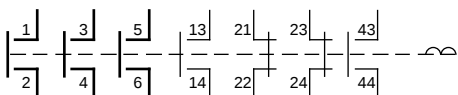
Tot nu toe hebben we het gehad over de contacten die de hoofdstroom moeten schakelen. We noemen dat de hoofddcontacten.

Maar veel magneetschakelaars hebben ook een aantal hulpcontacten.

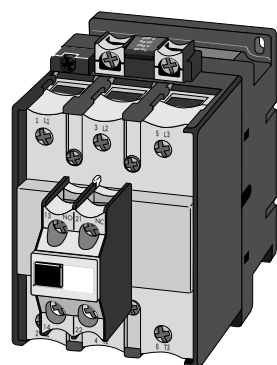
Die hulpcontacten zijn vaak nodig in het stuurstroomcircuit. zij zijn veel lichter geconstrueerd dan de hoofddcontacten. Dat kan, omdat de stuurstroom veel kleiner is dan de hoofdstroom. Afbeelding 9 en 12.



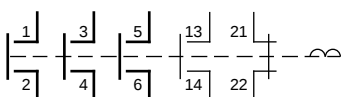
afb. 9



afb. 10



afb. 11



afb. 12

Soorten hulpcontacten

We kunnen de hulpcontacten verdelen in:

1. Contacten die sluiten bij aantrekken van het relais (maakcontacten).
2. Contacten die openen bij aantrekken van het relais (verbreekcontacten).

Verder kunnen hulpcontacten soms vertraagd schakelen. Dat is dan nodig voor sommige besturingsfuncties. Daarom worden zulke vertraagde schakelfuncties door de fabrikant met opzet geconstrueerd.

Zo kunnen de hulpcontacten vertraagd sluiten of vertraagd openen bij het *aantrekken* van de magneetschakelaar.

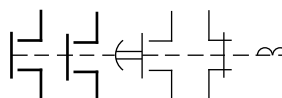
Op dezelfde manier kunnen de hulpcontacten vertraagd sluiten of vertraagd openen bij het *afvallen* van de magneetschakelaar.

In afbeelding 13 t/m 16 zien we enkele symbolen voor magneetschakelaars met hulp- en tijdcontacten.

De hoofddcontacten zijn in de voorbeelden groter getekend dan de hulpcontacten.

In afbeelding 13 zien we een magneetschakelaar met:

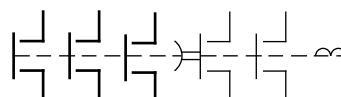
- | | | |
|------------------------|---|--------------------|
| 2 hoofdstroomcontacten | – | maak |
| 1 hulpcontact | – | vertraagd sluitend |
| 1 hulpcontact | – | verbreek |



afb. 13

In afbeelding 14 zien we een magneetschakelaar met:

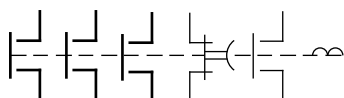
- | | | |
|------------------------|---|---|
| 3 hoofdstroomcontacten | – | maak |
| 1 hulpcontact | – | vertraagd openend bij afvallen van de magneetschakelaar |
| 1 hulpcontact | – | maak |



afb. 14

In afbeelding 15 zien we een magneetschakelaar met:

3 hoofdstroomcontacten	–	maak
1 hulpcontact		vertraagd openend
1 hulpcontact	–	maak



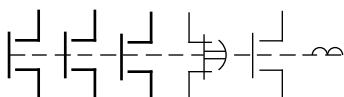
afb. 15

In afbeelding 16 zien we een magneetschakelaar met:

3 hoofdstroomcontacten	–	maak
1 hulpcontact	–	vertraagd sluitend bij afvallen van de magneet schakelaar
1 hulpcontact	–	maak

De constructie van de magneetschakelaar is bepalend voor:

- het aantal hulpcontacten;
- het al of niet vertragend schakelen van hulpcontacten bij het aantrekken;
- het al of niet vertragend schakelen van hulpcontacten bij het afvallen.



afb. 16

Spoelen van relais

We kunnen de spoel van een relais (magneetschakelaar) bekrachtigen met wisselstroom of met gelijkstroom.

Er zijn een paar verschillen tussen bekrachtigen met wisselstroom of met gelijkstroom.

We zullen die verschillen nu bespreken.

Wisselstroombekrachtiging

We sluiten de spoel van het relais via een schakelaar of drukknop aan op de wisselspanning. In de beginstand is het *magnetisch* circuit van de magneetschakelaar nog niet gesloten (afbeelding 1). Daardoor is de inductieve weerstand van de spoel naar verhouding klein.

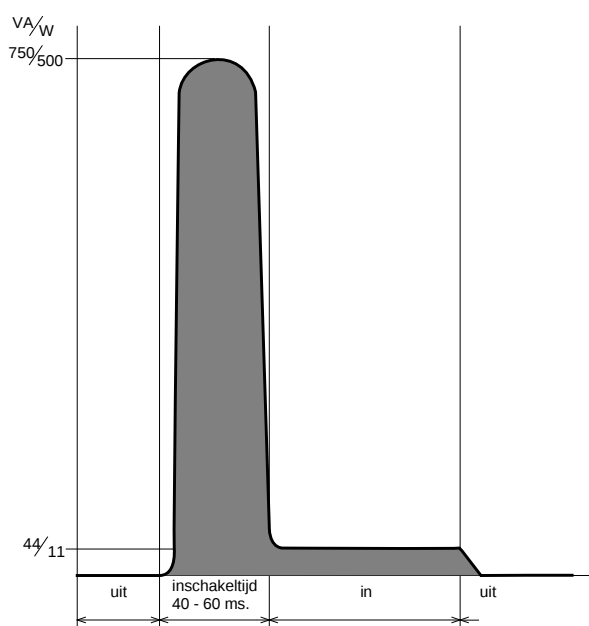
Daarom is de stroom door de spoel in het begin vrij groot.

Tijdens het aantrekken van de kern wordt de luchtspleet kleiner. Daardoor neemt de inductieve weerstand toe (en wordt de stroom dus kleiner)

Zodra de kern geheel gesloten is (afbeelding 2) is de inductieve weerstand het grootst. De stroom door de spoel zal dan vrij klein zijn.

In afbeelding 17 zien we een grafiek van het opgenomen (schijnbaar) vermogen van een spoel van een 3-polige schakelaar met schakelcontacten voor 100 A.

Bij het inschakelen neemt de spoel naar verhouding een groot vermogen op uit het net. Daarom zal de schakelaar zich snel sluiten.



afb. 17

(Zodra de schakelaar is gesloten, neemt de spoel een veel kleiner vermogen op. Dat veel kleinere vermogen is voldoende om de schakelaar gesloten te houden.)

Hoe groter de magneetschakelaar, hoe groter het vermogen dat de spoel opneemt.

We nemen als voorbeeld een schakelaar voor zeer groot vermogen (met contacten voor stromen >1500 A). De spoel van zo'n schakelaar neemt op het moment van inschakelen al gauw meer dan 3800 VA op. Bij een spanning van 220 V betekent dat een stroomsterkte van meer dan 17 A!

Wisselstroom via gelijkrichter

Deze grote stroomstoten kunnen we beperken door de spoel aan te sluiten via een gelijkrichter.

In afbeelding 18 zien we zo'n schakeling.

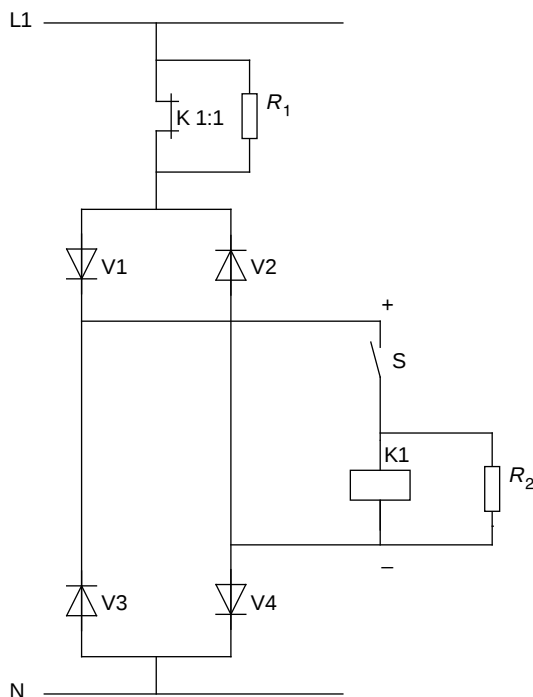
Als de spoel wordt aangesloten volgens afbeelding 18, neemt hij bij het inschakelen ongeveer 750 VA op. Dat is heel wat minder.

Maar er is nog een verschil. De spoel wordt nu bekrachtigd met gelijkstroom. We moeten daarom iets anders doen om de bekrachtigingsstroom (na het inschakelen) te beperken. Dat doen we met het hulpcontact K1:1 en weerstand R1.

Bij het sluiten van de hoofdcontacten gaat het hulpcontact K1:1 open.

Hierdoor wordt weerstand R1 in serie geschakeld met de spoel. Daardoor wordt het opgenomen stroom beperkt.

Verder is er weerstand R2. Deze is parallel geschakeld aan de spoel K1. De weerstand R2 is nodig om de gelijkrichter te beschermen. Bij het uitschakelen van de spoel ontstaat namelijk een hoge zelfinductiespanning. Zonder R2 is de zelfinductiespanning zó hoog, dat deze spanning de gelijkrichter kan vernielen.



afb. 18

Gelijkstroombekrachtiging

Bij gelijkstroombekrachtiging is de opgenomen stroom alleen afhankelijk van de ohmse weerstand van de spoel. Bij spoelen met gelijkstroombekrachtiging, is de inschakelstroom dus gelijk aan de houdstroom.

Spoelen die continu op de volle gelijkspanning kunnen worden aangesloten, hebben een hoge ohmse weerstand. Door de hoge ohmse weerstand is de stroom klein. Daardoor krijgen we maar een zwak magnetisch veld. Toch hebben we vaak een vrij sterk magnetisch veld nodig om het anker aan te trekken. Zeker bij een vrij grote tegenkracht van het anker en een flinke afstand tussen kern en anker.

Hoe sterker het magnetisch veld, hoe sneller de magneetschakelaar zal sluiten.

Bij een zwak magnetisch veld zal de magneetschakelaar traag inschakelen. Soms zal het anker zelfs helemaal niet worden aangetrokken.

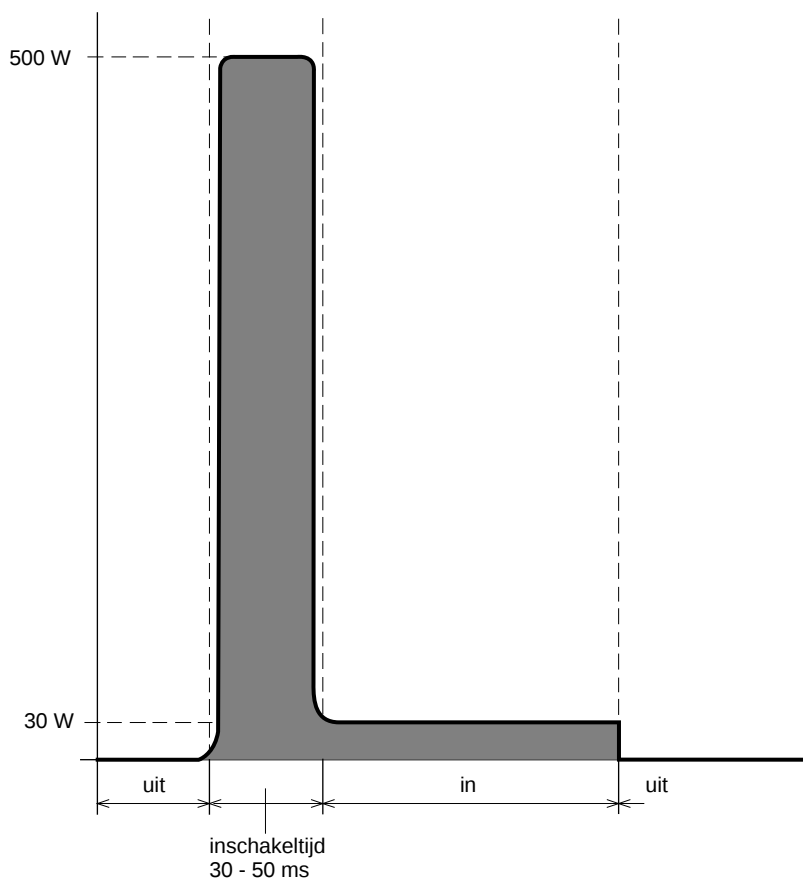
Zulke magneetschakelaars werken soms alleen maar als ze in een bepaalde (voorgeschreven) stand worden gemonteerd. Dus om te voorkomen dat het anker niet wordt aangetrokken, moeten magneetschakelaars met spoelen met een hoge ohmse weerstand in een bepaalde stand worden gemonteerd. Bijvoorbeeld verticaal.

Er zijn twee methoden om dat probleem op te lossen. Bij beide methoden we gebruiken een hulpcontact:

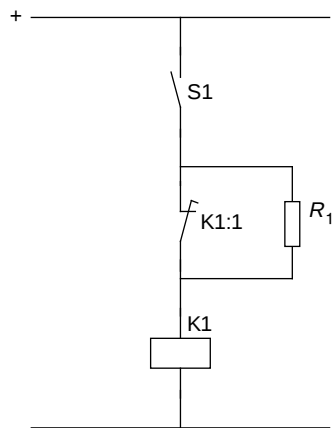
1. Het relais krijgt een spoel die is berekend voor een lagere spanning. Bij het inschakelen krijgt de spoel de volle spanning. Dus ook een grote stroom. Hierdoor krijgen we een sterk magnetisch veld. De magneetschakelaar schakelt snel in. Als het anker bijna helemaal is aangetrokken, opent hulpcontact K1:1. Daardoor wordt weerstand R1 in serie met de spoel geschakeld en wordt de stroom door de spoel kleiner. R1 wordt zó berekend, dat de stroom door de spoel groot genoeg is om de magneetschakelaar ingeschakeld te houden. Afbeelding 19 en 20.
2. Bij methode 2 gebruiken we een speciale spoel. Deze spoel is gewikkeld in twee delen en heeft een extra aftakking. Voor het inschakelen gebruiken we een deel van de spoel. In afbeelding 21 is dat het onderste deel, gewikkeld van dik draad. Die dikke draad heeft weinig weerstand. Daardoor loopt er een flinke stroom en krijgen we een krachtig magneetveld.

Als de schakelaar bijna gesloten is opent het hulpcontact K1:1 van het relais. Daardoor wordt het andere deel van de spoel in serie geschakeld. Dat andere deel is van dunne draad, met een grotere weerstand. Daardoor wordt de stroom kleiner. De stroom door de hele spoel is ook hier zó berekend, dat deze groot genoeg is om de magneetschakelaar ingeschakeld te houden.

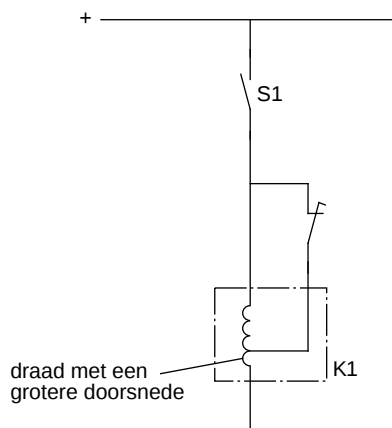
Afbeelding 19 en 21.



afb. 19



afb. 20



afb. 21

Vragen:

Naam:

1. Wanneer gebruiken we in de sterkstroomtechniek relais?
.....
.....
.....
.....
2. Wanneer moet de kern van een relais gelamelleerd zijn?
.....
.....
.....
.....
3. Wat zijn de meest toegepaste materialen voor relais-contacten in de sterkstroomtechniek?
.....
.....
.....
.....
4. Bij het afschakelen ontstaat tussen de contacten een vlamboog. Welke systemen worden toegepast om bij magneetschakelaars de vlamboog te doven?
.....
.....
.....
.....
5. Welk type vonkenblusser wordt meestal gebruikt voor het schakelen van gelijkstroom?
.....
.....
.....
.....
6. Wanneer is het beter om twee contacten in serie te schakelen voor het onderbreken van de hoofdstroom bij magneetschakelaars ?
.....
.....
.....
.....
7. Wat is de functie van weerstand R1 in afbeelding 18?
.....
.....
.....
.....
8. Wat is de functie van weerstand R2 in afbeelding 18?
.....
.....
.....
.....
9. Noem twee methoden om de inschakelsnelheid te vergroten van relais die met gelijkstroom worden bekrachtigd.
.....
.....
.....
.....
10. De relais K1 en K2 zijn mechanisch volkomen aan elkaar gelijk.
Relais K1 is geschikt voor een spanning van 220 V $\approx$. Relais K2 is geschikt voor een spanning van 380 V $\approx$.
Wat kunnen we zeggen over de windingen van de beide spoelen?
.....
.....
.....
.....



Leermeester:

Datum:

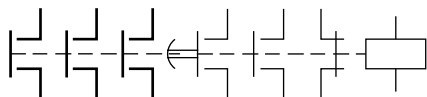
Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

11. In afbeelding 22 zien we een relais met een aantal contacten. Wat zijn dat voor contacten en wat is de functie van elk van die contacten. Geef de namen van de contacten van onderstaand relais in volgorde vanaf de relaisspoel.



afb. 22

Opgave

Teken het symbool van een hoofdstroomrelais met de volgende contactbezetting:

Hoofdstroomcontacten	- 2 maak
Hulpcontacten	- 2 maak
Hulpcontact	- 1 verbreek
Hulpcontact	- 1 vertraagd afvallend maak

Hulprelais

Inleiding

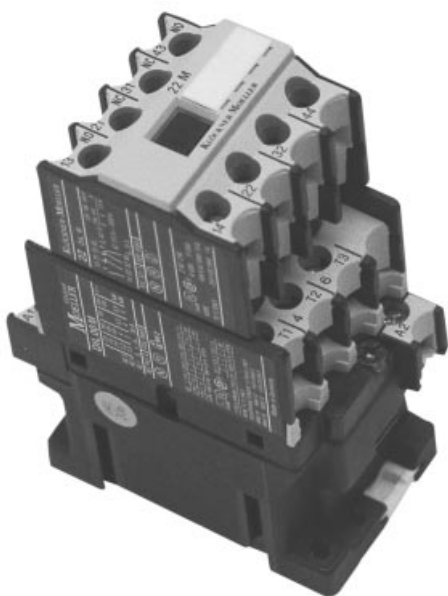
Hulprelais zijn relais waarvan de contacten een schakelfunctie hebben in het stuurstroomcircuit. De contacten zijn geconstrueerd voor het schakelen van kleine stroomsterkten. Daarom hebben ze geen blaasspoelen of bluskamers.

Het aantal maak- en verbreekcontacten kan willekeurig in functie en aantal voorkomen.

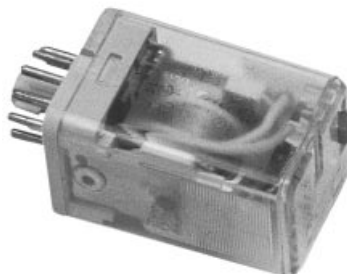
In afbeelding 1 t.e.m. 3 zien we enkele hulprelais.



afb. 1



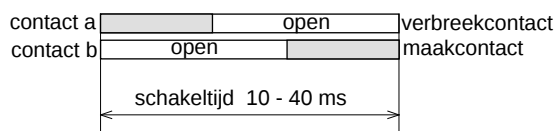
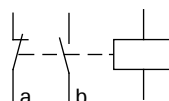
afb. 2



afb. 3

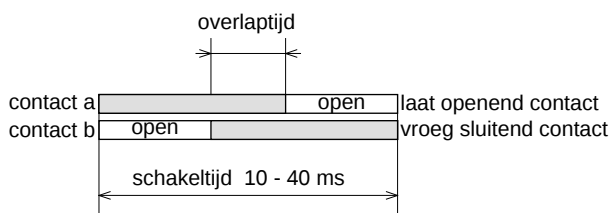
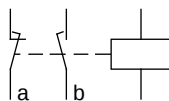
Afwijkende sluit- en openingstijden

Bij normale relais openen en sluiten de contacten volgens het tijddiagram van afbeelding 4.



afb. 4 Normaal relais

De contacten van relais met afwijkende sluit- en openingstijden kunnen schakelen volgens het tijddiagram van afbeelding 5.



afb. 5 Bijzonder relais

Vertraagd afvallende relais

Meestal valt een relais af als de spanning op de relaisspoel daalt beneden 50 - 65% van de nominale spanning. Soms komen er in installaties tijdelijk grotere spanningsdalingen voor. In sommige gevallen moeten relais toch ingeschakeld blijven.

Ook moeten relais soms ingeschakeld blijven als gedurende korte tijd de spanning geheel wegvalt. Bijvoorbeeld bij omschakelen en bij een aardsluiting (afbeelding 6).



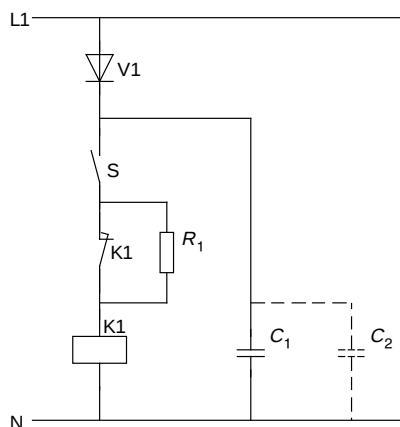
afb. 6

In afbeelding 7 en 8 zien we schakelingen, waarbij spanningsdalingen tot 45% van de netspanning mogen voorkomen, zonder dat de relais afvallen. Zelfs als de netspanning wegvalt blijven deze relais nog een poosje 'in'. De condensator levert dan de benodigde energie.

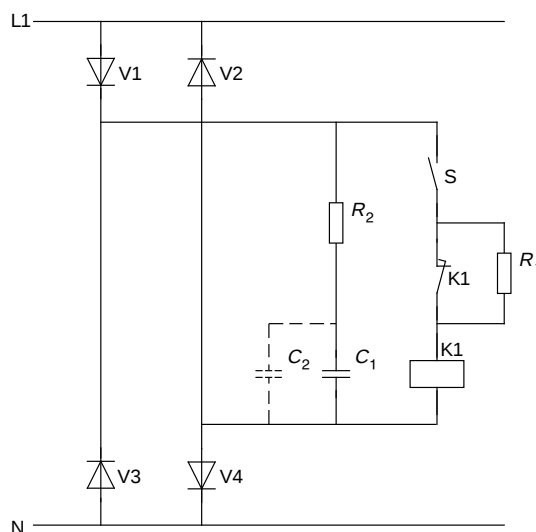
Hoe groter de condensator, hoe langer het relais ingeschakeld blijft (maximaal ongeveer 6 s). In plaats van één grote condensator, kunnen we ook meerdere condensatoren parallel schakelen.

Voor de schakelingen van afbeelding 7 en 8 geldt:

- Bij het openen van de schakelaar S zal het relais onvertraagd afvallen.
- Bij het sluiten van schakelaar S zal het relais direct aantrekken.



afb. 7



afb. 8

Tijdrelais

Tijdrelais zijn vertraagd werkende relais.

Er zijn twee uitvoeringen, namelijk:

- vertraagd aantrekkende relais;
- vertraagd afvallende relais.

Een vertraagd aantrekkend relais sluit of opent een contact enige tijd nadat het relais wordt bekrachtigd.

Een vertraagd afvallend relais sluit of opent een contact enige tijd nadat de bekrachtiging is uitgeschakeld.

De vertragingstijd kan van tevoren worden ingesteld.

Uitvoeringsvormen

Tijdrelais zijn er in verschillende uitvoeringsvormen.

Er zijn verschillende mogelijkheden om een tijdvertraging te krijgen.

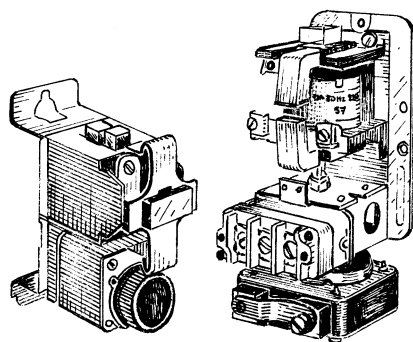
We zullen een paar uitvoeringsvormen bespreken:

1. Pneumatische relais

Bij dit relais zit er een zuigersysteem aan het schakelmechanisme. Daarbij beweegt een zuiger goed passend in een cilinder.

De cilinder is gevuld met lucht. Die lucht kan ontsnappen via een luchtdoorlaat. De beweging van de zuiger wordt afgeremd door de lucht. Daardoor krijgen we een tijdvertraging.

De vertragingstijd kan worden ingesteld met een schroef. Met die schroef regelen we de luchtdoorlaat (afbeelding 9 en 10). Hoe kleiner de luchtdoorlaat, hoe groter de vertraging.



afb. 9

afb. 10

In plaats van een zuiger en cilinder wordt meestal een membraan of balg gebruikt om de tijdvertraging te verkrijgen.

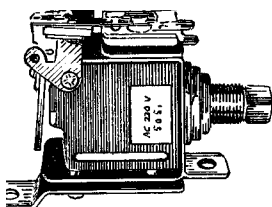
2. Olieplunjerrelais

De constructie van dit relais lijkt veel op die van het pneumatische relais (afbeelding 11).

De zuiger is van het plunjermodel en beweegt in een met olie gevulde cilinder. De snelheid waarmee de zuiger beweegt is afhankelijk van de viscositeit (vloeibaarheid) van de olie.

Meestal is de tijdvertraging van deze relais maar beperkt instelbaar.

De (vaste) tijdstelling kan nog iets worden geregeld via een regelschroef.



afb. 11

3. Mechanisch vertraagde relais

Deze relais hebben een vertragsmechanisme dat lijkt op de onrust van een mechanisch uurwerk.

De relais zijn of vertraagd aantrekkend of vertraagd afvallend (afbeelding 12 en 13).

Het vertragsmechanisme wordt aangedreven:

- door het anker bij het vertraagd aantrekken
- door de veer die het anker teruggedrijft bij het vertraagd afvallen.

Vertraagd aantrekken

Bij vertraagd aantrekken drijft het *anker* dat de contacten sluit ook het vertragsmechanisme aan. Het vertragsmechanisme remt de (sluitende) beweging van het anker af.

Na het aflopen van het mechanisme sluiten de contacten.

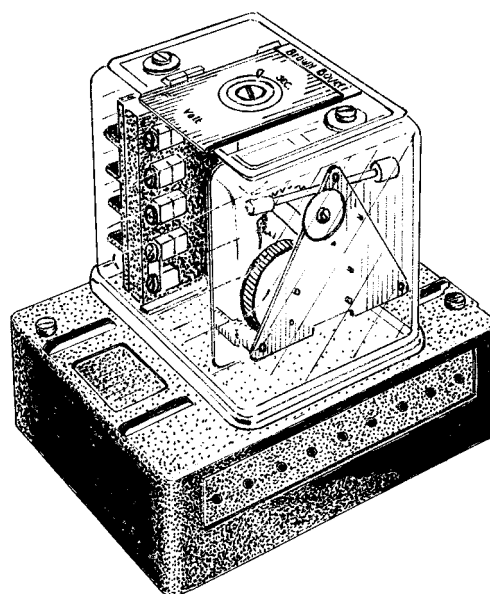
Vertraagd afvallen

Bij vertraagd afvallen wordt het anker teruggedreven door een veer. De *veer* die de contacten opent drijft ook het vertragsmechanisme aan. Het vertragsmechanisme remt de (openende) beweging van het anker af.

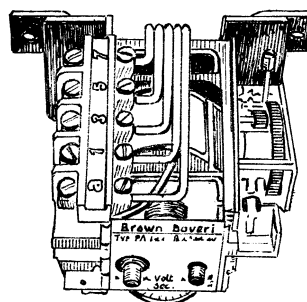
Na het aflopen van het mechanisme openen de contacten.

Tijdstelling

De tijdvertraging hangt af van de afstand die het anker moet afleggen om te sluiten (of te openen). De tijdstelling kan worden veranderd door de lengte van de luchtspleet tussen anker en kern te veranderen.



afb. 12 Vertraagd afvallend



afb. 13 Vertraagd aantrekkend

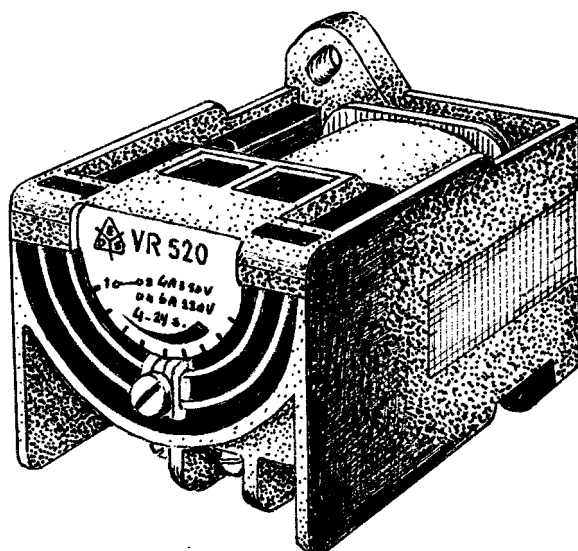
4. Thermische tijdrelais

deze relais werkten met een transformator, een bimetaal en een variabele weerstand.

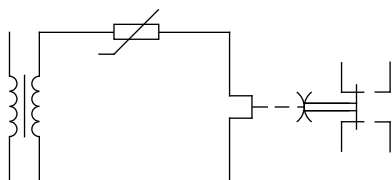
De secundaire stroom van de transformator verwarmt het bimetaal. Het bimetaal drijft de contacten aan. De tijdvertraging wordt bepaald door de opwarmtijd (of afkoeltijd) van het bimetaal.

Met de variabele weerstand is de stroomsterkte te regelen. Daardoor kan de tijdvertraging wat worden veranderd.

In afbeelding 14 zien we een uitvoeringsvorm van een thermisch tijdrelais. In afbeelding 15 zien we het schema.



afb. 14



afb. 15

Opmerking:

Van de besproken tijdrelais 1 t.e.m. 4 is de vertragingstijd niet groter dan ongeveer 5 minuten.

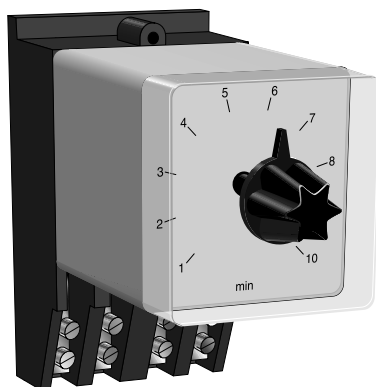
Verder is de vertragingstijd niet exact in te stellen. De vertragingstijd is onder andere afhankelijk van de omgevingstemperatuur.

5. Tijdrelais met zelfaanlopende synchronomotor

Het mechanisme van dit relais wordt aangedreven door een zelfaanlopende synchronomotor (klein vermogen). Deze synchronomotor werkt als een ouderwetse elektrische klok. Het contact wordt geschakeld na de ingestelde tijd (afbeelding 16).

Het relais komt pas terug in de beginstand als de motor van het relais is uitgeschakeld.

Deze tijdrelais zijn leverbaar met tijdstelling in seconden, minuten, uren of dagen. Ook zijn combinaties van deze tijdstellingen leverbaar.



afb. 16

Opmerking:

Tijdrelais met een synchronomotor zijn vrij precies in te stellen.

Deze tijdrelais hebben meestal, naast de aanwezige tijdcontacten, een aantal direct schakelende contacten.

6. Elektronisch gestuurde tijdrelais

In elektronisch gestuurde tijdrelais zit een elektronische tijdvertraging. Dit type relais heeft ongeveer dezelfde mogelijkheden als het tijdrelais met zelfaanlopende synchronomotor. Door het kwartsuurwerk is hij nog nauwkeuriger dan een mechanisch uurwerk.

Elektronisch gestuurde relais kunnen heel precies worden ingesteld. Ze kunnen makkelijk worden gebouwd voor heel verschillende tijdstellingen en toepassingen. Hoe de tijd moet worden ingesteld hangt af van het ontwerp en de constructie van zo'n relais.

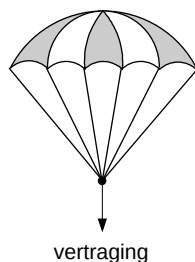
Een elektronisch gestuurd tijdrelais kan eventueel nog allerlei 'extra' functies hebben.

Symbolen voor contacten met tijdvertraging

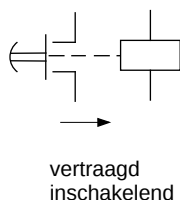
Het vertragingsteken wordt voorgesteld door een boogje. Het boogje stelt een geopende parachute voor.

Een geopende parachute remt in de richting van de vertraging. Dus een voorwerp waaraan de parachute is bevestigd beweegt zich vertraagd.

In de tekening betekent het boogje aan het contact, dat het contact vertraagd beweegt (afbeelding 17).



vertraging
richting

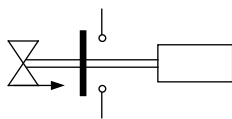


afb. 17

Afwijkende symbolen

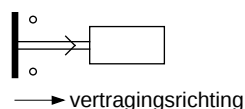
In oude schema's zien we soms een ander symbool. Dat symbool staat voor een zandloper. Vroeger werd een vertraagd werkend relais dus getekend als in afbeelding 18. De pijl geeft de vertragingrichting aan.

Dit symbool mag in nieuw te tekenen schema's *nooit* worden gebruikt.



afb. 18 Vertraagd inschakelend contact

In Duitse schema's wordt een ander symbool gebruikt. Hierbij geeft de pijl de vertragingrichting aan (afbeelding 19).

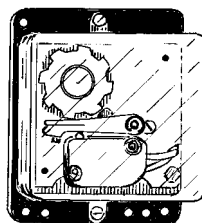


afb. 19

Knipperrelais (blinkrelais)

Een mechanisch knipperrelais werkt met een zelf-aanlopende motor (klein vermogen).

Via een vertraging wordt een nokkenschijf rondgedraaid. Via de nokkenschijf wordt een contact afwisselend geopend en gesloten (afbeelding 20).



afb. 20

Knipperrelais worden hoofdzakelijk gebruikt bij signalering. De duur van in- en uitschakelen tijdens één cyclus is afhankelijk van de nokkenschijf. Deze is meestal instelbaar.

Elektronisch knipperrelais

Tegenwoordig worden steeds meer elektronische knipperrelais gebruikt.

De schakelfuncties van deze relais zijn dezelfde als van mechanische relais. Meestal hebben elektronische relais een groter instelbereik.

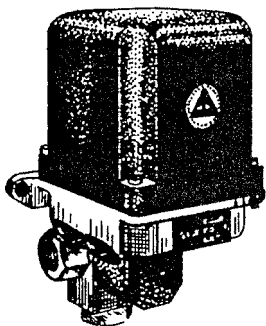
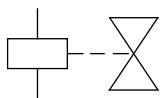
Elektromagnetische ventielen

De tot nu toe behandelde relais hebben een schakelfunctie in een elektrisch circuit.

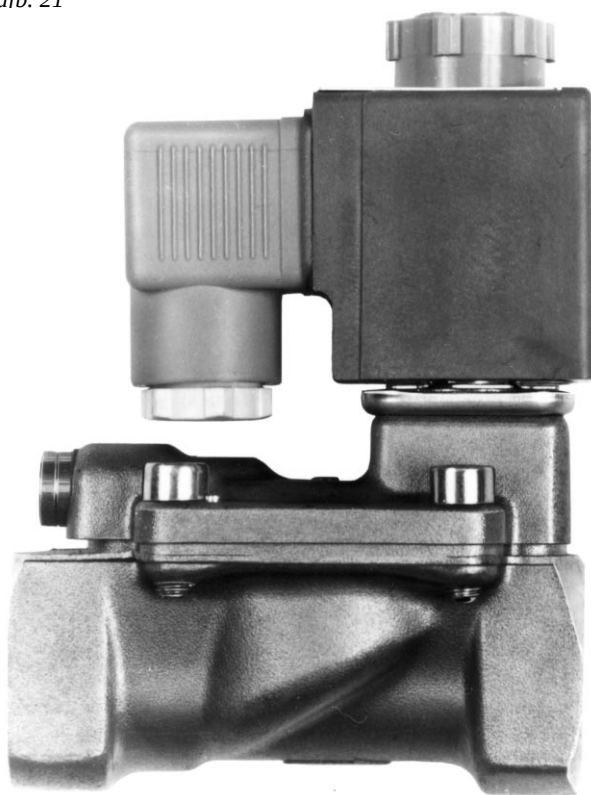
Maar er zijn ook zogenaamde elektromagnetische ventielen. Bij deze ventielen wordt een klep elektromagnetisch geopend of gesloten.

Elektromagnetische ventielen worden gebruikt in sommige bedieningsinstallaties. Dat zijn dan bedieningsinstallaties die geheel of gedeeltelijk werken met luchtdruk (pneumatische installaties) of oliedruk (hydraulische installaties).

Elektromagnetische ventielen openen of sluiten de toevoer van lucht of olie (afbeelding 21 en 22).



afb. 21



afb. 22

Remanentie- en mechanisch vergrendelde relais

Bij automatisch geregelde processen moet - na een onderbreking van het programma - het proces meestal verder gaan vanaf het punt waarop de netspanning uitviel. In elektrisch bestuurd processen kan een onderbreking van de spanning niet altijd worden voorkomen. Zo'n onderbreking kan bijvoorbeeld ontstaan door een netstoring of een overschakeling.

Als we gewone relais gebruiken, zouden alle relais afvallen bij het even wegvallen van de spanning. Daardoor zou het hele proces opnieuw moeten worden ingesteld.

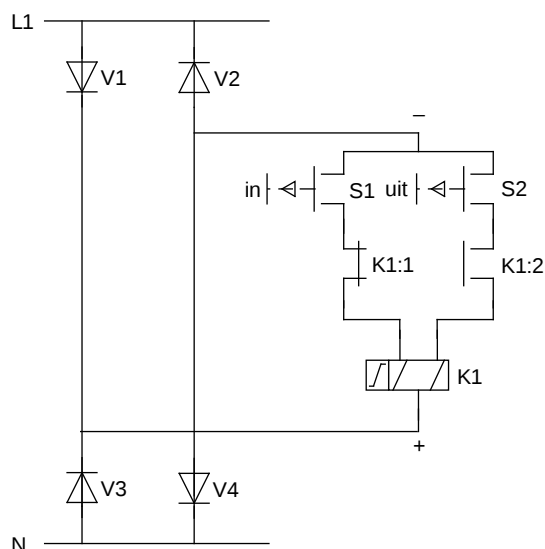
Als we relais met een zogenaamde geheugenfunctie gebruiken, blijft de stand van vóór de onderbreking gehandhaafd. Het proces kan dan na de onderbreking verder gaan waar het was gebleven.

Er zijn twee soorten relais met zo'n geheugenfunctie:

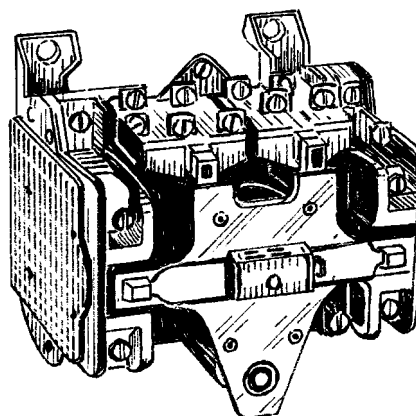
1. Remanentierelais

Na het inschakelen blijft het relais in de in-stand staan. Dat komt door het remanente magnetisme van de kern. Om het relais in de uit-stand te krijgen moeten we het bekrachtigen met een tweede spoel. (Die tweede spoel zit op dezelfde kern.) De stroom door deze 'uit'-spoel veroorzaakt ook een magnetisch veld. Het veld van de 'uit'-spoel werkt het veld van de eerste ('in') spoel tegen. Daardoor wordt het remanente magnetisme opgeheven. Als het remanente magnetisme is opgeheven, keert het relais terug naar de "uit-stand". (Remanentierelais worden altijd bekrachtigd met gelijkstroom.)

Afbeelding 23a, 23b en 24.



afb. 23a



afb. 23b

2. Mechanisch vergrendelde relais

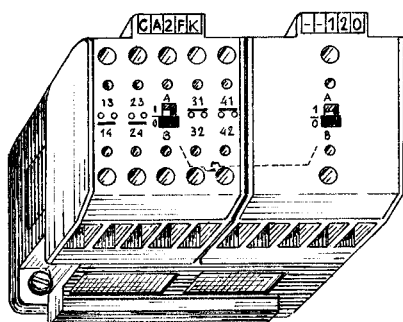
Mechanisch vergrendelde relais werken met een inschakelspoel en een ontgrendelspoel. Het relais wordt ingeschakeld door de inschakelspoel (even) te bekrachtigen.

Daarna wordt het door een mechanische vergrendeling in de ingeschakelde toestand gehouden.

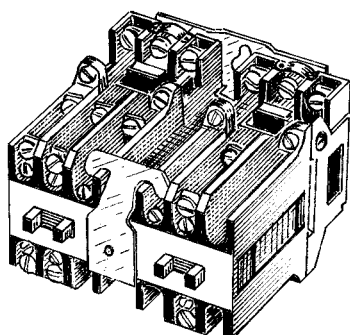
Om het relais uit te schakelen moeten we de ontgrendelspoel bekrachtigen.

Door het bekrachtigen van de ontgrendelspoel wordt de mechanische vergrendeling opgeheven. Daardoor valt het relais af.

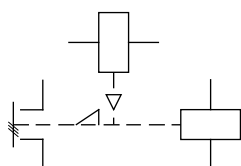
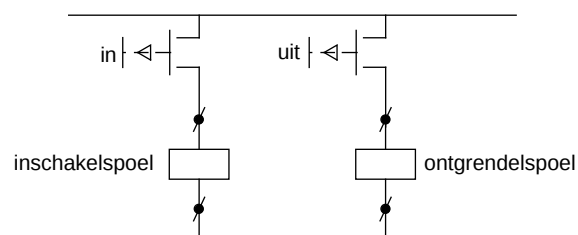
Afbeelding 24 en 25.



afb. 24



afb. 25 Symbol voor een mechanisch vergrendeld relais



Klemaanduidingen

Bij klemaanduidingen van relais maken we onderscheid tussen hoofdstroomcontacten en hulpcontacten.

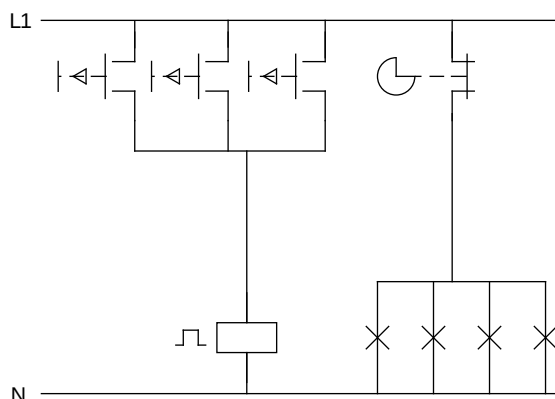
Impulsrelais

Een impulsrelais is een relais, dat door middel van een impuls een elektrische keten opent of sluit.

Werking:

- drukken op de drukknop = relais inschakelen
 - weer drukken op de drukknop = relais *uitschakelen*
 - weer drukken op de drukknop = relais *inschakelen*
 - weer drukken op de drukknop = relais *uitschakelen*
- (Dit is dus in tegenstelling tot de werking van een normaal relais)

Impulsrelais worden bijvoorbeeld gebruikt in trappenhuisen en gangen waar veel ruimten op uitkomen (afb. 26). Deze schakeling vervangt kruisschakelingen en heeft een onbeperkt aantal bedieningspunten. Ook wordt de schakeling steeds meer toegepast in kantoor- en bedrijfsruimten. Het voordeel van deze schakeling is de besparing op installatiedraad.

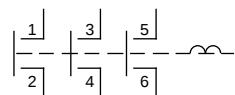


afb. 26

Hoofdstroomcontacten

De aansluitklemmen van hoofdstroomcontacten worden aangeduid met een enkel cijfer.

Voor een driepolige magneetschakelaar worden de cijfers 1 t.e.m. 6 gebruikt (afbeelding 27a).



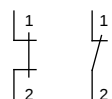
afb. 27a

Hulpcontacten

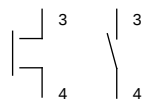
De aansluitklemmen van hulpcontacten worden aangeduid met twee cijfers.

Het eerste cijfer is het plaatscijfer. Dit cijfer geeft de plaats aan van het contact op het relais.

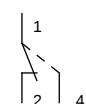
Het tweede cijfer is het functiecijfer van het contact. We zien enkele voorbeelden in de afbeeldingen 27b t.e.m. g.



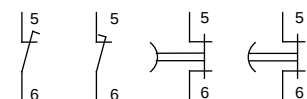
afb. 27b verbreekcontact



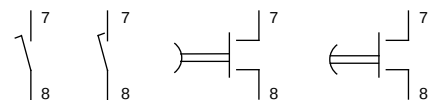
afb. 27c maakcontact



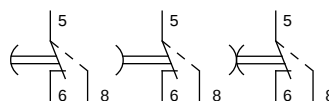
afb. 27d wisselcontact



afb. 27e verbreekcontact met speciale functie



afb. 27f maakcontact met speciale functie



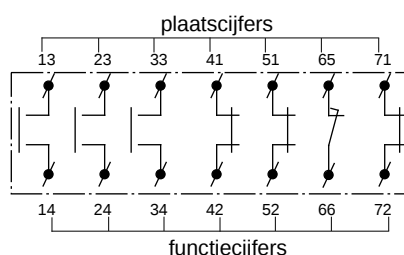
afb. 27g wisselcontact met speciale functie

Op het aanzicht van het relais staat eerst het plaatscijfer en daarna het functiecijfer.

De plaatscijfers 1, 2, 3 enz. zijn van links naar rechts genummerd.

Zo is bijvoorbeeld het contact 23-24 een maakcontact (3-4) en het 2e contact van links.

Afbeelding 28.



afb. 28

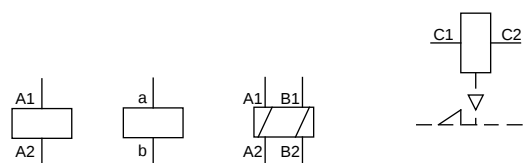
Spoel

De aansluitklemmen van de spoel worden aangeduid met A1-A2.

Op sommige relais worden de aansluitklemmen van de spoel aangeduid met de letters a-b.

De aansluitklemmen van een spoel met twee wikkelingen worden aangeduid met A1-A2 en B1-B2.

De aansluitklemmen van een ontgrendelspoel worden aangeduid met C1-C2.



afb. 29

Vragen

1. Noem ten minste 4 soorten tijdrelais.

.....

.....

.....

.....

2. Noem een tijdrelais dat altijd op wisselstroom moet worden aangesloten.

.....

.....

.....

.....

3. Noem twee relais waarbij (in plaats van een spoel) een motor voor het schakelen zorgt.

.....

.....

.....

.....

4. Beschrijf de werking van het mechanisch vergrendelde relais van afbeelding 24.

.....

.....

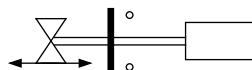
.....

.....

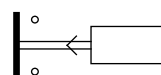
Naam:

Opgaven

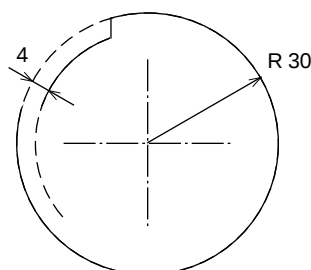
1. Teken het symbool van een vertraagd afvallend contact volgens de Nederlandse normalisatie.
2. Teken het genormaliseerde symbool voor het in onderstaand schema getekende vertragscontact.



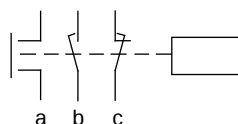
3. In onderstaande afbeelding is een relais getekend van Duits fabrikaat. Teken dit relais volgens de Nederlandse normalisatie.



4. Teken een contactenschijf voor een knipperrelais, dat bij één omwenteling driemaal in- en uitschakelt. De in- en uitschakeltijden zijn gelijk. (Zie de afbeelding voor de afmetingen van de schijf.)



5. Teken in een voorbeeld hoe de schakeltijden zijn van de contacten zoals getekend in onderstaande afbeelding.



Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

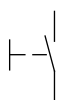
Bedieningsapparatuur in relaisschakelingen

In relaisschakelingen komen we vaak bedieningsapparatuur tegen met een schakelfunctie in het elektrisch circuit. Deze bedieningsapparatuur is te verdelen in twee hoofdgroepen, n.l. apparatuur met continucontacten, of met momentcontacten.

Continucontact

Een continucontact blijft na het bedienen in de nieuwe stand staan (afbeelding 1).

Schakelaars met een hefboom of een draaiknop hebben meestal continucontacten.



afb. 1 Schakelaar (continucontact)

Momentcontact

Een momentcontact blijft na het bedienen niet in de nieuwe stand staan. Het contact gaat terug naar de oude stand.

Schakelaars met een drukknop hebben meestal momentcontacten.

Een momentcontact wordt in het symbool aangegeven met een pijl (afbeelding 2). De pijl in het symbool van een drukknop betekent, dat het contact na bediening terugkeert in de oude stand.

Dat gebeurt meestal mechanisch (vaak door een veer).



afb. 2 Drukknop (momentcontact)

Mechanische schakelaars

We zullen nu een aantal mechanisch bediende schakelaars bespreken. Mechanisch bediend wil zeggen dat er een of andere beweging wordt gebruikt om de contacten te bedienen.

Van elke schakelaar zien we een afbeelding en het bijbehorende symbool. Per schakelaar zijn de bijzonderheden kort aangegeven.

We verwijzen alleen naar het afbeeldingsnummer. Dus niet apart naar de a- of de b-afbeelding.

In afbeelding 3 zien we een (draai)schakelaar.



afb. 3a



afb. 3b

De schakelaar van afbeelding 4 wordt bediend met een sleutel.



afb. 4a



afb. 4b

In afbeelding 5 zien we een IN drukknop (dus een maak-contact).



afb. 5a



afb. 5b

Een UIT drukknop (verbreekcontact) zien we in afbeelding 6.



afb. 6a



afb. 6b

In afbeelding 7 zien we een microschakelaar met omschakelcontact. De bediening gaat door middel van een rol.



afb. 7a

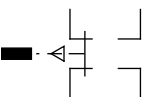


afb. 7b

De eindschakelaar van afbeelding 8 heeft 1 maak- en 1 verbreekcontact. De bediening gaat door middel van een pen.



afb. 8a

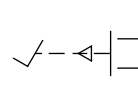


afb. 8b

Afbeelding 9 toont een voetschakelaar met 1 maak-contact.



afb. 9a



afb. 9b

Afbeelding 10 toont een schakelaar, bediend door een infrarood schakeling.

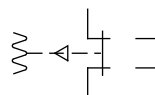


afb. 10

Afbeelding 11. De drukschakelaar van a wordt bediend door middel van een membraan.



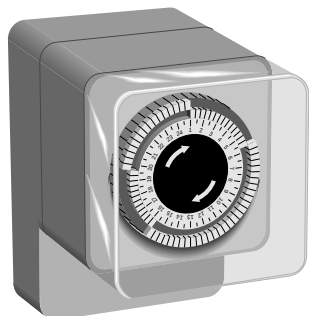
afb. 11a



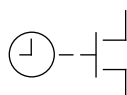
afb. 11b

Hierna twee schakelklokken

De schakelklok van afbeelding 12 is de eenvoudigste. Deze werkt op een 'gewone' klok.



afb. 12a

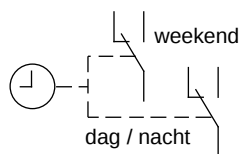


afb. 12b

De schakelklok van afbeelding 13 heeft een weekend-schakeling. Deze heeft daardoor meer mogelijkheden dan de gewone schakelklok.



afb. 13a



afb. 13b

Niet-mechanische schakelaars

De schakelaars die we tot nu toe hebben behandeld werden allemaal mechanisch bediend.

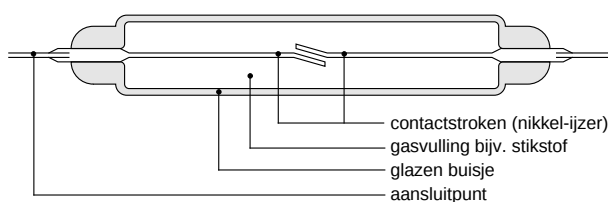
Daarnaast zijn er verschillende soorten schakelaars die 'anders' worden bediend.

Als voorbeeld bespreken we een reedrelais.

Het reedrelais

Een reedrelais wordt niet mechanisch maar *magnetisch* bediend.

Het is een glazen buisje, waarin zich twee contactstroken bevinden. Het buisje is gevuld met stikstofgas om inbranden van de contacten te voorkomen (afbeelding 14).



afb. 14

Werking

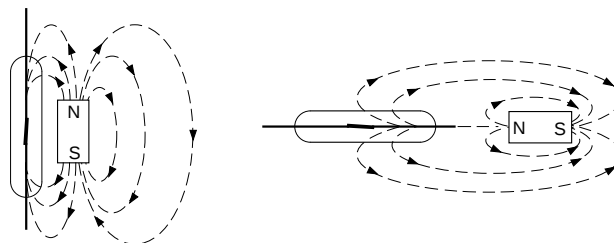
Als het reedrelais in een magnetisch veld komt, sluiten de contactstroken.

Doordat de contactstroken gemagnetiseerd worden, trekken de twee contactuiteinden elkaar aan en maken elektrisch contact (afbeelding 15).

Als er geen magnetisch veld meer is, trekken de contactuiteinden elkaar niet meer aan. Het elektrisch contact wordt dan verbroken.

Toepassingen

Reedrelais worden vaak gebruikt als eindschakelaar, controleschakelaar of als magneetcontact in alarminstallaties.



afb. 15

Kleuraanduiding van drukknoppen en signaallampen

In de VDE-bepalingen VDE 0113 'Elektrische uitrusting van be- en verwerkingsmachines' staan bindende bepalingen voor de kleur-codering van drukknoppen en signaallampen. Deze code is afgestemd op internationale aanbevelingen.

Door de kleur wordt de *bedrijfsstoestand* van de machine aangegeven.

Dat wil zeggen:

- de kleur van de signaallamp laat de bedrijfsstoestand van dat moment zien;
- de kleur van de drukknop laat de bedrijfsstoestand zien die door die drukknop wordt veroorzaakt.

Dus voor alle duidelijkheid:

De kleurcode gaat uit van de bedrijfsstoelstanden van de machine. (En niet meer van de schakeltoelstanden!)

Kleuren voor drukknoppen

De kleuren voor drukknoppen zien we in de tabel van afbeelding 16.

kleur	opdracht	toepassingsvoorbeeld
rood	'stop'	stilzetten van een of meerdere motoren, stilzetten van delen van een machine
	'nood-uit'	stoppen bij gevaar (N.B.: tekstplaat 'nood-uit' is geel!)
groen	'start' (voorbereiding)	stuurstroomkring inschakelen (startklaar), aanloop van een of meerdere motoren voor hulpfuncties, starten van delen van machines
groen of zwart	'start' (uitvoering)	starten van een cyclus of een deel van de cyclus, tip-bedrijf of tippen bij het instellen
geel	'start' van een terugloopbeweging of start van een beweging om gevaarlijke omstandigheden te voorkomen	terugloopbeweging van delen van de machine, tot het uitgangspunt van de cyclus; als de cyclus nog niet 'klaar' was: andere van te voren gekozen programma's buiten werking stellen
wit of lichtblauw	elke andere functie	sturen van hulpfuncties die niet direct samenhangen met het arbeidsproces; ontgrendelen

afb. 16

Kleuren voor signaallampen

De voorgeschreven kleuren voor signaallampen zien we in de tabel van afbeelding 17.

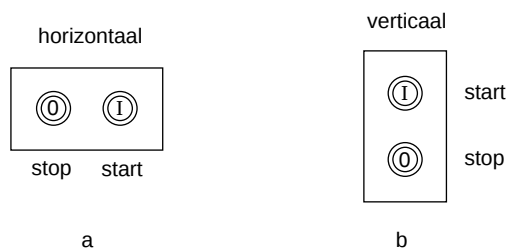
kleur	bedrijfstoestand	toepassingsvoorbeeld
rood	niet normale toestanden	waarschuwing dat de machine werd gestopt door een beveiligingsorgaan; bevel tot het stilzetten van de machine
geel	opletten of voorzichtig	een bepaalde waarde nadert een grens; signaal voor een automatische cyclus
groen	machine startklaar	machine is startklaar; de verschillende delen staan in de uitgangspositie; de cyclus is klaar en de machine is startklaar voor een nieuwe cyclus
wit	stroomkringen zijn ingeschakeld; normaal in bedrijf	hoofdschakelaar staat in de stand 'in'; keuze van de snelheid of draairichting; afzonderlijke aandrijvingen in bedrijf; machine werkt
blauw	elke andere functie	

afb. 17

Drukknopkastjes

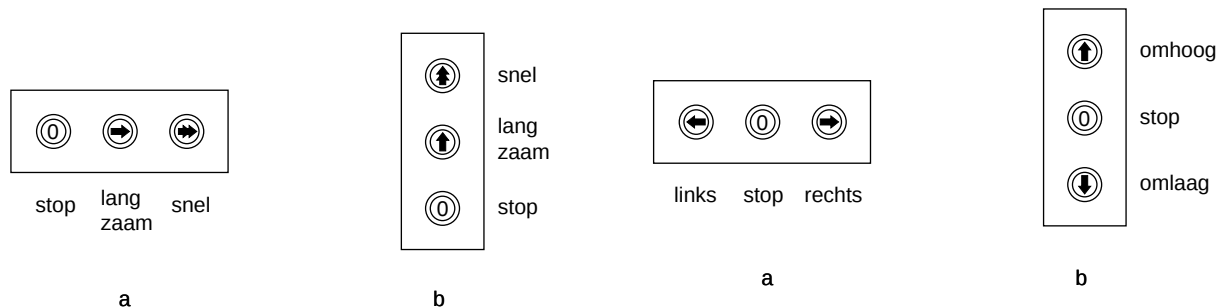
Bij drukknopkastjes is er altijd een vaste volgorde voor de functies van de drukknoppen.

Die volgorde is voor kastjes met twee drukknoppen aangegeven in afbeelding 18a en b.



afb. 18

Voor kastjes met drie drukknoppen is de volgorde aangegeven in afbeeldingen 19 a en b en 20a en b.



afb. 19

afb. 20

Vragen

1. Wat is het verschil tussen een moment- en een continucontact?

.....

.....

.....

.....

2. Noem vier voorbeelden van een continucontact.

.....

.....

.....

.....

3. Noem vier voorbeelden van een momentcontact.

.....

.....

.....

.....

4. Wat stelt onderstaand symbool voor?



afb. 21

.....

.....

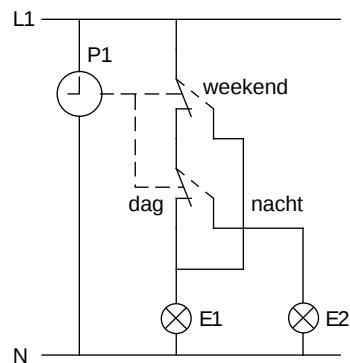
.....

.....

Naam: _____

Opgaven

1. Teken het symbool van een thermostaat die wordt toegepast in een koelkast.
2. *Gegeven:*
Schakeling van twee lampen m.b.v. schakelklok met weekendschakeling.



afb. 22

Geef aan wanneer de lamp brandt:

Op werkdagen

overdag brandt lamp:

's nachts brandt lamp:

Tijdens het weekeinde

overdag brandt lamp:

's nachts brandt lamp:

3. Teken het elektrisch schema van een schakeling van een schakelklok met weekendschakeling.

Zorg ervoor dat:

1. lamp E1 alleen op werkdagen overdag brandt;
2. lamp E2 zowel op werkdagen 's nachts als gedurende het gehele weekeinde brandt.



Leermeester:

Datum:

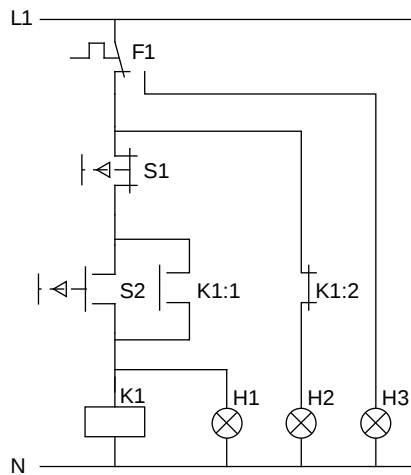
Par.:

Consulent:

Datum:

Par.:

4. Welke kleuren moeten we in dit schema kiezen voor:



afb. 23

de 'uitknop' S1 de kleur(en):

de 'inknop' S2 de kleur(en):

lamp H1 de kleur(en):

lamp H2 de kleur(en):

lamp H3 de kleur(en):

Thermische-, elektromagnetische- en nulspanningsbeveiliging

Inleiding

Deze unit behandelt enkele vormen van beveiliging van elektrische installaties. De bedoeling van elke beveiliging is om schade of problemen te voorkomen en zonodig te signaleren.

Deze soorten van beveiliging zijn vooral bedoeld om schade te voorkomen.

Thermische beveiliging

Thermische beveiliging wordt toegepast om te hoge temperaturen in elektrisch toestellen te voorkomen. Als een elektromotor wordt overbelast, kunnen de wikkelingen veel te heet worden. Daardoor kan de isolatie van die wikkelingen verbranden of verkolen. Dat kan worden voorkomen met een thermische beveiliging.

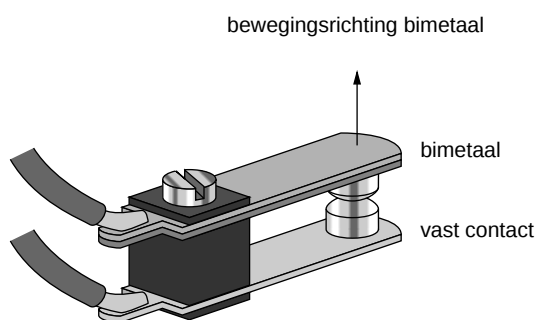
Een thermische beveiliging werkt met het uitzetten van metalen door warmte.

Niet alle metalen zetten even veel uit. De zg. uitzettingscoëfficiënt laat zien hoeveel een metaal uitzet per graad temperatuurstijging. Bij elk metaal hoort een eigen uitzettingscoëfficiënt. De uitzettingscoëfficiënt geeft dus aan hoeveel een metaal per graad temperatuurstijging in de lengterichting uitzet. Van deze eigenschap maken we gebruik bij de zg. bimetalen (bi = twee).

Bimetaal

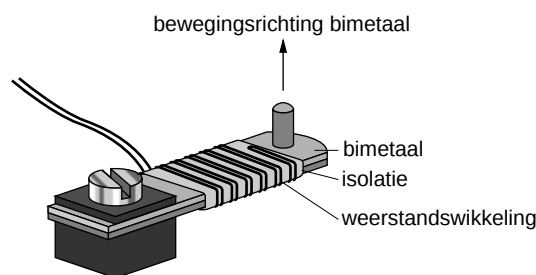
Een bimetaal bestaat uit twee strippen van verschillende metalen, die overlappend tegen elkaar zijn gewalst. Die twee metalen hebben verschillende uitzettingscoëfficiënten. Als het bimetaal wordt verwarmd zet het éne metaal meer uit dan het andere. Daardoor trekt het bimetaal krom.

Het bimetaal kan op twee manieren worden verwarmd. Bij directe verwarming loopt de stroom door het bimetaal zelf (afbeelding 1). In de ruststand is het contact gesloten.



afb. 1

Bij indirecte verwarming wordt het bimetaal verwarmd door een weerstanddraad (afbeelding 2). (De weerstanddraad is geïsoleerd van het bimetaal.) De stroom door de weerstanddraad verwarmt het bimetaal.

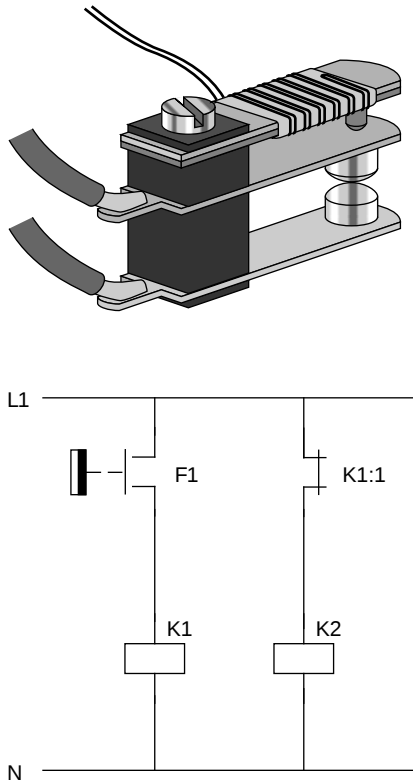


afb. 2

Bij beide soorten verwarming trekt het bimetaal krom als het wordt verwarmd. Bij een bepaalde temperatuur trekt het zó krom, dat er een contact wordt bediend.

In de eenvoudigste uitvoering wordt er dan een contact verbroken. De stroom wordt dan afgeschakeld (tot het bimetaal weer is afgekoeld).

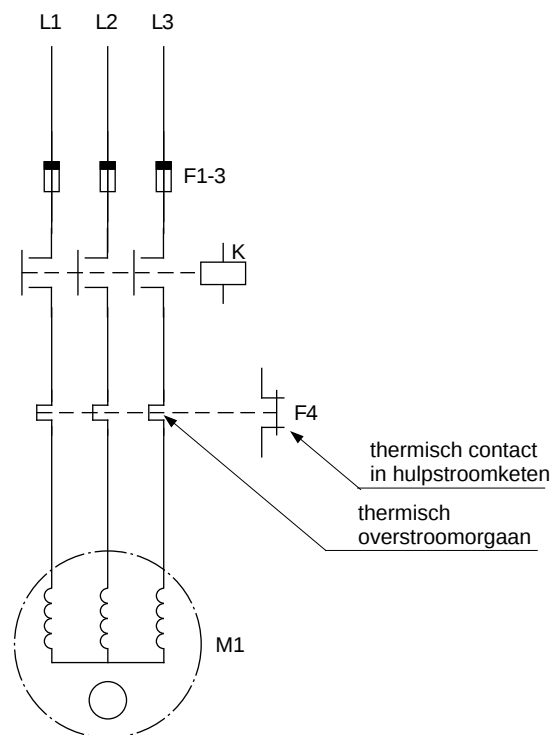
(Het bimetaal kan natuurlijk ook een contact sluiten, om een elektrisch uitschakelbevel of een signaal te geven. Afbeelding 3.)



afb. 3

Thermische beveiliging voor elektromotor

Om een driefasen wisselstroommotor te beveiligen wordt in serie met elke fase van de aansluitleiding een bimetaal opgenomen (afbeelding 4). De thermische beveiliging wordt met behulp van een instelschroef ingesteld op de (nominale) bedrijfsstroom.



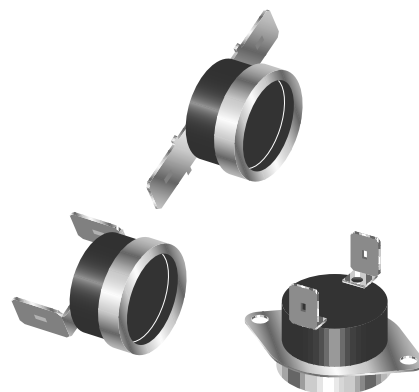
afb. 4

Opmerking:

Een thermische beveiliging beschermt alleen tegen overbelasting. De motor moet met een aparte beveiliging (bijv. smeltveiligheid) worden beveiligd tegen kortsluiting en dergelijke.

Sommige thermische relais zijn uitgevoerd met een compensatie-inrichting voor aanpassing aan de omgevingstemperatuur.

Een apart type bimetaalbeveiliging is de zg. Klixon beveiliging (afbeelding 5). Een klixon beveiliging kan in allerlei toestellen en motoren zijn ingebouwd. Er zijn verschillende typen en uitvoeringen van in de handel.

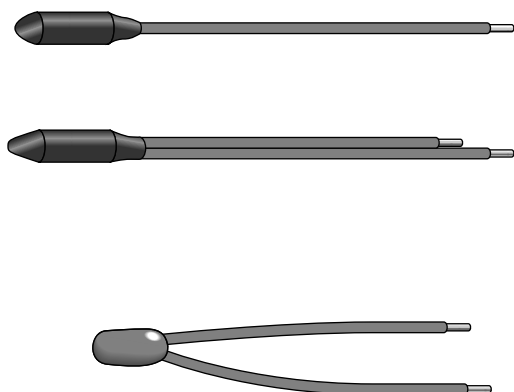


afb. 5

PTC halfgeleiderweerstand

Om te beveiligen tegen thermische overbelasting kunnen we ook zg. PTC halfgeleiderweerstand gebruiken (afbeelding 6).

(PTC betekent: positieve temperatuurs coëfficiënt. Deze halfgeleiderweerstand worden ook temperatuurvoelers of thermistor genoemd.



afb. 6

Als de temperatuur boven een bepaalde waarde (de aanspreektemperatuur) komt, wordt de weerstand plotseling veel groter. Dat kunnen we gebruiken om een elektromagnetische schakelaar te bedienen.

Temperatuurvoelers zijn zeer klein. Ze kunnen daardoor gemakkelijk in elektrische toestellen worden ingebouwd. Temperatuurvoelers zijn geschikt voor maar één aanspreektemperatuur (tot ongeveer 180 °C).

Oorzaken van oververhitting

Bij een elektromotor kan oververhitting ontstaan door:

- onder- of overspanning van het net
- uitvallen van een fase
- langdurige aanloop
- gestoorde koeling
- te hoge omgevingstemperatuur.

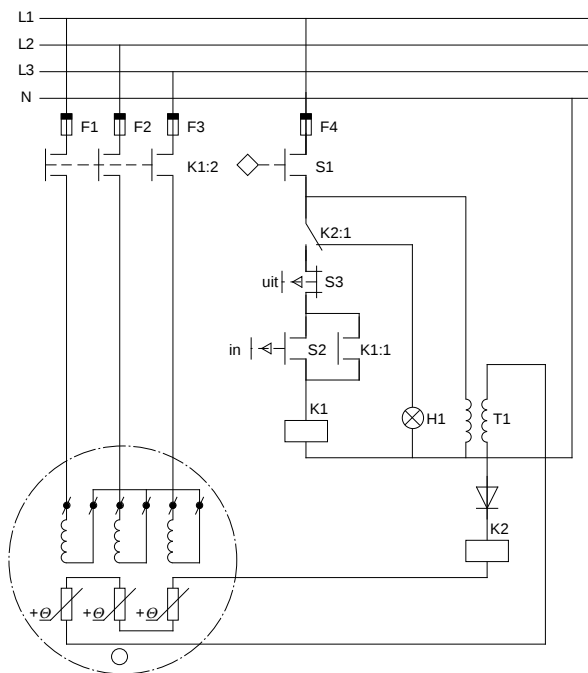
Opmerking:

De aanspreektemperatuur van de temperatuurvoeler moet 'passen' bij de in het toestel gebruikte isolatie. Is bijv. het isolatiemateriaal van klasse E (dus geschikt voor een continue temperatuur van 120 °C) dan moet de aanspreektemperatuur van de temperatuurvoeler ook >120 °C zijn.

Schema thermische beveiliging

In afbeelding 7 zien we een schema voor de thermische beveiliging van een elektromotor.

Als we schakelaar S1 inschakelen, komt er spanning op de primaire wikkeling van transformator T1. De spoel van relais K1 staat in serie met de secundaire wikkeling van transformator T1. Deze spoel is weer in serie geschakeld met drie temperatuurvoelers (afbeelding 7).



afb. 7

Normaal is de temperatuur van de motorwikkelingen beneden de aanspreektemperatuur van de temperatuurvoelers. De weerstand van de serieschakeling is dan laag, dus de stroom vrij groot.

Daardoor trekt relais K2 aan en schakelt contact K2 om. Er staat nu spanning op de stroomketen met de contacten S3 en S2 en de magneetschakelaarspoel (contactor) K1.

We kunnen dan de magneetschakelaar (K1) inschakelen met drukknopschakelaar S2 en uitschakelen met drukknopschakelaar S3.

Oververhitting

Als de motor oververhit raakt gebeurt er het volgende:

De temperatuur van de motorwikkelingen komt boven de aanspreektemperatuur van temperatuurvoelers. Daardoor neemt de weerstand van de serieschakeling plotseling sterk toe. De stroom door de spoel van relais K2 wordt te klein en relais K2 valt af. Daardoor schakelt contact K2 om en wordt de spoel van K1 stroomloos. Relais K1 valt af en schakelt de motor uit.

(Temperatuurvoelers worden bij een elektromotor ingebouwd in de wikkelkappen.)

Elektromagnetische maximaalbeveiliging

Vaak wordt een motor ook nog beveiligd door een elektromagnetische maximaalbeveiliging. Die werkt ongeveer als de kortsluitbeveiliging van een installatie-automaat. Het grootste verschil is, dat de gevoeligheid van een elektromagnetische maximaalbeveiliging kan worden aangepast aan de motor. (Een installatie-automaat is vast ingesteld.) Vanaf een bepaalde 'overstroom' schakelt deze beveiliging de motor af. Hij is bedoeld voor plotselinge grote stroomstoten.

We kunnen deze beveiliging met een draaiknop instellen op de gewenste stroomsterkte.

Opmerkingen:

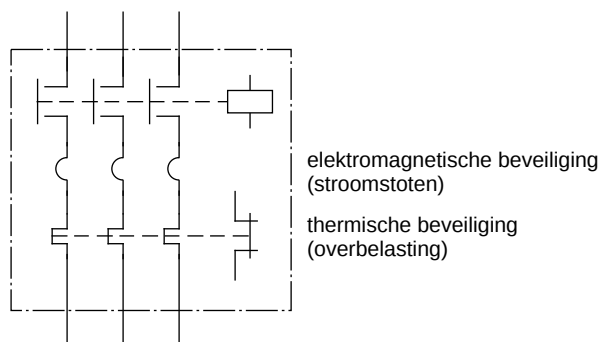
Bij grotere stromen wordt een stroomtransformator gebruikt. De elektromagnetische beveiliging wordt dan aangesloten op de secundaire zijde van de stroom-transformator.

Elektromagnetische beveiligingen kunnen t.a.v. de uitschakeltijd afhankelijk en onafhankelijk van de stroomsterkte werken.

Bij een onafhankelijk werkende beveiliging is bij elke stroomwaarde de uitschakeltijd gelijk.

Bij een afhankelijk relais wordt de uitschakeltijd korter naarmate de stroomwaarde groter wordt. (De werking van een afhankelijk relais lijkt op de werking van een smeltveiligheid.)

Meestal worden elektromagnetische beveiliging en thermische beveiliging samengebouwd met een elektromagnetische schakelaar (afbeelding 8).



afb. 8

De elektromagnetische beveiliging dient dan voor plotselinge optredende hoge stroomstoten en de thermische beveiliging voor overbelasting. De elektromagnetische schakelaar, die op afstand bedienbaar is, kan ook dienen als nulspanningsbeveiliging.

Nulspanningsbeveiliging

Een nulspanningsbeveiliging schakelt een installatie uit als de netspanning lager wordt dan een minimum toelaatbare waarde.

Er kunnen verschillende oorzaken zijn voor zo'n spanningsdaling. Eén van die oorzaken is een kortsluiting in het voedende net.

Een sluiting in het voedende net geeft meestal een forse daling van de netspanning. Dat noemen we ook wel een 'spanningsdip'.

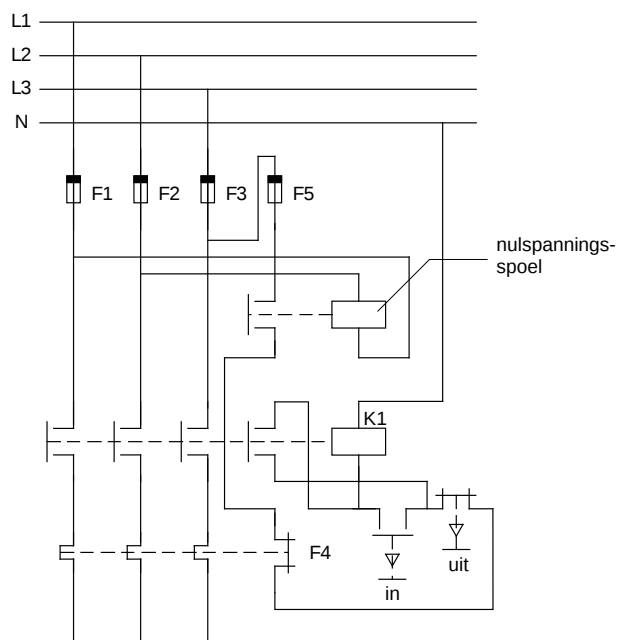
Als de sluiting is opgeheven, krijgen we weer de volle netspanning. Dat kan grote gevolgen hebben bijv.:

Bij een spanningsdaling daalt het toerental van de aangesloten elektromotoren. (Bij een langere onderbreking van de netspanning zullen ze stil komen te staan.)

Meestal zijn er meerdere elektromotoren aangesloten.

Als nu de netspanning terug komt en als alle motoren nog op het net zijn geschakeld, lopen ze opnieuw aan. Dat betekent: hoge aanloopstromen. Dus: ontoelaatbaar hoge stroompieken in het net. Daardoor kunnen de smeltveiligheden en ook de hoofdsmeelveiligheden doorsmelten. En dat is niet de bedoeling.

Door de nulspanningsbeveiliging blijven de motoren uitgeschakeld tot ze weer (met de hand) worden ingeschakeld. Ook wordt hiermee voorkomen dat door plotseling inschakelen gevaarlijke situaties ontstaan.



afb. 9

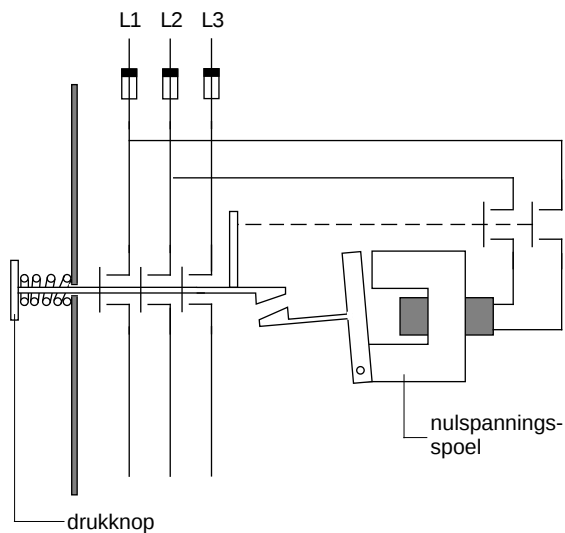
Werking

Een nulspanningsbeveiliging (nulspanningsschakelaar) werkt ongeveer als een relais met een houdcontact. Als de spanning wegvalt valt het relais af, dus ook het houdcontact (afbeelding 9). Om in te schakelen moeten we de schakelaar opnieuw bedienen.

In de normale bedrijfsstand blijft het anker van de nulspanningsspoel aangetrokken.

Een nulspanningsschakelaar kan alleen worden ingeschakeld als er netspanning is.

Bij elektrisch bediende schakelaars sluit de nulspanningsspoel een overneemcontact in de hulpstroomketen. Bij handbediende schakelaars vergrendelt de nulspanningsspoel de inschakeling (afbeelding 10).



afb. 10

Opmerking:

Een gewone elektromagnetische schakelaar kan meestal ook worden gebruikt als nulspanningsbeveiliging. Dat kan alleen als er overneemcontacten in zitten.

De spoel moet altijd tussen twee fasen worden aangesloten. Bij aansluiten tussen één fase en nul kan de schakelaar 'in' blijven als er maar één fase (één van andere twee) spanningsloos wordt.

Vragen

Naam:

1. Noem enkele soorten beveiligingen.
.....
.....
.....
.....
2. Is een thermische beveiliging geschikt voor het uitschakelen van een hoge stroomstoot?
.....
.....
.....
.....
3. Bij een stijging van de temperatuur van een temperatuurvoeler wordt de weerstand:
 - a. groter
 - b. blijft gelijk
 - c. kleiner
 - d. gelijk aan nul
4. Waarvan is de sterkte van het magnetisch veld in een elektromagnetische beveiliging afhankelijk?
.....
.....
.....
.....
5. Waarvoor dient een nulspanningsbeveiliging?
.....
.....
.....
.....

6. Onder welke voorwaarden kunnen we een elektromagnetische schakelaar gebruiken als nulspanningsbeveiliging?
.....
.....
.....
.....

Opdrachten

1. Teken het stroomkringschema van een nulspanningsbeveiliging. Geef in het schema aan, welke spoel dienst doet als nulspanningsspoel.

Leermeester:

Datum:

Par.:

Consulent:

Datum:

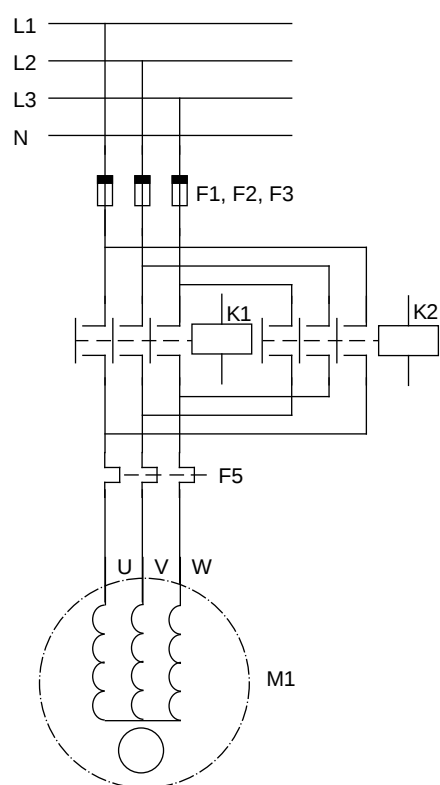
Par.:

Motorbesturingen

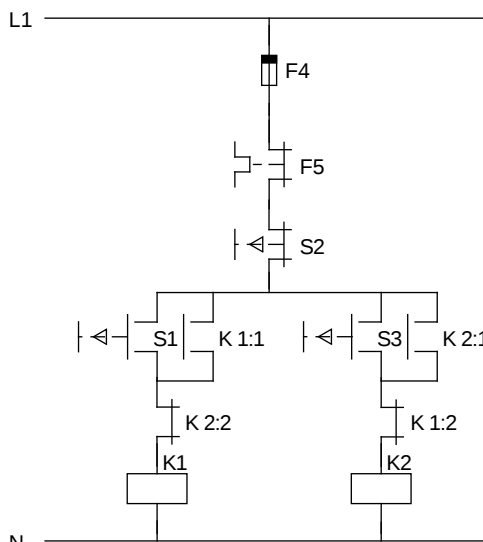
Omkeerschakeling voor draaistroom-motor

Om de draairichting van een draaistroommotor om te keren, moeten we op de aansluitklemmen van de motor twee fasen van de voeding met elkaar verwisselen.

Dit omkeren kunnen we doen met twee relais: K1 en K2 (afbeelding 1).



afb. 1



afb. 2

Bij de besturing van deze relais moeten we zorgen, dat het niet mogelijk is om beide relais tegelijk in te schakelen. Hiervoor dienen de contacten K1:2 en K2:2, die in serie met de spoelen zijn geschakeld (vergrendelcontacten) (afbeelding 2).

De contacten K1:1 en K2:1 dienen om de functie van de inschakeldrukknop over te nemen (overneemcontacten).

Automatische sterdriehoek-schakelaars

Schakeling 1

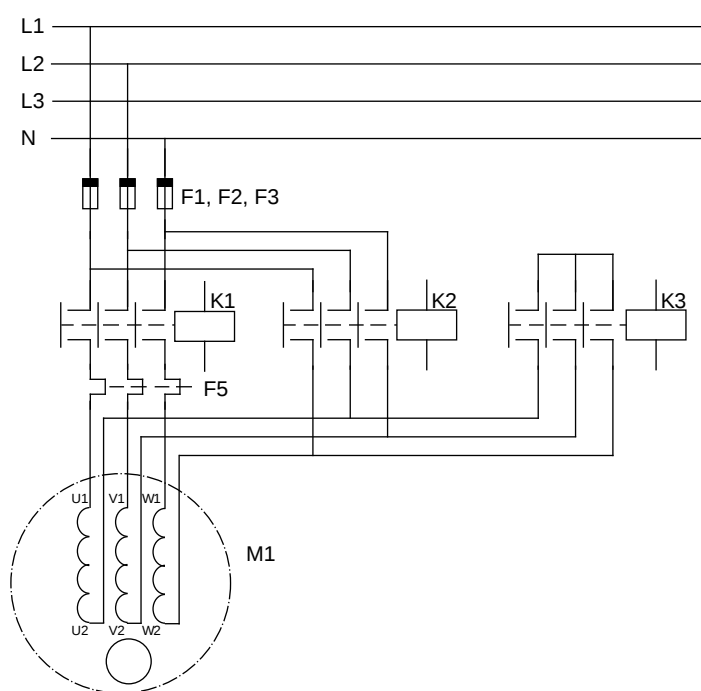
Als we in de schakeling van afbeelding 4 drukknop S2 bedienen, zal relais K3 worden bekrachtigd. Daardoor worden de hoofdkontakten van K3 gesloten en wordt de sterverbinding naar de motor gemaakt (afbeeldingen 3 en 4). Tevens opent hulpcontact K3:2 en sluit hulpcontact K3:1. Door het sluiten van hulpcontact K3:1 wordt relais K1 bekrachtigd.

Daardoor worden de hoofdkontakten van dit relais gesloten en loopt de motor aan in sterschakeling. Hulpcontact K1:1 wordt gebruikt als overneemcontact voor drukknop S2.

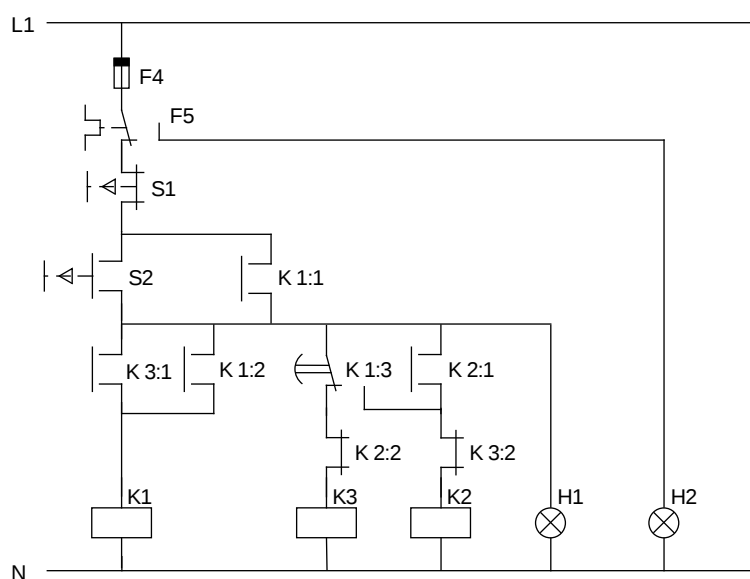
Na het verstrijken van de ingestelde tijd schakelt hulpcontact K1:3 om. Daardoor valt relais K3 af en wordt de sterverbinding verbroken.

Door het afvallen van relais K3 sluit hulpcontact K3:2. Daardoor wordt relais K2 bekrachtigd.

De hoofdkontakten van relais K2 maken een driehoek-schakeling naar de motor. De motor loopt nu in driehoek.



afb. 3 Stroomkringschema hoofdstroom

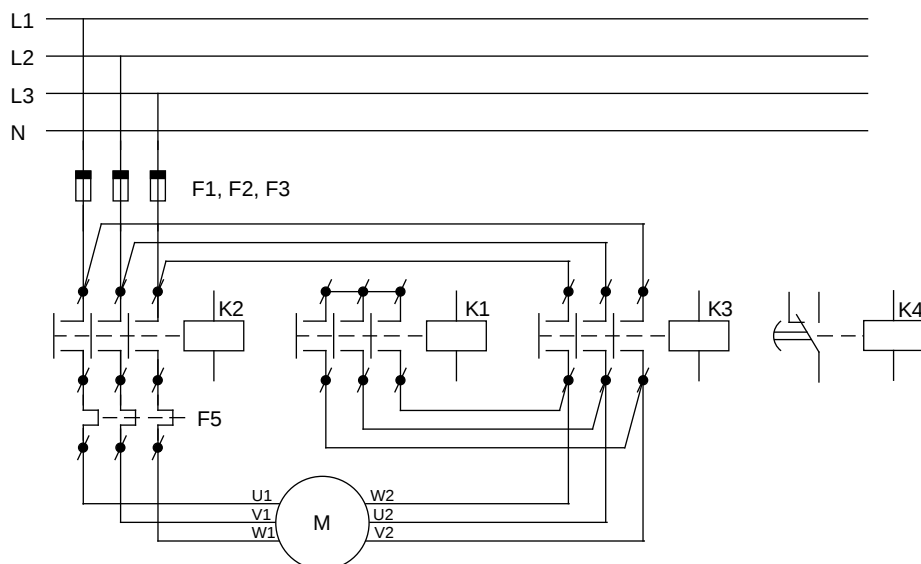


afb. 4 Stroomkringschema stuurstroom
(hoort bij afbeelding 3)

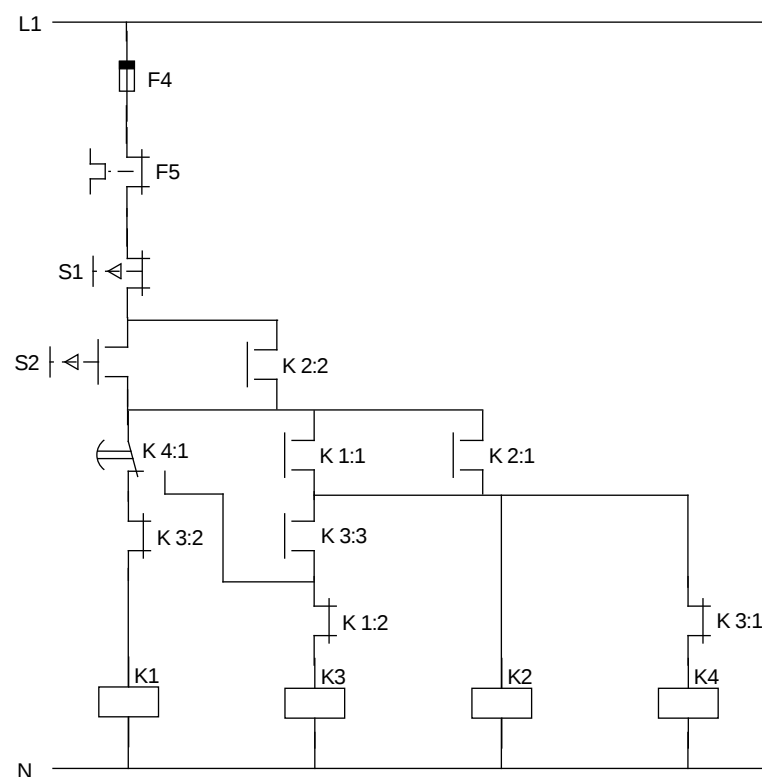
Schakeling 2

Als we drukknop S2 bedienen wordt relais K1 bekrachtigd. Hierdoor wordt de sterverbinding naar de motor gemaakt. Verder sluit hulpcontact K1:1 zich. Daardoor wordt relais K2 bekrachtigd. De motor loopt aan in sterschakeling.

Ook wordt tijdrelais K4 bekrachtigd. Na de ingestelde vertragingstijd schakelt contact K4:1 om. Relais K1 valt af en de sterverbinding wordt verbroken. Door het omschakelen wordt relais K3 bekrachtigd. Daardoor wordt de motor in driehoek geschakeld.



afb. 5 Stroomkringschema hoofdstroom



afb. 6 Stroomkringschema stuurstroom
(hoort bij afbeelding 5)

Tipbedrijf

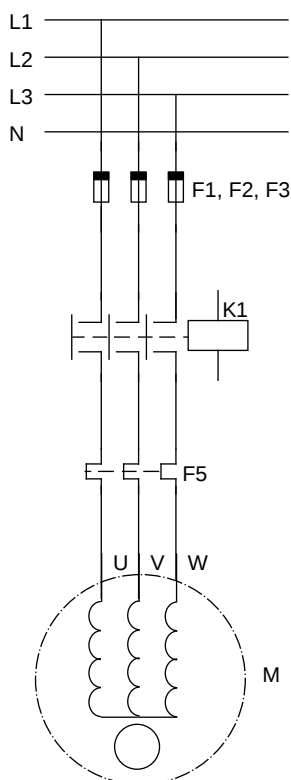
Soms moet een motor vaak voor korte tijd draaien. Bijvoorbeeld voor een takel.

We passen dan een schakeling toe waarbij het hoofdstroomrelais alleen door een momentcontact wordt bediend.

Zolang we de drukknop ingedrukt houden wordt relais K1 bekrachtigd en loopt de motor. Laten we de drukknop los dan valt relais K1 af en stopt de motor.

Met dezelfde drukknop wordt het stuurstroomcircuit naar relais K1 gesloten of geopend.

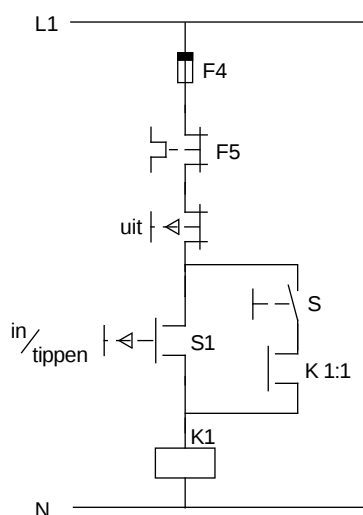
Relais K1 is hierdoor snel te bedienen. Het werktuig dat door de motor wordt aangedreven is daardoor nauwkeurig te besturen.



afb. 7

Vaak wordt 'tipbedrijf' gecombineerd met 'normaal bedrijf'. In het stuurstroomschema (afbeelding 8) is deze uitvoering te zien. Schakelaar S is in serie geschakeld met het overneemcontact.

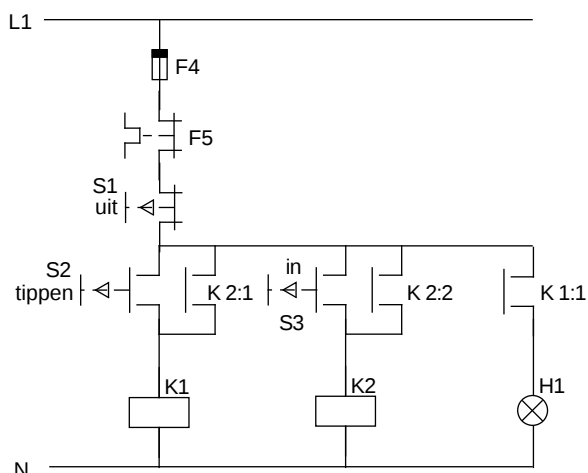
Als we schakelaar S sluiten is tipbedrijf niet mogelijk. Bij openen van schakelaar S is het overneemcontact buiten werking en zijn we overgegaan op tipbedrijf.



afb. 8

In afbeelding 9 is een stroomkringschema getekend, waarbij zowel voor tipbedrijf als voor normaal bedrijf een 'in'-drukknop is toegepast.

K1 is het inschakelrelais. K2 is een hulprelais. K2:1 is het overneemcontact.



afb. 9

Vragen

Naam:

1. Welke functie hebben de contacten K2:2 en K3:2 in afbeelding 4?

.....

.....

.....

.....

2. Verklaar de functie van contact K2:2 in het schema van afbeelding 6?

.....

.....

.....

.....

Opgaven

1. Breid het schema van afbeelding 2 zó uit, dat de motor in beide draairichtingen wordt uitgeschakeld door eindschakelaars.

Teken het stroomkringschema met inbegrip van beide eindschakelaars.

Probeer in het schema verschillende plaatsen aan te geven waar eindschakelaars kunnen worden opgenomen.

2. Teken het stroomkringschema van een omkeerschakeling met tip- en normaal bedrijf. Ga uit van de schakeling van afbeelding 9.

Leermeester:	
Datum:	
Par.:	

Consulent:	
Datum:	
Par.:	

