

In **figuur 12** zie je enkele voorbeelden:

- een maakcontact kan zijn 11 en 14;
- een verbreekcontact kan zijn 21 en 22;
- een wisselcontact kan zijn 31, 32 en 34;
- een spoel kan zijn A1 en A2.



Fig. 12 Klemaanduiding relais

Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 4 Teken en tekening lezen**.

5

Montage

Werkboek

In je werkboek vind je **paragraaf 5 Montage** om een relais aan te sluiten.

Het relais is in kast K gemonteerd. Het relais is gemaakt voor 230 V~. De contacten en de spoel van het relais zijn op klemmen uitgevoerd.

Als je de aansluitingen in de kast gaat maken, moet je goed naar het bedradingsschema van **figuur 5** in je werkboek kijken. Op de montagetekening zie je ook de maten gegeven.

Samenvatting P4

Je moet nu weten:

- wat je met een relais kunt doen;
- hoe de opbouw van een relais is;
- dat een relais maakcontacten, verbreekcontacten en wisselcontacten kan hebben;
- dat je een relais bekrachtigt met een indrukknop;
- dat je een relais kunt laten afvallen met een uitdrukknop;
- dat er verscheidene soorten relais zijn;
- dat een relais een aanspreekstroom, een houdstroom en een afvalstroom heeft;
- wat het verschil is tussen de aanspreekstroom, de houdstroom en de afvalstroom;
- wat een overneemcontact is;
- wat de functie (het doel) is van een overneemcontact;
- dat elke aansluiting van een relais (dus de spoel en de contacten) een aansluitnummer heeft (codering of contactnummers);
- dat relaiscontacten gemaakt zijn van fosforbrons met een laagje zilver of goud.



1

Magnetische beginselen en elektromagnetisme

Wat ga je doen?

In deze les ga je leren hoe een elektromagneet is samengesteld en wat je ermee kunt doen.

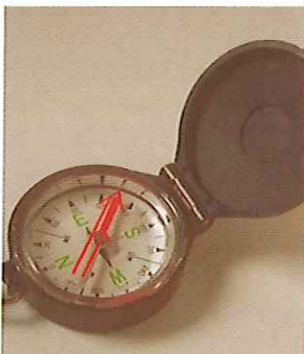
Waar kom je dit in de beroepspraktijk tegen?

Elektromagnetisme kom je in de beroepspraktijk werkelijk overal tegen. Als je ergens aanbelt, begint het al met de bel. In bedrijven worden apparaten op afstand geschakeld met elektromagneten, zoals:

- sirenes;
- motoren;
- zonweringen.

Aan het einde van deze les kun je:

- verklaren* hoe een elektromagneet in elkaar zit;
- verklaren hoe een elektromagneet werkt;
- de magnetiseringskromme van een elektromagneet verklaren;
- voorbeelden van elektromagnetisme geven en verklaren;
- de richting van een elektromagnetisch veld bepalen;
- aangeven waar de sterkte van een elektromagnetisch veld van afhankelijk is;
- verklaren wat de kooi van Faraday is;
- een magnetisch veld tekenen;
- de werking van een relais verklaren;
- een relais met contacten aanduiden.



1

De kooi van Faraday

Bij een andere moduul ga je dieper in op de eigenschappen van magnetisme. Hier volgt alleen een overzicht van de belangrijkste eigenschappen van magnetisme. Zie **figuur 1**.

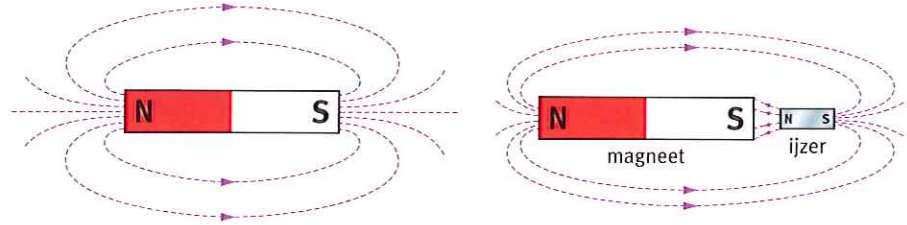


Fig. 1 Noordpool (N) en zuidpool (S) van een magneet Fig. 2 Ijzer beïnvloedt de krachtlijnen sterk

Een magneet:

- heeft aan de uiteinden een noordpool (N) en een zuidpool (S);
- is in het midden niet magnetisch;
- heeft magnetische krachtlijnen die buiten de magneet om gaan van de noordpool (N) naar de zuidpool (S);
- trekt onder andere ijzer en staal aan;

Gelijknamige* polen stoten elkaar af.

Niet-gelijknamige polen trekken elkaar aan.

Als je in een magnetisch veld een stuk ijzer brengt, beïnvloedt je de krachtlijnen sterk.

In **figuur 3** zie je een voorbeeld waarbij magneetlijnen een andere richting moeten kiezen door de aanwezigheid van ijzer of staal. Voor dit ijzer gebruik je een zacht staal of zacht ijzer. Dat wordt weekijzer genoemd.

Door dit verschijnsel kun je een ruimte maken waarin je alle magnetische velden van buiten kunt tegenhouden. Je brengt dan in alle wanden, vloer en plafond een netwerk of gaaswerk van ijzer aan. Zo'n ruimte noem je de *kooi van Faraday*.

In een dergelijke kooi zijn er geen magnetische velden van buiten aanwezig. Als je velden binnen zo'n kooi opwekt, komen deze velden ook niet buiten die ruimte of kooi.

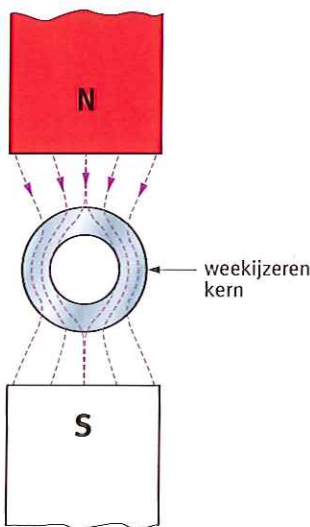


Fig. 3 Magneetlijnen moeten een andere richting kiezen door ijzer of staal

2

Elektromagnetisme

Als er door een draad een stroom gaat, krijg je rondom die draad een magnetisch veld. Dit veld is dan cirkelvormig. Zie **figuur 4**.

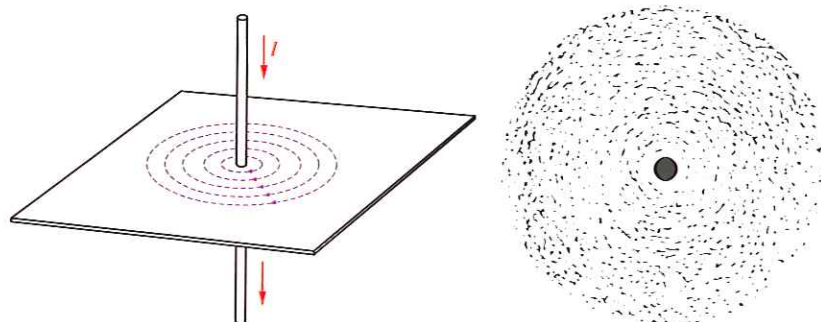


Fig. 4 Stroom en magnetisch veld

a Stroom gaat door een draad

b Cirkelvormig magnetisch veld

In een cirkel kun je geen begin en eind aangeven. Een noordpool en zuidpool zijn in een cirkel en kun je dus niet aanwijzen.

Als je in zo'n veld een kompasnaald brengt, kun je wel de richting van de krachtlijnen bepalen. Zie **figuur 5**.

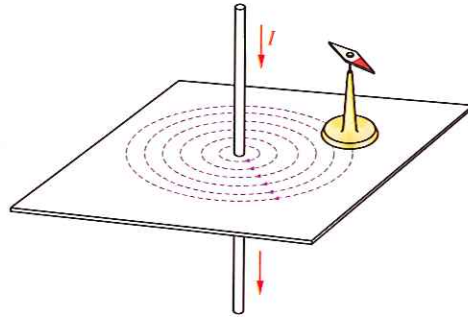


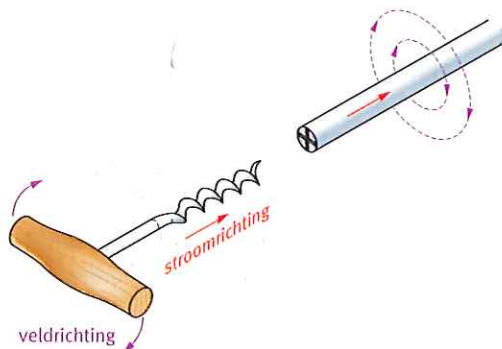
Fig. 5 Kompas geeft noordpool en zuidpool aan

Nu blijkt dat de richting van de krachtlijnen rechtsom is als de stroom van je af gaat. Zie **figuur 6**.

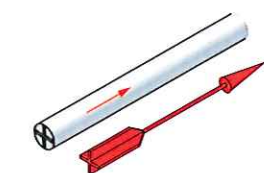
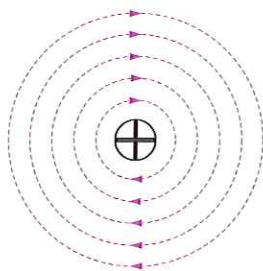
Hierin geef je de stroom die van je af gaat, aan met een kruisje. Met de *kurkentrekkerregel* kun je dit allemaal onthouden.

Als je een kurkentrekker *rechtsom* (richting veldlijnen) draait, gaat de kurkentrekker de kurk *in*. Ofwel de stroomrichting gaat van je af.

Hetzelfde geldt als de stroom naar je toe komt. Zie **figuur 7**.

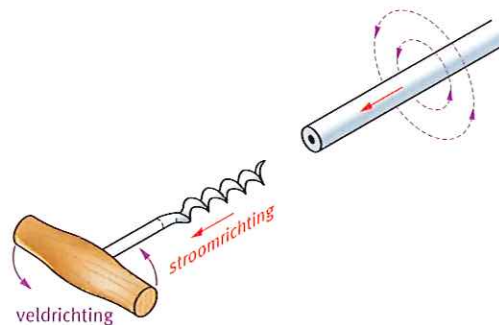


a Kurkentrekker rechtsom

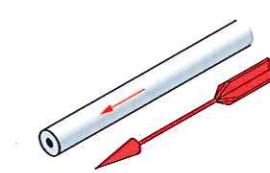
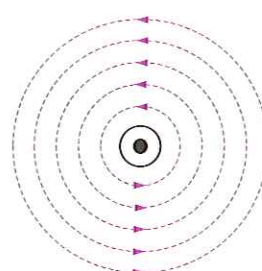


b Magnetisch veld rechtsom

Fig. 6 Stroom van je af



a Kurkentrekker linksom



b Magnetisch veld linksom

Fig. 7 Stroom naar je toe



**Stroom van je af: magnetisch veld draait rechtsom.
Stroom naar je toe: magnetisch veld draait linksom.**

Als je een rechte draad als een winding rondbuigt, loopt er door het gat van de winding een magnetisch veld. Hierin kun je ook de noordpool en de zuidpool bepalen. Zie **figuur 8** en **figuur 9**.

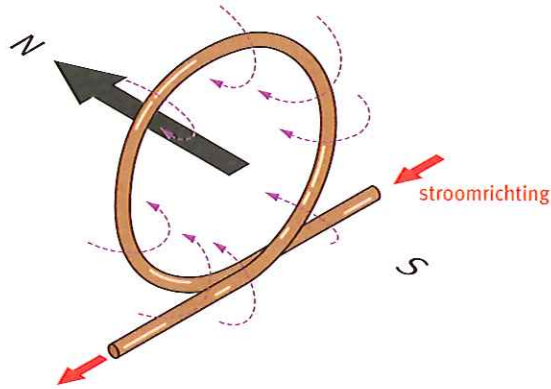


Fig. 8 Bepalen noordpool en zuidpool bij een winding

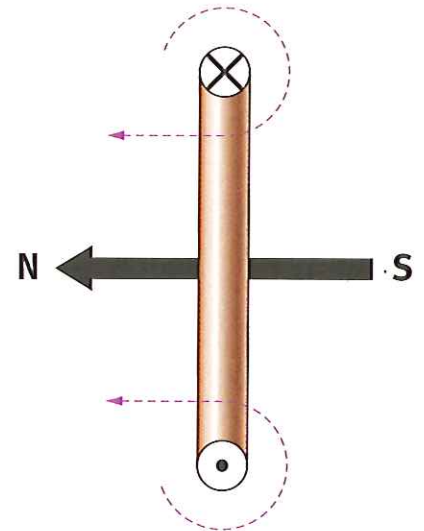
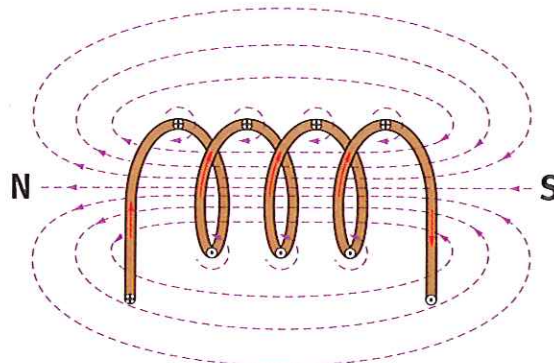
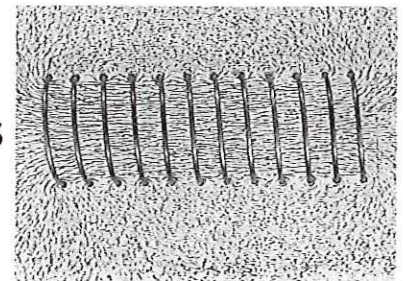


Fig. 9 Bepalen noordpool en zuidpool in een rechte draad

Als je nu een aantal van deze windingen bij elkaar brengt, spreek je van een *spoel*. In een spoel wordt dus ook een magnetisch veld opgewekt. Zie **figuur 10**.



a Spoel met magnetisch veld



b Magnetisch veld zichtbaar door ijzervijzel

Fig. 10 Spoel

3

Veldsterkte

De sterkte van het magnetisch veld in een stroomvoerende spoel hangt af van:

- de stroomsterkte: hoe groter de stroom, hoe sterker het veld;
- het aantal windingen: hoe meer windingen, hoe sterker het veld;
- de totale lengte van de spoel: hoe korter een spoel, hoe sterker het veld;
- de soort kern.

De veldsterkte H druk je uit in ampère × windingen per meter. Ofwel ampèrewindingen per meter (AW/m).

In formulevorm:

$$H = \frac{I \cdot N}{l}$$

Hierin is:

I de stroom in ampère (A);

N het aantal windingen;

H de veldsterkte in ampèrewindingen per meter (AW/m);

l de lengte van de spoel in meters (m).

In een spoel kun je een weekijzeren kern brengen. De krachtlijnen bundelen zich en vormen samen een veld dat veel krachtiger is dan een veld zonder kern. Het opgewekte veld noem je H . De invloed van de kern (soort ijzer) noem je de *magnetische inductie* B . Zie **figuur 11**.

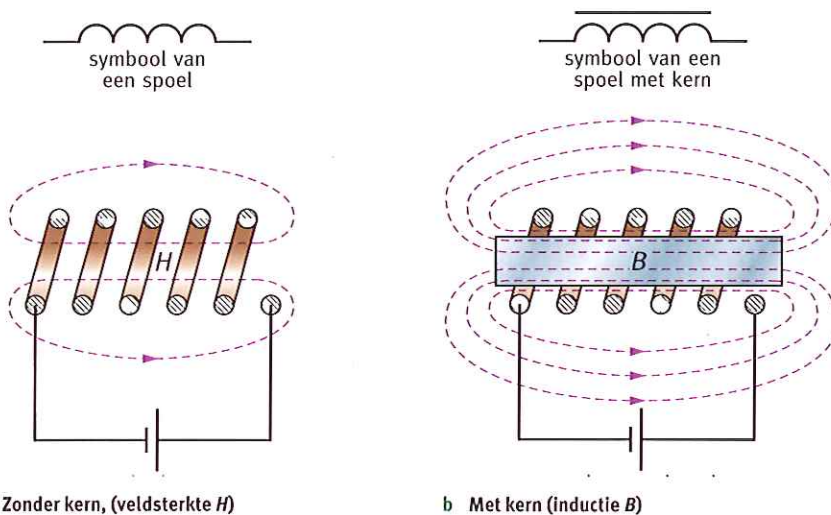


Fig. 11 Magnetische inductie

a Zonder kern, (veldsterkte H)

b Met kern (inductie B)

Voor de magnetische inductie B geldt:

$$B = \mu \cdot H$$

Hierin is:

B inductie in Wb/m^2 (Weber per m^2);

μ een getal dat afhankelijk is van de ijzersoort in H/m (Henry per meter);

H de veldsterkte in AW/m.

Je hebt al gezien dat door de aanwezigheid van ijzer de krachtlijnen (het veld) worden gebundeld. Hierdoor krijg je een elektrische magneet die alléén magnetisch is als er een stroom door de spoel gaat.

In **figuur 12** zie je twee elektromagneten. Elektromagneet A heeft een rechte kern en elektromagneet B heeft een U-vormige kern.

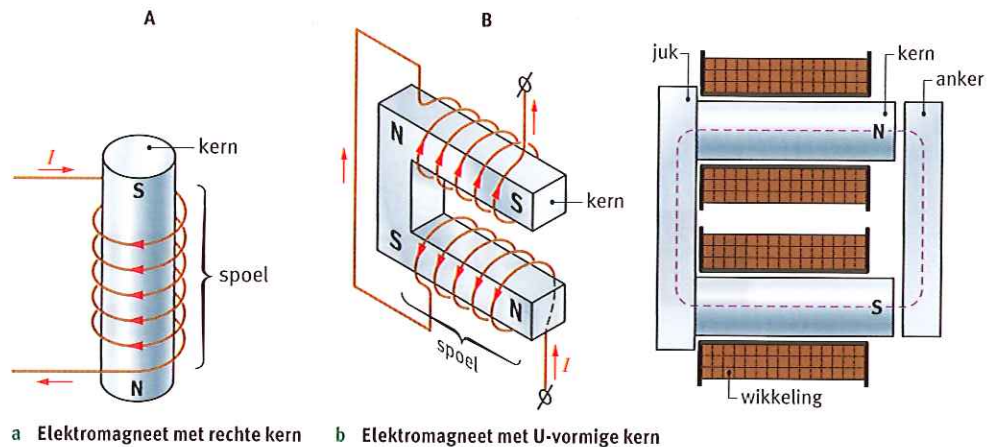


Fig. 12 Elektromagneten

a Elektromagneet met rechte kern b Elektromagneet met U-vormige kern

Een materiaal kan niet voortdurend magnetischer worden. Als alle moleculen van een materiaal één kant op staan, kan de sterkte van een magneet niet meer groter worden.

Je zegt dan: de magneet is *verzadigd*. Er kan geen krachtlijn meer bij. Het maximale is bereikt.

Vergelijk dit maar met een emmer water. Vol is vol.

Als de stroom echter wegvalt, verdwijnt niet het gehele magnetisch veld. Een beetje magnetisch veld blijft nog enige tijd achter. Je noemt dit resterende magnetisch veld *remanent magnetisme*.

Ook dit kun je vergelijken met een emmer water. Gooi hem leeg, maar er blijft altijd wel wat water achter dat later toch weer verdwijnt.

4

Magnetiseringskromme

In **figuur 13** zie je een *magnetiseringskromme*. In deze grafiek zie je horizontaal de sterkte van het veld H . Verticaal zie je de magnetische inductie B .

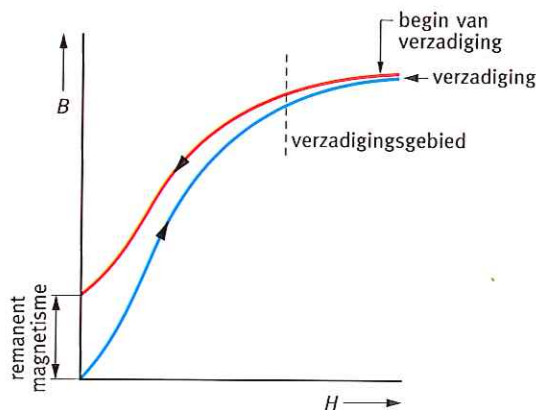


Fig. 13 Magnetiseringskromme

Als je door een elektromagneet (zonder enig magnetisme) een stroom stuurt, nemen het veld en de inductie toe. Zie de blauwe lijn in **figuur 13**.

Vorbij het verzadigingsdeel neemt het magnetisme niet meer toe. Daar kunnen de stroom en dus het aantal AW nog wel toenemen, maar de inductie B kan niet meer toenemen. De magneet wordt dus niet meer sterker.

Als je daarna de stroom terugregelt* naar nul, dan verandert het veld volgens de rode grafieklijn in **figuur 13**.

Het aantal AW wordt nul, maar er blijft remanent magnetisme achter.

5

Toepassingen van elektromagnetisme

Lastmagneet of hefmagneet

In **figuur 14** zie je een *lastmagneet* of *hefmagneet*.

Een hefmagneet maak je pas magnetisch als die op bijvoorbeeld schroot (oud ijzer) terecht is gekomen. Door de stroom dan in te schakelen blijft het schroot tegen de magneet aan geplakt.

Als het schroot boven de plaats van bestemming is aangekomen, schakel je de stroom uit en het schroot valt van de hefmagneet af.



Fig. 14 Lastmagneet of hefmagneet

Wisselstroombel of wisselstroomzoemer

In **figuur 15** zie je een *wisselstroombel* of *wisselstroomzoemer*.

Doordat een wisselstroom vanzelf steeds nul wordt, wordt het anker met de klepel regelmatig door een spoel aangetrokken en losgelaten. Hierdoor krijg je een bromgeluid als het anker uit een dun ijzeren plaatje bestaat. In **figuur 15** krijg je een belgeluid omdat de klepel tegen de belschaal trilt.

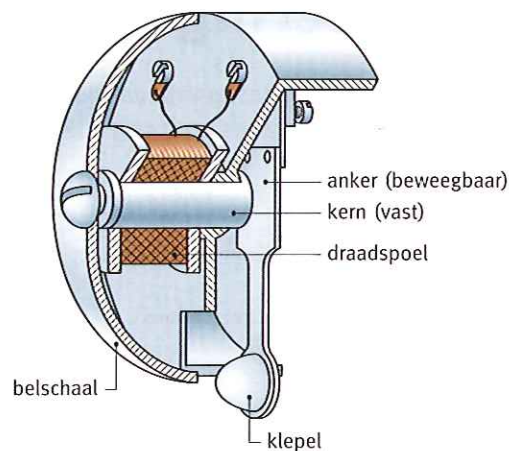


Fig. 15 Wisselstroombel of wisselstroomzoemer

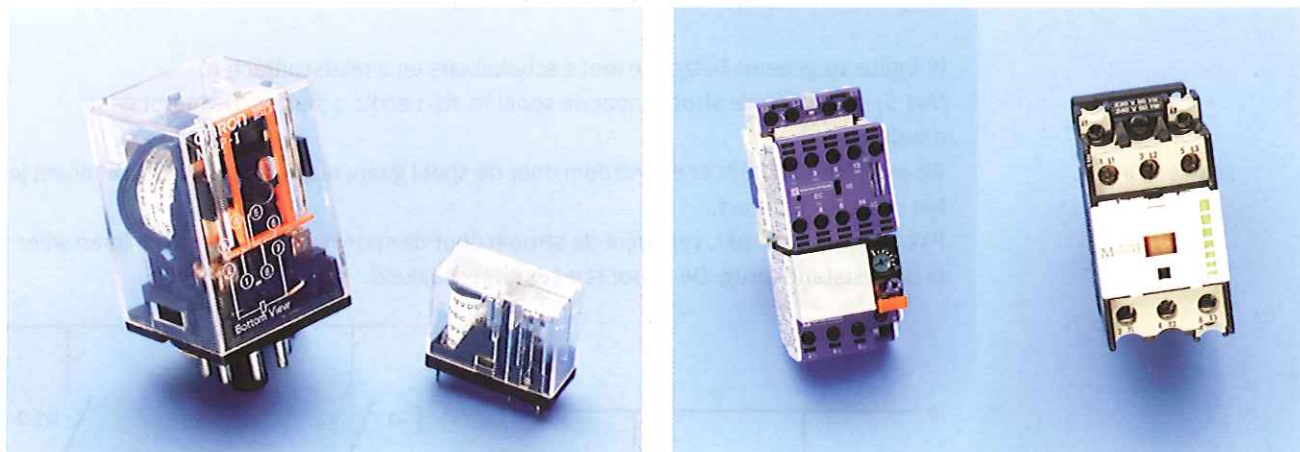
Naslagwerk

- relais
- contactor

Relais en magneetschakelaars (contactors)

In **figuur 16** zie je *relais* en magneetschakelaars (*contactors*).

Bij beide wordt een kern magnetisch gemaakt die het anker aantrekt. Hierdoor wordt een stroom ingeschakeld. Als dat gebeurt, schakelt het anker een aantal contacten om, net zoals de contacten van een schakelaar of drukknop worden omgezet.



a Relais

b Magneetschakelaars (contactors)

Fig. 16 Relais en contactors

In **figuur 17a** zie je een relais met een open contact. Zodra er een stroom door de spoel gaat, zetten het anker en het juk door het magnetisch veld de contacten van het relais om. Je krijgt dan een gesloten contact. Zie **figuur 17b**.

Zo kun je door een kleine stroom door de spoel van een relais te sturen, een grote stroom schakelen via de contacten van dat relais.

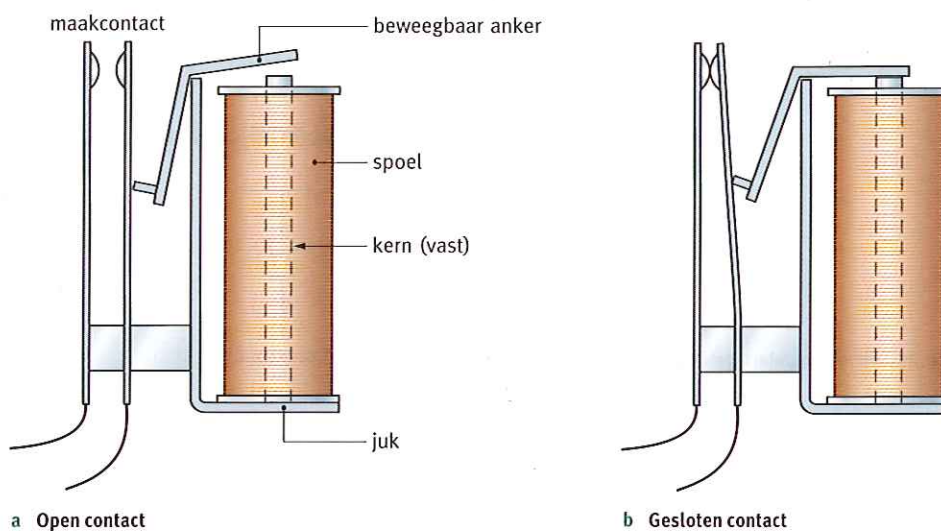


Fig. 17 Relaiscontact

a Open contact

b Gesloten contact

In **figuur 18** en **figuur 19** zie je in een stroomkringschema hoe je een grote stroom kunt schakelen via de contacten van een relais.

In **figuur 18** gebeurt het volgende.

Met de schakelaar S schakel je spoel K1 in. De spoel schakelt dan contact K1-1 in en de motor gaat draaien.

Als je S weer uitzet, valt K terug. De motor stopt.

In **figuur 19** gebeurt hetzelfde met 2 schakelaars en 2 relaiscontacten.

Met S1 schakel je de stroom naar de spoel in. K1-1 en K1-2 sluiten. De motor gaat draaien.

Als je S1 loslaat, blijft er een stroom door de spoel gaan, nu via contact K1-1. Dit noem je het *overneemcontact*.

Pas als je op S2 drukt, verdwijnt de stroom door de spoel weer. K1-1 en K1-2 keren weer in de ruststand terug. De motor is weer uitgeschakeld.

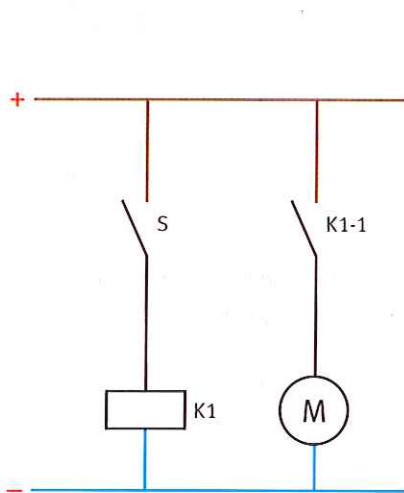


Fig. 18 Schakelaar S schakelt de stroom naar de spoel K1 in. De spoel schakelt dan contact K1-1 in en de motor gaat draaien.

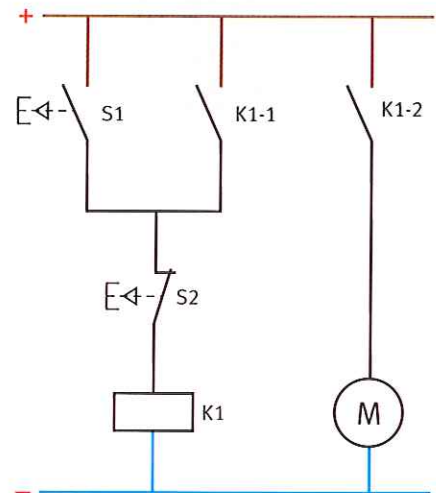


Fig. 19 Met S1 schakel je de stroom naar de spoel in. K1-1 en K1-2 sluiten. De motor gaat draaien. Als je S1 loslaat, blijft er een stroom door de spoel gaan, nu via contact K1-1. Dit noem je het *overneemcontact*.

Contacten kunnen uitgevoerd zijn als in **figuur 20**.



Fig. 20 Uitvoering relaiscontacten



Een relais geef je aan met de letter K en een cijfer, bijvoorbeeld K1. Relaiscontacten geef je aan met het nummer van de relaisspoel en een eigen cijfer, bijvoorbeeld K1-2.

Samenvatting T1

Je moet nu weten:

- wat ijzer doet in een magnetisch veld:
 - ijzer beïnvloedt de loop van de krachtlijnen van een magnetisch veld;
 - je gebruikt weekijzer om de loop van de krachtlijnen te bepalen;
 - weekijzer verliest zijn magnetische eigenschappen als het magnetische veld weer weg is;
- dat een ruimte waar geen krachtlijnen in kunnen doordringen, een kooi van Faraday heet;
- hoe de kurkentrekkerregel werkt:
 - als de stroom door de draad van je af gaat, draaien de krachtlijnen rechtsom;
 - als de stroom door de draad naar je toe komt, draaien de krachtlijnen linksom;
- dat de sterkte van een elektromagnetisch veld afhankelijk is van de stroomsterkte, het aantal windingen, de lengte van de spoel en de kern. De sterkte bereken je met de formule

$$H = \frac{I \cdot N}{l}$$

- dat een magneet niet onbeperkt sterker kan worden. Als alle moleculen gericht zijn, is de magneet volledig verzadigd. Het verloop kun je weergeven in een grafiek als magnetiseringskromme.

Verder moet je nu weten:

- dat remanent magnetisme tijdelijk achterblijvend magnetisme is;
- dat permanent magnetisme blijvend magnetisme is;
- dat magnetisme de volgende toepassingen kan hebben:
 - last- en hefmagneten om bijvoorbeeld schroot te hijsen;
 - bel en zoemer voor signalering, zoals een deurbel;
 - relais en magneetschakelaars om op afstand te kunnen schakelen.

T

2

Ohmse weerstand op wisselspanning; meer-fasensysteem

Wat ga je doen?

Je gaat kennismaken* met het begrip ohmse weerstand, in het bijzonder met een ohmse weerstand aangesloten op een wisselspanning. Verder ga je meten aan een meerfasen-wisselspanning. Daarbij worden drie wisselspanningen tegelijk* opgewekt.

Waar kom je dit in de beroepspraktijk tegen?

Bij elk elektrisch apparaat kom je ohmse weerstand tegen. Denk bijvoorbeeld aan gloeilampen en verwarmingsapparaten. De opgewekte meerfasen-wisselspanning kom je overal tegen. Ons spanningsnet is uit zo'n stelsel opgebouwd. Daarbij zijn we thuis meestal op één van die spanningen aangesloten. Grote installaties (zoals in bedrijven) hebben allemaal 3-fasen-wisselspanning. Ook straatverlichting is erop aangesloten.

Aan het eind van deze les kun je:

- aangeven wat met ohmse weerstand wordt bedoeld;
- aangeven wat "in fase" betekent;
- aangeven wat de nul is;
- het meest gebruikte meer-fasensysteem noemen;
- aangeven welke spanningen er in een meer-fasensysteem voorkomen.

