

Stroom door toevoerdraden

Als je het schijnbaar vermogen weet, kun je ook de stroom door de toevoerdraden uitrekenen.

Een motor, bijvoorbeeld met een opgenomen schijnbaar vermogen van 10 400 W, is aangesloten op een net 230/400 V.

Hoe groot is de stroom in de toevoerdraden?

De stroom in de toevoerdraden is I_1 .

De hoogste spanning is weer U_1 .

$$P_s = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1$$

$$\text{dus: } 10\,400 \text{ VA} = \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \cdot I_1$$

$$\text{dus: } 10\,400 \text{ VA} = 690 \text{ V} \cdot I_1$$

$$\text{dus: } I_1 = \frac{10\,400 \text{ VA}}{690 \text{ V}} = 15 \text{ A}$$

Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 3 Vermogen in 3-geleidernet of 4-geleidernet**.

Samenvatting T2

Je moet nu weten:

- dat voor een *sterschakeling* het volgende geldt:
 - de drie fasendraden heten: L1, L2 en L3;
 - de neutrale geleider heet nuldraad: N;
 - de N-draad is nodig als de drie fasen niet hetzelfde zijn belast;
 - er zijn 2 verschillende spanningen;
 - de lijnspanning is de spanning tussen twee fasen;
 - de fasespanning is de spanning tussen een fase en de nulleider;
 - de lijnspanning is $\sqrt{3}$ maal groter dan de fasespanning;
 - meestal is de fasespanning 230V en de lijnspanning 400V;
 - de lijnstroom is de stroom door de toevoerdraden;
 - de fasestroom is de stroom door de aangesloten toestellen;
 - de lijnstroom en fasestroom zijn gelijk bij gelijk belaste fasen.
- dat voor een *driehoeksschakeling* het volgende geldt:
 - de lijnspanning en de fasespanning zijn gelijk;
 - de fasespanning is de spanning over de aangesloten toestellen;
 - er is geen nuldraad;
 - de fasestroom is de stroom door de toestellen;
 - de lijnstroom is de stroom door de toevoerdraden;
 - de lijnstroom is $\sqrt{3}$ groter dan de fasestroom bij gelijk belaste fasen.
- dat voor vermogen bij meerfasensystemen het volgende geldt:
 - P_w is het werkelijk vermogen van alle aangesloten toestellen samen.
 - $P_w = P_1 + P_2 + P_3$
 - bij gelijk belaste fasen is $P_w = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi$

T 3

Draaiveld en de Lorentz-kracht

Wat ga je doen?

In deze les ga je ontdekken hoe een draaiend magnetisch veld ontstaat. Verder ga je ontdekken hoe een Lorentz-kracht ontstaat.

Waar kom je dit in de beroepspraktijk tegen?

Zowel de Lorentz-kracht als het draaiend magnetisch veld kom je tegen in elke motor. Je kunt ze niet zien, maar ze zijn er wel.

Na deze les kun je:

- een draaiveld laten zien;
- aangeven hoe je een draaiveld moet gebruiken;
- aangeven waarvan de snelheid van een draaiveld afhankelijk is;
- de draairichting van een draaiveld veranderen;
- de Lorentz-kracht aantonen;
- toepassingen van de Lorentz-kracht noemen;
- noemen waarvan de Lorentz-kracht afhankelijk is.



1

Draaiveld

Eerder in deze moduul heb je al gezien dat energie-omzettingen omkeerbaar zijn.

Voorbeelden:

- in een zonnecel wordt licht omgezet in elektrische energie (van licht naar elektrische energie);
- in een gloeilamp wordt elektrische energie omgezet in licht (van elektrische energie naar licht);
- in een dynamo wordt mechanische energie omgezet in elektrische energie;
- in een elektromotor wordt elektrische energie omgezet in mechanische energie.

Een zonnecel doet dus precies het omgekeerde als een lamp. Dat is bij een dynamo en een motor ook zo.

In de centrale wordt door een ronddraaiende magneet in drie spoelen een spanning opgewekt. Bij een motor gaat dat andersom. Daar worden de stromen weer omgezet in een draaiend magnetisch veld.

Door de drie opgewekte spanningen op drie spoelen aan te sluiten, krijg je binnen in die spoelen een draaiend magnetisch veld, zie **figuur 1**. We gaan nu **figuur 1** verklaren.

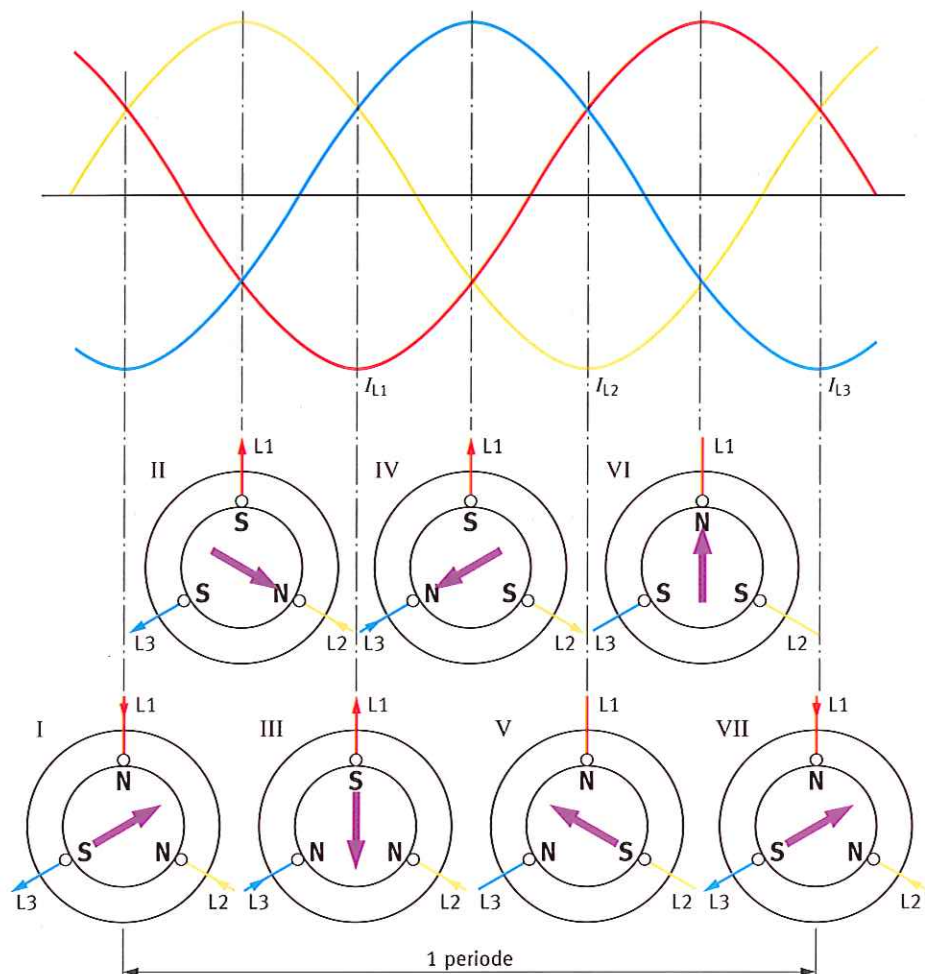


Fig. 1 In de spoelen ontstaat een draaiend magnetisch veld

In het midden zie je drie sinussen (kromme lijnen). Dat zijn de drie spanningen die door de centrale zijn opgewekt.

Je noemt deze spanningen:

- L₁;
- L₂;
- L₃.

Stel dat de stromen boven de nul-lijn voor een N-pool zorgen en onder de nul-lijn voor een S-pool.

In **figuur 1** zie je 7 verschillende momenten, namelijk momenten I tot en met VII. Deze 7 verschillende momenten volgen elkaar in tijd op. Zie **tabel 1**.

MOMENT	N-POOL IN SPOEL	S-POOL IN SPOEL
I	L ₁ en L ₂	L ₃
II	L ₂	L ₁ en L ₃
III	L ₂ en L ₃	L ₁
IV	L ₃	L ₁ en L ₂
V	L ₃ en L ₁	L ₂
VI	L ₁	L ₂ en L ₃
VII	als moment I	als moment I

Tabel. 1 Momenten, N-pool en S-pool

Het totale onstane veld is als een dikke paarse pijl getekend. Je ziet dat het hele veld precies 1 omwenteling heeft gedraaid. In de centrale worden 50 van deze sinussen in elke seconde in elke spoel opgewekt. Dus in 1 seconde kun je dit verhaal 50 keer herhalen.

Als een machine twee keer zoveel polen of poolparen heeft, draait het veld twee keer zo langzaam.

Een poolpaar is éénmaal een N-pool samen met éénmaal een S-pool.



Het aantal poolparen noem je p .

De snelheid van een draaiend magnetisch veld noem je het *draaiveld*. Dit draaiveld kun je berekenen met de formule:

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

Hierin is:

f = de frequentie van het net in hertz (= Hz) (in Nederland 50 hertz en in Amerika 60 hertz);

n = het toerental van het draaiveld in omwentelingen per minuut;

60 = 60 seconden in één minuut, want je bent namelijk uitgegaan van 1 seconde;

p = het aantal poolparen.

Machine met 6 polen aangesloten op 50 Hz

Als voorbeeld heb je hier een machine met 6 polen. De machine is aangesloten op een net van 50 Hz.

Hoe groot is het toerental van het draaiveld?

$$n = \frac{f \cdot 60}{p} = \frac{50 \text{ Hz} \times 60}{3} = 1000 \text{ omw/min}$$

Let op: Eén poolpaar is twee polen! Het aantal polen is 6. Het aantal poolparen is dus 3.

Als je twee fasen verwisselt, gaat het draaiveld de andere kant op draaien. In **figuur 2** draait de getekende pijl stap voor stap linksom.

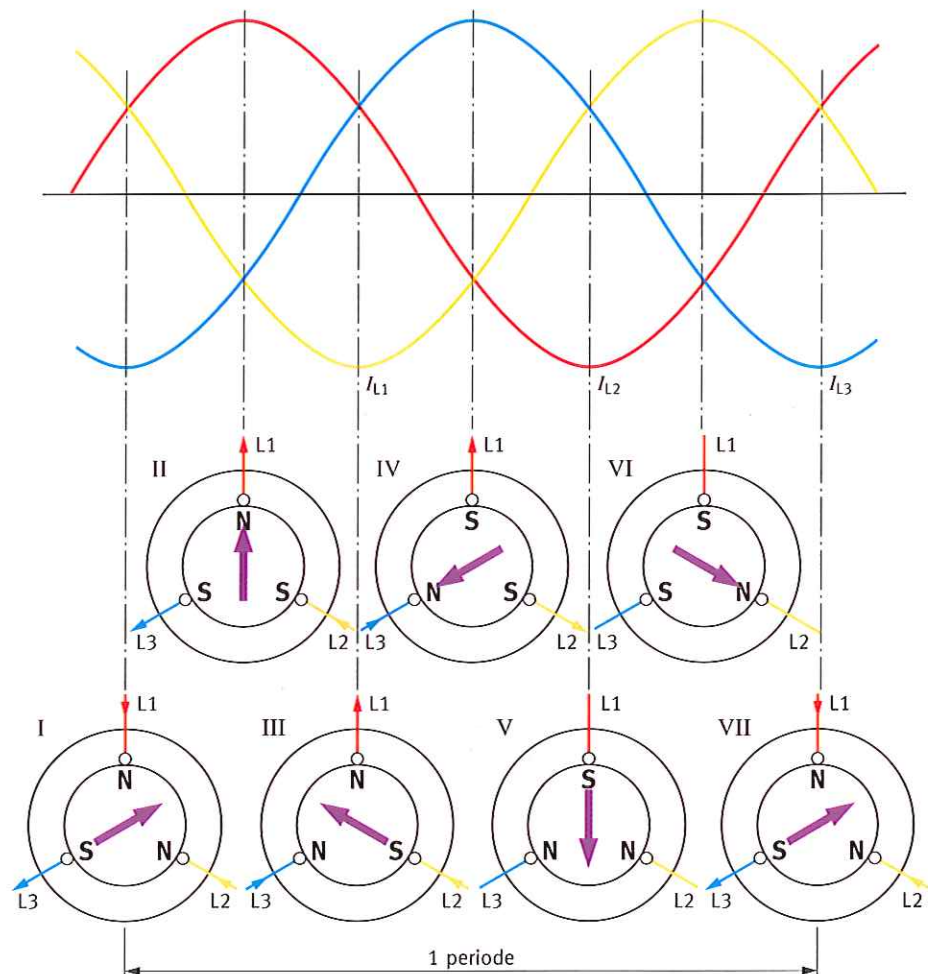


Fig. 2 Verwissel twee fasen en het draaiveld gaat de andere kant op

2

Lorentz-kracht

In **figuur 3** zie je hoe je een spanning kunt opwekken zoals dat in je fietsdynamo of in een generator gebeurt.

Als je in **figuur 3** de draad beweegt in de richting van de pijl, dan wordt er een spanning E opgewekt. De letter E gebruik je voor een *opgewekte inductiespanning*. Hetzelfde gebeurt als je het magnetisch veld loodrecht verplaatst ten opzichte van de geleider.

Dit verschijnsel noem je *inductie*.



Inductie ontstaat altijd als een magnetisch veld beweegt ten opzichte van een spoel.

Er is dus een spanning E als:

- er een veld is;
- er een spoel is;
- veld en spoel ten opzichte van elkaar bewegen.

Ook dit proces kun je weer omkeren. Als je stroom door een draad in een magnetisch veld stuurt, gaat de draad bewegen.

In **figuur 4** zie je een stroomvoerende geleider in een stilstaand magnetisch veld. Als er een stroom door een draad gaat, krijg je rondom die draad een magnetisch veld. Zie **figuur 5**.

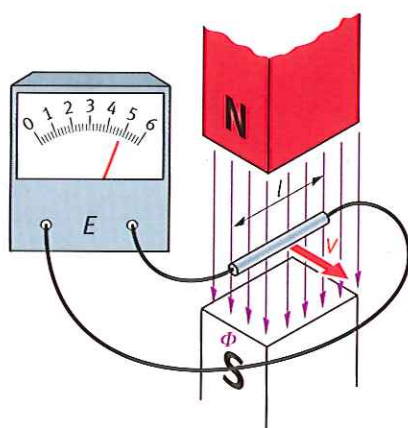


Fig. 3 Opwekken spanning

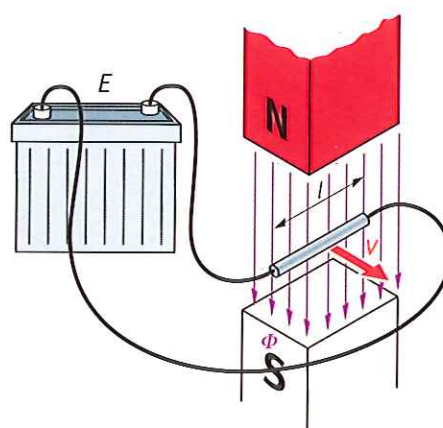
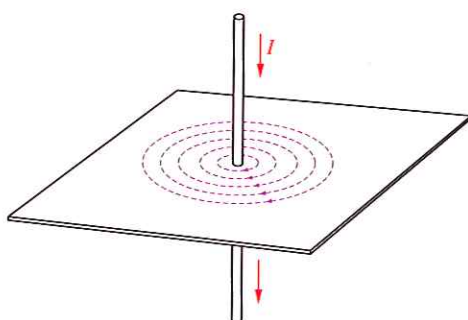
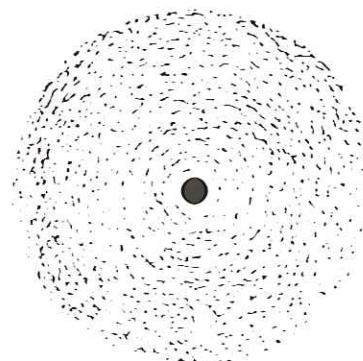


Fig. 4 Stroomvoerende geleider in stilstaand magnetisch veld



a Stroom gaat door een draad



b Circelvormig magnetisch veld

Fig. 5 Stroom en magnetisch veld



- De richting van het veld om een geleider is afhankelijk van de stroomrichting:

- als de stroom van je af gaat, dan draait het magnetisch veld rechtsom;
- als de stroom naar je toe komt, dan draait het magnetisch veld linksom.

Je noemt dit de *kurkentrekkerregel* of *schroefregel*.

In **figuur 6** zie je hoe je de stroomrichting aangeeft:

- een kruis voor stroom van je af;
- een punt voor stroom naar je toe.

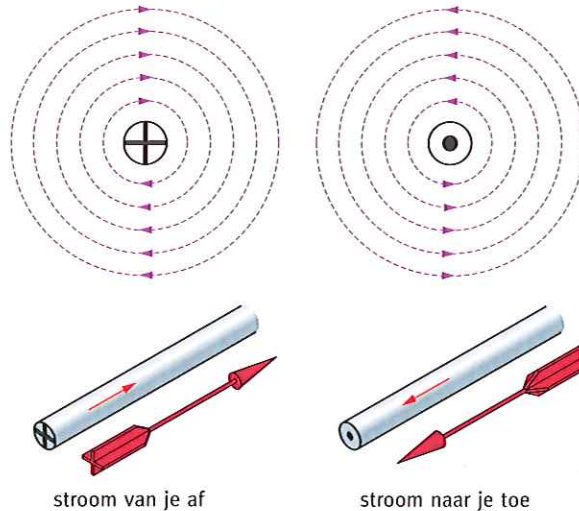
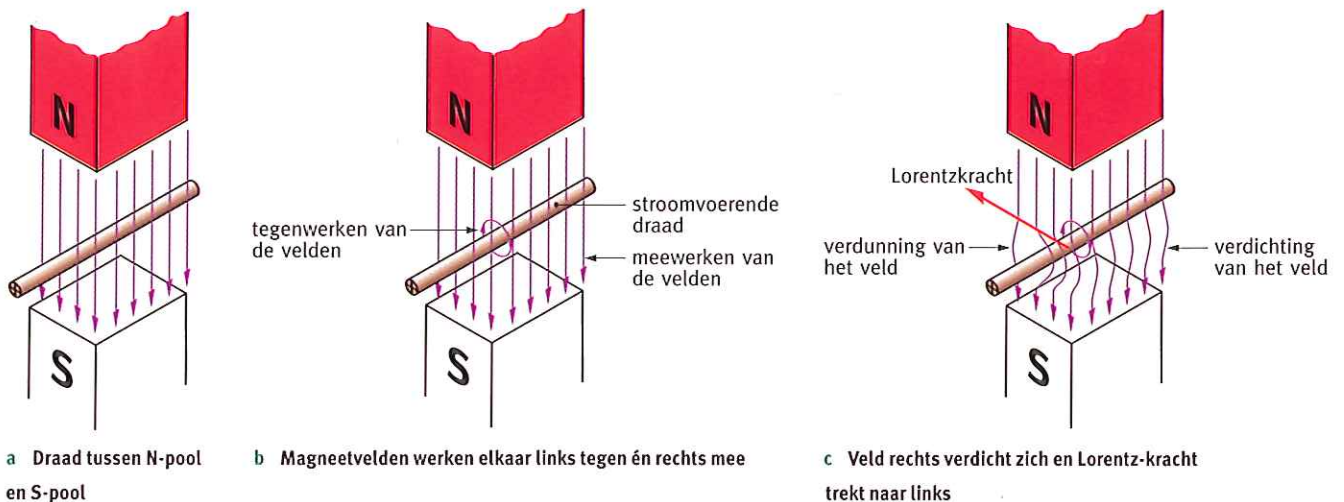


Fig. 6 Kurkentrekkerregel

Als je de kurkentrekkerregel gebruikt in **figuur 7a**, krijg je **figuur 7b**. De beide magneetvelden werken elkaar aan de ene kant tegen en aan de andere kant met elkaar mee. Het veld zal zich nu aanpassen zoals in **figuur 7c**. Hierdoor wil de draad zich verplaatsen. De (getekende) kracht die daarbij ontstaat, noem je de *Lorentz-kracht*.



a Draad tussen N-pool en S-pool

b Magneetvelden werken elkaar links tegen én rechts mee

c Veld rechts verdicht zich en Lorentz-kracht trekt naar links

Fig. 7 Magneet en stroomdraad

Deze Lorentz-kracht is afhankelijk van de stroom I door de draad en het magnetisch veld tussen de polen:

- hoe groter de stroom, hoe groter de kracht van het magnetisch veld φ (fie);
- hoe groter de sterkte van het magnetisch veld, hoe groter de kracht.

Deze Lorentz-kracht is ook afhankelijk van de lengte l van de geleider binnen het magnetisch veld. Hoe meer geleider, hoe groter de kracht.

Deze Lorentz-kracht gebruik je bij diverse* motoren en meetinstrumenten.

Werkboek

Maak nu in je werkboek **paragraaf 2 Lorentz-kracht**.

Samenvatting T3

Je moet nu weten:

- dat bij een driefasensysteem een draaiveld wordt opgewekt door per fase één of meer spoelen (in een stator: zie T4) aan te brengen;
- dat de snelheid van het draaiveld wordt bepaald met de formule:

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

hierin is:

- n het toerental in omwentelingen per minuut;
- f de frequentie van de aangesloten spanning;
- p het aantal poolparen;
- dat draaivelden hoofdzakelijk voorkomen bij motoren;
- dat een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld wordt weggeduwd door een kracht die Lorentz-kracht heet;
- dat de richting waarheen de geleider wordt geduwd, afhankelijk is van:
 - de richting van de stroom;
 - de richting van het magneetveld;
- dat de richting van de Lorentz-kracht omkeert als een van deze twee richtingen wordt omgekeerd.