

## 5

## Montage

Op een motorstelling ga je nu een draaistroommotor aansluiten die linksom of rechtsom kan draaien.

De schakelaar die je gaat gebruiken, is een handbediende nokkenschakelaar voor het omkeren van de draairichting van die motor.

## Werkboek

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

## Samenvatting P4

Je moet nu weten:

- het verschil tussen een omkeerschakelaar en een ster-driehoekschakelaar;
- dat je een motor een andere draairichting kunt geven door twee fasen te verwisselen;
- hoe je schema's van motorschakelingen kunt lezen;
- dat bedieningsschakelaars gemaakt zijn als:
  - nokkenschakelaars;
  - drukknopschakelaars;
  - walsschakelaars;
- dat je handbediende motorschakelaars kunt krijgen als:
  - meerpolige schakelaars;
  - omkeerschakelaars;
  - ster-driehoekschakelaars;
- dat elk metalen deel van een elektrisch toestel met de aarde verbonden moet zijn, behalve de dubbele isolatie;
- dat er verschillende soorten aard-elektroden zijn;
- dat voor een aardinstallatie verschillende onderdelen nodig zijn, zoals:
  - een aardleiding;
  - een hoofdaardleiding;
  - een aardklem;
- dat de doorsnede van een beschermingsleiding minstens 2,5 mm<sup>2</sup> moet zijn als deze in buis ligt;
- dat de doorsnede van een beschermingsleiding minstens 4 mm<sup>2</sup> moet zijn als deze niet in buis ligt;
- dat de isolatie van een beschermingsleiding groen/geel is;
- dat ongeïsoleerde beschermingsleidingen gemaakt zijn van blank vertind koperdraad met een minimale doorsnede van 4 mm<sup>2</sup>.



# 1

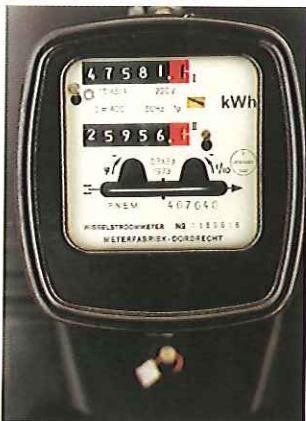
# Energie en vermogen

## Wat ga je doen?

Energie en vermogen nemen een belangrijke plaats in je leven in. Energie gebruik je elke dag weer. Daarom ga je deze begrippen eens verder bestuderen.

## Waar kom je het in de beroepspraktijk tegen?

Bij elk apparaat gaat het om het vermogen van het apparaat. Denk aan een gloeilamp van 230 V en 100 W. Dit vermogen van 100 W geeft aan dat de gloeilamp meer licht geeft dan een gloeilamp van 60 W. Om die apparaten te laten werken, heb je energie nodig. Deze energie moet je betalen. Veel of weinig? Duur of goedkoop? Je zult het zien.



## Aan het einde van deze les:

- kun je aangeven wat je met energie bedoelt;
- kun je aangeven wat je met vermogen bedoelt;
- kun je het vermogen berekenen;
- kun je de hoeveelheid energie berekenen;
- kun je de symbolen en eenheden van energie en vermogen noemen.

## 1

# Energie

Bij alles wat je doet, heb je energie nodig om dat te kunnen doen.

Als iemand bijvoorbeeld niets eet, wordt hij steeds zwakker en kan hij steeds minder. Dit komt omdat hij geen energie heeft om iets te kunnen doen. Je krijgt namelijk die energie uit je voedsel. Dit voedsel wordt in de maag verteerd. Je lichaam zet dit voedsel verder om in energie.

Energie kun je dus niet zien, horen, voelen of ruiken. Energie is er. Nu, morgen en altijd.

## Energie-omzettingen

In **figuur 1** blaast de wind tegen de wieken van de molen. De molen gaat draaien. De windenergie wordt omgezet in een draaiende beweging. Deze draaiende beweging is *bewegingsenergie*. Dus een windmolen zet windenergie om in bewegingsenergie.

In **figuur 2** wordt bewegingsenergie omgezet in warmte. Klap maar eens een paar keer flink hard in je handen. Je handen worden dan warm.



Fig. 1 Een molen krijgt bewegingsenergie van de wind



Fig. 2 Handenklappen geeft thermische energie

Nog een paar voorbeelden van energie-omzettingen:

- in een gloeilamp wordt elektrische energie omgezet in warmte-energie en lichtenergie;
- in een fietsdynamo wordt bewegingsenergie (mechanische energie) omgezet in elektrische energie;
- in een batterij wordt chemische energie omgezet in elektrische energie;
- in een zonnecel wordt lichtenergie omgezet in elektrische energie.

Je ziet dat je altijd een omzetting hebt van de ene energiesoort naar een andere energiesoort. Deze omzetting noem je *arbeid*.

Om die arbeid te verrichten, gebruik je energie: arbeid = energie

Enkele energievormen zijn:

- lichtenergie;
- elektrische energie;
- warmte-energie of thermische energie;
- bewegingsenergie of mechanische energie;
- chemische energie (meestal veroorzaakt door vloeistoffen).



Arbeid wordt ook energie genoemd.

Energie druk je uit in joule. (Dat spreek je uit als *zjoel*).

Als symbool gebruik je de  $W$ . Dus  $W = 200 \text{ J}$  wil zeggen dat de energie  $W$  is 200 joule.

Nu is 1 joule heel erg weinig. Een lamp van 100 W die één uur heeft gebrand, heeft 360 000 joule verbruikt. Op deze manier krijg je veel te grote getallen en dat rekent niet gemakkelijk. Je gebruikt dus kilojoule en megajoule als dat mogelijk is:

- 1 kJ = 1 kilojoule = 1 000 J;
- 1 MJ = 1 megajoule = 1 000 000 J.

### Werkboek

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

## 2

# Vermogen

## Prestaties

Een lamp bijvoorbeeld zet energie om in een andere vorm van energie. Bij een gloeilamp wordt elektrische energie omgezet in lichtenergie en warmte-energie. Het **vermogen** geeft nu aan welke hoeveelheid energie het toestel per seconde kan omzetten.

Een gloeilamp zet bijvoorbeeld 100 J elektrische energie per seconde om in warmte-energie en licht. Je zegt dan deze gloeilamp is 100 J/s (spreek uit 100 joule per seconde). Dit kun je ook schrijven als 100 W (spreek uit 100 watt).

Vermogen is dus een getal dat aangeeft waartoe een toestel in staat is. Een gloeilamp van 100 W geeft meer licht en warmte dan een gloeilamp van 60 W.

Een stofzuiger van 1 200 W heeft meer zuigkracht dan een stofzuiger van 800 W. Maar als een vermogen 2 keer zo groot is, wil dat niet altijd zeggen dat een apparaat ook 2 keer zo veel kan presteren. Er zijn andere factoren die daar ook een rol in meespelen.

## Berekenen vermogen

Het vermogen bereken je met de formule:  $P = U \cdot I$

Hierin is:

$P$  = het vermogen in watt;

$U$  = de spanning in volt;

$I$  = de stroom in ampère.

Deze formule zie je ook in **figuur 3**.

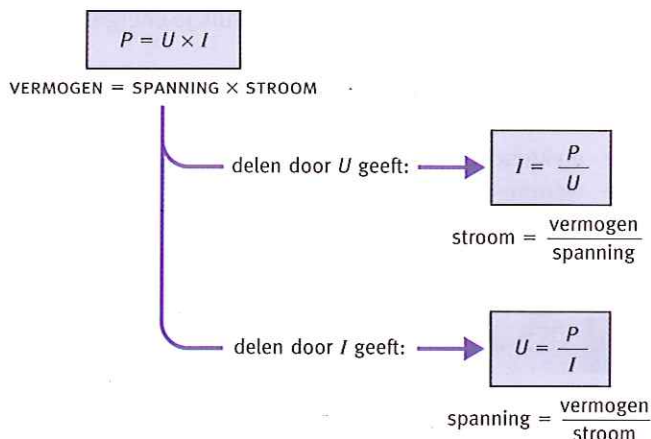


Fig. 3 Vermogen = spanning × stroom

### Naslagwerk

- vermogen

Als je de spanning en stroom weet, kun je het vermogen berekenen. Zie **figuur 4**.

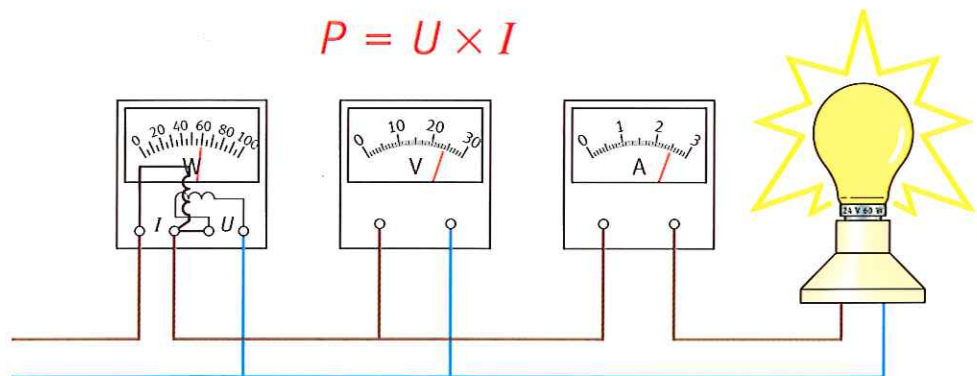


Fig. 4 Wat is het vermogen van deze lamp?

### Strijkijzers en wasmachines

Een strijkijzer van 230 V neemt een stroom op van 5 A. Bereken het opgenomen elektrisch vermogen.

$$P = U \cdot I = 230 \text{ V} \times 5 \text{ A} = 1150 \text{ W}$$

Dit strijkijzer zet dus 1150 W elektrisch vermogen om in 1150 W warmte-energie. Dit strijkijzer levert dus 1150 joule per seconde. Dat is 1150 J/s of 1150 W.

Een wasmachine neemt 3300 W elektrische energie op bij een spanning van 230 V. Welke stroom gaat er door de toevoerdraden van deze machine?

$$I = \frac{P}{U} = \frac{3300 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 14,3 \text{ A}$$

Als je spreekt over 3300 W van een wasmachine, wil dat zeggen dat 3300 W werkelijk wordt omgezet in warmte en beweging.

Als je geen spoelen in een machine hebt, kun je die 3300 W bepalen met  $P = U \cdot I$ .

Spoelen zijn klossen gewikkeld draad. Deze zitten onder andere in elke motor, en dus ook in de wasmachine.

### Schijnbaar vermogen

Als er spoelen in een machine zitten, kun je niet zomaar zeggen  $P = U \cdot I$ .

$U \cdot I$  noem je dan het *schijnbaar vermogen*:  $P_s = U \cdot I$

Hierin is:

$P_s$  = schijnbaar vermogen in VA (voltampère);

$U$  = spanning in volt;

$I$  = stroom in ampère.

Het *werkelijk vermogen* druk je uit in watt. Het is altijd kleiner dan het schijnbaar vermogen.

Het werkelijk vermogen noem je  $P_w$  of gewoon  $P$ . Schijnbaar vermogen komt alleen voor als je een spoel of condensator aansluit op wisselspanning.



- Bij gelijkspanning: altijd  $P = U \cdot I$  in watt.
- Bij wisselspanning met spoel of condensator:  $P_s = U \cdot I$  in VA (voltampère).
- Een schakeling met een spoel of condensator op wisselspanning  $P$  is kleiner dan  $P_s$ .

## Arbeidsfactor

Wat gebeurt er dan bij wisselspanning met het verschil tussen  $P_s$  en  $P$ ? Het verschil tussen  $P_s$  en  $P$  wordt het net in teruggestuurd.

Dat wil echter niet zeggen dat je het teruggestuurde vermogen kunt uitrekenen met  $P_s - P$ , want je kunt geen watt van VA aftrekken.

Een machine neemt bijvoorbeeld 2 000 W op uit een net van 230 V. De opgenomen stroom is dan 12 A.

$$P_s = U \cdot I = 230 \text{ V} \times 12 \text{ A} = 2\,760 \text{ VA}, \text{ en } P = 2\,000 \text{ W (dat staat op de machine).}$$

Deze twee vermogens mag je op elkaar delen. Dan krijg je de *arbeidsfactor*.

$$\frac{P}{P_s} = \frac{2\,000}{2\,760} = 0,72$$

Dit getal 0,72 noem je hier de *arbeidsfactor* of  $\cos \varphi$  (spreek uit *cosinus fie*).

Deze factor geeft aan welk deel van het schijnbaar vermogen wordt omgezet in werkelijk vermogen. Het geeft dus aan welk deel van het schijnbaar vermogen wordt omgezet in warmte, beweging, licht, enzovoort.

Dus: het 0,72-ste deel van  $P_s$  (2 760 VA) wordt omgezet in werkelijk vermogen  $P$  (2000 W).

Op een motor staat bijvoorbeeld 230 V - 8 A -  $\cos \varphi$  0,8.

Het schijnbaar vermogen is dan:

$$P_s = U \cdot I = 230 \text{ V} \times 8 \text{ A} = 1\,840 \text{ VA}$$

Het werkelijk vermogen is dan:

$$P = P_s \cdot \cos \varphi = 1\,840 \times 0,8 = 1\,472 \text{ W}$$



- Schijnbaar vermogen bestaat alleen bij spoelen en/of condensatoren op wisselspanning.
- Schijnbaar vermogen is altijd groter dan werkelijk vermogen.
- Werkelijk vermogen is het vermogen dat voor warmte, licht, beweging, enzovoort zorgt.
- De arbeidsfactor of  $\cos \varphi$  is de factor die aangeeft welk deel van het schijnbaar vermogen wordt omgezet in werkelijk vermogen.

$\varphi$  is de hoek (aantal graden) verschuiving tussen de stroom en de netspanning. Zie **figuur 5**.

De spanning en stroom gaan dan niet tegelijk door het nulpunt. Je noemt dit de *faseverschuiving*. Later krijg je hier meer over.

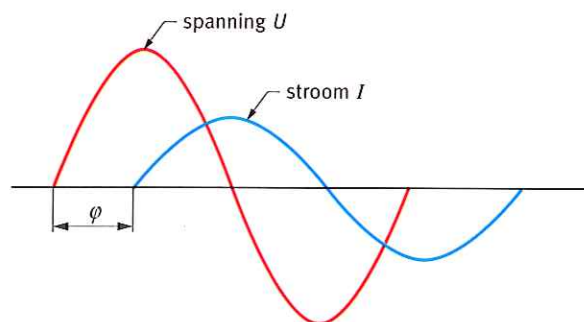


Fig. 5  $\varphi$  is de verschuiving tussen stroom en spanning

## Samenvatting T1

Je moet nu weten:

- dat apparaten energie omzetten. Voorbeelden zijn:
  - gloeilampen: elektrische energie wordt omgezet in warmte- en lichtenergie;
  - motor: elektrische energie wordt omgezet in hoofdzakelijk bewegingsenergie;
  - batterij: chemische energie wordt omgezet in elektrische energie;
  - zonnecel: lichtenergie wordt omgezet in elektrische energie.

Verder moet je weten:

- dat energie (symbool  $W$ ) wordt uitgedrukt in Joule:
  - $1 \text{ MJ} = 1\,000\,000 \text{ J}$
  - $1 \text{ kJ} = 1\,000 \text{ J}$
- dat vermogen de hoeveelheid omgezette energie per seconde is;
- dat een lamp met een vermogen ( $P$ ) van  $100 \text{ W}$ ,  $100 \text{ J}$  elektrische energie per seconde omzet in warmte- en lichtenergie;
- dat je het schijnbaar vermogen berekent met de formule  $P_s = U \cdot I$ ;
- dat het werkelijke vermogen de energie is die werkelijk wordt omgezet in “vastbare” energievormen, bijvoorbeeld warmte, licht en beweging;
- dat je het werkelijke vermogen berekent met  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ .

Hierin is de  $\cos \varphi$  de arbeidsfactor die aangeeft welk deel van het schijnbaar vermogen wordt omgezet in werkelijk vermogen;

Ten slotte moet je weten:

- dat  $\cos \varphi$  nooit groter is dan 1.

# T 2

## Sterschakeling, driehoekschakeling en vermogen

### Wat ga je doen?

Je gaat meten aan een net met verscheidene spanningen. Je gaat schakelingen maken waar je verscheidene gekoppelde spanningen tegelijk gebruikt. Met die spanningen kun je verschillende schakelingen bouwen. Van die schakelingen kun je het vermogen bepalen.

### Waar komt dit in de beroepspraktijk voor?

Bij alle grote installaties en bij installaties met machines gebruik je verschillende spanningen tegelijk.

Met name bij motoren en grote ovens gebruik je 3-fasen-schakelingen.

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

- de spanningen aan een meer-geleidernet meten;
- aangeven wat je bedoelt met fasespanning, fasestroom, lijnspanning en lijnstroom;
- aangeven wanneer je een nulleider nodig hebt;
- het vermogen van gelijkbelaste fasen berekenen;
- aangeven waar je meer-geleidernetten gebruikt;
- sterschakelingen en driehoekschakelingen onderscheiden;
- het vermogen van een sterschakeling of driehoekschakeling bepalen.

