

- zekering.
- b. Je gaat twee weken met vakantie en laat al die lampen aanstaan. Hoeveel gaat die stommititeit je kosten? 1 kWh kost € 0,12.

### 1.3 Transformator

Magnetische flux ( $f$ ) is een maat voor het aantal magnetische veldlijnen dat door de dwarsdoorsnede  $A$  van een spel gaat. De flux zelf wekt geen spanning op ( $U_{ind} = 0$ ), maar de fluxverandering ( $\Delta f$ ) binnen een spel veroorzaakt wel een inductiespanning ( $U_{ind}$ ). Deze fluxverandering is op de volgende manier op te wekken: een permanente magneet wordt naar een spoel toe, of van een spel af bewogen. Een andere manier is de magneet te draaien.

De grootte van de flux bereken je als volgt:

$$f = B \times A \times \cos a$$

- $f$  Magnetische flux in Wb  
 $B$  Magnetische inductie in Tesla  
 $A$  Oppervlakte dwarsdoorsnede spoel in  $m^2$   
 $\cos a$  Hoek tussen de lengte- as van de spoel en de veldlijnen

Zoals gezegd levert een verandering van de magnetische flux een inductiespanning over de spoel.

De inductiespanning bereken je als volgt:

$$U_{ind} = N \times (\Delta f / \Delta t)$$

- $U_{ind}$  Inductiespanning in V  
 $N$  Aantal windingen  
 $\Delta f$  Fluxverandering in Wb  
 $\Delta t$  Tijdsverandering in sec.

Als een Noordpool een spoel nadert is er een toename van de flux, de inductiestroom in de spoel veroorzaakt een tegen flux (het naderen van de Noordpool wordt tegengewerkt). Wanneer de magneet weer van de spoel af beweegt veroorzaakt de inductiestroom een "meeflux" (de stroomrichting is omgekeerd). De spoel werkt als een spanningsbron, buiten de bron loopt de stroom van + naar -, buiten de bron is dit andersom. De stroomrichting van de spoel vind je wederom m.b.v. de rechterhandregel.

#### Werking van een dynamo

Wisselspanning

Een wisselspanning heeft als kenmerk een frequentie en een topwaarde ( $U_{max}$ ). De tijdsduur van één volledige spanningsgolf is de periode ( $T$ ).

De frequentie bereken je als volgt:

$$f = 1/T$$



f Frequentie in Hz

T Periode in s

In een wisselspanningsmeter wordt de wisselspanning omgezet in een pulserende gelijkspanning, de meter geeft dan een constantie uitslag. Deze uitslag noemen we de effectieve waarde ( $U_{eff}$ )

het dynamorendement bereken je als volgt:

$$h = P_e/P_m$$

$P_e$  Elektrisch vermogen in W (=  $U_{eff} \times I_{eff}$ )

$P_m$  Mechanisch vermogen in W (=W/t)

### Opbouw dynamo

- Rotor: de rotor is het draaiende gedeelte van de dynamo de rotor bestaat uit een draaiax met een spoel.
- Stator: de stator is het stilstaande gedeelte van de dynamo de stator bestaat uit een permanente magneet of een elektromagneet, en levert het magnetisch veld dat nodig is voor het opwekken van een inductiespanning.
- Collector: de collector zorgt voor het contact tussen de rotorspoel en een stroomkring.

#### 1.3.1 De transformator

Voor het lager of hoger maken van een wisselspanning (onmogelijk bij gelijkspanning) gebruikt men een transformator. Deze bestaat uit:

- Een primaire spoel
- Een secundaire spoel
- Een gesloten weekijzeren kern

De werking van een transformator is het makkelijkst te begrijpen d.m.v. een formule.

Deze formule is als volgt:

$$U_p/U_s = N_p/N_s$$

$U_p/s$  Spanning over de primaire en secundaire spoel in V

$N_p/s$  Aantal windingen primaire en secundaire spoel

In een transformator wordt altijd een deel van het elektrisch vermogen omgezet in warmte, dit percentage is klein. Voor een ideale transformator ( $h=100\%$ ) geldt de volgende formule:

$$U_p \times I_p = U_s \times I_s$$

$U_p/s$  Spanning in V

$I_p/s$  Stroomsterkte in A

Voor de mensen die toch het vermogensverlies willen berekenen is er de volgende formule:

Vermogensverlies in een kabel ( $P_e$ ) =  $I^2 \times R_k$



### 1.3.2 Toepassingen van een transformator

Een transformator bestaat uit twee of meer spoelen, die zich in elkaars magnetisch veld bevinden. Soms zijn de spoelen uitgevoerd als één wikkeling met aftakkingen.

### 1.3.3 De hoogspanningstransformator

Dit wordt ook wel een nettransformator genoemd. Deze transformatoren dienen voor het verhogen en verlagen van de netspanning om het transport van elektriciteit via hoogspanning mogelijk te maken.

### 1.3.4 De scheidingstransformator

Het elektriciteitsnet kent een nuldraad, die met de aarde verbonden is, en een fasedraad. Op deze laatste draad staat de elektrische spanning. De nuldraad is te herkennen aan de blauwe kleur. De fasedraad is bruin. Aanraken van de fasedraad is dus levensgevaarlijk, omdat op dat moment tussen u en de aarde 230 V staat. De optredende stroom kan dodelijk zijn. In sommige situaties is dus het direct aansluiten van apparatuur op het lichtnet gevaarlijk. Denk hierbij aan vochtige plaatsen.

De scheidingstransformator heeft een overzetverhouding van 1:1. Het enige doel hiervan is een scheiding aan te brengen tussen het net en de aangesloten apparatuur. Er is op die manier geen direct contact tussen de stroomdraad van het net en die van de apparatuur. Dat is veiliger, bijvoorbeeld bij scheerstopcontacten in badkamers. Wanneer nu per ongeluk contact gemaakt wordt met een van de draden, gebeuren er geen ongelukken. Het vermogen is meestal gering en er zit een beveiliging tegen overbelasting ingebouwd.

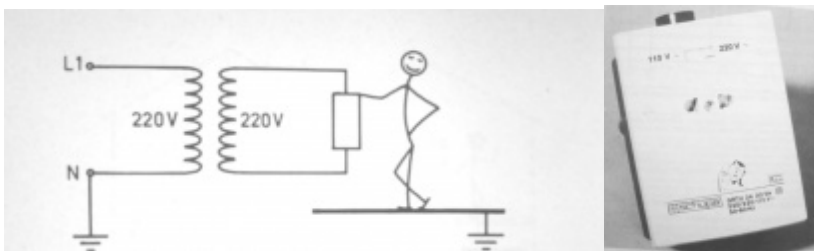


Fig. 13

### 1.3.5 De veiligheidstransformator

Deze levert een spanning van 24 V of 42 V en wordt gebruikt voor het voeden van looplampen (24 V) of elektrisch handgereedschap (42 V). De veiligheid zit in de lage spanning en in de zeer deugdelijke isolatie. Bovendien heeft het apparaat aan de buitenkant geen metalen delen, die onder spanning zouden kunnen komen. Als veilige spanning voor mensen worden spanningen tot 42 V gerekend en voor dieren tot 24 V.





Fig. 14

### 1.3.6 De regelbare transformator

Deze wordt ook wel Variac genoemd. Met een sleepcontact kan een willekeurig deel van de secundaire spoel ingeschakeld worden. Hierdoor is het mogelijk zeer lage tot zeer hoge spanningen uit de secundaire spoel te krijgen. Dit soort transformatoren wordt toegepast in regelbare voedingen in bijvoorbeeld natuurkundelokalen en bij toneelverlichting.

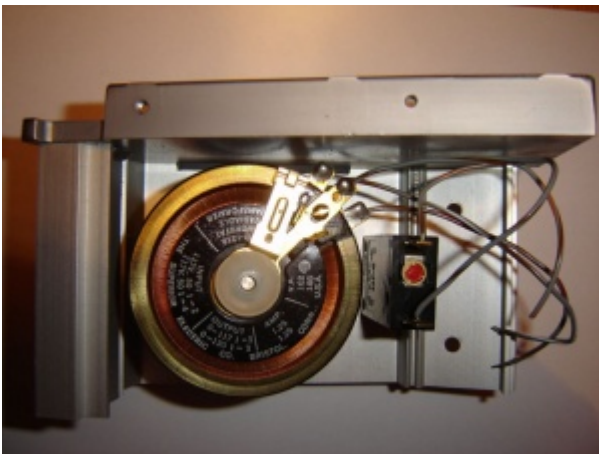


Fig. 15 Een opengewerkte variabele transformator.

### 1.3.7 De voeding

De meeste elektronische apparatuur werkt op andere spanningen dan die door het lichtnet geleverd wordt. Een transformator moet dan de juiste spanning geven. Dit wordt de voeding van het apparaat genoemd. Aangezien de weekijzeren kern van de transformator nogal wat weegt, wordt een groot deel van het gewicht van het apparaat dus veroorzaakt door de voeding. Omdat een goede voeding duur is, wordt door de fabrikant nogal eens bezuinigd op het aantal voedingen dat nodig is. In audiotorens zit dan maar één voeding. Hierdoor wordt de apparatuur goedkoper, maar natuurlijk kwalitatief ook minder.





Fig. 16 Voeding transformator.

- Op het internet via <http://www.youtube.com> - intikken 'transformator' wordt via een presentatie uitgelegd hoe de transformator werkt.
- Op het internet via <http://www.youtube.com> - intikken 'natuurkunde demonstratieproef - werking transformator' zie je uitgelegd hoe de transformator werkt.
- Op de volgende internetsite staan twee toetsen.  
<http://www.roelhendriks.eu/Natuurkunde/w3G%20magnetisme/magnetisme%20toetsen.pdf>

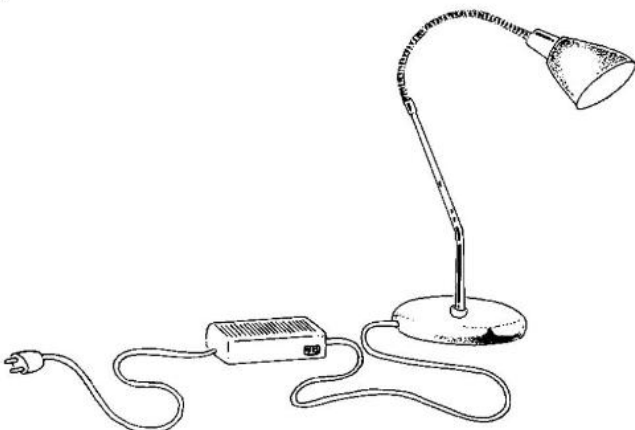
### 1.3.8 Vragen

Vaak staan bij glastuinbouwbedrijven met assimilatiebelichting één of meer transformatiehuizen.

1. Wat is de ingaande stroomsterkte (A) en uitgaande stroomsterkte (A)?
2. Wat is de ingaande spanningssterkte (V) en de uitgaande spanningssterkte (V)?
3. Wat zijn de spanningssterkten (V) in een glastuinbouwbedrijf

### 1.3.9 Opgave

Een bureaulamp is via een transformator aangesloten op de netspanning. Zie de afbeelding hieronder. In deze bureaulamp zit een halogeenlamp (12 V; 50 W).



A. Bereken de topwaarde van de stroomsterkte in deze lamp.

De stroomsterkte wordt gegeven door  $I = P/U = 50/12 = 4,2$  A.

Dit is de gemiddelde stroom, maar het is wisselspanning, dus de topstroomsterkte is  $I = 2^{0,5} \cdot 4,2 = 5,9$  A.



De spoelen van de transformator worden warm als de lamp brandt.  
 Op de transformator staat de hieronder weergegeven tekst.  
 De windingen van de primaire (PR) en de secundaire (SEC) spoel zijn van hetzelfde materiaal gemaakt.  
 De dikte van de draad is voor beide spoelen gelijk.  
 Ook de lengte van de draad per winding is voor beide spoelen gelijk.  
 De hoeveelheid warmte die in een draad wordt ontwikkeld, is evenredig met  $R \cdot I^2$ .



Fig. 17

B. Bereken de verhouding tussen de hoeveelheid warmte die in de primaire en de warmte die in de secundaire spoel ontwikkeld wordt.

De primaire spanning is  $230/12 = 19$  keer zo groot als de secundaire spanning. Dus de het aantal windingen van de primaire draad is 19 keer zo groot als die van de secundaire draad.

De weerstand van een draad is evenredig met zijn lengte, dus de weerstand van de primaire draad is 19 keer zo groot als die van de secundaire draad.

De stroomverhouding is precies andersom, vanwege het constante vermogen en  $P = U \cdot I$ .

De warmteontwikkeling is evenredig met  $R \cdot I^2$ , dus die is  $19 \cdot (1/19)^2 = 1/19$  keer zo groot in de primaire draad als in de secundaire draad.

In de tekst van de transformator staat een voorschrift voor de maximale lengte van een snoer aangegeven: "L USCITA MAX mt 2".

C. Beredeneer met behulp van het begrip 'spanningsverlies over de draad' dat de beperking van de lengte van het snoer geldt voor de secundaire kant van de transformator.

Omdat door de secundaire stroomkring meer stroom loopt, zal het spanningsverlies daar groter zijn (per meter).

Verder maakt het spanningsverlies daar verhoudingsgewijs meer uit, vanwege de lagere spanning.

