

## HOOFDSTUK IV.

### Electro-magnetisme.

#### Paragraaf 1.

#### Magnetische werking van een stroom.

##### Krachtlijnen rond een rechte stroomgeleider.

Als men een rechte draad door een stuk karton steekt, en op het karton ijzervijlsel strooit, waarna men tegen het karton tikt, dan krijgt men, als er een stroom door de draad vloeit, een beeld te zien, zoals ons fig. 1 toont.

Deze lijnen noemt men ook krachtlijnen, maar niet magnetische-, doch electro-magnetische krachtlijnen, omdat ze door de werking van electriciteit zijn ontstaan. Ook aan deze krachtlijnen kent men een richting toe.

##### De kurketrekkerregel van Maxwell luidt:

De richting van stroom en krachtlijnen horen bij elkaar, als de dubbele beweging van een kurketrekker, dat is dus: vooruit en rechtsom, ofwel achteruit en linksom. (Rechtsom betekent: in dezelfde richting draaiend als de wijzers van een klok; linksom betekent in „anti-uurwerk-richting“.)

Zouden we dus de stroom van onder naar boven door de draad laten lopen, dan zouden de krachtlijnen linksom getekend moeten worden (als men boven op het karton ziet). (Zie fig. 2.)

##### Krachtlijnen rond een cirkelvormige draad.

Hoe de krachtlijnen rond een cirkelvormige draad lopen, is gemakkelijk in te zien, als we bedenken, dat een cirkelvormige draad is ontstaan, door een rechte draad krom te buigen. Fig. 3 en 4 laten ons een en ander zien.

##### Krachtlijnen in een spoel.

Een spoel bestaat uit meerdere cirkelvormige draden achter elkaar. Zie fig. 5.

We denken ons de bovenste helft van zo'n spoel weggeknipt en kijken dan boven op de doorgesneden draden. Fig. 6. We moeten bedenken, dat in de ene rij draden de stroom van boven naar beneden loopt, in de andere van beneden naar boven. Tussen de draden in, lopen de krachtlijnen tegen elkaar in, werken elkaar dus tegen.

Daarom voegen alle krachtlijnen zich in een spoel samen tot een bundel, zoals ons fig. 7 aantoont.

##### De electro-magneet.

Zoals we in fig. 8 zien, is een spoel waarin een stroom loopt dus ook een magneet. Aan de noordpoolkant treden krachtlijnen uit, buigen om en treden bij de zuidpool weer in. Niet alle krachtlijnen echter; vele gaan er in de ruimte verloren.

We zagen echter reeds, dat ijzer krachtlijnen tot zich trok. Daardoor zullen er veel minder krachtlijnen verloren gaan, als we een ijzeren kern in de spoel plaatsen, zoals in fig. 9 is afgebeeld.

Paragraaf 2.

Stroom-opwekkende werking van een magneet.

Als we in een spoel, waarop een mA.-meter is aangesloten, zeer snel een magneet steken, dan zien we de wijzer even uitslaan, maar ook weer onmiddellijk in zijn nulstand terugkeren. (Zie fig. 10)

Trekken we daarna de magneet er weer zeer snel uit, dan ontstaat een korte stroom in tegengestelde richting. (Zie fig. 11. Neem er goede nota van, dat bij de afgebeelde meter het nulpunt in het midden van de schaal ligt. Eerst slaat de meter naar rechts uit, in het tweede geval naar links.)

Deze stroom is een gevolg van het feit, dat er krachtlijnen binnen de spoel gaan lopen. Hij ontstaat, als het aantal krachtlijnen in de spoel toeneemt (insteeken van de magneet) en ook, als het aantal krachtlijnen afneemt (uittrekken van de magneet). In het laatste geval echter in tegengestelde richting.

We moeten dit aldus onthouden:

In een spoel wordt een stroom opgewekt, als binnen die spoel het aantal krachtlijnen verandert.

Zouden we dus een magneet aan het insteken en uittrekken blijven, dan zou er in de spoel een wisselstroom ontstaan. Dit principe is toegepast bij de wisselstroom-dynamo. (Fig. 1'.)

Hierbij draait men echter een magneet rond tussen spoelen. Het aantal krachtlijnen in de spoelen verandert dus eveneens voortdurend. Daardoor wordt in de spoel een wisselstroom opgewekt. De dynamo's worden gedreven door grote machines, stoom-turbines en in sommige landen ook door waterkracht. Op deze manier wordt de stroom in grote krachtcentrales opgewekt.

Stroom opwekken met een stroom.

Ook met behulp van de volgende schakeling kunnen we een eigenaardig verschijnsel te voorschijn roepen (fig. 2'). We zien hier twee spoelen, waarvan de buitenste is verbonden met een milli-ampère-meter, terwijl de binnenste is aangesloten, door middel van een schakelaar, aan een batterij. De spoelen zijn van geïsoleerde draad gewikkeld op twee kartonnen cilindres. Sluiten we nu de stroom, dan zullen we ook hier de meter even zien uitslaan. Schakelen we daarna de stroom weer uit, dan slaat de wijzer even uit in tegengestelde richting.

Laat men n.l. door de binnenste spoel een stroom gaan, dan wordt dit een electro-magneet. Op de buitenste spoel heeft dit hetzelfde effect, alsof er plotseling een magneet werd ingestoken. Als men in de binnenste spoel een ijzeren staaf plaatst, treedt het verschijnsel in nog sterkere mate op. Er gaan immers minder krachtlijnen verloren.

Wat zal er gebeuren, indien men op de binnenste spoel een wisselstroom aansluit van bijv. 100 wisselingen per seconde?

Wel, dan zal er in de tweede spoel ook een wisselstroom ontstaan, die 100 maal per seconde wisselt.

We onthouden dus:

Als door een geleider een stroom vloeit, ontstaan rond die geleider krachtlijnen.

Als rond een geleider het aantal krachtlijnen verandert, ontstaat in die geleider een elektrische stroom.

Men kan de plaats van de twee spoelen ook wijzigen, zodat ze b.v. achter, of naast elkaar komen te liggen. (Zie fig. 3' en 4'.) Vooral bij dergelijke koppelingen, zal het aantal krachtlijnen dat door de spoel gaat, sterk toenemen, bij gebruik van een ijzeren kern.

#### Paragraaf 4.

##### De transformator.

###### Definitie.

Een transformator (trafo) is:

een apparaat, dat dient om een wisselstroom van een bepaalde spanning, om te zetten in een wisselstroom van hogere of lagere spanning, maar met dezelfde frequentie. (Transformeren betekent omvormen.)

###### Werking van de transformator.

Het beginsel waarop de transformator berust, hebben we eigenlijk zo juist al geleerd. Fig. 5' geeft het principe-schema van een transformator weer. We onderscheiden dus twee spoelen: Een eerste spoel of primaire (waar we de stroom insturen) en een tweede spoel of secundaire (waar we de stroom afnemen.)

Sluiten we op de primaire een wisselstroom aan van 100 volt en 100 wisselingen per seconde, dan zal er in de secundaire ook een wisselstroom ontstaan van 100 wisselingen per seconde. Immers het aantal krachtlijnen in de kern verandert ook 100 maal per seconde. (Vergelijk fig. 5' met fig. 4'). Hoe staat het echter met de spanning van de stroom in de secundaire spoel?

###### Hiertoe onthouden we:

De spanning van de primaire en secundaire verhouden zich als het aantal windingen.  
Men noemt dit de „transformatie-verhouding“.

Heeft de primaire dus b.v. 500 windingen en de secundaire 50, dan verhouden zich de spanningen als 500 : 50, of als 10 : 1. Zo dikwijls dus de primaire 10 volt heeft, heeft de secundaire 1 volt.

In bovenstaand voorbeeld (met 100 volt op de primaire klemmen) heeft de secundaire dus een spanning van  $10 \times 1 = 10$  volt.

Als men echter 100 volt spanning zou aansluiten op de secundaire (die daardoor dan primaire wordt) dan zou de andere spoel dus een spanning geven van  $10 \times 100 = 1000$  volt, immers ze heeft ook 10 maal zoveel windingen.

Door met een transformator de spanning 10 maal zo hoog te maken, krijgen we niet meer elektrische energie, want terwijl de spanning 10 maal zo hoog wordt, wordt de af te nemen stroomsterkte 10 maal zo klein.

Evenzo: wordt de spanning 3 maal zo laag, dan wordt de stroomsterkte 3 maal zo hoog. We winnen dus geen energie, want wat we op de ene plaats winnen, geven we weer toe op de andere plaats.

###### Hoog- en laagfrequent-transformatoren.

Als in de primaire van een transformator de stroom 100 maal per seconde van richting verandert, veranderen de optredende krachtlijnen ook 100 maal per seconde van richting. (Het elektrische veld verandert ook van sterkte, want vlak voor het wisselen van de stroom, waarbij ook de krachtlijnen wisselen van richting, neemt hun aantal af,

doordat de stroom afneemt, en onmiddellijk na het wisselen van de stroom, waarbij ook de krachtlijnen weer wisselen, neemt hun aantal weer toe, omdat de stroom weer toeneemt.) Evenals dus een wisselstroom telkens van richting en sterkte verandert, zo verandert ook het elektrisch veld van richting en sterkte.

We zagen echter reeds, dat de krachtlijnen noordpool uit- en zuidpool ingingen. De polen van de electro-magneet (de ijzerkern) moeten dus ook telkens veranderen en dus moeten de moleculair-magneetjes zich telkens omkeren. (Zie les 6.)

De fig. 6', 7' en 8' geven aan, hoe men in een radioschema een transformator schematisch voorstelt. De evenwijdige lijnen stellen dus de ijzer-kern voor. Hieraan kan men altijd de laagfrequent transformator (l.f. trafo) herkennen (fig. 6').

Hoogfrequent transformatoren (h.f. trafo's, fig. 7') hebben n.l. geen ijzer-kern, of volgens latere uitvindingen, een zeer speciale soort ijzeren kern, waarbij alle moleculen van elkaar geïsoleerd zijn (fig. 8').

L.F. transformatoren worden gebruikt in het l.f. deel van een radiotoestel; h.f. transformatoren in het h.f. deel.

Fig. 9' toont een h.f. transformator en fig. 10' een l.f. transformator, beide uitwendig gezien.

#### De transformator-kern.

In fig. 5' kan men zien, dat de kern is opgebouwd uit dunne ijzerplaatjes, (z.g. "lamellen".)

Deze plaatjes zijn ten opzichte van elkaar geïsoleerd, door ze met een niet-geleidend laagje te bedekken (ze zijn gelakt of met papier beplakt). Dit doet men, om het ontstaan van elektrische stroom in de kern, - de zogenaamde wervelstromen - tegen te gaan.

Als in fig. 11' pijl A de richting der krachtlijnen aangeeft, dan stellen de kleinere pijltjes de wervelstromen voor. Zij lopen precies tegengesteld aan de stroom in de spoel, en werken deze tegen. Men ziet dus aan de hand van deze figuur duidelijk, dat bij een bouw uit losse geïsoleerde plaatjes, moeilijk wervelstromen kunnen optreden (fig. 12').

#### V R A G E N.

1. Geef de kurkentrekkerregel van Maxwell.
2. Waarop berust de dynamo ?
3. Beschrijf de transformator.  
Wat weet U van de transformatie-verhouding ?
4. Wat zijn h.f.- en wat l.f. transformatoren ?
- 5a. De transformatie-verhouding van een transformator is 1 : 5 (één staat tot vijf). Wat betekent dat ?  
b. En wat 3 : 1 ?
6. Als de primaire uit 5a 20 volt krijgt, hoeveel heeft dan de secundaire ? En hoeveel, als de primaire van 5b 90 volt krijgt ?
7. Wat weet U omtrent de totale energie, die een trafo aflevert ?
8. Wat zijn wervelstromen ?  
Wat doet men er tegen ?

#### PRAKTIJK. (Reparatie.)

##### Enkele eenvoudige reparaties.

Waarom werd U cursist ? Natuurlijk met de bedoeling, om een goed technicus te worden, die alle voorkomende fouten snel en goed kan repareren. Daarvoor is nodig, dat U leert repareren.

Dat wil zeggen, dat U leert, hoe men een fout in een radiotoestel, volgens een vaste methode moet zoeken en dat U de modernste instrumenten, die daarbij gebruikt kunnen worden, leert bedienen.

Dit laatste willen wij U leren in het gedeelte „Praktijk (Reparatie)“.

Alvorens hiermede een aanvang te nemen, moeten we een paar lessen verder zijn, zodat U de algemene electriciteitsleer onder de knie heeft. Daarom laten we voorlopig enkele eenvoudige reparatievoorbeelden volgen. Het overgrote deel der cursisten zal deze nu nog wel niet volledig begrijpen. Dat is niet erg! Lees ze toch maar eens rustig over en als u dit over enkele weken nog eens herhaalt, zult U tot Uw vreugde bemerken, dat U ze dan wel begrijpt!

Geval 1.

De smeltveiligheid (= smeltpatroon; of „stop“) van de huisinstallatie slaat door, zodra men het toestel aansluit.

Deze smeltpatroon (populaire naam is „stop“), bevindt zich op het schakelbord of in een metalen kastje, dat is aangebracht bij de stroommeter. Hij bestaat uit een dun zilverdraadje in een porseleinen huls (zie fig. 13').

Zodra er door de een of andere oorzaak te veel stroom door de lichtleiding vloeit, en bijgevolg ook door de zekering, wordt dit draadje hierdoor te warm en smelt door, waardoor de stroom niet meer vloeien kan.

(Hierdoor wordt voorkomen, dat bij kortsluiting de draden in de woning zouden geen gloeien en zodoende brand veroorzaken.).

Nadat de fout, waardoor het te grote stroomverbruik veroorzaakt werd, is opgeheven, kan de smeltzekering door een nieuw exemplaar worden vervangen. Hierbij dient er op gelet te worden, dat daarop dezelfde stroomsterkte moet staan aangegeven als bij het oude type, b.v. 6 Ampères, afgekort 6 A.

Indien nu dit doorslaan of doorsmelten geschiedt bij het insteken van het radiostopcontact, zonder dat zelfs de schakelaar van het toestel is omgedraaid (ingeschakeld) dan kan men onmiddellijk besluiten, dat er kortsluiting in het snoer of in de steker is. Meestal zit deze kortsluiting daar, waar het snoer in de steker komt.

Indien het doorslaan van de zekering echter geschiedt op het ogenblik, dat de ontvanger wordt ingeschakeld, kan men twee gevallen onderscheiden.

#### a) Wisselstroomtoestel.

De ontvanger wordt nu van het net losgemaakt en men meet op een of andere manier de weerstand van de primaire van de voedingstransformator (wordt nog behandeld).

In normale gevallen bedraagt deze weerstand ongeveer 10 ohm.

Blijkt echter, dat de weerstand nul is, dan besluiten we hieruit, dat de primaire wikkeling een kortsluiting vertoont.

Blijkt de weerstand van de primaire echter normaal te zijn, dan meet men de weerstand tussen de kern (blik) en een der klemmen van de primaire. Deze moet, als de transformator in orde is, oneindig hoog zijn.

Metten we echter een waarde van 0 tot ongeveer 10 ohm, dan is er kortsluiting tussen de primaire en de kern. Meestal is deze fout te zoeken in het electrostatische scherm en soms in de verbinding van de schakelaar met de transformatorokap.

Bij een kortsluiting tussen de primaire en het toestelchassis, slaan de zekeringen alleen dan door, als de aardverbinding is aangesloten, of wanneer toevallig de stroomvoerende draad van het net met het chassis is verbonden. Fenslotte kan het doorslaan ook veroorzaakt worden, doordat men een 110 volt-toestel heeft aangesloten op een 220 volt-net of ook als men een wisselstroomtoestel aansluit op een gelijkstroomnet.

b) Wisselstroom-gelijkstroomtoestel:

Men kijkt er allereerst naar, of de aardverbinding geen contact maakt met het toestelchassis. Indien de aardverbinding over een seriecondensator is aangebracht, moet men onderzoeken, of deze niet is doorgeslagen.

Geval 2.

De lichtsterkte der woninglampen verzwakt, zodra men de ontvanger inschakelt.

Het toestel onmiddellijk uitschakelen, om te voorkomen, dat de voedingstransformator doorbrandt en de gelijkrichtbuis vernield wordt.

Men haalt het chassis uit de kast en meet de transformator door, veelal zal er een kortsluiting in de secundaire spoel blijken te zijn.

Nog vaker komt het voor, dat de eerste afvlakcondensator is doorgeslagen. Deze dient door een nieuwe vervangen te worden. Men lette op goede aansluiting van plus- en min-klemmen, daar men meestal hier met electrolytische condensatoren te doen heeft.

Geval 3.

De gelijkrichtbuis wordt roodgloeiend bij inschakelen.

Ook hier dient men het toestel geen seconde langer aangesloten te laten. Meestal echter zal de gelijkrichtbuis al bedorven zijn. In elk geval heeft zij veel aan levensduur ingeboet. Het onderdeel, dat de fout veroorzaakt, is weer de eerste afvlakcondensator. Deze moet vernieuwd worden. In de meeste gevallen zal men ook de gelijkrichtbuis moeten vervangen, daar ze ofwel aan levensduur heeft ingeboet, ofwel totaal vernield is. Het zal in alle gevallen goed zijn de buis door te meten.

Geval 4.

Gelijkrichtbuis wordt roodgloeiend, terwijl tevens een sterke vonk-vorming optreedt.

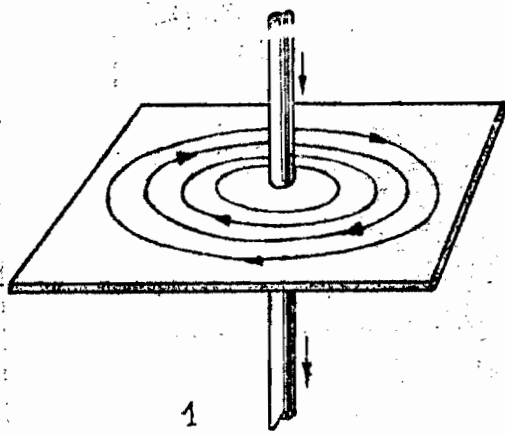
Hier zit het defect in de gelijkrichtbuis zelf, die een inwendige kortsluiting vertoont. Dit euvel is niet te verhelpen, en de buis moet door een nieuwe vervangen worden. De kans is zéér groot, dat ook de eerste afvlakcondensator is doorgeslagen.

Het niet tevens vernieuwen van deze condensator kan tot gevolg hebben, dat een nieuwe buis, die men inzet, bijna onmiddellijk stuk slaat !!!

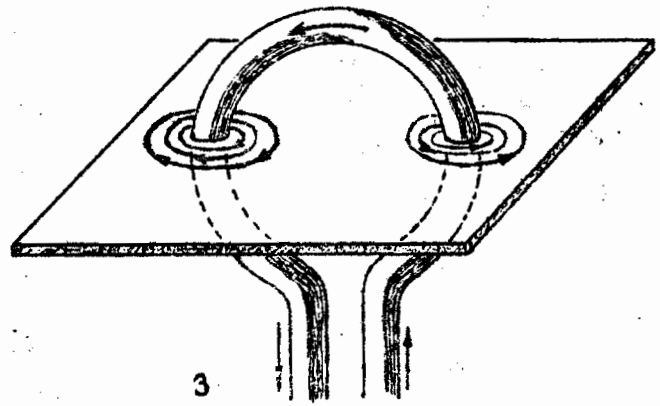
Geval 5.

Het schermrooster van de eindbuis wordt gloeiend.

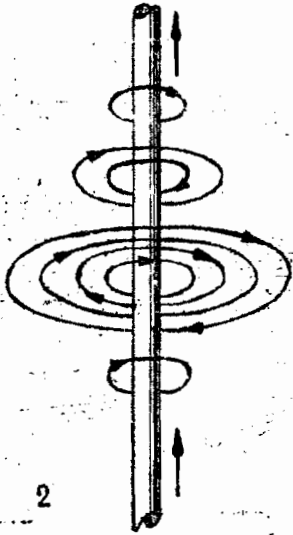
Deze fout wordt veroorzaakt door een onderbreking in de anodering van de eindbuis, waardoor het rooster in plaats van de plaat alle electronen moet opnemen.



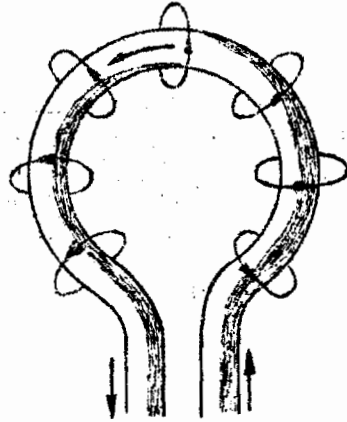
1



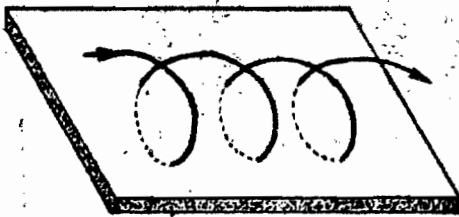
3



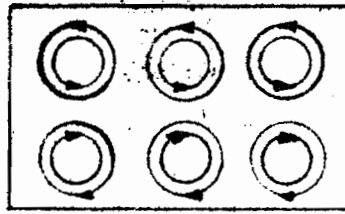
2



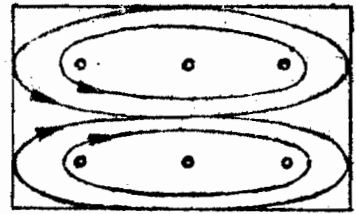
4



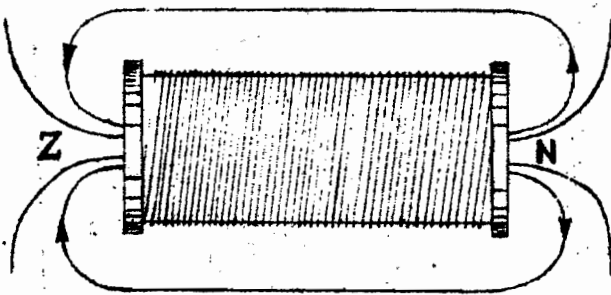
5



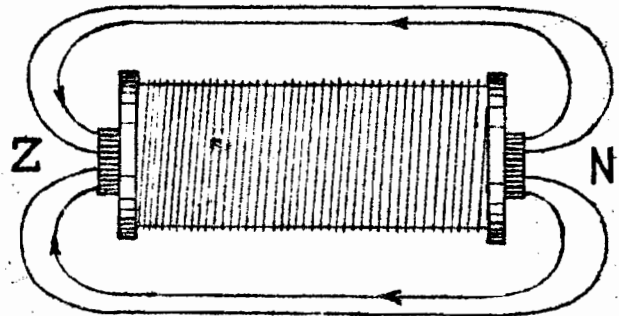
6



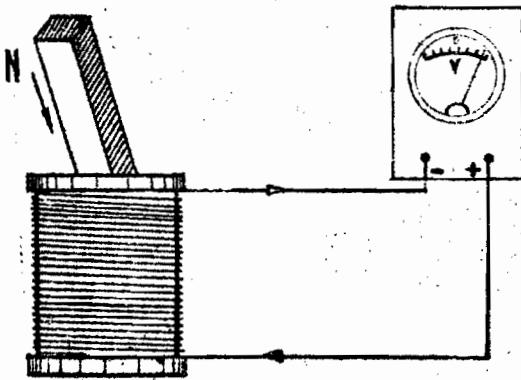
7



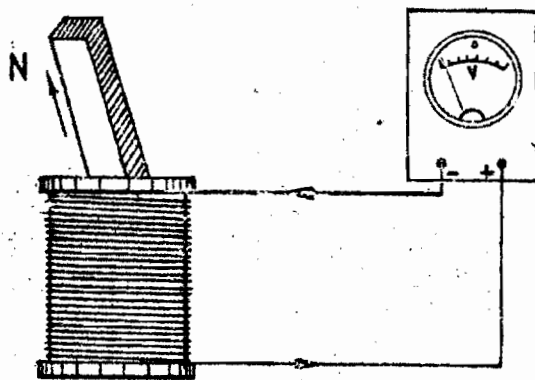
8



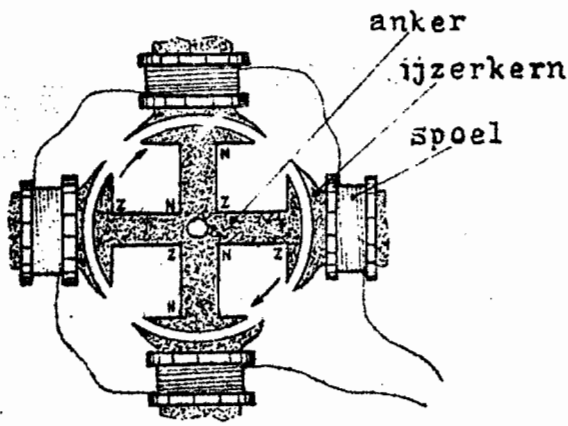
9



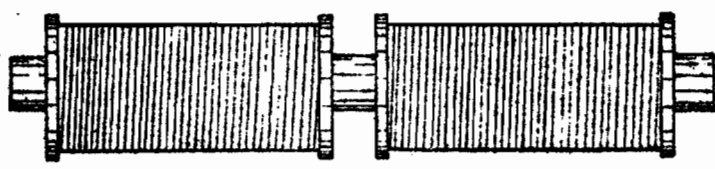
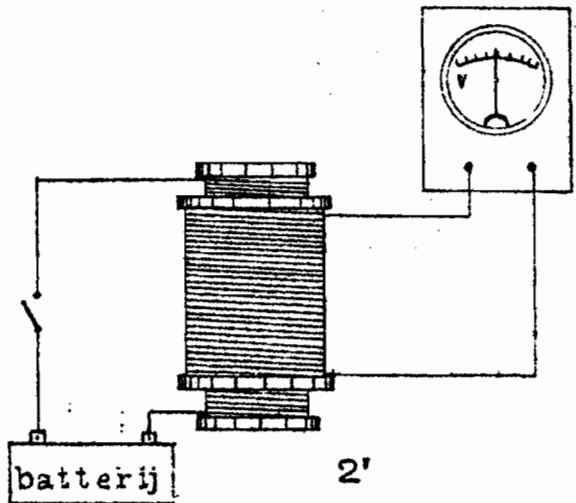
10



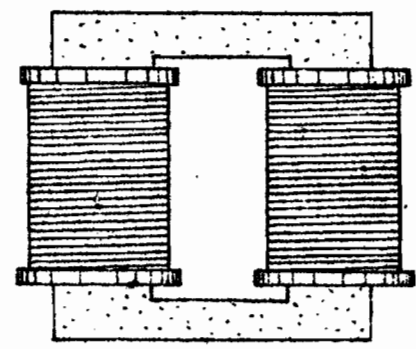
11



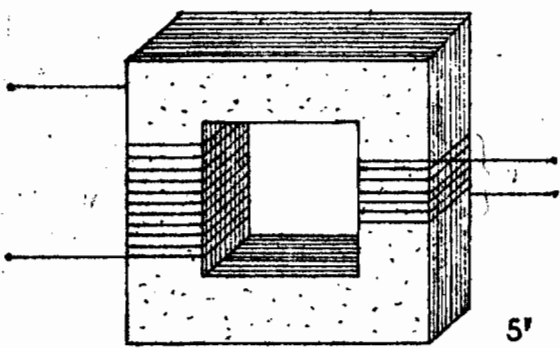
generator of dynamo  
1'



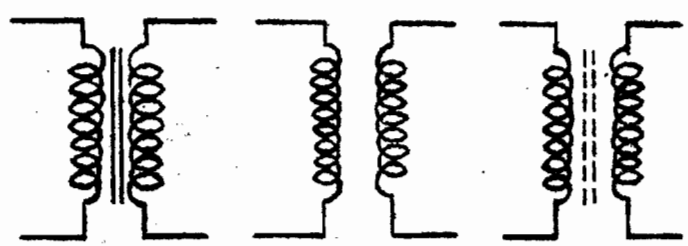
3'



4'



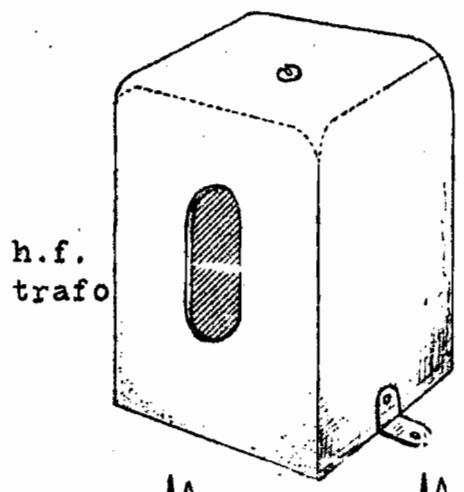
5'



6'

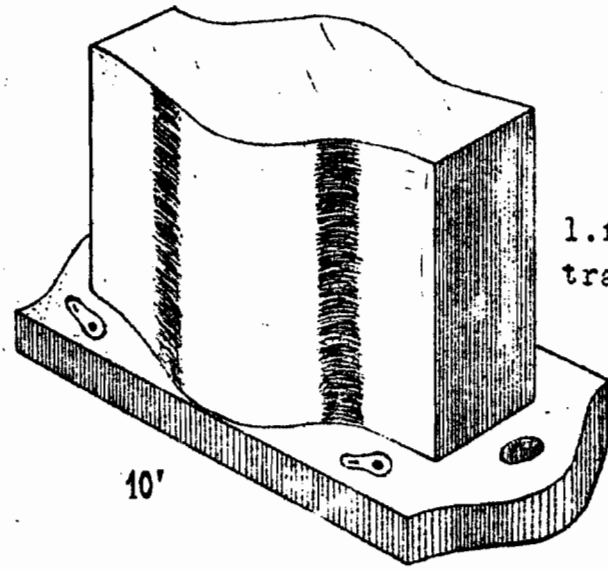
7'

8'



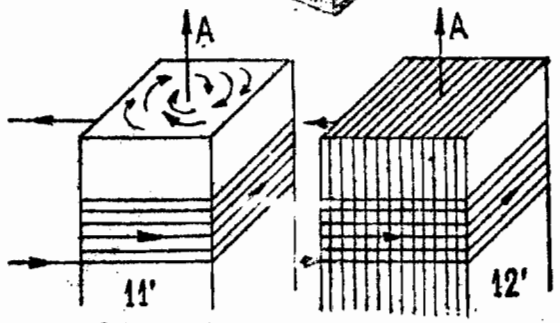
h.f. trafo

9'



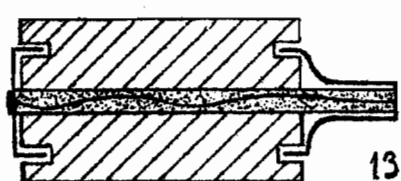
l.f. trafo

10'



kern is massief.

kern is gelamelleerd.



13'

Smelt-veiligheid, smelt-patroon, zekering of "stop".