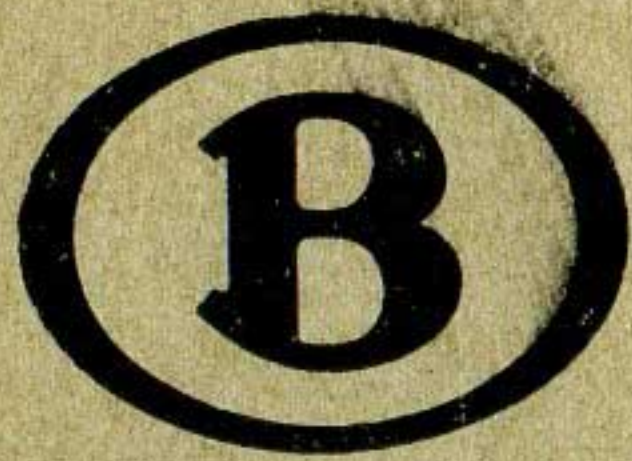


NATIONALE MAATSCHAPPIJ DER BELGISCHE SPOORWEGEN



**BOEKJE HLT**

DEEL 10 — Dieseltractie.

Technische onderrichtingen.

---

Hoofdstuk I

Begrippen van mechanica  
en electriciteit.

---



**Inhoudstabel.**

**A. Elementaire mechanica.**

	Nr der artikels
Kracht .....	1
Snelheid .....	2
Versnelling .....	3
Arbeid .....	4
Vermogen .....	5
Koppel .....	6
Bouten en moeren .....	7
Assen en koppelingen .....	8
Kussenblokken of lagers .....	9
Schijven en riemen .....	10
Tandradoverbrengingen .....	11
Toepassing van de tandwielen .....	12
Slepende wrijving .....	13
Rollende wrijving .....	14
Doel van het smeren .....	15
Weerstand tegen het rollen der treinen .....	16
Adhesie of aanklevingskracht .....	17
Het nuttig effect .....	18

**B. Elementaire electriciteit.**

De elektrische cellen .....	1
De accumulatoren .....	2
De dynamo .....	3
De spanning .....	4
Gevaren van de electriciteit .....	5
De voltmeter .....	6

# Boekje hlt

10. I.

Inhoudstabel.

Bladz. 2.

	Nr der artikels
De stroom .....	7
De ampèremeter .....	8
De geleiders en de kringen .....	9
De isoleerstoffen .....	10
Draden en kabels. — Aansluiting .....	11
De schakelaars .....	12
De weerstand .....	13
De wet van Ohm .....	14
Toepassing van de wet van Ohm .....	15
Spanningsverval in een geleider .....	16
Specifieke weerstand (resistiviteit) ...	17
Serieschakeling van weerstanden ...	18
Parallelschakeling der weerstanden ...	19
Joule-effet .....	20
De kortsluiting .....	21
De smeltveiligheden .....	22
De gloeilampen .....	23
De arbeid en het vermogen in electri- citeit .....	24
Voorbeelden van berekening van ver- mogen en verbruik .....	25
De tellers ampère-uurmeters .....	26
De tellers wattuurmeters .....	27
De magneet .....	28
De magneetnaald .....	29
Verschijsel van aantrekking en af- stoting .....	30
Het magnetisch spectrum .....	31
De magnetische inductie of invloed ...	32
De electromagneten .....	33
Proeven van Oersted .....	34

# Boekje hlt

10. I.

Inhoudstabel.

Bladz. 3.

	Nr der artikels
De ampèremeter .....	35
De shunt .....	36
De voltmeter .....	37
Bepaling van geïnduceerde stromen ...	38
Inducerende en geïnduceerde stromen.	39
Grondbeginsel van de generatoren ...	40
De dynamo .....	41
Samenstelling van een dynamo .....	42
Grondbeginsel der motoren .....	43
Samenstelling van de inductor .....	44
Eigenschappen van de seriemotor ...	45
In gang zetten van de seriemotor .....	46
Omkeren van de draairichting van electrische seriemotoren .....	47
Shunten .....	48
Contactoren .....	49
De electromagnetische contactor .....	50
De electropneumatische contactor .....	51
Contactoren bewogen door nokkenas ...	52
De elektrokleppen .....	53
Pneumatische motor .....	54
Pneumatische motor met gelijke zui- gers en volledige slag .....	55
Pneumatische motor met ongelijke zuigers .....	56
Omkeren der draairichting .....	57
Uitschakelen van een tractiemotor ...	58
Beveiliging der toestellen .....	59
Massarelais .....	60
Antislippingrelais .....	61
Laagspanningsveiligheden .....	62
Treindraden .....	63
Toestellen in de stuurpost .....	64
Bedieningstoestellen .....	65

Nr. der artikelen	
35	De zandpomp
36	De schijf
37	De voltmeter
38	Beijing van geïnduceerde stroom
39	Induceerde en geïnduceerde stroom
40	Grondbeginsel van de generatoren
41	De dynamo
42	Samenstelling van een dynamo
43	Grondbeginsel der motoren
44	Samenstelling van de inductor
45	Eigenschappen van de seriëmotor
46	In gang zetten van de seriëmotor
47	Omkeren van de draairichting van elektrische seriëmotoren
48	Shunt
49	Contactoren
50	De electromagnetische contactor
51	De electropneumatische contactor
52	Contactoren bewogen door nokkens
53	De electrokleppen
54	Pneumatische motor
55	Pneumatische motor met gelijke zuig- en volledige slag
56	Pneumatische motor met ongelijke zuigers
57	Omkeren der draairichting
58	Uitschakelen van een tractiemotor
59	Beveiliging der toestellen
60	Maarsluis
61	Antispanningsluis
62	Lampspanningsveiligheden
63	Treinraden
64	Toestellen in de stuurpost
65	Bedieningstoestellen

## Hoofdstuk I.

### BEGRIPPEN VAN MECHANICA EN ELECTRICITEIT.

#### A. ELEMENTAIRE MECHANICA.

##### 1 Kracht.

Om loodrecht een gewicht van 5 kg op te lichten, moet men een krachtinspanning of een **kracht** ontwikkelen gelijk aan dit gewicht.

Men zegt dat men een kracht van 5 kg moet ontwikkelen.

Wanneer men een gewicht van 7 kg op een oppervlakte plaatst, dan oefent dit gewicht op deze oppervlakte een kracht uit van 7 kg.

Een tweeassige wagen die 8 t weegt en een last van 12 t draagt, weegt in totaal 20 t. Indien de last eevormig over de vloer van de wagen verdeeld is, draagt iedere as 10 t en ieder wiel oefent op het spoor een kracht uit van 5 t.

Men geeft de naam van **kracht** aan iedere oorzaak die bij machte is de beweging van een lichaam te veroorzaken of te wijzigen.

De praktische eenheid van **kracht** is het kilogram (kg). Zij heeft als veelgebruikt veelvoud de **ton**, die gelijk is aan 1000 kg.

##### 2 Snelheid.

Iedereen weet dat de volgende verplaatsingssnelheden gemakkelijk kunnen bereikt worden :

voetganger : 5 km/h;  
fietser : 20 km/h;  
auto : 100 km/h;  
trein : 120 km/h en voor zekere sneltreinen  
140 km/h;  
vliegtuig : 300 tot 1000 km/h.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 2.

Dit wil zeggen dat gedurende één uur, een voetganger 5 km aflegt, een fietser 20 km, enz.

$$\begin{aligned} \text{Daar 1 uur} &= 60 \text{ min,} \\ &= 3600 \text{ s} \end{aligned}$$

kan men de snelheden uitgedrukt in km/h omzetten in min/s. De hierbovenvermelde snelheden worden :

$$\begin{aligned} \text{voetganger : } 5 \text{ km/h} &= 5000 \text{ m/h} = 5000/3600 \text{ m/s} \\ &= 1,39 \text{ m/s;} \end{aligned}$$

$$\text{fietser : } 20 \text{ km/h} = 20\,000/3600 = 5,56 \text{ m/s;}$$

$$\text{auto : } 27,8 \text{ m/s;}$$

$$\text{trein : } 33,3 \text{ tot } 39 \text{ m/s;}$$

$$\text{vliegtuig : } 83 \text{ tot } 278 \text{ m/s.}$$

Een trein die tegen 120 km/h rijdt legt dus 33,3 m af per seconde.

De snelheid is de afgelegde weg' (uitgedrukt in km of in m) gedurende de eenheid van tijd (uitgedrukt in uren of in seconden); zij wordt uitgedrukt in kilometer per uur (km/h) of in meter per seconde (m/s) :

$$1 \text{ km/h} = 1000/3600 \text{ s} = 0,278 \text{ m/s} = 27,8 \text{ cm/s;}$$

$$10 \text{ km/h} = 2,78 \text{ m/s;}$$

$$100 \text{ km/h} = 27,8 \text{ m/s enz.}$$

### 3 Versnelling.

In werkelijkheid blijft de snelheid van een fietser, een auto, een trein, niet altijd standvastig gedurende gans de rit.

Bij het vertrek uit een station, is de snelheid van een trein nul.

Zij stijgt geleidelijk tot ze de maximum nodige of op de lijn toegelaten snelheid bereikt.

Men zegt dat de trein versnelt.

Men noemt **versnelling**, de verhoging van de snelheid (uitgedrukt in cm/s) gedurende de eenheid van tijd (uitgedrukt in s).

Indien de versnelling' constant blijft gedurende de verplaatsing, zegt men dat de beweging **eenparig** versneld is.

Voorbeeld : een trein vertrekt in een station. Na 10 s heeft hij 9 km/h bereikt (bij eenparig versnelde beweging).



Uitgedrukt in cm/s, is de snelheid gelijk aan :

$$\frac{900\ 000}{3600} = 250 \text{ cm/s.}$$

Daar deze snelheid bereikt is na 10 s, is de versnelling :

$$\frac{250 \text{ cm/s}}{10 \text{ s}} = 25 \text{ cm/s/s.}$$

Indien een trein 120 km/h bereikt (of 33,3 m/s) in 2 min (of 120 s), dan is de gemiddelde versnelling van die trein gelijk aan :

$$\frac{3330}{120} = 27,8 \text{ cm/s/s.}$$

#### 4 Arbeid.

Om een gewicht tot op een zekere hoogte op te lichten, moet men een **arbeid** verrichten, die evenredig is met het gewicht en de hoogte van de verplaatsing.

Daar de eenheid van gewicht het kg is en deze van de afgelegde weg de m, zal de eenheid van arbeid uitgedrukt worden door het product  $\text{kg} \times \text{m}$ , **kilogrammeter** genoemd (kgm).

Wanneer een kracht op een lichaam inwerkt, verricht zij een **arbeid**. Deze hangt af van de grootte van de kracht en van de afgelegde weg.

De kilogrammeter is de arbeid verricht door een kracht van 1 kg, die een lichaam verplaatst heeft over een afstand van 1 m.

Om een gewicht van 7 kg op een hoogte van 21 m op te lichten, moet er een arbeid ontwikkeld worden van  $7 \times 21 = 147 \text{ kgm}$ .

Er valt op te merken dat het gaat over **nuttige** arbeid.

Indien een arbeider die 60 kg weegt, dit gewicht van 7 kg draagt tot op een hoogte van 21 m, moet men, om de totale arbeid te bekomen er de arbeid bijvoegen die hij ontwikkeld heeft om zich zelf tot op de hoogte te begeven 't zij  $60 \times 21 = 1260 \text{ kgm}$ .

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 4.

## 5 Vermogen.

De arbeid bepaald in bovenstaand voorbeeld zal spoediger gedaan zijn door een man dan door een kind omdat de man « sterker » of « machtiger » is.

Vanwaar het begrip vermogen komt.

De eenheid van vermogen is gelijk aan de eenheid van arbeid (kgm) ontwikkeld gedurende de eenheid van tijd (s) : zij wordt dus uitgedrukt in kgm/s.

Men gebruikt dikwijls, als praktische eenheid, de volgende veelvouden :

de paardekracht (pk) = 75 kgm/s;

de kilowatt (kW) = 1,36 pk = 102 kgm/s.

Wanneer men zegt van een motor (van een auto bij voorbeeld) dat hij een vermogen heeft van 12 pk, wil dit zeggen dat hij een arbeid kan ontwikkelen van  $12 \times 75 = 900$  kgm/s; dit stemt overeen met het oplichten van :  
een gewicht van 900 kg op 1 m hoogte in 1 s of  
een gewicht van 90 kg op 10 m hoogte in 1 s of  
een gewicht van 9 kg op 100 m hoogte in 1 s.

Wanneer men zegt dat een motor een vermogen heeft van 20 kW wil dit zeggen dat hij een arbeid kan verrichten van  $20 \times 102 = 2040$  kgm in één seconde.

## 6 Koppel.

Wanneer een voorwerp (as, schijf, tandrad, enz.) een draaibeweging ondergaat, draait het rondom een punt of een as die onbeweeglijk blijft. Om die draaibeweging te verkrijgen, is het nodig een kracht uit te oefenen op een punt dat zich niet bevindt op de as zelf.

Het koppel uitgedrukt in kgm = de kracht  $\times$  met de afstand van as tot richting der uitgeoefende kracht.

Een kracht van 100 kg uitgeoefend op 2 m van de as geeft een koppel van  $100 \text{ kg} \times 2 = 200$  kgm.

Over 't algemeen wordt de kracht uitgeoefend volgens een richting rakend aan de cirkelomtrek van een schijf

of op het midden van een wieltand; de afstand die aldus dient toegepast is de straal van de schijf of de gemiddelde straal van het tandwiel.

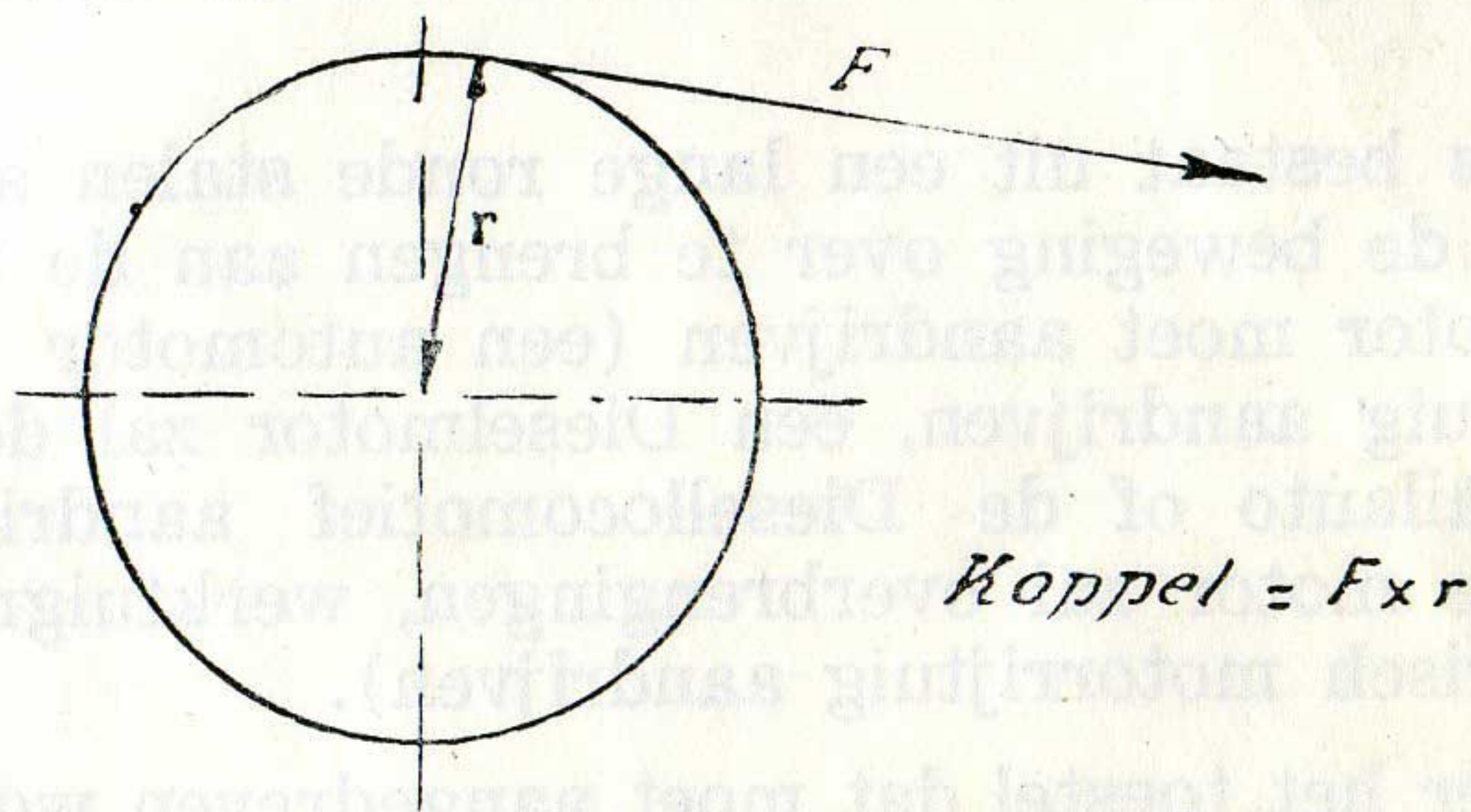


Fig. 1

## 7 Bouten en moeren.

De bout met moer is een orgaan bestemd om twee organen van machines bijeen te brengen door een verbinding waarvan de opstelling en de demontering gemakkelijk zijn.

Over het algemeen worden zij uit staal of uit brons vervaardigd.

De bout heeft een kop en een steel (waarvan een min of meer lang deel draadgesneden is).

De kop van de bout kan verschillende vormen hebben : rond met halfvlak, vierkantig, zeskantig, hamervormig enz.

De steel van de bout is rond.

De draad kan een driekantige vorm hebben (in de meeste gevallen) of de vierkantige.

De buitenvorm van de moer is gewoonlijk zeskantig; de draad is volkomen gelijk aan die van de bout waarmee zij gebruikt wordt.

Om het loskomen van de moer te voorkomen handelt men gewoonlijk als volgt :

— moer met tegenmoer, getande moer met splitpen, Gro-werring.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 6.

## 8 Assen en koppelingen.

Een elektrische motor, een benzine- of Dieselmotor hebben bewegende delen die de as van de machine aandrijven.

Deze as bestaat uit een lange ronde stalen staaf. Hij dient om de beweging over te brengen aan de toestellen die de motor moet aandrijven (een automotor zal het autovoertuig aandrijven, een Dieselmotor zal de vrachtwagen, railauto of de Diesellocomotief aandrijven, de elektrische motor zal overbrengen, werktuigmachines, een elektrisch motorrijtuig aandrijven).

Wanneer het toestel dat moet aangedreven worden ook een as bezit die zich in de verlenging bevindt van deze van de motor en dat de 2 machines met dezelfde snelheid moeten draaien, zal de verbinding tussen de 2 assen gedaan worden door middel van een mof insgelijks van staal.

Indien beide assen zich niet volledig in de verlenging de een van de andere bevinden, maakt men gebruik van elastische of beugelverbindingen.

## 9 Kussenblokken of lagers.

In een machine worden de organen, die aan een draaiende beweging onderworpen zijn, ondersteund door steunstukken die men **kussenblokken** of **lagers** noemt.

Er zijn talrijke voorbeelden in het materieel gebruikt in de inrichtingen van de spoorwegen : kussenblokken van elektrische en Dieselmotoren, aslagers van locomotieven, rijtuigen en wagens (over het algemeen draagpotten genaamd).

Over het algemeen, rust de as in halve schelpen van brons, voorzien van wit metaal; het geheel wordt met olie gesmeerd. Het smeringssysteem kan zich onder verschillende vormen voordoen (ringsmering, packing, kanalen die olie onder druk naar de kussenblokken brengen, enz.).

Soms wordt de olie door consistent vet vervangen; een reserve van vet is voorzien in een daartoe geschikt potje (Stauferstelsel, enz.).

In zekere gevallen, maakt men gebruik van lagers met kogel- of rolbewegingen, zij bevatten een binnen- en een buitenring, een of meerdere rijen kogels of rollen, soms samengehouden in een kooi.

## 10 Schijven en riemen.

Om een werktuigmachine te doen draaien gebruikt men dikwijls een motor die zijn beweging op de machine overbrengt door een riem (fig. 2).

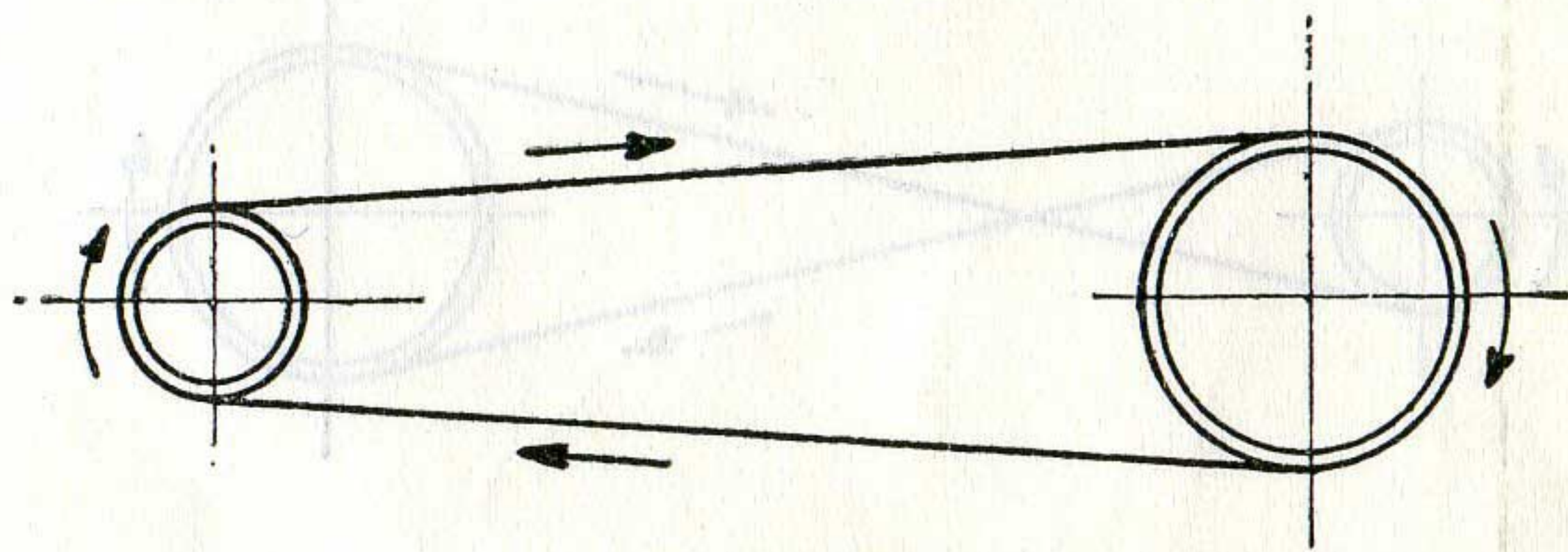


Fig. 2.

Als voorbeeld noemen wij de werktuigmachines van zekere werkplaatsen, de dynamo's voor treinverlichting onder de reizigersrijtuigen, de compressor en de ventilatoren van zekere Diesellocomotieven.

Die riemen zijn vervaardigd uit leder, caoutchouc of doortrokken weefsel.

Hoofdzakelijk heeft men platte en trapezoidale riemen.

De riemen lopen over **schijven** bevestigd op de motor en op de aan te drijven machine.

De schijven zijn over het algemeen van staal, gietijzer of hout.

De aandrijving van de machine is te wijten aan de eigenschap van de riem van aan de schijven te kleven.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 8.

Indien men, voor een riem met gegeven afmetingen, een zeker vermogen overschrijdt **slipt** de riem.

Dit slippen moet vermeden worden, daar het de riem verwarmt.

Het is dus nodig de afmetingen van de riem te kiezen dus ook van de schijven, in verhouding met het over te brengen vermogen.

In zekere gevallen, smeert men de riem met een speciale stof, om de aankleving te verhogen.

Het is insgelijks om de aankleving te verhogen dat men in zekere gevallen gebruik maakt van **gekruiste riemen** (fig. 3). In dit geval is de hoek omvat door de riem op de schijf groter.

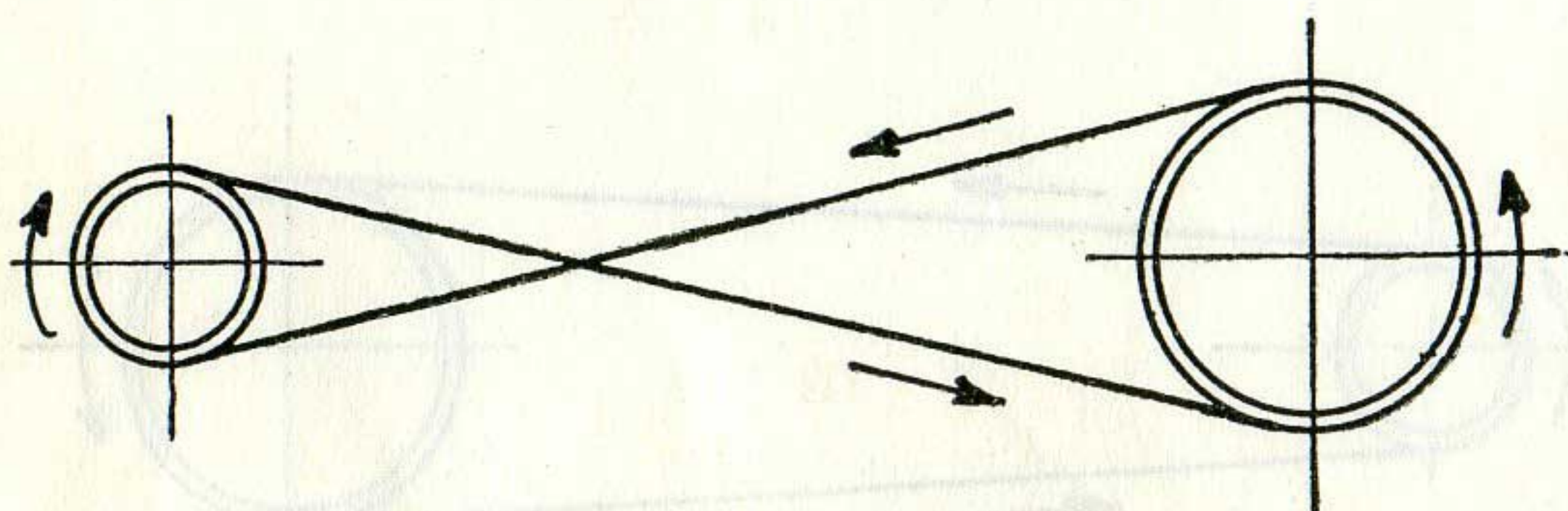


Fig. 3.

Men zal opmerken dat de schijven in dit laatste geval, in tegenovergestelde richting draaien.

Wanneer, in een riemoverbrenging, de schijven dezelfde doormeter hebben, draaien zij met **dezelfde** snelheid.

Het is niet hetzelfde wanneer de doormeters van de schijven verschillend zijn. Men maakt er dikwijls gebruik van om de machine te doen draaien op een andere snelheid dan die van de motor die ze aandrijft.

De verhouding van de snelheden der 2 toestellen is gelijk aan de omgekeerde verhouding der doormeters; de schijf die de kleinste doormeter heeft draait sneller.

## 11 Tandradoverbrenging.

Wij zullen een onderscheid maken tussen de rechte en conische tandradoverbrengingen en schroeven zonder eind.

## a) RECHTE TANDRADOVERBRENGING.

Een geheel van twee schijven voorzien van tanden, waarvan het profiel wetenschappelijk werd bepaald, kan dienen om op een as de beweging over te brengen die de andere ondergaat (fig. 4).

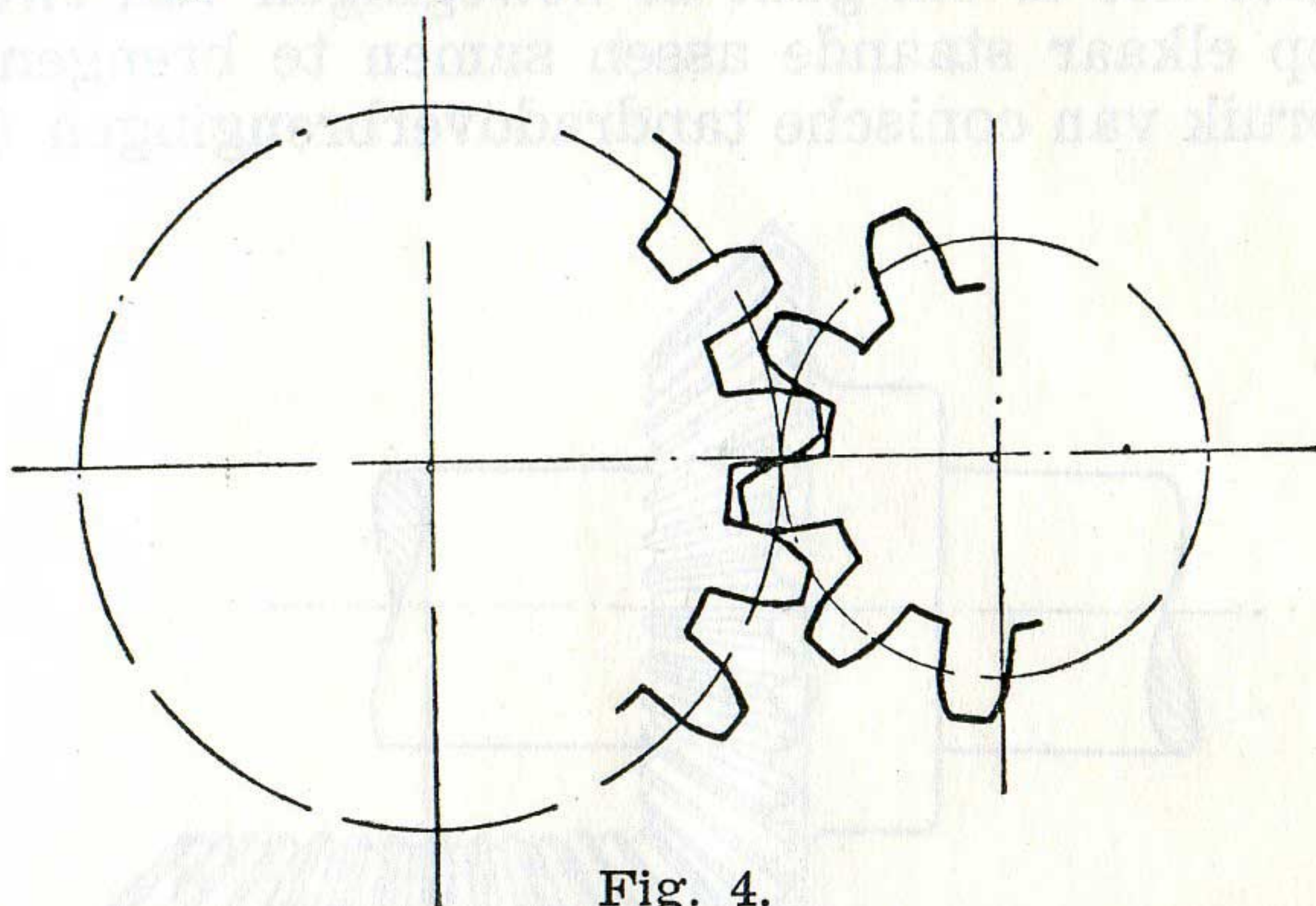


Fig. 4.

De verhouding van de snelheden der 2 assen is gelijk aan de omgekeerde verhouding van het aantal tanden; maar de verhouding van de overgebrachte koppels is evenredig met de tandwielverhouding. Als b.v. een tandwiel van 20 tanden ingrijpt met een tandwiel van 40 tanden, dan zal het tandwiel « 20 » tweemaal vlugger draaien dan het tandwiel « 40 » maar dit laatste zal een tweemaal groter koppel ondergaan dan het eerste. Hetgeen men verliest aan snelheid wordt teruggewonnen in het « koppel » en omgekeerd.

In vele gevallen zijn de tanden recht. In zekere gevallen zijn de tanden schuin (fig. 5) of zijn het hoektanden (fig. 6).

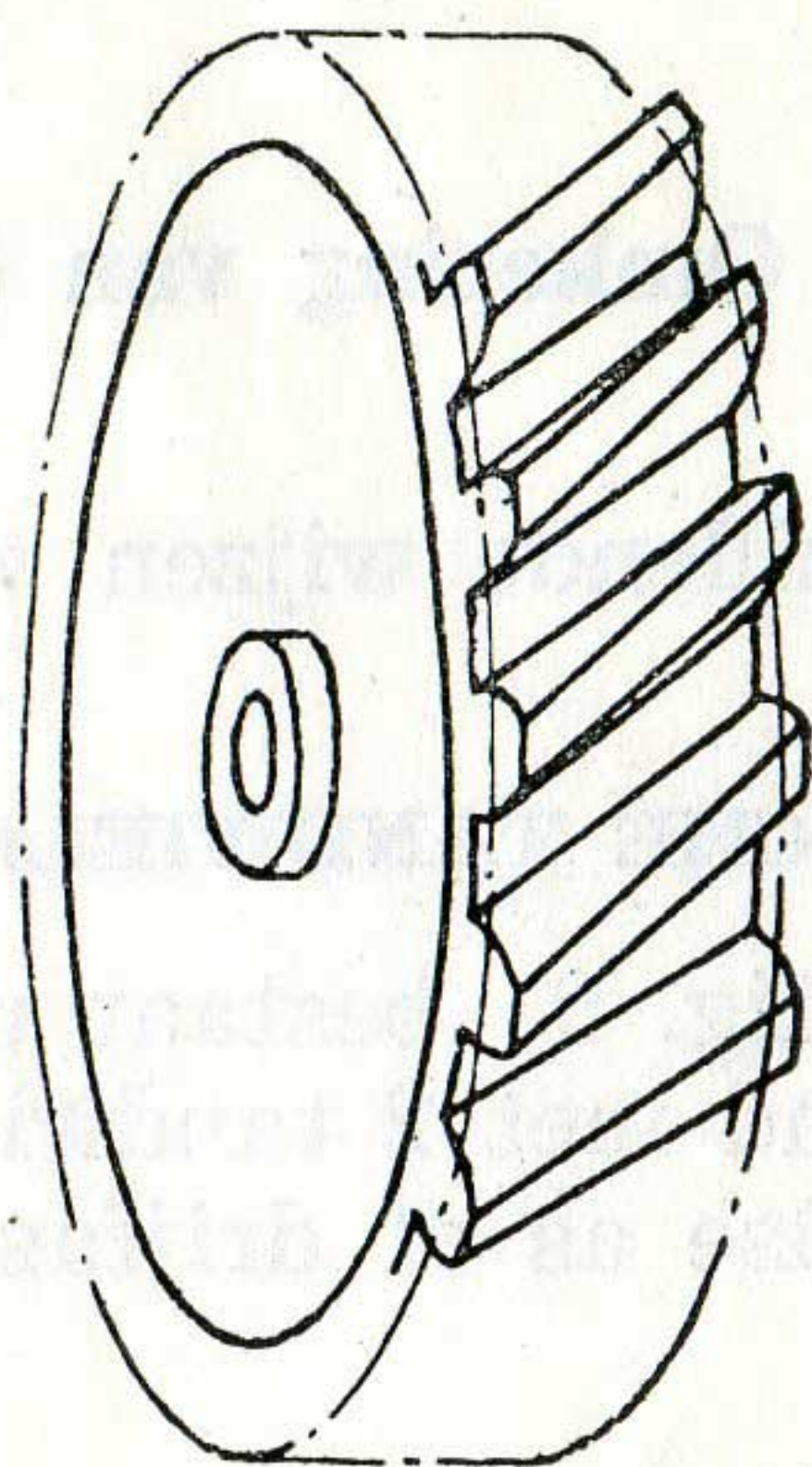


Fig. 5.

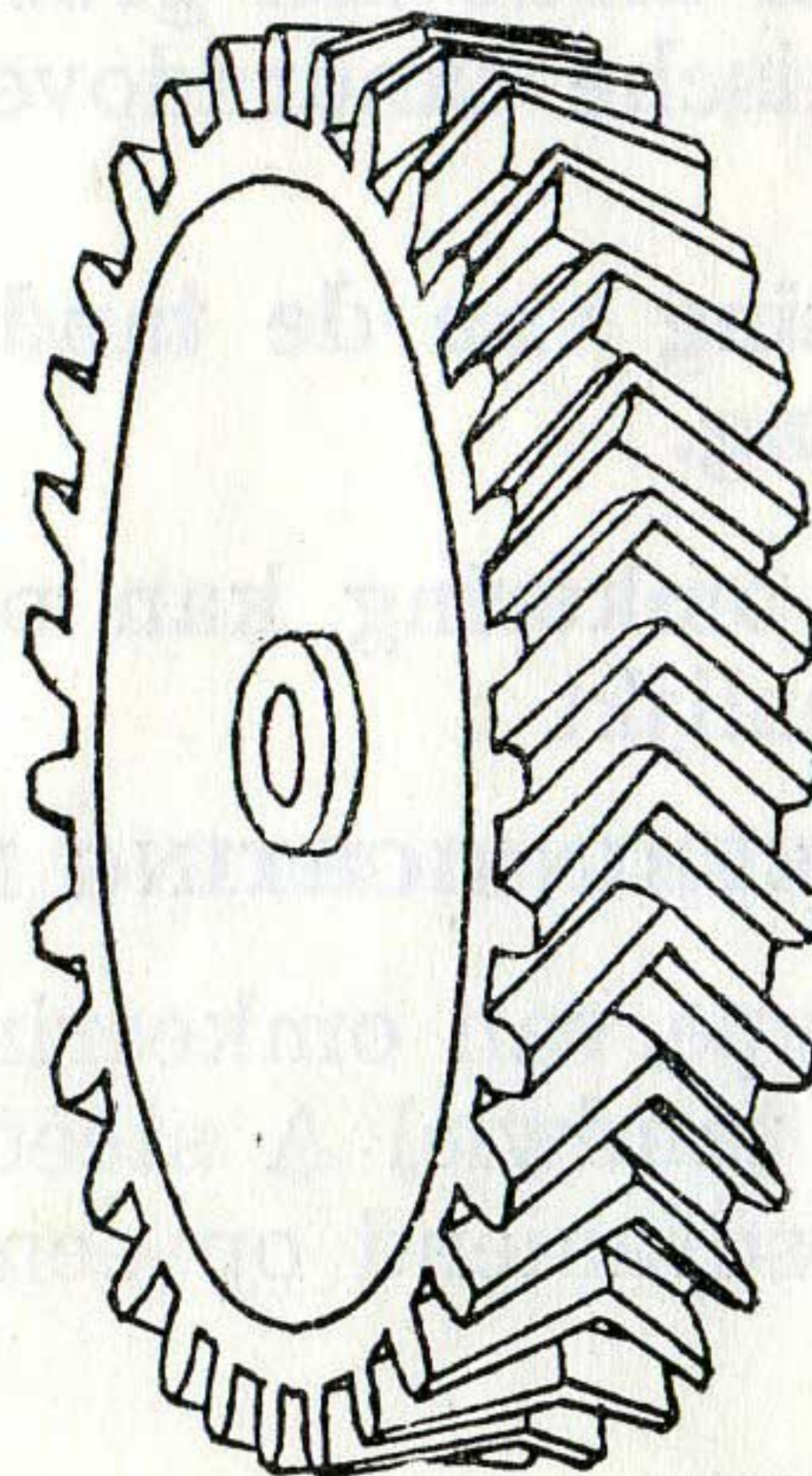


Fig. 6.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 10.

## b) CONISCHE TANDRADOVERBRENGING.

Wanneer het er om gaat de bewegingen van twee loodrechte op elkaar staande assen samen te brengen maakt men gebruik van conische tandradoverbrengingen (fig. 7).  
7).

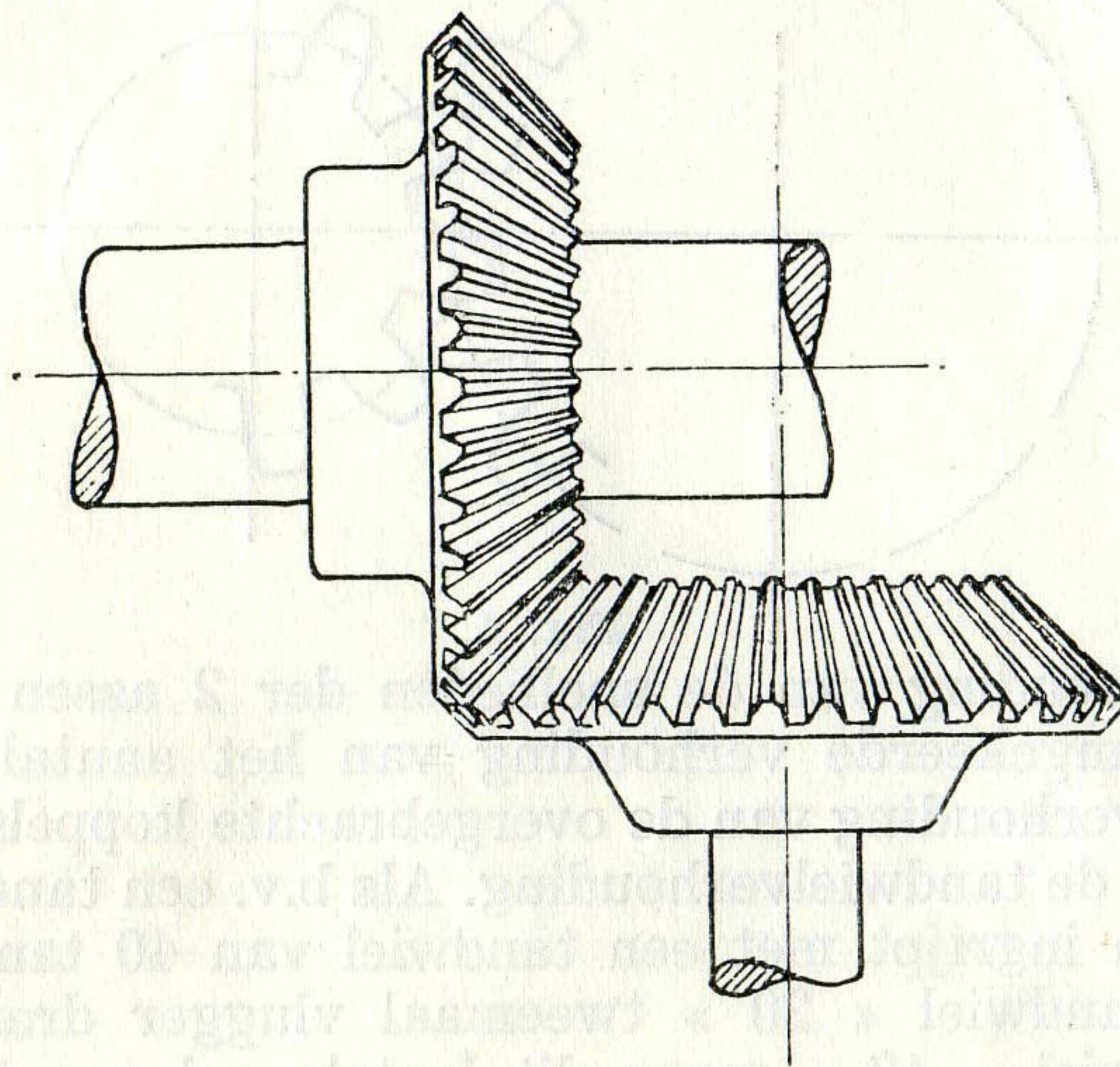


Fig. 7.

## c) SCHROEFEN ZONDER EIND EN WORMWIELEN.

Om de bewegingen van twee loodrecht op elkaar staande assen samen te brengen maakt men ook gebruik van een schroef zonder eind en een wormwiel (fig. 8); men kan aldus een grotere versnelling bekomen dan met een conische tandradoverbrenging.

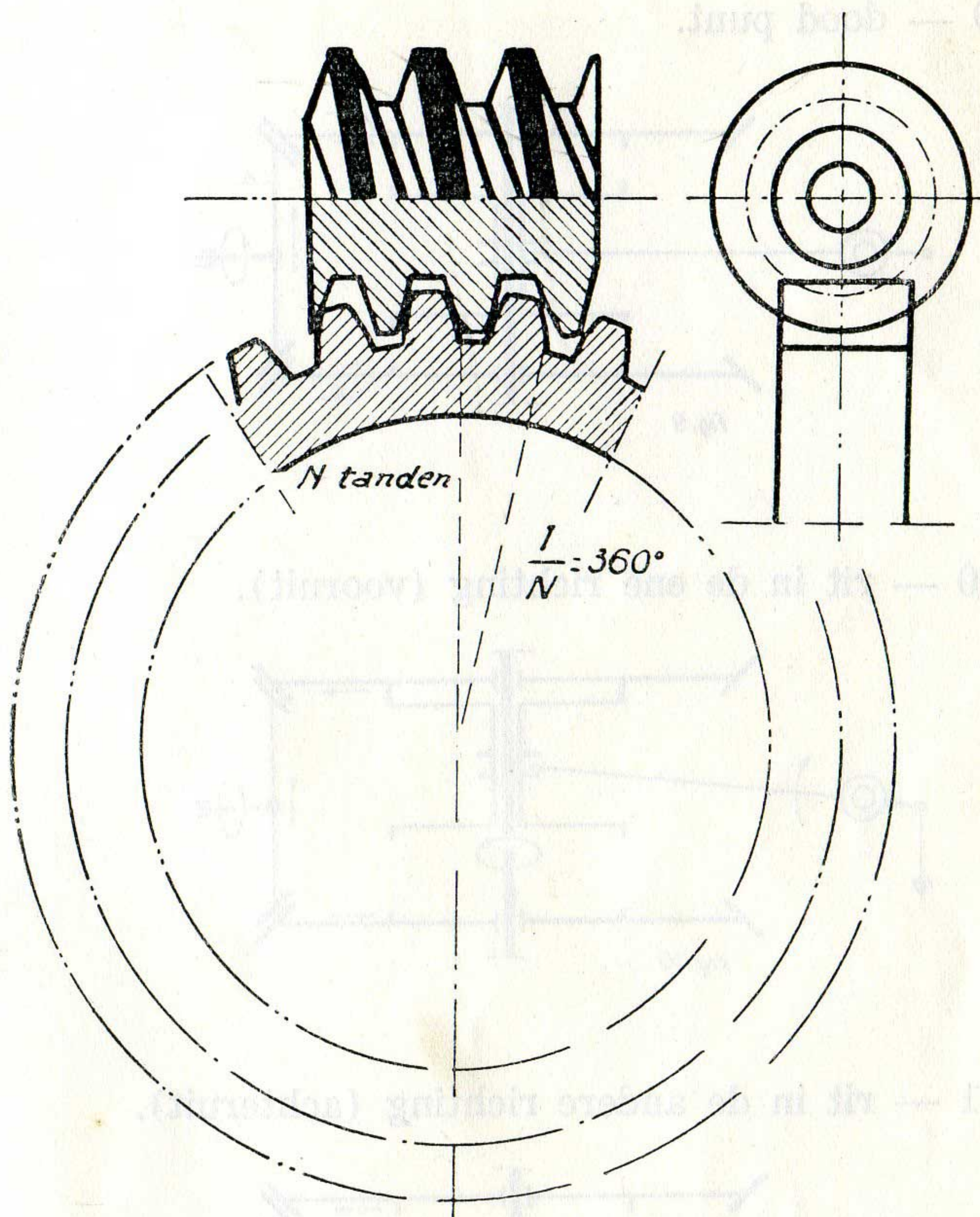
## 12 Toepassing van de tandwielen. — Omkering van de rijrichting.

Deze omkering kan op 2 verschillende wijzen worden verwezenlijkt :

### a) OMKEERINRICHTING MET CONISCHE TANDWIELEN.

Dit type van omkeerinrichting (fig. 9) bestaat uit een conisch tandwiel A steeds ingrijpend met 2 tandwielen B en C losdraaiend op een as D (valse as of drijfas zelf).





*Doet de schroef een toer, dan doet het tandwiel  $1/N$  toer.*

*Fig. 8.*

Een koppelmof met klauwen mechanisch of pneumatisch bediend, kan zich verplaatsen op de as D en deze solidair maken met het wiel B of het wiel C.

Voor een gegeven draairichting van het motortandwiel A bekommt men aldus een draaibeweging in de ene of de andere richting van de as D.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 12.

Fig. 9 — dood punt.

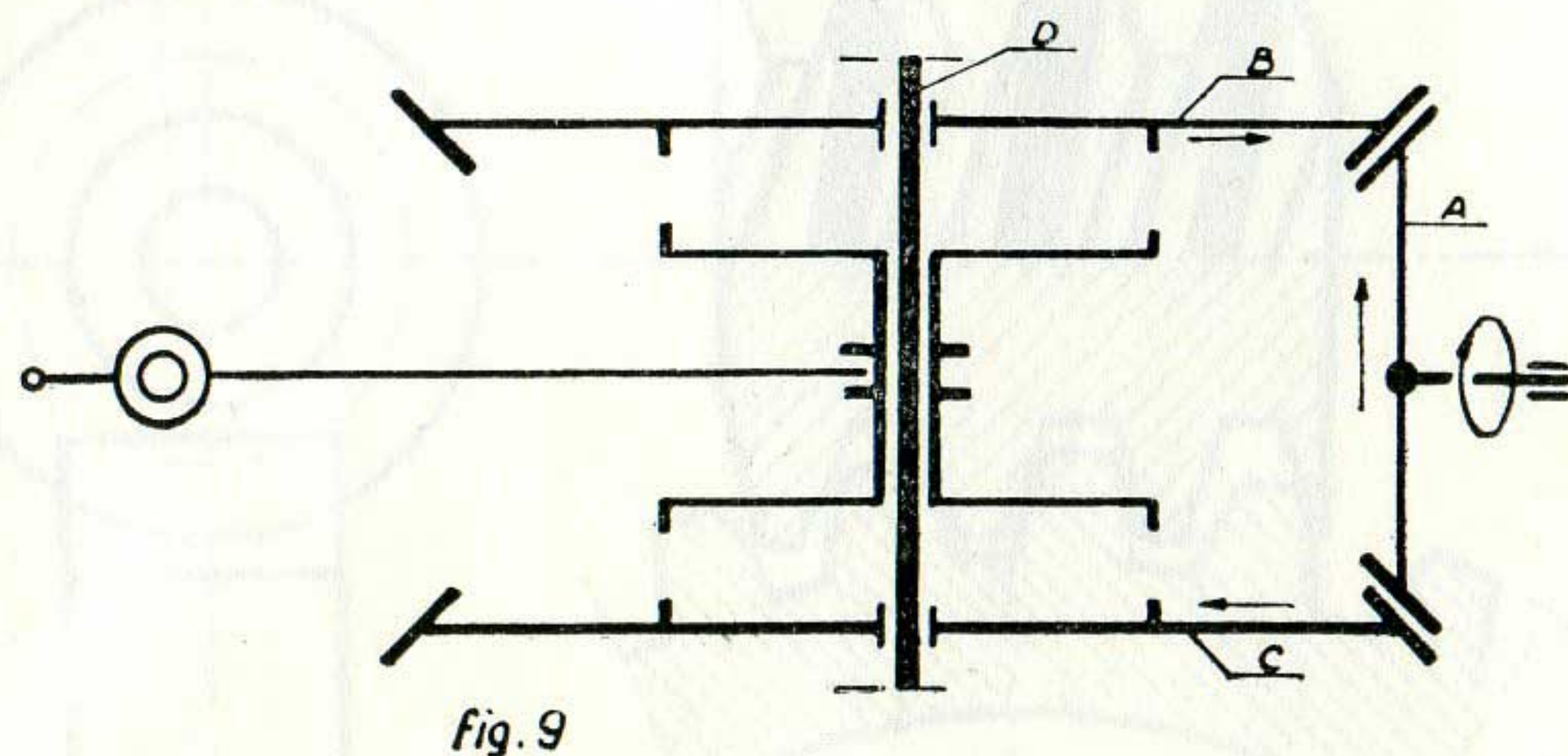


Fig. 10 — rit in de ene richting (vooruit).

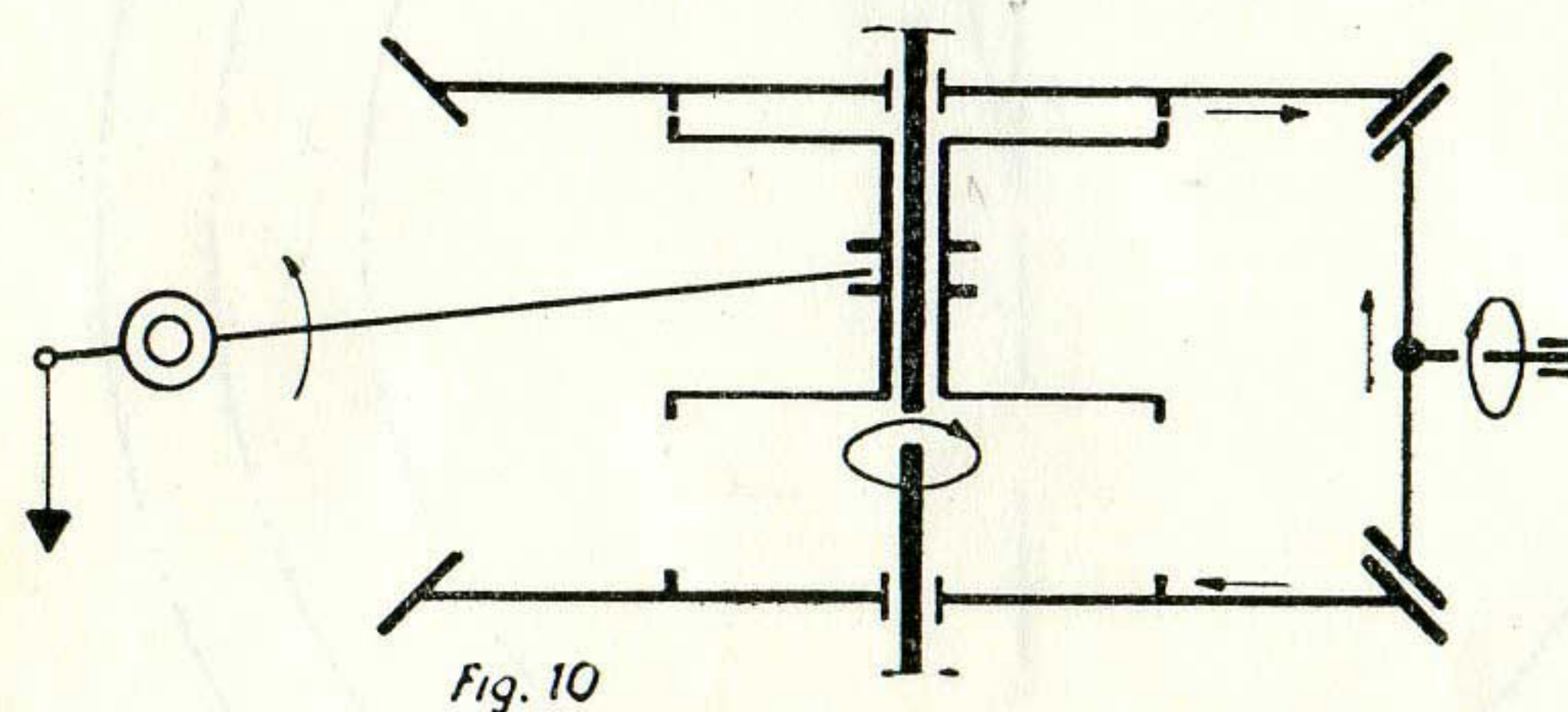
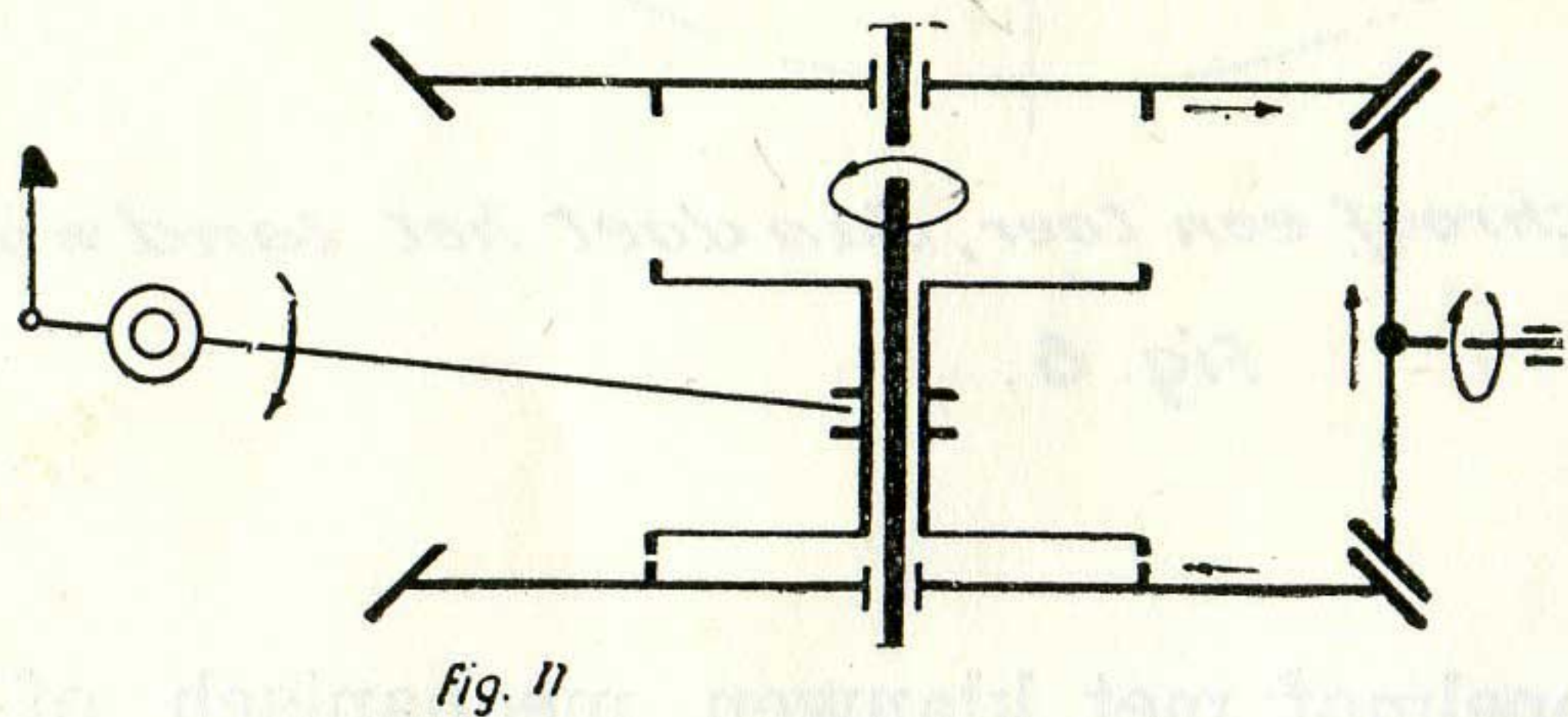


Fig. 11 — rit in de andere richting (achteruit).



## b) OMKEERINRICHTING MET CILINDRISCHE TANDWIELEN.

Bij dit type omkeerinrichting wordt de motorarbeid op de gedreven as overgebracht bij middel van cilindrische tandwielen; voor de ene draairichting geschiedt de overbrenging rechtstreeks bij middel van een paar tandwielen

(fig. 12); voor de andere draairichting geschiedt de overbrenging door tussenkomst van een of meer tussentandwielen welke de draairichting omkeren (fig. 13).

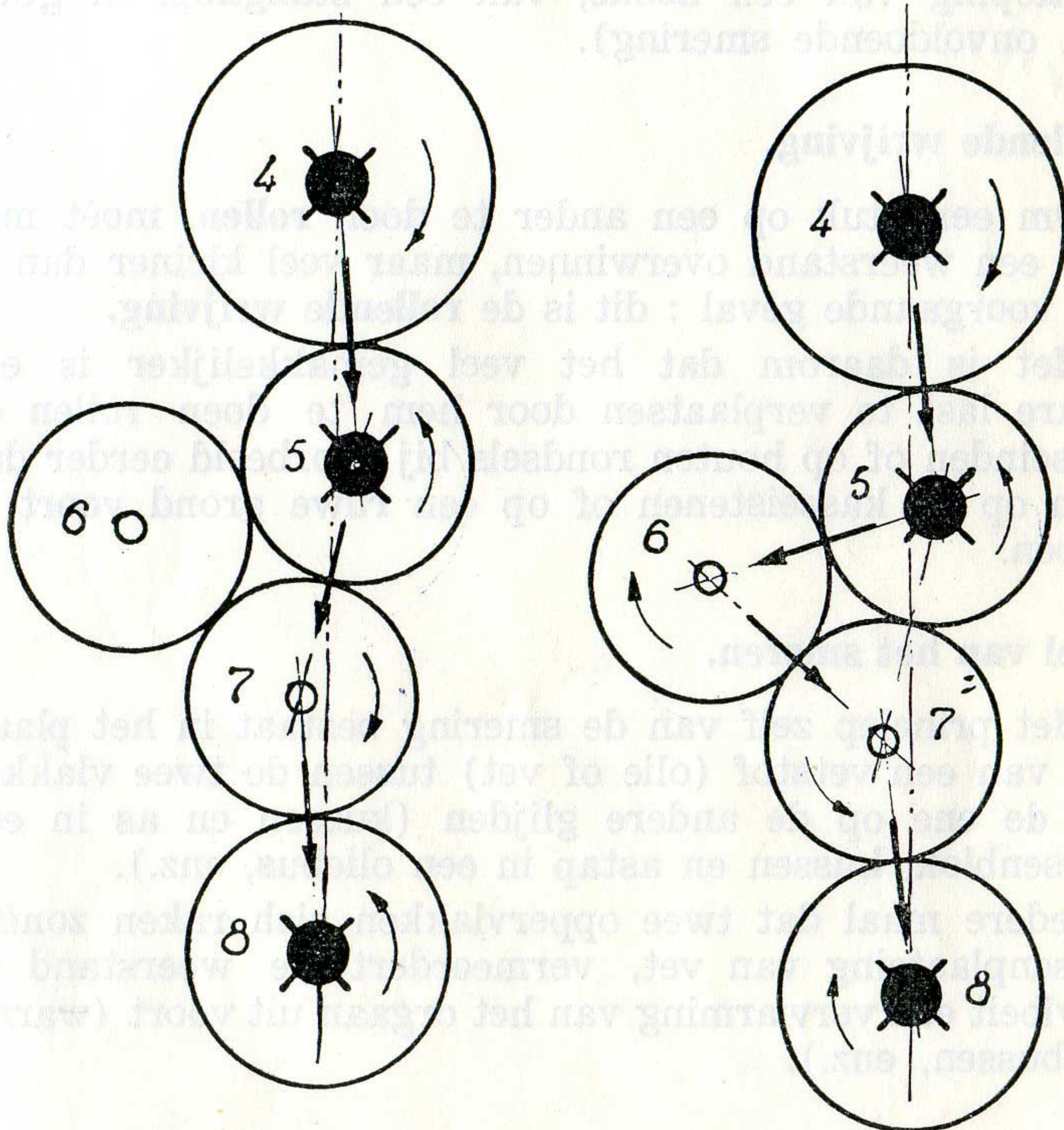


fig. 12

fig. 13

### 13 Slepende wrijving (Glijwrijving).

Om een lichaam dat op een ander rust te doen glijden, moet er een weerstand overwonnen worden die afhangt van de aard der twee lichamen, van de steundrukking en van de staat van hun vlakken.

Deze weerstand zal zeer groot zijn voor ruwe lichamen, gemiddeld voor twee harde en effen stukken, klein wanneer er zich een laag vet of olie tussen bevindt.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 14.

Deze weerstand wordt genoemd **slepende** of **glijwrijving**.

Om deze wrijving te overwinnen, moet er arbeid ontwikkeld worden die zich omzet in warmte (voorbeeld : heetloping van een asbus, van een stangkop, in geval van onvoldoende smering).

## 14 Rollende wrijving.

Om een stuk op een ander te doen **rollen**, moet men ook een weerstand overwinnen, maar veel kleiner dan in het voorgaande geval : dit is de **rollende wrijving**.

Het is daarom dat het veel gemakkelijker is een zware last te verplaatsen door hem te doen rollen op buiseinden of op houten rondsels bij voorbeeld eerder dan hem op de kasseistenen of op een ruwe grond voort te slepen.

## 15 Doel van het smeren.

Het principe zelf van de smering bestaat in het plaatsen van een vetstof (olie of vet) tussen de twee vlakken die de ene op de andere glijden (kussen en as in een kussenblok, kussen en astap in een oliebus, enz.).

Iedere maal dat twee oppervlakken zich raken zonder tussenplaatsing van vet, vermeerdert de weerstand en er vloeit een verwarming van het orgaan uit voort (warme oliebusen, enz.).

## 16 Weerstand tegen het rollen der treinen.

De weerstand tegen het rollen van een trein kan gesplitst worden in twee factoren :

- a) de weerstand van de locomotief;
- b) de weerstand van de gesleepte last (rijtuigen, wagens).

Deze weerstanden omvatten een deel eigen aan het voertuig, en een ander afhankelijk van de ligging van het spoor (klimming, daling, bochten).

Zij worden over het algemeen uitgedrukt in kg/t (kg weerstandskracht per ton gewicht van het voertuig).

## a) DE WEERSTAND EIGEN AAN HET VOERTUIG.

De wrijving van het voertuig op de spoorstaaf en de schokken veroorzaakt door de ongelijkheden van het spoor en de wielbanden veroorzaken de **rolweerstand**.

De wrijving van de assen op de draagkussens veroorzaakt een **binnenweerstand**, eigen aan het voertuig.

Zohaast de snelheid van een voertuig een zekere waarde overschrijdt, ongeveer 30 km/h, werkt de lucht op een belangrijke wijze in, voornamelijk op de kopoppervlakte van het voertuig : men noemt haar **weerstand van de lucht**.

De **storende bewegingen** (slingering, enz.) veroorzaken insgelijks een zekere weerstand.

Het geheel van deze weerstanden kan bepaald worden door proeven en verandert met de snelheid en met de aard van het voertuig.

De onderstaande tabel geeft, als voorbeeld, enige waarden op :

Snelheid in km/h	WEERSTAND in kg/t			
	Diesel- locomotief	bogie- rijtuig	ledige wagen	geladen wagen
10	3,8	2,80	3,61	1,65
50	5,1	3,40	7,04	3,15
100	10,8	5,20	—	—

De weerstand van een trein samengesteld uit een Diesel-locomotief van 108 t die 6 bogierijtuigen van 50 t sleept tegen 100 km/h kan als volgt berekend worden : weerstand van de locomotief :  $108 \text{ t} \times 10,8 \text{ kg/t} = 1166,4 \text{ kg}$  ;  
 weerstand van de last :  $6 \times 50 \text{ t} \times 5,20 \text{ kg/t} = 1560 \text{ kg}$  ;  
 totale weerstand :  $1166,4 \text{ kg} + 1560 \text{ kg} = 2726,4 \text{ kg}$ .

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 16.

Het te ontwikkelen vermogen kan als volgt berekend worden :

$$100 \text{ km/h} = \frac{100\,000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 27,8 \text{ m/s.}$$

$$\text{Vermogen : } 2726,4 \text{ kg} \times 27,8 \text{ m/s} = 76\,000 \text{ kgm/s} =$$

hetzij  $\frac{76\,000}{75}$  pk of ongeveer 1010 pk.

Het volstaat inderdaad zich te herinneren dat het vermogen gelijk is aan de arbeid per seconde, en dat de arbeid gelijk is aan de ontwikkelde kracht vermenigvuldigd met de lengte van de verplaatsing.

## b) BUITENWEERSTANDEN.

Een voertuig zal zich in een bocht moeilijker verplaatsen dan in rechte lijn omdat de wielen zijwaarts tegen de spoorstaven wrijven.

De bocht veroorzaakt een **bijkomende** weerstand uitgedrukt in kg/t en gelijk aan  $\frac{750}{R}$  waarin R gelijk is

aan de straal van de bocht.

Voorbeeld : de weerstand van een rijtuig van 45 t in een bocht van 1250 m is gelijk aan :

$$45 \text{ t} \times \frac{750}{1250} \text{ kg/t} = 27 \text{ kg.}$$

De theorie toont aan dat elke mm **helling** de weerstand van het rijtuig verhoogt met 1 kg/t.

Elke mm **daling** vermindert daarentegen de weerstand met 1 kg/t.

Voorbeeld : een trein van 600 t (locomotief inbegrepen) heeft een totale weerstand van 4200 kg op platte baan en in rechte lijn (7 kg/t).

Welke is de weerstand wanneer hij bolt op een helling van 16 mm per meter ?

$$\text{Hij wordt } (600 \times 7 \text{ kg/t}) + (600 \times 16 \text{ kg/t}) = 600 \times 23 \text{ kg/t} = 13\,800 \text{ kg.}$$

Wanneer dezelfde trein het hellend vlak van Luik tot Ans beklimt (ongeveer 33 mm/m) dan wordt zijn weerstand :

$$600 \times (7 + 33) = 24\,000 \text{ kg.}$$

Hij is dus meer dan vervijfvoudigd.

De weerstand van een trein samengesteld uit een Diesel-locomotief van 108 t die een last sleept van 900 t beladen tremelwagens (talbots) op een platte baan en in rechte lijn tegen 50 km/h, kan als volgt berekend worden :

weerstand van de locomotief :  $108 \text{ t} \times 5,1 \text{ kg/t} = 551 \text{ kg}$ ;

weerstand van de last :  $900 \text{ t} \times 3,15 \text{ kg/t} = 2835 \text{ kg}$ ;

totale weerstand :  $551 \text{ kg} + 2835 \text{ kg} = 3386 \text{ kg}$ .

Het overeenstemmende vermogen bedraagt :

$$\frac{50\,000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \times 3386 \text{ kg} = 46\,800 \text{ kgm/s}$$

hetzij  $\frac{46\,800}{75}$  of 620 pk.

Wanneer deze trein op een helling van 16 mm/m rijdt en in een bocht van 500 m straal, dan zal de weerstand aanmerkelijk verhogen en het vermogen van de locomotief zal onvoldoende zijn om de snelheid van 50 km/h te kunnen behouden; deze snelheid zal verminderen tot ongeveer 20 km/h.

De weerstand kan als volgt bepaald worden :

— de weerstand van de trein op platte baan werd reeds berekend en bedraagt 3386 kg (tegen een snelheid van 50 km/h) :

met een snelheid van 20 km/h wordt de weerstand van de locomotief 4 kg/t en van de wagens 2,65 kg/t; men verkrijgt :  $108 \text{ t} \times 4 \text{ kg/t} + 900 \text{ t} \times 2,65 \text{ kg/t}$  of 2817 kg;

— de weerstand te wijten aan de helling :

$$(108 \text{ t} + 900 \text{ t}) \times 16 \text{ kg/t} = 16\,128 \text{ kg};$$

— de weerstand te wijten aan de bocht :  $(108 \text{ t} +$

$$900 \text{ t}) \times \frac{750}{500} = 1512 \text{ kg};$$

# Boekje hlt

## 10. I.

Bladz. 18.

— totale weerstand :  $2817 \text{ kg} + 16\,128 \text{ kg} + 1512 \text{ kg} = 20\,457 \text{ kg}$ ;

— het overeenstemmende vermogen :

$$\frac{20\,000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \times 20\,457 \text{ kg} = 114\,800 \text{ kgm/s of}$$

$$\frac{114\,800}{75} \text{ pk hetzij } 1520 \text{ pk.}$$

## 17 Adhesie- of aanklevingskracht.

De oppervlakte van de spoorstaaf en van het wiel van een locomotief vertonen ruwheden, niettegenstaande dat ze gepolijst schijnen.

Dank zij deze ruwheden, hecht het wiel zich aan de spoorstaaf vast en doet al draaiende de locomotief vooruit gaan.

Om de weerstand tegen het rollen evenals de andere weerstanden die zich verzetten tegen de beweging van een trein te overwinnen, is er een kracht nodig die men trekkracht noemt.

De kracht moet des te groter zijn naargelang de trein zwaarder is, meer assen bevat, enz.; maar de trekkracht die een locomotief kan ontwikkelen is beperkt.

Een wiel slijpt als men er een kracht op toepast voldoende om de slepende wrijving te overwinnen.

Deze kracht is gelijk aan het deel van het gewicht van de locomotief gedragen door de drijfassen (P) vermenigvuldigd met een coëfficiënt (f) afhangende van de slepende wrijving tussen wiel en spoorstaaf.

Dit coëfficiënt wordt adhesiecoëfficiënt genoemd.

Elke kracht groter dan  $fP$  zal een sleping veroorzaken « slipping » genoemd :

Bij zeer droog weer  $f = 0,25$ .

Bij mistig weer  $f = 0,15$ .

Op vette sporen  $f = 0,10$  en soms minder.

Men kan de adhesie verhogen door zand te strooien op de spoorstaven. Een voorbeeld zal beter de belangrijkheid van de factor f doen begrijpen.

Het geheel der drijfwielen van een locomotief is belast met  $108\,000 \text{ kg}$ .



De adhesie zal zijn :

- bij droog weder : 0,25 × 108 000 = 27 000 kg;
- bij mistig' weder : 0,15 × 108 000 = 16 200 kg;
- op vette sporen : 0,10 × 108 000 = 10 800 kg.

### 18 Het nuttig effect.

Een kg kolen vertegenwoordigt een zekere hoeveelheid warmte.

Wanneer men een kg kolen in een kachel verbrandt, verkrijgt men practisch niet al de warmte die ze bevatten.

Inderdaad, de as die men bekomt bevat een hoeveelheid niet verbrande kolen, de rook die uit de kachel ontsnapt is warm en neemt dus niet gebruikte warmte weg, enz.

Er is dus verlies.

De totale hoeveelheid warmte die in de kolen vervat is kan dus als volgt ontbonden worden :

totale warmte = nuttige warmte + verlies.

In het beschouwd geval noemt men **nuttig effect**, de verhouding  $R = \frac{\text{nuttige warmte}}{\text{totale warmte}}$ .

De verhouding is altijd kleiner dan de eenheid, omdat de nuttige warmte altijd kleiner zal zijn dan de totale warmte.

Het nuttig effect wordt over het algemeen uitgedrukt in % (procent) en zal dus altijd minder dan 100 % zijn.

Het is niet alleen bij de bewerkingen van verbranding dat er verliezen ontstaan.

In een stoomlocomotief bij voorbeeld, **verbrandt** men kolen om het water te verwarmen en te verdampen.

Deze eerste bewerking gebeurt met verlies (as en warme rook).

De ketel straalt een deel uit van de warmte bevat in het water en de stoom : nieuwe verliezen.

De kracht bevat in de stoom onder druk wordt niet volledig gebruikt in de cilinders, want de stoom ontsnapt onder een zekere druk en voert alzo een deel der calorieën mede die nodig waren om het water te verwarmen en te verdampen : nieuwe verliezen.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 20.

De beweging van het mechanisme van de locomotief (zuigers, schuiven, stangen) gaat vergezeld van wrijvingsverschijnselen, hetgeen bijkomende verliezen veroorzaakt.

Al deze verliezen hebben voor gevolg dat het globaal nuttig effect van de locomotief klein is.

Het begrip van het nuttig effect kan over het algemeen beschouwd worden in om het even welke samengestelde machine (auto, railauto, motorrijtuig, elektrische en Diesellocomotief) of eenvoudige machine (benzinemotor, Dieselmotor, elektrische motor, enz.).

## B. ELEMENTAIRE ELECTRICITEIT.

### 1 De elektrische cellen.

De electriciteit uit zich soms onder vorm van natuurverschijnselen, zoals bliksem. Men brengt ze in de nijverheid voort om ze te gebruiken voor **verlichting, verwarming, drijfkracht**, enz.

De eenvoudigste industriële bron van electriciteit is de **cel** of het **element**.

Een cel is samengesteld uit een bak, met een vloeistof gevuld, waarin 2 metalen lichamen, **electroden** genaamd, gedompeld zijn. De vloeistof wordt **electrolyet** genoemd.

Men kan een cel als volgt samenstellen :

In een glazen bak, gevuld met verdund zwavelzuur, dompelt men een koperen en een zinken plaat, er voor zorg dragend dat ze elkander niet raken. Een zaklampgloeilampje, in een lamphouder geplaatst en door koperen draden met de electroden verbonden, zal branden, en alzo het bestaan aantonen van een elektrische stroom.

Men geeft een naam aan elke electrode; de een wordt **positieve** en de andere **negatieve** genoemd. Men heet ze insgelijks **positieve pool** en **negatieve pool**.

Bij overeenkomst wordt aangenomen dat de **stroom**, buiten de cel, van de positieve electrode naar de negatieve electrode vloeit.

Om het vervoer van cellen te vergemakkelijken doet men er poreuze lichamen in (in zekere gevallen zaagmeel).

Deze cellen worden alsdan **droge cellen** genoemd. Men gebruikt ze om zaklampen, bellen, enz. te voeden.

Op de elektrische schema's, wordt de cel aangeduid zoals aangegeven in fig. 1. (De twee verticale streepjes stellen de electroden voor).

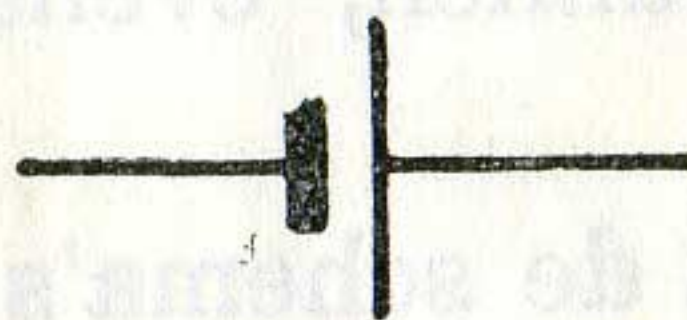
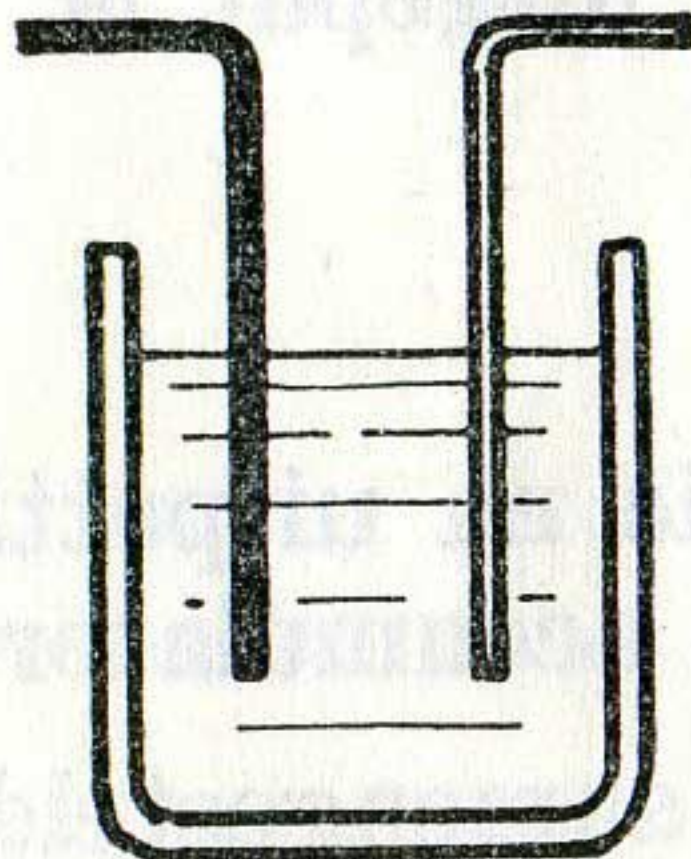


Fig. 1.

Men kan het effect der cellen verhogen door er verschillende in **serie** te verbinden : daartoe verbindt men de positieve pool van de eerste aan de negatieve van de tweede, de positieve van de tweede aan de negatieve van de derde, enz. (fig. 2).

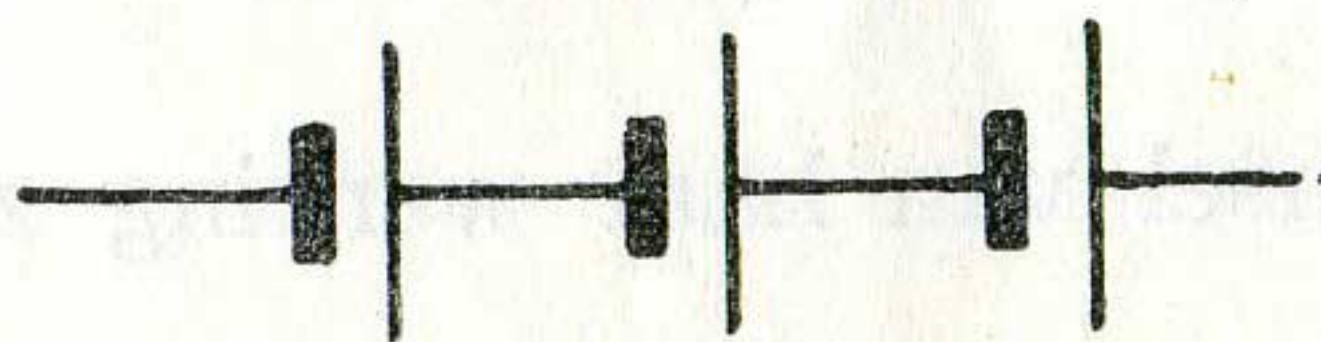
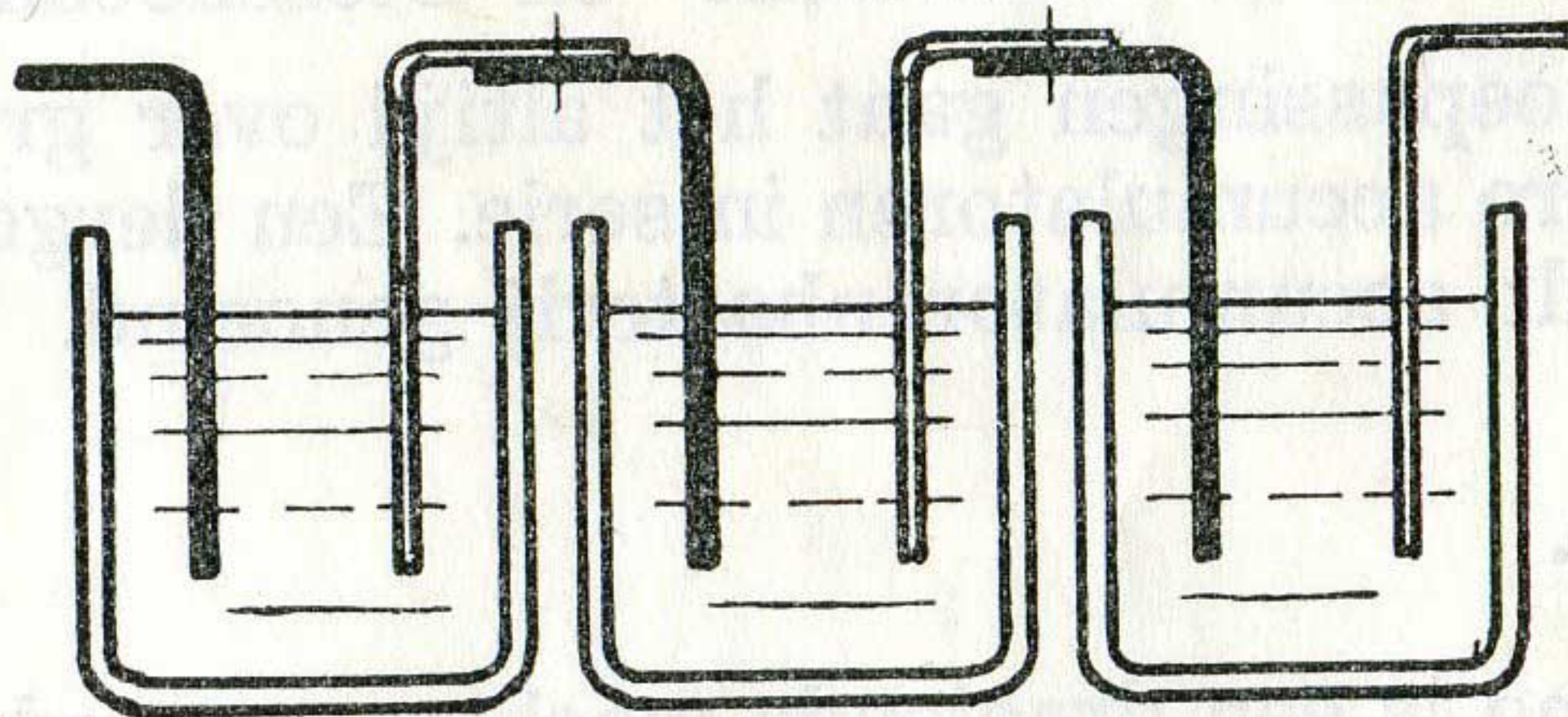


Fig. 2.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 22.

De uitslag van een dergelijke groepering kan aangetoond worden door de verlichting te vergelijken van een zelfde gloeilamp eerst aangesloten op een cel, en daarna op twee cellen in serie.

De cellen kunnen niet oneindig elektrische kracht voortbrengen. Na een zekere tijd verliezen zij hun eigenschappen uit oorzaak van de scheikundige wijziging van hun samenstellende delen.

Men zegt dat de cel **uitgeput** is.

## 2 De accumulatoren.

Er bestaan cellen die na uitputting vernieuwd kunnen worden. Men noemt ze **accumulatoren**.

De eenvoudigste is samengesteld uit loden elektroden in verdund zwavelzuur gedompeld.

De accumulatoren kunnen, evenals de cellen, in serie verbonden worden.

Men stelt ze voor op de schema's zoals de cellen.

Bij de N.M.B.S. worden de accumulatoren namelijk gebruikt voor de verlichting der rijtuigen, voor het aanzetten der Dieselmotoren van de motorwagens en locomotieven, voor zekere goedertractoren van de stations, voor zekere werkplaatstractoren, voor de voeding van bepaalde kringen van de elektrische motorrijtuigen, motorwagens en de elektrische en Diesellocomotieven.

In deze toepassingen gaat het altijd over groeperingen van meerdere accumulatoren in serie. Een dergelijke groepering wordt **accumulatorenbatterij** genoemd.

## 3 De dynamo.

De dynamo is een draaiende machine, aangedreven door om het even welk middel en die elektrische energie voortbrengt.

Het grondbeginsel van haar werking zal verder uitgelegd worden.

Bij de N.M.B.S. gebruikt men haar voor het vernieuwen of herladen van de accumulatorenbatterijen. Het grootste deel der reizigersrijtuigen van de N.M.B.S. is uitgerust met een verlichtingsdynamo door een riem aangedreven en die de lampen en de accumulatorenbatterij van elk rijtuig voedt.

Een dynamo heeft insgelijks een positieve pool en een negatieve pool. Het zijn de **klemmen** van de dynamo.

De fig. 3 duidt aan hoe een dynamo op de schema's wordt voorgesteld.



Fig. 3.

#### 4 De spanning.

Doordat een lamp aangesloten op de twee polen van een cel brandt, is het een bewijs dat die polen zich in een verschillende toestand bevinden.

Men zegt dat de polen op een verschillend potentiaal zijn, dat er tussen de polen een **potentiaal verschil**, een **spanning** of een **electromotorische kracht** bestaat.

Men heeft een eenheid van spanning bepaald : het is de **volt**.

Een cel geeft ongeveer 1,4 V en een loodaccumulator-element 2 V.

De verlichting der oude rijtuigen van de N.M.B.S. is, in het merendeel der gevallen, verzekerd op 24 V (er zijn dus 12 loodaccumulatoren in serie, in een rijtuigbatterij).

De verlichtingsnetten der lokalen, stations en werkplaatsen zijn over het algemeen gevoed op 110, 130 of 220 V.

De hoofdgenerators gebruikt op de Diesel-electrische locomotieven leveren een maximumspanning van ongeveer 1000 V.

Op de geëlectrificeerde lijnen van de N.M.B.S. is de bovenleiding of rijdraad gevoed op 3000 V.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 24.

## 5 Gevaren van de electriciteit.

Men moet vermijden in aanraking te komen met de polen van een electriciteitsbron, van zodra de spanning enige tientallen volt overschrijdt.

Het gevaar wordt vergroot door zekere omstandigheden : bezweet lichaam enz.

De aanraking met leidingen op lage en bijzonder op hoge spanning kan zeer erge brandwonden of de dood door electrocutie voor gevolg hebben.

De toestellen die zich in de elektrische kasten bevinden van Diesel-electrische motorwagens en locomotieven, de tractielijnen en de toestellen op 3000 V van de elektrische locomotieven en motorrijtuigen zijn bijzonder gevaarlijk.

Bijzondere reglementen van de N.M.B.S. bepalen de toe te passen veiligheidsmaatregelen om zich te behoeden tegen de gevaren van de electriciteit.

Het personeel heeft als plicht, in zijn eigen belang en in dat van de werkmakers, zich er stipt naar te gedragen.

## 6 De voltmeter.

De spanning (t.t.z. het aantal volt) van een cel, van een accumulatorenbatterij, of van om het even welke bron van elektrische energie wordt gemeten door middel van een toestel, **voltmeter** genoemd.

De voltmeter is voorzien van een gegradueerde plaat vóór dewelke zich een naald verplaatst. De voltmeter heeft twee klemmen, die men door middel van draden verbindt aan de twee punten tussen dewelke men de spanning wil meten; de naald wijkt af en de spanning wordt afgelezen op de schaal van de plaat (fig. 4).

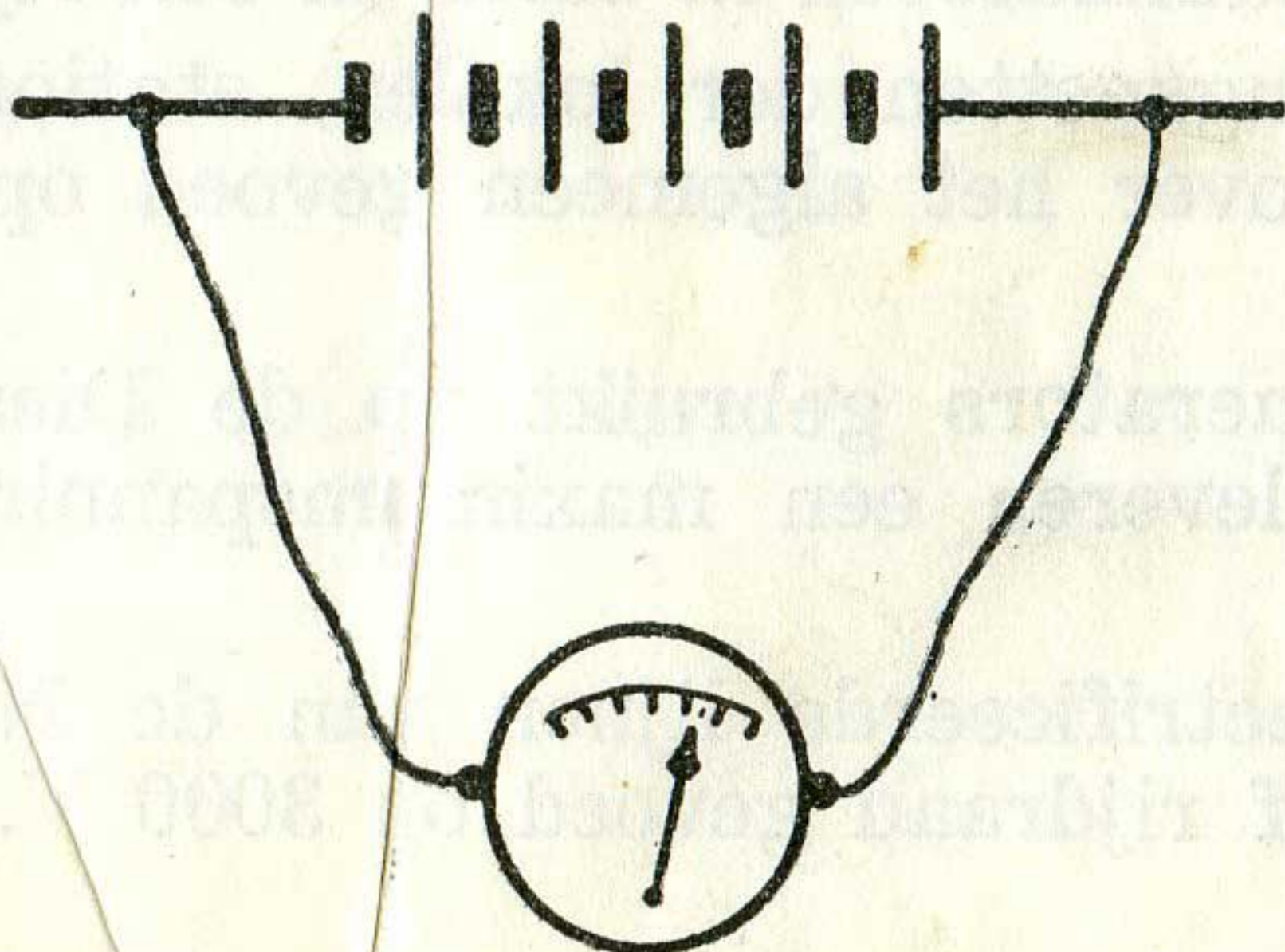


Fig. 4.

Niet om 't even welke voltmeter kan dienen om een gelijk welke spanning te meten.

De toestellen zijn gebouwd voor een maximum spanning die aangeduid is op het einde van de schaal. Men moet er b.v. zorg voor dragen, op een dynamo van 220 V geen voltmeter met grens van 100 V aan te sluiten, daar men gevaar loopt de gevoelige organen van het toestel te verbranden.

### 7 De stroom.

Wanneer men een lamp aan de twee polen van een verlichtingsnet verbindt, brandt zij.

Wanneer wij een radiator of een electricch verwarmingstoestel aan een stopcontact verbinden, worden de draden van het toestel roodgloeiend.

Men zegt dat er een electriche **stroom** door de lamp, het verwarmingstoestel, de radiator stroomt.

Bij overeenkomst neemt men aan dat, in de delen buiten de electriche energiebron, de stroom van de positieve pool naar de negatieve pool vloeit (fig. 5 — de pijlen duiden de richting aan van de stroom).

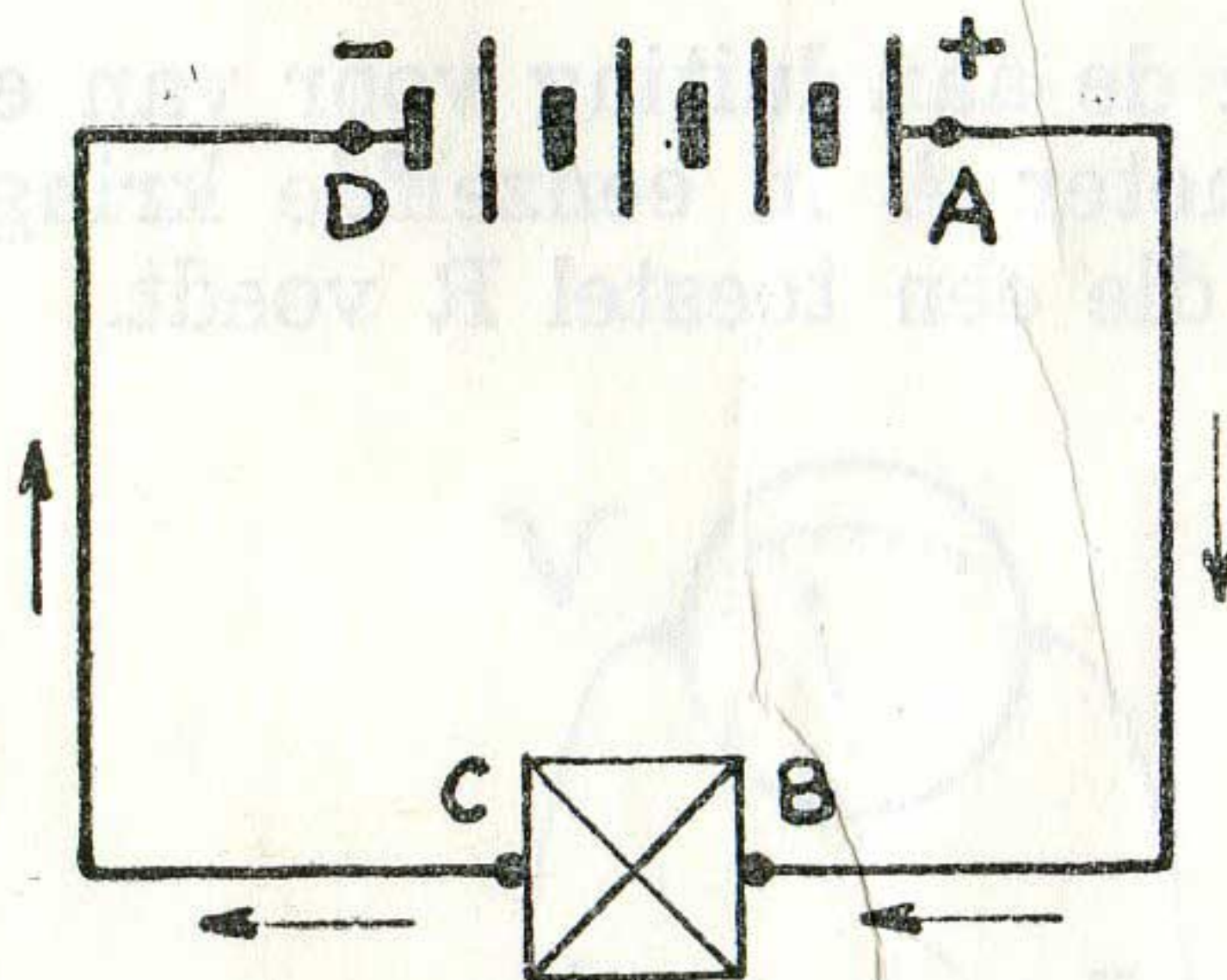


Fig. 5.

Men zegt dat de stroom min of meer intens is naar gelang zijn uitwerkingen.

De intensiteit of stroomsterkte van de stroom wordt uitgedrukt in ampère. De ampère is een eenheid van stroom.

Men gebruikt soms een kleinere eenheid, gelijk aan het duizendste deel van de ampère, en **milliampère** genoemd.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 26.

## 8 De ampèremeter.

De intensiteit van de elektrische stroom wordt gemeten door middel van een **ampèremeter**. Uiterlijk heeft hij dezelfde vorm als de voltmeter, maar de aansluiting van een ampèremeter is verschillend van die van een voltmeter.

Inderdaad, een voltmeter wordt bij voorbeeld verbonden aan de twee klemmen of polen van de electriciteitsbron, terwijl de ampèremeter moet ingeschakeld worden in de kring in dewelke men de stroom wil meten, derwijze dat de stroom er door gaat (fig. 6).

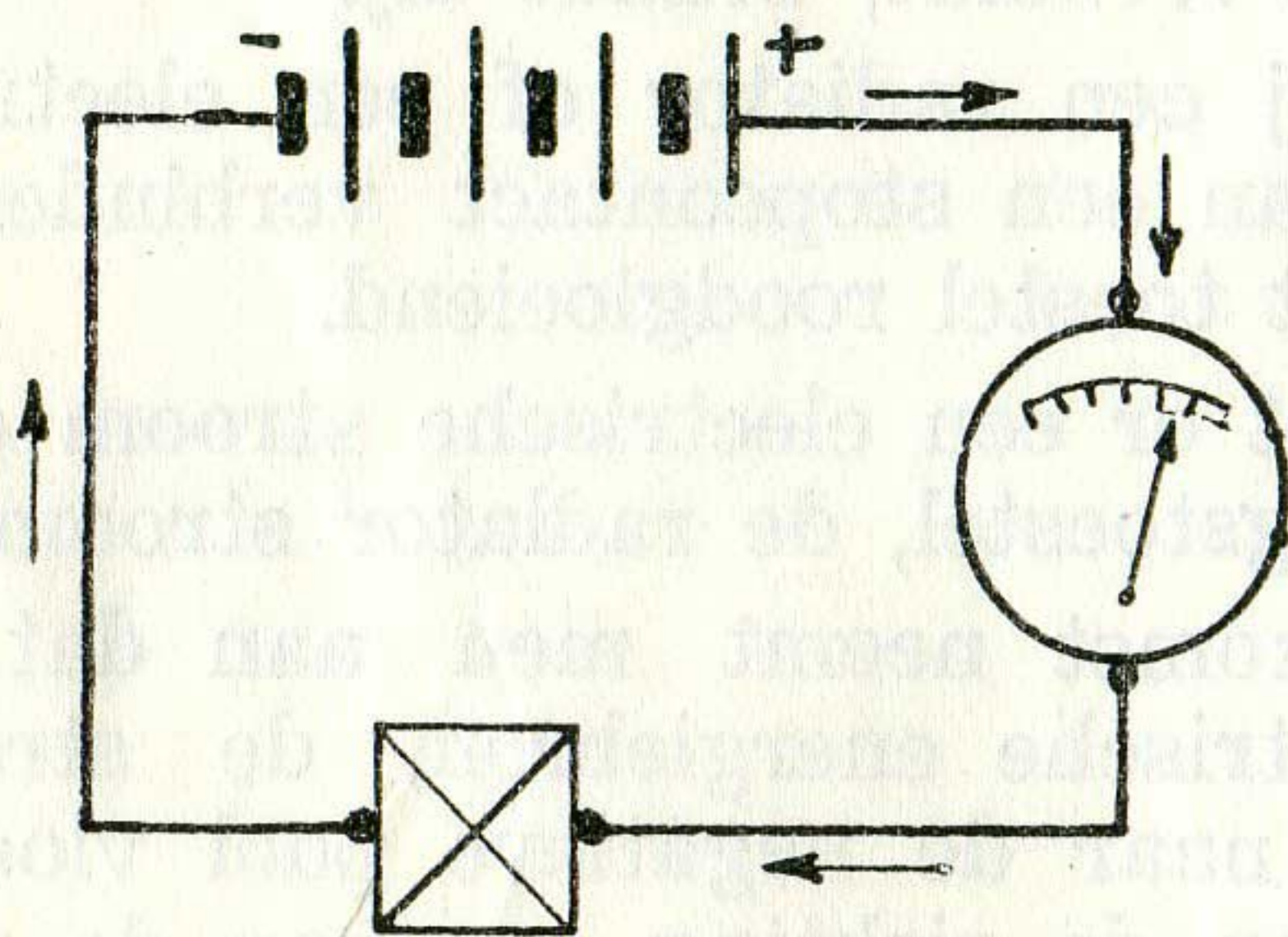


Fig. 6.

De fig. 7 stelt de aansluiting voor van een voltmeter V en een ampèremeter A in eenzelfde kring, samengesteld uit een batterij die een toestel R voedt.

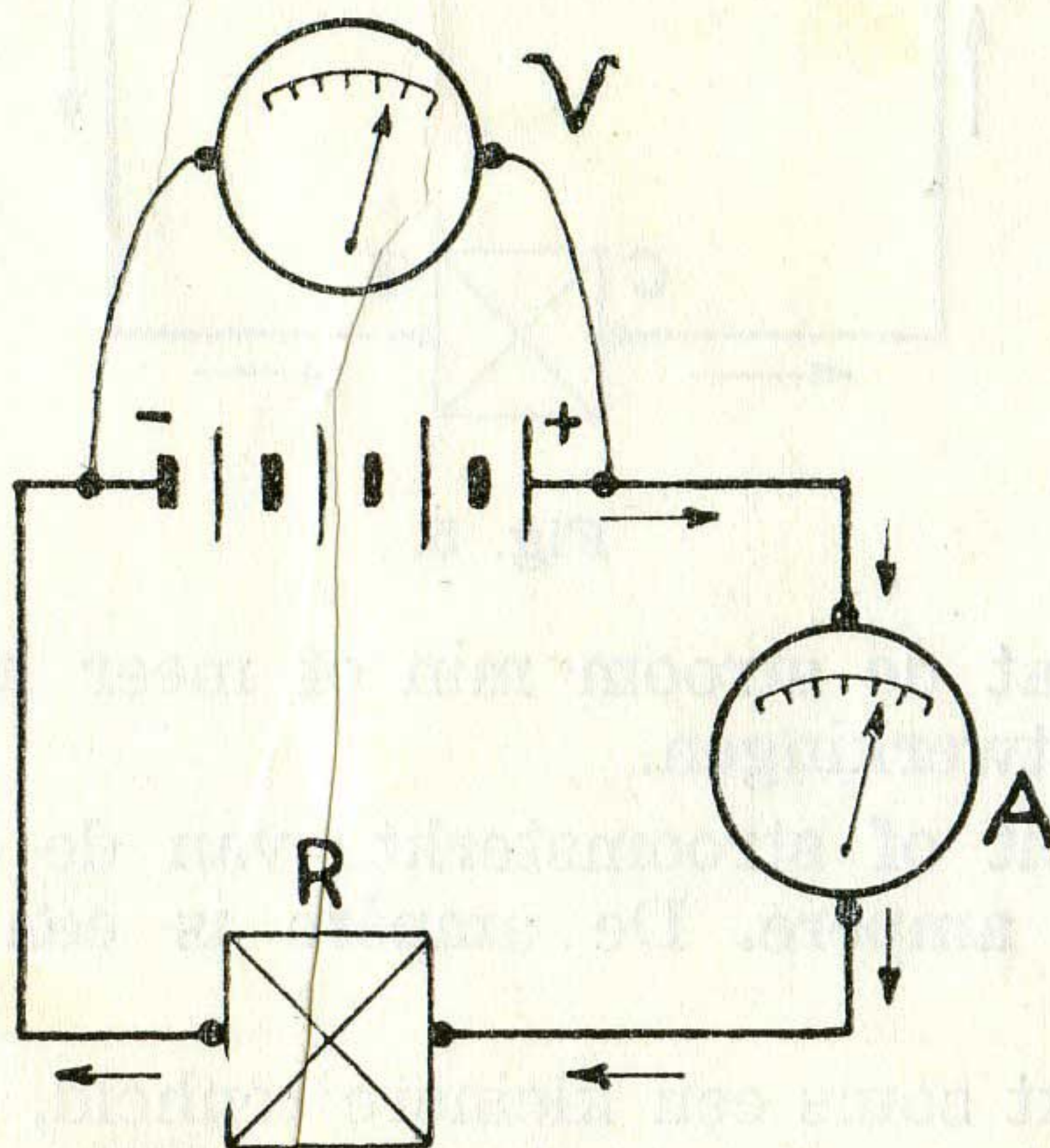


Fig. 7.



Wanneer men de spanning van een electriciteitsbron op twee verschillende plaatsen wil aflezen (bij voorbeeld in de 2 stuurposten van een locomotief), moet men twee voltmeters aansluiten zoals aangeduid in fig. 8.

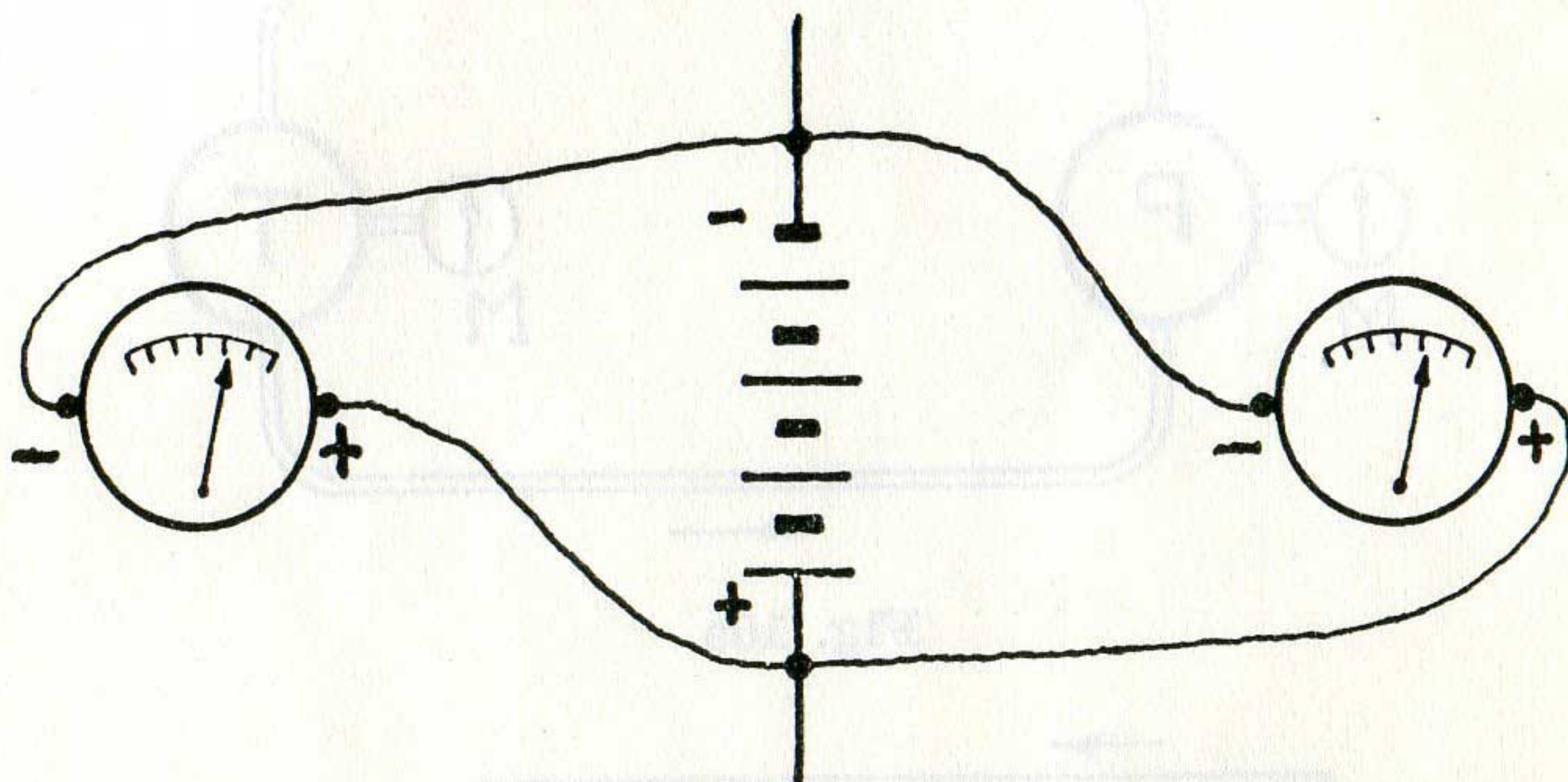


Fig. 8.

Wanneer men de stroom wil meten die door een kring vloeit op twee verschillende plaatsen, moeten de ampèremeters aangesloten worden zoals in fig. 9.

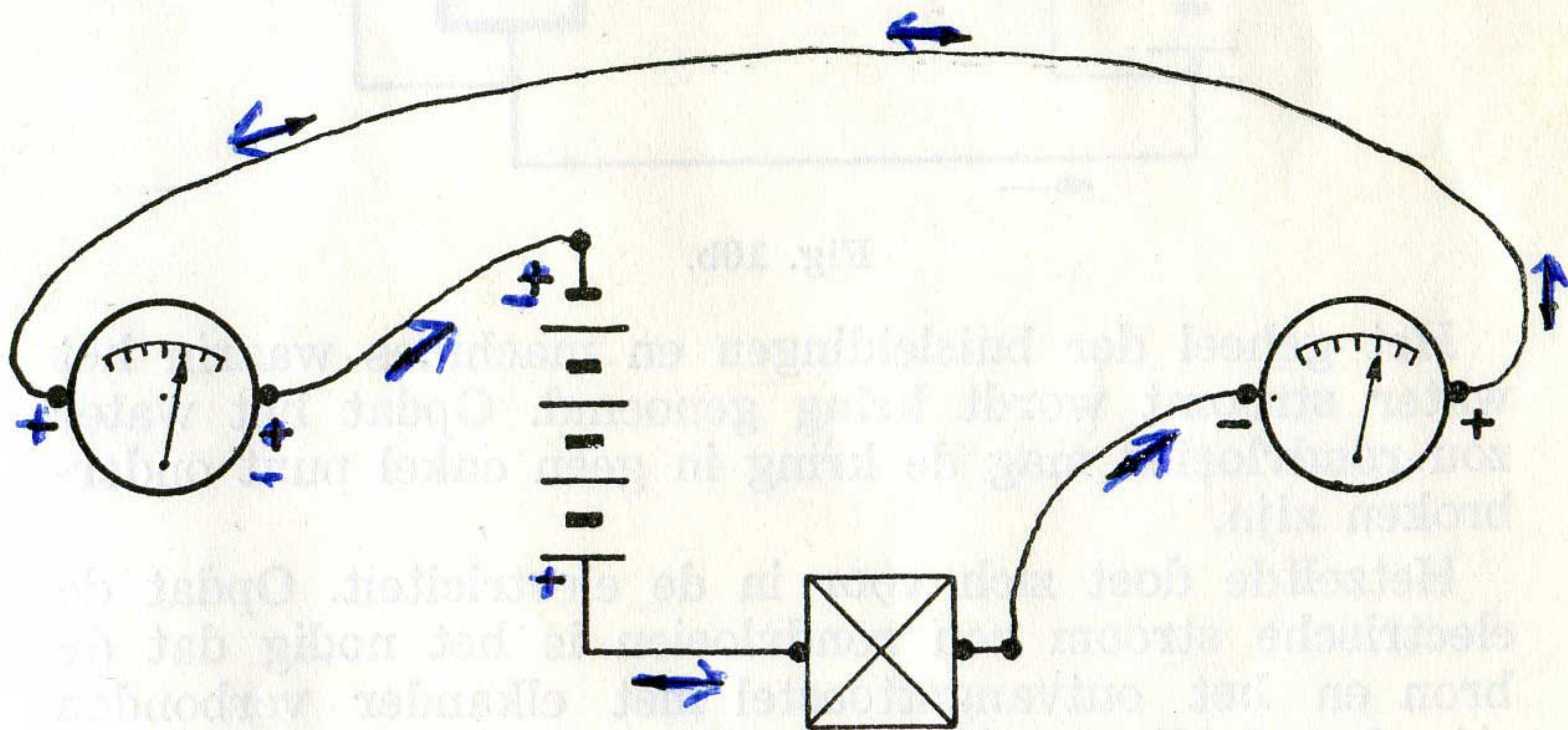


Fig. 9.

## 9 De geleiders en de kringen.

Nemen we een stelsel samengesteld uit een bron van electricische energie, van geleiders voor de overbrenging van de energie, en een ontvangstoestel (een verlichtingslamp, een radiator, een verwarmingstoestel enz.).

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 28.

Het stemt overeen met een stelsel samengesteld uit een pomp P verbonden aan een turbine T, door middel van buizen waarin het water stroomt (fig. 10a en 10b).

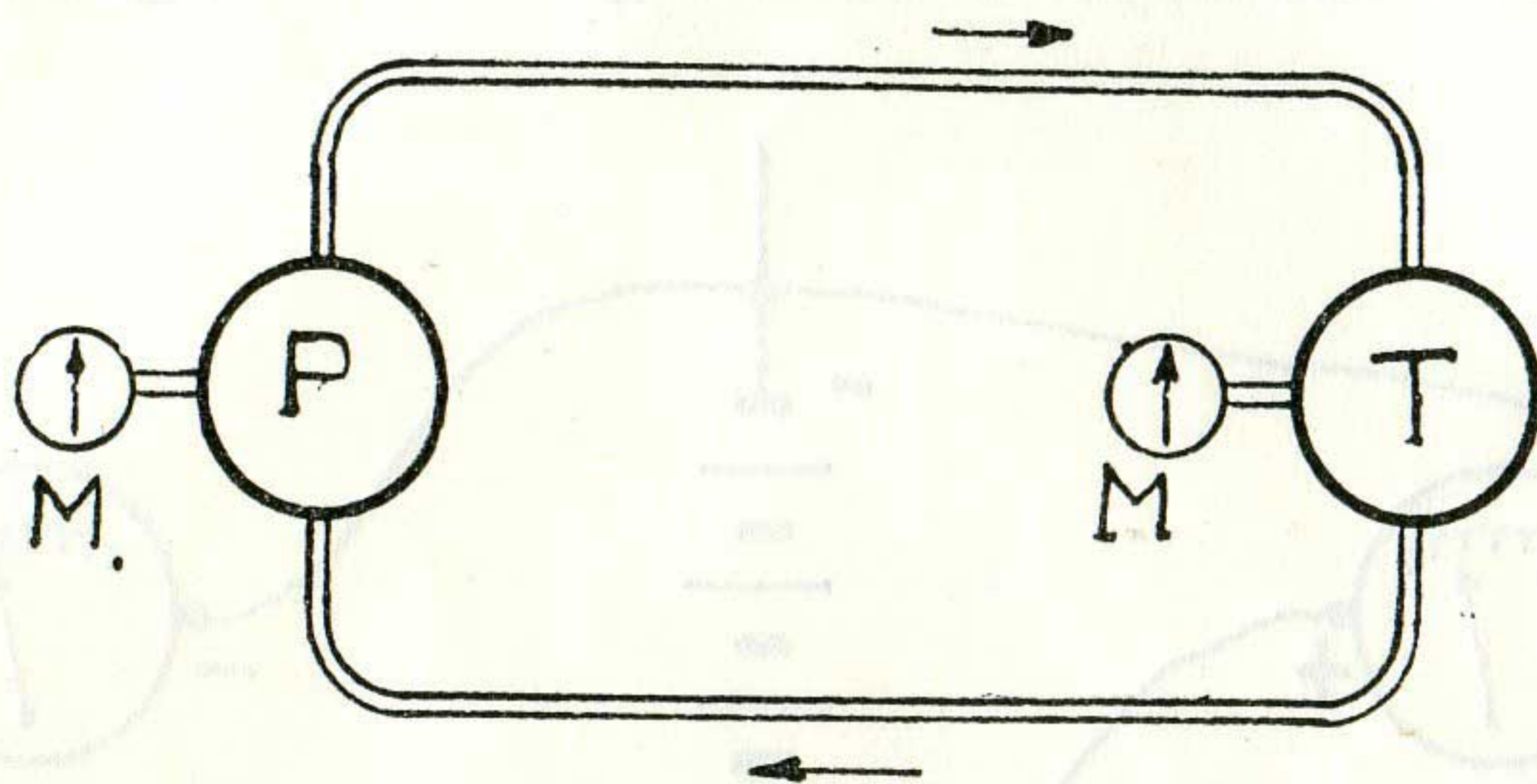


Fig. 10a.

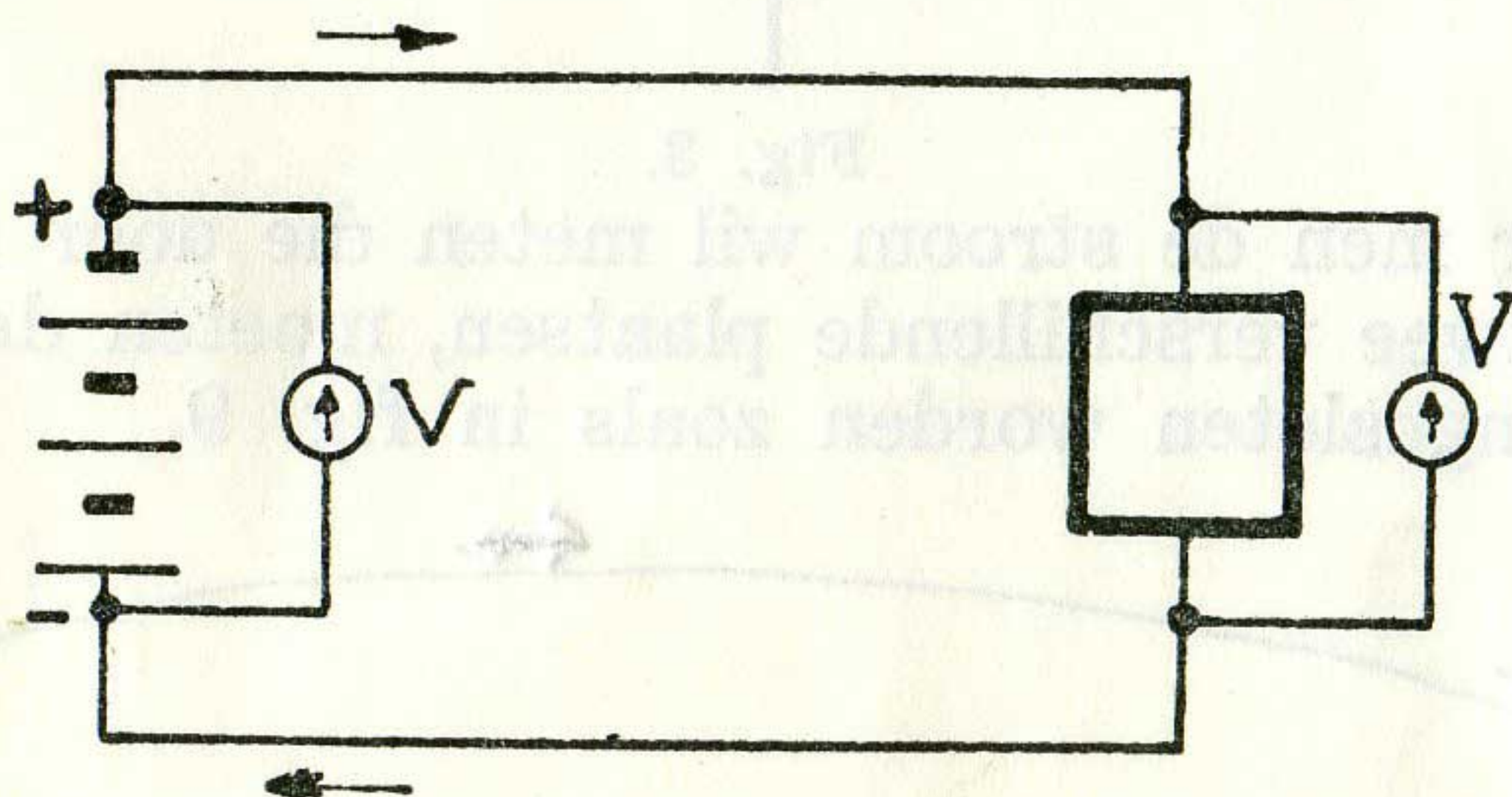


Fig. 10b.

Het geheel der buisleidingen en machines waarin het water stroomt wordt **kring** genoemd. Opdat het water zou rondvloeien mag de kring in geen enkel punt onderbroken zijn.

Hetzelfde doet zich voor in de electriciteit. Opdat de elektrische stroom zou rondvloeien is het nodig dat de bron en het ontvangstoestel met elkander verbonden zijn door leidingen die de stroom doorlaten, en dat die leidingen in geen enkel punt onderbroken zijn.

Met de **manometers M** die de druk van het water aanduiden, komen de **voltmeters V** overeen die de waarde van de **spanning** aanduiden.

Het geheel der leidingen en elektrische toestellen wordt **electrische stroomkring** of **stroomketen** genoemd.

Metalen zijn **goede geleiders** van electriciteit.

De eigenschap om de electriciteit te geleiden verschilt volgens de aard van het metaal.

Het koper is een beter geleider dan het ijzer.

Voor de luchtleidingen, gebruikt men soms **brons**, omdat brons een betere **mechanische** weerstand heeft dan koper.

### 10 De isoleerstoffen.

De lichamen, andere dan de metalen, laten de elektrische stroom niet door; men noemt ze **isoleerstoffen**.

Men gebruikt ze om de geleiders te beschermen, om te voorkomen dat men het bloot metaal aanraakt (gevaar van electrocutie), of om de geleiders te **isoleren** van de wanden of de stukken waarop men ze wil bevestigen, of om ze onderling te isoleren.

De eigenschappen en de toepassingen van enige isoleerstoffen worden hierna opgesomd : **amiant** of **asbest** is een natuurlijk product dat voorkomt onder vezelvorm. Het heeft het voordeel vuurvast te zijn. Het wordt gebruikt om de geleiders van de tractiemotoren te isoleren. Het amiant wordt ook gebruikt, na malen en vermenging met bindmiddels voor de fabricatie van **eterniet**. Het eterniet is isolerend als het goed droog is.

**Bakeliet** is een kunstmatige vuurvaste lak. Men gebruikt het om gegoten stukken te fabriceren (buizen, staven, koffertjes, enz.), 't zij in zuivere toestand, 't zij na bijvoeging van vezels van katoen, van zijde, enz.

Het bakeliet wordt insgelijks gebruikt om stoffen te drenken om ze niet-hygroscoopisch te maken, en onder vorm van isolerend vernis.

**Hout** in droge toestand is een goede isoleerstof. Men drenkt het dikwijls met bakeliet om het niet-hygroscoopisch of, anders gezegd, niet-vochttopnemend te maken.

**Caoutchouc** of **gummi** is een natuurlijk product gevormd door het sap van zekere bomen. Het is een uitmuntende isoleerstof, gebruikt in natuurlijke staat of na bijvoeging van bijzondere producten. Het heeft het nadeel brandbaar te zijn, aantastbaar door olie, en te ontaarden door aanraking met de lucht. Men brengt **kunstmatige caoutchouc** voort die deze gebreken niet heeft.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 30.

Over 't algemeen wordt er voor de kabels van het Dieselmaterieel een dubbele isolering gebruikt; een eerste laag gummi bedekt het vertinde koper van de geleider en dient als isoleerstof; een 2<sup>e</sup> laag kunstmatige gummi (néoprène) beschermt het geheel tegen de inwerking van olie en tegen de hitte.

**Katoen** is een uitstekende isoleerstof als het goed droog is. Men gebruikt het onder vorm van draad (om de geleiders te omwinden), 't zij onder vorm van weefsel. Om het tegen het vocht te beschermen, wordt het katoen gedrenkt in olie, in vernis of bedekt met een gummi-bekleding.

Scheikundig zuiver water is een isoleerstof. Zodra het de minste onzuiverheid bevat, hetgeen practisch altijd het geval is, wordt het geleidend. Dit legt zijn nadelige werking uit op de hygroscopische isoleerstoffen (amiant, katoen, hout).

**Eboniet** is een derivaat van caoutchouc (mengsel van caoutchouc en zwavel, warm samengeperst). Het doet zich voor onder vorm van een harde zwarte stof, en wordt gebruikt onder vorm van platen, buizen, enz. In warme toestand is het vormbaar. Sedert de uitvinding van het bakeliet en andere soortgelijke isoleerstoffen, wordt het eboniet nog zelden gebruikt in de electriciteitsindustrie.

**Fiber** is een mengsel van hout en bindmiddelen. Het verliest zijn isolerende eigenschappen door de vochtigheid.

**Marmer** is een natuurlijke steen gebruikt voor borden waarop men de laagspanningstoestellen bevestigt (minder dan 500 V).

**Mica** is een natuurlijk product en doet zich voor onder vorm van blinkende platen die gemakkelijk kunnen gekloven worden in dunne bladen. Het is een uitstekende isoleerstof. Het wordt in zuivere toestand gebruikt, en men mengt het dikwijls, na malen, met vernis. Men kan het alzo in bladen, buizen, enz. vormen.

**Olie** is een isolerende vloeistof wanneer ze zuiver is. Men gebruikt ze in zekere hoogspanningstoestellen.

**Papier** is een goede isoleerstof. Om zijn hygroscopticiteit te niet te doen wordt het gedrenkt in olie. Het heeft het nadeel dat het zeer brandbaar is.

**Porcelein** wordt gebruikt voor de fabricatie van isolerende steunstukken, **isolatoren** genoemd, en in elektrische toestellen.

**Glas** wordt insgelijks gebruikt voor het vervaardigen van isolatoren. Het is breekbaarder dan porcelein. Het wordt insgelijks gebruikt onder vorm van glaszijde om geleiders te isoleren.

Zekere speciale **vernissen** zijn uitstekende isoleerstoffen die men gebruikt om het hout, het katoen, enz. te drenken om het waterdicht te maken.

De **plastische stoffen** worden gebruikt, hetzij onder vorm van email voor de isolering van de draden die de wikkeling vormen der kleine motoren, hetzij onder vorm van polyvinyl voor de isolering van kabels die voornamelijk blootgesteld zijn aan de inwerking van olie.

**Silicone** is een hars dat toegevoegd aan mica of glasvezels een isoleerstof vormt die weerstand biedt aan zeer hoge temperaturen.

## 11 Draden en kabels. — Aansluiting.

De geleiders bestaan uit draden (gewoonlijk rond), uit kabels (gevormd door ineendraaiing van draden) of uit staven.

Op het rollend materieel, zijn de draden en kabels gewoonlijk geïsoleerd.

Om de geleiders gemakkelijk te kunnen verbinden aan de plaatsen van de toestellen waaraan ze moeten verbonden worden, zijn deze laatsten voorzien van schroefgesneden stangen met moeren, **klemmen** genoemd.

De uiteinden van de geleiders worden verbonden aan de klemmen, na eventueel de isolerende omspinning verwijderd te hebben, 't zij rechtstreeks, 't zij na ze voorzien te hebben van een **kabelschoen**.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 32.

De fig. 11, 12 en 13 stellen enige types van geleiders voor, klaar voor de aansluiting en enige types van klemmen.

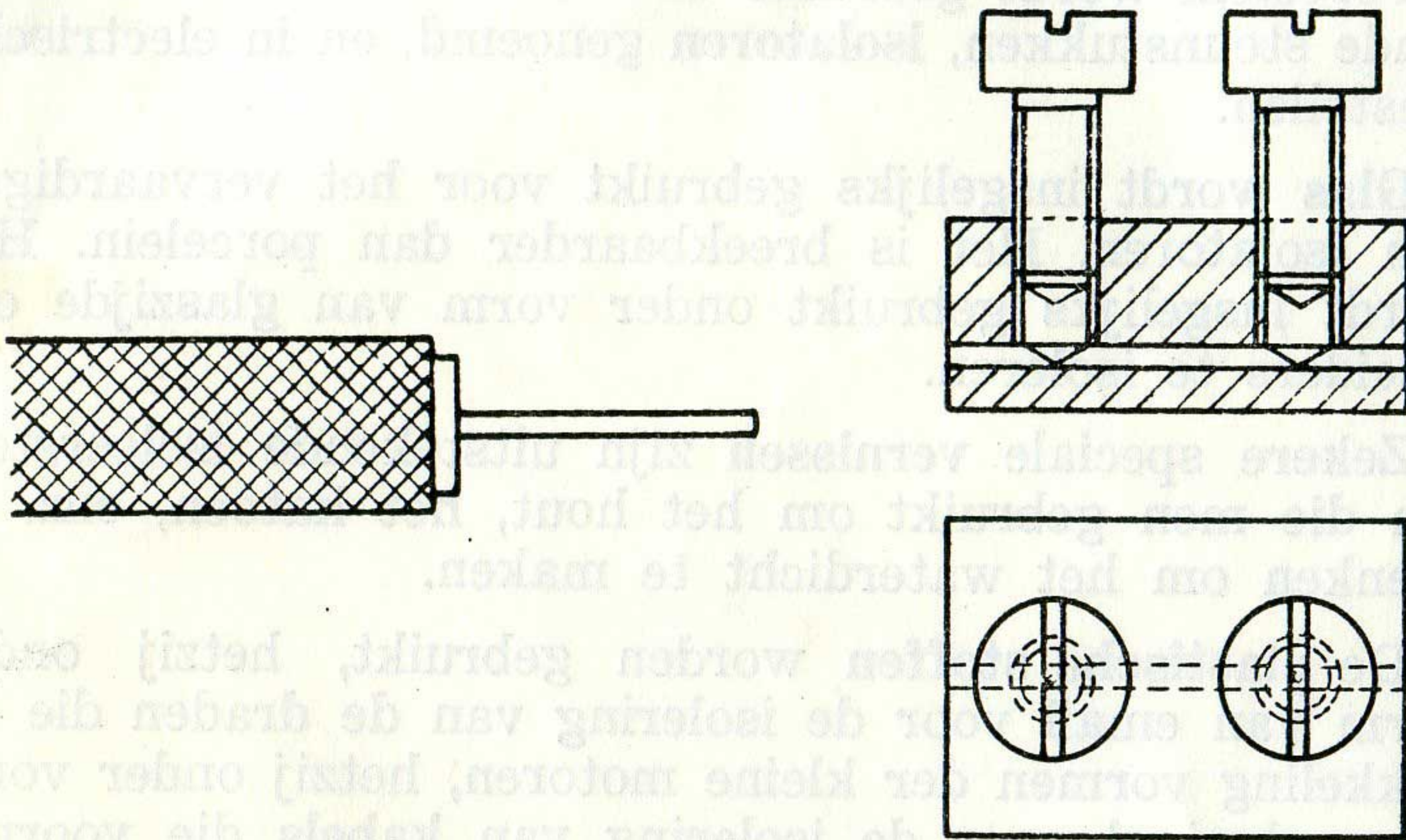


Fig. 11.

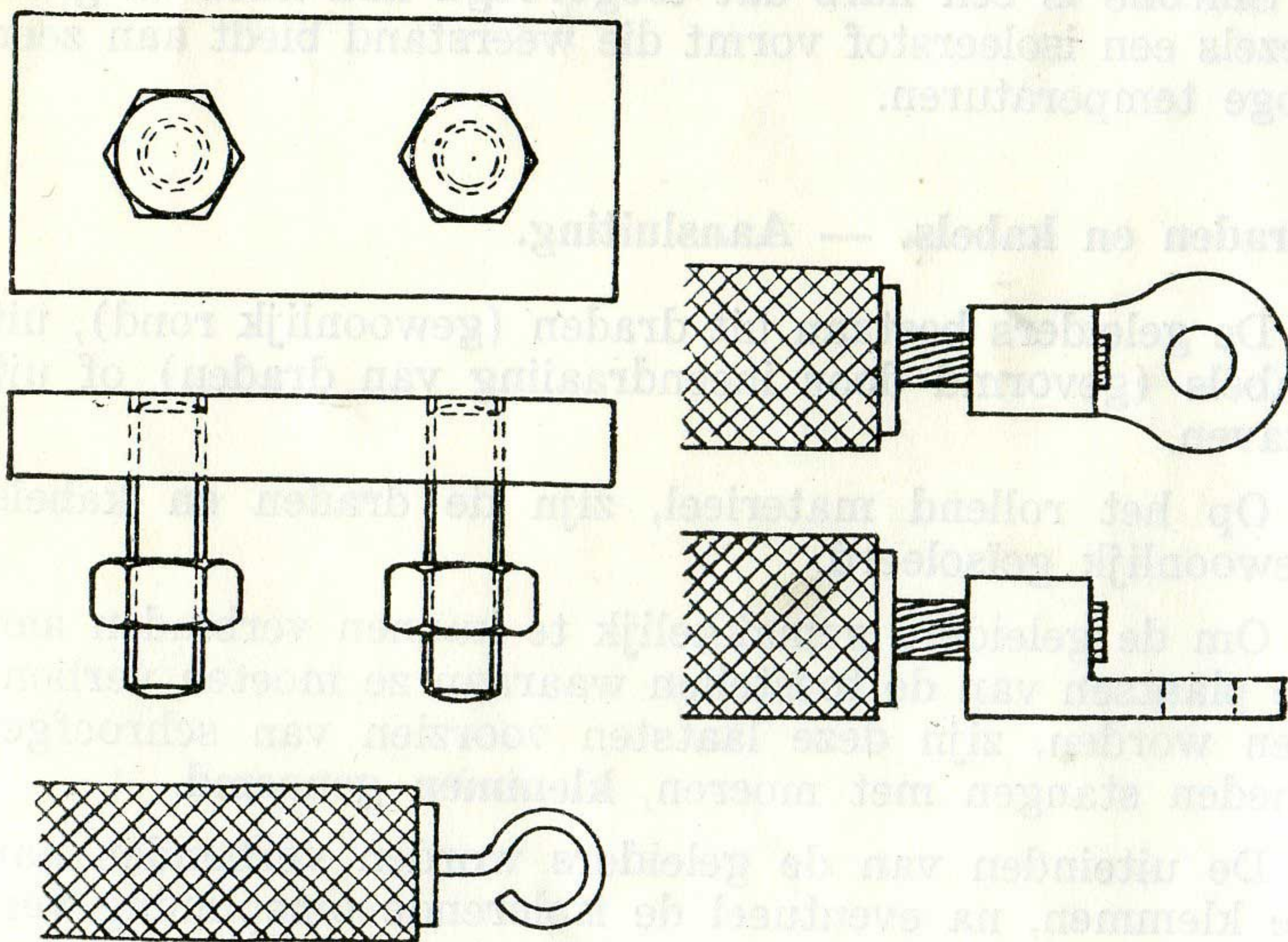


Fig. 12.

Fig. 13.

De fig. 14 wijst aan hoe men een klem op de schema's voorstelt.



Fig. 14.

## 12 De schakelaars.

Om gemakkelijk een stroom die door een electrisch toestel vloeit te kunnen onderbreken en weer in te stellen gebruikt men **schakelaars**. Zij komen overeen met de kranen en afsluiters in de water-, stoom-, gasleidingen enz.

Het is nuttig te doen opmerken dat wanneer een afsluiter of kraan de vloeistof niet doorlaat in de geleiding, men zegt dat ze **gesloten** zijn.

In de electriciteit integendeel, wanneer een schakelaar de stroom niet doorlaat zegt men dat hij **open** is.

Er zijn verschillende types van schakelaars.

In de **draaischakelaar** kan een koperen stuk 't zij een isolerende stand innemen (fig. 15a), 't zij een stand waarin het de 2 klemmen van de schakelaar met elkaar verbindt (fig. 15b).

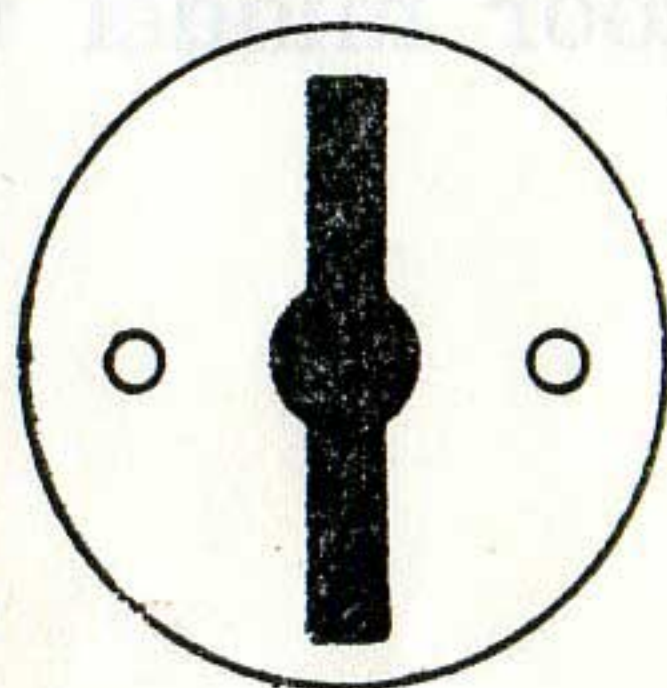


Fig. 15a.

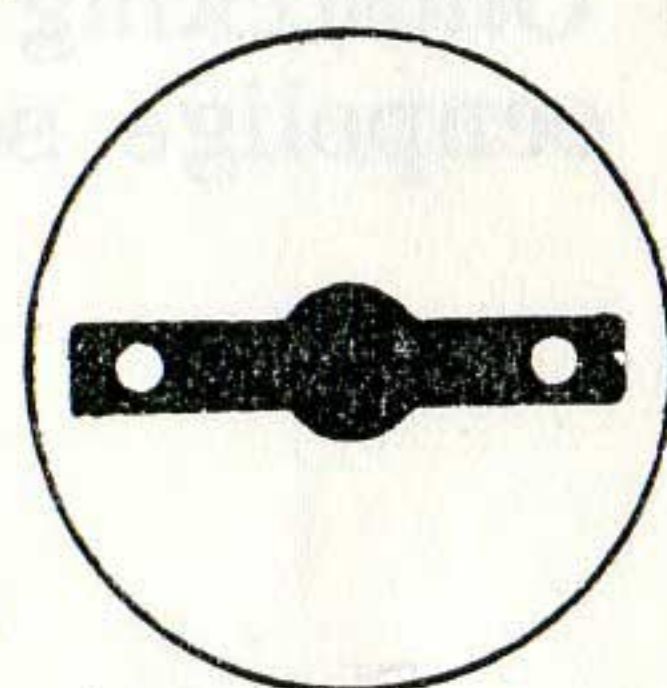


Fig. 15b.

Andere types van schakelaars zijn samengesteld uit hefboomen (fig. 16).

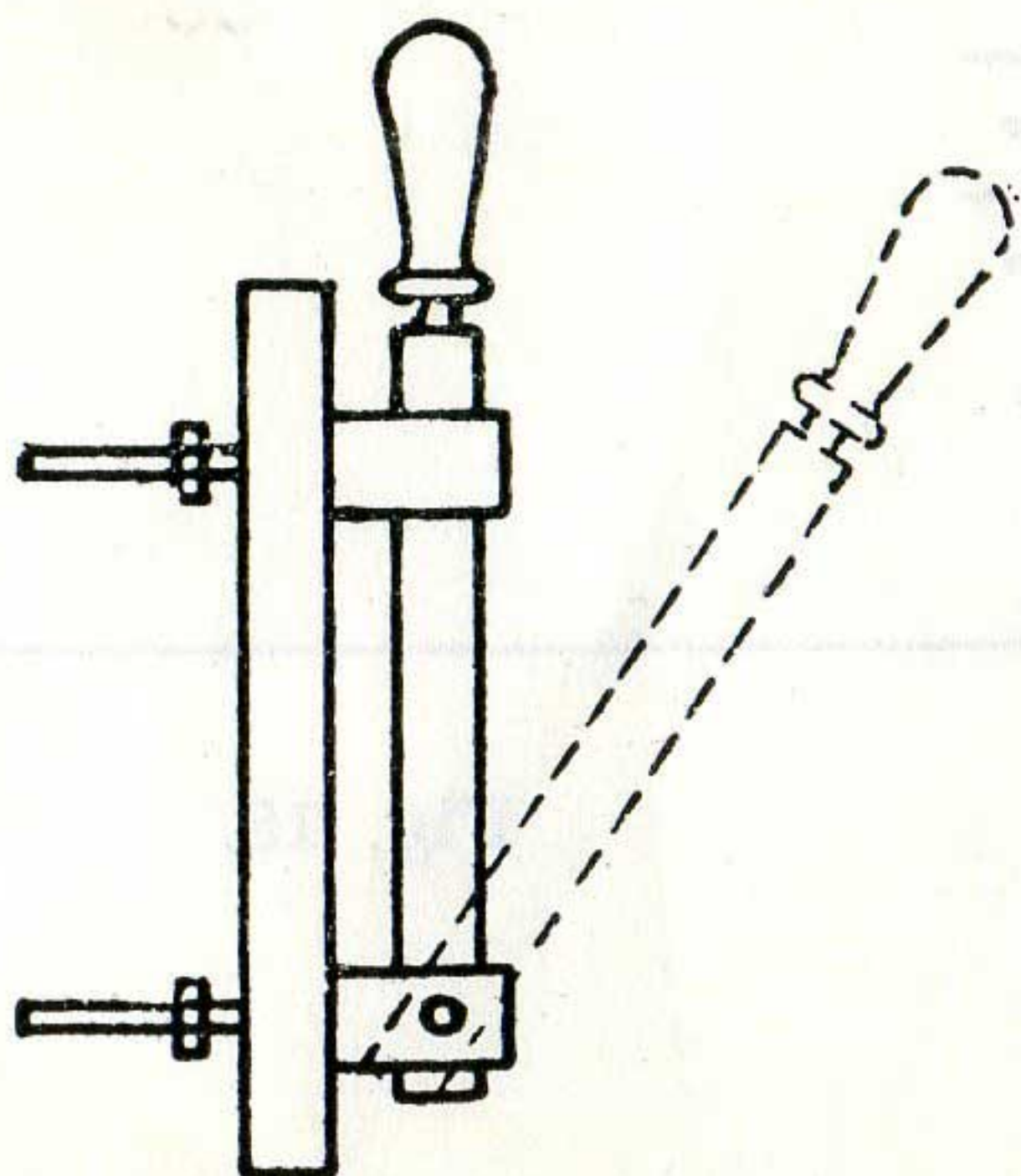


Fig. 16.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 34.

Op de schema's worden ze voorgesteld zoals aange-  
duid in fig. 17.

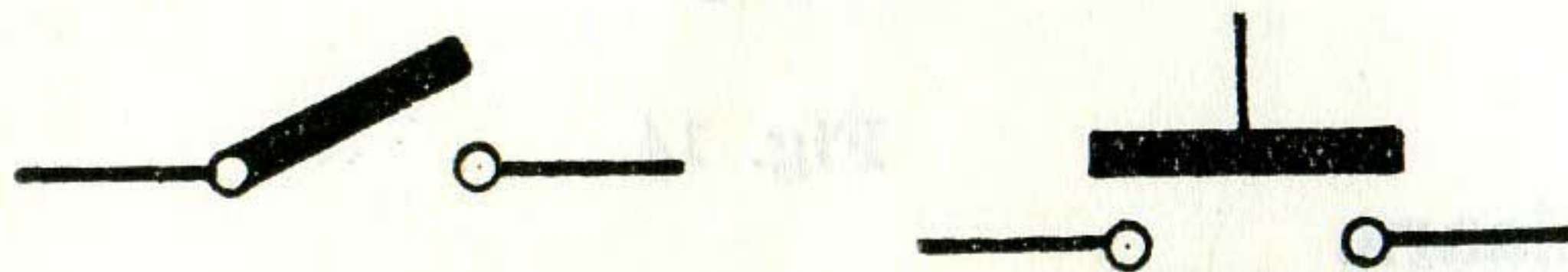


Fig. 17.

Wanneer een schakelaar één enkele kring onderbreekt  
noemt men hem **éénpolig**.

Men gebruikt soms **tweepolige** (2 kringen), of **veel-  
polige** toestellen (meerdere stroomkringen).

Zekere schakelaars zijn derwijze samengesteld dat zij  
een kring sluiten in een stand en een andere kring in  
de andere stand; men noemt ze schakelaars met 2 rich-  
tingen of omschakelaars.

De hiernavermelde schema's stellen enige toepassingen  
voor die van algemeen gebruik zijn in de inrichtingen,  
bij het aansteken van verlichtingslampen :

Fig. 18 : Ontsteking van een lamp door middel van een  
éénpolige schakelaar.

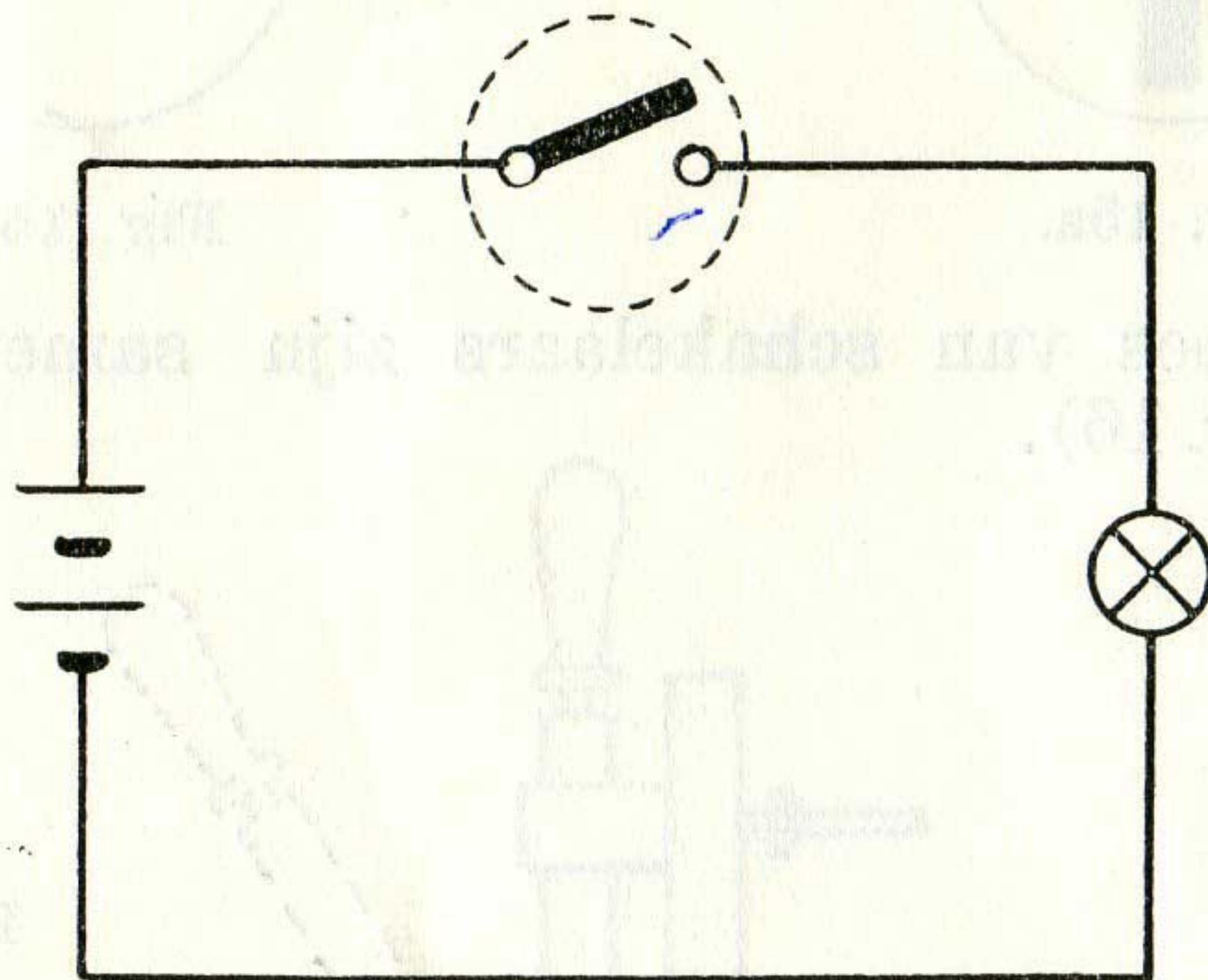


Fig. 18.



Fig. 19 : Gelijktijdige ontsteking van 2 lampen door middel van een eenpolige schakelaar.

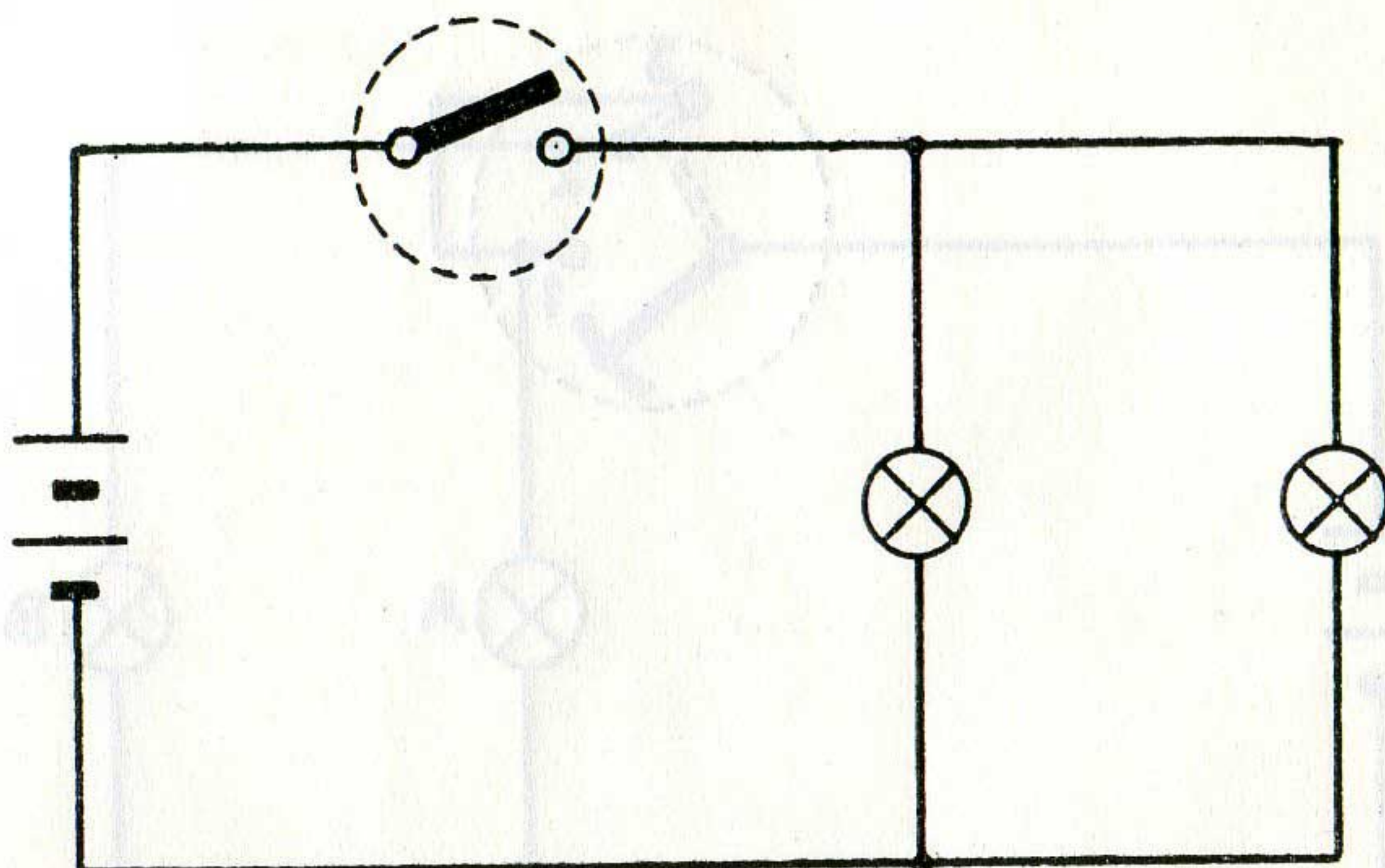


Fig. 19.

Fig. 20 : Onafhankelijke ontsteking van 2 lampen.

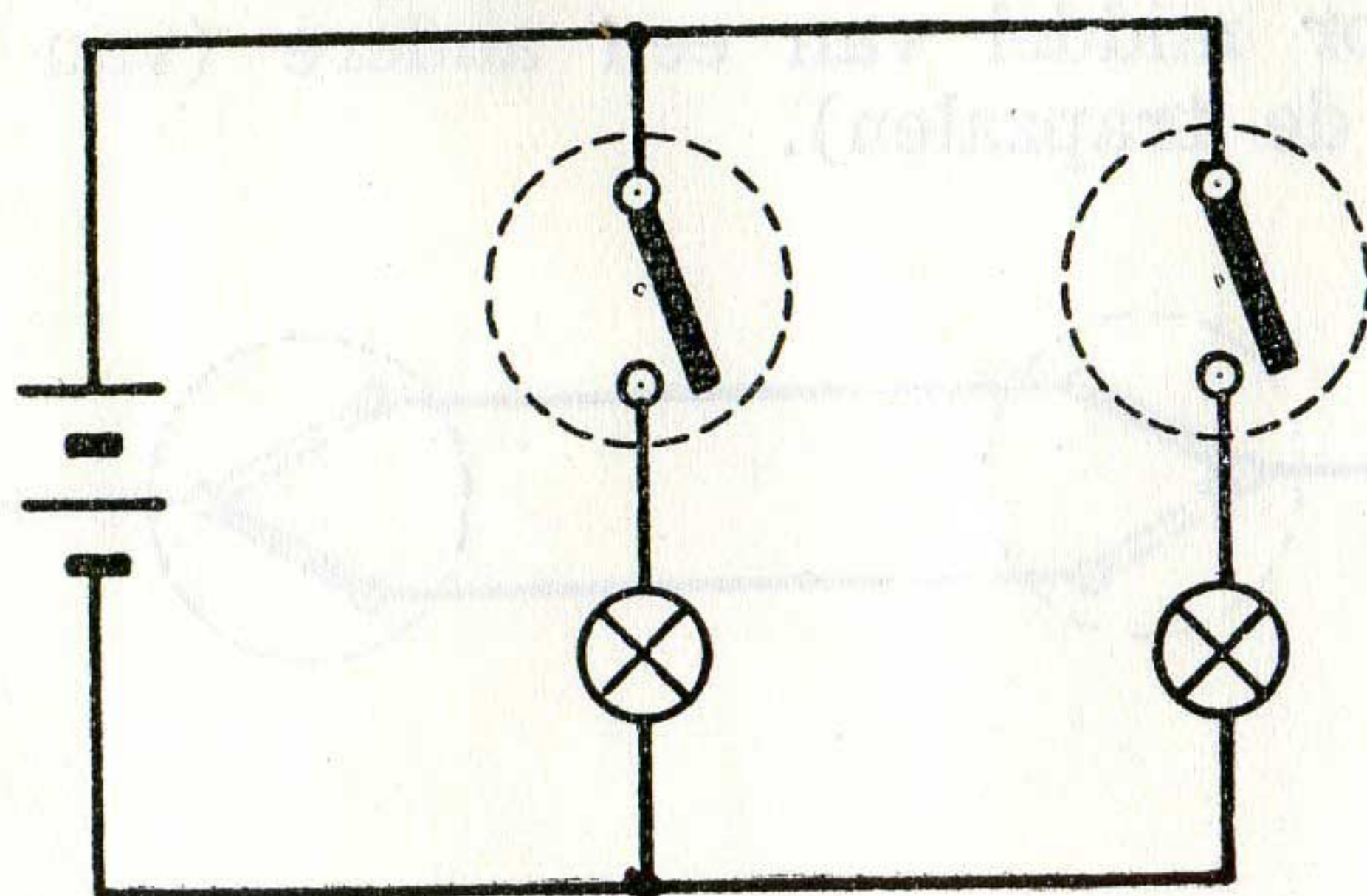


Fig. 20.

Fig. 21 : Ontsteking van een of 2 lampen afzonderlijk of te samen, door middel van één enkele schakelaar (genoemd met dubbele ontsteking). In stand 1 brandt de lamp A alleen; in stand 2

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 36.

brandt de lamp B; in stand 3 branden de 2 lampen te samen (van toepassing in luchters).

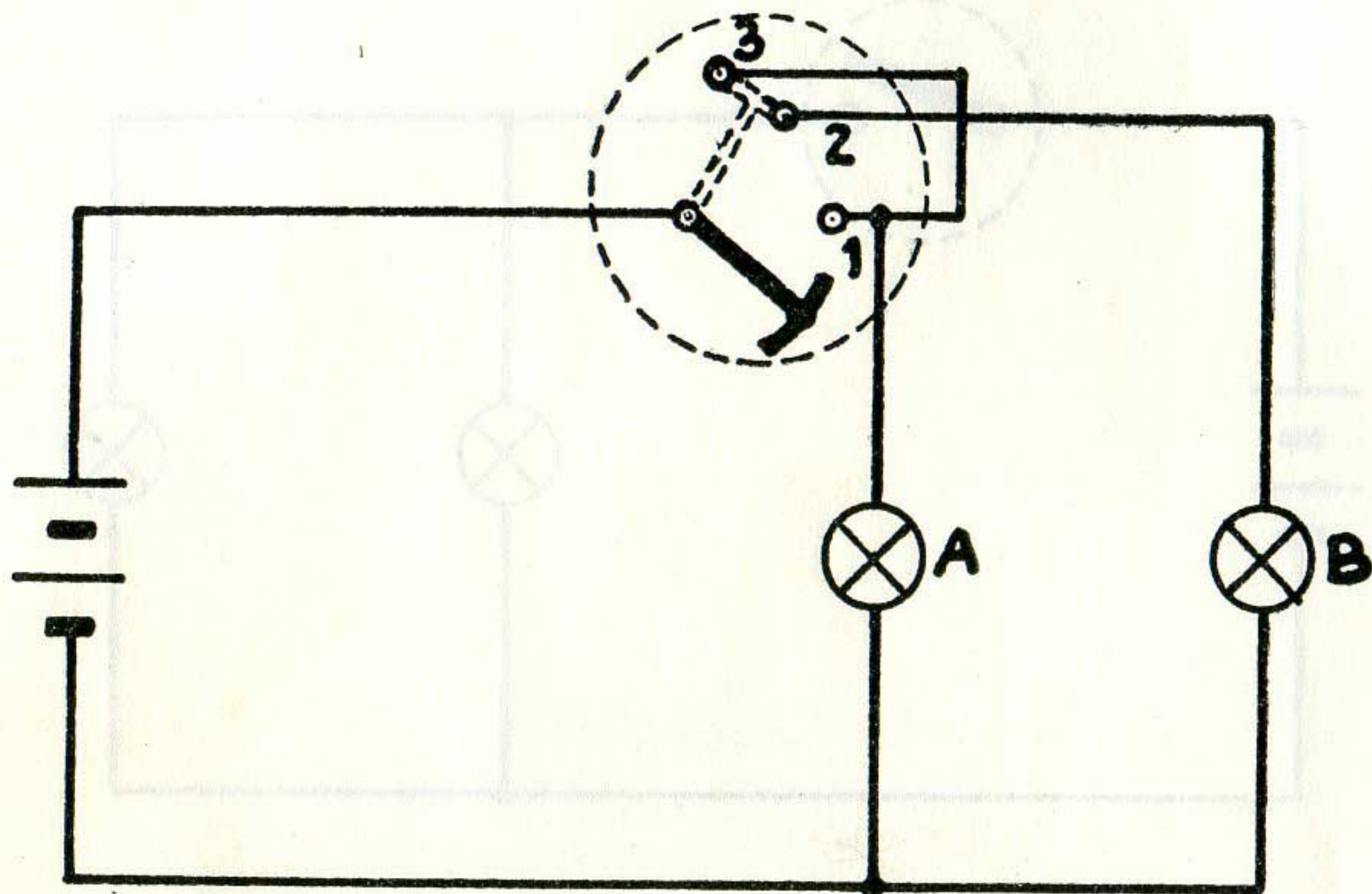


Fig. 21.

Fig. 22 : Ontsteking van een lamp door middel van een schakelaar (met 2 richtingen) en uitdoving door middel van een andere (van toepassing in de trapzalen).

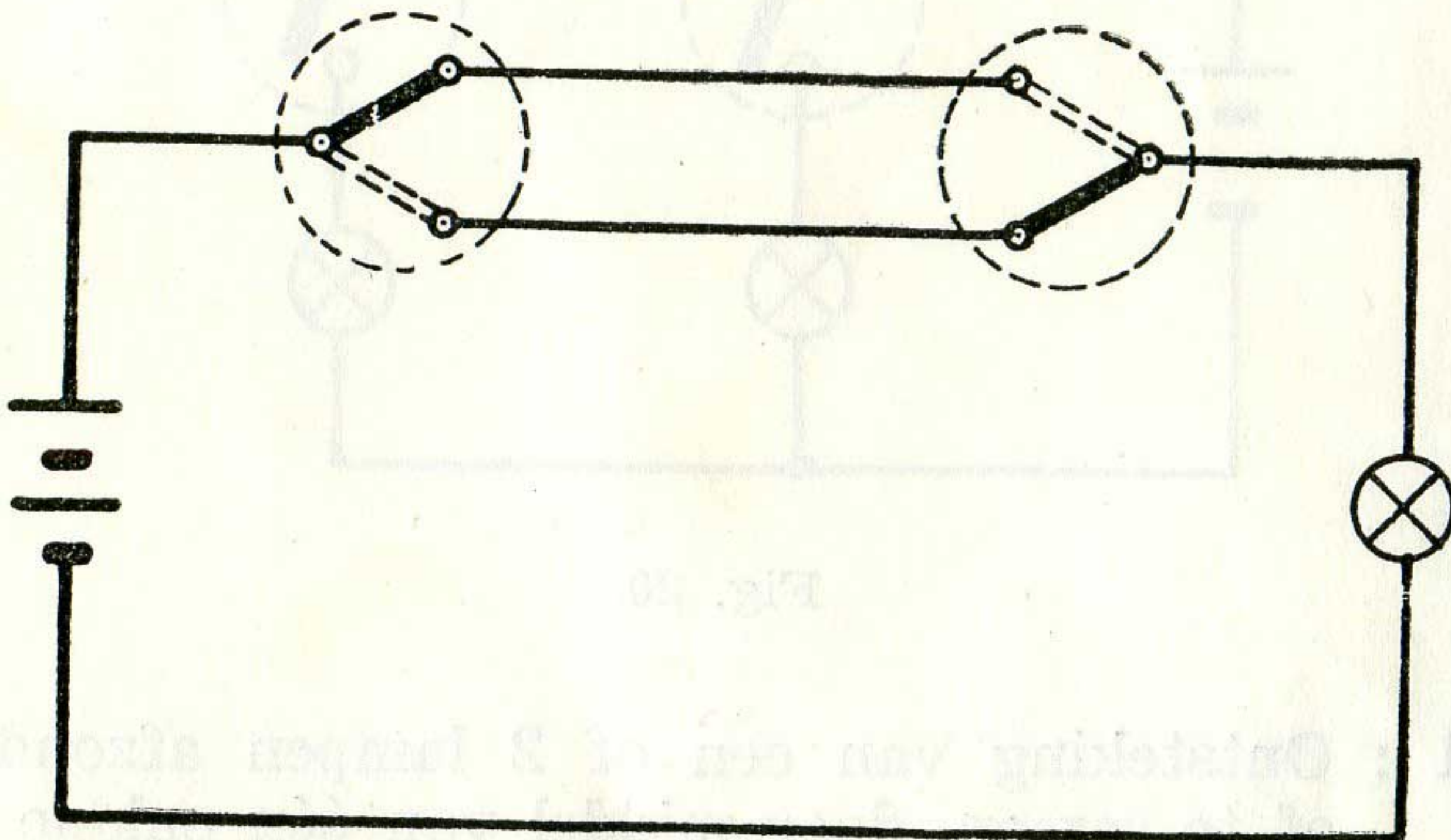


Fig. 22.

Fig. 23 : Aansluiting van eender welk toestel R door middel van een tweepolige schakelaar aan een batterij.

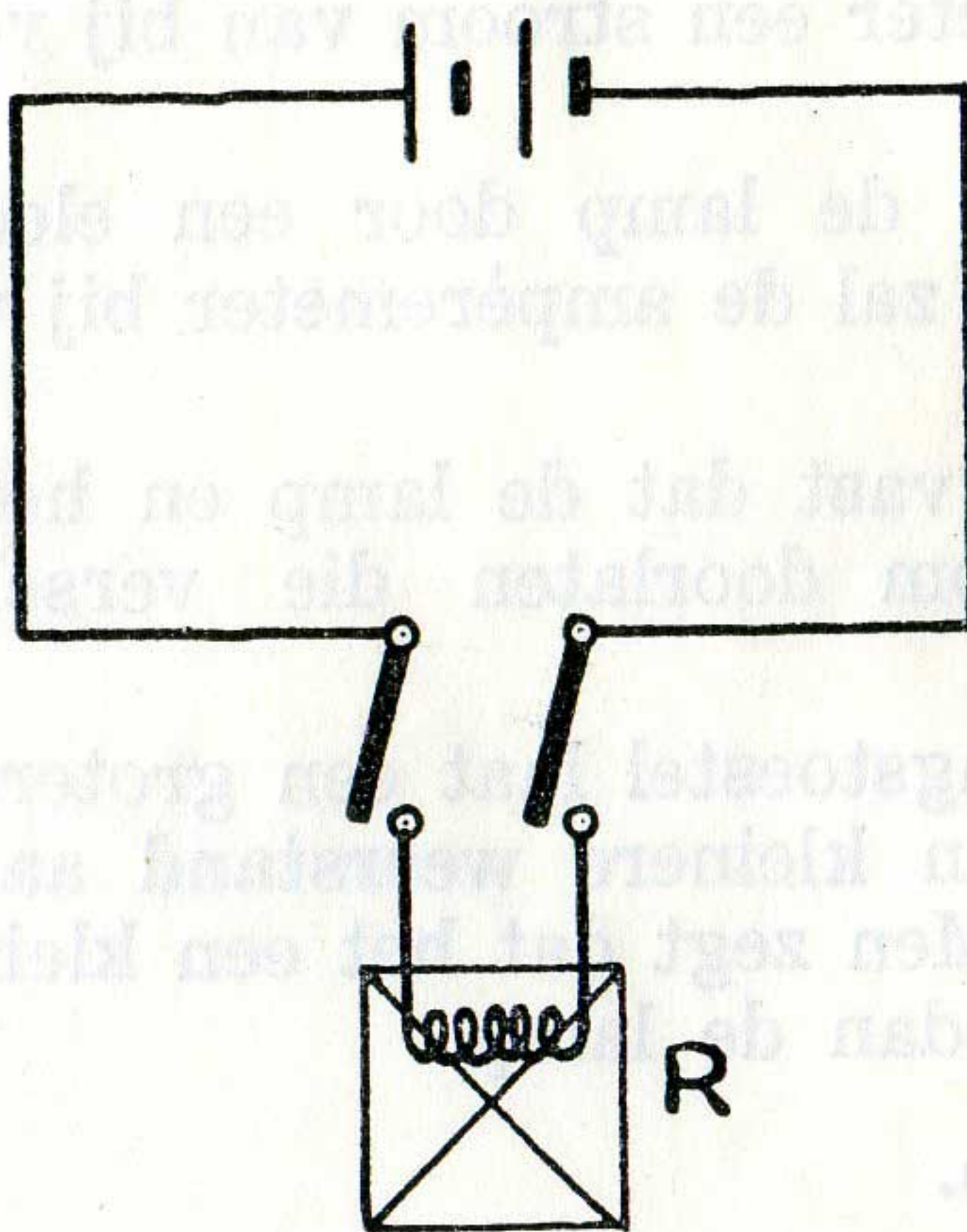


Fig. 23.

### 13 De weerstand.

Beschouwen wij (fig. 24) een kring die een electromotorische kracht  $E$  (die kan gemeten worden door middel van een voltmeter), een verbruikstoestel  $R$  (gloeilamp, verwarmingstoestel enz.) en een ampèremeter  $A$  omvat.

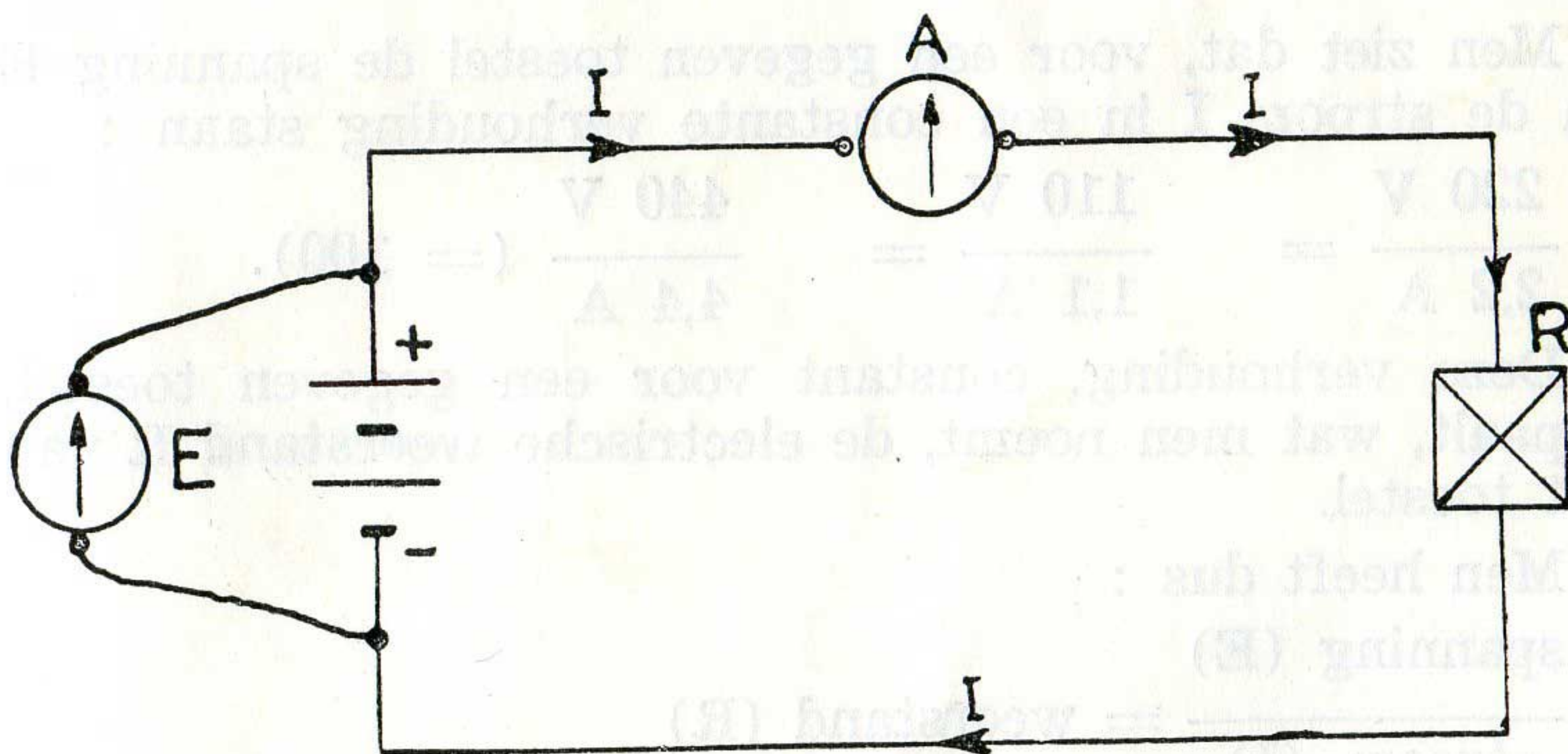


Fig. 24.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 38.

Door deze kring loopt een stroom die wij I noemen.

Nemen wij aan dat  $E = 220 \text{ V}$ .

Veronderstellen wij dat R een verlichtingslamp is, en dat de ampèremeter een stroom van bij voorbeeld 0,45 A aanwijst.

Vervangen wij de lamp door een electricch verwarmingstoestel dan zal de ampèremeter bij voorbeeld 2,2 A aanduiden.

Men stelt dus vast dat de lamp en het verwarmingstoestel een stroom doorlaten die verschillend is voor ieder van hen.

Het verwarmingstoestel laat een grotere stroom door; het biedt dus een kleinere weerstand aan de doorgang van de stroom. Men zegt dat het een kleinere electriche weerstand heeft dan de lamp.

## 14 De wet van Ohm.

Beschouwen we dezelfde kring waarin we een verbruikstoestel R behouden dat voor een spanning van 220 V een stroom van 2,2 A doorlaat.

Vervangen wij de bron van 220 V door een andere van 110 V, dan zal men vaststellen dat de stroom nog slechts 1,1 A bereikt.

Vervangen wij de bron van 110 V door een andere van 440 V, dan zal men vaststellen dat de stroom 4,4 A bereikt.

Men ziet dat, voor een gegeven toestel de spanning E en de stroom I in een constante verhouding staan :

$$\frac{220 \text{ V}}{2,2 \text{ A}} = \frac{110 \text{ V}}{1,1 \text{ A}} = \frac{440 \text{ V}}{4,4 \text{ A}} (= 100).$$

Deze verhouding, constant voor een gegeven toestel, bepaalt, wat men noemt, de electriche weerstand R van het toestel.

Men heeft dus :

spanning (E)

$$\frac{\text{spanning (E)}}{\text{stroom (I)}} = \text{weerstand (R)}$$

$$\text{of } \frac{E}{I} = R.$$

Dat is de wet van Ohm.

Men mag ze ook schrijven :

$$I = \frac{E}{R}$$

en  $E = I \times R$ .

De eenheid van weerstand wordt **ohm** ( $\Omega$ ) genoemd. Het is een weerstand die, als men aan zijn klemmen een spanning van een volt aanbrengt, een stroom doorlaat van een ampère. Men gebruikt soms veelvoud en onderverdelingen **megohm** (1 miljoen ohms) en **microhm** (1 miljoenste van 1 ohm).

De fig. 25 geeft de verschillende wijzen van voorstelling van een weerstand op de schema's.

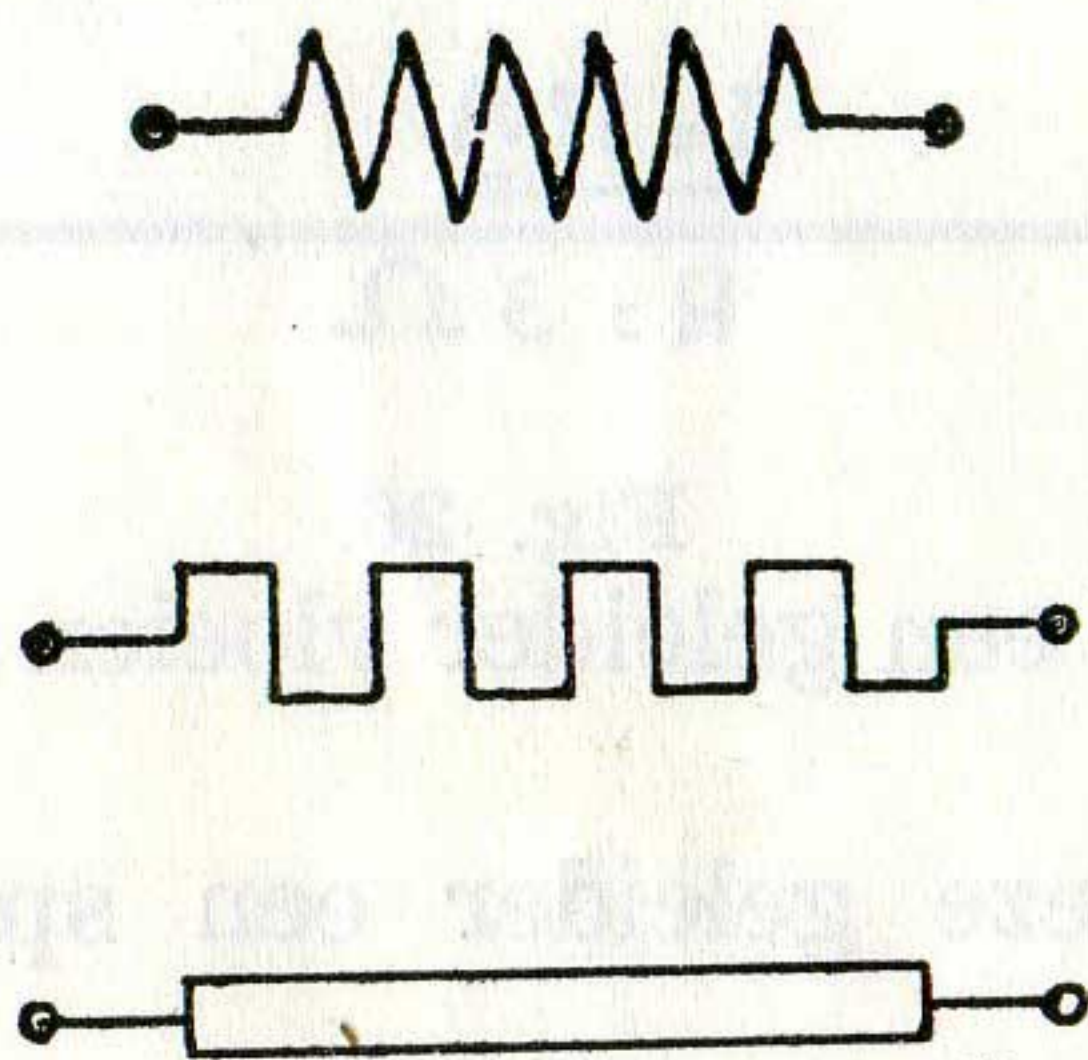


Fig. 25.

### 15 Toepassing van de wet van Ohm.

a) Door het aanwenden van een spanning  $E$  van 130 V aan de klemmen van een electrisch strijkijzer gaat er een stroom  $I$  door van 3,9 A.

Welke is de weerstand  $R$  van dit strijkijzer ?

$$\text{Antwoord : } R = \frac{E}{I} = \frac{130 \text{ V}}{3,9 \text{ A}} = 33 \Omega.$$

b) Aan de uiteinden van een toestel met een weerstand  $R$  van 4  $\Omega$ , wendt men een spanning  $E$  van 100 V aan.

Welke is de stroom  $I$  die door het toestel stroomt ?

$$\text{Antwoord : } I = \frac{E}{R} = \frac{100 \text{ V}}{4 \Omega} = 25 \text{ A.}$$

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 40.

c) Welke spanning  $E$  moet men op een toestel van  $127 \Omega$  aanwenden om er een stroom  $I$  van  $2 \text{ A}$  te doen doorvloeien ?

Antwoord :  $E = R \times I = 127 \times 2 = 254 \text{ V}$ .

## 16 Spanningsverval in een geleider.

In de geleider AB (fig. 26) aan wiens uiteinden men een spanning van  $36 \text{ V}$  heeft aangewend, vloeit een stroom :

$$I = \frac{36 \text{ V}}{3 \Omega} = 12 \text{ A}.$$

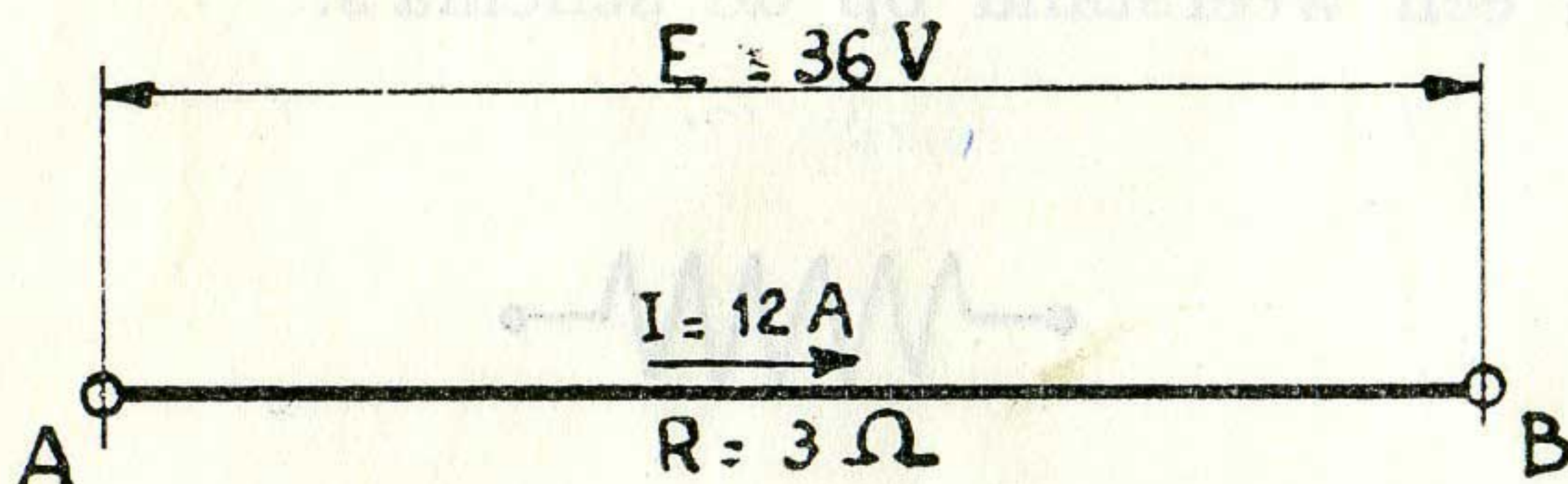


Fig. 26.

Wanneer  $12 \text{ A}$  in een geleider vloeien worden  $36 \text{ V}$  opgenomen.

Men zegt dat deze geleider een **spanningsverval** van  $36 \text{ V}$  veroorzaakt.

### Voorbeeld.

Beschouwen we (fig. 27) een stroombron  $S$  die een verbruikstoestel  $R$  voedt door 2 geleiders  $AB$  en  $CD$  die samen een weerstand hebben van  $0,5 \Omega$ .

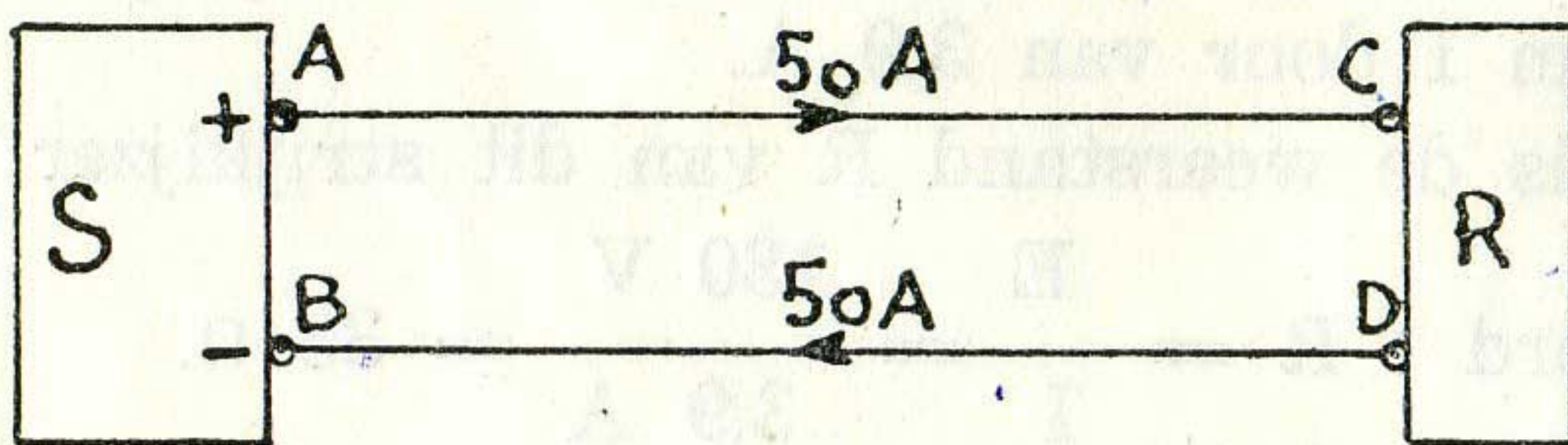


Fig. 27.

De spanning aan de klemmen  $A$  en  $C$  van  $S$  is  $220 \text{ V}$ ; het verbruikstoestel slurpt  $50 \text{ A}$  op. Welke is de spanning aan de klemmen  $B$  en  $D$  van het verbruikstoestel ?

Het spanningsverval is (wet van Ohm) :

$$E = IR = 50 \times 0,5 = 25 \text{ V.}$$

De spanning aan de klemmen van het verbruikstoestel is dus :

$$220 \text{ V} - 25 \text{ V} = 195 \text{ V.}$$

### 17 Specifieke weerstand (resistiviteit).

Beschouwen we nog fig. 24 en veronderstellen we dat het verbruikstoestel bestaat uit een ijzeren draad van 1 m lang en 1 mm<sup>2</sup> sectie.

Veronderstellen we dat E een electromotorische kracht (e.m.k.) is van 2 V. Dan zullen we vaststellen door middel van de ampèremeter, dat de stroom 20 A bereikt.

Vervangen we de draad door een andere, van de zelfde aard en zelfde sectie, maar van 2 m lengte; de stroom is nog enkel 10 A.

Vervangen we eindelijk de draad door een ijzeren draad van 1 m lang en 2 mm<sup>2</sup> sectie; de stroom bereikt nu 40 A.

Door deze proef te herhalen met draden van verschillende lengte en verschillende secties, vinden we dat de weerstand R van een geleider evenredig is met zijn lengte l en omgekeerd evenredig met zijn sectie s.

Men schrijft dus de formule :

$$R = r \frac{l}{s}$$

waarin r een coëfficiënt is die afhangt van de aard van de geleider. Dit coëfficiënt wordt genoemd **specifieke weerstand of resistiviteit**.

Zijn waarde is afhankelijk van de gekozen eenheden voor l en s.

Voor het koper :

$$r = 0,017 \text{ } \Omega/\text{m}/\text{mm}^2.$$

Voor het ijzer :

$$r = 0,10 \text{ } \Omega/\text{m}/\text{mm}^2.$$

Men kan dus zeggen dat een koperdraad van 1 mm<sup>2</sup> sectie en 1 km lengte een weerstand heeft van 17  $\Omega$ . In dezelfde voorwaarden heeft een ijzerdraad een weerstand van 100  $\Omega$ .

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 42.

## 18 Serieschakeling van weerstanden.

Twee weerstanden  $R_1$  en  $R_2$  staan in serie als zij verbonden zijn zoals aangegeven in fig. 28.

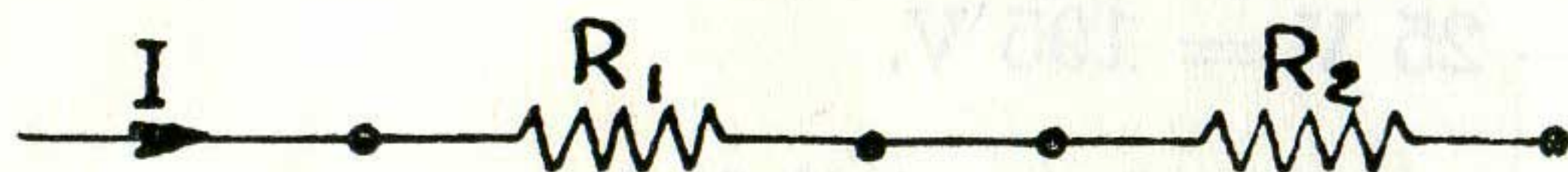


Fig. 28.

Men kan bewijzen dat de weerstand van het geheel gelijk is aan de som der gedeeltelijke weerstanden.

Deze wet is algemeen voor om het even welk aantal weerstanden in serie geschakeld.

Men maakt gebruik van deze eigenschap voor het samenstellen van veranderlijke weerstanden, **rheostaten** genoemd.

Een rheostaat (fig. 29) is samengesteld uit meerdere weerstanden in serie geschakeld en verbonden met **contactblokjes** 1, 2, 3, 4, 5. Een beweegbaar contact verbonden aan de klem A van de rheostaat kan op deze contactblokjes drukken.

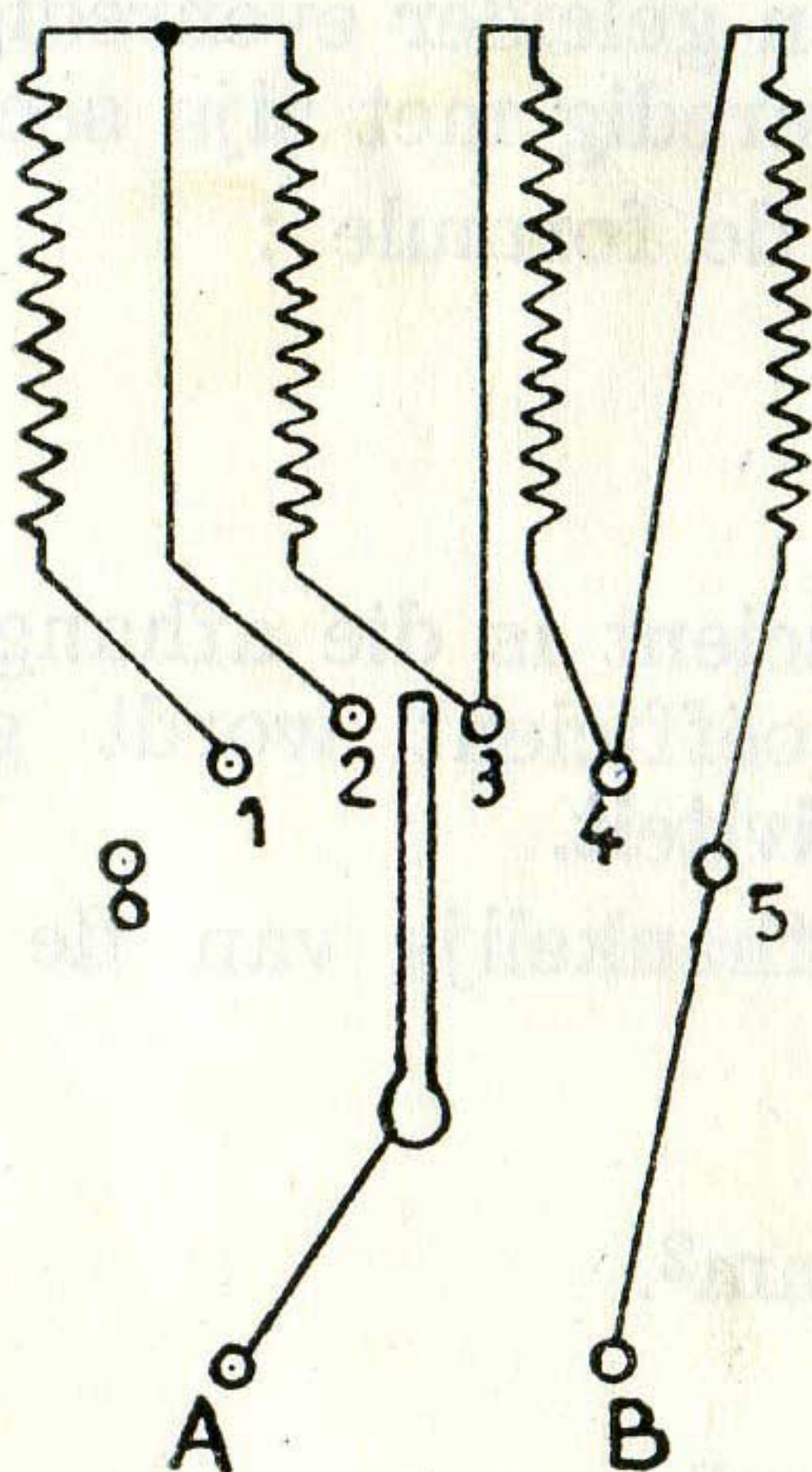


Fig. 29.

Wanneer het beweegbaar contact zich op blokje 0 bevindt is de kring onderbroken. Op blokje 1 zijn al de weerstanden ingeschakeld. Door het beweegbaar contact op 2 te plaatsen wordt een weerstand uitgeschakeld, enz.



Op blokje 5, is de weerstand gans buiten dienst.

Op de schema's wordt een rheostaat dikwijls voorgesteld zoals aangeduid in fig. 30.

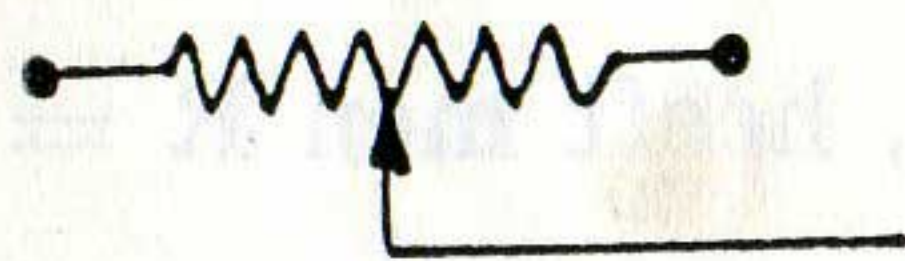


Fig. 30.

### 19 Parallelschakeling der weerstanden.

Men zegt dat twee weerstanden  $R_1$  en  $R_2$  in **parallel** geschakeld zijn wanneer zij verbonden zijn zoals aangegeven in fig. 31.

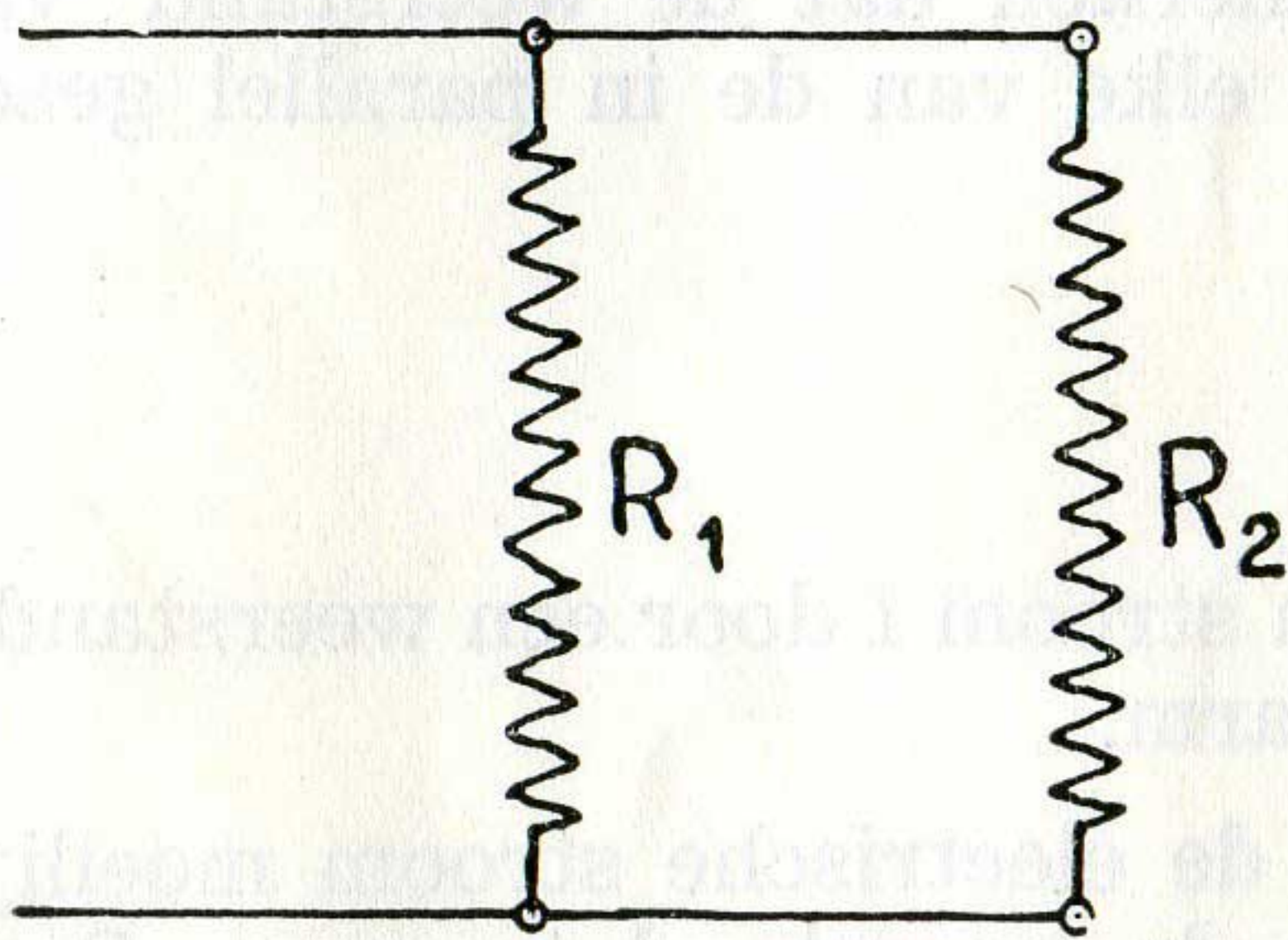


Fig. 31.

Men kan bewijzen dat, in dit geval, de waarde van de weerstand  $R$  van het geheel, gegeven wordt door de volgende verhouding :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Deze wet is algemeen voor om het even welk aantal weerstanden. In het bijzonder geval van twee weerstanden mag men schrijven :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \times R_2}$$

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 44.

of

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Wanneer  $R_1 = R_2$ , heeft men  $R = \frac{R_1}{2} = \frac{R_2}{2}$ .

## Voorbeeld.

Een weerstand van  $0,2 \Omega$  en een weerstand van  $0,3 \Omega$  zijn in parallel geschakeld.

De weerstand van het geheel zal zijn :

$$R = \frac{0,2 \times 0,3}{0,2 + 0,3} = \frac{0,06}{0,5} = 0,12 \Omega.$$

Men zal opmerken dat de weerstand van het geheel kleiner is dan elke van de in parallel geschakelde weerstanden.

## 20 Joule-effect.

Wanneer een stroom  $I$  door een weerstand  $R$  gaat, wordt deze laatste warm.

Het is alsof de elektrische stroom moeilijkheden ondervond om door de weerstand te gaan. Om hem te doen doorgaan, moet er een zekere arbeid verricht worden en deze arbeid wordt in warmte omgezet.

Deze arbeid is evenredig met de weerstand en met het kwadraat van de stroom.

De verwarming van de weerstand heet **Joule-effect**.

Dit verschijnsel wordt benut in de elektrische radiatoren en verwarmingstoestellen.

Men past het insgelijks toe in de gloeilampen, die een gloeidraad bevatten welke men op de zodanige temperatuur brengt, dat hij lichtgevend wordt.

In de andere gevallen, is het Joule-effect te wijten aan de doorgang van de stroom door de geleiders, **schadelijk** vermits het een energieverlies veroorzaakt.

Teneinde de verwarming van de geleiders door dewelke stroom vloeit, dus  $I^2 R$ , te beperken, moet men  $R$  beperken.

$$\text{Daar } R = r \frac{l}{s}$$

moet men geleiders kiezen met een kleine resistiviteit  $r$  (dus koper) en een voldoende grote sectie  $s$ .

## 21 De kortsluiting.

Beschouwen we een bron  $S$  van 110 V, verbonden met een verbruikstoestel, die een weerstand heeft van  $10 \Omega$ , door geleiders die een totale weerstand hebben van  $1 \Omega$  (fig. 32).

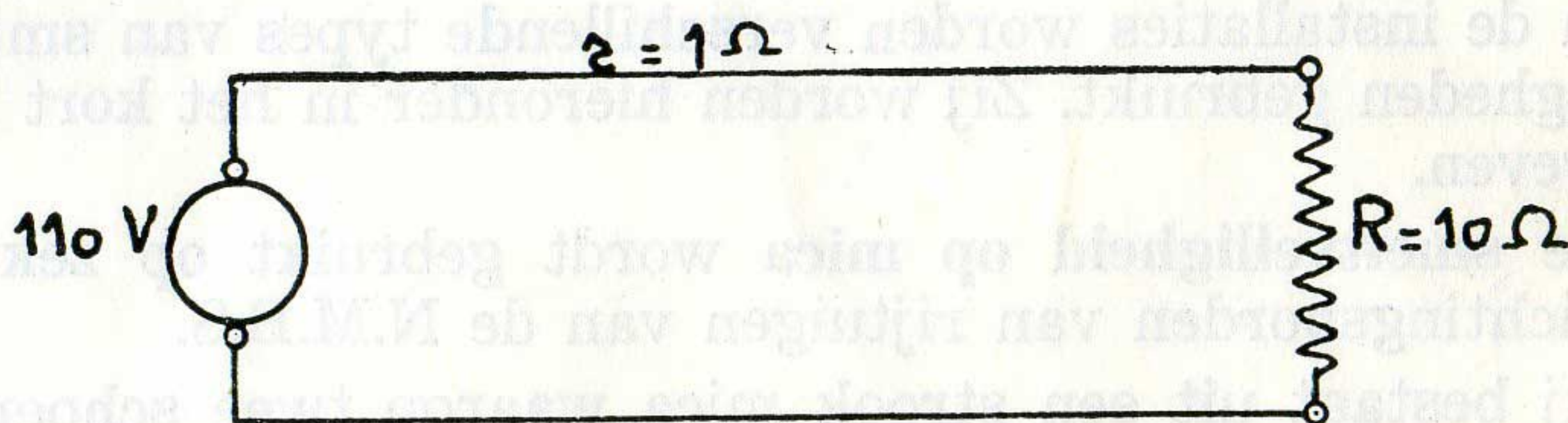


Fig. 32.

De totale weerstand is  $10 + 1 = 11 \Omega$ .

De stroom die door de geleiders en het verbruikstoestel vloeit, bereikt

$$I = \frac{E}{R} = \frac{110}{11} = 10 \text{ A.}$$

Veronderstellen we dat de twee klemmen van het verbruikstoestel verbonden zijn door een geleider zonder weerstand. Men zegt dat het verbruikstoestel in **kortsluiting** is gesteld.

In deze voorwaarden, wordt de stroom in de geleiders :

$$I = \frac{110}{1} = 110 \text{ A.}$$

Deze stroom is schadelijk voor de geleiders die niet voorzien werden om deze abnormale stroom door te laten.

Hetzelfde zou gebeuren indien de geleiders in een willekeurig punt tussen de bron en het verbruikstoestel met elkaar in aanraking kwamen.

Om de geleiders te beschermen tegen een gevaarlijke verwarming schakelt men **smeltveiligheden** in.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 46.

## 22 De smeltveiligheden.

Een smeltveiligheid bestaat uit een stuk draad met een sectie, gekalibreerd voor een bepaalde stroomsterkte.

Wanneer de stroom die door de smeltveiligheid gaat deze waarde overschrijdt, smelt de veiligheid na een min of meer lange tijd en onderbreekt dus de stroomkring.

Op de schema's worden de smeltveiligheden getekend zoals de fig. 33 het aangeeft.



Fig. 33.

In de installaties worden verschillende types van smeltveiligheden gebruikt. Zij worden hieronder in het kort beschreven.

De smeltveiligheid op mica wordt gebruikt op zekere verlichtingsborden van rijtuigen van de N.M.B.S.

Zij bestaat uit een strook mica waarop twee schoenen (fig. 34) verbonden door een zilveren smeltdraad, bevestigd zijn.

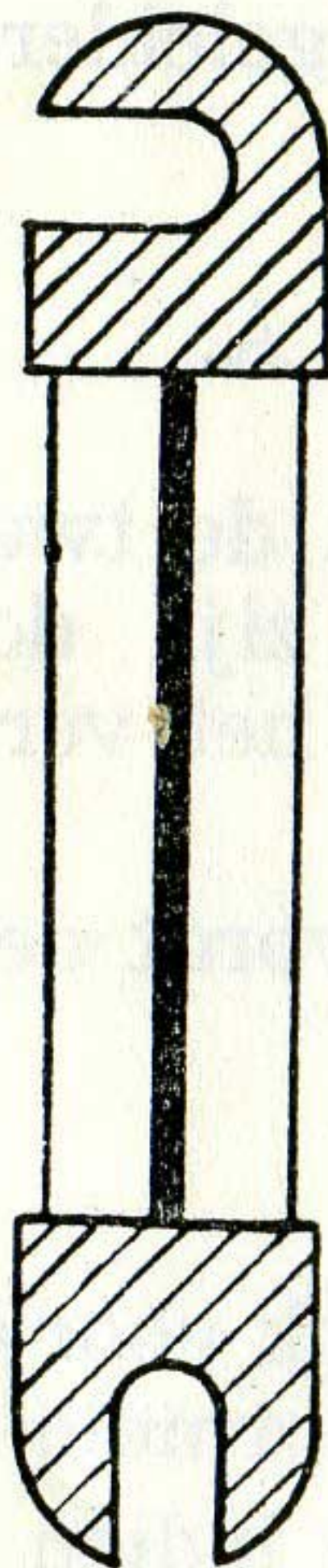


Fig. 34.

Men bevestigt ze op de klemmen samengesteld uit draadgesneden stangen met moeren.

De **stopsmeltveiligheid** bestaat uit een hol porceleinen cilindertje aan beide uiteinden voorzien van metalen plaatjes. De smeltdraad verbindt de 2 plaatjes (fig. 35).

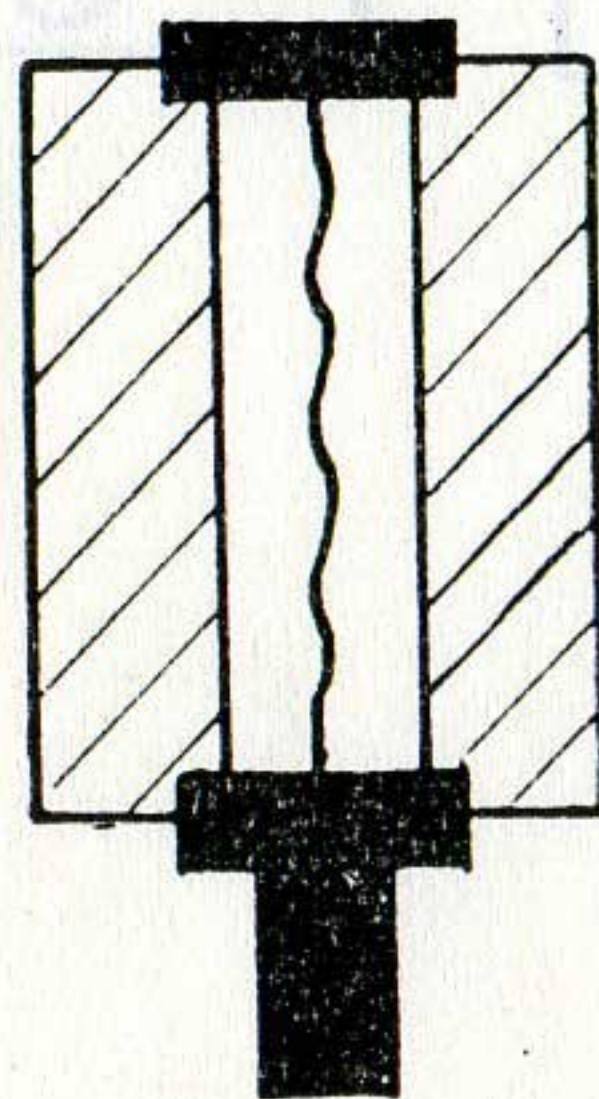


Fig. 35.

Men plaatst haar in een vast porceleinen steunstuk, waarvan de basis voorzien is van een metalen stuk dat een der klemmen vormt, terwijl er over de smeltveiligheid een met schroefdraad voorziene stop geschroefd wordt die met de andere klem verbonden is.

Het geheel wordt **veiligheid** genoemd (fig. 36).

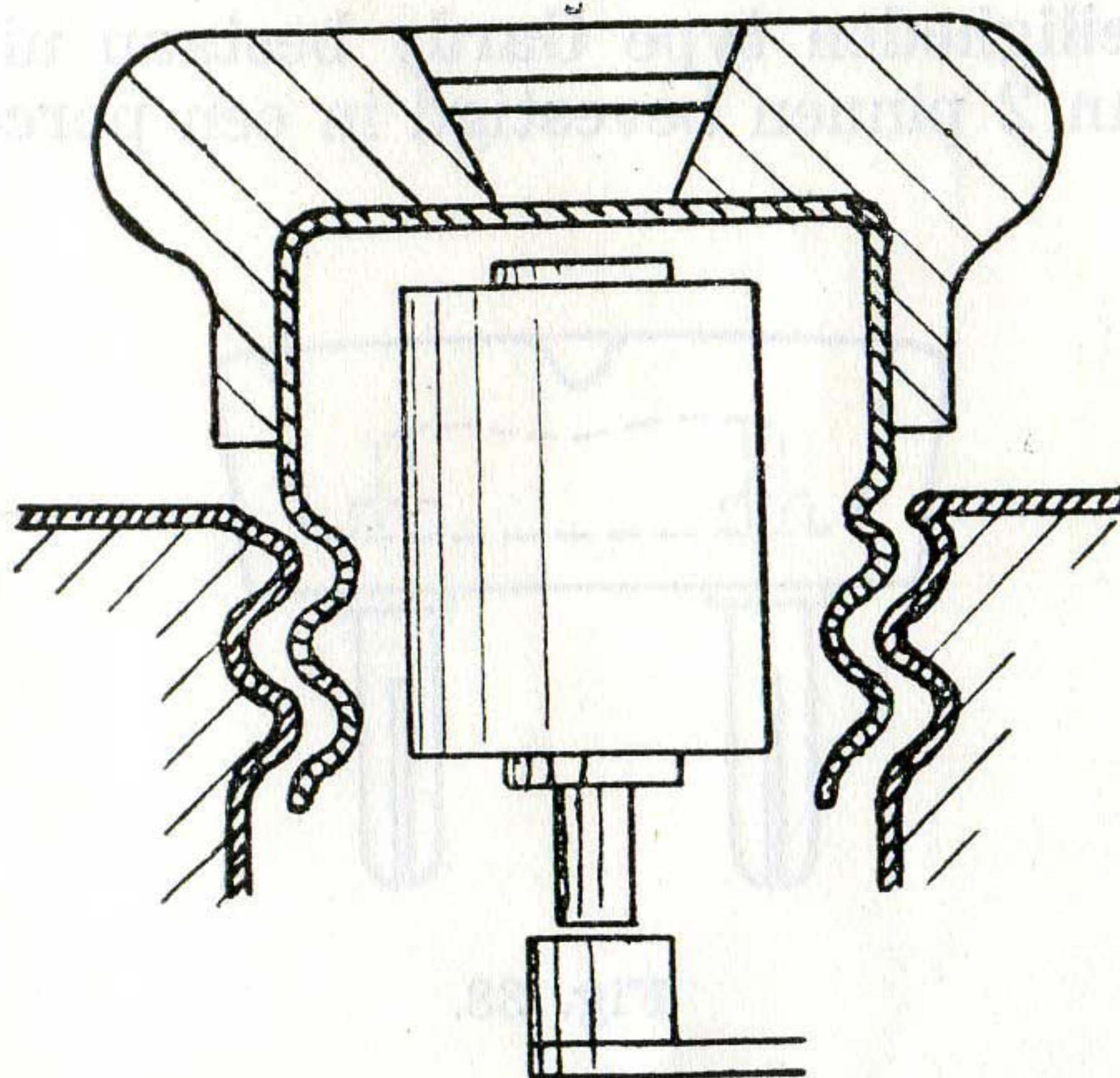


Fig. 36.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 48.

In de patroonveiligheid is de smeltveiligheid geplaatst in een holle cilinder van isolerende stof zoals porcelein, fiber of bakeliet (fig. 37).

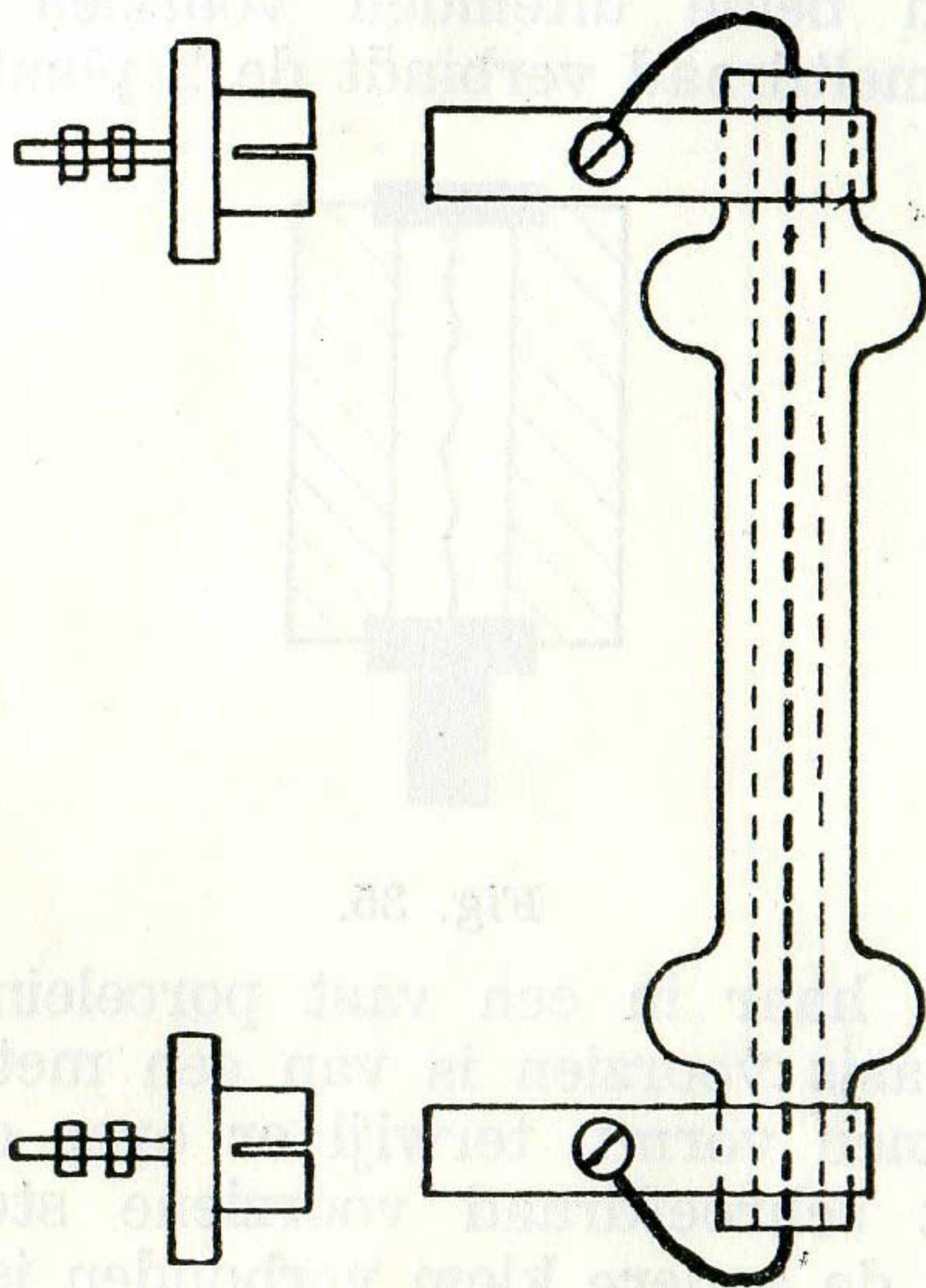


Fig. 37.

De smeltveiligheden type Gardy bestaan uit een draad verbonden aan 2 pinnen bevestigd in een porceleinen stuk (fig. 38).

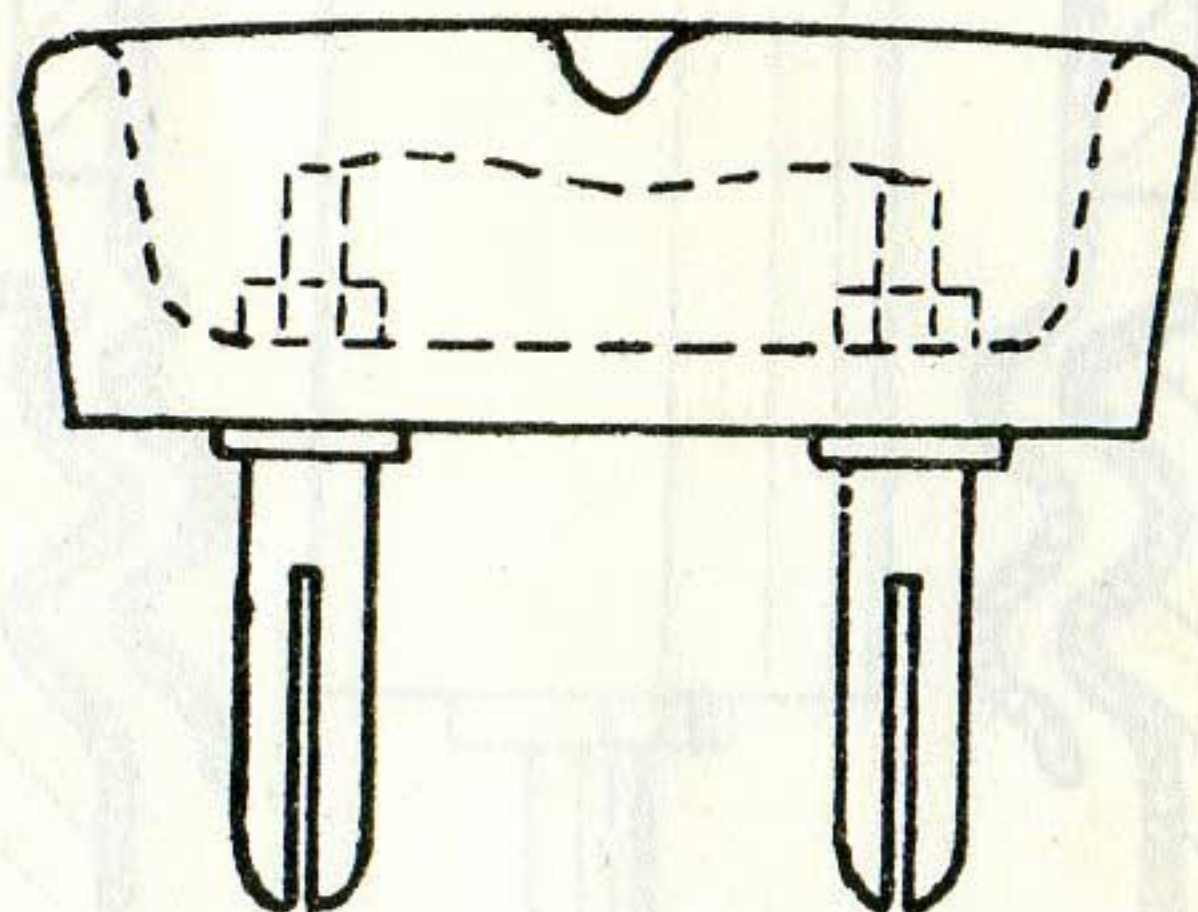


Fig. 38.

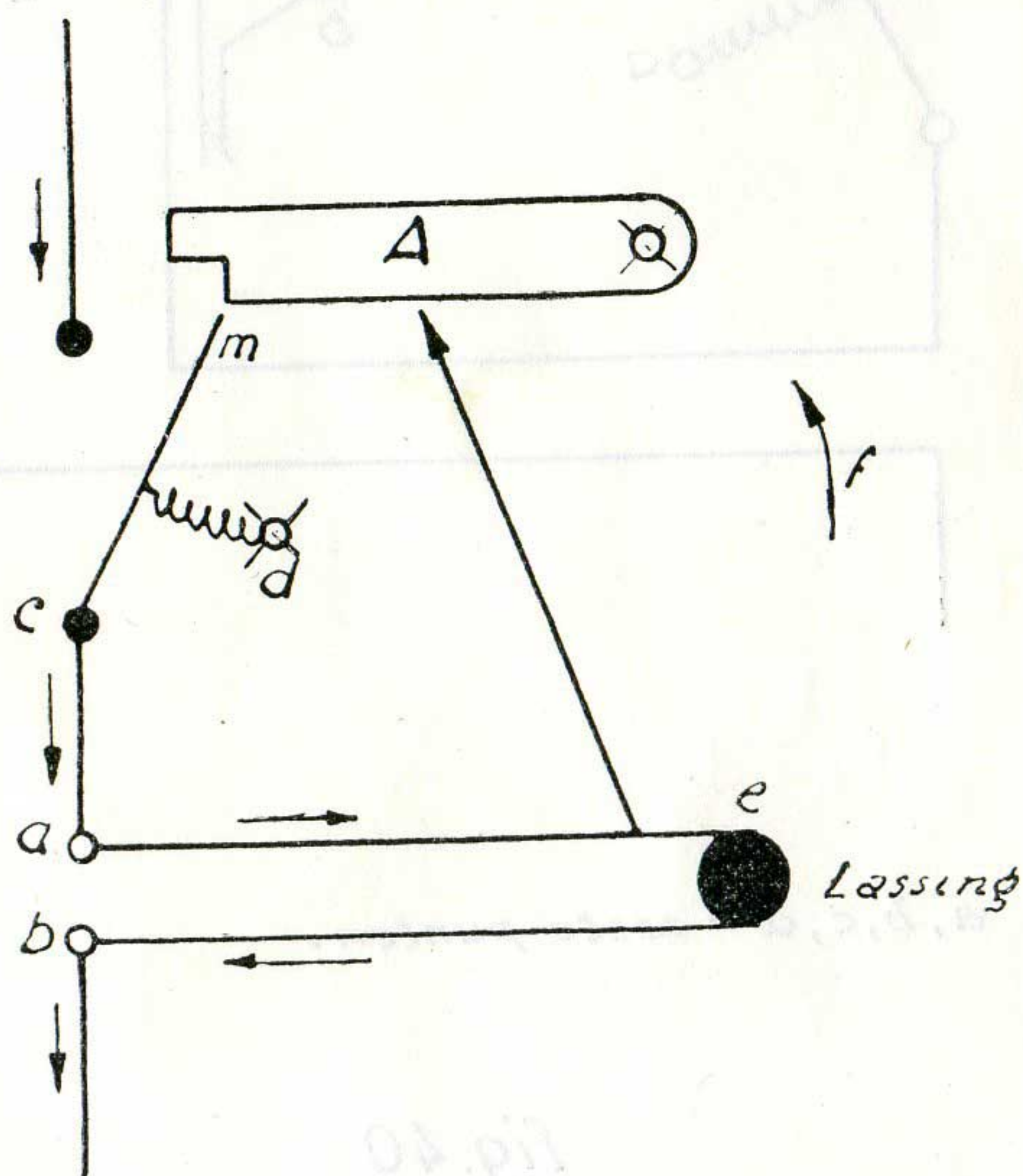
Voor de laagspanning zijn de gewone kalibers die in de handel voorkomen 2, 4, 6, 10, 25 en 50 A.

Op het Diesel-electrische materieel gebruikt men voor de laagspanningskringen smeltveiligheden van 80, 100, 250 en 400 A.

Het zijn patroonveiligheden die veel gelijkenis vertonen met het type fig. 37; ze zijn gevuld met een inerte stof die bestemd is om in geval van smelting de veroorzaakte boog uit te doven.

Voor de hoofdkringen van de laagspanning maakt men eveneens gebruik van zelfwerkende uitschakelaars. Ze zijn van het magnetische of het thermische type en gekalibreerd op 15 of 35 A.

Het thermische type (fig. 39) : de stroom volgt de door de pijltjes aangeduide weg; hij verwarmt de 2 plaatjes; doet, door het verschil van uitzetting, het geheel naar boven draaien (pijltje f) en duwt op het deel A ingeval



*a, b, c, d : vaste punten*

*a e plaatje met een geringe uitzettingscoëfficiënt.*

*b e : plaatje met een grote uitzettingscoëfficiënt.*

fig. 39

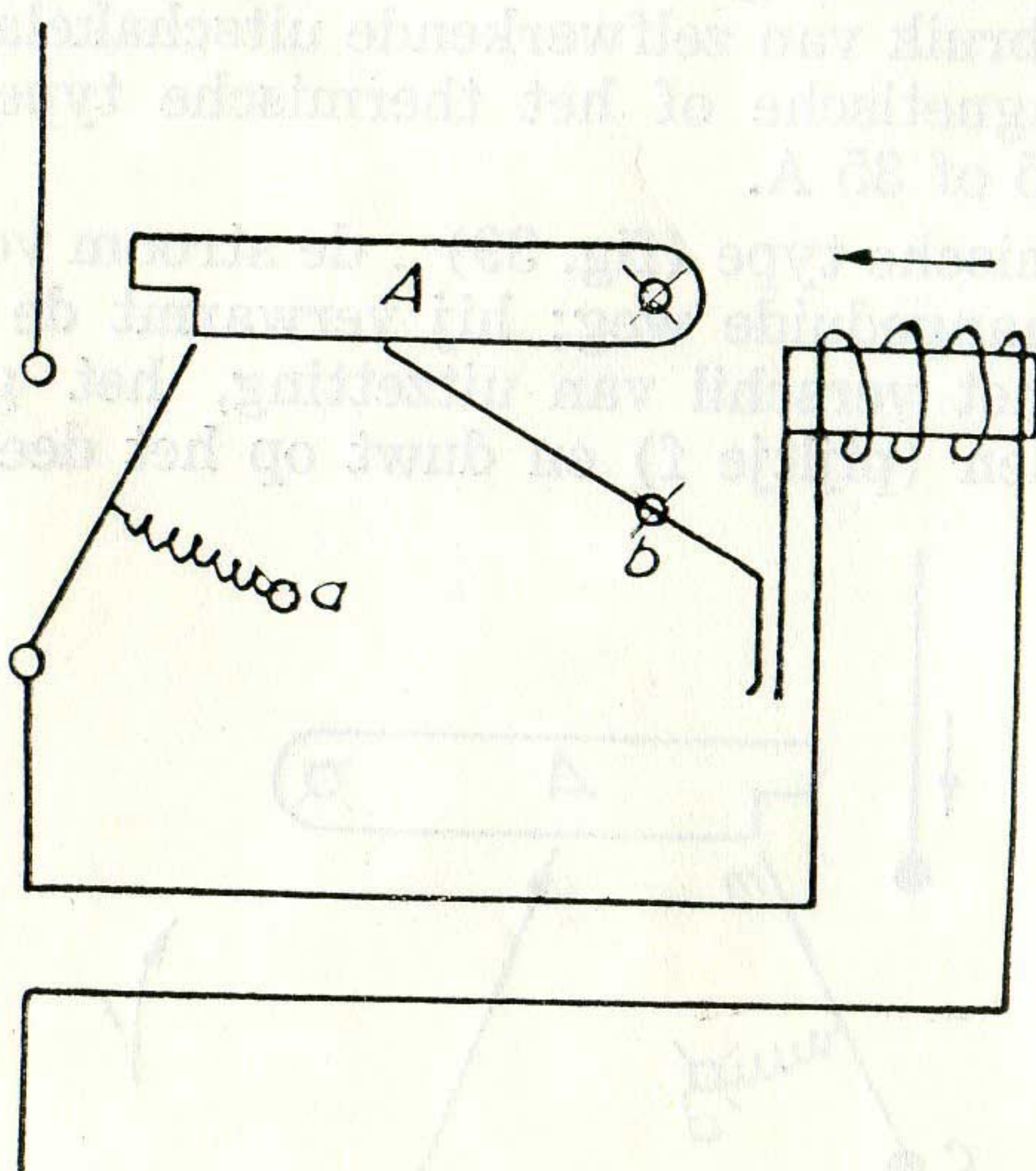
# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 50.

de stroom de voorziene uitschakelingswaarde overschrijdt; het oplichten van deel A ontlast het beweegbaar stuk m dat wordt aangetrokken door een veer.

Het magnetische type (fig. 40) : de stroom gaat door een electromagneet (zie art. 33); wanneer de uitschakelingswaarde bereikt is wordt het anker aangetrokken; deel A wordt opgelicht en de uitschakeling gebeurt zoals bij het thermische type.



*a, b, c, d · vaste punten.*

*Fig. 40*

## 23 De gloeilampen.

Een gloeilamp bestaat uit een gloeidraad omsloten door een glazen bol die luchtledig gemaakt werd.

De lengte en de doormeter van de gloeidraad zijn afhankelijk van de gewenste lichtsterkte en van de spanning.



De uiteinden van de gloeidraad zijn verbonden aan de lampvoet (gewoonlijk van geelkoper).

Men onderscheidt 2 types lampvoeten : de **Edison-** en de **Swanlampvoet**.

De **Edisonlampvoet** heeft de vorm van een schroef; het metaal van de voet vormt een der klemmen. De andere klem is gevormd door het uiterste contactblokje, en is geïsoleerd van de andere klem (fig. 41).

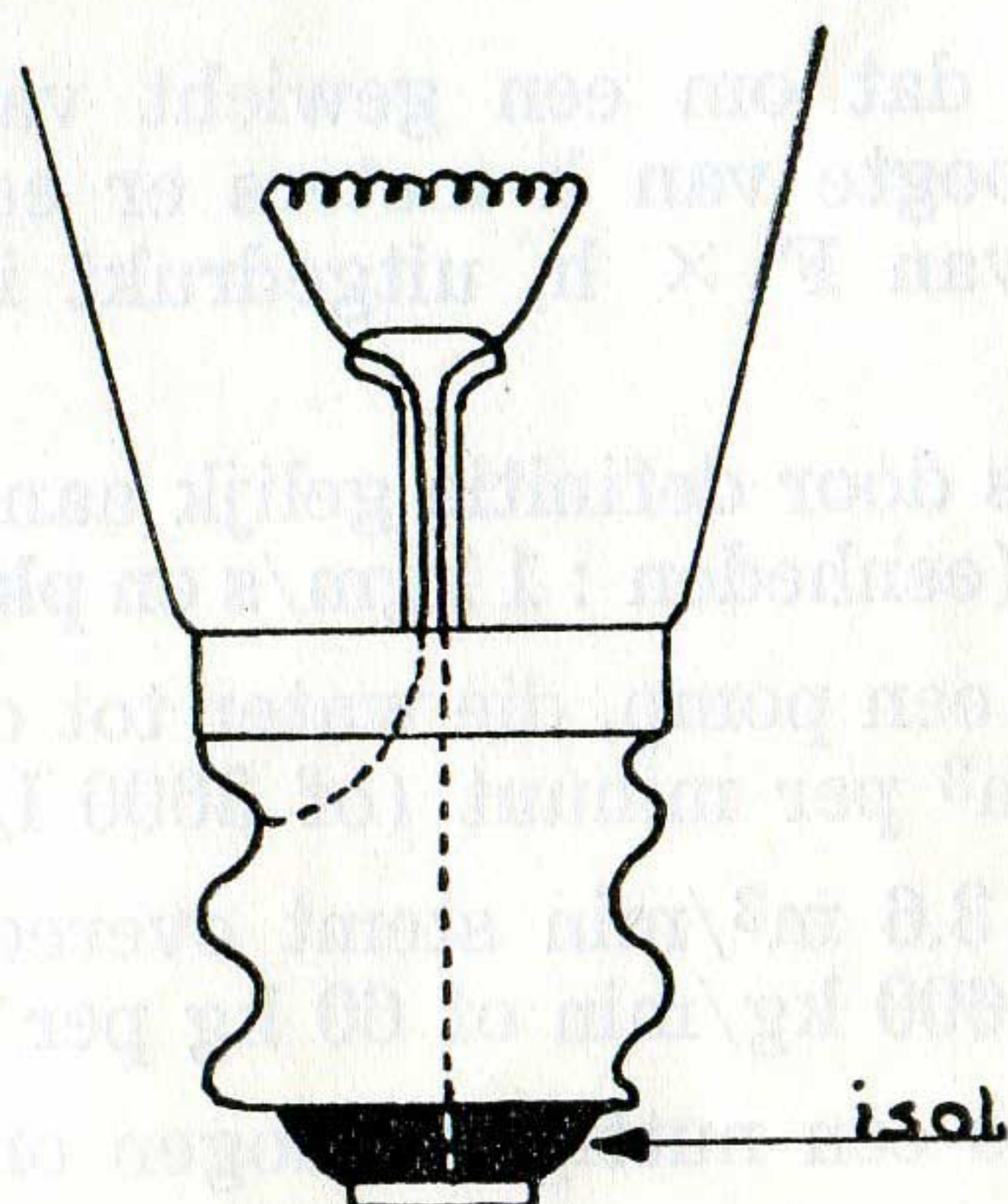


Fig. 41.

De **Swanlampvoet** daarentegen is cilindrisch en de bodem wordt door een isolerende stof gevormd.

De 2 klemmen van de gloeidraad zijn op de bodem van de lampvoet aangesloten (fig. 42).

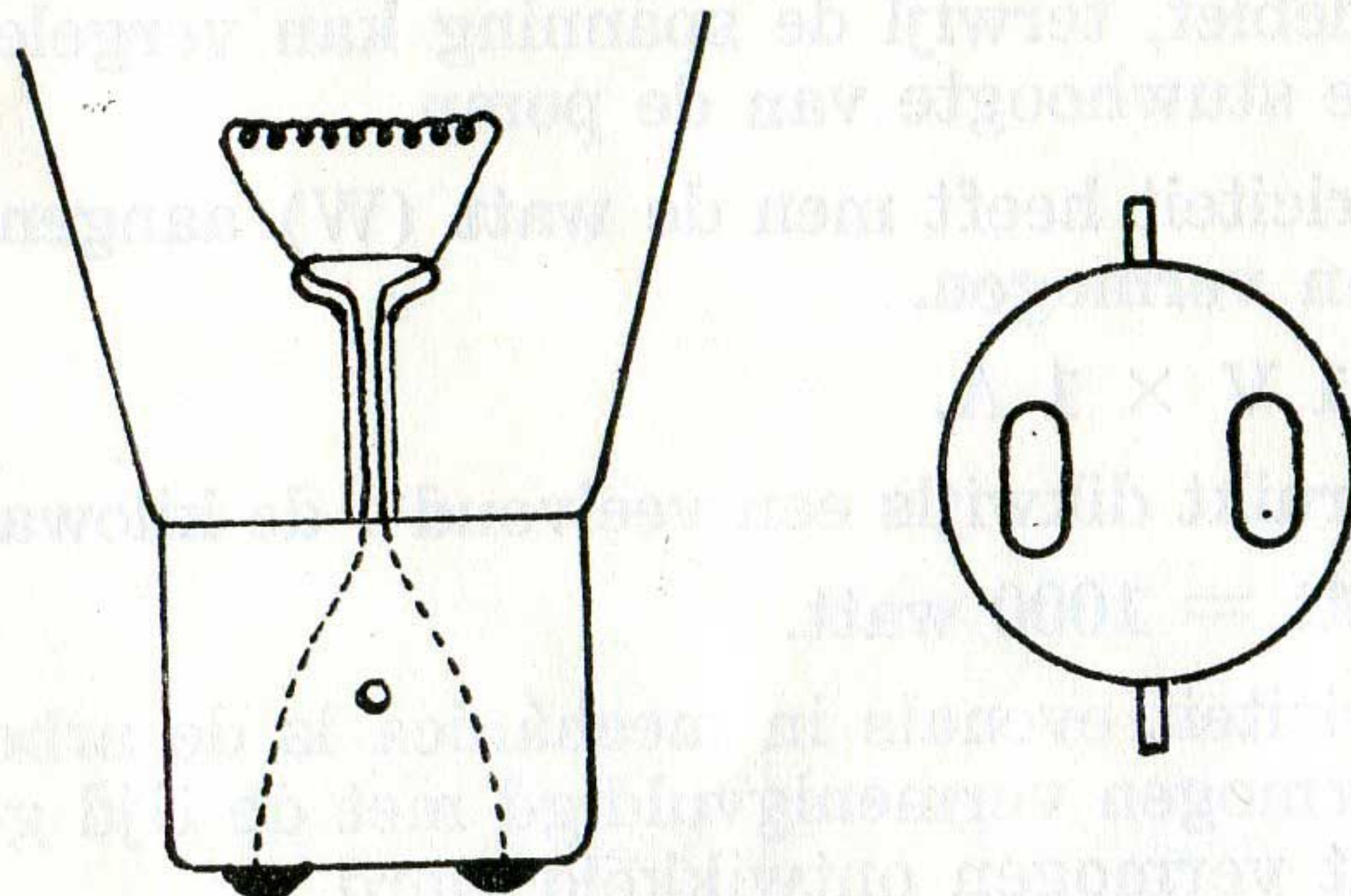


Fig. 42.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 52.

De lampen worden vastgezet in lamphouders van verschillende vorm naargelang het gaat over lampen met Edison- of Swanlampvoet.

De afmetingen van de lampvoeten en de lamphouders zijn gestandaardiseerd.

## 24 De arbeid en het vermogen in electriciteit.

Herinneren we dat om een gewicht van  $F$  kg op te lichten tot een hoogte van  $h$  meters er een **arbeid** moet verricht worden van  $F \times h$ , uitgedrukt in kilogrammeter (kgm).

Het **vermogen** is door definitie gelijk aan de arbeid verricht per seconde (eenheden : 1 kgm/s en  $pk = 75$  kgm/s).

Beschouwen we een pomp, die water tot op 11 m hoogte stuwt, tegen  $3,6$  m<sup>3</sup> per minuut (of 3600 l/min).

Het debiet van  $3,6$  m<sup>3</sup>/min stemt overeen met een gewicht water van 3600 kg/min of 60 kg per seconde.

De pomp zal dus een nuttig vermogen ontwikkelen van  $60 \times 11 = 660$  kgm/s of 8,8 pk ( $\frac{660}{75} = 8,8$ ).

Men merkt dat dit vermogen evenredig is met de hoogte en het debiet.

In de electriciteit kan de stroom vergeleken worden met het waterdebiet, terwijl de spanning kan vergeleken worden met de stuwhoogte van de pomp.

In electriciteit heeft men de **watt** (W) aangenomen als eenheid van vermogen.

$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A.}$$

Men gebruikt dikwijls een veelvoud : de kilowatt (kW).

$$1 \text{ kilowatt} = 1000 \text{ watt.}$$

In electriciteit evenals in mechanica is de **arbeid** gelijk aan het vermogen vermenigvuldigd met de tijd gedurende dewelke dit vermogen ontwikkeld werd.

De eenheid van arbeid is de watt  $\times$  seconde. Men maakt dikwijls gebruik van een veelvoud : de **kilowattuur** (kWh).

$$\begin{aligned} 1 \text{ kWh} &= 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h} \\ &= 1000 \text{ watt} \times 3600 \text{ s} \\ &= 3\,600\,000 \text{ Ws.} \end{aligned}$$

Deze arbeid wordt dikwijls **verbruik** van electriciteit genoemd.

Tussen de eenheden van vermogen gebruikt in mechanica en in electriciteit bestaat de volgende betrekking :

$$1 \text{ pk} = 736 \text{ watt.}$$

Hieruit kan men afleiden dat :

$$1 \text{ W} = \frac{1}{736} \text{ pk}$$

$$1000 \text{ W} = 1 \text{ kW} = \frac{1000}{736} \text{ pk}$$

$$\text{of } 1 \text{ kW} = 1,36 \text{ pk.}$$

De gelijkheid  $1 \text{ pk} = 736 \text{ watt}$  kan ook geschreven worden :  $75 \text{ kgm/s} = 736 \text{ W}$   
of  $75 \text{ kgm} = 736 \text{ Ws.}$

$$1 \text{ kgm} = 9,8 \text{ Ws.}$$

## 25 Voorbeelden van berekening van vermogen en verbruik.

a) Een electrisch strijkijzer slurpt 2,27 A op, onder 220 V. Welk is zijn vermogen ?

$$2,27 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 500 \text{ W.}$$

b) Een electrisch komfoor van 1000 W wordt gevoed op 110 V. Welk is de verbruikte stroom ?

$$\frac{1000 \text{ W}}{110 \text{ V}} = 9,1 \text{ A.}$$

c) Een gloeilamp van 60 W brandt gedurende 3,5 uren. De Maatschappij die de stroom levert rekent de kWh aan tegen 2,50 F. Welk is de uitgave ?

## Boekje hlt

10. I.

Bladz. 54.

Het verbruik is  $60 \times 3,5 = 210 \text{ Wh} = 0,21 \text{ kWh}$ .

De uitgave is  $2,50 \times 0,21 = 0,52 \text{ F}$ .

d) Een locomotief heeft 6 motoren die op een gegeven ogenblik, ieder 400 A onder 470 V opslorpen. Welk is het totaal opgeslorpte vermogen ?

$$\begin{aligned} 6 \times 470 \text{ V} \times 400 \text{ A} &= 1\,128\,000 \text{ W} \\ &= 1128 \text{ kW of } 1535 \text{ pk.} \end{aligned}$$

### 26 De tellers ampère-uurmeters.

Het verbruik van electriciteit wordt gemeten door middel van apparaten over het algemeen tellers of meters genoemd.

Er bestaan er van verschillende types.

Men bedient zich van tellers, **ampère-uurmeters** genoemd, wanneer het er omgaat de energie te meten welke gebruikt wordt onder constante spanning.

Herinneren we dat :

$$\text{wattuur} = \text{volt} \times \text{ampère} \times \text{uur.}$$

Indien de spanning constant is, kan men zonder rekening te houden met de spanning een verbruik meten in ampère-uren.

De aanduiding van de teller moet dan met de spanning vermenigvuldigd worden om de verbruikte energie te bepalen.

### 27 De tellers wattuurmeters.

In deze toestellen, wordt er met de spanning rekening gehouden, hetgeen nodig is wanneer die spanning veranderlijk is.

Een wattuurmeter bevat namelijk een schijf die een draaiende beweging aanneemt wanneer de kring waarop de teller aangesloten is stroom opslorpt of verbruikt.

Deze schijf brengt een horlogewerk in beweging dat de wijzers doet draaien vóór gegradueerde wijzerplaten of kijkplaatjes met cijfers gemerkt.

De gegradueerde wijzerplaten doen zich voor onder een der vormen aangegeven in de fig. 43 en 44.

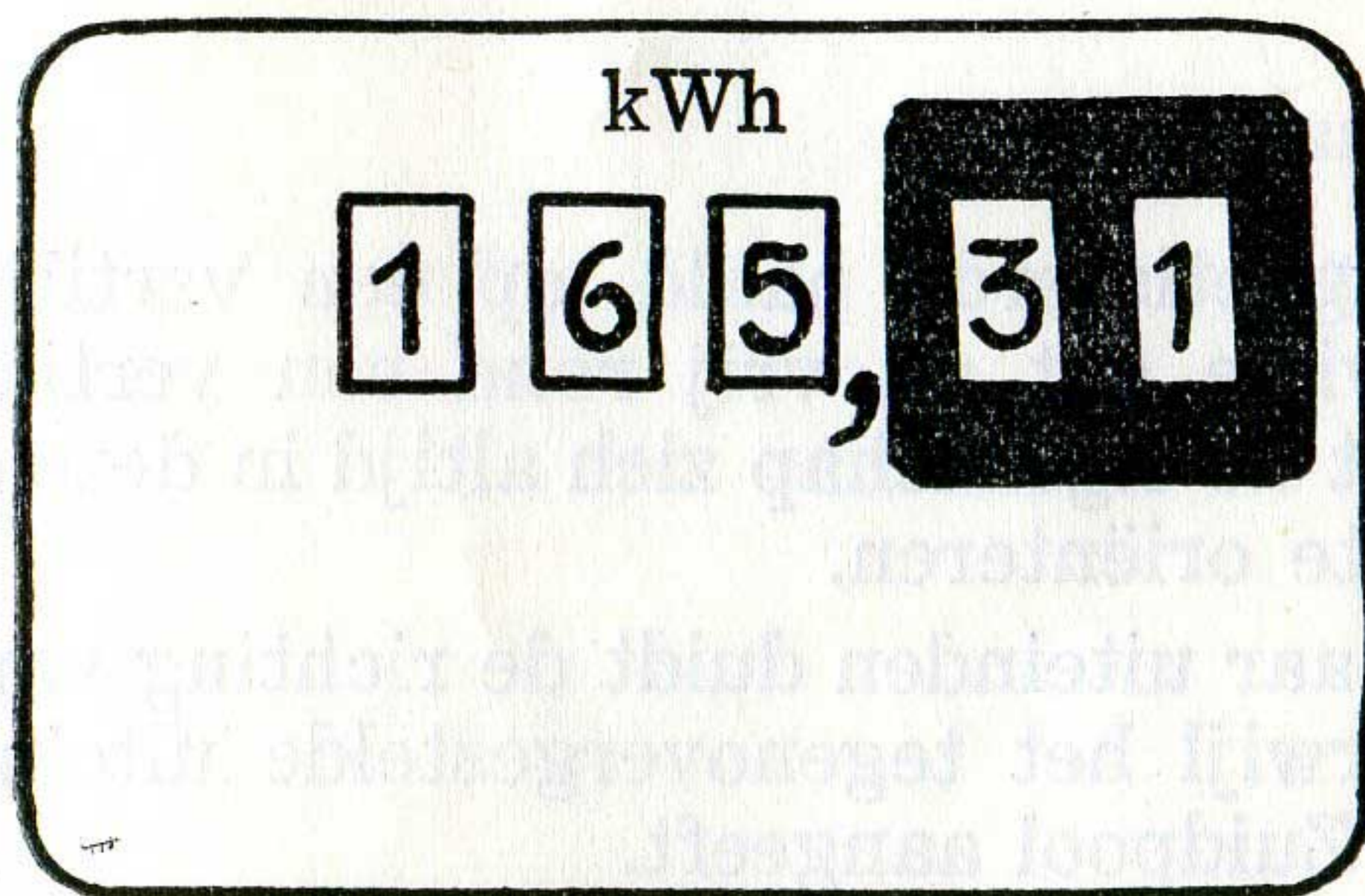


Fig. 43.

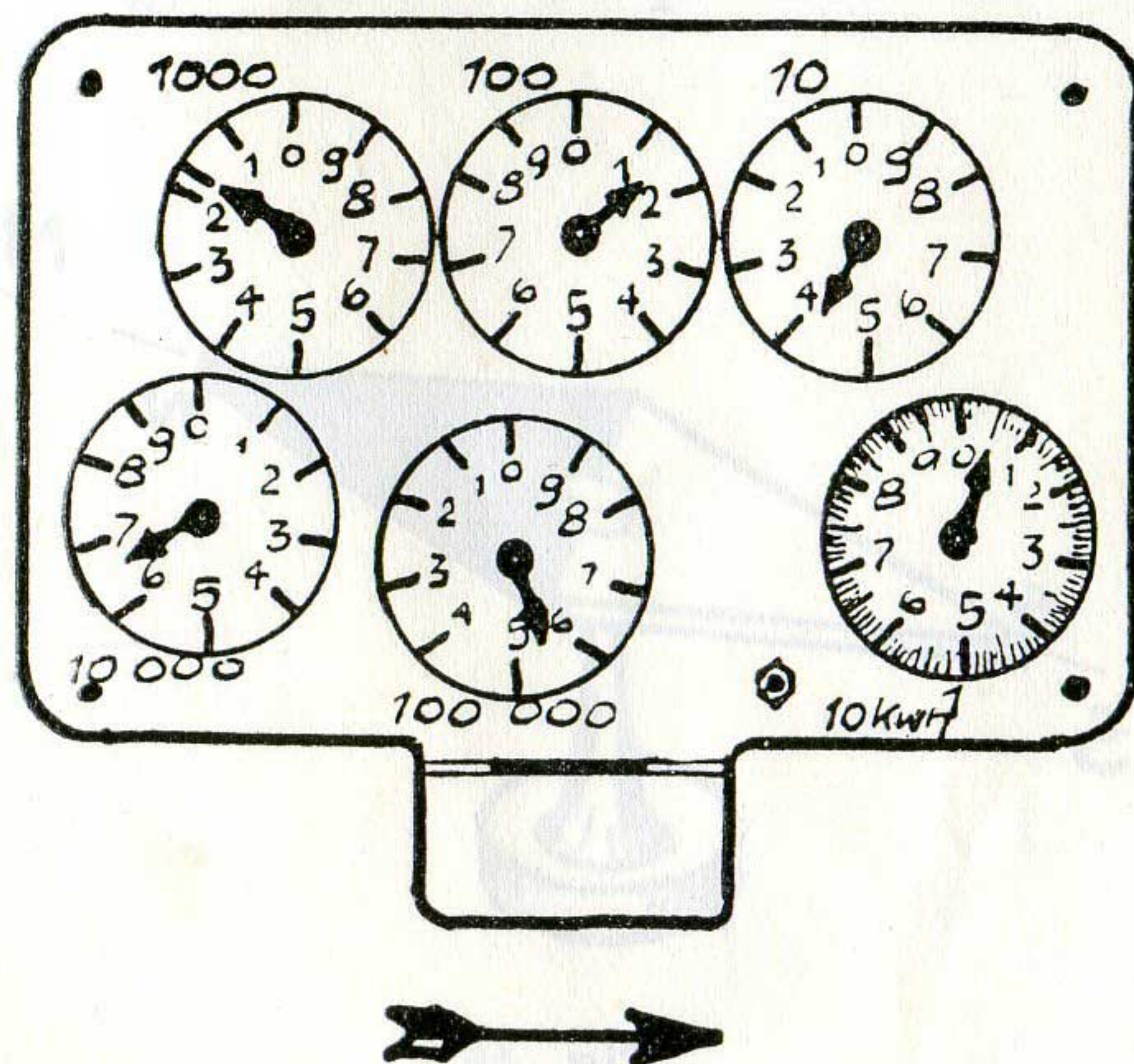


Fig. 44.

## 28 De magneet.

Zekere ijzerertsen bezitten de natuurlijke eigenschap ijzer, staal en nikkel aan te trekken. Het zijn **natuurlijke magneten**.

Men kan deze eigenschap ook doen overgaan op gewoon ijzer en op staal.

Men bekommt alsdan een **kunstmatige magneet**.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 56.

Men geeft gewoonlijk aan de magneten de vorm van een staaf (cilinder of prisma), van een hoefijzer of van een naald.

## 29 De magneetnaald.

Een gemagnetiseerde naald, op een verticale spil geplaatst derwijze dat zij vrij rond een verticale as kan draaien, bezit de eigenschap zich altijd in dezelfde richting Noord-Zuid te oriënteren.

Een van haar uiteinden duidt de richting van de Noordpool aan, terwijl het tegenovergestelde uiteinde de richting van de Zuidpool aangeeft.

Het is om deze reden dat de uiteinden van de naald de **polen** genoemd worden. Het uiteinde dat zich naar het Noorden richt heet Noordpool van de magneetnaald (fig. 45).

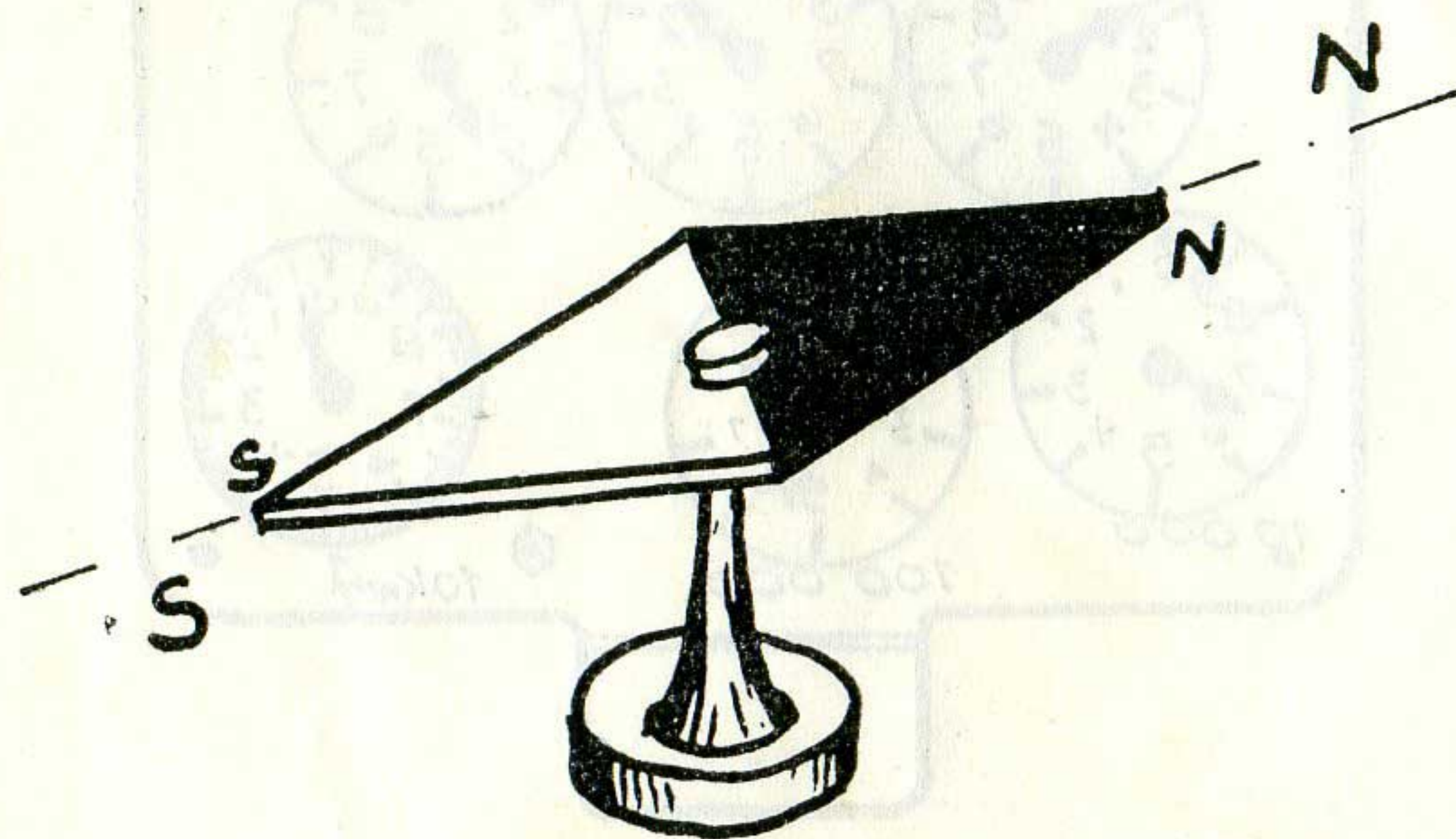


Fig. 45.

Wanneer men de naald van deze algemene richting Noord-Zuid doet afwijken, herneemt zij automatisch haar richting.

Een gemagnetiseerde naald wordt **compas** genoemd.

De lijn die de twee polen verbindt wordt **magnetische as** genoemd.

Om het even welke gemagnetiseerde staaf bezit dezelfde hoedanigheden en bezit dus ook twee polen.

**30 Verschijnsel van aantrekking en afstoting.**

Wanneer men over een magneet en een kompas beschikt is het gemakkelijk vast te stellen dat :

- a) twee polen van tegenovergestelde naam zich aantrekken;
- b) twee polen van dezelfde naam zich afstoten.

In iedere goede magneet is de eigenschap om ijzer aan te trekken gelokaliseerd in de uiteinden.

Wanneer men een magneet in ijzervijlsel dompelt, blijft dit enkel aan de uiteinden kleven (fig. 46).

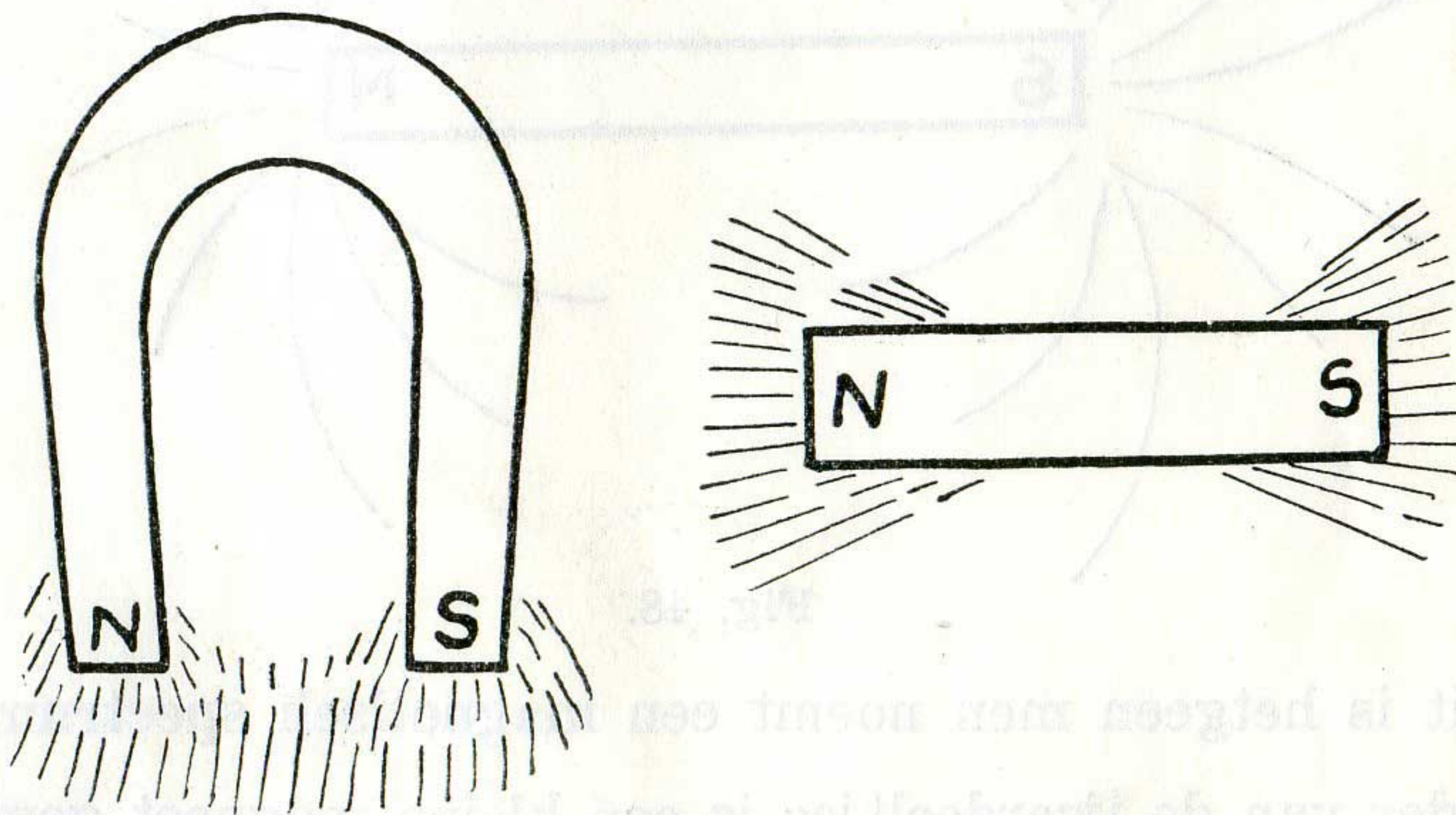


Fig. 46.

Wanneer men nochtans een gemagnetiseerde staaf in het midden doorzaagt bekomt men twee magneten (fig. 47).

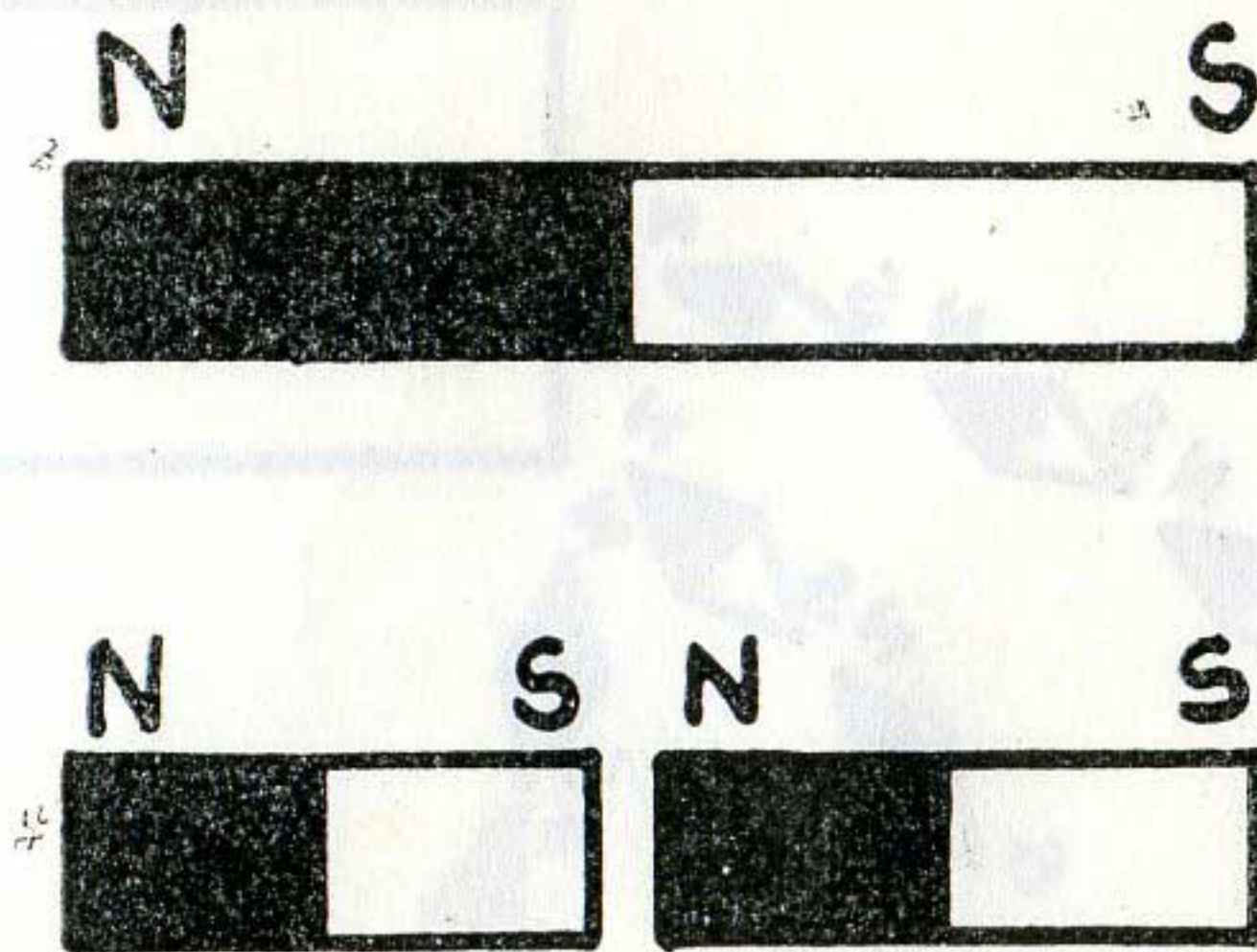


Fig. 47.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 58.

## 31 Het magnetisch spectrum.

Wanneer men een gemagnetiseerde staaf onder een blad papier plaatst en men op dit blad ijzervijlsel strooit, stelt men vast dat het zich niet op willekeurige wijze plaatst, maar dat het zich integendeel oriënteert en een regelmatige tekening vormt (fig. 48).

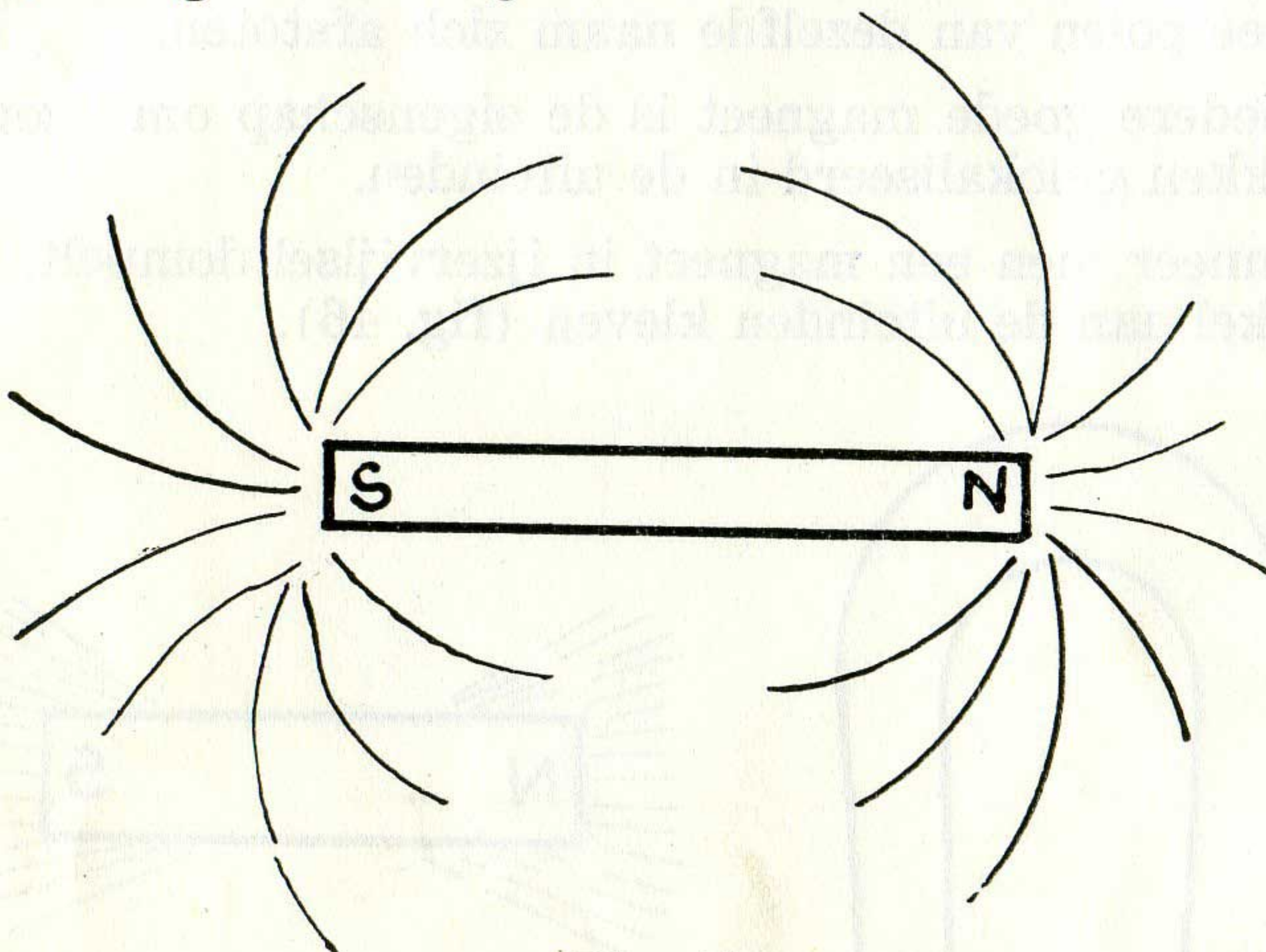


Fig. 48.

Dit is hetgeen men noemt een **magnetisch spectrum**.

Ieder van de ijzerdeeltjes is een kleine magneet geworden (fig. 49) en al deze elementaire magneten hebben zich georiënteerd onder de invloed van de magnetische kracht van hun geburen.

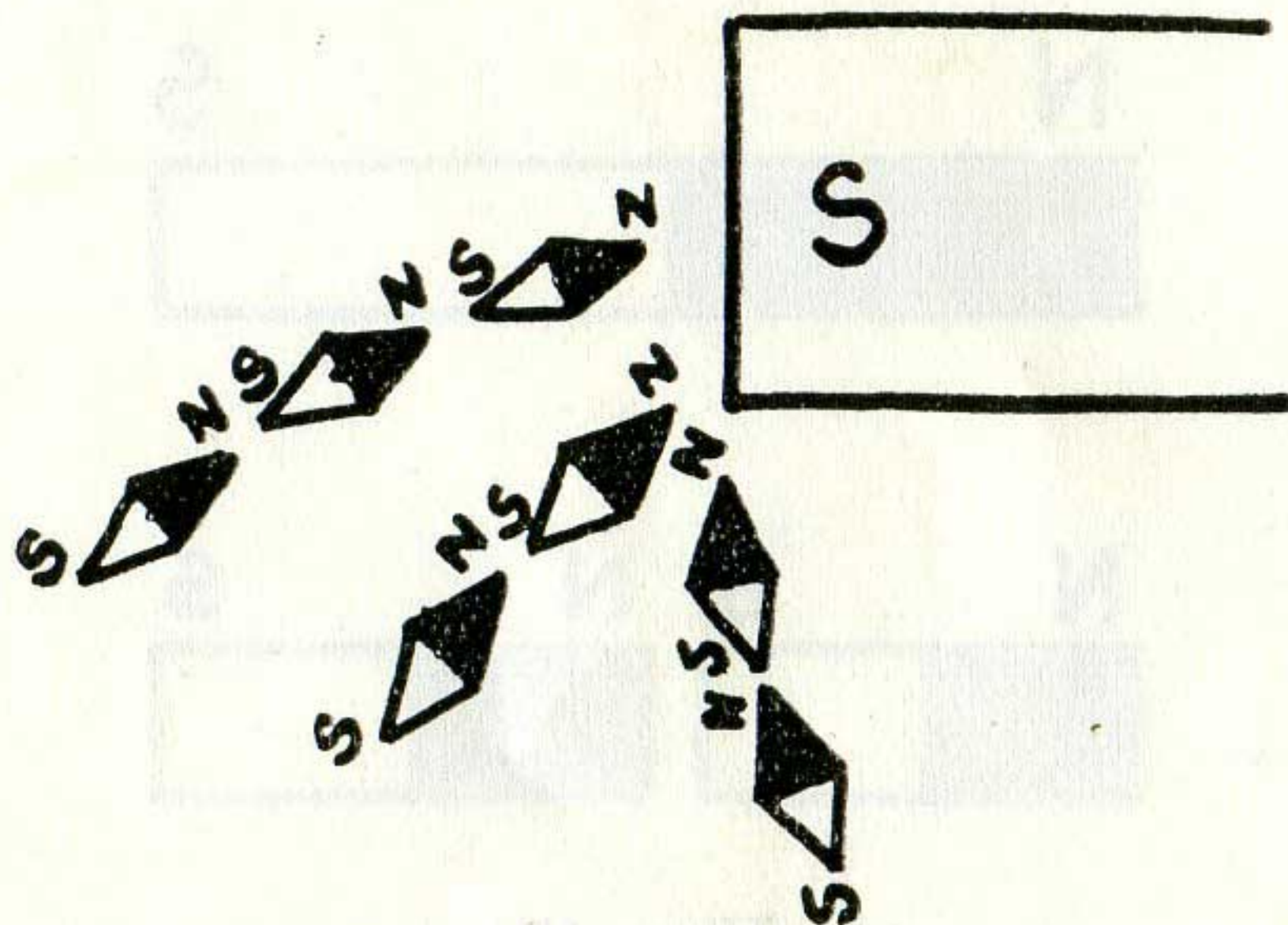


Fig. 49.



**32 De magnetische inductie of invloed.**

De ruimte die de magneet omgeeft en in dewelke hij zijn werking uitvoert is het **magnetisch veld**.

Een magnetisch lichaam in dit veld geplaatst wordt op zijn beurt gemagnetiseerd, door **invloed**.

Dit verschijnsel wordt **magnetische inductie** genoemd.

**33 De electromagneten.**

Een geleider in schroef opgerold, en waardoor men elektrische stroom doet gaan (fig. 50) gedraagt zich als een magneet.

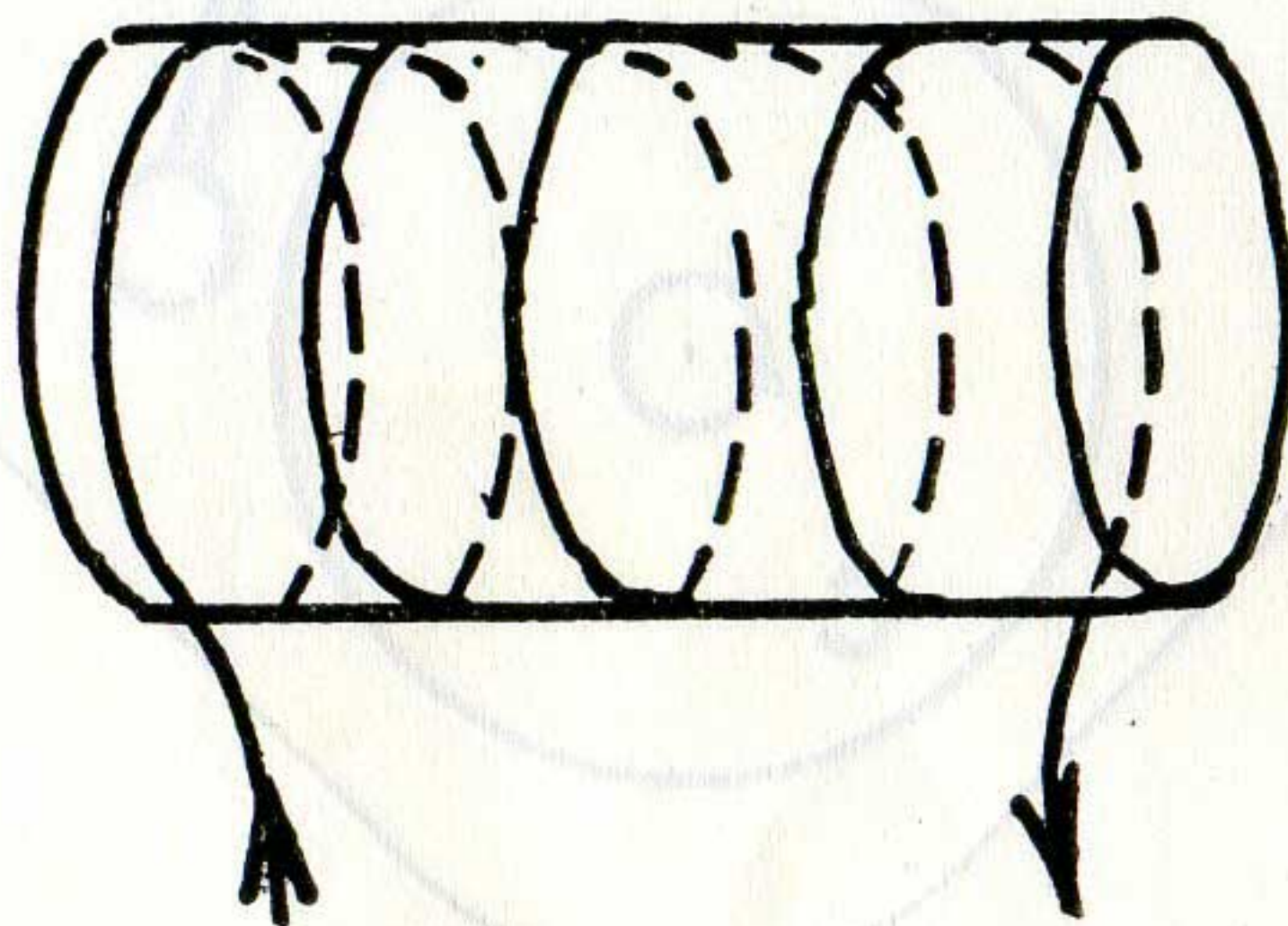


Fig. 50.

Het is een **solenoid**.

Brengt men nu in deze solenoïde een ijzeren of stalen staaf, dan wordt deze sterk gemagnetiseerd; men bekommt also **een electromagneet**.

De aantrekkingskracht van deze electromagneet is evenredig met het aantal toeren  $n$  van de schroef en de stroom  $I$ ; dit product ( $n \times I$ ) wordt genoemd aantal **ampèretoeren**.

De eigenschappen van de electromagneten worden veel gebruikt in electrotechniek.

De elektrische bel is er een eenvoudige toepassing van.

Zij bestaat (fig. 51) uit een electromagneet  $A$ , waarvan de kern een beweegbare armatuur  $B$ , die op een veer  $R$  bevestigd is, kan aantrekken. Deze armatuur draagt een stift met bol die tegen de bel  $C$  kan slaan.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 60.

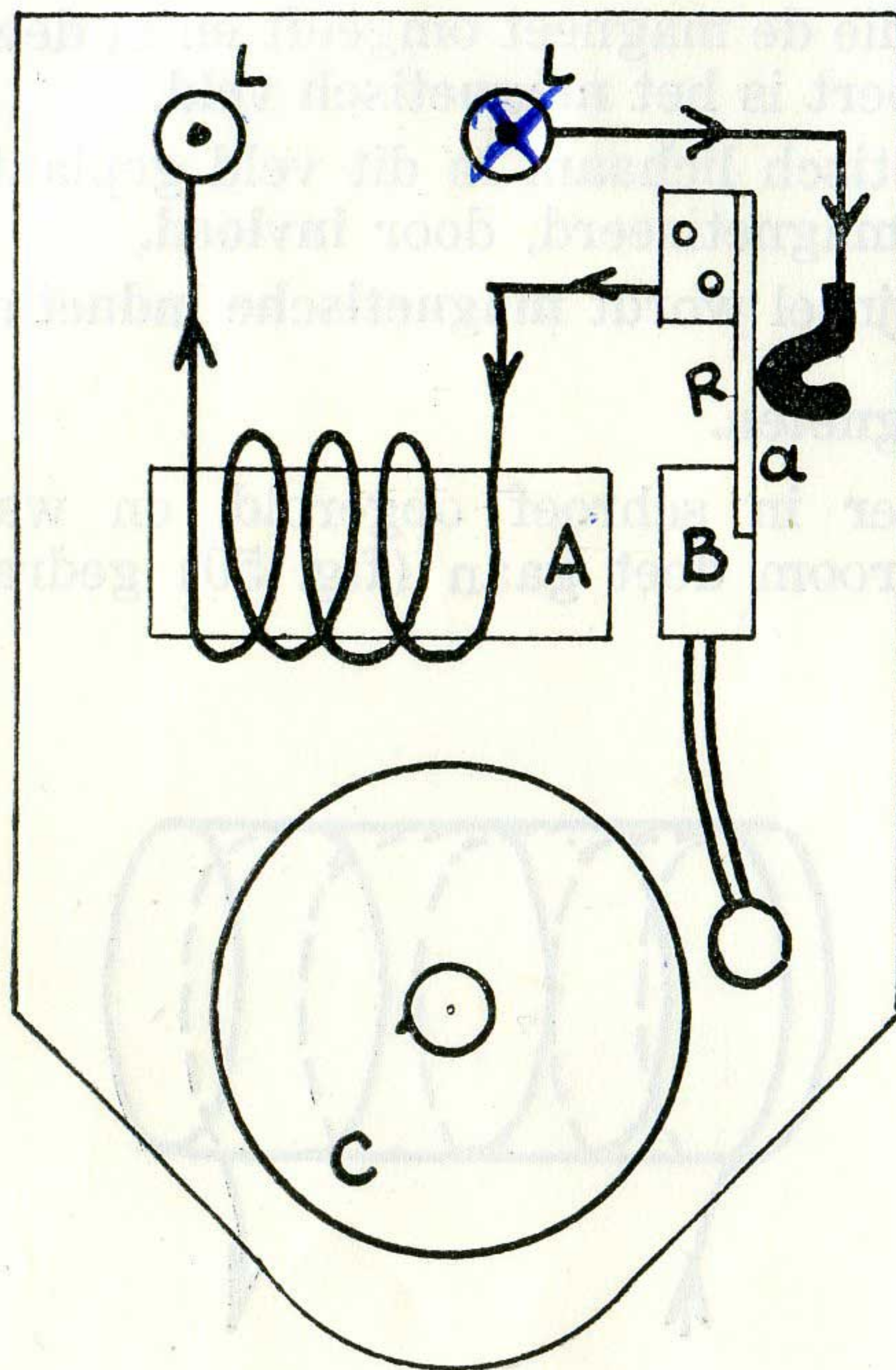


Fig. 51.

Wanneer men een spanning tussen de klemmen L van de bel aanbrengt, zal de stroom bij voorbeeld de richting der pijlen volgen. De electromagneet wordt opgewekt en zal de beweegbare armatuur aantrekken. Vanaf dit ogenblik wordt de kring onderbroken in a, de armatuur komt terug in de ruststand dank zij de werking van de veer, hetgeen de kring terug sluit, enz.

## 34 Proeven van Oersted.

Beschouwen we een rechte geleider, waardoor een stroom I loopt, en die boven een kompas geplaatst is.

Men stelt vast dat de naald afwijkt.

Indien we de richting van de stroom omkeren, is de richting van de afwijking van de naald omgekeerd.

De richting van de afwijking van de naald is insgelijks omgekeerd, indien we de richting van de stroom behouden doch de geleider onder de naald plaatsen.

Omgekeerd, indien de geleider beweegbaar is en de magneet vast, dan tracht de geleider zich loodrecht op de magneet te plaatsen.

Deze proefnemingen zijn de grondslag van de werking der meetapparaten (ampèremeters, voltmeters, enz.) en der motoren.

### 35 De ampèremeter.

De ampèremeter is een toestel dat dient om de intensiteit van de stroom te meten. Wanneer hij dient om zwakke stromen, van min dan één ampère, te meten wordt hij gewoonlijk milliampèremeter genoemd.

Er zijn er van twee soorten.

In de eerste, is een, rond de as, beweegbare magneet geplaatst in een spoel waardoor men de te meten stroom doet gaan.

Onder de werking van de stroom, die een magnetisch veld veroorzaakt, draait de magneet. Een naald op de magneet vastgezet beweegt vóór een gegradueerde schaal (fig. 52). In de tweede soort ampèremeter, is het intege-

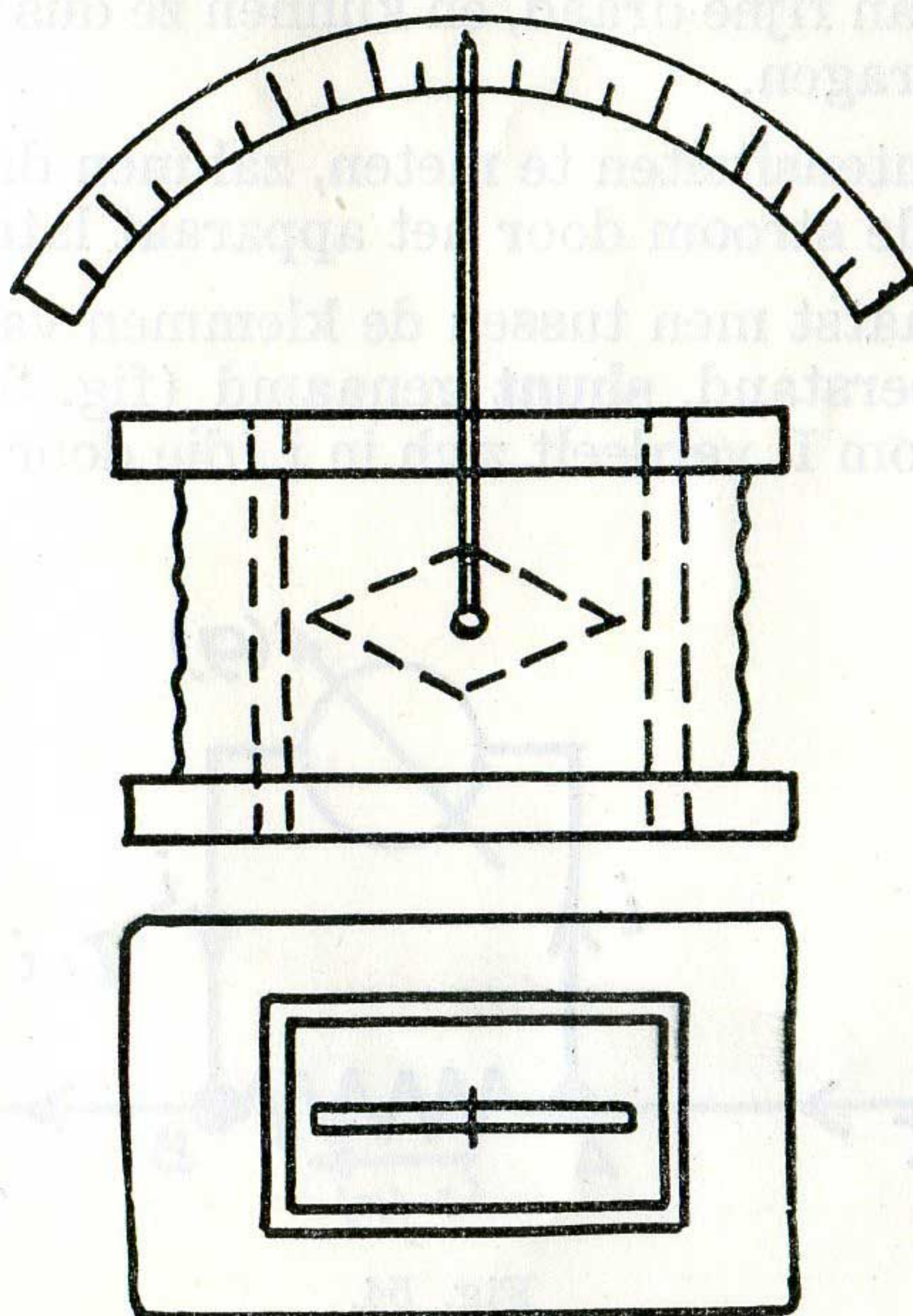


Fig. 52.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 62.

deel een beweegbare spoel die geplaatst is tussen de polen van een hoefijzermagneet (fig. 53).

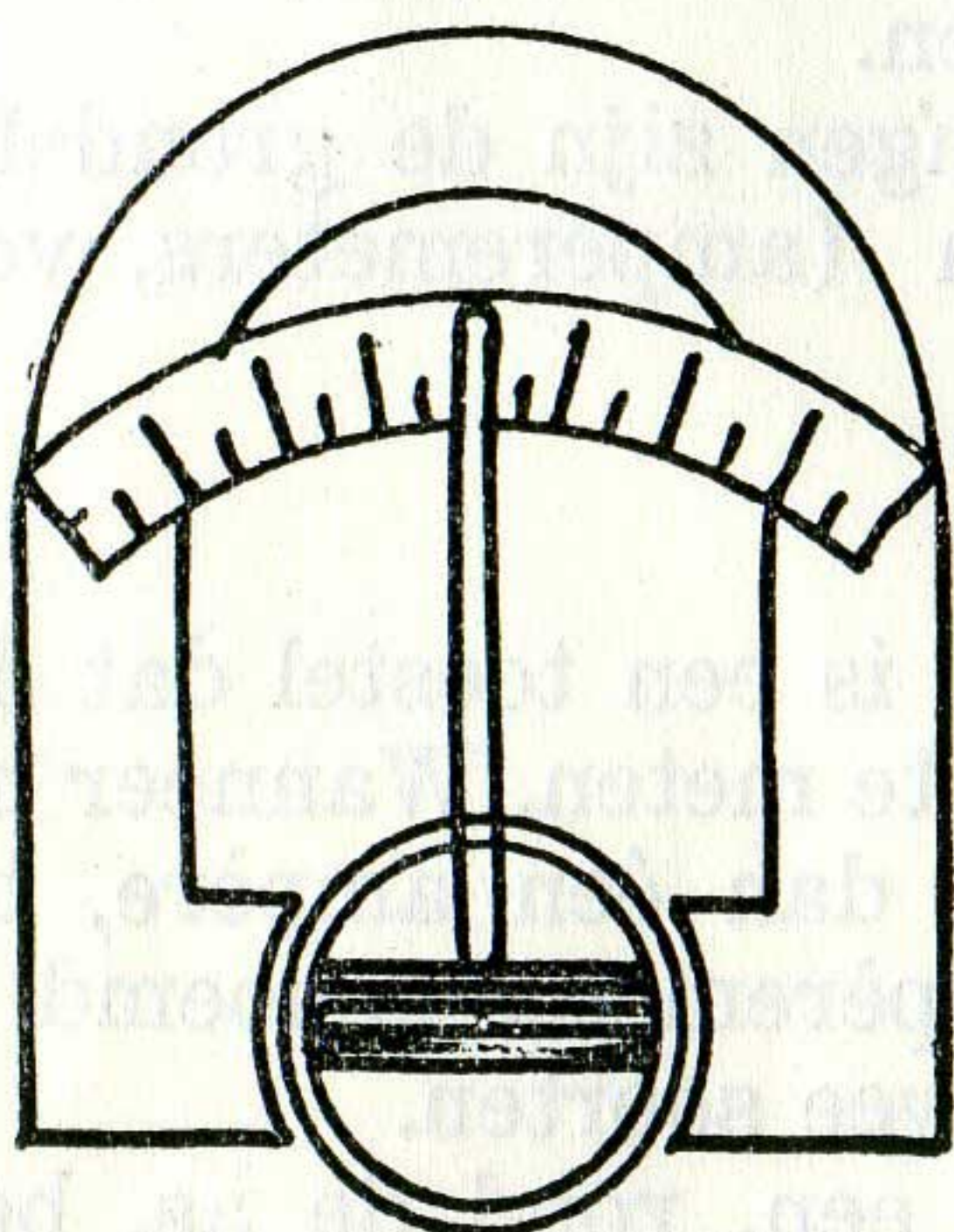


Fig. 53.

## 36 De shunt.

Gezien de beperkte afmetingen die aan de meetapparaten moeten gegeven worden, en aan de ampèremeters in het bijzonder, worden de gebruikte spoelen vervaardigd door middel van fijne draad, en kunnen ze dus enkel zwakke stromen verdragen.

Om grote intensiteiten te meten, zal men daarom slechts een deel van de stroom door het apparaat laten gaan.

Daarom plaatst men tussen de klemmen van de ampèremeter een weerstand, **shunt** genaamd (fig. 54). De totale te meten stroom  $I$  verdeelt zich in  $i$  (die door het apparaat gaat) en  $i_1$ .

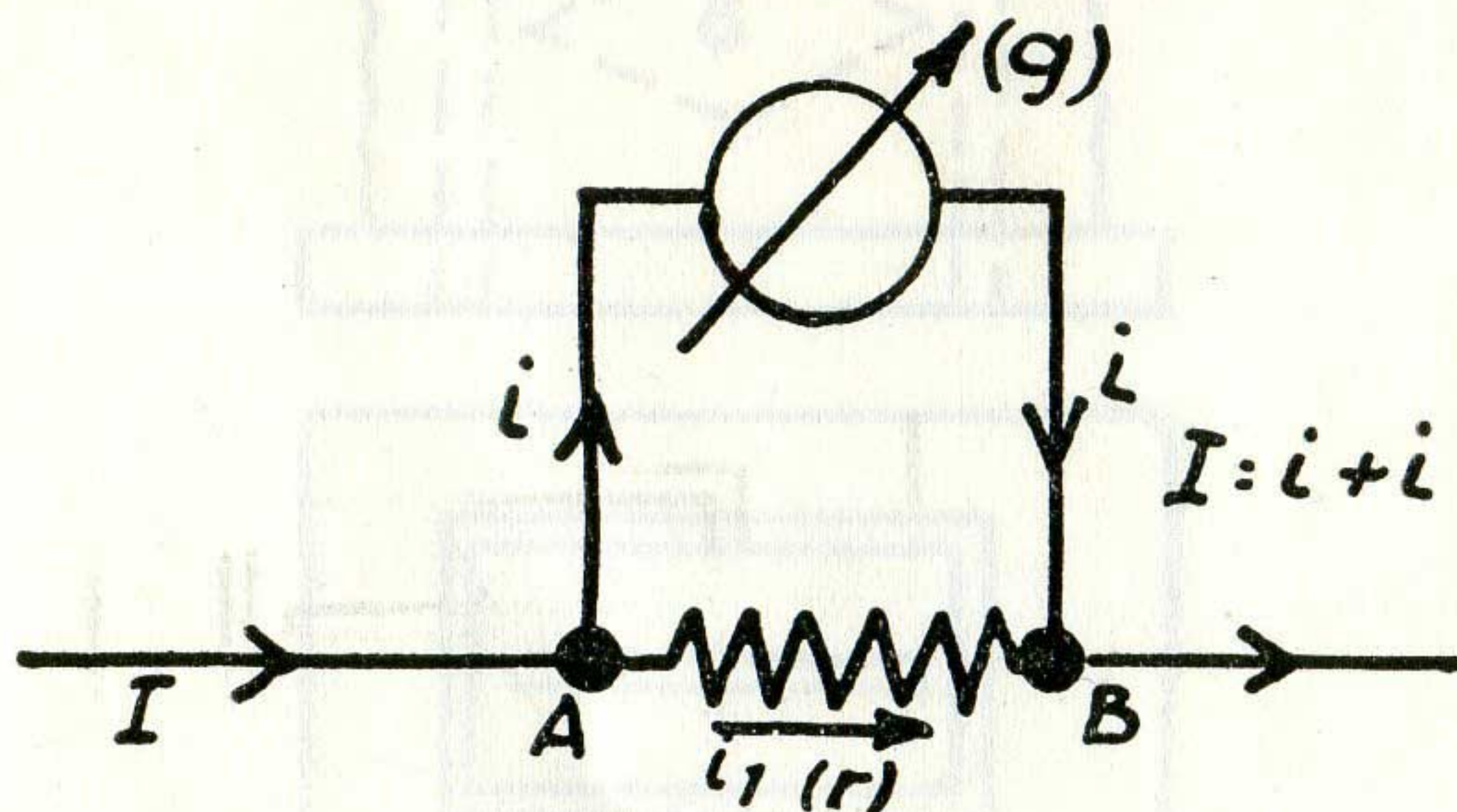


Fig. 54.

Indien  $g$  en  $r$  respectievelijk de weerstand is van het toestel en de shunt, dan kan men, daar  $g$  en de maximum stroom  $i$  die het apparaat kan verdragen, gekend is, bepalen welke waarde er aan  $r$  moet gegeven worden om een stroom  $I$  te kunnen meten.

### 37 De voltmeter.

Veronderstellen we een batterij  $E$  van 100 V (fig. 55) waarvan we de spanning willen weten. Sluiten we tussen de klemmen van deze batterij een weerstand  $R$  van 10 000  $\Omega$  en een milliampèremeter mA aan.

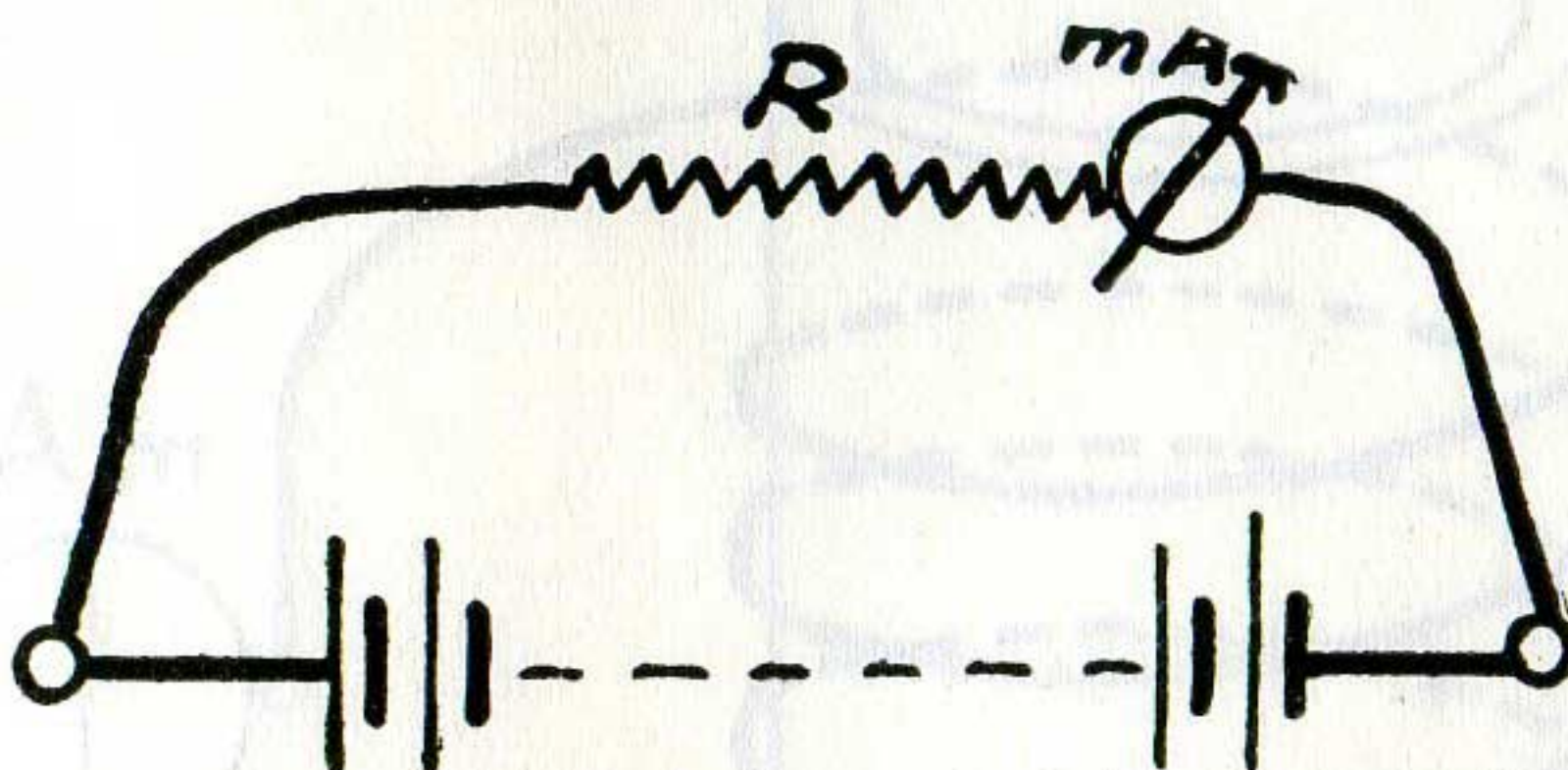


Fig. 55.

De stroom die door de milliampèremeter gaat (geen rekening gehouden met de zwakke inwendige weerstand van de milliampèremeter), bedraagt volgens de wet van Ohm :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{100}{10\,000} = 0,01 \text{ A} = 10 \text{ mA.}$$

Tegenover deze verdeling zullen we 100 V aanduiden. Nemen we het geheel « weerstand — mA » en laat ons het aansluiten tussen de klemmen van een batterij van 50 V. De stroom zal 5 milliampère bedragen en we zullen 50 V op de schaal aanduiden, enz.

We bekommen alzo een voltmeter.

### 38 Bepaling van geïnduceerde stromen.

Beschouwen we (fig. 56) een buis van een isolerende stof waarop men een geïsoleerde geleider rolt in naast elkaar liggende windingen. De twee uiteinden van deze geleider eindigen op klemmen waaraan men een milliampèremeter mA verbindt.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 64.

Indien men nu met een plotselinge beweging een gemagnetiseerde staaf NS in de buis steekt, stelt men vast dat de naald van de milliampèremeter zich verplaatst.

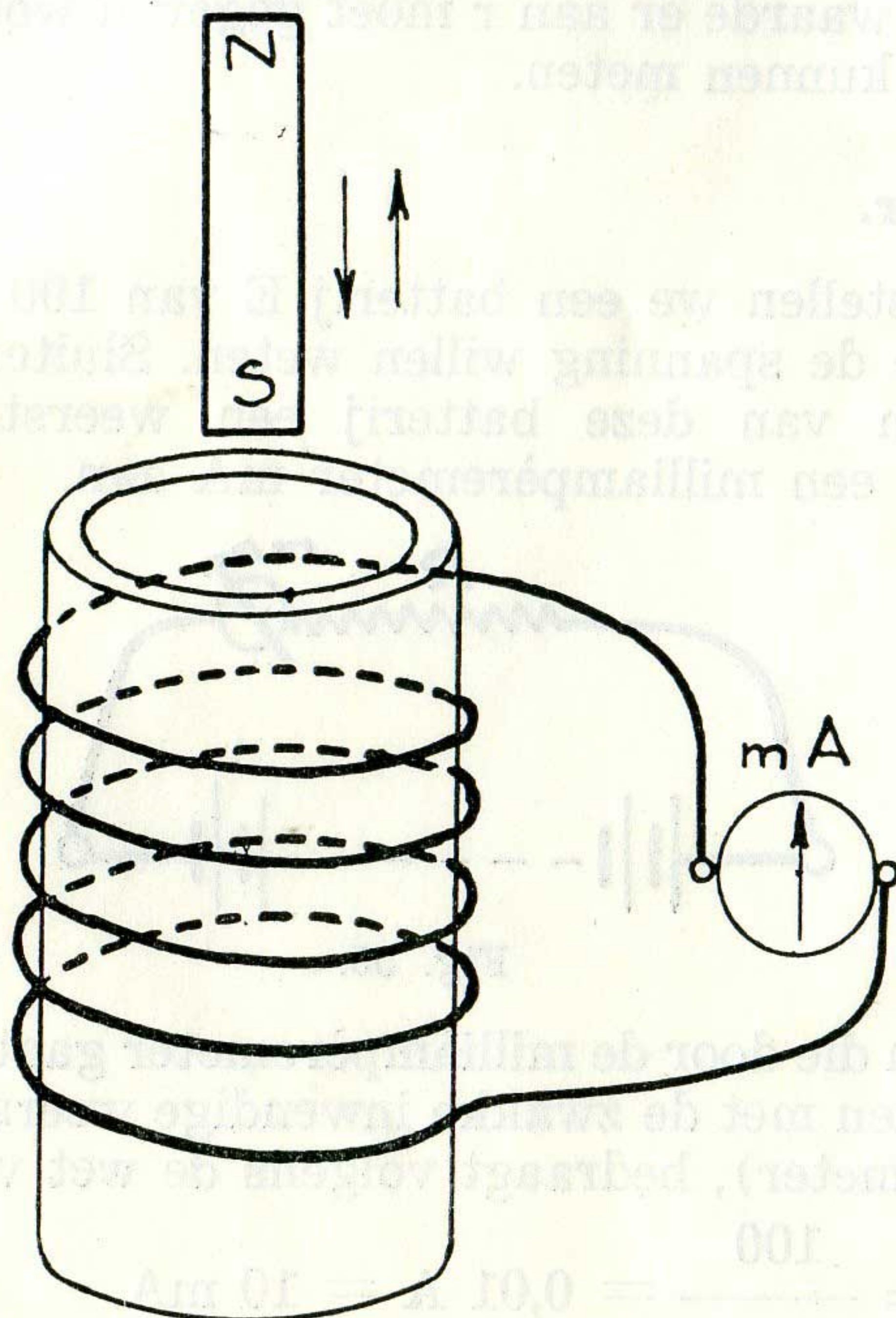


Fig. 56.

Wanneer men de magneet uittrekt, verplaatst de naald van de milliampèremeter zich opnieuw, doch de afwijking gebeurt nu in tegenovergestelde richting als bij vorige proef.

De afwijkingen van de milliampèremeter tonen het bestaan aan van een stroom in de geleider van de spoel, stroom die ontstaat door de verplaatsing van de magneet tegenover de geleiders.

Deze stroom zou insgelijks bestaan indien de geleider zich verplaatste ten overstaan van de gemagnetiseerde staaf.

Het is een **geïnduceerde stroom**.

Het ontstaan van de stroom bewijst het bestaan van electromotorische kracht (e.m.k.).

Maart 1957.

Men zal dus onthouden dat :

Wanneer een geleider zich verplaatst ten overstaan van een magneet (of omgekeerd), ontstaat er een geïnduceerde electromotorische kracht in die geleider.

Dit beginsel ligt aan de basis van de theorie der dynamo's of generatoren van elektrische energie.

### 39 Inducerende en geïnduceerde stromen.

We hebben vroeger gezien (art. 33) dat een in schroefvorm opgerolde geleider (solenoid) waardoor men een stroom doet vloeien, zich als een magneet gedraagt.

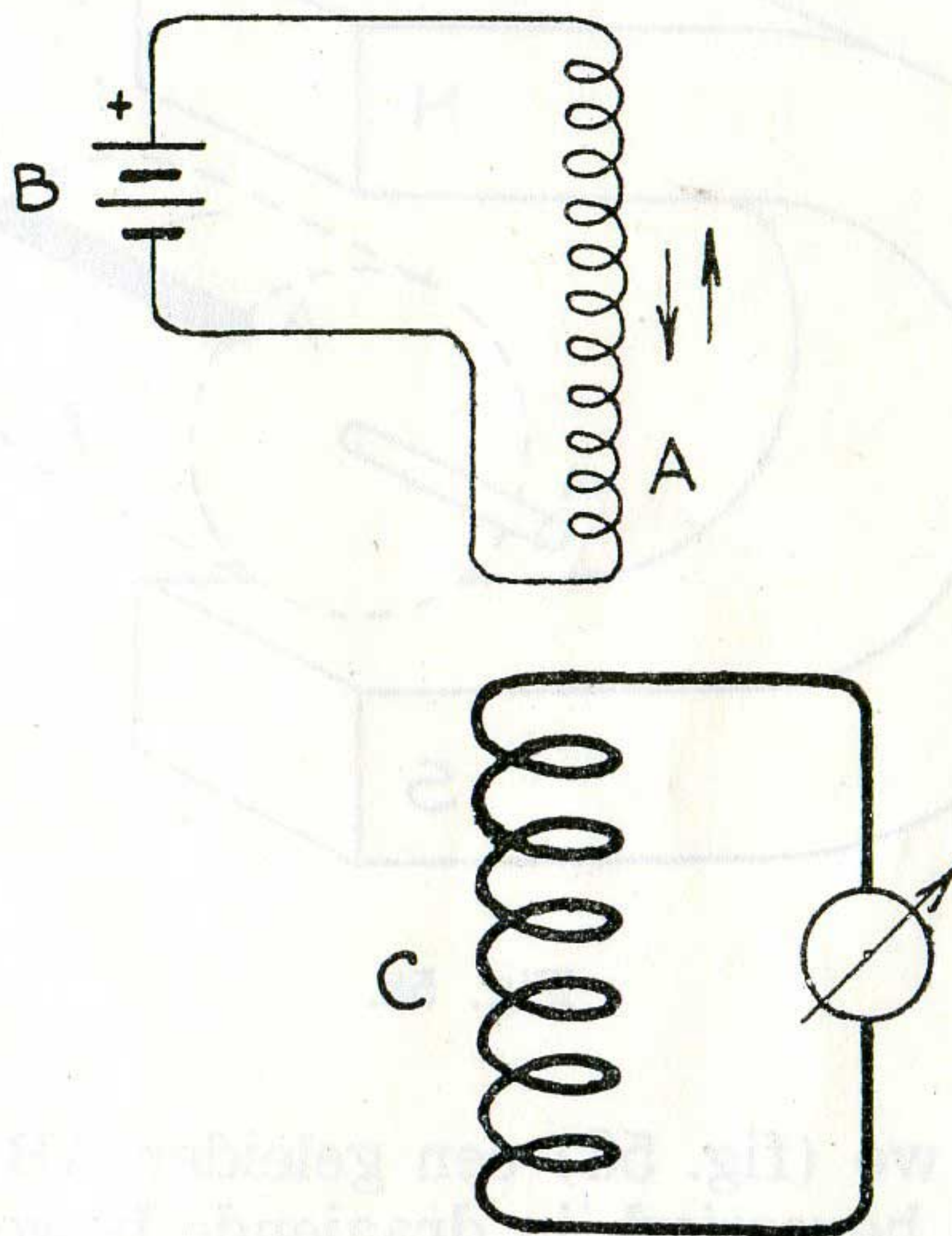


Fig. 57.

Vervangen we (fig. 57) de gemagnetiseerde staaf van de voorgaande proef door een solenoïde gevoed door een batterij of een elektrische cel B en steken we haar in de solenoïde C verbonden aan een milliamperemeter.

De naald wijkt af.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 66.

Door de solenoïde A terug te trekken wijkt de naald af in tegenovergestelde richting.

De stroom die door A vloeit en die de e.m.k. in C doet ontstaan wordt **inducerende** stroom genoemd in tegenstelling met de **geïnduceerde** stroom die in C ontstaat.

## 40 Grondbeginselen van de generatoren.

De dynamo is een draaiende machine, aangedreven door een om 't even welk middel, en die elektrische energie voortbrengt (zie art. 3).

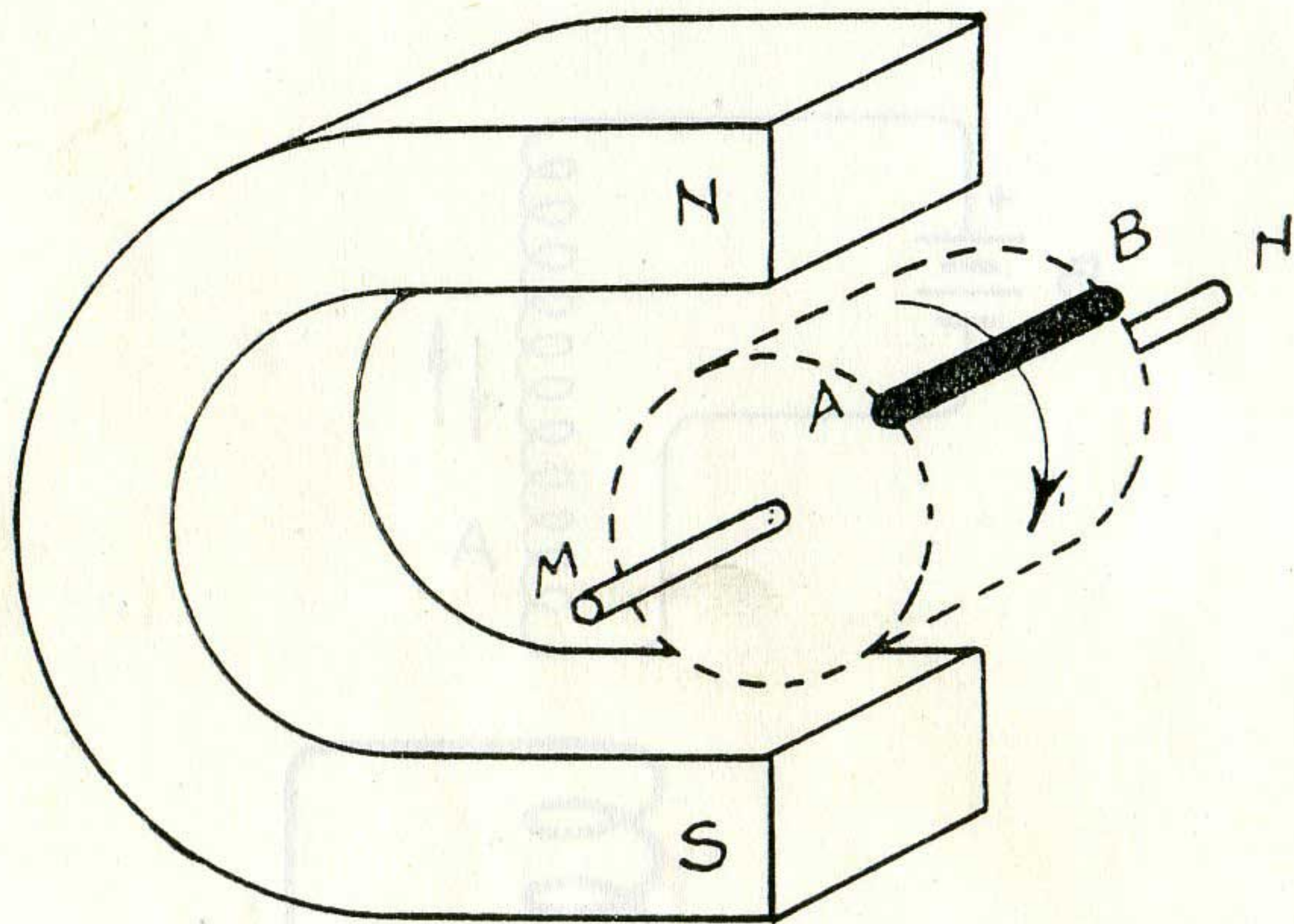


Fig. 58.

Beschouwen we (fig. 58) een geleider AB op een geïsoleerde trommel bevestigd, in draaiende beweging (geschematiseerd op de figuur) tussen de polen van een permanente magneet NS.

Zoals werd uitgelegd in art. 38 ontstaat er een e.m.k. in die geleider.

Daar het practisch onmogelijk is de uiteinden van de bewegende geleider aan een meetapparaat te verbinden, moet er gebruik gemaakt worden van een kunstgreep.



Men verbindt de geleider aan 2 koperen ringen E en F, op de as MN bevestigd doch ervan geïsoleerd (fig. 59).

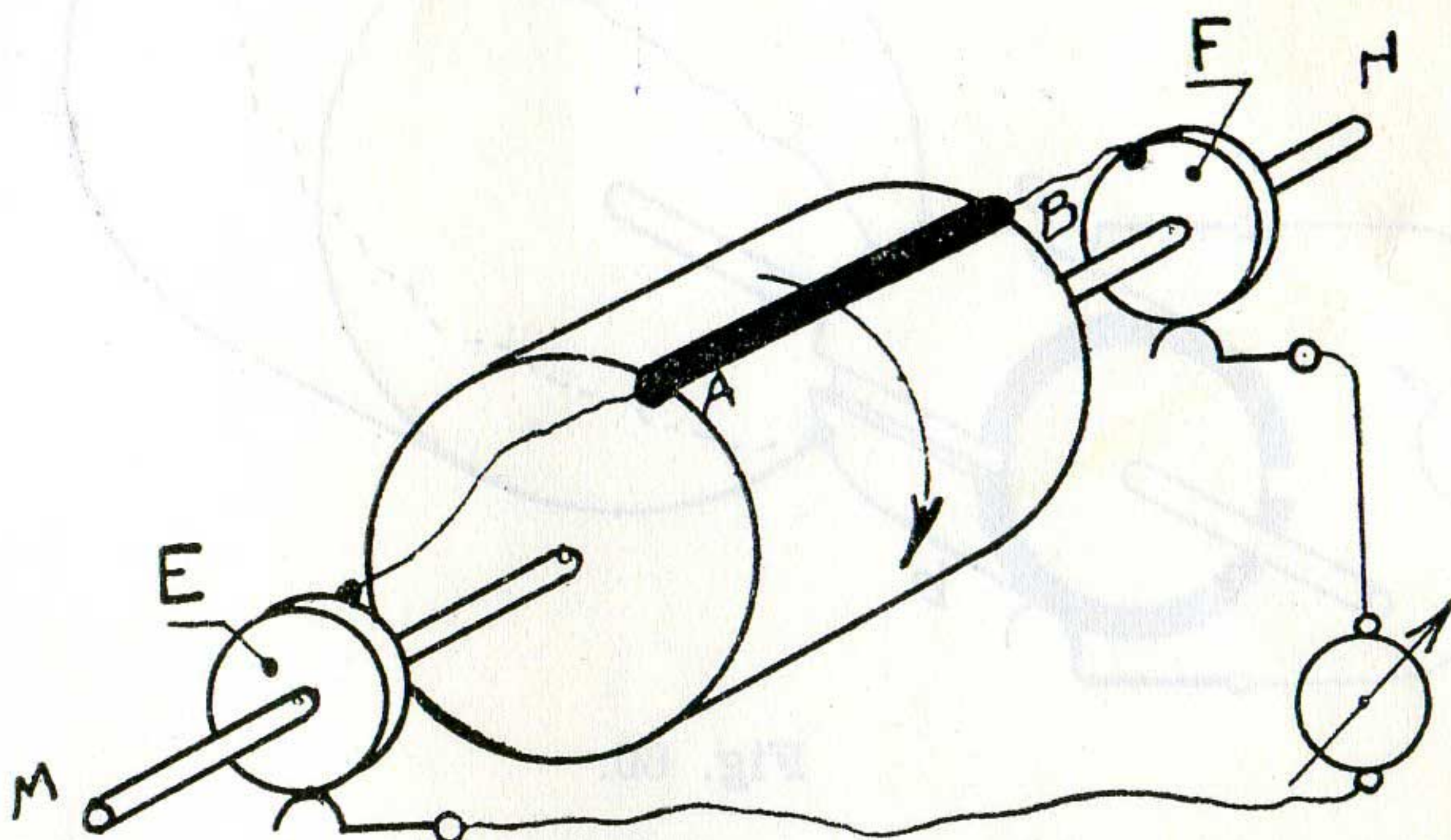


Fig. 59.

Men kan dan contactstukken (**borstels** genoemd) op die ringen doen wrijven en deze borstels aan het meettoestel verbinden.

Men stelt vast dat de afwijking van de milliampèremeter gedurig van richting verandert, hetgeen bewijst dat de e.m.k. geen vaste richting heeft maar dat zij **wisselend** is.

Men heeft een generator van elektrische energie onder vorm van wisselstroom bekomen.

Deze soort stroom wordt industrieel gebruikt. Men gebruikt hem nochtans niet onder deze vorm voor de elektrische tractie in België.

De stroom waarover men wenst te beschikken voor die toepassing moet **gelijkstroom** zijn, t.t.z. dat hij altijd in dezelfde richting moet vloeien.

#### 41 De dynamo.

De kunstgreep waarvan men gebruik maakt om gelijkstroom voort te brengen vormt de **collector**.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 68.

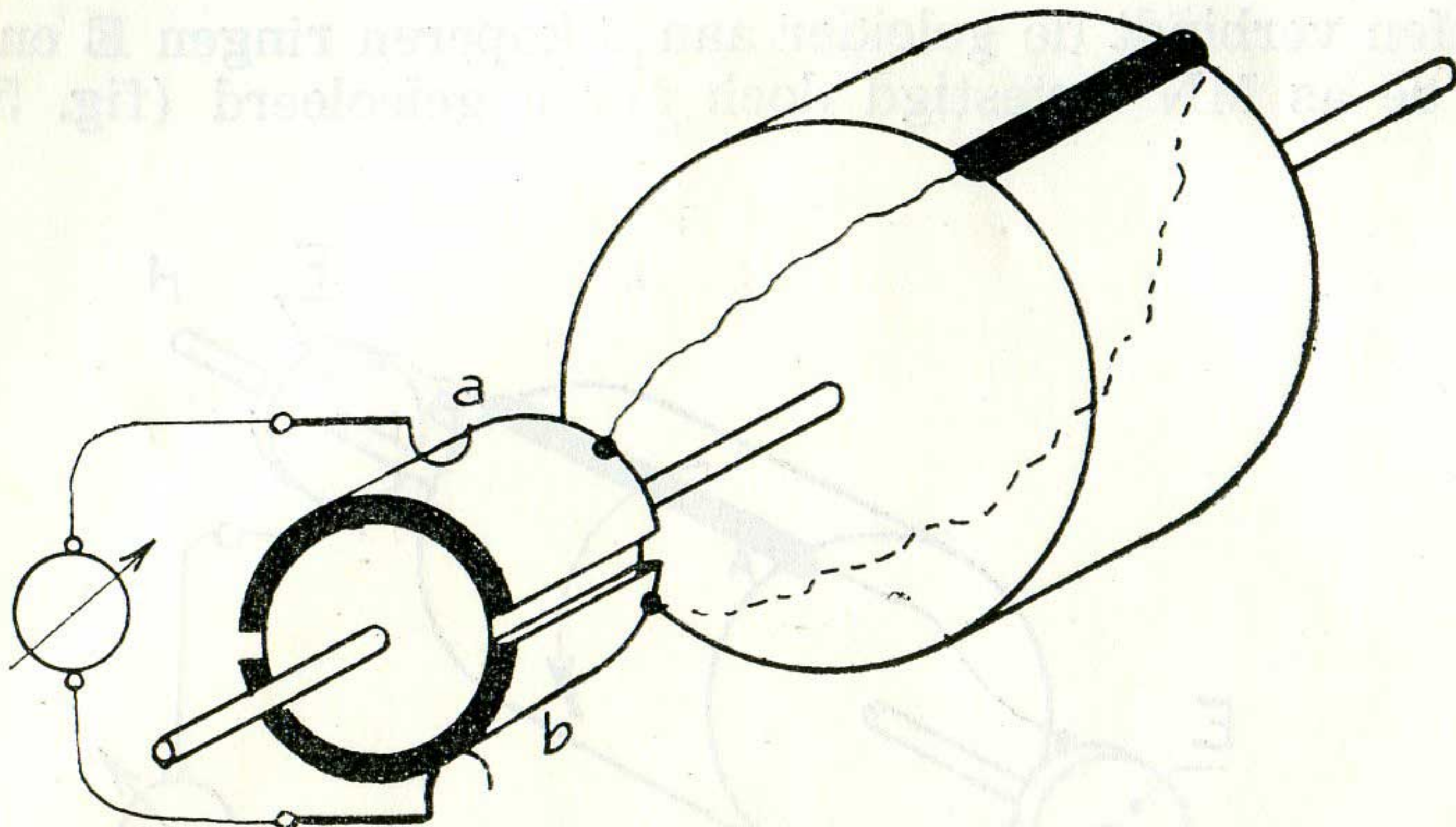


Fig. 60.

Bevestigen we (fig. 60) op de as van de machine een kleine trommel van isolerende stof, waarop twee halve schelpen a, b, van koper, bevestigd zijn, de ene van de andere geïsoleerd. Verbinden we de uiteinden A en B van de geleider met deze halve schelpen, waarop de vaste borstels steunen die de klemmen van de dynamo vormen.

In de stand van de figuur 60a, zal dus het uiteinde A door a, verbonden zijn aan de klem 1 van de milliampèremeter.

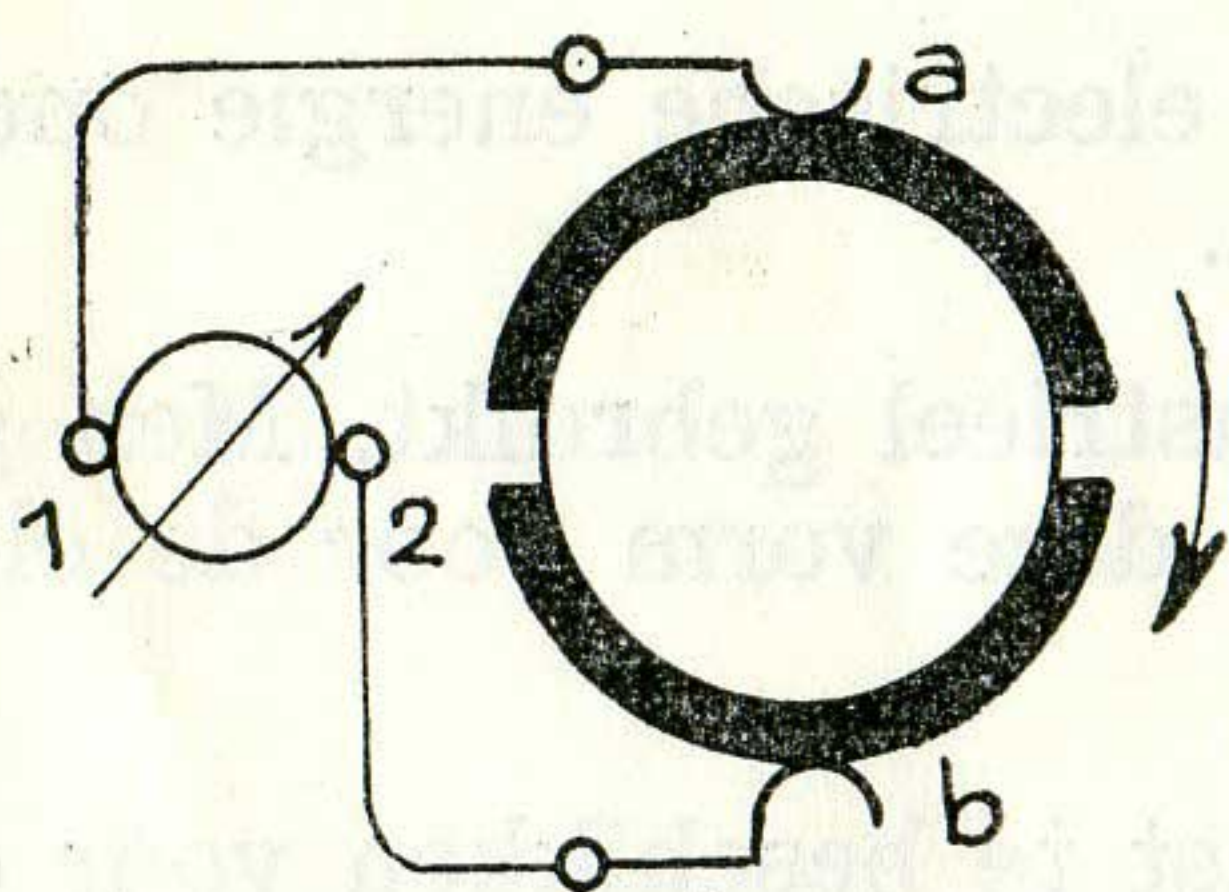


Fig. 60a

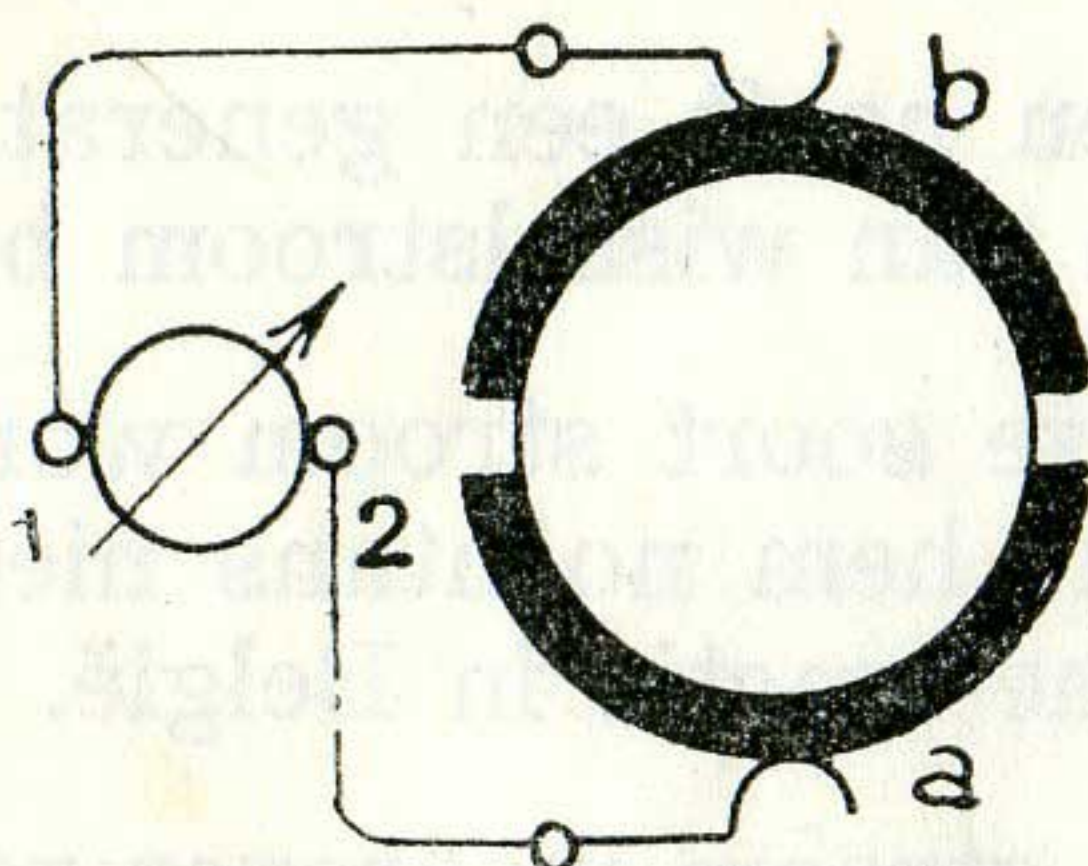


Fig. 60b

Een halve toer later (fig. 60b) is a verbonden met de klem 2 en is het b die verbonden wordt met de klem 1.

We stellen dus vast dat terzelfder tijd als de richting van de e.m.k. omgekeerd wordt, de verbindingen met het meetapparaat ook verwisseld zullen zijn.

De bekomen stroom zal dus **gelijkstroom** zijn.

Men noemt **collector** het geheel der metalen lamellen bevestigd op de geïsoleerde trommel.

De spanning bekomen aan de klemmen van een also gebouwde dynamo zou zeer zwak zijn.

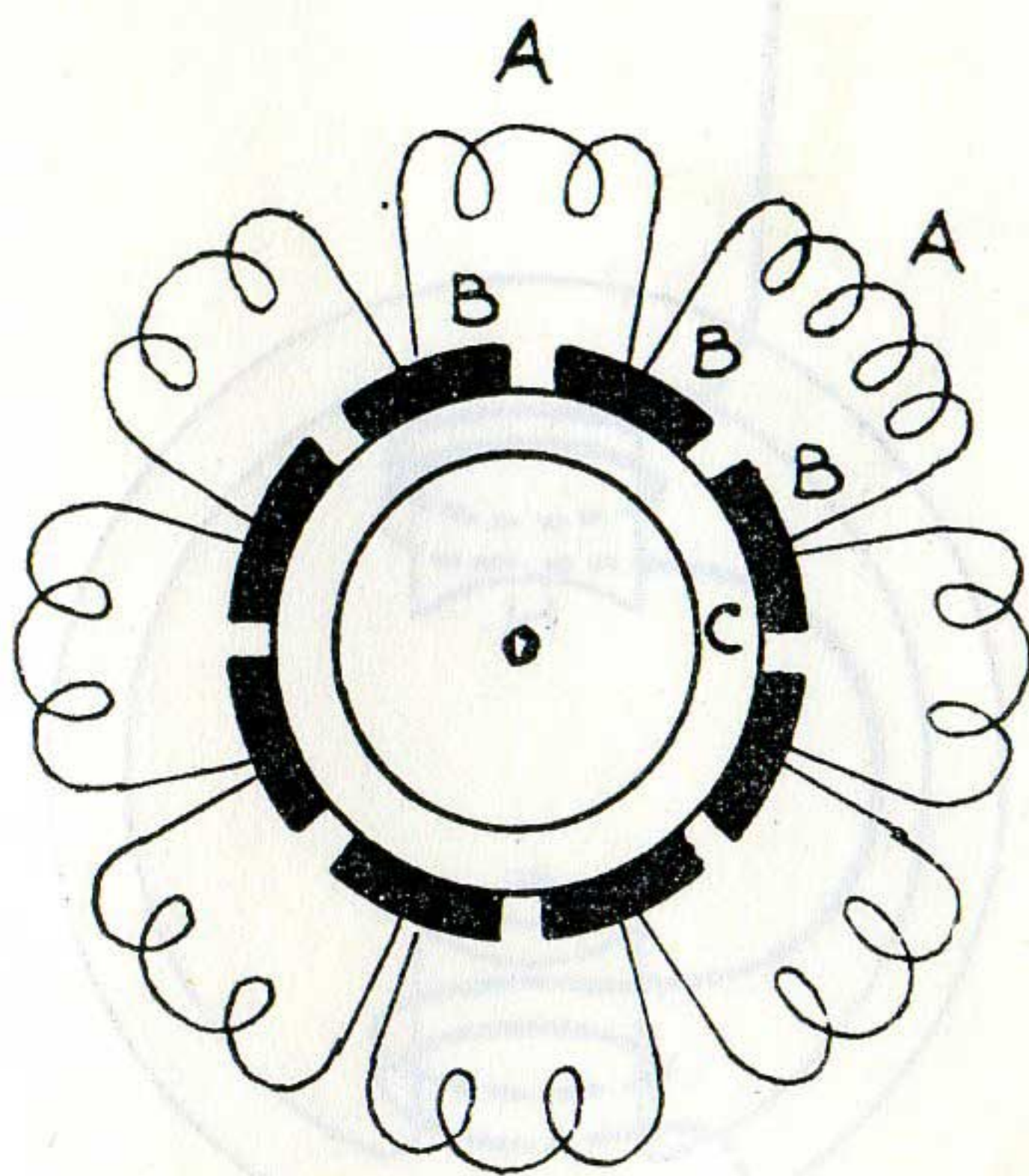


Fig. 61.

Men kan ze vergroten door (fig. 61) de geleider te vervangen door een solenoïde (aantal windingen) en door meerdere spoelen A in serie te plaatsen. De uiteinden van de spoelen eindigen aan de lamellen B van de collector, bevestigd op de geïsoleerde trommel C die gedragen wordt door de as van de motor.

## 42 Samenstelling van een dynamo.

In de praktijk worden de dynamo's als volgt gebouwd.

De permanente magneet is vervangen door een electromagneet (bijv. 2 ijzeren massa's, verbonden door een armatuur welke het juk van de dynamo vormt, en waarop men geïsoleerde draad windt) (fig. 62).

Het is de **stator**.

Tussen deze polen draait de **rotor**. Hij is samengesteld uit een cilindrische ijzeren armatuur, op een as die in 2 kussenblokken draait. De cilinder is voorzien van **gleuven** waarin men geïsoleerde koperen geleiders legt en aan de lamellen van de **collector** verbindt.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 70.

Op deze collector drukken de **borstels**, over het algemeen van kool, die vastgehouden worden in **borstelhouders** die van veren voorzien zijn.

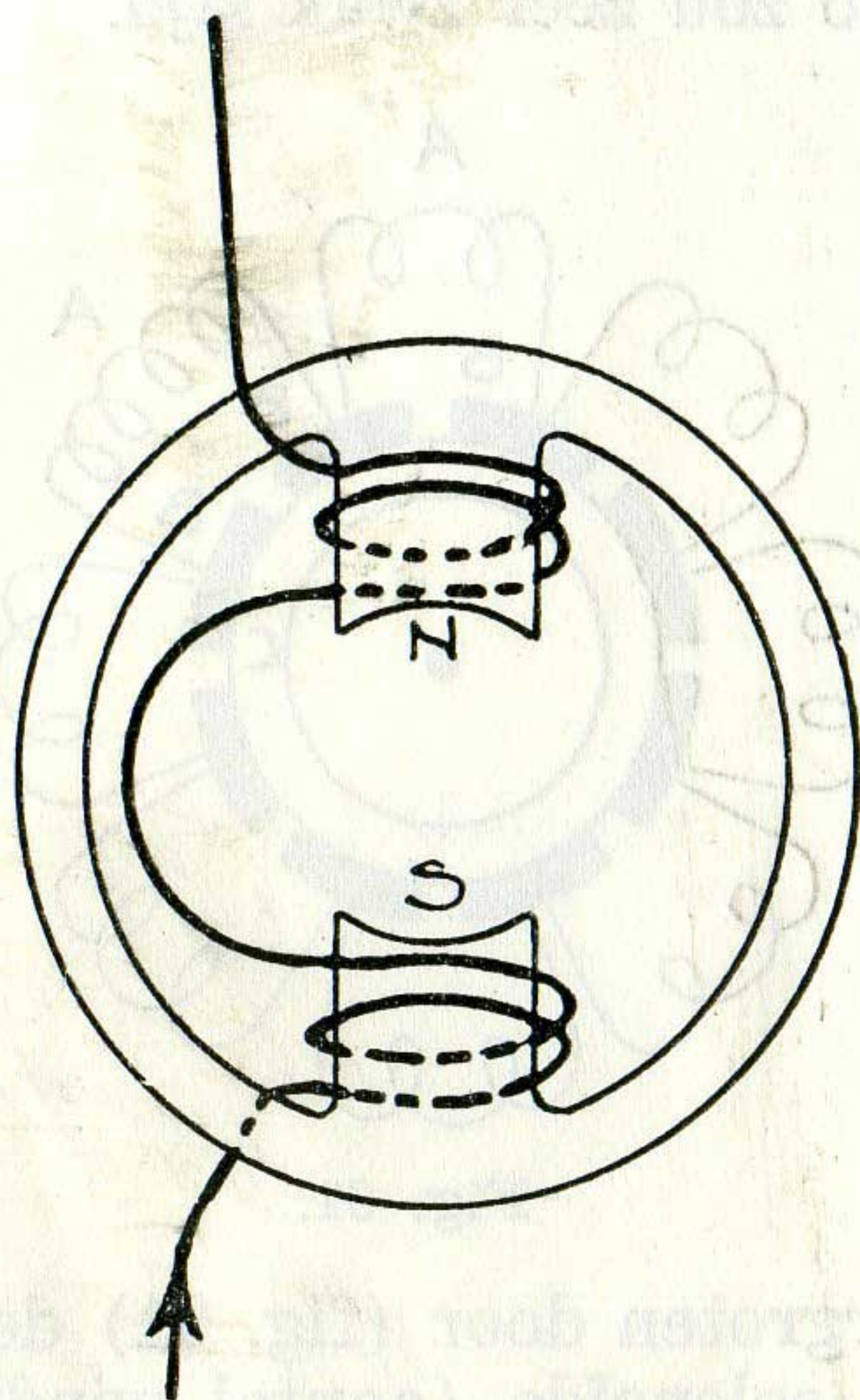


Fig. 62.

De borstels zijn aan de klemmen van de dynamo verbonden.

De kussenblokken van de rotor zijn met draagmetaal of met kogel- of rollagers.

De dynamo kan aangedreven worden door een om het even welke motor (stoommachine, gas-, benzine- of diesel motor).

Bij de N.M.B.S., gebruikt men onder meer, dynamo's aangedreven door de as van een rijtuig; wanneer het rijtuig rijdt laden zij de batterijen der elektrische verlichting van het rijtuig. Het vermogen van deze dynamo's ligt meestal tussen 5 en 10 kW.

Op de Diesellocomotieven en motorwagens met elektrische transmissie, drijft de Dieselmotor een dynamo (of hoofdgenerator genoemd) aan, die de tractiemotoren voedt; de dynamo's gebruikt bij de N.M.B.S. bereiken een vermogen van 1100 kW (locomotieven types 201, 202, 203 en 204).

**43 Grondbeginsel der motoren.**

We hebben gezien (art. 34) dat een vrije geleider waarin de stroom vloeit zich tracht te verplaatsen wanneer hij aan de invloed van een magneet onderworpen wordt.

Dit verschijnsel is het grondbeginsel van de elektrische motor.

Indien de borstels van de machine voorgesteld op de fig. 60 verbonden worden aan een stroombron, zal de geleider AB beginnen te draaien tussen de polen van de magneet.

**44 Samenstelling van de inductor.**

In de praktijk, wordt de permanente magneet, evenals in de nijverheidsdynamo's, vervangen door een electromagneet.

Deze electromagneet zal gevoed worden door dezelfde stroombron als het anker.

Deze twee voedingen kunnen in serie gebeuren, of in parallel (of shunt), en men zal alsoo serie- (fig. 63) of shuntmotoren (fig. 64) bekomen.

De seriemotoren worden gebruikt in de elektrische- en de Dieseltractie, daar hun eigenschappen hiervoor goed passen.

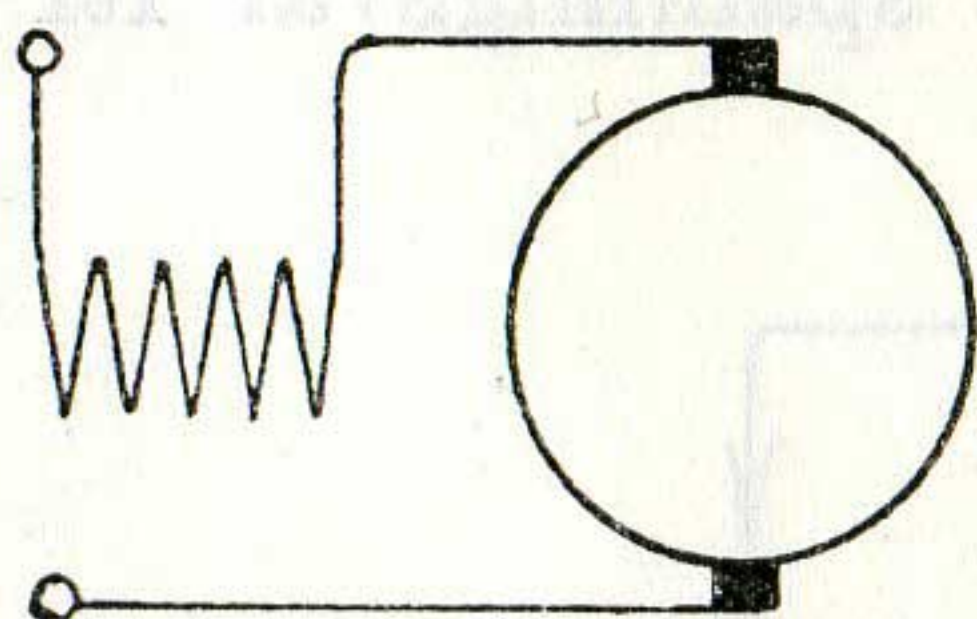


Fig. 63.

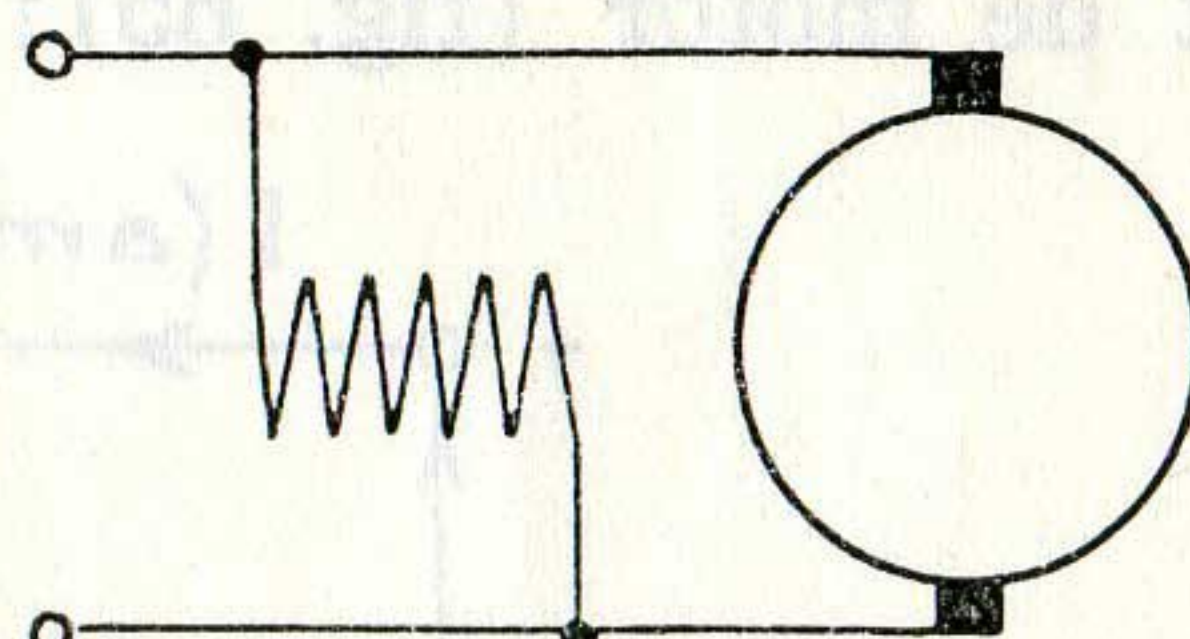


Fig. 64.

In hetgeen volgt zal er alleen sprake zijn van de seriemotor.

**45 Eigenschappen van de seriemotor.**

De seriemotor gebruikt voor de tractie moet belangrijke krachten kunnen ontwikkelen, van de stilstand af tot de maximumsnelheid.

Hoe groter de opgeslorpte stroom, hoe groter de uitgeoefende kracht.

# Boekje hlt

## 10. I.

Bladz. 72.

Om daarentegen de snelheid op te drijven, is het nodig de spanning aan de klemmen te doen toenemen.

Bij het aanzetten van een trein tracht men een grote versnelling te bekomen hetgeen een grote trekkracht vereist en bijgevolg een belangrijke stroom.

Indien de spanning constant blijft dan neemt de opgeslorpte stroom af naarmate de snelheid van de motor vergroot.

### 46 In gang zetten van de seriemotor.

Op het ogenblik dat de spanning aangewend wordt aan de klemmen van een stilstaande seriemotor is de opgeslorpte stroom overdreven hoog.

Teneinde hem te verminderen moet de op de motor aangewende spanning verlaagd worden.

In de elektrische tractie en Dieseltractie gebeurt dit op verschillende wijze.

1) Elektrische tractie : men beschikt over een constante spanning t.t.z. deze van de bovenleiding. Deze wordt voortgebracht door een bron die volledig onafhankelijk is van de locomotief. De machinist kan echter de spanning die aangewend wordt aan de klemmen van de tractiemotoren beperken.

Dit kan gebeuren op twee manieren :

a) door een **aanloopweerstand** in te schakelen in serie met de motor (fig. 65); een spanningsval  $RI$  wordt

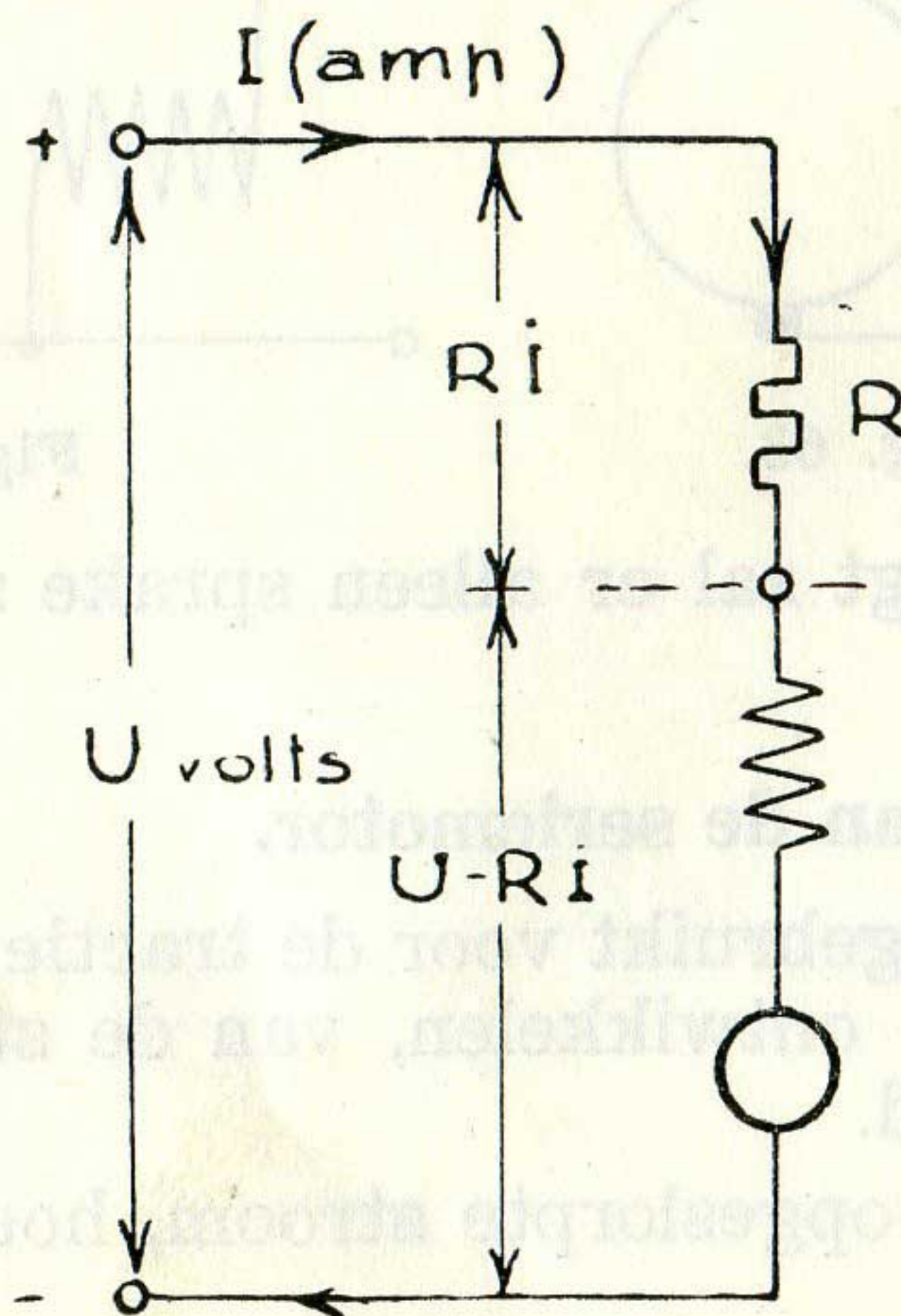


Fig. 65.

veroorzaakt in de weerstand, en de spanning op de motor aangewend wordt ( $U - Ri$ ) kleiner dan  $U$ .

Het is echter een dure werkwijze, daar een belangrijk gedeelte van de elektrische energie dient voor het verwarmen van de aanloopweerstand;

- b) men kan, wanneer men over meerdere identieke motoren beschikt (algemeen geval in de tractie) de motoren bij de aanzetting in serie plaatsen.

In geval van twee motoren (fig. 66), zal de op iedere motor aangewende spanning gelijk zijn aan  $\frac{U}{2}$ ;

in geval van 4 motoren zal zij  $\frac{U}{4}$  zijn.

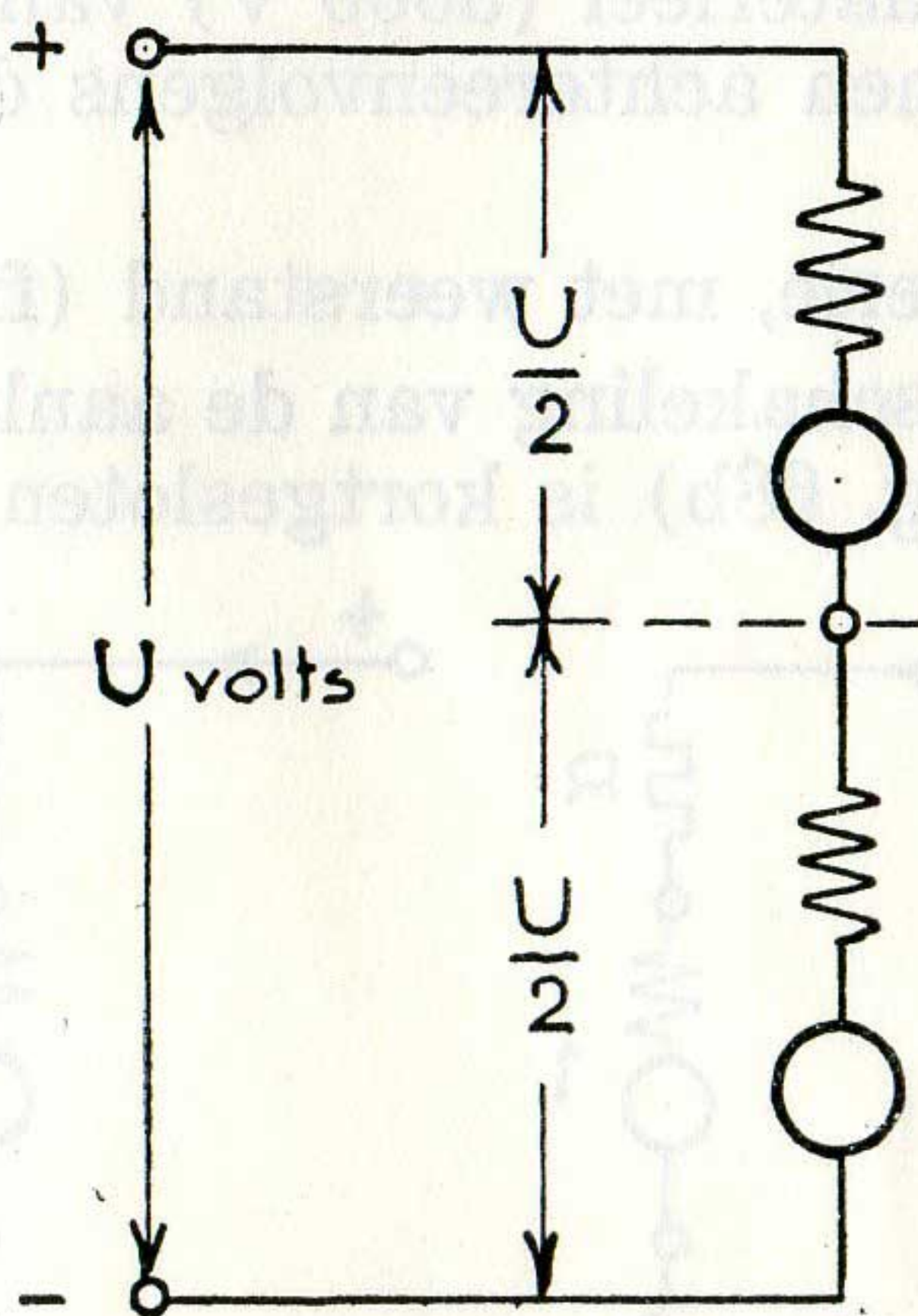


Fig. 66.

- c) over het algemeen worden deze twee manieren terzelfder tijd toegepast (fig. 67).

Zodra de motoren een zekere snelheid bereikt hebben en de opgeslorpte stroom dus verminderd is (art. 45) kan men geleidelijk de weerstanden uitschakelen en de koppeling der motoren wijzigen.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 74.

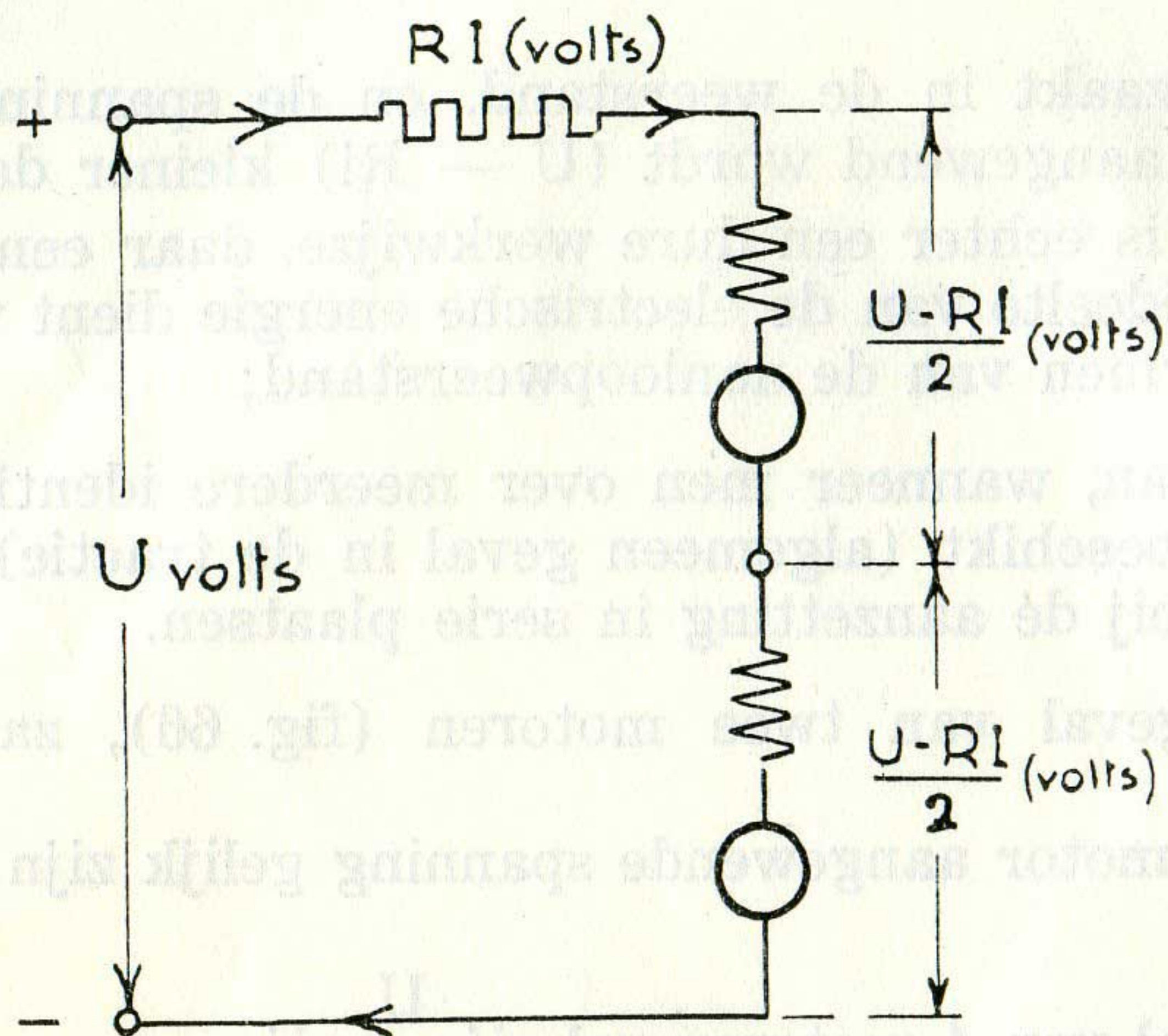


Fig. 67.

Op het rollend materieel (3000 V) van de N.M.B.S. met 4 motoren heeft men achtereenvolgens de volgende schakelingen :

- 4 motoren in serie, met weerstand (fig. 68a) ;
- geleidelijke uitschakeling van de aanloopweerstand tot hij volledig (fig. 68b) is kortgesloten;

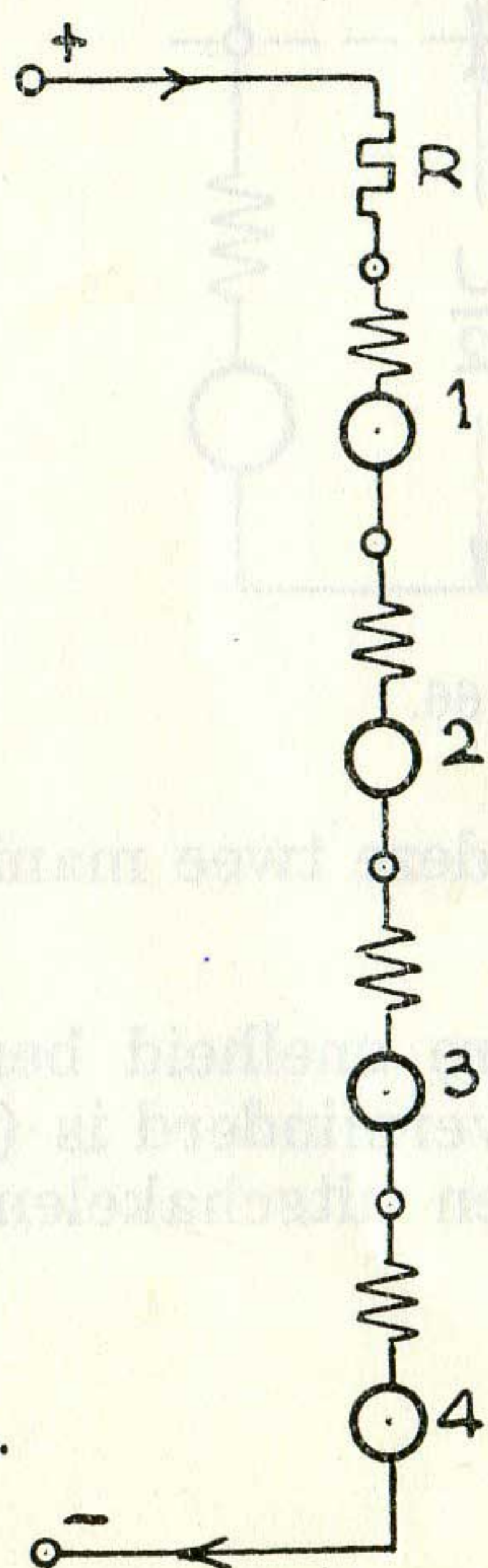


Fig. 68a.

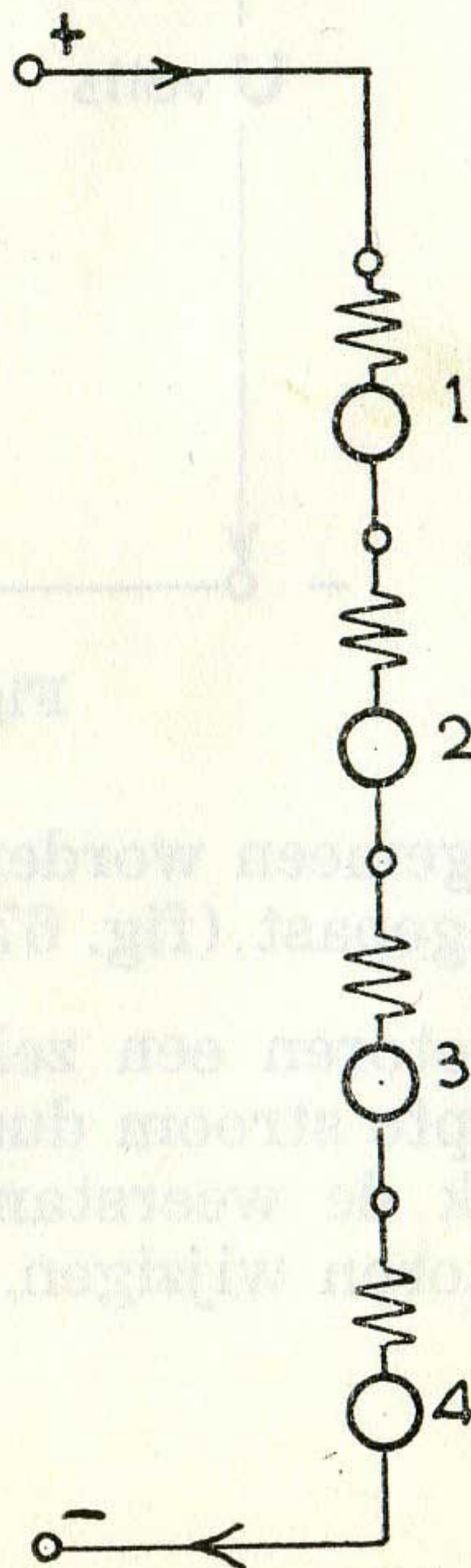


Fig. 68b.



- 2 groepen van 2 motoren in serie, deze groepen in parallel zijnde; het geheel wordt voorafgegaan door een aanloopweerstand (deze schakeling wordt « serie-parallel » genoemd — fig. 68c);
- geleidelijke weglating van de weerstand uit de vorige schakeling (fig. 68 d).

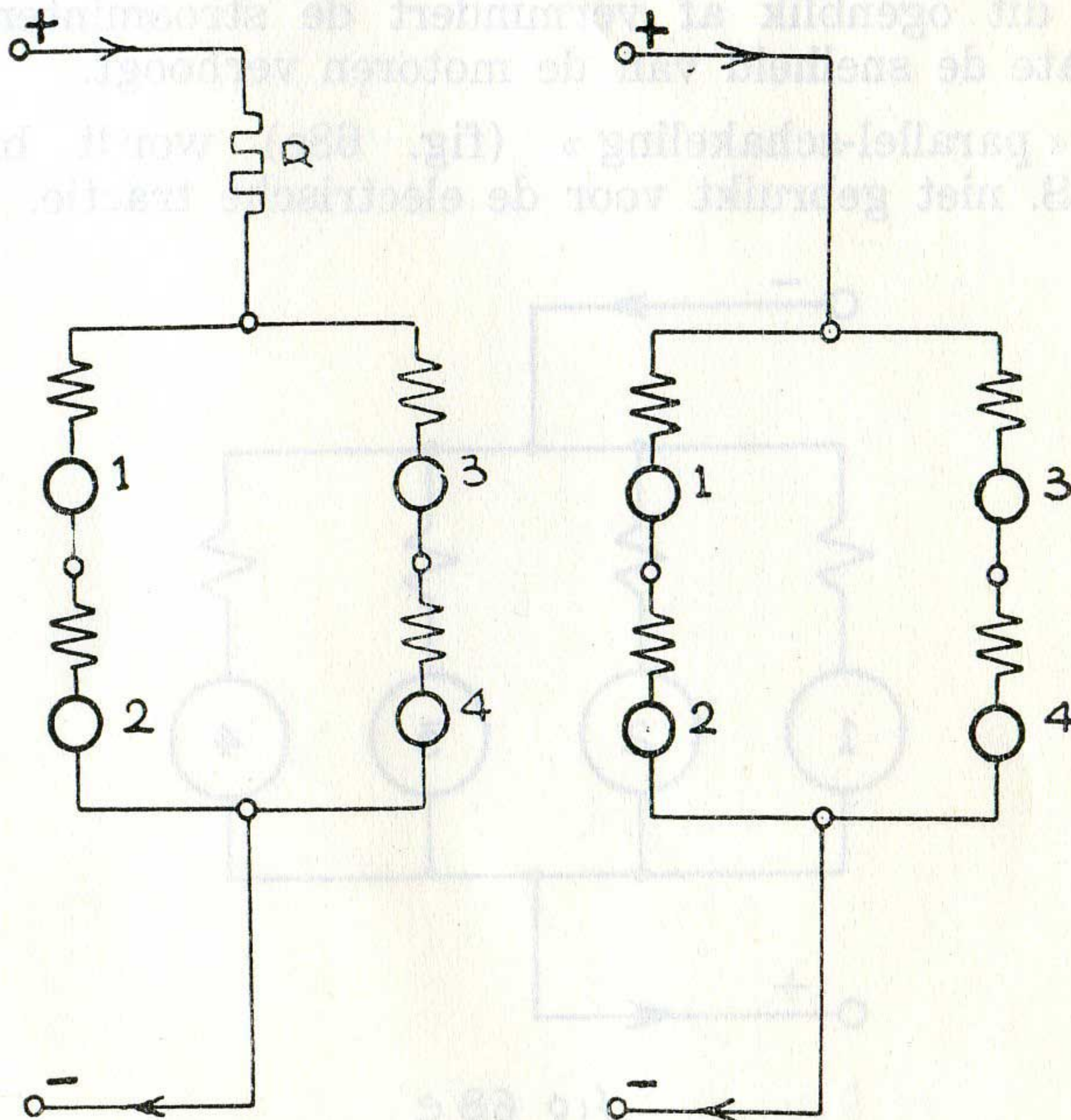


Fig. 68c.

Fig. 68d.

Indien men een ampèremeter in de voedingskring inschakelde, zou men het volgende vaststellen.

Op het ogenblik van de aanzetting, zal de aangeduide stroom bijv. 200 A zijn. Daar de motoren beginnen te draaien, zal de stroom verminderen (art. 45) en na een zekere tijd kan men een deel van de weerstanden weglaten.

Door dit feit, vermeerdert de stroom plotseling (vermits de op de motoren aangewende spanning op dit ogenblik vergroot) om dan weer geleidelijk te verminderen.

Na een zekere tijd laat men weer een deel van de in dienst gebleven weerstanden weg, waardoor opnieuw een verhoging van de stroom, enz.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 76.

Eindelijk is al de weerstand uitgeschakeld (fig. 68b).

Op dit ogenblik geeft men de serie-koppeling van de motoren op en men neemt de serie-parallelschakeling van fig. 66c aan met al de aanloopweerstand in serie.

Men schakelt geleidelijk de weerstanden uit tot zij eindelijk weer geheel uitgeschakeld zullen zijn.

Van dit ogenblik af vermindert de stroomintensiteit naarmate de snelheid van de motoren verhoogt.

De « parallel-schakeling » (fig. 68e) wordt bij de N.M.B.S. niet gebruikt voor de elektrische tractie.

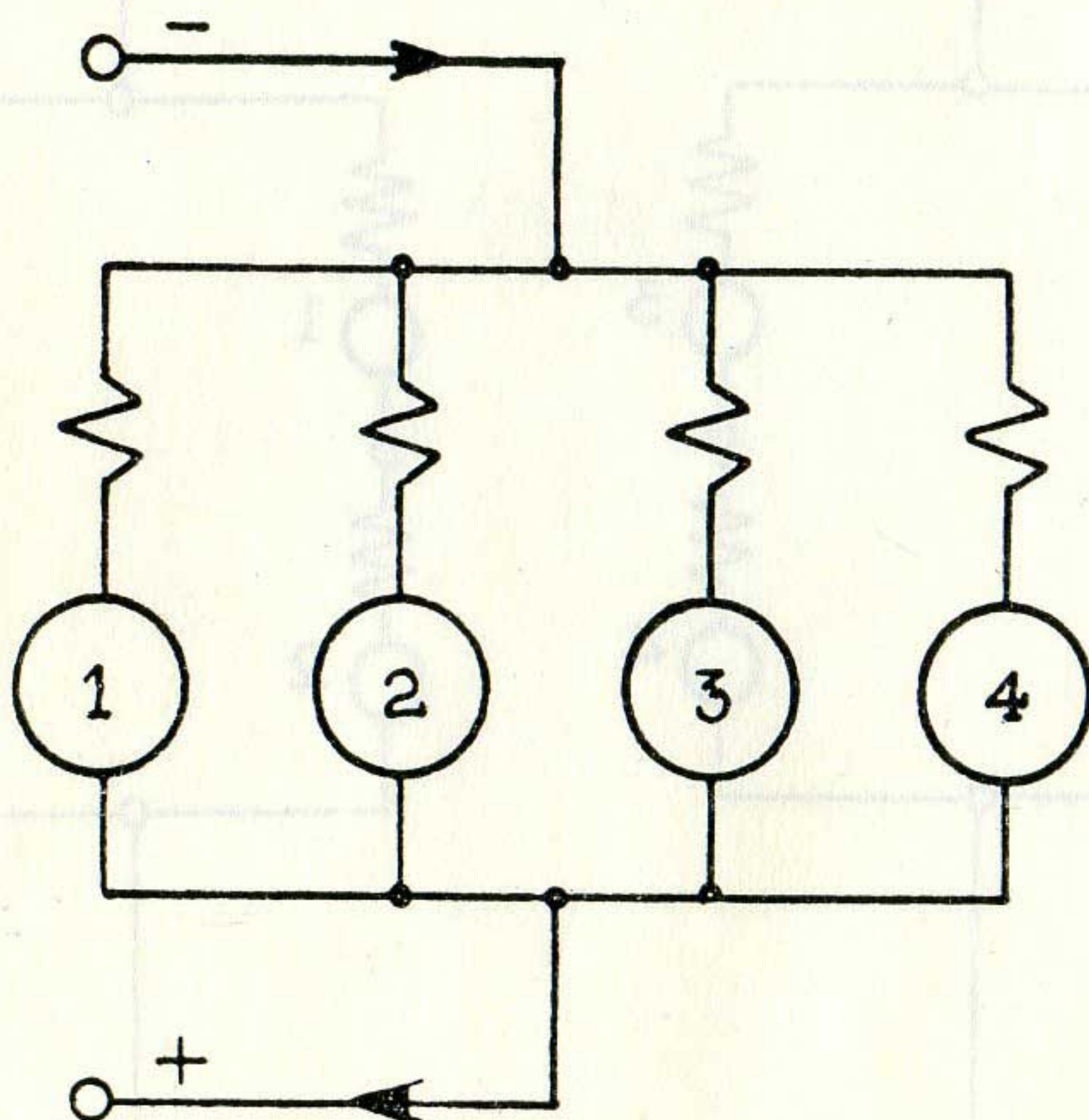


fig 68 e

2) Dieseltractie : de seriemotor wordt gebruikt in een elektrische transmissie.

Op een Diesel-electrische locomotief of motorwagen, drijft de Dieselmotor een dynamo aan, hoofdgenerator genoemd; deze generator voedt, zoals in de elektrische tractie, de seriemotoren die de assen van het voertuig in beweging brengen.

Daar de generator deel uitmaakt van de locomotief (of motorwagen) is het mogelijk de spanning rechtstreeks te regelen.

Het aanzetten van de seriemotoren kan eveneens gebeuren op 2 manieren :

- a) eerst beperkt men de spanning van de generator op een zodanige waarde, dat de geleverde stroom niet overdreven weze; naarmate de snelheid van de motoren toeneemt, vermindert de stroom en men verhoogt de spanning om een constant vermogen te kunnen bekomen aan de tractiemotoren, hetzij

$$\text{stroom} \times \text{spanning} = \text{constante.}$$

Daar de stroom toch overdreven hoog zal zijn, op beperkte snelheid, moet men aanzetten met alleen gebruik te maken van een gedeelte van het Dieselvermogen; vervolgens doet men het vermogen geleidelijk toenemen, naarmate de stroom vermindert.

De verandering van de spanning in functie van de snelheid gebeurt automatisch.

De verandering van het vermogen wordt door de machinist geregeld.

- b) men kan ook ingangzetten met 2 motoren in serie te schakelen, vervolgens in parallel (fig. 69a, 69b).

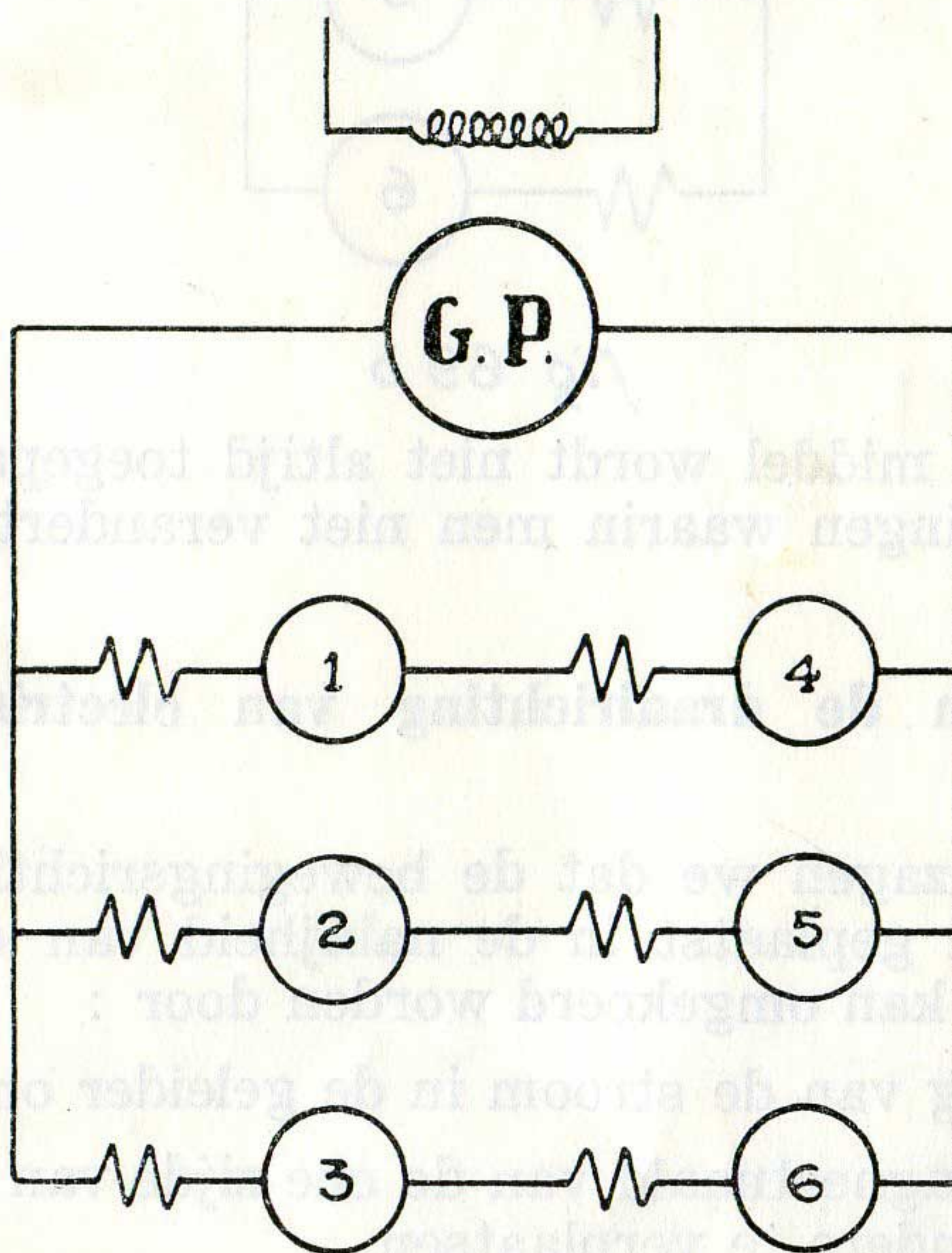


fig. 69a.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 78.

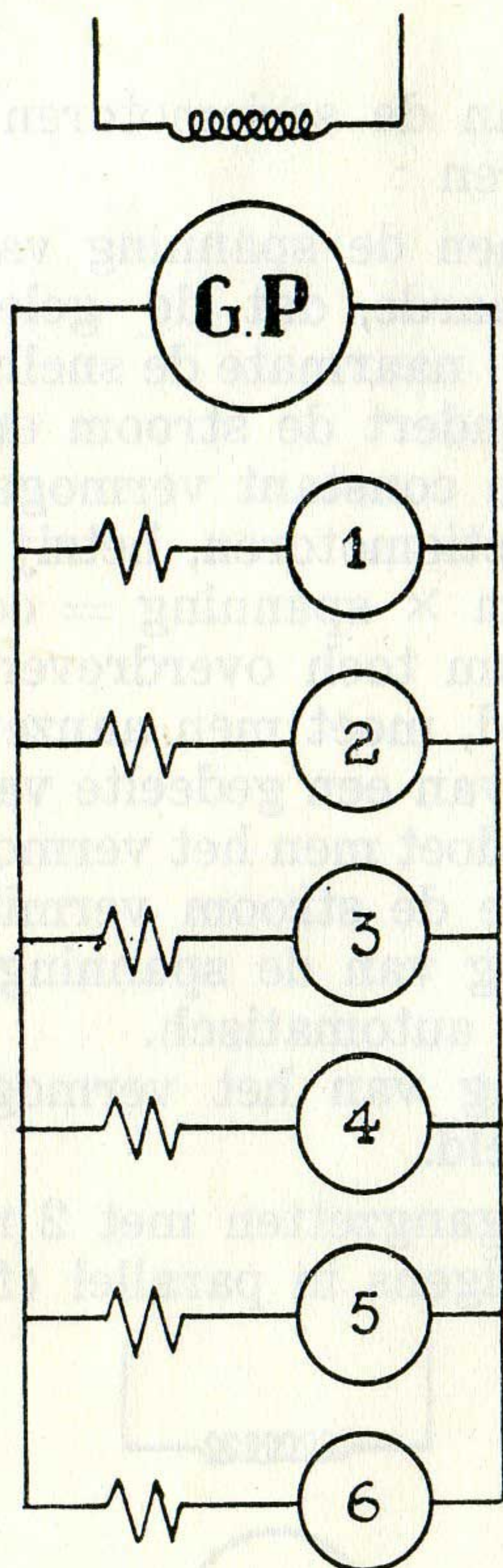


fig 69 b

Dit tweede middel wordt niet altijd toegepast. Er bestaan uitrustingen waarin men niet verandert van schakeling.

## 47 Omkeren van de draairichting van elektrische seriemotoren.

In art. 34 zagen we dat de bewegingsrichting van de magneetnaald geplaatst in de nabijheid van een elektrische geleider kan omgekeerd worden door :

- de richting van de stroom in de geleider om te keren;
- door de magneetnaald van de ene zijde van de geleider naar de andere te verplaatsen.

Een motor is niets anders dan een stel geleiders die in een magnetisch veld worden geplaatst.

Hieruit leiden we dus af dat, om de draairichting van een motor te veranderen, men :

- stroom in het anker van de motor moet omkeren;
- ofwel de richting van het magnetisch veld van de polen moet veranderen door de richting van de stroom er in om te keren.

Zij onder meer in fig. 70 een seriemotor draaiende in de getekende richting en waarvan de stroom in het anker en in de inductor verlopen zoals aangeduid op de schets door de pijlen 2 en 3.

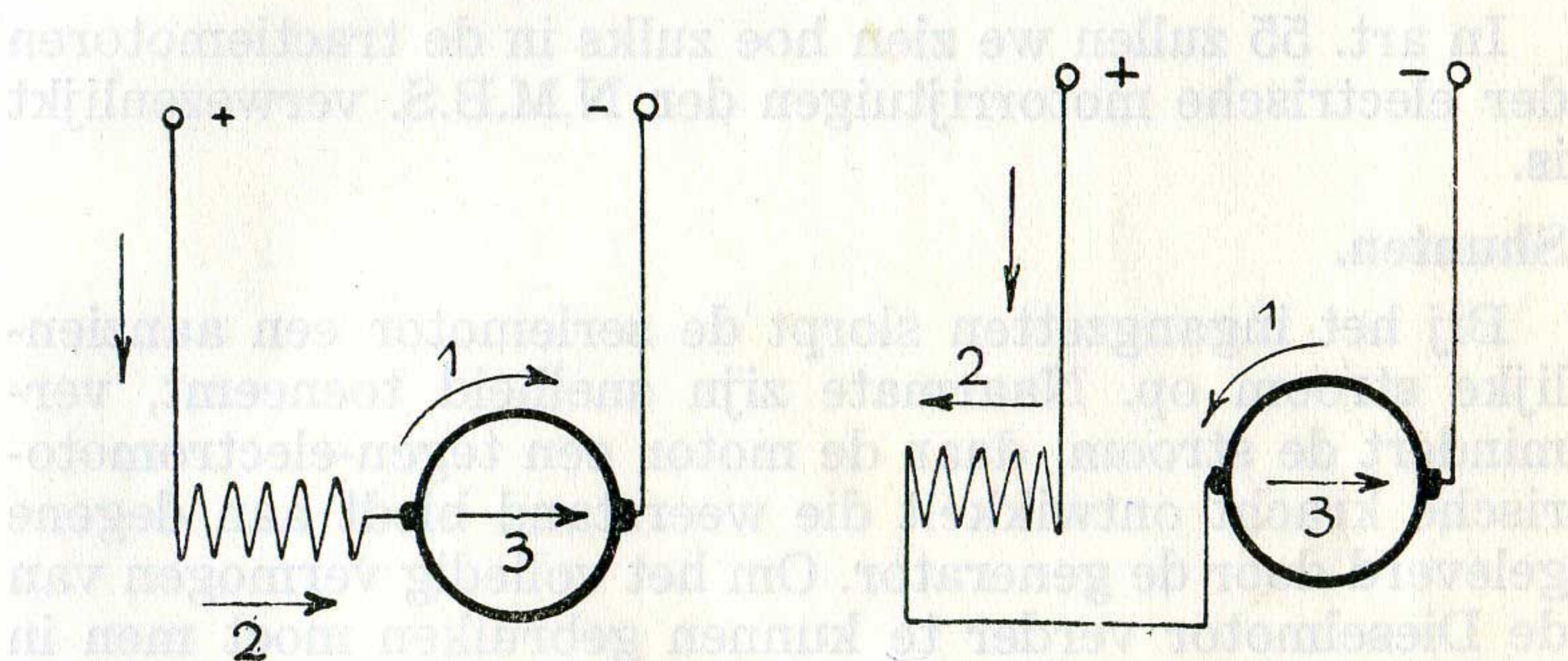


Fig. 70.

Fig. 71.

Indien we zoals in fig. 71 de richting van de stroom in de inductor omkeren terwijl deze in het anker behouden blijft dan zal de motor in tegenovergestelde zin draaien.

Dezelfde uitslag kunnen we ook bekomen door, zoals in fig. 72, de stroomrichting in de inductor te behouden en deze in het anker om te keren.

Moest men, zoals fig. 73 het aanduidt, door het omwisselen van de klemmen van de motor, de stroom van het anker en van de inductor tegelijkertijd van richting doen veranderen dan zou de motor in dezelfde zin blijven voortdraaien.

Dus om de draairichting van een seriemotor om te keren dient het tot niets de klemmen van de motor om te wisselen, maar moet men de relatieve schakeling van anker ten opzichte van inductor omkeren.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 80.

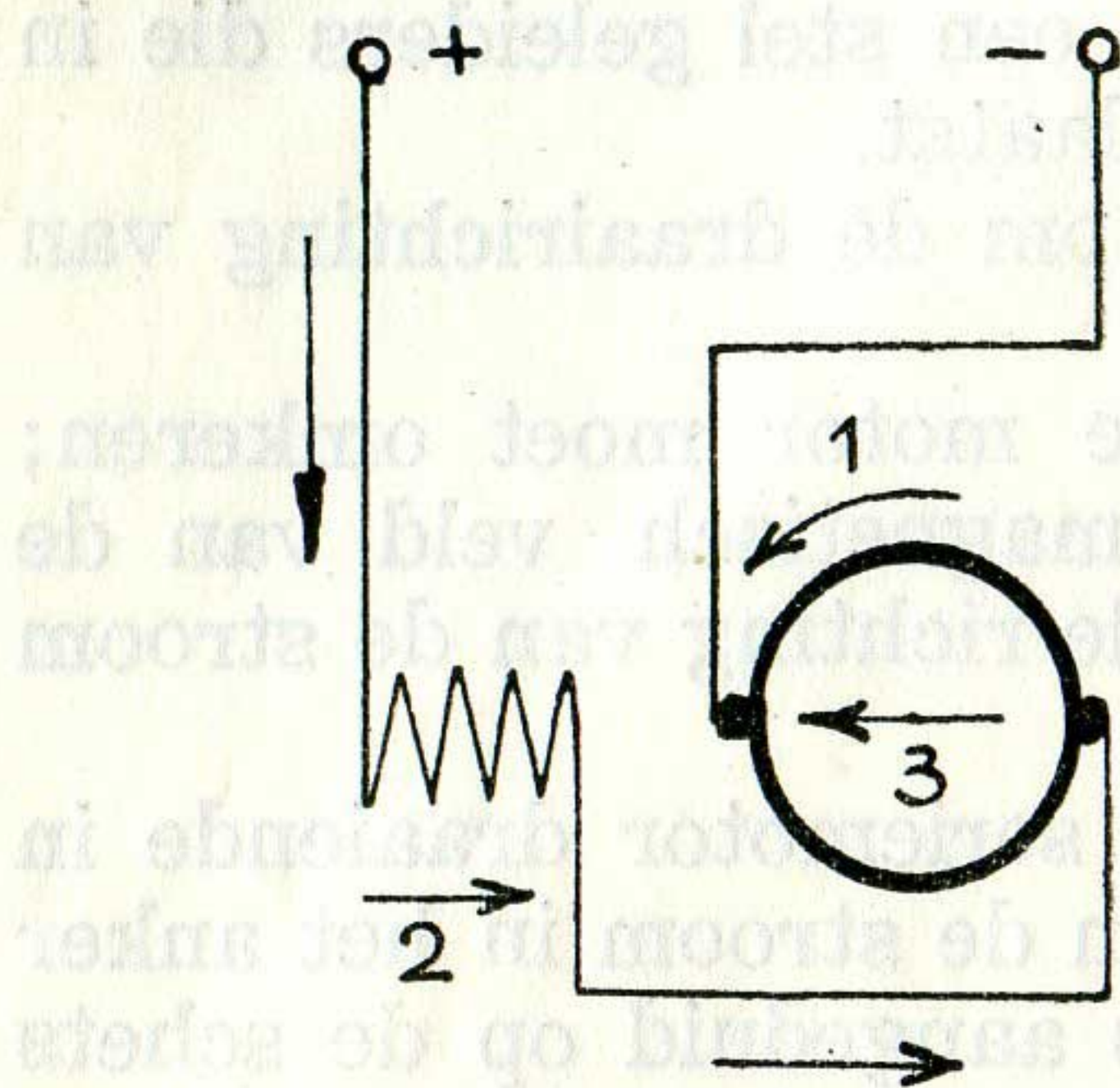


Fig. 72.

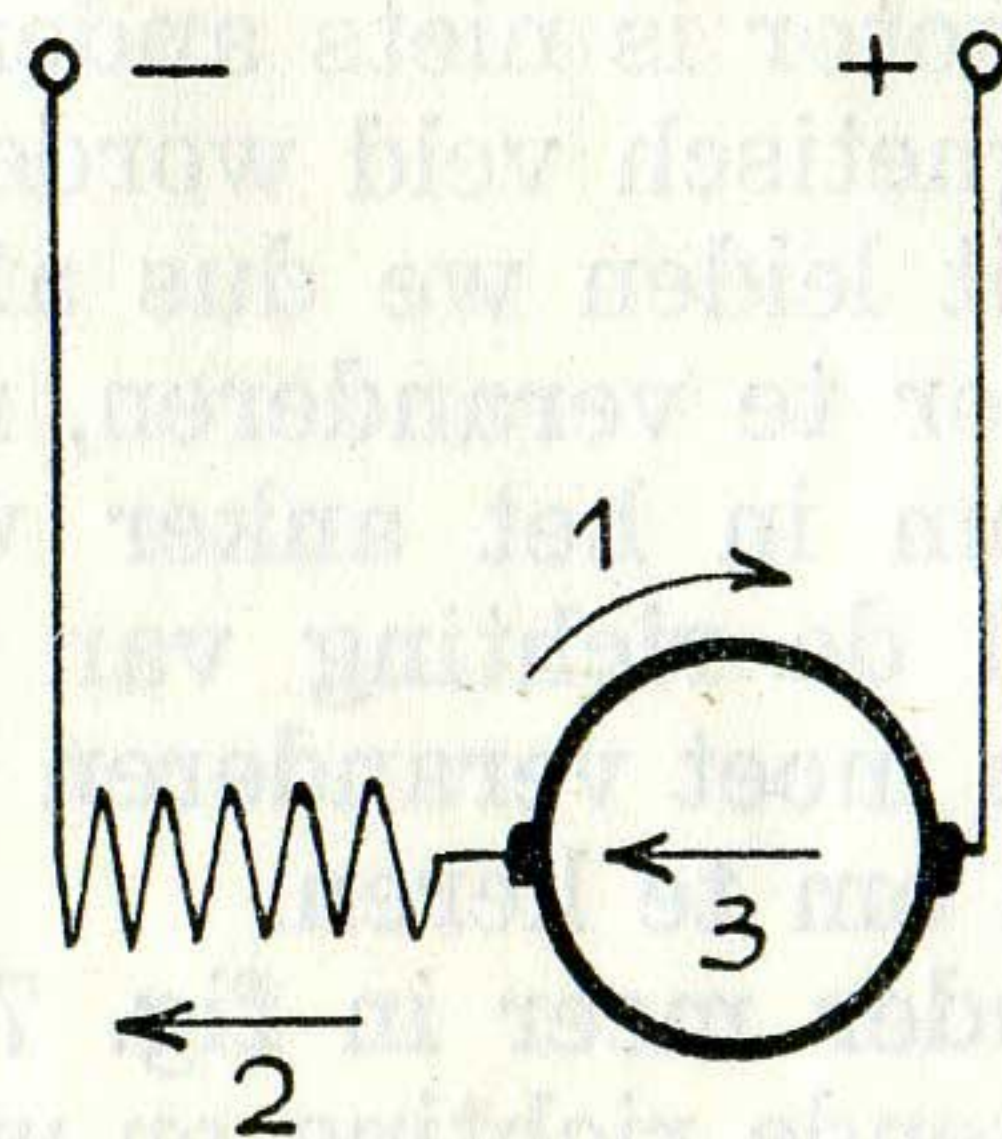


Fig. 73.

In art. 55 zullen we zien hoe zulks in de tractiemotoren der elektrische motorrijtuigen der N.M.B.S. verwezenlijkt is.

## 48 Shuntten.

Bij het ingangzetten slurpt de seriemotor een aanzienlijke stroom op. Naarmate zijn snelheid toeneemt, vermindert de stroom, daar de motor een tegen-electromotische kracht ontwikkelt die weerstand biedt aan degene geleverd door de generator. Om het volledig vermogen van de Dieselmotor verder te kunnen gebruiken moet men in acht nemen dat

$$\text{spanning} \times \text{stroom} = \text{constante}$$

en gezien de stroom vermindert, is het nodig de spanning te doen toenemen met het magnetisch veld, voortgebracht door de inductor van de generator, te vergroten.

Het is echter onmogelijk de spanning op een onbeperkte wijze te vergroten, want als het magnetisch veld sterk genoeg is, dan is de inductor verzadigd en de spanning verhoogt niet meer. Indien op dit ogenblik de stroom verder afneemt met een spanning die constant blijft, dan zal het product « spanning  $\times$  stroom » verminderen en het vermogen van de Dieselmotor zal niet meer volledig gebruikt zijn.

Om dit nadeel te vermijden kan men : hetzij de schakeling der motoren veranderen (overgaan van serie naar parallel, t.t.z. de stroom van de generator verdubbelen en

zijn spanning met de helft verminderen — fig. 69b), hetzij de stroom verminderen in de inductoren van de seriemotoren met hen te shunten door middel van een weerstand (fig. 74).

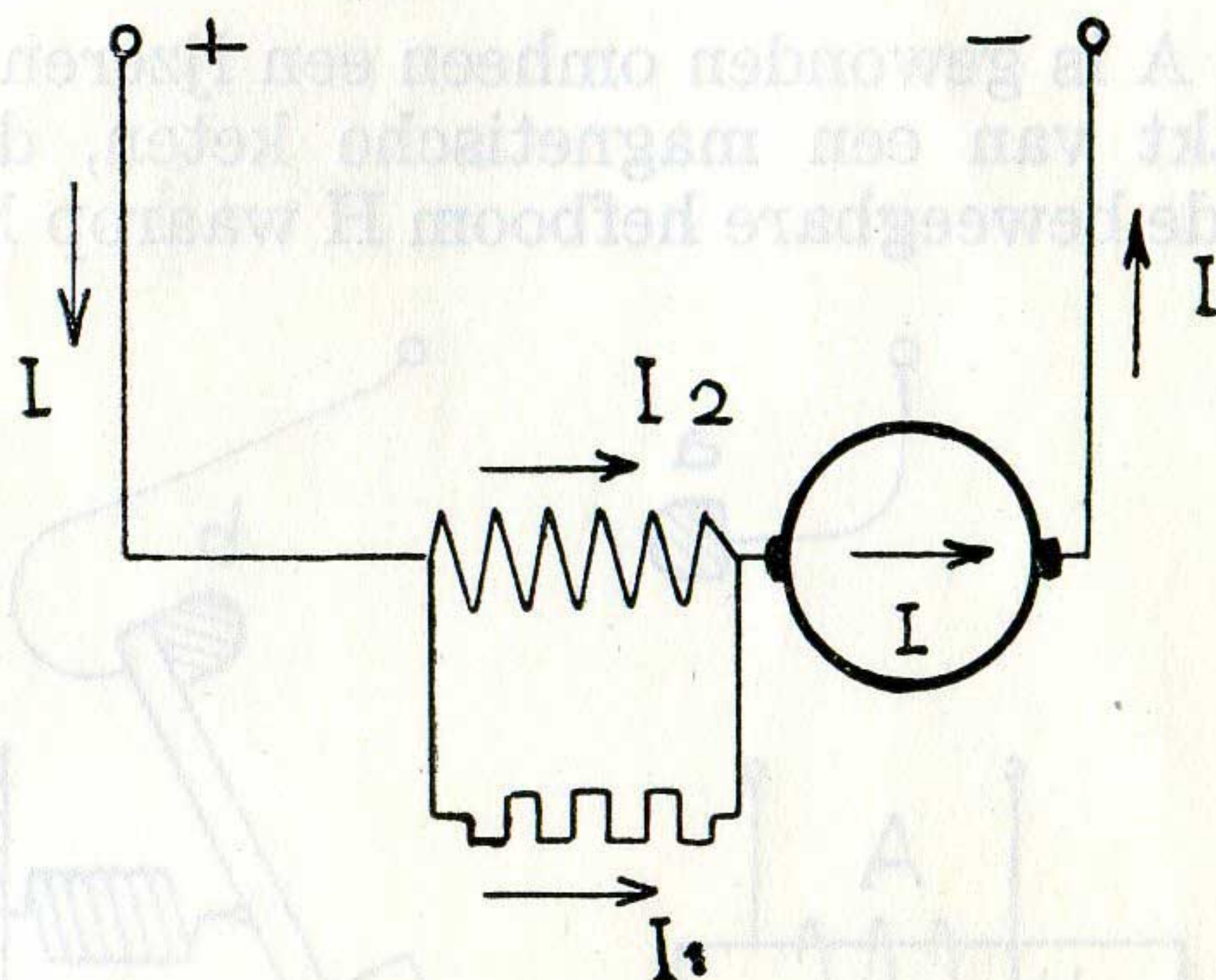


Fig. 74.

Deze wijziging in de schakelingen zal een aanzienlijke verhoging van de stroom voor gevolg hebben; de spanning zal tot een zodanige waarde kunnen teruggebracht worden, dat de verzadiging zich niet meer voordoet.

Daar het totale vermogen van de Dieselmotor steeds wordt overgebracht, zal de snelheid van de seriemotoren verder toenemen. Het shunten van de seriemotoren wordt toegepast in al de Diesel-electrische uitrustingen.

#### 49 Contactoren.

Uit de vorige artikels leiden we af dat in de hoogspanningsketens der tractiemotoren verschillende schakelingen tijdens de rit dienen te worden verwezenlijkt.

Tijdens deze schakelingen worden stromen van meerdere honderden ampère onderbroken. Deze bijzonderheid evenals de hoge spanningen sluit het gebruik van de gewone schakelaars, zoals we die bij huisinstallaties terugvinden, in elk geval uit.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 82.

Het toestel hiervoor in de meeste gevallen gebruikt is de **contactor**, die door sterke veren een zeer snelle opening verzekert en bovendien van bijzondere toestellen voorzien is om de ontstane vonken te doven (vonkendoos).

## 50 De electromagnetische contactor (fig. 75).

Een spoel A is gewonden omheen een ijzeren kern K die deel uitmaakt van een magnetische keten, die gesloten wordt door de beweegbare hefboom H waarop het beweegbare b.

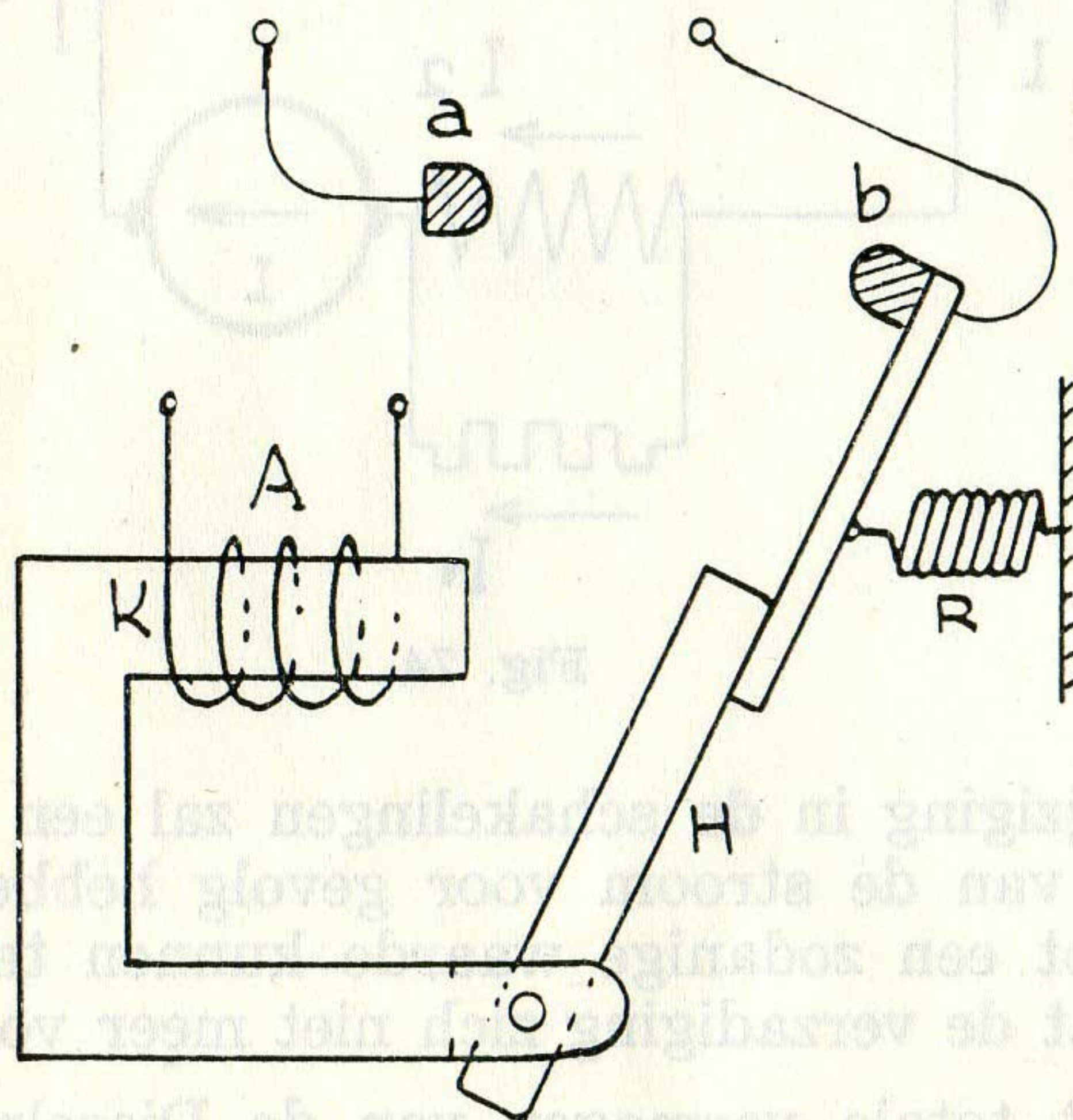


Fig. 75.

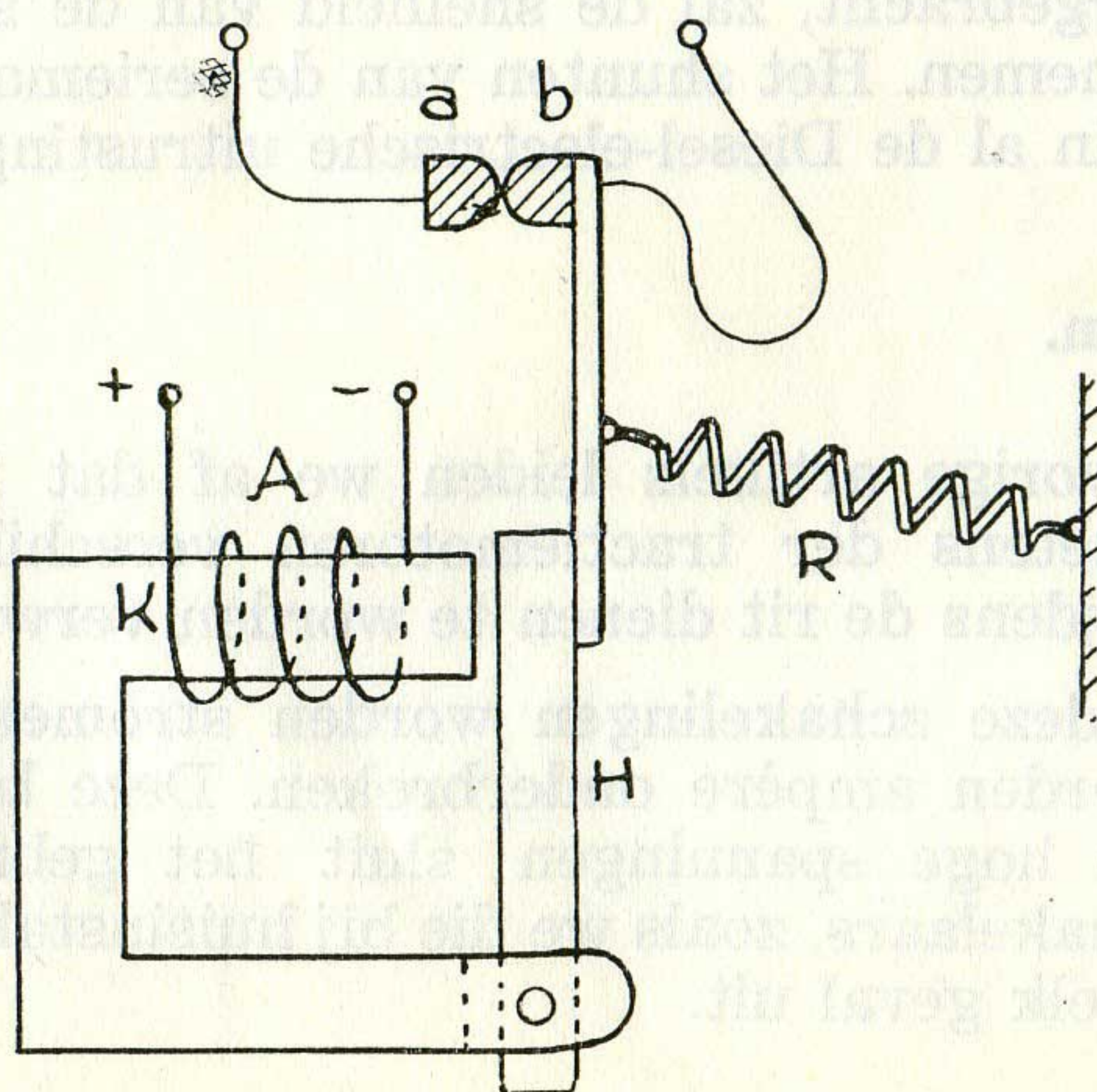


Fig. 76.



bare contactstuk b is gevestigd. Zolang de spoel A niet gevoed wordt houdt de veer R de beide contacten a en b van elkaar verwijderd. Zodra de spoel A onder lage spanning gevoed wordt, zal in de ijzeren kern K een sterk magnetisch veld ontstaan dat de veer R overwint. De hefboom H wordt dan tot tegen de ijzeren kern aangetrokken (fig. 76) en de contacten a en b worden gesloten. Bij onderbreken van de voeding van de spoel A worden de contacten opnieuw door de veer snel van elkaar verwijderd. De fig. 77 duidt aan hoe een electromagnetische contactor op schema's voorgesteld wordt.

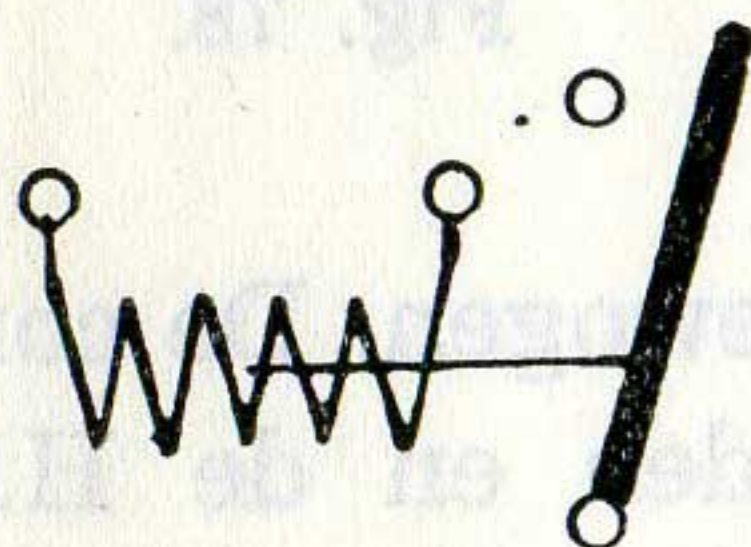


Fig. 77.

Bijna al de contactoren gebruikt op het Dieselmaterieel zijn van het electromagnetisch type.

### 51 De electropneumatische contactor.

In een cilindrisch lichaam A (fig. 78) dat van een voedingskanaal i voorzien is, beweegt zich de zuiger B, verbonden door de stang S aan de beweegbare hefboom H die het beweegbaar contactstuk b draagt. Het toestel wordt met druklucht gevoed doorheen een kraan K.

Indien men de kraan opent (fig. 78) zal de zuiger zich naar boven bewegen en de beide contactstukken a en b met elkaar in aanraking brengen, waardoor de keten waarin zich de contactor bevindt gevormd wordt.

Wordt daarentegen de kraan in de stand van fig. 79 gesteld, dan zal de druklucht uit de cilinder in de buitenlucht kunnen stromen en wordt de zuiger door de veer

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 84.

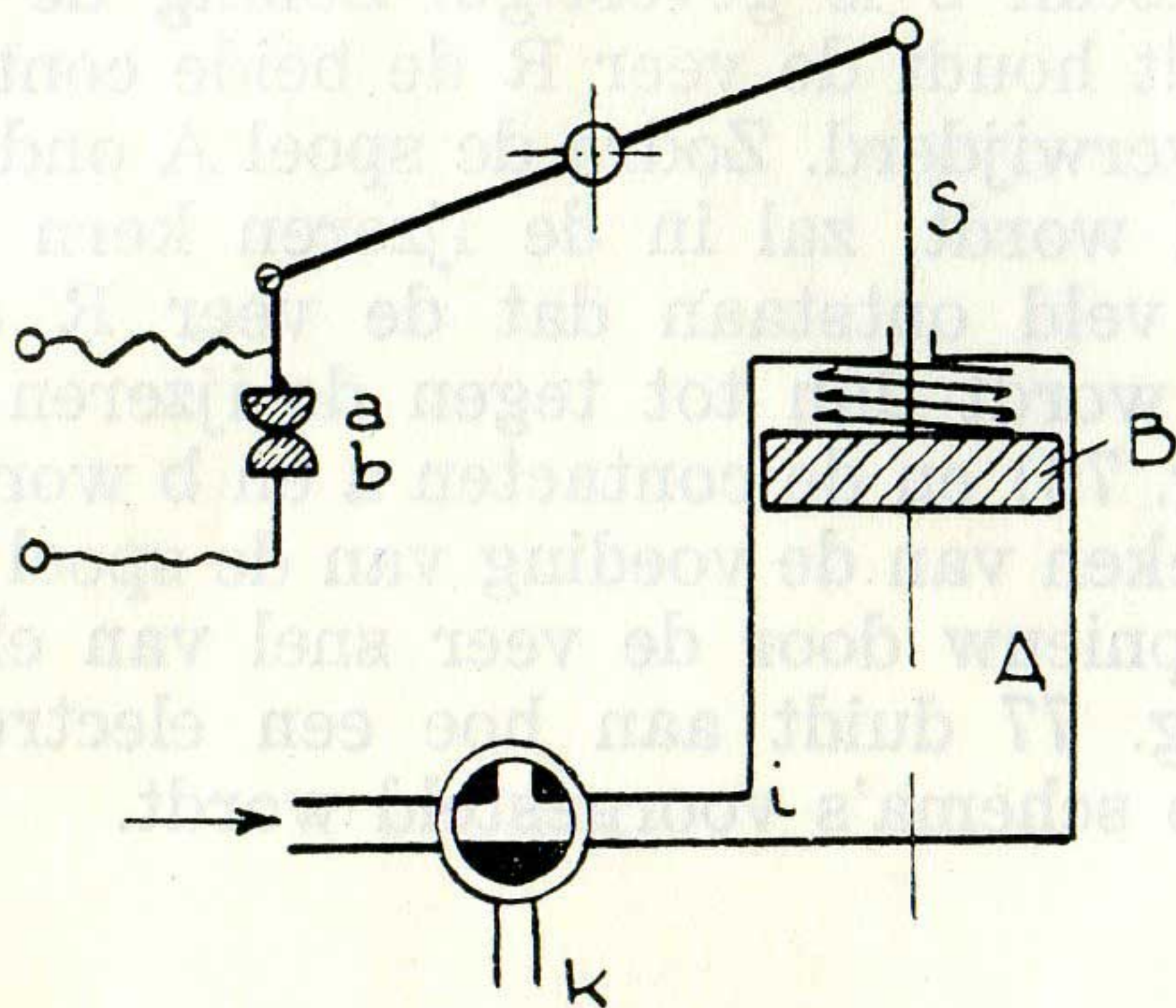


Fig. 78.

krachtig naar onder bewogen. De contacten a en b worden van elkander gescheiden en de H.S.-keten wordt aldus snel onderbroken.

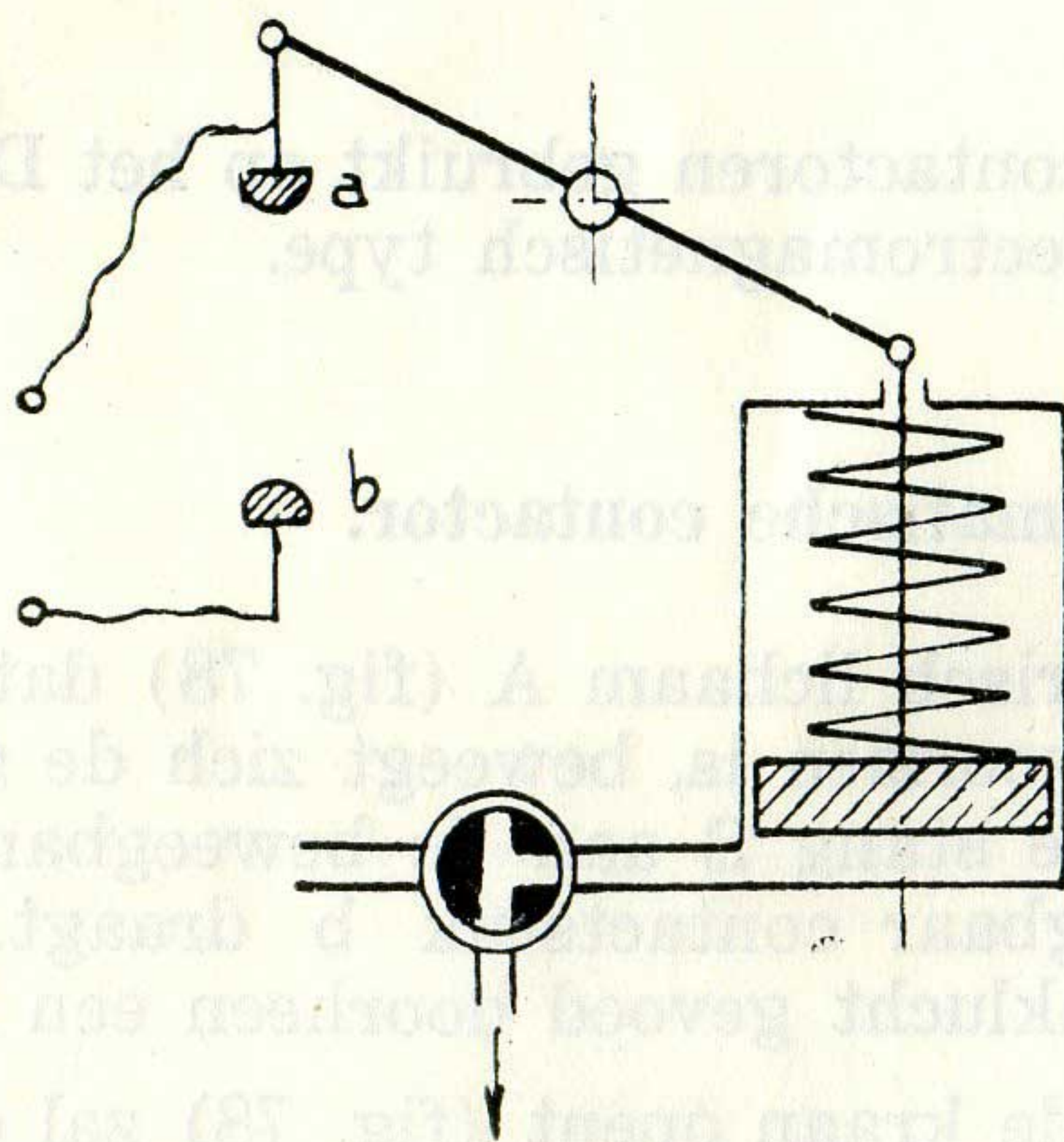


Fig. 79.

Toepassingen van de electropneumatische contactoren bij de Diesellocomotieven : de schakelingscontactoren (type 201 :  $\bar{P}_1$  en  $P_2$ ; types 202, 203, 204 :  $P_1$ ,  $P_2$  en S).

52 Contactoren bewogen door nokkenas.

De hierboven beschreven contactoren worden allen afzonderlijk bediend. In sommige gevallen heeft men er

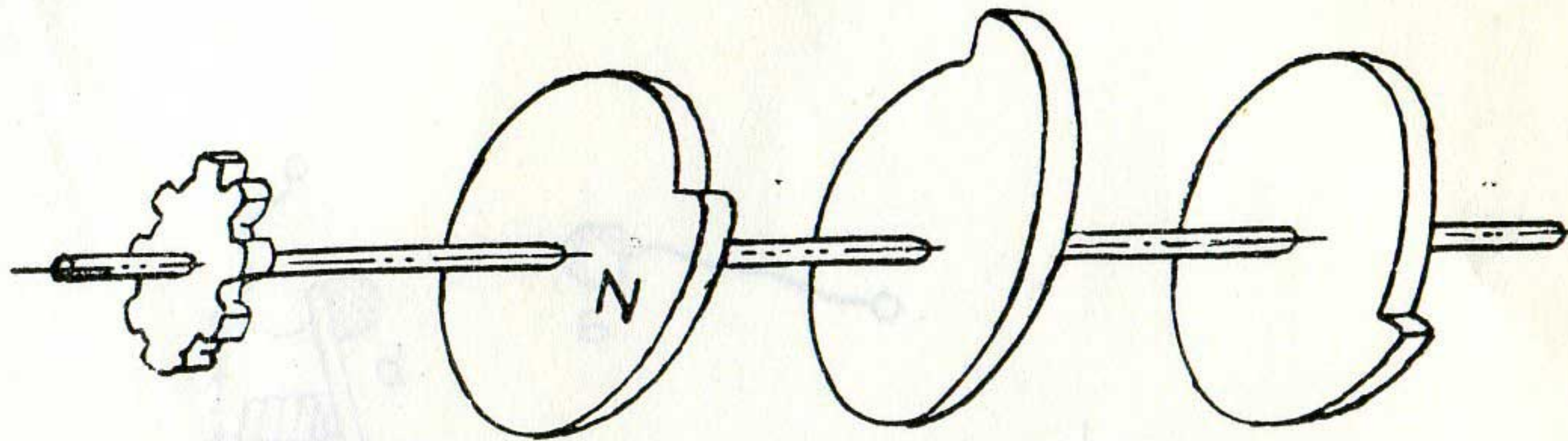


Fig. 80.

voordeel bij, een reeks van verschillende contactoren gezamenlijk te bedienen; in dit geval zijn al deze contactoren verzameld nevens een nokkenas in de ene of andere richting door een motor bewogen (fig. 80).

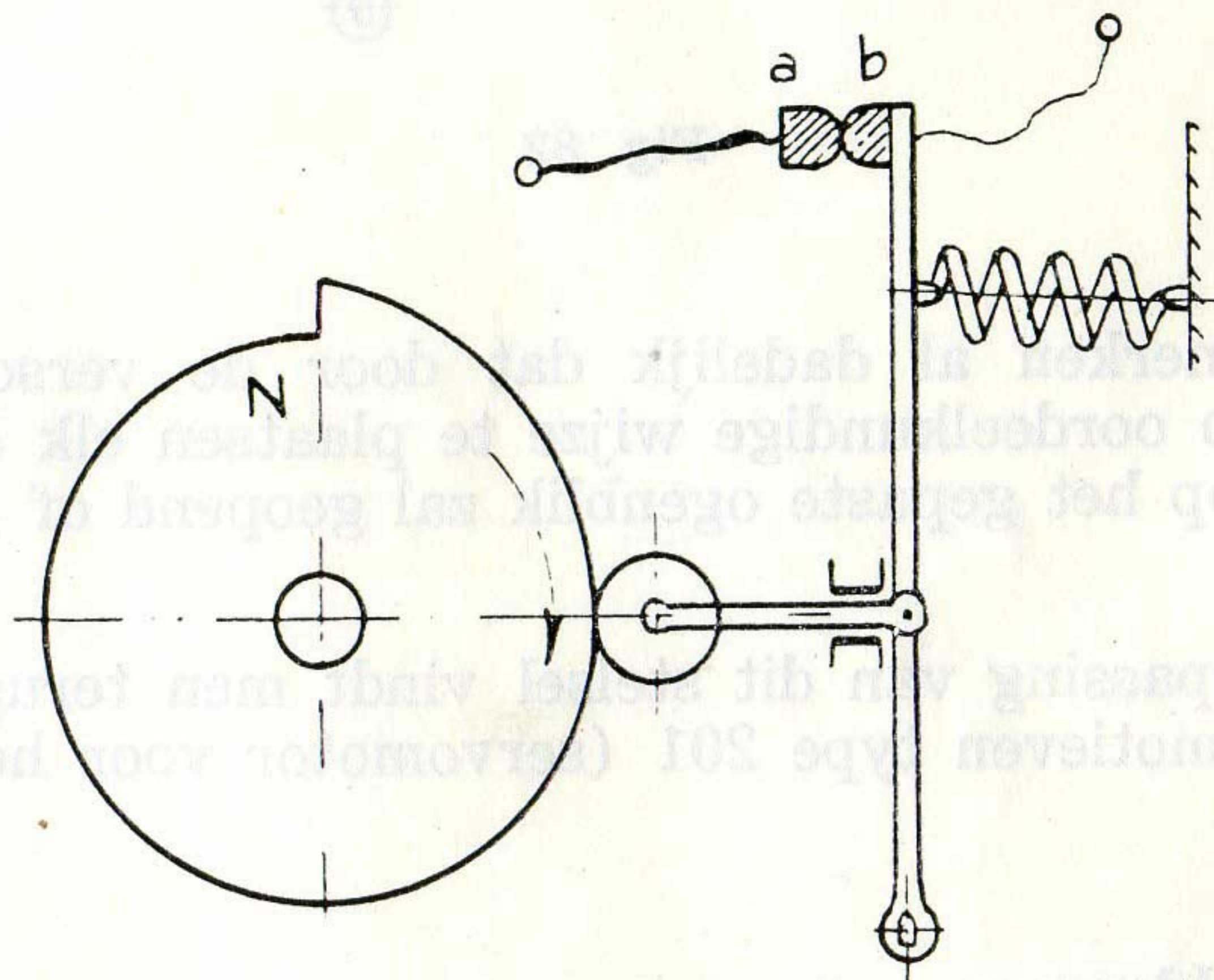


Fig. 81.

Beschouwen we de contactor van fig. 81.

In deze stand zijn de beide contactstukken a en b met elkaar in aanraking : de contactor is gesloten.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 86.

Wanneer de nokkenas door de motor aangedreven, over een zekere hoek in de getekende richting draait, dan zal op een bepaald ogenblik de nok N tegen de beweegbare hefboom 4 drukken en de contactor openen (fig. 82).

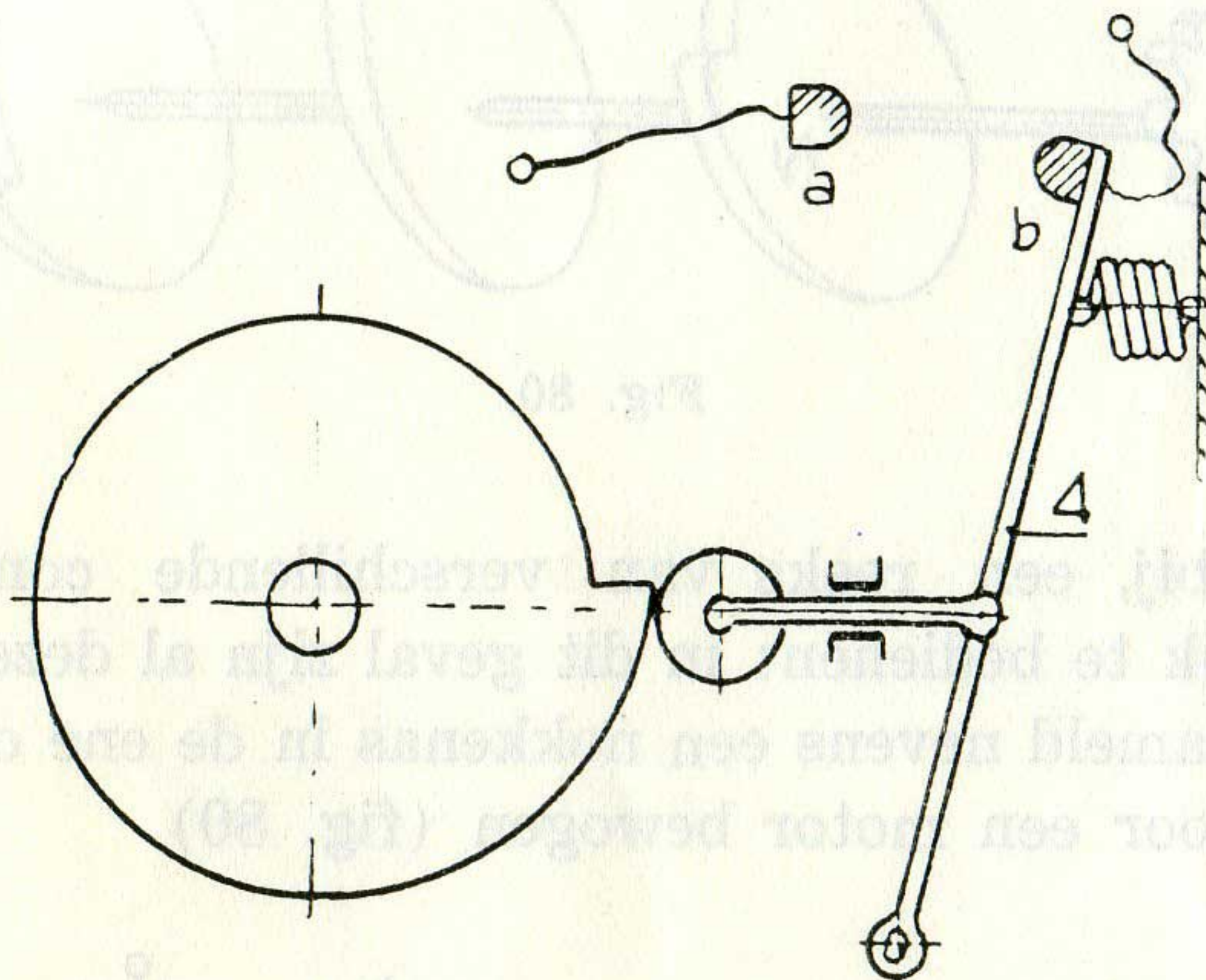


Fig. 82.

We bemerken al dadelijk dat door de verschillende nokken op oordeelkundige wijze te plaatsen elk der contactoren op het gepaste ogenblik zal geopend of gesloten worden.

Een toepassing van dit stelsel vindt men terug bij de Diesellocomotieven type 201 (servomotor voor het shunten).

## 53 De electrokleppen.

Verschillende schakelingen in de hoogspanningsketens kunnen gebeuren door electropneumatische contactoren. Om een bepaalde omschakeling te doen moeten de kranen (of kleppen) van zekere contactoren geopend worden, terwijl andere gesloten worden.

Maart 1957.

Deze kleppen worden elektrisch en van op afstand bediend : ze worden daarom « electrokleppen » genoemd en zijn van het type **inlaat** (lucht ingelaten wanneer ze gevoed worden onder LS-stroom) of van het type **uitlaat** (lucht ontsnapt wanneer ze gevoed worden).

De fig. 83 en 84 stellen in doorsnede een « inlaat »-electroklep voor in haar twee standen.

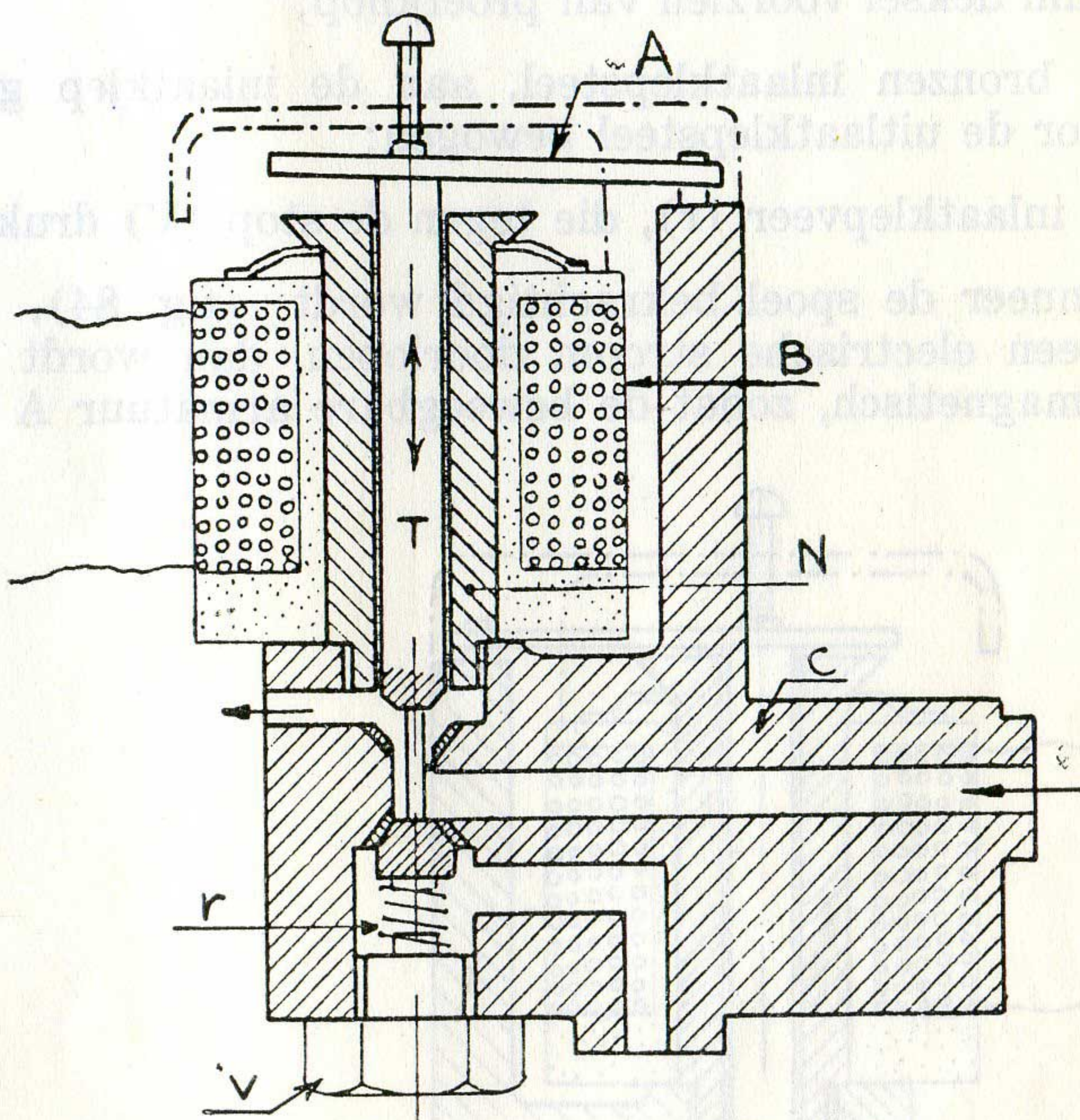


Fig. 83.

De electroklep (fig. 83) is als volgt samengesteld :

- het gietijzeren lichaam (C), waarin de drukluhtkanalen zijn uitgeboord, en de zittingen der kleppen (in geelkoper) zijn geperst;

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 88.

- een magnetische kern (N) in zacht staal, die in het lichaam is geschroefd en de opwekkingsspoel (B) draagt;
- een bronzen uitlaatklepsteel (T) die glijdt in de kern (N) en waarvan de conische basis de uitlaatklep vormt;
- een beweegbare armatuur (A) uit staal, die de klepsteel (T) bedient en beschermd wordt door een aluminium deksel voorzien van proefknop;
- de bronzen inlaatklepsteel, aan de inlaatklep gelast door de uitlaatklepsteel bewogen;
- de inlaatklepveer (r), die tegen de stop (V) drukt.

Wanneer de spoel bekrachtigd wordt (fig. 84), t.t.z. door een elektrische stroom doorlopen, dan wordt haar kern magnetisch, zodat de beweegbare armatuur A aan-

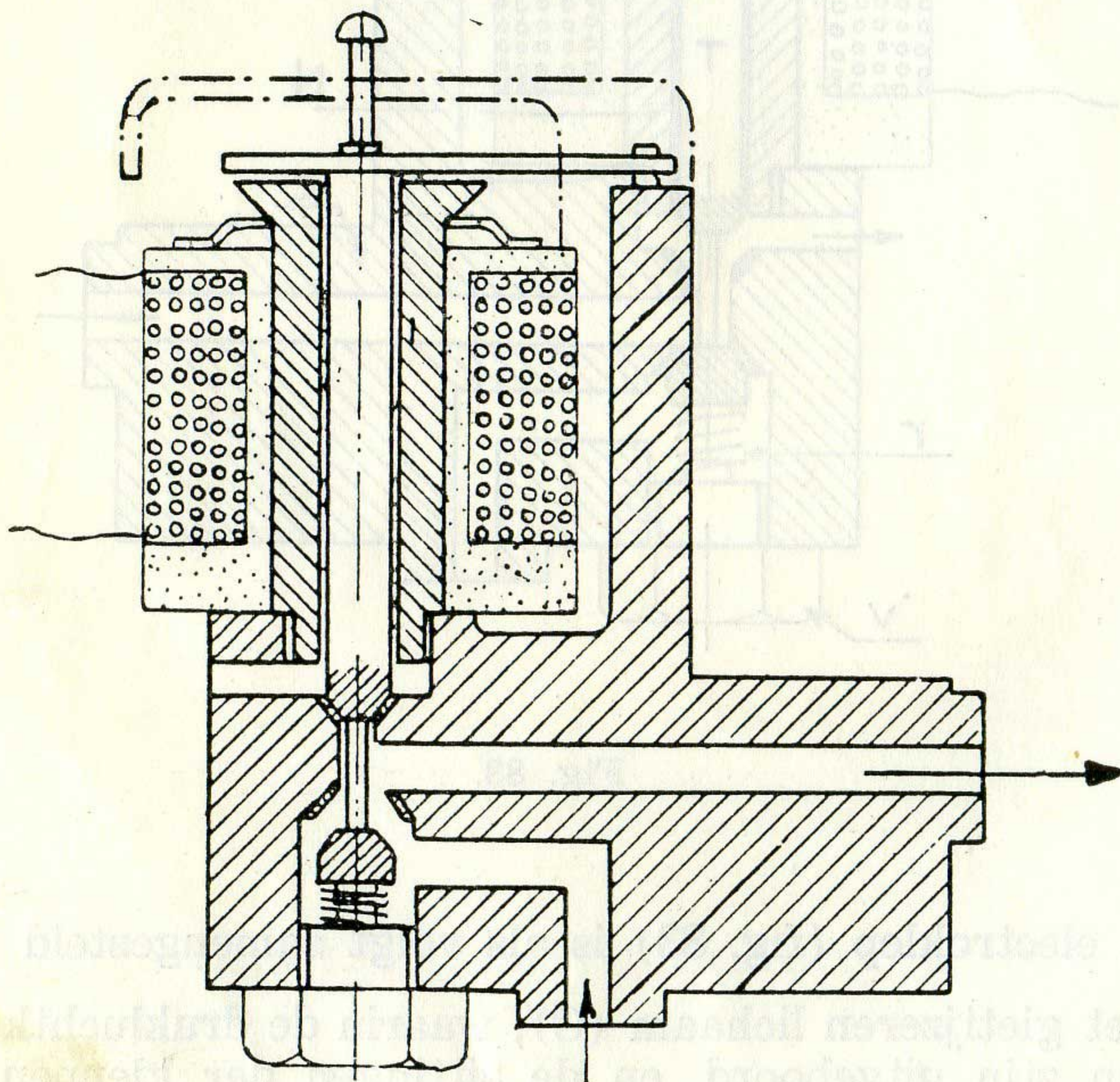
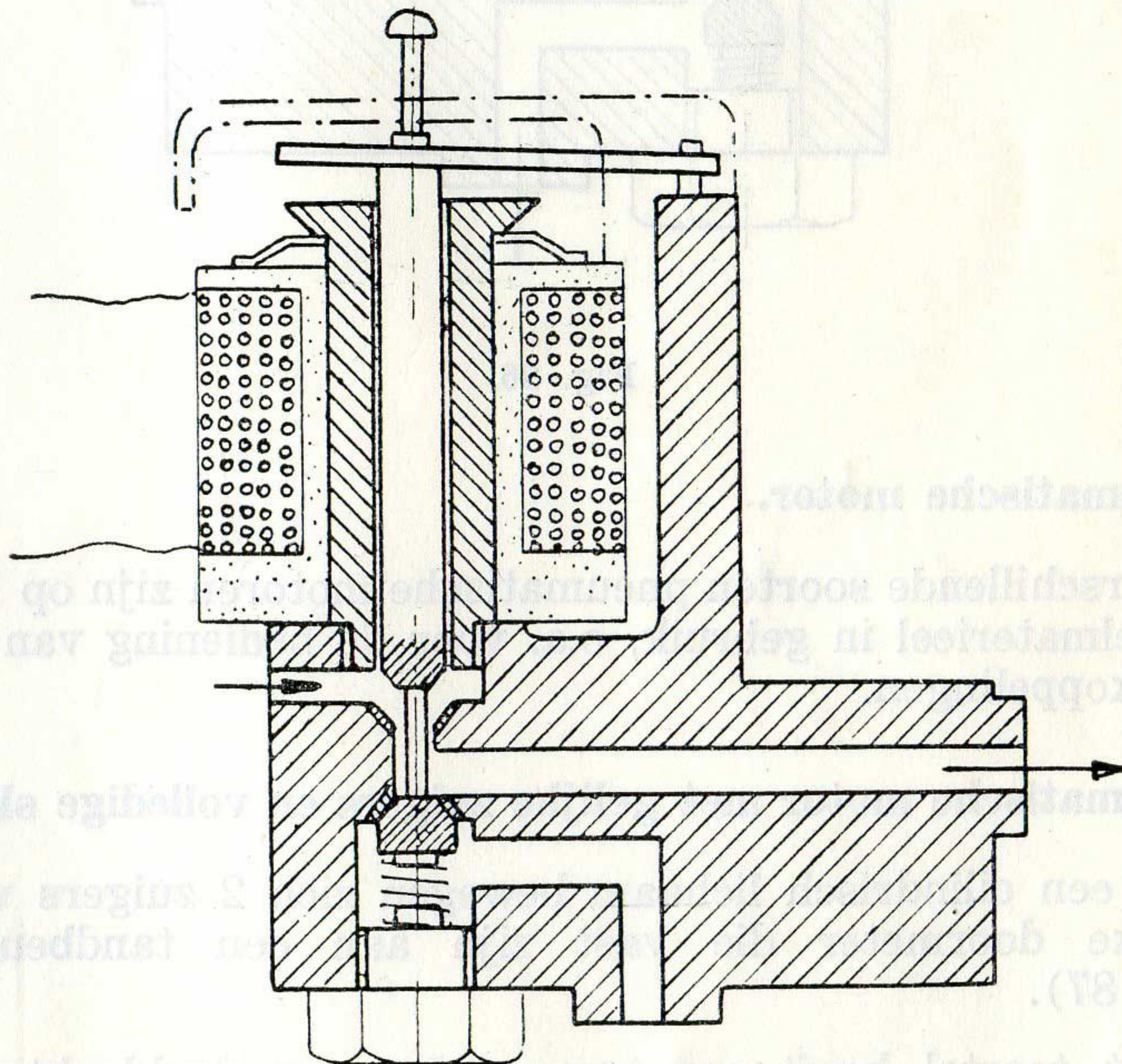


Fig. 84.

getrokken wordt en de klepsteel loodrecht naar beneden drukt. Deze opent, tijdens haar beweging de inlaatklep en stelt het toestel aldus met de druklucht in verbinding, terwijl ze anderzijds de uitlaatopening afsluit.

Wanneer men de stroom in de spoel onderbreekt neemt de klepsteel onder de werking der veer opnieuw haar ruststand in; de voeding van het toestel wordt onderbroken en het wordt met de buitenlucht in verbinding gesteld.

Fig. 85 en 86 stellen een electroklep type « uitlaat » voor, respectievelijk in niet-bekrachtigde stand en bekrachtigde stand.

**Fig. 85.**

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 90.

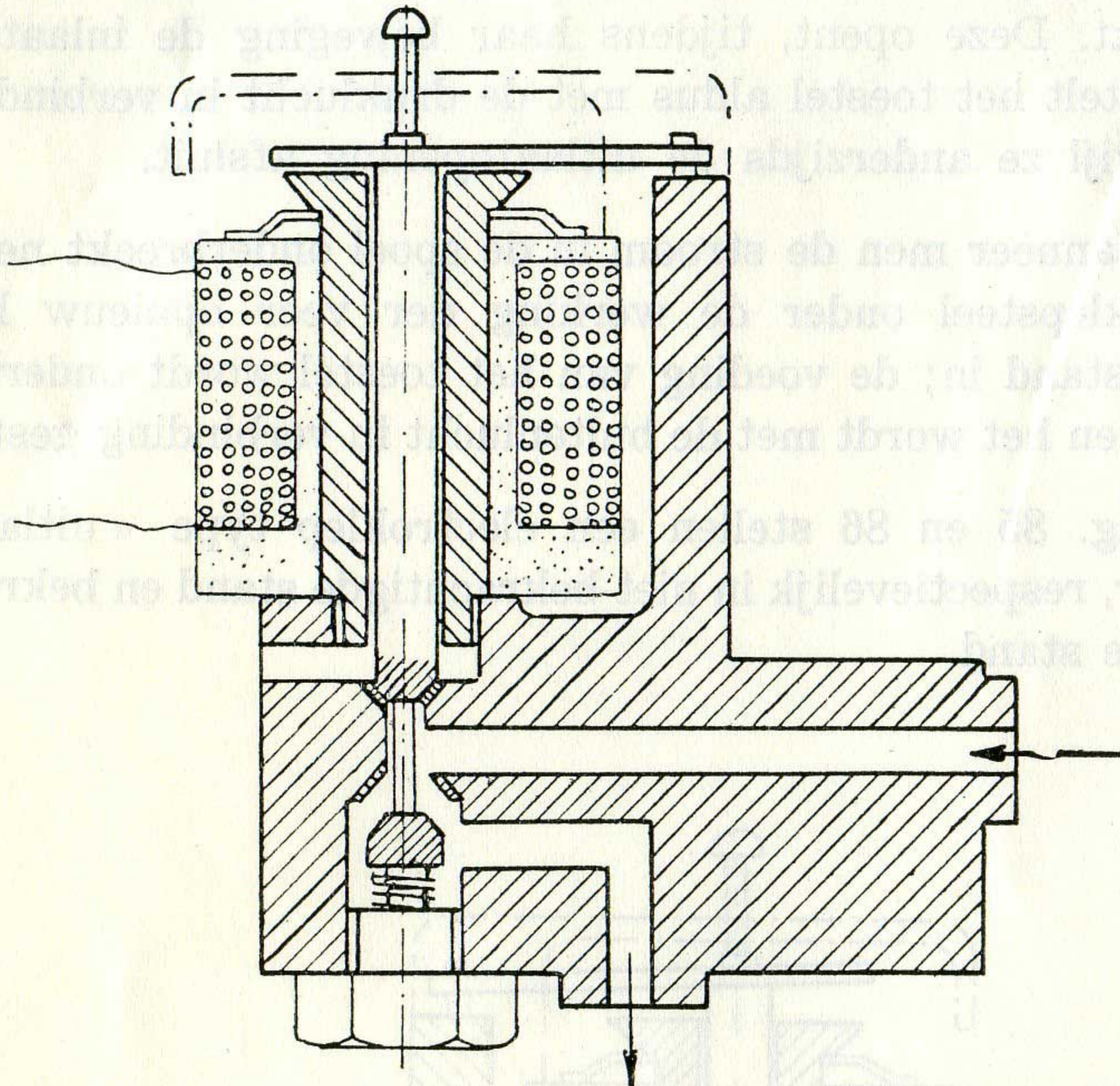


Fig. 86.

## 54 Pneumatische motor.

Verschillende soorten pneumatische motoren zijn op het Dieselmaterieel in gebruik, o.a. voor de bediening van de keerkoppelingen.

## 55 Pneumatische motor met gelijke zuigers en volledige slag.

In een cilindrisch lichaam bewegen zich 2 zuigers van gelijke doormeter die vast zijn aan een tandbeugel (fig. 87).

Het toestel heeft aan weerszijden een drukluchtvoeding, die door een « inlaat »-electroklep gecontroleerd wordt.



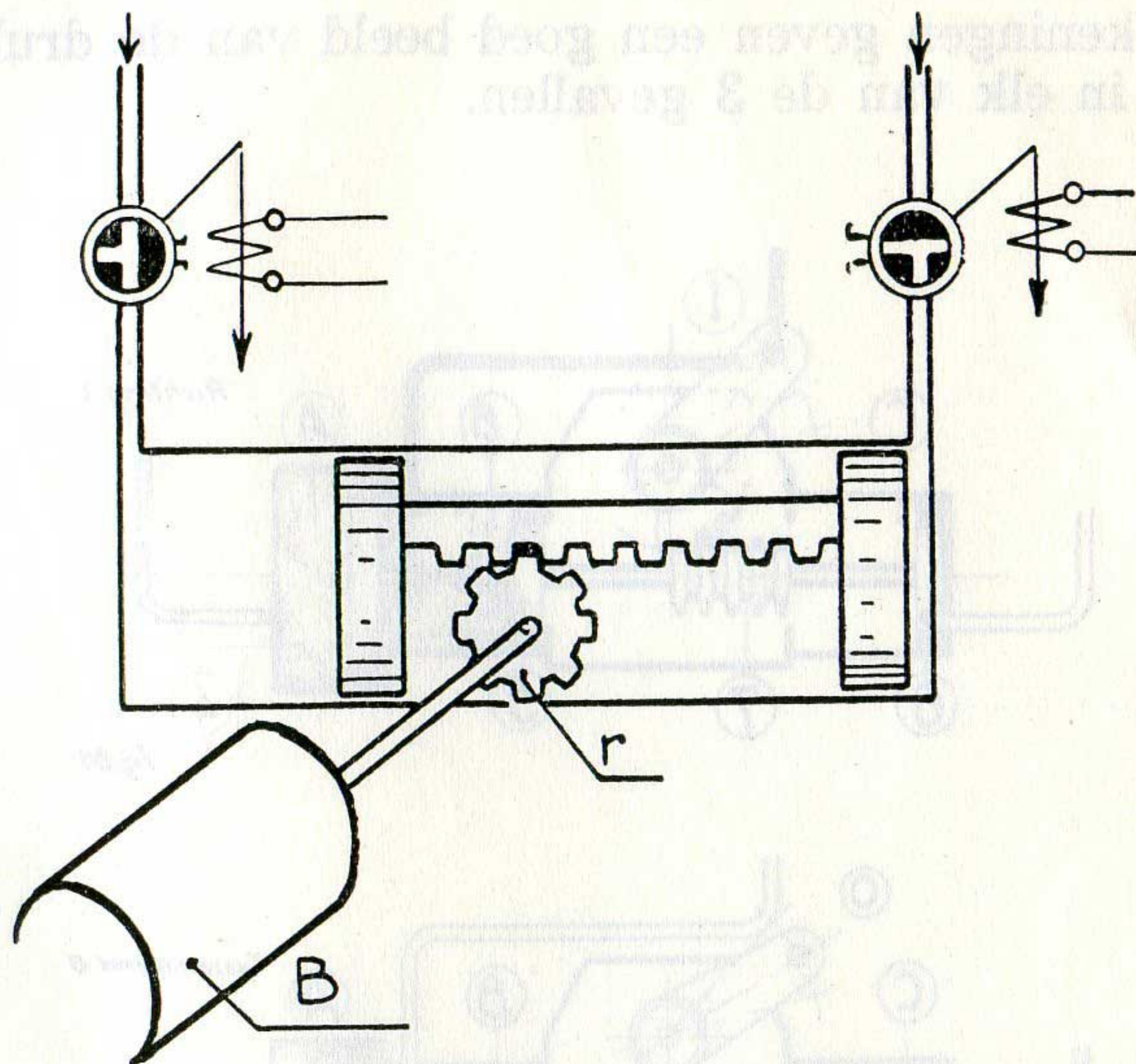


Fig. 87.

Wanneer de linkerelectroklep bekrachtigd wordt, dringt de druklucht in de cilinder langs de linkerkant, en het samenstel der zuigers zal zich verplaatsen.

De trommel B op wier as is bevestigd het rondsel r dat inneemt op de tandbeugel, zal hierdoor over een zekere hoek draaien.

#### 56 Pneumatische motor met ongelijke zuigers.

Een cilindrisch lichaam bevat 3 zuigers; 2 kleine zuigers zijn aaneenverbonden door een stang die in het midden een spiraalvormige vertanding draagt en ingrijpt met een getande boog die de stand van de keerkoppeling bedient. De doormeter van de 3<sup>e</sup> zuiger is groter dan deze van de 2 andere. De bewegingen van deze 3 zuigers worden bevolen door 3 electrokleppen die de drukluchttoevoer controleren in de verschillende kamers van de pneumatische motor. Deze keerkoppeling heeft 3 standen (fig. 88, 89 en 90) : I, II die overeenstemmen met vooruit en achteruit en een tussenstand 0.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 92.

De tekeningen geven een goed beeld van de drukluchttoevoer in elk van de 3 gevallen.

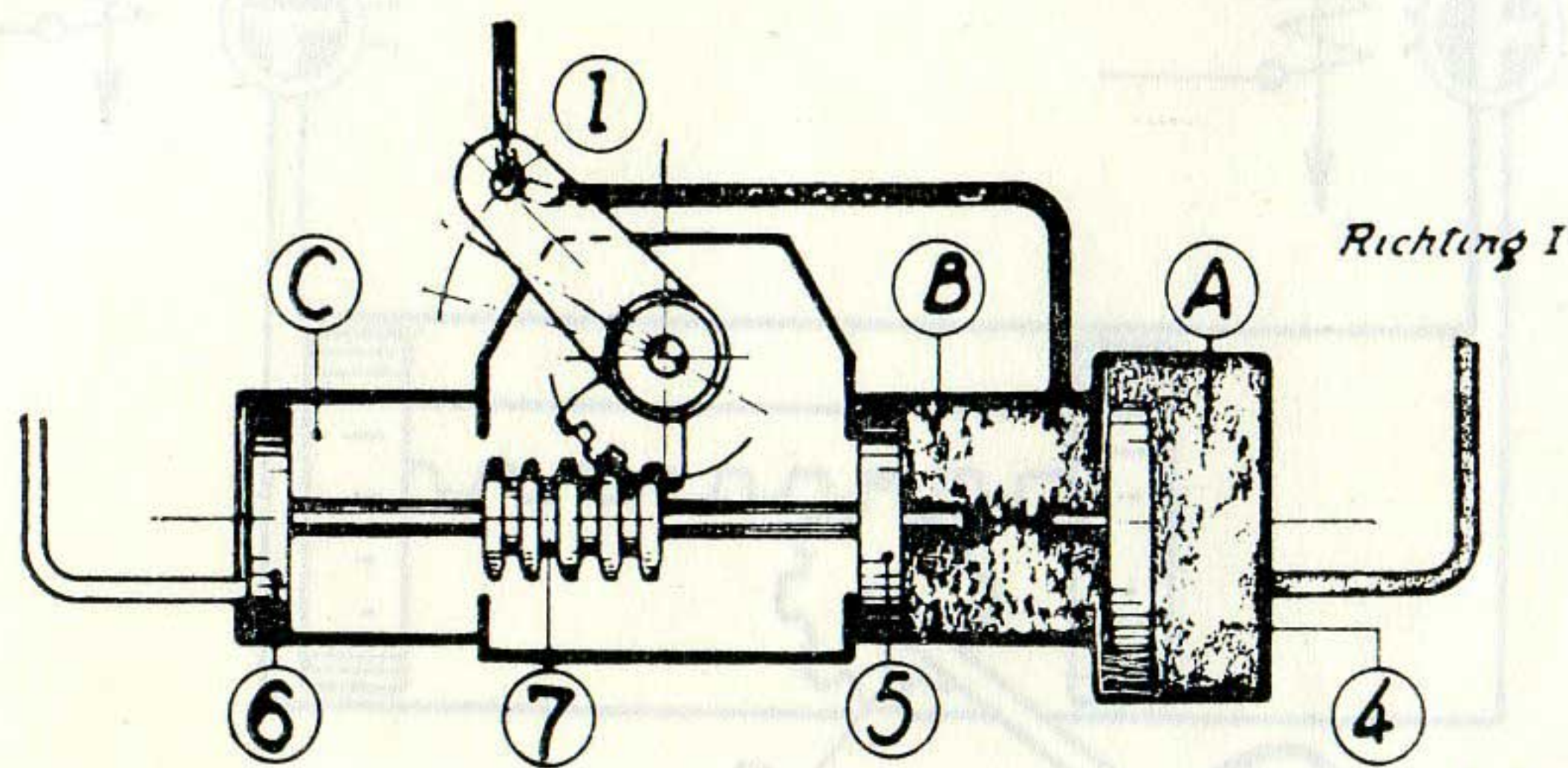


Fig. 88

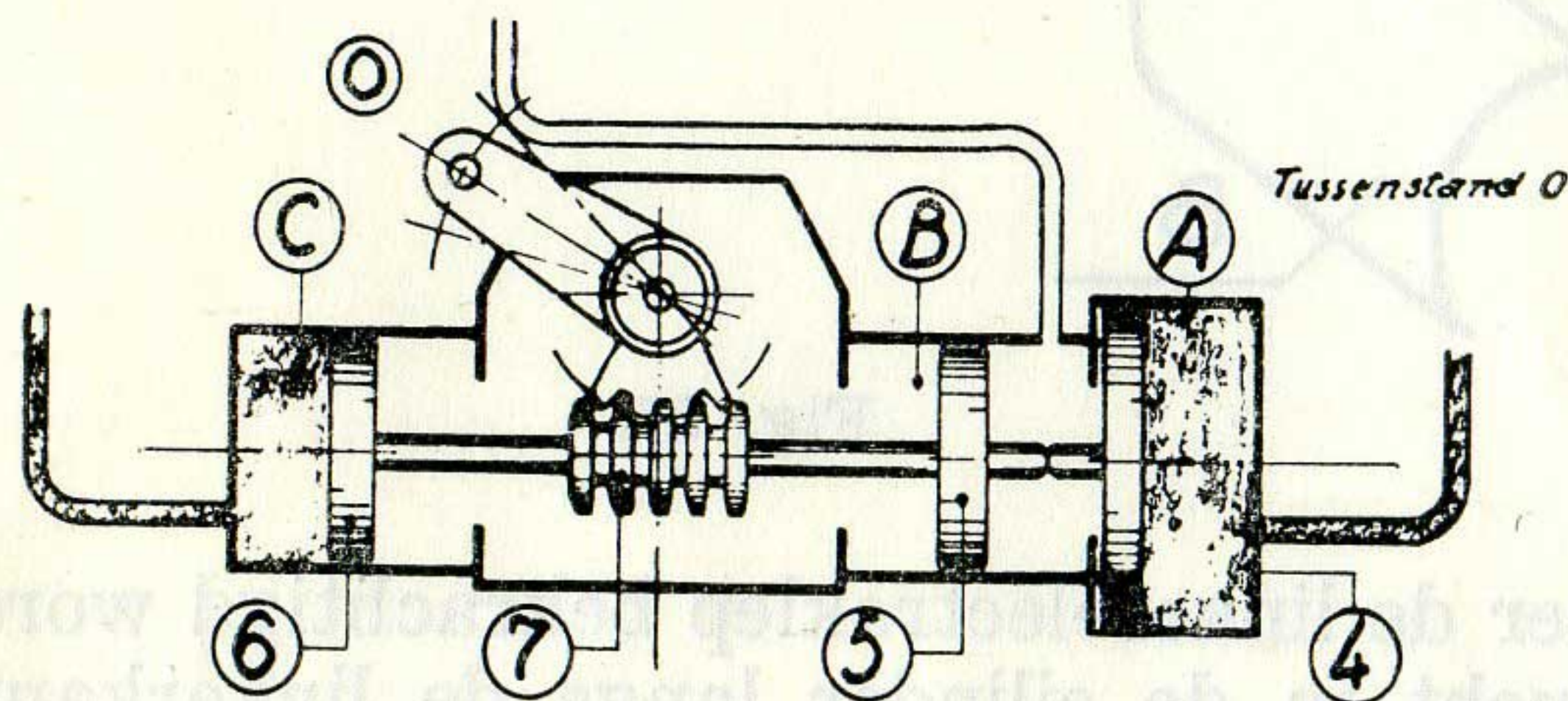


Fig. 89

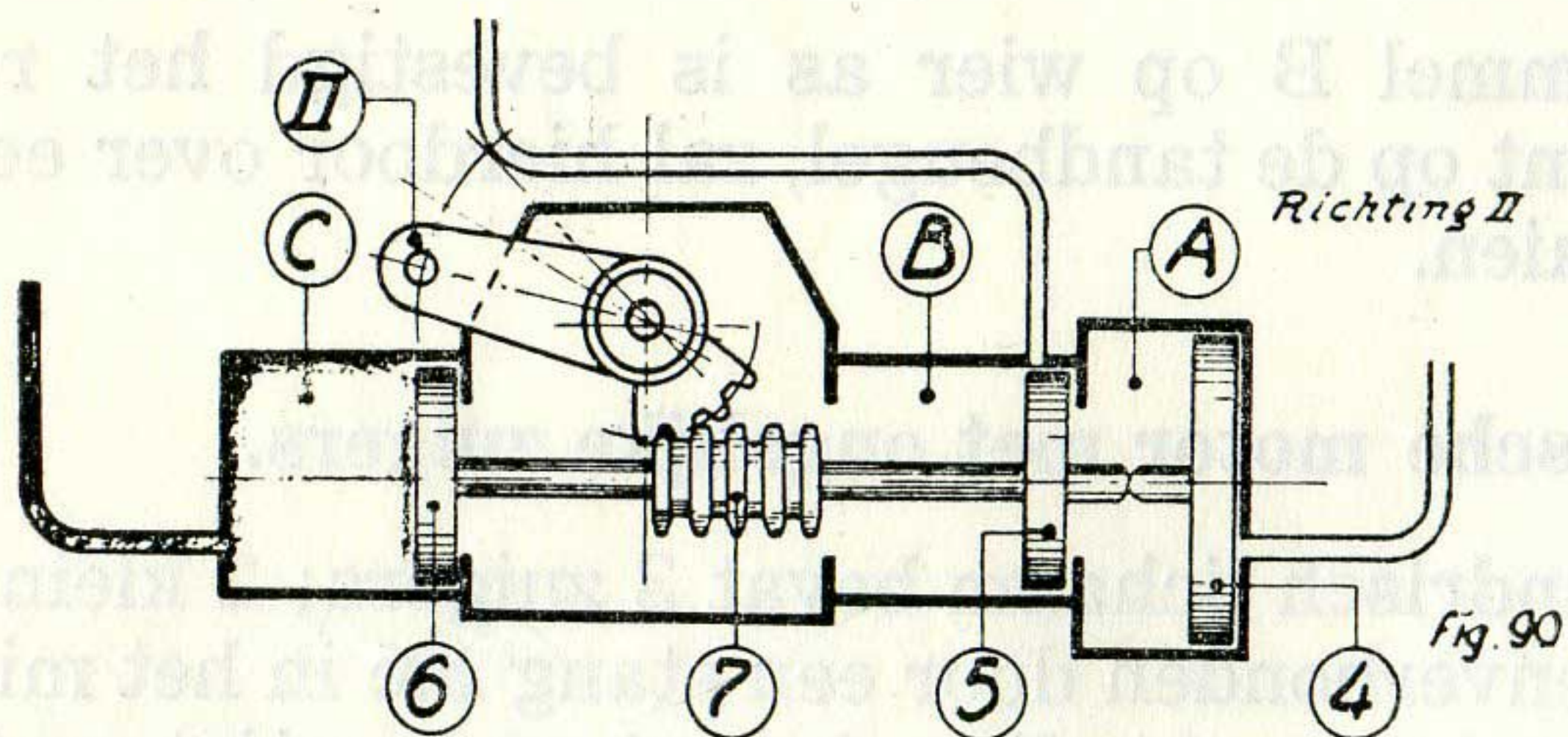


Fig. 90

Er dient opgemerkt dat een omkeerinrichting met 3 standen ook kan verwezenlijkt worden door middel van een motor met 2 gelijke zuigers; in dit geval bestaat er een 3<sup>e</sup> electroklep die dient om de omkeerinrichting naar het midden te brengen. Deze pneumatische aandrijving wordt verdubbeld door een handbediening en een grendeling (locomotieven type 204).

57 Omkeren der draairichting.

In art. 47 zagen we, dat om de draairichting van een seriemotor om te keren, men de richting van de stroom in het anker of in de veldwikkeling moet omkeren.

In de tractiemotoren van de N.M.B.S. is het steeds de richting van de stroom in de veldwikkeling die wordt omgepoold.

Het eenvoudigste middel om aan deze vereiste te voldoen is afgebeeld in fig. 91 en 92. Volgens de stand van de tweepolige messchakelaar A zal de stroom doorheen de veldwikkeling B van de motor in de ene of de andere richting vloeien, in het anker C daarentegen wordt hij niet omgekeerd.

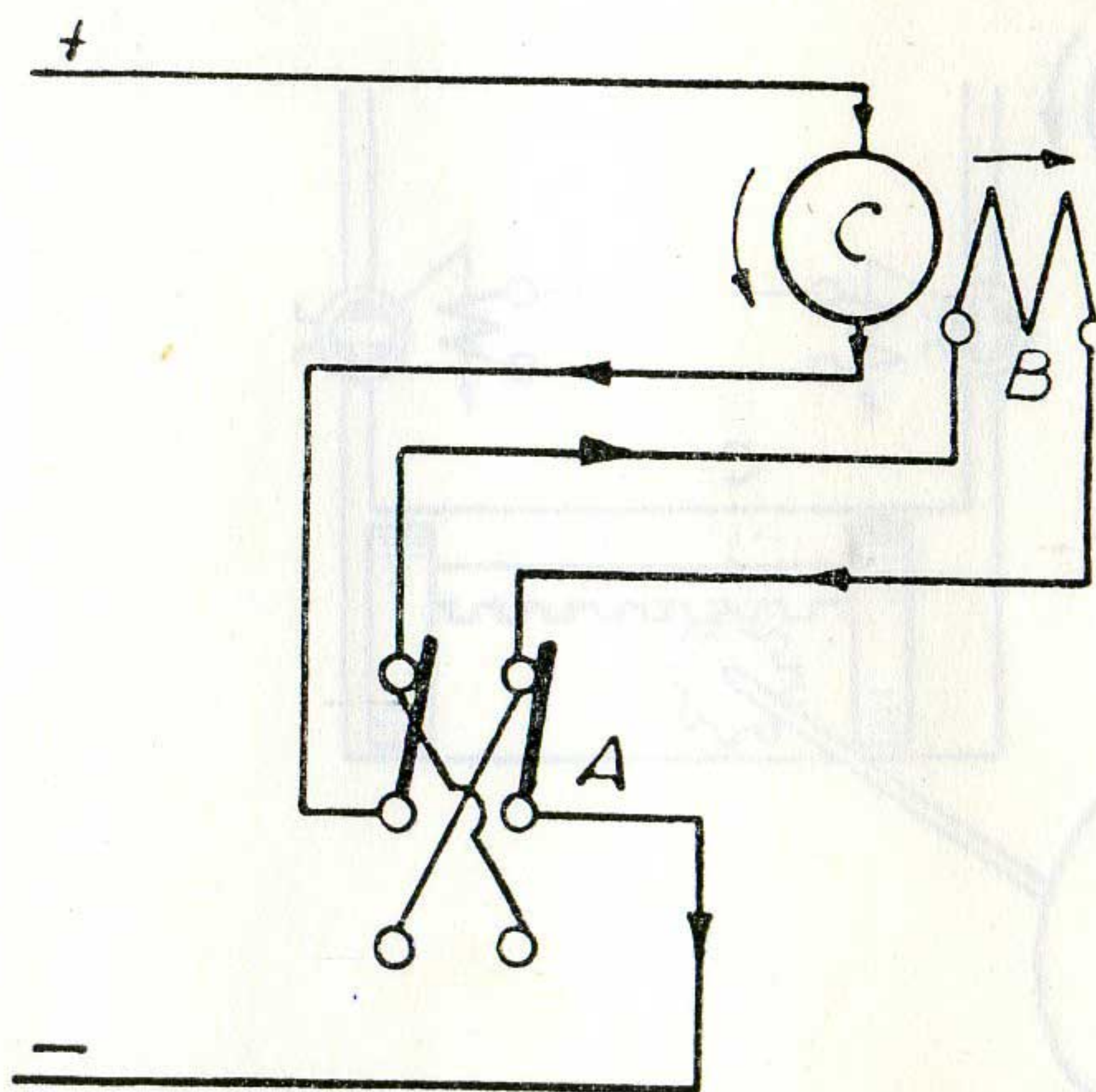


Fig. 91

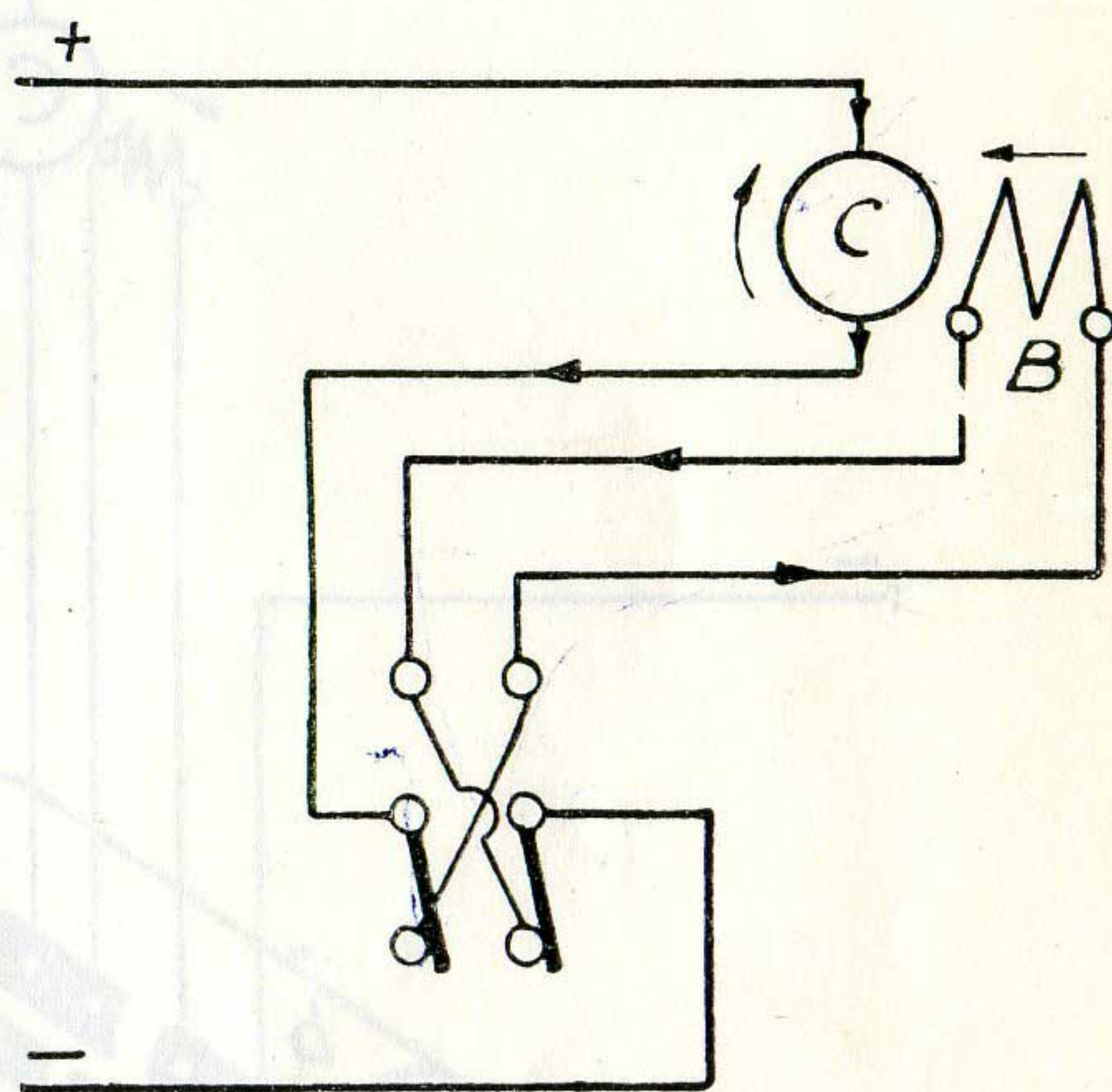


Fig. 92

Gezien de praktische onmogelijkheid deze messchakelaar van op afstand te bedienen van uit de stuurpost worden ze in Dieseltractie niet aangewend.

Meestal gebruikt men hiervoor trommels (fig. 93 en 94) van contactstukken a voorzien, die tegen vaste contactvingers b aandrukken.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 94.

Fig. 93 en 94 tonen duidelijk aan hoe door het verdraaien van de trommel over een zekere hoek de stroom doorheen de veldwikkeling in de ene of de andere richting zal vloeien zonder de stroomrichting in het anker te wijzigen.

Deze trommel, **richtingwals** geheten, wordt door een servomotor bediend.

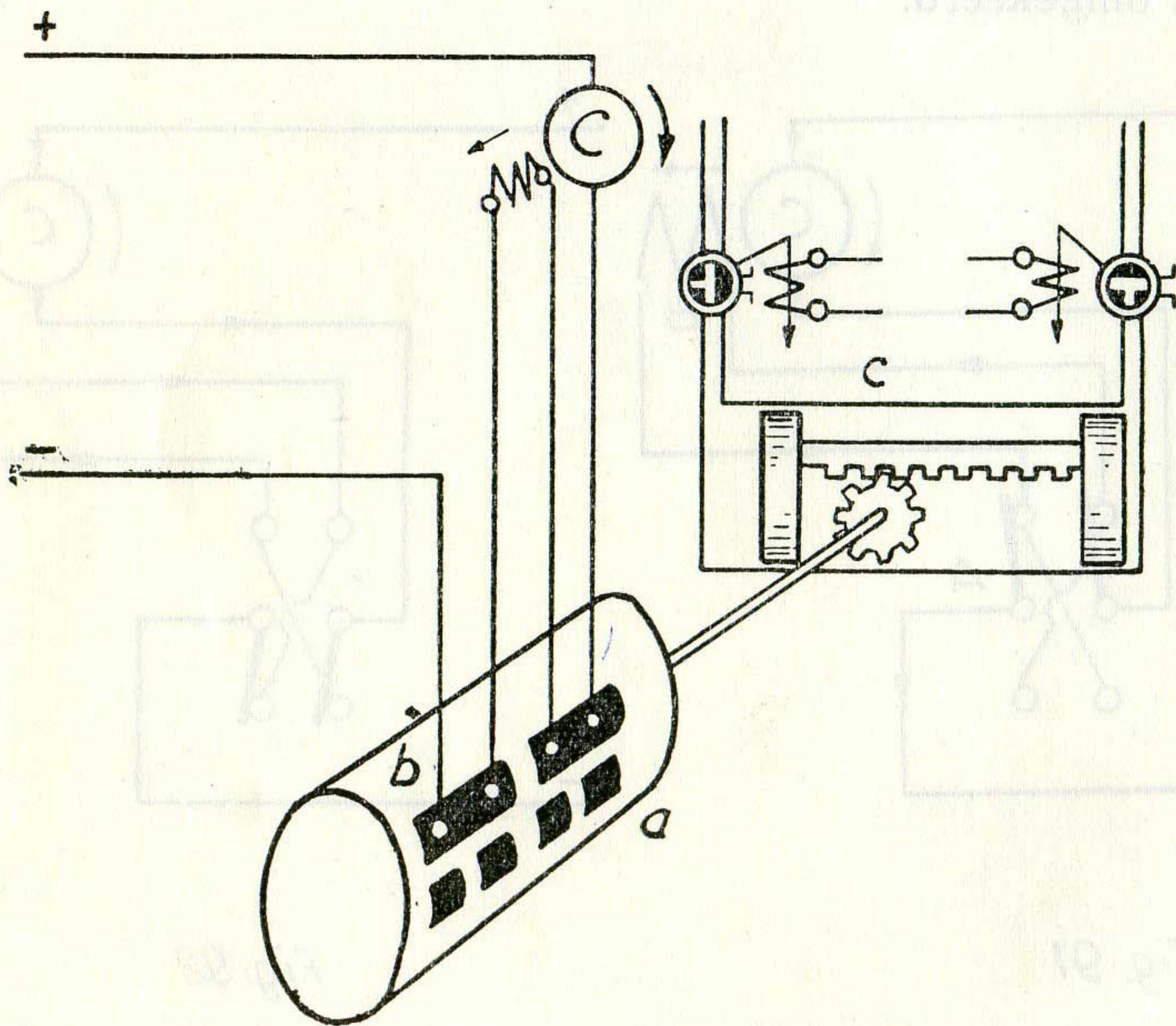
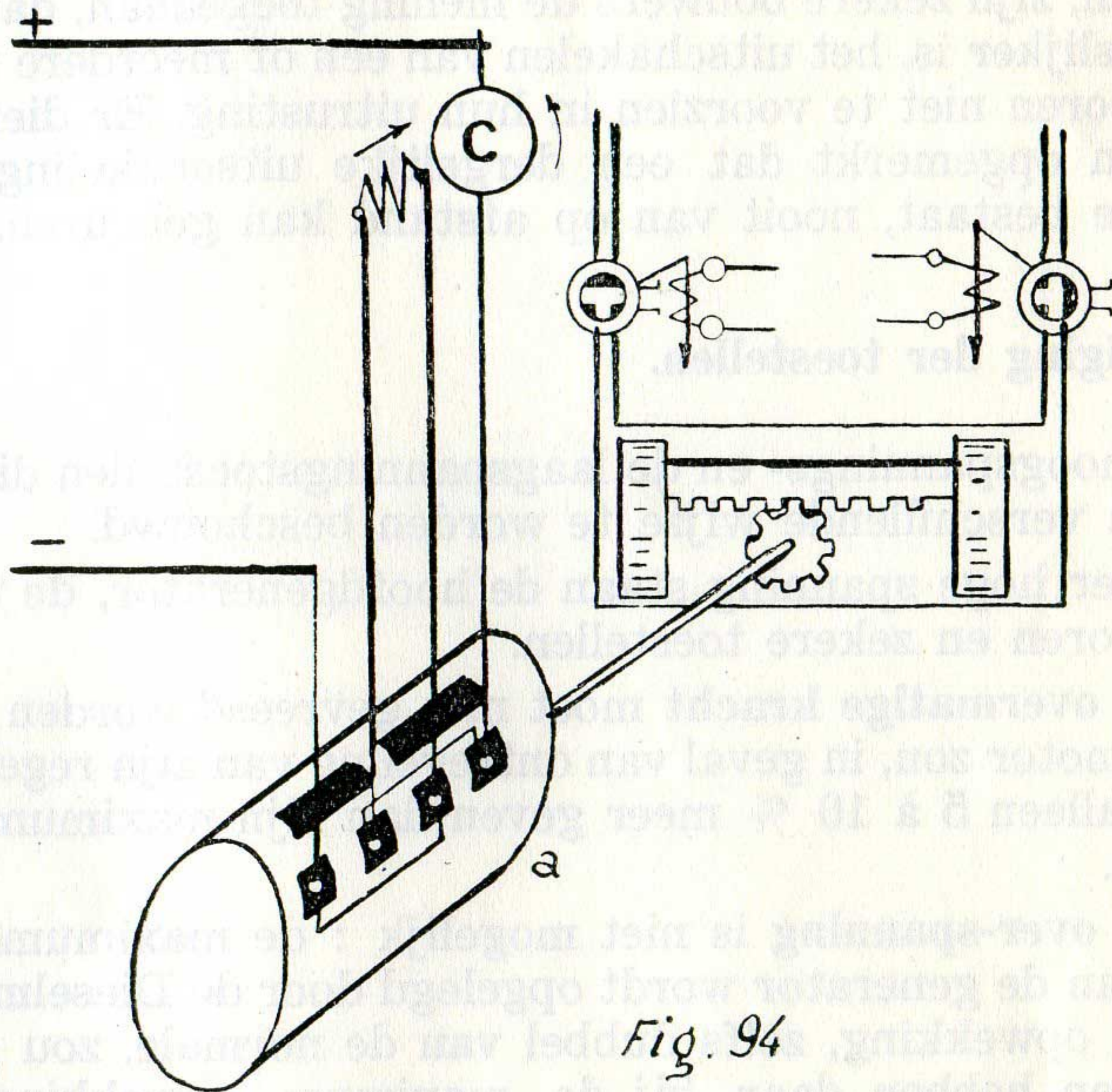


Fig. 93



### 58 Uitschakelen van een tractiemotor.

Gedurende de rit van een motorwagen of Diesellocomotief kan het gebeuren dat een van de tractiemotoren beschadigd wordt. Met deze motor uit de tractiekring (hoge spanning) te schakelen kan de rit met de andere tractiemotoren worden voortgezet.

Het is niet mogelijk de kringen uitvoerig te beschrijven; de verwezenlijking verschilt van het ene tot het andere materieel.

1) De wijziging der kringen kan gedaan worden in het gedeelte « hoge spanning » (over 't algemeen  $\pm 1000$  V); men gebruikt, hetzij messchakelaars, hetzij een of meerdere trommels zoals deze van de omkeerinrichting.

2) Soms is het eenvoudiger om, door middel van een schakelaar « lage spanning » de voeding af te snijden van de contactor die de hoge spanningsstroom naar de uit te schakelen tractiemotor brengt.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 96.

3) Gezien de samengesteldheid van de te verwezenlijken kringen, zijn zekere bouwers de mening toegedaan, dat het verkieslijker is, het uitschakelen van een of meerdere tractiemotoren niet te voorzien in hun uitrusting. Er dient te worden opgemerkt dat een dergelijke uitschakeling, indien ze bestaat, nooit van op afstand kan gebeuren.

## 59 Beveiliging der toestellen.

De hoogspannings- en de laagspanningstoestellen dienen op een verschillende wijze te worden beschouwd.

Onder hoge spanning staan de hoofdgenerator, de tractiemotoren en zekere toestellen.

Een **overmatige kracht** moet niet gevreesd worden : de Dieselmotor zou, in geval van ontregeling van zijn regelaar, maar alleen 5 à 10 % meer geven dan zijn maximumvermogen.

Een **over-spanning** is niet mogelijk : de maximumsnelheid van de generator wordt opgelegd door de Dieselmotor en een opwekking, zelfs dubbel van de normale, zou geen gevolgen hebben daar, bij de maximum opwekking, de hoofdgenerator verzadigd is en zijn spanning niet meer toeneemt.

Er blijft nog een beveiliging te voorzien tegen een **overdreven stroom**. Een te sterke stroom in de tractiemotoren veroorzaakt een verhitting maar ook een aanzienlijke kracht die over 't algemeen de motorwagen of de locomotief doet doorslaan; doet zich dat niet voor dan zal de snelheid vlug toenemen zodat de stroom onder de gevaarlijke waarde daalt.

In het merendeel der gevallen is deze snelheid klein, 20 à 25 km/h en er wordt over 't algemeen geen enkele beveiliging voorzien tegen een te sterke stroom. Het verdient echter aanbeveling van geen te sterke stromen te gebruiken wanneer de Dieselmotor maar gedeeltelijk belast is daar de ventilatie, in dit geval, ook beperkt is.

Het kan echter gebeuren dat de hoofdgenerator, in geval van parallelschakeling, tijdelijk een veel grotere stroom moet toevoeren dan deze die normaal voorzien is. Voor dit

geval heeft men een maximumrelais met tijdregeling voorzien die na enkele minuten tussenkومت indien de stroom niet op een aannemelijke waarde is gedaald.

Deze tussenkومت veroorzaakt, hetzij een vermindering van de opwekking, hetzij een verandering van schakeling, hetzij de twee tegelijk. Op zekere types motorwagens worden de generator en tractiemotoren beveiligd door hoogspanningssmeltveiligheden.

Op de belangrijke uitrustingen gebruikt men 2 bijkomende veiligheden : een massarelais (of grondrelais) en een antislippingrelais.

**60 Massarelais.**

De hoogspanningskringen ondergaan gewoonlijk spanningen van 900 à 1000 V en ze zijn geïsoleerd van de massa die de motorwagen of de locomotief uitmaakt. Indien een isolatiegebrek zich voordoet in een punt A (fig. 95) dan zal er geen enkele onregelmatigheid plaats vin-

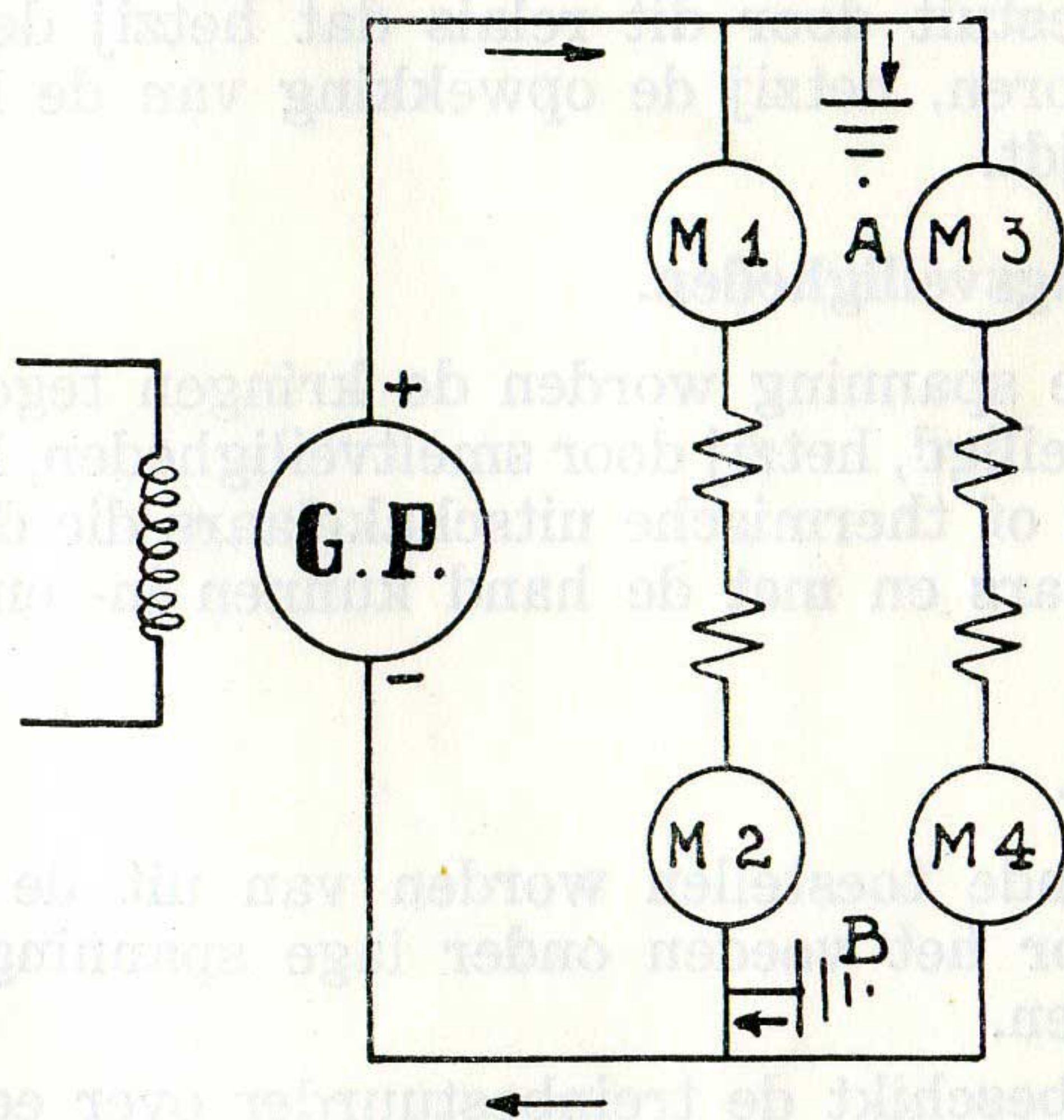


fig. 95

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 98.

den. Maar indien een 2<sup>e</sup> fout ontstaat in een punt B dan verbindt een zeer kleine weerstand (kabels + massa) de 2 polen van de hoofdgenerator hetgeen in werkelijkheid gelijk staat met een kortsluiting en een zware beschadiging kan veroorzaken aan de generator.

Om dit bezwaar te ondervangen werd de uitrusting voorzien van een massarelais dat bij een gebeurlijk isolatiegebrek, de tractie doet uitschakelen alsmede de mogelijkheid van het opwekken van de generator.

## 61 Antislippingrelais.

De trekkracht van de drijfassen is alleen mogelijk indien de wielen zich aan de spoorstaaf « vasthechten ». Verdwijnt deze adhesie dan is de seriemotor niet meer voldoende belast waardoor hij overdreven snelheden kan bereiken; zware averijen aan de onderdelen van het anker kunnen hiervan het gevolg zijn.

Om hieraan te verhelpen maakt men gebruik van een antislippingrelais.

Elk begin van doorslaan wordt opgevangen en ogenblikkelijk gestuit door dit relais dat hetzij de spanning aan de motoren, hetzij de opwekking van de hoofdgenerator, afsnijdt.

## 62 Laagspanningsveiligheden.

In de lage spanning worden de kringen tegen te hoge stromen beveiligd, hetzij door smeltveiligheden, hetzij door magnetische of thermische uitschakelaars die dienst doen als schakelaars en met de hand kunnen in- en afgesteld worden.

## 63 Treindraden.

Verschillende toestellen worden van uit de stuurpost bediend, door het voeden onder lage spanning van hun elektrokleppen.

Hiervoor beschikt de treinbestuurder over een stroombron op lage spanning B en over verschillende schakelaars ( $S_1$  tot  $S_7$ ).

Door bepaalde schakelaars te sluiten voedt hij dus de



overeenstemmende electrokleppen E en kan hij de verschillende toestellen naar willekeur bedienen (fig. 96).

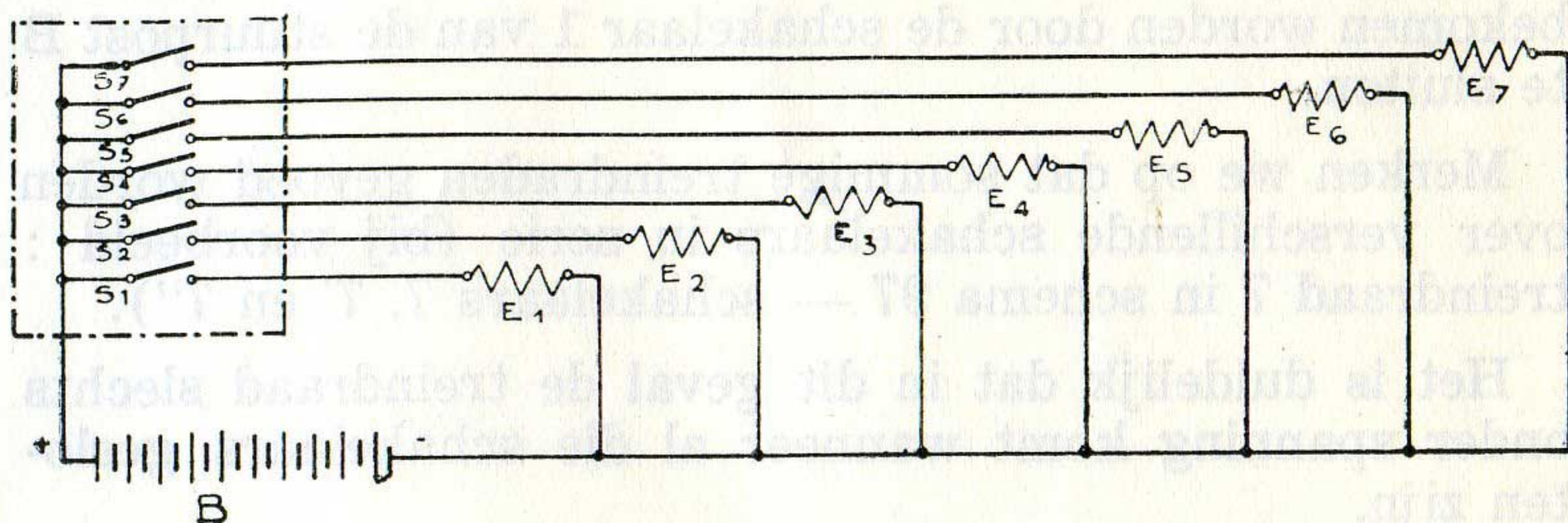


Fig. 96.

Somtijds zijn twee motorwagens of locomotieven samengekoppeld om een treinstel te vormen.

Om in dat geval de trein van uit één stuurpost te kunnen voeren, moet de bediening der schakelaars in die stuurpost de gelijktijdige voeding van de electrokleppen der overeenstemmende toestellen op elk tractievoertuig voor gevolg hebben; bovendien moet het besturen van de trein kunnen geschieden van uit gelijk welke stuurpost.

De oplossing die hiervoor aangenomen wordt is voorgesteld in fig. 97.

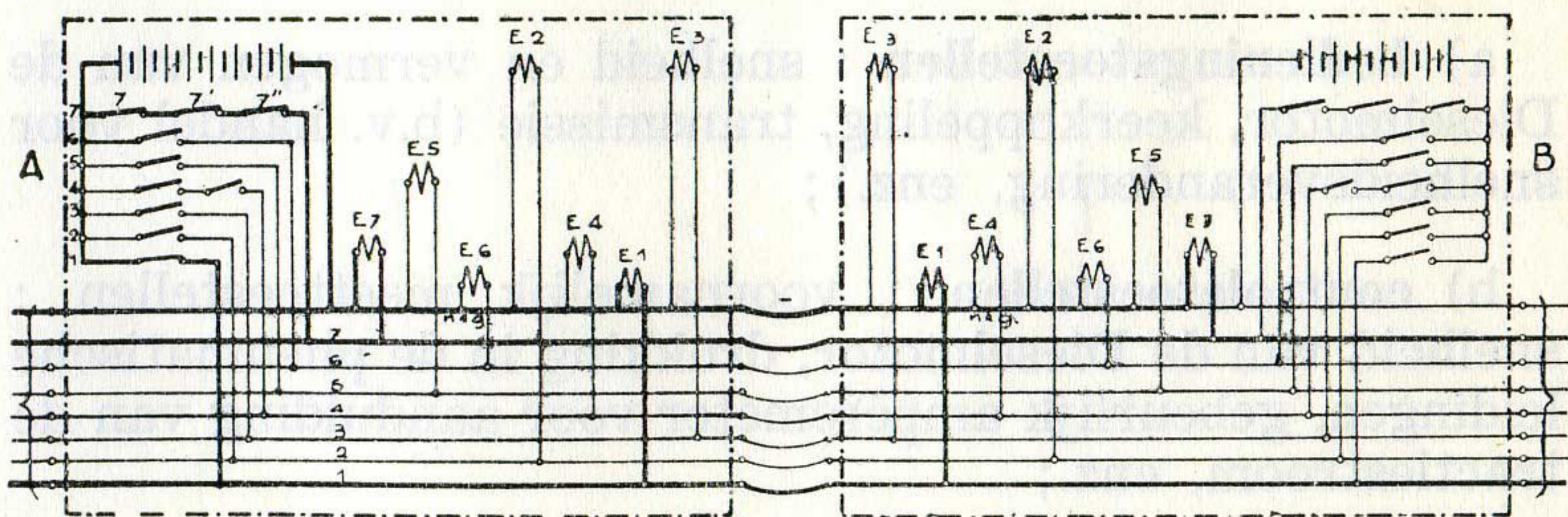


Fig. 97.

Veronderstellen we bij voorbeeld dat de stuurpost A bezet is en dat de treinbestuurder de schakelaar 1 heeft gesloten.

De draad 1 komt onder spanning. Deze draad loopt door gans de trein en wordt daarom treindraad genoemd.

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 100.

Al de electrokleppen 1 van heel het stel zullen dus onder spanning worden gesteld.

Fig. 97 toont aan dat hetzelfde resultaat ook kan bekomen worden door de schakelaar 1 van de stuurpost B te sluiten.

Merken we op dat sommige treindradsen gevoed worden over verschillende schakelaars in serie (bij voorbeeld : treindraad 7 in schema 97 — schakelaars 7, 7' en 7'').

Het is duidelijk dat in dit geval de treindraad slechts onder spanning komt wanneer al die schakelaars gesloten zijn.

Aangezien de treindradsen onder de locomotieven of gekoppelde motorwagens moeten lopen, zijn tussen deze tractievoertuigen verbindingen nodig. De nodige draden worden verzameld in een gemeenschappelijke isolerende huls en verbonden aan beide kanten aan een veelpolige stekker die past in de koppelingsdoos die zich aan weerszijden van elk rijtuig bevindt.

## 64 Toestellen in de stuurpost.

Er bestaan 3 soorten toestellen :

a) **bedieningstoestellen** : snelheid en vermogen van de Dieselmotor, keerkoppeling, transmissie (b.v. handel voor snelheidsverandering, enz.);

b) **controletoestellen** : voornamelijk meettoestellen : snelheid van de Dieselmotor, drukking in de pneumatische leidingen, gebeurlijk ampèremeter voor aanduiding van de tractiestroom, enz.;

c) **alarm- en veiligheidstoestellen** : rem, tromp, lampen; een getuigelamp wordt automatisch aangestoken of een belinrichting in werking gesteld zodra zich een averij aan de motorisatie voordoet : b.v. gebrek aan oliedruk, te hoge temperatuur of oversnelheid van Dieselmotor, doorslaan van de elektrische motoren, averij aan de elektrische stroomkringen, enz.

**65 Bedieningstoestellen.**

Het merendeel dezer toestellen zijn schakelaars die hetzij de treindraden van de gekoppelde tractievoertuigen onder spanning brengen, hetzij zekere inrichtingen, eigen aan elk tractievoertuig, bedienen (b.v. de verlichting).

De schakelaars zijn verzameld op een bord.

Deze die gedurende de rit van de trein moeten bediend worden bevinden zich onder 't bereik van de machinist. Sommige schakelaars die slechts bij uitzondering moeten bediend worden (bij het begin of einde van elke dienst) zijn verzameld op een afzonderlijk bord dat meestal geplaatst is in de toestellenkast. De smeltveiligheden bevinden zich eveneens op dit bord.

Er bestaan ook bedieningstoestellen met druklucht : het zijn drukontspanners die lucht gebruiken op  $5 \text{ kg/cm}^2$  en verminderen tot een drukking die overeenkomt met de stand van de bedieningskruk; dit stelsel wordt dikwijls gebruikt voor het regelen van de Dieselmotorsnelheid.

De schakelaars die onrechtstreeks tussenkomen voor voor het in dienst stellen van de tractiemotoren en dus gedurende de rit voortdurend moeten bediend worden, komen voor onder vorm van contactvingers en contactstukken (fig. 98), die bevestigd zijn op trommels. Deze trommels zijn van een handkruk voorzien.

Om bijgevolg een der schakelaars te sluiten moet men de trommel doen draaien.

Men onderscheidt :

- de keerkruk : dienende om de richting van de rit (voor- of achteruit) te bepalen;
- de versnellingskruk : de bediening van deze kruk regelt de snelheid van de Dieselmotor;
- de selectie- of schiftingskruk : dienende voor de tractie of de rheostatische remming (alleen de locomotieven types 202 en 203).

# Boekje hlt

10. I.

Bladz. 102.

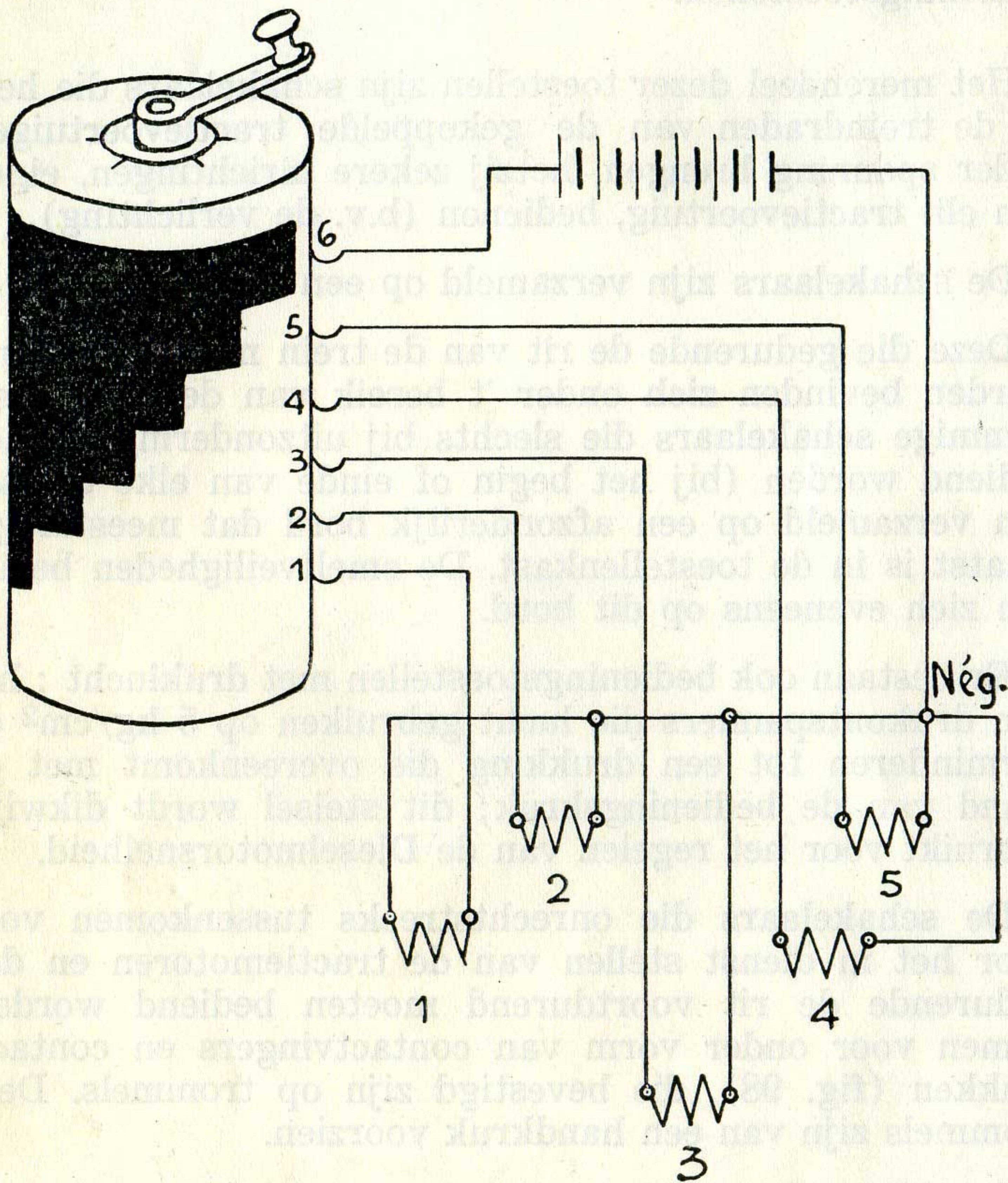


Fig. 98.

## Opmerking.

In zekere gevallen moeten verschillende schakelaars in serie gesloten zijn alvorens de spoel van het bediende onderdeel gevoed wordt.