

# PHILIPS TECHNISCH TIJDSCHRIFT



PHILIPS NATUURKUNDIG LABORATORIUM



# Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELLENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN

SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN  
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN



## DE DYNAMO-ZAKLANTAARN

door E. A. van IJZEREN.

621.313.39-871

Beschrijving van de Philips dynamo-zaklantaarn type nr. 7424. Bij „normaal” knijpen wordt hiermee een lichtstroom van 2,4 lumen opgewekt, waarvoor de gebruiker ca 0,9 watt mechanisch vermogen moet leveren. Ondanks de intermitterende aandrijving varieert de lichtstroom tijdens het knijpen slechts weinig, wat ten deele aan een groot traagheidsmoment en hoog toerental van de rotor van de dynamo te danken is, ten deele aan een vlakke spanning-toerental-karakteristiek van de dynamo. De dynamo, die in groote trekken analoog is aan een rijwieldynamo, bevat een achtpolige permanente magneet uit „Ticonal” 0,8 als rotor. De ankerwikkeling is op een stator aangebracht, welks bouw sterk afwijkt van het gebruikelijke en in hooge mate aangepast is bij de eischen der massafabricage. De dynamo is bestand gemaakt tegen kortsluiting, hetgeen nader wordt toegelicht.

In onze gemechaniseerde eeuw zal het niet vaak voorkomen, dat de mensch voor het verrichten van prestaties, die hij sinds lang aan andere energiebronnen toevertrouwd, op een gegeven oogenblik weer teruggrijpt naar eigen lichaamskracht. Dit is feitelijk hetgeen zich in de laatste jaren in klein bestek heeft afgespeeld, toen de dynamo-zaklantaarn een belangrijke plaats is gaan veroveren naast de traditioneele batterij-zaklantaarn. Deze ontwikkeling werd gestimuleerd, doordat in de oorlog batterijen schaarsch werden, terwijl de verduisteringsmaatregelen juist meer behoefte aan een zaklantaarn deden ontstaan. Maar ook na oorlogsschaarschte en verduistering blijken de dynamo-zaklantaarns gereeden aftrek te blijven vinden, kennelijk omdat het publiek gevoeliger is geworden voor de nadeelen, die de batterij-zaklantaarn, ook in vreedetijd, aankleven: de noodzaak om telkens

batterijen te koopen, en de kans, dat de in voorraad gehouden batterijen, als de lantaarn eenige tijd niet gebruikt is, op een critiek moment uitgeput of bedorven blijken te zijn. Deze nadeelen doen zich bijzonder sterk gevoelen in tropische landen, waar batterijen sneller bedorven en versche batterijen soms op groote afstand gehaald moeten worden.

Er is een ander voorbeeld, waarbij wij licht door eigen lichaamskracht opwekken: de rijwiellantaarn. Van de ervaring, die men bij de constructie van moderne rijwieldynamo's heeft opgedaan, is voor het ontwikkelen van de dynamo-zaklantaarn in ruime mate gebruik gemaakt. Bij de beschrijving van de Philips dynamo-zaklantaarn, type nr. 7424<sup>1)</sup>,

<sup>1)</sup> Behalve het genoemde type is door Philips een tweede, kleinere, dynamo-zaklantaarn ontwikkeld (de „Bijou”, type nr. 7426). We willen ons echter in dit artikel tot het eerstgenoemde type beperken.



die wij in dit artikel willen geven, zal dit nog nader blijken.

### Algemeene bouw van het apparaatje

De constructie van de eigenlijke dynamo is in groote trekken analoog aan die van een rijwieldynamo. Het magneetveld wordt geleverd door een permanente magneet, die als rotor is uitgevoerd, terwijl de ankerwikkeling, waarin door het draaien

dat men voor de aandrijving niet kan uitgaan van een draaiende beweging. Met de eerst genoemde functies van de hand valt practisch alleen een knijpbeweging te vereenigen, hetzij met de geheele hand, hetzij met de duim. In ons geval is de laatste beweging gekozen. Het mechanisme van de hierop gebaseerde aandrijving is in *fig. 1a* schematisch voorgesteld. Aan de hefboom, welke de duim tegen een veer in periodiek moet neerdrukken,

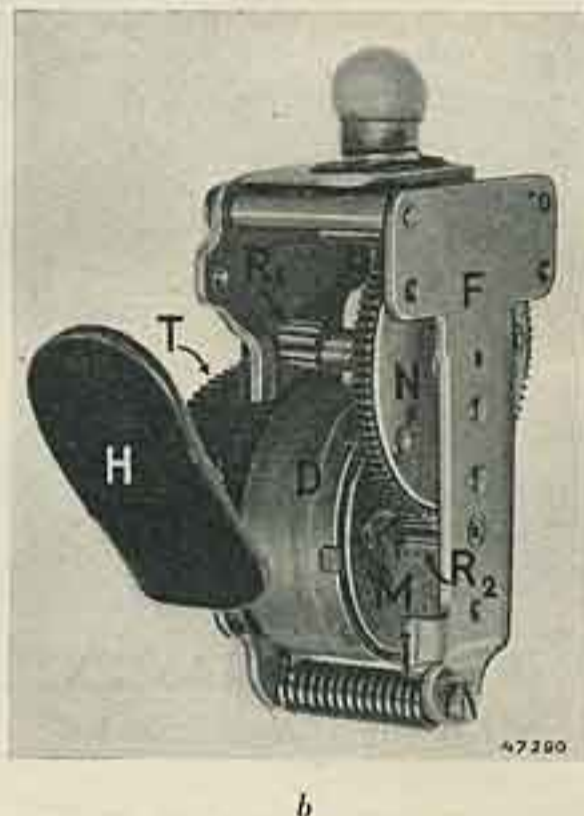
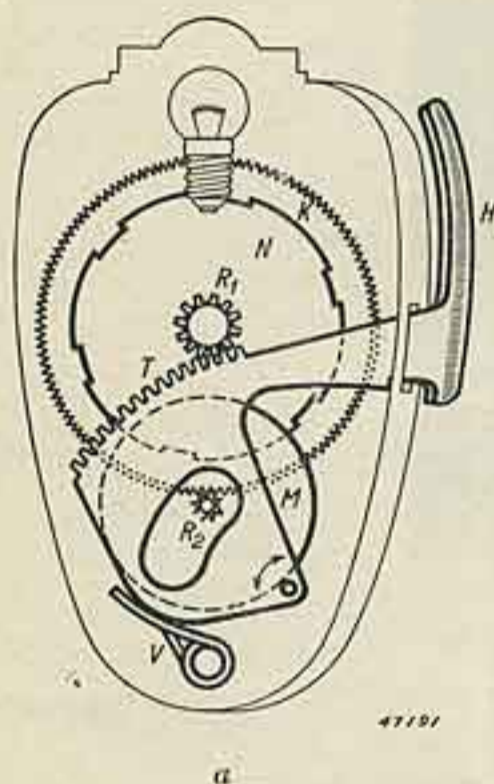


Fig. 1. a) Aandrijving van de rotor bij de Philips dynamo-zaklantaarn type nr. 7424. De hefboom *H* met de tandheugel *T* moet door de duim periodiek worden ingedrukt, tegen de kracht van de veer *V* in. *T* drijft door het rondsel *R*<sub>1</sub> de vrijwielnaaf *N* aan. Deze neemt bij het indrukken de tandkrans *K* mee, die via het rondsel *R*<sub>2</sub> de rotor *M* aandrijft, terwijl bij het terugveeren van de hefboom *H* de tandkrans en rotor vrij blijven doorloopen. b) De dynamo-zaklantaarn, met afgenomen huis. *F* frame, *H* hefboom met tandheugel *T*, *R*<sub>1</sub> rondsel, *N* vrijwielnaaf met tandkrans, *R*<sub>2</sub> rondsel op de as van de rotor *M*, *D* dynamo.

van de magneet een wisselende e.m.k. wordt opgewekt, op een week ijzeren stator is aangebracht. Door dit constructieprincipe, dat practisch mogelijk is geworden sinds magneetstaalsoorten met zeer groot magnetisch vermogen ter beschikking staan, komen de collector met borstels en de afzonderlijke bekrachtiging van het veld, die men bij normale dynamo's aantreft, te vervallen. Alleen dank zij deze vereenvoudigingen heeft men de dynamo's voor de hier bedoelde toepassingen voldoende klein en bedrijfszeker kunnen maken.

Het door de dynamo gevoede gloeilampje is vast op de dynamo gemonteerd, het uitgestraalde licht wordt door een kleine lens en een eenvoudige reflector gebundeld.

De hand, die de zaklantaarn vasthoudt en de lichtbundel richt, krijgt tevens de taak om de rotor van de dynamo aan te drijven. Dit heeft tot gevolg,

is een tandheugel bevestigd, die via een rondsel en een tandwieloverbrenging met vrijwiel de rotor van de dynamo in beweging brengt. Dank zij het vrijwiel kan de rotor tijdens het terugveeren van de hefboom ongehinderd doorloopen. De assen van de rotor, het aandrijvende tandwiel en de hefboom zijn gelagerd in een frame, dat geheel door het huis van het apparaatje wordt omsloten. De smering wordt bewerkstelligd door een in olie gedrenkt lapje, dat op de lagers is geklemd.

De foto *fig. 1b*, die het apparaat met afgenomen huis weergeeft, laat de onderbrenging van alle onderdeelen in het frame zien.

De dynamo levert bij „normaal” knijpen een gemiddelde effectieve spanning van 2,5 volt en geeft aan het lampje een ver-

mogen van ca 0,3 watt af. Verliezen door wrijving, wervelströmen enz. maken, dat hiervoor een mechanisch vermogen van ca 0,9 watt door den gebruiker moet worden gepresteerd. Daar het lampje meestal slechts betrekkelijk korte tijden achtereen in bedrijf zal zijn, werd een totale brandduur van 10 uren als voldoende beschouwd. Het lampje brandt derhalve, als men zoo wil, op „overspanning”, terwille van een beter lichtrendement. De verkregen lichtstroom (altijd bij „normaal” knijpen) bedraagt 2,4 lumen, waarvan de helft als nuttig licht naar buiten treedt. In de eigenlijke bundel wordt hiermee op 1 m afstand een verlichtingssterkte van ca 4 lux verkregen.

De afmetingen van het geheele apparaatje zijn 8,5 × 5 × 3 cm, bij een totaal gewicht van slechts 215 gram. Dit maakt het mogelijk om het apparaatje zonder groot bezwaar in jas- of broekzak of in een damesttas mee te dragen.



### Mechanische gezichtspunten bij de constructie

Een rijwioldynamo geeft ca 3 watt electricch vermogen af en vergt ca 9 watt mechanisch vermogen van den wielrijder. Het vermogen van de zaklantaarn-dynamo is dus rond 1/10 van dat van een rijwioldynamo. Deze verhouding is niet onredelijk, als men let op de volumina van de spieren, die in beide gevallen bij het leveren van de mechanische energie betrokken zijn, en er rekening mee houdt, dat de beenspieren behalve de rijwioldynamo ook het rijwiel zelf moeten aandrijven<sup>2)</sup>. Een meer directe manier om zich een denkbeeld te verschaffen, welk mechanisch vermogen men van de duim kan vergen, is het berekenen van de noodige knijpkracht. De duim kan bij het knijpen slechts een slag van enkele cm maken en hij kan de knijpbeweging hoogstens enkele malen per seconde herhalen. Is  $s$  de slag in cm en  $n$  het aantal slagen per minuut, dan is de knijpkracht  $P$ , die de duim bij het indrukken van de hefboom moet uitoefenen om een gemiddeld vermogen van  $N$  watt te leveren:

$$P = 612 \frac{N}{s \cdot n} \text{ kg.}$$

Bij de hier beschreven dynamo-zaklantaarn is de slag van het uiteinde van de hefboom, waarop de duim aangrijpt, rond 3 cm. Uit een groot aantal proeven met verschillende personen is gebleken, dat men een knijpfrequentie van ongeveer 180 slagen per minuut als normaal kan beschouwen. De voor  $N = 0,9$  W vereischte knijpkracht is dan rond 1 kg. Hier komt nog bij de kracht, noodig voor het overwinnen van de veer die de hefboom teruggedrijft, ten bedrage van ongeveer 0,5 kg. Met een totale kracht van 1,5 kg is men klaarblijkelijk niet ver meer van de grens van hetgeen men zonder bezwaar van de duimspieren kan verlangen: een veel grootere knijpkracht zou bij de meeste gebruikers tot te snelle vermoeidheid aanleiding geven.

De overbrengingsverhouding der tandwielen is zoo gekozen, dat bij de genoemde normale knijpfrequentie en bij een verhouding van ongeveer 1 : 1 tusschen de tijden voor het neerdrücken en het terugveeren van de hefboom, de rotor een toerental van ca 4000 omw/min verkrijgt. Een zoo hoog toerental is gewenscht om in een voldoende vlak gedeelte van de spanning-toerental-karakteristiek van de dynamo te komen — een eisch, waarop we straks nader zullen ingaan. Bovendien geeft een hoog toerental de mogelijkheid om reeds met een

betrekkelijk gering traagheidsmoment van de rotor, dus kleine afmetingen en gewicht, veel rotatie-energie in de rotor te verzamelen, zoodat de rotor ondanks de periodieke onderbreking van de aandrijving voldoende gelijkmatig blijft doorloopen. Veel hogere toerentallen dan het genoemde komen practisch niet in aanmerking, daar dan een tweede tandwieloverbrenging vereischt zou zijn, die het mechanisch rendement te veel zou doen dalen en het lawaai, dat door de aandrijving wordt veroorzaakt, ongewenschte proporties zou doen aannemen. Om het lawaai zooveel mogelijk te beperken is de tandkrans, die op het vrijwiel is aangebracht, van het bekende, voor geluidsdemping bij tandwielen veel gebruikte „hard weefsel” gemaakt, dat bestaat uit textiellaagjes, in kunst-hars gedrenkt en geperst („Philitext”).

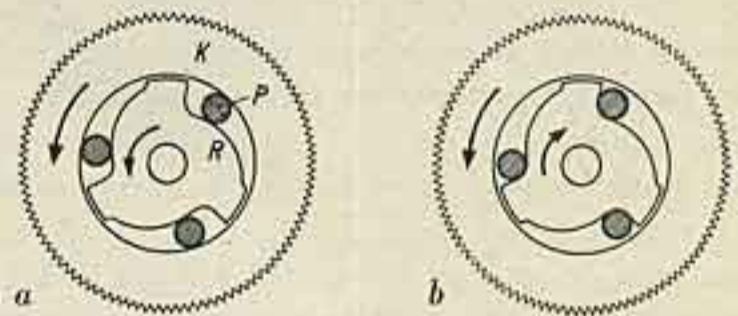


Fig. 2. Constructie van het vrijwiel. Bij rotatie van de naaf in de ééne richting rollen de drie rolletjes  $P$  op de rug  $R$  van de drie tanden omhoog (a), raken klem tusschen  $R$  en de tandkrans  $K$  en nemen deze dus mee. Bij omgekeerde rotatie van de naaf, rollen de rolletjes weer omlaag (b), waarbij zij geen contact met de tandkrans hebben, die dus vrij in de oude richting kan blijven doordraaien.

De constructie van het vrijwiel (fig. 2), dat de tandkrans periodiek meeneemt en weer vrij laat doorloopen, is er eveneens op berekend om weinig geruisch te veroorzaken en bovendien tijdens de vrijloop zoo min mogelijk wrijving te veroorzaken.

Het gewenschte traagheidsmoment van de rotor kan worden verkregen door naast de permanente magneet nog een looden schijfje op de rotor-as te bevestigen. Het geheel moet goed gebalanceerd worden om een trillingsvrije loop van de rotor te verzekeren.

### Electriche en magnetische gezichtspunten

#### De spanning-toerental-karakteristiek

De klemspanning van een wisselstroomdynamo, waarop permanent een bepaalde belastingsweerstand is aangesloten, is bij kleine omwentelings-snelheden evenredig met het toerental, bij grootere snelheden wordt zij meer en meer onafhankelijk van het toerental. Dit verschijnsel en de maatregelen, die men moet nemen, als men een zoo vlak mogelijk verloop van de spanning-toerental-karakteristiek wil verkrijgen, zijn in dit tijdschrift al

<sup>2)</sup> Bij een normale fiets met matig goede banden is voor een snelheid van 15 km/uur, naar gelang van de bestrating enz., een vermogen van bijv. 30 tot 100 watt, in zeer ongunstige omstandigheden zelfs tot 200 watt noodig.



eens ter sprake gekomen bij de beschrijving van een rijwieldynamo<sup>3)</sup>. Bij de zaklantaarn-dynamo spelen dezelfde overwegingen weer een groote rol, we zullen er daarom nog wat nader op ingaan.

Om te beginnen is een toelichting gewenscht, in hoeverre ook in ons geval een vlakke karakteristiek van belang is. De wielrijder zal een rit met ongeveer constante snelheid afleggen, maar soms zal dit een groote snelheid zijn (bijv. 25 km/uur), soms een kleinere, en ook doet zich het geval voor, dat hij een stuk met de fiets aan de hand loopt (5 km/uur). Een vlakke karakteristiek is derhalve bij de rijwieldynamo noodig om enerzijds bij 5 km/uur nog voldoende licht uit de lantaarn te krijgen en anderzijds bij 25 km/uur het lampje nog niet te sterk te belasten. Bij de dynamo-zaklantaarn staat de zaak iets anders. De gemiddelde knijpsnelheid zal hier voor verschillende „ritten” slechts weinig uiteenlopen, zeker niet meer dan een factor 2, tegenover een factor 5 bij het rijwiel. Men zou dus voor eenzelfde spanningsvariatie met een minder vlakke karakteristiek kunnen volstaan. Als nieuwe factor komt er echter bij, dat de snelheid van de rotor al tijdens het knijpen in zekere mate varieert. Al wordt getracht, deze variaties door de bovenvermelde vergroting van het traagheidsmoment zooveel mogelijk te verminderen, zoo is het toch duidelijk, dat men hierin beperkt is, doordat het apparaat klein en licht moet blijven. De snelheidsschommelingen, die men kan overhouden, zijn voor een bepaald, vrij ongunstig, geval in fig. 3 weergegeven. Wil men beletten, dat



Fig. 3. Variaties van het toerental van de rotor, veroorzaakt door de intermitterende aandrijving, bij periodiek knijpen (in dit geval ca 120 slagen per minuut en een verhouding van ongeveer 1 : 2 tusschen de tijden van neerdrücken en terugtrekken van de duim).

deze snelheidsvariaties een storende schommeling van de verkregen lichtstroom veroorzaken, dan moet men het weer in een zoo vlak mogelijke spanning-toerental-karakteristiek zoeken, vooral ook, omdat de warmtetraagheid van de slechts 12  $\mu$  dikke gloeidraad zeer gering is.

<sup>3)</sup> H. A. G. Hazeu en M. Kiek, Een wisselstroomdynamo met vlakke karakteristiek voor rijwielverlichting, Philips techn. T. 3, 88, 1938.

De klemspanning wordt onafhankelijk van het toerental, als de inductieve weerstand van de ankerwikkeling, die evenredig is met de frequentie van de opgewekte wisselspanning en dus met het toerental, groot is ten opzichte van de ohmsche weerstand van ankerwikkeling plus gloeilampje. Daar de inductieve weerstand grooter is, naarmate door een gegeven stroom een grootere flux in het anker wordt opgewekt, is het gewenscht, de magnetische weerstand van het anker-circuit klein te houden. Voorts is een groot aantal polen van magneet en stator wenschelijk, daar dan bij een laag toerental de opgewekte spanning toch een hooge frequentie heeft.

De magneet van de zaklantaarn-dynamo heeft acht polen, zoodat bij 4000 omw/min de frequentie van de opgewekte wisselspanning rond 250 per/sec bedraagt. Voor een gedrongen constructie is het van belang, dat aan deze polen geen werkelijke uitsteeksels behoeven te beantwoorden: de magneet bestaat (evenals bij een rijwieldynamo) uit een gladde, korte cylinder, die langs de omtrek achtpolig is gemagnetiseerd. Een dergelijke uitvoering was bij de vroeger beschikbare soorten magneetstaal zeer onvoordeelig. De flux, die twee naburige magneetpolen leveren, heeft dan nl. (zoodra men de magneet uit het magnetiseeringsapparaat in het uiteindelijke circuit overbrengt) een zekere neiging om zich reeds binnen de cylindermantel door het staal heen te sluiten in plaats van naar buiten te treden. Om dit te helemmeren is het noodig, dat het tusschen de polen langs de cylinderomtrek gelegen magneetstaal een groote weerstand biedt tegen de omkeering van de magnetisatie-richting, die hierbij moet optreden. Het voor de zaklantaarn-dynamo gebruikte magneetstaal „Ticonal” 0,8 bezit deze eigenschap in hooge mate<sup>4)</sup>.

Met de genoemde eigenschap gaat doorgaans gepaard een lage reversibele permeabiliteit, dwz. de magnetisatie wordt door kleine schommelingen van het magnetiserende veld weinig beïnvloed. Met name heeft dus de ankerreactie weinig invloed op de magneet, hetgeen de stabiliteit van het geheel ten goede komt. Anderzijds staat, als we een vlakke spanning-toerental-karakteristiek willen verkrijgen, een lage reversibele permeabiliteit in de weg aan de als tweede genoemde eisch, dat de stroom door de

<sup>4)</sup> Zooals een nadere beschouwing leert, kan men de voorwaarde nauwkeuriger aldus formuleeren, dat de ontmagnetiseeringskromme, vooral nabij het omkeerpunt van de magnetisering, een geringe helling moet hebben. Hiervoor is een, in verhouding tot de remanentie, groote coërcitiefkracht van het staal gewenscht — een eigenschap, die de oudere magneetstalen (wolframstaal) in veel mindere mate bezaten; vgl. de getrokken en de gestippelde magnetiseeringskromme in fig. 6.



ankerwikkeling een sterke tegenflux moet opwekken. Immers, dit veld ondervindt dan, voorzover het door de magneet moet verlopen, een vrij groote magnetische weerstand. Men geeft daarom het tegenveld gelegenheid, zich voor een groot gedeelte buiten de magneet om te sluiten, dwz. men construeert het magnetisch circuit van de ankerwikkeling met een groote spreiding.

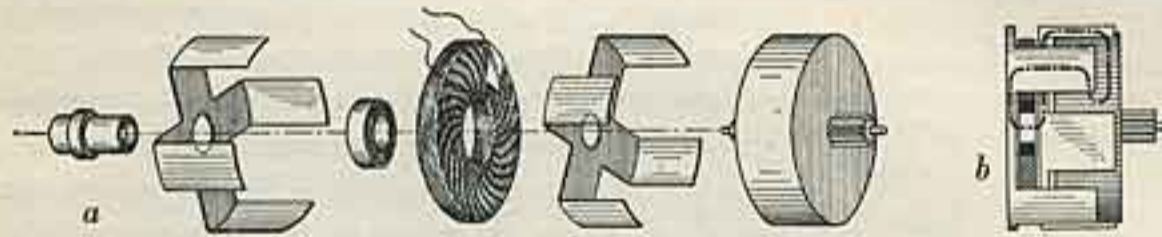


Fig. 4. a) De onderdelen van de dynamo („exploded view”). Men ziet de twee kruisvormige statorblikken, die  $45^\circ$  ten opzichte van elkaar gedraaid op het asje worden bevestigd, aan weerskanten van de ankerspoel, die op een cilindrische kern wordt geschoven. De haaksch omgezette uiteinden der twee kruisen vormen de acht statorpolen, die een cilindrische ruimte omsluiten, waarin de magneet (geheel rechts) roteert. b) Het magnetisch circuit, gemonteerd. De streep-punt-lijn geeft het verloop van één krachtlijn weer. c) Aanzicht van het samengestelde circuit.

De van het gebruikelijke sterk afwijkende vorm van het magnetisch circuit is in fig. 4 te zien. Het wordt gevormd door twee kruisvormige week ijzeren blikken, waarvan de einden haaksch zijn omgebogen, en door een cilindrische week ijzeren kern, waarop de ankerwikkeling wordt aangebracht en tegen welks uiteinden de twee kruisen worden bevestigd. Het binnenste kruis heeft iets kortere armen dan het buitenste. Doordat de twee kruisen  $45^\circ$  ten opzichte van elkaar worden gedraaid, komen de vier haaksch omgezette uiteinden van het ééne kruis tusschen die van het andere kruis te liggen en de acht uiteinden, die als statorpolen fungeren, omsluiten tezamen een cilindrische ruimte, waarbinnen de magneet roteert. Ankerspoel

en magneet zijn dus bij dit eigenaardige circuit als coaxiale cilindrische schijven opgesteld. In fig. 4b kan men het verloop der krachtlijnen met behulp van het aangegeven voorbeeld volgen; fig. 4c geeft een foto van het samengestelde circuit.

Dat dit circuit de gewenschte groote spreiding zal bezitten, is wel duidelijk, als men let op de groote lengte, waarover naburige statorpolen met betrekkelijk kleine onderlinge afstand naast elkaar liggen.

In fig. 5 geven we de spanning-toerental-karakteristiek weer, die met de beschreven constructie is verkregen. Dank zij het vlakke verloop hiervan treedt er ondanks de schommelingen van het toerental tijdens het periodieke knippen slechts een geringe flikkering in het licht van de zaklantaarn op, die door het

oog nauwelijks wordt opgemerkt.

Door zijn eigenaardige bouw is het magnetisch circuit speciaal aangepast bij de eischen van de massafabricage. Van belang is bijv., dat de ankerwikkeling van te voren als eenvoudige schijfvormige spoel met een wikkelmachine kan worden gereed gemaakt, om bij het samenstellen van het circuit, vóór het aanbrenge van de twee kruisvormige poolstellen, over de kern te worden geschoven.

Ook het feit, dat de magneet als gladde cylinder zonder uitstekende polen is uitgevoerd, is voor de massafabricage zeer belangrijk. Het in de gewenschte vorm gegoten en geharde magneetstaal is zoo hard en bros, dat het practisch geen andere bewerking toelaat dan slijpen. De voorgeschreven eenvoudige cilindervorm maakt het mogelijk om het slijpen op de nauwkeurige maat van de magneet uit te voeren met een voor massaproductie bij uitstek geschikte methode, nl. op een zg. centerlooze slijpmachine, waarbij de duur en de kosten van deze bewerking betrekkelijk gering zijn.

#### Beveiliging van de dynamo tegen kortsluiting

Door de groote spreiding van het magnetische circuit, waarvan hierboven de noodzaak werd toegelicht, wordt magnetische energie „vermorst”. De groote magnetische energie per volume-eenheid van het genoemde magneetstaal „Ticonal” 0,8 maakt, dat men zich deze royaliteit veroorlooven kan, zonder dat men voor het opwekken van de noodige flux in het anker vervalt in een te zware magneet. Zelfs kan men nog verder gaan en een ander deel van de magnetische energie opofferen om de dynamo ongevoelig te maken voor kortsluiting. Een nadere beschouwing moge dit verduidelijken:

In fig. 6 is de ontmagnetiseeringskromme van

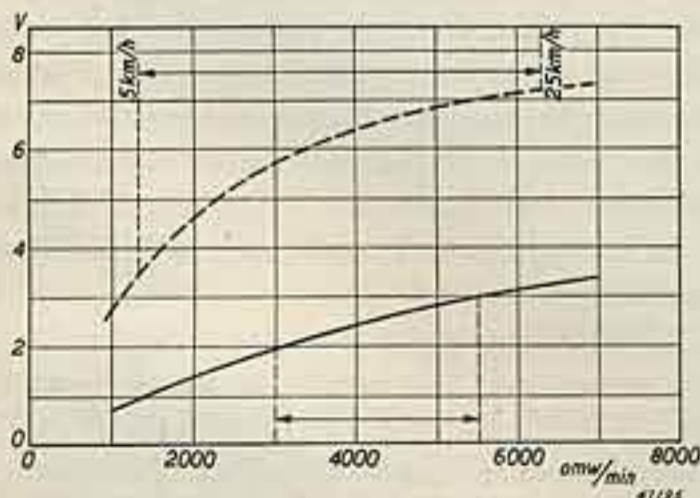


Fig. 5. Verband tusschen de klemspanning en het toerental van de zaklantaarn-dynamo, bij permanent aangesloten gloeilampje voor 2,5 V, 0,1 A. De gestippelde lijn geeft het overeenkomstige verband weer voor de Philips rijwieldynamo type nr. 7722, voorzien van een lampje voor 6 V, 0,5 A.



het magneetstaal weergegeven, d.i. dat deel der magnetisatiecurve, dat de inductie (in gauss) aan geeft als functie van een ontmagnetiseerend veld (in oersted). Beschouwen we de magnetische weerstand van het circuit als gegeven, dan wordt anderzijds het verband tusschen de inductie en het veld voorgesteld door een rechte lijn door de oorsprong, bijv.  $k$  in fig. 6. Aan het snijpunt  $A$  van deze

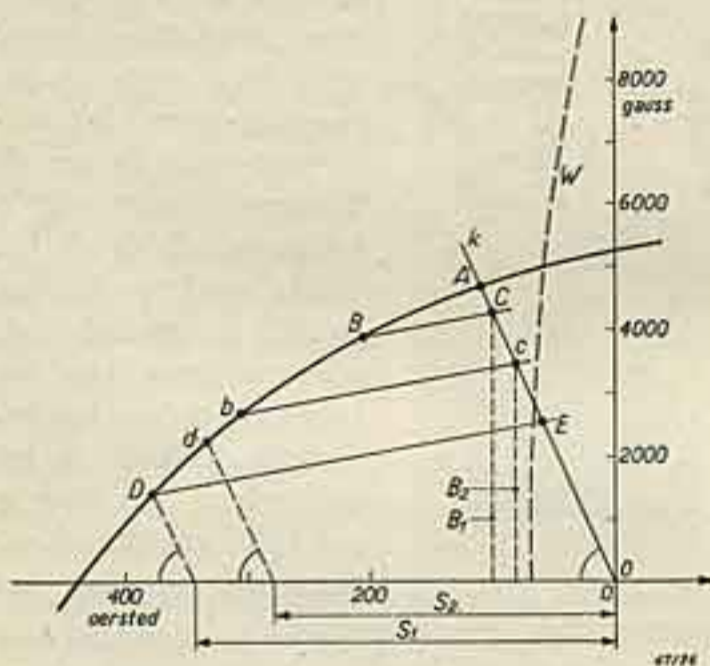


Fig. 6. Ontmagnetiseeringskromme van het in de zaklantaarn-dynamo gebruikte magneetstaal „Ticonal” 0.8. In normaal bedrijf loopt het toestandspunt van het magneetstaal (van een bepaald gedeelte in de polen) bijv. op de lijn  $BC$  heen en weer. Door een tijdelijke kortsluiting zou dit punt door het sterke tegenveld  $S_1$  tot  $D$  dalen. Demagnetiseert men de magneet al van te voren tot de werklijn  $bc$  en geeft men hem overeenkomstig grootere afmetingen om eenzelfde flux te verkrijgen, dan treedt bij kortsluiting slechts een zwakker tegenveld  $S_2$  op (waarbij  $S_2 : S_1 = B_2 : B_1$ ), zoodat het werkpunt slechts tot  $d$  daalt. De gestippelde kromme  $W$  geeft ter vergelijking de ontmagnetiseeringskromme van wolframstaal weer.

lijn met de kromme leest men de inductie af, die het staal zal overhouden, als het, na een magnetisatie tot de verzadiging, in het beschouwde circuit wordt geplaatst. Gaat er nu door draaien van de magneet een stroom in de ankerwikkeling loopen, dan wekt deze een tegenveld op, dat de inductie van  $A$  tot  $B$  doet dalen; wordt de stroom nul, dan neemt de inductie weer toe, maar niet langs de magnetisatiekromme, maar langs de vrijwel rechte lijn  $BC$ , waarvan de helling gelijk is aan de eerder vermelde reversibele permeabiliteit. In de rusttoestand blijft nu het werkpunt in  $C$ , terwijl het in het bedrijf heen en weer loopt langs de lijn  $BC$  (strikt genomen beschrijft het een heel smalle lus).

Dit geldt echter slechts, zoolang het tegenveld tengevolge van de afgenomen stroom nooit sterker wordt dan correspondeert met het punt  $B$ . Treedt een kortsluiting op, waarbij ook maar heel even een

veel grotere stroom vloeit, zoodat de inductie tot bijv.  $D$  daalt, dan herstelt zich de magneet na het opheffen van de kortsluiting niet meer tot het punt  $C$ , maar de inductie klimt nu omhoog langs de lijn  $DE$ . Men komt dus tot een nieuw werkpunt  $E$ , dat veel ongunstiger kan liggen. Dit beteekent, dat de dynamo na de eenmaal opgetreden kortsluiting geen voldoende spanning meer zal leveren, tenzij de magneet met de speciale hiervoor vereischte hulpmiddelen opnieuw wordt gemagnetiseerd.

Deze fnuikende invloed van een kortsluiting kan eenvoudig worden opgeheven door een wat grotere magneet te nemen en deze reeds bij het monteren van de dynamo eenigermate te demagnetiseeren, bijv. tot het punt  $b$  in fig. 6, zoodat het werkpunt in  $c$  komt te liggen<sup>5)</sup>. De afmetingen van de magneet moeten zooveel groter zijn, dat weer dezelfde flux verkregen wordt als voordien, immers, de flux bepaalt onder overigens gelijke omstandigheden de opgewekte wisselspanning. Ook de stroom bij kortsluiting is nu dezelfde, maar de hierdoor veroorzaakte tegen-m.m.k. wordt nu over een grotere magneetlengte verdeeld en het bij kortsluiting optredende ontmagnetiseerende veld ( $S_2$  in fig. 6) is dus evenredig kleiner. Het bij kortsluiting bereikte punt  $d$  zal dus niet veel lager dan  $b$  liggen en in ieder geval aanzienlijk hoger dan  $D$ . Bij geschikte keuze van de begintoestand  $c$  kan het werkpunt eventueel zelfs bij kortsluiting nog op de reversibele lijn  $bc$  blijven, zoodat de kortsluiting dan geenerlei blijvende verandering nalaat.

Ook bij de zaklantaarn-dynamo is de beschreven methode toegepast, teneinde de mogelijkheid van een onbruikbaar worden door een enkele tijdelijke kortsluiting uit te sluiten, al is de kans op een kortsluiting miniem, dank zij de volkomen gesloten bouw van het apparaatje. Het wat grotere gewicht van de magneet vormde hier geen bezwaar, vooral waar men dit weer in aftrek kan brengen van de eerder vermelde, ter vergroting van het traagheidsmoment toe te voegen looden schijf. Het zou dan ook in dit geval practisch geen voordeel opleveren als men de vereischte hoeveelheid magneetstaal zou verminderen door het „Ticonal” 0.8 door een der bestaande nog betere soorten magneetstaal<sup>6)</sup> te vervangen.

<sup>5)</sup> Punt  $c$  zal alleen dan op dezelfde lijn  $k$  liggen, als met de magneet ook de luchtspleet in dezelfde verhouding wordt vergroot. In de practijk zal men dit niet doen; de beschouwingen worden daardoor iets ingewikkelder, maar de conclusies zijn dezelfde.

<sup>6)</sup> Zie bijv.: B. Jonas en H. J. Meerkamp van Embden, Nieuwe staalsoorten van groot magnetisch vermogen, Philips techn. T. 6, 8, 1941.