

Denne fil er downloadet fra  
**Danmarks Tekniske Kulturarv**  
*[www.tekniskkulturarv.dk](http://www.tekniskkulturarv.dk)*

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

### Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på  
*[www.tekniskkulturarv.dk/about](http://www.tekniskkulturarv.dk/about)*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *[tekniskkulturarv@dtu.dk](mailto:tekniskkulturarv@dtu.dk)*





AKTIESELSKABET

# NORDISKE KABEL- OG TRAADFABRIKER



KABELVÆRK  
Valseværk  
TRAADVÆRK



Alt Kabel  
for  
Stærk- og Svagstrøm.

Originale Fittings  
for  
DANA- og JORDKABEL.

Magnettraad - Kobbertraad  
Modstandstraad - Samleskinner.



EKSPEDITION OG HOVEDKONTOR  
KØBENHAVN, F. :: FABRIKVEJ

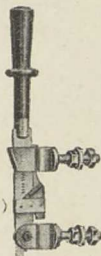
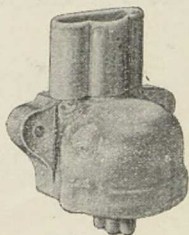
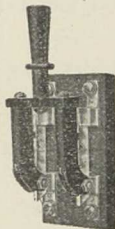
# Nordisk Elektricitets Selskab

KØBENHAVN  
VALBY



TREKRONERSGADE  
NR. 157

TELEFON  
8990



Fabrik for elektrisk  
Installationsmateriel.



Illustreret Prisliste  
sendes paa Forlangende.

TB 62,  
621.30 Ble  
1918 3.021,

DANMARKS  
TEKNISKE BIBLIOTEK

# Northwest Electric Supply

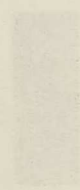
1000 Broadway  
 Seattle, Wash. 98101



Wholesale and Retail  
 Electrical Supplies



TELEPHONE  
 8880



Wholesale and Retail  
 Electrical Supplies



Wholesale and Retail  
 Electrical Supplies



# LOMMEBOG FOR ELEKTRIKERE

MED EN  
ELEKTROTEKNIK

VED  
E. BLEM, INGENIØR

•  
UDGIVET AF  
FAGSKOLEN FOR HAANDVÆRKERE  
OG MINDRE INDUSTRIDRIVENDE  
(TEKNOLOGISK INSTITUT)

TREDIE OPLAG



KØBENHAVN

TRYKT HOS NIELSEN & LYDICHE (AXEL SIMMELKIÆR)

1918



Pris 4 Kr.

1923/140



KØBENHAVN

UNIVERSITETSBIBLIOTEKET

1919

## FORORD

*Lommebog for Elektrikere er udgivet af Teknologisk Institut, 1. Udgave i Aaret 1911. Dens Indhold er en Elektroteknik, bestemt dels til Brug ved Institutets Undervisning i Elektroteknik, dels tænkt som Raadgiver for arbejdende Elektrikere, Maskinpassere, Overmontører og andre, der har med elektriske Anlæg at gøre. Af Hensyn navnlig hertil foreligger Bogen i et Format, der gør det muligt altid at have den ved Haanden, ligesom den foruden de almindelige Grundbegreber om Elektroteknik ved sit Indhold af Oplysninger, rigeligt ledsaget af Afbildninger og Strømløbsskitser om saavel Dynamoer, Motorer, Akkumulatorer, elektriske Lamper, Maaleapparater, Ledninger, Installationsmateriale og Apparater, som om disses Ejendommeligheder, Anvendelighed og navnlig Undersøgelse samt almindelig forekommende Fejl og deres Afhjælpning, formentlig vil blive de paa-gældende Arbejdende en nyttig Ledsager.*

*Efter den 1. Udgave viste der sig hurtigt saa stor Efterspørgsel, at den Aaret efter maatte udgives i et nyt, betydelig forøget Oplag, hvilket nu atter i længere Tid har været udsolgt.*

*I nærværende Udgave, der altsaa er den tredie, er Indholdet omarbejdet og væsentlig udvidet. Særlig*

*gælder det for Afsnittet om Vekselstrøm, under Hensyn til den store Udbredelse, denne har faaet gennem de mange Højspændingsværker, der er satte i Drift herhjemme i de senere Aar.*

*Teknologisk Institut haaber da med Lommebog for Elektrikere 3. Udgave at have imødekommet et udbredt Ønske om en lille, letfattelig, praktisk anlagt Bog for Elektrikerfagets Udøvere.*

GUNNAR GREGERSEN.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

### Elektroteknik. Af Ingeniør E. BLEM.

|                                                      | Side |
|------------------------------------------------------|------|
| Almindelig Oversigt .....                            | 1    |
| Den elektriske Strøms Virkninger.....                | 6    |
| Varmeudvikling .....                                 | 6    |
| Kemisk Virkning .....                                | 6    |
| Elektromagnetisme .....                              | 7    |
| Elektriske Maaleenheder.....                         | 11   |
| Induktion.....                                       | 18   |
| Jævnstrømsmaskiner .....                             | 22   |
| Jævnstrømsdynamoer .....                             | 22   |
| Pasning og Undersøgelse af Jævnstrømsdynamoer .....  | 36   |
| Parallelforbindelse af Jævnstrømsdynamoer .....      | 43   |
| Jævnstrømsmotorer.....                               | 47   |
| Pasning og Undersøgelse af Jævnstrømsmotorer.....    | 62   |
| Drift med Elektromotorer .....                       | 63   |
| Vekselstrøm .....                                    | 67   |
| Vekselstrømsmaskiner .....                           | 79   |
| Vekselstrømsdynamoer.....                            | 79   |
| Parallelforbindelse af Vekselstrømsdynamoer.....     | 87   |
| Vekselstrømsmotorer .....                            | 90   |
| Pasning og Undersøgelse af Vekselstrømsmotorer ..... | 98   |
| Transformatorer .....                                | 99   |
| Omformere og Ensrettere.....                         | 104  |
| Akkumulatorer .....                                  | 111  |
| Elektrisk Belysning.....                             | 125  |
| Glødelamper .....                                    | 126  |
| Buelamper for Jævnstrøm .....                        | 128  |
| —        - Vekselstrøm.....                          | 135  |

|                                                      | Side |
|------------------------------------------------------|------|
| Kviksølvlamper m. fl. ....                           | 137  |
| Belysning med Glødelamper ....                       | 139  |
| — - Buelamper ....                                   | 141  |
| Maaleapparater ....                                  | 142  |
| Apparater til Undersøgelse af Ledninger m. m. ....   | 142  |
| — - Maaling af Strømstyrke og Spænding ....          | 151  |
| — - — - Effekt, Watt ....                            | 159  |
| — - — - Elektricitetsforbrug ....                    | 160  |
| Fordeling af elektrisk Energi ....                   | 164  |
| Jævnstrømsanlæg ....                                 | 166  |
| Vekselstrømsanlæg ....                               | 171  |
| Blandede Anlæg ....                                  | 174  |
| Ledninger ....                                       | 175  |
| Ledningsberegning ....                               | 178  |
| Ledningsforbindelser m. m. ....                      | 193  |
| Installationsmateriale ....                          | 197  |
| Installationer ....                                  | 207  |
| Fordelingstavler og Hjelpeapparater ....             | 214  |
| Elektriske Hejseværker, Elevatorer og Sporvogne .... | 231  |
| Elektriske Installationer i Skibe ....               | 239  |
| Elektriske Ringe- og Telefonanlæg ....               | 241  |
| Galvaniske Elementer ....                            | 241  |
| Ringeanlæg ....                                      | 245  |
| Telefonanlæg ....                                    | 249  |
| Tænding af Eksplosionsmotorer ....                   | 253  |
| Signaturer ....                                      | 257  |
| Legemers Vægtfylde ....                              | 258  |
| Det metriske Maal- og Vægtsystem ....                | 259  |
| Den første Hjælp ved Ulykkestilfælde ....            | 267  |



## LEVERANDØRER

### Akkumulatorer

|                                                       | Side |
|-------------------------------------------------------|------|
| A/S Akkumulator-Fabrikken, Kbhvn. ....                | 278  |
| A/S Dansk Akkumulator- og Elektromotor-Fabrik, Odense | 281  |
| Tvermoes & Abrahamson, Kbhvn., Aarhus, Odense .....   | 272  |

### Belysningsartikler

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Dansk A/S Siemens-Schuckert, Kbhvn. ....            | 289 |
| Fog & Mørup, Kbhvn. ....                            | 284 |
| H. P. Godt, Kbhvn. ....                             | 271 |
| A/S F. Gottlieb Hansen, Kbhvn. ....                 | 286 |
| Aage Havemanns Eftf. (Chr. A. Olsen), Kbhvn. ....   | 282 |
| Kemp & Lauritzen, Kbhvn. ....                       | 290 |
| A/S Nordiske Metalvarefabrikker, Kbhvn. ....        | 279 |
| Axel Schou, Kbhvn. ....                             | 270 |
| Tvermoes & Abrahamson, Kbhvn., Aarhus, Odense ..... | 272 |

### Dynamoer og Elektromotorer

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| J. B. Bruun & Søn, Nykøbing F. ....                   | 276 |
| A/S Dansk Akkumulator- & Elektromotor-Fabrik, Kbhvn.. | 281 |
| Dansk A/S Siemens-Schuckert, Kbhvn. ....              | 289 |
| Fisker & Nielsen, Kbhvn. ....                         | 284 |
| De Forenede Jernstøberier, Næstved, Kbhvn. ....       | 274 |

|                                       | Side |
|---------------------------------------|------|
| Københavns Elektromotor-Fabrik .....  | 286  |
| Thomas B. Thrige, Odense, Kbhvn. .... | 273  |
| A/S Titan, Kbhvn. ....                | 291  |

### **Elektriske Anlæg**

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Andersen & Meyer, Kbhvn. ....                       | 271 |
| Dansk A/S Siemens Schuckert, Kbhvn.....             | 289 |
| Fog & Mørup, Kbhvn. ....                            | 284 |
| Fisker & Nielsen, Kbhvn.....                        | 284 |
| De Forenede Jernstøberier (Afdeling: Næstved) ..... | 274 |
| Kemp & Lauritzen .....                              | 290 |
| A/S Laur. Knudsen, Kbhvn. ....                      | 281 |
| J. Krüger, Kbhvn. ....                              | 283 |
| Thomas B. Thrige, Odense, Kbhvn. ....               | 273 |
| A/S Titan, Kbhvn.....                               | 291 |

### **Elektriske Apparater**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Fisker & Nielsen, Kbhvn. ....            | 284 |
| A/S F. Gottlieb Hansen, Kbhvn.....       | 286 |
| A/S Laur. Knudsen, Kbhvn.....            | 281 |
| Dansk A/S Siemens-Schuckert, Kbhvn. .... | 289 |

### **Elektriske Maalere**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Dansk A/S Siemens-Schuckert, Kbhvn. .... | 289 |
| A/S Laur. Knudsen, Kbhvn.....            | 281 |
| Axel Schou, Kbhvn. ....                  | 270 |

### **Forbrændingsmotorer**

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| A/S Atlas, Kbhvn.....    | 280 |
| A/S Frichs, Aarhus ..... | 282 |

| <b>Installations-Materialer</b>                    | Side |
|----------------------------------------------------|------|
| A. Axt & Co., Kbhvn. ....                          | 284  |
| Dansk A/S Siemens-Schuckert, Kbhvn. ....           | 289  |
| H. P. Godt, Kbhvn. ....                            | 271  |
| Aage Havemann's Efft. (Chr. A. Olsen), Kbhvn. .... | 282  |
| C. Hirschsprung ....                               | 285  |
| C. J. Holm, Kbhvn. ....                            | 281  |
| A/S Laur. Knudsen, Kbhvn. ....                     | 281  |
| Holger J. Nielsen, Kbhvn. ....                     | 278  |
| A/S Nordiske Metalvarefabrikker, Kbhvn. ....       | 279  |
| Louis Poulsen & Co., Kbhvn. ....                   | 287  |
| Axel Schou, Kbhvn. ....                            | 270  |
| Tvermoes & Abrahamson, Kbhvn., Aarhus, Odense .... | 272  |

### **Kabel og Traad**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| P. Axt, Kbhvn. ....                      | 284 |
| Dansk A/S Siemens-Schuckert, Kbhvn. .... | 289 |
| Axel Schou, Kbhvn. ....                  | 270 |

### **Pumper**

|                        |     |
|------------------------|-----|
| J. Krüger, Kbhvn. .... | 283 |
|------------------------|-----|

### **Remskiver**

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| Skandinavisk Staalremskivefabrik, Kbhvn. .... | 281 |
|-----------------------------------------------|-----|

### **Staalrør**

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| Holger J. Nielsen ....           | 278 |
| A/S Nordisk Simplex, Kbhvn. .... | 288 |

### **Tør-Elementer**

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Hellesens Enke og V. Ludvigsen. .... | 277 |
|--------------------------------------|-----|

| Værktøj for Elektrikere          | Side |
|----------------------------------|------|
| V. Løwener, Kbhvn. ....          | 275  |
| Holger J. Nielsen, Kbhvn. ....   | 278  |
| Nienstædt & Co., Kbhvn. ....     | 274  |
| Louis Poulsen & Co., Kbhvn. .... | 287  |

## ALMINDELIG OVERSIGT

Til et elektrisk Anlæg hører:

*Apparater til Frembringelse* af elektrisk Strøm,

*Ledninger til Overføring* af Strømmen fra det Sted, hvor den frembringes, til det eller de Steder, hvor den skal bruges,

*Apparater til Nyttiggørelse* af Strømmen til Lys, Kraftfrembringelse, galvanisk Udfældning m. m.

Elektrisk Strøm kan frembringes ved Hjælp af galvaniske Elementer og Dynamoer, ogsaa kaldet Strømfrembringere, Elektricitetskilder. Elektrisk Strøm kan ogsaa frembringes ved Hjælp af thermoelektriske Elementer, der dog kun anvendes i sjældne Tilfælde.

**Elementer** egner sig særlig til Frembringelse af forholdsvis „svage“ Strømme, f. Eks. til Ringning, Telegrafering, Telefonering, Momentbelysning, Tænding i Eksplosionsmotorer o. lign., hvilket henregnes under „Svagstrømsteknik“.

**Dynamoer** egner sig til Frembringelse af forholdsvis „stærke“ Strømme, til Lys, Drift af Elektromotorer, Sporvejs- og Banedrift, galvanisk Udfældning i større Stil, Kraftoverføring m. m., „Stærkstrømsteknik“.

**Den elektriske Strøm** gaar fra Strømfrembringeren ved dens ene Pol, den positive, gennem en Ledning til For-



brugsapparaterne, passerer disse og gaar gennem en anden Ledning tilbage til Strømfrembringerens anden Pol, den negative. Strømmen har da gennemløbet et *sluttet elektrisk Kredsløb*.

Den Strøm, der kommer tilbage til Strømfrembringeren, er altid nøjagtig lige saa stor som den, der sendes ud fra denne, *∴ Strømstyrken* er den samme. Dette svarer til Forholdene ved en Vandstrøm, der fra en Pumpe sendes gennem en Ledning, medens der tilføres Pumpen en tilsvarende Vandmængde.

**Elektrisk Spænding.** At Strømmen har været i Stand til at gennemløbe Kredsløbet og udrette Arbejde, skyldes en elektrisk Spænding, der findes mellem Strømfrembringerens Poler, svarende til Trykket, hvormed Pumpen sender Vandet ud. Spændingen fremkommer som Følge af en elektromotorisk Kraft, der i galvaniske Elementer opstaar paa Grund af kemisk Virkning mellem de Stoffer, hvoraf Elementet er sammensat, og i en Dynamo fremkaldes ved, at dens roterende Del, som Regel Ankeret, drejes rundt ved tilført Kraft fra en Maskine, Vinden, Vandkraft eller lign.

Spændingen forbruges, tabes, under Strømmens Passage gennem Kredsløbet.

Jo højere Spændingen er, jo større vil, alt iøvrigt uforandret, Strømstyrken blive.

**Jævnstrøm.** I Elektrotekniken bruges hyppigst Strøm, som ovenfor beskrevet, der stadig har samme Retning og kaldes Jævnstrøm eller ensrettet Strøm. En saadan Strøm frembringes af Elementer og af Jævnstrømsdynamoer.

**Vekselstrøm.** Endvidere bruges Vekselstrøm, *∴* en Strøm, der stadigt og regelmæssigt skifter Retning og

Styrke, almindeligst 80—100 Gange pr. Sekund, og som frembringes af Vekselstrømsdynamoer. Vekselstrøm frembyder store Fordele, hvor Overføring skal ske paa lange Afstande, men vil kun sjældent være fordelagtig paa korte Afstande.

**Ledninger** for Strømmen er næsten altid af Metaller, hvoraf atter Kobber er det mest anvendte og et af de bedste. Kul, Grafit og enkelte andre faste Stoffer leder ogsaa ret godt. Jo daarligere ledende Lederen er, jo større er dens *Ledningsmodstand*. Fugtighed kan under visse Forhold være en god Leder.

**Isolatorer.** For at forhindre Strømmen i at gaa andre Veje end ønsket maa Ledningen være omgivet af og op-hænges eller anbringes paa Stoffer, der ikke leder eller kun leder i uvæsentlig Grad. Saadanne Stoffer kaldes Isolatorer; de mest anvendte er foruden Luften, der, naar den er tør, er en udmærket Isolator, Kautschuk, Bomuld, Silke, Træ, Papir, Glas, Marmor, Skifer, Ebonit (Kautschuk med 40—50 % Svovl), Porcellæn, Glimmer, visse Olier o. s. v.

**Enkelt Kredsløb** (udelt) er et Kredsløb, hvor der kun findes een Vej for Strømmen, saaledes fra Element gennem Ledning, Trykknapp, Klokke og tilbage til Element. Strømstyrken vil her være den samme overalt i hele Kredsløbet.

**Delt Kredsløb** findes, naar der mellem Strømfrembringerens Poler er flere Kredsløb, eller naar et Kredsløb paa et Stykke er delt i flere.

**Række- eller Serieforbindelse.** Flere Elementer eller Dynamoer ere i Rækkeforbindelse, naar den positive Pol af det ene er forbundet med den negative Pol af det næste

1\*

o. s. v. Den samlede Spænding er da Summen af de enkelte Elementers eller Dynamoers Spændinger. Strømstyrken bliver den samme i dem alle i samme Række.

Naar Strømmen maa passere gennem flere Apparater, Lamper eller lign. efter hinanden, siges disse at være

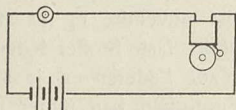


Fig. 1.

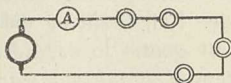


Fig. 2.

række- eller serieforbundne. Det samme er Tilfældet med de enkelte Dele af et Kredsløb, f. Eks. Klokke, Ledning, Trykker eller Afbryder, Lampe. Fig. 1 og 2.

**Parallelforbindelse.** Flere Elementer eller Dynamoer ere i Parallelforbindelse, naar deres positive Poler og ligeledes deres negative Poler ere indbyrdes forbundne. Spændingen maa være ens i dem alle og bliver den samme for alle

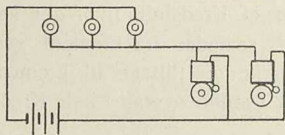


Fig. 3.

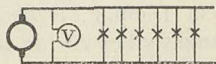


Fig. 4.

de parallelforbundne Elementer eller Dynamoer, som den er i et af dem. Strømstyrken kan derimod være forskellig.

I et delt Kredsløb siges de enkelte Kredsløb at være parallelforbundne. Fig. 3 og 4. Strømmen deler sig gennem



alle de parallelforbundne Grene, saaledes at der gaar mest Strøm gennem det Kredsløb, der er bedst ledende,  $\therefore$  har mindst Ledningsmodstand, mindst gennem det, der er daarligst ledende,  $\therefore$  har størst Modstand. De parallelforbundne Strømløb faa samme Spænding og maa være afpassede derefter, men de kunne være til forskellig Strømstyrke.

**Dobbeltledning.** Benyttes Ledning saavel fra Strømfrembringer til Forbrugsapparat som fra dette tilbage, siges der at være anvendt Dobbeltledning.

**Enkeltledning med Jordforbindelse.** I Stedet for en af Ledningerne, eller en Del af en af dem, kan Jordens Fugtighed benyttes; paa denne Del findes da Enkeltledning. Der siges at være anvendt Enkeltledning og Jordforbindelse.

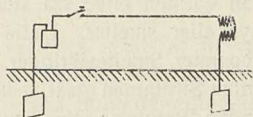


Fig. 5.

Fig. 5. Forbindelsen med Jord sker ved en Jordplade eller andre Metaldele, Rørledninger m. m., der ligger i god Forbindelse med fugtige Lag i Jorden.

**Apparater til Nyttiggørelse af Strømmen** er indrettede til at udnytte en eller flere af de Virkninger, Strømmen kan frembringe, hvoraf de vigtigste ere Varmeudvikling, kemisk Virkning og elektromagnetisk Virkning.

## DEN ELEKTRISKE STRØMS VIRKNINGER

### Varmeudvikling.

I en Metaltraad, eller overhovedet i enhver Leder, vil Strømmen udvikle Varme. Er Strømmen tilstrækkelig stærk, kan Varmen blive saa stor, at Traaden gløder og udsender Lys eller smelter. Dette benyttes i Glødelamper, Varmeapparater, Smeltesikringer. Varmeudviklingen er den samme, enten Strømmen gaar gennem Traaden i den ene eller den anden Retning, eller om det er Jævnstrøm eller Vekselsstrøm.

### Kemisk Virkning.

Sendes en Strøm gennem en ledende Vædske ved to deri anbragte ledende Plader — Elektroder —, foregaar der ved Pladernes Overflader i Vædsken en kemisk Virksomhed, der er forskellig efter Pladernes og Vædskernes Beskaffenhed. Bestaar Vædsken af Vand, hvortil er sat lidt Syre — fuldstændig rent Vand er ikke ledende —, vil Vandet adskilles i sine Bestanddele, Luftarterne Ilt og Brint, saaledes at der fremkommer Ilt ved den Plade, der er i Forbindelse med Strømfrembringerens positive Pol — Anoden —, Brint ved den anden Plade — Kathoden. Er Pladerne af et Metal, der ikke angribes, f. Eks. Platin, vil begge Luftarter ses som Luftblærer, er de



derimod af Kobber eller et andet uædelt Metal, vil Ilten til- dels gaa i Forbindelse med Anoden, der efterhaanden op- løses, tæres, medens Brinten fremkommer synligt ved Ka- thoden. Findes der Metal opløst i Vædsken, og er Pla- derne af samme Metal, vil der ved Strømmens Gennem- gang opløses Metal af Anoden og udfældes en lige saa stor Mængde Metal paa Kathoden. Der synes saaledes at bevæge sig Metal fra den ene til den anden Plade. Den Plade, hvorpaa Metallet udfældes, kan ogsaa bestaa af et andet Metal, eller af ikke ledende Stoffer forsynet med et ledende Overtræk. Dette anvendes ved Galvanoplastik og Elektroplettering samt ved Fremstilling af rene Metaller, f. Eks. elektrolytisk Kobber.

Den Retning, hvori Metallet saaledes synes at bevæge sig i Vædsken, kaldes Strømmens Retning eller den posi- tive Strøms Retning, og den Pol paa Strømfrembringeren, hvorfra Strømmen kommer, kaldes den positive (+ Pol), den anden den negative ( $\div$  Pol). I de almindelige galva- niske Elementer er Kul den positive, Zink den negative Pol udenfor Elementet. Strømretningen i Elementet er fra Zink til Kul. Zinken tæres som Følge af, at Elementet afgiver Strøm.

### Elektromagnetisme.

Bringes en strømførende Leder i Nærheden af en Mag- net, finder en gensidig Paavirkning Sted, der kan med- føre Bevægelse af Leder og Magnet i Forhold til hin- anden. Dette benyttes i Maaleapparater, Elektromotorer m. m. Gaar en Strøm gennem en spiralformet Bevik- ling af isoleret Kobbertraad om en Jernkærne, — Traad- spole og Jernkærne udgør en Elektromagnet, — frem-

kaldes Magnetisme i Jernet, Elektromagnetisme, saaledes at Jernets ene Ende bliver en Nordpol, dets anden en Sydpol, se Fig. 6 og 7. Er Jernkernen af blødt Jern, forsvinder saa godt som al Magnetismen, naar Strømmen ophører, er den derimod af hærdet Staal, vil Staalet beholde en stor Del af Magnetismen ogsaa efter at Strømmen er ophørt, det er blevet en *permanent Magnet*.

Findes der ikke Jern i Spolen, vil der fremkomme en magnetisk Nordpol i den ene Ende og en Sydpol i den anden Ende af Spolen, men meget svagere end i Jernet.

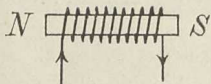


Fig. 6.

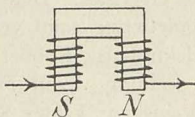


Fig. 7.

Vendes Strømmen, f. Eks. ved at Ledningerne til Strømfrembringerens Poler skiftes, vil Paavirkningen mellem Leder og Magnet blive den modsatte af før, og Magnetismen i Jernet vil vendes, saa at der fremkommer Sydpol hvor der før var Nordpol, og omvendt.

Lægges højre Haand udstrakt langs en strømførende Leder i Nærheden af en drejelig ophængt Magnet med den indvendige Flade mod Magneten og saaledes, at den positive Strøms Retning er fra Haandleddet mod Fingerspidserne, vil den udstrakte Tommelfinger angive, i hvilken Retning Nordpolen vil søge at bevæge sig, se Fig. 8. Nordpolen vil i en Elektromagnet fremkomme i den Ende af Jernet, mod hvilken Tommel-

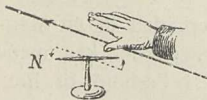


Fig. 8.

fingeren viser, naar højre Haand lægges paa tilsvarende Maade, som ovenfor nævnt.

To Magneters ensartede Poler frastøde hinanden, uensartede tiltrække hinanden. Brækkes en Magnet, vil hvert af Stykkerne være en Magnet med en Nord- og en Sydpol i de Ender, der var nærmest den samlede Magnets Nord- og Sydpol.

En Magnet eller en Elektromagnet vil søge at tiltrække Jerndele i dens Nærhed. Tiltrækningen er størst ved Polerne, aftagende henimod Midten, hvor den er Nul.

En strømførende Traadspole vil søge at trække en Jernkerne ind i sig, indtil Midten af Spole og Jernkerne er overet, enten Strømmen har den ene eller den anden Retning, altsaa ogsaa, naar det er Vekselstrøm.

Det Omraade udenom en Magnet eller en strømførende Leder, hvori magnetiske Virkninger findes, kaldet *det magnetiske Felt*.

Et Billede af dette Felt kan faas ved at lægge Papir eller Glas over Magneten og drysse smaa Jernfilspaaner derpaa. Ved let Bankning vil disse da ordne sig langs krumme Linier fra Pol til Pol. Linierne kaldes *magnetiske Kraftlinier* og tænkes forløbende gennem Magneten. Fig. 9 og 10.

Samme Magnetisme kan frembringes i en Elektromagnet

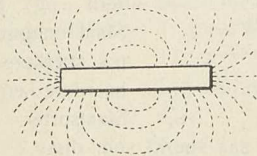


Fig. 9.

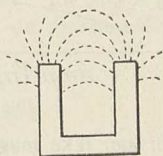


Fig. 10.



af en svag Strøm gennem mange Vindinger eller af en stærk Strøm gennem faa Vindinger, naar Antal Ampère  $\times$  Antal Vindinger,  $\therefore$  Antallet af Ampèrevindinger, er det samme i begge Tilfælde.

Endvidere vil den af samme Antal Ampèrevindinger frembragte Magnetisme blive stærkere jo mindre en Del af Kraftliniernes Vej, der gaar gennem Luft, og jo mere gennem Jern. Kobber, Messing, Zink, Træ, Papir, Bomuld o. s. v. have samme Virkning over for Magnetismen som Luft.

Magnetens Form har derfor stor Betydning. Hyppigst anvendes *Hestekomagneter*, se Fig. 7, 10 og 11, hvor der, særlig naar der anbringes et *Anker* i ringe Afstand fra Polerne kun bliver en ganske kort Vej for Kraftlinierne at passere gennem Luft og derfor stor Tiltrækning.

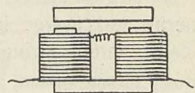


Fig. 11.

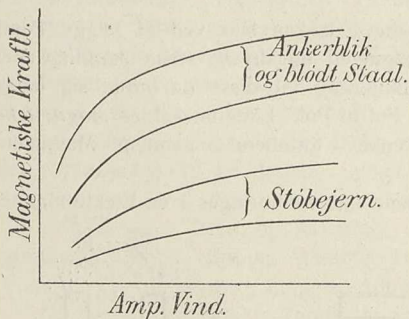


Fig. 12.

Jern og Staal kan kun magnetiseres til en vis Grad, der er forskellig for de forskellige Jern- og Staal-sorter; saaledes kan blødt Jern og blødt Staal magnetiseres stærkere end haardere Jern- og Staal-sorter. Stø-

bejern kan ikke magnetiseres saa stærkt som disse.

Dette ses af hosstaaende Kurver. Fig. 12.



## ELEKTRISKE MAALEENHEDER

**Volt** er Maal for Spænding, f. Eks. mellem Polerne paa et Element eller en Dynamo, mellem 2 Ledninger eller 2 Punkter i et elektrisk Kredsløb o. s. v. Et almindeligt Element til Ringning har c. 1,4 Volts Spænding. Københavns Kommune leverer Jævnstrøm med en Spænding hos Forbrugerne af 220 Volt til Belysning og til smaa Motorer, af 440 Volt til større Motorer; til de ydre Distrikter leveres Vekselstrøm med en Spænding af 127 Volt til Belysning, 220 Volt til Motorer. Nordsjællands og en Del andre Vekselstrømselektricitetsværker leverer 220 Volt til Belysning, 380 Volt til Motorer. Spænding maales ved Voltmetre. I Fig. 4 ses et Voltmeter indsat til Maaling af Spændingen mellem 2 Ledninger.

**Ampère** er Maal for Strømstyrke. Strømstyrken maales ved Ampèremetre, der indsættes i Kredsløbet som vist Fig. 2, se ogsaa under Maaleapparater. En Strøm paa en Ampère udfælder i hvert Sekund af de tilsvarende Metalopløsninger:

|       |                 |
|-------|-----------------|
| 1,118 | Milligram Sølv, |
| 0,328 | — Kobber,       |
| 0,337 | — Zink,         |
| 0,304 | — Nikkel.       |

**Coulomb** er Maal for Elektricitetsmængde. Naar en Strøm paa 1 Ampère har gennemløbet en Leder i 1 Sekund (5 Amp. i 0,2 Sek. o. s. v.) er der passeret en samlet Elektricitetsmængde af 1 Coulomb.

**Watt** er Maal for elektrisk Arbejdskraft, Effekt, elektrisk Energi. Denne afhænger baade af Spænding og Strømstyrke, saaledes at Antal Watt er = Antal Volt  $\times$  Antal Ampère. 100 Watt kaldes en Hektowatt, 1000 Watt en Kilowatt. Wattmængden kan maales med Wattmetre, se under Maaleapparater. Ved Vekselstrøm gør særlige Forhold sig gældende.

1 HK (Hestekraft), der er = 75 kg Meter pr. Sek., f. Eks. 15 kg løftet 5 Meter i hvert Sek., er et almindeligt Maal for en Maskines Arbejdskraft. For at udrette det tilsvarende Arbejde ved elektr. Energi fordres 736 Watt, som altsaa kan have saavel med stor Strøm og lille Spænding ding som omvendt.

En Dynamo afgiver mindre end 736 Watt for hver HK, der tilføres den fra Drivmaskinen, idet der finder forskellige Tab Sted i den, saaledes ved Friktion i Lejer, Opvarmning, Magnetisering m. m.

En mindre Dynamo afgiver 550—600 Watt pr. HK (under c. 5 KW), en større Dynamo afgiver c. 660 Watt pr. HK.

En Motor bruger mere end 736 Watt for hver HK, den afgiver, paa Grund af lignende Tab, saaledes at en mindre Motor bruger c. 1000 Watt pr. HK (under c. 2 HK), en større Motor bruger c. 900 Watt pr. HK.

**Elektrisk Arbejde** afhænger af Wattmængden og Tiden. Enheden er Watt-Sekund, der ogsaa kaldes *1 Joule*. Hyp-

pigst bruges dog Hektowatt-Time eller Kilowatt-Time som Maal, skrives ogsaa hWh og kWh.

Elektrisk Arbejde maales ved Elektricitetsmaalere, der kan være Hektowatt-Time-Maalere, Kilowatt-Time-Maalere o. s. v.

En Hektowatt-Time, brugt til Belysning, koster i København for Tiden 3,5 Øre, 1 Hektowatt-Time brugt til Motorer 1,5 Øre (med visse Tillæg og Rabatsatser).

1 Watt-Sekund kan opvarme 0,24 Gram Vand 1°.

1 Watt-Time —  $0,24 \times 60 \times 60 = 864$  Gram Vand 1°.

Til at opvarme 1 Liter Vand fra 10—100° fordres derfor

$$\frac{1000 \cdot 90}{864} = 104,4 \text{ Watt i 1 Time eller f. Eks.}$$

626,4 — - 10 Minutter.

Tab ved Afledning og Udstraaling i alm. elektr. Kogeapparater er c. 20%. Til Opvarmning af Værelser maa regnes fra 50—100 Watt pr. m<sup>3</sup> efter den ydre Temperatur, Væggenes Beskaffenhed o. s. v. Et mindre elektr. Strygejern bruger c. 400 Watt.

**Ohm**, der ogsaa betegnes ved  $\Omega$ , er Maal for Ledningsmodstand. Alle Ledere frembyder større eller mindre Modstand mod Strømmens Gennemgang, hvad der medfører et Tab af elektrisk Energi, der omsættes til Varme i Lederen. Modstanden er forskellig for de forskellige Materialer, den vokser med Traadens Længde og aftager med dens Tværsnitsareal.

Tværsnittets Form er ligegyldig. En Traad, et Kabel bestaaende af flere Traade eller en Skinne leder derfor Strømmen ligegodt, naar deres Tværsnitsareal er det samme.

$$(\text{En Traads Areal} = \frac{\text{Diam.}^2 \times 3,14}{4} \text{ eller } \text{Radius}^2 \times 3,14.)$$

1 Ohm er Modstanden i en 106,8 cm lang Kviksølv søjle af 1 mm<sup>2</sup> Areal ved 0° C. 1 Meter Kobbertraad af 1 mm<sup>2</sup> Areal har en Modstand af 0,0175 Ohm eller c.  $\frac{1}{57}$  Ohm. 57 Meter af en saadan Traad vil derfor have en Modstand af 1 Ohm.

1 000 Ohm kaldes en Kiloohm.

1 000 000 — — — Megohm.

Hosstaaende Tabel angiver Modstanden af de almindeligst anvendte Metaller og Legeringer ved 15° C.

|              | Modst. af 1 Meter Traad<br>med 1 mm <sup>2</sup> Areal<br>i Ohm = K | Længde af en Traad<br>med 1 mm <sup>2</sup> Areal og<br>1 Ohms Modst. |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Sølv         | 0,0158—0,0175 eller c. $\frac{1}{60}$                               | 63,5—57 Meter                                                         |
| Kobber       | 0,0175 — — — $\frac{1}{57}$                                         | 57 —                                                                  |
| Aluminium    | 0,02874 — — — $\frac{1}{34}$                                        | 34,8 —                                                                |
| Zink         | 0,06 — — — $\frac{1}{17}$                                           | 17 —                                                                  |
| Messingtraad | 0,095—0,065 — — — $\frac{1}{12}$                                    | 12—15 —                                                               |
| Platin       | 0,094 — — — $\frac{1}{10}$                                          | 10,7 —                                                                |
| Tin          | 0,11—0,14 — — — $\frac{1}{8}$                                       | 9—7 —                                                                 |
| Nikkel       | 0,11—0,13 — — — $\frac{1}{8}$                                       | 9,0—7,5 —                                                             |
| Jerntraad    | 0,12—0,14 — — — $\frac{1}{8}$                                       | 8,3—7,1 —                                                             |
| Nikkelin     | 0,63—0,43 — — — $\frac{1}{3}$                                       | 3—2,4 —                                                               |
| Nysølv       | 0,26—0,38 — — — $\frac{1}{3}$                                       | 2,7 —                                                                 |
| Rheotan      | 0,47 — — — $\frac{1}{2}$                                            | 2,1 —                                                                 |
| Kruppin      | 0,84 — — — 1                                                        | 1,19 —                                                                |

(Se ogsaa Tabel under Ledningsberegning.)

En Jerntraad maa derfor have c. 7 Gange saa stort Areal som en Kobbertraad for at Ledningsmodstanden ikke skal være større for samme Længde.

Modstanden stiger med Varmegraden. Stigningen er for de fleste ublandede Metaller c. 0,4 % pr. Grad. Ved 25° Opvarmning er Kobberets Modstand altsaa stegen c. 10 %.



Nogle Legeringer holde Modstanden uforandret af Temperaturen, saaledes Manganin, der bestaar af Nikkel og Mangan, og Konstanten, der bestaar af Kobber og Nikkel.

Ved Hjælp af hosstaaende Tabel findes let Modstanden i en Traad af en given Længde og Areal eller Længden af en Traad med given Modstand og Areal o. s. v., idet ifølge det forannævnte

$$\text{Modstand} = \frac{\text{Længde (i m)}}{\text{Areal (i mm}^2\text{)}} \times \text{Modst. pr. m og mm}^2$$

$$= M = \frac{L}{A} \cdot K \text{ eller}$$

$$\text{Areal} = \frac{\text{Længde}}{\text{Modst.}} \times \text{Modst. pr. m og mm}^2$$

$$= A = \frac{L}{M} \cdot K \text{ eller}$$

$$\text{Længde} = \frac{\text{Modst.} \times \text{Areal}}{\text{Modst. pr. m og mm}^2} = L = \frac{M \cdot A}{K}$$

Eksempel 1. Find Modstanden i en Kobbertraad 500 Meter lang, af 0,2 mm<sup>2</sup> Areal.

$$M = \frac{500}{0,2 \cdot 57} = 43,86 \Omega.$$

Eksempel 2. Find Arealet af en 36 Meter lang Nikkelintraad, hvis Modstand er 4 Ohm.

$$A = \frac{36}{4 \cdot 3} = 3 \text{ mm}^2$$

Eksempel 3. Find Længden af en Kobberledning af 95 mm<sup>2</sup> Areal, hvis Modstand er 0,05 Ohm.

$$L = 0,05 \cdot 95 \cdot 57 = 270,75 \text{ Meter.}$$

Modstanden i en grendelt Ledning er mindre end den mindste af Grenenes Modstand og bliver mindre for hver

Gren, der tilføjes. Sættes to lige store Modstande, f. Eks. to ens Glødelamper, i Parallelforbindelse, er den samlede Modstand det halve af den enkeltes, sættes 3, 4, 5 o. s. v. parallelt, er Modstanden  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$  o. s. v.,  $\therefore$  Modstanden i et Antal parallelle lige store Grene er den enkeltes divideret med Antallet, og Strømstyrken vil i dette Tilfælde være ens i alle Grenene. Er Modstandene ikke lige store, vil der gaa størst Strøm gennem den Gren, der har mindst Modstand, mindst gennem den, der har størst,  $\therefore$  Strømmen vil forholde sig omvendt som Modstanden. Den samlede Modstand i to ens eller forskellige parallelle Grene er lig Produktet af deres Modstande divideret med Summen af dem. Er f. Eks. Modstanden i to Grene 4 og 6 Ohm, er den samlede Modstand  $= \frac{4 \cdot 6}{4 + 6} = 2,4$  Ohm, tilføjes en tredie Gren, f. Eks. paa 8 Ohm, kan den samlede Modstand findes paa lignende Maade at være

$$= \frac{2,4 \cdot 8}{2,4 + 8} = 1,85 \text{ Ohm o. s. v.}$$

**Ohms Lov.** Forholdet mellem de elektriske Enheder fremgaar af følgende:

Strømstyrken varierer ligefrem med Spændingen, omvendt med Modstanden, altsaa

$$\text{Strømst. i Amp.} = \frac{\text{Spænding i Volt}}{\text{Modst. i Ohm}}, \text{ eller } A = \frac{V}{M}$$

der ogsaa kan skrives:

$$\text{Spænding i Volt} = \text{Strømst. i Amp.} \times \text{Modst. i Ohm},$$

eller  $V = A \cdot M$  eller

$$\text{Modst. i Ohm} = \frac{\text{Spænding i Volt}}{\text{Strømst. i Amp.}}, \text{ eller } M = \frac{V}{A}$$

Dette gælder saavel hele Kredsløbet som Dele deraf ved Jævnstrøm, men kun med visse Forbehold ved Kredsløb, hvor der virker andre elektromotoriske Kræfter, og ved Vekselstrøm, se Beregning af Vekselstrømsanlæg. Bliver altsaa Spændingen fordoblet, vil Strømstyrken ogsaa fordobles, naar Modstanden bliver uforandret, eller, gøres Modstanden dobbelt saa stor, medens Spændingen bliver uforandret, vil Strømstyrken gaa ned til det halve. Endvidere fremgaar heraf, at den Spænding, der forbruges i en Ledning, er Strøms.  $\times$  Modst. Den saaledes brugte Spænding kaldes Spændingsforbrug eller Spændingstab, se ogsaa under Ledningsberegning.

Eks. 1. Hvor stor Strøm gaar gennem en Glødelampe, hvis Modst. er  $880 \Omega$ , naar den brænder ved en Spænding af 220 Volt?

$$A = \frac{220}{880} = 0,25 \text{ Amp.}$$

Eks. 2. Hvor stort er Spændingsforbruget i en Ledning, hvis Modstand er  $3,5 \Omega$ , naar Strøms. er 6 Amp.?

$$V = 6 \times 3,5 = 21 \text{ Volt.}$$

Eks. 3. Hvor stor er Modst. i et Forbrugsapparat, der ved 110 Volt Spænding tager 4 Amp.?

$$M = \frac{110}{4} = 27,5 \text{ Ohm.}$$

## INDUKTION

Bevæges en strømførende Leder eller en strømførende Traadspole, en Magnet eller en Elektromagnet og en Leder i Forhold til hinanden, kan dette medføre, at der opstaa — induceres — en elektromotorisk Kraft i Lederen.

Ligeledes kan Slutning eller Afbrydning af Strøm i en Leder eller en Traadspole og Forstærkelse eller Svækelse af Magnetisme frembringe Induktion i Ledere i Nærheden.

Betingelsen for at der skal opstaa Induktion i Lederen er, at Bevægelsen foregaar paa en saadan Maade, at der af Lederen overskæres magnetiske Kraftlinier, se under Elektromagnetisme, eller, at Kraftlinietætheden  $\propto$  Magnetismen forandres, hvor Lederen er.

Induktionen kan maales som en Spændingsforskel mellem Lederens Ender, og vil, hvis disse paa passende Maade forbindes gennem et sluttet Kredsløb, frembringe en Strøm gennem Leder og Kredsløb.

Induktionen bliver stærkere, jo stærkere det magnetiske Felt er, hvori Lederen bevæger sig, jo mere vinkelret paa Kraftliniernes Retning Bevægelsen foregaar, jo hurtigere Bevægelsen er eller jo større og hurtigere Forandringerne i Magnetismen eller i Strømmen er. Induktionen varer kun saalænge Bevægelsen eller Forandringen varer.



Den ved Induktion frembragte Spænding og Strøm vil altid have en saadan Retning, at den modvirker den Bevægelse eller den Forandring der sker.

Strømmen vil saaledes have een Retning, naar en Ledning bevæges forbi en Nordpol, modsat, naar den paa samme Maade bevæges forbi en Sydpol, ligesom Strømmens Retning vil være forskellig, naar Ledningen bevæges den ene eller den anden Vej forbi samme Pol.

Strømmens Retning kan findes som følger: Bevæges Ledningen forbi en Nordpol, holdes den højre Haand ud-

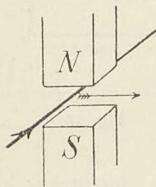


Fig. 13.

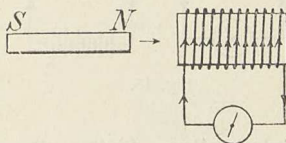


Fig. 14.

strakt langs Ledningen med den indvendige Flade mod Nordpolen, og saaledes, at den udstrakte Tommelfinger viser til samme Side, som Ledningen bevæger sig. Strømmens Retning vil da være som fra Haandledet til Fingerspidserne. Bevæger Ledningen sig forbi en Sydpol, kan venstre Haand bruges.

Hosstaaende Fig. 13 viser Strømretningen i en Leder, der bevæges i Pilens Retning, Fig. 14 Strømretningen i en Traadspole, ind i hvilken en Nordpol bevæges. Fig. 15 viser Strømretningen i en Traadspole *a*, naar der sluttes en Strøm i en anden Traadspole *b* i Nær-

2\*

heden. Fig. 16 viser Strømretningen i et ledende Legeme, naar der sluttes en Strøm i en Leder i Nærheden. I sidste Tilfælde benævnes Induktionsstrømmen ogsaa Hvirvelstrøm.

Modsat Bevægelsesretning, eller samme Bevægelse forbi en Sydpol, ligesom ogsaa Afbrydning af Strømmen, vil give modsat Induktionsretning.

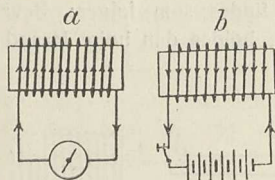


Fig. 15.

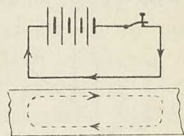


Fig. 16.

**Selvinduktion.** Sluttes eller afbrydes, forstærkes eller svækkes Strømmen i en Leder, vil der endvidere, saalænge Forandringen varer, i selve Lederen opstaa Induktion, der kaldes Selvinduktion, som Følge af, at det ved Strømmen frembragte Magnetfeldt virker tilbage paa Lederen.

Ved frit ophængte kortere Ledere er Selvinduktionen som Regel forsvindende, men den kan have betydelig Størrelse i Traadspoler eller Elektromagneters Vindinger.

Selvinduktionen vil, naar Strømmen sluttes eller forstærkes, modvirke denne og bevirke, at det varer en lille Tid, inden Strømmen naar sin fulde Styrke. Ved Afbrydning eller Svækkelse af Strømmen vil omvendt Selvinduktionen — paa Grund af det aftagende Magnetfeldt — søge at

vedligeholde Strømmen, hvad der giver Anledning til Forøgelse af Afbrydningsgnisten.

I Magnetkredsløb med mange Vindinger kan Selvinduktionsspændingen ved pludselig Afbrydning blive saa stor, at Isolationen ødelægges ved Gennemslag.

Se Selvinduktion i Vekselstrømskredsløb.

## JÆVNSTRØMSMASKINER

Jævnstrømsmaskiner kunne deles i Dynamoer eller Generatorer og Elektromotorer. De ere saavel i elektrisk som mekanisk Henseende i Hovedsagen ens, saaledes at en Dynamo ogsaa kan bruges som Motor og omvendt.

### Jævnstrømsdynamoer.

Ved en Dynamo forstaaes en Maskine, der er i Stand til at omsætte Kraft tilført fra en Dampmaskine eller en anden Kraftkilde til elektrisk Energi.

Jævnstrømsdynamoer er indrettede saaledes, at et med Vindinger af isoleret Traad forsynet Anker roterer mellem en faststaaende Magnets Nord- og Sydpol, ved større Dynamoer mellem et lige Antal afvekslende Nord- og Sydpoler paa en saadan Maade, at der opstaar elektromotorisk Kraft i Beviklingen. Strømmen i Ankeret, der i de enkelte Vindinger har skiftende Retning, eftersom de passerer en Nord- eller Sydpol, ledes ved Hjælp af en Kommutator eller Strømvender, anbragt paa Ankerets Aksel, til stillestaaende Koste, hvorved Strømmen stadig faar samme Retning, bliver Jævnstrøm. Herfra ledes den videre til Dynamosens Klemeskruer og til det ydre Kredsløb, hvor den skal anvendes.



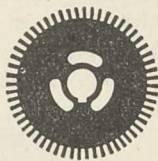
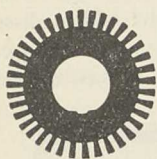


Fig. 17.

**Ankeret** bestaar af en paa Akslen fastspændt cylindrisk Jernkærne, dannet af c.  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  mm tykke, sammenspændte, cirkelrunde, bløde Jernplader, der er isolerede fra hinanden ved Lak-

overstrygning eller tynde Papirmellemlag. Fig. 17. Ved større Ankere er Pladerne delt i Segmenter. Kærnen tjener, foruden til at bære Beviklingen, tillige til at forstærke Magnetismen, ved at udfylde Rummet mellem Magnetpolerne med Jern (se under Elektromagnetisme). I en massiv Kærne vilde der opstaa Hvirvelstrømme, som vilde bewirke en skadelig Opvarmning af den og give stort Krafttab; disse Hvirvelstrømme forhindres ved Kærnenes ovennævnte Deling, der er tværs paa Strømmenes Retning. Kærnen kan være glat afdrejet paa Ydersiden og have Beviklingen liggende udvendig, eller der kan findes Noter i dens Yderside — frembragte ved Udstansning i de enkelte Plader — til Optagelse af Beviklingen. Det sidste er det almindeligste.

Efter Maaden, hvorpaa Ankerets Bevikling er udført, skelnes mellem Trommel- eller Cylinderankere og Ringankere. De første er de almindeligst anvendte, da de lader sig udføre bedst og billigst.

**Trommelankere**s Bevikling kan for en lille 2-polet Dynamo (o: med 2 Magnetpoler) være udført som følger:

Efter at Noterne er forsynede med en Isolation af Papir (Pressespaan) med Glimmerindlæg eller lign., vikles med bomuldsisoleret Kobbertraad af et til Strømstyrken svarende

Areal et Antal Vindinger omkring Ankeret i to lige overfor hinanden liggende Noter, til de er halvt fyldte; disse Vindinger udgør da en Ankerspole. Se Fig. 18, der viser en Del af en saadan Bevikling. Derefter fortsættes med

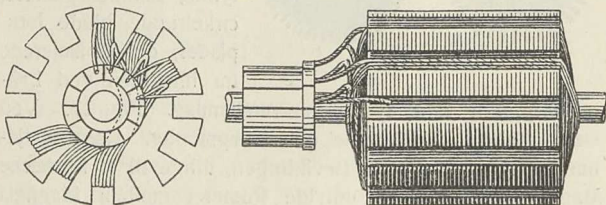


Fig. 18.

samme Traad i de to ved Siden af og ligeledes lige overfor hinanden liggende Noter paa samme Maade, og saa fremdeles, idet der for hver Spole lades en Bugt af Traaden fri til Forbindelse med

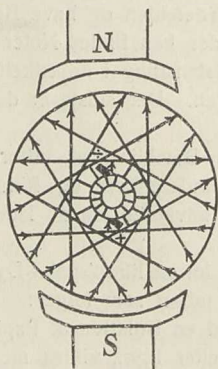


Fig. 19.

Kommutatoren. Naar alle Noter er halvt fyldte, fortsættes med Vikling af lige saa store Spoler over de første til alle Noter er helt fyldte, hvorefter første og sidste Ende af Traaden forbindes i en Bugt som de andre. Beviklingen bestaar da af en i sig selv tilbage-løbende Traad. Fig. 19 viser skematisk et Anker viklet paa denne Maade, idet dog kun Forbindelsestraadene til Kommu-

tatoren er tegnede. Antallet af Vindinger i Spolerne skal i samme Anker være ens, men kan i øvrigt være meget forskelligt; det er i større Dynamoer i Reglen kun en eller nogle faa Vindinger, i mindre Dynamoer et større Antal.

Hyppigst vikles dog de enkelte Spoler paa en Skabelon og isoleres, hvorefter de lægges ned i Noterne. Herved bliver Spolerne mere ensartede og bedre isolerede, ligesom Reparation af Ankeret bliver lettere at udføre. Fig. 20.

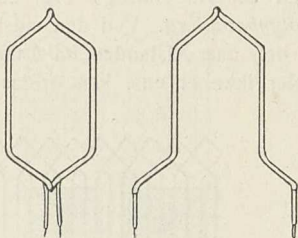


Fig. 20.

Fig. 21 fremstiller et færdigt Anker.

Beviklingen forhindres fra at slynges ud fra Ankeret under Omdrejningen ved Baand af Jern eller Metaltraad, der

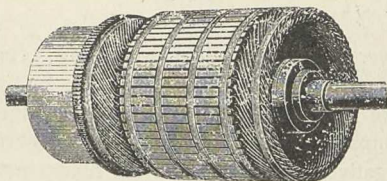


Fig. 21.

sammenloddess, eller ved Lister af Træ, der skydes ind i Noterne.

Har Dynamoen 4 Magnetpoler, er Beviklingen udført saaledes, at hver Spole ligger i 2 Noter, der findes  $\frac{1}{4}$  af Ankerets Omkreds fra hinanden, iøvrigt er den som oven-

for beskrevet. — Paa 6-polede Dynamoer er Afstanden  $\frac{1}{6}$  af Omkredsen o. s. v.

Fig. 22 viser et udfoldet 4-polet Trommelanker, viklet med *Støjfebevikling*, Fig. 23 et lignende Anker med *Bølgebeviking*. Ved den sidste Udførelsesmaade undgaas, at der, naar Afstanden fra Anker til de forskellige Magnetpoler ikke er ens, kan opstaa lokale Strømme i Ankeret,

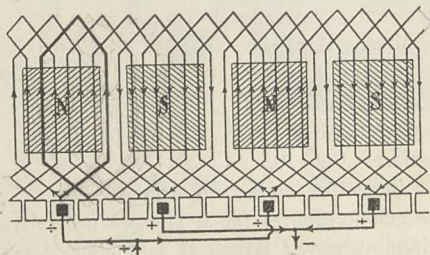


Fig. 22.

hvilket giver Anledning til Opvarmning, Gnistdannelse m. m.

Ved disse Beviklingsmaader fremkommer ligesaa mange Strømsamlingssteder paa Kommutatoren, afvekslende positive og negative, som Dynamoer har Magnetpoler; alle de positive Koste forbindes indbyrdes og med Dynamoens ene Klemkrue, alle de negative Koste forbindes ligeledes indbyrdes og med Dynamoens anden Klemkrue.

Hvis de Forbindelser, der her findes mellem Kostene af samme Polaritet, var anbragt imellem de dertil svarende Lameller eller Viklinger og lignende Forbindelser mellem alle de Lamellesæt, der efterhaanden komme under Koste



af samme Polaritet samtidig, behøvedes kun et Sæt positive og et Sæt negative Koste, hvad der i sjældne Tilfælde bruges. Derimod bruges hyppig nogle enkelte saadanne Forbindel-

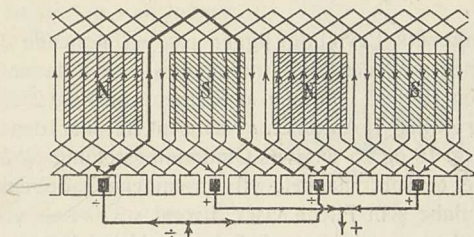


Fig. 23.

ser, der da kaldes Udligningsledninger og skulle forhindre lokale Strømme i Ankeret.

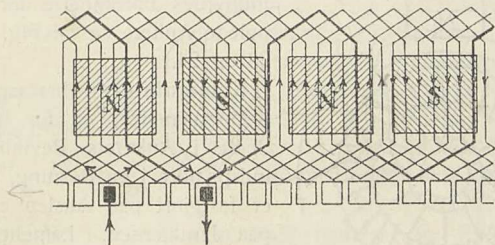


Fig. 24.

Fig. 24 viser et lignende Anker med *Seriebevikling*. Det ses, at her kun fremkommer 2 elektriske Poler, idet Halvdelen af Vindingerne er forbundne i Serie. Et saadant An-

ker giver derfor dobbelt saa høj Spænding som de paa Fig. 22 og Fig. 23 viste, naar alt iøvrigt er lige.

Endvidere kan Ankeret have flere parallelle Beviklinger, der dog nærmest svarer til en Bevikling med tykkere Traad.

**Ringankerets** Bevikling ligger paa en lignende Jernkærne, men saaledes, at Vindingernes ene Side er ført gennem en Hulhed i Midten af Kærnen. Se Fig. 25.

**Strømretning i Ankeret.** Naar Ankeret har den ved Pilen i Fig. 19 og 25 angivne Omdrejningsretning og Magnetpolerne er som mærket, vil Strømmene i de enkelte Traade forløbe som Pilene viser, hvoraf ses, at — ved et topolet Anker — vil hver af Ankerets Halvdele gennemløbes af en Strøm, der mødes og skilles i to lige overfor hinanden liggende Punkter. De dermed i Forbindelse værende Steder paa Kommutatoren er Kostenes Pladser.

Strømretning, Kostenes Plads og indbyrdes Forbindelse for 4-polede Ankere ses af Fig. 22, 23 og 24.

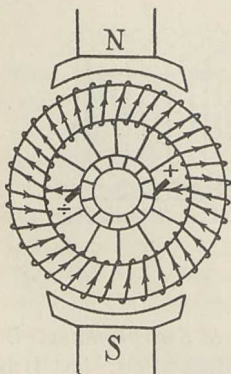


Fig. 25.

**Kommutatoren** bestaar af Kobberlameller, en for hver Spole i Ankerets Bevikling, indspændte i en Bøsning, der er fastgjort paa Akslen eller paa Jernkærnen. Lamellerne er isolerede fra hinanden ved Glimmer og fra Bøsningen ved Mikanit, Glimmer sammenpresset med Lak, de er afdrejede paa Ydersiden og forsynede i

den ene Ende med en Nedskæring til Ankerspolernes Traadender, idet der til hver Lamelle er ført to Traade, — en af de omtalte Traadbugter, der danner Enden af en Spole og Begyndelsen af den næste, og som loddes fast til Lamellen.

**Kostene** eller Børsterne bestaar som Regel af Kulklodser, i enkelte Tilfælde af Kobbervæv. De holdes af Kosteholdere i fjedrende Anlæg mod Kommutatoren.

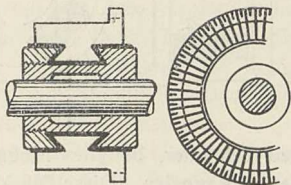


Fig. 26.

Den positive og negative Kost skal ved en topolet Dynamo staa nøjagtig lige overfor hinanden paa Kommutatoren. Ved flerpoled Dynamoer findes som Regel 4, 6 o. s. v. Koste, der afvekslende er positive og negative og skal staa  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{6}$  o. s. v. af Kommutatorens Omkreds fra hinanden. Alle de positive Koste er i saa Fald indbyrdes forbundne og ligeledes alle de

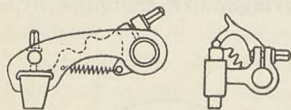


Fig. 27.

negative. Hver enkelt Kost kan bestaa af flere Kontaktkul. Alle Kostene kan drejes samtidig i Forhold til Kommutatoren; deres Plads er som Regel for Trommel-

ankere ud for Midten af Magnetpolerne, for Ringankere midt imellem 2 Magnetpoler, men skal paa nogle Dynamoer til Forebyggelse af Gnistdannelse drejes lidt frem i Omdrejningsretningen, efterhaanden som Dynamoen afgiver mere Strøm og omvendt, se under Vendepoler.

**Magneterne** i Dynamoer er Elektromagneter, der faar

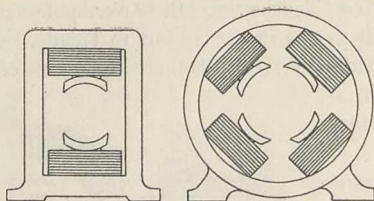


Fig. 28.

den til Magnetiseringen nødvendige Strøm fra Dynamos Anker.

I smaa Dynamoer, f. Eks. til Tænding i Eksplosionsmotorer, se herunder, eller til Ringning f. Eks.

ved Telefoner, benyttes Magneter af hærdet Staal, permanente Magneter. Disse Maskiner kaldes Magnetmaskiner.

Elektromagneterne kan være af støbt, blødt Staal eller, naar de gøres c.  $1\frac{1}{2}$  Gang større, af Støbejern, idet dette ikke kan magnetiseres saa stærkt; de kan undertiden ogsaa være af Smedejern eller være sammensat af Jernplader paa lignende Maade som Ankerkærner. Beviklingen bestaar af bomuldsisoleret Kobbertraad, som Regel anbragt paa et Hylster af isolerende Materiale eller isoleret Metal.

Almindelig anvendte Former af Magneter se Fig. 28.

**Vendepoler eller Kommuteringspoler** anbringes hyp-

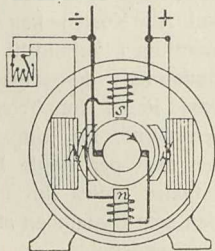


Fig. 29.

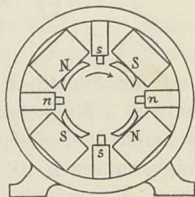


Fig. 30.



pig mellem Hovedmagnetpolerne, se Fig. 29 for en topolet Dynamo og Fig. 30 for en firpolet Dynamo. Deres Virkning beror paa følgende: En af Grundene til Gnistdannelsens Fremkomst er den magnetiserende Virkning, som Strømmen i Ankervindingerne har paa Ankerets Jernkærne. Denne modvirkes ved Vendepolerne, hvis Vindinger gennemløbes af Hovedstrømmen, og hvis Magnetisme derfor varierer paa tilsvarende Maade som Strømmen. Dynamoer med Vendepoler kan derfor have fast Kostestilling.

Rækkefølgen mellem Hoved- og Vendepoler skal være ordnet som nedenfor angivet, hvor *N* og *S* betegner Hovedpoler, *n* og *s* Vendepoler, naar Omdrejningsretningen er som Pilen viser:

*n N s S n N* eller *n S s N n S*



Strømløbet i Dynamoen kan være ordnet paa forskellig Maade, hvorefter Dynamoerne deles i Shunt-, Serie- og Compound-dynamoer.

**Shunt-dynamoens** Magnetbevikling danner et særligt Kredsløb, Fig. 31, parallelt med — som Shunt til — Ankeret. Den bestaar af mange Vindinger af tynd Traad og gennemløbes af en forholdsvis svag Strøm, kun en lille Del af den største Strøm, Dynamoer kan afgive, nemlig c. 5 % ved smaa Dynamoer, 2 à 3 % ved større.

Shunt-dynamoen er den almindeligst anvendte til Lys- og Mo-

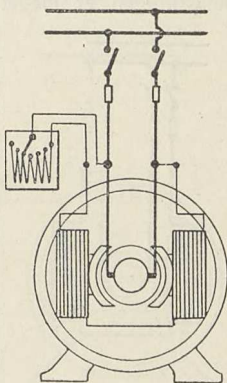


Fig. 31.

toranlæg paa Grund af dens særlige Egenskaber, hvoraf kan nævnes: Den kan — ved rigtigt Omdrejningstal — give fuld Spænding, saavel naar den ikke afgiver Strøm til det ydre Kredsløb, som ogsaa ved forskellige Strømstyrker indtil fuld Belastning. Dog maa der reguleres ved Hjælp af en i Magnetstrømløbet indskudt Modstand, Shuntreguleringsmodstand, idet Spændingen ellers vilde falde noget, naar Strømstyrken i det ydre Kredsløb tiltager, stige, naar den aftager.

Overbelastes en Shunt-dynamo stærkt, vil Spændingen ved en vis Belastning — forskellig ved de forskellige Dynamoer — pludselig falde meget stærkt, saa at Dynamoen kan blive helt spændingsløs. Den vil da ikke kunne arbejde sig op paa rigtig Spænding undtagen en Del eller hele Belastningen afbrydes.

Dynamoen fordrer saaledes stadig Pasning, særlig hvis Belastningen er meget varierende. Kan saadan Pasning ikke skaffes, benyttes automatisk virkende Shuntregulator, f. Eks. saaledes indrettet, at Kontaktarmen ved Snækkeoverføring bevæges af en lille Motor, der sættes i Gang den ene eller den anden Vej hver Gang Spændingen bliver for høj eller for lav, og stoppes, naar Spændingen er normal. Motorens Igangsætning og Stopning kan f. Eks. ske ved Hjælp af en Traadspole med en Jernkærne, Styrerelais, der trækkes mere eller mindre ind i Spolen, eftersom Spændingen er for høj

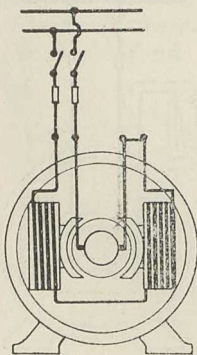


Fig. 32.

eller for lav og derved slutter og bryder de nødvendige Strømløb.

En tilsvarende Ordning kan ogsaa bruges, naar det af en eller anden Grund ønskes, at Regulering skal kunne foretages fra et andet Sted, end hvor Shuntregulatoren findes — saakaldt Fjernstyring — idet da Styrerelaiset erstattes af Trykknapper.

Dynamoen kan uden Vanskelighed arbejde i Parallelforbindelse med andre Shuntynamoer og med Akkumulatorer, se herunder.

**Seriedynamoen** Fig. 32 har Anker og Magnetbevikling forbundne saaledes, at hele Strømmen fra Ankeret passerer gennem Magnetbeviklingen og det ydre Kredsløb. Magneternes Styrke, og som Følge deraf den elektromotoriske Kraft i Ankeret, vil derfor være afhængig af, hvor stor Strøm, der leveres af Dynamoen. Den egner sig ikke til almindelige Lys- og Motoranlæg, hvor der ønskes konstant Spænding, og den bruges ikke til at lade Akkumulatorbatteri eller til at arbejde i Parallelforbindelse med andre Dynamoer, idet tilbagegaaende Strøm vilde ommagnetisere Magneterne.

I enkelte Tilfælde af Kraftoverføring eller Buelampeanlæg kan den gøre god Nytte, men bruges kun sjældent.

**Kompounddynamoen** Fig. 33 har saavel Serie- som Shuntbevikling. Med denne Ordning og rigtig Afpasning af Vindingstal i de

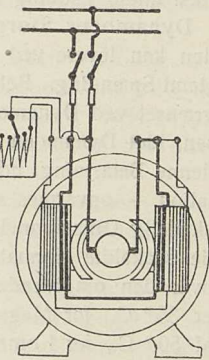


Fig. 33.



to Beviklinger kan opnaas, at Dynamoen giver konstant Spænding ved alle Strømstyrker, uden at nogen Regulering er nødvendig. Dynamoen egner sig for Anlæg, hvor store og hurtige Variationer i Strømforbruget forekommer, eller hvor Betjeningen af Dynamoen maa være saa let som mulig, f. Eks. i mindre Anlæg og i Skibe, men den kan vanskelig arbejde sammen med andre Dynamoer eller Akkumulatorer.

De to Beviklingers Strømretning skal være saaledes, at de giver samme Magnetisering. Med modsat Magnetisering af de to Beviklinger — Modkompounding — vil Spændingen falde stærkt ved tiltagende Belastning.

Af Hensyn til Modstandsstigningen i Shuntbeviklingen ved Opvarmning behøves som Regel en mindre Shuntregulator.

Seriebeviklingen kan undertiden sættes ud af Virksomhed ved at kortsluttes; Dynamoen er da Shuntdynamo, f. Eks. under Ladning af Akkumulatorer.

**Dynamoens Størrelse** angives ved det Antal Kilowatt, den kan levere ved et bestemt Omdrejningstal og en bestemt Spænding. Belastningens Størrelse er væsentligst begrænset ved Dynamoens Opvarmning og ved Gnistdannelsen, idet Dynamoen maa kunne arbejde til Stadighed med denne Belastning, uden at den — og da navnlig dens Isolation — opvarmes skadeligt, og uden at der fremkommer skadelig Gnistdannelse ved Kommutator og Koste. Ifølge de saakaldte Normalregler (tyske) tillades en Opvarmning over den omgivende Lufts Temperatur, naar denne højst er  $35^{\circ}$  C., for Magnetpoler af  $60^{\circ}$  C., for Ankerbevikling af  $50^{\circ}$  C., for Kommutator af  $60^{\circ}$  C. Den højeste Temperatur naas efter 4—6 Timers Gang ved fuld Belastning.



Efter samme Normalregler maa en Dynamo overbelastes 25 % i  $1\frac{1}{2}$  Time, dog kun hvis den ikke derved opvarmes mere end ovenfor angivet.

Gnistdannelse ved Kostene kan ved en godt konstrueret Dynamo og rigtig Kostestilling næsten fuldstændig undgaas, undtagen naar Dynamoen bliver betydelig overbelastet. Er Belastningen stærkt varierende, kan det dog, til Forebyggelse af Gnistdannelse, være nødvendigt at anbringe Hjælpemagnetpoler, ogsaa kaldet Vendepoler eller Kommuteringspoler.

**Omdrejningsretning.** En Dynamo kan benyttes ved begge Omdrejningsretninger. Undertiden kan dog Kostenes Ordning være saaledes, at de maa vendes, naar Dynamoen skal løbe den modsatte Vej.

Skal en Dynamo, der er i Orden, benyttes med modsat Omdrejningsretning, maa der først foretages en Skiftning enten af Ledningerne fra Ankeret eller af Ledningerne til Magneterne, da Dynamoen ellers ikke vil give Spænding med den nye Omdrejningsretning.

Ommagnetisering af Magneterne uden Skiftning som ovenfor nævnt hjælper ikke. (Ommagnetisering vil, naar Omdrejningsretningen forbliver uforandret, bevirke, at Strømretningen forandres, saa at den positive Pol bliver den negative og omvendt.)

Har Dynamoen Vendepoler, maa Forbindelsen mellem Anker og disse Poler ikke forandres, men Skiftning foretages for begge under et. Er den kompondbeviklet, maa der skiftes saavel for Serie- som for Shuntbeviklingen.

**Omdrejningstal.** En Dynamos Ydelse afhænger af Vindingstallet paa Ankeret, Magnetismen og Omdrejningstallet. Jo større Omdrejningstal der derfor kan tillades, jo mindre,

3\*

lettere og billigere bliver Dynamoer. Ved remdrevne Dynamoer gøres Omdrejningstallet derfor saa stort, det af praktiske Grunde kan tillades.

Almindelig bruges for Dynamoer paa

2, 5, 10, 20, 30, 40, 50 KW

c. 1500, 1100, 900, 750, 650, 575, 500 Omdr. pr. Min.

Dynamoer til Lys og Motorer bygges almindeligst til 65, 110, 220 og 440 Volt, til galvanisk Udfældning benyttes 4—10 Volts, til Sporvejsdrift 550 Volts Dynamoer. Jævnstrømsdynamoer kan ikke godt bygges til mere end c. 600 Volt af Hensyn til Vanskeligheder ved Kommutatoren. I sjældne Tilfælde er dog benyttet Jævnstrømsdynamoer til 5000 Volt Spænding.

### **Pasning og Undersøgelse af Jævnstrømsdynamoer.**

Før en Dynamo sættes i Gang, efterses, at Dynamo, de dertil hørende Apparater og Forbindelsesledninger er i Orden samt, at ingen fremmede Dele findes paa eller i Maskine og Apparater eller for nær disse.

Ved første Igangsætning undersøges Isolationsmodstanden i samtlige Dele og Lejerne skylles ud med Petroleum, hvorefter de smøres og fyldes til Oliestandsmærket. Det efterses, at Ringsmørelejernes Ringe kunne bevæge sig let og frit, og at de tage Olie med op. Det efterses, at Køstene ligge godt an, staa rigtigt og ere paa Mærke.

Ingen Uvedkommende bør kunne komme i tilfældig Berøring med strømførende Dele, særlig naar Spændingen er over 250 Volt, eller med de bevægende Dele.

**Igangsætning.** Dynamoer sættes i Gang paa aabne

Poler, 3: uden Belastning, med Afbryderne for Lamper, Motorer o. s. v. aabne, Kostene i den for Tomgang mærkede Stilling, Reguleringsmodstandens Arm i Begyndelsesstillingen, 3: hvor Modstanden er Nul, og med et indskudt Voltmeter og Ampèremeter. Ved Hjælp af Reguleringsmodstanden bringes Dynamoer paa den rigtige Spænding, hvorefter Belastningen lidt efter lidt sættes til. Fremkommer Gnister, drejes Kostene lidt frem i Omdrejningsretningen, naar Belastningen er stigende. Ved faldende Belastning drejes Kostene tilbage. Eventuelt reguleres Spændingen til det normale.

Forsaaavdt Spændingen ved en Kompounddynamo og rigtig Kostestilling falder stærkt ved stigende Belastning, er Strømretningen gal i Kompoundbeviklingen og maa vendes.

Ved Dynamoer med Vendepoler maa Belastningen sættes meget forsigtigt til, idet der, hvis Strømretningen i Vendepolerne ikke er rigtig, vil opstaa meget stærk Gnistdannelse, Glødning af Kullene o. lign. Se iøvrigt under Vendepoler.

Naar Dynamoer er i Orden, vil den give fuld Spænding, efter at den højst nogle Minutter har løbet med rigtig Omdrejningstal.

### *Aarsager til Driftsforstyrrelser.*

**Gal Kostestilling.** Er Kostestillingen ikke mærket, maa den søges ved efterhaanden, medens Dynamoer løber, at stille Kostene i forskellige Stillinger. Den Stilling, hvor Spændingen er højst og Gnistdannelsen mindst, er den rigtigste.

**Daarlige Forbindelser** eller Brud ved Klemkruer, Magnetvinding, i Shuntmodstand, Koste eller lignende.



De efterses, eventuelt undersøges elektrisk og bringes i Orden.

**Forkerte Forbindelser eller forkert Omløbsretning.** Ved en første Igangsætning eller efter Reparation, Flytning eller lign. kan gal Forbindelse eller forandret Omdrejningsretning være Grunden. I saadanne Tilfælde forsøges Ombytning af Ledningerne til Magneterne, saaledes at Magnetstrømmen vendes. Dette kan ogsaa opnaas ved Drejning af Kostene, saa de positive kommer paa de negatives Plads og omvendt.

**Magnetismen.** I sjældne Tilfælde kan Magneterne være fuldstændig afmagnetiserede eller ommagnetiserede. Magnetisering kan da foretages ved Hjælp af nogle Elementer der indskydes i Magnetkredsløbet alene. Strøm fra en anden Dynamo eller et Akkumulatorbatteri kan selvfølgelig med tilbørlig Forsigtighed benyttes. Ommagnetisering kan ske paa lignende Maade.

Forkert Strømretning i en eller flere Magnetspoler vil medføre, at Dynamoen giver for lav Spænding. Kan findes ved Hjælp af en Magnetnaal, naar der sættes Strøm gennem Magnetkredsløbet.

**Daarlig Tilstand af Kommutatoren, f. Eks. ved at Glimmeret staar lidt frem over Lamellerne.** Rettes ved Afslibning med Glaspapir, eventuelt ved Udskrabning af de enkelte Glimmermellemlæg til de staar lidt under Lamellerne, hvad de uden Skade kan gøre.

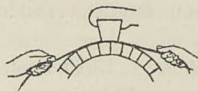


Fig. 34.

**Vanskeligheder ved Kommutator og Koste** forekommer hyppig under Driften. Kostene skal ligge an med hele Fladen, med et jævnt Tryk og en godt tilsleben Kontakt-



flade, hvad der bedst opnaas ved Slibning med Glaspapir, der lægges mellem Kommutator og Kost med Slibesiden mod Kosten, hvorefter det trækkes frem og tilbage langs Rundingen Fig. 34.

Kullene — knuste Kokes med forskellige Bindemidler pressede og brændte — haves i forskellig Haardhed, ogsaa med Grafittilsætning, og maa vælges saaledes, at de giver mindst Slid og mindst Gnistdannelse. Der benyttes Strømstyrker fra 5—15 Amp. pr.  $\text{cm}^2$  Anlægsflade af Kullet.

Kostestillingen skal stadig være rigtig. At den ikke er rigtig, viser sig ved Gnistdannelse og deraf følgende Sværtning og Forbrænding af Kommutator og Koste. En normal, ikke overbelastet Dynamos Kommutator skal efterhaanden blive som poleret med en mørkebrun Farve. Kullene skal være spejlblanke paa hele Anlægsfladen, og Dynamoens skal kunne arbejde 24 Timer med højst 1 Afslibning.

Smøring af Kommutatoren med Fedtstoffer er som Regel uheldig og kan være skadelig for Isolationen mellem Lammellerne.

Gnistdannelse ved 1 Kastesæt kan skyldes, at Afstanden mellem Kastesættene er forskellig, denne kan eftermaales paa en om Kommutatoren under Kostene lagt Papirstrimmel.

Forudsætningen for gnistfri Gang paa en iøvrigt god, rigtig forbunden og ikke overbelastet Dynamo, der ikke vibrerer paa Grund af daarlig Opstilling, daarlig Rem eller Tandhjul, Slør i Lejer, løs Remskive, daarlig afbalanceret Anker eller lign., er, at Kommutatoren er i god Stand, fuldstændig rund og fri for Olie, der f. Eks. kunde være dreven ud fra Lejet, og for anden Urenhed. Ujævnhed, der mærkes som Vibration i Kostene, kan kun fjernes

fuldstændig ved omhyggelig Afdrejning, der foretages med Ankeret vel centreret i Forhold til Akslens Bæreflader og med et skarpt Staal, fin Spaan og efterfølgende Afslibning samt nøjagtigt Eftersyn for Kobberspaaner og mulige Forbindelser ved Kobber strakt fra en Lamelle til en anden. Den ved en saadan Forbindelse fremkomne Kortslutning af en Ankerspole vil, naar Dynamoen atter sættes i Gang, medføre Forbrænding af Spolen. Glimmerisolationen bør samtidig skræbes noget ud, saa at den staar lidt under Overfladen.

Af Fejl, der kan fremkomme, kan nævnes:

**Brud og daarlig Forbindelse i en Ankerspole**, sædvanlig ved Traadens Indlodning i Lamellen. Dette viser sig ved stærk Udbrænding og Sværtning paa den Lamelle, der ligger ved Brudet. Omlodning med Loddebolt forsøges, idet det forhindres, at der danner sig gale Forbindelser, f. Eks. ved, at Tin løber ind i Ankeret.

En Grund til gentagne Brud i Forbindelsen mellem Kommutator og Ankerbevikling kan være, at Ankerets Jærnerne eller Kommutatorens Bøsning er løs paa Akslen.

**Isolationsfejl** paa Anker, Kommutator, Kosteholdere, Magneter, Klemskruer, Shuntmodstand o. s. v.

Findes Fejlen i Ankeret mellem to Traade i Beviklingen, giver den Anledning til Forbrænding af Isolationen paa de kortsluttede Vindinger. Den eller de beskadigede Spoler maa da ombyttes. Baandene, der fastholder Ankerbeviklingen, overskæres, der oploddes ved saa mange Lameller som nødvendig for at udtage Spolen, sædvanlig c. Halvdelen ved et topolet Anker, en Fjerdedel ved et firpolet o. s. v., hvorefter Spolerne med Forsigtighed løftes op, uden at Isolationen beskadiges. Brug af skarpt Værktøj

maa undgaas. En ny Spole eller den gamle repareret lægges i; om nødvendig maa de nærmeste Spoler ogsaa fornyes, hvis deres Isolation har taget Skade ved Opvarmning, og Ankeret samles som før.

Samme Virkning kan Kortslutning mellem to eller flere Lameller i Kommutatoren have og kan f. Eks. fremkomme ved, at Glimmeret mellem Lamellerne forbrændes ved Gnisdannelse under Kostene, hvorefter der dannes ledende Forbindelse mellem Lamellerne ved Kulstøv o. lign.

Der undersøges først, om dette er Tilfældet, f. Eks. ved at skrabe ud til rent Glimmer er synligt. Er Udbrændingen dyb, maa den efter Rensningen fyldes med isolerende uforbrændeligt Materiale, f. Eks. Glimmerpulver udrørt i Vandglas.

Om en Isolationsfejl til Jern er i Ankerbeviklingen eller indvendig i Kommutatoren, kan vanskelig findes, uden ved at lodde Kommutatoren delvis eller helt af. Er Fejlen i Beviklingen, repareres som ovenfor. Reparation af Kommutatoren lader sig vanskelig udføre uden de nødvendige Spændedeapparater m. m. Isolationsfejl paa Ankeret til Jernkernen vil som Regel medføre Udbrændinger mellem Akslen og Lejeforingerne, hvorved Slidfladerne bliver ujævne.

Isolationsfejl i Magnetbeviklingen kan vise sig ved stærkere Opvarmning end normalt af en Del af den, og ved, at Spændingen ikke er normal. Isolationen repareres paa det beskadigede Sted, eventuelt vikles den beskadigede Spole om.

Olie og Støvsamling paa Isolation giver let med Tiden Anledning til Isolationsfejl og maa derfor omhyggelig fjernes.

Sværtning af Kommutatoren og overspringende Gnister fra Lamelle til Lamelle kan foruden af ovennævnte Grunde



ogsaa skyldes Kullene og afhjælpes ved Brug af andre Kul, der passer bedre til Dynamoen.

**Undersøgelse af Jævnstrømsdynamoer.** *Kortslutning i en Ankerspole* vil vise sig ved, at dennes Modstand er mindre end de øvrige.

*Daarlig Forbindelse mellem Traade fra Ankerspolerne og Kommutatoren* vil vise sig ved forøget Modstand.

Forskellen i Modstand i Ankerets enkelte Dele kan findes paa følgende Maade: Sendes en passende Strøm gennem det stillestaaende Anker ved to Lameller, der paa en topolet Maskine er beliggende  $180^\circ$  fra hinanden, paa en firpolet  $90^\circ$  o. s. v., altsaa paa Kostenes Plads, vil der paa et tilstrækkeligt fintfølende Apparat, f. Eks. et Præcisions-ampèremeter, *G* Fig. 35, benyttet uden Shunt, se under Maaleapparater, faas et Udslag ved at sætte det i Forbindelse med 2 Nabolameller, beliggende mellem Strømtilførselsstederne. Ens Udslag mellem de forskellige Par La-

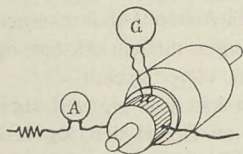


Fig. 35.

meller angiver, at Modstanden i Spoler og Lodninger er ens; mindre Udslag et eller flere Steder angiver, at Modstanden her er mindre, større Udslag, at Modstanden er større end de øvrige Steder. Særlige Beviklingsmaader af Ankeret kan medføre, at Udslagene bliver for-

skellige; der vil dog i saa Tilfælde være en bestemt, let kendelig periodisk Variation over hele Ankeret.

Maalingen udføres bedre, naar der sendes Strøm gennem alle Vindingerne i Serie. Dette sker ved, at en Traad loddes ud af sin Lamelle, hvorefter de strømførende Lednin-



ger sættes til [den udloddede Traad og dens Lamelle.

Daarlig Forbindelse mellem Ankertraade og Kommutator findes som Fig. 36 viser ved at sætte Maaleapparatet *G* ind imellem den Lamelle, hvor-

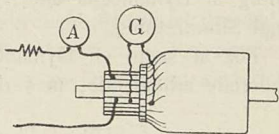


Fig. 36.

til Strømmen føres, og Ankertraadene bag Loddestedet. Den ene Strømtilførselsledning maa flyttes for hver Maaling.

*Magnetspolerne* til samme Maskine er gerne ens vik-lede og kan undersøges ved at sende samme Strøm gennem dem alle og maale Spændingstabet i hver af dem. Kortsluttede Vindinger vil vise sig ved formindsket Spændingstab.

*Isolationen* undersøges som angivet under Maaleapparater.

### Parallelforbindelse af Jævnstrømsdynamoer.

Forsaavidt en Dynamo ikke er i Stand til at levere den Strøm, der skal bruges, kan to eller flere Dynamoer benyttes til samtidig at levere Strøm til samme Ledningsnet ved at parallelforbindes.

**Jævnstrømsdynamoer**, der skal arbejde parallelt, forbindes saaledes, at deres ensartede Poler føre til fælles Samleskinner. De skal være til samme Spænding, hvorimod Strømsstyrken kan være forskellig.

**Shuntndynamoer** er bedst egnede til Parallelforbindelse. Strømløbet ses af Fig. 37, der tillige viser de nødvendige Apparater.

Som vist er Shuntens ene Tilledning ført til Samleskinnen, hvorved opnaas, at Shuntten kan faa Strøm fra allerede løbende Dynamoer eller Akkumulatorbatteri ved Slut-

ning af Dynamoens ene Afbryder, og derved sikres mod gal Strømretning.

For at sætte en Dynamo i Parallelforbindelse med en allerede arbejdende, maa den sættes i Gang med normalt

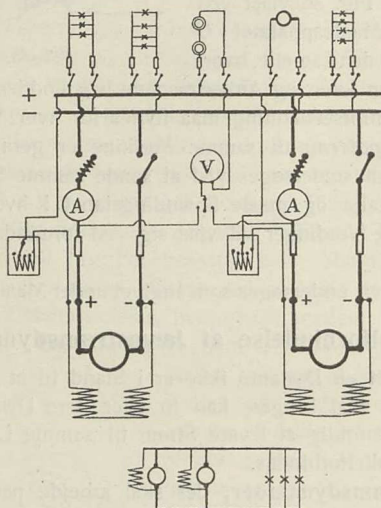


Fig. 37.

Omdrejningstal og bringes paa samme Spænding som den første ved Hjælp af Shuntregulatoren.

Det er sikrest at maale Spændingen med et Voltmeter, der kun gør Udslag for een Strømretning, da derved en mulig indtruffen Ompolarisering af Dynamo'en vil bemærkes.

Naar Spændingen er ens i den allerede arbejdende Dynamo og i den, der skal tilsluttes, sluttes Dynamoens an-

den Afbryder. I dette Øjeblik er Strømstyrken i den sidste Dynamo kun ringe. Ved at udskyde Modstand af den sidstes Shuntregulator og indskyde Modstand i den førstes, kan Belastningen fordeles paa de to Dynamoer, som det

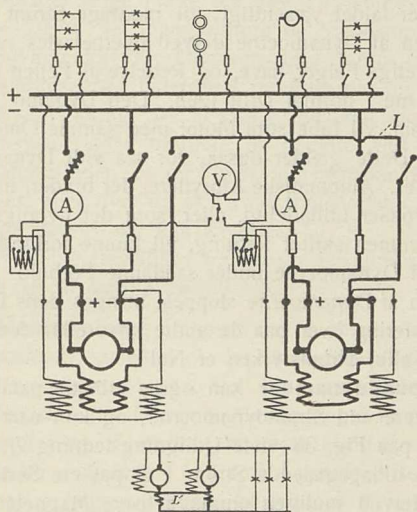


Fig. 33.

ønskes. Forhøjelse eller Formindskelse af Spændingen maa nu ske ved samtidig Regulering af begge Dynamoers Shuntregulatorer, da Regulering af en af Dynamoerne forrykker Fordelingen af Strømmen i de forskellige Dynamoer. Drejning af Kostene maa ske forsigtigt, for ikke at forandre Belastningsfordelingen paa Dynamoerne.

Ved fejl Regulering eller ved, at den ene Dynamos Omdrejningstal falder eller stiger, kan en eller nogle af Dynamoerne, foruden at levere al Strømmen til Ledningsnettet, tillige komme til at sende Strøm gennem de andre. Den, hvis Magneter er svækket for stærkt, eller hvis Omdrejningstal er faldet væsentligt, vil modtage Strøm. For saa vidt ingen af Dynamoerne derved overbelastes, vil det ingen skadelige Følger have, og Rettelse af Fejlen vil bringe Dynamoerne i normal Drift igen. Den Dynamo, der modtager Strøm, vil løbe som Motor med samme Omdrejningsretning. Dette gælder ogsaa, for saa vidt Dynamoen har Vendepoler. Automatiske Afbrydere, der bryder, naar Strømstyrken vokser utilladeligt, eller, som det hyppigst bruges, naar Strømmen skifter Retning, vil kunne forhindre Beskadigelse af Dynamoerne under saadanne Forhold.

Skal en af Dynamoerne stoppes, bringes dens Belastning ved Regulering over paa de andre, hvorefter den afbrydes i det Øjeblik, Strømstyrken er Nul.

**Komponddynamoer** kan ogsaa arbejde parallelt, dog vanskeligere end Shunt-dynamoerne, og kun naar der lægges den paa Fig. 38 viste Udligningsledning  $L$ , der skal forhindre tilbagegaaende Strøm i at passere Seriebeviklingen og derved muligen ommagnetisere Magneterne, hvad der vilde have Forstyrrelse i Driften til Følge. Har Dynamoen Vendepoler, skal disse være indsat mellem Ankeret og Udligningsledningen.

**Seriedynamoer** kan kun vanskeligt arbejde i Parallelforbindelse.

Se endvidere under Forbindelse af Akkumulatorbatterier.



## Jævnstrømmotorer.

Elektromotorer omsætter tilført elektrisk Energi til mekanisk Arbejde og frembyder fremfor andre Kraftmaskiner en Mængde Fordele, hvoraf særlig kan nævnes: Let Opstilling, optager ringe Plads, har stor Tilpasningsevne, fordrer ringe Tilsyn, let Igangsætning og Standsning, simpel Regulering indenfor vide Grænser, rolig, lydløs Gang, stor Overbelastningsevne, Farefrihed for Personer og Omgivelser, høj Nyttevirkning. De er særlig ved Drift med mange, korte Arbejdsperioder billigere at benytte end de fleste andre Kraftmaskiner, og er, hvor kun ganske ringe Kraft skal bruges, eller hvor de skal være transportable, i mange Tilfælde de eneste, der kan anvendes.

Motorer kunne fremstilles fra ganske smaa paa Brøkdeler af HK og op til mange Tusind HK.

**Jævnstrømmotorer** er konstruerede ganske som Jævnstrømsdynamoer, saaledes at det under disse anførte om Anker, Kommutator, Magneter o. s. v. ogsaa i det væsentlige gælder her. (En Dynamo vil som Regel kunne benyttes som Motor og omvendt. Omdrejningstallet vil være c. 15 % mindre som Motor end som Dynamo. Belastningsgrænsen er i begge Tilfælde bestemt af den tilladelige Ankerstrøm.)

Der tilføres Strøm fra Ledningsnettet, saavel til Anker som Magneter, og den gensidige Paavirkning mellem de strømførende Ankervindinger og Magneterne vil virke til Drejning af Ankeret i Forhold til Magneterne. Omdrejningsretningen er bestemt heraf og vil vedblive at være den samme, selv om Tilførselsledningerne skiftes, idet Strømretningen derved forandres baade i Anker og Mag-

net. Ønskes Omdrejningsretningen forandret, maa Strømretningen skiftes enten i Ankeret eller i Magneterne.

En Elektromotor tager, efter at være sat i Gang, — se under Igangsætning, — kun saa megen Strøm, som behøves for at udrette det Arbejde, den i hvert Øjeblik udfører, hvortil dog kommer, hvad der bruges for at holde Motoren løbende, det saakaldte Tomgangsforbrug, 3: til Magnetisering, til Overvindelse af Friktion o. s. v.

Denne automatiske Regulering af Strømforbruget i Forhold til Arbejdet skyldes følgende: Idet Ankeret roterer, vil der, da det jo løber under samme Forhold som et Dynamoanker, i dets Vindinger opstaa en elektromotorisk Kraft, hvis Størrelse afhænger af Omdrejningstal og Magnetisme, og som vil søge at frembringe en Strøm, der er modsat den tilførte, hvorved den vil svække denne. Faar Motoren mere at trække, vil den i Øjeblikket modtage Strøm være for ringe til at holde den løbende videre med samme Hastighed, og dens Omdrejningstal vil derfor falde noget, nemlig saa meget, at dens egen elektromotoriske Kraft synker og derved tillader tilstrækkelig Strøm at passere Motoren til at udrette det forøgede Arbejde. Aflastes Motoren, vil Strømstyrken være for stor, og Motoren vil stige i Omdrejningstal, indtil Strømstyrken er faldet saa meget, som svarer til Formindskelsen i Motorens Arbejde, hvorefter der atter vil være Ligevægt.

Forbruget pr. HK. afhænger noget af Størrelsen og er for en Motor paa

|           |                  |            |         |  | Virkningsgrad |
|-----------|------------------|------------|---------|--|---------------|
| over 2 HK | c. 900— 800 Watt | pr. HK.... | 80—90 % |  |               |
| 1—2       | — c. 1000— 900   | — - — .... | 75—80 „ |  |               |
| 0,5—1     | — c. 1150—1000   | — - — .... | 65—75 „ |  |               |

Ved Virkningsgrad eller Nyttetvirkning forstaas Forholdet mellem det af Motoren afgivne Arbejde og den tilførte Energi, altsaa:

$\frac{\text{afgivet Arbejde}}{\text{tilført Arbejde}} = \text{Virkningsgrad, der gerne angives i } \%$ .

Ved delvis Belastning er Virkningsgraden mindre, f. Eks. for en lille Motor ved fuld Belastning 78 %, ved  $\frac{3}{4}$  77 %, ved  $\frac{1}{2}$  70 %, ved  $\frac{1}{4}$  50 %.

Efter Ordningen af Strømløbet deles Motorerne ligesom Dynamoerne i Shunt-, Serie- og Compoundmotorer, der har deres særlige Egenskaber.

**Shuntmotoren** er den almindeligst anvendte. Strømløbet er delt saaledes, at Ankeret gennembløbes af den med Belastningen varierende Strøm, Magneterne, der ere beviklede med mange Vindinger af tynd Traad, af en forholdsvis svag, uforandret Strøm i Parallelforbindelse med Ankeret. Fig. 39. Dens Omdrejningstal er næsten konstant, det varierer saaledes kun c. 4—5 % fra tom Gang til fuld Belastning og omvendt ved en Motor paa c. 5 HK, noget mere ved mindre Motorer, mindre ved større Motorer. Den egner sig

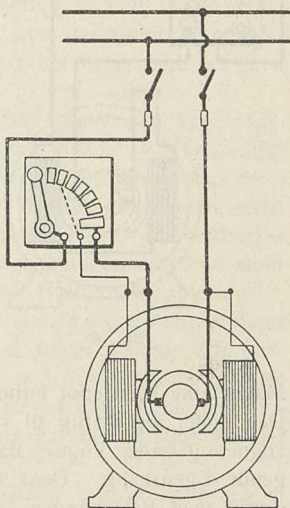


Fig. 39.



derfor særlig til Drift af Værksteder og af Maskiner, hvor jævn Hastighed ønskes.

**Seriemotoren** har Strømløbet ordnet saaledes, at hele Strømmen passerer saavel Anker som Magneter i Serie. Fig. 40.

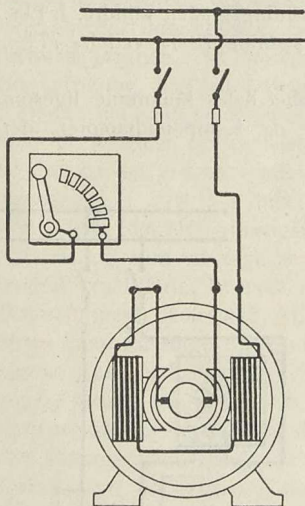


Fig. 40.

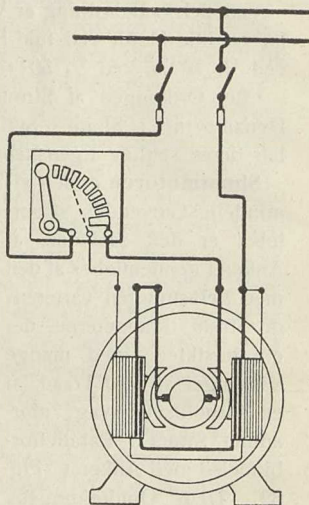


Fig. 41.

Magneterne har derfor forholdsvis faa og tykke Vindinger. Den egner sig særlig til Hejseværker, Løbekraner, Sporvogne og andre Vogne, Baade o. lign., idet den har følgende Egenskaber. Dens Omdrejningstal varierer meget stærkt med Belastningen, saa at det er 2—3 Gange saa stort ved tom Gang som ved fuld Belastning. Den vil alt-



saa hejse en lille Last hurtigere end en stor, hvad der som Regel ønskes. Gahske ubelastet f. Eks. uden at være i Forbindelse med et Spil eller lign., vil den løbe op paa en Hastighed, der kan være skadelig for Ankeret. Endvidere er dens Trækkekraft meget stor i Igangsætningsøjeblikket og ved langsom Gang, hvad der er en stor Fordel ved de nævnte Anvendelser.

**Kompoundmotoren** er en Kombination af begge de ovennævnte, saaledes at den har saavel Shuntbevikling som Seriebevikling paa Magneterne, Fig. 41, og kan i større og mindre Grad have disses Egenskaber, eftersom den ene [eller den anden] Bevikling er den overvejende. Den kan med Fordel anvendes, hvor der fordres stor Trækkekraft under Igangsætningen i Forbindelse med ret jævn Hastighed.

Shuntbevikling og Seriebevikling have som Regel saadanne Strømretninger, at de give samme Magnetisering. Hvor der ønskes meget regelmæssig Hastighed, kan dette opnaas ved en Kompoundmotor, der har et passende Antal Serievindinger og en Strømretning i disse, der modvirker den af Shuntvindingerne frembragte Magnetisme,  $\therefore$  er mod-kompounderet, se nærmere under Hastighedsregulering.

**Igangsætning af Motorer.** Kun ganske smaa Motorer op til  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  HK kan taale at sættes i Gang ved simpelt hen at slutte Strømmen til dem. Ved større Motorer vilde Igangsætningsstrømmen herved blive altfor stor, inden Motoren kommer op paa sin normale Hastighed. Der maa derfor anvendes en

**Igangsætningsmodstand.** Denne bestaar sædvanlig af Modstandstraad eller andet passende Materiale, inddelt i en Række Afdelinger med Kontakter, over hvilke en Kon-

taktarm kan drejes. Igangsætningsmodstanden indsættes i Række med Motoren og udskydes, efterhaanden som Hastigheden stiger. Fig. 39, 40 og 41.

Igangsætningen maa ske saaledes, at Strømstyrken ikke overstiger 1 à  $1\frac{1}{2}$  Gang det normale ved fuld Belastning, og omvendt ikke ske langsommere end nødvendigt for at undgaa skadelig Opvarmning af Modstandsmaterialet. Det rigtige Øjeblik til at dreje Kontaktarmen fra en Kontakt til den næste er, naar Motoren ikke stiger mere i Omdrejning.

Modstandsmaterialet er som Regel luftkølet. Kan dette ikke tillades, eller er Igangsætteren opstillet paa fugtigt Sted, kan anvendes Olieigangsættere, hvor Modstandsmaterialet er nedsænket i Olie, der da optager Varmen. Kontakter, hvor Gnistdannelse kan finde Sted, maa ved Jærnstrømsapparater være udenfor Olien, da der ellers kan ske Antændelse af denne.

Skal Motoren hyppig og med korte Mellemrum sættes i Gang, eller er den stærkt belastet under Igangsætningen, maa Igangsætteren være særlig indrettet herfor.

Til Shuntmotorer indrettes Igangsætteren saaledes, at der straks sættes fuld Strøm til Magneten. medens Ankerstrøm-

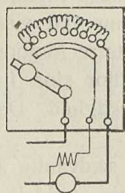


Fig. 42 a.

men passerer Modstanden og derved holdes paa passende Størrelse, Fig. 39, 42 a og 43 a. Det vil bemærkes, at i Fig. 42 a tilføres Strømmen til Motorens Magnet over en særlig Kontaktskinne, medens den i Fig. 39 og 43 a passerer

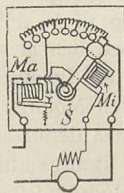


Fig. 43 a.

en Del af Modstanden i Ankerkredsløbet. Det sidste er det almindeligste og er hyppig nødvendigt, idet der, naar Shuntstrømmen afbrydes, opstaar en meget højt spændt Selv-induktionsstrøm i Magnetkredsløbet, der kan beskadige Isolationen, men ikke vil kunne gøre Skade, naar den kan forløbe gennem Ankeret.

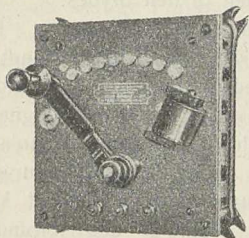


Fig. 42 b.

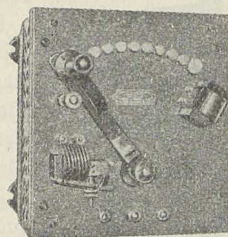


Fig. 43 b.

Igangsætteren kan være forsynet med en Minimal- eller Nulmagnet, *Mi*, Fig. 43 a, der holder Kontaktarmen fast i Gangstillingen imod Trækket af en Spiralfjeder, *S*, men vil slippe, saa Armen gaar paa Stop, hvis Strømmen til Motoren af en eller anden Grund afbrydes, f. Eks. ved at Dynamoen stoppes. Derved undgaas, at Motoren beskadiges, ved at der atter sættes Strøm til, medens Modstanden staar i Gangstillingen.

Endvidere kan der findes en Maksimal-afbryder, *Ma*, paa Igangsætteren, en Magnet, der passerer af Ankerstrømmen og indstilles til at tiltrække sit Anker ved en bestemt Strømstyrke og derved kortslutte Nulmagnetens Vindinger, hvorved Kontaktarmen slippes og Motoren stoppes.

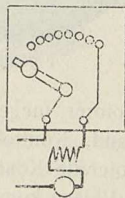


Fig. 44.



Ved Seriemotorer er Modstand, Anker og Magnet indsat i Række, Fig. 40 og 44.

**Standning af Motorer** kan ske ved at dreje Igangsætterens Arm hurtig tilbage til Stopstilling. Motoren kan endvidere uden Skade stoppes ved, at Strømmen til den brydes.

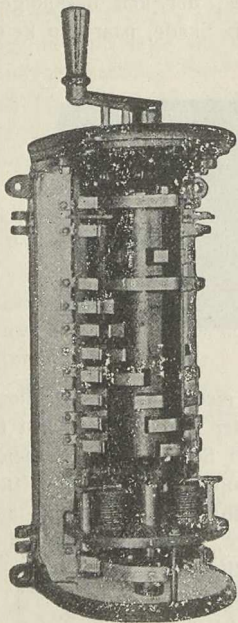


Fig. 45.

**Bremsning af Motorer.** En Motor, der bliver trukket rundt f. Eks. ved Kraner af en Last under Firing, ved Sporvogne af Vognens Fart eller paa anden tilsvarende Maade, eller en Motor, som ønskes hurtigst muligt standset, kan bremses ved, at den forbindes som Dynamo og leverer Strøm gennem en passende Modstand. Bremsningen kan ske i flere Trin ved Variation af Modstanden og er størst ved mindst Modstand. De nødvendige Forbindelser kan ske ved Hjælp af Igangsætteren, naar den er indrettet dertil.

**Valseigangsætter,** ogsaa kaldet **Kontroller** eller **Styrevalse**, er en særlig ved Sporvogne, Løbekraner og lign. samt ved større

Motorer meget anvendt Type paa en Igangsætningsmodstand. Kontrolleren bestaar af en Valse, hvorpaa er anbragt isolerede Kontaktringe og Dele af Ringe, der ved Drejning af Valsen kommer i Forbindelse med en Række faststaaende



Kontaktffingre, hvortil Ledninger fra Anker, Magnet og fra Modstandens forskellige Afdelinger samt de strømførende Ledninger er førte, Fig. 45. Der kan derved frembringes mange forskellige Forbindelser, saaledes at Motoren f. Eks. kan sættes i Gang med to Omdrejningsretninger og med forskellige Hastigheder, se under Hastighedsregulering, ligesom særlige Forbindelser til Bremsning af Motoren m. m. let kan tilvejebringes. De er endvidere forsynede med Apparat til Gnistudblæsning, bestaaende af en Magnetiseringsspole, der frembringer et kraftigt Magnetfelt paa det Sted, hvor Afbrydningsgnisterne vil fremkomme, hvorved disse brydes hurtigt og gøres uskadelige for Kontaktdelene. Naar Pladshensyn nødvendiggør det, anbringes Modstanden for sig, saa kun Kontaktapparatet optager Plads paa Manøvrestedet. Valsen drejes ved et Haandtag, medens Kontaktstillingerne markeres af et Stjernehjul og en Pal med Fjeder. Se tillige under Sporvogne.

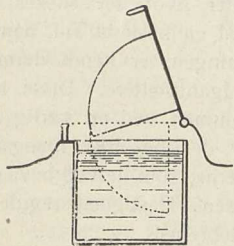


Fig. 46.

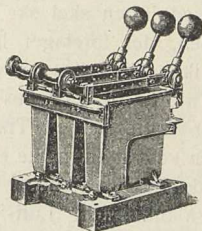


Fig. 47.

**Vædskeigangsættere.** I Stedet for Metal som Modstandsmateriale benyttes undertiden Vædske, idet man lader Strømmen til Motoren passere fra en (eller flere)

Plader, der langsomt sænkes ned i en Vædske, sædvanlig Sodaopløsning eller Jærnvitriol, gennem Vædsken til en anden Plade i Væskan, Fig. 46 og 47. Pladerne kan være af Jern, den ene Plade kan tillige danne Beholder for Vædsken. Sænkning af Pladen svarer til Drejning af Kontaktarmen. Naar Pladen er helt nedsænket, kortsluttes Modstanden ved en Afbryder. Strømmen til Magnetkredsløbet sluttes ved en særlig Afbryder.

En saadan Modstand kan let og hurtigt fremstilles, f. Eks. som Erstatning for en beskadiget Igangsætter, idet en Tønde eller Ballie benyttes som Beholder, og et Par Jernplader anbringes, den ene fast. den anden til at løfte og sænke.

**Automatiske Igangsættere.** Forsaavidt Betjeningen af en Motors Igangsætter skal ske automatisk, f. Eks. naar Vandstanden i en Beholder har naaet en vis Højde, naar en bestemt Del af en Maskine har bevæget sig til et vist Punkt og lignende Tilfælde, eller hvor det ønskes, at Igangsætningen skal ske i Løbet af en bestemt Tid, uanset om den, der foretager Igangsætningen, er kendt dermed eller ikke, benyttes automatiske Igangsættere. Disse kan være indrettede saaledes, at Strømmen ved en særlig Afbryder sluttes til en Traadspole, der besørger Igangsætningen ved at tiltrække en Jernkærne, som derved bevæger Kontaktarmen, medens Bevægelsens Hastighed reguleres ved en indstillelig Luft- eller Oliebremse.

Ved denne Ordning vil Udskydningen af Igangsætningsmodstanden ske lige hurtigt, enten Motoren gaar ubelastet eller svært belastet i Gang. Dette kan være en Ulempe, hvor Igangsætningen skal ske under varierende Forhold.

I saadanne Tilfælde kan benyttes Igangsættere, bestaaende

af et Antal Traadspoler, eller Relaiser, der efter hinanden udskyde hver sin Del af Modstanden. Traadspolen indsættes mellem Ankerets Koste og vil saaledes faa højere Spænding jo større Motorens Omdrejningstal bliver, og de kan derfor være indrettede til netop at udskyde deres Modstandsafdeling i det Øjeblik, Motoren har naaet en passende Omdrejningshastighed.

Til elektrisk drevne Pumper, f. Eks. til Grundvands-pumpning, sluttet Strømmen til Motoren hyppigt automa-

tisk. Dette sker ved smaa Motorer direkte, ved større over automatiske Igangsættere, der bevæges ved en Svømmer, saaledes at Motoren sættes i Gang ved for lav (eller for høj) Vandstand, stoppes ved højeste (eller laveste) Vandstand.

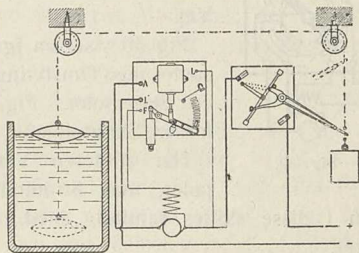


Fig. 48.

Fig. 48 viser en saadan Ordning; er Motoren kun lille, kan dog den automatiske Igangsætter udelades og Strømmen sluttet direkte til Motoren.

**Fjernstyring.** Skal Igangsætningen ske i nogen Afstand fra Motoren og fra flere Steder, benyttes Fjernstyring, hvorved forstaas, at der anvendes automatisk Igangsætter, der betjenes f. Eks. ved Trykknapper anbragt paa passende Steder. Det kan da være indrettet saaledes, at Tryk paa en Knap sætter Motoren i Gang, Tryk paa en anden Knap stopper Motoren. Elevatorer betjenes hyppigt paa denne Maade, se Elevatorer.



**Forandring af Omdrejningsretning** sker ved at vende Strømretningen enten i Anker eller i Magnet. Dette kan enten gøres ved at skifte Anker- eller Magnettildedningerne, eller ved at forskyde Kostene saa meget, at de positive kommer paa de negatives Plads og omvendt.

Skal Motorens Omdrejningsretning hyppigt skiftes, kan Igangsætteren være indrettet saaledes, at Omskiftningen sker ved den, saa at Motoren kan sættes i Gang den ene eller den anden Vej.

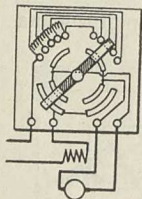


Fig. 49.

Fig. 49 viser en Igangsætter med Omstyring for en Seriemotor, Fig. 50 for en Shuntmotor.

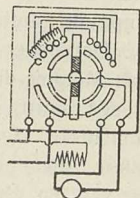


Fig. 50.

Har Motoren Vende- poler, maa Strømretningen i disse skiftes samtidig med, at den skiftes i Ankeret.

I en Kompoundmotor skal Strømretningen i Shunt- og Seriebevikling forblive uforandret i Forhold til hinanden.

I en Motor skal Hoved- og Vende- polernes Rækkefølge være som nedenfor angivet, naar Omdrejningsretningen er som Pilen viser:

$Ns Sn Ns$  eller  $s N n S s N$

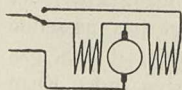


Fig. 51.

Ved ganske smaa Motorer benyttes undertiden følgende Ordning til Forandring af Omdrejningsretningen: Motoren forsynes med to Magnetbeviklinger, hvis ene Ende er forbundet



med Ankerets ene Pol, og ordnede saaledes, at Magnetiseringsretningen bliver forskellig, naar samme Pol fra Strømkilden ved en Omskifter lægges i Forbindelse med den ene eller den anden Bevikling. Der benyttes altsaa kun en Bevikling ad Gangen, se Fig. 51.

**Hastighedsregulering.** Ved Forandring af Ledningsnettets Spænding vil Motorens Omdrejningstal forandres, stige, naar Spændingen stiger, falde, naar Spændingen falder, dog i mindre Forhold.

**Shuntmotorens** Omdrejningstal kan *formindskes* saa meget det ønskes, ved at skyde Modstand, der bevirker et Spændingstab, ind i Ankerkredsløbet. Igangsætningsmodstandens Spiraler gøres da saa svære, at de kan føre Strømmen i lang Tid; i Almindelighed kan de kun gøre dette under Igangsætningen. Den heraf følgende Omdrejningsregulering er for en bestemt Stilling af Modstanden forskellig, eftersom Strømforbruget er stort eller lille, saaledes at Omdrejningerne vil stige stærkt, naar Motoren aflastes, falde, naar den belastes mere. Endvidere medfører denne Regulering et ret stort Tab, den i Modstanden udviklede Varme, og bør derfor ikke bruges, naar Motoren skal gaa i længere Tid med formindsket Omdrejningstal. Motorens Ydelse falder omtrent proportionalt med Omdrejningstallet.

Omdrejningstallet kan *forøges* ved Indskydning af Modstand i Magnetkredsløbet, og ved Svækkelse af Magnetismen og omvendt. Naar Magnetismen svækkes, vil nemlig Motorens elektromotoriske Kraft falde, Strømstyrken vil forøges, og Omdrejningstallet vil stige. Se under Jævnstrømsmotorer.

Efter en saadan Regulering holder Omdrejningstallet sig

fremdeles næsten konstant, selv om Belastningen varierer, og Tabet er kun ringe. Motoren kan dog ikke ved det større Omdrejningstal yde flere HK end normalt uden skadelig Opvarmning. En normal Shuntmotor kan som Regel paa denne Maade sættes 10–15 % op i Omdrejningstal uden skadelig Gnistdannelse og uden Skade paa Grund af Centrifugalkraften, Udslyngning af Spoler af Noter, Sprængning af Bandager o. lign.

En særlig bygget Motor med Vendepoler kan reguleres op til 3 å 4 Gange dens normale Omdrejningstal. En

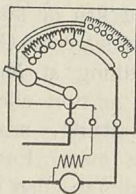


Fig. 52 a.

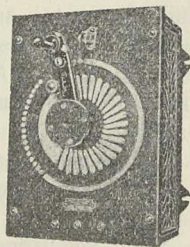


Fig. 52 b.

saadan Motor bliver dog betydelig større og dyrere, end hvis den ikke skal kunne reguleres.

Fig. 52 a og b viser en Igangsætter, indrettet til Hastighedsregulering ved Modstandsindsætning i Magnetkredsløbet, saaledes at Motoren vil løbe hurtigere, jo længere Armen drejes til højre og omvendt. Er Modstandsspiralerne svære nok, kan der tillige reguleres ved Modstandsindsætning i Ankerkredsløbet.

**Seriemotorens** Omdrejningstal reguleres som Regel ved

Variation af Igangsætningsmodstanden, der er indskudt i Række med Anker og Magnet og hyppigst indrettet til ogsaa at skifte Omdrejningsretning.

**Motorens Størrelse** opgives ved det Antal effektive HK, den er i Stand til at afgive ved en bestemt Spænding og Omdrejningstal eller det Antal kW, den bruger ved fuld Belastning.

Den normale Belastning skal den kunne arbejde med stadig uden skadelig Opvarmning eller Gnistdannelse. Den bør kunne taale 25 % Overbelastning i  $1\frac{1}{2}$  Time og 40 % i 3 Minutter.

Den tilladelige Opvarmning er væsentligst begrænset af Isolationsstofferne, hvoraf f. Eks. Bomuld, Papir o. lign. ikke taaler højere Temperatur end  $80-90^{\circ}\text{C}$  i længere Tid. Elektriske Maskiner er gerne beregnede til at kunne taale at arbejde normalt i Lokaler med en Temperatur af indtil  $35^{\circ}\text{C}$ , er Temperaturen højere, maa der benyttes en større Motor til samme Ydelse.

Motorer, der benyttes til Kraner, Elevatorer o. lign., arbejder kun kort Tid ad Gangen med fuld Belastning, og Motoren arbejder *intermitterende*, og kan i saa Fald taale højere Belastning eller være mindre til samme Belastning. Hyppigt regnes det saaledes tilstrækkeligt for en Motor, at den kan arbejde uafbrudt med fuld Belastning i en Time.

Ligesom ved Dynamoer bliver Motorer mindre, lettere og billigere ved høje Omdrejningstal. Normalt benyttes følgende Omdrejningstal, der dog afviger en Del ved de forskellige Fabrikater:

|                 |           |           |           |          |        |    |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|----|
| HK              | 0,5       | 1         | 2         | 5        | 10     | 15 |
| Omdr. 1500-2000 | 1200-1600 | 1100-1500 | 1000-1400 | 900-1100 | c. 900 |    |



Almindeligst benyttes *aabne Motorer*. Paa udsatte Steder maa anvendes *indelukkede Motorer*, 3: forsynede med Beskyttelsesskærme for Anker, Kommutator, Koste, Beviklinger m. m.

Herved gaar Motorens Ydeevne betydeligt ned, indtil c. 40 %, idet dens Afkølingsforhold bliver daarligere og den derfor ikke kan belastes saa stærkt. Imellem disse staar *indelukkede Motorer med Ventilation*, der kun er lettere beskyttede, saaledes at Luften har fri Adgang; disse gaar derfor ikke saa meget ned i HK.

### Pasning og Undersøgelse af Jævnstrømsmotorer.

Da en Del af det under Pasning og Undersøgelse af Jævnstrømsdynamoer anførte ogsaa gælder for Jævnstrømsmotorer, henvises til dette Afsnit samt til Afsnittene Forandring af Omdrejningsretning, Hastighedsregulering, Igangsætning samt Igangsætningsmodstande m. m.

Forinden den topolede Afbryder for Motoren sluttes, efterses, at Igangsætterens Arm staar i Stopstilling.

Ved første Igangsætning bør altid indsættes et Ampèremeter for at se, om Igangsætningen kan ske normalt, og at Motoren ikke overbelastes.

**Igangsætning** sker ved langsom Drejning af Igangsætterens Haandtag til Gangstilling. Strømstyrken maa under Igangsætningen ikke overstige 1—1½ Gang den normale ved fuld Belastning. For langsom Drejning vil medføre unødvendig og skadelig Opvarmning af Igangsætteren. Det rigtige Øjeblik for Drejning af Armen til næste Kontaktpunkt er, naar Motoren ikke stiger mere i Omdr. Omdrejningstallet kontrolleres for at se, at Motoren løber normalt.



**Kostestilling.** Ved nogle ældre Motorer er det nødvendigt, at dreje Kostene noget tilbage i Omløbsretningen ved forøget Belastning, noget frem ved faldende Belastning, for at opnaa gnistfri Gang, ligesom ogsaa ved Skifting af Omdrejningsretning. Naar Motoren er forsynet med Vendepoler, kan den arbejde med fast Kostestilling. Forkert Kostestilling kan medføre, at Motoren ikke gaar i Gang, eller at den løber med for højt Omdrejningstal.

**Forbindelser.** Ombytning af Strømretningen i en Magnetpole vil, hvis der kun findes 2 Spoler, bevirke, at Motoren ikke gaar i Gang, er der flere, vil den maaske gaa i Gang, men løbe med for højt Omdrejningstal.

**Isolationsfejl,** saavel Afledning som Kortslutning i Magnetpoler, vil have tilsvarende Følger og hyppigt medføre Ødelæggelse af en eller flere Spoler. Kortslutning i en Ankerspole kan vise sig ved stødvis Gang.

**Fejl i Igangsætteren.** Anker- og Magnetledning kan være forbyttede, hvad der vil have til Følge, at Motoren muligvis gaar i Gang — dog kun, hvis den er ubelastet —, men dens Omdrejningstal vil stige stærkt under Igangsætningen til Sikringerne smelte, medens Motor og Igangsætter let beskadiges.

For hver Motor bør findes en topolet Afbryder og i hvert Tilfælde for alle større Motorer et Ampèremeter. Igangsætteren bør være indsat i den ikke jordforbundne Ledning i Flerledersystemer. Motorens Magnetstel skal være jordforbundet.

### Drift med Elektromotorer.

Der anvendes to forskellige Systemer: Enkeltdrift, hvor hver Arbejdsmaskine har sin Motor, og Gruppedrift, hvor

en Motor driver flere Arbejdsmaskiner. Enkeltdrift giver størst Frihed i Retning af Igangsætning, Standsning og Regulering af de enkelte Maskiner, men medfører større Bekostning ved Anskaffelse af Motorer end Gruppedrift, idet hver Motor maa kunne levere selv det største Kraftforbrug, Maskinen fordrer, medens der ved Gruppedrift kan regnes med, at ikke alle Maskiner arbejder haardest samtidig, saa at Motoren ikke behøver at beregnes herefter, men kan tages mindre.

Nogen almindelig Regel kan dog ikke gives, da der maa tages mange forskellige Hensyn, saaledes til Aksel- ledninger, Remme m. m.

Motorer kan være direkte koblede til Arbejdsmaskinen eller drive denne ved Tandhjuls- eller Snekkeforbindelse eller ved Rem. Mest rationel er direkte Kobling, men den kan vanskeliggøres af Omdrejningstallet. Ved Tandhjulsforbindelser maa det passes, at disse ikke giver Rystelser i Motoren, hvorved der kan fremkaldes Gnistdannelse. Ved Remdrift opsættes Motoren gerne paa en Spændslæde, saaledes at Remmen kan strammes passende ved Forskydning af Motoren.

For Remdrift gælder følgende Hovedregler:

Omsætningsforholdet maa ikke gerne overstige 5:1.

Diameter af Skiverne findes af Formlen:

$$\frac{\text{Diam. af lille Skive}}{\text{Diam. af store Skive}} = \frac{\text{Omdr. af store Skive}}{\text{Omdr. af lille Skive}}$$

$$\text{eller } Dl = \frac{Os}{Ol} \cdot Ds \text{ eller } Ds = \frac{Ol}{Os} \cdot Dl.$$

Paa Grund af Remmens Gliden maa den drivende Skive være c. 2 % større.

Remtrækket kan være c. 0,1 kg pr. mm<sup>2</sup> af Remtvær-  
snittet.

$$\text{Remtrækket i kg} = \frac{\text{Antal HK} \cdot 75}{\text{Remhastighed i m pr. Sek.}}$$

*Tabel over Remme.*

| Remmens |          | Kan overføre HK ved Remhastighed af |      |                   |
|---------|----------|-------------------------------------|------|-------------------|
| Bredde  | Tykkelse | 16                                  | 20   | 24 Meter pr. Sek. |
| mm      | mm       |                                     |      |                   |
| 50      | 4        | 5,3                                 | 6,7  | 8,0 HK            |
| 60      | 4        | 6,4                                 | 8,0  | 9,6 -             |
| 70      | 5        | 9,2                                 | 11,5 | 13,8 -            |
| 80      | 5        | 10,7                                | 13,3 | 16,0 -            |
| 90      | 5        | 11,9                                | 14,9 | 17,9 -            |
| 100     | 6        | 16                                  | 20   | 24 -              |

*Kraftforbrug for Arbejdsmaskiner.*

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| Drejebænke, mindre .....       | c. $\frac{1}{3}$ — 3 HK |
| — større .....                 | - 3—15 -                |
| Boremaskiner, mindre .....     | - $\frac{1}{2}$ — 1,5 - |
| Fræsemaskiner .....            | - $\frac{1}{2}$ — 6 -   |
| Bogtrykpresser .....           | - $\frac{1}{4}$ — 5 -   |
| Baandsav .....                 | - 4—6 -                 |
| Rundsav, 23" Diam.....         | - 30—50 -               |
| Plov.....                      | - 30—50 -               |
| Tærskværk med Halmpresser..... | - 15—18 -               |
| Hakkelsemaskine.....           | - 2—3 -                 |
| Kværn, mindre .....            | - 3—5 -                 |
| Centrifuge.....                | - 2—10 -                |

Hvad Motor man bør anvende, maa afgøres i hvert enkelt Tilfælde, idet man for alle de Muligheder, der kunde tænkes, udregner, hvad Arbejdet vil koste pr. HK Time.

Ved Beregningen maa man tage Hensyn til *alle* influerende Forhold: Brændsel eller Elektricitetsforbrug, Smøring, Pladsleje, Assurance, Forrentning og Amortisation, Pasning, Vedligeholdelse o. s. v.

En Elektromotors Elektricitetsforbrug kan med et rundt Tal sættes til 1 kW pr. HK. Prisen paa Elektricitet varierer Landet over lige fra 35 Øre til 10 Øre pr. kW Time (før Krigen). .

Overslag over Bekostning ved Motordrift kan opstilles efter nedenstaaende Eksempel.

En 4 HK Motor til 450 Kr. (Pris før Krigen) arbejder Aaret rundt (300 Dage) gennemsnitlig 3 Timer daglig fuldtbelastet.

|                                      |                                |        |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Forrentning.....                     | 6 %                            | 27 Kr. |
| Afskrivning.....                     | 8 %                            | 36 -   |
| Elektrisk Kraft, 15 Øre pr. Kw Time: | $15 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 300$ | 540 -  |
| Smørematerialer og Reparation .....  |                                | 75 -   |
| Maalerleje etc.....                  |                                | 15 -   |

693 Kr.

Pr. HK Time 19,2 Øre.



## VEKSELSTRØM

Ved Vekselstrøm forstaas en Strøm, der uafsladelig og regelmæssig skifter Retning, Spænding og Strømstyrke.

En saadan Strøm kan benyttes til Udvikling af Varme og Lys, Elektromagnetisme og Kraft, derimod ikke direkte til Ladning af Akkumulatorer, til galvanisk Udfældning og lign., hvor kemisk Virkning i en bestemt Retning anvendes.

Almindeligst benyttes til Lys- og Kraftanlæg Vekselstrøm, der skifter Retning c. 100 Gange i hvert Sekund, 50 har 50 Perioder, idet 2 Vekslinger udgør en Periode. Ved et mindre Vekslingstal vil fremkomme synlige generende Variationer i Gløde- og Buelampers Lysstyrke. Undertiden benyttes lavere Vekslingstal f. Eks. til Banedrift 50 Vekslinger eller 25 Perioder pr. Sek.

Vekselstrøm frembyder store Fordele, hvor Overføring skal ske paa lange Afstande, og hvor meget store Dynamoer og Motorer skulle anvendes.

**Frembringelse af Vekselstrøm.** Drejes en Traadspole i et magnetisk Felt som vist paa Fig. 53 i den ved Pile angivne Retning, vil der i Spolen induceres en elektromotorisk Kraft, se under Induktion.

Spændingen og som Følge deraf ogsaa Strømmen, hvis der findes et sluttet Kredsløb mellem Traadspolens Ender,

vil under en halv Omdrejning af Spolen fra den paa Fig. 53 viste Stilling have en Retning, under den næste halve Omdrejning den modsatte Retning og saa fremdeles.

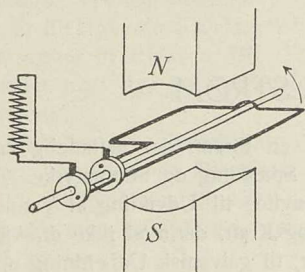


Fig. 53.

Der vil altsaa fremkomme en Strømskiftning, en „Veksling“ for hver halv Omdrejning. To paa hinanden følgende Vekslinger kaldes en „Periode“.

Den under en saadan halv Omdrejning opstaaende elektromotoriske Kraft, og derfor ogsaa Spænding og Strøm, vil have varierende Styrke. Den vil saaledes være Nul i det Øjeblik Spolen befinder sig i den paa Fig. 53 viste Stilling,  $\circ$ : vinkelret paa de magnetiske Kraftlinier, derefter tiltage under den fortsatte Drejning, indtil den naar sin største Værdi, idet Spolen har drejet sig  $90^\circ$  og

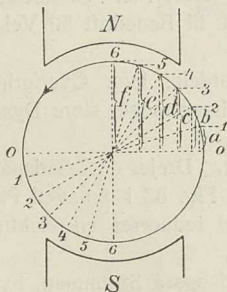


Fig. 54.

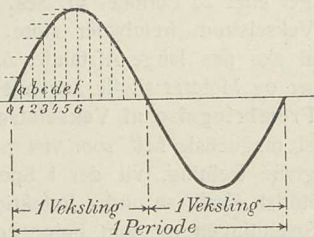


Fig. 55.

atter aftage under den næste  $\frac{1}{4}$  Omdrejning, til den er Nul efter  $180^\circ$  Drejning. Under den følgende Omdrejning vil det samme gentage sig, men med modsat Polaritet og Strømretning.

Spændingens Størrelse under Omdrejningen kan fremstilles ved en Kurve, der fremkommer paa følgende Maade: I Fig. 54 ses en Spole drejende sig i et magnetisk Felt i Pilens Retning. I det Øjeblik, den passerer Stillingen 0 er Spændingen Nul, naar den passerer Stilling 1, 2, 3, 4, 5 og 6 vil Spændingens Størrelse svare til Længden af Linierne a, b, c, d, e og f. Afsættes disse Spændinger som Ordinater ud ad en ret Linie, med indbyrdes Afstande svarende til Tiden, der medgaar til Drejningen som Abcisse, vil Spændingskurven kunne trækkes gennem Ordinaterne som ses paa Fig. 55, i det tilsvarende Fremgangsmaade er benyttet for den følgende  $\frac{1}{4}$  Omdr., hvor Spændingen er faldende og for den anden halve Omdrejning, hvor Spændingen har modsat Retning nedenfor Abcisseaksen.

Kurven er en *Sinus-kurve*, idet Spændingen hvert Øjeblik er lig Sinus af Spolens Drejningsvinkel.

Strømmen vil følge en ganske tilsvarende Kurve, og naar ingen forstyrrende Forhold indtræder (Selvinduktion og Faseforskydning), vil Strømmen have sin største og mindste Værdi i samme Øjeblik som Spændingen, ligesom alle

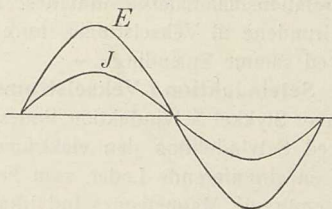


Fig. 56.

andre sammenhørende Værdier vil falde samtidig, hvad der anskueliggøres ved Fig. 56. Her siges Spænding  $E$  og Strøm  $J$  at være i Fase.

**Vekselstrømmens Spænding og Strømstyrke.** Da saavel Spænding som Strømstyrke stadig varierer under hver Veksling og har alle Værdier fra Nul til en Maksimumsværdi, maa som Maal benyttes en Middelværdi. Der benyttes den saakaldte *effektive Værdi*, eller den en Jævnstrøm maatte have, der f. Eks. udviklede samme Varmemængde i samme Tid.

Maaleapparaterne, saavel Volt- som Ampèremetre, indrettes til at angive den effektive Værdi, ligesom denne altid benyttes ved almindelige Angivelser af eller Regninger med Vekselstrøm.

Den effektive Værdi er  $0,707 \times$  Maksimalværdien, og omvendt bliver Maksimalværdien  $1,41 \times$  den eff. Værdi. Heraf ses, at en Vekselstrøm, hvis Spænding maales til f. Eks. 380 Volt, vil under hver Veksling eller 100 Gange pr. Sekund være  $380 \times 1,41 = 536$  Volt. Herefter maa Isolationsmaterialerne indrettes, og dette er tillige en af Grundene til Vekselstrøms større Farlighed end Jævnstrøm ved samme Spænding.

**Selvinduktion i Vekselstrømskredsløb.** Som forklaret, hvor Stykket Selvinduktion findes i Beg. af Bogen, forstaas ved Selvinduktion den elektromotoriske Kraft, der opstaar i en strømførende Leder, som Følge af den ved Strømmen frembragte Magnetismes Indvirkning paa Lederen. Den ved Vekselstrøm frembragte Selvinduktion vil variere og skifte Retning med samme Hastighed, paa tilsvarende Maade og lige saa længe som Vekselstrømmen.

Selvinduktionen modvirker Strømmen, der har fremkaldt



den, naar denne er stigende, og søger at holde Strømstyrken, naar denne er faldende. Selvinduktionen vil derfor bevirke, dels at Strømstyrken bliver *mindre*, end den vilde blive, hvis der kun fandtes Ledningsmodstand, ohmsk Modstand i Kredsløbet, dels at Strømmen kommer *senere*, se Faseforskydning (Selvinduktionen virker omtrent som en Fjeder overfor en frem- og tilbagegaaende Bevægelse).

Selvinduktion findes særlig i alle Kredsløb, hvori der er Traadspoler, Elektromagneter, Motorer og Transformatorer ligesom ogsaa i meget lange Ledninger og armerede Kabler.

I Kredsløb, hvor der ikke findes Selvinduktion, eller hvor denne er forsvindende lille, som f. Eks. i almindelige Husinstallationer med Glødelamper, vil derimod Strømstyrken blive lig Spænding divideret med Modstand ganske som ved Jævnstrøm.

**Faseforskydning.** Selvinduktionen vil som nævnt bevirke, at Strømmen forsinkes i Forhold til Spændingen (Klemskruespændingen), saaledes at Strømmen har sin Nul- og Maksimumsværdi noget senere end Spændingen. Spænding og Strøm er da ikke længere i Fase med hinanden eller der er fremkommet en Faseforskydning.

Fremstillet paa tilsvarende Maade som tidligere, vil Selvinduktionens Virkning vise sig ved, at Strømkurven er mindre og forskudt i Forhold til Spændingskurven, se Fig. 57.

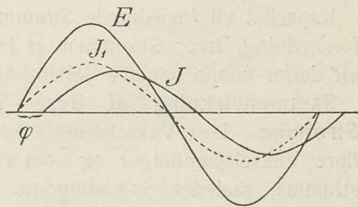


Fig. 57.

Her er Kurve  $E$  Klemskruespændingen, Kurve  $J$  Strømkurven, medens  $J_1$  antyder den Strøm, der vilde være fremkommet, hvis der ingen Faseforskydning havde været. Stykket  $\varphi$  (udt. Phi) angiver Faseforskydningens Størrelse som en Del af Drejningsvinklen; den vokser med Selvinduktionen, men kan ikke overstige  $90^\circ$  eller  $\frac{1}{4}$  Periode.

Som Følge af Faseforskydningen vil Strømmens Arbejds-værdi forringes, se under Vekselstrømmens Effekt.

Der haves Instrumenter, Fasevisere, der angiver Faseforskydningens Størrelse

**Kapacitet**, hvorved forstaas Evnen til at optage en elektrisk Ladning, findes særlig i Kondensatorer, lange armerede Kabler m. m.

En Kondensator kan bestaa af to eller flere Metalplader adskilt ved et tyndt isolerende Mellemlag og vil lades, naar hveranden Plade forbindes med den ene Pol og hveranden med den anden Pol af en Strømkilde under Spænding, aflades naar Spændingen ophører og Pladerne forbindes indbyrdes. Indsat paa Vekselspænding vil Lade- og Afladestrømmen virke som om en Vekselstrøm gik gennem Kondensatoren.

Kapacitet vil fremskynde Strømmen og bevirke en Faseforskydning, hvor Strømmen er forud for Spændingen og vil derfor kunne ophæve Selvinduktionens Virkning.

**Sammenvirkning af flere Vekselspændinger og Strømme.** I et Vekselstrømskredsløb kan samtidig virke flere Vekselspændinger og som Følge deraf flere Vekselstrømme, saaledes Spændingerne fra flere Spoler paa en Vekselstrømsdynamo, disse vil som Regel være i Fase, endvidere meget hyppig Klemskruespænding og Selvindukspænding, der ikke er i Fase.

Det nedenfor anførte om Spændingen, gælder ogsaa om Strømme.

Flere Spændinger, der virker samtidig i samme Kredsløb, ville give en samlet Spænding, den resulterende Spænding, hvis Størrelse findes ved at addere eller subtrahere de enkelte Spændingers øjeblikkelige sammenhørende Værdier, eftersom de virke i samme eller i modsat Retning.

For saa vidt de forskellige Spændinger have samme Periodetal, hvad der som Regel vil være Tilfældet, og er i Fase, kan den samlede effektive Spænding, den, der maales med et Voltmeter, findes ved simpel Regning med de enkelte effektive Spændinger.

Fremstilles 2 saadanne Spændinger, der virker i samme Retning ved Kurverne  $e_1$  og  $e_2$  i Fig. 58 vil Kurven  $E_r$  vise Summen af Spændingerne, idet Ordinaterne for denne Kurve er lig Summen af Ordinaterne for de to Kurver.

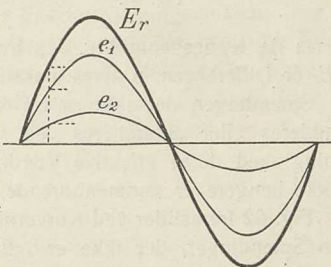


Fig. 58.

Summen eller den resulterende Spænding kan ogsaa findes for hvert enkelt Øjeblik ved et saakaldt Vektor Diagram paa lignende Maade

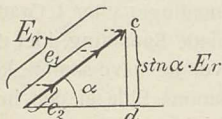


Fig. 59.

som angivet Side 69. Betyder Linien  $e_1$  i Fig. 59 den største Værdi af en Spænding, Linien  $e_2$  den største Værdi af en anden Spænding i samme Retning og i Fase med den første, haves  $E_r$  lig Summen af de



to Spændingers maksimale Værdi. Den øjeblikkelige Værdi af Summen er da efter en Drejning af Vinklen  $\alpha$  fra Periodens Nulpunkt lig Linien  $cd$  eller  $\sin \alpha \cdot E_r$ .

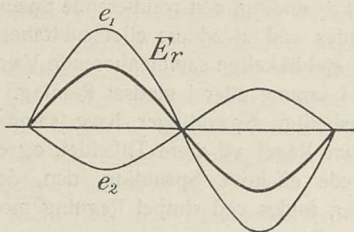


Fig. 60.

Virker 2 Spændinger i Fase, men i modsat Retning, kunne de fremstilles ved Kurverne  $e_1$  og  $e_2$  i Fig. 60. Summen findes ved at trække Ordinaterne fra hinanden og er vist ved Kurve  $E_r$ .

Vektor Diagrammet maa da tegnes som Fig. 61, hvor Spænding  $e_1 - e_2 = E_r$  er Differencen af deres maksimale Værdi.

Spændinger, der ikke er i Fase kan ikke adderes eller subtraheres ved simpel Regning med deres effektive Værdi, idet disse ikke længere er sammenhørende.

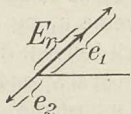


Fig. 61.

Fig. 62 fremstiller ved Kurverne  $E_1$  og  $E_2$  to Spændinger, der ikke er i Fase. Faseforskydningen er angivet ved Stykket  $\phi$ , der viser den Del af en Periode, Spændingen  $E_2$  kommer senere end Spændingen  $E_1$ . Da en Periode svarer til en Drejning paa  $360^\circ$  elektr. set, vil Faseforskydningen kunne udtrykkes ved Drejningsvinklen mellem de to Spændinger eller i Grader.

Kurven  $E_r$  vil fremstille den samlede Spænding, idet den er tegnet over Summen af dem, hvor de have samme Retning, hvor Kurverne ligge paa samme Side af den horizontale Linie, eller over Differencen, hvor de have modsat Retning. Det ses let, at Summen er mindre, end den vilde



være, hvis Spændingerne havde været i Fase.

Vektor Diagrammet maa i dette Tilfælde tegnes som følger, se Fig. 63. Linien  $ab$  fremstiller den maksimale Værdi af Spænding  $E_1$ . Lini-  
 en  $ac$  af Spænding

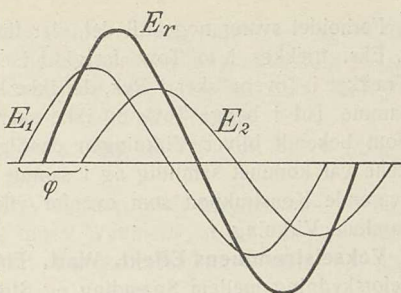


Fig. 62.

$E_2$ , medens Vinklen  $\varphi$  er Faseforskydningsvinklen. For at finde Summen af Spændingerne maa det saakaldte Kræfternes Parallelogram tegnes, idet der trækkes en Linie fra  $b \neq ac$  og en anden Linie fra  $c \neq ab$ . En Linie fra  $a$  til disses Skæringspunkt  $d$  vil være lig Summen af de to Spændingers maksimale Værdi  $E_r$ .

Linien  $ad$  eller  $E_r$  er lig Stykket  $e_1 +$  Stykket  $e_2$ , hvoraf  $e_1$  er lig Projektionen paa  $ad$  af  $E_1$  og  $e_2$  er lig Projektionen paa  $ad$  af  $E_2$ . De to Spændinger  $E_1$  og  $E_2$  vilde altsaa kunne erstattes af to Spændinger i Fase af Størrelserne  $e_1$  og  $e_2$ .

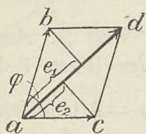


Fig. 63.

Klemskruespændingen og Selvinduktions-  
 spændingen i en Spole er saadanne Spændinger, der ikke er i Fase, og det vil af ovenstaaende forstaas, at den samlede Virkning af Klemskruespænding og Selvinduktion kan findes paa tilsvarende Maade. Den resulterende Spænding frembringer

Strømmen i Kredsløbet og er i Fase med denne.

Forholdet svarer noget til det, der finder Sted, naar der f. Eks. trækkes i to Tove fastgjort i en Last, saaledes at Trækket i Tovene sker i Ryk, der ikke kommer ganske paa samme Tid i begge Tove og ikke sker i samme Retning. Som bekendt bliver Virkningen daarligere end om Trækkene var kommet samtidig og i samme Retning. Ved tilsvarende Konstruktion som ovenfor vil kunne findes den samlede Virkning.

**Vekselstrømmens Effekt. Watt.** Findes der ingen Faseforskydning mellem Spænding og Strøm, vil det af Vekselstrømmen udviklede Antal Watt være lig det samtidig paa Volt- og Ampèremeter maalte Antal Volt  $\times$  Ampère ganske som ved Jævnstrøm. Dette vil saaledes være Tilfældet, naar Belastningen udelukkende bestaar af Glødelamper.

Findes derimod Faseforskydning, hvad hyppigst er Tilfældet, vil den virkelige Wattmængde være mindre end det Antal Volt  $\times$  Ampère, der maales paa Volt- og Ampèremeter, idet Spænding og Strøm ikke kommer samtidig, og som ogsaa kaldes tilsyneladende Watt. Et Wattmeter vil derimod angive virkelige Watt.

Forholdet mellem Watt og Volt  $\times$  Ampère kaldes Arbejdsfaktor og er, naar  $\varphi$  er Faseforskydningsvinklen, lig  $\cos \varphi$ .

*Arbejdsfaktoren er det Tal, hvormed Volt  $\times$  Amp. skal multipliseres for at give de virkelige Watt, i det virkelige Watt*

$$\frac{\text{tilsyneladende Watt}}{\text{Volt} \times \text{Amp.}} = \frac{\text{Watt}}{\text{Volt} \times \text{Amp.}} = \cos \varphi = \text{Arbejdsfakt.},$$

hvoraf følger

$$\text{Volt} \times \text{Amp.} \times \cos \varphi = \text{Watt.}$$

Arbejdsfaktoren kan ikke være større end 1 — hvad den

er, naar der ingen Faseforskydning findes — og er for blandet Motor- og Glødelampebelastning sædvanlig c. 0,8, eller hvad der er det samme, det virkelige Antal Watt vil da være c. 20 % mindre end Volt  $\times$  Amp.

Maales f. Eks. en Spænding af 220 Volt og en Strømstyrke af 14 Amp. gives:

$220 \times 14 = 3080$  Volt Amp. eller tilsyneladende Watt.

Viser et samtidig indsat Wattmeter, at det virkelige Wattforbrug er 2464 Watt, har Arbejdskraften været 0,8, idet

$$\frac{2464}{3080} = 0,8 = \cos. \varphi = \text{Arbejdskraft.}$$

En Motor, der f. Eks. arbejder med  $\cos. \varphi = 0,75$ , vil for at yde et bestemt Arbejde tage en Strømstyrke, der er 25 % større, end der vilde behøves, hvis der ingen Faseforskydning var. Motorens Bevikling, Ledninger, Sikringer m. m. maa indrettes for denne Strøm. Drivmaskinen, der trækker Dynamo, skal dog kun levere den til Frembringelsen af de virkelige Watt nødvendige Kraft. idet Overvindelsen af Selvinduktionen ikke medføre et Wattforbrug.

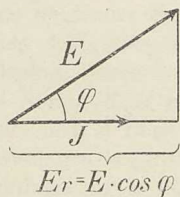


Fig. 64.

Dette vil indses af Fig. 64, der viser et Vektordiagram for Spænding og Strøm, idet Linien  $E$  fremstiller Spændingen, Linien  $J$  Strømstyrken, medens Vinklen  $\varphi$  angiver Fasefor-

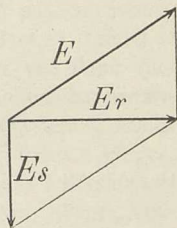
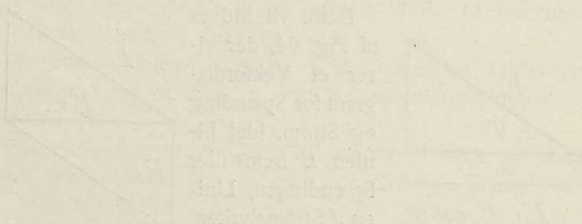


Fig. 65.

skydningen mellem Spænding og Strøm. Efter det tidligere anførte vil det være klart, at den Spænding, der, hvis den

virkede i Fase med Strømmen vilde svare til  $E$ , maatte være lig  $E_r$  eller være lig  $\cos \varphi \cdot E$ .

Denne resulterende Spænding  $E_r$ , se Fig. 65, er som tidligere forklaret sammensat af Klemskruespændingen  $E$  og Selvinduktionsspændingen  $E_s$ , der altid virker  $90^\circ$  bagud for den Strøm, der har frembragt den, og derfor maa tegnes vinkelret paa Strømmens Retning, der er sammenfaldende med den resulterende Spænding.





## VEKSELSTRØMSMASKINER

Vekselstrømsmaskiner kunne deles i Dynamoer eller Generatorer og Elektromotorer, der endvidere kunne være en-, to- eller trefasede. Kun enkelte Typer Dynamoer kan benyttes som Motorer eller omvendt.

### Vekselstrømsdynamoer.

Som anført Side 67 kan Vekselstrøm frembringes ved Traadspolers Drejning i et magnetisk Felt. Dette kan have 2 Magnetpoler eller flere Par Magnetpoler.

Ved Vekselstrømsdynamoer er gerne Magnetsystemet roterende, har radialet stillede Magnetpoler afvekslende Nord- og Sydpoler og benævnes *Rotor*, *R* Fig. 66. Beviklingen, hvori Vekselstrømmen induceres, er lagt paa en faststaaende ringformet Jernkerne af lamelleret Jern,  $\sigma$ : samlet af tynde Jernplader, isolerede fra hinanden ved Papir eller Lakering. Denne Jernkerne Dynamos Anker, der benævnes *Stator*, *S*, er anbragt udenom Magnetsystemet, saa at dette med et ringe Spillerum kan rotere inden i Ringen. Beviklingen lægges som Regel i Noter langs Indersiden af Jernringen og er ført direkte til Polklemmer, hvorfra Vekselstrømmen aftages.

Til Magnitisering af Magnetsystemet, der gerne er af Støbestaal, undertiden af lamelleret Jern, behøves Jævnstrøm, der ikke kan leveres direkte fra Vekselstrømsbevik-

lingen og derfor som Regel frembringes af en lille Jævnstrømsdynamo, *F*, anbragt for Enden af Vekselstrømsdynamoens Aksel, og Strømmen tilføres Magnetsystemets Bevikling ved to Kontaktringe og Koste. Jævnstrømsdynamo, der kaldes *Fødedynamo*, kan ogsaa være særskilt og kan være fælles for flere Vekselstrømsdynamoer.

Selvfølgelig kan Vekselstrømsdynamoer ogsaa bygges saaledes, at Magnetsystemet er faststaaende og Ankeret roterende. Vekselstrømmen maa da aftages ved Hjælp af Kontaktringe og Koste. Saavel af denne Grund, som fordi Isolationen kan udføres solidere ved faststaaende end ved roterende Bevikling, foretrækkes den førstnævnte Type.

Vekselstrømsdynamoer kan bygges til betydelig højere Spændinger end Jævnstrømsdynamoer.

Da Vekselstrøm sædvanlig bruges med et Periodetal af 50 pr. Sek. eller 100 Vekslinger pr. Sek., og der ved en topolet Dynamo fremkommer 1 Periode for hver Omdrejning, kan kun ganske bestemte Omdrejningstal benyttes,

idet Periodeantallet =  $\frac{\text{Omdr. pr. Minut} \times \text{Antal Polpar}}{60}$

$$\text{og Omdr. pr. Minut} = \frac{\text{Periodetal} \times 60}{\text{Antal Polpar}}$$

Saaledes maa en

2-polet Dynamo gøre 3000 Omdr. pr. Minut

4 - - - 1500 - - -

6 - - - 1000 - - -

8 - - - 750 - - -

10 - - - 600 - - - o. s. v.

Medens Periodetallet er bestemt ved Omdrejningstallet, afhænger Dynamoens Spænding tillige af Magnetismen, og en Vekselstrømsdynamos Spænding reguleres derfor ved

Variation i Magnetsystemets Strømstyrke,  $\omega$ : i Fødedynamoens Strømstyrke.

**Enfasede Vekselstrømsdynamoer.** En Dynamo som ovenfor beskrevet leverer saakaldet enfaset Vekselstrøm, der dog ikke bruges meget paa Grund af Mangler ved de enfasede Motorer.

**Tofasede Vekselstrømsdynamoer.** Lægges paa en Vekselstrømsdynamos Anker to Beviklinger, som ovenfor beskrevet, men saaledes ordnede, at Vindingerne hørende til den ene Bevikling befinder sig ud for Magnetpolerne i samme Øjeblik, som Vindingerne hørende til den anden Bevikling befinder sig midt imellem Magnetpolerne, vil Spændingen i den ene Bevikling være Maksimum, naar den i den anden er Nul og omvendt. Dynamoen vil da kunne levere to Vekselstrømme, hvis Faser er  $\frac{1}{4}$  Periode efter hinanden eller er  $90^\circ$  forskudt for hinanden (paa lignende Maade som Krumtappene i en tocyldret Dampmaskine).

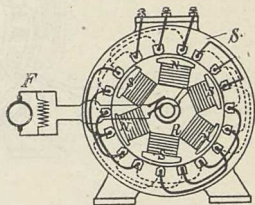


Fig. 66.

De to Vekselstrømme kunne benyttes i et Ledningssystem bestaaende af tre Ledninger, hvoraf den ene er fælles for begge Strømme og benævnes da tofaset Vekselstrøm. Tofasede Motorer forbindes til alle tre Ledninger. Imellem Midterledningen og en af de andre Ledninger findes enfaset Vekselstrøm.

Er Spændingen i begge Dynamoens Beviklinger ens, vil Spændingen mellem Yderledningerne være  $1,4$  Gange saa stor, som mellem en af Yderledningerne og Midterlednin-



gen. Strømstyrken i denne bliver ligeledes  $1,4$  Gange saa stor, som i hver af Yderledningerne, og dens Areal maa derfor være  $1,4$  Gange diss Areal.

Systemet bruges ikke meget.

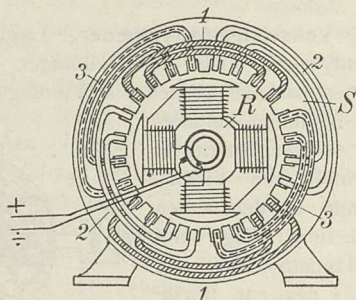


Fig. 67.

**Trefasede Vekselstrømsdynamoer. Drejestrømsdynamoer.** Dynamoens Anker er forsynet med 3 Beviklinger saaledes ordnede, at Vindingerne hørende til den ene Bevikling befinder sig ligeoverfor Magnetpolerne i samme Øjeblik, som den anden og den tredje Beviklings Vindinger befinder sig  $\frac{1}{3}$  og  $\frac{2}{3}$  af Afstanden mellem to Magnetpoler fra den første. Fig. 66 viser en trefaset 6-polet og Fig. 67 en trefaset 4-polet Vekselstrømsdynamo. Paa Fig. 68 ses den 4-polede Dynamos Bevikling i Udfoldning. De fire skraverede Flader antyder Rotorens Magnetpoler. Tallene 1, 2 og 3 angiver de til de tre Faser hørende Beviklinger. Dynamoer vil da frembringe 3 Vekselstrømme,



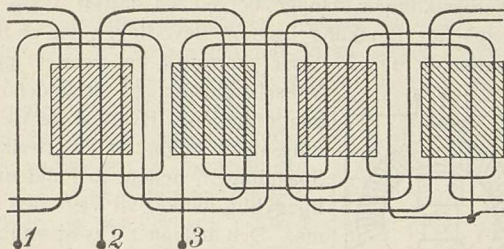


Fig. 68.

en i hver af disse 3 Beviklinger, hvis Faser er  $\frac{1}{3}$  Periode efter hinanden eller er  $120^\circ$  forskudt for hinanden (som Krumtapperne paa en 3-cyl. Dampmaskine). Fig. 69.

Forbindes de tre Beviklinger indbyrdes paa en af de to nedenfor angivne Maader, der benævnes „Trekantforbindelse“ og „Stjerneforbindelse“, vil de tre sammenkædede Strømme tilsammen give

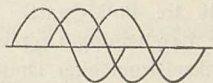


Fig. 69.

trefaset Vekselstrøm eller Drejestrøm, der frembyder store Fordele særlig paa Grund af Drejestrømsmotorens gode Egenskaber og ved betydelig Besparelse af Ledningsmateriale i Ledningsnettet.

**Trekantforbindelse** bestaar i, at Enden af den ene Bevikling forbindes med Begyndelsen af den anden, Enden af den anden med Begyndelsen af den tredje og Enden af den tredje med Begyndelsen af den første. Fra de tre Forbindelsespunkter er Ledninger ført til Dynamoens 3 Polklemmer.

Ankerbeviklingen danner derved en fortsat i sig selv tilbageløbende Bevikling ligesom Beviklingen paa et Jævnstrømsanker. Fig. 70 viser skematisk en trefaset topolet

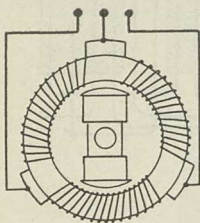


Fig. 70.

Vekselstrømsdynamo forbunden i Tre kantforbindelse. Hvert af de tre Vindingsafsnit udgør en Fasebevikling. Spændingen mellem to Polklemmer, ligegyldig hvilke, vil være den samme. Den betegner Fasespændingen og er altsaa ens i alle 3 Faser. Fig. 71.

I hver Fase kan indsættes Lamper, og enfasede Forbrugsapparater, Motorer m. m., der da faar enfaset Vekselstrøm, dog maa Belastningerne i de tre Faser være nærlig ens. Trefasede Motorer, Transformatorer m. m. sættes i Forbindelse med alle tre Polklemmer, eller alle tre Faseledninger og faa trefaset Vekselstrøm eller Drejestrøm.

(En Jævnstrømsdynamo er ogsaa i Stand til at afgive trefaset Vekselstrøm, naar 3 Punkter af Ankerbeviklingen liggende  $\frac{1}{3}$  af Omkredsene fra hinanden ved en topolet Dynamo —  $\frac{1}{3}$  af Afstanden mellem to paa hinanden følgende ensartede Magnetpoler paa en flerpolet Dynamo — er i Forbindelse med 3 Kontaktringe, fra hvilke da den trefasede Vekselstrøm kan tages ved Hjælp af Slæbekontakter. Se ogsaa under Omformere).

**Stjerneforbindelse** bestaar i, at den ene Ende af hver af de tre Fasebeviklinger f. Eks. Begyndelsen er ført til hver sin af Dynamoens 3 Polklemmer, medens de tre an-

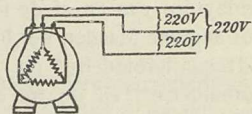


Fig. 71.

dre Ender af de tre Beviklinger er forbundne indbyrdes. Dette Forbindelsessted kaldes Nulpunktet eller Stjernepunktet, og er som Regel ført til en fjerde Polklemme. Fig. 72 viser denne Forbindelse for en topolet Dynamo skematisk.

Det er herved muligt, foruden Fasespændingen,  $\surd$ : Spændingen mellem 2 af de 3 førstnævnte Polklemmer, og som er ens i alle 3 Faser, tillige at benytte en lavere Spænding, der findes mellem hver af Polklemmerne og Nulpunktet.

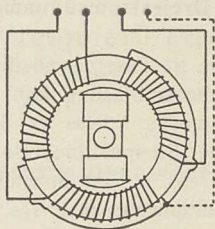


Fig. 72.

Fig. 73. Saavel den paa Fig. 66 viste 6-polede Dynamo, som den paa Fig. 68 viste 4-polede Bevikling er forbundet i Stjerneforbindelse. Forholdet mellem disse Spændinger er konstant — det kan altsaa ikke varieres — og er saaledes, at

Fasespændingen  $= 1,73 \times$  Spændingen mellem en Faseledning og Nulpunktet, eller

$$\left. \begin{array}{l} \text{den sidstnævnte Spænding} \\ \text{eller Stjernespændingen} \end{array} \right\} = \frac{\text{Fasespænding}}{1,73}, \quad (1,73 = \sqrt{3})$$

Er Fasespændingen saaledes 220 Volt, vil Spændingen mellem Faseledningen og Nulpunktet være

$$\frac{220}{1,73} = 127 \text{ Volt,}$$

hvad der f. Eks. benyttes af Københavns og Frederiksbergs Kommune i de ydre Distrikter.

Er Spændingen mellem Faseledningerne og Nulpunktet 220 Volt, vil Fasespændingen være

$$220 \cdot 1,73 = 380 \text{ Volt,}$$

hvad der benyttes af Nordsjællands Elektricitetsværk m. fl.



Den lavere Spænding benyttes gerne til Lamper og andre mindre strømforbrugende Apparater, medens den højere Spænding benyttes til Motorer.

**Drejestrømsdynamoers Ydelse.** For saa vidt Belastningen i en trefaset Vekselstrømsdynamo er lige stor i alle tre Faser, hvad der tilstræbes ved passende Fordeling, behøver Maaling kun at foretages i en af Faserne og Dynamoens Ydelse er da, uanset om der benyttes Trekant- eller Stjerneforbindelse  $= 1,73 \times \text{Spænding} \times \text{Strømstyrke} \times \cos. \varphi$ . At Spænding  $\times$  Strømstyrke i hver Fase skal multipliceres med  $1,73$ , der er lig  $\sqrt{3}$  og ikke med  $3$ , lig-

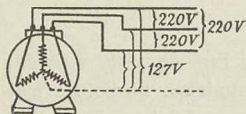


Fig. 73.

ger i, at hver Fasestrøm er en Sum af to Fasestrømme, der virker  $\frac{1}{3}$  Periode efter hinanden og Tallet fremkommer ved den geometriske Sammenlægning af saadanne Strømme.

Aflæses f. Eks. en Spænding mellem 2 Faseledninger af 2000 Volt, og er Strømstyrken i den ene af Faseledningerne 30 Amp., medens  $\cos. \varphi$ , Arbejdsfaktoren, er  $0,85$ , gives det af Dynamoen leverede samlede

Antal Watt  $= 1,73 \times 2000 \times 30 \times 0,85 = 88,23$  K. W. (den tilsyneladende Ydelse er

$= 1,73 \times 2000 \times 30 = 103,8$  K. V. A. [Kilo Volt Amp]).

Dynamoens Størrelse maa af Hensyn til Opvarmningen være til  $103,8$  K. V. A.

Drivmaskinen skal derimod kun levere det til Frembringelsen af  $88,23$  KW + Tabene nødvendige Arbejde eller, hvis Dynamoens Nyttevirkninger er  $91\%$ .

$$\frac{1,73 \times 2000 \times 30 \times 0,85}{736 \times 0,91} = \text{c. } 132 \text{ HK.}$$



Er Dynamoen i Stjerneforbindelse, vil Strømstyrken i hver af dens Fasebeviklinger være den samme som i Faseledningerne, der gaar fra Dynamoen, medens Spændingen i en Fasebevikling er Fasespændingen:  $1,73$ . Er Dynamoen i Trekantforbindelse, vil Strømstyrken i hver af dens Fasebeviklinger være Strømstyrken i Faseledningen:  $1,73$ , medens Spændingen er den samme i Dynamosens Fasebevikling som mellem to Faseledninger.

### Parallelforbindelse af Vekselstrømsdynamoer.

Skulle flere Vekselstrøms- eller Drejestrømsdynamoer arbejde paa samme Ledningsnet, indsættes de i Parallelforbindelse, idet Ledninger fra deres Polklemmer føres til Samleskinner over Afbryder og øvrige Apparater.

I det Øjeblik en Drejestrømsdynamo parallelforbindes med en allerede arbejdende Drejestrømsdynamo maa følgende Betingelser være til Stede: Dynamoerne maa have ens Spænding, samme Periodetal og ens Polretning for alle tre Faser, saaledes at  $+$  sættes til  $+$  og  $\div$  til  $\div$ .

Spændingen reguleres ved Forandring af Strømstyrken i Magnetsystemet.

Periodetallet reguleres ved Forandring af Omdrejningstallet og vil ved normalt Omdrejningstal af Dynamoerne være rigtigt. Det kan maales ved Frekvensmaaler, hvad dog ikke er strengt nødvendigt, da det maales bedre ved efterfølgende Prøve.

Polretningen undersøges f. Eks. ved Hjælp af saakaldte Faselamper, 3: Glødelamper en for hver Fase, der indsættes parallelt til Hovedafbryderen, se Fig 74. Lamperne maa være til samme Spænding som Dynamoen. Er denne højere end sædvanlig Lampespænding, sættes flere Lamper

i Serie eller der benyttes Transformator for Lamperne. Er Spænding og Periodetal ens, ville disse Faselamper lyse,

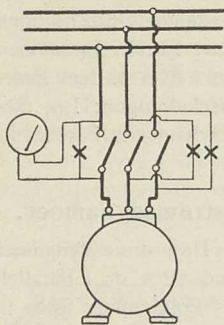


Fig. 74.

naar Polretningen er forkert, idet da Spændingerne er i Serie. Er derimod Polretningen rigtig, ville Lamperne være mørke, idet der da ikke er nogen Spændingsforhold imellem de to Sider af hver Afbryder. Er Periodetallet ikke ens, vil Polretningen snart være rigtig snart forkert, og alle tre Lamper ville samtidig være afvekslende lyse og mørke. Blinkene komme hurtigere efter hinanden jo større Forskel, der er i Periodeantallet.

Ved Regulering af Omdrejningerne bringes Periodetallet til at være saa ens som muligt — saa Blinkene kommer med passende Mellemrum, c. 5—10 Sekunder — og Slutning af Parallelforbindingesafbryderen skal da ske i et Øjeblik, hvor Lamperne er helt mørke.

Bliver Faselamperne enkeltvis lyse og mørke, medens de er indsatte som vist paa Fig. 74 er dette Tegn paa, at Strømmene i Faserne ikke komme i samme Rækkefølge. Ombytning af to af Faseledningerne vil rette Fejlen. Undersøgelse af dette Forhold kan ogsaa ske ved Hjælp af en trefaset Motor, der sættes i Gang paa de allerede ar-

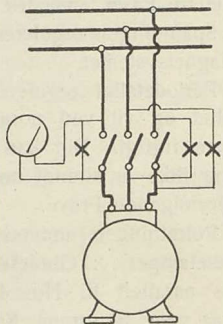


Fig. 75.

bejdende Dynamoer og derefter paa den, der skal tilsluttes med Faserne indsat paa samme Maade. Forsaavidt Omdrejningsretningen er den samme i begge Tilfælde er Strømretningen i Faserne ens.

Hyppigt bruges den paa Fig. 75 viste Forbindelsesmaade for Faselamperne, hvoraf ses, at de to er indsat krydsvis mellem to forskellige Faser. Saalænge Periodetallet ikke er ens, vil Lamperne blive lyse og mørke enkeltvis. Blinkene ville komme i een Rækkefølge, naar den Dynamo, der skal tilsættes løber for langsomt; i den modsatte Rækkefølge, naar den løber for hurtigt. Ordnes Lamperne i en Trekant ses Omdrejningsretningen tydeligst.

Parallelindsætningen skal ske i det Øjeblik den Lampe, der ikke er krydset, er mørk, de to andre lysende og selvfølgelig kun, hvis Spænding og Periodetal samtidig er ens.

Naar Dynamoerne er parallelforbundne, ville de holde hinanden paa samme Periodetal.

Regulering af Spændingen paa Samleskinnerne maa nu ske ved samtidig Regulering af alle de arbejdende Dynamos Magnetiseringsstrøm.

Ved Regulering af Magnetiseringsstrømmen i en af Dynamoerne vil Faseforskydningen mellem Spænding og Strøm forandres.

Fordeling af Strømstyrken paa de forskellige Dynamoer kan derfor ikke foretages ved Spændingsregulering som ved Jævnstrømsdynamoer, men maa derimod ske ved Regulering af Drivmaskinens Ydelse, altsaa ved Forøgelse af Tilførselen af Damp, Petroleum, Benzin o. s. v. for den Maskine, der ønskes givet større Belastning og omvendt.

Skal en af Dynamoerne stoppes, maa Strømstyrken i



denne Dynamo bringes i Nærheden af Nul ved Formindskelse af Damptilførselen, hvorefter den afbrydes og stoppes.

Indstillingen af Drivmaskinens Regulator sker hyppigst og bedst fra Fordelingstavlen, f. Eks. ad elektr. Vej.

## Vekselstrømsmotorer

bygges for enfaset, tofaset og trefaset Vekselstrøm og anvendes i Forbindelse med de tilsvarende Strømarter. De sidste kaldes ogsaa Drejestrømsmotorer og er de almindeligst benyttede.

Alle Motorerne bestaar af en faststaaende Del, Statoren, og en roterende Del, Rotoren. Paa Statoren findes Bevikling, hvorigennem Vekselstrøm sendes. Rotoren kan være indrettet paa flere vidt forskellige Maader, hvoraf nogle er angivet nedenfor.

**Synkrone Motorer** er byggede paa samme Maade som Vekselstrømsdynamoer og deres Rotor bærer Magnetpoler, afvekslende Nord- og Sydpoler. med Bevikling, der skal forsynes med Jævnstrøm, hvortil der altsaa maa være Adgang paa Motorens Plads. De betegnes „synkrone“, idet deres Omdrejning paa en bestemt Maade er bundet til Periodeantallet og er ens, enten Motoren er belastet eller ubelastet. Der kan nemlig kun fremkomme den rette Tiltrækning og dermed Drejning mellem de af Vekselstrømmen i Statoren frembragte Magnetpoler og Rotorens uforandrede Magnetpoler, naar Rotoren netop drejer sig en Polbredde for hver Veksling. Som Følge heraf vil en saadan Motor, naar den overbelastes, ikke lidt efter lidt tabe i Omdrejninger, men den vil, ved at overbelastes for stærkt, pludselig gaa helt i Staa, saa snart Rotoren ikke løber med



det til Periodetallet svarende Omdrejningstal. Den kan derfor heller ikke reguleres i Omdrejninger.

Motoren kan af samme Grund ikke sættes i Gang paa sædvanlig Maade, men maa hjælpes i Gang og op paa fuldt Omdrejningstal, f. Eks. ved en Hjælpemotor, inden Vekselstrømmen sluttes til Statoren.

De bruges derfor kun i særlige Tilfælde og da gerne som store Motorer, f. Eks. i Centraler og Understationer (se Omformere).

**Asynkroner Motorer.** Disse Motorer er de almindeligst benyttede, de fordrer ikke Jævnstrøm til deres Rotor, deres Omdrejningstal er ikke saa nøje afhængig af Periodetallet, som de synkrome, de kunne sættes i Gang paa simpel Maade og gaar ikke pludselig i Staa ved Overbelastning. De kunne bygges for enfaset, tofaset og trefaset Vekselstrøm. Da trefaset Vekselstrøm er mest benyttet, anvendes mest trefasede eller Drejestrømsmotorer, der er de andre Vekselstrømsmotorer betydelig overlegne og nedenfor er nærmere beskrevet. Enfasede bruges som ganske smaa Motorer ogsaa i Forbindelse med trefaset Vekselstrøm.

**Drejestrømsmotorer.** De bestaar af en faststaaende ringformet Del, *Statoren*, *S*, Fig. 76, der med et ringe Spillerum udfyldes af en cylinderformet, roterende Del, *Rotoren*, *R*, begge af lamelleret Jern. Statorens Bevikling er trefaset, den er indlagt i Notor langs Statorens Inderside og udført paa lignende Maade som paa en Drejestrømsdynamo og gennemløbes af Drejestrøm-

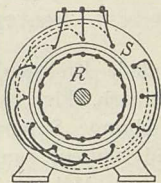


Fig. 76.

men, hvorimod der ikke sendes Strøm til Rotoren. De tre Fasebeviklinger ligger paa Statoren i en Afstand svarende til  $\frac{1}{3}$  Periode forsat for hinanden, de kunne saavel være forbundne i Trekantforbindelse som i Stjerneforbindelse. Saavel Fig. 76 som Fig. 77 viser 4-polede Motorer. Idet Fastestrømmene kommer med en lille Tidsforskel,  $\frac{1}{3}$  Periode, efter hinanden, vil der opstaa et Magnetfelt, der stadig flytter sig i samme Om-

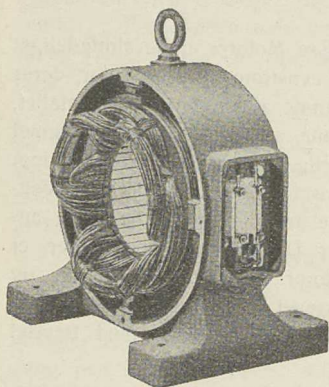


Fig. 77.

drejningsretning, et Drejefelt, der gennemløber Rotoren. Magnetfeltet faar med den viste Bevikling 4 Poler, men kan ogsaa have 2, 6, 8 o. s. v.

Paa Rotoren findes Vindinger, bestaaende af et Antal isolerede, forholdsvis svære Kobberstænger, anbragt i Huller langs Ydersiden af Rotoren, og som for hver Ende af denne er forbundne til en Kobberring, saa at de danner

sluttede Kredsløb uden nogen Forbindelse med det ydre Kredsløb, Fig. 78. I disse vil det roterende Magnetfelt frembringe Strømme, der vil virke til, at Rotoren roterer med omtrent samme Hastighed som Statorens Drejefelt. Jo mere Motoren belastes, jo større Forskel bliver der paa Feltets og Rotorens Hastighed, og jo stærkere bliver Strømmene i Rotorens Vindinger og følgelig ogsaa Trækkraften. Forskellen i Hastighed, der kaldes „Slip“, udgør ved gode

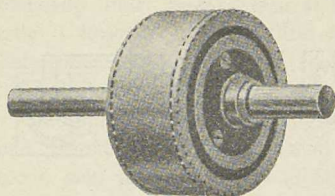


Fig. 78.

Motorer ikke mere end 3—5 %. En Rotor som den beskrevne kaldes et Kortslutningsanker, medens Motoren selv ogsaa kaldes en *Induktionsmotor*. Motoren er saaledes yderst simpel, med faststaaende Bevikling for den

tilførte Strøm, uden Kontaktringe, Kommutator o. lign.

Mindre Motorer af denne Konstruktion kan sættes i Gang ved simpelt hen at slutte Strømmen til dem, dog kun, naar de gaar letbelastede i Gang. I Forbindelse med

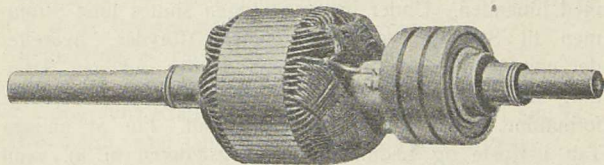


Fig. 79.

offentlige Elektricitetsværker tillades de sjældent i Størrelse over 3 HK, men kunne bygges betydelig større.

Ved større Motorer, og naar Motoren skal gaa i Gang med Belastning, vilde Strømmene i Statoren og de inducerede Strømme i Rotoren blive for store i Igangsætningsøjeblikket. Dette forebygges paa følgende Maade: I Stedet for kortsluttede Vindinger paa Rotoren anbringes en Bevikling, gerne en 3-faset, Fig. 79, udført saaledes, at de tre Beviklinger med deres ene Ende er forbundne indbyrdes, medens de med deres anden Ende er ført til 3 isolerede Kon-



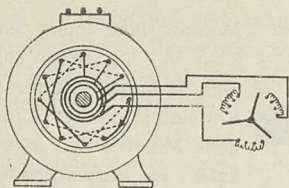


Fig. 80.

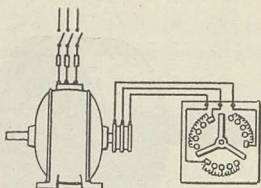


Fig. 81.

taktringe paa Rotorens Aksel,  $\sigma$ : i Stjerneforbindelse. Paa disse ligger 3 Koste, der ved 3 Ledninger forbindes med en Igangsætningsmodstand. Denne har da 3 lige store Modstande, Fig. 80 og 81, hver med sin Række Kontakter, hen over hvilke man kan dreje en tredelt Kontaktarm, og gennem denne er de tre Beviklinger derfor i Forbindelse med hinanden. Under Igangsætningen slutes først Strømmen til Statoren ved en trepolet Afbryder, hvorefter de nævnte Modstande langsomt skydes ud ved Drejning af Kontaktarmen, saa at Beviklingerne er direkte forbundne, naar Motoren løber normalt. For at undgaa Tab i Koste og Ledninger til Igangsætteren m. m. samt Slid paa Kostene findes undertiden en Foranstaltning til at kortslutte Ringene og løfte Kostene, naar Motoren løber med fuldt Omdrejsningstal. Statorens Bevikling kan ogsaa være to-faset, hvorved Igangsætteren simplificeres, idet der da kun behøves to Modstande. Dette bruges undertiden til Kranmotorer for at Kontrolleren ikke skal blive for stor. Strømmene i Rotoren er som Regel lavspændte, selv hvor Strømmen i Statoren er højspændt, saa længe Motoren er i Gang. I beviklede Rotorer kan Spændingen dog blive

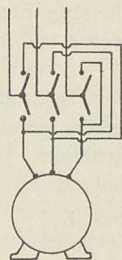


Fig. 82.



betydelig under Begyndelsen af Igangsætningen. Periodetallet i Rotoren er meget lille særlig ved Tomgang, ved Belastning nogle faa % af Statorens Periodetal, nemlig lig det procentvise Slip.

Omdrejningstallet er afhængigt af Periodetal og Poltal paa samme Maade som nævnt under Vekselstrømsdynamoer, men dog paa Grund af Slippet lidt lavere. Er Periodetallet derfor 50 pr. Sek., vil Omdrejningstallet ved tom Gang for en 4-polet Motor være lidt under 1500, for en 6-polet Motor lidt under 1000, 8-polet lidt under 750 o. s. v., hvorfor Motorerne almindeligst bygges til ved fuld Belastning at løbe c. 1450, c. 950 eller c. 720 Omdrejninger pr. Minut o. s. v.

Forandring af Omdrejningsretningen sker ved Skiftning af 2 af de strømtilførende Ledninger. Fig. 82.

Regulering af Hastigheden under det normale sker ved Variation af Modstand i Rotorkredsløbet, men dette medfører dog stort Kraffttab. Igangsætningsmodstanden kan benyttes hertil, naar den er tilstrækkelig svært bygget.

Modstand i Statorkredsløbet vil ogsaa medføre Formindskelse af Omdrejningstallet, men samtidig saa stærk Nedgang i Trækkraften ved at Magnetismen svækkes, at denne Reguleringsmethode i Almindelighed ikke kan benyttes. Det maa erindres, at Drejefeltets Omdrejningshastighed forbliver uforandret.

Forøgelse af Omdrejningerne over det normale kan ikke finde Sted. I særlige Tilfælde indrettes Statorens Bevikling saaledes, at Poltallet kan forandres. Bliver dette dobbelt saa stort, vil Omdrejningstallet blive det halve o. s. v., uden at der indtræder ovennævnte store Kraffttab.

Drejestrømsmotorer har lignende Egenskaber som Jævn-

strømsshuntmotoren, f. Eks. næsten konstant Omdrejningstal, hvorfor de kan bruges til Drift af Værksteder og Maskiner og tillige, naar de indrettes med Hastighedsregulering, til Kraner, Elevatorer, Jernbaner o. s. v.

For en Drejestrømsmotor findes Strømstyrken, naar HK kendes, paa følgende Maade:

Lad en 2 HK Motor til 220 Volt have en Nyttetvirkning af 82 %, d: bruge 900 Watt pr. HK og have  $\cos \varphi = 0,8$  det samlede Wattforbrug ved 2 HK vil da være = 1800 Watt, Strømstyrken i hver Faseledning

$$\frac{1800}{220 \cdot 1,73 \cdot 0,8} = 5,9 \text{ Amp.}$$

**Tofasede Vekselstrømsmotorer** afviger fra Drejestrømsmotorer væsentligst ved, at der kun findes to Fasebeviklinger. De har iøvrigt lignende Egenskaber, men er dog ikke saa gode.

**Enfasede Vekselstrømsmotorer** staar betydelig tilbage for de ovennævnte, fordi Magnetfeltet ikke er drejende, men kun skiftende. De vil derfor ikke kunne sættes i Gang paa de tidligere nævnte Maade, men der maa under Igangsætningen benyttes en særlig Bevikling, en Hjælpefase, paalagt saaledes, at Statoren bliver tofaset. Begge Faser indsættes parallelt paa de enfasede Vekselstrømsledninger. Der frembringes nu en Faseforskydning mellem de to Strømme, der passerer Hovedfase og Hjælpefase, enten ved at Hjælpefasen gives flere Vindinger og dermed større Selvinduktion, eller ved, at der indskydes en Induktionsmodstand i Serie med Hjælpefasen. Herved fremkommer et Drejefelt i Statoren, der bringer Rotoren i Gang. Naar fuld Hastighed er naaet, afbrydes Strømmen i Hjælpefasen, da Motoren ellers vilde arbejde meget uøkon-

misk. Dette kan ske ved en Afbryder udenfor Motoren eller automatisk, ved at Centrifugalkraften benyttes til at aabne en Afbryder i Motoren, *a*, Fig. 83.

**Kommutatormotorer.** Endvidere bygges enfasede Mo-

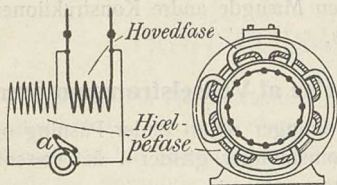


Fig. 83.

torer, nærlig som JævnstrømsSeriemotorer, med beviklet Anker og Kommutator og saaledes, at Vekselstrømmen passerer saavel Anker som Magnet. Denne Motor kan ogsaa arbejde med

Jævnstrøm. En Jævnstrømmotor løber nemlig samme Vej enten Strømmen gennem den har den ene eller den anden Retning, den vil derfor ogsaa kunne arbejde med Vekselstrøm, dog maatte dens Magneter ogsaa være af lamelleret Jern for at forhindre Hvirvelstrømme i dem, og Selvinduktionen vilde volde forskellige Vanskeligheder. Fig. 84.

Denne Motor bruges blandt andet til Drift af Sporvogne og Jernbaner, og det kan da f. Eks. ordnes saaledes, at der bruges Jævnstrøm fra en Bys Ledningsnet inde i Byen og Vekselstrøm paa de lange Afstande udenfor Byen.

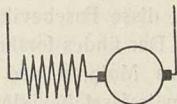


Fig. 84.

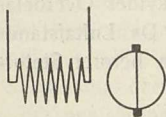


Fig. 85.

E

**Repulsionsmotorer** er en særlig Kommutatormotor, hvor Vekselstrømmen kun tilføres Magneterne. Herved vil der i Rotoren induceres Strømme, der forløbe mellem kortsluttede Koste paa Kommutatoren anbragt ca.  $90^{\circ}$

7



drejede i Forhold til Kostenes Stilling ved foran nævnte Motor. Ved denne Ordning opnaas, at Kosteforskydning bevirker Igangsætning og Stopning samt Hastighedsregulering af Motorerne. Fig 85.

Der findes endvidere en Mængde andre Konstruktioner, der dog sjældnere bruges.

### **Pasning og Undersøgelse af Vekselstrømsmotorer.**

De almindelige Bemærkninger anført under Pasning og Undersøgelse af Jævnstrømsmotorer gælder i det væsentligste ogsaa for Vekselstrømsmotorer.

Af særlige Fejl, der kan indtræffe, kan anføres:

Daarlig Forbindelse ved en Kontaktring og Kost eller i Igangsætteren kan medføre, at Motoren ikke gaar i Gang.

Afbrydning af Strømmen i en Fase bevirker, at Motoren ikke gaar i Gang. Sker Bruddet efter at den er sat i Gang, vil den kunne løbe videre med 2 Faser, naar Belastningen ikke er for stor, dog vil det let have skadelig Opvarmning af disse Fasebeviklinger til Følge.

Der findes forskellige Apparater til Forebyggelse af Skade paa Motoren ved Fasebrud, f. Eks. saaledes indrettet, at en trefaset beviklet Elektromagnet holder et Anker tiltrukket saalænge alle 3 Faser er i Orden, men taber Ankeret, hvis en af dem bliver afbrudt, hvorved samtidig en Fjeder udløses og afbryder Motorens trepoledede Hovedafbryder.

Stærk Opvarmning af Motoren kan skyldes Overbelastning og daarlig Kontakt ved Kostene. Da Luftafstanden gerne er ringe, kan det ske, at Rotoren berører Statoren og derved bremser Motoren.



## TRANSFORMATORER

Ved Hjælp af Transformatorer er det muligt paa en yderst simpel Maade og med ringe Tab at omsætte en Vekselstrøm med høj Spænding og lille Strømstyrke til en anden med lav Spænding og stor Strømstyrke eller omvendt. Dette har faaet en overordentlig stor Betydning ved Overføring af Strøm paa lange Afstande, idet Energien kan ledes gennem de lange Ledninger med høj Spænding og ringe Strømstyrke, hvad der giver billige Ledninger, for saa paa Forbrugsstedet at nedtransformeres til en passende Spænding og stor Strømstyrke. Som det vises under Ledningsberegning, vil nemlig samme Energimængde kunne føres med samme procentvise Tab i Ledningerne 4 Gange saa langt, naar der bruges den dobbelte Spænding, 9, 16, 25 o. s. v. Gange saa langt, naar Spændingen er 3, 4, 5 o. s. v. Gange saa høj,  $\propto$  proportionalt med Spændingens Kvadrat.

Transformatorer bestaar af en Jernkerne af tynde Jernplader, der danner et sluttet magnetisk Kredsløb, paa hvilken er anbragt, fuldstændig isoleret fra hinanden, to Beviklinger, hvoraf den ene gerne har faa tykke Vindinger, den anden mange tynde Vindinger. Fig. 86. Sendes Vekselstrøm i en af dem, der da kaldes den primære, vil der paa Grund af den derved i Jernet frembragte, vekslende Magnetisme indu-

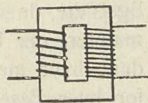


Fig. 86.  
7<sup>a</sup>

ceres en Vekselstrøm i den anden, den sekundære, Bevikling, der varierer som den første. Spændingen i den sekundære Bevikling vil være lige saa mange Gange større (eller mindre) end Spændingen i den primære, som den sekundære Beviklings Vindingstal er større (eller mindre) end den primæres Vindingstal. Spændingerne forholde sig ligefremt som Vindingstallene, Strømstyrkerne vil forholde sig omvendt som Vindingstallene. Vindingernes Tykkelse maa indrettes efter de forekommende Strømstyrker. Fra-regnet nogle Tab, nemlig til Magnetisering af Jernkærnen og ved Varmetab i Bevikling og Jærnerne, faar man saaledes samme Wattmængde fra den sekundære Bevikling, som der tilføres den primære. Ved store Transformatorer er Tabet kun nogle faa Procent ved fuld Belastning. Transformatoren er fuldstændig selvregulerende, idet den, bortset fra de nævnte Tab, kun tager Strøm i samme Forhold som den afleverer Strøm, hvad der er en Følge af Selvinduktionen i den primære Bevikling.

Beviklingen kan ikke udføres som vist paa Fig. 86, da den magnetiske Spredning her vilde blive for stor. De to Beviklinger lægges derfor udenpaa hinanden paa samme Del af Jernkærnen og saavel den primære som den sekundære Bevikling udføres i mange Afdelinger, for at opnaa bedre Isolation.

Den paa Fig. 86 viste Transformator er enfaset; tre saadanne kunne forbindes til trefaset Vekselstrøm. Almindeligst ere de dog sammenbyggede til Drejestrømstransformatorer, der have 3 Jernkærner i Forbindelse med hinanden, hver med sin primære og sekundære Bevikling, en for hver Fase, Fig. 87, der hver kunne forbindes enten i Trekant eller i Stjerneforbindelse.

Transformatoren har ingen bevægende Dele, fordrer derfor saa godt som ingen Pasning og kun ringe Plads. De anbringes undertiden paa de Master, der bærer Højspændingsledningerne, Mastetransformatorer. De kunne bygges i alle brugelige Størrelser og til alle Spændinger, der finde Anvendelse. Den i Jernkærne og Bevikling udviklede Varme bortskaffes ved naturlig Luftkøling. Transformatorer,

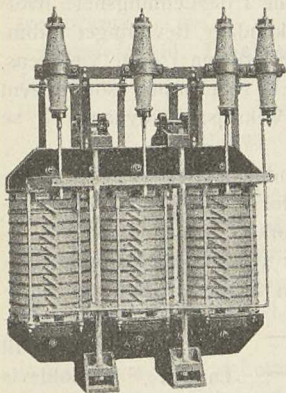


Fig. 87.

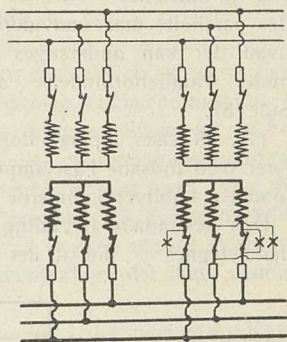


Fig. 88.

der anbringes i fri Luft eller paa fugtige Steder, omgives af en Jernbeholder, der fyldes med en vandfri, godt isolerende Olie. Ved store Transformatorer findes ofte en Køleslange nedsænket i Olien, hvorigennem cirkulerer Vand. Transformatorer over 6—8000 Volt bygges som Olietransformatorer.

**Forbindelse af Transformatorer.** Flere Transformatorer, der skulle have Strøm fra samme Ledningsnet, ind-



sættes med deres primære Beviklinger i Parallelforbindelse. Strømmen fra den sekundære Bevikling kan enten benyttes i et særligt Ledningsnet for hver Transformator, for et eller flere Forbrugsapparater eller flere Transformators sekundære Bevikling kan forbindes i Parallelforbindelse og levere Strøm til samme Ledningsnet. Selvfølgelig maa Spændingerne saavel i den primære som den sekundære Bevikling svare til Spændingerne i de Ledningsnet, hvorpaa de indsættes. Skal de sekundære Beviklinger forbindes parallelt, maa endvidere Polariteten i disse være ens, hvad der kan undersøges med Faselamper, som nævnt under Parallelforbindelse af Vekselstrømsdynamoer, se Side 87.

Fig. 88 viser topparallelforbundne Drejestrømstransformatorer med indsatte Faselamper for den ene. Ved rigtig Forbindelse forbliver Lamperne mørke.

Den sekundære Bevikling er gerne i Stjerneforbindelse, der betegnes  $\star$ , for at der kan aftages to Spændinger, f.

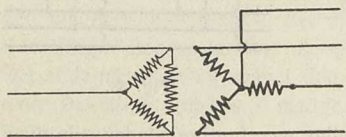


Fig. 89.

Eks. 380 Volt til Motorer og 220 Volt til Lamper, henholdsvis 220 og 127 Volt. Den primære Bevikling er da gerne i Trekantforbindelse  $\triangle$ , idet her ved de Spændingsva-

riationer, der fremkommer som Følge af skæv Belastning, bliver mindre, se Fig. 89.

**Autotransformatorer** er Transformatorer med kun en Bevikling, den primære, hvoraf en Del tillige er sekundær Bevikling, som vist paa Fig. 90.



Naar der tages Strøm fra den sekundære Bevikling, vil det sekundære Ledningsnet foruden af denne Strøm tillige gennemløbes af den primære Strøm, der har passeret den øvrige Del af Beviklingen, se de paa Fig. 90 viste Strømretninger. Der spares en Del Kobber ved denne Ordning, deraf Navnet *Spartransformator*.

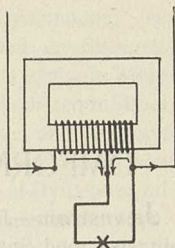


Fig. 90.

**Drosselspole, Dæmpespole** er en Jernkerne i Hesteskoform med Anker og en Bevikling, se Fig. 91. Indsat i et Vekselstrømskredsløb vil dens Selvinduktion frembringe et Spændingsfald, og den kan f. Eks. bruges i Stedet for en Forlagsmodstand eller en Erstatningsmodstand.

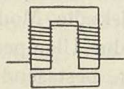


Fig. 91.

Den vil ikke medføre det med disse følgende store Energitab, da Spændingsfaldet kun i ringe Grad skyldes ohmsk Modstand, men derimod væsentligst Selvinduktion, der ikke medfører Wattforbrug.

Ved Forandring af Luftafstanden i det magnetiske Kredsløb kan dens Selvinduktion og dermed Spændingsfaldet varieres.

## OMFORMERE OG ENSRETTERE

**Jævnstrøm—Jævnstrøm.** Skal i et Jævnstrøms Ledningsnet med Spænding af f. Eks. 220 eller 440 Volt bruges Strøm til Ladning af faa Akkumulatorer, til galvanisk Udfældning eller anden elektrolytisk Virkning, til Brænding af en enkelt stor Buelampe eller lign., hvortil kun behøves forholdsvis lave Spændinger, kan der i Stedet for at forbruge den overflødige Spænding i indskudte Modstande, hvad der medfører store Tab og andre Ulemper, undertiden med Fordel benyttes en Omformer, bestaaende af en til Netspændingen indrettet Jævnstrømsmotor, der driver en Jævnstrømsdynamo, som leverer Strøm med den ønskede Spænding. Fig. 92.

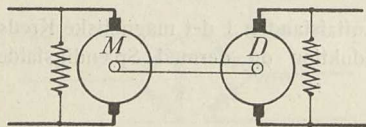


Fig. 92.

De to Maskiner kunne være sammenbyggede til en, saaledes at Ankeret har to af hinanden elektrisk uafhængige Beviklinger med hver

sin Kommutator og fælles Magnetstel.

De to Ankerbeviklinger kunne endvidere være forbundne i Række og indsatte saaledes, at de to frie Poler forbindes med Ledningsnettet, hvorfra Strømmen tages, medens det Kredsløb, hvori den lavere Spænding skal bruges, forbin-

des med begge Poler af det ene Anker, Dynamoens. Dynamoen giver den ønskede Spænding med en Strømretning, der er modsat den fra Ledningsnettet gennem Moto-

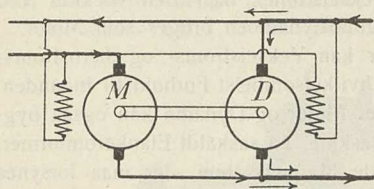


Fig. 93.

ren kommende Strøm. Saa vel den i Motoren forbrugte Strøm som den af Dynamoens udviklede Strøm passer det lavspændte Kredsløb. Forbindelsen, der ses af Fig. 93, kaldes *Sparforbin-*

*delse*, idet der ved den opnaas, at Maskinerne kunne være betydelig mindre og billigere og arbejde med større Nyttevirkning, end naar en almindelig Motor-Dynamo benyttes.

**Vekselstrøm—Jævnstrøm** eller omvendt. Ved store Anlæg føres undertiden den elektriske Energi fra en fjernliggende Kraftstation som højspændt enfaset eller flerfaset Vekselstrøm til Forsyningsdistrikter, hvor der skal bruges Jævnstrøm. Vekselstrømmen udnyttes da i en Motor, der driver en Jævnstrømsdynamo. Fig. 94.

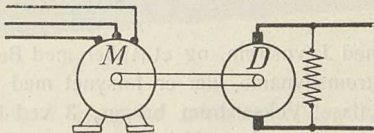


Fig. 94.

Som Motor kan anvendes en af de

tidligere nævnte Typer af Vekselstrømsmotorer. Igangsætningen af Maskinen kan ske ved Vekselstrøm, direkte naar Motoren er asynkron, eller ved en asynkron Hjælpemotor, hvis den er synkron, eller ogsaa kan Igangsætningen ske ved Jævnstrøm, idet Dynamoens bruges som Motor,



hvis der haves Jævnstrøm til Raadighed. Maskinen vil ogsaa kunne arbejde i modsat Retning, hvis Vekselstrømsmotoren er synkron, idet den da kan arbejde som Dynamo og aflevere Vekselstrøm, naar den trækkes ved Jævnstrøm, og Jævnstrømsdynamoen bruges som Motor.

Ved disse Maskiner kan Vekselstrøms- og Jærnstrømspændingen staa i et hvilket som helst Forhold til hinanden.

**Enankeromformere.** Motor og Dynamo kan ogsaa bygges sammen til een Maskine, en saakaldt Etankeromformer, der har et faststaaende Magnetsystem, der maa forsynes

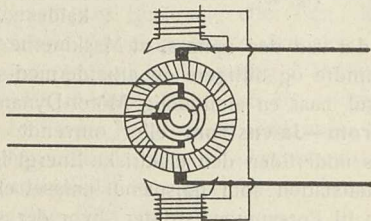


Fig. 95 a.

med Jævnstrøm, og et Anker med Bevikling som en Jævnstrømsdynamo, der er forsynet med Kontaktringe, 2, naar enfaset Vekselstrøm bruges, 3 ved Drejestrøm. Til Kontaktringene føres Vekselstrømmen eller Drejestrømmen, og driver Maskinen som Motor, medens der aftages Jævnstrøm fra en Kommulator. Fig. 95 a og 95 b. (Dette vil lettere forstaas, naar man omvendt tænker sig en almindelig 2-polet Jævnstrømsdynamo, forsynet med 2 Kontaktringe, forbundne til 2 lige overfor hinanden liggende Punkter af Ankerbeviklingen. Der vil da kunne aftages Veksel-



strøm over Kontaktringene, idet Strømmen over disse ikke vendes i Kommutatoren. Findes 3 Kontaktringe, forbundne til 3 Punkter, der er ligelig fordelt paa Ankerbeviklingen, vil man kunne aftage Drejestrøm.)

En saadan Maskine vil løbe som en synkron Motor.

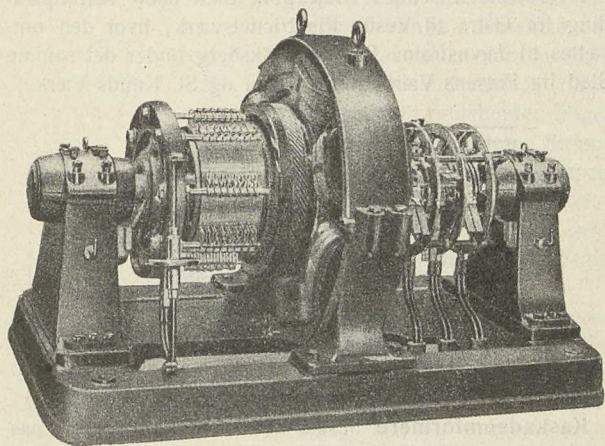


Fig. 95 b.

Den maa derfor sættes i Gang fra Jævnstrømssiden eller ved Hjælpemotor.

Der er et uforanderligt Forhold mellem Vekselstrømsspændingen og Jævnstrømsspændingen, saaledes at Drejestrømsspændingen er 0,61 af Jævnstrømsspændingen. Da den sidste almindeligvis skal være f. Eks. 440 Volt, maa der anvendes en Transformator for at bringe Vekselstrømmen paa den rigtige forholdsvis lave Spænding. Endvidere

kan Jævnstrømsspændingen ikke reguleres uden ved Variation af Vekselsspændingen, hvorfor der maa findes dertil egnede Foranstaltninger, f. Eks. særlig Reguleringstransformator eller en Dynamo som Spændingsforhøjer i Jævnstrømsledningerne.

I København sendes Drejestrøm med 6000 Volt Spænding fra Østre til Vestre Elektricitetsværk, hvor den omsættes til Jævnstrøm. Paa Frederiksberg finder det samme Sted fra Finsens Værk til Hortensia og St. Knuds Værk.

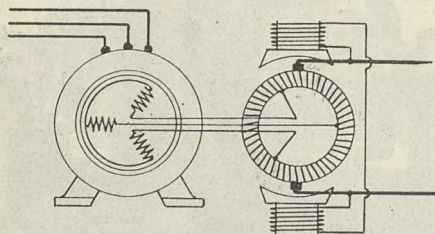


Fig. 96.

**Kaskadeomformere** bestaa af en asynkron Motor, paa hvis Rotors Aksel er anbragt en Enankeromformer. Paa Rotoren findes en Bevikling, hvori induceres flerfaset Vekselstrøm, der sendes ind i Enankeromformerens Anker, hvor den omformes til Jævnstrøm. Samtidig driver Motoren Enankeromformeren som Jævnstrømsdynamo. Fig. 96. Halvdelen af Energien overføres derfor elektrisk, Halvdelen mekanisk, hvad der bevirker, at Maskinen kan bygges forholdsvis lille.

**Ensrettere.** Naar hveranden Veksling af en Vekselstrøm ikke benyttes, eller dens Strømretning vendes, faas en

pulserende Strøm, der stadig har samme Retning, og som kan bruges til Ladning af Akkumulatorer m. m.

Der haves forskellige Midler til at frembringe en saadan Ensretning, saaledes mekaniske Apparater med roterende eller svingende Kontakter og forskellige elektrolytiske Celler. Ingen af disse har dog faaet nogen større Betydning.

### Kviksøvlampe - Ensretteren.

Denne bestaar af en lufttom Glasbeholder med indsmeltede Elektroder og som indeholder noget Kviksølv ved en af disse. Strømmens Passage gennem Lampen sker ved en Lysbue fra Kviksølv-elektroden til en af de andre gennem de af Lysbuen frembragte Kviksølvdampe. Fig. 97:

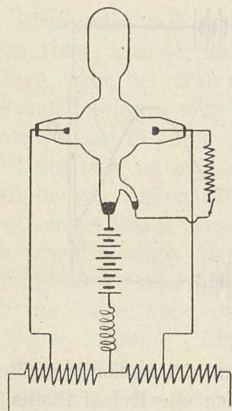


Fig. 97.

Da Strøm af een Retning gaar let fra den ene Elektrode til den anden, medens Strøm af den modsatte Retning kun vanskelig gaar igennem, kan en saadan Lampe benyttes som Ensretter for Vekselsstrøm. Ved særlig Ordning af

Strømløbet gennem Lampen kan det ogsaa opnaas at nyttiggøre alle Vekselsstrømmens Vekslinger.

Slutningen af Strømmen eller Tændingen af Lampen sker ved Hældning af denne, saa Kviksølvet et Øjeblik danner Forbindelsen mellem Elektroderne eller ved en Hjelpeelektrode. Lampen giver et Spændingstab af c. 12 Volt.

**Kviksølvstraale - Ensretteren**, angivet af Dr. techn. Hartmann, er konstrueret over følgende Princip. Fig. 98.



Sendes en Kviksølvstraale  $S$  under konstant Tryk fra en Beholder mod en ledende Plade  $P$ , og Straalen samtidig gennembløbes af en Vekselstrøm, vil Straalen, naar den paa Vejen passerer mellem en Elektromagnets Poler  $M$ , komme til at svinge frem og tilbage efter Strømmens Retning, og derved træffe Pladen paa forskellige Steder. Deles Pladen

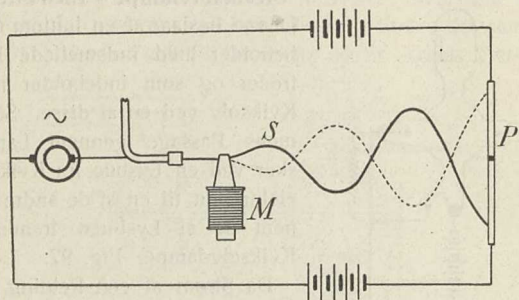


Fig. 98.

i to fra hinanden isolerede Dele, kan det opnaas, at alle Strømmene af en Retning føres til den ene Del af Pladen, alle Strømmene af den anden Retning til den anden Plade, hvorved Vekselstrømmen altsaa forandres til pulserende ensrettet Strøm. Paa Fig. 98 er vist to Batterier, indsat til Ladning i hver sin ensrettede pulserende Strøm.

Straalen kan belastes meget højt og flere Straaler kunne benyttes i Parallelförbindelse, saa at det er muligt at benytte Apparatet til Ensretning af betydelige Energi-mængder.



## AKKUMULATORER

Undertiden skal der i et elektrisk Anlæg bruges Strøm paa Tider, hvor Dynamoen ikke med Fordel kan holdes i Gang, eller der skal i kort Tid, f. Eks. naar alt Lyset brænder, bruges mere Strøm, end Dynamoen kan levere, medens den til andre Tider kun er delvis belastet.

I saadanne og mange andre Tilfælde kan man med Fordel benytte Akkumulatorer, idet de kan „lades“ ved, at der sendes Strøm igennem dem, saa at de bliver i Stand til senere af afgive Strøm, „aflades“.

Endvidere finder Akkumulatorer Anvendelse til elektrisk drevne Vogne, Lokomotiver, Baade m. m., til transportable Lamper, Tænding i Eksplosionsmotorer o. lign.

**Blyakkumulatorer** er de almindeligst anvendte Akkumulatorer og bestaar i Princippet af 2 Blyplader i fortyndet Svovlsyre. Under Ladningen vil den Plade, hvortil den positive Strøm føres, blive overtrukket med et brunt Lag, idet der ved Strømmens kemiske Virkning dannes Blyoverilte, den saakaldte aktive Masse, medens den anden Plade, den negative, bliver graa. idet den aflites og der dannes svampet rent Bly.

Paa Grund af den saaledes frembragte kemiske Forskel i Pladernes Overflader er Akkumulatoren bleven til et galvanisk Element, der er i Stand til at afgive Strøm. Denne Afladestrøm forlader Elementet ved den brune, positive

Plade, medens den graa er Elementets negative Pol. Afladestrømmen gaar saaledes i modsat Retning af Ladestrømmen og bevirker, at Pladernes Overflader atter bliver nærmere ens i kemisk Henseende, hvorved Strømmen efterhaanden vilde ophøre. Afladningen maa dog ikke fortsættes ud over en af Fabrikken angiven Grænse af Hensyn til Pladernes Holdbarhed.

Der tabes c.  $\frac{1}{4}$  af den til Ladning forbrugte elektriske Energi, hvad der dog i de fleste Tilfælde har mindre Betydning i Sammenligning med de vundne Fordele.

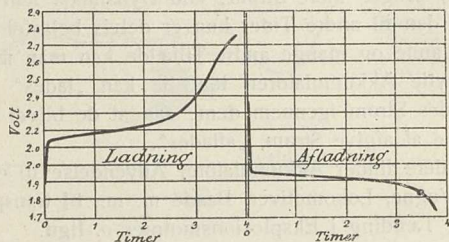


Fig. 99.

**Ladning** sker idet den positive Pol af en passende Elektricitetskilde forbindes med Batteriets positive Pol, den negative Pol med Batteriets negative Pol, medens der sørges for, at Strømstyrken holdes indenfor de rigtige Grænser.

Ladningstiden er afhængig af, hvor stærkt der er afladet, samt af Ladestrømmens Størrelse. Lades med den af Fabrikken angivne Maksimumsstrøm, varer Ladningen c. 4 Timer, med mindre Strøm længere. Ved Ladningens Begyndelse er Spændingen pr. Element c. 2 Volt, men den stiger jævnt

i Begyndelsen til c. 2,25 Volt, derefter rask til 2,5 à 2,75 Volt, se Kurven Fig. 99. Samtidig fremkommer mod Slutningen en synlig, jævnt tiltagende Luftudvikling. Naar denne bliver meget livlig, er det Tegn paa, at de udviklede Luftarter ikke mere bruges til Omdannelse af Pladerne, og videre Ladning er derfor unyttig og tillige skadelig for Pladerne. Under Ladningen stiger Vædskenes Syreholdighed, hvorved Vægtfylden forandres fra c. 1,15 til c. 1,18 eller fra 18,8 til 22° Baumé.

**Afladning** maa ske ved en af Fabrikken opgiven Strømstyrke eller mindre. Spændingen falder straks til 1,0 à 2 Volt og derefter langsomt til c. 1,88 Volt, hvorefter den vilde falde rask, men der maa da ikke aflades mere. Samtidig falder Vægtfylden fra c. 1,18 til c. 1,15. Man har saaledes gennem Vægtfylden, der let kan maales med en Flydevægt, Fig. 100, et godt Maal for, hvor langt saavel Ladning som Afladning er fremskreden.



Fig. 100.

Ved **Akkumulatorens Kapacitet** forstaar man det højeste

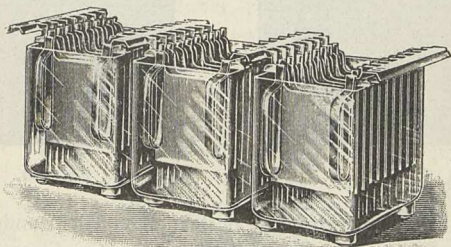


Fig. 101.



Antal Ampère-Timer, der kan aflades ved den højeste tilladte Afladestrøm, uden at Spændingen pr. Element er falden under 1,88 Volt. Kapaciteten er større ved lille Afladestrøm i lang Tid end ved stor Strøm i kort Tid.

**Antal Elementer.** Flere Elementer samles til et Batteri, ved at den positive Pol af et Element forbindes med den negative Pol af det næste o. s. v. Fig. 101.

Det Antal Elementer, der behøves, er for en Netspænding af 65 Volt mindst 36, for 110 Volt mindst 60, for 220 Volt mindst 120 o. s. v., nemlig Spændingen: 1,88.

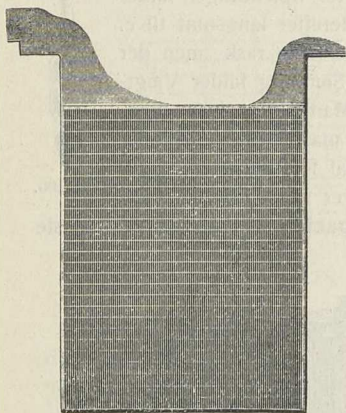


Fig. 102.

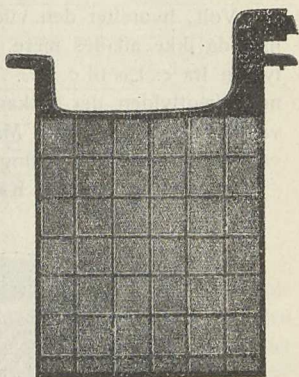


Fig. 103.

**Et Akkumulatorelement** bestaar af et Glas, undertiden en Kasse af Ebonit eller Celluloid, for store Elementer af en Trækasse vandtæt udført med Blyplader, med fortyndet Svovlsyre af Vægtfylde c. 1,2, o: destilleret Vand



med c. 20 % Syre, hvori Pladerne er anbragte i lodret Stilling.

Pladerne er støbte af Bly. Det brune Lag Blyoverilte paa de positive og det graa Lag svampet Bly paa de negative Plader kan fremskaffes af passende Tykkelse ved gentagne Ladninger og Afladninger, men tillige paa en hurtigere Maade ved i Fordybninger, Riller eller Huller i Pladernes Overflader at anbringe Blyforbindelser, paa de positive Møntie, paa de negative Sølverglød udrørt i Svovlsyre, idet disse ved en kortvarigere Paavirkning af Strømmen omdannes til Blyoverilte og svampet Bly.



Fig. 104.

Fig. 102 viser en positiv Plade, Fig. 103 en negativ Plade. Fig. 104 viser en positiv Plade i Gennemsnit.

Da Pladerne kun kan taale at afgive c. 1—2 Amp. pr.  $\text{dcm}^2$  af Overfladerne, maa deres Størrelse rette sig efter Strømstyrken, idet der enten tages enkelte store eller flere smaa Plader.

Der ophænges afvekslende positive og negative Plader ved Siden af hinanden, saaledes at de yderste er negative, idet de positive Plader maa afgive og modtage lige megen Strøm med begge Sider, da de ellers krummer sig. Der er derfor altid 1 negativ Plade flere end positive i hvert Element. De holdes i en Afstand af c. 10 mm fra hinanden ved Glasrør eller ved Træstokke. Hyppigst anbringes tillige c. 1 mm tykke Træplader mellem Pladerne. Syren skal staa mindst 10 mm over Pladernes Overkant og der maa være rigelig Plads under dem, saaledes at det Bundfald, der efterhaanden danner sig af udfalden, aktiv Masse, ikke skal naa Pladerne. Alle de positive Plader i samme

Element forbindes ved at loddess til en Blyskinne, der danner dets positive Pol, de negative forbindes til en anden Blyskinne, Elementets negative Pol.

**Pasning af Akkumulatorer.** Det er af største Vigtighed ved hver Ladning at overbevise sig om, at den ovenfor omtalte Luftudvikling begynder samtidig i alle de Elementer, der er ladede lige stærkt. Udebliver den, eller begynder den senere i et Element, er det et sikkert Tegn paa, at Elementet er i Uorden. Grunden er hyppigst Kortslutning mellem to Plader, hvilken man kan finde ved at besigtige Elementet under Sidebelysning. Skyldes Kortslutningen aktiv Masse, der har dannet en Forbindelse mellem to Plader, fjernes den med en Træpind. Berøring som Følge af Pladernes Krumning kan man afhjælpe ved forsigtig Indskydning af en Glasplade paa Berøringsstedet. Alle andre mulige Anledninger til Strømovegang mellem  $+$  og  $\div$  Plader, hvor en saadan ikke er tilsigtet, f. Eks. ved Støv og Fugtighed paa Kanten af Glasset eller ved Bundfald, maa fjernes.

Et Element, der af saadanne Aarsager er forsinket i Ladning, kan, efter at Fejlen er afhjulpen, bringes i Orden ved et Par Gange at lade hele Batteriet noget længere end nødvendigt. Eventuelt maa Elementet nogle Gange skilles helt ud af Kredsløbet under Afladning, medens det lades sammen med de øvrige.

Tab af Vædske ved Fordampning maa, inden Pladernes Overkant kommer over Vædsken, erstattes med destilleret Vand, naar Vægtfylden er over det normale, med fortyndet Syre, naar den er under det normale. Saavel Vand som Syre maa undersøges før Brugen for muligt Indhold af Chlor eller Metaller, hvad der gør dem uanvendelige og

meget skadelige. Akkumulatorfabrikken medgiver sædvanlig de nødvendige Prøveapparater. Fremmede Genstande — særlig af Metal — maa ikke komme i Elementerne.

Da de udviklede Luftarter danner „Knaldgas“, maa der af Hensyn til Eksplosionsfaren kun benyttes elektriske Glødelamper til Belysning i Akkumulatorrum, der tillige maa være godt ventilerede.

Ved Arbejde med Akkumulatorer bør man benytte syrebestandigt Tøj.

Gaar et Glas itu, saa Syren løber ud, vil Strømløbet blive afbrudt og hele Batteriet uvirksomt. For at kunne benytte Resten af Batteriet, maa det beskadigede Element fjernes. Forbindelserne med Naboelementerne skilles fra, f. Eks. ved Gennemskæring af Blyskinnerne, hvorefter et Stykke Kabel indsættes i Elementets Sted. Indtil et nyt Glas kan indsættes, maa Pladerne anbringes i en Beholder af Glas eller Træ, saaledes at de positive og negative Plader ikke berører hinanden, og dækkes med destilleret Vand.

Der skelnes mellem stationære og transportable Batterier, af hvilke de sidste bygges saa lette som muligt, hvad der dog gaar ud over Holdbarheden. De stationære kan atter deles i

**Kapacitetsbatterier**, der bruges i almindelige Anlæg til at afgive Strøm i længere Tid, og

**Pufferbatterier**, der bruges til at understøtte Dynamoer, hvor der i Driften forekommer meget stærke og hurtige Belastningsvariationer og derfor maa kunne taale stor Strømstyrke i kort Tid.

**Forbindelse af Akkumulatorbatterier.** I almindelige Lys- og Motoranlæg indsættes Akkumulatorer som Regel i



Parallelforbindelse med Dynamoer, 3: Dynamoens og Batteriets ensartede Poler forbindes til fælles Samleskinner, se ogsaa Parallelforbindelse af Dynamoer.

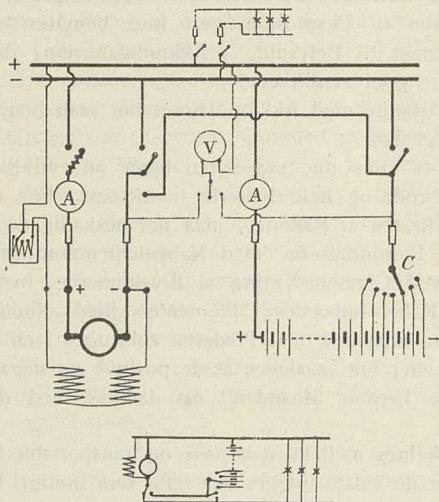


Fig. 105.

For at kunne lade Batteriet, maa Dynamoens kunne levere en Spænding, der er højere end Drifsspændingen, saaledes indtil c. 100 Volt, 160 Volt og 300 Volt, naar Driftsspændingen er 65, 110 eller 220 Volt.

Under Afladningen falder Spændingen fra c. 2—1,88 pr. Element, og der maa derfor i Begyndelsen bruges færre Elementer end paa Slutningen, saaledes maa ved 65, 110



og 220 Volt henholdsvis 4, 6 og 12 Elementer, de saakaldte Reguleringsceller, kunne sættes til og fra. Dette gøres ved Hjælp af Celleskiftere, se senere. Af Hensyn til Spændingstab i Ledningerne kan det være nødvendigt at have endnu flere Reguleringsceller.

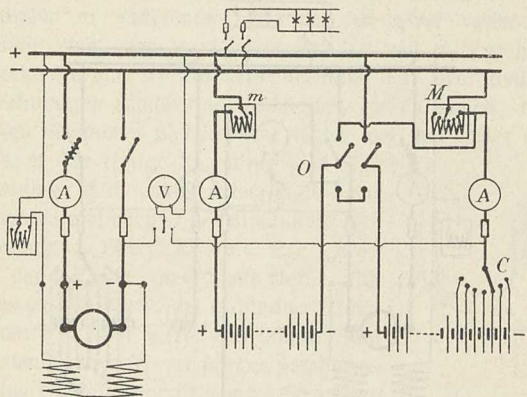


Fig. 106.

Fig. 105 viser en Shuntdynamo og et Akkumulatorbatteri i Parallelforbindelse samt de almindeligt benyttede Hjælpeapparater. Skitsen forneden viser Strømløbet skematisk. Forbindelsen tillader, at Dynamoens alene afgiver Strøm til Lamper o. lign., endvidere, at den lader Batteriet, og at den sammen med Batteriet afgiver Strøm til Ledningsnettet. Endelig kan Batteriet alene afgive Strøm. En enkelt Celleskifter, C, findes til Regulering af Batterispændingen. Medens der lades, kan der ikke brænde Lamper, undtagen

der indskydes en Modstand foran Lamperne til at tage den paa Grund af den høje Ladespænding overflødige Spænding.

Er Dynamoen ikke i Stand til at levere den til Ladningen nødvendige højere Spænding, kan Batteriet lades i to

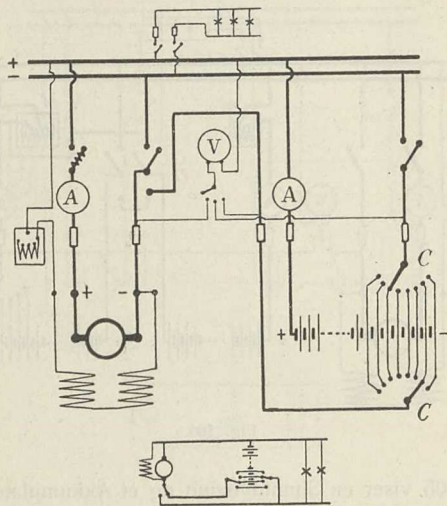


Fig. 107.

Halvdele, to parallelle Rækker, i hvilke Strømstyrken holdes rigtig ved Hjælp af Modstande. Fig. 106 viser en saadan Forbindelse. Ved Omskifteren O kan Batteriets to Halvdele forbindes i Serie under Afladning eller i Parallel under Ladning. Modstanden M tjener til at tage den overskydende Spænding og regulere den samlede Strøm til begge

Rækker, medens *m* tjener til at holde Strømstyrken ens i de to Rækker.

Skal der under Ladning af alle Elementerne i en Række holdes konstant Spænding, f. Eks. brænde Lamper, kan der, i Stedet for den ovenfor nævnte Modstand i Lampestrømkredsen, der er vanskelig at benytte, særlig naar Belastningen er varierende, idet den da giver varierende Spændingstab, opnaas et bedre Resultat ved at benytte to Celleskiftere eller en Dobbeltcelleskifter, en, over hvilken Ladestrømmen sendes ind i Batteriet, og en anden, over hvilken Strømmen til Lamperne tages, idet den stilles saaledes, at den rigtige Spænding faas Fig. 107.

Ladning af et enkelt eller nogle smaa Akkumulatorelementer ved almindelig Net-spænding, f. Eks. 220 Volt, kan gøres, naar der i Række med Elementerne indsættes en Modstand, der forhindrer Strømstyrken i at blive større end tilladt. Som Modstand kan bekvemt bruges parallelforbundne Glødelamper til samme Spænding som Netspændingen, se Fig. 108.

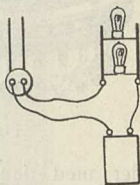


Fig. 108.

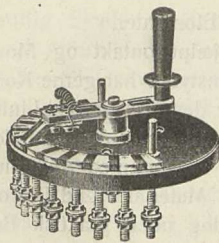


Fig. 109.

**Celleskiftere** benyttes til at sætte Reguleringscellerne fra og til og bestaar af Kontakter, hver i Forbindelse med sin Celle, og en Kontaktarm, der kan sættes ind paa hver af Kontakterne, og som er i Forbindelse med den ene Tilledning, Fig. 109. Under Skiftning fra en Kontakt til en anden maa Strømmen ikke brydes, men Armen maa



heller ikke samtidig berøre to Kontakter, da det mellem-liggende Element derved vilde kortsluttes. Armen forsynes derfor med en Hjælpekontakt, forbundet med Hovedkontakten gennem en Modstand, som Strømmen maa passere under Skiftningen.

**Dobbeltcelleskiftere** har to Kontaktarme, en, hvorover Ladestrømmen sendes ind i Batteriet, og en anden, hvor-

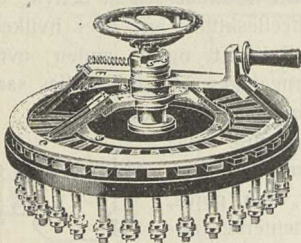


Fig. 110.

over Forbrugsstrømmen tages, Fig. 110. Elementerne mellem Lade- og Aflade-armen gennemløbes baade af Lade- og Forbrugsstrøm. Er den sidste stor, kan det være nødvendigt at gøre Reguleringscellerne større end de andre.

Afladearmen maa altsaa kunne stilles saaledes, at

der med den højeste Spænding pr. Element kan blive den rigtige Lampespænding. Er denne 110 Volt,

skal der bruges  $\frac{110}{2,75} = 40$  Elementer, altsaa maa Celleskif-  
teren kunne frakoble  $60 \div 40 = 20$  Elementer.

Begge Kontakterne maa have Hjælpekontakt og Modstand. Celleskiftere for mindre Strømstyrke har gerne Kontakterne anbragt i en Cirkel, for større derimod i en ret Linie.

**Andre Akkumulatorer.** Trangen til en let Akkumulator har givet Anledning til en Mængde Forsøg med Akkumulatorer, ogsaa saadanne, hvori andre Materialer end Bly og Svovlsyre benyttes. De fleste er dog uden praktisk Betydning.



Direktør for den polytekniske Lærestalt, Prof. H. Hannover, forsøger med Akkumulatorer, hvis Plader bestaa af porøst Bly, og derved synes at kunne optage betydelig mere Elektricitet, end en almindelig Akkumulator med samme Vægt.

*Edisons Akkumulator* har i den nyere Tid faaet en Del Anvendelse, navnlig til Automobiler og transportabel Brug paa Grund af deres ringe Vægt og fordi de ikke tage væ-



Fig. 111.

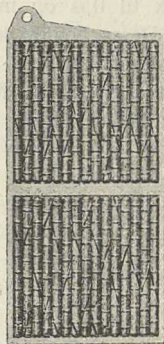


Fig. 112.

sentlig Skade af stærk Afladning. Pladerne bestaar af tynde, forniklede Staalplader, forsynede med udstansede Huller til Optagelse af den aktive Masse. Denne er forskellig for de positive og negative Plader. Til de positive bruges findelt Nikkelpulver med forskellige Tilsætninger, der indesluttet i Daaser, fremstillede af 0,07 mm forniklet, gennemhullet Staalplade, der presses ind i udstansede Huller i Pladerne, Fig. 111, til de negative bruges findelt Jernpulver, der indesluttet i Rør af lignende Staalplader, Fig. 112.

Vædsken bestaar af en 20 % Opløsning af Kalihydrat (den angriber Hænderne).

Pladerne samles til Element i en Kasse af tynd Staalplade, forsynet med en Aabning, hvorigennem de under Ladningen udviklede Luftarter (Knaldgas) kan undvige.

Ladespændingen er 1,5—1,8 Volt, Afladespændingen synker hurtig fra c. 1,5 til 1,3, derefter jævnt til 1,1, derpaa igen rask til 0,65 og mindre. Afladegrænsen regnes ved 1 Volt. Deres Nyttetvirkning er en Del mindre end Blyakkumulatorers.

En meget væsentlig Fordel er det, at denne Akkumulator kan aflades helt og henstaa uladet uden Skade i lang Tid.

## ELEKTRISK BELYSNING

Til elektrisk Belysning i almindelige Opholdsrum, Kontorer og lign. bruges Lamper med forholdsvis smaa Lysstyrker, hvorimod der i Fabrikker, Værksteder, større Lokaler og til Belysning af Pladser, Gader m. m. i Reglen er Brug for forholdsvis kraftigere Lamper. De førstnævnte Steder bruges sædvanlig mindre Glødelamper, de sidstnævnte Steder større Glødelamper og Buelamper. Ved Anskaffelse, saa vel som ved Brugen, gælder det baade om at tage Hensyn til Lysstyrke, Lysets Farve og Rolighed samt til Lampens Pris og Forbrug.

En Lampes Lysstyrke angives i *Normallys*. 1 N. L. svarer omtrent til Lyset fra et almindeligt Stearinlys af 20 mm. Diameter.

Lysstyrken forholder sig omvendt som Afstandens Kvadrat, d: bliver Afstanden fra Lysgiveren saaledes 2, 3, 4, 5 o. s. v. Gange saa stor, bliver Lysstyrken kun  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{9}$ ,  $\frac{1}{16}$ ,  $\frac{1}{25}$  o. s. v., idet Lyset spredes over en 4, 9, 16, 25 Gange saa stor Flade. Belysningen fra en Lampe angives i *Meterlys*, saaledes giver en 16 Lys Lampe i en Meters Afstand paa en Flade, der er vinkelret paa Lysstraalernes Retning en Belysning af 16 Meterlys, i 2 Meters Afstand altsaa 4 Meterlys, i 4 Meters Afstand 1 Meterlys o. s. v. En 100 Lys Lampe vil derfor i 3 Meters Afstand give en



Belysning af  $\frac{100}{9} = 11$  Meterlys. Til Læsning og Skrivning regnes mindst 10 Meterlys nødvendig.

Maaling af en Lampes Lysstyrke sker ved Sammenligning med et Normallys eller med en kendt Lampe, og kan f. Eks. udføres ved Hjælp af et Stykke hvidt Papir med en Fedtplet, der holdes mellem de to Lysgivere, saaledes at hver Lampe oplyser sin Side. Ved Flytning af Papiret vil man kunne finde en Stilling, hvor begge Sider er lige stærkt oplyste, d: hvor Fedtpletten ser ens ud fra begge Sider. Er Afstanden fra Papiret til den ene Lampe f. Eks. 5 Gange saa stor som til den anden, er den førstes Lysstyrke 25 Gange saa stor som den andens. Selvfølgelig skal alt uvedkommende Lys holdes borte, og ligeledes maa der ikke tilbagekastes Lys fra Loft, Vægge o. s. v.

### Glødelamper.

Ved Glødelamper forstaas Lamper, i hvilke Lyset frembringes ved, at en Traad, anbragt i en lufttom eller gasfyldt, lufttæt Glaspære eller Glaskugle, gløder ved at passeres af en elektrisk Strøm.

Strømtilførslen sker ved, at Traadens Ender er ført lufttæt gennem Glasset til Lampefoden, der indsættes i Lampeholderen eller Fatningen.

Saadanne Lamper kunne fremstilles til meget forskellige Lysstyrker fra en Brøkdel af et Normallys og for Tiden op til 3000 N. L. De almindeligst anvendte Lampestørrelser er — foruden ganske smaa — paa 5, 10, 16, 25, 32, 50, 100 o. s. v. N. L.

Lamperne er indrettede til Brug ved bestemte Spæn-



dinger og er mærkede med Spænding, Lysstyrke og undertiden Wattforbrug. De Spændinger, der anvendes, er for ganske smaa Lamper nogle faa Volt, f. Eks. fra et eller nogle faa Elementer. Til Brug i almindelige Lysanlæg anvendes 65, 110, 127 og 220 Volt, der er den højeste Spænding, hvortil Glødelamper kan faas for Tiden. De kunne benyttes lige godt med Jævnstrøm og med Vekselstrøm.

Glødelamper bruges hyppigst i Parallelforbindelse. Små Lamper indsættes ofte i Serier, f. Eks. 16 Stkr. à 14 Volt paa 220 Volt Spænding. I Sporvogne bruges 5 Lamper à 110 Volt i Serie paa 550 Volt o. s. v.

**Kultraadslampen**, der tidligere udelukkende brugtes, er i de senere Aar fortrængt af mere økonomiske Lamper, særlig Metaltraadslamperne, og anvendes nu kun sjældent, f. Eks. hvor grov Behandling vilde medføre hyppig Odelæggelse af de mere skrøbelige Lamper.

Lampen bruger c. 3,5 Watt pr. N. L.

Glødetraaden fremstilles af Cellulose, der gennem et fint Hul presses ud som Traad, formes som Bøjle eller Spiral og forkulles, hvorefter den fastgøres til Metaltraade og indsættes lufttæt i en Glaspære, der pumpes næsten lufttom og tilsmeltes.

**Metaltraadslampen.** De for Tiden benyttede Lamper er næsten altid saakaldte Metaltraadslamper, i hvilke Glødetraaden er trukket af Metallet Wolfram.

Der haves to Typer af disse Lamper, der almindeligst betegnes 1 Watts og  $\frac{1}{2}$  Watts Lamper, efter deres omtrentlige Wattforbrug pr. N. L., hvad dog kun kan naas ved Lamper til store Lysstyrker. Ved mindre Lysstyrker er Forbruget en Del større.

*1 Watts Lamperne* have Traaden anbragt paa et Glas-

stativ med Metalkroge inden i Glaspæren, der er pumpet lufttom. Hvor Traadene er ført gennem Glasset, maa en Del af dem være af Platin, da dette Metal udvider sig og trækker sig sammen lige saa hurtigt og lige saa meget som Glasset, og kun naar dette er Tilfældet, kan Lufttætheden vedligeholdes saavel under Lampens Brænding, som ved Tænding og Slukning. De bruges nu kun ved mindre Lysstyrker op til c. 50 Lys.

$\frac{1}{2}$  Watts Lamper er en forbedret Form af Metaltraadslamper. Lampens Glødetraad er ligeledes trukket af Wolfram, derefter viklet op i smaa tætte Spiraler og ophængt i Metalkroge paa en Glasstilk i en lufttæt Glaskugle, der er delvis fyldt med Kvælstof. Lamperne kaldes derfor ogsaa gasfyldte Lamper, Nitrallamper m. m.

Traaden kan under disse Forhold taale at glødes til en højere Temperatur uden at sværte Glasset eller brænde over og giver derved forøget Lysudbytte. De kunne for Tiden faas fra c. 50 til 3000 N. L. De større bruge 0,5 Watt pr. N. L., de mindre mere.

### Buelamper for Jævnstrøm.

Lysudviklingen foregaar i disse Lamper ved, at Strømmen passerer fra en Kulspids, den positive, til en anden, den negative, i 1—3 mm Afstand. Spidserne bringes derved til Hvidglødhede og udstraaler, ved passende Kulykkelse, Strømstyrke og Afstand, kraftigt Lys, der er stærkest fra det positive Kul.

**Buelampekul** tildannes af knuste Kokes, blandet med et Bindemiddel, Tjære eller lign. Blandingen presses under stort Tryk til cylindriske Stænger og glødes. De po-

sitive Kul har gerne en blødere, bedre ledende Kærne, Vægen, der skal tjene til at holde Lysbuen midt i Kullet; det negative Kul er uden Kærne, homogent.

**Lampens Tænding** sker ved, at Kullene et Øjeblik nærmes til Berøring, hvorved Strømmen slutes, for straks efter at fjernes lidt fra hinanden. Der vil da i Berøringsøjeblikket opstaa saa stærk Varme, at der, naar Kullene fjernes til deres rigtige Afstand, mellem dem danner sig Kuldampe og glødende Luft, der tjener til Leder for Strømmen og danner den saakaldte Lysbue. Medens Lampen brænder, fortæres Kullene langsomt, det positive dobbelt saa hurtigt som det negative, og Spidserne maa derfor atter nærmes til hinanden. For at Lampen skal brænde roligt og dens Lysstyrke være konstant, maa Kullenes Bevægelser være smaa og jævne, ligesom Strømstyrke og Spænding i Lysbuen maa være konstant. Til at bevæge Kullene tjener en Reguleringsmekanisme, som er anbragt i Lampen og paavirkes af Lampestrømmen ved Hjælp af Elektromagneter eller Traadruller med bevægelige Jernkærner.

Lysstyrken fra en Buelampe angives hyppigst efter den Styrke, den vilde have, naar Lyset var ligelig fordelt i alle Retninger nedad, den saakaldte hemisfæriske Middellystyrke; Lysstyrken ved  $45^{\circ}$  Hældning vil da være omtrent dobbelt saa stor.

**Forlagsmodstand** eller **Beroligelssesmodstand** er en i Serie med Lampen indsat Modstand, uden hvilken rolig Brænding ikke kan opnaas, idet selv meget smaa Variationer i Kullenes Afstand uden den vil medføre store Strømvariationer.



**Buelamper med aaben Lysbue** har Lysbuen brændende i almindelig Luft, f. Eks. i en ikke lukket Glaskuppel, aaben Lysbue. Det positive Kul vil brænde til med en hvidglødende, stærkt lysende Flade, det negative vil blive tilspidset og mindre varmt.

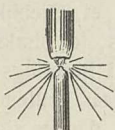


Fig. 113.

Kullene er gerne anbragt lodret over hinanden, det positive øverst. Lyset kastes hovedsagelig nedad, stærkes under c.  $45^{\circ}$  Hældning, mindst lige ned. Det negative Kul gives som Regel mindre Diameter af Hensyn til dets Skyggedannelse. Fig. 113 viser Kullenes Form under Brændingen og Lysfordelingen.

De almindeligst benyttede Lamper er:

|                                |     |     |     |     |      |      |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Strømstyrke, Amp.....          | 4   | 6   | 8   | 10  | 12   | 15   |
| Lampespænding, Volt.....       | 40  | 40  | 40  | 41  | 42   | 43   |
| Kuldiam. { + Vægekul, mm       | 12  | 14  | 16  | 18  | 20   | 21   |
| { ÷ Homogenk. „                | 9   | 9   | 10  | 12  | 13   | 13   |
| Middellysst. nedefter, N. L.*) | 210 | 380 | 580 | 820 | 1060 | 1460 |

Lamperne kan sluttes til et Ledningsnet paa følgende Maade, se Fig. 114:

|                                           |    |     |     |      |
|-------------------------------------------|----|-----|-----|------|
| Ved en Driftsspænding af.....             | 65 | 110 | 220 | Volt |
| Antal Lamper i Serie.....                 | 1  | 2   | 4   | Stk. |
| Forlagsmodstand til et Spændingstab af c. | 20 | 20  | 40  | Volt |

Endvidere, om end vanskeligt, 3 ved 110 Volt.

Undertiden anbringes to Lysbuer i en Lampe, Dobbeltlamper, der kan da f. Eks. ved 220 Volt brændes to saadanne.

\*) Med mat Kuppel 15–30 % mindre.



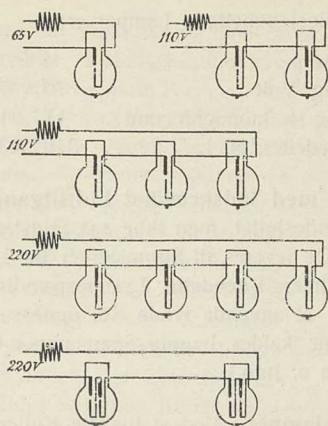


Fig. 114.

Lamper med aaben Lysbue kan faas med indtil c. 16 Timers Brændetid.

**Buelamper med indelukket Lysbue.** Forhindres Luftfornyelsen om Lysbuen ved en tætsluttende Glaskuppel, vil Kulforbruget blive betydelig mindre, saaledes at der kan opnaas meget lang Brændetid, for større Lamper 100—200 Timer og mere. Spændingen i Lysbuen er 75—80 Volt, Lysbuens Længde 8—10 mm. Kullene have ens Diam. Lyset er noget mere blaaligt og uroligt, og Lysudviklingen mindre end ved de aabne Lamper, men Fordelen ved simplere Betjening — og Kulbesparelsen — opvejer i mange Tilfælde dette. Kullene brænder begge til med Flade, Fig. 115.

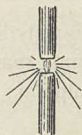


Fig. 115.

9\*

De almindeligst benyttede Lamper er:

|                                  |     |     |     |     |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Strømstyrke, Amp.....            | 4   | 5   | 6   | 7   |
| Lampespænding, Volt .....        | 70  | 75  | 75  | 80  |
| Kuldiam. + og ÷ homogen, mm..    | 11  | 11  | 13  | 13  |
| Middellysst. nedefter, N. L..... | 310 | 430 | 550 | 700 |

**Buelamper med indskrænket Lufttilgang** har ligeledes Lysbuen indesluttet, men ikke saa fuldstændig som de ovennævnte. De leveres til Strømstyrker fra 1—6 Amp. og med 10—30 Timers Brændetid. Lysbuespændingen er 70—80 Volt. Ved at anvende tynde Kul opnaas god Lysvirkning, Lamperne kaldes hyppig Sparelamper (Liliput-, Kohinor-, Mignon o. lign.).

**Flammebuelamper.** Ved at tilsætte Kullene forskellige Metalsalte (Calcium, Silicium, Magnesium o. lign.), de saakaldte Effektkul, opnaas betydelig større Lysvirkning, der for en stor Del kommer fra den flammeagtige Lysbue, der har rødlig, gullig eller hvidlig Farve efter Tilsætningen.



Fig. 116.

For at opnaa endnu bedre Lysvirkning, anbringes Kullene gerne skraat ved Siden af hinanden, Fig. 116, medens Lysbuen spredes ud forneden ved Hjælp af en Elektromagnet, Bremerlamper o. a.

De almindeligste Lamper er:

|                           |      |      |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|------|------|
| Strømstyrke, Amp.....     | 6    | 8    | 10   | 12   | 15   |
| Lampespænding, Volt ..... | 45   | 45   | 46   | 47   | 48   |
| Kuldiam., mm + .....      | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| "      " ÷ .....          | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| Middellysst., N. L.....   | 1000 | 1800 | 2300 | 2750 | 3400 |

Brændetiden kan vanskelig bringes over 12—13 Timer. Lamperne udvikler skadelige Luftarter og kan derfor ikke benyttes i indelukkede Rum.

Efter Maaden, hvorpaa Strømløbet i Buelamperne er ordnet, deles de i Serie-, Shunt- og Differentiallamper.

**Serielampen.** Strømmen passerer en Strømkreds, bestaaende af en Elektromagnet eller en Traadrulle med faa tykke Vindinger, forbundet i Serie med Lysbuen, Fig. 117. Naar Lampen ikke brænder, løber Kullene ved deres Vægt sammen til Berøring. Sluttes Strømmen gennem Lampen, vil Magneten bringe Kullene fra hinanden, saa Lysbuen dannes, og samtidig forhindre Kullene i at løbe sammen. Under Brændingen vil Magneten lade Kullene løbe noget sammen, hver Gang Lysbuen bliver for lang, og Strømstyrken derved for lille, og fjerne dem fra hinanden, naar Lysbuen bliver for kort, Strømstyrken for stor. Flere saadanne Lamper kan ikke brænde i Række, da den enes Regulering vil virke forstyrrende paa de andres Brænding.

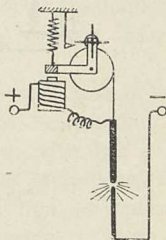


Fig. 117.

**Shuntlampen** har en Elektromagnet med mange tynde Vindinger, indsat parallelt med, og i Shunt til Lysbuen, og gennem hvilke en lille Del af Lampestrømmen gaar, Fig. 118. Magnetstrømmen vil derfor blive mindre, naar Lysbuen bliver kortere og Lampespændingen mindre, større, naar Lysbuen bliver længere, og det kan derfor indrettes saaledes, at Magneten lader Kullene løbe sammen eller forhindrer dem deri, hver Gang Lysbuen bliver for lang eller for kort. En Fjeder, der modvirker Magneten, vil



trække Kullene lidt fra hinanden og danne Lysbuen, naar de under Tændingen rører hinanden, idet da Magneten bliver næsten strømløs. 2 saadanne Lamper kan brænde i Serie paa 110 Volt.

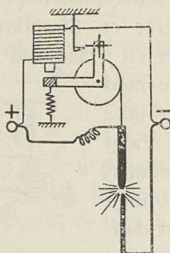


Fig. 118.

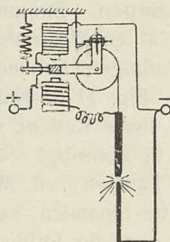


Fig. 119.

**Differentiallampen** har en Magnet med faa tykke Vindinger i Serie med Lysbuen og en anden med mange tynde Vindinger i Parallelforbindelse med Lysbuen, Fig. 119. Den første forhindrer Kullene i at nærme sig til eller fjerner dem fra hinanden, naar Lysbuen er for kort, den anden lader Kullene nærme sig til hinanden, naar Lysbuen er for lang. Lampen er den mest fuldkomne af de tre og egnen sig ogsaa til Brænding af 4 eller flere i Række, i sidste Tilfælde har de gerne et Kortslutningsapparat, der, naar Lysbuen af en eller anden Grund gaar ud, slutter Strømmen udenom Lampen, saa de andre uforstyrret kan brænde videre.

**Reguleringsmekanismen** kan være meget forskellig indrettet. Hyppigt hænger det øverste eller begge Kullene i en Snor eller Kæde over en Skive, der er i Tandhjuls-

forbindelse med et Løbeværk, hvis Hasighed begrænses af et Vindfang. En Pal og et Palhjul bringes i eller ud af Forbindelse ved Strømmens Indvirkning og stopper eller frigør derved Kullenes Bevægelse.

Reguleringsmekanismen i Buelamper med indelukket Lysbue kan paa Grund af dennes store Længde og Kullenes langsomme Brænding være ret simpel og bestaar som Regel af en Traadspole med en Jernkærne, der forneden bærer et Klemapparat, som, naar Kærnen løftes, fastholder og løfter Overkullet, men lader det løbe igennem, naar Kærnen er sænket et vist Stykke.

**Prøvebrænding, Regulering,** af Buelamper bestaar i, medens Lampen brænder ved en konstant Netspænding, med indskudt Ampèremeter, Voltmeter og en efter Forholdene afpasset Forlagsmodstand, at indstille Mekanismens Stilleskruer, Reguleringsfjeder, Vægte eller lign., saaledes at Lampen brænder roligt ved rigtig Strømstyrke og Spænding. Lamper, der skal brænde i Serie, maa prøves sammen. Der fordres megen Øvelse og god Tid for at opnaa et godt Resultat. Paa Brændestedet maa Forlagsmodstanden, hvis det er nødvendigt, indstilles under Hensyn til Ledningens Længde o. s. v., saa Lamperne brænder med rigtig Strømstyrke.

### Buelamper for Vekselstrøm.

Benyttes Vekselstrøm, vil Kullene begge blive lige stærkt glødende, fortæres lige hurtigt, hvorfor man giver dem samme Diameter, Fig. 120. Den ene Halvdel af Lyset kastes opad, og maa, for at nyttiggøres, kastes nedad ved Hjælp af en Reflektor.

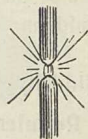


Fig. 120.

**Vekselstrømslamper med aaben Lysbue** brænder med Lampespænding af 28—30 Volt. Lysudbyttet er c. 30 % mindre end for Jævnstrømslamper. 3 Lamper kan brænde i Serie ved 127 Volt.

I Almindelighed gælder for disse Lamper følgende:

|                                 |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Strømstyrke, Amp.....           | 6   | 8   | 10  | 12  | 15  |
| Lampespænding, Volt .....       | 29  | 29  | 29  | 30  | 30  |
| Kuldiam., mm .....              | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| Middellysst. nedefter, N. L.... | 110 | 200 | 300 | 400 | 540 |

**Vekselstrømslamper med indelukket Lysbue**, Brændetid c. 45 Timer:

|                                  |     |    |     |
|----------------------------------|-----|----|-----|
| Strømstyrke, Amp.....            | 8   | 10 | 12  |
| Lampespænding, Volt .....        | 70  | 72 | 74  |
| Kuldiam., mm .....               | 11  | 13 | 13  |
| Middellysst. nedefter, N. L..... | 310 | —  | 700 |

**Vekselstrømslamper med indskrænket Lufttilgang**, Brændetid c. 20 Timer:

|                                  |     |    |     |
|----------------------------------|-----|----|-----|
| Strømstyrke, Amp.....            | 4   | 5  | 6   |
| Lampespænding, Volt .....        | 73  | 74 | 75  |
| Kuldiam., mm .....               | 6   | 7  | 8   |
| Middellysst. nedefter, N. L..... | 160 | —  | 380 |

**Vekselstrømsflammelamper.**

|                                  |     |      |      |      |
|----------------------------------|-----|------|------|------|
| Strømstyrke, Amp.....            | 8   | 10   | 12   | 15   |
| Lampespænding, Volt .....        | 28  | 28   | 28   | 18   |
| Kuldiam., mm .....               | 10  | 11   | 12   | 13   |
| — ” .....                        | 12  | 13   | 14   | 15   |
| Middellysst. nedefter, N. L..... | 900 | 1000 | 1250 | 1650 |

**Reguleringsmekanismen.** Lamperne er hyppigt Differential-Motorlamper, hvis Mekanisme bestaar af en Art



Motor, en Kobber- eller Aluminiumsskive, der kan dreje sig mellem Polerne paa 2 Elektromagneter, en i Hovedstrømmen, en i Shunt til Lysbuen. Den varierende Magnetisme i disse vil inducere Strømme i Skiven, og da Magneterne har forskellig Selvinduktion og forskellig Faseforskydning, vil Magnetismen fremkomme lidt senere i den ene end i den anden, hvad der vil virke drejende paa Strømmene i Skiven og derved paa denne.

**Drosselspoler, Transformatorer.** Ved Vekselstrøm kan man i Stedet for en almindelig Forlagsmodstand med Fordel anvende en Drosselspole, der bestaar af en Elektromagnet med Anker af lamelleret Jern, se Side 103. Paa Grund af Selvinduktionen, der kan varieres ved at forandre Ankerafstanden, kan det ønskede Spændingstab opnaas, men med ringere Energitab, end naar almindelig Modstand bruges.

Skal kun en enkelt Lampe bruges, f. Eks. ved en Net-spænding af 127 Volt, kan en lille Transformator, f. Eks. en Autotransformator, benyttes, hvorved undgaas, at den for høje Spænding til ingen Nytte bruges i en Modstand.

### Kviksølvlamper m. fl.

**Kviksølvlamper** bestaar af et skraatstillet, lufttomt Rør, der kan være af Glas, men ved de nyere Lamper, Kvartslamper, er af Mineralet Kvarts, der, ved at kunne taale en højere Temperatur,

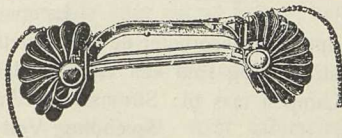


Fig. 121.

gør det muligt at opnaa bedre Lysvirkning. Røret har en mindre Udvidelse i begge Ender, hvor Strømtilførsler af Metal er indsmeltede, og indeholder noget Kviksølv. Lampen tændes ved at løfte Rørets underste Ende saa meget,

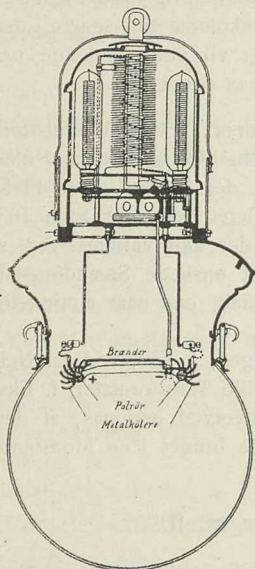


Fig. 122.

at Kviksølvet stiller sig som en Forbindelse mellem begge Strømtilførsler, der straks efter atter brydes ved, at Røret føres tilbage i den skraa Stilling. Der dannes derved en Lysbue, hvorved noget af Kviksølvet fordamper og fylder Røret med Kviksølv damp, der tjener som Leder for Strømmen. Dampene opvarmes meget stærkt og udstråler derved et roligt, lidt grønligt, ikke videre behageligt Lys, som imidlertid har et forholdsvis ringe Energiforbrug.

Bevægelsen af Røret besørges af en Elektromagnet. Lampen er forsynet med en Forlagsmodstand.

Til almindelig Belysning maa Lampen forsynes med en Glaskuppel, der absorberer de ultraviolette Straaler, som Lampen udstråler, og som kan være skadelige for Øjne og Hud.

|                                       |         |      |      |
|---------------------------------------|---------|------|------|
| Lampen faas til: Strømstyrke, Amp.... | 3,5     | 2,5  | 4    |
| Spænding, Volt.....                   | 220     | 220  | 110  |
| Lysstyrke, N. L....                   | c. 3000 | 1500 | 1200 |

**Moore-Lys.** Et Belysningssystem, der muligvis har en Fremtid for sig, er angivet af Amerikaneren Moore og bestaar af Glasrør, 30—60 Meter lange, med fortyndet Luft, der bringes til at lyse ved, at Vekselstrøm af c. 12,000 Volts Spænding sendes gennem Røret. Efter Luftarten, der findes i Røret, kan Lyset, der ikke er særlig stærkt, faa forskellig Farve, som ved Geisslers Rør. I Forhold til den i Røret anvendte elektriske Energi udstraales meget Lys, men de tilhørende Apparater til Frembringelse af den høje Spænding forringer Nyttevirkningen. Endvidere maa der anvendes en Art Ventil paa Røret, for at den rette Fortyndingsgrad kan vedligeholdes. De lange Rør indskrænker Anvendeligheden en Del, men der kan opnaas ensformet og behagelig Belysning.

### Belysning med Glødelamper.

Som en Vejledning ved Projektering af Belysning kan følgende tjene, idet der dog i hvert enkelt Tilfælde maa tages mange forskellige Hensyn, der kan medføre Afvigelser.

Belysning bør være nogenlunde jævnt fordelt, saa at Øjet ikke trættes ved afvekslende at se paa stærkt og svagt oplyste Genstande.

Lysstraalerne maa ikke træffe Øjet direkte fra Lampen eller tilbagekastede fra spejlende eller stærkt belyste hvide Flader.

Matte Lamper eller matte Kupler vil formindske den generende Virkning af direkte Lys.

Bedst Belysning opnaas som Regel, naar samme Arbejdsplads samtidig belyses fra flere Sider, da derved



Skyggedannelsen bliver mindre generende, end naar alt Lyset kommer fra et Sted.

Et godt Resultat kan opnaas ved den saakaldte *indirekte* Belysning, hvor Lyset fra Lamperne ved Skærme kastes op mod et hvidt Loft, hvorfra det saa tilbagekastes som jævnt spredt Lys. Der fordres dog betydelig større Lysmængder for at opnaa samme Belysning, da en Del tabes ved de gentagne Tilbagekastninger. En Blanding af direkte og indirekte Belysning vil som Regel være at foretrække.

Ønskes Lyset hovedsagelig i enkelte Retninger, kan god Virkning opnaas ved Skærme og Reflektorer.

Den nødvendige Lysstyrke og Belysning kan ansættes til:

|                                  | Lysstyrke i N. L.<br>pr. m <sup>2</sup> Gulvflade | Belysning i<br>Meter-Lys |
|----------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------|
| Festsale.....                    | 10—14                                             | 40—60                    |
| Selskabssale.....                | 6—12                                              | 30—50                    |
| Saloner.....                     | 6—8                                               | 25—35                    |
| Spisestuer og alm. Rum.....      | 3—6                                               | 15—25                    |
| Sovekamre.....                   | 1,5—3                                             | 8—12                     |
| Korridorer m. m.....             | 1—2,5                                             | 5—10                     |
| I Maskinfabrikker og lign. ....  | 6—8                                               | 25—35                    |
| I Fabrikker for grovere Arbejder | 3— 6                                              | 15—35                    |

I Fabrikker og Arbejdsrum for finere Arbejder maa mindst regnes 1 Glødelampe à 10 Lys for hver Arbejdsplads, foruden den almindelige Belysning, der kan sættes til 0,5—2 N. L. pr. m<sup>2</sup>.

Endvidere kan anføres:

I almindelige Stuer maa man regne med en Belysning paa Bordet af 20 Meterlys, i Skoler, Kontorer og Tegne-

stuer fordres en Belysning af 50 Meterlys paa Arbejdsbordene.

Kupler og Skærme af klart Glas tilbageholder 5 %, ætset Glas 30—35 % og Mælkeglas 40—60 % af Lyset.

### Belysning med Buelamper.

I lukkede Rum kan Lamperne ophænges paa følgende Maade:

|                                      |   |    |       |
|--------------------------------------|---|----|-------|
| Lampens Strømstyrke i Amp.....       | 4 | 6  | 8     |
| Afstand mellem Lamperne, Meter ..... | 8 | 10 | 12—14 |

I det fri regnes følgende Ophængningshøjder passende:

|                                |     |       |       |
|--------------------------------|-----|-------|-------|
| Lampens Strømstyrke, Amp. .... | 6   | 10    | 12    |
| Højde, Meter .....             | 5—8 | 10—12 | 10—14 |

Buelamper anvendes dog nu kun sjældnere til almindelig Belysning, idet de erstattes af  $\frac{1}{2}$  Watts Lampen for store Lysstyrker.

## MAÅLEAPPARATER

### Apparater til Undersøgelse af Ledninger m. m.

Til de hyppigst forefaldende Undersøgelser af Ledninger og Apparater m. m. hører: Prøve for Ledning og Prøve for Isolation.

**Prøve for Ledning** foretages ved at sætte den Ledning — eller det Kredsløb — der skal undersøges, ind i Række med en Strømfrembringer, Element eller Dynamo og et efter Forholdene passende Strømviserapparat, Klokke, Telefon, Galvanoskop, Glødelampe, Voltmeter ell. lign., Fig. 123 *a*. At der er Strøm viser, at Ledningen er hel, ingen Strøm, at den er brudt. I sidste Tilfælde prøves om muligt Kredsløbets enkelte Dele for at finde Fejlens Plads.

**Prøve for Isolation** foretages ved at sætte Ledningen, der skal undersøges, i Forbindelse med Strømviserapparatet og dette i Forbindelse med Strømfrembringerens ene Pol, medens dennes anden Pol sættes til de Metaldele, Jordens Fugtighed eller lign., hvorfra Ledningen skal være isoleret, Fig. 123 *b*. Ingen eller meget svag Strøm antyder stor Isolationsmodstand, stærk Strøm antyder lille Isolationsmodstand, 0: stor Isolationsfejl.

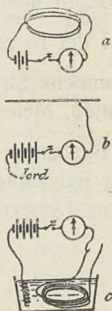


Fig. 123.



Til disse Prøver behøves som Regel mere fintfølende Apparater end til Prøve for Ledning, og der bør helst anvendes samme Spænding som Driftsspændingen.

Undertiden benyttes ogsaa Vekselstrøm med 1000—2000 Volts Spænding ved Prøve af Isolation, „Gennemslagsprøve“, saaledes ved Dynamoer, Motorer, Transformatorer og ved nogle Ledninger.

En ikke installeret Lednings Isolation kan kun prøves betryggende ved — for saa vidt Isolationen kan taale det —, at lægge Ledningen i Vand, helst 24 Timer i Søvand, med begge Ender fri af Vandet. Den ene Ende forbindes over et Strømviserapparat med Strømfrembringerens negative Pol, medens dennes positive Pol sættes i Forbindelse med Vandet ved en uisoleret Traad eller Plade, der lægges deri. Ledningens anden Ende holdes isoleret, Fig. 123 c. Gennem Fejl i Isolationen vil der blive Forbindelse mellem Lederen og Vandet, og med et passende Maaleapparat vil man saaledes kunne maale Isolationsmodstanden. Jo mere Strøm, der gaar gennem Fejlen, des daarligere er Isolationen. En større Fejls Beliggenhed kan findes ved langsomt at trække Ledningen gennem Vand.

Almindelige vulkaniserede Ledninger skal, efter at have ligget 24 Timer i Vand, i en halv Time kunne modstaa Virkningen af en Vekselstrøm paa 2000 Volt mellem Kobberkærnen og Vand, hvis Temperatur ikke maa overstige  $25^{\circ}$  C. Efter nogle Regler skal deres Isolationsmodstand være mindst 1000 Megohm (en Megohm = en Million Ohm) pr. km Ledning, maalt ved 220 Volts Spænding. Det maa bemærkes, at Isolationsmodstanden i en Ledning forholder sig omvendt som Længden; den vil altså i en, iøvrigt fejlfri, dobbelt saa lang Ledning være

halvt saa stor, i en Ledning af den halve Længde dobbelt saa stor.

En installeret Lednings Isolation til Jord prøves, idet Strømfrembringerens ene Pol over Maaleapparatet sættes i Forbindelse med Ledningen, medens den anden Pol forbindes med Jorden, f. Eks. ved, at en Traad føres til et Vandrør. En Lampegruppe, Gruppeledning, prøves, efter at være adskilt fra den øvrige Del af Ledningsnettet, og efter at alle Lamper o. lign. er udtagne eller afbrudte, saaledes, at hver Pols Isolationsmodstand undersøges ved at indsætte Maaleapparat og Strømfrembringer mellem dem.

Opsøgningen af Isolationsfejl sker ved Deling af Ledningen, indtil Fejlen findes paa det mindste, udelelige Stykke. Omhyggelig Besigtigelse kan undertiden lede til, at Fejlen findes.

**Galvanoskop til Ledningsundersøgelse.** Et bekvemt og meget almindeligt anvendt Apparat til ovennævnte Prøver bestaar af et lille Batteri paa 6—12 tørre Elementer

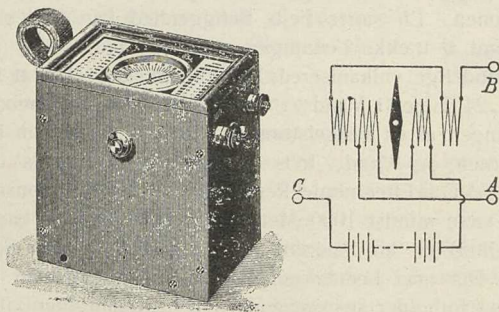


Fig. 124.

og et Galvanoskop i en Trækasse. Batteri og Galvanoskop er forbundne i Række og ført til Klemskruer udenpaa Kassen, Fig. 124. Galvanoskopet bestaar af en Magnetnaal, drejelig ophængt indeni en Ramme, beviklet med isoleret Kobbertraad. Gaar der Strøm gennem Beviklingen, gør Naalen et Udslag. Naalen bærer en Viser, der bevæger sig over en inddelt Skive.

Apparatet er endvidere gerne indrettet saaledes, at man ved Benyttelse af et Sæt Klemskruer, *C, A*, kun har et mindre Antal af Galvanoskopets Vindinger i Brug, Apparatet er da mindre følsomt og egner sig til Prøve for Ledning. Benyttes et andet Sæt Klemskruer, *C, B*, er alle Galvanoskopets Vindinger i Brug; Apparatet er da mest følsomt og egner sig til Prøve for Isolation. Tillige kan det være saaledes indrettet, at man, naar det drejer sig om Prøver med Strøm fra et Ledningsnet med 110 eller 220 Volt, altsaa f. Eks. Prøver af Isolationsmodstand ved Driftsspændingen, ved at benytte særlige Klemskruer kan bruge Galvanoskopet i Forbindelse med en passende stor Modstand, der er anbragt i Apparatet. En til Apparatet hørende Tabel angiver, hvor stor Isolationsmodstand der findes i det indsatte Kredsløb for forskellige Udslag af Galvanoskopet.

Nogen stor Nøjagtighed kan ikke ventes ved Maaling med et saa simpelt Apparat, der let paavirkes af Jerndelev i Nærheden, og hvis Angivelser tillige afhænger af Elementernes Tilstand.

**Isolationsmaaler med Induktor.** For at kunne maale Isolationsmodstanden ved den Spænding, der skal anvendes under Driften, benyttes Apparater, der i en lille Kasse indeholder en Dynamo til at dreje ved et Haandsving og



et Voltmeter, Fig. 125 a og b. Ved at dreje paa Svinget giver Dynamoen Spænding, forskellig efter hvor hurtig der drejes, saaledes f. Eks. 220 Volt, der aflæses paa Voltmetret, ved

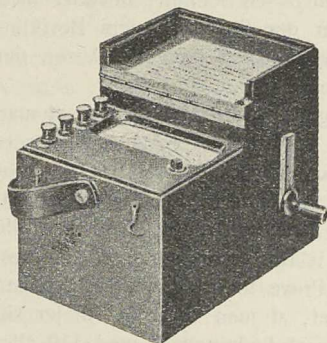


Fig. 125 a.

at der trykkes paa en Knap. Maaling foretages, idet Apparatets Klem-skruer forbindes med den Ledning, der skal maales, og Jord, medens der, uden at der trykkes paa Knappen, drejes paa Svinget med det Antal Omdrejninger, der fandtes at give den ønskede Maale-spænding. Udslag paa Voltmeteret vil direkte angive Isolationsmodstan-

den i Ohm, idet der findes Inddeling for Modstanden ved bestemte, almindeligst benyttede Spændinger.

**Isolationsmodstand i et elektrisk Anlæg i Drift** kan prøves ved Hjælp af 2 ens Glødelamper, hver til Anlægets fulde Spænding. De indsættes i Række mellem den positive og den negative Ledning, medens Forbindelsesledningen mellem Lamper-

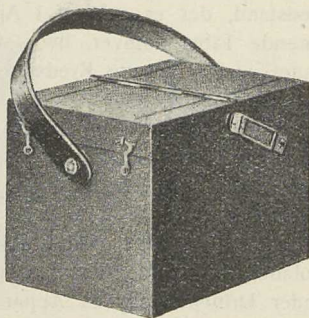


Fig. 125 b.

ne sættes til Jord, Fig. 126. Saa længe Anlægget er i Orden, vil Lamperne lyse svagt og lige stærkt, hvorimod en større Afledning paa den positive Ledning vil medføre, at Lampen, der er i Forbindelse med denne Ledning, vil lyse svagere, medens den, der er i Forbindelse med den negative Ledning, lyser stærkere, og omvendt, hvis Fejlen er paa den negative Ledning. Der vil nemlig gaa Strøm fra den Ledning, hvis

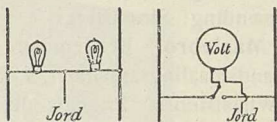


Fig. 126.

Isolation er i Orden, gennem dens Lampe til Jord og derfra gennem Fejlen til den anden Ledning. Jo stærkere Lampen lyser, jo større Fejl, og jo mindre Isolationsmodstand.

Bedre er det at bruge et Voltmeter. Sættes f. Eks. dets ene Klemkrue til den positive Ledning, dets anden Klemkrue til Jord, vil intet Udslag fremkomme, hvis den negative Lednings Isolation er i Orden; findes en Isolationsfejl, vil der gaa Strøm gennem Voltmetret, og dette vil gøre et Udslag, større, jo større Fejlen er. Den positive Lednings Isolation undersøges ved at sætte Voltmetret til den negative Ledning. Kendes Voltmetrets Modstand, kan Isolationsmodstanden findes. Er f. Eks. Driftsspændingen 110 Volt, og Voltmetret viser 11 Volt, er Modstanden i Fejl + Voltmeter 10 Gange Voltmetrets Modstand, altsaa Fejlens Modstand 9 Gange Voltmetrets; ved 55 Volts Udslag er Fejlens Modstand = Voltmetrets o. s. v., og Isolationsmodstanden =  $\frac{\text{Anlæggets Driftsspænding}}{\text{Voltmetrets Udslag}} \times \text{Voltmetrets Modstand} \div \text{Voltmetrets Modstand}$ .

**Ledningsmodstand.** Modstanden i en Leder kan findes ved samtidig Maaling af Strømstyrke og Spændingstab. Sendes saaledes en Strøm, der ved en Modstand holdes paa en passende Størrelse, gennem Lederen, og maales Spændingen mellem dennes Ender, har man Modstand = Spænding: Strømstyrke.

**Maalebro.** Bekvemmere er det at bruge særlige Modstandsmaalingsapparater, f. Eks. en saakaldt Maalebro efter „Wheatstones“ Princip, der skematisk er vist i Fig. 127 og 128. Den bestaar af en udstrakt Traad  $M$ , hvorigennem sendes Strøm fra et Par Elementer; i Parallelforbindelse med Traaden findes et andet Strømløb, bestaaende af den Modstand, der skal maales,  $x$ , og en variabel Modstand,  $c$ , som

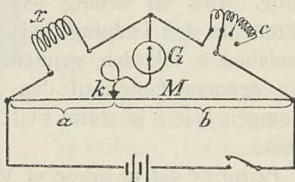


Fig. 127.

Regel paa 0,1—1—10—100  $\Omega$ . Endvidere findes et Galvanometer,  $G$ , indsat mellem en langs Traaden  $M$  forskydelig Kontakt  $k$  og Forbindelsesledningen mellem  $x$  og  $c$ . Under Maaling forskydes  $k$  og varieres  $c$ , indtil  $G$  intet Udslag viser. Modstanden i  $x$  vil da være lige saa mange Gange større (eller mindre) end  $c$ , som Stykket  $a$  er større

(eller mindre) end  $b$ , eller  $x = \frac{a}{b} \cdot c$ . Rgningen  $a:b$  be-

høves som Regel ikke at udføres, idet der langs Traaden staar Tal, der angiver Modstanden i  $x$ , naar  $c = 1$ ; er  $c = \frac{1}{10}$ , 10 eller 100, vil Modstanden i  $x$  være  $\frac{1}{10}$ , 10 eller 100 Gange den paa Traaden aflæste.

Maalingerne bliver nøjagtigst, naar de kan foretages med



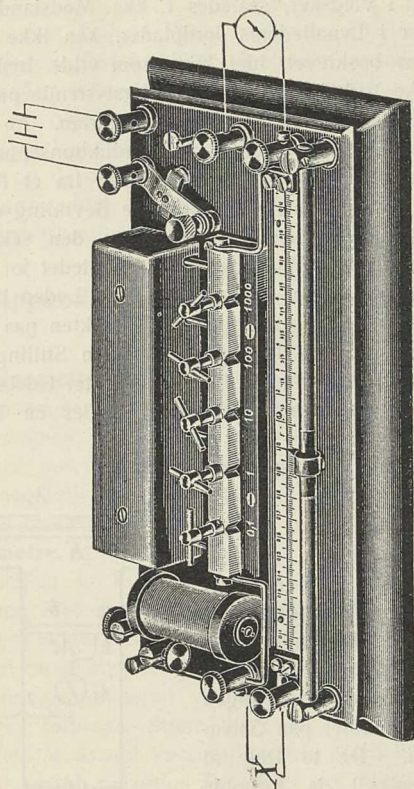


Fig. 128.

den forskydelige Kontakt i Nærheden af Midten af Maaletraaden.

Modstand i Vædsker, saaledes f. Eks. Modstand i Elementer eller i Lynaflerders Jordplader, kan ikke maales som ovenfor beskrevet, idet Jævnstrøm vilde frembringe elektrolytiske Virkninger. der virke forstyrrende paa Maalingen. Der maa hertil benyttes Vekselstrøm. En Maalebro kan være forsynet med et lille Induktionsapparat tilvenstre paa Fig. 128, saaledes at Strøm fra et Par Elementer sendes gennem dets primære Bevikling over en Hammerafbryder, medens Strømmen fra den sekundære Bevikling benyttes i Maalekredsløbet. I Stedet for Galvanometer maa da bruges en Telefon. Efter Lyden i denne, der vil variere ved Forskydning af Kontakten paa Maaletraaden, kan Maaling foretages, idet den Stilling, hvor Lyden er svagest, vil svare til, at der intet Udslag vilde være paa Galvanometret. Apparatet kaldes en Telefonmaalebro.

### Isolationsfejls Beliggenhed.

Under visse Forhold kan man finde Beliggenheden af en Isolationsfejl i et Kabel, der er nedlagt i Jorden ved Bromaaling. Kablet  $K$  forbindes med en Maaletraad  $M$ , som vist paa Fig. 129. Kontakten  $k$  forskydes langs Maaletraaden til der ingen Udslag fremkommer paa Galvanometret  $G$ . De to Dele af Maaletraaden vil da forholde sig til hinanden som Afstanden

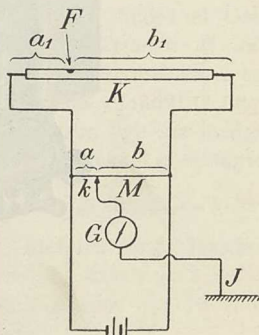


Fig. 129.

fra den ene Ende af Kablet til Fejlen  $F$  forholder sig til den øvrige Del af Kablet, altsaa  $\frac{a}{b} = \frac{a_1}{b_1}$ . Kendes derfor dettes Længde, kan Fejlens Plads udregnes. Findes mere end een Fejl paa Kablet, bliver Maalingen upaalidelig. Kan Maaletraaden ikke direkte forbindes med begge Ender af Kablet, som vist, kan f. Eks. et andet — fejlfrt — Kabel benyttes til Forbindelse med den fjerneste Ende. Dettes Længde og de øvrige Tilledningers Længde gaar med ind i Regningen, idet der tillige korrigeres for mulig forskelligt Tversnitsareal i de to Kabler og i Tilledningerne.

### Apparater til Maaling af Strømstyrke og Spænding.

**Ampèremetre.** Strømstyrken i en Ledning maales ved et Ampèremeter, der indsættes saaledes i Ledningen, at hele Strømmen, der skal maales, passerer Apparatet. Dettes Modstand gøres meget lille, for at Ledningsmodstanden og dermed Tabet i Ledningen ikke skal forøges for meget ved dets Indsætning.

**Voltmetre.** Spændingsforskellen mellem to Ledninger eller mellem to Punkter i et Kredsløb maales ved et Voltmeter, idet der fra dettes Klemskruer føres Traade til de paagældende Steder. Apparatets Skala er inddelt saaledes, at man aflæser den Spænding, der har frembragt den gennem Voltmetret gaaende Strøm. For at den til Maalingen forbrugte Strøm ikke skal blive for stor, maa Apparatets Modstand være forholdsvis betydelig.

For at opnaa nøjagtige Resultater ved Maaling med et Voltmeter, maa den af Apparatet forbrugte Strøm være saa



ringe, at den ikke medfører nogen kendelig Forandring i Strømforholdene, hvor Maalingen foretages.

Ampèremetre og Voltmetre kan fraregnet den ovennævnte meget væsentlige Forskel i Modstand, være ens konstruerede. De almindeligst anvendte kan henføres til to Klasser, de saakaldte elektromagnetiske, ogsaa kaldet Blødjernsapparater, og Drejespoleapparater eller Apparater med permanente Magneter. Endvidere bruges en Del Varmetraadsapparater.

**Elektromagnetiske Ampère- og Voltmetre** er saaledes indrettede, at Strømmen passerer gennem en faststaaende Traadspole, der i Ampèremetrene har faa tykke Vindinger, i Voltmetrene mange tynde. En Jernkerne vil trækkes mere eller mindre ind i Spolen, eftersom Strømmens Styrke,  $\propto$  i Voltmetre eftersom den Spænding, der har frembragt Strømmen, er større eller mindre. Herved drejes en Viser over en inddelt Skala, medens Tyngdekraften, undertiden i Forbindelse med en Fjeder, modvirker Drejningen. Inddelingen angiver henholdsvis Strømstyrken i Ampère og Spændingen i Volt. Disse Apparater er ikke særlig nøjagtige, Skalaens Inddelinger er ikke lige store, se Fig. 130,

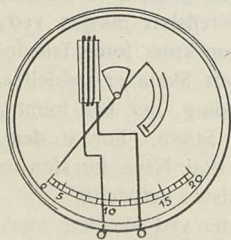


Fig. 130.

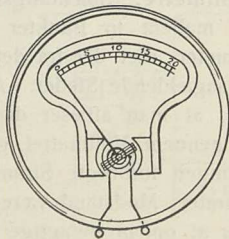


Fig. 131.

og er navnlig ved Begyndelsen af Skalaen meget smaa, saa at Aflæsningerne her ere ret unøjagtige. Endvidere svinger Viseren flere Gange frem og tilbage ved større Variationer i Strømstyrken eller Spændingen, inden den kommer i Ro. Dette kan dog tildels afhjælpes ved Anvendelse af Luftdæmpere; Apparaterne kaldes da aperi-diske. De paavirkes af Magneter og strømførende Ledninger i Nærheden, hvad der kan modvirkes ved, at Apparatet forsynes med en Jernkappe, og da Tyngdekraften er medvirkende ved Viserens Indstilling, kan de ikke anbringes paa bevægeligt Underlag, f. Eks. i Skibe eller Vogne. De anvendes dog meget paa Grund af deres Billighed. De viser ens, enten Strømmen gennem dem har den ene eller den anden Retning, og de kan bruges baade til Jævnstrøm og Vekselstrøm.

**Ampèremetre og Voltmetre med permanente Magneter**, ogsaa kaldet Drejespole- eller Præcisionsapparater, har Staal-magneter, mellem hvis Poler en Traadspole med tynde Vindinger, viklet paa en let, rektangulær Aluminiumsramme, Fig. 131 og 132, der tillige bærer Viseren, kan dreje sig i en cylindrisk Uddrejning med ganske lille

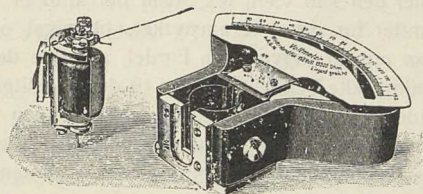


Fig. 132.

Spillerum. Inden i Traadspolen er anbragt en faststaaende, cylindrisk Jernkærne af blødt Jern, der næsten helt udfylder Rammen, til Forstærkelse af Magnetismen. Strømtilførslen til Spolen sker ved to Spiralfjedre, der tillige modvirker Drejningen og holder Viseren i Nulstilling. Naar der gaar Strøm gennem Spolen, vil den dreje sig og derved bevæge Viseren hen over Skalaen. Viseren kommer hurtig i Ro, idet der ved selve Drejningen vil induceres Strøm i Rammen, hvorved Bevægelsen vil dæmpes. De

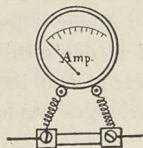


Fig. 133.

fordrer ikke fast Ophængning, er temmelig upaavirkede af Strømme eller Magneter i Nærheden, har lige store Inddelinger over hele Skalaen og er, naar Magneterne er godt forarbejdede, meget paalidelige.

Da Traadspolen, for at være tilstrækkelig let bevægelig, kun kan bevikles med tynd Traad og derfor kun kan taale at gennemløbes af svag Strøm, maa Ampèremetrene indrettes saaledes, at Strømmen deler sig gennem Traadspolen og en dermed parallelt forbunden Modstand, „Shunt“, hvorigennem den største Del af Strømmen gaar, Fig. 133. Denne Shunt kan enten være anbragt i selve Ampèremetret, eller den kan være løs, hvad der altid er Tilfældet ved Apparater for større Strømstyrker, hyppigst ogsaa for smaa. Man opnaar derved den Fordel, at selve den svære Hovedledning ikke behøver at føres til det egentlige Maaleapparat, idet Shunten kan indsættes i Ledningen, medens Apparatet forbindes med Shunten ved tynde Tilledninger. Shunt, Maaleapparat og Tilledninger høre sammen og kan ikke uden videre ombyttes eller forandres, Apparatets Skala er inddelt saaledes, at Udslaget angiver den hele Strøm



gennem Shunt og Traadspole. Til samme Apparat kan benyttes forskellige Shunter, saaledes at det kan bruges til højest forskellige Strømstyrker. Skalaens Inddelinger faar da særlig Betydning for hver Shunt.

Voltmetrene har en Modstand indskudt i Serie med Traadspolen i Stedet for Shunt. Ved Brug af forskellige Modstande kan samme Apparat benyttes til meget forskellige Spændinger.

Samme Instrument kan forsynes saavel med Shunter som med Forlagsmodstande og benyttes saavel til Strømstyrke —, som til Spændingsmaalinger.

Disse Apparater gør kun rigtigt Udslag for en bestemt Strømretning. De maa derfor indsættes paa bestemt Maade efter Mærker paa Klemkruerne, og de kan ikke bruges til Vekselstrøm.

I Akkumulatorkredsløb eller andre Steder, hvor Strømretningen kan skifte, maa de have Nulpunkt midt paa Skalaen, saa at Udslaget for een Strømretning gaar til den ene Side, for modsat Strømretning til den anden Side.

**Varmetraadsapparater.** Maalingen foregaar ved, at en fin Traad  $T$  gennemløbes af Strøm, hvorved den opvarmes. Den derved fremkomne Forlængelse benyttes til Drejning af en Viser ved Fjedren  $F$ , Fig. 134.

Disse Apparater maa ligeledes forsynes med Shunter, naar de bruges som Ampèremetre, og Forlagsmodstande, naar de bruges som Voltmetre. De kunne benyttes saavel til Jævnstrøm som

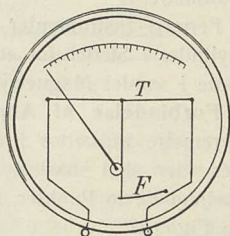


Fig. 134.

til Vekselstrøm. Som Dæmpning bruges som Regel en Aluminiumsskive, der drejes med Viseren og bevæger sig i en smal Spalte mellem Polerne af en permanent Magnet. Ved Drejningen opstaar Hvirvelstrømme i Skiven, der virke dæmpende.

**Induktionsapparater.** Til Vekselstrøms- og Drejestrømsmaalingen benyttes endvidere de saakaldte Induktionsapparater. De bestaa af en Skive  $A$  af Aluminium eller Kobber, der kan dreje sig mellem Polerne af to Elektromagneter  $M_1$  og  $M_2$  af lamelleret Jern, Fig. 135, beviklede saaledes, at der fremkommer en Faseforskydning mellem Strømmene i dem. I Skiven opstaar Hvirvelstrømme, der ved passende Anbringelse af Elektromagneterne kunne bevirke en Drejning af Skiven og dermed af Viseren. Apparaterne kunne indrettes saavel som Ampèremetre som Voltmetre.

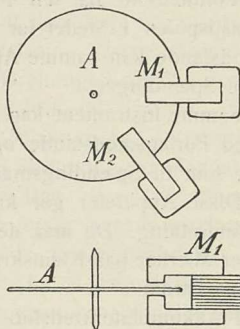


Fig. 135.

Ferraris-Instrumenter er af ovennævnte Princip med en Cylinder i Stedet for en Skive og Elektromagneterne ordnede i samlet Magnetsystem.

**Forbindelse af Ampèremetre og Voltmetre.** Ampèremetre indsættes i den Ledning, hvori Strømmen findes, der skal maales, se Fig. 136. Voltmetre indsættes mellem de to Punkter, hvis Spændingsforskel skal maales, se Fig. 137.

Samme Apparat kan benyttes til flere forskellige Maalin-

ger, idet Apparatet forbindes med en Omskifter, hvorved det kan indsættes paa Shunter i flere forskellige Strømløb, Fig. 138, hvis det er et Ampèremeter, eller paa forskellige

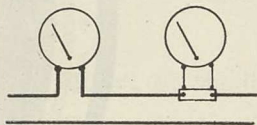


Fig. 136.

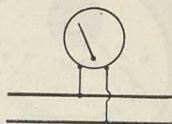


Fig. 137.

Punkter, hvor Spændingen skal maales, hvis det er et Voltmeter.

Ved Maaling af Vekselstrøm bruges ved højere Spændinger gerne Maaletransformatorer, saaledes at Apparaterne passerer af Strøm ved lav Spænding, Fig. 139.

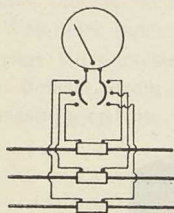


Fig. 138.

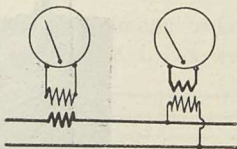


Fig. 139.

**Apparaternes Form.** Der benyttes forskellige Udførelser af Apparaterne, saaledes transportable Apparater til Montagebrug og Tavleapparater til fast Opsætning paa Fordelingstavler. Disse sidste haves med almindelig flad Skive til Opsætning paa Tavlen eller i Udskæring i denne,



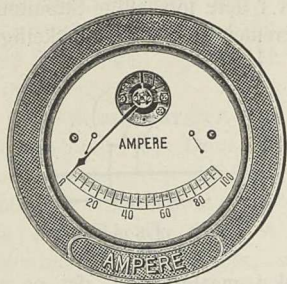


Fig. 140.

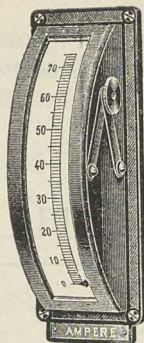


Fig. 141.



Fig. 142.

Fig. 140, som Profilapparater, 3: Apparater, hvor Viseren bevæger sig i vertikal Retning, Fig. 141, og endvidere som Pultapparater og Søjleapparater til Anbringelse henholdsvis paa Pulte, bordlignende Tavler og paa fritstaaende Søjler, Fig. 142.

### Apparater til Maaling af Effekt, Watt.

**Wattmeter** benyttes til Maaling af Effekt eller Antal Watt, 3: Antal Volt  $\times$  Amp. ved Jævnstrøm og Vekselsstrøm uden Faseforskydning, Antal Volt  $\times$  Amp.  $\times \cos \varphi$ , naar der er Faseforskydning. Wattmetre have en Spole, der gennemløbes af Forbrugsstrømmen og en anden Spole, der gennemløbes af en Strøm, der er afhængig af Spændingen, 3: der er indsat som Voltmeter. Viseren bevæges under Indvirkning af begge Spoler imod en Fjeder over en Skala, inddelt saaledes, at Antallet Watt direkte aflæses.

Et Wattmeter indsættes, som vist paa Fig. 143, i et almindeligt Toledersystem.

Ved trefaset Strøm kan forskellige Ordninger anvendes. Er Belastningen ens i alle 3 Faser, som f. Eks. ved en

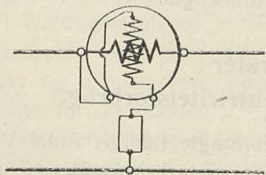


Fig. 143.

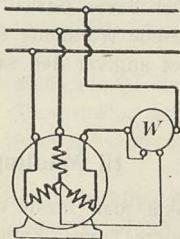


Fig. 144.

Drejestrømsmotor kan Maaling foretages med et Wattmeter, indsat som vist i Fig. 144, forsaavidt Nulpunktet er tilgængeligt. Wattmetret angiver da Effekten i en Fase, og den samlede Effekt er 3 Gange det paa det ene Wattmeter aflæste. Findes ingen Nulpunkt, eller er det ikke tilgængeligt, men Belastningen ens i alle 3 Faser, kan den paa Fig. 145 viste Forbindelse anvendes, idet der med 3

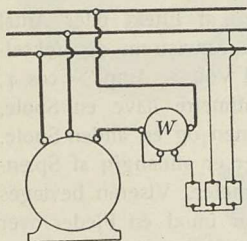


Fig. 145.

Modstande, indsatte i Stjerneforbindelse, frembringes et kunstigt Nulpunkt.

Er Belastningen ikke lige stor i alle 3 Faser, maa benyttes 2 Wattmetre, der indsættes saaledes, at Hovedspolerne er inde i 2 af Faseledningerne, Shuntspolerne mellem disse og den tredie Faseledning. Summen af de to Wattmetres Angivelse er

da den samlede Drejestrømseffekt. Der kan ogsaa bruges 3 Wattmetre, der hvert for sig indsættes som det ene paa Fig. 145, altsaa med Spændingsspolerne ført til Nul.

Der haves ogsaa Trefasewattmetre, der ere 2 eller tre enfasede Wattmetre saaledes sammenbyggede, at en enkelt Viser angiver den samlede Wattmængde.

### Apparater til Maaling af Elektricitetsforbrug.

Skal man maale den hele forbrugte Energi, Antal Volt-Ampère-Timer, Watttimer (Hekto- eller Kilowatttimer), maa foruden Strømstyrke og Spænding endvidere Tiden maales.



Hertil benyttes Elektricitetsmaalere, der kan være Ampèretime- eller Watttimemaalere.

**Ampèretimemaalere** (Coulombmaalere) maaler kun Strømstyrke og Tid, altsaa Ampèretimer, derimod ikke Spændingen: det aflæste maa da multipliceres med Spændingen for at give Watttimerne. Til Brug under Forhold, hvor Spændingen er næsten konstant, indrettes Apparatet, saa der direkte aflæses Watttimer, Hekto- eller Kilowatttimer. Disse Maalere har kun eet Strømløb, der passerer af Forbrugsstrømmen.

**Watttimemaalere** (Hekto-, Kilowatttimemaalere) maaler baade Strømstyrke, Spænding og Tid, og angiver derfor det virkelige Energiforbrug. Disse Maalere har eet Strømløb, der passerer af Forbrugsstrømmen, et andet, der passerer af en Shuntstrøm, som afhænger af Netspændingen.

Af de mest anvendte Maalere kan nævnes:

**Urmaalere** (Arons Maalere), der bestaar af to ens Urværker, hvoraf det enes Gang fremskyndes ved, at Strømmen, der skal maales, gennem en faststaaende Traadspole virker paa en Magnet, ophængt i dette Værks Pendul. Forskellen i Urenes Gang overføres mekanisk til et Tællerværk. Maaleren er i denne Udførelse Ampèretimemaaler. Denne Maaler benyttes dog ikke meget; den kan ikke bruges ved Vekselstrøm.

I Watttimemaalerne er Magneten ombyttet med en fin Traadspole, der gennemløbes af en Shuntstrøm, der tiltager og aftager med Spændingen. Apparatet kan ogsaa bruges til Vekselstrøm.

Urværkerne trækkes op elektrisk i de nyere Apparater.

**Motormaalere** er de almindeligst benyttede. Tællerværket drives her af en Elektromotor, der i Ampèretimemaal-

lerne bestaar af en Staalmagnet, mellem hvis Poler der findes et traadbeviklet Anker, hvorigennem Strømmen, der skal maales, — eller en kendt Del af den — føres. De kan ikke bruges ved Vekselstrøm. I Watttimemaalerne, Fig. 146, er Magneten ombyttet med Traadspoler uden Jern, hvorigennem Strømmen, der skal maales, gaar. Ankeret passerer af en

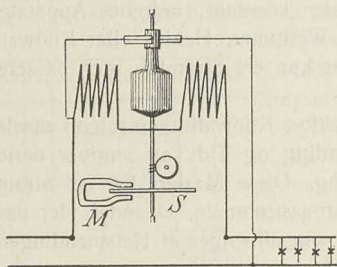


Fig. 146.

Shuntstrøm, som er afhængig af Spændingen. I begge Typer findes en Dæmper for Ankerets Omdrejning, hvorved bevirkes, at Hastigheden svarer til den passerende Strøm- eller Wattmængde. Dæmperen bestaar af en let Metalskive,  $S$ , der er

anbragt paa Ankerets Aksel og løber mellem Polerne paa Staalmagneten,  $M$ . Under Omdrejningen induceres der i Metalskiven Strømme, som modvirker Bevægelsen. Watttimemaaleren kan ogsaa benyttes til Vekselstrøm.

**Induktionsmaalere.** Ved Vekselstrøm bruges hyppigst Maalere, konstruerede som angivet under Induktionsapparater, dog med den Forskel, at Skiven drejer sig rundt og driver et Tællværk. Drejningen bremses ved Staalmagneter, der gribe om Kanten af Skiven som omtalt ved Motormaalere.

**Elektrolytiske Maalere,** der er Ampèretimemaalere, benytter Udfældning af Metal som Maal. Metallet kan være Kviksølv, der udfældes paa Platin, ved at Strømmen

ledes fra Kviksølv gennem en Kviksølvopløsning til en Platinplade. Det udfældede Kviksølv drypper ned i et inddelt Glasrør, hvor Antallet af Ampèretimer kan aflæses. Det hele er indesluttet i en tilmeltet Glasbeholder, Fig. 147. Ved at vende denne, løber det udfældede Kviksølv tilbage paa sin oprindelige Plads. Maaleren kan kun benyttes ved Jævnstrøm.

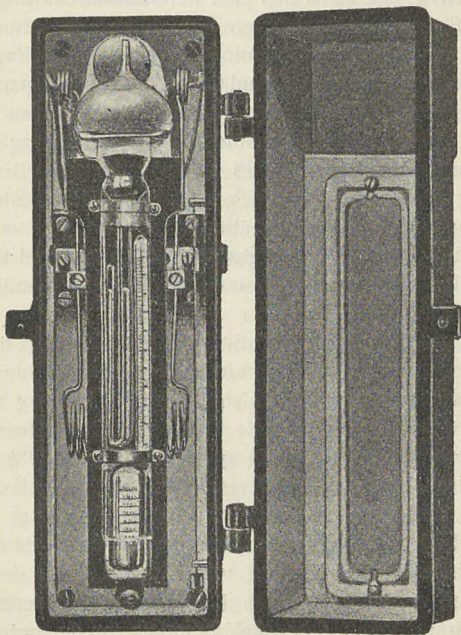


Fig. 147.

11\*



## FORDELING AF ELEKTRISK ENERGI

Fordeling kan ske fra en eller flere Strømfrembringere til et eller flere Forbrugsapparater. Sædvanlig ledes Strømmen i større Anlæg fra Strømfrembringerne til en Fordelingstavle og derfra gennem Ledningsanlægget til Forbrugsapparaterne.

Findes der mere end een Dynamo, eller foruden Dynamoer et Akkumulatorbatteri, indsættes Dynamoer og Batteri i Parallelforbindelse, saaledes at hver for sig eller flere samtidig kan afgive Strøm. Se under Parallelforbindelse af Dynamoer og Akkumulatorbatterier.

Fordeling til flere Forbrugsapparater kan ske ved Rækkeforbindelse eller Parallelforbindelse eller en Blanding af begge disse.

**Rækkeforbindelse** eller Serieforbindelse, ved hvilken Strømmen passerer flere Forbrugsapparater efter hinanden, bruges sjældent i større Udstrækning til Lys- og Motor-drift, derimod er de enkelte Dele af samme Strømløb i Rækkeforbindelse. Systemet giver som Regel billigt Ledningsanlæg, men medfører visse Ulemper, saaledes lader det sig ikke gøre at sætte de enkelte Apparater ud af Virksomhed ved at afbryde Strømmen til dem, da Strømmen i hele Rækken derved vilde brydes, men der maa indskydes et andet Strømløb i Stedet for, og dette maa, for at Strømstyrken ikke skal forandres for de øvrige Apparater, have samme Modstand som det, der skydes ud.

Alle Apparater i samme Række maa være til samme Strømstyrke, Spændingen i hele Serien er Summen af alle Apparaternes Spændingsforbrug, men dette kan være forskelligt i de enkelte Apparater. Modstanden i en Serie er Summen af alle de enkelte Modstande. Ved Buelampelysning forbindes gerne 2 à 4, undertiden ogsaa flere Lamper i Række.

**Parallelforbindelse** er hyppigst anvendt, navnlig i almindelige Lys- og Motoranlæg. De enkelte Glødelamper, Serier af Buelamper og Motorer er da alle indrettede til Brug ved samme Spænding, men kan være til forskellig Strømstyrke, og indsættes parallelt mellem Ledningerne fra Strømfrembringeren. Strømmen vil dele sig gennem alle de parallelle Grene, saaledes at hver faar den af Spændingen, deres Modstand, og ved Vekselstrøm tillige af deres Selvinduktion, bestemte Strøm. Saa længe Spændingen holdes konstant, vil de enkelte Apparater kunne sættes i og ud af Virksomhed ved at slutte eller afbryde Strømmen til dem, uden at det indvirker paa de øvriges Funktionering.

**Driftsspænding.** Det bestemmende for Driftsspændingen og for, hvorvidt Jævnstrøm eller Vekselstrøm skal anvendes, er hyppigst Afstanden, paa hvilken Fordelingen skal finde Sted.

Ved at anvende højere Spænding vil Strømstyrken nemlig blive mindre med samme Energimængde, og som Følge deraf bliver Tabet i Ledningerne ogsaa mindre. Med samme procentvise Tab kan Ledningerne derfor gøres tyndere (og billigere) eller Afstanden gøres større (se Ledningsberegning), naar Spændingen forhøjes.

Ved Anlæg med Overføringsafstande under 1000—1500 Meter anvendes næsten altid Jævnstrøm med Spændinger

almindeligvis paa 65, 110, 220 eller 440 Volt; ved større Afstande kan det være mere fordelagtigt at benytte Vekselsstrøm. Der bruges da som Regel højere Spændinger, fra nogle Tusind Volt og opefter, i de lange Ledninger.

Der skelnes mellem *Højspændingsanlæg*, hvorved forstaas saadanne Anlæg, ved hvilke den effektive Driftsspænding mellem en vilkaarlig Ledning og Jord under normale Forhold overstiger 250 Volt, og *Lavspændingsanlæg*, hvorved forstaas alle andre Stærkstrømsanlæg.

Højspændingsanlæg er underkastede særlige Bestemmelser, saavel for Planlæggelsen, Udførelsen og Driften, der findes i Elektricitetskommissionens Forskrifter.

### Jævnstrømsanlæg.

**Toledersystem.** Anlæg med ganske korte Afstande er næsten altid ordnede som Toledersystem med Lamper og Motorer i Parallelforbindelse, Fig.



Fig. 148.

148. Glødelamperne samles i Grupper, der højst maa være paa 20 Lamper (i København 15) med et samlet Strømforbrug af højst 6 Amp. Bue-

lamperne samles i Serier med det efter Driftsspændingen passende Antal. Motorer faa gerne hver sin Ledning. Gruppeledningerne for Glødelamper og Ledningerne for Buelamper og Motorer forbindes enten til Fordelingstavlen eller for de fjernes Vedkommende til Hjælpeforde-

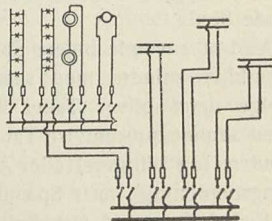


Fig. 149.



lingstavler, der forbindes ved Hovedledninger med den førstnævnte Tavle, Fig. 149.

Ved større Afstande vil Ledningsanlægget blive meget dyrt, naar der ikke skal være for store Spændingstab, selv ved Benyttelse af 220 Volts Driftsspænding, den højeste, hvortil Glødelamper for Tiden kan faas. 440 Volt kan benyttes, men Lamperne maa da indsættes 2 og 2 i Serie. Der vil dog heraf følge den Ulempe, at der skal tændes og slukkes mindst 2 Glødelamper ad Gangen.

**Trelederssystem** afhjælper denne Ulempe og giver en betydelig Besparelse i Kobberforbrug til Ledningerne, se

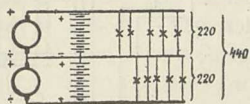


Fig. 150.

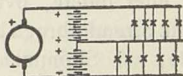


Fig. 151.

Ledningsberegning. Det bestaar af to rækkeforbundne Trelederssystemer, Fig. 150, hvor en positiv Ledning af det ene og en negativ Ledning af det andet er erstattet af en fælles Ledning, den saakaldte *Nulledning*; de to andre Ledninger kaldes den positive og den negative *Yderledning*. Yderledningerne er forbundne henholdsvis til den frie positive og negative Pol af to rækkeforbundne Dynamoer, der f. Eks. hver har 220 Volts Spænding, og Nulledningen er ført til de forbundne Poler af Dynamoerne. Mellem Yderledningerne vil der i dette Tilfælde være 440 Volt. I Stedet for 2 Dynamoer kan man ogsaa bruge 1 Dynamo, der da maa være til 440 Volt, og et Akkumulatorbatteri, til hvis Midte Nulledningen føres, Fig. 151. Naar 2 Dynamoer bruges, kan Akkumulatorbatteri undværes.

Lamper til 220 Volt indsættes — som Toledergupper — mellem Nulledningen og en af Yderledningerne, saaledes, at der saa vidt muligt kommer lige mange Lamper i hver af Treledersystemets Halvdele. Smaa Motorer udføres til Spænding af 220 Volt og kan indsættes ligesom Lamperne, større Motorer indsættes mellem Yderledningerne og maa da være til 440 Volt, Fig. 152.

Strømmen vil gaa fra den positive Ledning gennem de strømforbrugende Apparater, Lamper, Motorer etc. i den ene Halvdel af Treledersystemet til Nullederen, og hvis der er lige mange Lamper tændte, eller rettere, hvis der er samme Strømforbrug i begge Halvdele, vil Strømmen fordele sig gennem Lamper m. m. i den anden Halvdel til den negative Ledning. Der vil da hverken gaa Strøm fra eller til Dynamoerne eller Batteriet gennem Nulledningen. Er der større Strømforbrug mellem  $+$  og  $0$  Ledningen end mellem  $0$  og  $\div$ , vil Forskellen i Strømforbruget leveres af den Dynamo eller den Batterihalvdel, der er indsat mellem  $+$  og  $0$ , og passere Nulledningen indefter. Omvendt, naar Strømforbruget er større mellem  $0$  og  $\div$  end mellem  $+$  og  $0$ . Der kan ogsaa komme til at gaa Strøm udefter i nogle Stykker, ind efter i andre Stykker af Nulledningen, samtidig med at Dele af den er strømløse, alt efter Forbrugets Fordeling.

Ved Fordeling af Lamperne og andre Strømforbrugere i Treledersystemet maa man saa vidt muligt sørge for, at

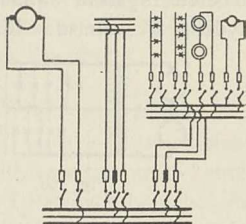


Fig. 152.

der er lige stor Belastning i begge Halvdele, da Spændingen ellers vil blive mindre i den stærkest belastede Halvdel end i den anden. Det kan ogsaa være nødvendigt senere at skifte Strømforbrugere over fra den ene til anden Halvdel for at afhjælpe „Skævhed“ i Belastningen, f. Eks. opstaaet ved, at for mange samtidige Strømforbrugere er tilsluttet samme Side.

I København, hvor Jævnstrøm  $2 \times 220$  Volt leveres af Kommunen, tillades det at tilslutte Installationer paa indtil 100 Lamper i den ene Side af Treledersystemet. Findes der over 100 Lamper hos samme Forbruger, skal de deles i to saa vidt mulig lige store Halvdele, der sluttet til hver sin Side af Treledersystemet.

Endvidere skal Motorer paa 3 HK og derover samt Motorer, der ikke arbejder stadigt, f. Eks. Elevatormotorer over 1,7 HK, være til 440 Volt, for at ikke deres Igangsætning og Standsning skal bevirke store Blink i de brændende Lamper, medens de under disse Størrelser kan være til 220 Volt.

Nulledningen sættes hyppig til Jord, f. Eks. i Centralen og paa Hovedfordelingsstederne, og kan da være uisoleret. Dette er Tilfældet i København. Herved opnaas, at Spændingen mellem Jord og en af Yderledningerne kun er det halve af Driftsspændingen, og saavel Faren ved Berøring som Vanskelighederne ved at holde god Isolation formindskes.

Nulledningen behøver ikke at være saa svær som Yderledningerne. Den lægges gerne med det halve Tværsnitsareal. I korte Ledninger og f. Eks. de kommunale Maalerledninger i København benyttes samme Areal for alle tre Ledninger.



I Stedet for et Akkumulatorbatteri kan ogsaa benyttes en saakaldet *Udligningsdynamo* til at levere den Strøm, der bruges mere i den stærkest belastede Halvdel af Treledersystemet. Den bestaar af to ens,

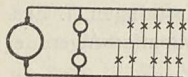


Fig. 153.

shuntbeviklede Maskiner, hvis Ankere er fastgjorte paa samme Aksel, og indsat, det ene mellem  $+$  og  $0$ , det andet mellem  $\div$  og  $0$ . Deres Magnetbeviklinger er ikke indsat i samme Side af

Treledersystemet som Ankeret, men derimod i den modsatte, som Fig 153 og 154 viser. De vil, naar der ingen „Skævhed“ er, løbe som ubelastede Motorer, og kun tage ringe Strøm. Spændingsforskellen, der fremkommer paa Grund af „Skævhed“, vil bevirke, at den Maskine, der befinder sig i den svagest belastede Halvdel, hvor Spændingen derfor er højst, vil søge at løbe hurtigere end den anden og trække denne som Dynamo, saa den leverer Strøm i den stærkest belastede Halvdel af Treledersystemet. Dette sker ganske automatisk.

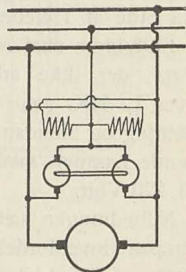


Fig. 154.

**Jævnstrømsanlæg med store Afstande** ordnes saaledes, at der fra Fordelingstavlen føres Hovedledninger, To- eller Treledere, til Fødepunkter i de forskellige Bygninger eller Bydele, hvorfra Fordelingsledninger atter udgaar til Forbrugsstederne.

Ved Byanlæg kan det endvidere være nødvendigt at forbinde Fødepunkterne eller nogle af dem ved Udligningsledninger, *U*, Fig. 155, hvorved det bliver muligt at e

Fødepunkt, der paa et andet Tidspunkt end de øvrige har særlig stærk Belastning, faar Strøm over flere Fødeledninger, hvorved større Uligheder i Spændingen undgaas.

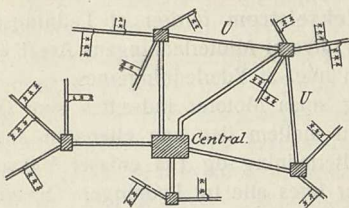


Fig. 155.

### Vekselstrømsanlæg.

Naar Afstandene i Forsyningsomraadet bliver meget store, vil de under Jævnstrømsanlæg nævnte brugelige Spændinger ikke være tilstrækkelige, idet Ledningernes Areal da maa være saa store, at Anlægget bliver økonomisk uoverkommeligt. I saa Fald anvendes Vekselstrøm, idet den store Lethed, hvormed Energien ved Vekselstrøms-transformatorer kan omsættes i den Form, der er bedst for det bestemte Formaal, kan udnyttes saaledes, at der over de lange Afstande sendes høj Spænding og lille Strømstyrke, som derefter ved Transformatorer, fordelte paa passende Steder i Forbrugsdistriktet, omsættes til almindelig brugelig Spænding og stor Strømstyrke.

Saadanne Anlæg har særlig faaet stor Betydning ved Fordeling af Strøm til udstrakte Landdistrikter, og ved Overføring af Kraft fra Vandfald til langt bortliggende Byer og Fabrikker.

**Enfaset Vekselstrøm** benyttes kun sjældent til almindelige Lys- og Motoranlæg paa Grund af Mangler ved de almindelige enfasede Motorer. Ledningsanlægget er almindeligt Toledersystem.

**Tofaset Vekselstrøm** fordrer et Ledningssystem med tre Ledninger, hvoraf Midterledningens Areal er  $1,41$  Gange saa stort som hver af Yderledningernes.

Lamper og smaa Motorer indsættes som Grupper efter Toledersystem mellem den ene eller den anden Yderledning og Midterledning og faa enfaset Vekselstrøm. Til større Motorer føres alle tre Ledninger. Spændingen mellem de to Yderledninger er  $1,41$  Gange saa stor som mellem en Yderledning og Midterledningen.

**Trefaset Vekselstrøm** eller **Drejestrøm** er paa Grund af Drejestrømsmotorernes gode Egenskaber meget anvendt.

Anlægget udføres saaledes, at der fra Dynamoen, naar den er forbundet i *Stjerneforbindelse*, udgaar tre Lednin-

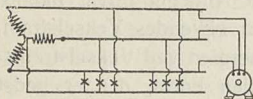


Fig. 156.

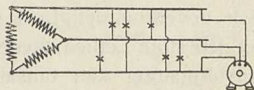


Fig. 157.

ger, *Faseledninger*, og tillige en fjerde Ledning, *Nullledningen*, udgaende fra Fasebeviklingernes Forbindelsespunkt, se Fig. 73 og 156. Er Spændingen mellem hvert Par Faseledninger f. Eks. 220 Volt, vil der mellem hver af disse og Nullledningen være 127 Volt, eller  $\frac{220}{\sqrt{3}}$ .



Til Motorer føres alle tre Faseledninger og Motorerne skal da være til 220 Volt. Lamper til 127 Volt installeres efter Toledersystem i Grupper, der indsættes afvekslende mellem Nul- og en af de tre Faseledninger; de faar da enfaset Vekselstrøm. Benyttes til Lamper en Spænding af 220 Volt, vil Fasespændingen, altsaa den til Motorer benyttede Spænding, blive  $220 \cdot \sqrt{3} = 380$  Volt.

Fig. 71 og 157 viser Drejestrømsanlæg med *Trekantforbindelse*; her benyttes kun tre Faseledninger, mellem hvilke Motorer indsættes som ovenfor, medens Lamper indsættes mellem to Faseledninger. Spændingen er ens for Motorer og Lamper.

Københavns og Frederiksbergs ydre Distrikter og Omegn forsynes fra de kommunale Værker med Drejestrøm. Saaledes findes paa Østre Elektricitetsværk opstillet Turbodynamoer, der leverer Drejestrøm med 6000 Volt Spænding, der ved trekorede Kasler føres til Valby, Sundby m. m. Her transformeres ved Drejestrømstransformatorer Spændingen ned til 220 Volt, der sendes ud i Fordelingsledninger, og da der benyttes Stjerneforbindelse, har man endvidere en Spænding af 127 Volt mellem hver af Faseledningerne og Nulledningen. Omkring i Distrikterne føres derfor dels 4-korede Jordkabler, dels 4 Luftledninger.

I København maa højst tilsluttes Intallationer paa 18 Amp. samlet paa en Fase; er Installationen større, skal den deles paa to eller tre Faser, for at Belastningen i disse kan blive saa nær ens som muligt.

Paa Sjælland findes endvidere Nordsjællands-, Nordvestsjællands- og Sydøstsjællands Elektricitetsværker, der alle tre leverer trefaset Vekselstrøm med 10000 Volts Spænding, der til Forbrugerne transformeres ned til 380 Volt

mellem Faseledningerne til Motorer, 220 Volt mellem Faseledninger og Nulledningen til Belysning.

Nordsjællands Elektricitetsværk faar en Del Elektricitet fra Sydsverrig, idet der benyttes Vandkraft fra Floden Lagan og sendes trefaset Vekselstrøm af 50000 Volt til Hel-

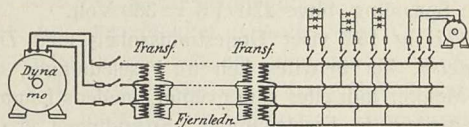


Fig. 158.

singborg derfra gennem undersøiske Kabler af 5400 Meters Længde mellem Helsingborg og Helsingør til Sjælland med en Spænding af 25000 Volt.

Fig. 158 viser et saadant Anlæg — dog findes her ogsaa Transformator ved Dynamo.

### Blandede Anlæg,

se under Omformere og Ensrettere.

## LEDNINGER

Som tidligere nævnt benyttes hyppigst Ledninger af Kobber, undertiden ogsaa af Bronze, Jern eller Aluminium. De kan bestaa af een Traad eller af flere sammensnoede Traade, og de kan være uisolerede, ogsaa kaldet blanke, eller isolerede. Isolationen bestaar ved Stærkstrømsledninger mest af Kautschuk, enten som rent Paragummi i et eller to Lag — Ledningerne kaldes da enkelt- eller dobbelt-gummiisolerede — eller som vulkaniseret Gummi, vulkaniserede Ledninger. Vulkaniseret Gummi er rent Kautschuk, tilsat forskellige Fyldestoffer, Talkum m. m., og 10—15 % Svovl, der under Opvarmning indgaar i kemisk Forbindelse. Der fordres som Regel mindst 33 % Gummiindhold.

For at Gummien ikke skal angribe Kobberet, skal dette være forfinnet, ligesom den vulkaniserede Gummi skal lægges over et Lag rent Gummi. Isolationen beskyttes mod Slid og Beskadigelse ved Omvikling med gummiereede Bændler, Omfletning med Bomuld eller lign.

Endvidere benyttes saakaldte Blykabler, hvor Kobberet hyppigst er isoleret med imprægneret Jute eller Papir og derefter ompresset med en vandtæt Blykappe. Kablet kaldes da blankt Blykabel. Er det yderligere omviklet med asfalteret Hamp og derover med Jernbaand eller Jerntraad samt yderst med imprægneret Hamp, kaldes det armeret Blykabel.

Ved Valg af Ledninger og ved deres Oplægning maa



der, foruden til de tidligere nævnte almindelige Regler, tages Hensyn til Statens Bestemmelser, der gælder for hele Landet og findes i „*Forskrifter for Udførelse og Drift af elektriske Stærkstrømsanlæg*“, udgivne af Elektricitetskommissionen, samt endvidere til de særlige Bestemmelser, som Kommuner, Assuranceselskaber, Elektricitetsværker m. m. udsteder, og som gælder for bestemte Distrikter, Bygninger m. m.

De efterstaaende Bestemmelser svarer til de vigtigste i Statens Forskrifter, for saa vidt disse angaar Anlæg med Driftsspændinger, der mellem en vilkaarlig Ledning og Jord ikke overstiger 250 Volt. Disse regnes for *Lavspændingsanlæg*, medens Anlæg med højere Spændinger regnes for *Højspændingsanlæg* og er underkastede særlige Regler. Hvor Københavns Kommune har Bestemmelser, der stiller større Fordringer, er disse anførte.

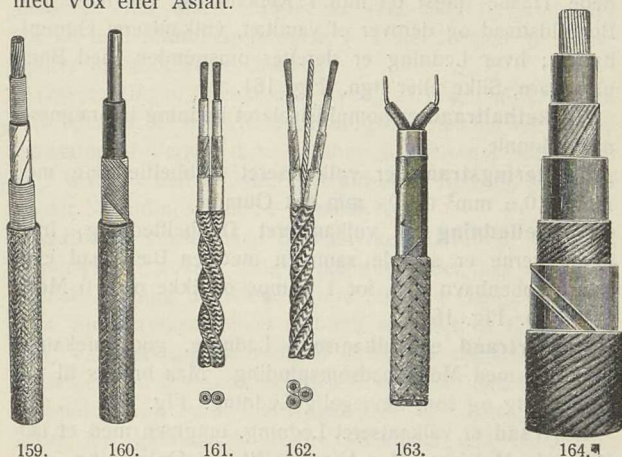
**Ledningers Anvendelse og Beskaffenhed.** Ledninger af Kobber skal have en Modstand pr. Meter og  $\text{mm}^2$  af højst  $0,0175$ , c.  $\frac{1}{57}$  Ohm, ved  $15^\circ \text{C}$ .

**Uisolerede — blanke Ledninger** maa kun anvendes til fast Oplægning paa Isolatorer og saaledes, at de er undtagne tilfældig Berøring. De maa ikke anvendes i Beboelsesrum. (Alle Ledninger skal paa hele Overfladen være isolerede. København.)

**Enkelt gummiisolerede Ledninger** maa kun anvendes i fuldstændig tørre Rum til fast Oplægning paa Isolatorer, Ruller, Ringe, Klemmer ved Spændinger indtil 125 Volt, ikke under Puds og ikke som Dobbeltledninger. Fig. 159.

Kobberkærnen skal være fortinnet og kan indtil  $20 \text{ mm}^2$  bestaa af en Traad, indtil  $150 \text{ mm}^2$  af flere Traade, omviklet med et Lag uvulkaniseret, rent Paragummibaand, saa

hver Vinding dækker mindst 2 mm af den foregaaende. Derefter er den omviklet med Bomuld og endelig forsynet med Omfletning af Bomuld, Hamp eller lign., imprægneret med Vox eller Asfalt.



**Dobbelt gummiisoleret Ledning** maa benyttes som de forrige indtil 250 Volt. De har 2 Lag Paragummibaand, ellers som ovenfor.

**Vulkaniserede Ledninger.** Enkeltledninger maa anvendes til fast Oplægning, dog ikke som Jordledninger. Kobberet skal være fortinnet og kan indtil 20 mm<sup>2</sup> bestaa af 1 Traad, indtil 1000 mm<sup>2</sup> af flere Traade. Det er omgivet med et Lag teknisk rent, uvulkaniseret Gummi, derefter med et vandtæt, vulkaniseret Gummihylster, omviklet med gummieret Baand og sluttelig omspundet med imprægneret Bomuld, Hamp eller lign. Fig. 160.

**Vulkaniserede Dobbeltledninger** maa benyttes til fast Oplægning (dog ikke i København) og som bevægelige Ledninger. Kobberet fra 1—6 mm<sup>2</sup> skal bestaa af fortinnede Traade (højest 0,2 mm i København), omviklet med Bomuldsraad og derover et vandtæt, vulkaniseret Gummihylster; hver Ledning er derefter ompunden med Bomuld, Garn, Silke eller lign. Fig. 161.

**Hackethalraad** er bomuldsisoleret Ledning imprægneret med Mønnie.

**Monteringstraad** er vulkaniseret Dobbeltledning med mindst 0,75 mm<sup>2</sup> og 0,6 mm tyk Gummi.

**Pendelledning** er vulkaniseret Dobbeltledning, hvor Ledningerne er snoede sammen med en Bæretraad eller Snor (København kun for 1 Lampe og ikke over 6 Meter Ledning). Fig. 162.

**Pansertraad** er vulkaniseret Ledning, godt mekanisk beskyttet med Metaltraadsomspinding. Maa bruges til fast Oplægning og som bevægelig Ledning. Fig. 163.

**Rørtraad** er vulkaniseret Ledning, omgivet med et tætsluttende Metalrør. Maa benyttes til fast Oplægning.

**Armeret Blykabel** maa anvendes overalt uden Beskyttelse og som Jordkabel. Kan bestaa af en eller flere Kobberkærner, et tykt isolerende Lag, derover en vandtæt Blykappe, en Omspinding af asfalteret Jute eller lign. og en Armatur af 2 spiralformet omviklede Jernbaand eller Jerntraad. Fig. 164. Uden Jernarmatur kan de anvendes, naar de beskyttes mod Beskadigelse.

### Ledningsberegning.

Ledningsberegning gaar ud paa at finde det Ledningsareal, der under Hensyn til Opvarmningen af Ledningerne, ∴



Strømbelastningen, deres mekaniske Styrke, Spændingstabet i dem og deres Pris m. m., vil være det mest passende.

**Strømbelastning** af Ledningerne. For at Ledningernes Isolation eller deres Omgivelser ikke skal opvarmes for stærkt, maa Strømbelastningen,  $\propto$ : Antal Ampère pr. mm<sup>2</sup>, holdes indenfor visse Grænser.

Opvarmningen fremkommer ved, at noget af Energien forbruges til at overvinde Ledningsmodstanden og derved omsættes til Varme, d. v. s. tabes. Størrelsen af dette Tab er i Watt = den i Ledningen forbrugte Spænding, ogsaa kaldet Spændingstabet  $\times$  Strømstyrken.

Watttabet vokser med Strømstyrkens Kvadrat, thi med Strømstyrken vokser tillige Spændingstabet, saa at den i samme Ledning udviklede Varme bliver 4 Gange saa stor, naar Strømstyrken bliver dobbelt saa stor, 9 Gange saa stor, naar Strømstyrken bliver 3 Gange saa stor o. s. v. Endvidere vil Opvarmningen være større for samme Strømbelastning ved tykke Ledninger end ved tynde, idet de tykke har forholdsvis mindre Overflade end tynde, og derfor daarligere Afkølingsforhold.

For at sikre Ledningerne mod væsentlig større Belastning end paaregnet, f. Eks. ved Kortslutning, anbringer man Smeltesikringer, der sædvanlig ere af Sølvtraad, ved Ledningernes Udgangspunkt og paa de Steder, hvor deres Areal formindskes, saavel i den positive som i den negative Ledning. Sikringerne afpasses saaledes, at de smelter over og og derved gør Ledningerne strømløse, inden de er blevene skadeligt opvarmede.

Omst. Tabel angiver den største varige Strømstyrke, hvortil de almindelig benyttede isolerede Ledninger af Kobber maa bruges, og den højeste Smeltesikring, det er

12\*

tilladt at anvende i Følge de gældende Bestemmelser. — Blanke Kobberledninger over 50 mm<sup>2</sup> og Luftledninger kan belastes med større Strømstyrke, naar der ikke derved kan opstaa Temperaturer, der kan blive farlige for Driften eller Omgivelserne, ligesom en kortvarig Forhøjelse af Strømstyrken er tilladt ved intermitterende Drift, naar der ikke derved opstaar større Opvarmning end ved den stadige Be-

| Kobber<br>Tvær-<br>snit | Højeste<br>tillade-<br>lige<br>Strøm-<br>styrke | Højeste<br>tillade-<br>lige<br>Smelte-<br>sikring | Mod-<br>stand<br>af 1000<br>Meter | Vægt<br>af 100<br>Meter | Kobbertraadenes<br>Antal og Diameter |
|-------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| mm <sup>2</sup>         | Ampère                                          | Ampère                                            | Ohm                               | kg                      | mm                                   |
| 0,75                    | 9                                               | 6                                                 | 23,833                            | 6,68                    |                                      |
| 1                       | 11                                              | 6                                                 | 17,500                            | 8,91                    | 1,38                                 |
| 1,5                     | 14                                              | 10                                                | 11,667                            | 13,37                   | 1,70                                 |
| 2,5                     | 20                                              | 15                                                | 7,000                             | 22,28                   | 2,26                                 |
| 4                       | 25                                              | 20                                                | 4,3750                            | 35,65                   | 2,77                                 |
| 6                       | 31                                              | 25                                                | 2,9167                            | 53,48                   | 3,57 el. 7 × 1,35                    |
| 10                      | 43                                              | 30                                                | 1,7500                            | 89,13                   | 4,52 el. 7 × 1,71                    |
| 16                      | 75                                              | 80                                                | 1,09375                           | 142,6                   | 7 × 2,13                             |
| 25                      | 100                                             | 80                                                | 0,7000                            | 222,8                   | 19 × 1,53                            |
| 35                      | 125                                             | 100                                               | 0,5000                            | 311,9                   | 19 × 1,83                            |
| 50                      | 160                                             | 125                                               | 0,3500                            | 445,6                   | 19 × 2,17                            |
| 70                      | 200                                             | 160                                               | 0,2500                            | 623,9                   | 19 × 2,52                            |
| 95                      | 240                                             | 190                                               | 0,18421                           | 846,7                   | 37 × 2,03                            |
| 120                     | 280                                             | 225                                               | 0,14584                           | 1069,5                  | 37 × 2,27                            |
| 150                     | 325                                             | 260                                               | 0,11667                           | 1336,9                  |                                      |
| 185                     | 380                                             | 800                                               | 0,09460                           | 1649                    |                                      |
| 240                     | 450                                             | 360                                               | 0,07272                           | 2189                    |                                      |
| 310                     | 540                                             | 430                                               | 0,05645                           | 2763                    |                                      |
| 400                     | 640                                             | 500                                               | 0,04375                           | 3565                    |                                      |
| 500                     | 760                                             | 600                                               | 0,03500                           | 4456                    |                                      |
| 625                     | 880                                             | 700                                               | 0,02800                           | 5570                    |                                      |
| 800                     | 1050                                            | 850                                               | 0,02187                           | 7130                    |                                      |
| 1000                    | 1250                                            | 1000                                              | 0,01750                           | 8913                    |                                      |

lastning efter Tabellen. Ved Buelamper, Motorer og lignende med vekslende Forbrug bør Ledningstværsnittene lægges for mindst  $1\frac{1}{2}$  Gange Maksimalstrømstyrken (København 2 Gange for Motorer).

For blyklædte Kabler, der er nedlagte i Jorden, gælder følgende Belastningstabel efter tyske Normalregler:

| Tvær-<br>snit<br>mm <sup>2</sup> | Højeste tilladelige Strømstyrke i Ampère |                   |            |                    |            |                    |            |                                 |           |
|----------------------------------|------------------------------------------|-------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|---------------------------------|-----------|
|                                  | Enkelt-<br>leder-<br>kabel               | Toleder-<br>kabel |            | Treleder-<br>kabel |            | Firleder-<br>kabel |            | Koncentrisk<br>Toledk. Treledk. |           |
|                                  | 700<br>V                                 | 3000<br>V         | 10000<br>V | 3000<br>V          | 10000<br>V | 3000<br>V          | 10000<br>V | 3000<br>V                       | 3000<br>V |
| 1                                | 24                                       | 19                | —          | 17                 | —          | 16                 | —          | —                               | —         |
| 1,5                              | 31                                       | 25                | —          | 22                 | —          | 20                 | —          | —                               | —         |
| 2,5                              | 41                                       | 33                | —          | 29                 | —          | 26                 | —          | —                               | —         |
| 4                                | 55                                       | 42                | —          | 37                 | —          | 34                 | —          | —                               | —         |
| 6                                | 70                                       | 53                | —          | 47                 | —          | 43                 | —          | —                               | —         |
| 10                               | 95                                       | 70                | 65         | 65                 | 60         | 57                 | 55         | 70                              | 55        |
| 16                               | 130                                      | 95                | 90         | 85                 | 80         | 75                 | 70         | 90                              | 75        |
| 25                               | 170                                      | 125               | 115        | 110                | 105        | 100                | 95         | 120                             | 100       |
| 35                               | 210                                      | 150               | 140        | 135                | 125        | 120                | 115        | 145                             | 120       |
| 50                               | 260                                      | 190               | 175        | 165                | 155        | 150                | 140        | 180                             | 150       |
| 70                               | 320                                      | 230               | 215        | 200                | 190        | 185                | 170        | 220                             | 185       |
| 95                               | 385                                      | 275               | 255        | 240                | 225        | 220                | 205        | 270                             | 220       |
| 120                              | 450                                      | 315               | 290        | 280                | 260        | 250                | 240        | 310                             | 255       |
| 150                              | 510                                      | 360               | 335        | 315                | 300        | 290                | 275        | 360                             | 290       |
| 185                              | 575                                      | 405               | 380        | 360                | 340        | 330                | 310        | 405                             | 330       |
| 240                              | 670                                      | 470               | —          | 420                | —          | 385                | —          | 470                             | 385       |
| 310                              | 785                                      | 545               | —          | 490                | —          | 445                | —          | 550                             | 455       |
| 400                              | 910                                      | 635               | —          | 570                | —          | —                  | —          | 645                             | 530       |
| 500                              | 1035                                     | —                 | —          | —                  | —          | —                  | —          | —                               | —         |
| 625                              | 1190                                     | —                 | —          | —                  | —          | —                  | —          | —                               | —         |
| 800                              | 1380                                     | —                 | —          | —                  | —          | —                  | —          | —                               | —         |
| 1000                             | 1585                                     | —                 | —          | —                  | —          | —                  | —          | —                               | —         |



Naar saadanne Kabler ligger i Luft, bør de ikke belastes mere end  $\frac{3}{4}$  af Tabellens Angivelse.

Benyttes andre Metaller end Kobber, maa Arealet tages efter en Strømstyrke, der er saa mange Gange større end den virkelige, som Metallens Modstand er større end Kobberets, se nedenstaaende Tabel.

| Tværsnit mm <sup>2</sup> | Aluminium           |                            | Zink                |                            | Jern                |                            |
|--------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
|                          | Højeste tilladelige |                            | Højeste tilladelige |                            | Højeste tilladelige |                            |
|                          | Strømstyrke<br>Amp. | Smelte-<br>sikring<br>Amp. | Strømstyrke<br>Amp. | Smelte-<br>sikring<br>Amp. | Strømstyrke<br>Amp. | Smelte-<br>sikring<br>Amp. |
| 1,0                      | 8                   | 6                          |                     |                            |                     |                            |
| 1,5                      | 11                  | 6                          | 9                   | 6                          |                     |                            |
| 2,5                      | 16                  | 10                         | 11                  | 6                          | 8                   | 6                          |
| 4                        | 20                  | 15                         | 13                  | 10                         | 10                  | 6                          |
| 6                        | 24                  | 20                         | 16                  | 10                         | 12                  | 10                         |
| 10                       | 34                  | 25                         | 23                  | 20                         | 17                  | 15                         |
| 16                       | 60                  | 35                         | 40                  | 35                         | 30                  | 25                         |
| 25                       | 80                  | 60                         | 52                  | 35                         |                     |                            |
| 35                       | 100                 | 80                         | 65                  | 60                         |                     |                            |
| 50                       | 125                 | 100                        | 83                  | 60                         |                     |                            |
| 70                       | 155                 | 125                        | 105                 | 80                         |                     |                            |
| 95                       | 190                 | 160                        | 125                 | 100                        |                     |                            |
| 120                      | 220                 | 200                        | 145                 | 125                        |                     |                            |
| 150                      | 255                 | 225                        | 170                 | 125                        |                     |                            |

**De mindste Tværsnit**, som det er tilladt at anvende, er for Kobberledninger følgende:

I Belysningsledninger ..... 0,75 mm<sup>2</sup>

Isolerede Ledninger i Rør eller paa Isolatorer,

hvis Afstand er højst 1 m ..... 1 —

Blanke Ledninger i Bygninger og i det Fri samt

isolerede Ledninger i Bygninger, ved hvilke

|                                          |                     |
|------------------------------------------|---------------------|
| Afstanden mellem Ophængningspunkterne er |                     |
| mindst 1 m .....                         | 2,5 mm <sup>2</sup> |
| Lavspændings-Luftledninger .....         | 6 —                 |
| Højspændings-Luftledninger .....         | 9,5 —               |

**Spændingstab.** Den Spænding, der bruges for at bringe Strømmen gennem Ledningerne til Lamper o. s. v., kaldes Spændingstab, i Forbrugsapparaterne dog ogsaa Spændingsforbrug, og afhænger af Strømstyrken og Modstanden.

I mindre Anlæg tillades som Regel i Ledningerne et Spændingstab af 2 à 3 % af Driftsspændingen, og et lignende Tab kan tillades i Fordelingsledningerne i noget større Anlæg. Hvor Strøm leveres af Københavns Kommune, maa Spændingstabet fra Forbrugerens Maaler til yderste Lampe ikke overstige 2 Volt, til Motorer maa Spændingstabet ikke overstige 5 %. Det vil da være tilstrækkeligt, at Dynamoens Spænding eller Spændingen ved Fordelingsledningernes Udgangspunkt holdes konstant, idet de Variationer, der saa kan fremkomme, ved at der tændes eller slukkes Lamper, ikke vil blive generende eller skadelige for Lamperne. I Hovedledningerne i større Anlæg vil det af Hensyn til deres Pris som Regel være nødvendigt at tillade større Tab, f. Eks. 10 %. Der maa da holdes konstant Spænding ved den yderste Ende af Hovedledningerne, medens Dynamospændingen maa være saa meget højere som Tabet i Ledningerne udgør, og der føres derfor hyppigt særlige Metaltraade derfra ind til Dynamo-Fordelingstavlen.

**Beregning af Spændingstab.** Naar Strømstyrken og Ledningens Længde, Areal og Materiale eller dens Modstand kendes, findes Spændingstabet ved Hjælp af følgende Formel, Ohms Lov:

Spændingstab = Strømst.  $\times$  Modst. eller  $v = A \cdot M$ .

Eks. 1. Brænder 30 Stkr. 220 Volts 16 Lys Glødelamper, der hver bruger c. 0,25 Amp. i 75 Meters Afstand (Ledningernes samlede Længde  $75 \cdot 2$ ), og Ledningernes Areal er  $10 \text{ mm}^2$ , har man:

$$\text{Strømstyrken} = 30 \cdot 0,25 = 7,5 \text{ Amp.}$$

$$\text{Modstand} = \frac{75 \cdot 2}{10 \cdot 57} = 0,26 \text{ Ohm.}$$

$$\text{Spændingstab} = 7,5 \cdot 0,26 = 1,95 \text{ Volt.}$$

Modstanden findes som vist eller ved Hjælp af Tabel, Side 180.

Endvidere kan hosstaaende Tabel benyttes. De udfor Ledningsarealet staaende Tal angiver det Antal Meter Ampère,  $\therefore$  Strømstyrke  $\times$  Ledningslængde, der vil foranledige de foroven staaende Spændingstab.

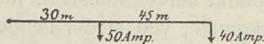


Fig. 165.

Eks. 2. Fra en Hovedledning af  $25 \text{ mm}^2$  Areal bruges i 30 Meters Afstand til Lamper m. m. i alt 50 Amp. og i yderligere 45 m Afstand 40

Amp., Fig. 165. Til første Forbrugssted haves:

$$\text{Strømstyrken} = 50 + 40 = 90 \text{ Amp.}$$

$$\text{Modstand} = \frac{30 \cdot 2}{25 \cdot 57} = 0,042 \text{ Ohm.}$$

$$\text{Spændingstab} = 90 \cdot 0,042 = 3,78 \text{ Volt.}$$

Mellem første og andet Forbrugssted haves:

$$\text{Strømstyrke} = 40 \text{ Amp.}$$

$$\text{Modstand} = \frac{45 \cdot 2}{25 \cdot 57} = 0,063 \text{ Ohm.}$$

$$\text{Spændingstab} = 40 \cdot 0,063 = 2,52 \text{ Volt.}$$



| Tværsnit<br>i mm <sup>2</sup> | 1,0 V             | 2,0 V | 3,0 V | 4,0 V | 5,0 V | 6,0 V | 7,0 V | 8,0 V | 9,0 V |
|-------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1                             | 53,7 <sub>6</sub> | 107,5 | 161,3 | 215,0 | 268,8 | 322,6 | 376,2 | 430,0 | 483,8 |
| 1,5                           | 80,6 <sub>4</sub> | 161,3 | 242,0 | 322,6 | 403,2 | 484,0 | 564,4 | 645,0 | 726,0 |
| 2,5                           | 134,4             | 268,8 | 403,2 | 537,6 | 672,0 | 806,2 | 940,8 | 1075  | 1209  |
| 4                             | 215,0             | 430,0 | 645,0 | 860,0 | 1075  | 1290  | 1505  | 1720  | 1935  |
| 6                             | 322,6             | 645,2 | 967,8 | 1290  | 1613  | 1935  | 2258  | 2580  | 2904  |
| 10                            | 537,6             | 1075  | 1613  | 2150  | 2688  | 3236  | 3764  | 4300  | 4838  |
| 16                            | 860,2             | 1720  | 2580  | 3440  | 4300  | 5160  | 6020  | 6880  | 7740  |
| 25                            | 1344              | 2688  | 4032  | 5376  | 6720  | 8064  | 9408  | 10750 | 12090 |
| 35                            | 1882              | 3764  | 5646  | 7528  | 9410  | 11290 | 13170 | 15050 | 16940 |
| 50                            | 2690              | 5380  | 8070  | 10760 | 13450 | 16140 | 18830 | 21520 | 24200 |
| 70                            | 3764              | 7528  | 11290 | 15050 | 18820 | 22580 | 26340 | 30100 | 33880 |
| 95                            | 5108              | 10210 | 15320 | 20420 | 25540 | 30640 | 35740 | 40840 | 45980 |
| 120                           | 6452              | 12900 | 19350 | 25800 | 32360 | 38700 | 45150 | 51600 | 58060 |
| 150                           | 8066              | 16130 | 24200 | 32260 | 40320 | 48400 | 56460 | 64520 | 73600 |

Tallene for 0,1, 0,2, 0,3 V o. s. v. faas ved at dividere Tallene for 1, 2, 3 V o. s. v. med 10.

Til sidste Forbrugssted er altsaa et samlet Spændingstab  $= 3,78 + 2,52 = 6,3$  Volt.

Eks. 3. I en Afstand af 175 Meter bruges ialt 85 Amp. fra en Ledning af  $70 \text{ mm}^2$  Areal. Hvor stort bliver Spændingstabet?

Ledningslængde.....  $175 \cdot 2 = 350 \text{ M.}$

Strømstyrke  $\times$  Ledningslængde  $85 \cdot 350 = 29750 \text{ M. Amp.}$

Spændingstab efter Tabel S. 185  $= c. 8 \text{ Volt.}$

Findes Lamperne eller andre Strømforbrugere fordelt langs en Ledning, kan Tabet findes paa lignende Maade

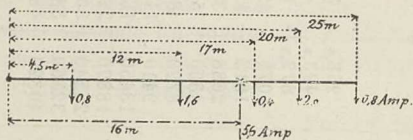


Fig. 166.

ved at beregne Tabet i hver Del af Ledningen, men ogsaa tilnærmelsesvis ved at betragte Lamperne som samlede i et Punkt, Systemets Tyngdepunkt, der, hvis de er ligelig fordelte, bliver ved Ledningens Midtpunkt og ellers let bestemmes med tilstrækkelig Nøjagtighed paa Skøn.

Ved en simpel Regning kan Tyngdepunktets nøjagtige Plads findes.

Eksempel. Langs en Ledning, se Fig. 166, finder i de angivne Afstande de paaskrevne Strømforbrug Sted. Tyngdepunktet findes da paa følgende Maade:

De enkelte Produkter, Strømstyrke  $\times$  Afstand adderes, altsaa:  $4,5 \cdot 0,8 + 12 \cdot 1,6 + 17 \cdot 0,4 + 20 \cdot 2,0 + 25 \cdot 0,8 = 89,6$

og divideres med det samlede Strømforbrug = 5,6 Amp.

Tyngdepunktet vil da ligge i  $\frac{89,6}{5,6} = 16$  Meters Afstand.

Er Ledningens Areal 1,5 mm<sup>2</sup>, er Spændingstabet til den yderste Lampe  $\frac{5,6 \cdot 16 \cdot 2}{1,5 \cdot 57} = 2,006$  Volt, mindre for de andre Lamper.

**Beregning af Ledningsareal.** Naar Strømstyrke, Ledningens Længde og det tilladte Spændingstab kendes, findes Arealet ved Hjælp af følgende Formel:

$$\text{Areal} = \frac{\text{Strømstyrke} \cdot \text{Ledningslængde}}{\text{Spændingstab} \cdot \text{Modstandskoeff.}} = \frac{A \cdot L}{v \cdot 57}$$

for en Kobberledning.

Eks. 1. 100 Stkr. 16 Lys 110 Volts Glødelamper, der hver bruger c. 0,5 Amp., skal brænde i 100 Meters Afstand. Spændingstabet maa være 5 Volt eller c. 4,5 % af 110 Volt.

$$\text{Strømstyrken} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ Amp.}$$

$$\text{Arealet} = \frac{50 \cdot 100 \cdot 2}{5 \cdot 57} = 35 \text{ mm}^2.$$

Eks. 2. 100 Stkr. 16 Lys 220 Volts Glødelamper, der hver bruger c. 0,25 Amp., skal brænde i 400 Meters Afstand, Spændingstabet maa være 10 Volt eller c. 4,5 % af 220 Volt.

$$\text{Strømstyrken} = 100 \cdot 0,25 = 25 \text{ Amp.}$$

$$\text{Arealet} = \frac{25 \cdot 400 \cdot 2}{10 \cdot 57} = 35 \text{ mm}^2.$$

Det ses tillige af ovennævnte Eksempler, at samme Energimængde kan føres ud paa 4 Gange saa stor Afstand med samme Ledningsareal og samme procentvise Spæn-



dingstab, naar Driftsspændingen fordobles; omvendt vil samme Energimængde kunne føres ud paa samme Afstand og med samme procentvise Spændingstab gennem Ledninger, hvis Areal kun er  $\frac{1}{4}$ , naar Driftsspændingen fordobles. Dette gælder dog kun, for saa vidt Arealet ikke derved bliver mindre end tilladt efter Tabel for Strømbelastning.

Ved Treledersystemet fordobles Driftsspændingen — med Bibeholdelse af samme Lampespænding, — og Yderledningernes Areal bliver derfor kun  $\frac{1}{4}$  af, hvad de maatte være ved Toledersystem med samme Lampetal og Lampespænding. Besparelsen i Kobberforbrug er dog ikke fuldt  $\frac{3}{4}$ , idet Nulledningen kommer til. Lægges denne med halvt saa stort Areal som en af Yderledningerne, bliver Besparelsen  $\frac{11}{16}$ , og naar alle 3 Ledninger lægges lige svære  $\frac{5}{8}$ .

**Beregning af Vekselstrømsledninger.** Forsaauidt der i et Toleder-Kredsløb hørende til et Vekselstrømsanlæg *ikke findes Faseforskydning*, eller denne er forsvindende lille, saaledes f. Eks. naar der kun er Glødelamper eller andre Apparater uden Selvinduktion, sker Beregning af Vekselstrømsledninger ganske som ovenfor nævnt for Jævnstrømsledninger. Dette gælder ogsaa for Toledere, der afgrænses fra et Flerlederanlæg.

Strømstyrken er f. Eks. for 15 Glødelamper à 50 Watt ved 127 Volt indsat paa Toleder  $= \frac{15 \cdot 50}{127} = 5,9$  Amp., og denne vil være at lægge til Grund for Beregning af Spændingstab og Bestemmelse af Ledningsareal som tidligere angivet.

*Findes derimod Faseforskydning*, som det er Tilfældet ved Motorer eller Transformatorer, maa Ledningernes Areal

gøres større, end det vilde være nødvendigt ved Jævnstrøm for samme overførte Wattmængde, idet der maa regnes med den virkelig tilstedeværende Strømstyrke, den der maales med et Ampèremeter.

Er Arbejdsfaktoren,  $\cos \varphi$ , f. Eks.  $= 0,8$ , som det hyppig er Tilfælde ved belastede Motorer, vil Strømstyrken være 20 % større end uden Faseforskydning, eller med  $\cos \varphi = 1$ .

Ledningernes Areal maa derfor af Belastningshensyn gøres 20 % større, foruden at det af Hensyn til Spændingstabet muligvis yderligere maa forøges.

I en Toleder bliver, hvis foruden Spændingen, Wattmængde og  $\cos \varphi$  er kendt,

$$\text{Strømstyrken} = \frac{\text{Wattmængde}}{\text{Spænding} \cdot \cos \varphi}$$

Bruger saaledes en enfaset Motor ved 220 Volt 300 Watt og  $\cos \varphi = 0,7$  er Strømstyrken

$$= \frac{300}{220 \cdot 0,7} = \frac{300}{154} \text{ eller c. } 1,95 \text{ Amp.}$$

Drejestrømsledninger bestaar som tidligere omtalt af tre Faseledninger ved Trekantforbindelse og af tre Faseledninger og en Nulledning ved Stjerneforbindelse.

Trefasede Motorer indsættes paa de tre Faseledninger. Enfasede Motorer, Lamper o. lign. indsættes i Grupper mellem en Faseledning og Nul, saaledes at Belastningen er saa vidt mulig lige stor i alle tre Faser.

Strømstyrken i hver af Faseledningerne i et Drejestrømsanlæg findes paa følgende Maade. Da

$$\text{Wattmængde} = 1,73 \cdot \text{Spænding} \cdot \text{Strømstyrke} \cdot \cos \varphi$$

$$\text{er Strømstyrke} = \frac{\text{Wattmængde}}{1,73 \cdot \text{Spænding} \cdot \cos \varphi}$$

Dette gælder ikke Toledere, der afviger fra et Drejestrømsanlæg, idet der heri er enfaset Vekselstrøm.

Strømstyrken til en Drejestrømsmotor, der ved 220 Volt bruger c. 2200 Watt, og afgiver c. 2,5 HK, er derfor, naar  $\cos \varphi$  er 0,8,

$$= \frac{2200}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,8} = 7,2 \text{ Amp.}$$

Ved Beregning af Drejestrømsledninger beregnes kun een af Faseledningerne. Beregningen er ens, enten der benyttes Trekant- eller Stjerneforbindelse. Nulledningens Areal kan være mindre end Faseledningernes, f. Eks. Halvdelen eller to Trediedele af disse. Ved Beregningen maa erindres, at

Strømstyrken i en Faseledning er

$$= \frac{\text{Wattmængden}}{1,73 \cdot \text{Fasespænding} \cdot \cos \varphi}$$

Spændingstabet i een Fase er

$$= \text{Fasestrøm} \cdot \text{Modstand i een Faseledning} \cdot 1,73,$$

og derfor i een Faseledning er

$$= \frac{\text{det fundne (eller tilladte) Spændingstab}}{1,73}$$

(idet Tabet i en Fase finder Sted i to Faseledninger, hvor Strømmene er 120° forskudt for hinanden).

Eksempel. Skal 10000 Watt føres til et Forbrugssted i 800 Meters Afstand med en Fasespænding af 380 Volt og et Spændingstab af 5 %, medens  $\cos \varphi = 0,8$ , findes Arealet af Faseledningerne som følger:

$$\text{Strømstyrke} = \frac{10000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = 19 \text{ Amp.}$$

$$\text{Spændingstab} = \frac{380 \cdot 5}{1,73 \cdot 100} = 11 \text{ Volt}$$



Ledningsareal =  $\frac{19 \cdot 800}{11 \cdot 57} = 24 \text{ mm}^2$  Kobber, der maa alt-saa bruges  $25 \text{ mm}^2$ .

Som en Huskeregel kan benyttes følgende til Bestem-melse af Drejestrømsledninger: Der regnes som om hele Wattmængden overførtes i een Toleder, hvorefter Arealet af hver Faseledning gøres halvt saa stort som det fundne.

Det vil fremgaa af følgende: Ved første Methode haves

$$\text{Areal} = \frac{\frac{100000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} \cdot 800}{\frac{380 \cdot 5}{1,73 \cdot 100} \cdot 57} = 24 \text{ mm}^2,$$

ved sidste Methode haves

$$\text{Areal} = \frac{\frac{10000}{380 \cdot 0,8} \cdot 2 \cdot 800}{\frac{380 \cdot 5}{100} \cdot 57} = 48 \text{ mm}^2,$$

hvoraf skal bruges Halvdelen eller  $24 \text{ mm}^2$ .

### Kobberforbrug ved forskellige Ledningssystemer.

Benyttes samme Driftsspænding mellem 2 af Ledningerne ved Toledersystem og Trekantforbindelse og mellem Nul-ledningen og en af de andre Ledninger ved Treledersys-tem og Stjerneforbindelse, vil Kobberforbruget ved samme Wattforbrug, procentvise Spændingstab og Afstand blive som nedenfor anført. Der er regnet med c. 15 % Skæv-hed i Belastningen ved Flerledersystemerne, men ikke reg-net med Faseforskydning.

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Jævnstrøm og Vekselstrøm, Toledersystem. | 100 % |
| Jævnstrøm, Treledersystem .....          | 40 %  |
| Drejestrøm, Trekantforbindelse .....     | 75 %  |
| — Stjerneforbindelse .....               | 37 %  |

Ledningsarealet i hver Yderledning og Faseledning vil, uden Hensyn til Skævhed i Belastningen, forholde sig som følger:

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| Jævnstrøm og Vekselstrøm, Toledersystem . . . . | 6   |
| Jævnstrøm, Treledersystem . . . . .             | 1,5 |
| Drejestrøm, Trekantforbindelse . . . . .        | 3   |
| — Stjerneforbindelse . . . . .                  | 1   |

| Mindste<br>Lednings-<br>tværsnit<br><br>mm <sup>2</sup> | Tilsvarende<br>Sikring<br>(paalydende<br>Strømsst.)<br><br>Amp. | Jævnstrømsmotorer  |                    |                    | Drejestrømsmotorer<br>med Slæberinge |                    |                    |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
|                                                         |                                                                 | HK<br>ved<br>110 V | HK<br>ved<br>220 V | HK<br>ved<br>440 V | HK<br>ved<br>220 V                   | HK<br>ved<br>380 V | HK<br>ved<br>500 V |
| 1                                                       | 6                                                               | 0,5                | 1,2                | 2,5                | 1,3                                  | 2,2                | 3                  |
| 1,5                                                     | 10                                                              | 1                  | 2                  | 4,1                | 2,0                                  | 3,8                | 5                  |
| 2,5                                                     | 15                                                              | 1,5                | 3                  | 6,2                | 3,2                                  | 6                  | 8                  |
| 4                                                       | 20                                                              | 2                  | 4                  | 8,5                | 4,5                                  | 8                  | 11                 |
| 6                                                       | 25                                                              | 2,5                | 5                  | 10,5               | 5,5                                  | 10                 | 14                 |
| 10                                                      | 30                                                              | 3                  | 6                  | 13                 | 7                                    | 13                 | 17                 |
| 16                                                      | 40                                                              | 4                  | 8                  | 17                 | 9,5                                  | 17                 | 23                 |
| 16                                                      | 60                                                              | 6                  | 12                 | 26                 | 15                                   | 26                 | 36                 |
| 25                                                      | 80                                                              | 8                  | 17                 | 35                 | 20                                   | 35                 | 47                 |
| 35                                                      | 100                                                             | 10                 | 22                 | 45                 | 25                                   | 45                 | 70                 |
| 50                                                      | 125                                                             | 13                 | 27                 | 55                 | 32                                   | 57                 | 76                 |
| 70                                                      | 160                                                             | 17                 | 35                 | 70                 | 41                                   | 72                 | 95                 |
| 95                                                      | 190                                                             | 21                 | 42                 | 85                 | 50                                   | 85                 | 110                |
| 120                                                     | 225                                                             | 24                 | 50                 | 100                | 60                                   | 100                | 135                |
| 150                                                     | 260                                                             | 28                 | 57                 | 115                | 68                                   | 120                | 160                |
| 185                                                     | 300                                                             | 32                 | 65                 | 130                | 80                                   | 140                | 190                |
| 240                                                     | 360                                                             | 39                 | 80                 | 160                | 100                                  | 170                | 220                |

**Ledningsdimensioner for Motorer.** Ovenstaaende Tabel angiver de mindste Ledningsarealer og dertil svarende Smeltesikringer, der kan benyttes for Motorer, naar Afstanden ikke er saa stor, at der maa tages større Areal af Hensyn til Spændingstabet. Motorstrømmen er ved fuld Belastning c. 15 % lavere end Sikringens paalydende Strømstyrke. Se Tabellen Side 192.

Spændingstabet fra Maaler til Motor maa ikke overstige 5 % af Driftspændingen. (For Drejestrømsmotorer maa det ohmske Spændingstab ikke overstige 8 Volt i hver Faseledning ved 220 Volt Fasesp. København.)

### **Ledningsforbindelser m. m.**

Forbindelse af Ledninger kan ske ved Lodning eller ved særlige Forbindelsesstykker, Skrueforbindelser eller lign.

**Loddede Forbindelser** udføres paa følgende Maade: Isolationen fjernes i 50—75 mm Længde, uden at Lederen beskadiges, hvad der f. Eks. kan ske ved lodret Snit med en Kniv ind mod Lederen. Denne renses derefter med Glas- eller Smergelpapir. Bestaar Lederen af flere Traade, maa de renses hver for sig.

Tynde Ledninger indtil 4 mm<sup>2</sup> forbindes ved Sammen-snoing af Lederne, Fig. 167. Sværere Ledninger lægges ved Siden af hinanden og omvikles med tynd Kobbertraad; undertiden, naar Forbindelsen ikke maa fylde for meget, files Lederne skraat til, lægges sammen og omvikles med tynd Kobbertraad. Ved tykkere Ledninger med flere Traade aabnes Traadene; af de midterste bortskæres et Stykke, og deres Ender lægges tæt mod hinanden, de ydre Traade fra de to Ledere lægges ind mellem hinan-



den og snoes om den hele Del af den modsatte Leder. Afvigninger paa Ledere udføres paa tilsvarende Maade.

Til Lodning maa kun bruges Harpiks, derimod ikke Loddevand eller lign. En rensset Loddebolt med en For- dybning nær Spidsen holdes op under Forbindelsen, der drejes, medens lidt Harpiks og Tin til- føres, saa at Tinnets kommer helt ind mellem Traadene. Overflødigt Tin fjernes, saa der ingen Spidser fremkommer. Opvarmning af Iso- lationen undgaas saa vidt muligt. Ved store Forbindelser kan det være nødvendigt at bruge Blæse-

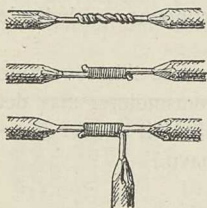


Fig. 167.

lampe; Isolationen skærmes da mod Flammen ved As- best.

Den færdige, rensede og afkølede Forbindelse isoleres, saa vidt muligt som Lederens øvrige Isolation. Alminde- ligst benyttes til vulkaniserede Ledninger først et tyndt Lag Isolerbaand, der kun lægges om selve Kobberet, der- over et tæt Lag Paragummibaand, der føres op over Kautschukisolationen og derover atter Isolerbaand, saa at Forbindelsen ikke bliver meget tykkere end den øvrige Ledning, hvorefter den overstryges med en god Isolerlak.

**Skrueforbindelser.** Forbindelser af svære Ledninger lader sig ikke godt udføre ved Lodning. Der benyttes da Forbindelsesmuffer eller T-Stykker af Metal, i hvilke Ledningerne fastholdes, og Forbindelsen tilvejebringes ved Klemskruer eller spidse Staalskruer, der skrues ind i Traa- dene, se Fig. 168.

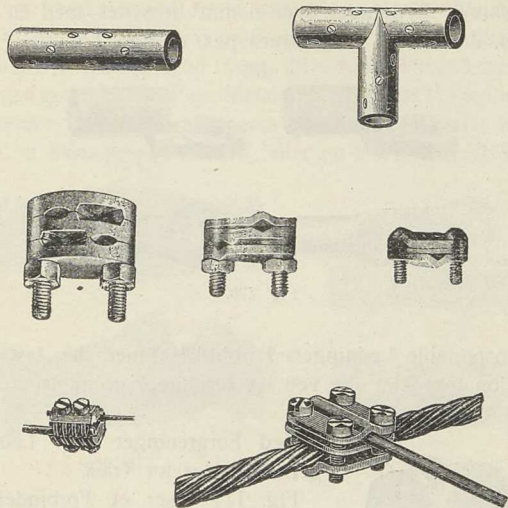


Fig. 168.

Meget almindelig anvendte er Forbindelsesstykker af Metal, der fastholdes i Porcellænsisolationsstykker, Fig. 169.



Fig. 169.

**Forbindelse med Apparater** og lign. sker ved Ledninger indtil 6 mm<sup>2</sup> ved at fastklemme Lederen under en

13\*

Klemskrue. Ledninger over 6 mm<sup>2</sup> forsynes med en Kabelsko, der loddess eller skrues paa, se Fig. 170.

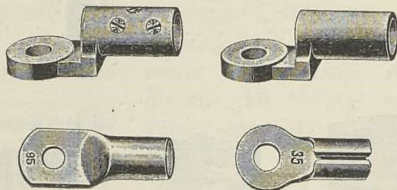


Fig. 170.

Transportable Ledningers Forbindelse med den faste Installation maa kun ske ved let løselige Forbindelser, ikke ved Lodning.

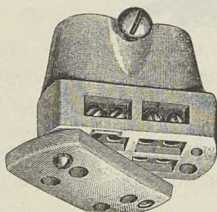


Fig. 171.

Ved Forgreninger skal Ledningerne aflastes for Træk.

Fig. 171 viser et Forbindelsesstykke for en Krone til Anbringelse paa Rør i Loftet.

Krydsninger af strømførende Ledninger indbyrdes og med Metaldele skal udføres, saa Berøring udelukkes. Kan tilstrækkelig Afstand ikke skaffes tilveje, maa Ledningen være omgivet af et isolerende Rør, der ikke kan forskyde sig.

**Forbindelse af armerede Blykabler** sker som Regel ved Skrueforbindelser i støbte Forbindelseskasser eller Muffer, der fyldes med Isolermasse. Isolationen fjernes paa tilstrækkelig Længde før Indspænding af Lederne i Forbindelsesstykke, hvorefter Blykappe, Hamp, Jernarmatur



o. s. v. fjernes trappeformet, saa der er rigelig Afstand fra Bly til Kobber. Jernarmaturen omvikles, hvor den skal fastklemmes i Muffen, med Hamp eller lign. Forbindelsen anbringes godt fri af Muffens Metaldele, hvorefter Muffen lukkes og fyldes helt med Isolermasse gennem et Hul, der lukkes med en Skrueprop, Fig. 172, eller en Plade, Fig. 173.

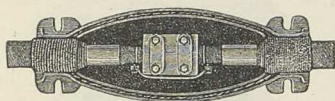


Fig. 172.

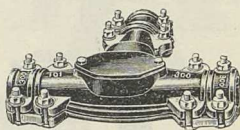
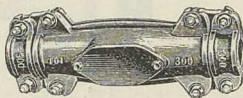
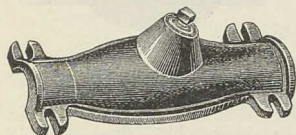


Fig. 173.



## Installationsmateriale.

**Isolatorer.** Klokkeisolatorer eller Rilleisolatorer af Porcellæn eller Glas skal benyttes i fri Luft og i meget fugtige Rum og anbringes, saa at Vand ikke kan samles i dem. Fig. 174 viser saadanne for Lavspænding. De fast-

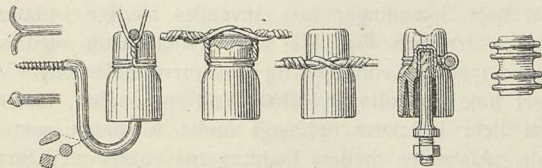


Fig. 174.

gøres f. Eks. paa Støtter eller Svanehalse af Jern, ved at disse omvikles med Hamp, dyppet i Fernis eller Mønnie, og skrues op i Isolatoren, eller, hvis de ikke er udsatte for Frost, ved indstøbt Svovl, Gibs eller Sølvglød.

Fig. 175 viser en Isolator til Optagning af Træk for sværere Ledninger, Fig. 176 for lettere Ledninger, samt en Bolt til Indspænding i Mur.

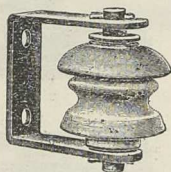


Fig. 175.

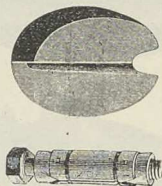


Fig. 176.

Naar Afstanden mellem  
Isolatorerne er:

over 6 m  
fra 3—6 -  
under 3 -

skal Afstanden mellem  
Ledningerne være:

mindst 200 mm  
— 150 -  
— 100 -

Afstanden til Bygningsdele skal mindst være 50 mm (i København mindst 100 mm).

Til høje Spændinger maa anvendes særlige Isolatorer, saaledes den paa Fig. 177 viste Deltaisolator med stor Afstand mellem Ledningen og Isolatorens Befæstelse. Ved meget høje Spændinger, 50000 Volt og opefter, benyttes oftest flere Isolatorer ophængt under hinanden som en Kæde. Afstanden mellem Ledningerne vokser med Spændingen.

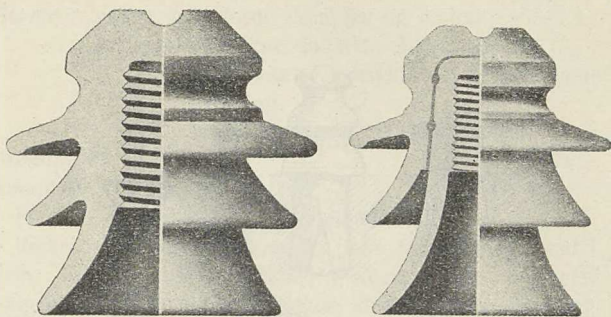


Fig. 177.

**Ruller eller Knapper, Ringe, Klemmer** af Porcellæn, Fig. 178. Kun isolerede Ledninger maa oplægges herpaa (København kun vulkaniserede Ledninger). Ledningen skal være mindst 1 cm fra Bygningsdele. Afstanden mellem Rullerne indbyrdes højst 300 mm, mellem Ledningerne fra Metal til Metal mindst 25 mm (sædvanlig bruges 50 mm), for Klemmer henholdsvis 250 og 20 mm (Kbhvn.: Klemmer skal anbringes paa Træunderlag). Ved Krydsningssteder skal benyttes Krydsningsknapper. Over Kanter kan Hjørneruller benyttes. Dobbeltledninger bør ikke fastgøres, saa at de enkelte Ledninger presses mod hinanden. Bindetraad af Metal egner sig ikke til upansrede Dobbeltledninger (Kbhvn.: Der maa ikke befæstes flere Ledninger til samme Rulle).

**Rør.** Følgende Rørsystemer finder Anvendelse:

*Imprægnerede, isolerede Papirrør* med en Beklædning af tyndt Messing eller forblyet Jern (Bergmann og andre). Papirrør uden Metalklædning maa ikke benyttes.



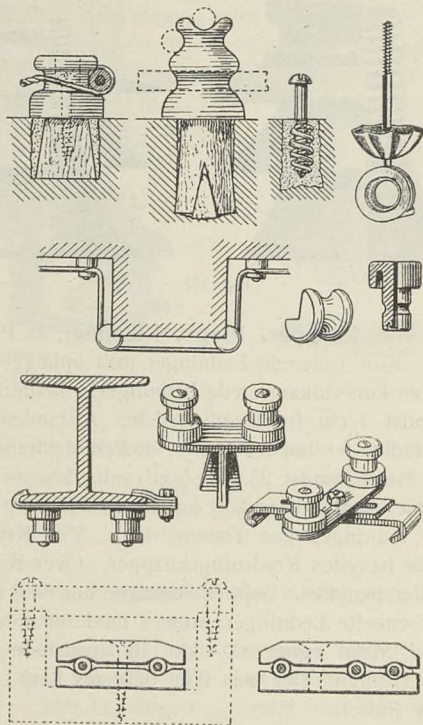


Fig. 178.

*Staalrør*, aabne, 3: valsede (Simplex og andre).

- lukkede, 3: trukne, loddede eller svejsede.
- — med svær Godstykkelse til Sammen-  
skruning.
- — med Isolation.

*Messingrør.*

*Ebonitrør.*

For alle Rørsystemer gælder følgende Regler:

Røerne skal lægges, saa der ikke kan samles Vand i dem. For at undgaa Lufttræk gennem Rørene og deraf følgende Kondensationsvand, maa deres øverste Munding lukkes lufttæt.

I samme Rør maa kun lægges Ledninger, som hører til samme Strømkreds.

Ledninger til Vekselstrøm for en Strømkreds skal anbringes i samme Rør, saafremt man ikke paa anden Maade kan undgaa en farlig Opvarmning af Røret.

I et Rør af

7 mm Lysn. maa lægges 1 Ledn. paa indtil 2 mm<sup>2</sup>

11 - — — 2 — - — 2 -

13 - — — 3 à 4 — - — 2 -

16 - — — 5 — - — 2 -

For større Ledninger maa anvendes tilsvarende større Rør.

Rørenes Lysning og Radius af Krumningerne skal vælges saaledes, at man efter Rørenes Oplægning kan trække Ledningerne ud og ind. Kan Rørene ikke bøjes, uden at den indvendige Lysning formindskes, skal særlige Bøjninger eller Daaser benyttes. I Enderne af uisolerede Rør anbringes Porcellænsforinger for at forhindre, at Ledningens Isolation beskadiges. Fig. 179.



Fig. 180 viser en Bergmanns Daase og en Bøjning med Muffer samt en Bøjtang, endvidere en Daase for Staalrør med Forbindelsesstykke og et Apparat til Bøjning af Staalrør.



Fig. 179.

Ledningsforbindelser eller Forgreninger maa ikke findes i selve Rørene, men skal foretages i særlige Daaser med Porcellænsforbindelsesstykker. Daaserne skal altid være til at aabne. Der maa ikke findes Grader eller skarpe Kanter, som kan beskadige Ledningerne.

Rørene kan enten anbringes udvendig eller skjulte i Puds eller lignende.

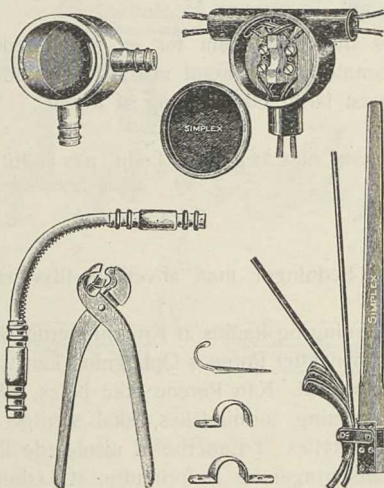


Fig. 180.



**Udvendige Rør.** Hertil kan alle de nævnte Rørsystemer benyttes, dog maa messingklædte Bergmanns Rør kun i tørre Rum anbringes direkte paa Vægflader: i Nybygninger skal de lægges paa Træunderlæg. Ebonitrør skal være forsvarlig beskyttede mod mekanisk Beskadigelse.

**Skjulte Rør.** Til Indlægning i Mur, Puds eller lign. maa ikke anvendes Papirrør eller aabne Staalrør. Rørene skal mindst have 1 mm Godstykkelse. Samlinger skal være lufttætte og udføres ved Lodning eller Forskruning. Vinkelstykker og Daaser skal til enhver Tid være tilgængelige. De Riller, hvori Rørene lægges, skal udstøbes med Gibs eller Cement. Ledningerne skal være isolerede med vulkaniseret Gummi.

**Hullister af Træ,** Fig. 181, maa kun anvendes i fuldstændig tørre Rum, altsaa f. Eks. ikke i Nybygninger, Kælderrum og lign. Hullister er forbudte i Theatre, Varietéer og lign. I Hullister maa kun anvendes vulkaniserede Ledninger.

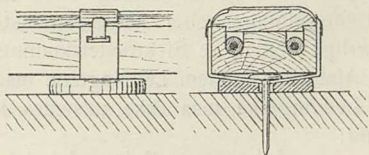


Fig. 181.

Hullisterskal hvile paa Underlag af Porcellæn, Glas eller lign., f. Eks. Porcellænsskiver i højst 600 mm Afstand. Træet i Listerne skal være haardt og saaledes imprægneret, f. Eks. ved Shellak. Fernis o. s. v., at de ikke suger Fugtighed. Dækslet skal befæstes ved Baand, ikke ved Skruer.

**Klemmelister af Træ.** Hvor Ledningerne er udsatte for Overlast, skal Klemmerne anbringes i en Liste, som vist punkteret paa Fig. 178.

**Master.** Afstanden mellem Træmaster paa lige Strækninger maa ikke overskride følgende Værdier: Naar det samlede Ledningstværsnit af alle Ledninger inkl. eventuelle Beskyttelsestraadé er:

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| under 105 mm <sup>2</sup> ..... | 80 m |
| fra 105—210 - .....             | 60 - |
| - 210—300 - .....               | 50 - |
| over 300 - .....                | 40 - |

Der bruges dog sjældent mere end 30—40 m Afstand. Diameter af Mastetoppen maa ikke være under 150 mm. Masterne skal imprægneres paa betryggende Maade og Toppen beskyttes mod Regn. De nedgraves med c.  $\frac{1}{6}$  af deres Længde og mindst  $1\frac{1}{2}$  m. I blød Bund og i alle Vinkelpunkter maa de ekstra forankres eller afstives. Endvidere anvendes Master af Jern og af armeret Beton. Ved Vejoverskæring, Krydsning eller Parallelføring af Svagstrømsledninger eller andre Stærkstrømsledninger gælder særlige Regler, se Elektricitetskommissionens Forskrifter.

Afstanden mellem Ledningerne maa mindst være 30 cm.

Ledningerne maa ikke udsættes for større Paavirkning end:

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| 5 kg pr. mm <sup>2</sup> for udglødet Kobbertraad |
| 12 - - - - haardtrukken —                         |
| 9 - - - - Aluminiumstraad.                        |

Dette gælder baade ved Strækningen og naar Ledningerne paa Grund af lav Varmegrad trækker sig sammen, samt naar de er belagte med Is. Isens Vægt regnes i kg pr. Meter til 0,015 multipliceret med Traadens Tværsnit i mm<sup>2</sup>.

Omstaaende Tabel angiver, hvor stor en Lednings Næbhængning er mellem to Bærepunkter ved forskellige Spænd-

vidder, naar Ledningen højst maa paavirkes med en Kraft af 4 kg pr. mm<sup>2</sup> ved  $\div 20^{\circ}$  C.

| Temperatur i Celsius <sup>o</sup> | Nedhængning i mm ved en Spændvidde af |      |      |      |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|
|                                   | 20 m                                  | 30 m | 40 m | 50 m |
| $\div 20^{\circ}$                 | 114                                   | 250  | 440  | 700  |
| $\div 15^{\circ}$                 | 130                                   | 280  | 475  | 750  |
| $\div 10^{\circ}$                 | 150                                   | 300  | 510  | 770  |
| $\div 5^{\circ}$                  | 170                                   | 340  | 550  | 800  |
| $0^{\circ}$                       | 195                                   | 380  | 585  | 840  |
| $+ 5^{\circ}$                     | 220                                   | 390  | 620  | 880  |
| $+ 10^{\circ}$                    | 240                                   | 420  | 660  | 920  |
| $+ 15^{\circ}$                    | 260                                   | 450  | 690  | 960  |
| $+ 20^{\circ}$                    | 280                                   | 470  | 720  | 1000 |
| $+ 25^{\circ}$                    | 300                                   | 500  | 750  | —    |

Strækning af Traad, der sker ved Tallie og Traadklemme, er vanskelig, naar Diametren er over 8 mm, hvorfor der da bruges Kabel.

Ved Oprulning af Traad maa Snoninger i Traaden undgaas ved, at hele Traadringen drejes, saa Traaden løber af paa Ydersiden.

**Gennemføringer** gennem Væg, Loft og Gulv. Ledninger skal føres saaledes, at de er tilstrækkelig beskyttede mod Fugtighed, mekanisk og kemisk Beskadigelse ved tilstrækkelig stærke Rør, der springer mindst 10 mm frem og mindst 100 mm over Gulv.

I fugtige Rum, og hvor Ledningen føres fra det Fri ind i Bygninger, skal Rør af Glas, Porcellæn eller tilsvarende



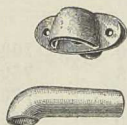


Fig. 182.

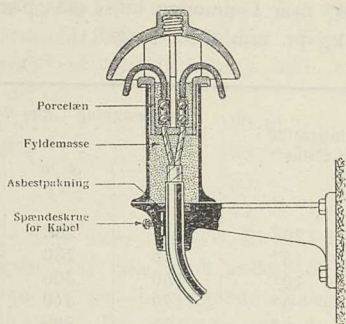


Fig. 183.

Rør benyttes. Hyppigst bruges tragtformede Rør, der anbringes med Mundingen nedad, se Fig. 182.

Fig. 183 viser en Indføring efter „Dana“ Systemet.

## INSTALLATIONER

Under tilbørligt Hensyn til det foran anførte udføres Installationen af et elektrisk Anlæg saaledes, at de enkelte Forbrugsapparater kan faa Strøm tilført og afbrudt paa den hensigtsmæssigste Maade. Ordningen af Hovedledninger, Stikledninger, Gruppeledninger m. m. afhænger selvfølgelig af de lokale Forhold, hvorfor der ikke herom kan gives bestemte Regler.

Hovedledningen føres til et centralt, let tilgængeligt Sted, hvor Sikringer og helst ogsaa Afbrydere for Stikledninger og Gruppeledninger anbringes.

Overalt, hvor en tyndere Ledning afviger fra en tykkere, skal der anbringes Sikringer, der forhindrer for stor Strømbelastning. I Jævnstrøm-Tredelersystemer og Vekselstrøms-Flerledersystemer maa der ikke anbringes Sikringer i Nulledningen, idet der ved en saadan Sikrings Oversmeltning kan opstaa Fare for Fremkomsten af højere Spændinger end normalt, hvorimod der i Toledere, der forgrener sig fra saadanne Systemer, skal være Sikringer i begge Ledninger.

Den tyndeste Ledning, der maa fast oplægges, er  $1 \text{ mm}^2$  (i København  $2 \text{ mm}^2$ , midlertidig tillades dog  $1 \text{ mm}^2$  under visse Forhold) med et største Strømforbrug af 6 Amp. (i København maa paa en  $2 \text{ mm}^2$  Ledning indsættes indtil 15 Glødelamper, ved Vekselstrøm udenfor Beboelser 10 Gløde-

lamper). Til Monteringsledninger og Pendelledninger maa bruges  $0,75 \text{ mm}^2$ , til bevægelige Dobbeltledninger  $1 \text{ mm}^2$ ,

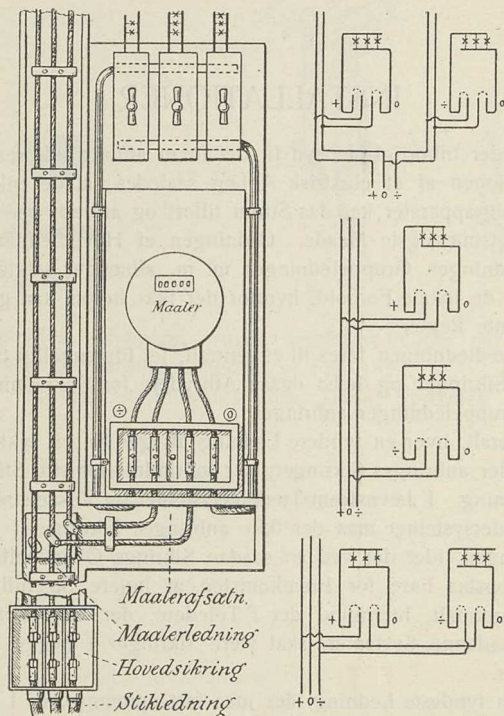


Fig. 184.

for disse behøves ikke særlig Sikring, naar de findes udenfor en 6 Amp. Sikring.



I København ordnes Installationen i et Hus, der faar Strøm fra de kommunale Ledninger, saaledes, at den bestaar af tre Hoveddele, nemlig: Stikledningen, der fra Gaden fører ind i Bygningen og ender i en Hovedsikring, Maalerledninger, der udgaar fra Hovedsikringen og fører til de forskellige Etager, hvor den forgrener sig til Maalerafsætninger i de enkelte Lejligheder. Umiddelbart udenfor Maaleren anbringes Gruppeafbrydere og Sikringer, hvorfra selve Installationen i Lejligheden udgaar.

En Toleder-Jævnstrøms-Lysinstallation ved 220 Volt maa højst være paa 25 Ampère. En Toleder-Vekselstrøms-Lysinstallation ved 127 Volt maa højst være paa 18 Amp. Større Installationer fordeles saavidt mulig lige i Treleder-systemets to Sider og paa de tre Faseledninger.

Fig. 184 viser en saadan Jævnstrømsinstallation med Maalerledningen lagt i Klemmelist, samt Skemaer for Maalerafsætninger fra Tre- og Toleder-Maalerledninger, som de almindeligst forekommer.

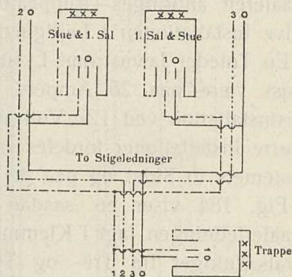
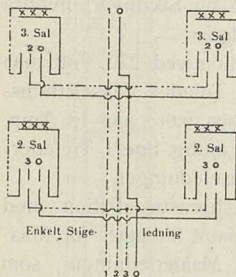
Vekselstrømsinstallationer udføres saaledes, at Maalerledningen lægges med en eller flere Faseledninger i Nummerorden fra Venstre og Nul til Højre. Maalerafsætning for Motorer udføres med de tre Faseledninger alene i Nummerorden fra Venstre. Fig. 185.

**Indvendige Ledninger**, fast oplagte, kan lægges paa Isolatorer, Knapper, Ringe og Klemmer, men skal indenfor Rækkevidde og i mindre end 2 Meters Højde over Gulv beskyttes mod Beskadigelse. Ved armerede Blykabler og metaltraadsoverspundne Ledninger er Metalhylstret tilstrækkelig Beskyttelse. Endvidere kan de lægges i Rør udenpaa Væg og Loft eller skjult i Pudsen og endelig i Hullister af Træ.

De lokale Forhold og Anvendelsen af Rummene i Forbindelse med Prisen vil være bestemmende for, hvilken Installationsmaade, der bør anvendes. Den billigste Installation vil som Regel være paa Knapper, idet der benyttes Rør som Beskyttelse ned ad Vægge til Afbrydere, Sikringer, Stikkontakter m. m.

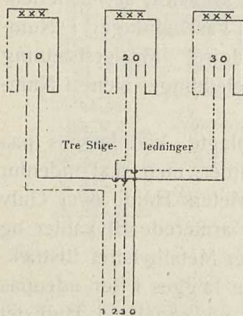
*Enfase-Installationer.*

Lys



*Enfase-Installationer.*

Lys



*Trefase-Installationer.*

Lys

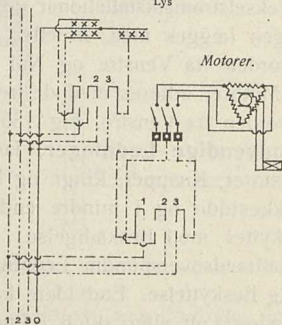


Fig. 185.

Ved Installationer i Fabrikker paa vanskelige Steder vil man billigst kunne anvende jernbaandsarmerede Kabler, særlig ved de større Dimensioner.

I Lokaler, hvor der forekommer ætsende Dampe eller Luftarter, f. Eks. ogsaa i Stalde, er det heldigst at benytte blyklædte Ledninger og udføre alle Forbindelser og Forgreninger i Daaser, der kan tilmeltes med en Asfaltmasse. Fig. 186.

Ved Husinstallationer er det meget almindeligt, ligesom det giver en god Installation at lægge Ledningerne i Kor-

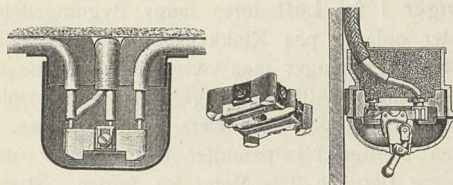


Fig. 186.

ridorer i Klemmelister, hvorfra der saa lægges Ledninger ind i Værelserne i Rør eller som Rørtraad til Lamper, Afbrydere og Stikkontakter. Skal Ledninger til Lamper i Loftet i færdige Huse lægges skjult, udføres dette som Regel ved „Fiskning“, idet der hugges Hul gennem Puds og Forskalning ved Lampens Plads og ved Væggen, saaledes at et eller flere Rør kan føres langs Gulvbjælkerne mellem Forskalning og Indskud.

Ved Installation i Rør undgaas hyppig Ledningsforbindelser med de dertil hørende Forbindelsesdaaser ved at anvende saakaldt „Sløjfning“. Saaledes føres f. Eks.

14\*



Ledningen fra et Rør, der ligger foroven langs Væggen ned til en Afbryder og derefter tilbage i Stedet for at tage Stik til Afbryderen.

Der maa ikke anbringes enpolede Afbrydere i Nulledere, altsaa f. Eks. Afbrydere for Lamper og Stikkontakter, ligesom ogsaa Igangsætningsmodstande for Motorer, de skulle derimod være anbragt i den positive eller negative Ledning hørende til Jævnstrøms-Treledersystem og i Faseledningerne. Ligeledes skulle disse Ledninger forbindes til Lampefatningers Bundkontakt, medens Gevindet skal forbindes med Nulledningen.

**Ledninger i fri Luft** føres langs Bygningsdele eller paa Master oplagte paa Klokkeisolatorer eller Rilleisolatorer. Blanke Ledninger maa være beskyttede mod Berøring (København: Alle Ledninger skal være isolerede). Ubeskyttede Ledninger skal være lagte saaledes, at de ikke uden særlige Hjælpemidler kan berøres; de skal mindst være fjernede  $2\frac{1}{2}$  Meter fra Jorden. Stativer og Barduner til Luftledninger maa ikke befæstes til Straatage. Ledninger skal være mindst 1,5 Meter fjernede fra Straatage og maa ikke fastgøres til Huskorstene o. lign. Fast Oplægning af Dobbeltledninger i det Fri er forbudt. Se endvidere under Master.

**Isolationsmodstanden i det færdige Anlæg** skal for hver Ledningsdel mellem 2 Sikringer mindst være 1000 Ohm, multipliceret med Driftsspændingen, f. Eks. ved 220 Volt 220,000 Ohm (se under Maaleapparater).

Prøven skal ske ved Driftsspændingen, efter at Ledningen har været 2 Minutter under Spænding.

(København: Hver Hovedledning og Gruppeledning i tørre Rum (f. Eks. Beboelser i gamle Huse) 440,000 Ohm).

I fugtige Rum, vaade Rum, Rum med ætsende Dampe og i saadanne, hvor der fremstilles eller opbevares eksplosive Stoffer, eller hvori der findes let antændelige Stoffer i større Mængde, samt for Teatre, Varietéer, Garager o. lign. gælder særlig skærpende Regler, se „*Forskrifter for Udførelse og Drift af elektriske Stærkstrømsanlæg*“.

Bevægelige Ledninger skal have særlig Beskyttelse, naar de er udsatte for grov Behandling.

## FORDELINGSTAVLER OG HJÆLPEAPPARATER

For de i en elektrisk Installation benyttede Hjælpeapparater gælder følgende almindelige Regler:

Alle strømførende Dele skal være monterede paa ildfast Underlag. De skal være konstruerede saaledes, at de ved den stærkeste normalt forekommende Strøm ikke kan opvarmes til en for Driften eller Omgivelserne farlig Temperatur, og at der ingen Skade kan ske ved Gnister, smeltet Metal eller lign. under normal Brug.

De skal, naar de findes udenfor Stationsrum, være beskyttede mod tilfældig Berøring, enten ved en Beskyttelsesbeklædning eller ved Anbringelse udenfor Rækkevidde.

Foruden til efterfølgende, der gælder for *Lavspændingsanlæg*, naar det ikke er anført, at det gælder for *Højspændingsanlæg*, henvises til Elektricitetskommissionens Forskrifter. Endvidere maa bemærkes, at der til Brug i Anlæg, der faar Strøm fra Københavns Kommune, og andre, kun maa benyttes Apparater af forud godkendte Typer.

### **Fordelingstavler — Strømtavler — Fordelingsanlæg.**

For paa en bekvem og oversigtlig Maade at kunne maale, regulere og fordele Strømmen fra en eller flere Dynamoer, Akkumulatorer m. m., samles de dertil nødvendige Apparater paa en Fordelingstavle eller ved større Anlæg i et Fordelingsanlæg. Fordelingstavler udføres som Regel af



en eller flere Marmorplader, fastgjorte paa et Jernstativ, og anbringes saaledes, at Bagsiden er tilgængelig, og at der mindst er 1 m fra Apparater herpaa til Væg. Kan dette i enkelte Tilfælde ikke lade sig gøre, skal Tavlen indrettes saaledes, at Apparat-Forbindelserne kan efterses.

Paa Fordelingstavler for mindre Anlæg føres Strømmen fra Dynamoen eller Dynamoerne over topolet Sikring, to-

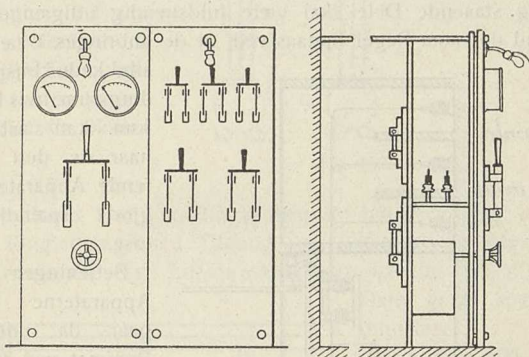


Fig. 187.

polet Afbryder og Ampèremeter til Samleskiner, endvidere findes Voltmeter og Dynamoernes Shuntregulatorer herpaa. Fra Samleskinnerne udgaar over topolede Afbrydere og topolede Sikringer Ledninger til Forbrugsstederne.

Findes der tillige et Akkumulatorbatteri, anbringes Afbryder og Sikring for dette samt Ampèremeter, der tillige viser Strømmens Retning,  $\circ$ : om Batteriet lades eller aflades. Undertiden benyttes hertil en særlig Strømretnings-

viser. Endvidere anbringes Celleskifter og eventuelle andre Hjælpeapparater, f. Eks. automatiske Afbrydere m. m. Sikringerne anbringes hyppigt paa Bagsiden af Tavlen.

Fig. 187 viser en Fordelingstavle set forfra og fra Siden, bestaaende af et Dynamofelt og et Felt for afgaaende Ledninger. Udvidelser lader sig let gøre ved Anbringelse af flere Felter. Strømløb ses Fig. 37, 38, 105, 106, 107.

**Højspændingsfordelingsanlæg.** Alle under Højspænding staaende Dele skal være fuldstændig utilgængelige, hvad der som Regel opnaas ved, at de anbringes i særlige

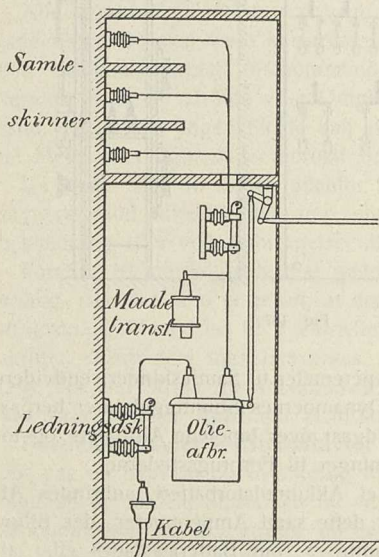


Fig. 188.

aflukkede Højspændingsrum, hvis Døre kun kan aabnes, naar de deri værende Apparater er gjort spændingsløse.

Betjeningen af Apparaterne foregaar da udenfor Rummet ved isolerede Trækstangsforbindelser ell. ved elektrisk Lavspændings Fjernstyring, Fig. 188. Endvidere skal alle ledende Dele være jordforbundne, og naar der aabnes for Højspæn-

dingsrummet, skal tillige alle Dele, der ellers normalt er spændings-førende, være jordforbundne, Ved højere Spændinger anbringes Apparaterne for de forskellige Faser eller Polariteter i særskilte Rum, adskilt fra de andre ved ildfaste Skille-rum.

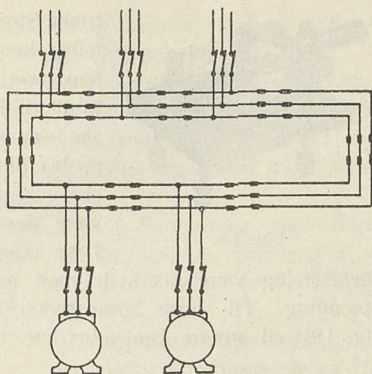


Fig. 189.

Fig. 189 viser Samleskiner i et Fordelingsanlæg for høj Spænding lagt som Ringledning med Tilgang for Dynamoer og Afgang for Ledninger. Ved Ledningsadskillere kan de forskellige

Dele gøres spændingsløse.

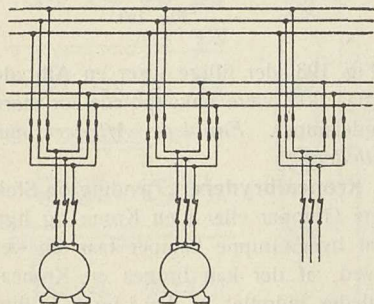


Fig. 190.

Paa Fig. 190 er Samleskinnerne delt i to Systemer, hvoraf et kan gøres spændingsløst ved Ledningsadskillere.

**Strømbrydere (Afbrydere) og Strømskiftere** skal anbringes til Afbrydning af elek-



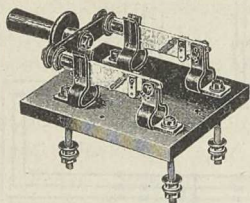


Fig. 191.

Dæksler [og være mærkede med normal Strømstyrke og Spænding. Til større Strømstyrker bruges Knivafbrydere, Fig. 191; til mindre Drejeafbrydere, Fig. 192, og 194 a, b,

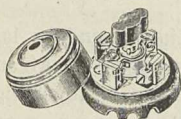
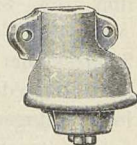


Fig. 192.



Fig. 193.



og Tumlerafbrydere, Fig. 193, der tillige viser en Afbryder til fugtige Rum. De maa ikke være enkeltpolede for større Grupper end 20 Glødelamper. *Enpolede Afledere maa ikke anbringes i Nulledere.*

**Gruppeafbrydere, Kroneafbrydere.** Tænding og Slukning af Lamper i flere Grupper eller i en Krone og lign. kan ske enten ved, at hver Gruppe Lamper faar sin særlige Afbryder, eller ved, at der kan bruges en Kroneafbryder, sædvanlig saaledes indrettet, at den i første Stilling tænder 1ste Gruppe, i anden Stilling slukker 1ste og tænder

2den Gruppe, i tredje Stilling tænder begge Grupper, i fjerde Stilling slukker begge Grupper, Fig. 194 c, d.

**Korrespondanceafbrydere** tjener til at tænde og slukke en eller flere Lamper fra to Steder, se Fig. 104 e. Dette kan ogsaa gøres ved Afbryder, som vist i Fig. 194 f, men det har til Følge, at begge Poler maa føres ind i Afbryderne, hvad der er uheldigt.

**Krydsningsafbrydere** kan i Forbindelse med Korrespondanceafbrydere tjene til Tænding og Slukning af en eller flere Lamper fra flere Steder, Fig. 195.

**Trappeautomater** er Afbrydere, der slutter Strømmen til en eller flere Lamper, f. Eks. paa en Trappe, Fig. 196. De kan være indrettede saaledes, at man ved at paavirke Trykknapper, der kan anbringes ved Indgangsdøre i Korridorer og lign. Steder, sender Strøm

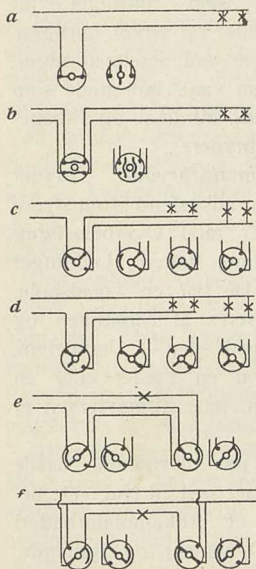


Fig. 194.

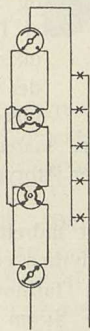


Fig. 195.

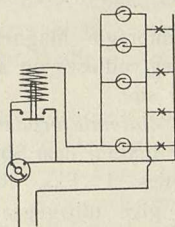


Fig. 196.

gennem en Traadspole eller en Elektromagnet. Herved tiltrækkes en Jernkærne eller et Anker, hvorved Strømmen slutes til Lamperne. Samtidig med at Lamperne tændes, sættes et Urværk i Gang, der drives af Jernkærnens Vægt eller en Fjeder, og som efter 2—3 Minutters Forløb efter Apparatets Indstilling slipper Kærnen eller Ankeret, der da, ved at gaa tilbage, slukker Lamperne.

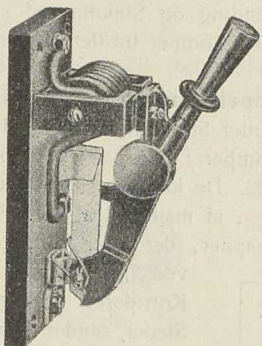


Fig. 197.

**Automatiske Afbrydere** kan, foruden som Afbrydere, tillige benyttes som Sikringer for Strømkredse og virker hurtigere og sikrere end Smeltesikringer.

De kan være indrettede som Maksimal-, Minimal- og Tilbagestrømsafbrydere.

*Maksimalafbrydere* bryder ved en forudbestemt Strømstyrke og sikrer mod Overbelastning af Dynamo, Batteri, Ledninger m. m. De har en Traadspole, der passerer af Strømmen og virker ved den i Jerndelene

frembragte Magnetisme, saaledes at en Fjeder eller en Vægt udløses og aabner Afbryderen, naar Strømstyrken er for stor.

*Minimalafbrydere* er indrettede paa tilsvarende Maade og bryder, naar Strømstyrken er gaaet ned til Nul. De benyttes f. Eks. til at forhindre et Akkumulatorbatteri at give tilbagegaaende Strøm i Dynamoer og lignende, Fig. 197.

*Tilbagestrømsafbrydere* tjene ligesom Minimalafbrydere



til at forhindre tilbagegaaende Strøm i Dynamoer, f. Eks. hvor flere saadanne arbejde i Parallelforbindelse; de bryde dog først efter at Tilbagestrømmen har naaet en vis Styrke, for at de ikke skulle virke, hvis en Dynamo et Øjeblik blev strømløs. eller for en mindre Tilbagestrøm, hvad der som Regel vilde være i Utide. De kunne ogsaa samtidig være Maksimalafbrydere.

De har en Hovedstrøms- og en Spændingsspole, der ved tilbagegaaende Strømretning i Hovedstrømspolen understøtter hinanden og bringer Afbryderen til at virke ved en forholdsvis lav Strømstyrke. Ved normal Strømretning vil de først afbryde, naar Strømmen er betydelig større, idet de to Spoler her modvirke hinanden, Fig. 198.

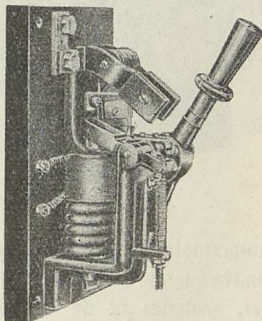


Fig. 198.

Ved mindre Apparater benyttes undertiden Kviksølvskontakter. Ved større Strømstyrker er dette upraktisk, hvorfor der da bruges Metalkontakter, ligesom der navnlig ved større Maksimalafbrydere findes en kraftig elektromagnetisk Gnistudblæsning.

**Olieafbrydere** benyttes til Afbrydning af Veksler og Drejestrøm af høj Spænding og store Strømstyrker og ere saaledes indrettede, at de Kontaktdele, hvorimellem Afbrydningen finder Sted, er nedsænkede i Olie. De forskellige Poler har gerne hver sit Olierum, men Bevægelsen maa ske samtidig for dem alle for at undgaa Over-

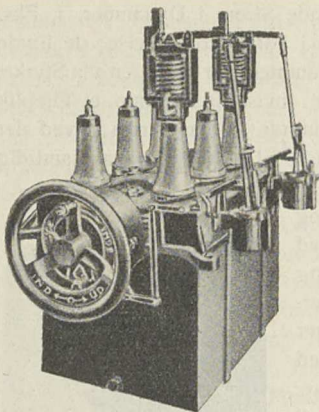


Fig. 199.

spændinger, der ellers vilde kunne opstaa. Der benyttes gerne mekanisk eller elektrisk Fjernstyring for disse Apparater. Fig. 199 viser en trepolet Olieafbryder forsynet med Maksimal - Afbrydnings-spøler.

**Luftlednings - Afbrydere.** Til Afbrydning af Luftledninger med høj Spænding og ikke for store Strømstyrker benyttes Afbrydere, hvis

Kontaktdele tæt ved Afbrydningsstedet er forsynet med opadvendende Horn, hvorimellem Afbrydningsgnisten kommer, saaledes at de egentlige Kontakter ikke forbrændes. Den ved Afbrydning fremkomne Lysbue vil hurtigt slukkes ved af den opstigende opvarmede Luft at drives opad Hornene, indtil Afstanden bliver saa stor, at Lysbuen slukkes. Fig. 200.

**Ledningsadskillere** anbringes i Højspændingsledninger for at kunne gøre Apparater eller Dele af Ledningen spændingsløse. Det er en Art Afbrydere, der dog ikke maa aabnes, naar de passerer af Strøm, Fig. 201. De betjenes hyppigst ved en lang, godt isoleret Trækstang, der jordforbindes under Brugen.

**Sikringer** skal anbringes i alle Ledninger, der fører fra Fordelingsanlæg eller Fordelingstavler, og hvor en tyndere

Ledning forgræner sig fra en tykkere; herfra undtages dog Monteringsledninger i Belysningslegemer, bevægelige Ledninger m. m. udenfor sidste Sikring. I Nulledere i Flerledningssystemer maa der ikke anbringes Sikringer, derimod skal anbringes Sikring i begge Poler af Toledere, der afgrener fra Flerledersystemer, selv om den ene Ledning er Nulledning.

I Fordelingsanlæg benyttes hyppig automatiske Afbrydere i Stedet for Smeltsikringer.

De skal indrettes saaledes, at de forhindrer for stærk Opvarmning af Ledningen,

endvidere saaledes, at ved Strømstyrker fra 6 til 30 Amp. en uagtsom eller fejlagtig Anvendelse af større Sikringer er udelukket. De skal til Stadighed kunne føre 1,25 Gange Normalstrømstyrken og smelte eller afbryde, naar Strømmen i højst 2 Minutter har været det dobbelte af den normale.

Fig. 200.

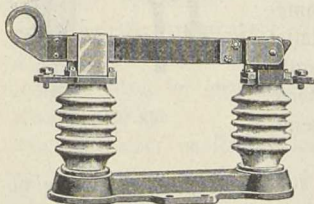
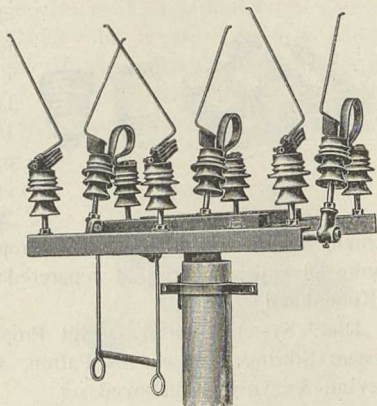


Fig. 201.

Sikringer bør saa vidt



muligt centraliseres og anbringes paa et let tilgængeligt Sted.

**Propsikringer**, der bruges for indtil 30 Amp., er indrettede saaledes, at Smeltestykket, en Sølvtraad, er inde-sluttet i et Porcellæns-legeme, der indskrues i en Holder, hvor det faar Forbindelse med Ledningen ved Gevind og Bundkontakt som en Glødelampe, Fig. 202.

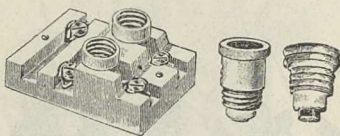


Fig. 202.

skruens Højde forhindrer, at en Prop til for stor Strømstyrke anvendes. (Brug af reparerede Propper er forbudt i København.)

„Diaz“-Systemet er et særligt Propsikringssystem. Her bestaar Sikringen af en løs Patron, der passer i et med Gevind forsynet Skruehoved og sammen med hvilket den indskrues i en Holder paa lignende Maade som ovenfor. Ved forskellig Ordning af Bundskruer og ved forskellig Længde og Diameter af Patronerne, er der skaffet stor Sikkerhed mod fejlagtig Indsætning af Patroner til større Strømstyrke, end forud bestemt. Fig. 203.

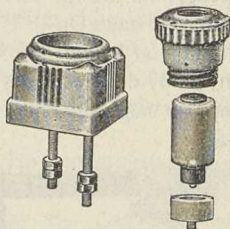


Fig. 203.

**Lamellesikringer** bruges for større Strømstyrker og bestaar af Sølv, — tidligere anvendte man Bly og Tinlegeringer —, der er loddede ind i Kontaktstykker af Metal.

Disse fastspændes paa Klemstykker i Sikringsholdere, Fig. 204. Smeltetraaden maa dækkes med en Skærm.

**Patronsikringer** bruges op til 2—300 Amp. og bestaar som Regel af Porcellænslegemer, der indeslutter Smelte-traadene og faar Forbindelse med de strømførende Dele i Holderen ved Kontaktflader eller fremspringende Kontaktstykker, der skydes ind i Fjederkontakter. Indsætning af disse er mere farefri end ved Lamellesikringer, og Faren for, at glødende Metaldele skal springe omkring, er udelukket.

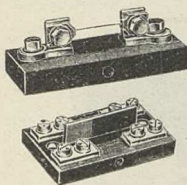


Fig. 204.

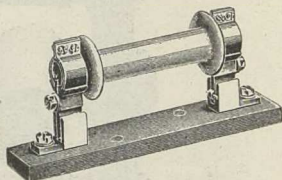


Fig. 205.

**Rørsikringer** er Lamellesikringer, hvor Lamellen er anbragt i et Porcellænsrør med Kontakter, der skydes ind i Fjederkontakter i Holderen, Fig. 205. Indsætningen er mest farefri ved disse.

**Indkapslede Apparater.** Til Brug paa fugtige Steder eller hvor der findes ætsende Luftarter eller hvor Apparaterne er udsat for grov Behandling haves de indbyggede i Støbejernsskabe.

Fig. 206 viser en Række saadanne Apparater med Sikringer, Afbrydere og Ampèremetre, samt Forbindelsesstykker. De indrettes saaledes, at Døren kun kan aabnes, naar Afbryderen staar afbrudt.

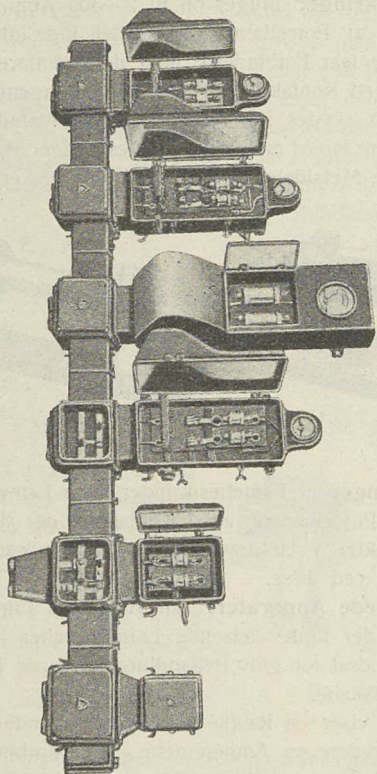


Fig. 206.



**Stikkontakter** bruges til Forbindelse af bevægelige Ledninger med den faste Installation. De bestaar af en Kontaktprop med Kontaktstifter, der anbringes i den bevægelige Ledning, og en Kontaktdaase i den faste Installation. De skal være mærkede med den normale Strømstyrke, og Proppen maa ikke passe i Kontaktdaaser til højere Strømstyrke. Der maa ikke anbringes Sikringer i den bevægelige Del i Stikkontakter.

(Købhv.: Ved Stikkontakter skal findes en Afbryder.)

Fra en Stikkontaktprop maa kun udgaa een Ledning.



Fig. 207.

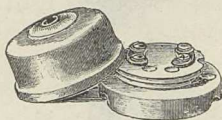


Fig. 208.

Fig. 207 viser en Stikkontakt og Afbryder kombinerede sammen. Undertiden er Stikkontakter indrettede saaledes, at Proppen kun kan sættes ind paa een Maade, hvorved undgaas at Strømretningen vendes.

**Forbindelsesrosetter** anvendes til Forbindelse af bevægelige Ledninger, Pendelsnore m. m. med den faste Installation, idet Forbindelsen ikke maa ske ved Lodning. De bestaar hyppigst af en Porcellæns (Kaolin) Underdel med Klemskruer saavel for den faste som for den bevægelige Ledning; denne passerer gennem et Hul i et paa Underdelen skruet Porcellæns Dæksel. Til Dækslet fastgøres eventuelt Ledningens Bæresnor. Fig. 208.

15\*

**Lampefatninger** (holdere) tjener til Fastholdelse og Strømtilførsel for Glødelamper, Fig. 209. De almindeligst anvendte har „Edisons“ Normal-Gevind. I Skibe, Vogne og hvor ellers Rystelser kan forekomme, benyttes hyppigt „Swans“ Fatninger, hvor Lampen fastholdes ved Tapper, der griber ind i Bajonetudskæringer i Fatningen. De haves

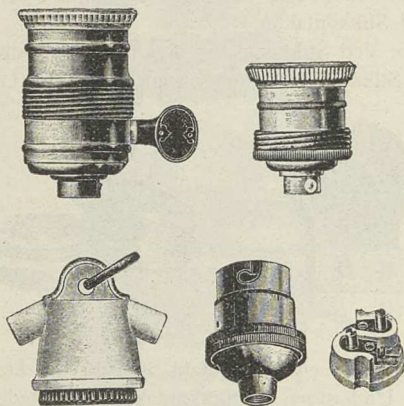


Fig. 209.

med og uden Strømbryder, Hane. Til smaa Lamper haves Fatninger af „Mignon“ Type og mindre. (Købhv.: Fatninger til Lamper mellem 101 og 400 Watts Forbrug skal have normal Edisons venstre Gevind, derover benyttes „Goliathfatning“.)

I Anlæg, hvor den ene Pol er forbunden til Jord, skal denne Pol forbindes med Fatningens Gevind, den anden Pol med Bundkontakten, for at man under Berøring af

Lampens Gevind ikke skal komme i Forbindelse med den Pol, der har Spænding til Jord.

**Nipler.** Fatninger fastskrues paa Nipler, hyppigst med  $\frac{3}{8}$ " Rørgvind, undertiden med større Dimensioner. Til hængende Lamper bruges Klemnipler eller Ringnipler, i hvis Ring Bærettraaden fastgøres.

**Lynafledere og Overspændingsafledere for elektriske Ledninger.** Længere overjordiske Ledninger i fri Luft er udsatte for mere eller mindre direkte Lynnedslag og Sidevirkninger heraf, ligesom der af forskellige Grunde kan opstaa skadelige Overspændinger i Ledninger. De af saadanne Aarsager fremkaldte Strømme kunne ved at følge Ledningerne ind i Bygninger blive farlige og ødelæggende for Dynamoer, Elektromotorer og andre elektriske Apparater.

Til Sikring mod Beskadigelser af disse Grunde anvendes dels Afledere, der skal bortlede de skadelige Strømme, dels Dæmpespoler, der skal forhindre dem i at følge Ledningerne ind i Bygningerne, Fig. 210. Disse Apparater anbringes gerne umiddelbart ved Indføringen og for hver Ledning.

Afledere kan ved ganske lave Driftsspændinger bestaa af to Metalplader, forsynede med fremstaaende Spidser eller Riller, anbragte overfor hinanden med ganske lille Mellemrum, og saaledes, at den ene er i Forbindelse med Ledningen, den anden ved et Kobberkabel i Forbindelse med en

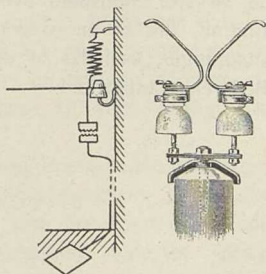


Fig. 210.



Jordplade, en c. 1 m<sup>2</sup> Kobberplade, gravet ned til Grundvandet.

For at forhindre, at Maskinstrømmen følger efter til Jord og derved muligvis foranlediger Driftsforstyrrelser, eller ved at smelte Metaldelene gør Aflederen uvirksom, kan denne være forsynet med en Elektromagnet, der ved at blive passeret af denne Maskinstrøm, vil blæse Lysbuen ud og saaledes bryde Strømmen til Jord. At benytte fælles Jordledning for flere Afledere er forkasteligt, da der derved let fremkommer Kortslutninger.

Ved Anlæg med høj Spænding benyttes Hornafledere af den paa Fig. 210 viste Form, hvis ene Horn er i Forbindelse med den strømførende Ledning, det andet Horn med Jordpladen. Den mulig fremkomne Lysbue mellem Hornene slukkes ved, at den af den ophedede Luft drives op, hvor Afstanden er stor, indtil den brydes.

**Dæmpespoler** anbringes mellem Aflederen og Indføringen i Bygningen, f. Eks. ved at Ledningen formes til en Spole paa 8—10 Vindinger af 75—100 mm Diameter. En saadan Spole frembyder paa Grund af dens Selvinduktion en stor Modstand overfor Lynet og Overspændingsstrømme, der er en overordentlig hurtig Række skiftende Udladninger, saaledes at disse lettere søger til Jord over Aflederens Luftafstand.

## ELEKTRISKE HEJSEVÆRKER, ELEVATORER OG SPORVOGNE

Til Drift af Hejseværker og lign. egner Elektricitet sig i de fleste Tilfælde bedre end anden Drivkraft paa Grund af Elektromotorens, særlig Jævnstrøms Seriemotorens Egenskaber. Ved de transportable Hejseværker, f. Eks. Løbekraner, er endvidere den simple Maade, hvorpaa Strømmen kan tilføres, en stor Fordel.

De mest fuldkomne Kraner har en Motor for hver Bevægelse, Hejsning, Flytning, Drejning, Udlægning o. s. v.; undertiden nøjes man med een Motor, der da ved Omkobling kan udføre de forskellige Bevægelser.

**Løbekraner**, der f. Eks. i Maskinværksteder, Støberier o. s. v. bevæger sig paa højtliggende Skinner paa langs gennem Værkstedet, medens Hejseværket er anbragt paa en Vogn, der bevæger sig paa Kranen, tværs paa den forrige Retning, har som Regel 3 Motorer, en for Længdebevægelse, en for Tværbevægelse og en for Hejsning, alle Seriemotorer, af Størrelse svarende til deres særlige Op-gave.

Til Igangsætning, Omstyring og Hastighedsregulering af Motorerne benyttes hyppigst Valseigangsættere. Ved Løbekraner anbringes Igangsætterne ofte paa Kranen, saaledes at de betjenes ved Tov- eller Kædetræk nede fra. Benyttes Kranen meget, kan det være fordelagtigere, at Kran-

føreren har Plads paa Kranen. I nogle Tilfælde, hvor Kranen bruges i Forbindelse med en enkelt Maskine, en Damphammer, Smedepresse eller lign., kan det være nødvendigt at anbringe Igangsætterne nede ved Maskinen, hvad der dog medfører et noget kompliceret Ledningsanlæg.

Hejsemotoren maa forsynes med en elektrisk Bremse, der bremses, naar Motoren er strømløs, ligegyldig af hvilken Grund, og derved forhindrer Lasten i at løbe ned. Bremsen bestaar som Regel af en Traadrulle, som, naar Strømmen er sluttet, tiltrækker en Jernkærne og derved løfter et Par Bremsebakker fri af en Bremseskive, medens disse af en kraftig Fjeder eller en Vægt klemmes mod Skiven, naar Strømmen afbrydes. Undertiden findes ogsaa lignende Bremses til hurtig Standsning af de andre Motorer. Motorerne er som Regel seriebeviklede.

Hastighedsregulering sker ved Modstandsindsætning. For at forhindre Hejsemotoren i under Firing at trækkes rundt af Lasten med en for Ankeret farlig Hastighed, maa der træffes særlige Foranstaltninger, idet en Seriemotor ikke bremses ved at arbejde som Dynamo, saaledes som en Shuntmotor vilde gøre, undtagen Forbindelserne forandres. Undertiden har Kranen en mekanisk Friktionsbremse, som Motoren maa spænde løs, naar Firing skal ske, medens Lasten vil søge at spænde den til; herved forhindres for stor Firehastighed. Endvidere kan Motoren under Firing med Last indsættes som Dynamo, der leverer Strøm gennem større og mindre Modstand, hvad der giver den nødvendige Bremsning. Dog fordres altid nogen Paa-passelighed for at hindre skadelige Hastigheder.

Fig. 211 viser en Igangsætter, Styrevalse, med 7 Hejse-



stillinger og 7 Firestillinger. I enhver af disse faar Bremsen Strøm, i de tre første Firestillinger faar Motoren ikke Strøm, men indsættes som Dynamo paa forskellig Modstand; den vil derfor kun gaa i Gang, hvis Lasten er stor nok til at trække Spillet rundt; i fjerde Stilling bremses Motoren ikke; i de tre sidste faar den Strøm i Fireretning ved tom Krog eller ganske lille Last.

Ønskes i enhver af Firestillingerne Sikkerhed mod, at Lasten trækker Motoren rundt uden Bremsning, benyttes en noget anden Ordning af Styrevalsen, saaledes at Motoren under Firing benyttes som Shuntmotor. Den vil da arbejde som Dynamo og bremses, saa snart dens Hastighed overstiger den til Styrevalsens Stilling svarende.

En meget fin Regulering af Hastigheden kan opnaas ved at sætte Modstand parallelt med Ankeret.

De sorte Cirkler paa Fig. 211 antyder de faststaaende Kontaktfingre, medens de sorte Firkanter er Kontaktrin-gene paa Kontaktvalsen, som er vist udfoldet.

Strømtilførslen til Løbekraner sker ved blanke Kontak-ledninger og Strømaftagere; findes Igangsætterne paa Kranen, behøves kun 2 Traade langs Kranskinnerne, er de

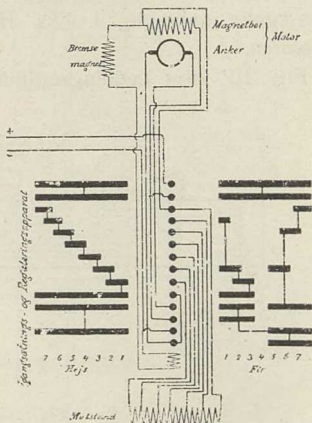


Fig. 211.

anbragte andetsteds, maa der mindst findes 3 Traade for hver Motor, 1 Traad for hver Bremse og en fælles Ledning for dem alle.

Paa Kranen maa et tilsvarende Antal Traade føres videre som blanke Kontaktledninger for de af Motorene, der er bevægelig anbragte, f. Eks. Hejse- og Tværbevægelsesmotoren.

Fig. 212 viser Ledningsordningen for en 3 Motor Kran.

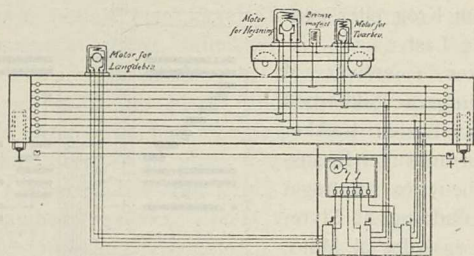


Fig. 212.

**Hejsespil** kan være saaledes indrettet, at Spilmotoren kun løber, naar der hejses eller fires, og svarer da nærmost til det under Løbekraners Hejsespil nævnte. Dog kan det undertiden, naar Spillet bruges meget, have sin Fordel at lade Motoren løbe til Stadighed, medens Spillet sættes i og ud af Virksomhed ved Friktionskobling. Skal Hejsningen foregaa til flere Etager, kan Betjeningen ske ved Træk, Styretov, hvormed Igangsætteren eller Friktionskoblingen paavirkes, og som føres gennem alle Etagerne. Igangsætteren maa i saa Fald helst være saaledes, at Mod-

standen automatisk sættes ud, ligesom Standsningen foregaar automatisk, naar den rigtige Etage er naaet.

**Elevatore**r ordnes enten saaledes, at der følger en Fører med, i hvilket Tilfælde de ikke afviger meget fra almindelige Hejseværker, eller de er automatiske, de saakaldte *Trykknapselevatore*r, der er saaledes indrettede, at de kan betjenes af almindeligt Publikum. Betjeningen sker ved, at man trykker paa en Knap, hvorfra der findes en i hver Etage, *T*, se Fig. 213, hvorved Elevatorstolen bevæger sig til den Etage, hvorfra der blev trykket. I selve Stolen findes ogsaa en Trykknapp for hver Etage, *T'*; ved et Tryk paa en af disse bevæger Stolen sig til den dertil svarende Etage.

Det ses heraf, at Stolen skal bevæge sig nedad, hvis den befinder sig over, opad, hvis den befinder sig under den Etage, hvis Tryk paavirkes. Dette opnaas ved, at der for hvert Stoppested findes en Omskifter, *O*, i den til dette hørende Trykknaps Ledning, som omstilles — af Spillet —, naar Stolen passerer det. Strømmen, der slutes ved Tryk paa Knappen,

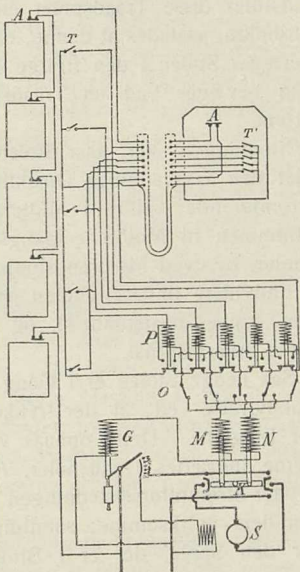


Fig. 213.



vil derfor gaa over denne Omskifter saaledes, at den, naar Stolen sidst er passeret opefter, ledes til en Traadspole, *M*, hvorimod den, naar Stolen sidst er passeret nedefter, ledes til en anden Traadspole, *N*. Ved at tage deres Kærner, indstiller disse Traadspoler en Omskifter, *K*, i Motorens Strømløb, saaledes at denne, naar Motoren *S* sættes i Gang, bevæger Stolen i den rigtige Retning. Selve Igangsætteren kan bevæges ved en Traadspole, *G*, der samtidig faar Strøm.

Stopningen sker, naar Stolen er udfor den rigtige Etage, idet den Tryklednings Omskifter, der i Øjeblikket er den strømførende, stilles i Midterstillingen og derved bryder Strømmen til Motorens Igangsætters og Omskifters Traadspoler, hvorved Motoren stoppes.

Endvidere findes i Stolen en Trykknop, hvormed Stolen kan stoppes naarsomhelst, og en Trykknop, hvormed kan gives Allarmsignal.

Saa længe Stolen er i Gang, maa der ikke fremkomme Forstyrrelse ved, at der trykkes paa en af Trykknapperne for Etagerne. Dette opnaas ved, at der i Trykkerledningen indsættes Traadspoler, *P*, der ved at faa Strøm afbryder Strømtilførselsledningen til samtlige Tryk og derved gør dem uvirksomme; samtidig sluttes et andet Kredsløb for den Spole, der er i Brug, og derved til Omskifter o. s. v.

En anden nødvendig Sikkerhedsforanstaltning forhindrer, at Stolen sættes i Gang, naar en af Dørene i Skakten eller Stolen er aaben. Den bestaar i, at Strømmen til Trykkerne føres over Afbrydere, *A*, der er anbragte ved alle Dørene og kun sluttede, naar disse er lukkede.

Endelig bør der findes en Aflaasningsmekanisme, der

forhindrer, at andre Døre kan aabnes end den, udfor hvilken Stolen befinder sig. Dette sker som Regel ad mekanisk Vej.

Der kan selvfølgelig findes andre Ordninger af Detailerne end de nævnte, ligesom der kan findes andre Foranstaltninger, f. Eks. til Bremsning af Motoren og lign.

**Elektriske Sporvogne** har gerne to Jævnstrøms Seriemotorer paa 15 à 25 HK og mere efter Stigningsforhold, Antal Paahængsvogne m. m. Motorerne er ved Tandhjul i Forbindelse med hver sin Hjulakse og maa være støv- og vandtæt indkapslede. Motorerne betjenes ved Valsegangssættere, en paa hver Platform, der er indsat parallelt, saaledes at den ene kan bruges alene, naar den anden staar i Stopstilling.

I Startningsøjeblikket, hvor der bruges mest Kraft, sættes ved Drejning af Igangsætterens Haandtag begge Motorer og Modstand i Serie; efterhaanden som Vognen kommer i Gang, udskydes Modstanden. Motorerne arbejder nu ved halv Driftsspænding hver. Større Hastighed opnaas ved yderligere Drejning af Haandtaget, hvorved Motorerne sættes i Parallelforbindelse med Modstand foran, der efterhaanden skydes ud, til Motorerne arbejder ved fuld Driftsspænding.

Hurtig Standsning sker ved Dynamobremsning, idet Motorerne indsættes som Dynamer, der leverer Strøm gennem Modstand. Denne Strøm kan gøres nyttig ved at bruges til at trykke Bremseklodser mod Hjulringen.

Spændingen er gerne c. 500—600 Volt, og Strømmen tilføres gennem Kabler fra Elektricitetsværket til blanke Kontakttraade over Sporene og aftages ved Kontaktrulle eller Kontaktbøjle, der bæres af en Stang paa Vognen og holdes

oppe ved stærke Fjedre. Fra Kontaktrullen eller Bøjlen føres Strømmen ved Kabel til Igangsætteren og Motorerne og herfra til Vognens Jerndelev og Hjul, hvorved den ledes til Skinnerne. Disse tjener som Tilbageledning, idet de enkelte Skinnelængder, naar de ikke er sammensvejsede, foruden ved de almindelige Samlinger, tillige forbindes ved Kobberbøjler. Skinnerne sættes ved Kabler i Forbindelse med Elektricitetsværket. Strømmen i Skinnerne eller en Del af den kan under særlige Forhold forlade disse og søge en elektrisk kortere Vej gennem Rørledninger, Jernbeklædning paa Kabler i Jorden og lignende. Saadanne Strømme kaldes *vagabonderende* Strømme og kan ved deres kemiske Virkninger beskadige Rør og Kabler.

Ved gode Skinneforbindelser og hensigtsmæssigt lagte Forbindelseskabler fra Skinner til Værket, saa der ikke kan forekomme større Spændingstab i Skinnerne, undertiden ogsaa ved Indsætning af Dynamoer eller Akkumulatorer i disse Kabler, der ligesom suge Strømmen fra Skinnerne, søges de vagabonderende Strømme holdt indenfor tilladelige Grænser. Periodisk Skiftning af Strømretningen i Banenettet formindsker disse Strømmes skadelige Virkninger i meget væsentlig Grad. Lamperne i Vognene faar Strøm med samme Spænding og er derfor gerne indsat i Grupper paa 5 i Serie.



## ELEKTRISKE INSTALLATIONER I SKIBE

Elektricitet benyttes i stor Udstrækning i Skibe, saavel til Belysning, Motordrift, Ringning, Signalering, Telefoning, Telegrafering o. s. v., i mange Tilfælde ogsaa til Fremdrivning. Særlig synes Elektricitet at ville faa stor Anvendelse til Drift af Hjælpemaskiner i Skibe, der drives ved Forbrændingsmotorer i Stedet for ved Dampmaskiner. Medens der i Hovedsagen gælder de samme Regler som for Landinstallationer, nødvendiggør dog de særlige Forhold, at der maa vælges forholdsvis lav Spænding, som Regel ikke over 110 Volt til Belysning, at Ledningsanlægget maa gøres saa let overskueligt og let tilgængeligt som muligt, og at der maa benyttes godt isolerede og beskyttede Ledninger, vulkaniserede, blyklædte og hyppigst jern-armerede, ligesom de anvendte Lampearmaturer, Afbrydere o. s. v. i mange Tilfælde maa være vandtætte og af særlig solid Konstruktion.

I Udlandet, saaledes England og Tyskland, er det tilladt at benytte Enkeltledning med Skibsskroget som Tilbageledning, hvad der ved store Anlæg giver betydelig Besparelse. Muligheden for forstyrrende Indvirkning paa Kompasserne er dog større, end naar Dobbeltledningssystemet benyttes.

Herhjemme er Anlægene underkastede „Tilsynet med Dampfartøjer“ og skal udføres efter særlige Bestemmelser, udgivne af Ministeriet for Handel og Søfart. Disse Regler forbyder at benytte Enkeltledning med Skibsskroget som Tilbageledning. Endvidere maa der tages Hensyn til Regler, udgivne af Skibenes Forsikringsselskaber.

---

## ELEKTRISKE RINGE- OG TELEFONANLÆG

Som Strømkilde for elektriske Ringe- og Telefonapparater benyttes Elementer, ved større Anlæg dog ogsaa Dynamoer og Akkumulatorer.

### Galvaniske Elementer.

Sættes to forskellige Metaller ned i en Vædske, der angriber det ene eller begge Metallerne, og anbringes de saaledes, at de ikke rører hinanden, vil der opstaa en elektromotorisk Kraft, der kan maales som en Spændingsforskel mellem dem, idet det ene bliver positivt, det andet negativt elektrisk, og der vil i en Leder, der forbinder dem udenfor Vædsken, fremkomme en Strøm. Plader og Vædske udgør et galvanisk Element. Spænding, Strøm, Modstand i Elementet, dets Holdbarhed m. m. er meget forskellig ved de forskellige Typer af Elementer.

Følgende Hovedregler gælder dem alle:

Den elektromotoriske Kraft i et Element er den samme i Elementer af ens Sammensætning, enten Pladerne er store eller smaa, men det store Element vil, alt i øvrigt lige, have mindre Modstand og kunne give større Strøm.

Skal der bruges højere Spænding end det enkelte Elements, samles flere i Række eller Serie til et Batteri, idet



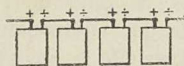


Fig. 214.

den positive Pol af det ene forbindes med den negative Pol af det næste o. s. v., Fig. 214.

Skal der bruges større Strømstyrke, maa der enten bruges store Elementer eller, hvad der er det samme, i Stedet for hvert enkelt Element to eller flere Elementer forbundne parallelt ved, at deres positive Poler forbindes indbyrdes og ligeledes deres negative Poler. Det er ogsaa tilstrækkeligt alene at forbinde de to yderste Elementers fri positive Poler indbyrdes og ligeledes de fri negative Poler, Fig. 215.

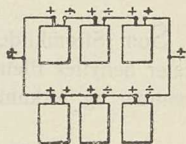


Fig. 215.

Kendes Elementernes elektromotoriske Kraft, EK, deres indvendige Modstand og Modstanden i det ydre Kredsløb, vil Strømstyrken kunne findes efter Ohms Lov, se Side 15.

Eksempel 1. Er EK i de anvendte Elementer  $1,4$  Volt, deres indvendige Modstand  $0,12$  pr. Element, og 8 saadanne Elementer er forbundne i Række, medens Modstanden i det ydre Kredsløb er  $13 \Omega$  vil

$$\text{den samlede EK være} = 8 \cdot 1,4 = 11,2 \text{ Volt}$$

$$\text{Modst. i Elementerne} = 8 \cdot 0,12 = 0,96 \Omega$$

$$\text{den samlede Modst.} = 13 + 0,96 = 13,96 \Omega \text{ og}$$

$$\text{Strømstyrken} = \frac{\text{EK}}{\text{Modst.}} = \frac{11,2}{13,96} = 0,8 \text{ Amp.}$$

Eksempel 2. Fire Elementer, som ovenfor er forbundne i Parallelforbundelse og sluttede gennem en ydre Modstand paa  $0,2 \Omega$ .

EK er da som for det enkelte Element  $= 1,4$  Volt

Modstanden i Elementerne  $= \frac{0,12}{4} = 0,03 \Omega$

den samlede Modstand  $= 0,2 + 0,03 = 0,23 \Omega$

Strømstyrken  $= \frac{1,4}{0,23} = 6,09$  Amp.

Eksempel 3. Forbindes 8 Elementer som ovenfor, saaledes at to og to er parallelforbundne og fire saadanne dobbelte Elementer er forbundne i Række, medens Modstanden i det ydre Kredsløb er  $2 \Omega$ , have

den samlede EK  $= 4 \cdot 1,4 = 5,6$  Volt

Modstanden i Elementerne  $= 4 \cdot \frac{0,12}{2} = 0,24 \Omega$

den samlede Modstand  $= 2 + 0,24 = 2,24 \Omega$

Strømstyrken  $= \frac{5,6}{2,24} = 2,5$  Amp.

Forbindelsen af et bestemt Antal Elementer maa indrettes under Hensyn til Modstanden i det ydre Kredsløb saaledes, at naar denne er stor i Forhold til Elementernes indvendige Modstand, forbindes de i Række, er den udvendige Modstand derimod lille i Forhold til den indvendige Modstand, beryttes Parallelforbindelse eller blandet Forbindelse.

**Leclanchés Element** er det almindeligst brugte til Svagstrømsteknik, Fig. 216. Det bestaar af et Glas med Vand, hvori der er opløst Salmiak, c. 10 Vægtdele Vand til 1 Vægtdeel Salmiak. Heri er der nedsat et Stykke Zink, der er amalgameret,  $\gamma$ : rensat og dyppet i Kviksølv, og som danner den negative Pol. Den positive Pol dannes af Kul, Retortkul, eller kunstige Kul omtrent som Buelampekul, der er omgivet med en sammenpakket Blanding

16\*

af knuste Kokes og Brunsten, enten i en porøs Lerkrukke eller holdt sammen om Kullet med Tøj eller lign. Saa længe der tages Strøm fra Elementet, vil der forbruges Zink, idet den gaar i Forbindelse med Chlor fra Salmiakken og opløses i Vædsken; ved Kullet vil der udvikles Luftarten Brint, der, hvis den ikke fjernes med det samme, vil medføre Svækkelse af Strømmen. Ved ikke for stærk



Fig. 216.

og langvarig Strøm bortskaffes Brinten ved, at den gaar i Forbindelse med Ilt fra Brunstenen og danner Vand.

Dets elektromotoriske Kraft er c. 1,4—1,5 Volt. Elementet kan ved almindelig Brug holde Aar uden anden Pasning end en enkelt Efterfyldning med Vand, naar der er fordampet for meget. Kanten af Glasset og Lerkrukken skal være indfedtet for at forhindre Salmiakken i at krybe op over Kanten, og Elementet dækkes af et tætsluttende Laag for at formindske Fordampningen.

**Tørre Leclanchés Elementer** er meget almindelig brugte. De bestaar af samme Stoffer som de ovenfor nævnte „vaade“ Elementer, kun er Vædsken opsuget i et eller andet gelatineagtigt, dertil egnet Stof. Lerkrukken erstattes af Tøjomvikling og Glasset udelades f. Eks. ved, at Zinken tillige danner Beholder og er omgivet af et Paphylster. Mængden af Stoffer er gerne afpasset saaledes,



at de alle samtidig er opbrugte, Elementet kan derfor ikke „repareres“. Det er i Stand til at afgive forholdsvis stor Strøm og kan derfor bruges til Tændbatterier, til Momentbelysning og lign.

**Daniels Element** har som positiv Pol Kobber, der staar i en porøs Lerkrukke med opløst Kobbervitriol, Blaasten. Lerkrukken er nedsat i et Glas med fortyndet Svovlsyre, hvori der staar amalgameret Zink som negativ Pol. Dette Element og forskellige Variationer deraf, Krügers, Meidingers o. s. v., egner sig, hvor der behøves stadig svag Strøm, saakaldt Hvilestrøm, og til Telegrafering. Elektromotorisk Kraft c. 1 Volt.

**Kromsyreelement** har amalgameret Zink som negativ Pol, Kul som positiv i et Glas med en Vædske, bestaaende af tvekromsurt Kali i fortyndet Svovlsyre. Zinken opløses ogsaa, naar Elementet ikke afgiver Strøm, og maa derfor løftes ud af Vædsken, naar det ikke bruges. Dets elektromotoriske Kraft er c. 2 Volt. Det anvendes en Del til elektrisk Lægebehandling, men erstattes dog hyppig af smaa Akkumulatorer.

### Ringeanlæg.

**Klokker.** Det almindeligst benyttede Ringeapparat er Afbrydningsklokken, der bestaar af en Elektromagnet med et Anker, der holdes fra Magneten af en Fjeder, og som bærer en Knebel, der, ved at Ankeret tiltrækkes, slaar paa en Klokke. Strømmen passerer Elektromagnetvindingerne, gaar derefter over en Fjederkontakt paa Ankeret til en faststaaende Kontaktskrue. Tiltrækkes Ankeret, afbrydes Strømmen, hvorefter Fjederen river Ankeret fra, derved

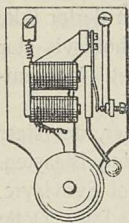


Fig. 217.

sluttes Kontakten, Ankeret tiltrækkes atter o. s. v. Stilleskruer tillader at forandre Fjederspænding, Ankerafstand og Kontakttvarighed. Klokken kan være forsynet med en Signalplade, der frigøres, naar Ankeret tiltrækkes, og kommer til Syn bag en Rude i Klokens Dækkasse; den sættes tilbage ved Træk i en Snor eller lign.

**Kontakter.** Strømmen til Klokker sluttes hyppigst ved Trykkontakter, bestaaende af to Kontaktfjedre, paa et isolerende Underlag, beskyttede ved et Dæksel. Ved et Tryk paa en Knap, der gaar gennem Dækslet, bringes Fjedrene i Berøring med hinanden.

Fremdeles haves Kontakter til Brug i Forbindelse med Døre, indrettede saaledes, at Aabning af Døren bringer Klokken til at ringe, at Klokken ringer, saa længe Døren er aaben, eller at den ringer under en Del af Dørens Drejning. Endvidere kan de være indrettede til at paa-virkes ved, at der trædes paa et Trin eller Plade, ved Træk i en Snor o. s. v.

**Ringinstallationer.** Fig. 218 *a* viser den simpleste Forbindelse af Batteri, Klokke og Trykker, *b* to (eller flere) Trykkere og Klokker i Parallelforslindelse, *c* to Klokker i Række; disse maa kunne arbejde ved samme Strømstyrke, og det vil være nødvendigt at indstille den ene saaledes, at den ikke afbryder Strømmen. Korrespondanceforbindelse for korte Afstande kan udføres som vist i *d*, medens samme Forbindelse for lange Afstande udføres som vist i *e*, hvor kun en Traad- og Jordforbindelse benyttes. Trykknapperne

skal her tillige have Hvilekontakt. Fig. 219 viser en almindelig Husinstallation med Trykker saavel ved Gade-døren som ved Entrédøren.

**Nummertavler.** For at angive, fra hvilken Trykker der ringes, benyttes en Nummertavle med et Relais i hver Trykkerledning, og en Elektromagnet, der ved at tage sit Anker bringer en Signalplade frem, Fig. 220. Ved Tryk paa en Knap i Apparatets Dækkasse bringes mekanisk

alle fremkomne Signalplader tilbage. Under-tiden kan det være fordelagtigt, at denne Knap anbringes paa et andet Sted end selve Nummer-tavlen. Dette kan opnaas ved, at hvert Nummer har to Elektromagneter med et fælles Anker, en

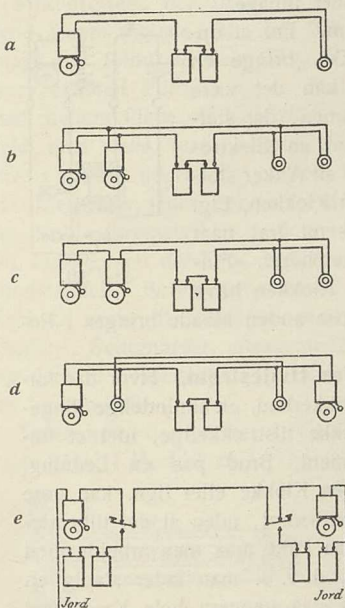


Fig. 218.

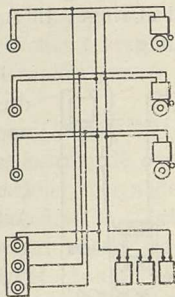


Fig. 219.



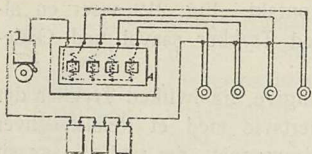


Fig. 220.

Staal-magnet. Under Ringning gaar Strømmen gennem den ene Magnet og magnetiserer den saaledes, at den bringer Pladen frem. Tryk paa Tilbagesætningsknappen slutter Strømmen

gennem den anden Magnet for alle Numrene og bringer derved alle fremkomne Plader tilbage.

**Relais for Arbejdsstrøm.** For at opnaa kraftig Virkning, f. Eks. bringe en stor Klokke til at ringe, kan det være fordelagtigt at sende Strømmen, der sluttes ved Trykkeren, gennem en Elektromagnet, der da ved at tage sit Anker slutter et lokalt Batteri gennem Klokken, Fig. 221. En Fjeder river Ankeret fra, naar Strømmen over Trykkeren ophører. Findes denne Fjeder ikke, vil Klokken blive ved at ringe, til Ankeret paa anden Maade bringes i Røsting.

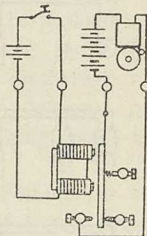


Fig. 221.

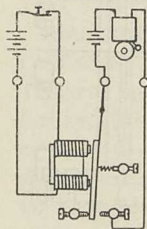


Fig. 222.

**Relais for Hvilestrøm.** Hvor der for-dres stor Sikkerhed, er almindelige Ringe-apparater ikke tilstrækkelige, idet et ituslaet Element, Brud paa en Ledning, Uorden i en Klokke eller lign. kan gøre Anlægget uvirksomt, uden at det tilkendegives. I saa Fald maa man arbejde med Hvilestrøm, d. v. s. man lader stadig en svag Strøm gaa gennem hele Kredsløbet og et Hvilestrømsrelais, saa at dette hol-

der et Anker tiltrukket. Brydes Strømløbet ved, at Tryk-  
ren paavirkes, eller paa en anden Maade, slippes Ankeret,  
og en Fjeder bringer dette i en saadan Stilling, at et an-  
det Strømløb sluttet gennem en Klokke eller lignende,  
Fig. 222.

## Telefonanlæg.

**Mikrofonen**, der tjener som Afsender, bestaar af en  
tynd Membranplade, *M*, Fig. 223, sædvanlig af Kul, an-  
bragt tæt foran et Kulstykke, *K*, der er  
forsynet med Fordybninger. Mellemrum-  
met mellem Plade og Kulstykke er tildels  
fyldt med smaa, løse Kulkorn, der forhin-  
dres i at falde ud ved Tøj. Strøm fra nogle  
faa Elementer ledes gennem Plade, Korn  
og Kul. Strømstyrken i dette Kredsløb  
vil variere med det Tryk, Kulkornene er underkastede, idet  
Modstanden i Berøringspunkterne bliver mindre, jo større  
Tryk og omvendt. Tales der mod Pladen, vil Lyden sætte  
Pladen i Svingninger, altsaa medføre Variationer i Trykket  
og dermed i Strømstyrken. Denne Strøm sendes gennem  
en Ledning til

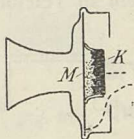


Fig. 223.

**Telefonen**, der bestaar af en Staalomagnet, *S*, Fig. 224,  
som Regel i Hesteskoform, hvis Ender er forlængede ved



Fig. 224.

bløde Jernkærner, forsynede  
med Traadspoler, *R*. Tæt  
foran disse Jernkærner fin-  
des, som et Anker, en  
en tynd Jernplade, *P*. Det  
hele er anbragt i en Hol-

der, der har en lidt tragtformet Aabning foran Pladen. Den varierende Strøm fra Mikrofonen gennemløber Traadspolerne og varierer Magnetismen i Jernkærnerne og Tiltrækningen mellem Magnet og Plade, hvorved der i Jernpladen og dermed i Luften frembringes Svingninger af ganske tilsvarende Natur som de Svingninger, der paavirkede Mikrofonen. Paa denne Maade gengives Talen.

**Mikrotelefon** er en Mikrofon og en Telefon anbragt i fælles Holder.

**Installationer.** Fig. 235 viser skematisk Strømløbet mellem to Telefoner, *T*, og Mikrofoner, *M*, med saakaldt direkte Forbindelse, der kan benyttes paa korte Afstande.

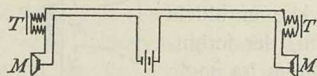


Fig. 225.

Fig. 226 viser en saakaldt Hustelefonforbindelse, hvor Telefoner

med ovennævnte Strømløb — sædvanlig Mikrotelefoner — er indsatte paa en almindelig Ringeledning. Der kan kun kaldes den ene Vej, og Trykknapperne skal være indrettede saaledes, at Telefonen ved en Stikkontakt kan komme i Forbindelse med Ledningerne. Klokken sættes under Talen ud af Strømløbet, f. Eks. ved, at Telefonen, *T*, har en Ophængningskrog, der er inde i Kredsløbet.

Fig. 227 viser lignende Telefoner benyttede i Korrespondanceforbindelse. Direkte Forbindelse af Mikrofon og Telefon kan kun bruges paa korte Afstande.

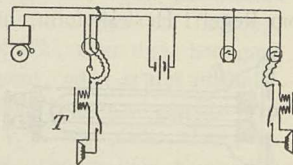


Fig. 226.



Er Afstanden stor, benyttes

**Induktionsspole**, der bestaar af en Jernkærne, sammen-sat af tynde Jerntraade og forsynet med to Beviklinger, en af faa tykke og en anden af mange tynde Vindinger (se Transformatorer), Fig. 228.

Mikrofonstrømmen passerer da alene den tykke Bevik-ling paa Induktionsspolen og Mikrofonen, medens der paa

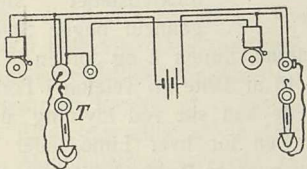


Fig. 227.

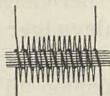


Fig. 228.

Grund af dens Variationer induceres Strømme med højere Spænding og mindre Strømstyrke i den tynde Bevikling, og som sendes gennem Ledning og Telefon.

Fig. 229 viser skema-tisk Forbindelsen mel-lem to Telefonstationer med Induktionsspoler, indirekte Forbindelse.

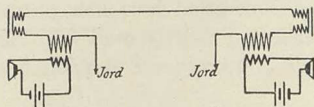


Fig. 229.

Fig. 230 samme In-stallation som den hyp-

pigst er ordnet. Saa længe Telefonen, *T*, er ophængt paa sin Hage, *H*, er Kredsløbet sluttet til Klokken, saa-ledes at Strømmen fra Ringebatteriet, *RB*, der sluttet ved Nedtrykning af Trykknappen, *K*, kan bringe Modtagerens Klokke til at ringe. Løftes Telefonen af Hagen, afbrydes

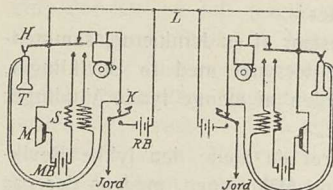


Fig. 230.

Klokkekredsløbet og samtidig sluttet Mikrofombatteriet, *MB*, gennem Mikrofonen, *M*, og de tykke Vindinger i Induktionsspolen, *S*, medens samtidig Telefonkredsløbet sluttet gennem begge Spolers

tynde Beviklinger, Telefonerne, Linien *L* og Jorden.

**Linievælger** anvendes til at sætte en Telefon i Forbindelse med flere andre; dette kan ske ved Flytning af en Kontaktprop til Kontakter, en for hver Linie, eller ved Drejning af en Kontaktarm over en Række Kontakter, ligesledes en for hver Linie.

Det kan endvidere være ordnet saaledes, at der ved hver Telefon findes en Linievælger, saaledes at de indbyrdes kan sættes i Forbindelse.

## TÆNDING AF EKSPLOSIONSMOTORER

Den eksplosive Blanding i Cylindrene kan tændes ved, at der i rette Øjeblik frembringes en eller flere tilstrækkelig stærke elektriske Gnister i Cylindrene.

Strømmen leveres af et Batteri af Akkumulatorer eller tørre Elementer eller af en Dynamo. Den af Elementer eller Akkumulatorer leverede lavspændte Strøm benyttes enten direkte eller den sendes gennem den primære Bevikling af faa tykke Vindinger paa en Induktionsrulle, „Tændspolen“, med Hammerafbryder, medens den i den sekundære Bevikling af mange tynde Vindinger, inducerede, højspændte Strøm sendes til Gnistrummet i Cylindren. Strømmen fra Dynamoen kan dels være lavspændt og bruges som ovenfor nævnt og dels være højspændt, saa der ikke behøves Tændspole. Til flere Cylindre fordeles Strømmen ved en af Motoren trukken Strømfordeler, Fig. 231.

Hyppigst haves i samme Vogn saavel Batteri som Dynamo, saa at der ved Indstilling af en Omskifter kan benyttes den ene eller den anden Tænding dels som Reserve, dels saaledes, at der startes med Batteritænding, hvorimod Dynamoen benyttes under Fart. Bedst er det, naar i saa Fald de to Systemer er helt uafhængige af hinanden, hvert med sine Tændrør.



Dynamoen eller, som den kaldes, Magnettændapparatet bestaar af permanente Staalmagneter og et roterende H-formet, traadbeviklet Anker og leverer Vekselstrøm, enten lavspændt eller højspændt, som ovenfor nævnt. Ankerbeviklingens ene Ende er gerne sat i Forbindelse med Metaldelene, medens den anden er ført gennem Akslen til en Kontakt for Enden af denne.

Gnisterne, der bevirke Tændingen, fremkommer enten ved Afrivningskontakt eller ved Tændrør.

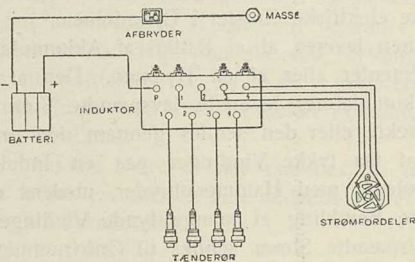


Fig. 231.

Afrivningskontakten bestaar af en gennem Cylindervæggen gaaende isoleret Stift, der ved Ledning er i Forbindelse med Strømfrembringerens ene Klemme. Imod Stiften lægges inde i Cylinderen en drejelig Kontaktarm, der bevæges af selve Maskinen og er i Forbindelse med Strømfrembringerens anden Klemme gennem Maskinens Metaldeler. Naar den drejelige Arm fjernes fra Stiften, fremkommer Gnisten. Hertil benyttes lavspændt Strøm.

Naar der benyttes Elementer eller Akkumulatorer, maa det passes, at Strømmen ikke kommer til at staa sluttet i

længere Tid, naar Motoren stoppes i en saadan Stilling, at den drejelige Arm ligger an mod Stiften, da det vil ødelægge Elementerne eller aflade Akkumulatorerne.

Tændrør bestaar af en isoleret Tændstift af Metal, anbragt i et Gevindstykke, der skrues ind i Cylinderen. Tændstiftens ydre Ende har Klemkrue, hvortil Ledning fra Strømfrembringeren eller Tændspolen sættes, medens

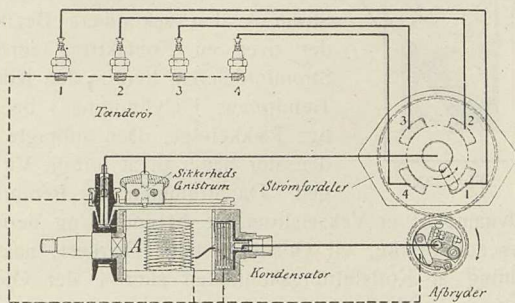


Fig. 232.

den ind i Cylinderen visende Ende er forsynet med Spidser af forskellig Form i en saadan Afstand fra Gevindstykets Metal, at Gnister kan springe over, idet Metallet er i Forbindelse med Strømfrembringerens anden Pol.

Der maa hertil anvendes Strøm af en saa høj Spænding, at Overspringning mellem Spidserne kan ske, og der benyttes derfor enten Tændspole eller en Dynamo, der giver tilstrækkelig højspændt Strøm.

Ved Dynamoen findes da gerne nedenfor beskrevne Ordning, der f. Eks. benyttes i „Bosch“ Tændmagnet og er vist

paa Fig. 232 i Forbindelse med 4 Tændrør i en 4-cylindret Motor. *A* er Dynamoens Anker, der drejes af Motoren. Magneterne er ikke viste. Paa Ankeret ligger saavel den primære som den sekundære Bevikling. Den primære Be-

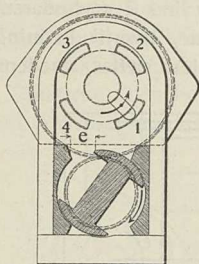


Fig. 233.

af Dynamoens, er Vekselstrøm (se herunder) og derfor af varierende Styrke, vil Gnisterne blive stærkest, naar Afbrydning af Kortslutningskontakten sker i det Øjeblik, Strømmen er stærkest.

Fig. 233 viser den Stilling, Ankeret skal have i Tændingsøjeblikket i Forhold til dets Omdrejningsretning. Afstanden *e* skal være 14—17 mm. Sikkerhedsgnisttrummet tjener til at forhindre den højspændte Strøm i at ødelægge Isolationen i Tilfælde af, at en Ledning er brudt, Afstanden for stor i et Tændrør eller lign., idet Gnisten da springer over i dette.





## SIGNATURER

|                                                                                     |                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>M</b>                                                                            | Elektricitetsmaaler.                                                                                    |
| <b>X</b>                                                                            | Enkelt Glødelampe paa indtil 100 NL uden Hane.                                                          |
| <b>X</b>                                                                            | do. — — 100 — med do.                                                                                   |
| <b>X<sub>200</sub></b>                                                              | do. — — 100 — — do,                                                                                     |
|    | Krone med 5 Lamper.                                                                                     |
|     | Pendelsnor med Glødelampe.                                                                              |
|     | Buelampe paa 5 Amp.                                                                                     |
|     | Elektromotor paa 2 HK.                                                                                  |
|     | Omformer $\frac{220}{10}$ Volt.                                                                         |
|     | Transformatorer $\frac{125}{5}$ Volt.                                                                   |
|    | Kaolinroset.                                                                                            |
|    | Trykkontakt.                                                                                            |
|     | Stikkontakt med Afbryder.                                                                               |
|    | Afbryder.                                                                                               |
|    | Strømskifter eller Gruppeafbryder.                                                                      |
|    | Reguleringsmodstand.                                                                                    |
|    | Smeltesikring eller Strømtavle.                                                                         |
|    | Luffledningsmast.                                                                                       |
| <b>(J)</b>                                                                          | Dobbeltklokke-Isolatorer.                                                                               |
| <b>(PR)</b>                                                                         | Porcellænsruller.                                                                                       |
| <b>(PK)</b>                                                                         | Porcellænsklemmer.                                                                                      |
| <b>(HL)</b>                                                                         | Hullister af Træ.                                                                                       |
| <b>(MR)</b>                                                                         | Messingrør.                                                                                             |
| <b>(SR)</b>                                                                         | Staalrør.                                                                                               |
| <b>(BR)</b>                                                                         | Bergmannsrør.                                                                                           |
| <b>(SBR)</b>                                                                        | Staalpansrede Bergmannsrør.                                                                             |
| <b>(RT)</b>                                                                         | Rørtraad.                                                                                               |
| <b>(PT)</b>                                                                         | Pansertraad.                                                                                            |
| <b>2.5(HL)</b>                                                                      | Enleder af 2,5 mm <sup>2</sup> Tværsnit, anbragt i Hullister.                                           |
| <b>2.5(BR)</b>                                                                      | Toleder af 2,5 mm <sup>2</sup> Tværsnit, anbragt i Bergmannsrør.                                        |
| <b>4.5(PR)</b>                                                                      | Treleder (af 4,5 mm <sup>2</sup> Tværsnit), anbragt paa Porcellænsruller.                               |
| <b>16/0(SR)</b>                                                                     | Treleder, hvor Yderlederne er 16 mm <sup>2</sup> og Nullederen 10 mm <sup>2</sup> , anbragt i Staalrør. |
| <b>35(B)</b>                                                                        | Toleder Bitumenkabel af 35 mm <sup>2</sup> Tværsnit.                                                    |
| <b>25(JBK)</b>                                                                      | Enleder Blykabel med Jernbaandsarmering 25 mm <sup>2</sup> Tværsnit.                                    |
|  | Opgaende Toleder Ledning.                                                                               |
|  | Nedgaaende Toleder Ledning.                                                                             |

## LEGEMERS VÆGTFYLDE

Ved et Legemes Vægtfylde forstaas det Tal, der angiver, hvor mange Gange Legemet er tungere end det samme Rumfang Vand (ved en Temperatur af 4° C).

En Kubikdecimeter Vand (en *l* er omtrent lig en Pot) vejer 1 kg. Da nu f. Eks. en Kubikdecimeter Kobber vejer 8,90 kg, er Kobberets Vægtfylde 8,9.

Nedenfor er givet en Tabel over de vigtigste Legemers Vægtfylde.

| <i>Metaller.</i> |       | <i>Træsarter<sup>1)</sup>.</i> |      |
|------------------|-------|--------------------------------|------|
| Støbejern .....  | 7,20  | Ahorn .....                    | 0,66 |
| Smedejern .....  | 7,75  | Birketræ .....                 | 0,65 |
| Staal .....      | 7,65  | Buksbom .....                  | 0,95 |
| Kobber .....     | 8,90  | Asketræ .....                  | 0,90 |
| Tin .....        | 7,30  | Elletræ .....                  | 0,47 |
| Zink .....       | 7,00  | Fyrretræ .....                 | 0,49 |
| Bly .....        | 11,40 | Hvidbøg .....                  | 0,72 |
| Aluminium .....  | 2,64  | Kirsebærtræ .....              | 0,80 |
| Nikkel .....     | 8,90  | Lindetræ .....                 | 0,47 |
| Antimon .....    | 6,70  | Mahognitræ .....               | 0,65 |
| Vismut .....     | 9,80  | Nøddetræ .....                 | 0,70 |
| Sølv .....       | 10,50 | Pokkenholt .....               | 1,25 |
| Guld .....       | 19,30 | Egetræ .....                   | 0,74 |
| Platin .....     | 21,50 | Pæretre .....                  | 0,75 |
| Kviksølv .....   | 13,60 | Æbletræ .....                  | 0,85 |
| Kadmium .....    | 8,80  | Kork .....                     | 0,25 |
| Messing .....    | 8,80  |                                |      |
| Nysølv .....     | 8,50  |                                |      |
| Bronce .....     | 8,70  |                                |      |

<sup>1)</sup> Tabellen viser Vægtfylden af tørt (lagret) Træ. Nyfældet Træ har en betydelig højere Vægtfylde.

## Det metriske Maal og Vægtsystem.

Det metriske Maal- og Vægtsystem, som oprindeligt hører hjemme i Frankrig, er nu lovmæssig indført i alle europæiske Lande med Undtagelse af England og Rusland, i hvilket sidste Land Systemet dog er tilladt.

For Forstaaelsen af Betegnelserne i Systemet er det nødvendigt nøje at mærke sig Betydningen af Mængdebetegnelserne:

**Kilo-, Hekto- og Deca-, samt Milli-, Centi- og Deci-**

De 3 første betegner henholdsvis 1000 Gange, 100 Gange og 10 Gange, idet Navnene er afledede af det græske Talord Kilo (1000), Hekto (100) og Deca (10); f. Eks. er 1 Kilogram = 1000 Gram, 1 Hektogram = 100 Gram og 1 Decagram = 10 Gram.

De 3 sidste betegner henholdsvis  $\frac{1}{1000}$ ,  $\frac{1}{100}$  og  $\frac{1}{10}$ , idet Navnene er afledede af de latinske Talord Milli ( $\frac{1}{1000}$ ), Centi ( $\frac{1}{100}$ ) og Deci ( $\frac{1}{10}$ ); f. Eks. er 1 Millimeter =  $\frac{1}{1000}$  Meter, 1 Centimeter =  $\frac{1}{100}$  Meter og 1 Decimeter =  $\frac{1}{10}$  Meter.



Ved Hjælp heraf kan man let slutte sig til Betydningen af en hvilken som helst Betegnelse i Metersystemet, idet det dog skal bemærkes, at man tillige undertiden ser Mængdebetegnelsen **Myria-**anvendt. Myria-, som er afledet af et græsk Talord; betegner, at Størrelsen skal tages 10000 Gange, f. Eks. er 1 **Myriameter** (ogsaa kaldet en „Metermil“) = 10000 Meter.

I det følgende er, efter alle Mængdebetegnelserne, i Parentes anført den forkortede Betegnelse, f. Eks. Kilometer (*km*), Hektar (*ha*), Liter (*l*) o. s. v.

De forkortede Betegnelser, af hvilke de vigtigste er fremhævede med fede Typer, skal skrives med lille Begyndelsesbogstav og sættes bag ved hele Taludtrykket.

## Længdemaal.

### Metrisk:

Enheden er **Meteren** („Maalet“).

Længden af Meteren blev bestemt ved Lov i Aaret 1799 i Frankrig, idet det blev vedtaget, at Meteren netop skulde udgøre 1 Timilliontedel af Afstanden fra Nordpolen til Ækvator.

Man har:

1 Myriameter eller „Metermil“ (*mrm*) = 10000 Meter (10 Kilometer) = 1,3276 dansk Mil.

1 **Kilometer** (*km*) = 1000 Meter = 0,1328 dansk Mil.

1 Hektometer (*hm*) = 100 Meter = 318,620 dansk Fod.

1 Dekameter (*dam*) = 10 Meter = 31,862 dansk Fod.

1 **Meter** (*m*) = 10 Decimeter = 100 Centimeter = 1000 Millimeter = 3,1862 dansk Fod.

1 Decimeter (*dm*) =  $\frac{1}{10}$  Meter = 10 Centimeter = 3,8234 danske Tommer.

1 Centimeter (*cm*) =  $\frac{1}{100}$  Meter = 10 Millimeter = 4,5881 danske Linier.

1 Millimeter (*mm*) =  $\frac{1}{1000}$  Meter = 0,4588 danske Linier.

1 Meter = 3,28 engelske eller russiske Fod.

1 Kilometer = 0,54 Sømil = 0,13 geogr. Mil = 0,62 engl. Mil = 0,94 russiske Werst.

### Gl. Dansk:

1 Fod (') à 12 Tommer (") à 12 Linier (") = 0,3139 Meter = 1,03 engl. Fod.

1 Favn à 3 Alen à 2 Fod eller 4 Kvarter à 6 Tommer = 1,8831 Meter.

1 Kabellængde er = 100 Favne = 188,3121 Meter = 0,8580 engl. Cablelength.

Ved Landmaaling inddeles 1 Fod i 10 Tommer à 10 Linier.

1 Landmil er = 24000 Fod = 7,5325 Kilometer = 1,0151 geogr. Mil.

1 Sømil er = 23601,96 Fod = 7,4076 Kilometer.

1 Kvartmil er = 5900,49 Fod = 1851,89 Meter = 6080 engl. Feet.

1 Knob er = 1 Kvartmil pr. Time.

1 geografisk Mil er = 23642,9254 Fod = 0,9851 Mil = 7,4204 Kilometer.

### Flademaal.

#### Metrisk:

Enheden er **Kvadratmeteren**, hvilket vil sige Fladeindholdet af et Kvadrat, hvis Side er 1 Meter.

Større Flader, f. Eks. Marker og lign., opmaales i Ar eller **Hektar**, idet

1 Ar = 100 Kvadratmeter, og

1 **Hektar** = 100 Ar = 10000 Kvadratmeter.

1 Hektar svarer omtrentlig til 1,8 Td. Land.

Endnu større Flader, f. Eks. Lande, Have, Søer og lign. opmaales i **Kvadratkilometer**, hvorved forstaas Fladeindholdet af et Kvadrat, hvis Side er 1 Kilometer (1000 Meter).

Der medgaar omtrentlig 57 Kvadratkilometer paa 1 Kvadratmil.

Man har:

1 **Kvadratkilometer** ( $km^2$ ) = 100 Hektar = 1.000.000 Kvadratmeter = 181,2834 dansk Tdr. Land = 0,0176 dansk Kvadrat Mil.

1 **Hektar** ( $ha$ ) = 100 Ar = 10000 Kvadratmeter = 1,8128 dansk Tdr. Land.

1 Ar ( $a$ ) = 100 Kvadratmeter = 0,0181 dansk Tdr. Land.

1 **Kvadratmeter** ( $m^2$ ) = 10,1519 dansk Kvadrat Fod.

1 **Kvadratcentimeter** ( $cm^2$ ) = 0,1462 dansk Kvadrat Tomme.

1 Kvadratmeter er = 10,7641 engelske eller russiske Kv. Fod.

1 Hektar er = 2,4711 engl. Acre.

1 Kvadratkilometer er = 0,0182 geogr. Kv. Mil = 0,3861 engl. Kvadrat Mil = 0,8787 russ. Kv. Werst.

### Gl. Dansk:

1 Kvadratmil er = 10285,71 Tdr. Land = 56,7383 Kv. Kilometer = 21,9072 engl. Mile of Land = 1,0304 geogr. Kv. Mil.

1 geogr. Kv. Mil er = 9981,93 Tdr. Land = 0,97 Kv. Mil = 55,06 Kv. Kilometer.

1 Td. Land er = 14000 Kv. Alen = 55,16 fr. Ares = 1,36 engl. Acres.

1 Kvadratfod er = 0,0985 Kv. Meter = 1,0603 engl. Kv. Fod.

Hartkornet beror paa Jordens Beskaffenhed; af den bedste Jord til Takst 24 gaar der  $5\frac{1}{7}$  Td. Land (paa Bornholm omtrent  $3\frac{1}{2}$  Td. Land) paa 1 Td. Hartkorn.

1 Td. Hartkorn deles i 8 Skp. à 4 Fdk. à 3 Album.



## Rummaal.

### Metrisk:

Enheden for Rummaal er en **Liter**, hvorved forstaas Rumindholdet af en Tærning, hvis Kant er 1 Decimeter (10 Centimeter).

En Liter svarer omtrentlig til 1 dansk Pot (nøjagtigere til  $\frac{31}{30}$  d. Pot).

Større Rumfang, f. Eks. Jordvoluminer eller lign., opmaales i **Kubikmeter**, hvorved forstaas Rumindholdet af en Tærning, hvis Kant er 1 Meter.

Der medgaar, omtrent 6,7 Kubikmeter paa en Kubikfavn (nøjagtigere, 6,678  $m^3$ ).

Man har:

1 **Kubikmeter** ( $m^3$ ) eller Kiloliter = 1000 Liter = 32,3459 dansk Kubikfod.

1 **Hektoliter** ( $hl$ ) = 100 Liter = 0,7188 Korntønde = 0,7611 Øltønde = 0,5881 Kultønde.

1 **Liter** ( $l$ ) = 10 Deciliter = 1,0351 dansk Pot.

1 Deciliter ( $dl$ ) =  $\frac{1}{10}$  Liter = 100  $cm^3$  = 0,4140 dansk Pægl.

1 Centiliter ( $cl$ ) =  $\frac{1}{100}$  Liter = 10  $cm^3$  = 0,0414 dansk Pægl.

1 Liter er = 0,2201 engl. Gallons.

1 Hektoliter er = 2,7511 engl. Bushels.

### Gl. Dansk:

1 Kubikfavn er 27 Kubikalen à 8 Kubikfod à 1728 Kub. Tommer.

1 Kubikfod er = 0,0309 Kub. Meter = 1,0918 engl. Kub. Fod.

En Korntønde er 8 Skæpper à 4 Fjerdingskar à 2 Ottingkar à  $2\frac{1}{4}$  Pot.

1 Korntønde er =  $4\frac{1}{2}$  Kubikfod = 1,3912 Hektoliter.

1 Øltønde er =  $4\frac{1}{4}$  Kubikfod = 1,3139 Hektoliter.

1 Tjæretønde er =  $3\frac{3}{4}$  Kubikfod = 1,1593 Hektoliter.

1 Stenkultønde er =  $5\frac{1}{2}$  Kubikfod = 1,7004 Hektoliter.

1 Pot à 4 Pægle = 0,96612 Liter. — 32 Potter fylder 1 Kubikfod.

1 Favn Brænde skal være 3 Alen høj, 3 Alen bred og 1 Alen i Tværmaal, altsaa = 72 Kub. Fod = 2,226 Kub. Meter.

## Vægtmaal.

### Metrisk:

Enheden er Vægten af en Kubikcentimeter rent Vand, hvilken Vægt kaldes et **Gram**.

Heraf følger, at en Liter Vand maa veje 1 **Kilogram**, idet nemlig en Liter (en Kubikdecimeter) netop indeholder 1000 Kubikcentimeter à 1 Gram = 1000 Gram eller 1 Kilogram.

En Kubikmeter indeholder 1000 Liter, — altsaa 1 Kubikmeter rent Vand vejer 1000 Kilogram eller 1 **Ton**.

Man har:

1 **Ton** (*t*) = 1000 Kilogram = 2000 danske Pund.

1 **Kilogram** (*kg*) = 1000 Gram = 2 danske Pund.

1 Hektogram (*hg*) = 100 Gram = 20 danske Kvint.

1 Decagram (*dag*) = 10 Gram = 2 danske Kvint.

1 **Gram** (*g*) = 2 danske Ort.

1 Decigram (*dg*) =  $\frac{1}{10}$  Gram = 10 Centigram = 100 Milligram.

1 Centigram (*cg*) =  $\frac{1}{100}$  Gram = 10 Milligram.

1 **Milligram** (*mg*) =  $\frac{1}{1000}$  Gram.

1 Kilogram = 2,2046 engl. Pund = 2,4419 russ. Pund.

### Gl. Dansk:

Enheden er Pundet ( $\mathfrak{P}$ ), der deles i 100 Kvint à 10 Ort.

1 Pd. er = 500 Gram ( $\frac{1}{2}$  Kilogram) = 1,1023 engl. Pund.

1 Centner er = 100 Pd.

## Omsætning af gl. dansk Maal til Metermaal.

|    | Mil til<br>Kilo-<br>meter | Fod<br>til<br>Meter | Tommer<br>til<br>Centim. | Linier<br>til<br>Millim. | Tdr.<br>Land til<br>Hektar | Skpr.<br>Land til<br>Ar | <input type="checkbox"/> Fod<br>til<br><input type="checkbox"/> Meter | Kb.-Fod<br>til Kb.-<br>Meter |
|----|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1  | 7,5325                    | 0,3139              | 2,6154                   | 2,1795                   | 0,5516                     | 6,8953                  | 0,0985                                                                | 0,0309                       |
| 2  | 15,0650                   | 0,6277              | 5,2309                   | 4,3591                   | 1,1032                     | 13,7906                 | 0,1970                                                                | 0,0618                       |
| 3  | 22,5975                   | 0,9416              | 7,8463                   | 6,5386                   | 1,6549                     | 20,6858                 | 0,2955                                                                | 0,0927                       |
| 4  | 30,1299                   | 1,2554              | 10,4618                  | 8,7182                   | 2,2065                     | 27,5811                 | 0,3940                                                                | 0,1237                       |
| 5  | 37,6624                   | 1,5693              | 13,0772                  | 10,8977                  | 2,7581                     | 34,4764                 | 0,4925                                                                | 0,1546                       |
| 6  | 45,1949                   | 1,8831              | 15,6927                  | 13,0772                  | 3,3097                     | 41,3717                 | 0,5910                                                                | 0,1855                       |
| 7  | 52,7274                   | 2,1970              | 18,3081                  | 15,2568                  | 3,8614                     | 48,2670                 | 0,6895                                                                | 0,2164                       |
| 8  | 60,2599                   | 2,5108              | 20,9236                  | 17,4363                  | 4,4130                     | 55,1622                 | 0,7880                                                                | 0,2473                       |
| 9  | 67,7924                   | 2,8247              | 23,5390                  | 19,6158                  | 4,9646                     | 62,0575                 | 0,8865                                                                | 0,2782                       |
| 10 | 75,3249                   | 3,1386              | 26,1544                  | 21,7953                  | 5,5162                     | 68,9528                 | 0,9850                                                                | 0,3091                       |

## Omsætning af Metermaal til gl. dansk Maal.

|    | Kilo-<br>meter<br>til Mil | Meter<br>til<br>Fod | Centim.<br>til<br>Tommer | Millim.<br>til<br>Linier | Hektar<br>til Tdr.<br>Land | Ar til<br>Skpr.<br>Land | <input type="checkbox"/> Meter<br>til<br><input type="checkbox"/> Fod | Kb.-<br>Meter til<br>Kb.-Fod |
|----|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1  | 0,1328                    | 3,1862              | 0,3823                   | 0,4588                   | 1,8128                     | 0,1450                  | 10,1519                                                               | 32,3459                      |
| 2  | 0,2655                    | 6,3724              | 0,7647                   | 0,9176                   | 3,6257                     | 0,2901                  | 20,3037                                                               | 64,6918                      |
| 3  | 0,3983                    | 9,5586              | 1,1470                   | 1,3764                   | 5,4385                     | 0,4351                  | 30,4556                                                               | 97,0377                      |
| 4  | 0,5310                    | 12,7448             | 1,5294                   | 1,8353                   | 7,2513                     | 0,5801                  | 40,6075                                                               | 129,3836                     |
| 5  | 0,6638                    | 15,9310             | 1,9117                   | 2,2941                   | 9,0642                     | 0,7251                  | 50,7594                                                               | 161,7294                     |
| 6  | 0,7965                    | 19,1172             | 2,2941                   | 2,7529                   | 10,8770                    | 0,8702                  | 60,9112                                                               | 194,0753                     |
| 7  | 0,9293                    | 22,3034             | 2,6764                   | 3,2117                   | 12,6898                    | 1,0152                  | 71,0631                                                               | 226,4212                     |
| 8  | 1,0621                    | 25,4896             | 3,0586                   | 3,6705                   | 14,5027                    | 1,1602                  | 81,2150                                                               | 258,7671                     |
| 9  | 1,1948                    | 28,6758             | 3,4411                   | 4,1293                   | 16,3155                    | 1,3052                  | 91,3668                                                               | 291,1130                     |
| 10 | 1,3276                    | 31,8620             | 3,8234                   | 4,5881                   | 18,1283                    | 1,4502                  | 101,5187                                                              | 323,4589                     |

Brugen af ovenstaaende Tabeller forstaas let ved følgende Eks-  
empler:

Eks. 1. Hvor mange Meter udgør 74,8 Fod?

Svar: 70 Fod = 21,970 Meter

4 " = 1,255 "

0,8 " = 0,251 "

23,476 m

Eks. 2. Hvor mange Mil udgør 93,4 Kilometer?

Svar: 90 Kilometer = 11,948 Mil

3 " = 0,398 "

0,4 " = 0,053 "

12,399 Mil



# Danske Fod og Tommer til Meter og Centimeter.

| Fod | 0"    | 1"    | 2"    | 3"    | 4"    | 5"    | 6"    | 7"    | 8"    | 9"    | 10"   | 11"   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | m     | m     | m     | m     | m     | m     | m     | m     | m     | m     | m     | m     |
| 0   |       | 0,03  | 0,05  | 0,08  | 0,11  | 0,13  | 0,16  | 0,18  | 0,21  | 0,24  | 0,26  | 0,29  |
| 1   | 0,31  | 0,34  | 0,37  | 0,39  | 0,42  | 0,45  | 0,47  | 0,50  | 0,52  | 0,55  | 0,58  | 0,60  |
| 2   | 0,63  | 0,65  | 0,68  | 0,71  | 0,73  | 0,76  | 0,79  | 0,81  | 0,84  | 0,86  | 0,89  | 0,92  |
| 3   | 0,94  | 0,97  | 0,99  | 1,02  | 1,05  | 1,07  | 1,10  | 1,13  | 1,15  | 1,18  | 1,20  | 1,23  |
| 4   | 1,26  | 1,28  | 1,31  | 1,33  | 1,36  | 1,39  | 1,41  | 1,44  | 1,47  | 1,49  | 1,52  | 1,54  |
| 5   | 1,57  | 1,60  | 1,62  | 1,65  | 1,67  | 1,70  | 1,73  | 1,75  | 1,78  | 1,81  | 1,83  | 1,86  |
| 6   | 1,88  | 1,91  | 1,94  | 1,96  | 1,99  | 2,01  | 2,04  | 2,07  | 2,09  | 2,12  | 2,15  | 2,17  |
| 7   | 2,20  | 2,22  | 2,25  | 2,28  | 2,30  | 2,33  | 2,35  | 2,38  | 2,41  | 2,43  | 2,46  | 2,49  |
| 8   | 2,51  | 2,54  | 2,56  | 2,59  | 2,62  | 2,64  | 2,67  | 2,69  | 2,72  | 2,75  | 2,77  | 2,80  |
| 9   | 2,83  | 2,85  | 2,88  | 2,90  | 2,93  | 2,96  | 2,98  | 3,01  | 3,03  | 3,06  | 3,09  | 3,11  |
| 10  | 3,14  | 3,17  | 3,19  | 3,22  | 3,24  | 3,27  | 3,30  | 3,32  | 3,35  | 3,37  | 3,40  | 3,43  |
| 11  | 3,45  | 3,48  | 3,51  | 3,53  | 3,56  | 3,58  | 3,61  | 3,64  | 3,66  | 3,69  | 3,71  | 3,74  |
| 12  | 3,77  | 3,79  | 3,82  | 3,85  | 3,87  | 3,90  | 3,92  | 3,95  | 3,98  | 4,00  | 4,03  | 4,05  |
| 13  | 4,08  | 4,11  | 4,13  | 4,16  | 4,19  | 4,21  | 4,24  | 4,26  | 4,29  | 4,32  | 4,34  | 4,37  |
| 14  | 4,39  | 4,42  | 4,45  | 4,47  | 4,50  | 4,53  | 4,55  | 4,58  | 4,60  | 4,63  | 4,66  | 4,68  |
| 15  | 4,71  | 4,73  | 4,76  | 4,79  | 4,81  | 4,84  | 4,87  | 4,89  | 4,92  | 4,94  | 4,97  | 5,00  |
| 16  | 5,02  | 5,05  | 5,07  | 5,10  | 5,13  | 5,15  | 5,18  | 5,21  | 5,23  | 5,26  | 5,28  | 5,31  |
| 17  | 5,34  | 5,36  | 5,39  | 5,41  | 5,44  | 5,47  | 5,49  | 5,52  | 5,55  | 5,57  | 5,60  | 5,62  |
| 18  | 5,65  | 5,68  | 5,70  | 5,73  | 5,75  | 5,78  | 5,81  | 5,83  | 5,86  | 5,89  | 5,91  | 5,94  |
| 19  | 5,96  | 5,99  | 6,02  | 6,04  | 6,07  | 6,09  | 6,12  | 6,15  | 6,17  | 6,20  | 6,23  | 6,25  |
| 20  | 6,28  | 6,30  | 6,33  | 6,36  | 6,38  | 6,41  | 6,43  | 6,46  | 6,49  | 6,51  | 6,54  | 6,57  |
| 21  | 6,59  | 6,62  | 6,64  | 6,67  | 6,70  | 6,72  | 6,75  | 6,77  | 6,80  | 6,83  | 6,85  | 6,88  |
| 22  | 6,91  | 6,93  | 6,96  | 6,98  | 7,01  | 7,04  | 7,06  | 7,09  | 7,11  | 7,14  | 7,17  | 7,19  |
| 23  | 7,22  | 7,24  | 7,27  | 7,30  | 7,32  | 7,35  | 7,38  | 7,40  | 7,43  | 7,45  | 7,48  | 7,51  |
| 24  | 7,53  | 7,56  | 7,59  | 7,61  | 7,64  | 7,66  | 7,69  | 7,72  | 7,74  | 7,77  | 7,79  | 7,82  |
| 25  | 7,85  | 7,87  | 7,90  | 7,93  | 7,95  | 7,98  | 8,00  | 8,03  | 8,06  | 8,08  | 8,11  | 8,13  |
| 26  | 8,16  | 8,19  | 8,21  | 8,24  | 8,27  | 8,29  | 8,32  | 8,34  | 8,37  | 8,40  | 8,42  | 8,45  |
| 27  | 8,47  | 8,50  | 8,53  | 8,55  | 8,58  | 8,61  | 8,63  | 8,66  | 8,68  | 8,71  | 8,74  | 8,76  |
| 28  | 8,79  | 8,81  | 8,84  | 8,87  | 8,89  | 8,92  | 8,95  | 8,97  | 9,00  | 9,02  | 9,05  | 9,08  |
| 29  | 9,10  | 9,13  | 9,15  | 9,18  | 9,21  | 9,23  | 9,26  | 9,29  | 9,31  | 9,34  | 9,36  | 9,39  |
| 30  | 9,42  | 9,44  | 9,47  | 9,49  | 9,52  | 9,55  | 9,57  | 9,60  | 9,63  | 9,65  | 9,68  | 9,70  |
| 31  | 9,73  | 9,76  | 9,78  | 9,81  | 9,83  | 9,86  | 9,89  | 9,91  | 9,94  | 9,97  | 9,99  | 10,02 |
| 32  | 10,04 | 10,07 | 10,10 | 10,12 | 10,15 | 10,17 | 10,20 | 10,23 | 10,25 | 10,28 | 10,31 | 10,33 |
| 33  | 10,36 | 10,38 | 10,41 | 10,44 | 10,46 | 10,49 | 10,51 | 10,54 | 10,57 | 10,59 | 10,62 | 10,65 |
| 34  | 10,67 | 10,70 | 10,72 | 10,75 | 10,78 | 10,80 | 10,83 | 10,85 | 10,88 | 10,91 | 10,93 | 10,96 |
| 35  | 10,99 | 11,01 | 11,04 | 11,06 | 11,09 | 11,12 | 11,14 | 11,17 | 11,19 | 11,22 | 11,25 | 11,27 |
| 36  | 11,30 | 11,33 | 11,35 | 11,38 | 11,40 | 11,43 | 11,46 | 11,48 | 11,51 | 11,53 | 11,56 | 11,59 |
| 37  | 11,61 | 11,64 | 11,67 | 11,69 | 11,72 | 11,74 | 11,77 | 11,80 | 11,82 | 11,85 | 11,87 | 11,90 |
| 38  | 11,93 | 11,95 | 11,98 | 12,01 | 12,03 | 12,06 | 12,08 | 12,11 | 12,14 | 12,16 | 12,19 | 12,21 |
| 39  | 12,24 | 12,27 | 12,29 | 12,32 | 12,35 | 12,37 | 12,40 | 12,42 | 12,45 | 12,48 | 12,50 | 12,53 |
| 40  | 12,55 | 12,58 | 12,61 | 12,63 | 12,66 | 12,69 | 12,71 | 12,74 | 12,76 | 12,79 | 12,82 | 12,84 |
| 41  | 12,87 | 12,89 | 12,92 | 12,95 | 12,97 | 13,00 | 13,03 | 13,05 | 13,08 | 13,10 | 13,13 | 13,16 |
| 42  | 13,18 | 13,21 | 13,23 | 13,26 | 13,29 | 13,31 | 13,34 | 13,37 | 13,39 | 13,42 | 13,44 | 13,47 |
| 43  | 13,50 | 13,52 | 13,55 | 13,57 | 13,60 | 13,63 | 13,65 | 13,68 | 13,71 | 13,73 | 13,76 | 13,78 |
| 44  | 13,81 | 13,84 | 13,86 | 13,89 | 13,91 | 13,94 | 13,97 | 13,99 | 14,02 | 14,05 | 14,07 | 14,10 |
| 45  | 14,12 | 14,15 | 14,18 | 14,20 | 14,23 | 14,25 | 14,28 | 14,31 | 14,33 | 14,36 | 14,39 | 14,41 |

## DEN FØRSTE HJÆLP VED ULYKKESTILFÆLDE

Arbejde ved elektrisk Bedrift med tilstrækkelig høj Driftsspænding er forbundet med Fare, da Elektriciteten kan indvirke paa Menneskets Organisme og i værste Tilfælde forårsage Døden. Bestemt Angivelse af Grænsen mellem farlig og ufarlig Spænding kan ikke gives, da Menneskers Modstandsevne er meget forskellig.

Ved alvorlige Ulykkestilfælde skal en Læge straks tilkaldes, men enhver, der arbejder med Elektricitet, bør være fortrolig med de Forholdsregler, som øjeblikkelig bør iagttages, for at kostbar Tid ikke skal spildes.

Elektriciteten virker dels paa Huden, dels paa Nervesystemet. Virkningen paa Huden er en Forbrænding, der enten forårsager

- 1) Rødme og Hævelse af Huden (Forbrænding af 1. Grad) eller
- 2) Blæredannelse (Forbrænding af 2. Grad) eller
- 3) Forkulning og Skorpedannelse (Forbrænding af 3. Grad).

Ved Forbrænding skal man *ikke* bruge koldt Vand til Brandsaaret, det forværrer kun Smerterne.

Opgiven er at holde Luften borte fra Saaret; ved Forbrændinger af 1. Grad kan dette ske enten ved at pudre Saaret med Mel eller ved at indsmøre det med grøn Sæbe, Olie, Æggehvide eller Vaseline og derefter lægge en Forbinding af Vat, fastholdt af et Tørklæde. Ved Blæredannelse maa man først og fremmest skaane Blærerne og *aldrig* klippe dem op. Man kan derimod stikke Hul paa dem tæt ved Blærens Rand med en rensed og glødet Naal. Blæren tømmes derved for Vædske, men vedbliver at beskytte de underliggende Nerver.

Ved stærk Forbrænding med Forkulning skal man lade Klædningsdele, der sidder fast i Saaret, sidde, men bortklippe de løstsiddende omkring Saaret.

Et almindelig brugt Middel ved sværere Forbrændinger af 2. Grad er Æggeolie. Smalle, *rene* Lærredsstrimler dyppes heri og lægges paa Saaret, hvorefter der lægges en Forbinding af et tykt Lag vandsugende Vat, fastholdt af et Bind.

I Stedet for Æggeolie kan man bruge Vaseline, Smør eller Olive. Et andet, meget smertestillende Middel er Natron, der strøs ud over hele Saaret, som derefter forbindes. Endnu bedre er Forbinding med Bardelebens Brandbind, som bestaar af et blødt Gazebind, i hvilket det smertestillende Strøpulver er indpudret. Det anlægges uden forudgaaende Rensning. Dette Bind kan ogsaa anvendes ved 3. Grads Forbrændinger — de sværeste, hvorefter Tilskadekomne hurtigst muligt søger Lægehjælp, saaledes som det ogsaa bør ske ved Forbrændinger af 2. Grad.

*Elektricitetens Indvirkning paa Nervesystemet* bevirker mindre eller større Lammelse og kan medføre Døden. Den forulykkede styrter bevidstløs om, er oftest ligbleg og kan tilsyneladende være død, da Andedrættet kan standse, men man skal dog aldrig opgive straks at iværksætte Oplivningsforsøg.

Disse er de saakaldte Tungetræk, kunstigt Aandedræt og Hjertemassage.

*Tungetræk* udføres paa følgende Maade:

Den forulykkede lægges paa Ryggen med en sammenrullet Frakke under Hovedet.

Alle strammende Klædningsstykker løsnes, Tænderne vristes fra hinanden med en Træpind eller lign. Man griber om Tungen med to Fingre, omviklet med et Lommetørklæde (ellers kan man ikke holde Tungen fast).

Man trækker den saa langt frem, man kan, og holder den et Øjeblik i den Stilling.

Derpaa lader man den glide tilbage og være i Ro et Øjeblik for da at begynde forfra.

Man er tiløjelig til at foretage Bevægelserne for hurtigt, medens de tværtimod skal udføres sindigt og roligt, f. Eks. 15 Gange pr. Minut.

Fremgangsmaaden skal man vedligeholde, om nødvendigt flere Timer.

Er der flere end een til Hjælp, udfører den ene Tungetrækket, medens den anden foretager



*Kunstigt Aandedræt.* Fremgangsmaaden er da følgende: Den forulykkede lægges udstrakt paa Gulvet eller et Bord, ydre Klædningsstykker aftages, og alt, hvad der strammer, løsnes. En sammenrullet Frakke lægges under den syges Skulderblade.

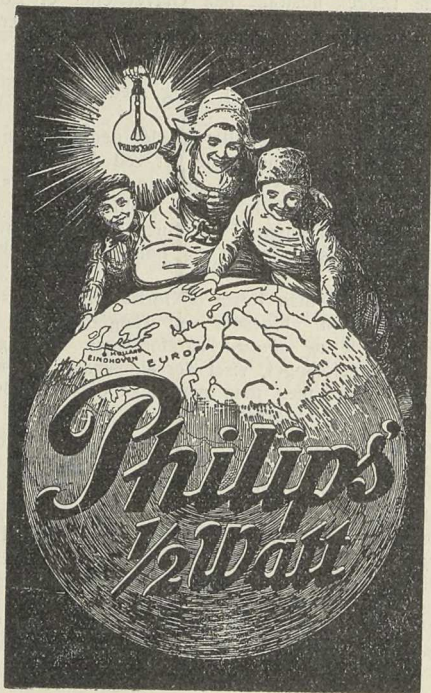
- 1) Den ene Hjelper gaar i Gang med Tungetrækket, medens
- 2) den anden stiller sig eller knæler ned bag den syge og griber fat i hans Underarme tæt ved Albuerne.
- 3) Man trykker først Armene ind mod Brystkassens Sider og holder dem et Øjeblik i denne Stilling.
- 4) Derpaa føres Armene i en Bue tæt forbi Hovedet saa langt tilbage som muligt og holdes et Øjeblik i denne Stilling.

Derefter begynder man forfra og fortsætter saaledes uafbrudt flere Timer igennem. Ligesom ved Tungetræk skal Bevægelserne *være rolige og sindige* og foretages nøjagtig i Takt. Lykkes Oplivningsforsøget, viser der sig smaa, snappende Indaandingsbevægelser, men man maa ikke derfor holde op, før Aandedrættet fungerer normalt.

*Hjertemassage* bruges for at styrke Hjertets Virksomhed.

- 1) Man stiller sig paa venstre Side af den syge med Ansigtet mod hans Hoved.
- 2) Man lægger sin højre Haandflade paa Hjereteegnen saaledes, at Haandleddet anbringes udfor Hjertet, medens Fingrene peger ind mod Brystbenet.
- 3) Man udfører nu kraftige og regelmæssige Stød mod Brystkassen, c. eet Slag pr. Sekund.

Naar Huden atter faar sin naturlige Farve, er det Tegn paa, at Aandedræt og Hjertevirksomhed igen er begyndt.



GENERALAGENT:  
**AXEL SCHOU, KØBENHAVN**  
DRONNINGENS TVERGADE 9

H. P. GODT \* KJØBENHAVN

»AXELHUS«, VESTERBROGADE 2B

TELEFONER: 8948 - 49 - 50 --- TELEGR.-ADR.: »PAINT«

ALLE

ELEKTRISKE ARTIKLER FOR STÆRKSTRØM

METALTRAADSLAMPER

SVAGSTRØMSARTIKLER

HELLESENS ELEMENTER

LOMMELAMPER - ETC.

ANDERSEN & MEYER

Telefoner:

341 - 4967

BADSTUESTRÆDE 18

Tlgr.-Adr.:

»Dynamo«

*Statsautoriserede Installatører*

*af*

*Elektr. Lys- og Kraftanlæg*



*Special-Fabrik for Ventilatorer*



**Elektrisk  
Installationsmateriale**

**for Stærkstrøm  
og Svagstrøm**

**Elektriske Lysekroner**

**Automobil- og  
Motor-Tilbehør**

**Tvermoes & Abrahamson <sup>A/s</sup>**

**København**

**Aarhus**

**Odense**

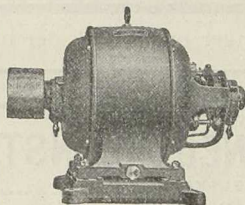
# THOMAS B. THRIGE

ODENSE



KØBENHAVN

## ELEKTROMOTORER



JÆVNSTRØM OG VEKSELSTRØM

DYNAMOER

ELEVATORER

KRANER - HEJSESPIL

TRANSFORMATORER

STØRSTE INDENLANDSKE SPECIALFABRIK  
FOR ELEKTRISKE MASKINER

# NIENSTÆDT & CO.

V. Boulevard 20 KØBENHAVN B Telefon: 7686

## Elektr. Værktøjsmaskiner

Værktøj for Elektrikere og Mekanikere

## Autogene Svejseapparater

Forlang Tegninger og Tilbud, der tilsendes franko.

## DE FORENEDE JERNSTØBERIER

AKTIESELSKAB

### AFDELING: NÆSTVED

Telefon: 18 & 226 - Statstelefon: 10

Telegram-Adresse: „Defor“



Kontor i København: Gyldenløvesgade 5  
Telef. 8808

Kontor i Aarhus . . : Frederiksgade 1  
Telef. 1036

*Elektromotorer  
Dynamoer  
Ventilatorer  
Elevatorer og  
Elektriske  
Anlæg  
etc.*



# STAAL · MASKINER · VÆRKTØJ



P U M P E R

KOMPRESSORER

B L Æ S E R E

VÆRKTØJ FOR  
ELEKTRIKERE

## V. L Ø W E N E R

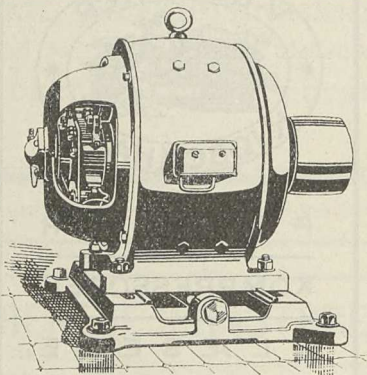
VESTERBROGADE 9B

KJØBENHAVN

TELEFON 7885 · TELEGR.-ADR.: "STAALLØWENER"

# I. B. BRUUN & SØN

NYKØBING F.



## ELEKTROMOTORER OG DYNAMOER

FOR JÆVN- OG VEKSELSTRØM

□ □ □

MED S. K. F.-KUGLELEJER

# HELLESENS TØR-ELEMENT



VERDENS  
ÆLDSTE  
OG  
BEDSTE

ALTID  
HØJESTE  
YDE-  
EVNE

FABRIKERES UNDER VIDENSKABELIG KONTROL

*FEJLFRIT*

*PAALIDELIGT*

*HOLDBART*

HELLESENS ENKE & V. LUDVIGSEN <sup>A/s.</sup>

ALDERSROGADE 6

KØBENHAVN STR.

Telefon: Central 2553 - 2587

Telegr.-Adr.: »Hellespont«



Aktieselskabet  
**Accumulator - Fabriken**  
København B.

Telefon 2161

Telegr.-Adr.: „Accumulator“

**Accumulatorer**  
**i alle Størrelser.**

*Overslag gratis.*

Telefoner Nr.:  
5238 & 5253

Telegr - Adr.:  
„Steelholger“

**HOLGER J. NIELSEN**

Indeh.: Alfred Søholm.

Studiestræde 14 - København K.

□ □ □

**Værktøjer, Skruer og Søm**

**for elektrisk Montage og Luftledningsarbejde.**

*Plombe-Tænger & -Traad, Isolatorbøjler, Kilebolte, Loddemidler,  
Talbøjler, Traadstrammere, Wienerstiger,  
Hovedafbrydere, Knivafbrydere, Tumbler etc.*

AKTIESELSKABET  
**NORDISKE  
METALVAREFABRIKKER**  
AARHUS - KØBENHAVN - ODENSE



BEDSTE INDKØBSSTED

FOR  
INSTALLATØRER OG  
ELEKTRICITETSVÆRKER



**H**elios Lamper,  
**E**lektrisk Installationsmateriale,  
**L**ysekroner og Bordlamper,  
**I**solatorer,  
**O**mskifttere og Knivafbrydere,  
**S**vagstrømsmateriale.

# **ATLAS DAMPTURBINER**

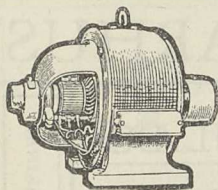
**TIL DYNAMODRIFT**



**AKTIESELSKABET**

**ATLAS  
KØBENHAVN L.**





**A/S DANSK AKKUMULATOR &  
ELEKTROMOTOR-FABRIK**

Ørstedsgade 10-12, ODENSE, Telef. 1423.

*Dynamoer og Motorer med Vendepoler,  
Ventilatorer, Blæsere,  
Centrifugalpumper,  
Akkumulatorer.*



**Skandinavisk  
Staalremskivefabrik**

Tilg., Steelpulley- Aktieselskab Til. c. 5202-11902

Mariendalsvej 49, København. F

FABRIKATION OG LAGER AF TODELTE

**STAALPLADEREMSKIVER.**

**LETTE — STÆRKE — PRAKTISKE**

**Laur. Knudsen, Mek. Etabl., A/s.**

*Tumblerafbrydere, Knivafbrydere,  
Sikringer, Højspændingsmateriel,  
Maalere, Centrifugalpumper, etc.*

Gl. Kongevej 3 og 5, København B., Telefon 1002.

**C. J. HOLM**

40 St. Kongensgade, København K.

Telef. 7881, Statstelef. 17

*Samtlige Artikler til elektriske  
Lys- og Kraftanlæg.*

**Repræsentant for:**

*Voigt & Haeffner,  
Act. Ges.*

*Hartmann & Braun,  
Act. Ges.*

*Kørtning & Mathiesen,  
Act. Ges.*

*og andre  
1ste Klasses Huse.*

A/S FRICHS·AARHUS

DIESELMASKINER

## SUGEGASANLÆG

FOR KUL, CINDERS,  
TØRV ELLER TRÆ

I STØRRELSESR INDIL 600 HK

DAMPMASKINER

OMBYGNING AF EKSISTERENDE  
:: DIESEL- OG GASANLÆG ::

AAGE HAVEMANN'S EFTF.

NIKOLAJ PLADS 34

KJØBENHAVN K.

ELEKTRISKE  
■ ARTIKLER ■  
E N G R O S



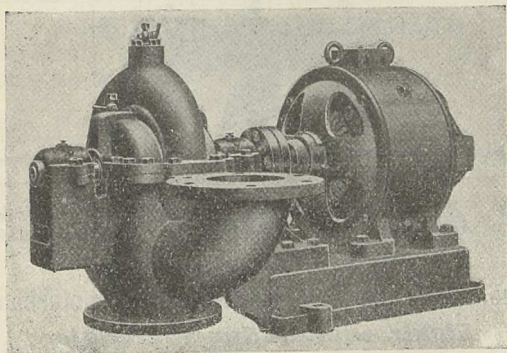
Største Lager af alle Installationsmaterialer for  
**Svag- og Stærkstrøm.**

Kataloger, Tilbud og Prøver sendes paa Forlangende.

# *J. Krüger*

INGENIØR & MASKINFABRIKANT  
JARMERSGADE 2 KØBENHAVN B.

TELEFON: CENTRAL 47 26



## PUMPER

CENTRIFUGALPUMPER

STEMPELPUMPER

BRØNDPUMPER

DAMPFØDEPUMPER

KOMPRESSORER

PUMPNING MED LUFT

VACUUMPUMPER ETC.



**FOC & MØRUP**

KVALITETS VARE



**P. AXT & CO. KØBENHAVN K**  
*Kompagnistræde 14*

Tlf. Central 3741 og Byen 3741.

Kabel - Traad - Ringeledning - Isolérbaand.

*Elektr. Installationsmaterialer.*

*Staalrør, Fittings etc.*

**Elektriske Bore- og Slibemaskiner.**

■ STØVSUGEREN ■  
 »NILFISK«

**FISKER & NIELSEN**

Telefon Nr.  
 9650

Peter Bangsvej 30 --- København F.

Telegr.-Adr  
 Nilfisk

# E. HIRSCHSPRUNG

CAND. POLYT., INGENIØR, M. I. F.

Studivstræde 5

KØBENHAVN

Telefoner:  
512, 1712, 10 512

Telegram-Adr.:  
"SPRUNG"

## Repræsentant for:

ARBOGA MEKANISKA VERKSTAD, Arboga:

*Vandturbiner.*

BARTZ & OTTO A/S, København:

*"Vesta" elektr. Strygejern og Varmeapparater.*

F. W. BUSCH A/G, Lüdenscheld:

*Elektrisk Installationsmateriel.*

W. T. HENLEY's TELEGRAPH WORKS CO., Ltd., London:

*Traad og Kabel.*

"HERA", København:

*Raaoliermotorer.*

HOLZ-IMPRÄGNIER-WERKE, G. m. b. H., Prag:

*Ledningsmaster.*

E. NEUMANN, Berlin:

*Højspændingsapparater.*

A/B SVENSKA METALLVERKEN, Västerås:

*Kobber- og Messing-Rør, -Traad og -Plader.*

J. H. TUCKER & CO., Birmingham:

*Elektrisk Installationsmateriel.*

WOLFRAM-LAMPEN A/G., Augsburg:

*Metaltraadslamper.*

**KØBENHAVNS  
ELEKTROMOTOR-FABRIK**

*(H. M. Nielsen)*

**FINSSENSVEJ 29**

***Elektromotorer***

***Dynamoer***

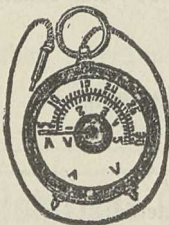
***Ventilatorer***

***Slibemaskiner***

***Boremaskiner***

***Centrifugalpumper***

***Centrifugalblæsere***



**Elektriske Artikler**

for

**Stærk- og Svagstrøm.**

***Største Udvalg.***

***Billigste Priser.***

**A/s F. GOTTLIEB HANSEN**

**Ny Østergade 11 (Hj. af Grønnegade) København K.**

**Telefoner: Central 1493 og Byen 3256.**



# LOUIS POULSEN & CO.

Nyhavn 11 :: København K.

Telef. Central 1414  
(til <sup>31</sup>/<sub>12</sub> 1918: 4256)



Telegram - Adresse:  
:: "ELPECO" ::

*Righoldigste Lager  
af alle Artikler for  
elektr. Installatører.*

Specialiteter: Teknisk Porcellæn.

Kulbørster.

Sikringspropper  
(dansk Fabrikat).

Fyldemasse (Compound)  
(dansk Fabrikat).

Maaleinstrumenter.

Kabelsko og Kabelmuffer  
(dansk Fabrikat).

Alle

Forespørgsler

besvares

omgaaende.

# NORDISK SIMPLEX

AKTIESELSKAB  
KØBENHAVN

*Specialfabrik for*  
**STAALRØR & FITTINGS**  
*til elektrisk Installation.*

Kontor: Strandgade 25  
Tlf.: Central 11590 - 11591

Fabrik: Tagensvej 41  
Telefon: Central 5704

Telegram-Adresse: „NORDISKSIMPLEX“

DANSK AKTIESELSKAB  
**SIEMENS-SCHUCKERT**  
KJØBENHAVN Ø.

---

F O R H A N D L E R :

**Alt  
elektroteknisk  
Materiale.**

**SPECIALITETER:** *Diazed-Sikringer,  
Zeta-Afbrydere,  
Ampèretimemaalere A. 3,  
Vekselstrømsmaalere W. 5,  
Wotanlamper,  
Peschelrør,  
Maaleapparater,  
Brandalarmer,  
Røntgenapparater, etc.*

---

F A B R I K E R E R :

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| <i>Dynamoer,</i>   | <i>Hejsespil,</i> |
| <i>Motorer,</i>    | <i>Kraner,</i>    |
| <i>Elevatorer,</i> | <i>etc.</i>       |

---

KONTORER: BLEGDAMSVEJ NR. 124  
TELEFON: **8448** (Omstilling til alle Afdelinger)  
FABRIK: RYESGADE NR. 113



# Kemp & Lauritzen

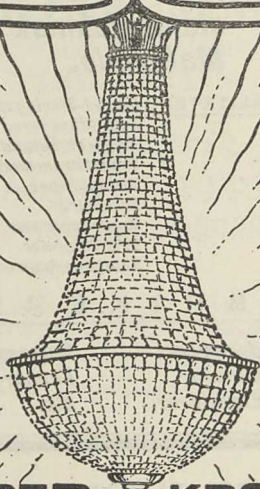
Vestervoldg. 7-9. Tlf. 936.  
København.

**Filialer:**

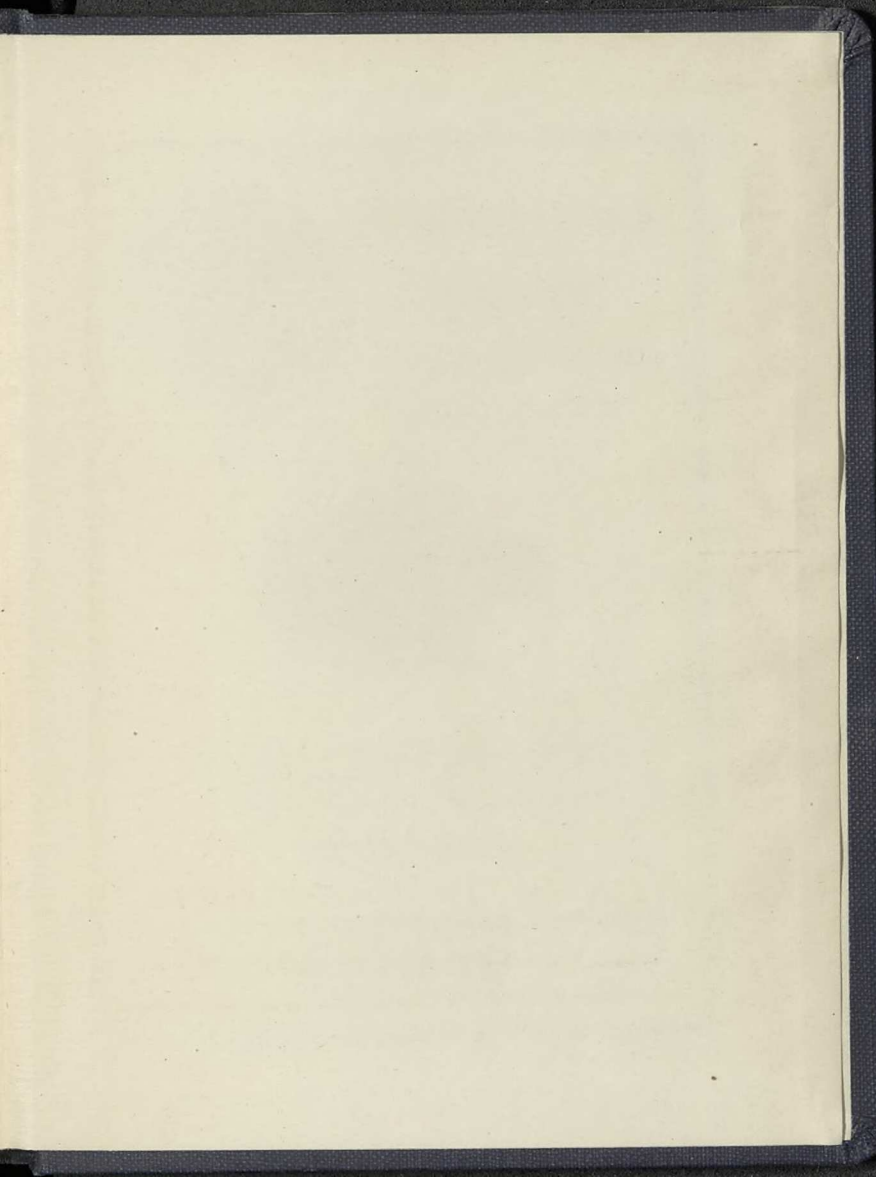
AARHUS  
HELSINGØR  
ORDRUP  
HOLTE  
SKODSBORG

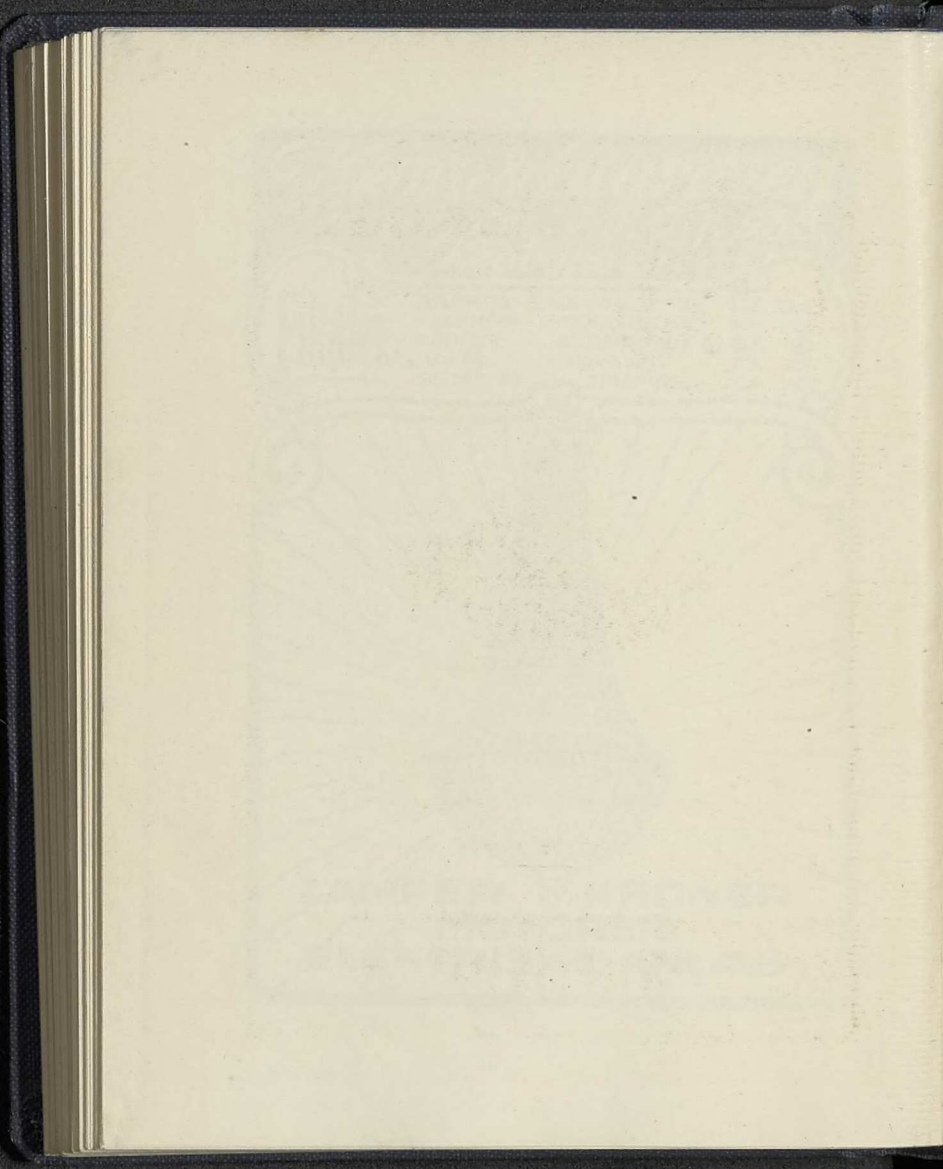
NØRREGADE · 38  
STENGADE · 65  
JÆGERSBORG ALLÉ · 33  
STATIONSVEJ ·  
STRANDVEJ ·

TLF: 1085.  
TLF: 661.  
TLF: 700.  
TLF: 234.  
TLF: 145.



**LAMPER & KRONER  
MOTORER  
ELEKTRISKE ANLÆG**



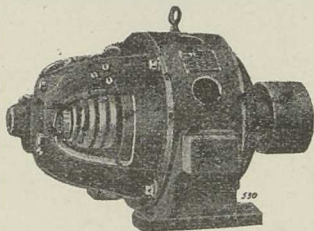






# Elektromotorer og Dynamoer

for  
Jævnstrøm og Drejestrøm  
Transformatorer



Elevatorer · Hejseværker · Kraner  
Transmissioner · Centrifuger  
· Transportanlæg ·

---

Aktieselskabet  
Telefon 6131

**TITAN**

København L.  
Tagensvej Nr. 32

