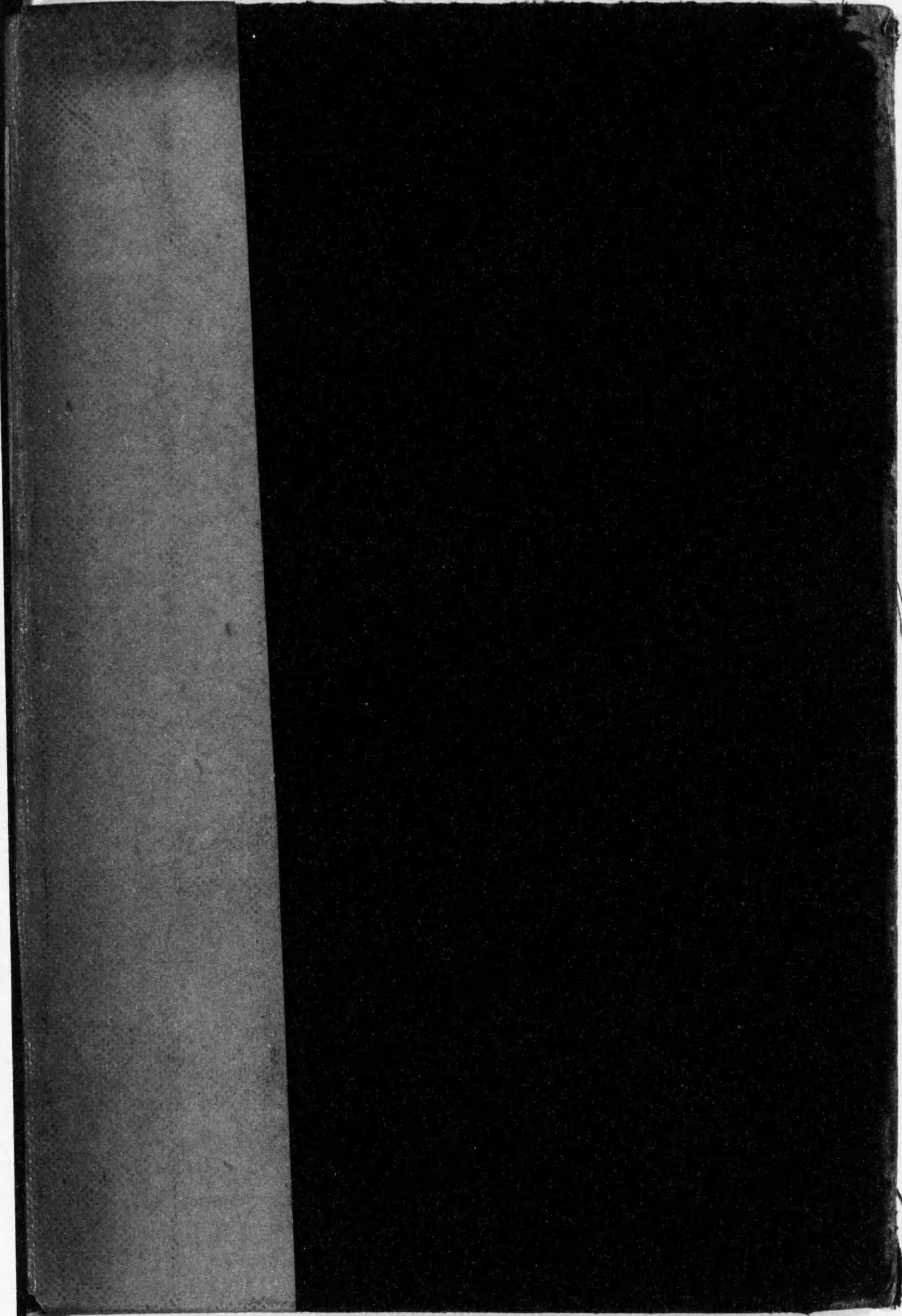


始





541  
170



ガーラード氏

開閉器及配電器具

(下)

---

電氣工學會



541  
170



541-170

ガード氏 開閉器及配電器具

下巻目次

第五章 廻轉機の始動及び制御を司る器具

直流電動機の始動器.....(319)

  直流機始動抵抗器の Grading .....(319)

  始動抵抗の計算にスライドルールを利用する方法.....(322)

  圖法により Grading を定むる方法.....(324)

  直流始動器と速度調整器との聯結.....(326)

籠型誘導電動機のスターター.....(329)

  單捲變壓器型スターター.....(329)

  單捲變壓器型スターターの格定.....(331)

  籠型誘導電動機のスターデルタ開閉器と變壓器

    スターターとの比較.....(333)

  籠型電動機の始動用としてオートトランスフォーマー

    と抵抗型始動器との比較.....(338)

  フューズを有するスターデルタ開閉器.....(341)

  籠型誘導電動機の速度調整.....(343)

三相スリップリング型誘導電動機の始動及速度調整.....(344)

  誘導電動機の開閉器を閉ぢたる場合幹線より取る電流.....(344)

  誘導電動機の始動トルク.....(346)

  全荷重トルクと始動トルクとの關係.....(348)

  種々の抵抗をローター回線に結んだ場合のローターの速度.....(352)

  抵抗の Grading .....(353)

  ローターの抵抗.....(357)

  ローター及ステーターを共に制御するスターター.....(359)

  スターターの相の切れと三相誘導電動機的作用.....(360)

  油入スター.....(363)

14. 11. 17

内交



油入スターターの格定	(364)
ロータースターターの總電力容量	(367)
油入スターターの温度上昇	(368)
液體スターター	(369)
液體スターターの格定	(369)
保安抵抗を有する液體スターター	(371)
大なる液體スターター及びコントローラー	(374)
液體コントローラーの自働加速度	(377)
液體の自働スリップ・レギュレーター	(378)
ドラム型コントローラー	380
ドラムコントローラーの電磁的電弧吹滅裝量	(382)
コントローラーの接觸指	(384)
コントローラーの圖表	(385)
交流用ドラムコントローラー	(392)
コントローラー抵抗の格定	(395)
コントローラー抵抗の温度上昇	(397)

## 第六章 低中壓配電盤

配電盤の太き銅條接續片	(403)
配電盤の絶縁抵抗	(405)
Distribution board	(405)
蓄電池用配電盤	(403)
電壓及電池用開閉器	(409)
電池用開閉器の接續	(412)
シーメンスの大電流電池用開閉器	(414)
ブースターを有する蓄電池用配電盤	(416)
ブースター用短絡切替開閉器	(420)
自働放電開閉器	(422)
自働可逆ブースター	(425)
Entz のブースター	(428)

電車電燈用發電機の配電盤	(432)
均壓母線	(434)
インターポールを有する發電機の均壓母線	(435)
スタチック・バランスーを用ひたる三線式發電機の 均壓母線	(436)
工場用中低壓配電盤	(436)
バランスー操縱器具	(438)
開閉器とスターターとの聯鈎	(440)
三相式に於ける中性線の接地	(442)
進相機操縱器具	(442)
Kapp の進相機	(442)
廻轉進相機	(446)
廻轉變流機の制御器	(454)
廻轉變流機の始動	(455)
直流側よりの始動	(455)
交流側よりの始動	(458)
シンクロスコープを用ひず電動機による始動	(461)
自働變流機	(464)
始動電動機の直列接續による始動	(465)
自己等期變流機を等期電流を制限して始動する方法	(469)
磁極轉換	(472)
廻轉變流機の電壓調整	(473)
變流機の速度制限裝置	(478)
中性點と三線式の中線との接續	(479)

## 第七章 高壓及特別高壓用配電盤

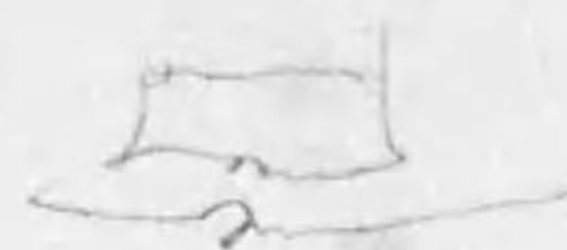
接續圖	(504)
三相回線の中性點接地	(505)
中性點接地に使用する抵抗の構造	(507)
高壓配電盤の計器	(510)
高壓交流回線に於ける電力の測定	(515)



指示電力計	(515)
Reversed V 接続	(516)
三相回線のワットアワーマーター	(518)
計器用変圧器	(519)
ポテンシアル・トランスフォーマー	(520)
同上の試験	(521)
カーレント・トランスフォーマーのターミナル	(523)
カーレント・トランスフォーマー	(525)
同上のベクトル線圖	(527)
計器の讀みに及ぼす $N$ 及び $\alpha$ の影響	(529)
完全なるワットメーターの正確の度に及ぼす影響の計算	(531)
$\alpha$ の差に對するワットメーターの調整法	(533)
カーレント・トランスフォーマーの設計要項	(536)
カーレント・トランスフォーマーの型式と特性	(537)
カーレントトランスフォーマーを配電盤へ取付く方法	(546)

## 第八章 非常の場合に電氣機械を保護する器具

レゾナンスによる電壓の昇騰	(548)
回線の開閉による電壓の昇騰	(550)
非周期的放電に必要な條件	(556)
アーク・スパークによる電壓昇騰	(557)
Arcing ground	(560)
Arcing Ground Suppressor	(562)
電氣機械の捲線間に於ける部分的電壓昇騰	(566)
電壓昇騰に對する電氣機械の感度	(569)
回線の外部に發生せる原因による電壓昇騰	(570)
電 撃	(571)
靜電氣的充電	(574)
急峻なる波頭の Travelling Wave	(574)
放水接地抵抗	(576)
接地チョークコイル	(578)



保安用としてコンデンサーの使用	(579)
高周波放電のコンデンサーを通過する電流	(580)
Mosciki のコンデンサー	(581)
Meirowsky コンデンサー	(583)
コンデンサー用開閉器	(583)
Giles Valve	(585)
角型避雷器	(588)
補助放電間隙を有する角型避雷器	(595)
角型避雷器用炭素粉末の直列抵抗	(596)
放電のデエレキ的遅延	(597)
電弧を發生せざる金屬	(599)
保安装置の Equivalent Spark-gap	(600)
圓筒型避雷器	(601)
圓筒型の Low Equivalent Lightning Arrester	(603)
圓筒型避雷器に於ける電壓の分布	(609)
アルミニウム避雷器	(612)
アルミニウム避雷器の構造	(614)
交流アルミニウム避雷器の充電	(615)
アルミニウム避雷器の保存上の注意	(620)
直流回線用避雷器	(620)
直流用電磁吹滅避雷器 (Magnetic Blowout Lightning Arrester)	(624)
避雷器の位置	(625)
接地板及接続	(626)
圓錐形接地板	(627)
炭坑に於ける接地板	(628)
チョークコイル	(629)
チョークコイルの自己誘導の計算	(629)
チョークコイルの形式	(631)
チョークコイルの保安作用に及ぼす分布容量の影響	(633)



保安に必要なリアクタンスの量.....(636)

チョークコイルの設計.....(638)

# ガーラ ード氏 開閉器及配電器具

(下 卷)

## 第五章 廻轉機の始動及び制御を 司る器具

本章に於ては電動機をして幹線より多量の電流を取らず又機械的のショックを起さずに始動せしめ或は電動機を速度を任意に變化し得る加減抵抗器に就きて述べむ。

### 直流電動機の始動器

直流電動機の始動器(スターター)は始動の際電動機と直列に結ばれたる加減抵抗器で、速度が増加するつれて漸次抵抗を減じ全速度に於て遂に零となす。始動抵抗器の開閉器部は種々の型式があり或は自動的に或は手動となすが其の抵抗部分は概ね抵抗線又はグリッドより成る。

始動器の抵抗材料を炭素及びマイカの粉末で作り其の壓力を變じて抵抗を變ぜむとする種々の企が行はれたが之等は現今では猶金屬抵抗に代る可き何等の傾向を有せぬ。

扱て金屬抵抗の能率は第一に其の目的を遂行するに對して適當なる設計となつて居るかどうがに依る依て先づ grading に就て考へむ。

### 直流機始動抵抗器の Grading

(a) Shunt Motor :-



最も平穏な始動をなさむとせば下の如き条件を満さねばならぬ。

スターターの第一のステップから次ぎの第二のステップに移す時には茲に一時的電流の衝動を起し電動機が増加するにつれて平穏の状態に復す。

初めの平穏なる状態に於ける電流を  $I_1$  とすれば始動器のステップを 1 より 2 に移した場合の一時的の大なる電流は  $k \cdot I_1$  と表はす事が出来る。同様に第二のステップに於ける平常電流を  $I_2$  とせば之れより第三のステップに移した場合の非常電流は  $kI_2$  となる。即ち接觸腕が各ステップの上を摺動して行く間には一時的に大なる電流が流れるが此の非常電流の増加の割合は各ステップ共皆一様でなければならぬ。

第二百二十三圖に於て、

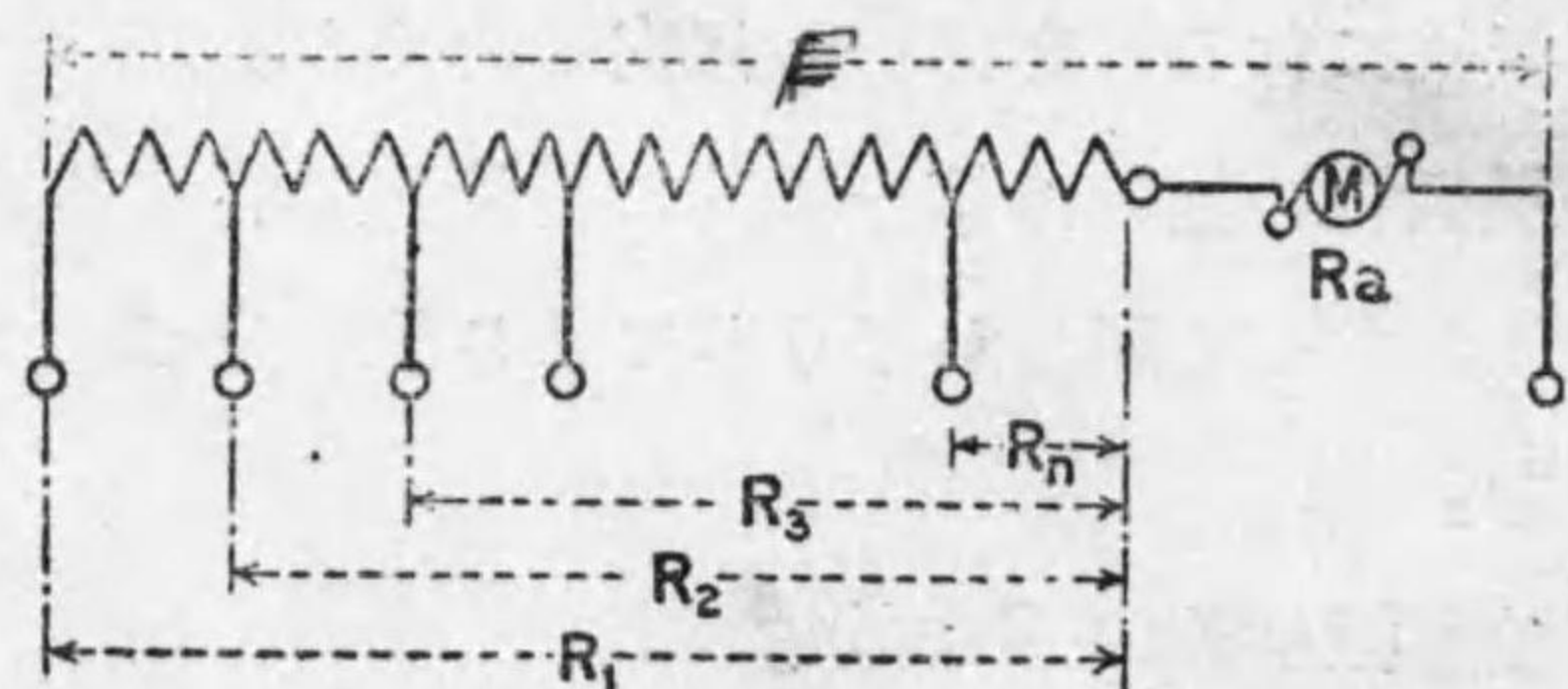
$E$  = 供給電圧、

$R_1, R_2, \dots$  = 各ステップに於けるスターターの全抵抗

$E_{a1}$  = 第一ステップに於けるアーマチュアの逆電圧、

$R_a$  = アーマチュア一回線の抵抗

第二百二十三圖



直流スターターの grading

とすればステップを移した瞬間には逆電圧  $E_{a1}$  は變化しないと見る事が来るから 1 ステップより 2 に移る時の非常電流とステップ 1 に於ける平常電流との比は

$$\frac{E - E_{a1}}{R_2 + R_a} = k = \frac{R_1 + R_a}{R_2 + R_a} \text{ となる。}$$

同様に各ステップに於て

$$k = \frac{R_2 + R_a}{R_3 + R_a} = \frac{R_3 + R_a}{R_4 + R_a} = \dots = \frac{R_{n-1} + R_a}{R_n + R_a} = \frac{R_n + R_a}{R_a}$$

但し  $n$  はスターターのステップの數なり。

依て

$$R_n = R_a k - R_a$$

$$R_{n-1} = R_a k^2 - R_a$$

.....

.....

$$R_1 = R_a k^n - R_a$$

即ち

$$R_1 + R_a = k^n R_a \text{ ..... (6)}$$

$$R_2 + R_a = k^{n-1} R_a \text{ 等}$$

今實例としてスターターの全抵抗 20 オームにてステップの數  $n=7$  なる場合を考へむに、

$$20 + R_a = k^7 R_a$$

即ち  $R_a$  が解かれれば  $k$  の値を計算する事が出来る。



第二ステップに於ける全抵抗は

$$R_2 + R_a = k^n R_a$$

等にて以下同様に計算する事が出来る。

始動抵抗の計算にスライドルールを利用する方法

上述の方法で計算をやるのは頗る面倒である。

E.A.N. Pochin 氏 (Electrician, Vol. XXXIX p. 33.) は頗る簡単な方法を作つた。

(6) の式より

$$R_1 + R_a = k^n \times R_a$$

即ち  $\log(R_1 + R_a) = n \log k + \log R_a$

即ち  $\frac{\log(R_1 + R_a) - \log R_a}{n} = \log k$

スライドルールを取つて之れに  $(R_1 + R_a)$  と  $R_a$  とを刻し此の間の長さを  $n$  にて除せば  $\log k$  を得べし。

次ぎに此の長さを  $R_a$  から測つて得た點は  $R_a \times k$  でスターターの最後のステップの値は  $R_a \times k - R_a$  である。

以下同様にして求める。スライドルールのスライダに等距離の目盛が施してあれば非常に簡単である。

(b) - Series Motor :-

上述の shunt motor の始動抵抗器の grading を計算する基本は接觸腕をステップから次ぎのステップに移す瞬間には電動機の逆電圧は不変であるとする點にある。然し series motor のスターターにては斯かる簡単な方法で grading を定める事は出来ない。Series motor の場合にはスターターのステップを移

す時には電動機の逆電圧は増加し、之れは電流の一時的増加を緩和する効力がある。猶電動機の直捲磁界捲線 (series field coil) の自己誘導作用は一層此の電流を制限する。従て若し series motor の始動抵抗の grading shunt motor と同じ様に定むれば此の點だけ考へればステップよりステップに移つて行く瞬間の増加電流は shunt motor の場合より遙かに少くなる可し。依て多くの場合同様の方法を以て grading を定むれば充分である。殊に磁路が飽和に近き處では働く場合に然りとす。此の場合にはステップからステップに移る場合の逆電圧の變化は極めて僅少である。

但し計算の場合には shunt motor の時はアーマチュアの抵抗のみを採つたが series motor にありてはアーマチュア及びシリーズコイルの全抵抗を採り (6) の式に適用せねばならぬ。

然し實際には shunt motor より series motor の方が一般に大きいから次の理論的計算法を示すも價値なき事ではなからう。

此處に示すは Bragstad の方法である、(アーノルド氏 "Die Gleichstrommaschine" 第二版第二卷 p. 419 及びエドラー氏 Switch & switchgear 参照)

今  $E$  を供給電圧  $E_a$  をアーマチュアの逆電圧とす。而して電動機が一定の電流  $I$  にて始動さるとせば其の逆電圧は速度  $n$  に比例す。

$R$  を電動機回線の全抵抗とすれば

$$E_a = E - IR = k_n \dots \dots \dots (7)$$



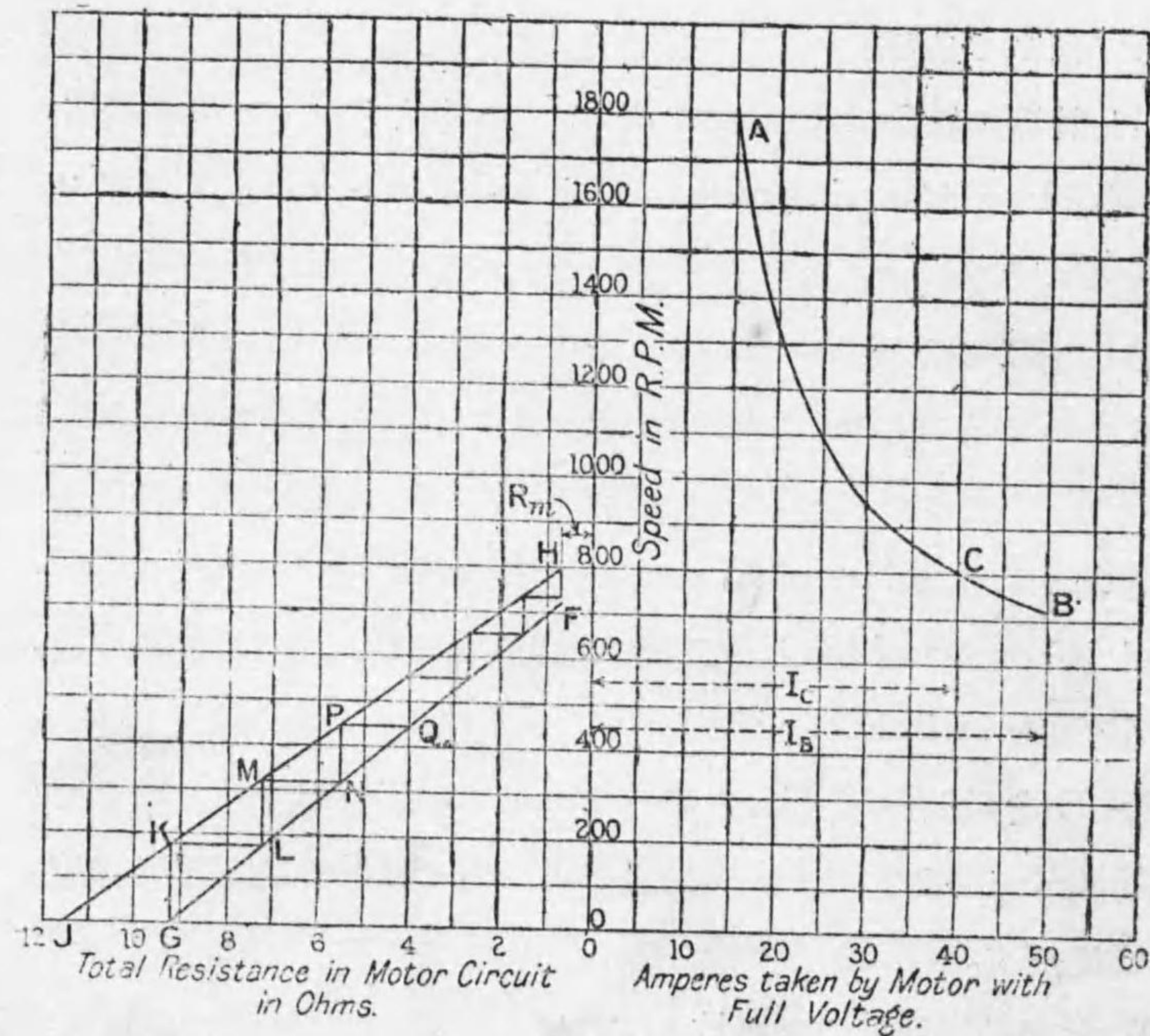
但し K は常數

之れにより電動機を一定の電流で始動せむとせば速度に正比例してスターターの抵抗を抜いて行かねばならぬと云ふ事がわかる。即ち速度と抵抗 R との關係を示す曲線は一つの直線となる。

圖法により Series Motor の始動抵抗器の Grading を定むる方法。

第二百二十四圖に於て AB の曲線は電動機の端子に全電壓

第二百二十四圖



シリーズモーターのスターターの grading の定め方

が加へられた場合に電動機を取る電流と速度との關係を示すものとす。此の曲線上の各點は勿論其の電流及び速度に於て電動機の出す或るトルクに相應す。

今 C 點を始動の際のトルクに對應するものとし B は電動機に加速度を與ふる爲め始動器によりて増加された電流とす。そこで問題は幹線より取る電流を  $I_B$  より大きくしない様こそスターターを設計する事である。

若し始動器の抵抗が

$$\frac{E}{I_B} - R_m = R.$$

であれば始動器の第一ステップに於て電動機に通る電流は  $I_B$  アンペアとなす可し。但し  $R_m$  はアーマチュア及びセリースコイルの抵抗の和なり。

F 點を B と同じ水平線上に縦軸より  $R_m$  に相當する長さだけ先きを取る。基線上に O より  $\frac{E}{I_B}$  オームに相當して G 點を取り F を結ぶ。若し始動器の抵抗を常に速度に逆比例して抜いて行くものとすれば速度は GF の線に沿ふて増加し來る可し (第三百四十六頁参照) OJ の長さを  $\frac{E}{I_c}$  オームに等しく取り JH 線を作る。

若し第一ステップに於て電流が  $I_c$  アンペアで抵抗を常に速度に逆比例して抜いて行けば電動機は線に沿ふて増加す。但し此の場合には始動トルクと之れに反對する摩擦其の他のト

註 H は C 點と同一水平線上に在りて縦線より  $R_m$  オームに相當する長さだけ隔る。即ち F と同一垂線上にあり。



ルクとが全く相等しく、加速度を與ふ可き少しのトルクも與へられて居ないから無限に永い時間を要するは明かである。

G 點に於て開閉器を閉づれば電動機の電流は漸次減少し其の速度は GK なる垂直線に沿ふて増加し遂に K 點に達す。此の點に於て電動機の加速作用は止み一定速度で廻轉を續ける。此の時スターターの第一ステップを移し抵抗を減す。此の最大の値は KL オームを超過しない様にすべし、然らざれば電流は  $I_B$  より大となる可し。斯くて漸次屈曲線 KLMNPQ 等を畫けば各水平線 KL, MN, PQ 等の長さはいつまでも電流を  $I_B$  以下に保ちて始動せむとする時のスターターの各ステップの最大抵抗を與ふべし。

勿論必要ならば之れより少い抵抗を使用してもよいが此の畫法は或る最大の始動電流、或る特殊の始動トルクに對して電動機を始動する場合に用ふ可きスターターの最少ステップ數を示すものである。

シリーズモーターのスターターはシヤントモーターのスターターに比較して最初のステップは小さいが最後のステップは却て大なるを知る可し。

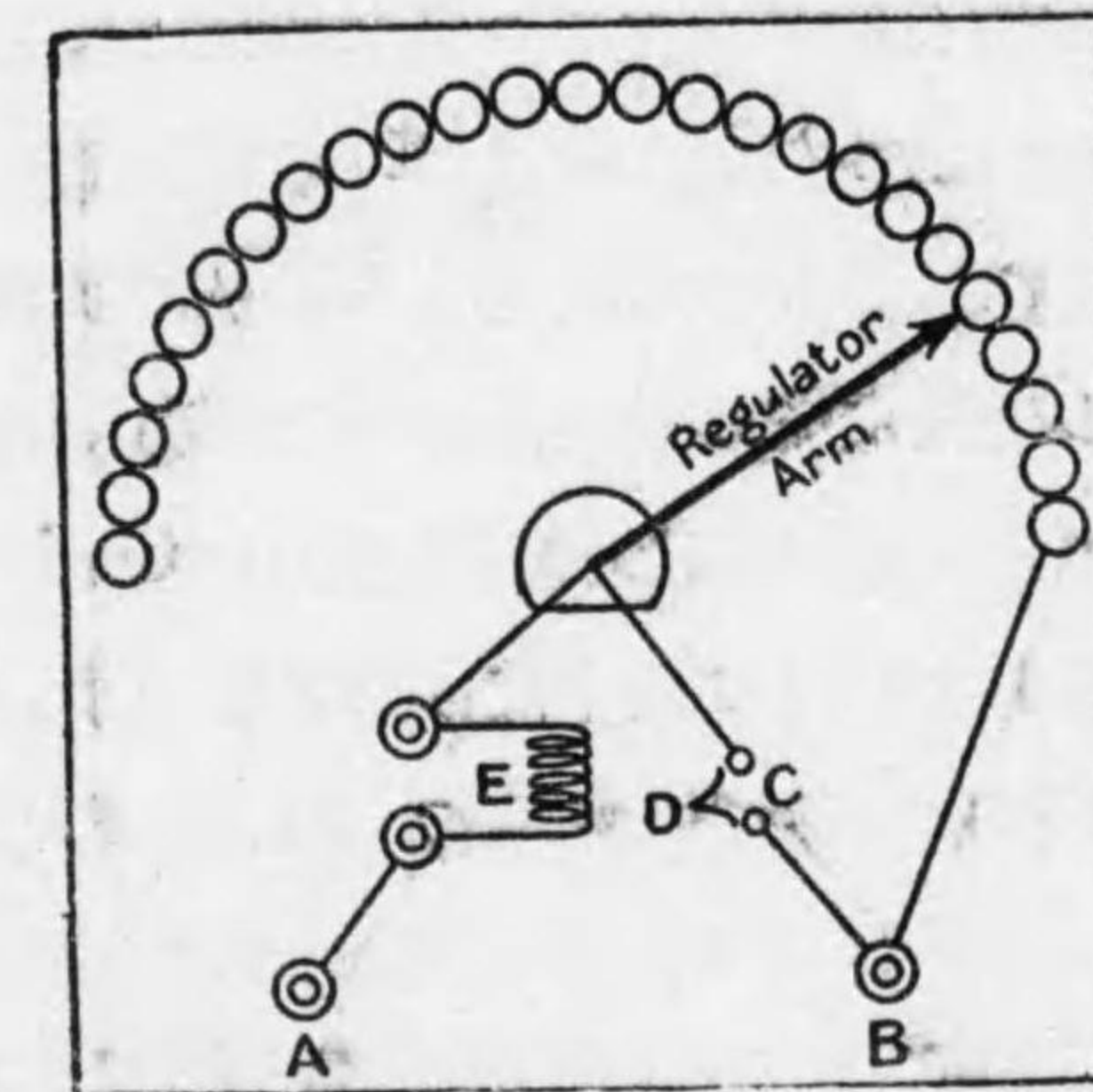
ドラム型のコントローラーにはステップの數を成る可く少くするを要するが斯様なコントローラーを用ふる大型のシリーズモーターに付けるスターターを設計するには上述の如き grading の定め方が便利である。

#### 直流始動器と速度調整器との聯結

分捲電動機を速度を調整するには分捲磁界回線の抵抗を變化

する方法が最もよい。分捲磁界回線の抵抗を増加すれば速度が増加する。

第二百二十五圖



勵磁の弱い時始動せしめぬ様な調速器の接続

數々スターターと shunt regulator とを組み合せて使用するが多くの點に於て別々に作つた方がよい。

若し兩者を組み合はせて作る場合には勵磁の弱い處ろで電動機を始動せしめぬ様な装置を設くる事が必要である。之れは**第二百二十五圖****第二百二十六圖**に示した方法により容易に行ふ事が出来る。此の場合に regulator は E なる電磁石を有し此の電磁石は始動器の no volt coil の如きもので電動機の勵磁電

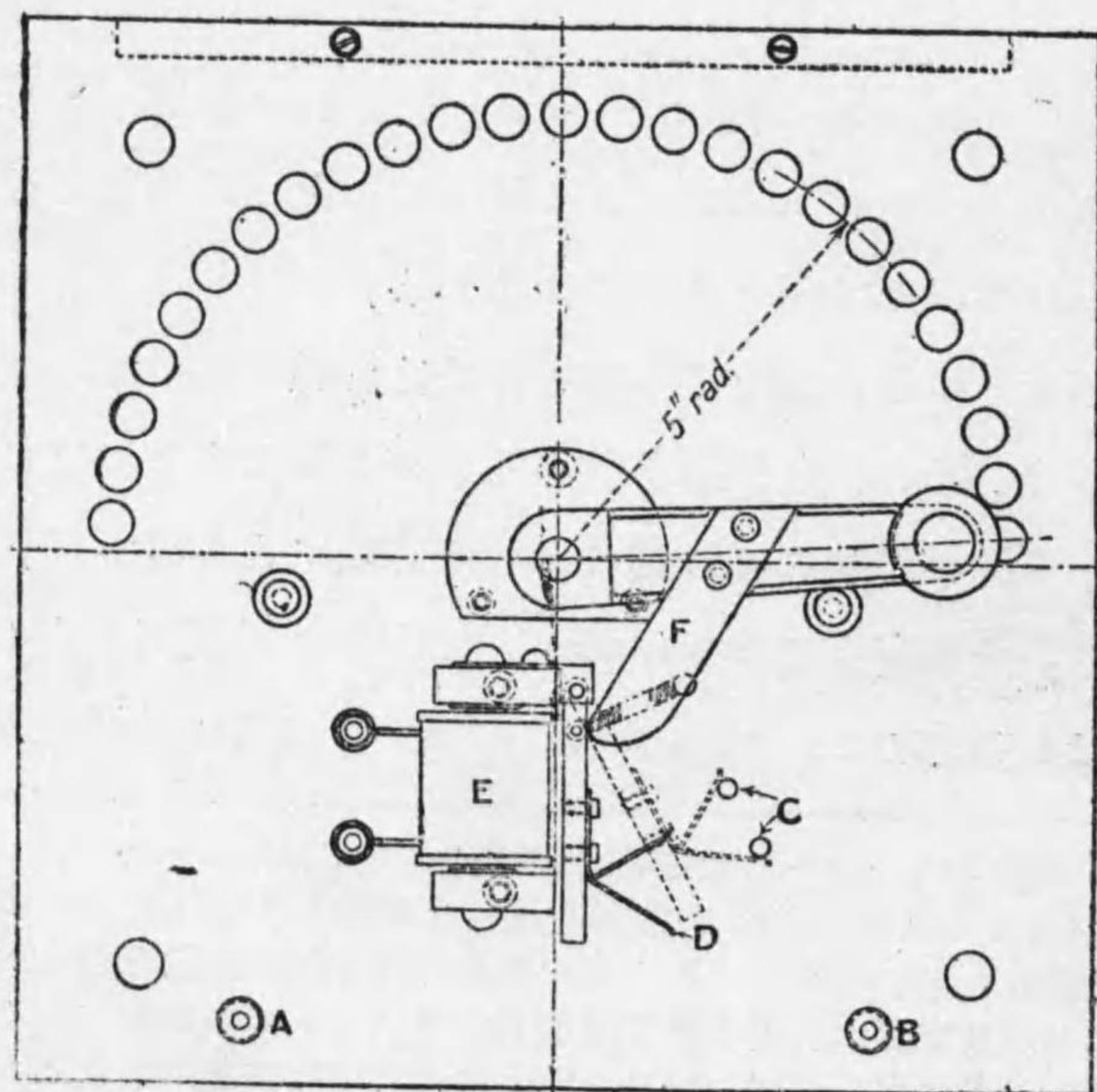
註 通常スターターには電路の電壓によりて勵磁される no volt coil があり電動機が常規の電壓を受けて廻轉して居る間は之れによりて始動器の把手に附してある鐵片を引き付け始動抵抗を全く電路外に置くが一旦電壓の供給を断てば把手はスプリングの作用により直ちに始めの位置に復し次回の始動の時には必ず始動抵抗が電路に入れらる様に装置されて居る。



流が通る。

Cなる接触部をDによりて短絡すれば全体の shunt resistance は短絡され従て電動機の勵磁電流は最大となる。Dなる短絡片はEの電磁石のアーマチュアに固定して居る。電動機に供給される電流が止つた場合にはEの電磁石の電流も停止しCなる接触はDによりて短絡せらる。依て次回に始動する場合には電動機の勵磁電流は最大となつて居る。電磁石Eは尤も遠い位置ではアーマチュアを吸引する力はないが、之を近づければ其の位置に引き付けて置くだけの力を有す。依て**第二百二十六圖**に示した様に regulator のアームにFなる腕を絶縁

第二百二十六圖



勵磁の弱い時始動せしめぬ様な regulator

して付け regulator の抵抗が全く抜かれた時には F は鐵片を電磁石に押し付ける様にする。然れば regulator の腕が其の後他の位置に移され速度を變化して居る時にも之れは吸引して置く可し。

籠型誘導電動機のスターター

小容量の三相籠型誘導電動機 (3 馬力位までの) には概ねスターターを使用せず主要開閉器により直に電動機を line に接続して始動する。斯様な場合には可熔安全器は始動の際熔解せられざる様な大さを選んで置かねばならぬ。或は切替開閉器を附して始動の間はフューズを電路外に置く様にする事もある。然し之等は廣く用ひらるゝのではない。

籠型誘導電動機のスターターとしては現今行はれて居るものに單捲變壓器 (オートトランスフォーマー) YΔ スウキッチ、及び抵抗型の三種あり。

今之等に就て順次説明し其の得失を述べむ。

單捲變壓器型スターター

單捲變壓器型スターターは YΔ 始動法よりも始動電流を少くしやうと云ふ時或は之れより大なる始動トルクを得むとする時とか、或はラインに直接に電動機を結んで始動する場合の如き急激の shock を防ぎたいと思ふ時等に使用される。

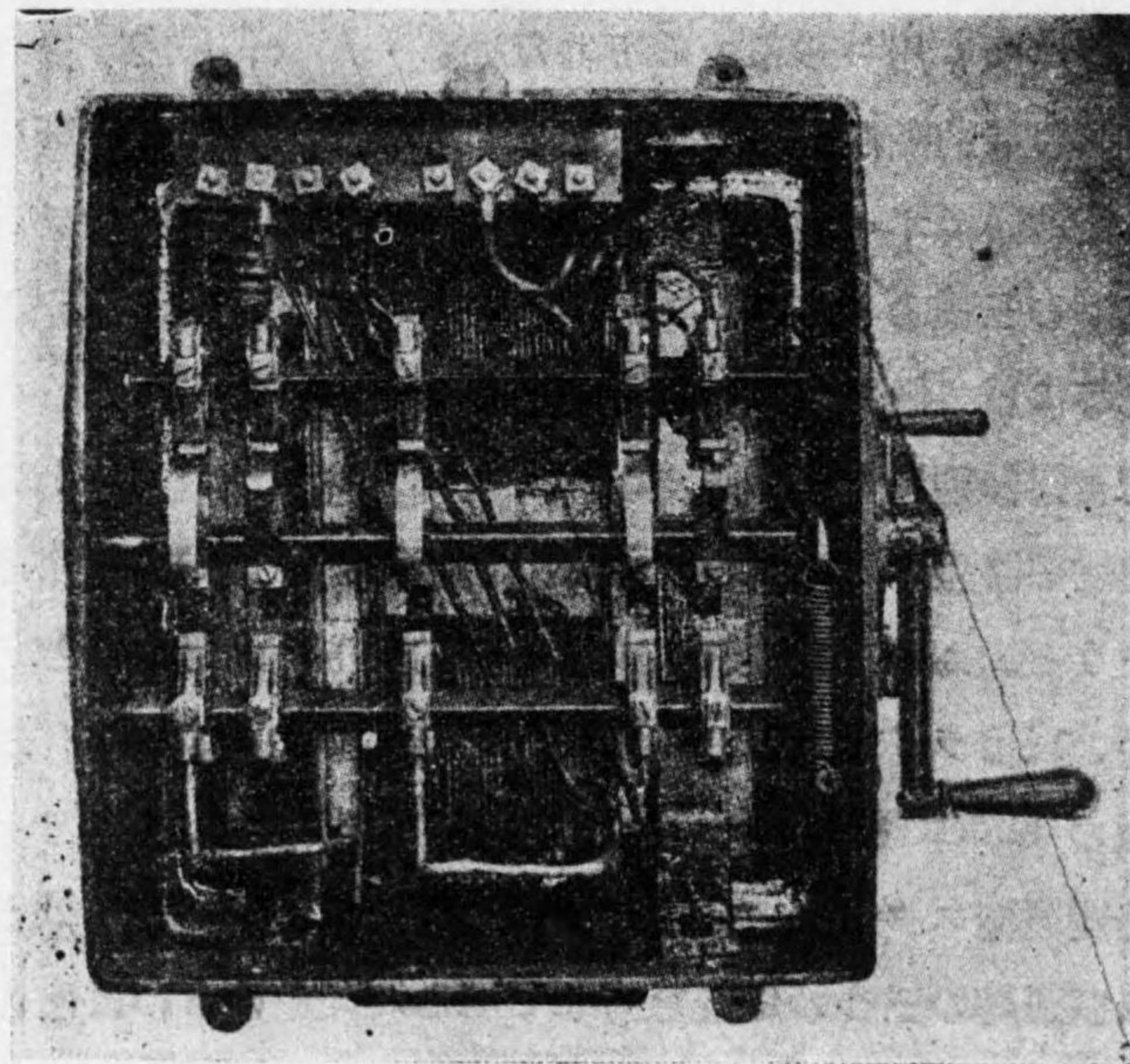
單捲變壓器型スターターは種々の形に作られるが一般に停止、始動及び運轉の三つの位置を有して居る。大型のものになると二つの始動の位置を有して居るものもある。



始動の状態を最もよくするには種々の場合について研究せねばならぬ。単捲變壓器は通常**第二百二十七圖**に示した様に多くの tap を有し、始動の状態が前から豫知されて居なかつた時に之れによりて適當に變化するを得せしむ。外國の注文などで電動機の使用の明かでない様な場合に之れに使用するスターターに斯様な方法を取れば種々の異つた状態に適應させる事が容易である。

単捲變壓器の價格を少からしむるには成る可く實際の使用に耐え得る程度に於て材料を節約しなければならぬ。従て使用者に注意してもらはねばならぬ事が起る。新らしい電動機を始動

第二百二十七圖



Auto Transformer

る場合によく不注意な人はスターターが充分冷却されるのを待たずに頻繁に何回も始動して見たがるものである。

之れではスターターはちきに焼けてしまふ。又偶然最初に結んだタップの處ろで電動機が始動しない事がある。此の時に若しや電動機が始動しはすまいかと思つていつまでもスターターを回路内に結んだままで置かずに、早速一層高い電壓を與ふるタップに結び替へるのがよい。以上の事から考へても単捲變壓器の格定と云ふ事は最も重大な事で特に他の壓壓器と比較しやうとする場合に於て然りとす。

#### 單捲變壓器型スターターの格定

單捲變壓器型スターターの格定に關しては現今に於ては可なり混亂して居る。此の點に就て英國電氣工師會に於て注意を拂ひ標準となる可き仕様書を發表する事は最も望ましき事である。或る有名な製造所では格定に關して次の如き定義を下して居る。即ち“スターターに使用する單捲變壓器はすべて始動の位置に於て最長一分乃至一分半の間全荷重トルクに對して規定された全力を出す様に設計され次回の始動までには少くとも此の10倍以上の停止期間を與へねばならぬ。”

然し此の定義はスターター其のものに就ては何等の説明も與へて居らぬ。第一格定を適用す可きタップに就て何等云ふ處ろがない。

猶注意すべきは全負荷トルクを生ずる始動電流は誘導電動機によりて各異つて居る。従て上述の定義は或る特殊の電動機に就てのみ云はれるが他種の電動機には全く適用する事が出来な



い。

一層學術的に格定を決定するには幹線から全荷重電流の何倍の電流を取り得るか(例へば  $2\frac{1}{2}$  倍)を定めねばならぬ。

單捲變壓器内の電力の損失に就て考ふれば一次電圧が一定であれば其の鐵損失は一定である。銅損失は一次電流が一定でも二次側の電動機を結ぶタップを替へれば變化する。従て幹線から取る一次電流を表はすのみでは猶不完全で二次側のタップの位置も表さねばならぬ。實際に便利なのは 70% タップが最もよい。

之等の諸點を考へ單捲變壓器スターターの格定に關し下記の定義を下せり。

#### 單捲變壓器スターターの格定

單捲變壓器は幹線より全荷重電流の  $2\frac{1}{2}$  倍以上の電流を取らず、どのタップにても(注意の項を見よ)1秒(或よ  $1\frac{1}{2}$  秒間)以内耐えられ始動時間の最少 10 倍の冷却時間を與ふ。此の状態にて何回繰り返すとも華氏 100 度の溫度上昇を來たさざるものたるを要す(溫度は抵抗の増加より測定す)。

注意。——此の格定には電動機を 70—80% のタップに結んだ場合の試験結果を參酌せり。普通の籠型電動機に於て 40%—60% のタップに結んだ時には止まつて居る時でもラインから全荷重電流の 250% 以上の電流を取る事はない。

#### 單捲變壓器型スターターのタップ數。

單捲變壓器型スターターの特長は種々異つた状態に對して其の始動電流やトルクを調整し得る點にあり。

之れは外國へ輸出さるる場合の如く個々の電動機が如何なる場合に使用せらる可きか明かでない場合に最も重要な事である。従て此の廣い範圍に異つた始動状態に適應せしむる爲め然る可きタップの數を備へて置かねばならぬ。

或る製造家は此の點を重んぜず 5 馬力の電動機スターターとして唯 60% のタップのみを附して居る、之れは 1 : 1.67 の比の變壓器となり後に述ぶるスターデルタ・スキッチと異なる處ろがないのである。斯様な變壓器を使用するのではスターデルタスキッチ以上何等の効力もなくオートトランスフォーマーを用ふる必要はない。或る製造家は 5 馬力モーターのスターターに 50%、60% 及び 70% のタップを附して居るが之れは先づよい方で著者の現在の考では 40%、60%、70%、80% のタップを附するが最もよいと思ふ。

籠型誘導電動機の始動上スターデルタ開閉器と單捲變壓器スターターとの比較。

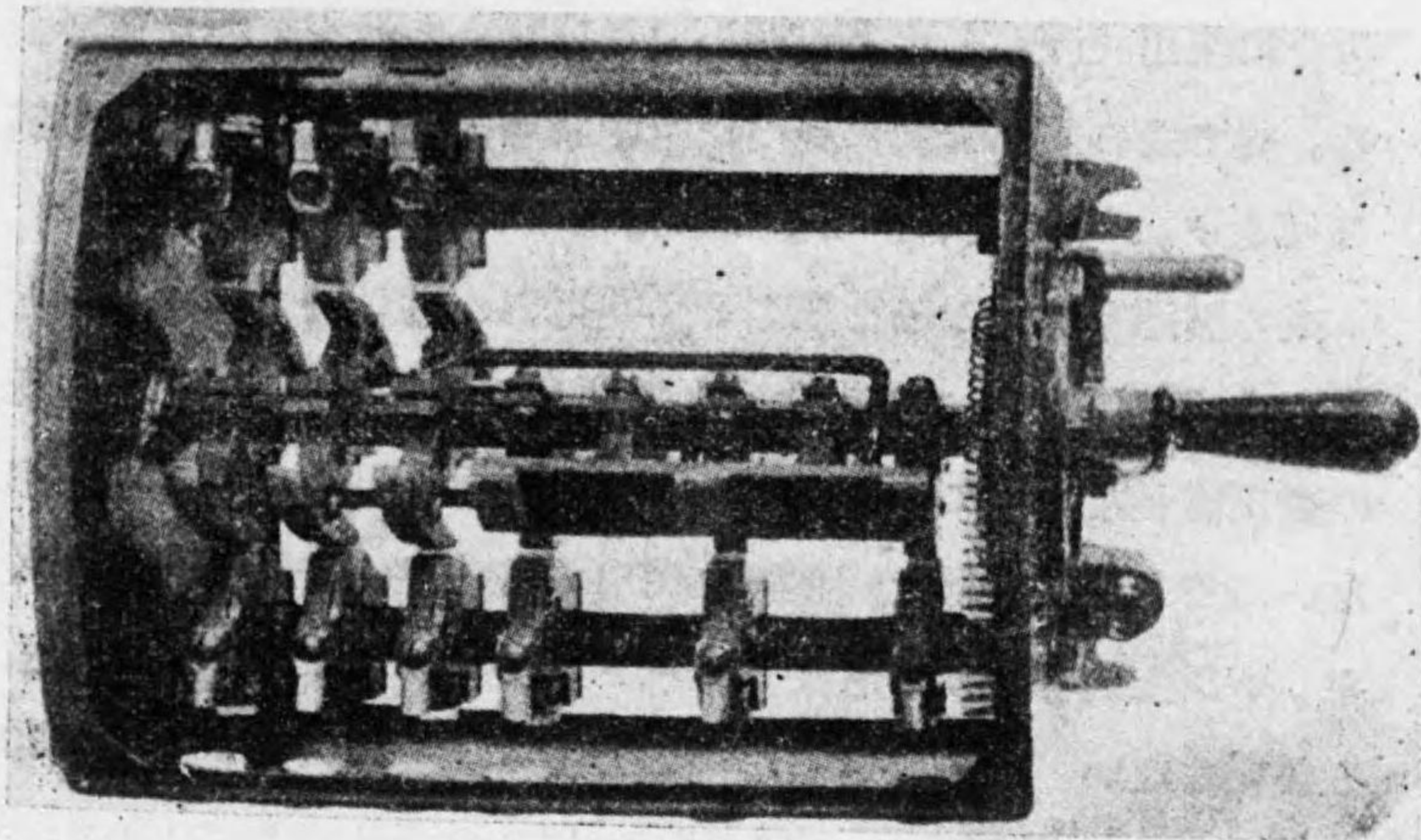
第二百二十八圖はスターデルタ開閉器の一例を示したもので、小型の籠型誘導電動機の始動器としては最も低廉なもので始動の條件が之を使用し得るならばいつまでもスターデルタ開閉器を使用した方がよい。依て如何なる場合に一層高價な單捲變壓器スターターを使用す可きかの問題が起る。

スターデルタ開閉器とは勿論始動の際ステーターの捲線をスター形に接続して之れに直ちにラインの電壓を加ふるもので平常運轉の間はスターター捲線はデルタ形に接続されて居る。

籠型電動機を直接にラインに入れば始動の始め供給電壓を



第二百二十八圖



ゼネラルエレクトリック會社製スターデルタ開閉器停止の位置より過失により運轉の位置に接觸せぬ様な安全装置を有す(前後の蓋を除去す)。

捲線のイムピーダンスで除したるだけの電流が通る。捲線の  
一相のイムピーダンスはデルタ形に接続されやうがスター形に  
接続されやうが常に一定であるから、Eを線間電壓とせば始動  
電流は

$$\text{スター形に接続された時は } I = K_1 \frac{E}{1.73}$$

但し  $K_1$  は常數で  $\frac{E}{1.73}$  は一相に加はる電壓なり。

此の電流は幹線を通る電流に等しい。

或る電動機に於て廻轉を始むる際ローターの出す始動トルク  
は一相の捲線に加へらるる電壓の自乗に比例するからステータ  
ーが星形に結ばれて居る時は

$$\text{始動トルク} = K \left( \frac{E}{1.73} \right)^2$$

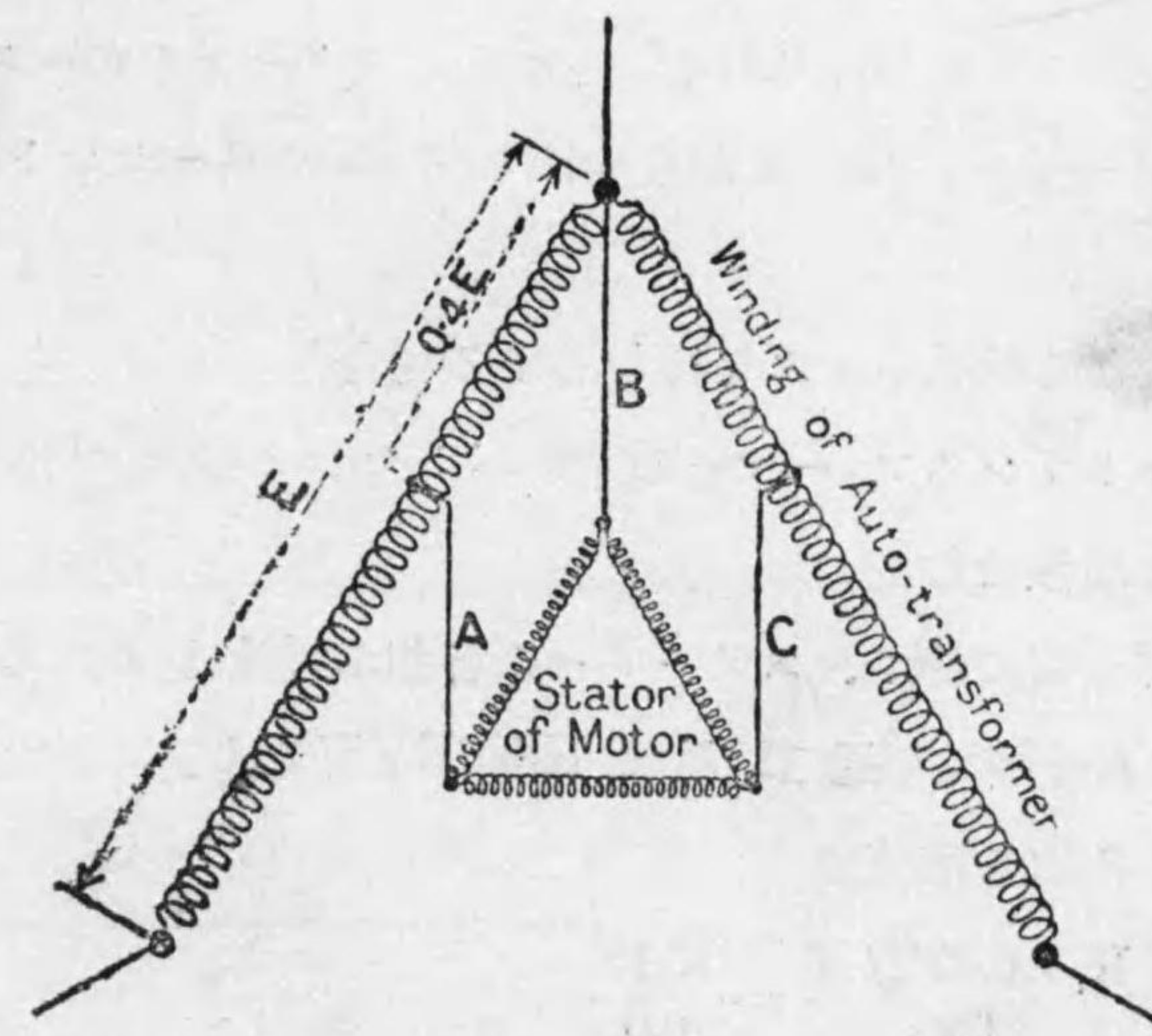
茲に  $K_2$  は常數。

となる。即ち若しローターの廻轉に反對する機械的荷重の逆  
トルクが此の値より大なればスターデルタ開閉器にて電動機を  
始動する事は出来ないのである。

依てスターデルタ・スイッチには二つの制限が生ずる。

第一に電力供給者は急に電路を閉じて幹線から  $K_1 \frac{E}{1.73}$  なる  
電流を取らるゝ時此の電流が大であれば困らうし第二に機械的  
の逆トルクが  $K_2 \left( \frac{E}{1.73} \right)^2$  よりも大なる事もあらふ。之等の問  
題はオートトランスフォーマーによりて解決されるものである。

第二百二十九圖



スクイレルケージ誘導電動機始動用オート變壓器



(a) 幹線より取る始動電流を少からしめむとする場合。

スターデルタ装置では電動機を始動せむとする時一相に  $\frac{E}{1.73}$  なる電圧を加ふる。之れにより小なる始動電流にせむには  $\frac{1}{1.73}$  より大なる比の變壓器を用ひねばならぬ。今 40 パーセントのタップ即ち  $\frac{1}{2.5}$  の比のオート變壓器を使用したとすれば(第二十九圖に示したるが如く)電動機一相の電流は  $K \times 0.4E$  である。圖に於て A, B, C なる接續線を通る電流は  $K_1 \times 0.4E \sqrt{3}$  で、幹線より取る電流は(オート變壓器の勵磁電流を省略せば)

$$\frac{K_1 \times 0.4E \sqrt{3}}{2.5} = \frac{K_1 E}{3.61}$$

となる。即ちスターデルタスキッチの場合に幹線から取る電流の 48 パーセントとなる。

猶始動トルクは  $K_2(0.4E)^2$  となり。スターデルタスキッチでは  $K_2 \left( \frac{E}{1.73} \right)^2$  であるからやはり其 48 のパーセントに減ずる。

(b) 大なる始動トルクを得むとする場合。

オートトランスフォーマーの 80 パーセントのタップを使用する場合を想像せむ。

前と同じ圖に於て、ステーターの各相の電流は  $K_1 0.8E$  で、A, B, C の各接續線を通る電流は  $K_1 0.8E \sqrt{3}$  なり。

幹線から取る電流は

$$\frac{K_1 \times 0.8E \sqrt{3}}{1.25} = \frac{K_1 E}{0.9}$$

即ちスターデルタ開閉器の場合の 192 パーセントの電流とな

る可し。同様に始動トルクもスターデルタ開閉器の場合の 192 パーセントに増加される。

今之等の結果を、7 馬力三相一千五百廻轉五十サイクル電動機に於てスターデルタスキッチを用ひて全負荷トルクの 35 パーセントの始動トルク、全負荷電流の 175 パーセントの始動電流を取りたる場合に適用せば下表の如し。

表 H—スターデルタスキッチとオートトランスフォーマーとの比較

始動の方法	始動の際幹線より取る始動電流の全負荷電流に対するパーセント	始動トルクの全負荷トルクに対するパーセント
オートトランスフォーマーに於て40パーセントのタップを使用した場合	84%	16.9%
スターデルタスキッチ若しくは $\frac{1}{1.73}$ の比のオートトランスフォーマー	175	35
オートトランスフォーマーの80%のタップを使用せる場合	336	27

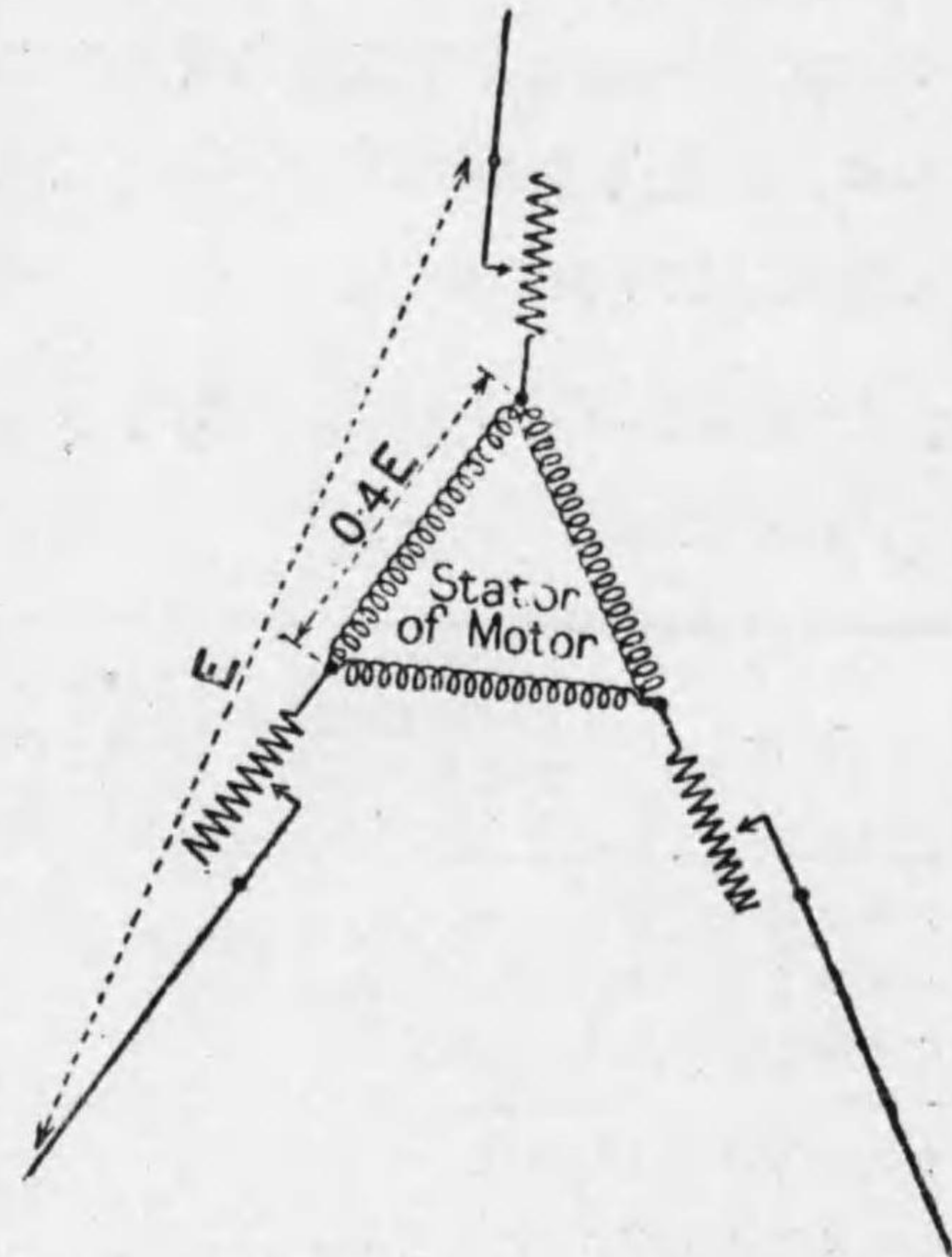
以上の事實より考ふればオートトランスフォーマーを使用してもスターデルタスキッチを使用しても始動トルクはいつでも幹線より取る電流に比例して居る。

註 誘導電動機に於て或る電圧  $E$  に於ける始動トルク  $T$  が解つて居れば他のトルク  $T'$  出をす可き電圧  $E'$  は次ぎの式にて計算する事が出来る。



籠型電動機の始動用としてオートトランスフォーマーと抵抗型始動器との比較。

第二百三十圖



抵抗によりてスクイレルケージ型誘導電動機を始動する方法

$$E' = E \sqrt{\frac{T'}{T}}$$

例へば規定電圧に於ける始動トルクが全負荷トルクの 2.5 倍なる

時唯全負荷トルクに要する始動電圧は  $E' = E \sqrt{\frac{1}{2.5}} = 0.63E$

となる。即ち規定電圧の 63 パーセントの電圧を加ふればよい。

又若し全電圧を加へた時の始動トルクが全負荷トルクの 3 倍なる時スターデルタスイッチを用ひて始動せば。

$$E' = \frac{E}{\sqrt{3}} = E \sqrt{\frac{T'}{3}}$$

$$T' = 1$$

即ち全負荷トルクが得られる。

第二百三十圖に示す如くステーターに直列に抵抗を結んでスクイレルケージ型の電動機を始動する方法がある。

今或る抵抗を結んで始動の際ステーターのターミナルに 0.4E なる電圧を加へたとすれば一相の始動電流は  $K_1 \times 0.4E$  で幹線より取る電流は  $\sqrt{3} K_1 \times 0.4E$  となり始動トルクは  $K_2 (0.4E)^2$  なり。

同様に直列抵抗を減じて電動機のターミナルに 0.8E の電圧を加へた時には、一相の始動電流は  $K_1 \times 0.8E$  で幹線よりの電流は  $\sqrt{3} K_1 \times 0.8E$  となり此の場合の始動トルクは  $K_2 (0.8E)^2$  なり。

之を前項に述べたる場合と比較すれば下表の如し。

下表の数字より抵抗をステーターに結んで始動する方法は頗る不得策なやり方である事が明なり。

表 J—オートトランスフォーマー及び抵抗型スターターの比較

始動の方法	幹線より取る始動電流の全負荷電流に対する百分率	始動トルクの全負荷トルクに対する百分率
オートトランスフォーマーの40パーセントのタップを使用せる場合。	84%	16.8%
直列抵抗により40パーセントの電圧を加へたる場合。	210.	16.8



スターデルタ又は $\frac{1}{1.73}$ の比のオートトランスフォーマーを使用する場合。	175	35
直列抵抗により $\frac{E}{1.73}$ の電圧を加へたる場合。	303	35
オートトランスフォーマーに80パーセントのタップを使用せる場合。	336	67
直列抵抗によりて80パーセントの電圧を加へたる場合	421	67
デルタ結線の電動機に直接にラインヴォルトを加へたる場合。	525	105

此の方法は電動機の容量が頗る小なる場合等の外薦め難いもので或る始動トルクを得る他の始動器に比して大なる始動電流を要する。

**籠型誘導電動機用始動器撰定に對する一般的結論**

以上述べたる處ろを綜合すれば、抵抗型のスターターはスクイレルケージ型電動機には殆んど使用されない。其の唯一の特長は容易に無電壓、過負荷遮斷装置をつける事が出来る事で従て小容量のものには時々使用される事もある。

25 馬力位までの電動機でクラッチ又はルーズプーリーで荷重に聯結されたり、短かいラインシャフトのみを始動せむとする

が如く、始動トルクを要する事少き場合にはスターデルタスイッチが尤もよい。

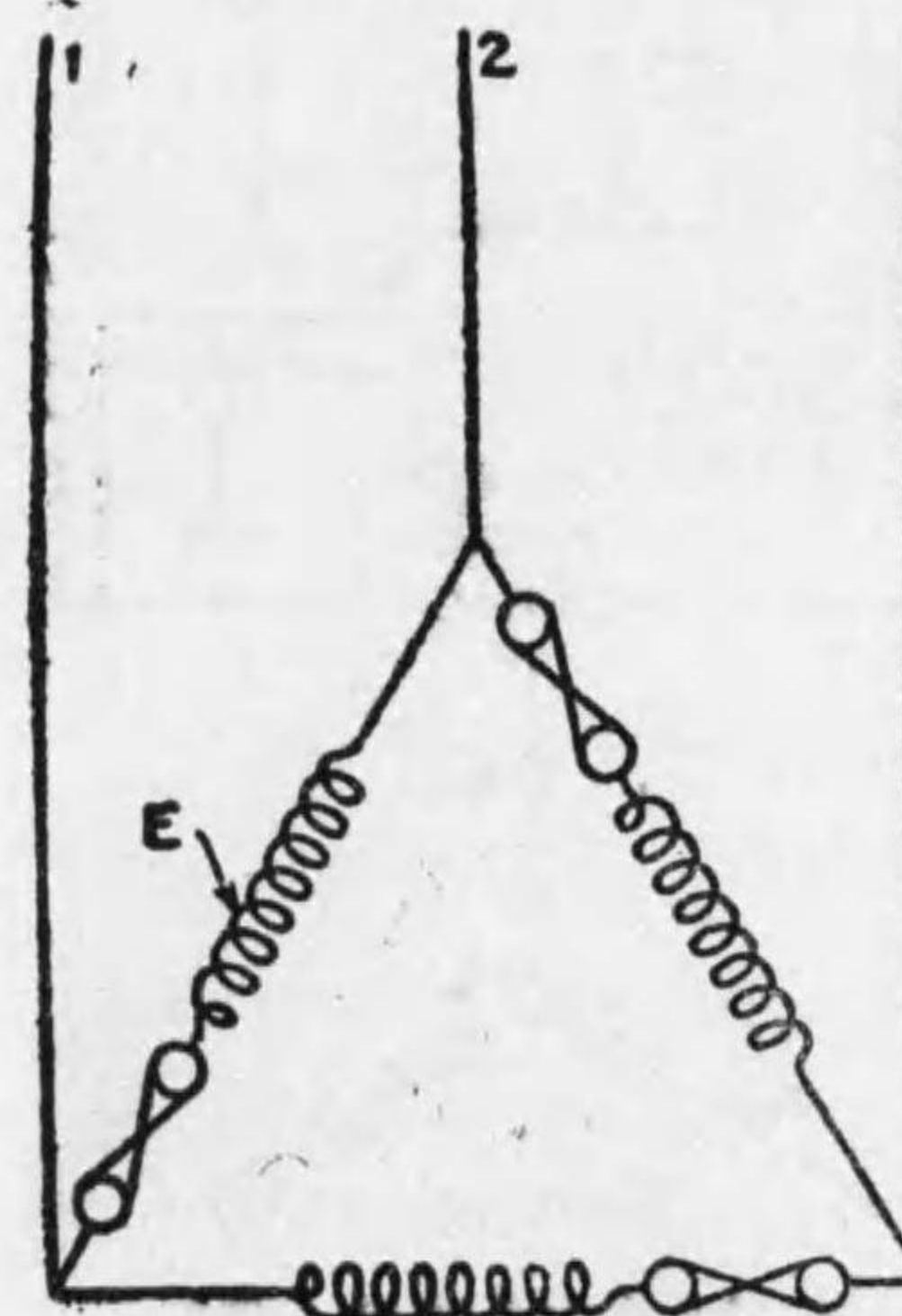
始動トルクを要する事大であるとか、不明であるとか、或は電力の供給者が急激なる始動電流に制銀を附して居る場合等にはオートトランスフォーマーを用ひて始動するが尤もよい。

**フューズを有するスターデルタ開閉器**

スクイレルケージ型誘導電動機をスターデルタスイッチで始動する場合には電動機をフューズで保護する事は絶対に必要と云ふのではないが少くとも運辭の位置にフューズを入れる事は望ましい事である。

フューズが始動の位置に入つて居れば始動電流で熔解しない

第二百三十一圖



デルタ型に結ばれた電動機スターター巻線のデルタ内にフューズを入れたる場合。

様な大きな容量のものを要す従てスターデルタスイッチは往々フューズを運辭の位置にのみ入れ始動の際は之れを通らぬ様に装置される。

此の點は注意す可き價值あるもので或る製造家は構造を簡単にし價格を低廉ならしむる爲め運轉の場合は**第二百三十一圖**に示した様にフューズは捲線と直列にデルタを形成する様に作つて居る。

然し之れは悪い方法で之れ



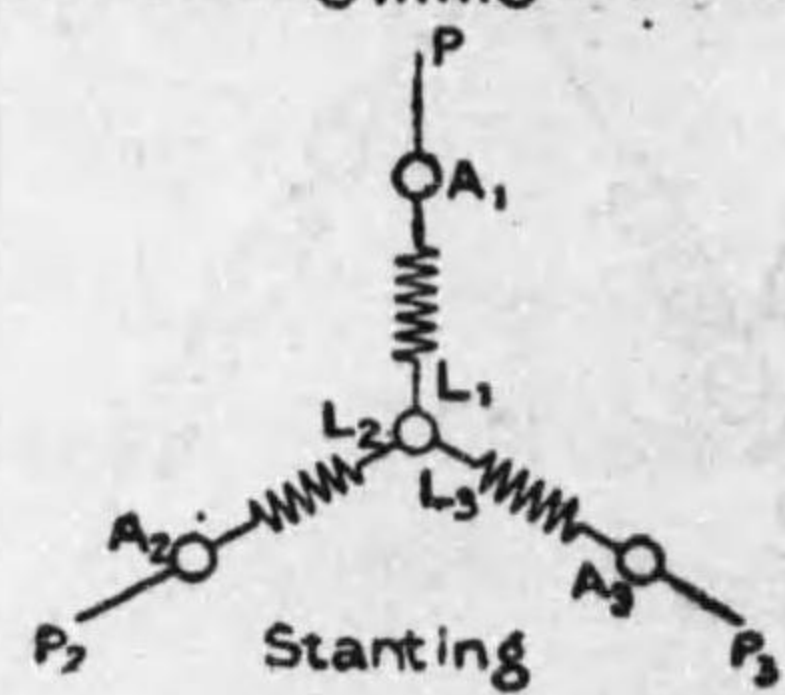
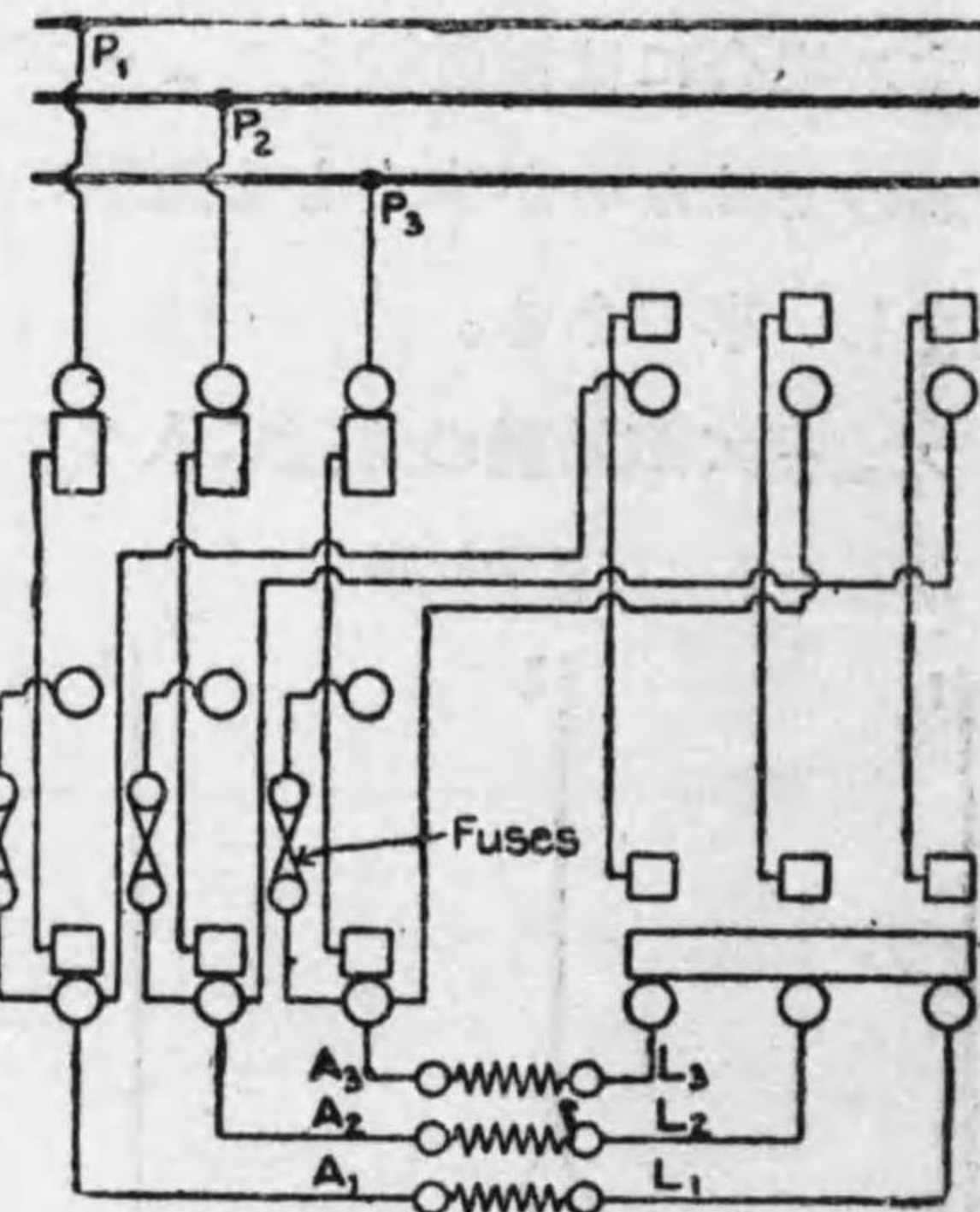
では保安の目的が完全に達せられない事は明かである。例へば E 點に故障が起りアースしたとすれば短絡電流は 2 の線から捲線を通り E 點より接地し中性點 \* に歸る事が出来るからどのフューズも通らないで流れる事が出来る。

此の方法ではフューズは單に電動機の過負荷のみの保護となるのである。依つてフューズは供給幹線に直接に結んだ方が遙かによい。而して費用を要

する事も僅かである。第二百三十二圖及び第二百三十三圖は此の接続法を示す。

A<sub>1</sub>L<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>L<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>L<sub>3</sub> はステータの捲線で第二百三十二圖は始動の位置、第二百三十三圖は運轉の位置を示す。停止の位置では電動機捲線及びフューズは全然幹線より遮断せらる。之れは稍重大な事で若しフューズが此の位置で全然開放せられざればフューズを取替へたり點檢したりする爲めに別に開閉器を要するに至る可し。

第二百三十二圖



フューズを有するスターデルタスイッチ運轉の位置

註 茲に中性點とは電源の發電機中性點で之を接地しある場合なり。

籠型誘導電動機の変速調整

籠型誘導電動機の変速は其のステータ回線に抵抗を用ひて制御する事が出来る。然し此の方法は能率の悪い不經濟な方法である。

若しステータに特殊の捲き方が施してあれば極數を變化して速度を變化する事が出来る。

供給電壓の一サイクル毎に廻轉子はステータ捲線の一極對の間を廻るのであるから、 $f$  を供給電壓の一秒間の周波數とし  $N$  をステータ捲線の磁極の對數とすれば電動機の同期速度  $n$  は

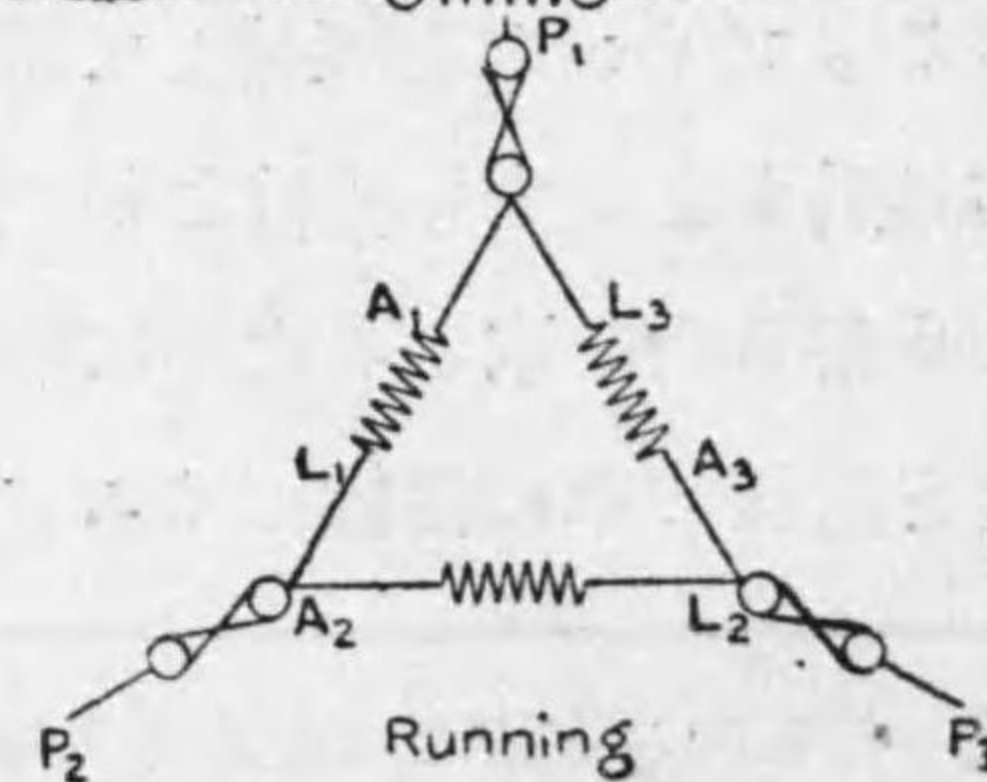
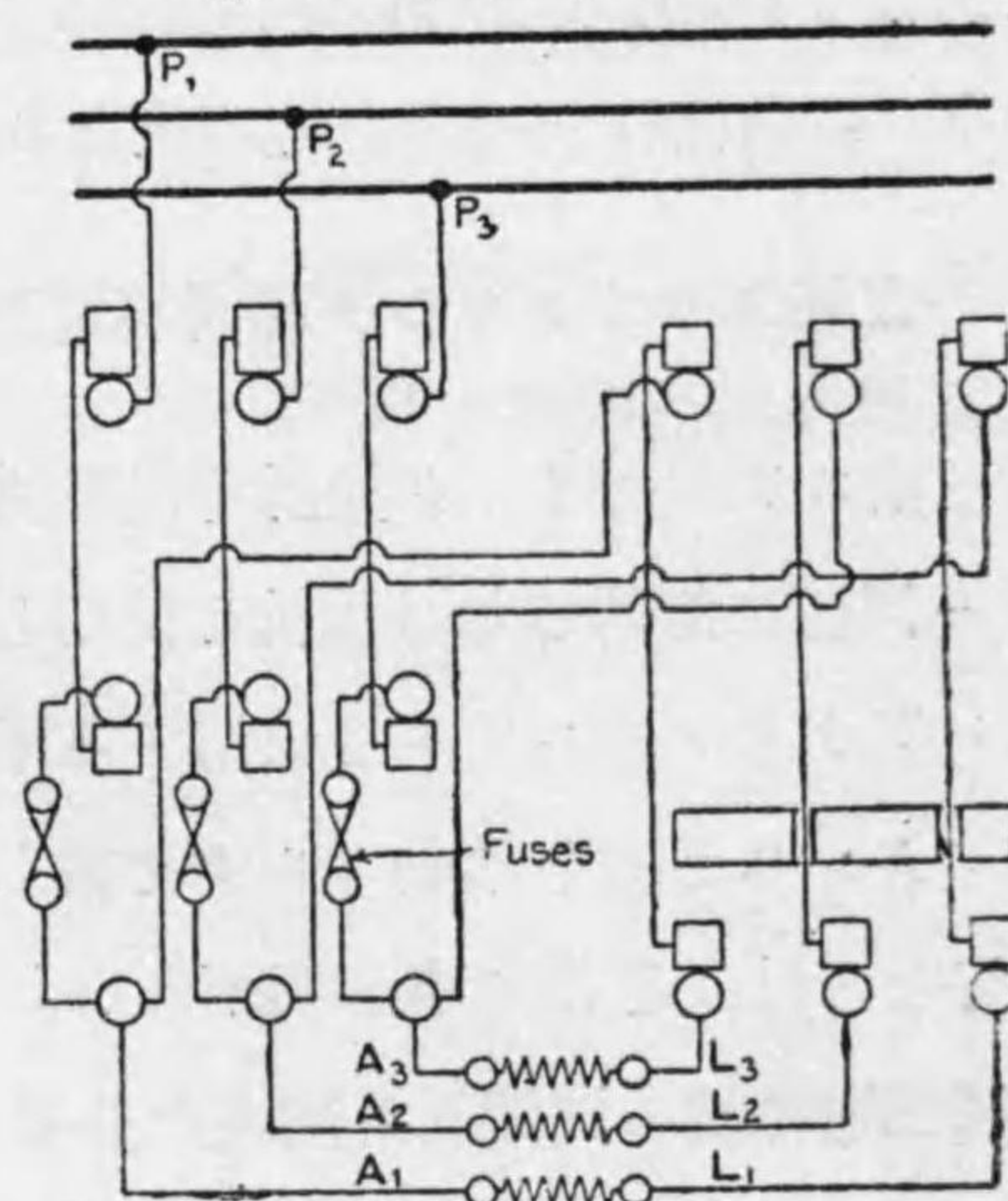
$$n = \frac{f \times 60}{N} \text{ 毎分}$$

となる。

例へば  $N=1$  なる二極の電動機で周波數が 50 サイクルなれば同期速度が一分間に 3,000 廻轉となる。

依てステータ捲線が二極と四極等に變化し得る様に結んであれば之れによりて同期速度を變ずる事を得べし。\*

第二百三十三圖



フューズとするスターデルタスイッチ廻轉の位置



之れに用ふる開閉器も簡単なものでよい。

其の他の速度調整法としては cascade 式で之れは二つの電動機を同一軸に連結したもので、第一の電動機のステーターは幹線に結ばれ其のローターは第二の電動機のステーターに結ばれて居る。此の合成の速度は兩電動機磁極数の合成された磁極数を有する或る一つの電動機に等しい。即ち此の方法によれば三様の速度が得られる即ち各個固有の同期速度及び cascade に結ばれた場合の速度之なり。(\*)

三相スリップリング型誘導電動機の始動及び速度調整。

三相スリップリング型誘導電動機の始動及び速度調整はローター回線に無誘導加減抵抗を使用して行はれる。抵抗のかほりにリアクタンスコイルを使用する事あれども之れは電動機のリアクタンスを増し始動トルクを害し抵抗を使用した場合の如く良好なる結果を得る事が出来ない。

誘導電動機の開閉器を閉ちたる場合幹線より取る電流。

スリップリングを短絡して電動機の開閉器を閉づればローターが始動するに先ち幹線より一時大なる電流——凡そ全負荷全流の6倍——を取る。之れは短絡せる變壓器の開閉器を閉ちた場合と同様で單に捲線のイムピーダンスによりて制限せらるる

\*註 但し此の方法では直流電動機を抵抗器にて速度調整を行ふ場合の如き細かい調整は出来ず極數に應じた同期速度が得られるので應用の範圍が狭い

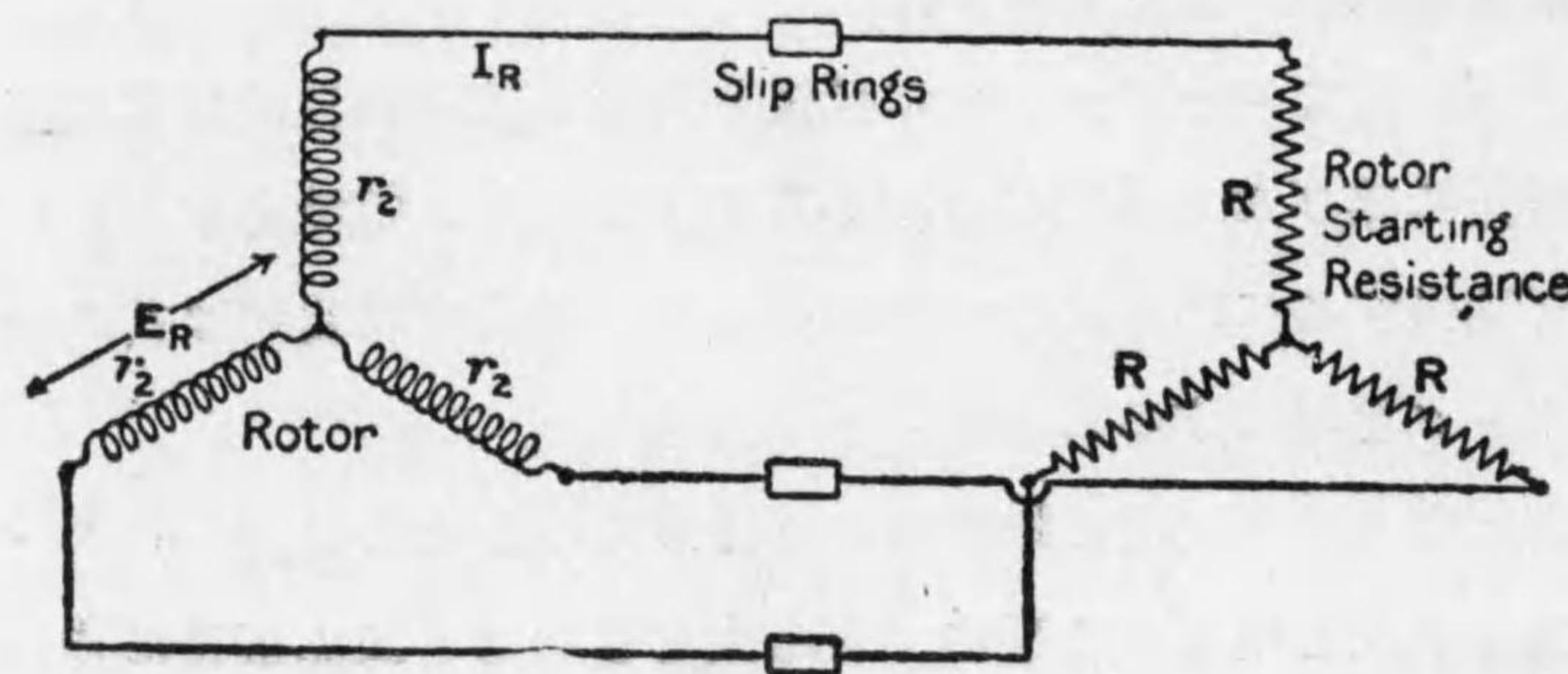
×第二の電動機をもワウンド型とし之れに調整抵抗器を附すれば一層細かい調整が出来る。

のみなり。ローター捲線に誘導される電流は略一次電流に等しい。(勿論變壓比にて除したる値)。

スターターの第一の目的は此の一時的の大なる電流に制限を加へむとするにあり。若しローター回線に抵抗を入るればローターの電流を減ずる事が出来猶一次(ステーター)のアンペアターンと二次(ローター)のアンペアターンとは略相等しかる可きにより之れによりて一次電流を制限する之が出来る。

今ステーターに  $E_s$  なる電圧が加へられローターは静止して居る時ローターには一相に  $E_r$  なる電圧が誘發せらるるものとせば、ローターに  $R$  なる抵抗(第二百三十四圖を見よ)を結

第二百三十四圖



スリップリングに抵抗を接続せる誘導電動機ローターの接続。

びたる時之れに流るる電流は

$$I_r = \frac{E_r}{R} \text{ となる。}$$

註 アンペアターンとは捲線の回数と之れに流るる電流との乗積にて勵磁力を表はす。誘導電動機は一次と二次との間に空隙のある變壓器と見做す事が出来  $n_1 \times I_1$  は殆んど  $n_2 I_2$  に等しい、但し  $n_1 n_2$  は夫々一次二次の回数、 $I_1 I_2$  は一次二次の電流なり。



但しローター捲線固有の抵抗、リアクタンスを省略す之れは普通 R に比較して頗る僅少なものである。此の場合のステータ一の電流は

$$I_s = \frac{E_r}{R} \times \frac{E_r}{E_s} \text{なり}$$

(ローターは静止して居るものとして)

而して  $E_r, E_s$  は一定なるを以て始動の初め幹線より取る電流はローター回線の抵抗 R に逆比例す。

勿論上式は唯大略の値を示すもので之れには電動機の勵磁電流やリアクタンスを考へてない。然し普通のスターターの抵抗を計算する場合には之れで充分である。

誘導電動機の始動トルク。

前項に於てローター回線に抵抗を入るる第一の目的は電動機を幹線に結びたる瞬間に幹線からあまり大なる電流を取らぬ様之を制限するにありと云つたが第二の一層重大な目的は其の始動トルクを増大するにあり。

之れは誘導電動機の始動トルクは或る程度まではローター回線の抵抗を増加する事により増大せらるると云ふ事實に基いたもので、若しローターが短絡されたまま開閉器を閉づれば漏洩磁束が大なる爲め二次電流と磁界との位相が甚だしく異り、従て二次電流は甚だ大なるにかゝらず始動トルクが減ずるの

註 即ち始動トルクを大ならしむるには磁界と二次電流との位相を成る可く一致させなければならぬ。即ち始動の際の大なるリアクタンスに對して大なる抵抗を合成して二次電流の位相の變位を復さねば大なるトルクは得られない。

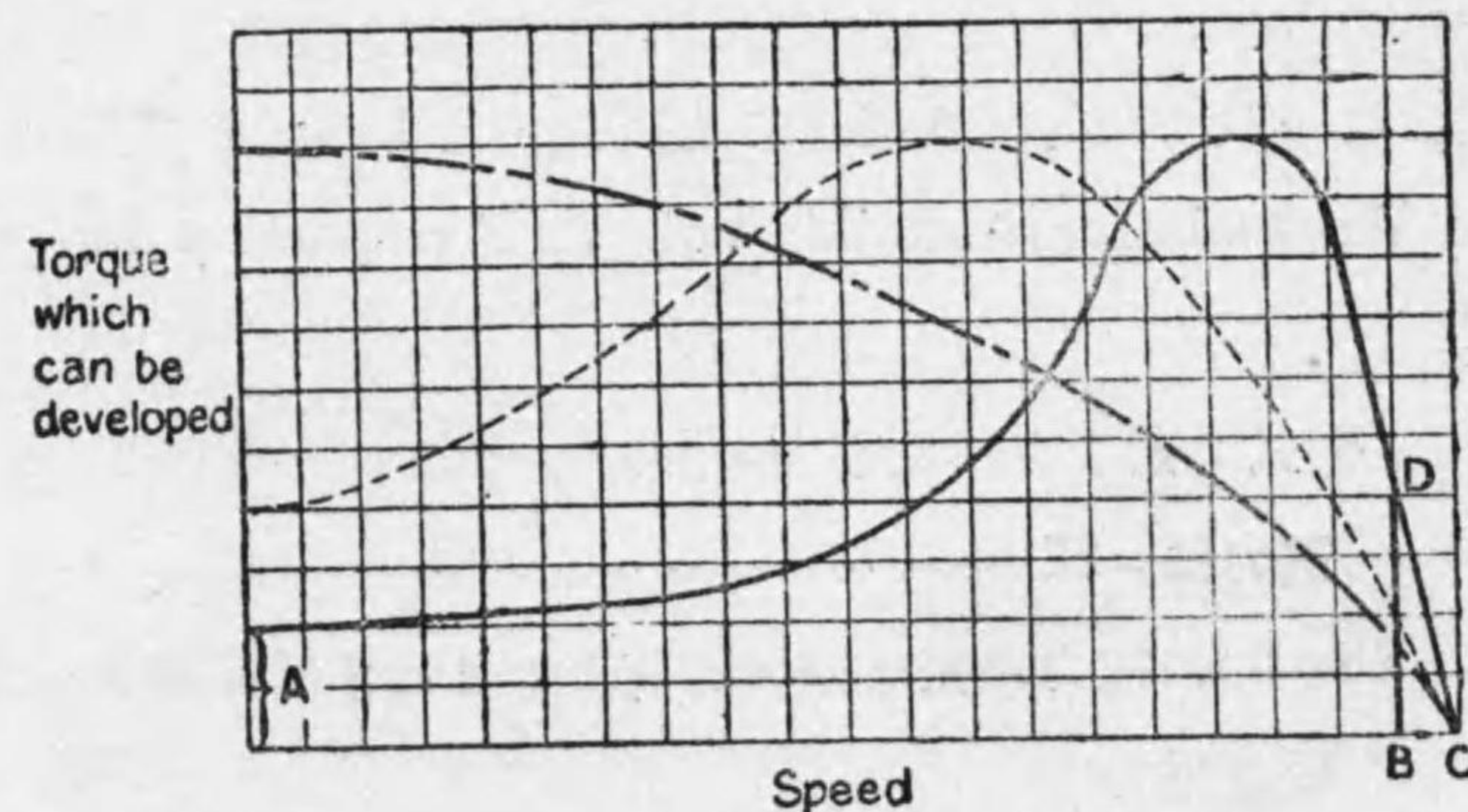
である。

第二百三十五圖は誘導電動機の色度とトルクとの關係を表はす曲線の一例で、連続した太い線はスリップリングを短絡して直ちに開閉器を閉ぢた場合を表はす。A なる距離は始動の際のトルクで、曲線から基線までの垂直距離は夫々種々の速度に於て出し得べきトルクを表はす。即ち電動機が始動すればトルクは漸次高まるが或る點を超ゆれば再び急に減じ同期速度にては遂に零となる。

D 點は規定全負荷に於けるトルクを表はし BC は全負荷に於けるスリップ slip を示す。

然るにローター回線に或る抵抗を結べば此の曲線は點線の如くに變じ猶一層多くの抵抗を結べば遂に鎖線の如き形となる。此の場合には電動機の有する最大のトルクが始動の際に表はれたので、之れ以上抵抗を増せば始動トルクは再び減少する。

第二百三十五圖



(ローター回線に種々の抵抗を有する三相誘導電動機の色度トルク曲線)



圖に於て各曲線の最大トルクは皆同一である之れは電動機の有する最大トルクはローター回線の抵抗には無關係なるを示す。

D 點より水平線を引けば之れと各曲線と交る點は機械荷重が常に全負使トルクに等しき様保たれた場合ローターに其の種々の抵抗を入れた時の電動機を示す。

そこでローター回線に種々の抵抗を挿入した場合に電動機が如何に變化するかを研究する必要が起る。

全荷重トルクと始動トルクとの關係

三相ローターを有する三相誘導電動機に於ては

I をローターの一相の電流

r をローターの一相の抵抗とすれば

廻轉磁界によりローターに移された全電力は

$$= 3I^2 \frac{r}{s} \dots\dots\dots (8)$$

で s はスリップの小數 (例へばスリップ 4 パーセントなれば s=0.04) なり。

之れは一般に如何なる場合にも成立するものである (Arnold "Die Wechselstromtechnik" Vol. V, Firstpart. p 256 を見よ)。

(8)式で表はされた電力中熱になつた

$$\text{電力は} = 3I^2 r \dots\dots\dots (9)$$

(8)(9)の電力の差は機械的荷重をまはずに使用さるる有効な電力で

$$= 3I^2 r \left( \frac{1-s}{s} \right) \dots\dots\dots (10)$$

電動機は速度は 1-s で、ローターに分たれた全體のトルクは其の機械的出力を速度で除したものであり單位を適當に選べば  $= 3I^2 \frac{r}{s} \dots\dots\dots (11)$

と置くことが出来る。

廻轉中は此のトルクの一部は軸承の摩擦に費される。

今 I<sub>r2</sub> を全負荷速度に於てスリツプリングを短絡した場合のローター電流とし r<sub>2</sub> をローター捲線一相の抵抗とせば。

$$\text{全荷重トルク} = 3I_{r2}^2 \frac{r_2}{s} \dots\dots\dots (12)$$

ローターに R オームの抵抗を結び靜止の状態に置キステーターに全電壓を加へた時ローターに I<sub>r</sub> の電流が流るるものとせば (第二百三十四圖を見よ)

スリップ s は靜止の場合は 1 なるを以て

$$\text{此の場合のトルク (即ち始動トルク)} = 3I_r^2 (r_2 + R)$$

となる

依て若し始動トルク全負荷トルクに等しからしめむとせば。

$$3I_{r2}^2 \frac{r_2}{s} = 3I_r^2 (r_2 + R)$$

と置かねばならぬ。

此の式が成立する爲めには

$$\frac{r_2}{s} = r_2 + R \dots\dots\dots (13)$$

$$I_{r2} = I_r$$

なるを要す。

ステーターに全電壓を加へたる時ローターが靜止して居れば



之れに  $E_r$  なる電圧が誘發されるものとせば

$$I_r = \frac{E_r}{\sqrt{(r_2+R)^2+X^2}} \dots\dots\dots(14)$$

但し  $X$  は此の場合のローターのリアクタンスなり。而してローターのリアクタンスはローターの電流の周波數即ちスリップ  $s$  に比例す。依てローターのスリップが  $s$  なる場合のリアクタンスは  $sX$  となる。

そこで電動機とローターを短絡し  $s$  なるスリップで廻轉せしめたる時の全負荷電流を計算せねばならぬ。ローターに誘發される電圧はスリップに比例するから  $s$  なるスリップに於ては  $sE_r$  となる。

$$\text{依て } I_{r_2} = \frac{sE_r}{\sqrt{r_2^2+(sX)^2}} = \frac{E_r}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2+X^2}} \dots\dots\dots(15)$$

然るに  $\frac{r_2}{s} = r_2+R$  なるを以て之を代入し (14) の式と比較すれば

$$I_{r_2} = \frac{E_r}{\sqrt{(r_2+R)^2+X^2}} = I_r \dots\dots\dots(16)$$

即ち  $\frac{r_2}{s} = r_2+R$  なる式が満足されるれば (始動抵抗を一相につき  $R$  オームとして) 始動トルクは全荷重トルクに等しくなる。

$R$  の値はスリップ  $s$  の値を知らなくとも上述の方法によりて定むる事が出来る。

今電動機が全荷重全速度で廻轉して居る時の電動機の機械的出力を  $P_w$  ワット (即ち馬力數に 746 を乗じたるもの) とすれ

ば (10) の式から

$$P_w = 3I_{r_2}^2 r_2 \left(\frac{1-s}{s}\right) - F.$$

茲に  $F$  は軸承に於ける摩擦損失を示す。

$$\text{而して } I_{r_2} = I_r = \frac{E_r}{\sqrt{(r_2+R)^2+X^2}}$$

及び (13) 式より

$$\frac{1-s}{s} = \frac{R}{r_2}$$

即ち

$$P_w = \frac{3(E_r)^2 R}{(r_2+R)^2+X^2} - F$$

而して  $F$  は全電力に比して甚だ小なるものであるから此の場合の如き大略の計算には省略してもよいであらう。猶  $X^2$  は  $(r_2+R)^2$  に比し頗る小であるから共に省略せば

$$P_w = \frac{3E_r^2 R}{(r_2+R)^2} = \frac{3E_r^2 R}{r_2^2+2r_2R+R^2} = \frac{3E_r^2}{R+2r_2}.$$

( $r_2^2$  は  $R^2$  に比し小なるを以て省略す)

$E_r$  は實驗により又はステーターとローターの回數比により容易に計算出来るから之によりて  $R$  を容易に算出する事が出来る。

例へば 10 馬力の電動機に於てローターの静止の状態にて誘發する電圧を 100 ヴォルトとせば。

$$R+2r_2 = \frac{3+100^2}{10 \times 746} = 4.52 \text{ オーム/一相につき。}$$



此の値が全荷重トルクに等しき始動トルクを與ふる抵抗でローター捲線の抵抗を知れば始動抵抗器の抵抗が求められる。

#### 種々の抵抗をローター回線に結んだ場合のローター速度。

前節に於てローターのスリップリングに結んだ抵抗が之を通るローターの電流が其の全負荷電流に等しく、之に對する機械的荷重が負荷に等しい様な場合にはローターは靜止して居る即ち速度は零なる事を述べた此の抵抗を漸々減じて行けば（反對の機械的荷重は一定として）次第に速度を増し遂にスリップリングを短絡したる時全速度となる。

第二百三十五圖の鎖線に示した最大の始動トルクには如何なる抵抗を要するかを研究するは面白い事である。此最大始動トルクは勿論曲線【註 連続せる即ち點線にも鎖線にも非らざる】の最大値で電動機の出し得る最大のトルクなり。之れは凡全負荷トルクの  $2\frac{1}{2}$  倍位になつて居る。唯此のトルクを出さしむるには電動機は大なるスリップを生ず可く、從て  $2\frac{1}{2}$  倍のトルクを出す時の電動機の出力は全負荷出力の  $2\frac{1}{2}$  倍とはならない或は之れより小なる値となる。此の場合の出力が何馬力になるかは設計書より求むるを得べく之れに必要な外部抵抗の値は

$$R+2r_2 = \frac{3E_r^2}{P_\omega}$$

なる式に於て  $P_\omega$  の値として最大トルクの場合の出力を入ればよい。即ち斯くして選んだ  $R$  の値は勿論全荷重トルクを與ふる抵抗より小さい。

依て電動機のスターターの抵抗を其の第一ステップに於て全荷重トルクを出さしむる様撰定して置けば漸次ステップを移して行く内に遂に量大トルクを出さしむる抵抗にする事が出来る。即ち第一ステップに於て電動機が始動しなければ其の後のステップで始動するに至る可し。但し反對の機械的荷重が電動機の出し得る最大トルクよりも大では勿論始動する事は出来ない。

#### 抵抗の Grading

ローターの一相に伴ふ可き外部抵抗の値が求められたら次に之れを如何様に各ステップ間に分割す可きかを研究しなければならぬ。吾々は之を二つの方面、即ちスターターとして及び速度調整器としての二方面から考へる事が出来る。

##### (1) スターターとしての Grading

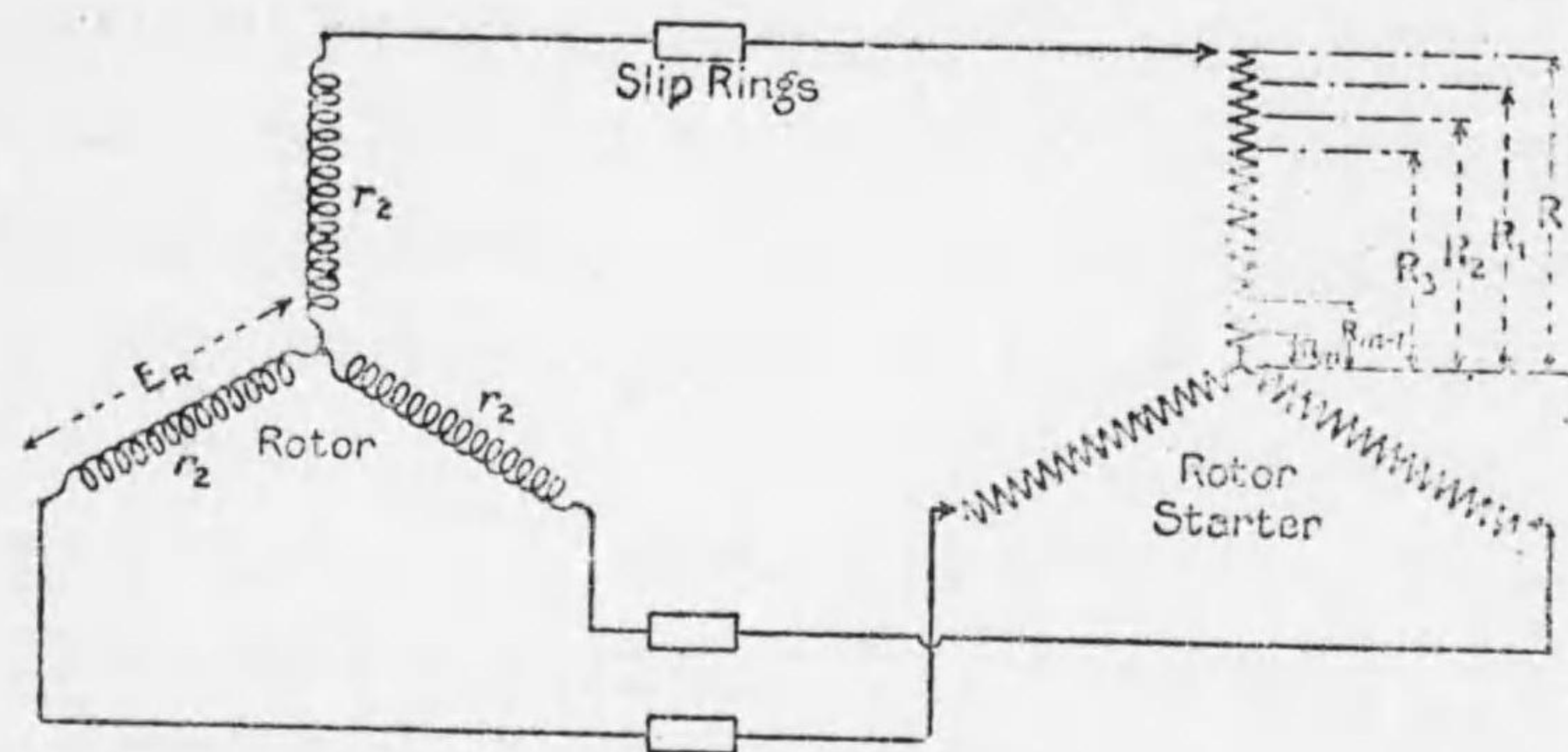
スターターの Grading は各ステップを移して行く際に起る電流の變動を出来るだけ少く且つ規則正しくする様に定めなければならぬ。之れは丁度各ステップに於ける一時的電流増加の割合が相等しい場合である。勿論スターターの把手は電動機が其の抵抗を電路に入れて居る時當然達す可き速度となるまで充分の時間を與へて移して行かねばならぬ。ローターの電流が此の状態になればスターターの電流も之れと同様に變化し工合よく始動せしむる事が出来る。

今スターターの抵抗を第二百三十六圖に示す様に分割したとする。然れば第一ステップから第二のステップに移つた瞬間に増加した電流は全抵抗が電路内に在つた時の電流の  $\frac{R+r_2}{R_1+r_2}$  倍となる可し。之れはステップを移す瞬間にはローターの電圧は一



定と見做し得るからである。\*

第二百三十六圖



三相スリップリング誘導電動機のスターターの grading 各相の抵抗の grading はすべて同様なり

同様に第二ステップから第三ステップに移つる瞬間に増加した電流は第二ステップに於ける常規電流の  $\frac{R_1+r_2}{R_2+r_2}$  倍になる。

而して各ステップに於ける増加の割合は相等しからざる可からざるを以て。

$$\frac{R+r_2}{R_1+r_2} = \frac{R_1+r_2}{R_2+r_2} = \frac{R_2+r_2}{R_3+r_2} \dots\dots\dots$$

$$\dots\dots = \frac{R_{m-1}+r_2}{R_m+r_2} = \frac{R_m+r_2}{r_2} = K \dots\dots\dots (17)$$

但し K は常數。

之等の式より

\*著者註 此の計算にはローターのリアクタンスを省略せり。ローター回線のリアクタンスは其の全抵抗が減れば速度を増すから全抵抗の減少と同じ割合で減少する。即ちローター回線のイムピーダンスは其の抵抗に比例しリアクタンスを省略する事が出来るのである。

$$R_m+r_2=K r_2$$

$$R_{m-1}+r_2=K^2 r_2$$

$$R_{m-2}+r_2=K^3 r_2$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$R_{m-(m-1)}+r_2=K^m r_2$$

$$R+r_2=K^{m+1} r_2$$

而して  $m+1$  はスターターのステップの數  $n$  に等しきを以て。

$$R+r_2=K^n r_2 \dots\dots\dots (18)$$

之れは前に述べた直流シャントモーターのスターターの grading と全く同様で前に示した方法でスターターの全抵抗を分割して行く事が出来る。

上式に於ては始動中電動機にかかる機械的荷重は常に一定と假定せり。

若し第一のステップに於て全荷重トルクを出す様にスターターの抵抗を定めたとすれば。

$$R = \frac{r_2}{s} - r_2$$

但し  $s$  はスリップの小數。

$$R+r_2 = \frac{r_2}{s} = K^n r_2$$

即ち  $K = \sqrt[n]{\frac{1}{s}} \dots\dots\dots (19)$



依てスターターの全抵抗を知れば (18)式により、又スリップを知れば (19) 式より設計する事を得べし。但し (19) 式に於てはスターターの抵抗が全荷重トルクを興ふる抵抗なる場合に限らるれど (18) 式は如何なる抵抗にても適用する事が出来る

(2) 速度調整としての grading

ローターに或る一定の抵抗を結んだ場合の誘導電動機の世界は之れにかかる機械的荷重によりて變化するものである。若し速度調整にも始動と同様の抵抗が使用せられたとせば調整器は先づ第一に前節に述べた始動器としての要件を備へしめねばならぬ。次に此の抵抗器の各ステップの抵抗は如何なる速度の變化を興ふるかを究むればよい。

今ローターの一相に結ばれた外部抵抗が R オームであるとすれば (11) の式によりトルクは

$$= 3I_R^2 \left( \frac{r_2 + R}{s_R} \right) \dots\dots\dots (20)$$

となる。

但し  $I_{R,s_R}$  は夫々 R の抵抗が結ばれたる場合のローターの電流及びスリップなりとす。

$$I_R = \frac{E_{s_R}}{\sqrt{(r_2 + R)^2 + (s_R X)^2}} \dots\dots\dots (21)$$

なるを以て之を (20) の式に代入すれば

$$\text{トルク} = \frac{3(E_{s_R})^2(r_2 + R)}{\{(r_2 + R) + (s_R X)^2\} s_R}$$

$$= \frac{3E_r^2}{\left\{ \left( \frac{r_2 + R}{s_R} \right)^2 + X^2 \right\}} \times \frac{(r_2 + R)}{s_R}$$

而して X, 及び  $E_r$  は一定なるを以てトルクが一定なる場合の速度調整は

$$\frac{r_2 + R}{s_R} = \text{一定} \dots\dots\dots (22)$$

でなければならぬ。

之れより種々の R の値に對する速度を計算する事が出来る。

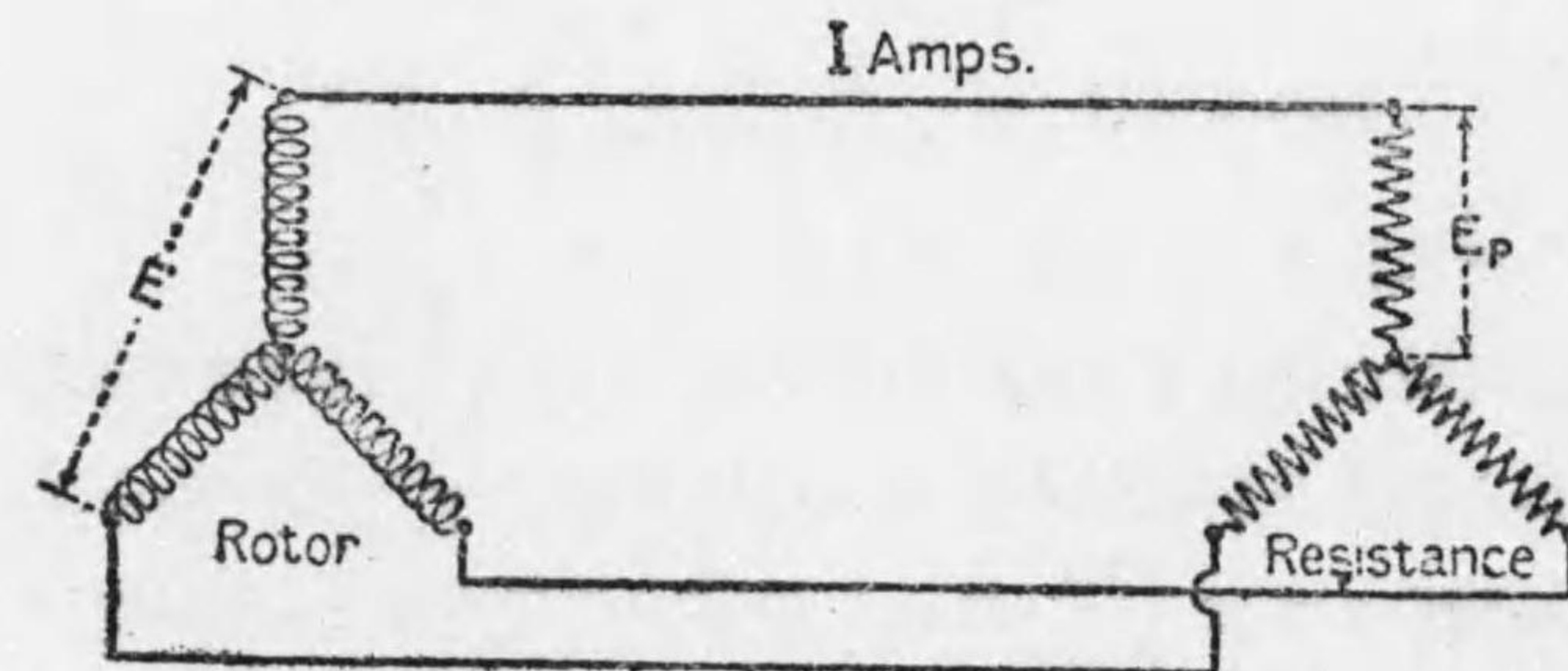
例へば常規のスリップが 4 パーセントなる時  $R=r_2$  なる抵抗を結べばスリップは 8 パーセントとなる。

又 (22), (20) の式よりトルクが一定なればローターの電流は一定なるを知る。従て之れより調整抵抗器の電流容量を計算する事が出来る。

ローターの抵抗

三相ワウンドローターの誘導電動機を始動し或は速度の調整

第二百三十七圖



(スター型に接続されたローター抵抗)



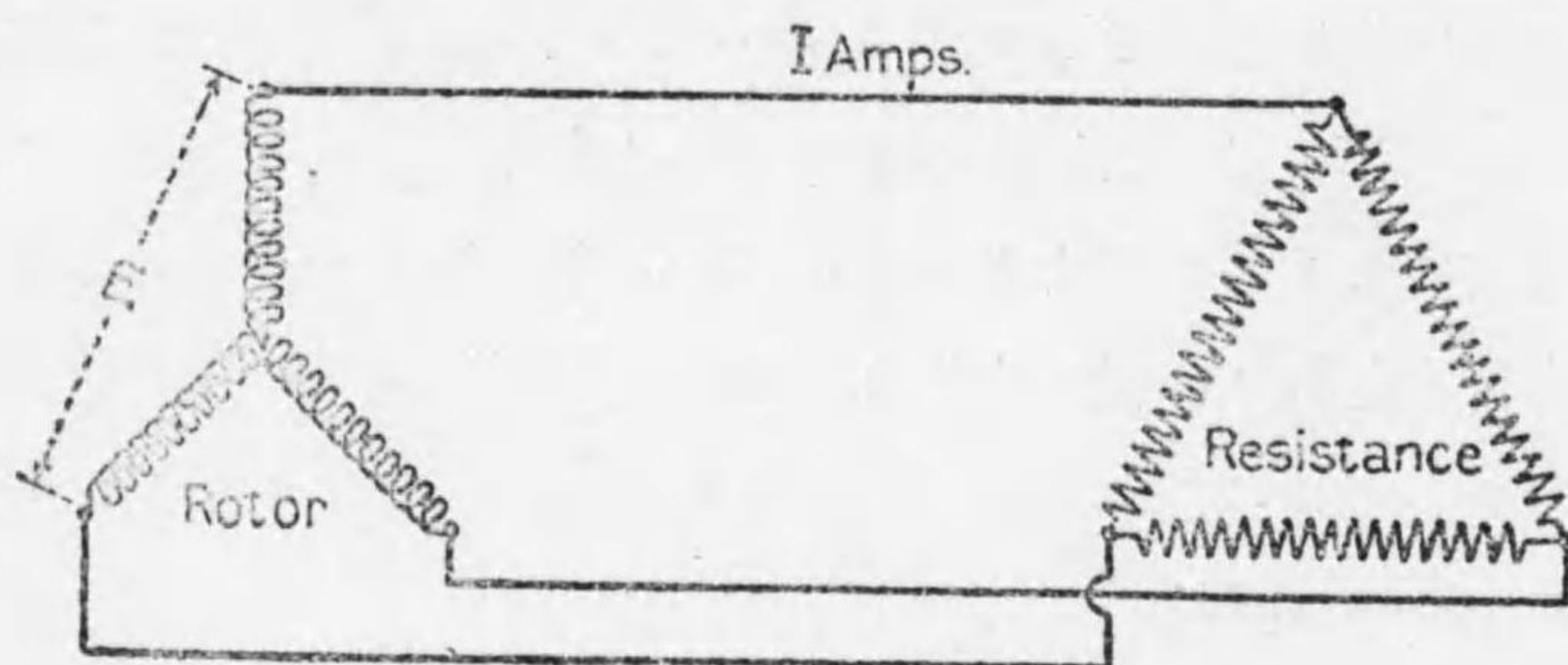
を行ふ抵抗器は通常スターに結ばれて居る。然し時にはデルタ型に結ぶ方が便利な事もある。

今スターに全規定電圧を加へた時ローターのスリップリング間に誘發さるる電壓を E とし、何れの場合でもスリップリングを通る電流を I とすれば電流電壓の關係は次ぎの如くなる。

スターに接続された抵抗：—

接続は**第二百三十七圖**に示された通りで一相の電壓は

第二百三十八圖



(デルタに接続されたローター抵抗)

$$E_p = \frac{E}{\sqrt{3}} \text{ ヴォルト}$$

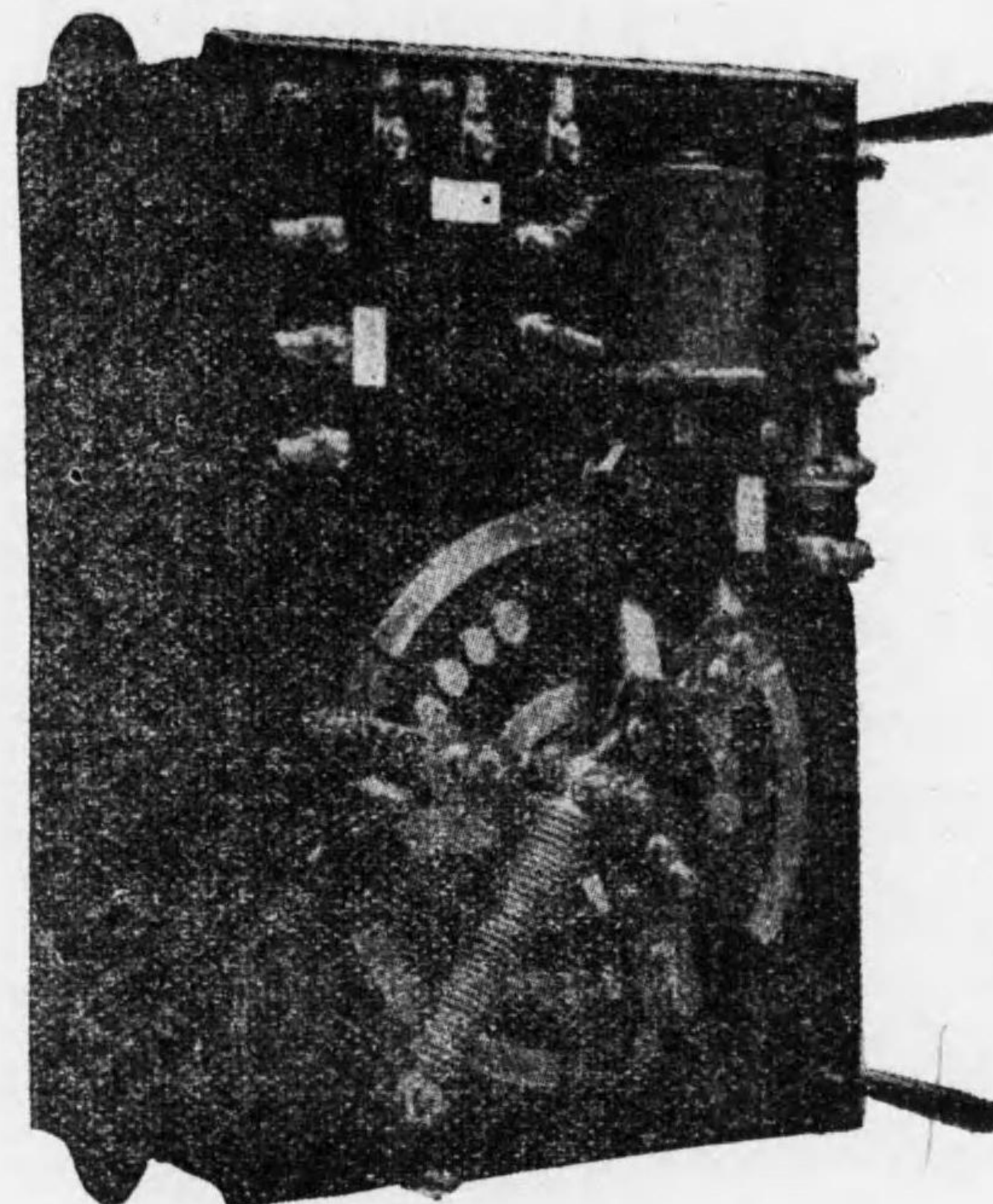
$$\text{一相の抵抗は} = \frac{E}{\sqrt{3}I} \text{ オーム なり}$$

デルタに接続された抵抗：—

接続は**第二百三十八圖**に示した通りである。抵抗は無誘導であるから此の三脚抵抗中に費さるる電力は  $\sqrt{3}EI$  ワットで、従て各一脚中にては  $\frac{EI}{\sqrt{3}}$  ワットの電力が費される。而して各脚中の電流は  $\frac{I}{\sqrt{3}}$  アンペアで其の抵抗は  $\frac{\sqrt{3}E}{I}$  オームなり。

ローター及ビスターを共に制御するスターター

第二百三十九圖



(ローター回線及びスター回線を共に制御するスターター)

George Ellison

多くの場合誘導電動機のスターターにも直流電動機のスターターの如く過負荷リレー、無電圧リレーを附するが便利で猶之れが働いた時にはスターター回線も共に開放さるる様にするがよい。**第二百三十九圖**は斯様なスターターを示したので50馬力乃至60馬力位まで、ローターの電流は150アンペア位まで使用され之れ以上の大きさには油入又は液體のスターターが良ろし



い。

無電圧及び過負荷リレーのコイル接続法に關しては前者はステータの二つのターミナル間に結ばれ後者はローター回線、ステータ回線のいづれにでも結ぶ事が出来る。此の點は製造家により各得失の意見を異にして居る。

今第一にステータ回線の一相が切れた場合を考へて見やう。

#### ステータの一相の切れた三相誘導電動機の作用

三相誘導電動機に於て一相の捲線が切斷すれば此の電動機は単相モーターとして廻轉を續け、残つた二相の二つの捲線は直列となり相間の供給電圧を受ける。今  $I_{s3}$  を三相のモーターとして廻轉して居る場合の全負荷一次電流とし、 $E$  を相間の一次電圧とせば電動機を取る電力は  $\sqrt{3}EI_{s3}\cos\phi_3$  なり。但し  $\cos\phi_3$  は其の力率とす。

若し単相モーターとして廻轉して居る時全負荷を出すにステータに  $I_{s1}$  の電流が流れたとし此の場合の力率を  $\cos\phi_1$  とすれば、電力は  $EI_{s1}\cos\phi_1$  となる。

今能率と力率とが變化せずに居ると云ふ假定をなせば

$$\sqrt{3}EI_{s3} = EI_{s1}$$

となるから単相誘導電動機として廻轉する場合には三相の場合の 73% の電流を増加する。實際には能率も力率も悪くなるから此の値より一層電流は多くなる。

次ぎに三相誘導電動機のステータの一相が切斷された場合ローターの電流は如何に變化するかを検せば。

今  $N_s$  及び  $N_r$  を夫々ステータ及びローターの一相の回數

とすれば、ローターが靜止して居る時ステータの電圧とローターに誘發さるる電圧との比は

$$K_3 = \frac{N_s}{N_r} \quad \text{となる}$$

然れば三相電動機として廻轉して居る時ステータの電流が  $I_{s3}$  ならばローターの電流は  $I_{s3}K_3$  (ステータの勵磁電流を省略す。之れはあまり影響はない\* となる。

ステータの一相が切れて単相モーターになつた時捲線はステータの内徑の  $\frac{2}{3}$  を占有するものとせばローターの電流はやはり勵磁電流を省略すれば

$$= \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} K_3 I_{s1}$$

$$\text{即ち} \quad = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} K_3 \sqrt{3} I_{s3}$$

即ちローターの電流は三相で廻つて居る場合の  $\sqrt{3}$  倍即ち 42% の増加となりステータ電流の増加の割合とは異つて居る (E. F. Smith 此の “單相誘導電動機のステータ及びローター回線の係” Journal I.E.E. 誌 Vol. XLIV, 1910 page 214 参照)。

此のローターとステータとの電流増加の割合が異つて居る事は大いに論究す可き點である。

以前は三相誘導電動機のステータの一相が切斷されると荷重があまり多くない場合でもローターの電流は非常に増大するも

\*註 普通の三相誘導電動機にありては二次電流は斯様にして計算した値の 85% 乃至 90% なり。



のだと思はれて居つたが以上の計算によると此の考の誤つて居た事が證明される。何等數字上の計算を行はずともローターの三相の捲線には何等の變化も起つて居ないと云ふ事を考へればたとへステーターは二相の捲線で動いて居るとしても、ローターの電流が非常に増加す可しと云ふ考は疑はしくなる。而して常にステーターの電流はローターの電流より一層多く増加するものと想像される。

若し之れが確かなれば過負荷遮断装置をつけても一相が切断された場合にはあまり効力がない事になる。

唯ローターの一つの遮断器で電動機の過負荷を豫防するを得るの利益あり。之れをステーターに附すれば二つの遮断器でなければならぬ。

若 一つしか付けなかつたら其の相が切断された時にはローターは過負荷遮断器を全く有せずして単相モーターとして廻轉を續ける事になる。然し普通 25 馬力以上になればスリップリングを短絡する装置を有するから過負荷遮断器はステーター側に付けねばならない。之等の點に關して實地に適した發明あらむ事を望む。

ブリチッシュウエスチングハウス會社で作るスターターは**第二百三十九圖**に類似したもので遮断機構を簡單にする爲めにステーター回線にある二つの過負荷遮断コイルは一つの鐵心に組み合はされて居る。

ローター回線に結ばれたる過負荷遮断コイルはステーター側の短絡を防ぐ事は出来ない。たとへ短絡又はアースがステータ

ーのターミナルの極く近くに起つたとしても之れはローター回線の過負荷リレーを動かすだけの大なる電流をローターに起す事は出来ない。

依て著者の考へでは過負荷リレーはステーター側に附けた方がよいと思ふ。殊に一種類でソウンド型及び籠型電動機のいづれにでも使用出来る様にするには是非ステーター側につけねばならぬ。

#### 油入スターター。

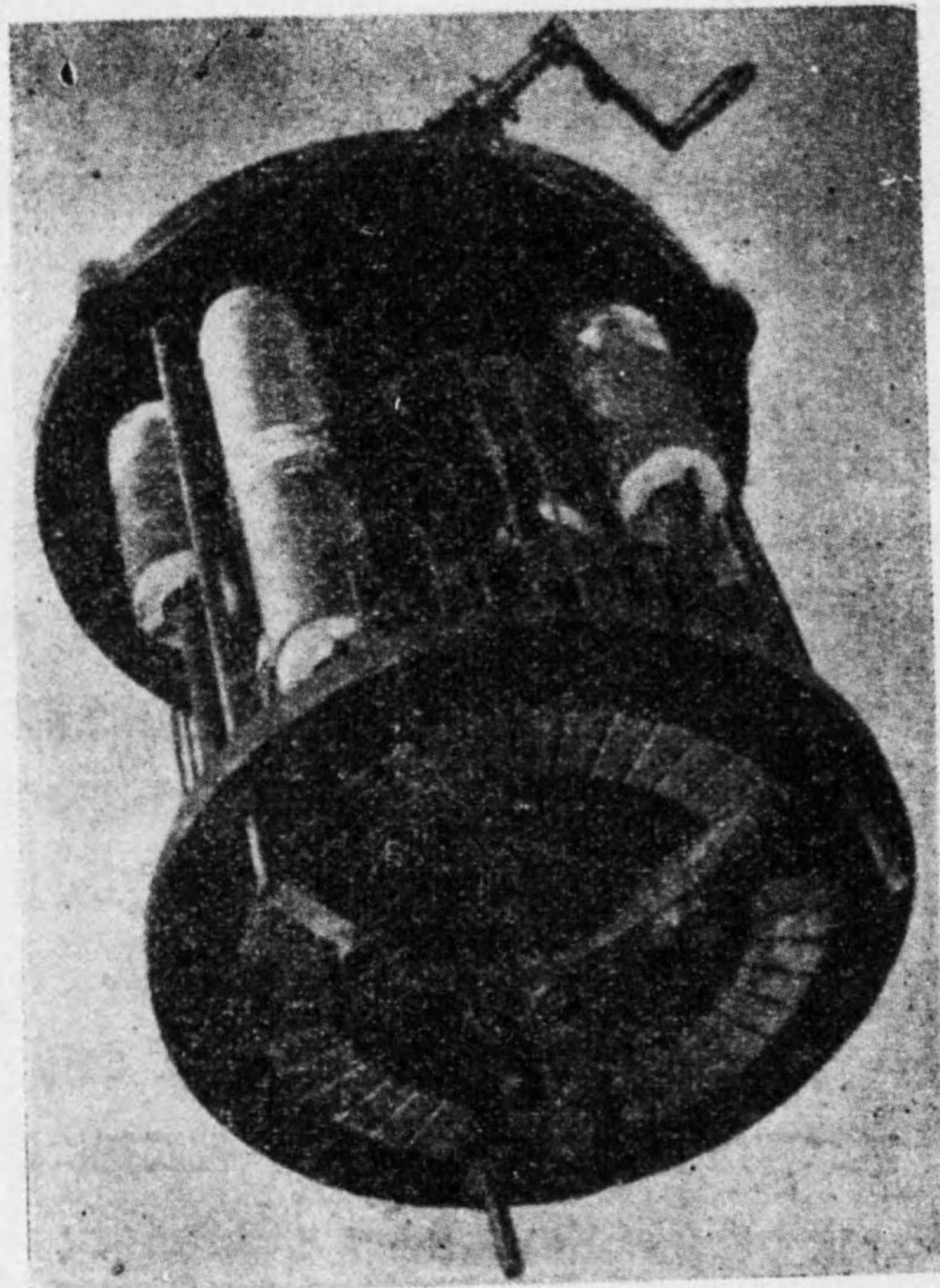
油入スターターは始動の状態の激しい場合又は坑内紡績工場、瓦斯作業等に用ふる場合の如くスターターの接觸部に於て空中にてスパークが起つては困ると云ふ様な際には尤も重要である。大體の構造は油入でないものと同様で唯接觸部及び抵抗線は全く油中に浸されて居る。抵抗が線で作られて居る時は陶器の筒に巻きて鐵框にて支へる様に作るのが最もよい。油入スターターを大別して接觸部が抵抗の下にありて油槽の下部に位するもの(**第二百四十圖**)と之れと反對に接觸部は抵抗の上に油槽の上部に位するものとの二種とする事が出来る。

前者では油が全く抜き去らなければ接觸部は油の外に出ないと云ふ得點がある。然し接觸の状態を検するには全部をタンクから引きださねばならない。此の點に對しては後者は頗る便利で單に蓋を取り除けばよい。此の場合に點檢用補助蓋を付けて置けば一層便利である。多數の人々はスターターとしては點檢の容易なるものがよいと主張して居る。著者も現在の考では之れが最もだと思ふ。



## 油入スターターの格定。

第二百四十圖



(油入スターターを底部より見たる圖、接觸部及び抵抗の装置を示す) (George Ellison)

油入スターターにては抵抗は油中に浸さるるを以て之れが空中にある場合より甚だ大なる電流を通ずる事が出来る。

Schwarty 及び James 氏は ("Proceedings" I. E. E. Vol. XXXV, 1905 p. 391) 空中にて 4 アンペアにて熔解する錫鍍せる銅線を油中にて熔解するには 18 アンペアを通ぜねばなら

ぬ即ち  $4\frac{1}{2}$  倍の電流を要すと稱して居る。之れによりて油中に於ては凡そどの位多くの電流が通じ得るかが想像される。然し抵抗線は油の爲めに冷却作用を受けるのであつて油入スターターの抵抗の設計には抵抗線の電流通過容量よりも油槽中に充たされた油の熱容量の點に就て深く顧慮せねばならぬ。

即ち先づ第一に幾何の熱量がスターター中に放たるるかを計算し次ぎに之を吸収し得る油の量を求め次ぎに全荷重トルクとか其の他の始動トルクに對してどの位繰り返し始動さるるか及び始動に要する時間はどの位かを求め、之等の各條件に對して過熱を來さしめぬ様設計せねばならぬ。

始動に要する時間は電動機の大さによりて異なる。

スターターの格定の方法に關しては各製造家によりて大なる相異がある。或る製造家は一時間に一回全負荷トルクに向つて始動するに油入スターターを使用して居る。

之れは著者にはあまりよすぎた格定の仕方と思はれる。之れを一層急激に連続的に始動しても何等の故障も起さぬであらう

或る他の大製造所にては馬力分 (horse power minutes) なる格定の仕方を用ひて居る。即ち馬力分 = 電動機の馬力 × 始動に要する時間分 × 始動トルクの全荷重トルクに對する比 × 六時間内に繰返さるる始動の回数。

猶此の製造所にては上記のサイクルを繰り返した後少くとも六時間位スターターを冷却する爲めに休止せしめねばならぬと云つて居る。

之れは或るスターターを他に比較するには最もよい方法であ



るが比較を離れて絶対の格定を表はしては居らない。而して使用者は一般に六時間中に自己のモーターを何回位始動するか明かに解つては居ないが而も實際に使用して見て容易に故障を起さぬ程度のものなるを要する事は解つて居る。

オート變壓器型スターターの格定の項でオートスターターは毎回始動時間に十倍する休止時間を與へて無数の始動を繰り返し得るものと定めた。若し此の方法をロータースターターに適用して試験して見れば非常に大なる形とするに非ざれば過大の溫度上昇を來すを發見するならむ。之れオートスターター内の電力損失は變壓器自身の鐵損失と鐵損失とで之れは變壓器の容量に對しては極て一小部に過ぎないからである。然るにローターの抵抗スターターにありては例へば第一ステップにて全負荷トルクを與ふる様作られて居るものとすればスターターの中には此の第一ステップに於て殆んど電動機の出力に等しき損失が起る。電動機が速度が上昇するにつれてスターター内の損失は漸次減少するが總電力損失は(總ワット容量)同じ大さのオートスターターに比較して甚だ大である。

従て油入スターターの格定の仕方はオートスターターとは大いに異らざるを得ない。

スターターの格定に一般に共通なる方式が制定せらるれば簡單で尤もよいが之れは出来るかどうか將來を注意せねばならぬ。從來スターターの標準格定に就てなされた處ろは極めて僅少である。著者は將來研究の端緒を得るの目的を以て本書に於て種々の點から論じて見やふ。

### ロータースターターの總電力容量

始動の際スターターの各ステップに止まる時間其の他始動の詳細なる條件及びスターターの設計を知れば、始動の際スターター中に幾分の電力が費されるかを計算する事が出来る。大なる machine の場合には之等の點を研究する必要があるが小さなモーターには一般に此の必要は少い。

若しスターターの第一ステップに於て全負荷トルクを出さる様に設計されてあればスターターのアームが此の第一ステップに在る間は電動機の全出力が殆んど此のスターター中に費される事になる。然しスターターのアームを漸々動かして行く間にスターター内で費される電力も漸次減少して來るもので、各種のスターターを比較するの基本としては始動中スターター内に費される平均の電力は電動機出力の半分に等しと假定しても充分である。\*

依て今電動機の出力を  $P_0$  ワットとし始動の時間を  $t$  秒とすれば始動中スターター内に費される全電力は  $\frac{P_0 t}{2}$  ワット秒となる。

猶スターターの格定に付ては電動機は急激に連続して何回も始動さるるか或は一旦始動すれば再び始動さるゝまでに長い時間を要するか等の事も考へねばならない。

\*註 最初のステップにては電力損失は最も多く電動機出力に等しいが最後のステップにては電力損失は零となるから此の間の損失の減じ方を一様と見れば全體の損失は出力の  $\frac{1}{2}$  となる。



そこでロータースターターの格定を下の如く定む。

油入ロータースターターは下表の始動時間及び回数を超過せざる範囲内にて全負荷トルクに對して始動され其の温度上昇は華氏 100度（油の最高温度位置にて測定す）を超過せざる可きものとす。

電動機の容量	始動の時間	急激に連続して始動し得る回数
10 馬力	20 秒	4 回
20 "	40 "	3 "
35 "	50 "	3 "
60 "	60 "	3 "
120 "	70 "	3 "
200 "	80 "	2 "
350 "	100 "	2 "
1000 "	120 "	2 "

#### 油入スターターの温度上昇

スターター格定の定義によればスターターの加熱は急速に行はれ従て熱の放散する割合は極めて少い。

抵抗器及び之等の支持物の熱容量は油の熱容量に比較して甚だ少いからスターター内に費された電力は皆油に吸収されるものと假定する事が出来る。

例へば 80 馬力電動機に於て上表の示す所るにより始動に60秒を要し急激に二回連続して始動したとすればスターター内に加へられた全體の熱量は

$$\frac{2 \times 80 \times 746 \times 60}{2} = 3,590 \times 10^3 \text{ チャウル}$$

而して 1 ガロンの油を 100° F に上昇せしむるには  $425 \times 10^3$  チャウルを要す。依てスターターの温度を二回の始動後に 100° F を超過せしめざらしむるには凡そ 8.5 ガロンの油を要す。即ち之れよりスターターの大さを決定する事が出来る。

#### 液體スターター

液體スターターでは普通のスターターの抵抗線とか或はグリッドとかの代りに苛性曹達、洗濯曹達等の溶液を使用したもので溶液の濃度は容易に變化する事が出来るから種々異つた條件に適合せしむる事が出来る。

然し溶液の濃度は如何なる値が尤も適當であるかは實際に當つて適宜に定められるので之れに對する簡單正確な公式を定める事は困難である。水 10 洗濯曹達 1 の割合の溶液は一般に宜い結果を與ふ。

液體スターターは小容量の電動機例へば 15 馬力位のものには不適當であるが大容量のものにはよい。實際大容量の交流電動機のスターターとしては液體スターターを除いて外に適當なものはない。

之れに冷却装置を附すれば單に大容量の電動機のスターターとしてのみならず其の速度を調整する抵抗器ともなす事が出来る。

#### 液體スターターの格定

オート變壓器又は油入スターターの場合の如く液體スターターの格定にも一定の標準がない。或る製造家は單に表示馬力數



によりて定めて居る。之は何等の意味をなさない。或る大製造所で採用して居る一層よい方法はスターターが絶えず消費し得る“半時間毎の馬力分”を以てする事なり。此の格定法は則ち電動機の容量馬力×始動時間分×始動トルクの全負荷トルクに對する比×半時間内の始動の回數

を表はすもので猶始動の回數の極々稀なスターターに對しては此の格定法によるスターターは二倍の容量を有す。但し之れには一回の始動後電動機の容量により三時間乃至九時間の冷却時間を與へねばならぬ。

此の方法は猶完全とは云ひ難いが單に表示馬力によるものに比較せば頗る進歩せるものと認めねばならぬ。

液體スターターに於て電動機を短時間内に度々始動せしむるが如き場合には半時間毎の馬力分の数にスターターの全要件を表はし冷却の時間例へば各一回の始動後には3時間の冷却時間を與ふ可しと云ふが如き事は殆んど必要のない事である。

そこでロータースターターの完全な格定法としては先づ連続使用のものには馬力分數を示し之れに例へば100度(華氏)の溫度上昇以内にて繰り返し得る始動回數を加ふればよい。

水の比熱は油の比熱に比較して二倍以上であるから。連続的使用としては液體(水)スターターの方が油入スターターよりも優れて居る。水ガロンを華氏100度に上すには $105 \times 10^4$ ヂヤウルを要す。之れによりて前記に述べたる如く液體スターターの大さを計算する事が出来る。

注油の比熱=0.434.

### 保安抵抗を有する液體スターター

之れは屢々必要の起る事で殊にステーターの電壓が1,000ヴォルトを越えた場合に然り。開閉器を閉づる時ステーターに流るる非常電流による故障を防ぐもので、液を容れて置くタンクに並列に結ばれた金屬抵抗で一般に三相星形に結ばれ星形の各端はタンクに結ばれて居る。

即ちローター回線は決して全く open circuit となる事はない。而して此の保安抵抗の値は開閉器を閉ぢステーターに電壓を加へた時此の抵抗を通りてローターに流るる電流が全負荷電流の例へば $\frac{1}{3}$ を超過せぬ位の高き値である。

液體スターターの附屬品：—シヤントモーターに液體スターターを使用した時には分捲磁界を切斷した時の放電に對する装置を設けねばならぬ。小電動機の場合は連続使用として格定された放電抵抗を常に分捲磁界捲線に結んで置けばよい。大なる電動機にありては無誘導抵抗を有する field switch を附し液體スターターと同じ軸にて扱ひ得る様にして置かねばならぬ。斯くて field は main circuit が閉ぢらるゝ少し前に閉ぢられ又 armature 回線が開放さるる少し後に field が開かるゝ様にしなければならぬ。勿論 field の回線に單獨の field switch を用ふれば上述の装置は不必要であるが之れは實際に用ひられない。

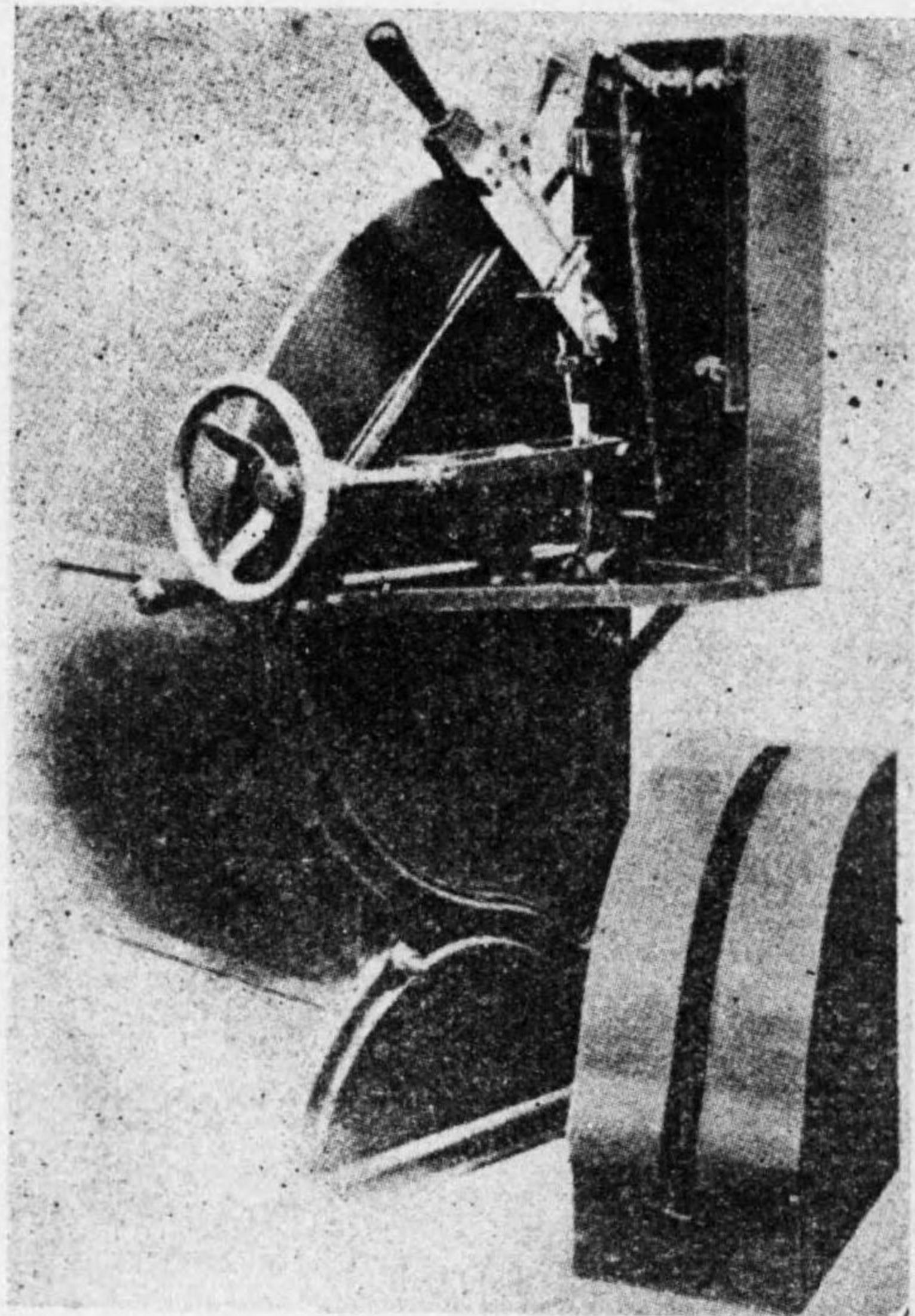
液體スターターは又甚だ大なる電動機又は電動發電機(軽く始動さるゝ)を始動するに用ひらるゝ事あり。

斯様な場合には規定電流は始動電流に比して甚だ大なるもの



であるから電動機が全速度に達すればスターターを短絡する開閉器を付けて置かねばならぬ。此の場合には短絡開閉器が不適当な時に閉じて居るのを防ぐ爲め保安装置を要す。例へば始動

第 二 百 四 十 一 圖

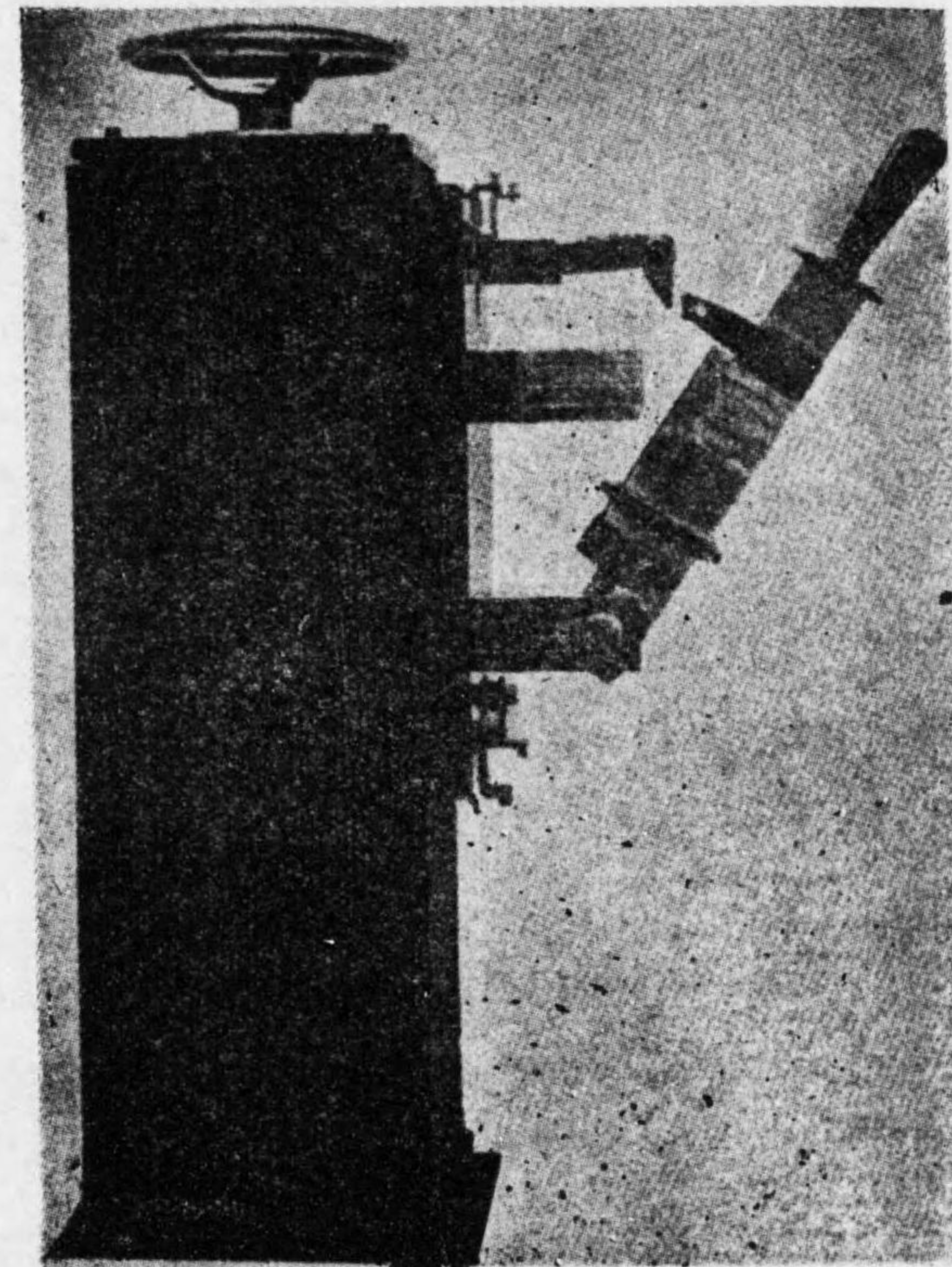


(聯鈞短絡開閉器を有する液體スターター)

の際不注意にも之を閉じて居て液體スターターを動かせぬ様な事があれば main を短絡する事になり容量の大なるだけ故障も甚大である。

第二百四十一圖、第二百四十二圖は此の點に關する二種の保安機構を示すもので、第二百四十一圖に於ては短絡開閉器は液體スターターに直接に取付けられ液體スターターが全く閉ぢられなければ短絡開閉器を閉づる事が出来ない様になつて居る。第二百四十二圖でも同様であるが此の場合に液槽は床下に置かれ支配柱に取り付けられた把手輪によりて運轉される。此の把

第 二 百 四 十 二 圖



(聯鈞短絡開閉器を有す液體スターターの支配柱)



手輪と共に運動する捻子により不適當な時に開閉器を閉づる事が出来ない様になつて居る。

### 大なる液體スターター及びコントローラー

大なるスリップリング型誘導電動機の始動又は制動には適當に設計された液體のスターター又はコントローラーよりも優れたものはない。延阻機捲揚機等を運轉する大なる電動機には速度の調整及び廻轉の方向轉換をなす装置を要す、而して之等には液體スターターが最もよい。

#### 液體コントローラーの格定

此の重大なる問題に到達するには電動機の或る一運轉中の各瞬間に電動機の出す可き馬力數の完全なる曲線圖を作らねばならぬ。而して此の曲線によりコントローラー中に費さる可きエネルギーを計算する。即ち液體コントローラーの格定は放散せらるる可き最大の馬力數を基礎とする。

トルクを一定とすればコントローラー中に費さるる馬力數は調整せる平均の速度に比例する。例へば全負荷 300 馬力で平均 30 パーセントの速度調整 (減速) をなすものとすればコントローラーに連続的に費さるる馬力數は 300 馬力の 30 パーセント即ち 90 馬力である。

此の値に“液體スターターの格定”の項で計算した始動の際に費さるるエネルギーを加へねばならぬ。每一時間に始動さるる回數を知れば之より次ぎの如く平均始動馬力を計算す。

$$\frac{\text{電動機の馬力數}}{2} \times \text{始動の時間(分)} \times \frac{\text{每一時間の始動の回數}}{60}$$

= 始動の際放散さる可き平均馬力

始動の際放散さる可き平均馬力數に速度調整をなす爲めに放散さる可き馬力數を加ふればコントローラーの容量が定められる。

或る作業例へば引揚などの場合には始動トルクの方が却て全負荷トルクより大なるを要する事あり。之等の場合には上述の計算に於て始動の際の平均馬力數に始動トルクの全負荷トルクに對する比を乗じて訂正しなければならぬ。猶速度を調整せる時トルクが全負荷トルクと異つて居り且つ調整は單に間歇的に行はるるものとすれば調整による平均馬力を次の如く算出す

:-

電動機の馬力數 × 調整トルクの全負荷トルクに對する

$$\text{比} \times \frac{\text{減速のパーセント}}{100} \times \frac{\text{減速を續ける一時間毎の時間(分)}}{60}$$

コントローラーの格定には此の値に猶始動の際の平均放散馬力數を加へねばならぬ。

斯くしてコントローラー中に發生せる熱を處理するには電液中に冷却螺管を入れ之れに冷水を送りて排除すべし。之れによりて電液の溫度を 160°F 乃至 170°F に保つ事が出来る。

前述の如く 1 ガロンの水を 100°F に高めるには 105 × 10<sup>4</sup> デュールを要する。

而して 1 馬力時間 = 746 × 3,600 デュール

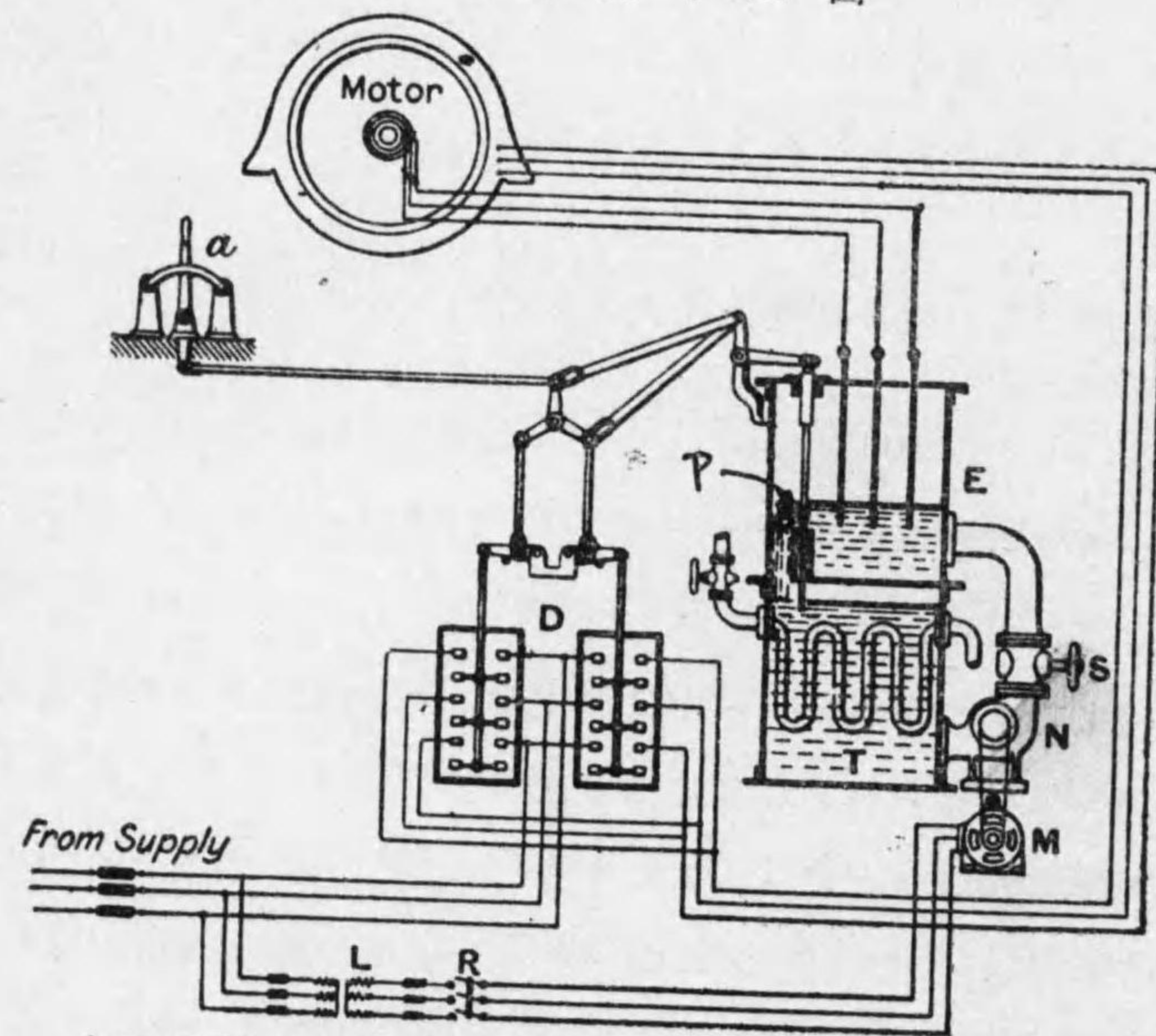


即ち 1 馬力時間は  $\frac{746 \times 3,600}{105 \times 10^4} = 2.6$  ガロンの水を 100°F に熱する。

一般に冷却管内の水が 100°F になれば電液の温度は之れより高温の筈であるから実際には 1 馬力時間に對して 2.6 ガロンよりも多量の水を要す可くウェスチングハウス會社では 3.3 ガロンとして居る。

猶電液の温度を低下する爲め冷水を電液に加ふれば其の抵抗を甚だしく變化せしむるを以て嚴禁せねばならぬ。一定平滑な運轉を續けるには電液の濃度及び温度は一定に保つて置かねば

第二百四十三圖



大なる誘導電動機を用ふる堰水式液體コントローラーの接続 (ウェスチングハウス會社製)

ならぬ。

液體コントローラーの自働加速度

大なるコントローラーには一般に電動機の加速度を運轉中關係なく行はしむるを可とす。液體コントローラーに於ては之れは極めて容易で電極を挿入せる槽内に電液を汲み込めばよいのである。

此の接続は**第二百四十三圖**に示す如くで之れはウェスチングハウス會社製の大電動機用 (1,500 馬力) のものなり。

D は油入の切替開閉器でステーターの接続を變更し廻轉方向を逆轉せしむるものなり。之れは水門戸 P 及び把手 a と聯鈎されて居り電液は N のポンプにより下層のタンクから上層のタンクに汲み込まれ其の速度は S のバルブにより調整される。

斯く必要に應じて任意の加速度を得る事が出来る。

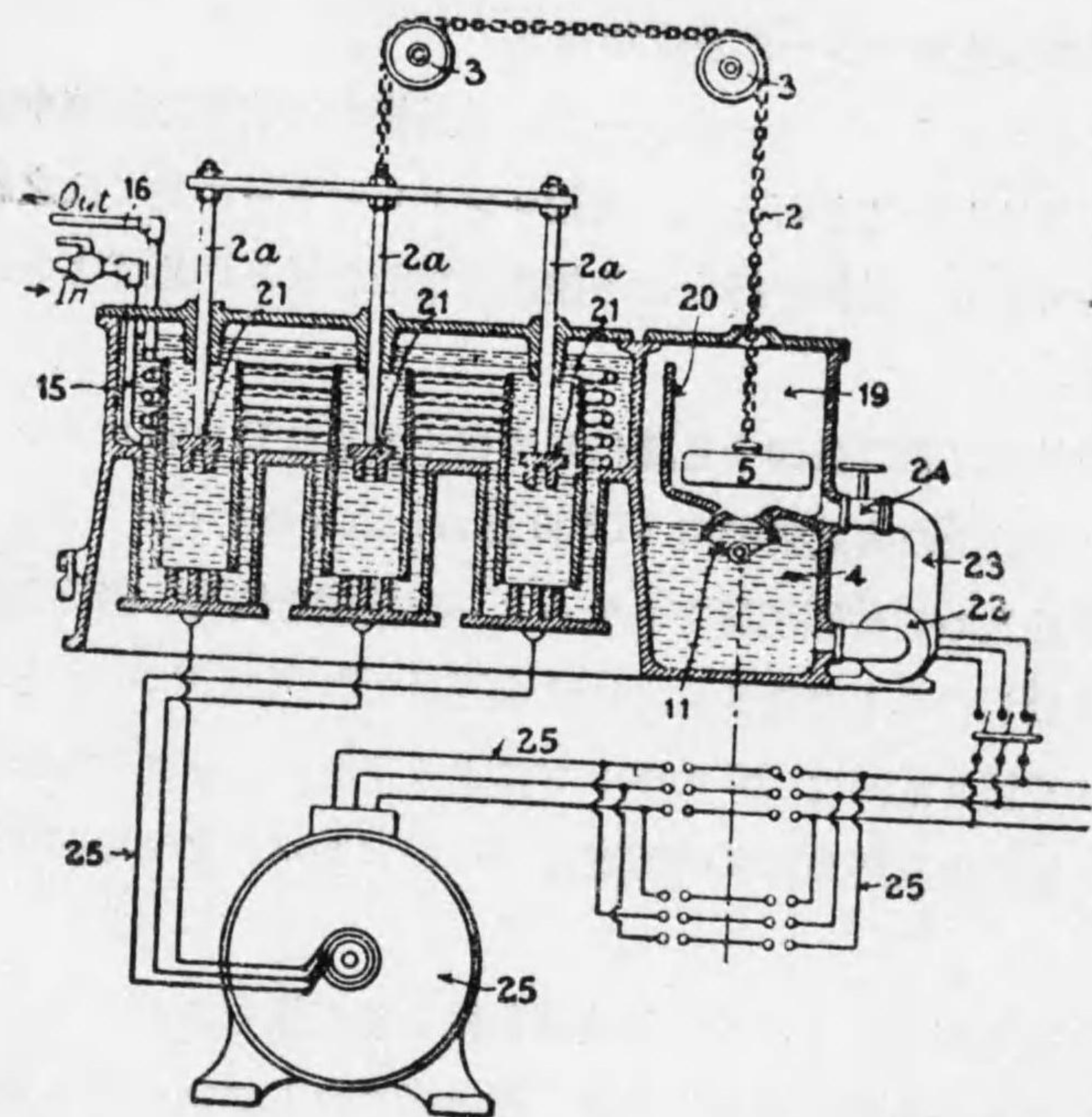
**第二百四十四圖**は電極を移動し得る様になして加速度を與へたるもので電極は重錘 5 と平均し之は電極を全く off の位置まで復すに充分になつて居る。

重錘 5 は水を滿し得べき室内に閉ぢ込められ之れに水を汲み入れ重錘を浮べ依て電極を電槽内に沈む。其の時間は重錘を入れた室内に水を送り込む速度によりて自由に加減する事を得。水を汲み込むのはポンプによりても出来るが又高所に水槽を作り置けば之れより水を取る事が出来る。而して給水管の中途にバルブを附し使用状態に應じて自在なる加速度を與へる。

此の種のコントローラーにありて注意すべきはローター回線



第二百四十四圖



Baerlocher の液體コントローラー (Allen West & Co. Ltd.)

は常に決して全く開放さるる事はなく若し全く開放さるれば電極にスパークを發生するが、かかる心配はなく此の種のコントローラーが日常の使用に尤も適當して居る處である。

液體の自動スリツプレギュレーター

電動運轉をなす場合殊に延軋機等をまわすには幹線よりの動力を調整する爲め屢々フライホキールを使用する事あり。

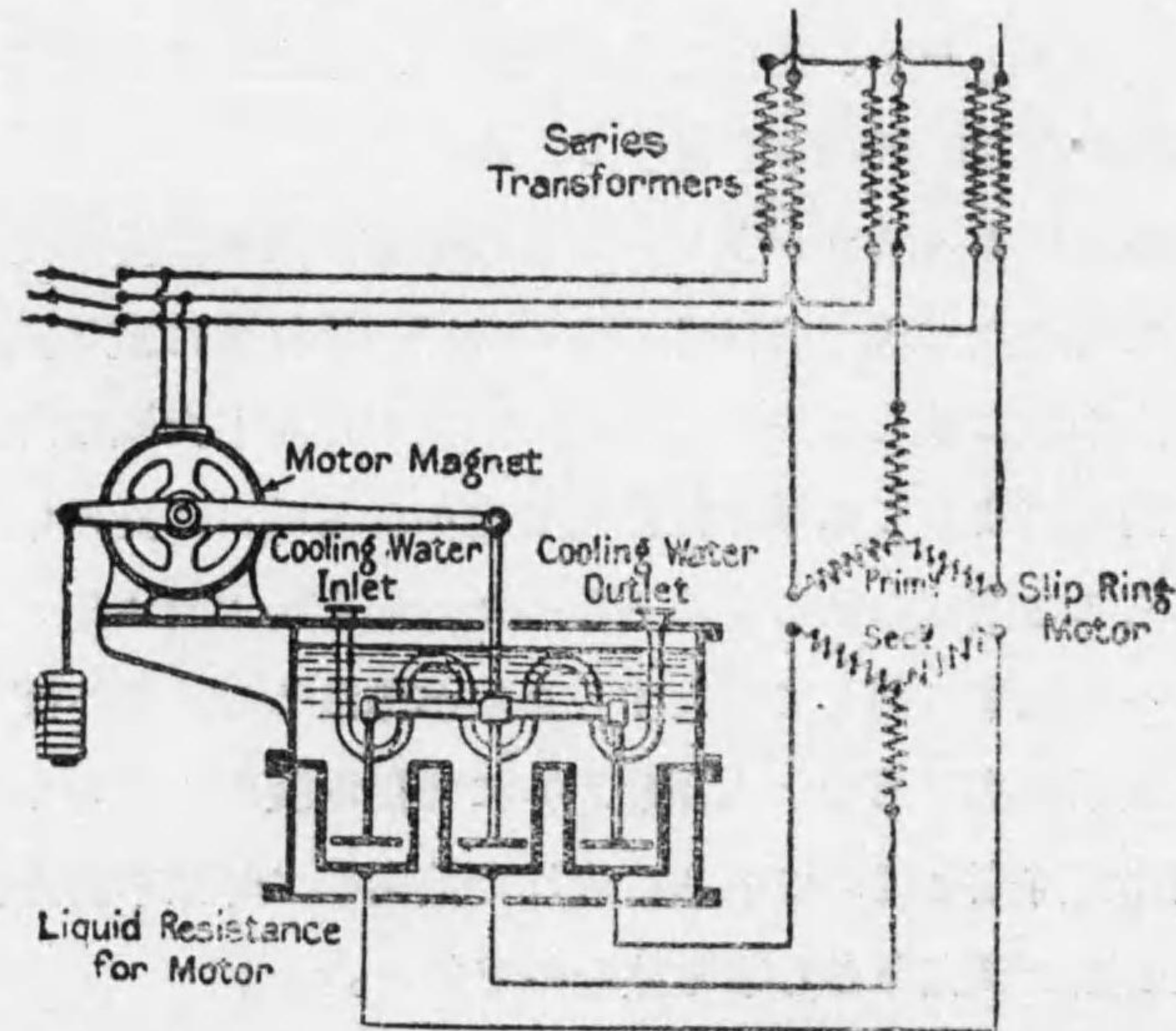
若し電動運轉が誘導電動機に依る時は誘導電動機は殆んど一定速度で廻轉する性質のものであるから何か特別な装置を施さ

なければフライホキールを附しても速度は一定なのであるからフライホキールにエネルギーを吸収せしめ又は吐き出させる事は不可能である。

従て若し電動機に重い荷が懸かつて出た時には自動的に速度を減じフライホキールをして蓄積したエネルギーを吐き出させ以て幹線よりの供給電力を補ひ又荷重が軽くなつた場合には速度を増しフライホキールはエネルギーを吸収し次回の重い軽重の用意をなさしめねばならぬ。

誘導電動機に用ふるスリツプレギュレーターは單に上述の目的に對し速度を變化する爲め自動的にローター回線に挿入する抵抗器で第二百四十五圖は其の一種を示す。

第二百四十五圖



液體の自動スリツプレギュレーター (ウエスチングハウス會社)



第二百四十五圖に示さるる通り電極は motor magnet によりてタンク内に沈められ或は引き上げらる。此の motor magnet のステーター回線には荷重に比例する電流が通り従て之に比例するトルクをローターに興へ以て電極の位置を自動的に化するのである。

### ドラム型コントローラー

ドラム型のコントローラーは電動機を始動し、始動停止、逆廻轉及び其の速度の制御が急激に連続して行はるる場合に用ひられるもので、單に荒い使用に適せしめた始動開閉器である。

ドラム型コントローラーは尤も多く電車に使用されて居る。以下述ぶるが如き注意は一般に之等のコントローラーに適用される。猶クレーン、捲揚工作機械等の工業上に廣く使用されて居る事も直ちに氣の附く處ろである。

以前はドラム型コントローラーの構造は種々の異つた方面に進んで行つたが現今では昔の多くの型が廢れ遂に或る點に就ては最上の域に達して來た。夫れで工業の進歩した國の此の方面の専門家によりて標準の仕様書を書かれる時には此の中に書き加へらるる價值のあるものとなつた。而も猶ドラム型コントローラーの標準に關してはなす可き事が澤山ある。例へば 1915 年の電氣法令（第七十入條參照）には猶木製のドラムや木製の接觸片支持臺を認めて居る。夫れで英國の工師標準調査會に至急此の點の調査あらむ事を望むのである。

**ドラムコントローラーの構造上已に決定されたと見做さるる**

諸點に就て。

木材の使用：——

前にはよくドラムや外框接觸片の支持臺等が木で作られたが之れは嚴禁しなければならない。

硫黄セメントの使用：——

ドラムを軸に固定するに硫黄セメントを使用する者があるが之れは發火し易いものであるからやめなければならない。

ドラムを作る材料：——

猶或る製造家はドラムを或る絶縁性コンパウンドで作つて居るが標準の構造としては鐵のドラムにしくはない。著者の考では標準の仕様としては鐵とする方がよいと思ふ。

絶縁物：——

絶縁物としてはマイカ、マイカナイト或は絶縁バニシで處理した紙等を使用するを要す。ドラムの軸或は接觸片支持等は此等の絶縁物で被ひ此の上にドラム又は接觸片を固定す可し。

電磁的電弧吹滅：——

5 馬力 500 ヴォルト、3 馬力 250 ヴォルト以上の直流ドラム型コントローラーにはすべて電弧を吹滅せしむる爲め電磁捲線を具備せしむるを要す。

接觸片端を取替得る様になす事：——

之れは極々小さい（例へば 5 馬力位の）電機でもすべて此の方法を施すを要す。

接觸片間の隔壁：——

接觸片間に發生せる電弧を遮斷する爲各接觸片間には不燃質



の隔壁を設くるを要す(5馬力位より以上)

外框、外蓋、把手等 ;—

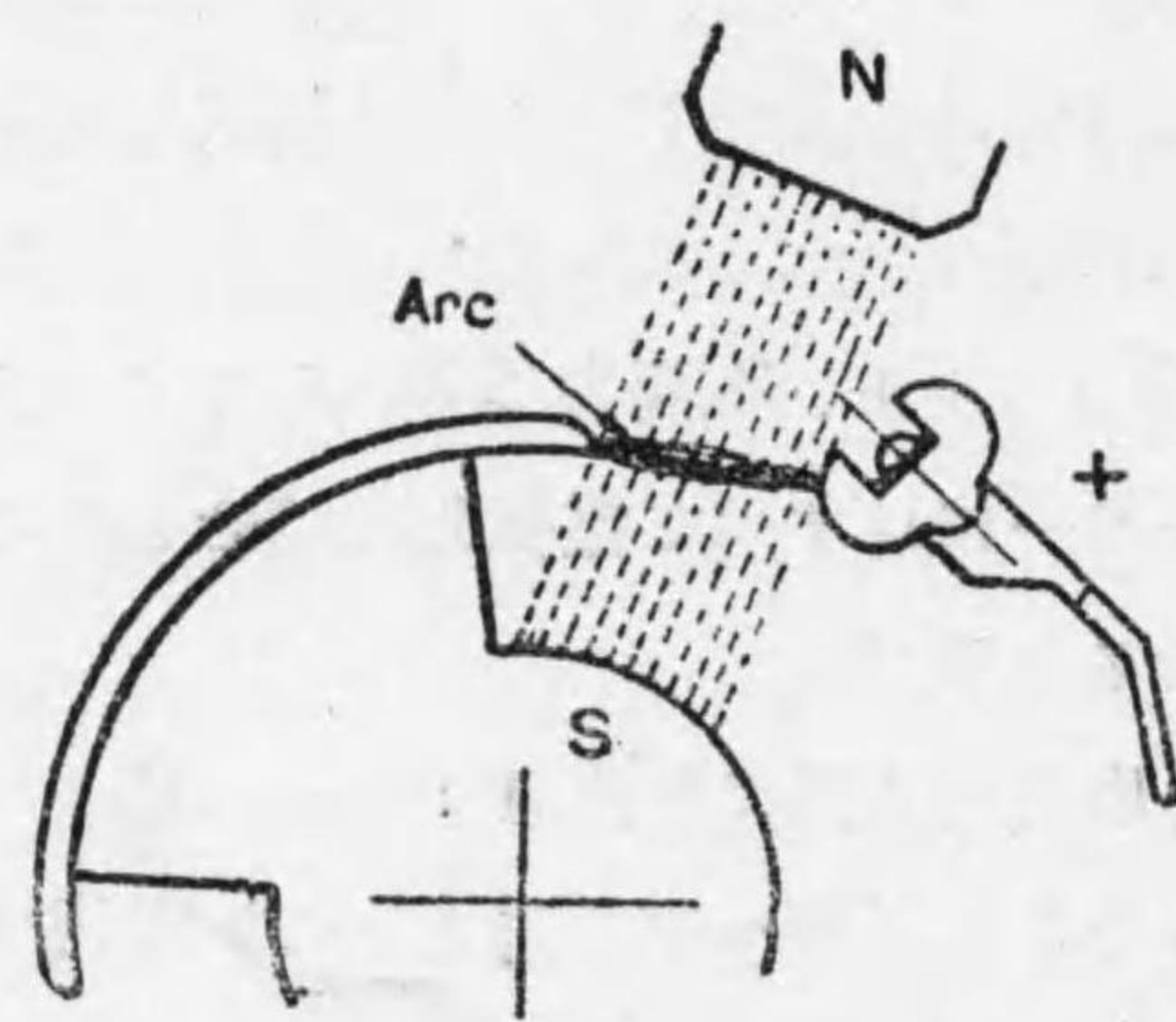
猶此の外標準仕様書中に含ましむ可き事項はドラムコントローラーはすべて鐵の筆をよけ得る箱や蓋に被はれ丈夫な把手を備へ、目盛盤を有し容易に off の位置に戻らざる且つ運轉者は明かに各ステップ連続して居る事を感じ得る様充分確乎たる接觸をなすを要す。

ドラムコントローラーの電磁的電弧吹滅装置。

(Magnetic blow out coil)

三馬力乃至五馬力以上の直流コントローラーの能率は主として此の電磁的電弧吹滅装置の附いて居るか否かに關する。一般に此のコイルは容易に検査し得る處ろに鐵心上に捲かれコント

第二百四十六圖



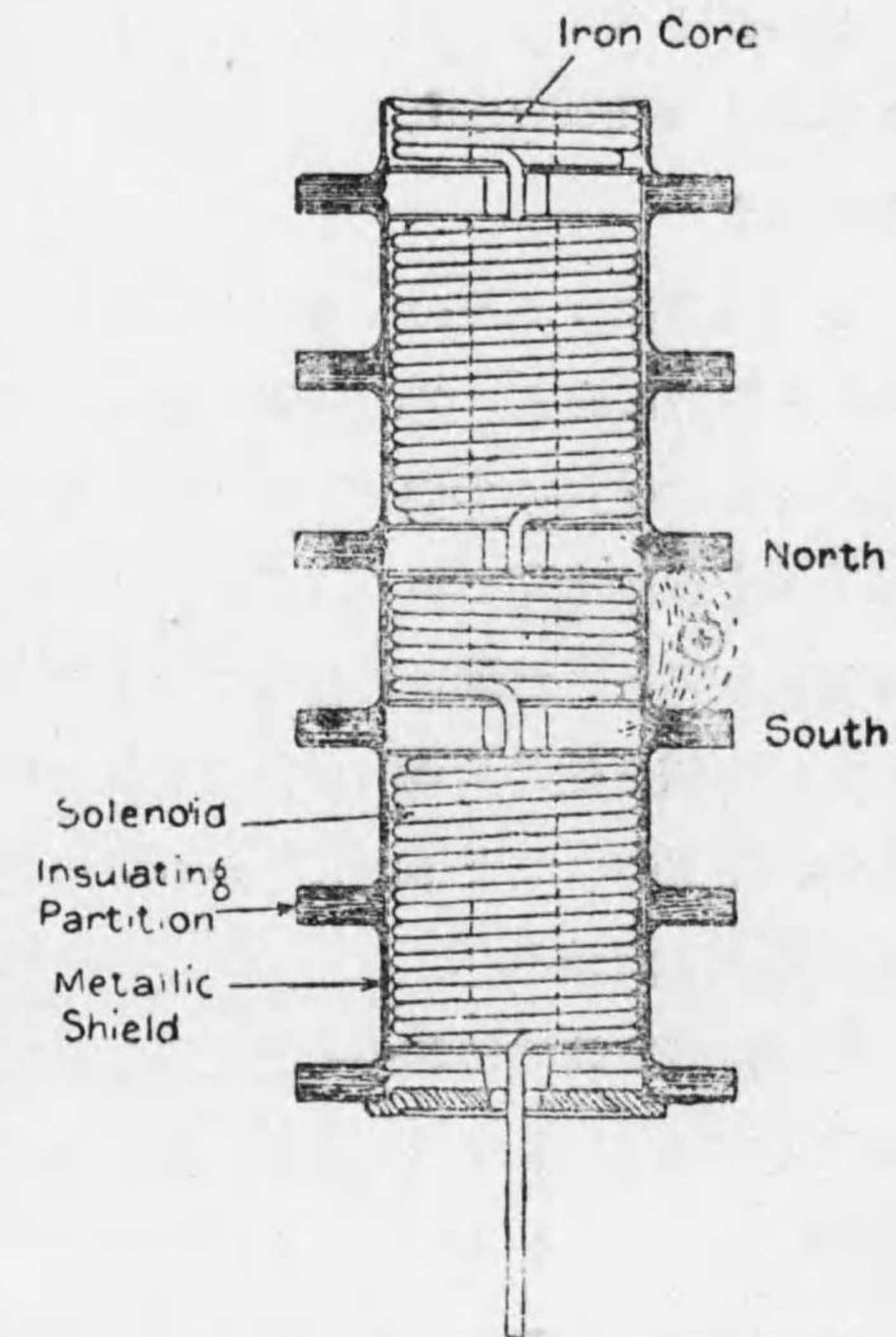
Blow out coil より出る磁束の方向がドラムの軸と直角をなしアークは軸と並行に吹かれる場合點線にて示せるは磁束の通路で若し固定接觸片が+であればアークは磁力により紙面に直角に上方に吹き上げられる。

ローラーが全ステップの中途に在る時にのみ電路内に結ばれ full の位置に在る時には電路より切り離されて居るのが普通である。

Blow out coil を装置する方法に大別二種あり。即ち一は磁束の方向がドラムの軸と直角をなすもの、一は之れと並行なるものなり。

磁束の方向がドラムの軸と直角なるもの:—  
之れは**第二百四十六圖**に示すが如くで電路を切つた時發生するアークはドラムの軸と同方向に吹かれる。従て電流が多く何も遮ぎるものがなければアークは上か下かの隣りの接觸片と連なる様になる。然し之れは其の間に隔壁を設ければよいのである。アークは磁束によりて隔壁に吹きつけ

第二百四十七圖



Blow out coil の磁束の方向がドラムの軸と平行しドラムの軸と直角の方向にアークを吹くもの(ドラムは示さず) 點線は磁束の通路を示す。小圓内の+記號は電流がアークによりて讀者の方より紙面に向つて進むを示す即ちアークは磁力によりて外方に排撃せらる。



られ之れにて冷却され遂に消滅する。

従て隔壁は充分の冷却力を有する善良なる絶縁物でなければならぬ。

磁束の方向がドラムの軸と平行なるもの：—

此の型は Von Zweigbergk によつて造られたもので（彼れの英國特許 1865/1901 を見よ、中心に鐵心を有し交互に南北極を形成す。

即ち磁束はコイルの一部より出でアークの近くにてはドラムの軸と平行に向ふ。此の装置は極めて巧妙な方法でアークはドラムの軸と直角の方向にドラムより排除せられ（勿論此の方向は尤も合理的方向である）猶アークは二つの隔壁内に吹き込まれるからアークが隣りの接觸部に連る様な憂はない。Blow out coil は無磁性體の金屬隔壁に圍まれコイルはアークを接觸部から此の隔壁の中に吸ふ様に捲かれて居る。アークは此の隔壁の面に當りて消滅す。

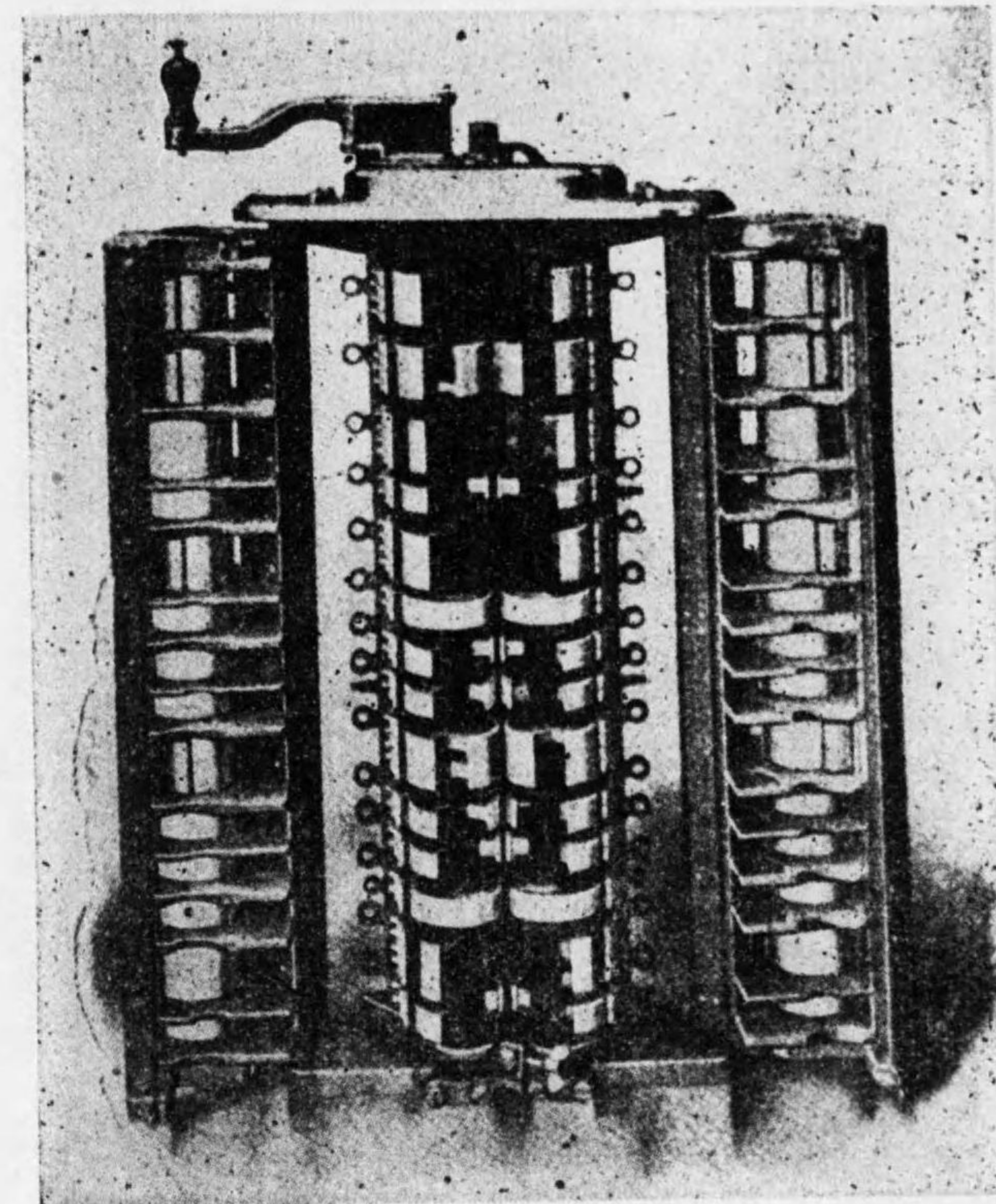
此の作用は**第二百四十七圖**より磁界内にて電流の通る電線は電流にも磁束にも直角の方向に動かされると示ふ事を考へれば容易に理解される處ろである。

**第二百四十八圖**はかゝる blow out coil を有する電車用ドラムコントローラーで二つのドラムを有するものなり。

コントローラーの接觸指、(Contact finger for controller)

發明家や設計者の熱心な努力により種々變つた形の接觸指が出来た。其のエネルギーの大部分は多く先端を取替へらるゝ様にする事及び接觸面の一部が害はれた時には他の面を直ちに利

第二百四十八圖



Dick, Kerr & Co. の電流用ドラムコントローラー二つのドラムを有し金屬の隔壁、ソレノイド等を示す。

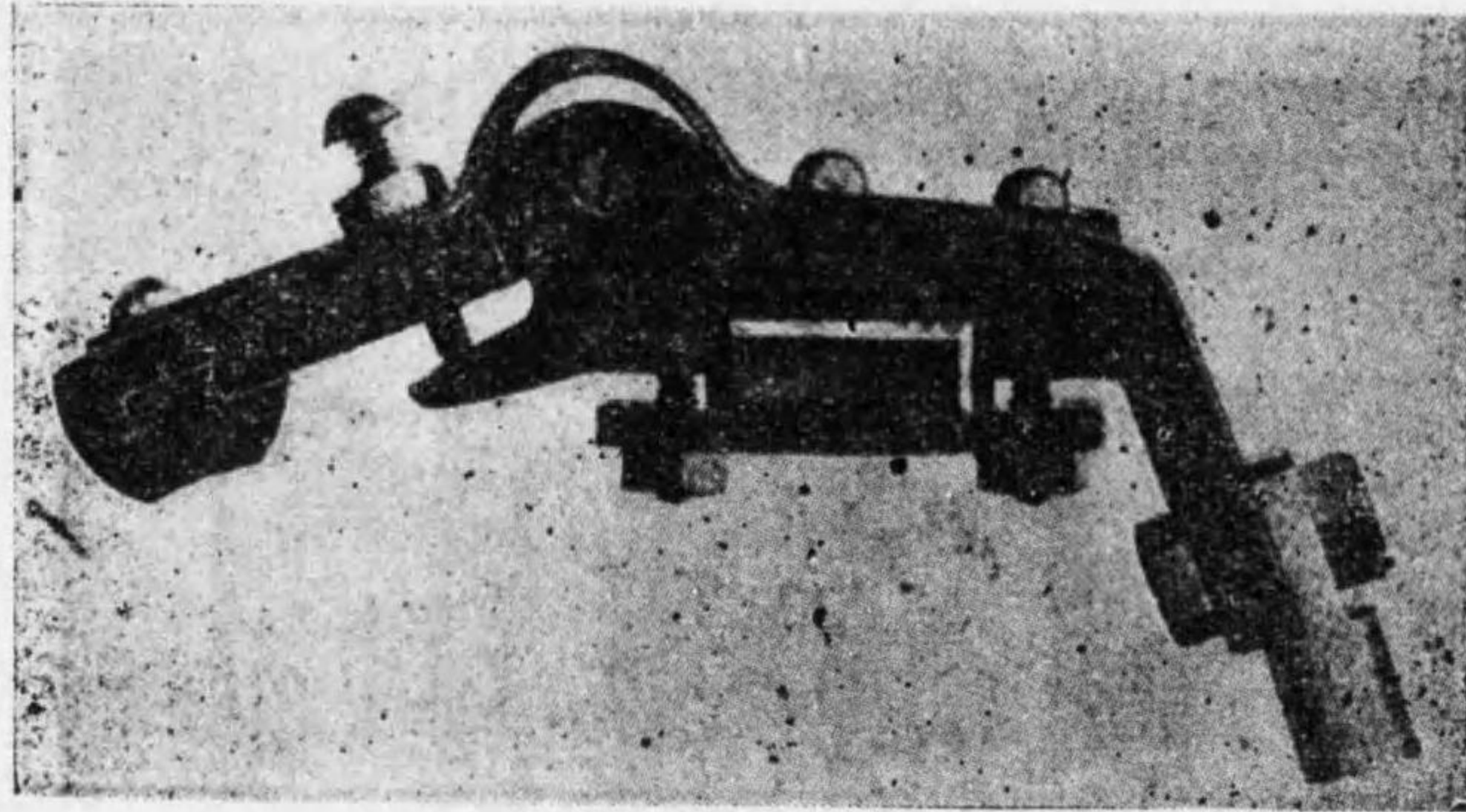
用し得しむる事等の點に注がれた。

近年大きな接觸指は遮斷容量及び耐久力の點に就て可なりな好結果を與ふる事が認めらるる様になつた。

依て小さい接觸片は近來はあまり用ひられない様になつた。

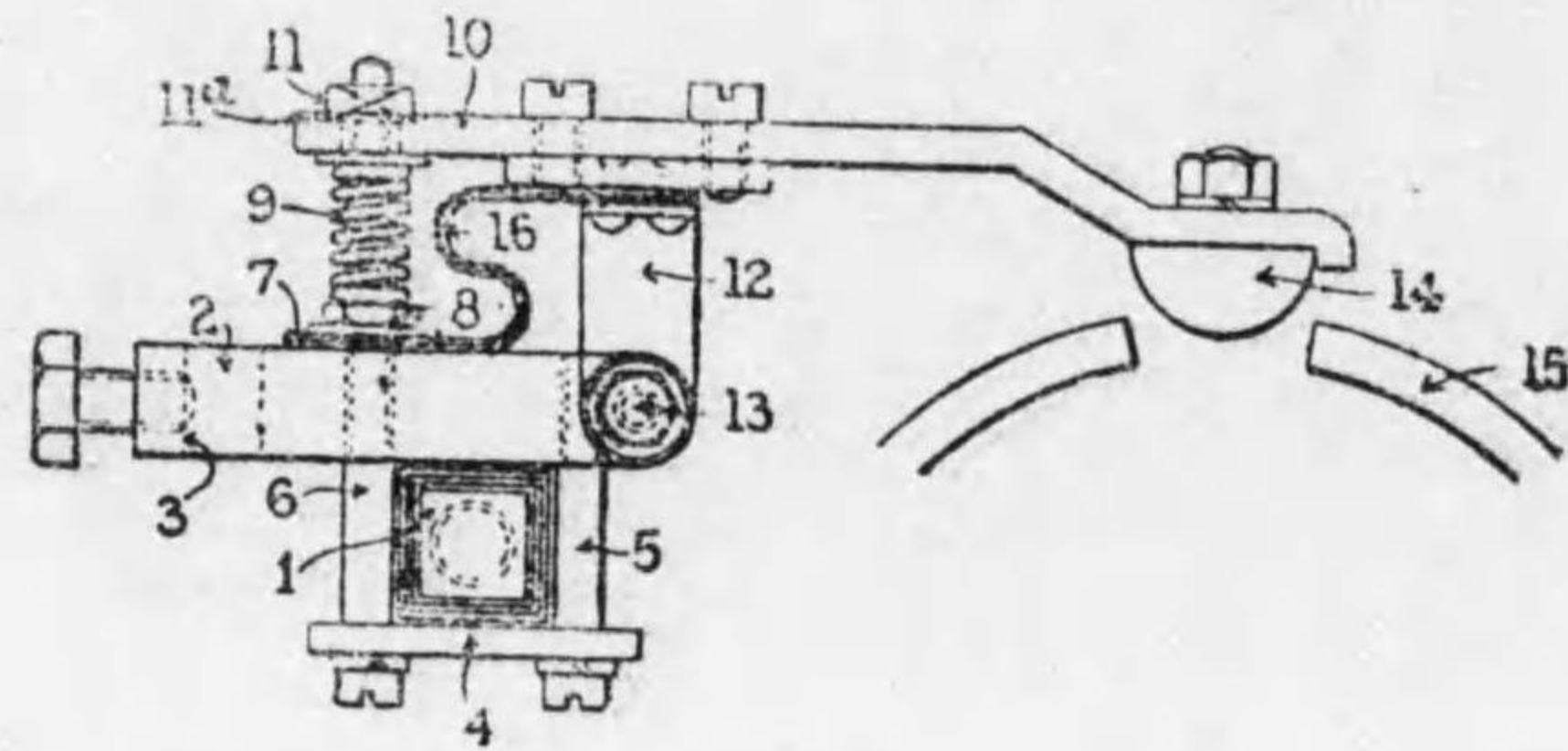


第二百四十九圖



(蝶番形の接觸法)

第二百五十圖



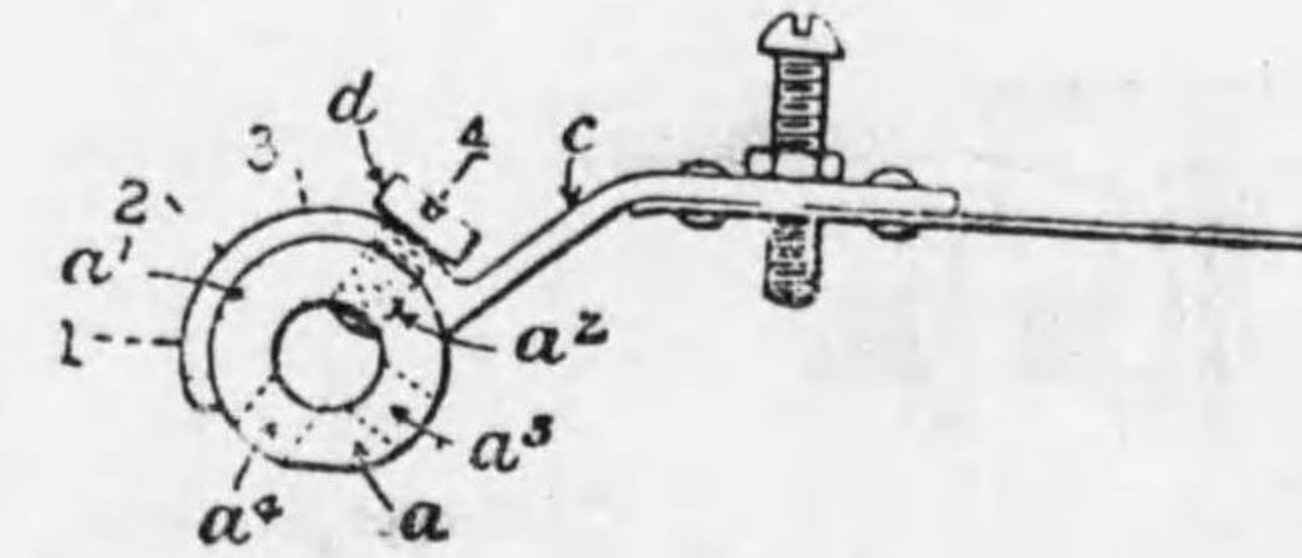
先端を取替へらるる様にした Allen Wess の  
コンローラー接觸法 英國特許 14194/14)

第二百四十九圖より第二百五十四圖までは種々の形の接觸片  
を示す。

ドラムコンローラーの圖表

附録八に示した様にドラムコンローラーにも之を表はす標

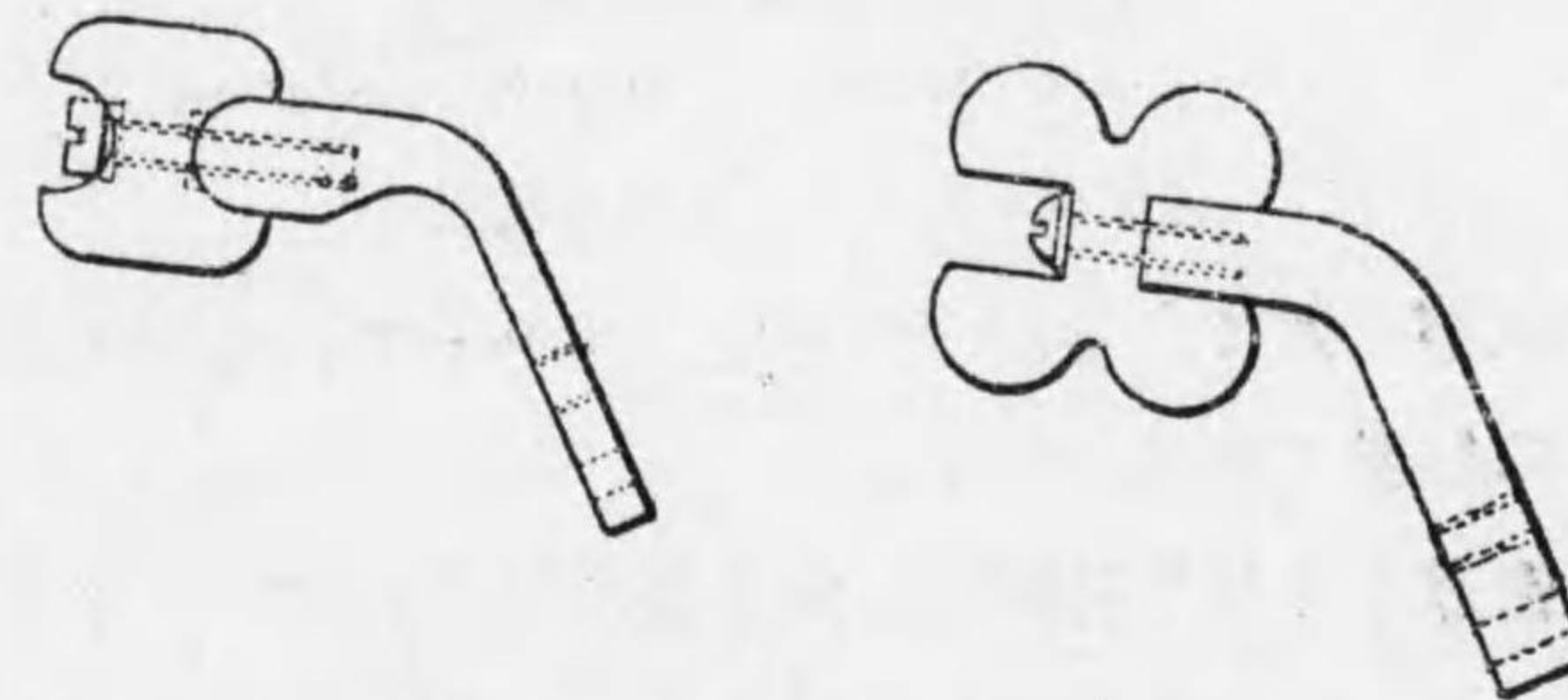
第二百五十一圖



(Dawson のコンローラー接觸法)

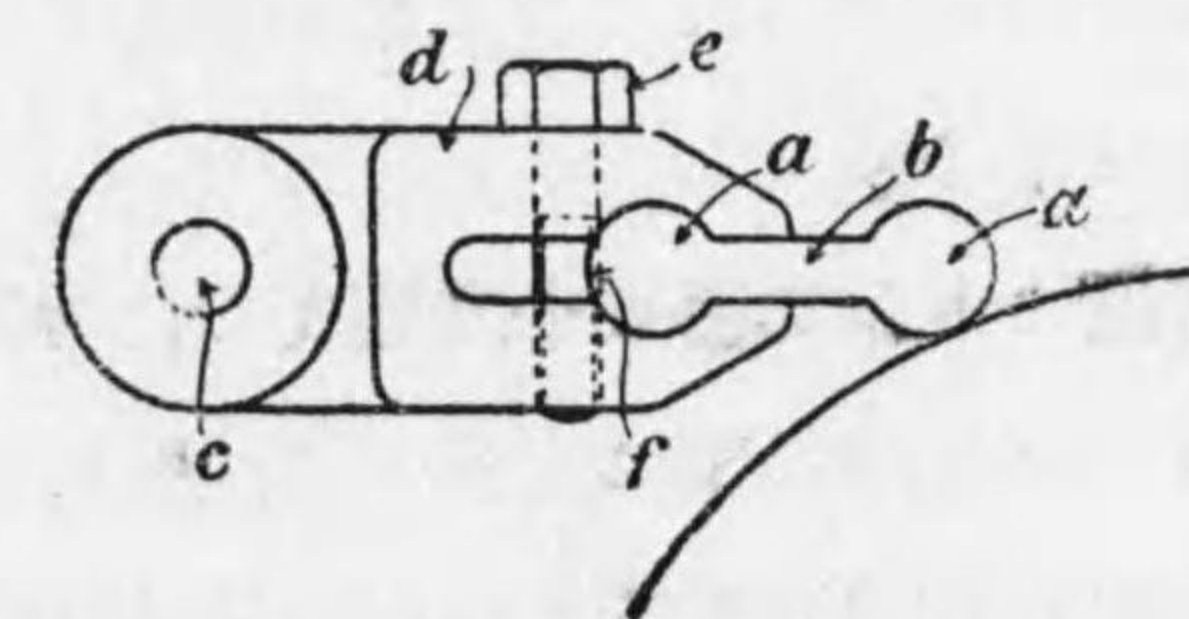
接觸法をローラーの形とし損傷を來した時には  $aa_1 a_2 a_3 a_4$  等の  
穴を穿ち置き  $d$  なる捻子により自由に新らしき接觸面に取替ふる様  
にせるもの

第二百五十二圖



(直角の方向に取替へられる接觸部)

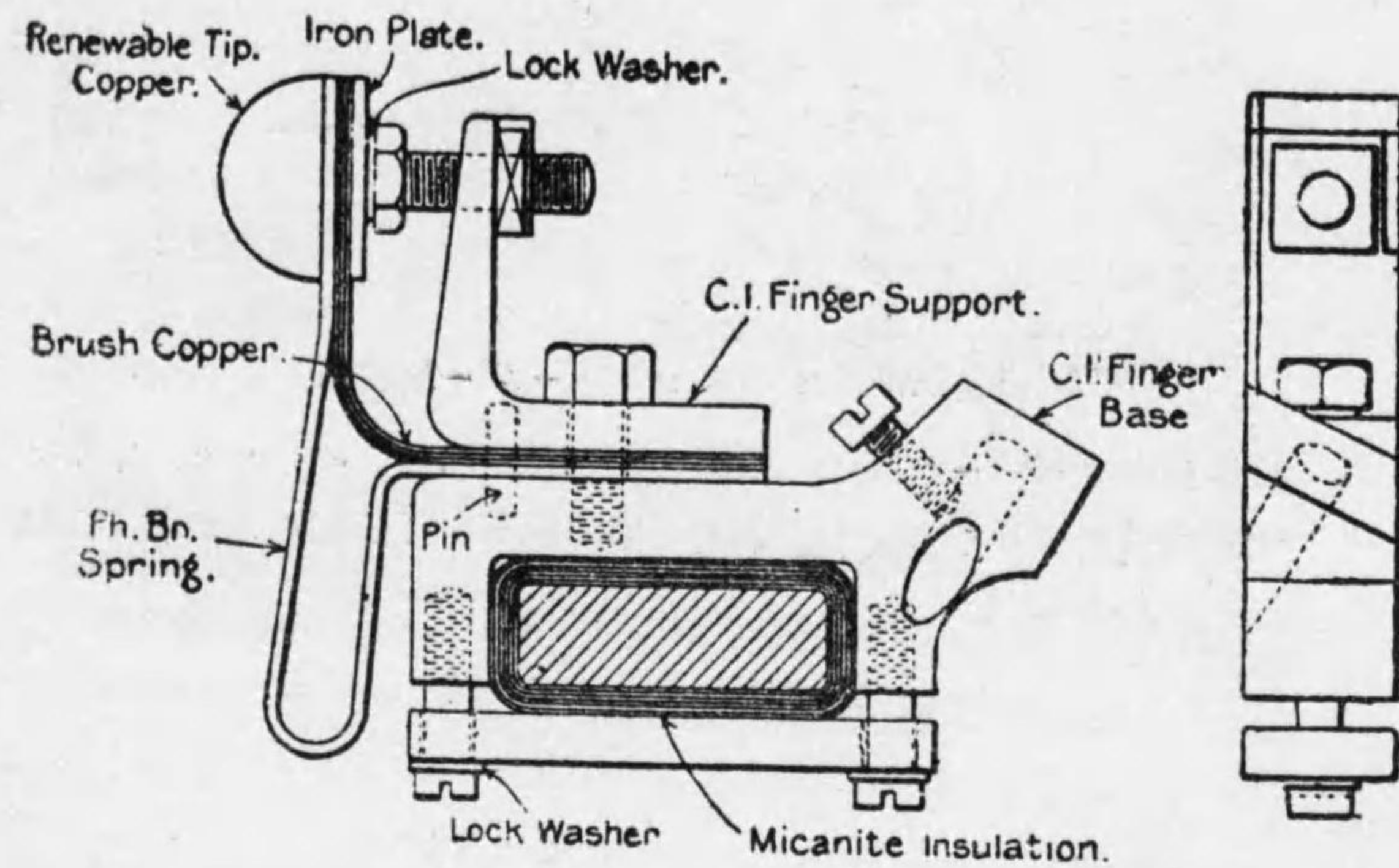
第二百五十三圖



(Bray, Markham & Reiss の取替へ得る接觸部)



第二百五十四圖



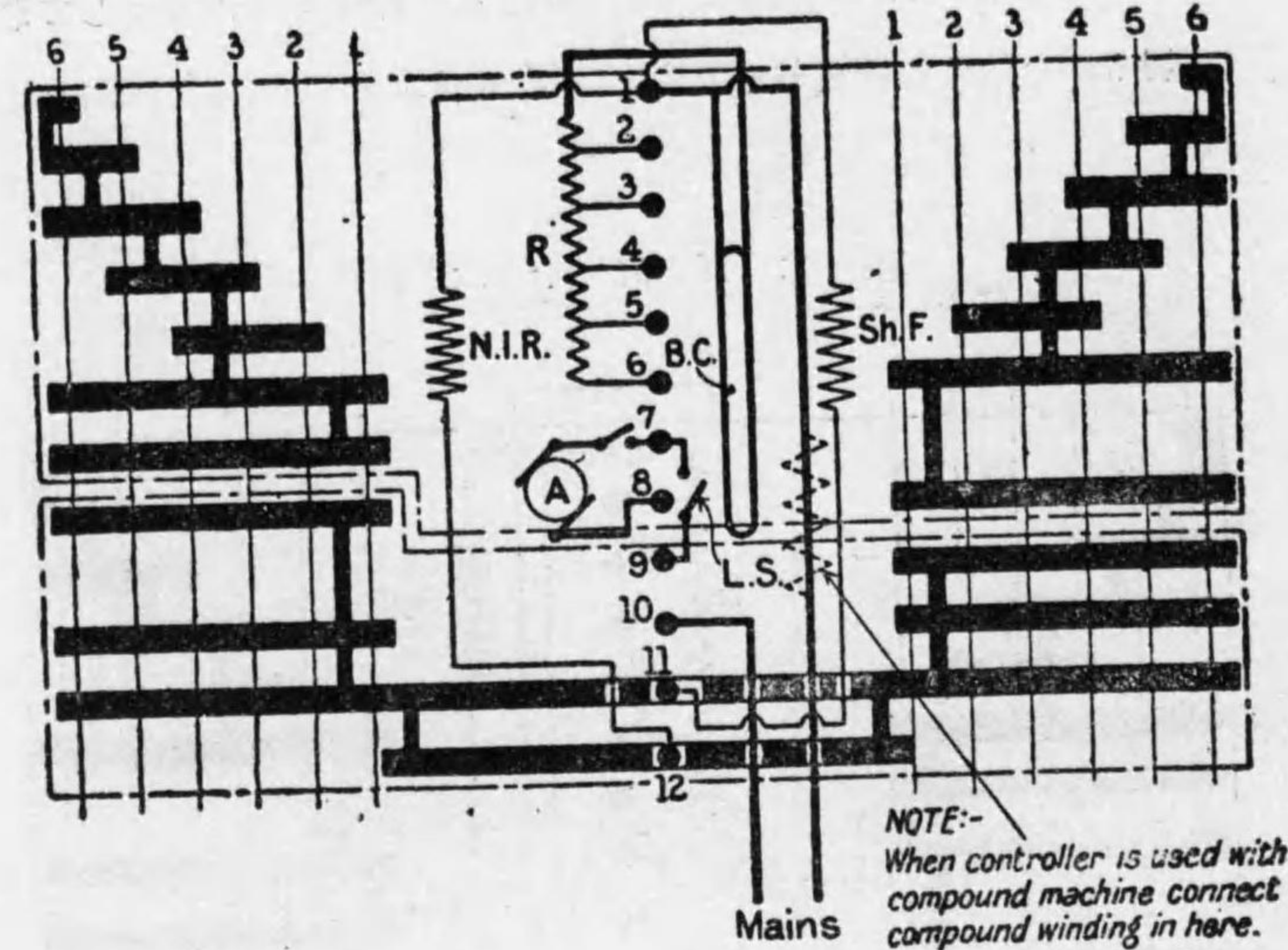
(ウエスチングハウスの接觸法)

準の記號が必要であるがドラムコントローラーは仲々複雑して居るから容易に行はれない。

第二百五十五圖乃至第二百六十圖に於ては鐵のドラムを有するコントローラーの圖表を掲げたり。接觸指は中央に畫かれ其の左右に前進、後退をなさしむる位置を示す。ドラムの點線に包まれた部分は別々の鑄物より成るを示す。即ち點線内のすべての部分は電氣的に接續されて居り他の點線に包まれて居る部分とは絶縁されて居る。

第二百五十五圖より第二百五十九圖までは普通標準型の直流コントローラーを示し圖の下に記載せる説明により之れ等のコントローラーの使用目的を知るを得む。茲には各種のドラムコントローラー中代表的なる最も簡單なるものを擧げたり。激し

第二百五十五圖



NOTE:-  
When controller is used with compound machine connect compound winding in here.

シャント又はコンパウンドモーター用可逆コントローラー

B.C. = 電流を消滅せしむる電磁コイル

Sh.F = 分捲磁界捲線

N.I.R. = 分捲磁界捲線用無誘導放電抵抗 off の位置では電流は四點にて切れる。

限程スイッチ (Limit switch) を要する時には圖に示した位置に附す可し。

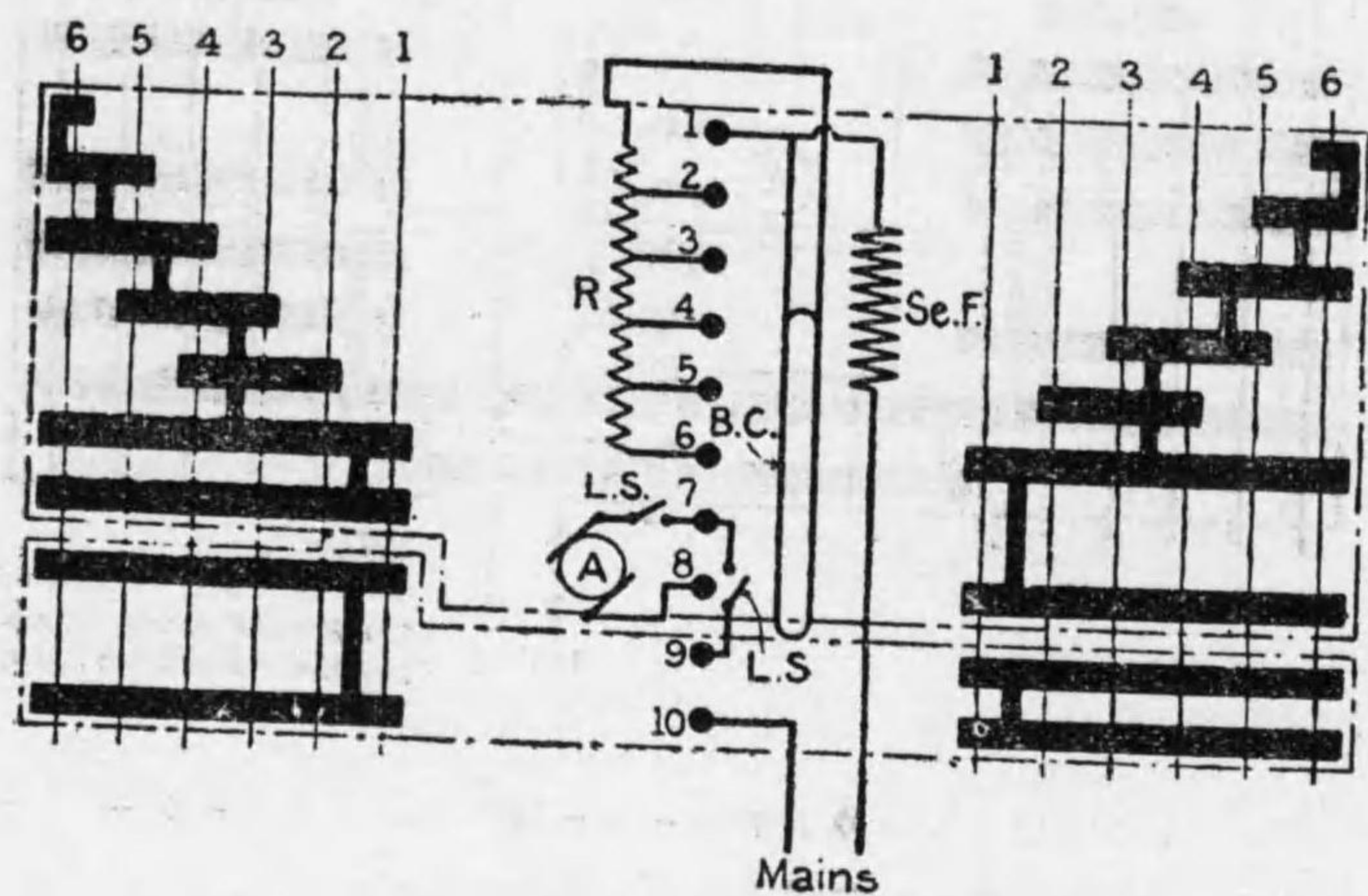
く使用する場合には補助の接觸部を設け遮斷の數を増加するを要す。

Limit switch を要せざる時は接觸法 7 より 9 間の接續はコントローラーの内部にて行はれる。ソレノイドの制動器はシャントモーターにでもシリーズモーターにでも使用されるシリーズモーターの場合には



コントローラーには變りはないがシャントモーターの場合にはコントローラーが off の位置に来る時には並列制御コイルを通して電路を切る様な餘分の接觸部を要す。off の位置では電流は四點で切れる。

第二百五十六圖

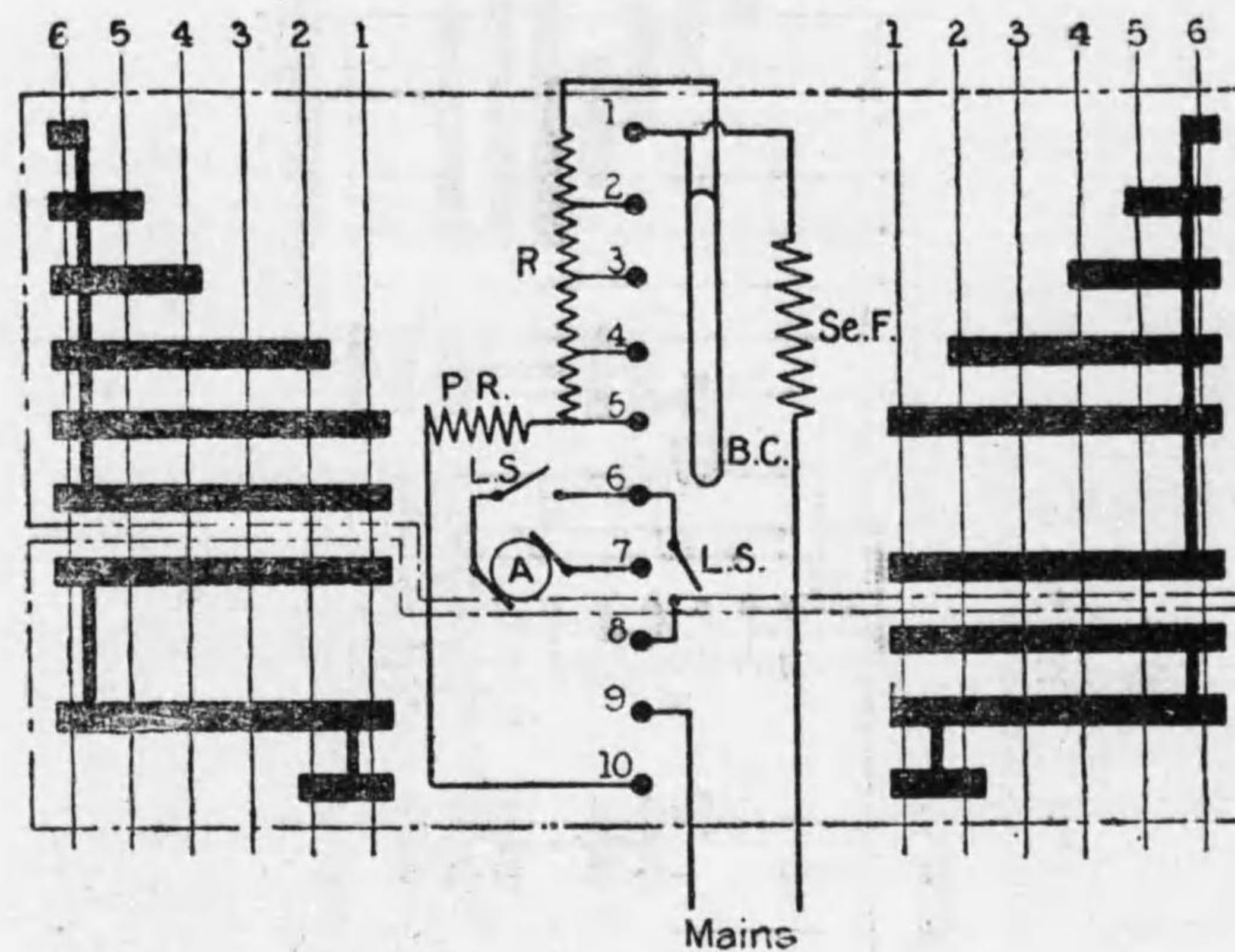


シリーズモーター用の可逆コントローラー  
L.S. = Limit switch.  
B.C. = Magnetic blowout coil.  
Se.F. = シリースフィールド

両方面共 Electrical rheostatic braking を有するシリーズモーター用ドラムコントローラー

此の式のコントローラーは即時静止せしむる事の困難なる大なる貨量(例へばクレーンの斜行前進等)を動かす電動機に用ひられる。若し此の外ソレノイドの制御器を用ひた時には之れはシャントに捲き圖中 off に示した二つの位置にて之れを勵磁し制動機をゆるめる様な

第二百五十七圖



兩方向共二段の低い速度を有する(抵抗をアーマチュアに並列に入れて)シリーズモーターの可逆コントローラー

R = 直列抵抗、  
P.R. = アーマチュアの並列抵抗、

off の位置ではアーマチュアの電流は四點にて並列抵抗を通る電流は二點にて切れる。

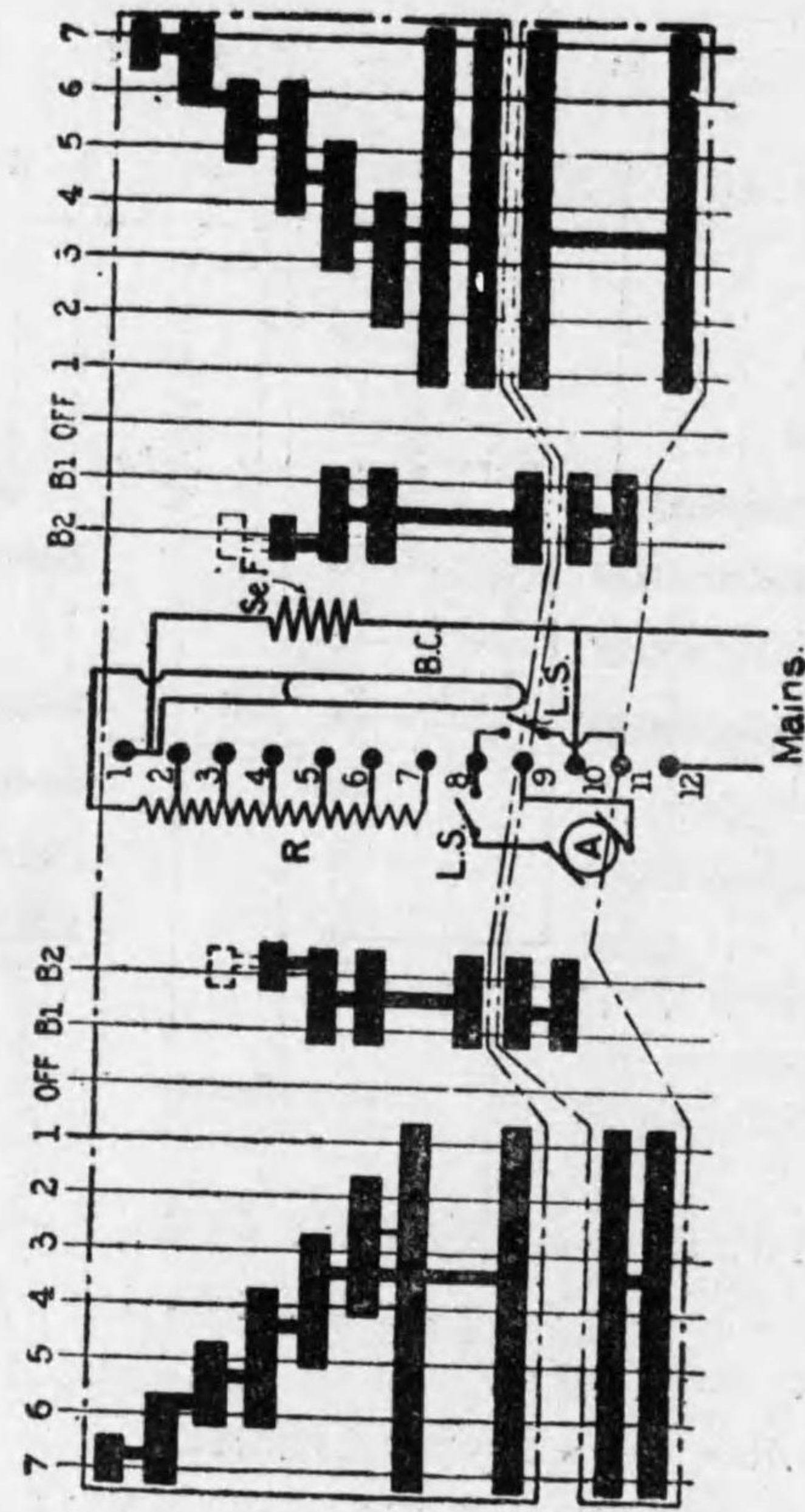
二つの餘分の接觸片を要す。off の位置では電流は四點にて切れる。

自由下降の位置ではシャントソレノイドが動き制御器は off の状態に在り荷重は自己の重量によりて下降す。

Limit switch は捲揚側にのみ附けられて居る捲揚より off の位置に移る時には電流は六ヶ所にて切れる。



第二百五十八圖

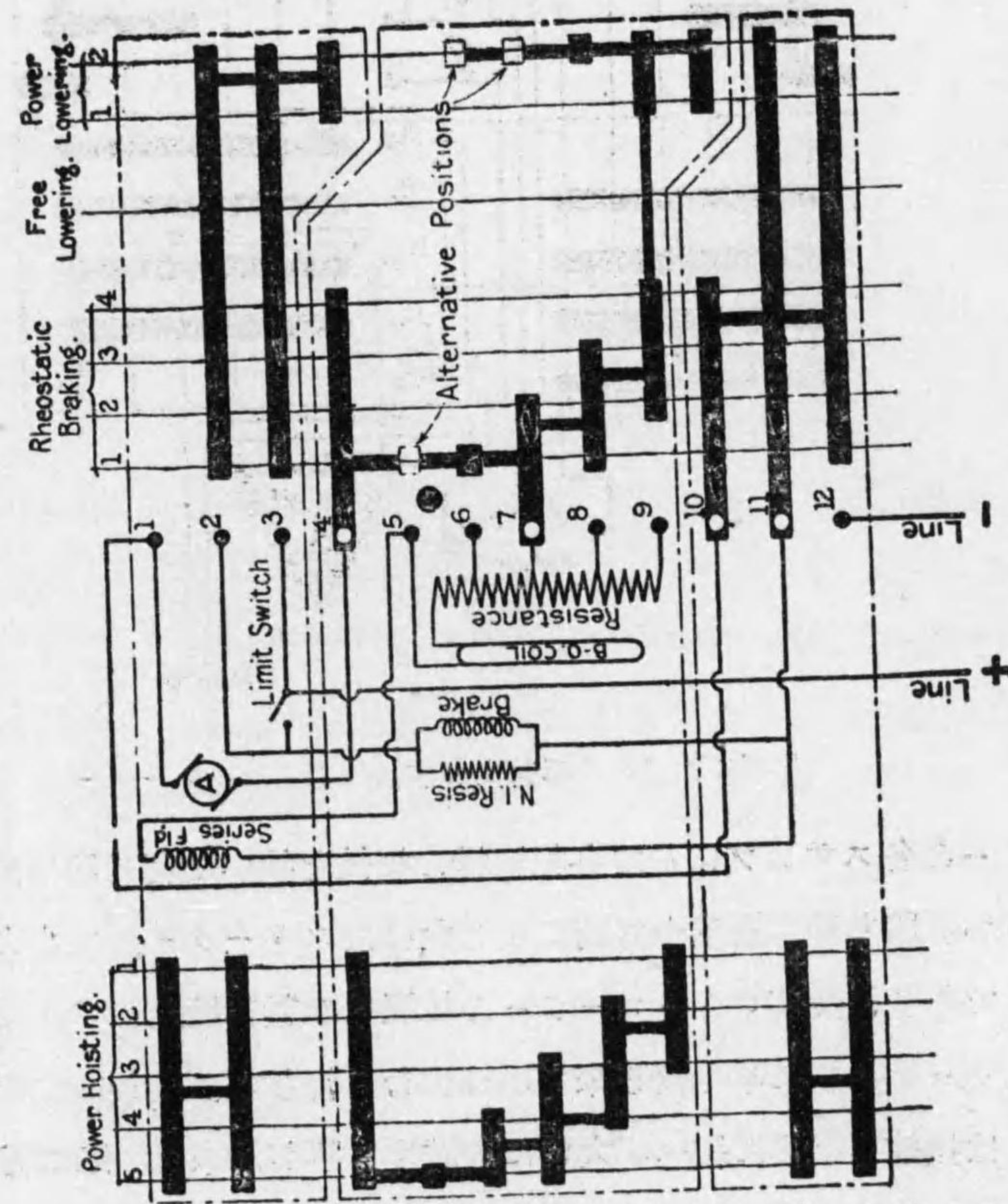


交流用ドラムコントローラー。(抵抗の星形接続と三角形接続との比較)

抵抗を三角形に接続した例は**第二百三十八圖**に示してある。此の方法を用ふる理由はコントローラーの接觸指の数を減じ得るにあり。然れども接觸指の数を減じ得る場合はコントローラーを或る中途の位置で電動機の二つのスリップリングを短絡す

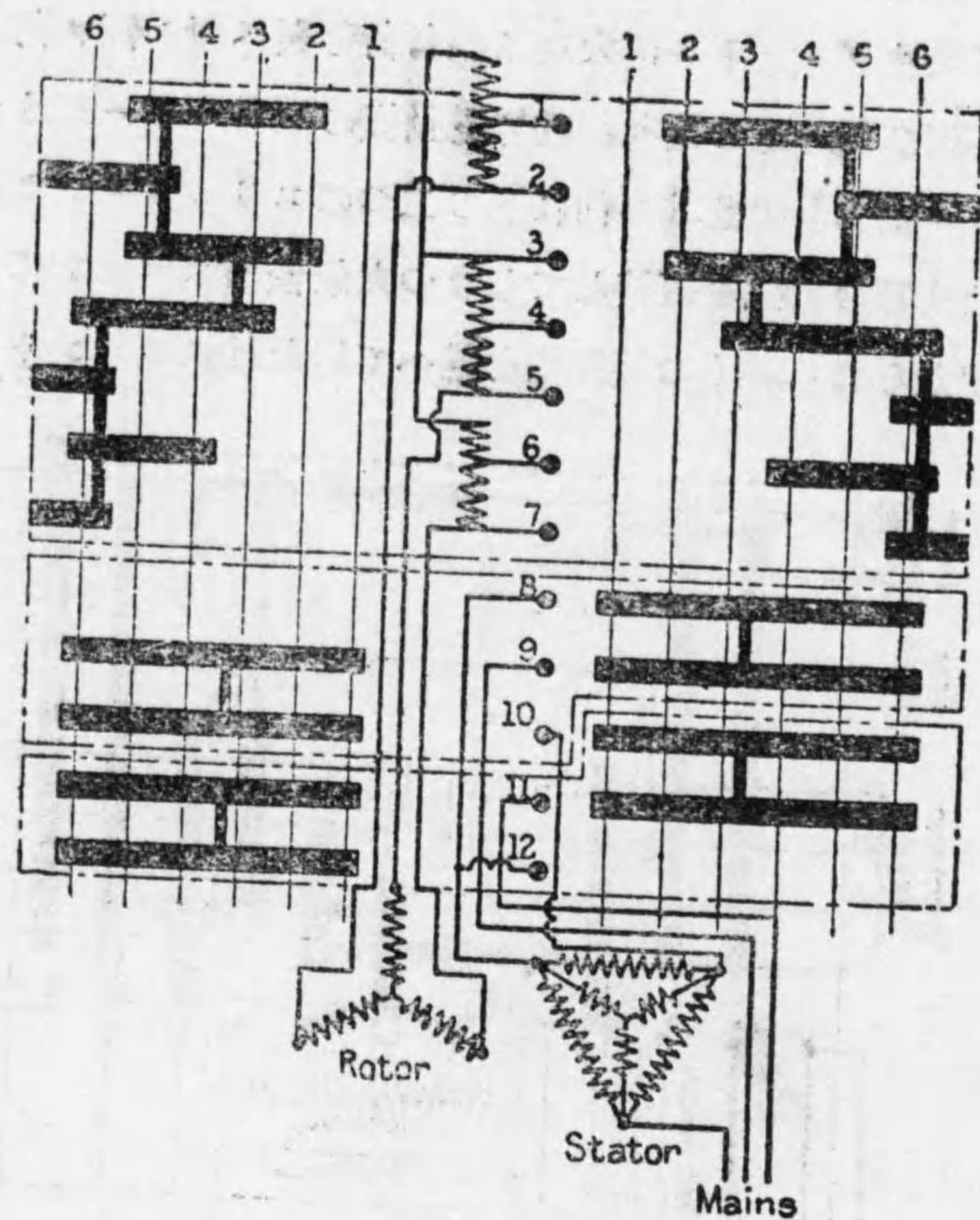
る様に装置した時に限られ、此装置では非常に不平均を來し抵抗線(又はグリッド)に大なる過負荷を與へ極々軽い荷重の時にのみ行ひ得るものなり。誘導電動機のスターター又はコントローラーにありては其の何れかの二つのスリップリングを短絡するは全體の抵抗を短絡してしまつた最後のステップに於てなさねばならぬ。多くの接觸指を備へて居なければコントローラ

第二百五十九圖 捲揚用シリースモーターの可逆コントローラー





第二百六十圖



星形に結ばれた抵抗を有する三相コントローラー

の各ステップに於て各相同様の抵抗を抜いて行く事は出来ない。即ち**第二百三十九圖**に示した様なスターターが尤もよい理であり、交流コントローラーの接觸指の数を經濟にすればローターの各相に不平均を來すのは已むを得ない。然し此の不平均は抵抗を星形に結べば大いに輕減する事が出来る。**第二百六十圖**は星狀に結べる抵抗を有する誘導電動機に適せるコントロー

ラーなり。

### コントローラー用抵抗の格定

コントローラー用の抵抗は極々小なるものゝ外は鑄物又は打抜きせるグリッドより成り各接觸指に結ぶ可きターミナルを有す。**第二百六十一圖**は耐水函内に藏めたるグリッドの一例を示す。大抵の抵抗器はそうであるが之等は熱容量が小さく傳導、副射によりて冷却せらるるのみであるから電動機や變壓器などに比較して非常に早く最後の一定温度に達してしまふ。従て格定上時間の取り方は頗る短かく通常連續格定、五分間格定、二分間格定の三種に分つを常とす。

然し之等の細かい時間に就ては各製造家によりて少しく異り、各製造家共標準となし得る六定の格定法を定むる事は非常に必要な事である。此の點に就ては未だ何等成就された事項がない。米國の電氣法令中には抵抗を試験する或る標準法を規定してある。(附録一を参照)。

此の規定による時は例へばスターターは規定の全負荷電流に三分間耐えられ抵抗は此の三分間に漸次切り離される様になつて居る。勿論此の試験中燃焼熔解等を起さざるを要す。更に此の規則によれば連續格定のものには二時間 25 パーセントの過大の電流(即ち 56 パーセントの過大のワット)に耐えられ燃焼、熔解を起さざるを要する事になつて居る。

之れでは燃焼熔解等を起さしむるには激しい使用をなすを要し甚だよい格定になつて居る。英國では多くの製造家コントローラーの抵抗を比較するに 15 分を標準として居る。之れを基



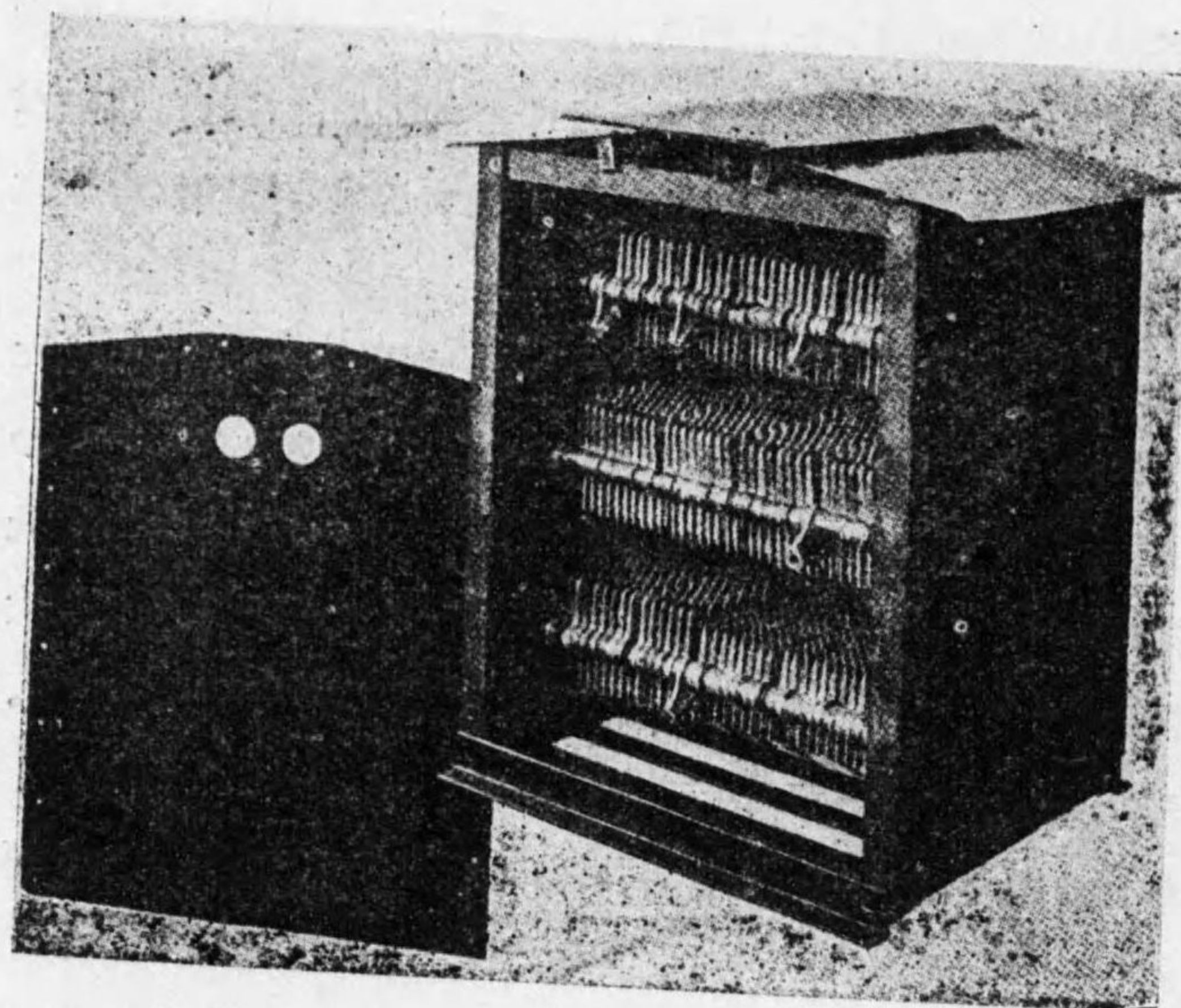
礎として二分間格定五分間格定を定むれば：—

二分間格定：—二分間に電動機を全負荷トルクに對して始動せしめ、毎 15 分間に此のサイクルを繰り返す或る一定の溫度上昇を來す。

五分間格定：—五分間に電動機を全負荷トルクに對して始動せしめ、毎 15 分間に此のサイクルを繰り返す或る一定の溫度上昇を來す。

或る製造家は二分、五分格定に於て初めのステップに二分又は五分中どれだけの時間が費さるるかを規定して居る。一般の標準格定法として之れは必要なるか否か疑はしい。普通の方法

第二百六十一圖



耐水函に藏られたコントローラ用グリッド抵抗(側蓋を除く)

で始動すれば二分なり五分なりの間に始動器のアームは最大より零の位置に漸く移される事明かである。

連続格定：—連続的に格定された抵抗はすべてのステップに全負荷トルクに相當する電流を連続的に通じ得るを要す。

或る製造家は速度を全速度の以下に落さぬものとして初めの方のステップに五分間格定を與へて居る。之れは連続格定と五分間格定との間に位するもので五分間格定とは云ふ事が出来ない。

急激なる連続始動。

上述の二分間及び五分間格定に於ては急激に連続して始動する場合は考へて居らない。然し之れが出来ない抵抗は殆んど使用されないであらう。依て上述の格定に猶二分間格定の抵抗は二分間の始動をつづけて二回繰り返す、五分間格定の抵抗は五分間の始動を二回續けて始動し一定の溫度以内に保たれねばならぬと云ふ事を附加せねばならぬ。

コントローラ抵抗の溫度上昇。

コントローラ抵抗の絶縁にマイカを使用せる場合には燃焼の變が少いから溫度をあまり低く取る必要はない。かゝる場合には華氏 300 度位の溫度は充分安全な溫度である。

註 華氏 300 度 = 攝氏 148.89 度



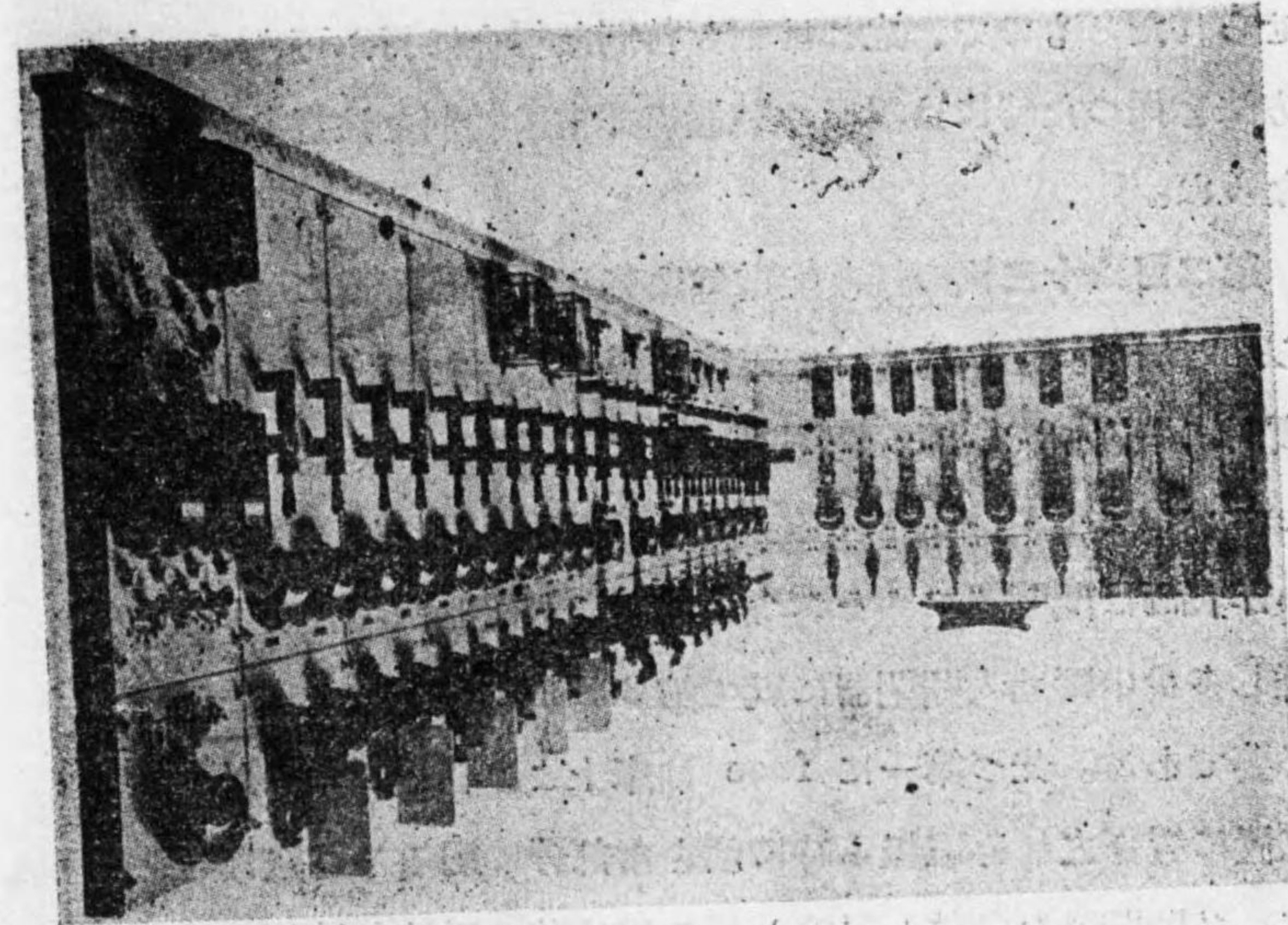
## 第六章 低中壓配電盤

配電盤なる語は電流の調整制御を目的とする内部接続を有する電氣器具を一括集合せしめたものの總稱である。低中壓の配電盤にも油入開閉器を數々使用する事があるが之等は第七章にて述ぶる事とし本章にては省略す。之れは使用電壓は高くなくとも油入開閉器を装置せる配電盤は保安上及び英國電氣法令に一致せしむる爲め高壓と同様の方法によりて作らるるからである。現今油入開閉器を有する中壓の配電盤で此の方法で作られて居ないものが澤山ある、即ち油入開閉器の油槽は盤の裏面に直ちに取りつけられ panel 間の隔壁なく油入開閉器と母線間に區劃器の付いて居ないものがある。斯様なものは線路が生きて居る間は開閉器を調整したり掃除したりする事は出来ない、斯かる状態にありて油槽を取り除く事は非常な危険である。従て油入開閉器を有する多くの panel より成り立つて居る低中壓の交流配電盤にも従來は高壓の配電盤にのみ必要と思はれて居た隔壁や區劃器を装置するを要す。

此の例を除いては低中壓配電盤は多く平な絶縁盤上に種々の遮斷器、可熔安全器、開閉器、調整器等を配列したものである數年前中壓の配電盤は細胞式に作られた事があつたが現今では之れは跡を絶ちすべて**第二百六十二圖**に示した様に作らるるに至れり。

之れは遮斷器開閉器等の器具はすべて盤の前面に附せられ母

### 第二百六十二圖



低中壓直流配電盤の前面圖、Flat back 式、G.E. 製

線の接続等はすべて盤の表面にて行はる。之れは英國及び米國にて行はるる式であるが歐洲大陸にては開閉器、遮斷器等を盤の裏面に付ける事が往々ある。之れを運轉するには盤面に把手を出して置き lever で前面から取扱ふ。此の方法は特別な利益もなく單に費用を多く要するのみである。此の種の配電盤の例として**第二百六十三圖**を擧ぐ。

どうしても盤の裏面は母線や接続線から充分安全の間隔を存じて置く事が必要である。盤の前面に於ては短絡や運轉者の手を焼くのを防ぐ爲め隔壁や包鞘を装置する事は容易である。

或る技術者は開閉器や遮斷器は配電盤の前面に附け fuse を



其の裏面に附けて居る。之れは英國內務省の専門家により非認せられたるもので、之れは極々特別な場合に行ふ可きで、之の方法を採つた時には器具の装置に非常に特別な注意を拂はねばならぬ。

第二百六十三圖の様な配電盤は英國でも紡績業に屢々使用せられて居る。之れはすべて電流の通る活きた部分は皆配電盤の裏面に装置され、双形開閉器は油入開閉器の如く盤の前面より lever によりて開閉される。以て前面から見れば外觀は頗るよいが裏面は開閉器フューズ等を前面に装置した場合より頗る複雑し多少中壓油入開閉器に就て第 398 頁にて述べた様な注意が必要である。先づ第一に fuse は床上より自由に取り外し得る位置に置き之れを取扱ふ時に活きた部分に觸るる危険なきを要す。又開閉器を調整し掃除し得る爲め其の電流を遮断し得る様なすを要す。毎日必要な時間だけ電流を遮断しても差支へない時には主要開閉器にて遮断されるが連続供給の必要ある場合には各回線には各々區劃器栓等を備ふるを要す。猶或る panel だけ特別に調整したり掃除したりする時他の活きた部分に觸れる必要のない様に永久的又は一時的の隔壁を取り附くるを要す。(英國工場法第二十三條、第二十四條)

配電盤の組立框を作る方法に二あり一は角鐵、平鐵、溝鐵によりて作るもので他は瓦斯管によりて作るものなり。第二百六十四圖は瓦斯管で組立てたる配電盤の側面圖なり。價格の點より考ふれば兩者共大差はない。瓦斯管によるものの利益なる點は panel は垂直支柱より離れて支持されて居るから細い配線

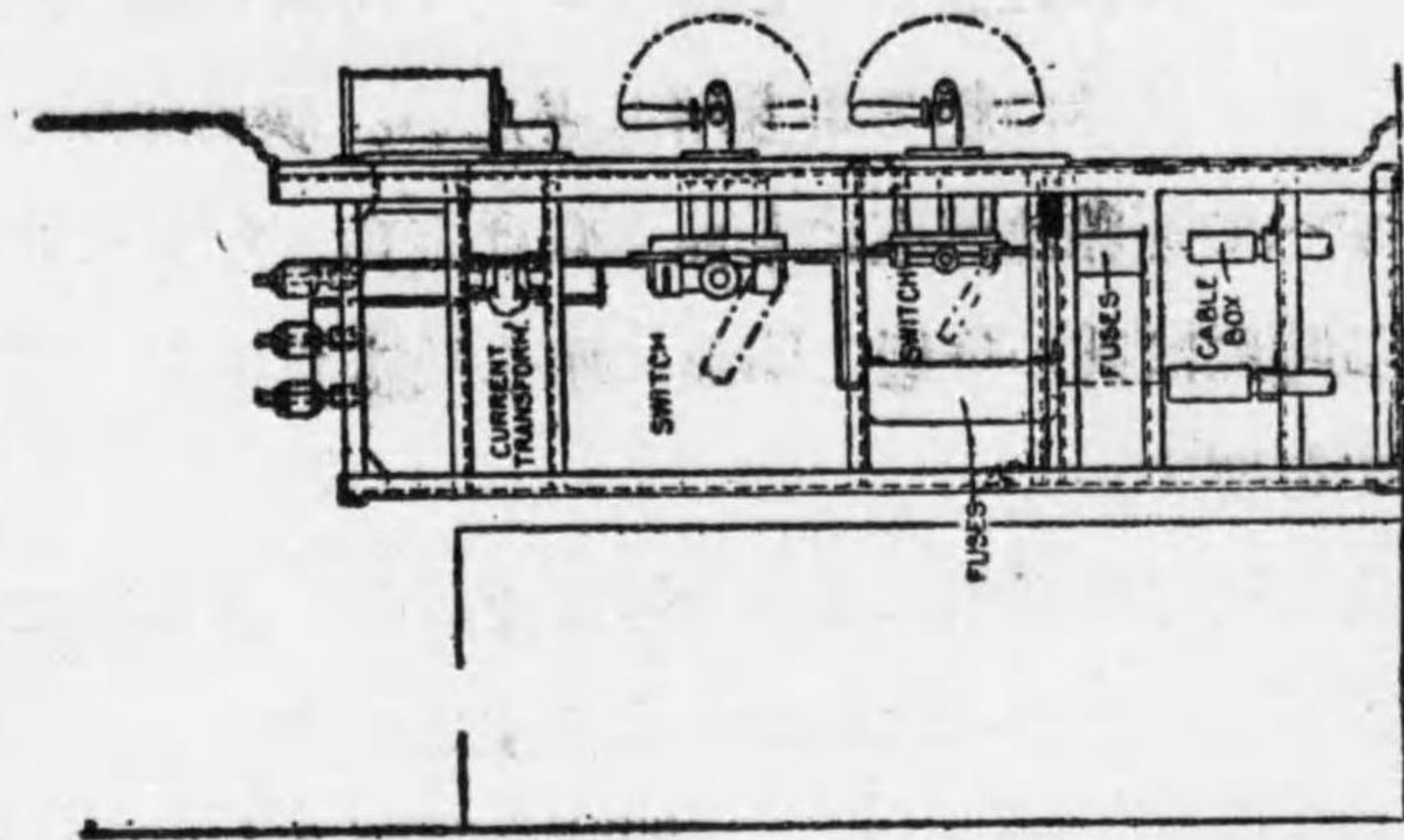
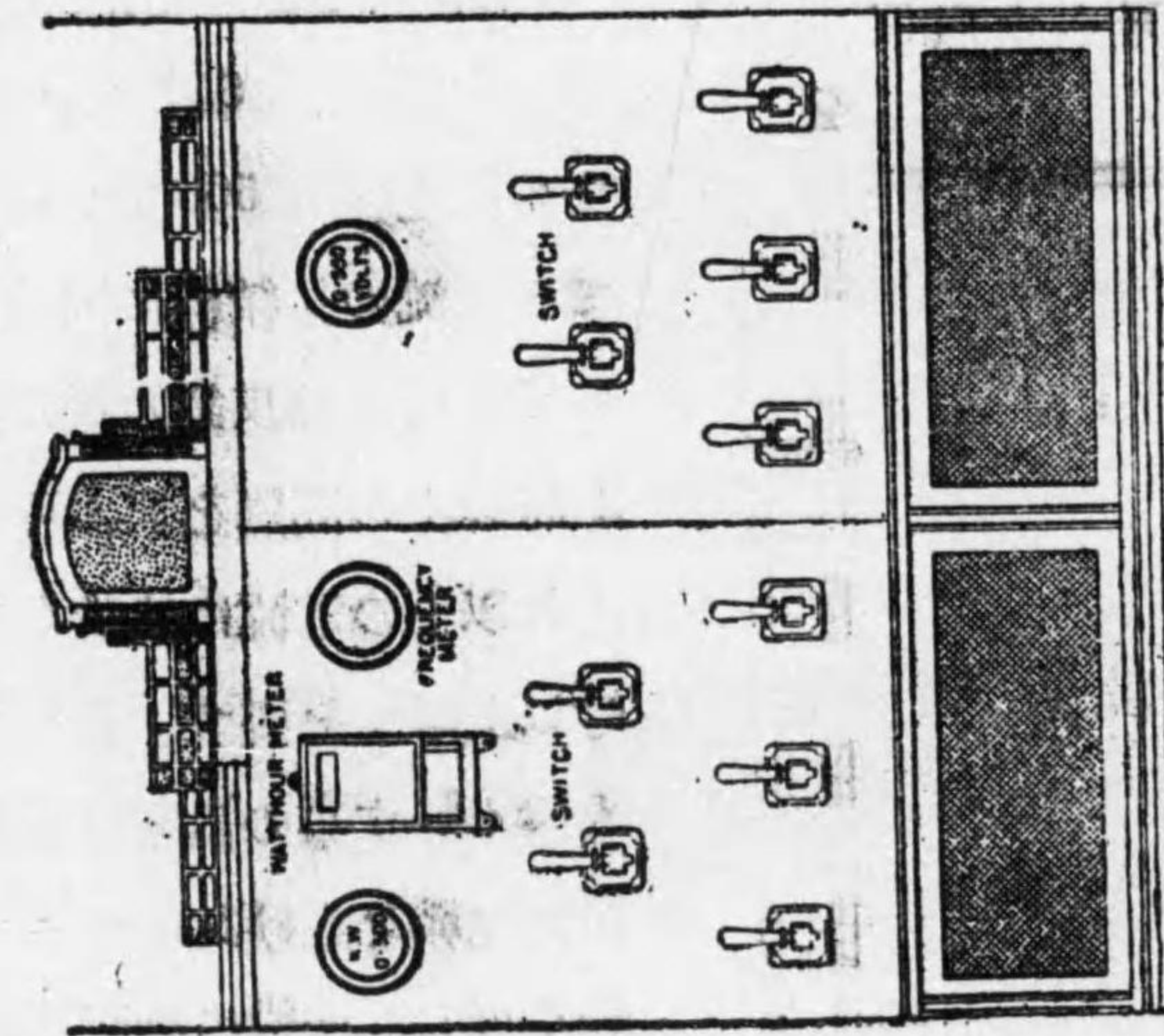


圖 三 十 六 百 二 第



500 ヴオルト配電盤  
Back of board 式双形開閉器及びフューズは配電盤の裏面に装置す

を石盤の裏面に眞直に引く事が出来る。然し角鐵で組立てた場合より石盤に大なる stress を及ぼす。其の他角鐵の框の方が機械的によく著者は此の方を選ぶ。瓦斯管の框は米國は非常に多く行はれて居るが英國には比較的少い。

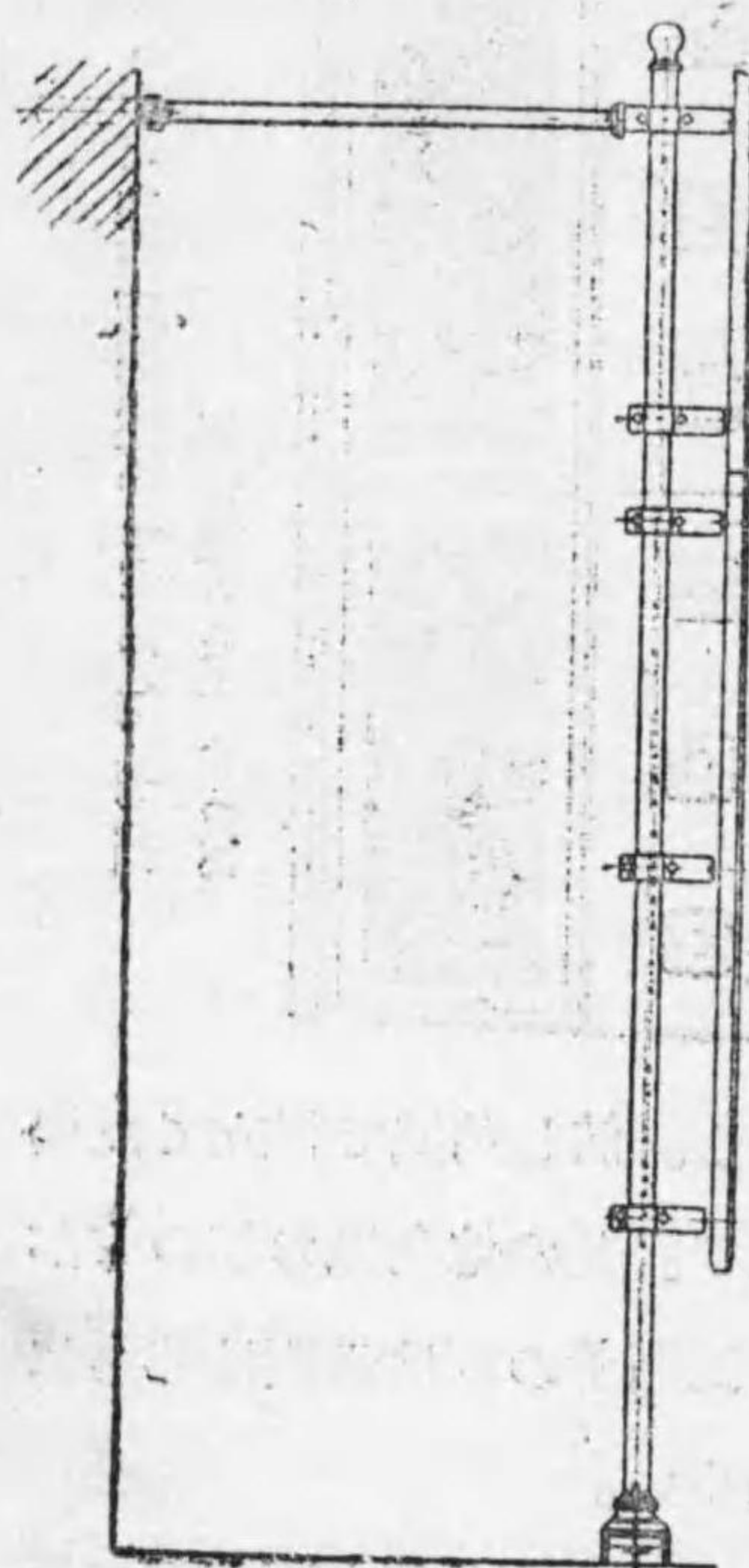
低中壓配電盤に於て間隔及び母線の装置法。低中壓配電盤の成功不成功は主として母線裏面接續の良否に在り現今では各製



造家共大いに此の點に注意し昔の様なごた々入り亂れた接法は見られない。故障の起る事も殆んどない。狭い場所では間違が起る。すべて配線は眞直にし曲り角は直角となすべし。配線の圖を作る時には其の位置を明かに示し最も低廉な工費で出来る様になすを要す。

大なる電流の通る配電盤の裏面接續には銅條、其の間に狭き區分片を用ふ。之等はすべて圖面に表はすを要す。

第二百六十四圖



瓦斯管より成る配電盤組立櫃

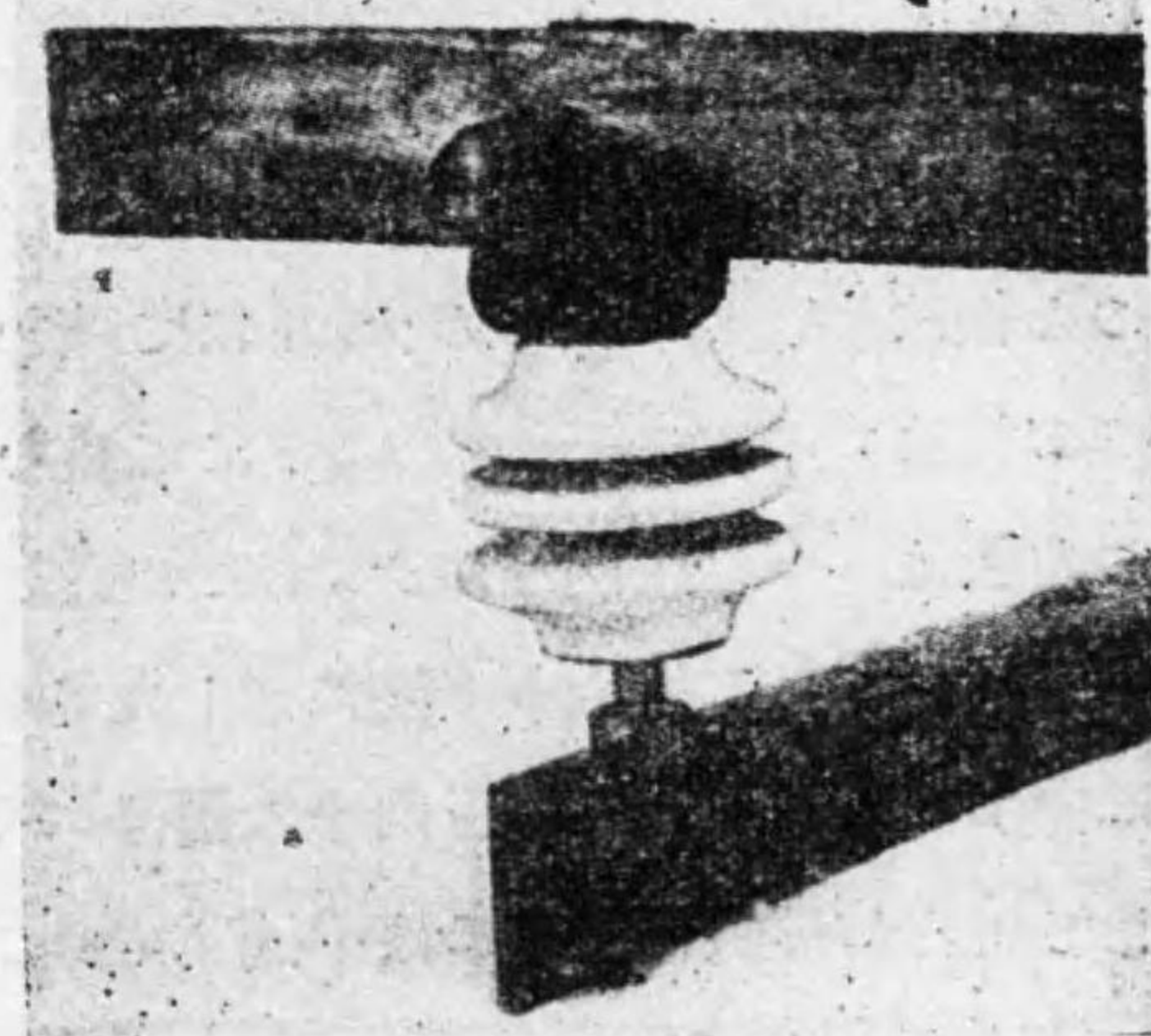
間隙の問題に大なる注意を拂ふを要す。650 ヴォルトまでの配電盤で500 アンペアまでの電流の接續線に裸線を使用する時には反對の根の線は2 吋以上の間隔を與ふ可く、之れ以上の電流には少くも4 吋以上離すを要す。どうしても遠く離す事の出来ない場合には包鞘を設け又はテープを巻く可し。一般に裏面接續は裸線がよい。ケーブルの接續線には絶縁物の上に不燃質の被覆を施すべし。水平面に並べて多くの母線を装置する場合には其の間に垂直の隔壁を設くるを可とす——英國内務

省令中に此の事は規定されて居る。然れば何か金屬片が落ちて來ても之等を短絡する憂はない。第二百六十五圖は母線を支持する便利な一方法を示せり。

配電盤の太き銅條接續片。

大なる電流の接續線には通常銅條(又アルミニウムの板)を並列に使用す。其の冷却面を有効ならしむる爲め垂直に間隔を

第二百六十五圖



母線支持法

取つて装置し其の間の空氣の流通を良好ならしむ。

或る技術者は此の銅條は兩面共間隙を與へ兩側共流通する空氣に接せしむる様なす可しと云つて居る。若しこゝ出來れば勿論よいのであるが一般に厚さ1/2 吋の板ならば二枚を密接して装置しても充分である即ち一面だけが空氣に接して居る様にすればよい。従て斯様な板を四枚使用する必要のあつた時には二枚



宛一組となし兩組の間には少くとも $\frac{1}{8}$ 吋の隔斥を挟む可し。配電盤の設計には總てかかる點をも圖に表はして置かねばならぬ。

接續板と脚ボルトとの接續——接續板と脚ボルトとを結ぶには板の兩外側に二つの主要ナットをかけ間に多くのナットを用ふ可し。一般に中間に用ふるナットは板の標準厚さの二倍——即ち $\frac{1}{4}$ 吋とす。船舶用又は交流の配電盤には此の外外側の主要ナットを止めるにロックナットを使用す可し。

ナットの數は(ロックナット)を除き次の表による可し。

各二枚の板につき一つのナットを使用す：——

二つの板は	二つのナットにて狭む
三つの板は	三つのナットにて狭む
四つの板は	三つのナットにて狭む
五つの板は	四つのナットにて狭む

第二百六十六圖及び第二百六十七圖に示した様に接續の設計に往々困難に會する事あり。第二百六十六圖はスキッチの脚ボルトには適して居るが母線の接續には不適當で第二百六十七圖

第二百六十六圖

第二百六十七圖

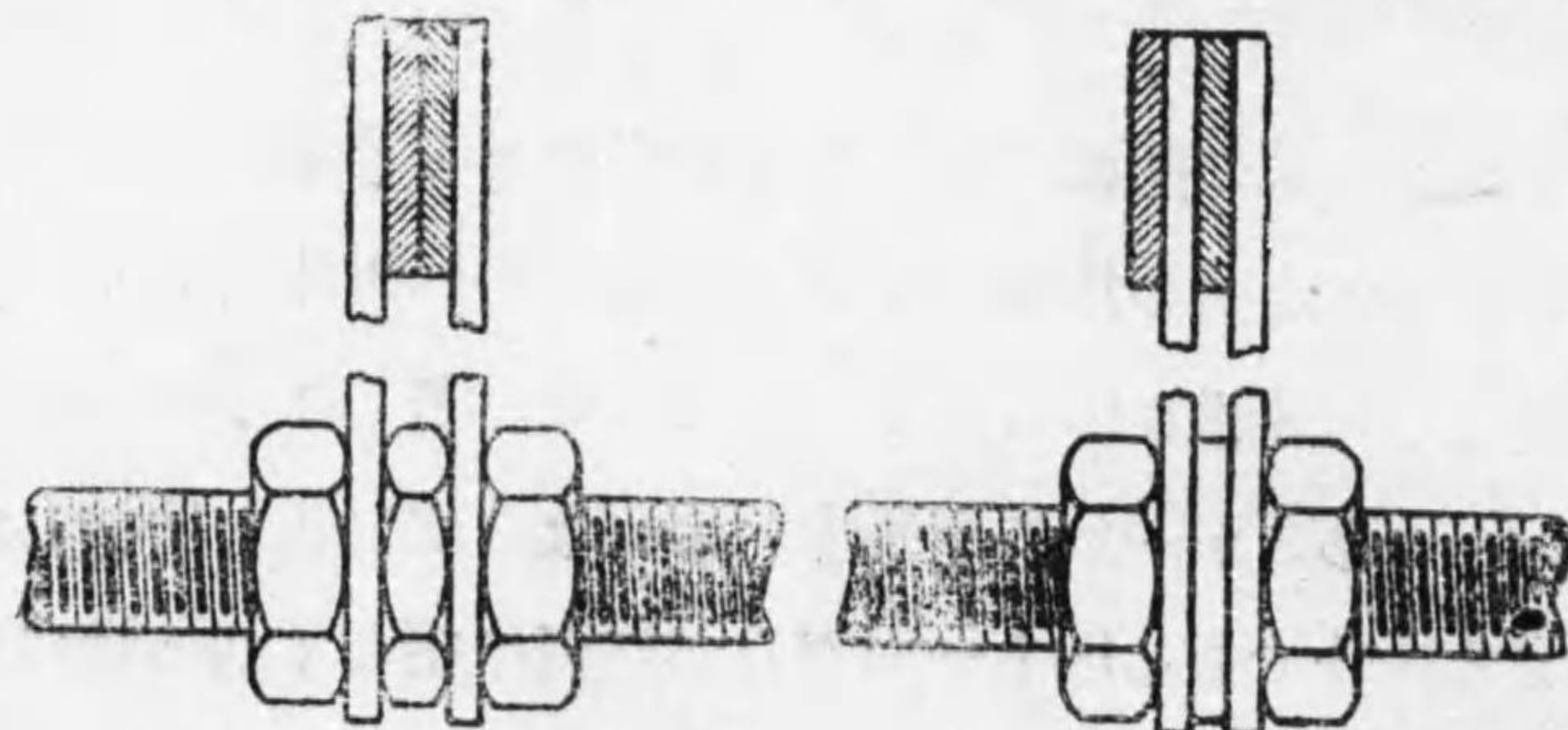


FIG. 266.

FIG. 267.

は又其の反對なり。

すべてスキッチは出来る限り冷却せねばならぬので**第二百六十六圖**の方がよいのである。

### 配電盤の絶縁抵抗

第一章に述べた原則に従へば低中壓配電盤の絶縁試験には少くとも 2000 ヴォルトの交流電壓を 15分間加ふるを要す。猶此の試験の外オームメーターにて其の絶縁抵抗を測定し不良の箇所の有無を検す。

配電盤の絶縁抵抗の實際の値は頗る不正確であるが平均の値は 250 ヴォルトのオームメーターで同一のスレート盤上任意の二點間に於て 10 メグオーム位なり。スレート又は大理石を使用した場合には鐵框に取付くるボルトを絶縁物のブッシングにて絶縁せねばならぬ。此のブッシングの材料としては市場には種々あるが最も良質のもので作らねばならぬ。250ヴォルト用のものには此のブッシングの外別に器具類と盤との絶縁物はいらぬが 500 ヴォルト用としてはマイカ、エポナイト等のブッシングを用ふるがよい。一般に仕様書中に絶縁抵抗の特別の値を規定してある場合には器具と盤との間に絶縁物を使用し規定の絶縁抵抗を得なければならない。

### Distribution board

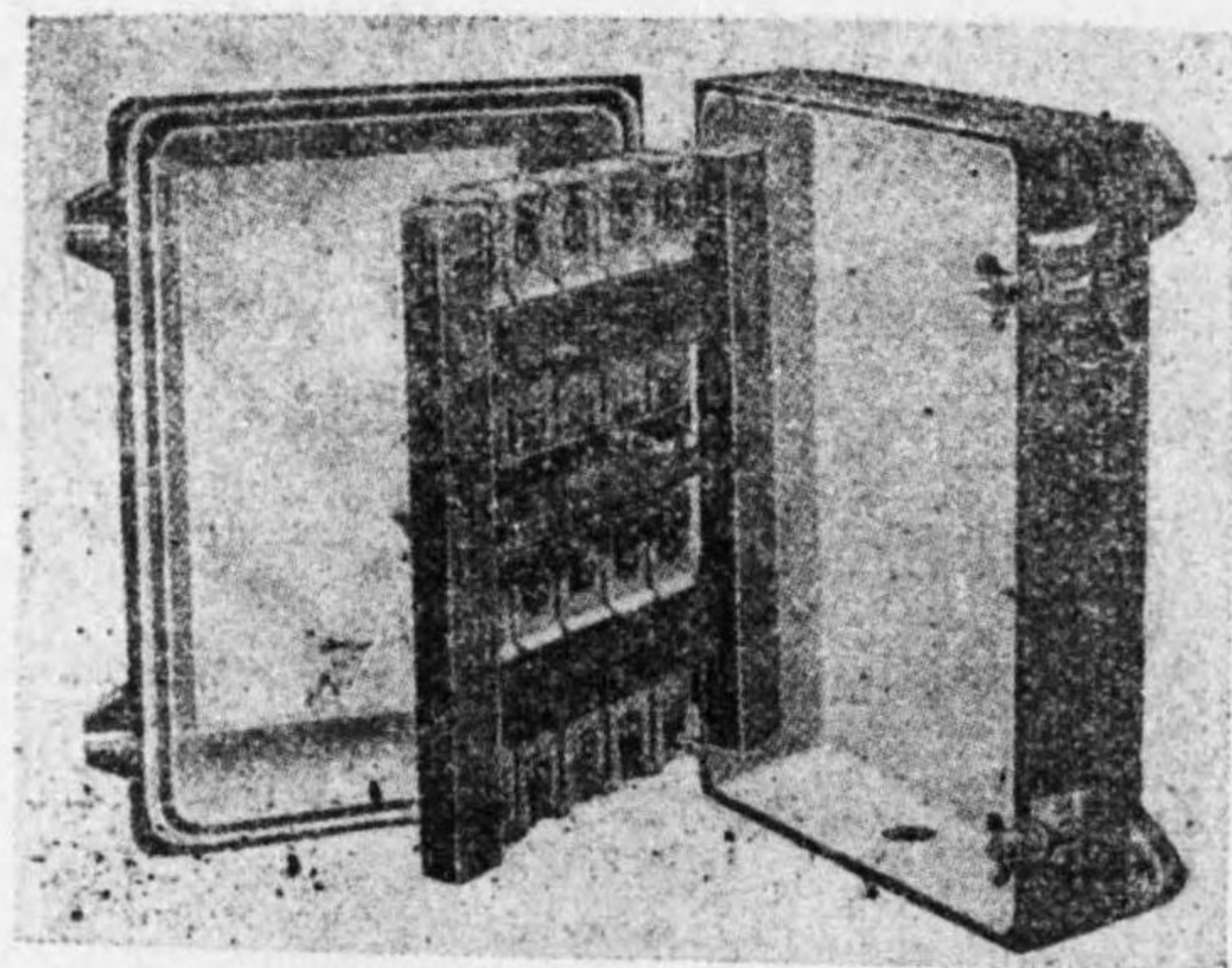
「ディストリビューションボード」とは一つ或は多くのフェーダーから供給を受け之れより多くの二次回線を出て之れを制御す



る盤で多くの異つた種類のことを詳説する必要はないから單に一般の原則を述べむ。

此の主要なる點は接続に容易で便利なる點にあり鑄鐵其の他の函に納められて居るディストリビューションボードにありてはターミナルを皆盤の外面に附し内部に導線に對して充分の餘地を與へて置けばよい。或るものは此の點に甚だ誤つて居るものがあり之を綺麗に接続するは誠に困難なものがある。之は捻子を切つた導管を用ひ之を函の内面のナットで止める様になつたものに殊に多い。製圖者が之等を設計する場合には接続者の立場になつてやらなければならない。然れば非常な不便の存在する事が容易に發見せられるであらう。

第二百六十八圖



Parmiter, Hope & Sugden にて作れるフューズボックス

蓄電池用配電盤

自家用電燈發電所

蓄電池用配電盤中最も簡單なるは自家の電燈用として發電機と蓄電池とを並用する場合なり。第二百七十二圖は其の理想的の接続圖なり。此の配電盤では種々の動作をなし得るが先づ

1. 兩極開閉器を閉づれば蓄電池を充電する事が出来る。

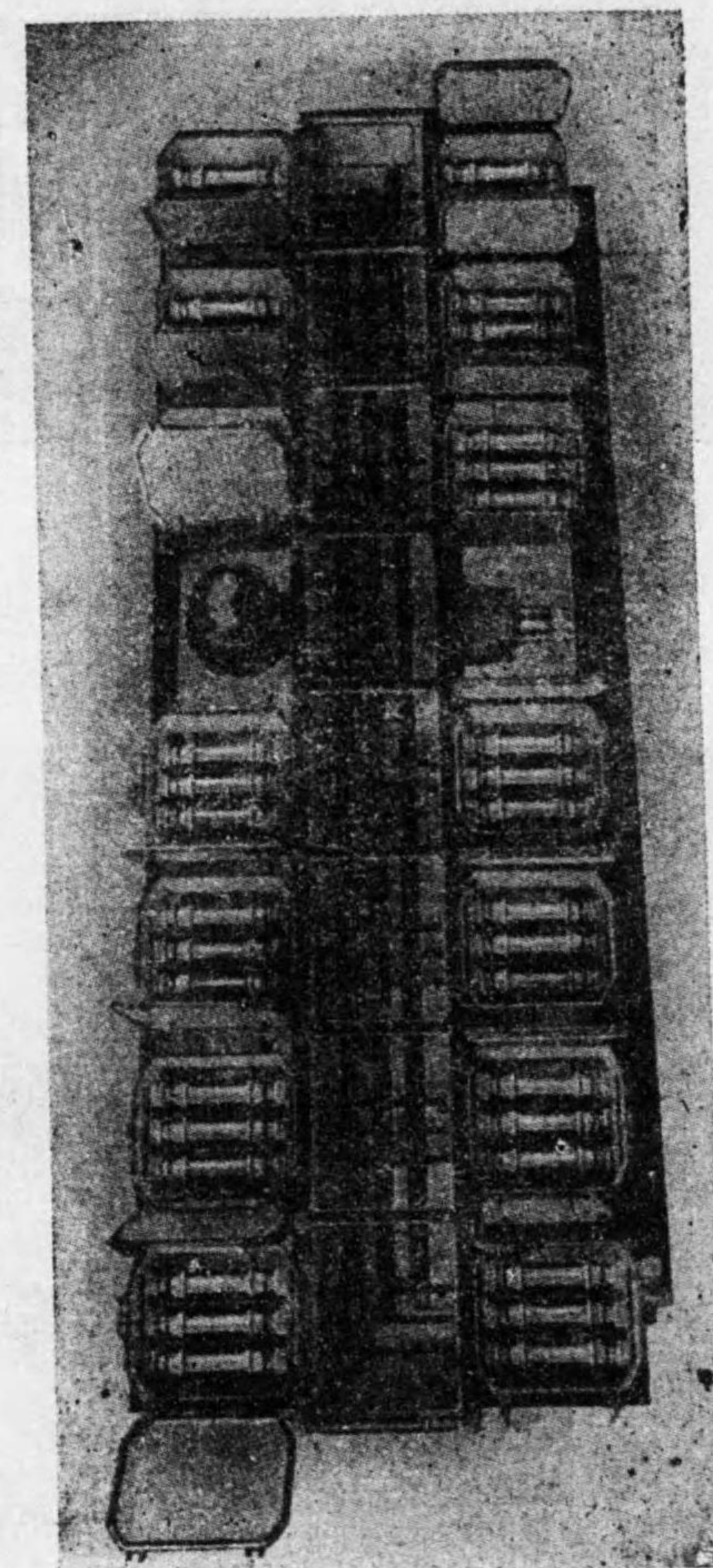
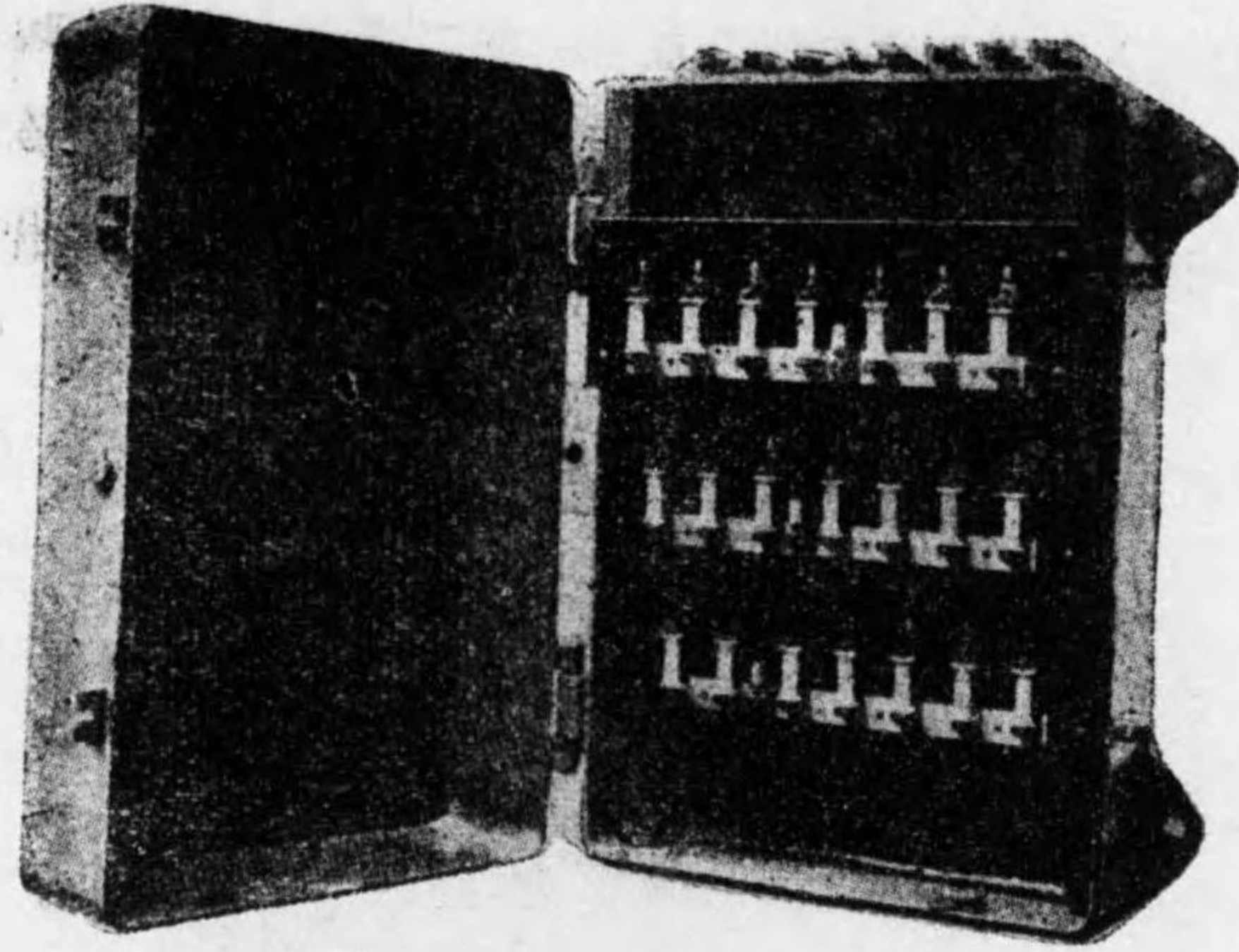


圖 九 十 六 百 二 第

U it 式に作りたる三相フューズボード Expansion book case type

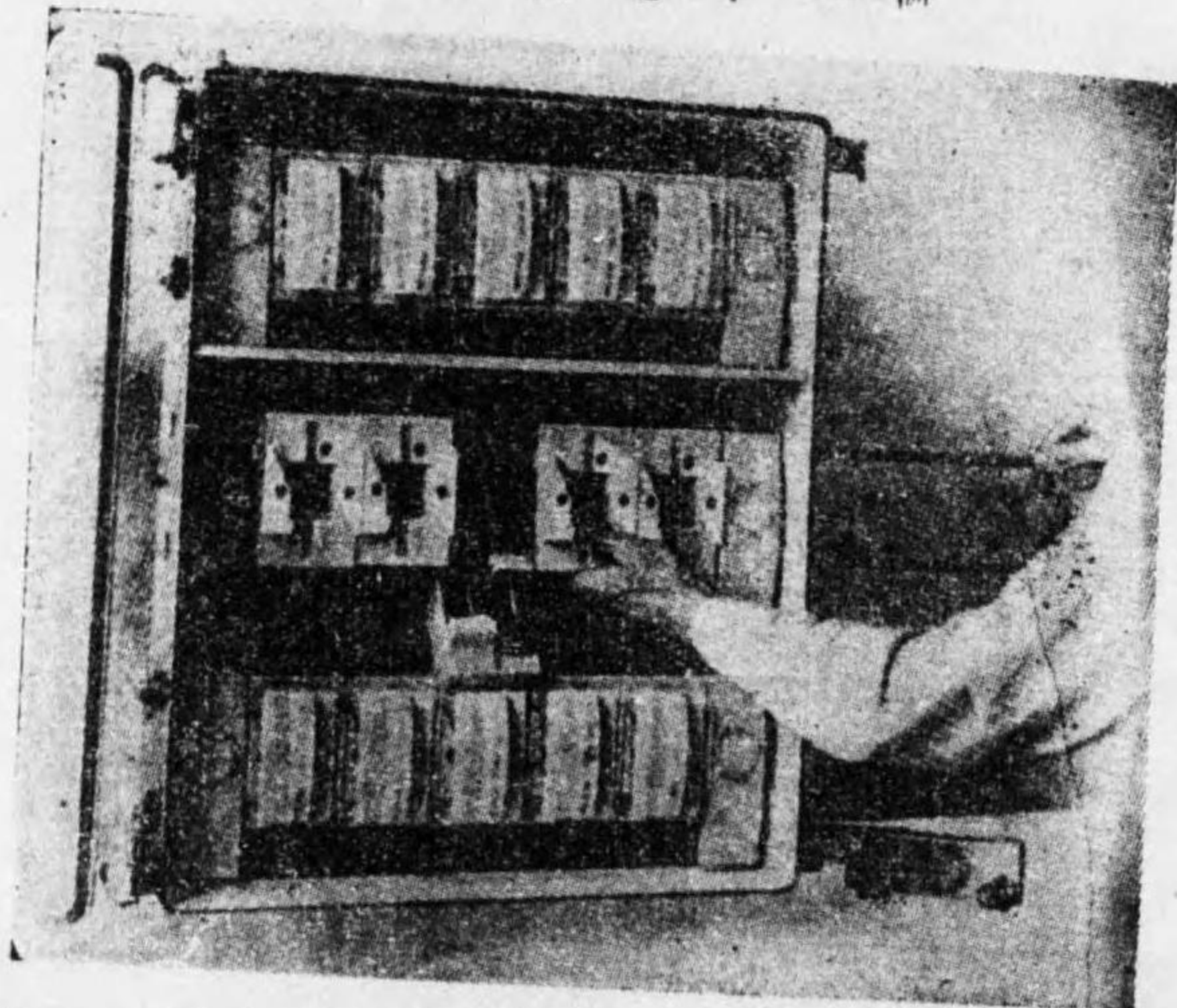


第二百七十圖



三相ディストリビューションボード  
 接続に便利ならしむる爲め各相を段階的に仕組む

第二百七十一圖



Parmiter, Hope & Sugden 会社の Fluvent フューズボックス

2. 兩極開閉器を閉ち單相蓄電池用開閉器を閉ち切替開閉器を右側に切替ふれば電池を充電し同時に之れより電燈に電流を送る事が出来る。
3. 發電機を止め單相電池用開閉器及び兩極開閉器を閉ち切替開閉器を右側に切替ふれば電池から電燈に給電される。
4. 單相電池用開閉器を開き兩極開閉器を閉ち切替開閉器を左側に切替ふれば發電機から直接に電燈に給電され、電池用開閉器及びカットアウトは電路の外に置かれる。猶切替開閉器をやめ電燈用に兩極をやめ單極とすれば一層簡單になる。

又**第二百七十二圖**に於て見るに電壓計には三路開閉器が備へられ次の三回線の電壓を測定する事が出来る様になつて居る。

1. 發電機の電壓
2. 蓄電池の電壓 (充電)
3. 電燈の電壓 (蓄電池放電々壓)

猶二ヶ所にパイロットランプが装置され之れは一には照明用に供されて居る。一は發電機ターミナルに一は電燈フェーダーにあり。

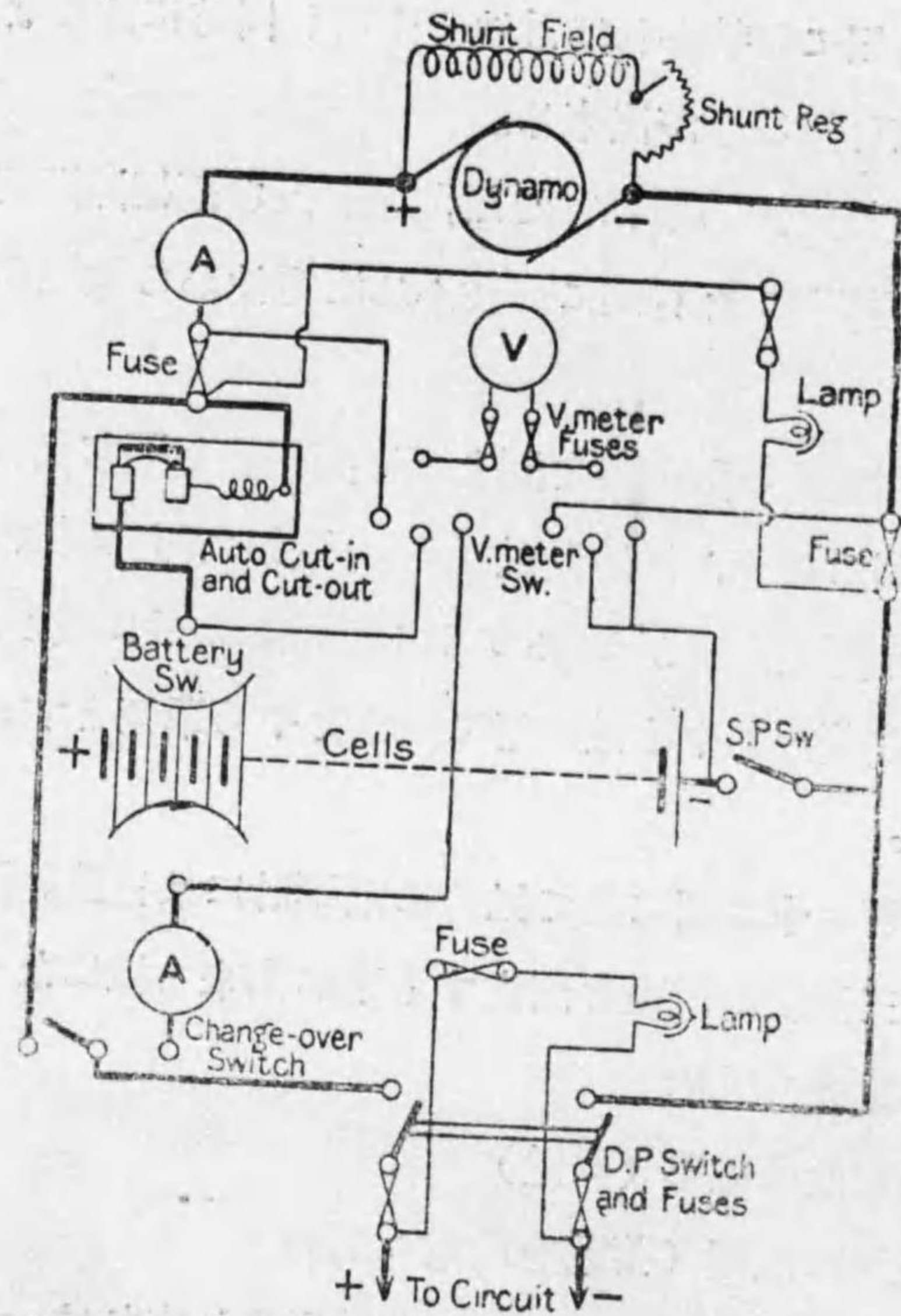
**蓄電池用配電盤に於て電壓及び電池用開閉器\***

鉛蓄電池が充電された時の逆電壓は 2.1 ヴォルトであるが充分之を充電するには即ち瓦斯を發する程度に到らしむるには其

\*註 電池用開閉器は電池列の首尾終端に裝置するから end cell switch と云ふ。



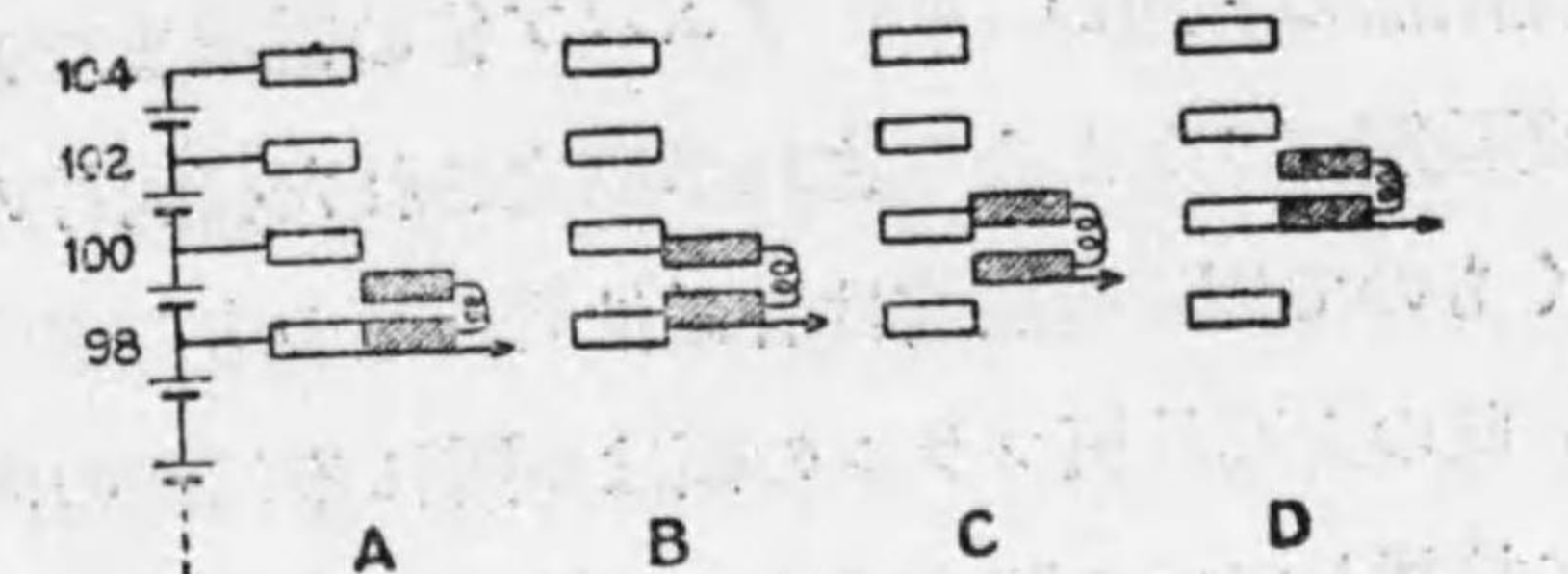
第二百七十二圖



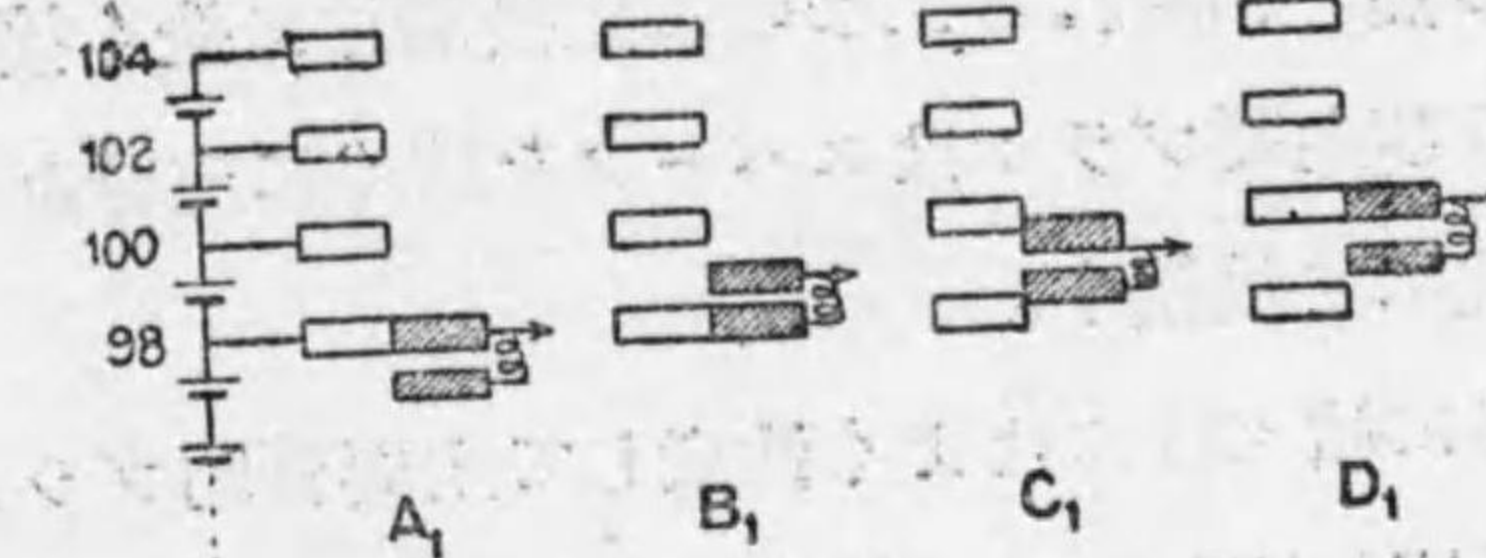
自家用電燈発電所に適當なる蓄電池配電盤

のターミナルにヴォルトを加へなければならぬ。依て充電用發電機の方では蓄電池一個につき2.4 ヴォルトを出し得る様にせねばならぬ。電圧計も之れに對して充分の目盛を施して置くを要す。放電々壓はヴォルトで放電の終りに近づけば漸次 1.8 ヴォルトに降下す。放電の初めに於ては電壓は2.4 ヴォルトあるが充電の際に極板に生じた酸素と水素とがなくなれば此の電壓は直ち

第二百七十三圖



CORRECT ARRANGEMENT OF BRUSHES ON BATTERY SWITCH.



INCORRECT ARRANGEMENT OF BRUSHES ON BATTERY SWITCH.

補助ブラシを有する電池用開閉器の作用を示すに降下してしまふ。依て電燈の電壓を一定に保つには放電の際に電路内の電池數を變ずるを要す。規定電壓が 50 ヴォルトなれば 27 個の電池を用ひ終りの 4 個の電池は四點電池用開閉器に結ぶ。然れば充電には 67.5 ヴォルトを要し放電の際は開閉器により 4 ヴォルトの調整をなす事を得べく大概の場合に間に合ふ可し。電池が全く放電して 1.8 ヴォルト宛に降下した場合でも 27 個あれば 48.6 ヴォルトの電壓を出すから規定電壓のパーセント以内の變化に止める事が出来る。



電池用開閉器の接続

電池用開閉器の普通の(400 アムペア位の電流まで)形式は一つの主要接觸ブラシがあり之れが固定された接觸片の上を摺動して行くもので固定接觸片は各電池列の端の方の電池に結ばれて居る。此の主要接觸ブラシの幅は相隣れる二個の固定接觸片に同時に接觸して此の間の電池は短絡せぬ様な大きさに作らねばならぬ。然しブラシを移動させる度毎に電路を破る様では困るから主要ブラシの側に之れを絶縁して補助ブラシを附し此の二つのブラシの幅を相隣れる二つの固定接觸片に全く接する様に作る。補助及び主要ブラシはスパークを防ぐに充分なる値のR オームの抵抗にて接続す。

電池を開閉器に結ぶ時にはよく注意して主要補助ブラシの正當なる位置に結ばねばならぬ。即ち電池を電路に入れて行く場合には補助ブラシの方が常に先になつて居なければならぬ。

之れは第二百七十三圖に示された通りで其の上の圖に於ては補助ブラシの方が先になり正しい接続である。其の電壓の上り方は

位置	A	B	C	D
放電電壓	98	98	100-IR	100

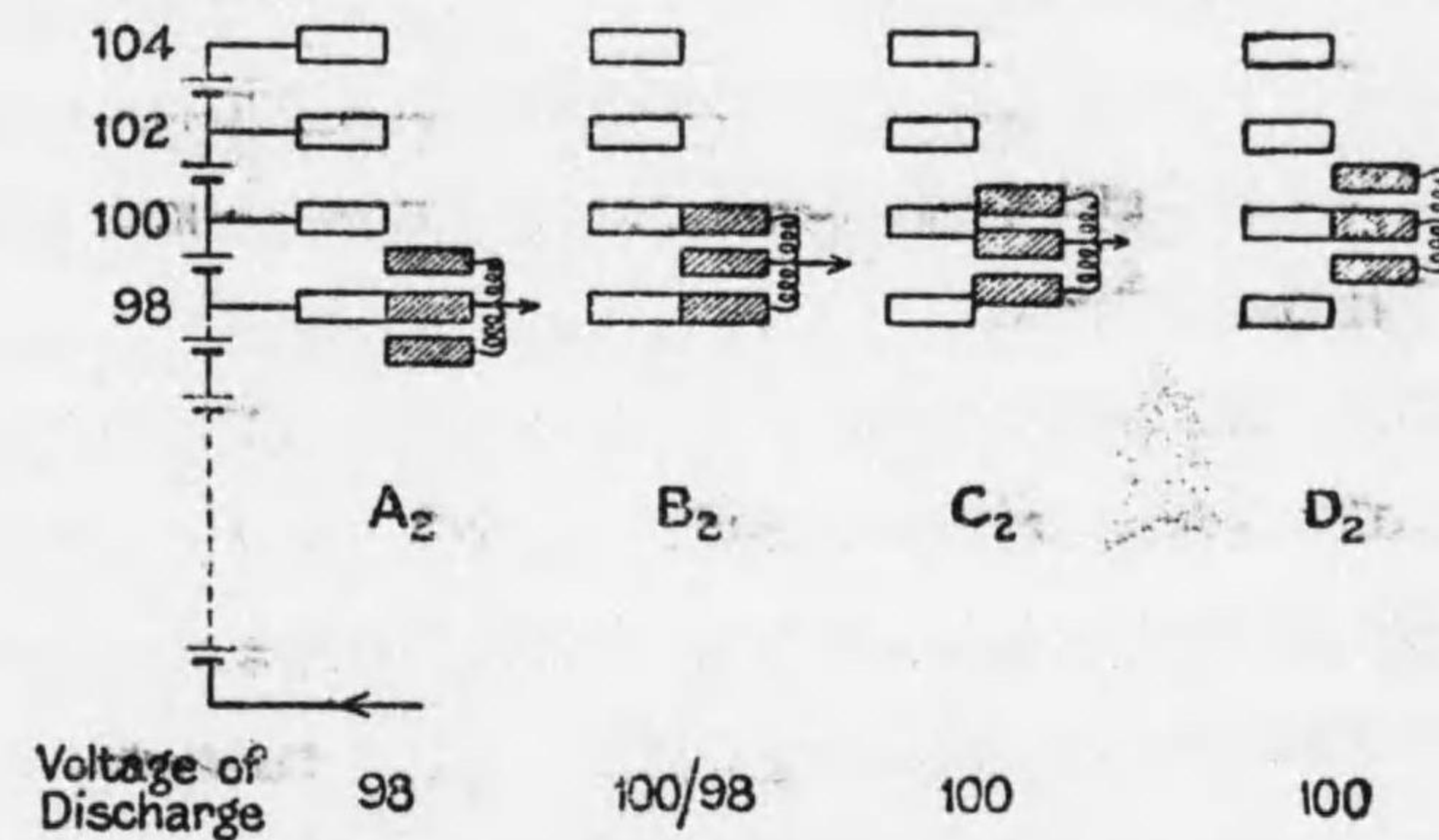
となり若し第二百七十三圖の下の圖の如く補助ブラシが主要ブラシより後れる様に接続すれば放電電壓の變化は

位置	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C	D
放電電壓	98	98-IR	100	100

となり不規則な電壓の上り方となる。従て電燈の光力をちらつかせる。

充電及び放電に別々な電池用開閉器を使用したる配電盤に於ては兩方の開閉器に上述の注意を拂ふ可し。即ち何れの場合にも電池を電路に入れて行く場合には常に補助ブラシの方を先にする。此の注意を等閑に附する製造家も稀ではない様である。

第二百七十四圖



二つの補助ブラシを有せるエンドセルスキツチ

大なる開閉器には或る製造家は主要ブラシの兩側に一つ宛の補助ブラシを附して居る。之れは第二百七十四圖に示した通りで各ステップは規則正しき電壓の上昇を來しよ方法である。

補助ブラシを上述の如く使用すれば單に規則正しき電壓上昇を得るのみならず接觸部にてスパークを發する事がない。然し500 アンペア以上の大なる電流に對して良好なる結果を得るのは特別なスパークを防ぐ装置を要す。此の例は Edler 氏著の



,'Switch & Switchgear" 1913.68 頁 (constable & Co.) に詳しく述べてあるから読者は之を参照せらる可し。

本書にては單に特別な興味深き一つの形に就て述べむ。

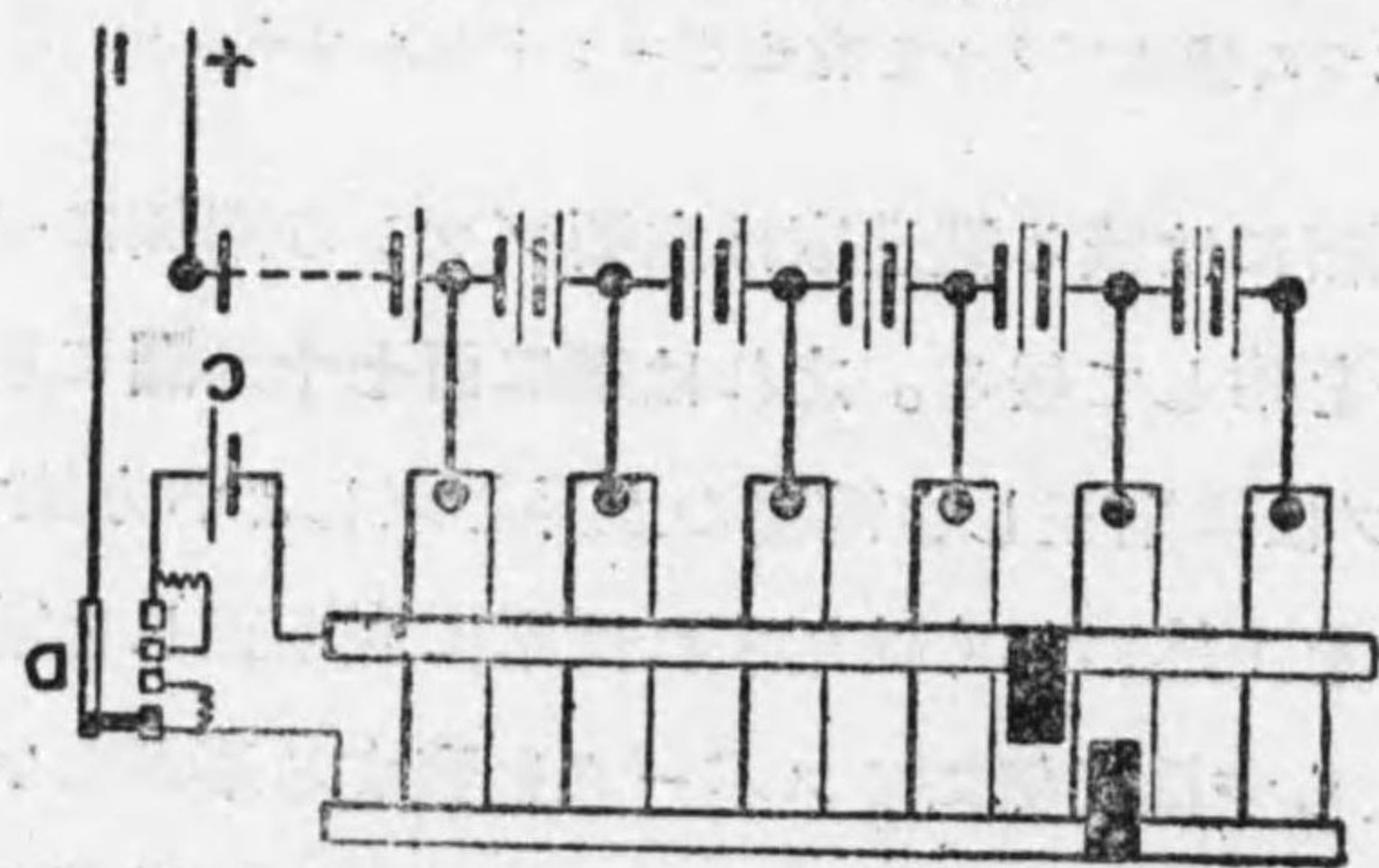
シーメンスの大電流電池用開閉器

之れは**第二百七十六圖**に示した様な形をなし**第二百七十七圖**に示した様なコントローラーで配電盤からリモートコントローラーをなすものである。

開閉器の軸は小なるシャントモーターで廻されモーター回線の開閉はソレノイドで動かされる双投開閉器によりて行はれ此のソレノイド**第二百七十七圖**に示したコントローラーにより勵磁制御されるのである。

開閉器軸が全二廻轉をなせばブラシは一ステップだけ動き軸に齒車にて咬み合はされた圓板とピンとによりソレノイドスイッチを切り電動機を止める。即ち軸が餘計に廻り過ぎブラシが進みすぎる事は出来ない様になつて居る。ソレノイドスイッチ

第二百七十五圖



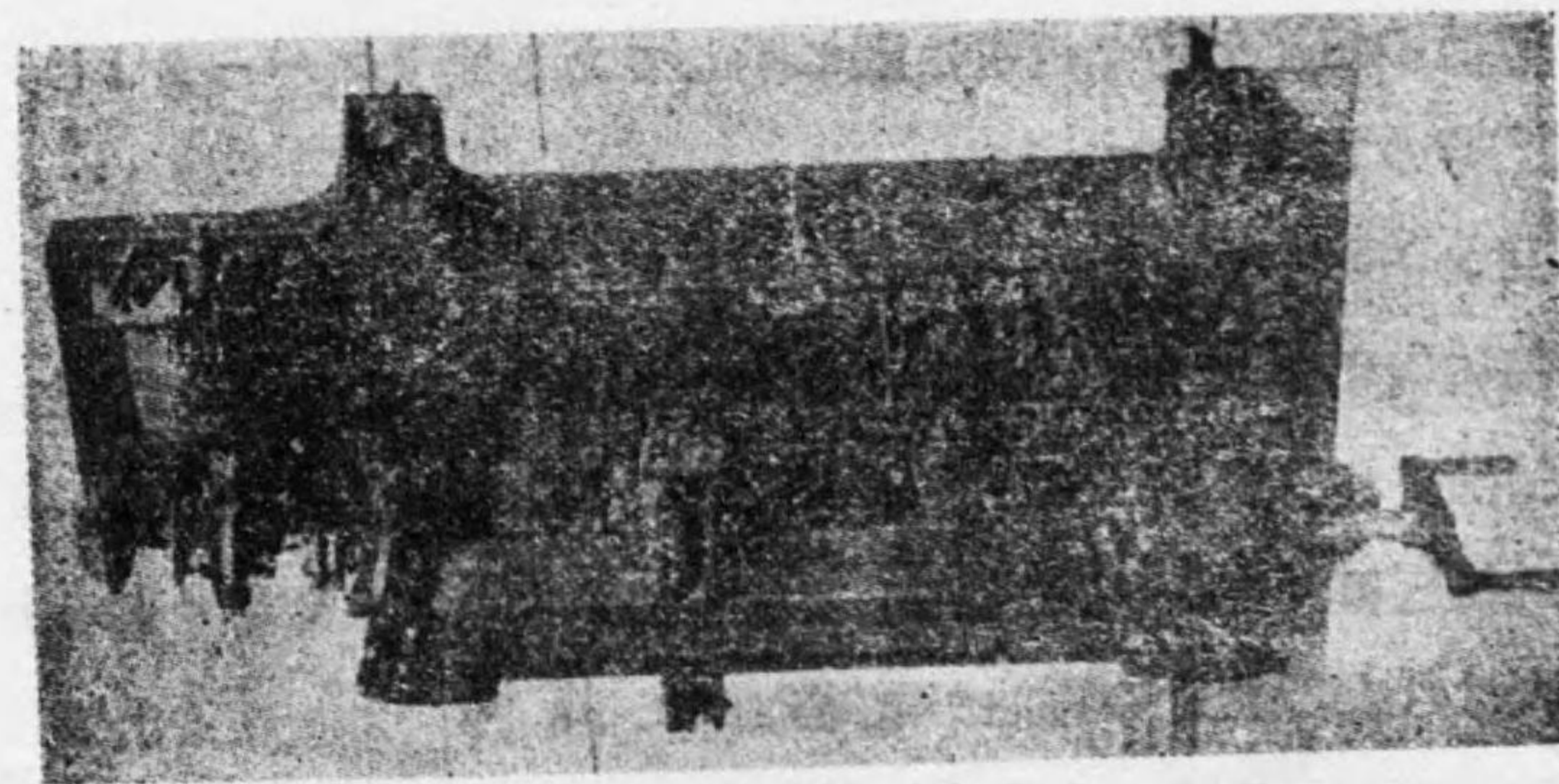
第二百七十六圖に示した開閉器のスパークを防ぎ銅導線を經濟ならしむる装置を示す

が切れた時電動機のアーマチュアは短絡され従てブレーキとなり直ちに止まる。

銅導線を經濟にする接続法：—之れは**第二百七十五圖**に示され、スキッチの一ステップ毎に一個の電池が加はる（或は減ずる）のに對して固定接觸片に結ぶ導線は普通の場合の半分で足りる。之れをなすにはCなる補助の電池が一つ必要である。即ち圖の位置より進むと先づCなる電池が入り（2ヴォルトの電壓を増加す）次のステップでは一時に二個の電池が電路に入るがCの電池が切り離され結局一個の電池が増加した事になる。

スパークを防ぐ装置：—**第二百七十五圖**のDが此の装置で摺動ブラシ開閉器より成り右より左に又は左より右に動く様に齒車で咬み合はされて居る。此のブラシは軸が全一廻轉する即ち主要ブラシが $\frac{1}{2}$ ステップだけ動く間に全體の運動を行ふ。従て補助の電池は前の要求通り初めに電路に入り次ぎに電路の外

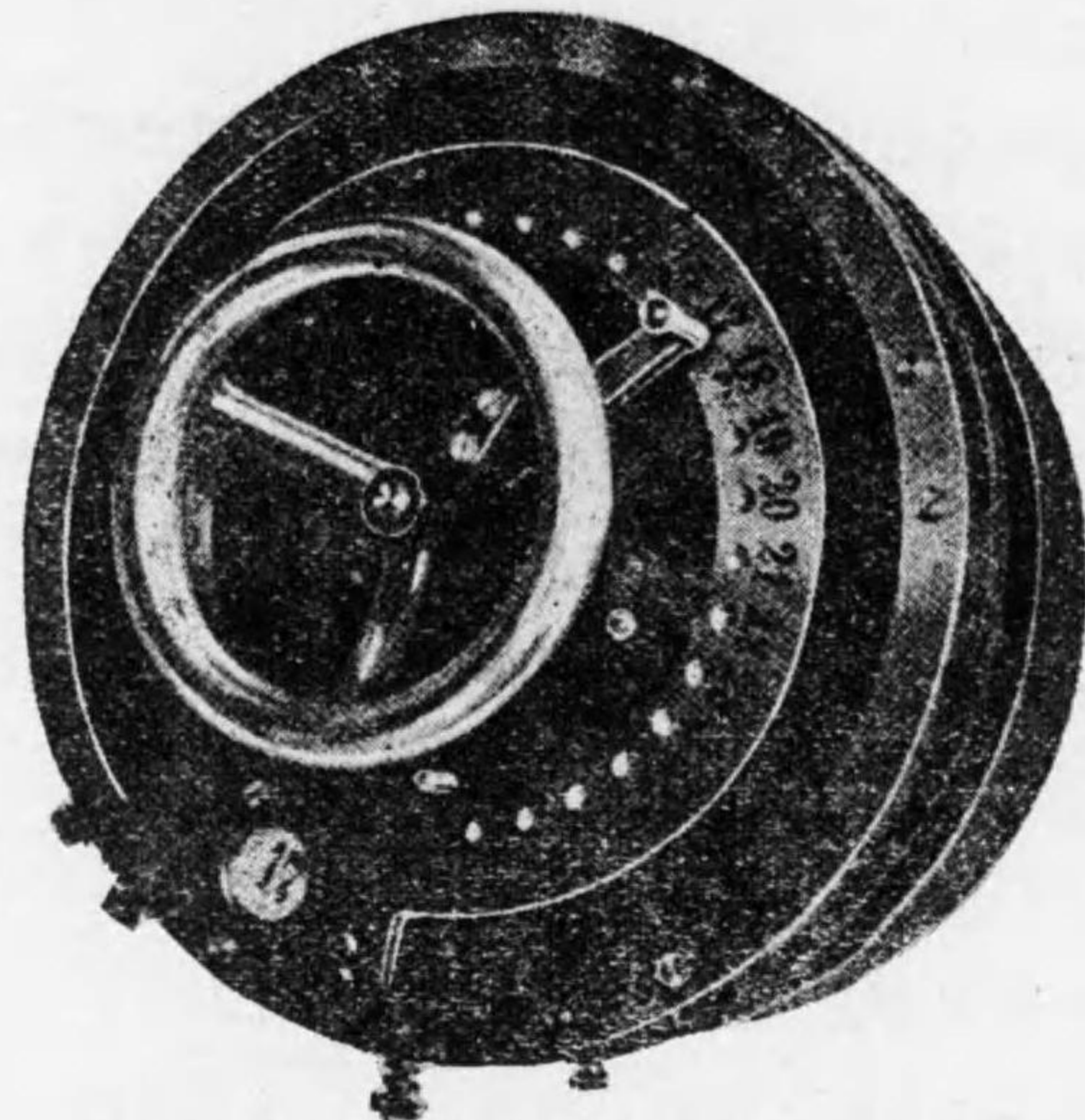
第二百七十六圖



シーメンスの 2,000 アンペア蓄電池用開閉器スパーク防止装置及び導線節約法を施す



第二百七十七圖



第二百七十六圖に示した battery switch  
を配電盤にて制御するコントローラー

に置かれる。夫れで主要ブラシではスパークは起らず此の補助  
ブラシでスパークし其の接觸部はカーボンで作られて居る。

電池の短絡を防ぐ抵抗は圖に示してある通りスパークよけの  
開閉器の方に付いて居る。

コントローラー：——此のコントローラーにはダイヤル面の  
下部に表示器があり、主要 battery-switch 上のカムと電氣的  
に接続され表示盤は爪と齒止の作用により電氣的に廻轉す。所  
要の位置に達すれば自動的にソレノイドスイッチを切り表示器  
に表はれた数だけの電池が電路内に在る。

簡単なブースターを有する蓄電池の配電盤。

第二百七十二圖に示した様に簡単な放電開閉器により電池を

運用するは極々小規模のものに適當であるが少し大規模なる場  
合には一層複雑した装置が必要である。

普通の充放電開閉器を用ふるもの一般上の型は充電に簡單  
なブースターを使用する方法である。

電池を充電するブースターを母線に直列に結び之れによりて  
電池を充電するに必要な電壓を昇壓せしむるもので其の接続  
圖は第二百七十八圖に示した通りである。ブースターを運轉す  
るに要する電動機 (M) は示してあるが之れに對する配線は示  
してないブースターの電壓を調整するにはポテンシオメーター  
型の抵抗器を使用す。電池を放電させる時には放電用の batt-  
ery switchを用ひ電壓が漸次下降するにつれて電池の數を増し  
て行く。勿論充電される時には電池の全數が電路内に結ばれて  
同時に充電されるのである。

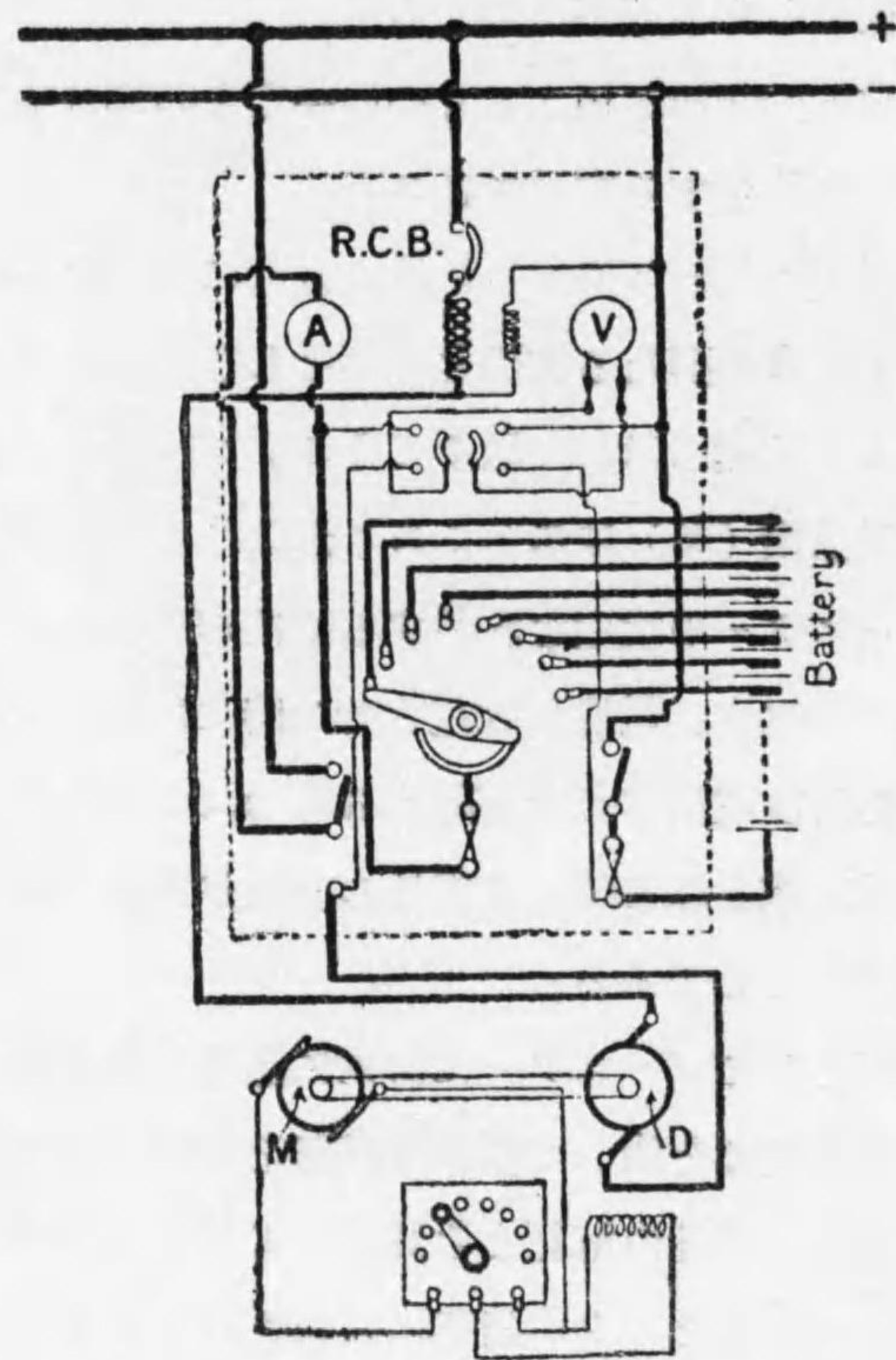
電池保護用としてブースターに直列に逆電流遮斷器を用ひ電  
壓計には二路開閉器を附して切替開閉器を充電の位置に切替ふ  
る前には充電電壓と電池の電壓とを比較して見るを要す。電流計  
は中央に零の目盛がある左右對稱に目盛されて居るものなるを  
用す。

手動可逆ブースター (Reversible booster) を有する電池用配  
電盤。

手動可逆ブースターを使用すれば battery switch は全く不  
要となる。此のブースターは電池を充電する時母線の電壓を昇  
壓し放電の際は電池の電壓を助ける。第二百七十九圖は之れに  
適當なる接続圖なり勿論ブースターは電動機で廻轉せしめられ



第二百七十八圖



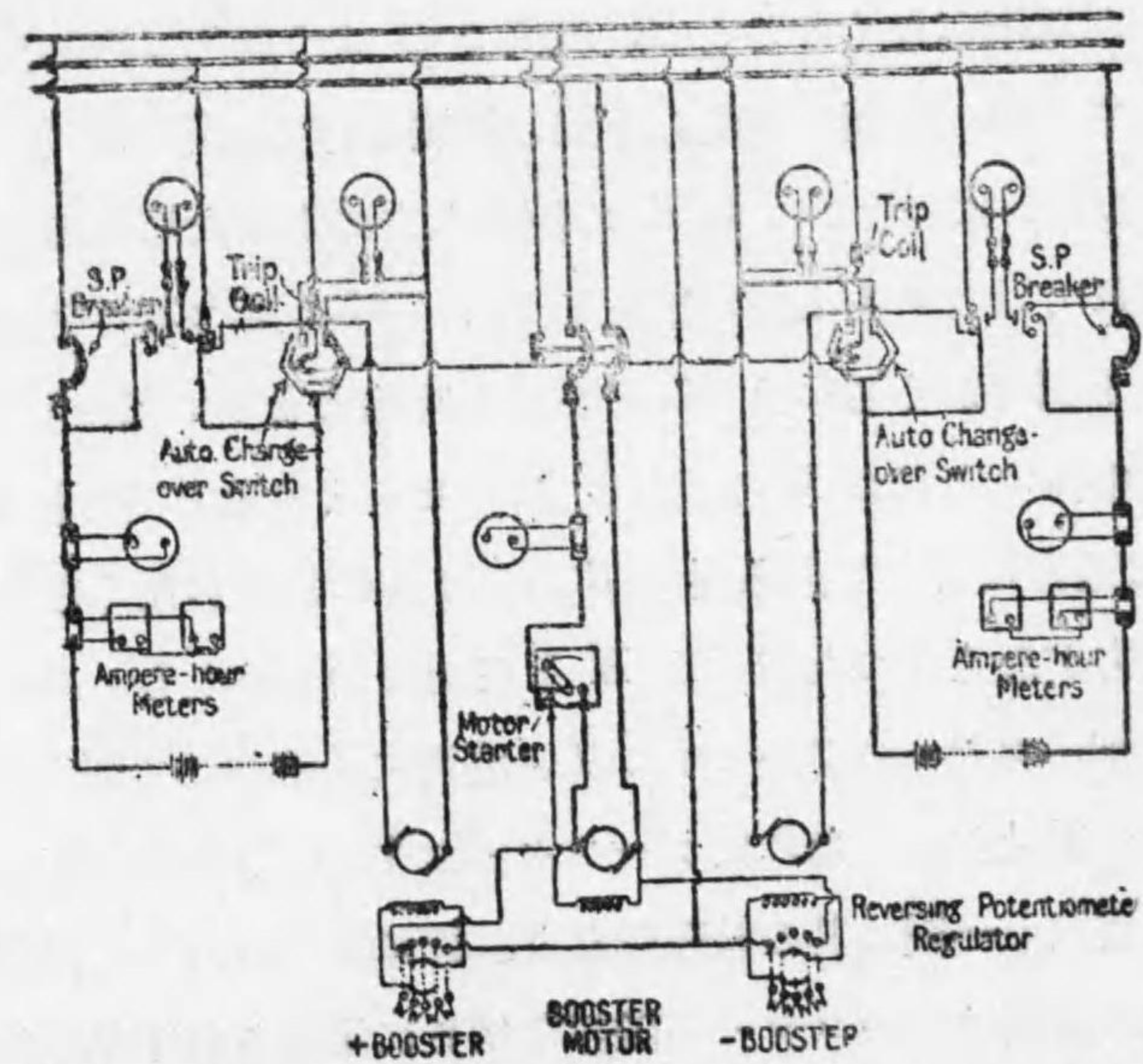
電池を充電するに簡単なブースターを使用する場合

發電機（ブースター）の磁界は可逆ポテンシオメーターレギュレーターで調整され昇壓の量は零より規定電圧までの間にて自由に變化される。取扱者は電池を充電せしむるか又は之を放電せしむるか必要に応じて自由にブースターを制御する。圖にも示してあるがブースターの回線には自動切替開閉器がある。之れは電動機の遮斷器と電氣的に聯鈎され其の目的は下の如し。

今此の自動切替開閉器が使用されないものとし若しも電動機の遮斷器が作用したとすればブースターは電路内に結ばれて居るからブースターに電流が逆流し電動機として廻轉を續ける。之と同時に母線電圧が下降したならばブースターのブラシには電池の全電壓又は大部分の電圧が加へられ而も其の磁界は弱いから其の速度は非常に高まり危険な程度に達す可し。丁度勵磁されないシャントモーターに全電壓を加へたと同様な速度になる。第二百七十九圖に示した保安法は此の點に關して極々適當なものである。

電動機の遮斷器が作用せば直ちに自動切替開閉器のトリップ

第二百七十九圖



直流三線式回線に於て手動可逆ブースターを有する蓄電池の接続



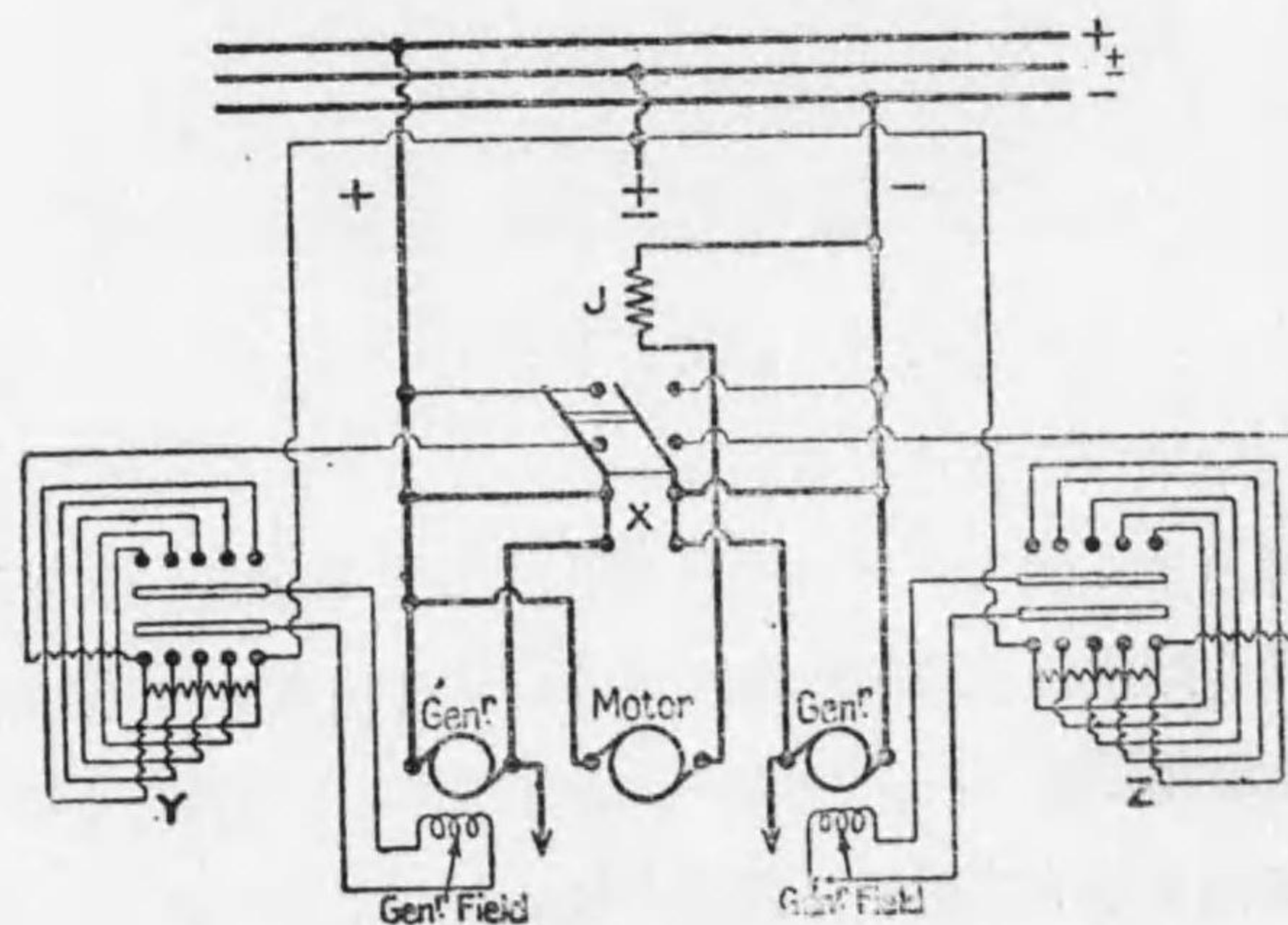
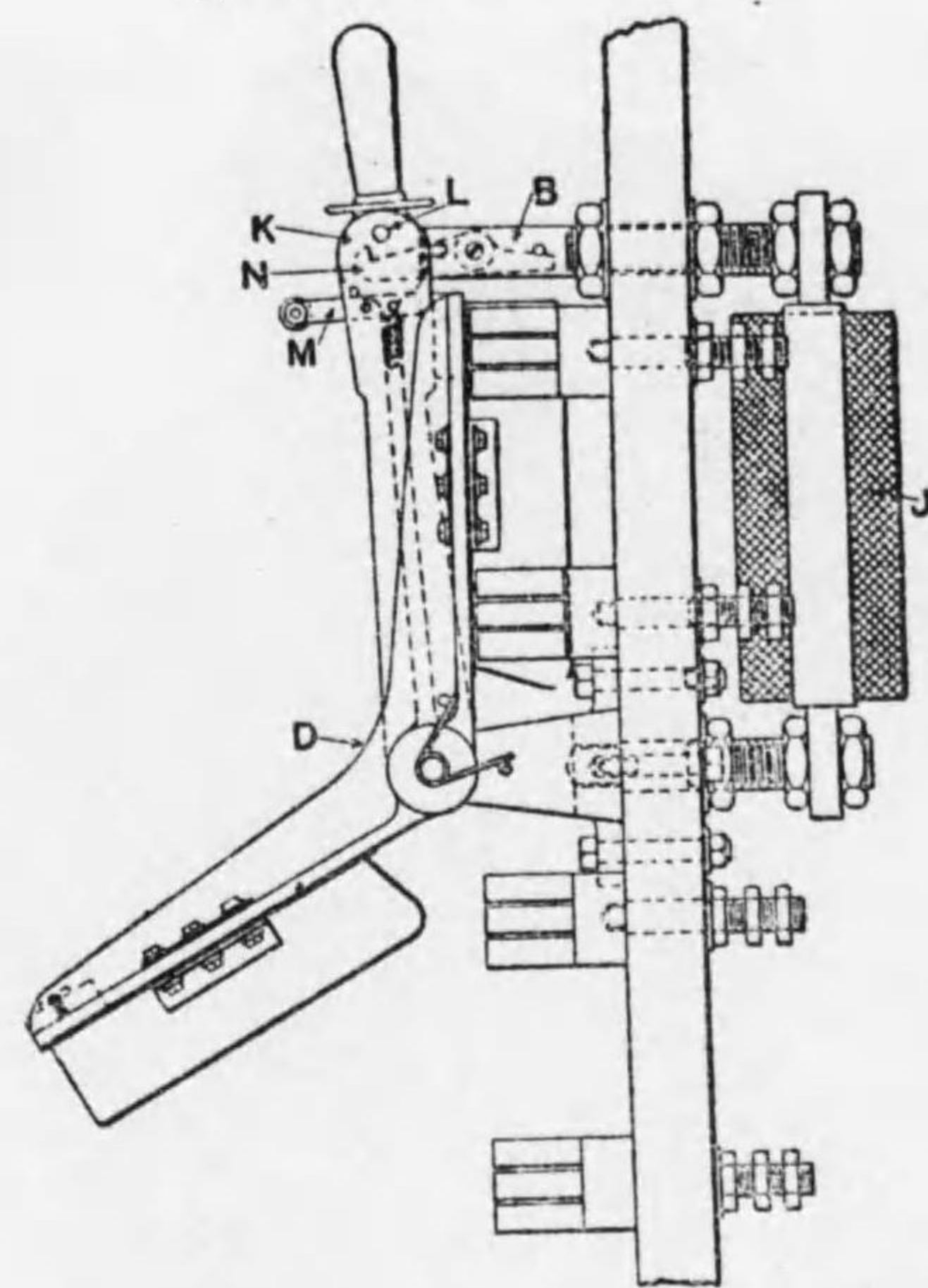
コイルを動かしブースターを全く切り離し電池を直接に母線に結ぶ。若し簡単な逆電流遮断器のみをブースター回線に使用して居たならばブースターを保護する事は出来ても電流を母線に結ぶ事が出来ない。従て最近の電池の重なる特長の——即ち急激なる變動に耐ふると云ふ——を失ふわけである。自動切替開閉器に就ては次節に於て詳説せむ。

**ブースター用短絡、切替開閉器。**

之等の開閉器の作用は前節にて述べた様なもので其の一例として**第二百八十圖**を掲ぐ。Dは鐵のフレームで二對のブレードを有す。把手には重い鐵腕 K が取り付けられ之は磁氣的に B なる極に吸引され B は J のコイルによりて勵磁される。J の中に勵磁電流がなくなると K の腕は B より落ち D のフレームを打ち上部の接觸を開放し下部の接觸を作る。猶 N なる爪は L のピンに引きかかり K の腕を上方に上げた場合に B が勵磁されて居なくとも L は N にかゝり K の落つるのを防ぐ。N と L を引きかくるには M を壓迫し摩擦によりて保たしむ。B が勵磁せらるれば K の重量は L のピンより取り去られるから N は重力によりて落ち従て J のコイルに電流がなくなり B に吸引力がなくなつた時には K を自由に落下せしむ。J のコイルはブースターのアーマチュアと直列に接続されて居るから電動機の電流がなくなればブースタースイッチは直ちに作用す。

**第二百八十一圖**は其の接続圖なり。圖に示された如く開閉器の上部の接觸はブースターの磁界を切るに用ひられ下部の接觸はブースターのアーマチュアを短絡す。之れは**第二百七十九圖**

第二百八十圖

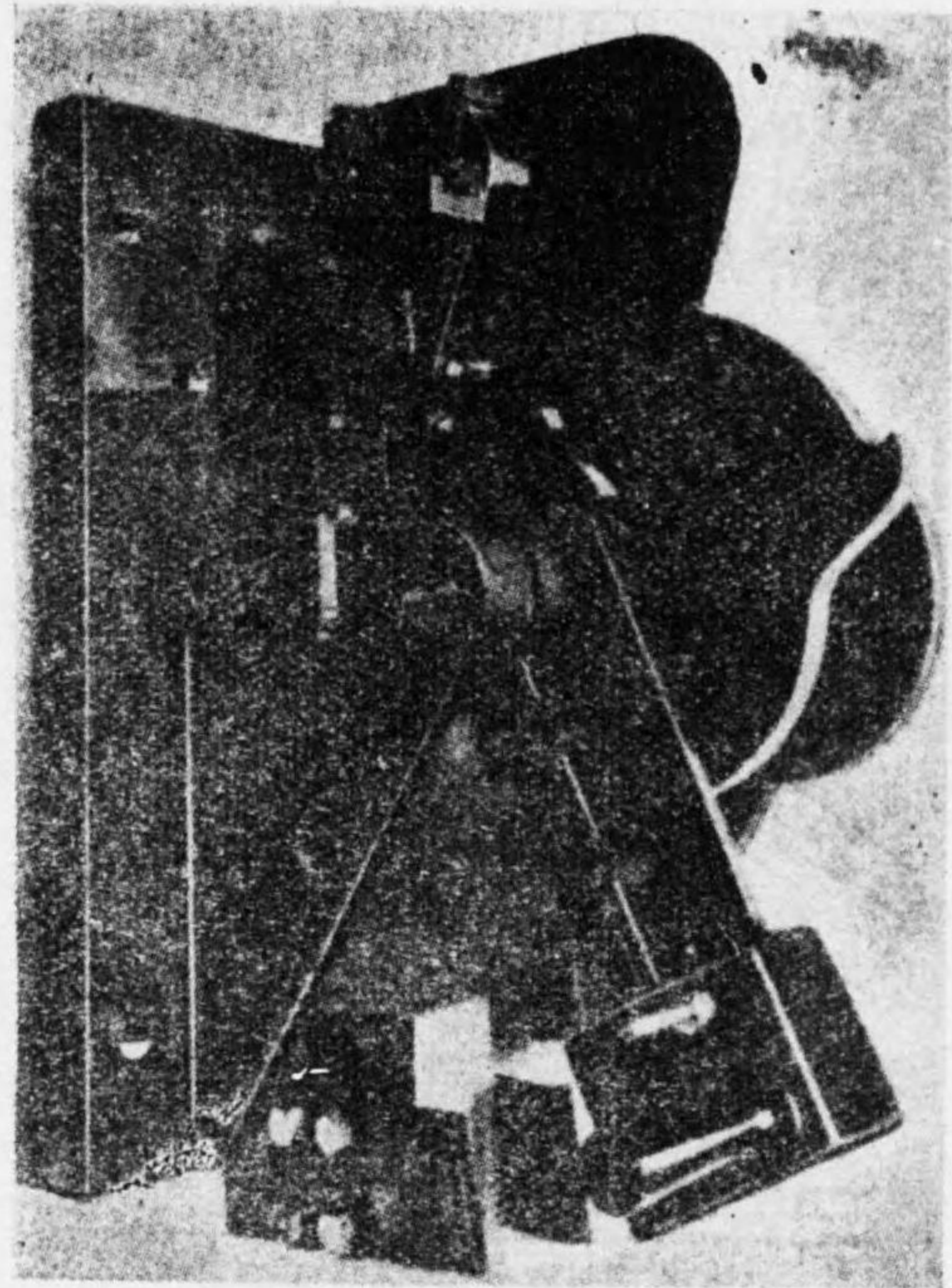


第二百八十一圖

ブースター短絡スイッチ  
 三線式ブースター短絡スイッチの接続圖  
 X = ブースター短絡スイッチ  
 Y, Z = 可逆ポテンシオメーター調整器



第二百八十二圖



Bertram Thomas 製ブースター用自動切替開閉器

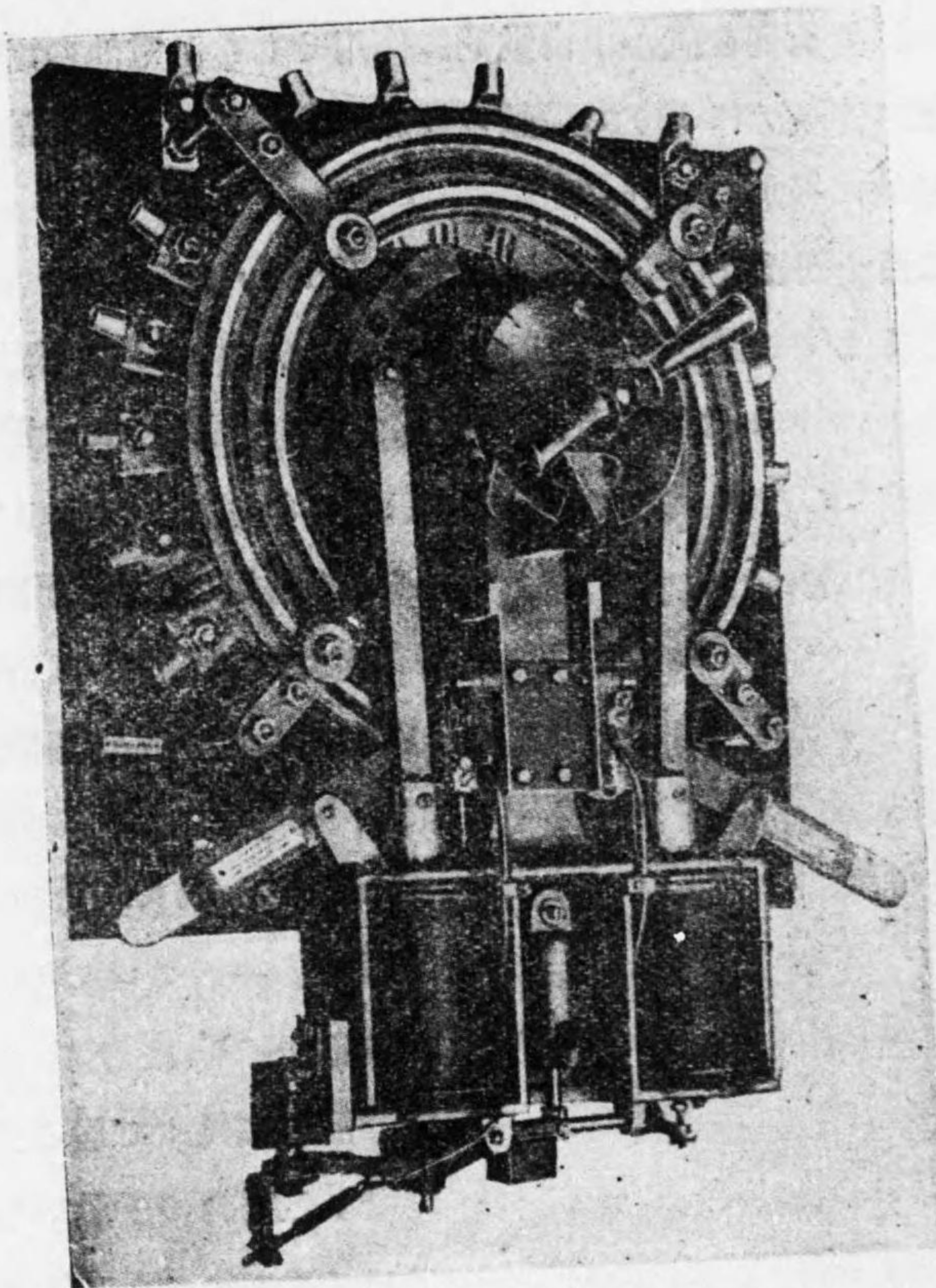
に示した方法に代る可きものであるが彼れ程よくはない。開閉器は孰れの場合にも使用される。

第二百八十二圖はブースター切替開閉器の他の一種なり。此の場合には開閉器は圖示されたるソレノイドよりてに開かれる。

#### 自動放電開閉器

前節に於て電池の電壓を調整するにエンドセルスイッチを用ひ或は手動可逆ブースターを使用する事を述べたが之等は何れも取扱者の間斷なき注意を要する。次節に於て述べむとする自

第二百八十三圖



Bertram Thomas 製自動放電スイッチ

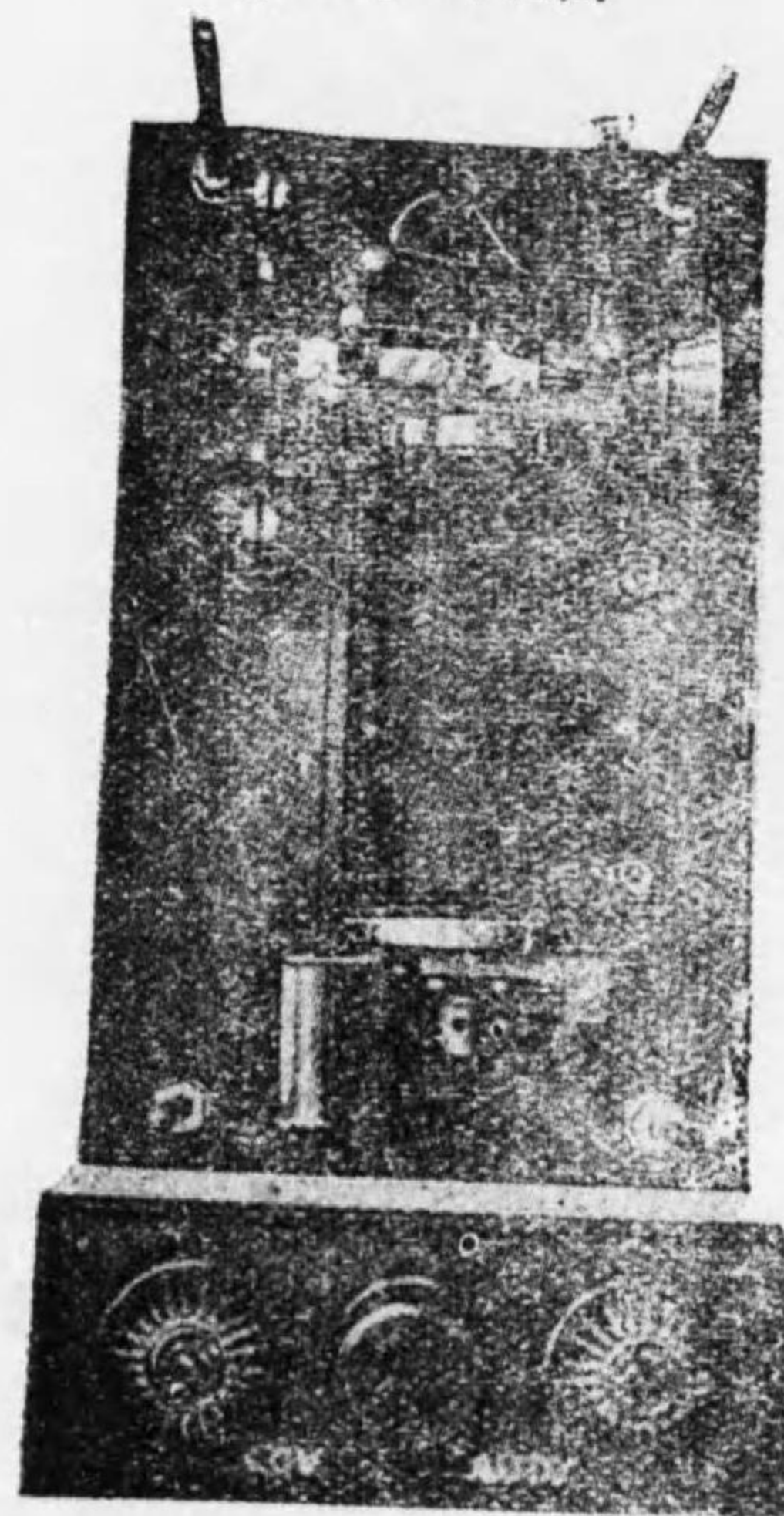
動ブースターなれば取扱者は常に注意して居る必要はないが廻轉して居る機械であるから全く放置して置く事は出来ない。然し多くの場合取扱者は永い時間居なくともよいと云ふ様になつて居れば頗る便利である。殊に主として邸宅地方の電燈などに送電して居る小變電所に於て然り。此の變電所に於ては晝間の



loadに對して電池を具へ置き夜間技術者の居る時之を充電し置き晝中は技術者を置かず自動的に作用せしむ。電池の電壓は自動放電スイッチによりて調整され放電の進むにつれて電池の數を自動的に増加せしむ。

第二百十四圖は此の目的に供する Thury regulator である。之をまはすに電動機を使用する程でない。一層簡単な自動 battery switch は第二百八十三圖に示した Bertram Thomas 會社製のものなり。之れは圖にも示してある通り二個のソレノ

第二百八十四圖



Bertram Thomas の自動 battery switch のガバナー

イドで運用され動く瞬間だけ勵磁される様になつて居る。ソレノイドは爪と齒車の仕掛により開閉器のアームを迅速に contact から次の contact に移す。一のソレノイドはアームを上には下方に動かす。前面に見えて居る把手は充電する場合の手動用なり、ソレノイドを動かす電流は第二百八十四圖に示した様なガバナーで調整され、之れは一定の電壓を保たむとする電路に並列に結ばれたコイルより成る。一般に第四章に於て述べた方法により Bertram

Thomas governor は線路に drop を補ふ様又は定電壓のかはりに定電流に保つ様に裝置する事が出来る。猶此の regulator は balancer やブースターを制御し或は發電機の電壓を調整するの用に供することが出来る。

#### 自動可逆ブースター

發電機は一定の平均荷重を負ひ變化せる荷重は蓄電池で負ふ様蓄電池用ブースターを自動的に調整する方式は頗る多種あり之等の方式の詳細なる分類を知らむとせば讀者は R. Rankin 氏の "Proceeding" I.E.E. Vol. XLVIII, p. 283, 1911 誌上に擧げた論文を参照せらる可し。

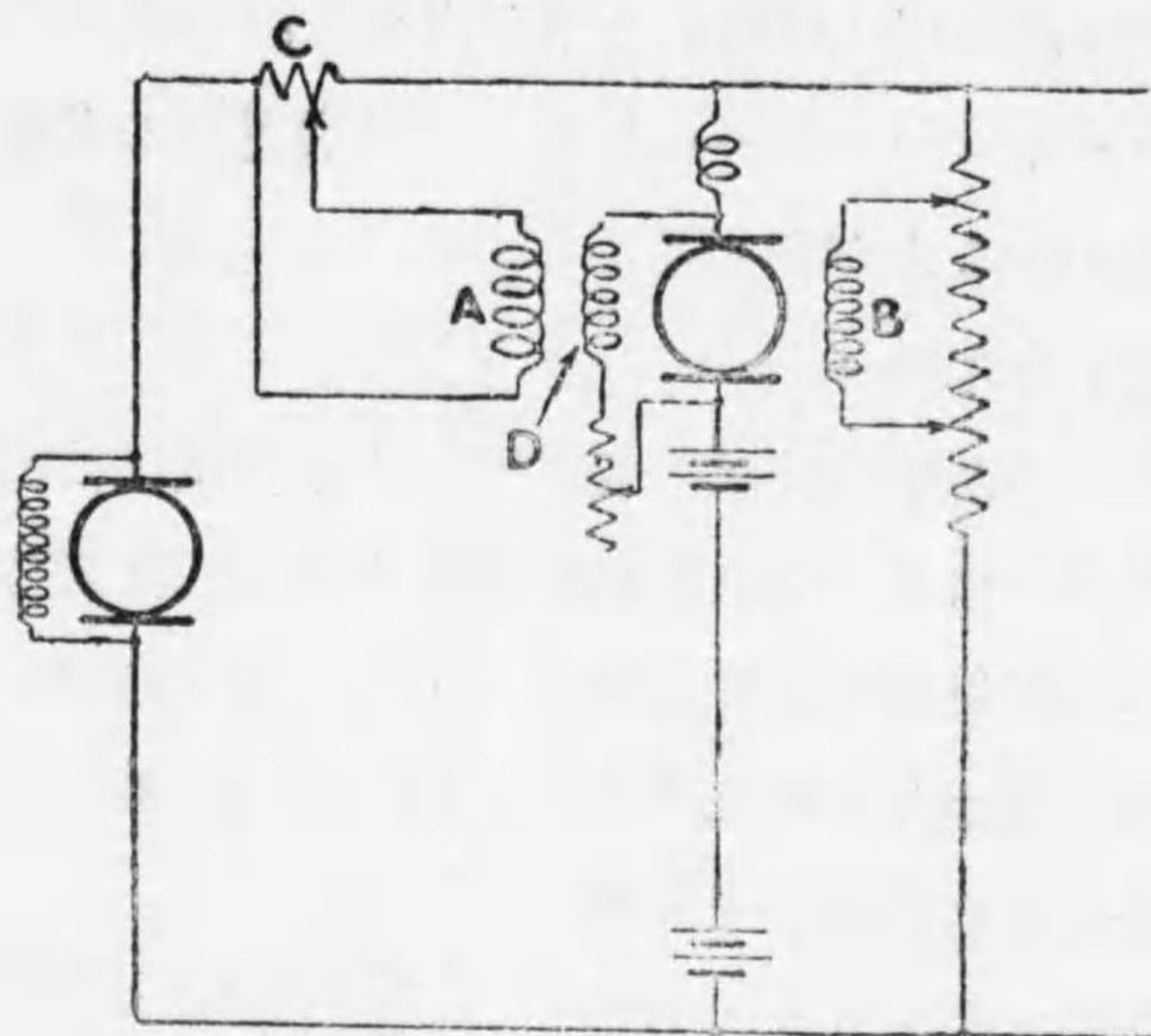
第二百七十九圖を見るに若しポテンシオメーターレギュレーターの把手が母線電壓につれて後方に或は前方に動き得るものとせば蓄電池は電壓を一定に保つ様或は充電され或は放電される。之れに對しては Thury regulator が使用され(第四章 Thury regulator の項参照)發電機調整抵抗の代りにブースターのポテンシオメーターレギュレーターが使用される。實際此の方法ですべての自動調整器は自動可逆ブースターの調整に使用する事が出来る。

然し特別な調整器を使用するものは別として普通多くの場合には自動ブースターを用ふ。之れは全くブースター自身の勵磁捲線の作用によるもので二つの磁界捲線は互に反對に捲かれ一には回線の二點間の電壓に比例する電流が通り一には發電機又はフェーダー回線の荷重に比例する電流通る。

此の方式の一例として Lancashire booster を擧ぐ其の接



第二百八十五圖



Lancashire 自動可逆ブースターの接続

接続法は第二百八十五圖の如し。

圖に於てブースターはシリーズコイルの外に A, D, B なる三個の shunt field coil を有す。D のコイルは母線電圧と電池の電圧との差で勵磁され此のコイルによりてブースターのアーマチュアに誘發される電圧は常に全く D の兩端の電圧に等しい様になつて居る。

即ち電池の電圧がどうなつてもブースターの電圧と電池の電圧との和は母線電圧に等しくなつて居る、即ち釣合の状態にある。

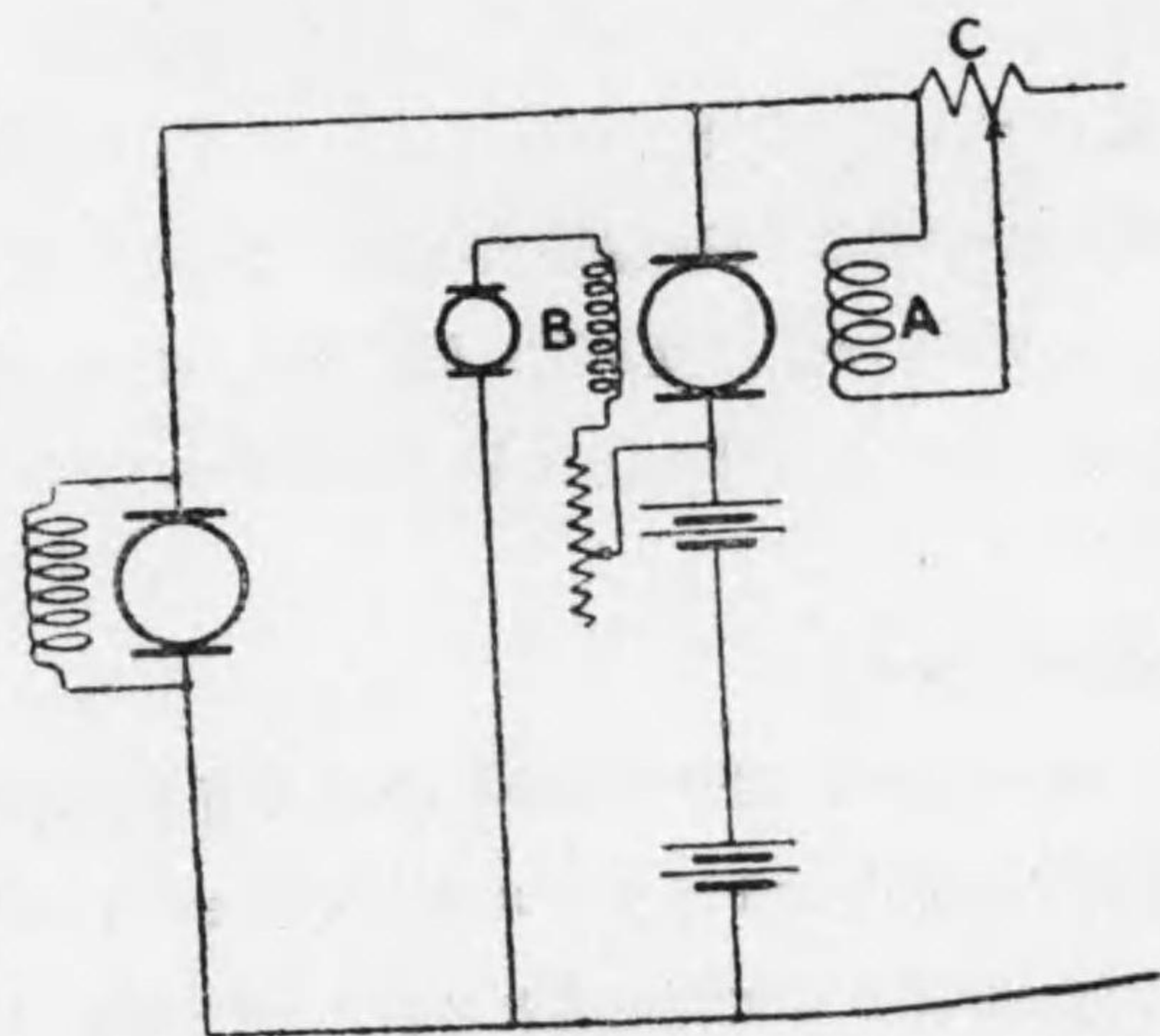
次に A, B. のコイルは發電機の荷重が規定の値に在る間は両者は丁度平均し、若し荷重が重くなれば發電機の電流を増す

から A の電流を増し電池を放電し始める。即ち電池の電圧は下降するが D のコイルによりて電圧は調整される。斯くて發電機の電流が規定の値に復するまで電池の電流が増し遂に A と B とは再び釣合の状態に復す。

自動可逆ブースターの第二種類は所謂 exciter を使用するものなり。その代表的のものとして Highfield のブースターを擧ぐ。第二百八十六圖は其の接続圖なり。

此の方式では exciter が電池の種々變化した状態を調和し圖に示す如く電池と反對に接続されるから B なるシャントコイルは勵磁機と電池の差によりて勵磁される。此のコイルはブースターに誘發された電圧が全く此のコイルターミナルに加へられた電圧に等しき様設計されてある。

第二百八十六圖



Highfield の自動可逆ブースターの接続圖



A が開放されて居るものとせばブースター電池の回線の電圧は常に

電池の電圧 + (勵磁機の電圧 - 電池の電圧) = 勵磁機の電圧なる關係に在り。斯くて電池の電圧の變化はフェーダーに及はないのである。

Exciter は定電圧の machine なり。依て若し A のコイルが閉ぢらるれば勵磁機電圧とブースターの電圧との和が母線電圧に等しき時は電圧は丁度 float の状態にあり。若し線路の電流が増した場合には放電々流が之を補ふ様増加し従てブースター電池の回線に電圧の下降を來せばブースターが此の電圧を補ふ。線路の電流が減少した場合には之れと反對に作用し線路の電流が減じただけ充電々流として電池に入り來る。

Electric Construction Co. にて作るブースターも此の Highfield のブースターとよく似て居る。

自動可逆ブースターの第三の種類はブースターの field に直接又は exciter を介して自動調整器を使用するもので、前に述べた Thury regulator は此の種に屬するものなり。猶此の種に屬するものでよく知られて居るものに Entz のブースターあり。

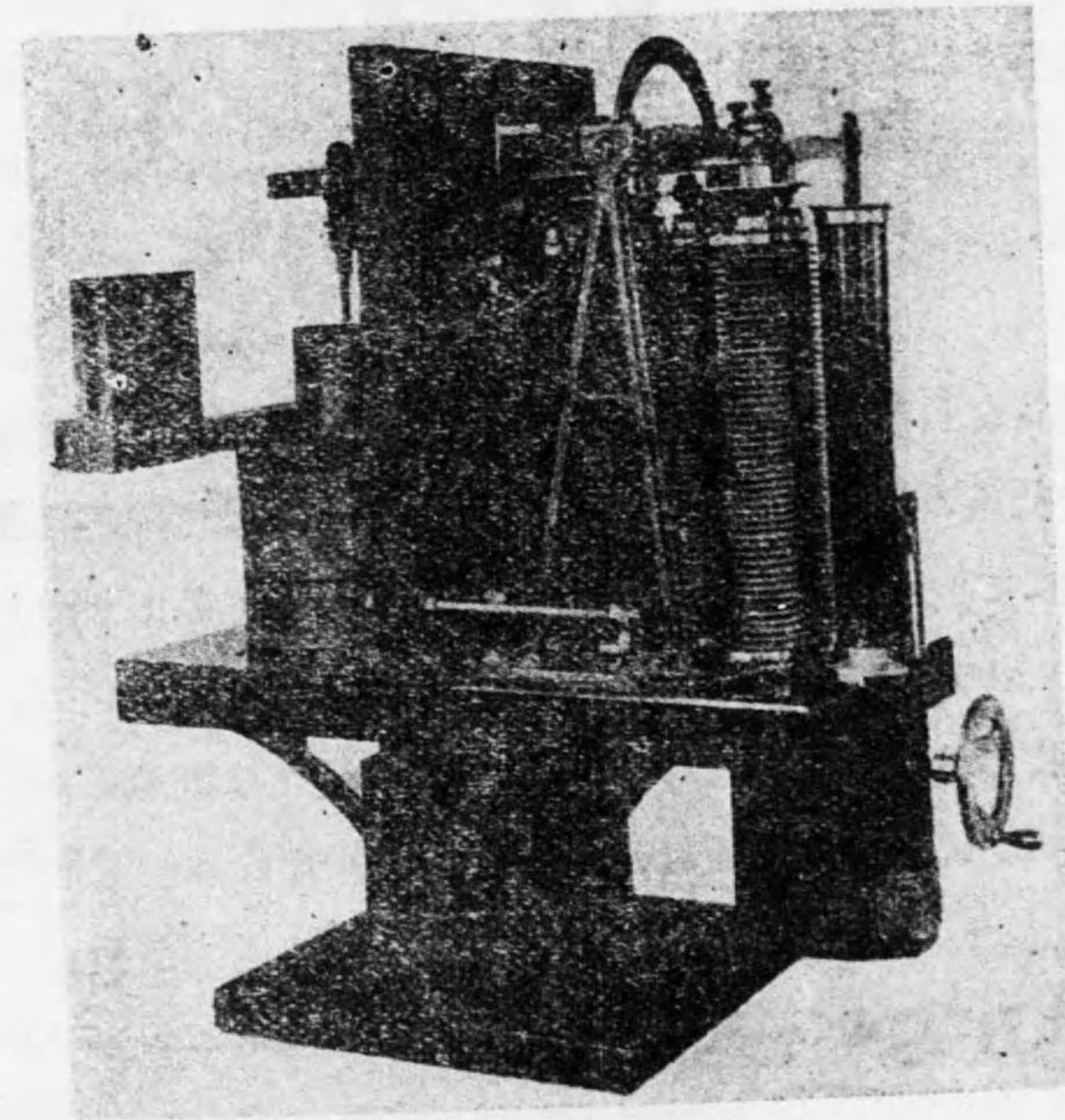
#### Entz のブースター。

Entz のブースターは唯一の field coil を有するのみで頗る簡單なり。此の field coil はブースター及びモーターと同一軸に付けられた exciter にて勵磁される。

Exciter は容易に且つ急激に逆回轉し得る種々小さな發電機

で其の field coil は Entz の装置として特別なる炭素調整器によりて調整される。之は第二百八十七圖に示してある。發電機の電流はソレノイドを通り、電流が増加した時には一組の炭素板は抵抗を増し他の一組の抵抗は減ずる。

第二百八十七圖

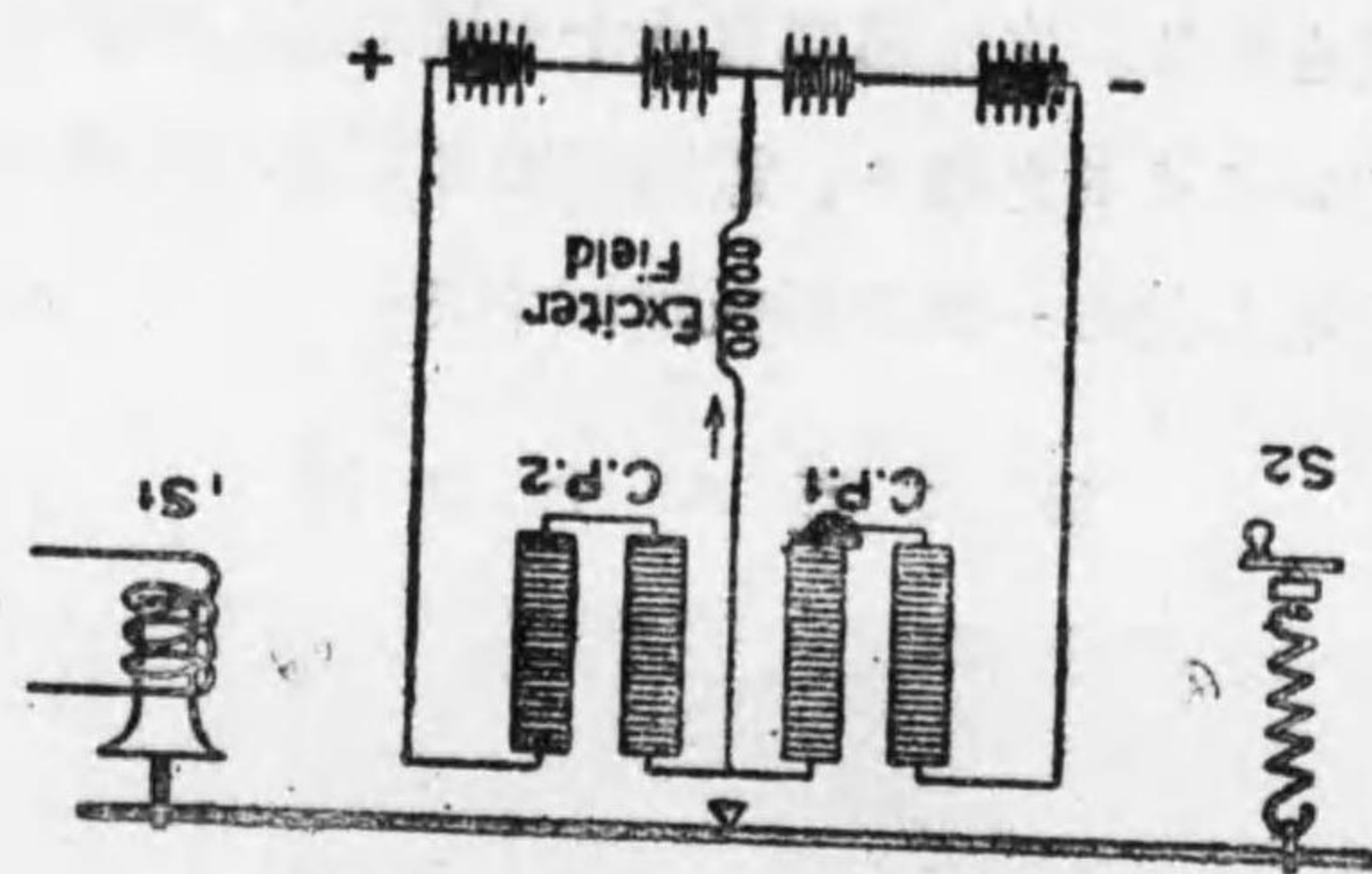


ソレノイドを有する Entz の炭素板調整器

第二百八十八圖は其の接続圖で exciter の field coil はホキートストンブリッジのガルバノメーターと同様に接続されて居る。炭素板調整器の二組 C.P.1, C.P.2, の相互の抵抗の變化により exciter field に通る電流の大きさ、方向が變化する。急速



第二百八十八圖



Entz ブースターの炭素板調整器及び exciter field の接続

なる調整を行はしむる爲め exciter field に通る電流の變化は實際の荷重の變化に要するものの三倍とす。此の原理は**第九十六圖**にて説明せり。猶炭素板調整器は調整があまり激しく行き過ぎぬ様な塞止装置を有す。作用の迅速なるはエンジンのガバナーよりも早い。依てすべての電流の變化は電池にて調節されエンジンにかゝる荷重は殆んど一樣に保たれる。電池が丁度 line 間に float して居る間は  $S_1$  と  $S_2$  との引力が全く平均して居る (**第二百八十八圖**を見よ) 而して exciter 及び booster の field には何れにも電流が通らない之れは非常な利益で發電機によりて出さるる荷重は  $S_2$  のスプリングの張力を變化すれば調整される。

**第二百八十七圖**を見るに lever の運動を制限する調整し得べき止めがある。

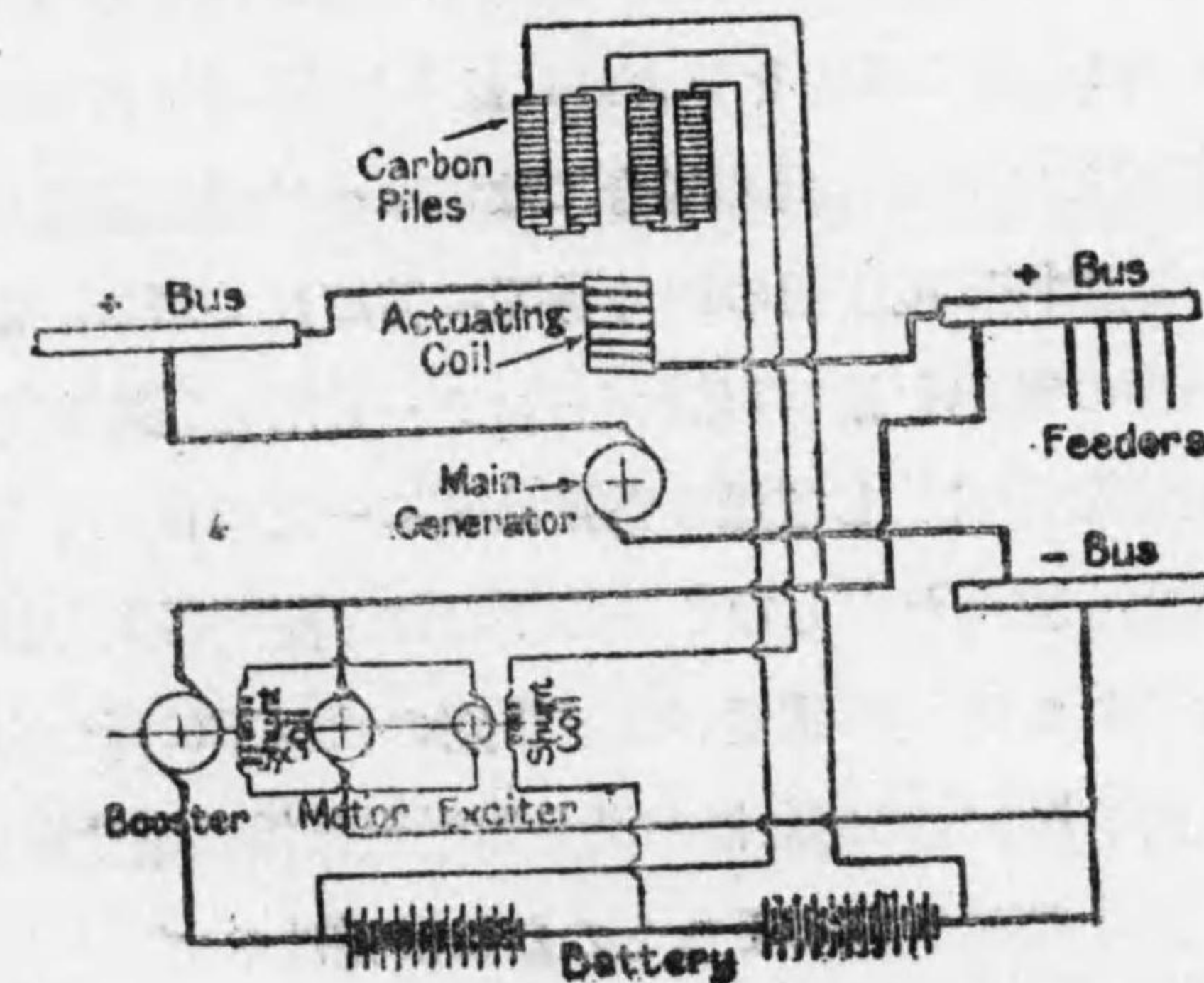
依て若し荷重の變化がブースターで扱ひ得る範圍を越えて増

大した場合には之等の働によりて餘分な變化は發電機の方で扱ふ様になつて居る。

**第二百八十九圖**は Entz booster の接続法の大略を示すものなり。之れに要する操縦器具は頗る簡單で電動機には始動用盤が必要である。電圧計には多極開閉器を備へ machine のどれか或は電池の電壓を自由に測定し得る様に作らる。炭素板抵抗と直列に加減抵抗器が結ばれ充放電中の調整の感度を變じ得る様になつて居る。炭素板抵抗器を電池より切斷する爲めに三極單投開閉器を備へ booster fields を直列又は並列に結ぶ爲め三極雙投開閉器を備ふ。

電池が十分に充電されて居る時はブースターは line から離れて別な手動ポテンシオメーターレギュレーターを通じて勵磁

第二百八十九圖



Entz booster の接続圖



される。電池のみを line に放電せしむる時も同様なり。此れ等の目的に對し booster field を exciter 又は battery 端に結ぶ爲め二極双投開閉器を使用す。

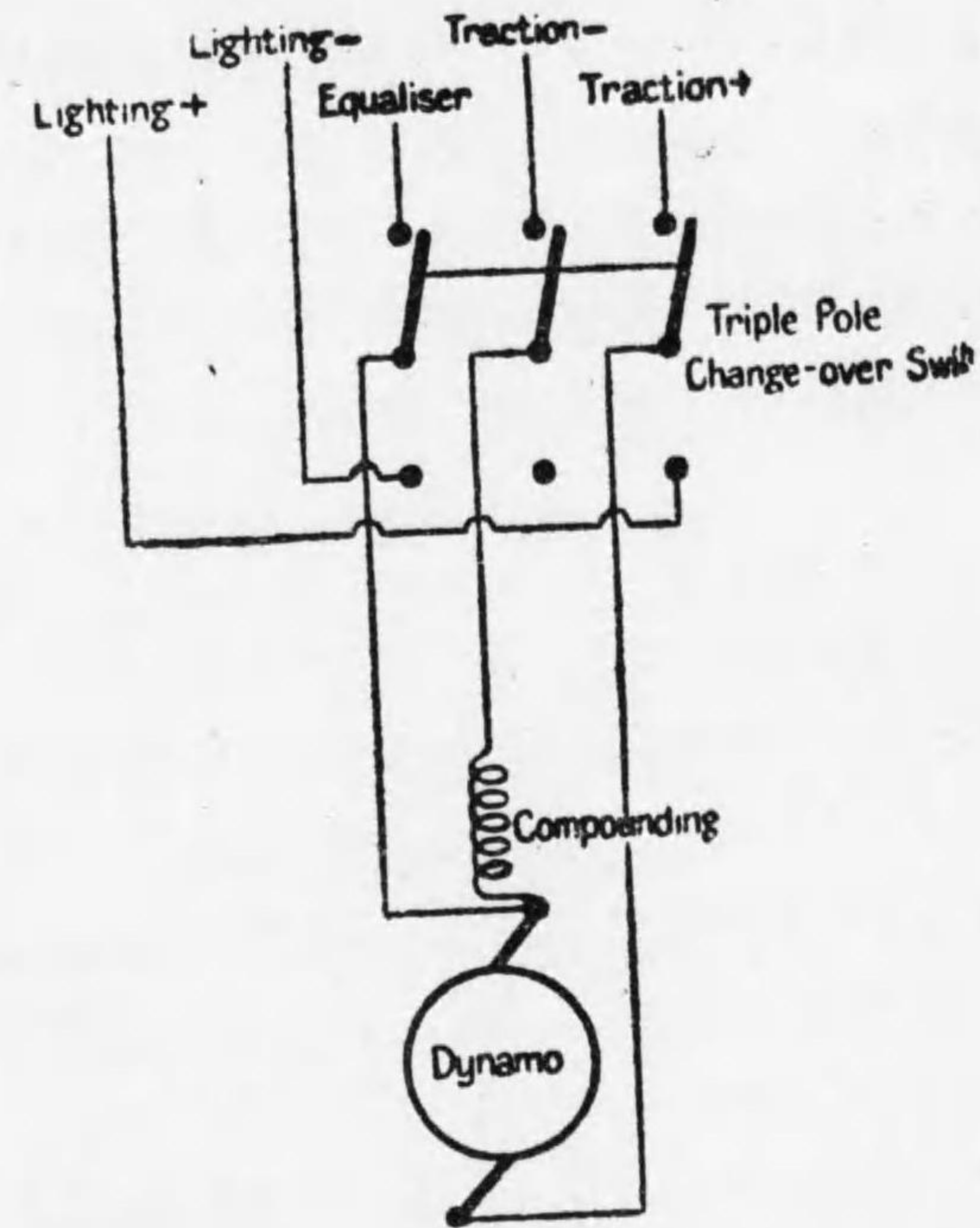
一般に勵磁機の勵磁は全體の電池による事はない。依て任意の一群より勵磁せしむる爲め四個の三極双投開閉器を具備せる撰擇盤を使用す。

### 電車電燈用發電機の配電盤

電燈用としては主として shunt dynamo を用ひ電車用としては compound dynamo が使用せらる。若し電燈回線が中性線を接地せる三線式で電車回線が歸線を接地せるものであれば接地中性線と接地歸線とが短絡するから兩者を共同の母線より運轉する事は不可能である。然し電動發電機及び電池を用ふれば之を同一の發電機から同時に運轉する事が出来る (Electrical Review July. 8, 1910 を見よ茲には Blackburn に於て行つた方法が記載してある)。此の場合には電車へは電動發電機より給電し其の電動機は電燈線の兩外線間に結ばれて居る。電車線と並列に一群の電池を結び可逆ブースターを附し電車荷重の不規則なる變化を皆吸収し電燈の電壓は常に一定に保たしむ。

供給を尤も安全ならしむる爲め下の如き開閉器具を使用す。何かの原因にて電燈の電壓が或る規定の値以下に降つた場合には主要 (電車用) 電路遮斷器が開き電動發電機は電池を充電す。若し故障が主要發電機によるものなれば電池のブースターは反轉して電動發電機に逆に電流を送り主要發電機が自ら恢復する

第二百九十圖



電車線より電燈線への切替接續 Shunt coil は省略す。

か或は他の發電機が代りに運轉するまで供給を續行す。

上述の事項は比較的小容量の場合に適當で大容量の場合には概ね電車の回線は全く電燈電力線と分離されて居る。

各發電機は電車線より電燈線に切替ふるには切替開閉器を備へ均壓母線及びシリースコイルは開放せらる。或る方法には shunt dynamo として運轉するには單にシリースコイルを短絡する様になしたるものもある然し之は推奨する事は出来ない何



となれば抵抗の少いシリーズコイルはうまく短絡する事は困難で殊に少しでもケーブルなどが用ひられて居る時は困難であるからである。

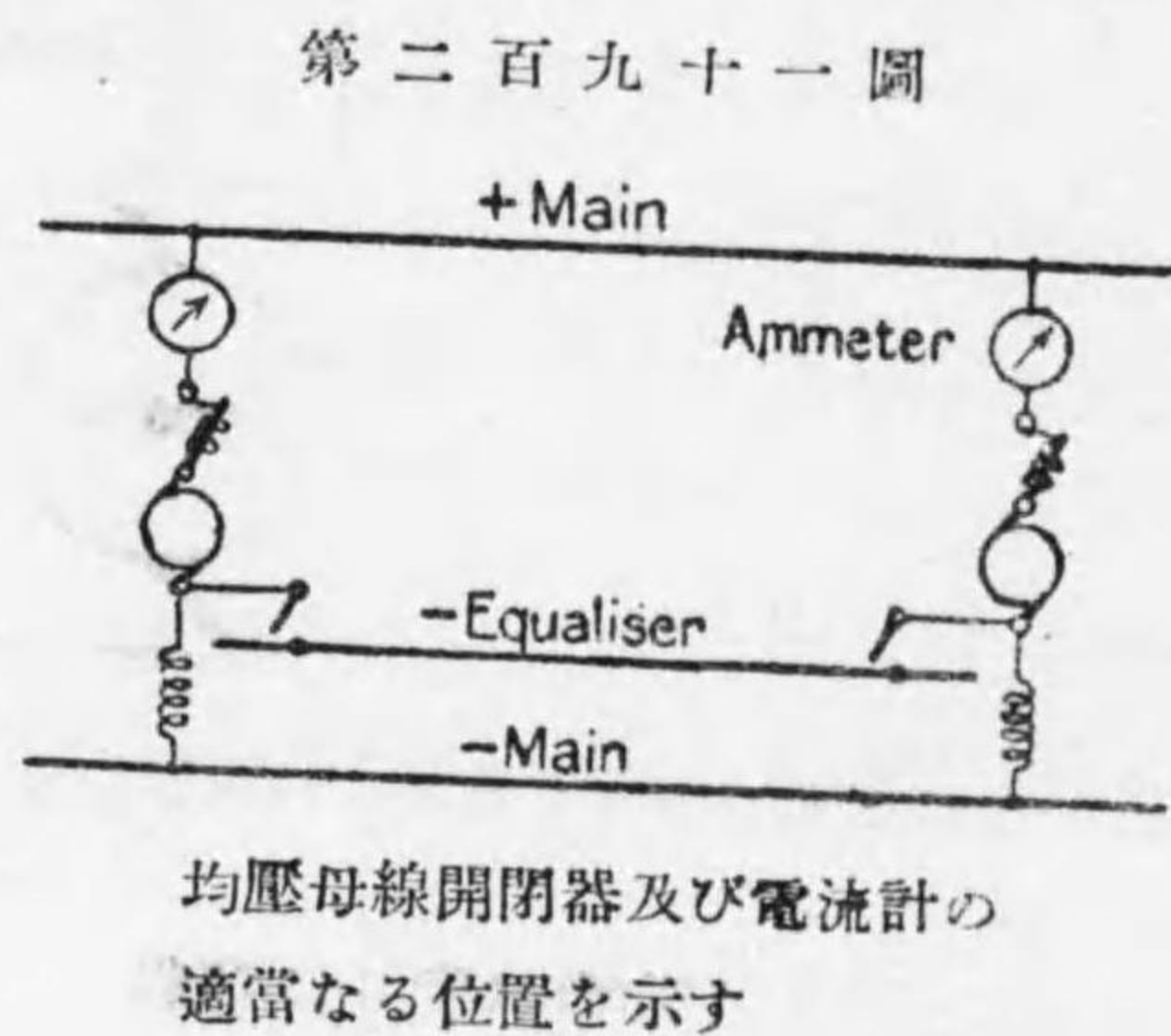
シリーズコイルの回線は全く開放してしまつた方がよい。第二百九十圖は最もよい接続圖で三極切替開閉器を使用し其の側の中央の極はどこへも結ばれて居ない。

### 均 壓 母 線

二基の複捲發電機が並列に結ばれて居る場合を考へむ。而して其の内一基の發電機の電流が他より少しく多くなつたとすればシリーズコイルの性質として多く荷重のかゝつて居る發電機の方の電圧が増加するから一層多くの電流を出さむとするに至る。即ち

兩基は安全の状態に居る事を得ず並列に運轉するは困難である。

此の缺點を除くには並列に運轉されて居る發電機各シリーズコイルは均壓母線を用ひて各並列に結んで置かねばならぬ。其の接続は第二百九十一圖に示すが如し。然れば若し一基の電流が増加すればすべてのシリーズコイルを並列に通るからすべての發電機の電圧を一様に増加する即ち不安定な状態はなくな



る。第二百九十二圖に示した均壓母線の接続は間違つて居るので注意しなければならぬ。

均壓母線は常に發電機用の單相自動遮斷器と反對の機の方に結ばねばならぬ。然らざれば其の自動遮斷器が働いた時にも發電機は均壓母線と一母線間に電流を送つて居る。

猶電流計にも同様の注意が必要で電流計は發電機に出す全體の電流を示す様に接続せねばならぬ。

電燈母線にはシャントダイナモとして又電車母線にはコンパウンドとして接続し得る様切替開閉器を備へて居る場合には均壓母線用開閉器を此の切替開閉器の一極として作れば間違を防ぐに尤もよい。(尙第二百九十圖を見よ)

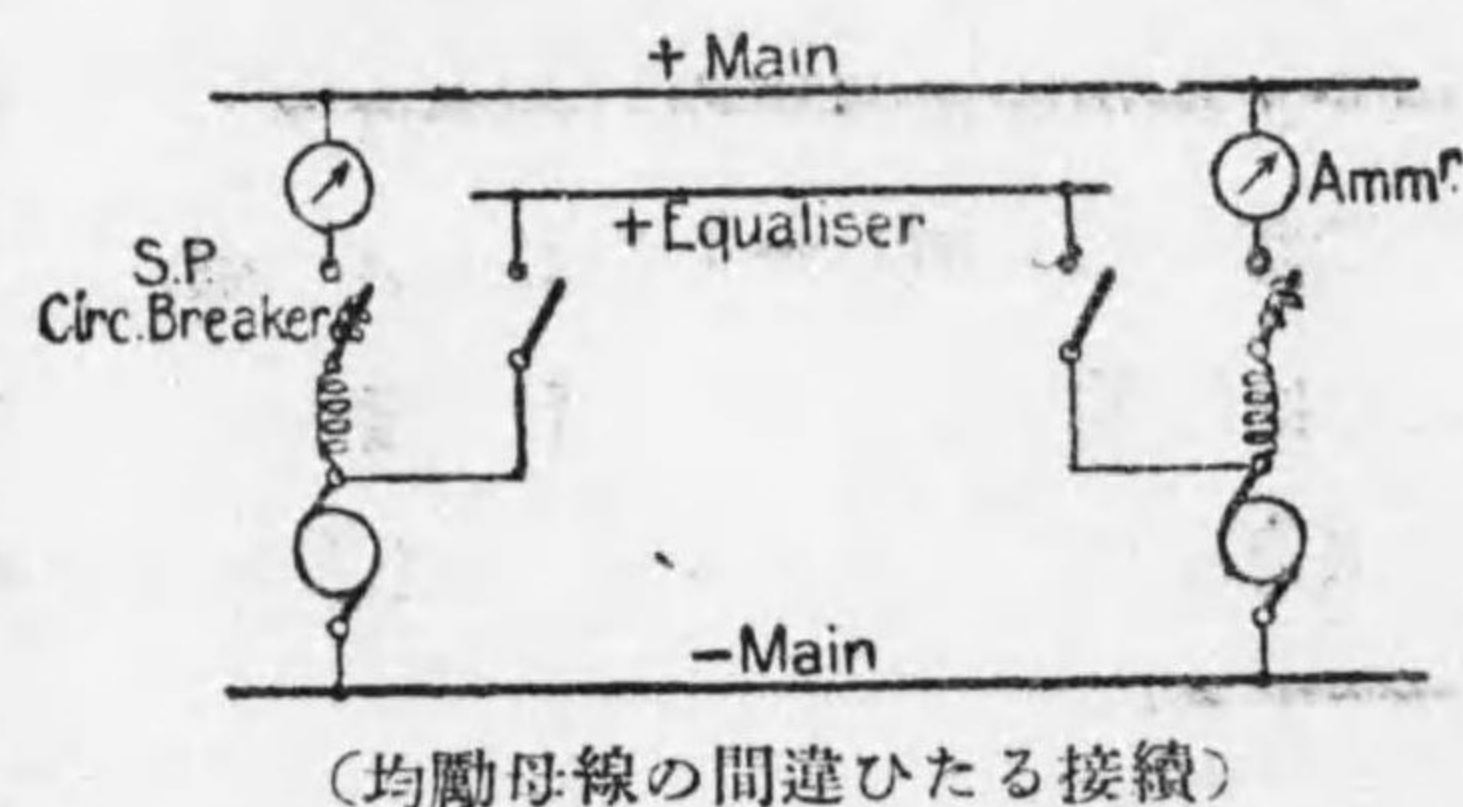
大なる發電機にありては導線の長さを成る可く短絡する爲め均壓母線開閉器は發電機と發電機との間に之れに接近して支配塔を設けて之れに取付ける。

自動遮斷器に均壓母線用の接觸部を附する事あり。之れは二極の自動遮斷器で其の一極を均壓母線用となせるものなり。此の装置は均壓

母線を發電機と同時に遮斷せむが爲めであるが英國で斯様な自動遮斷器はあまり使用されて居ない。

### インターポールを有する發電機の均壓母線

第二百九十二圖





インターポール捲線はコンパウンドの性質を多少有して居るが一般にコンパウンドダイナモでは故障を起す程有効ではなくインターポールコイルはアマチュアコイルの一部と見做し普通均圧母線は其の外側に結ぶ。

#### スタチック、バランサーを用いたる三線式発電機の均圧母線

スタチック、バランサーによりて不平均電流は発電機アーマチュアに送られるから (+) ブラシの本に於ける電磁と (-) ブラシの本の電流とは異なる。理論上かゝる発電機のシリーズコイルは二部分に分たねばならぬ一は (+) 側に他半は (-) 側に附す。実際かゝる方法を採用した場合もあるが不平均電流は一般に発電機全負荷の 20 パーセントを超過する事はないからかゝる理論的装置を施すには及ばない。シリーズコイルは常に一つとして一極の方にのみ附しても好結果が得られる。此の事はインターポールにも適當する事を得。

#### 工場用中低壓配電盤

現今工場用配電盤製作の趨勢はスレート盤の開放開閉器型を排し鐵函入の密閉したものに傾いて來た。

之れは配電盤をどこへでも任意の場所に置く事が出来且つ特別な保安被覆を要しない——即ち英國工場法の「隔離した場所」に適合する。

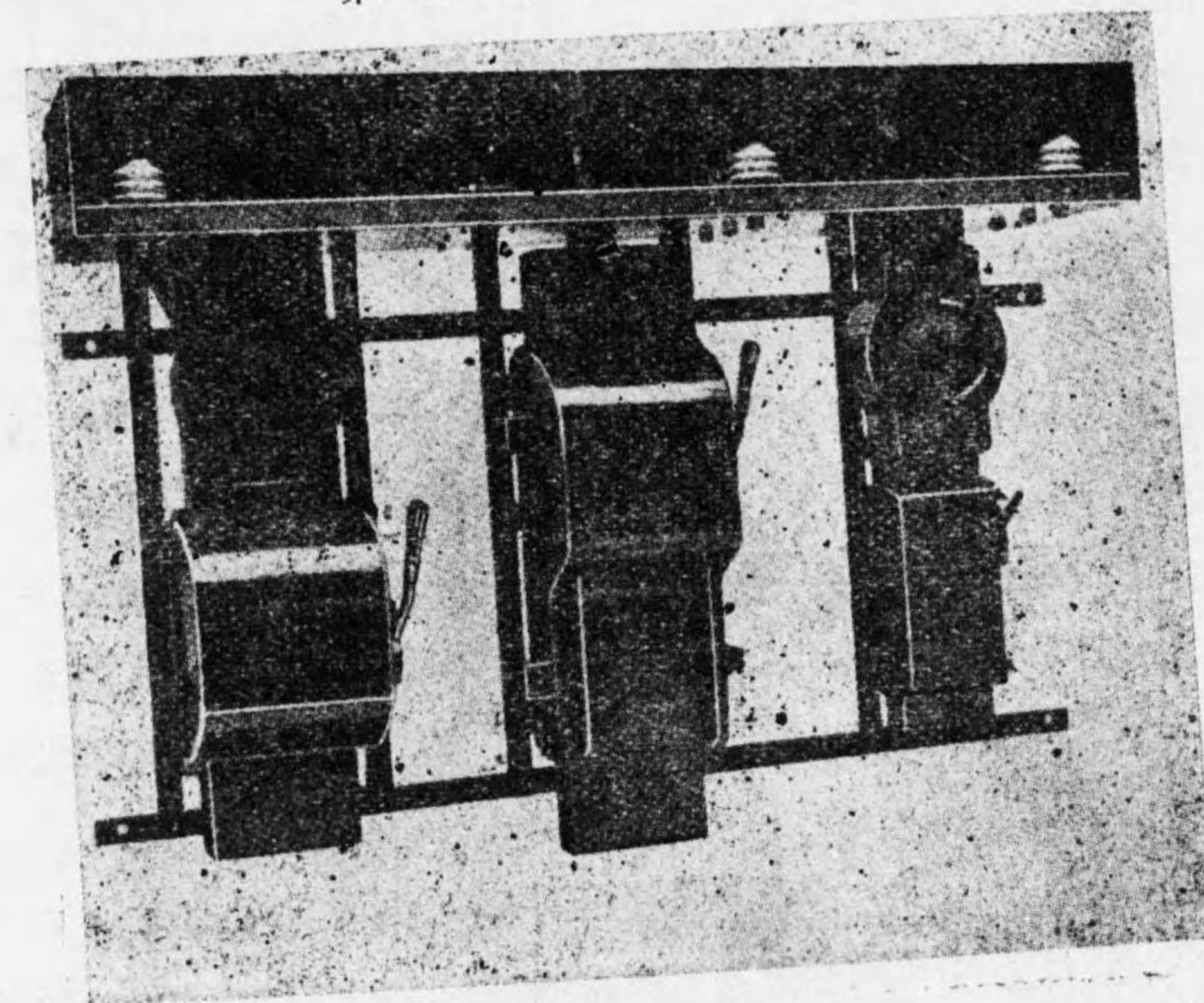
第二百九十三圖は此の種の配電盤を示す。母線は鐵板の覆を有し(圖は點檢の爲め前側を取り外す) スキッチフューズ箱は其の下方に取付けられて居る。第二百九十三圖に示した例に於てはスキッチフューズ箱の下部には外線の入るコンディットを取附

け得る様な箱がついて居る。依てぶらぶらしたケーブルは見えず全體として確乎したよいものとなつて居る。かゝる配電盤は一般に高價で取付に熟練した職工を要するものである。然し一度捲付くれば故障を起す事なく其の壽命は甚だ長い。

工場用ならば粗雑な配線の配電盤でよいと思ふのは甚だ間違つた經濟觀念である。此の粗悪な配電盤の爲め數時間作業を止めねばならぬ事が起つたとすれば配電盤で餘し得た費用位直ちに失つてしまふ。従て電氣機械製造家は自家の工場に於て良い例を示して置かねばならぬ。非常に粗悪なものを使用して居る製造家も少くない様である。

第二百九十三圖に示したものはあまり容量が大きい場合

第二百九十三圖



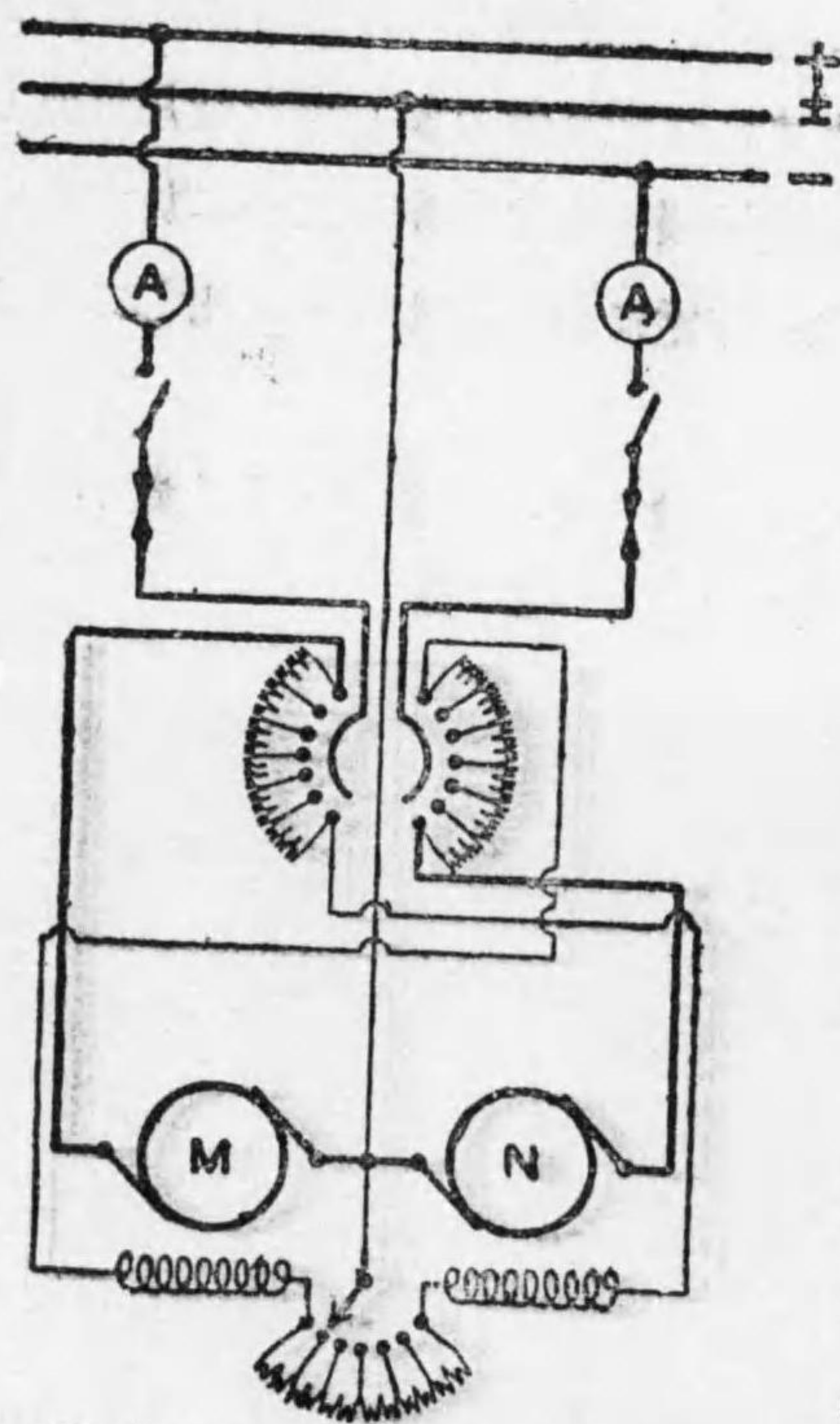


に適するが大きな容量となれば(凡そ 600アンペア)普通のパネル型がよい。

balancer操縦器具

廻轉 balancer。 balancerの目的は三線式の両側の電圧を

第二百九十四圖



三線式に balancerを結びたる圖

其の接続圖なり。

ポテンシオメーター形の調整器が両方の field coil にシリーズに結ばれ中性線は其の可動接觸に結ばれて居る。従て其

平均に保つにありて直結された二臺の發電機より成り一は(M)中性線と(+ )線との間に他の一は(N)中性線と線と(- )線との間に結ばれて居る。 M の shunt field は中性線と(- )線との間に、 N の shunt field は(+ )線と中性との間に結ばれて居る。

依て若し(+ )側の電圧が高きれば N は多くの電流を出す様勵磁され平衡を保つのである。第二百九十四圖は

の運動は一方の發電機の勵磁を増すと同時に他の發電機の勵磁を減少する。

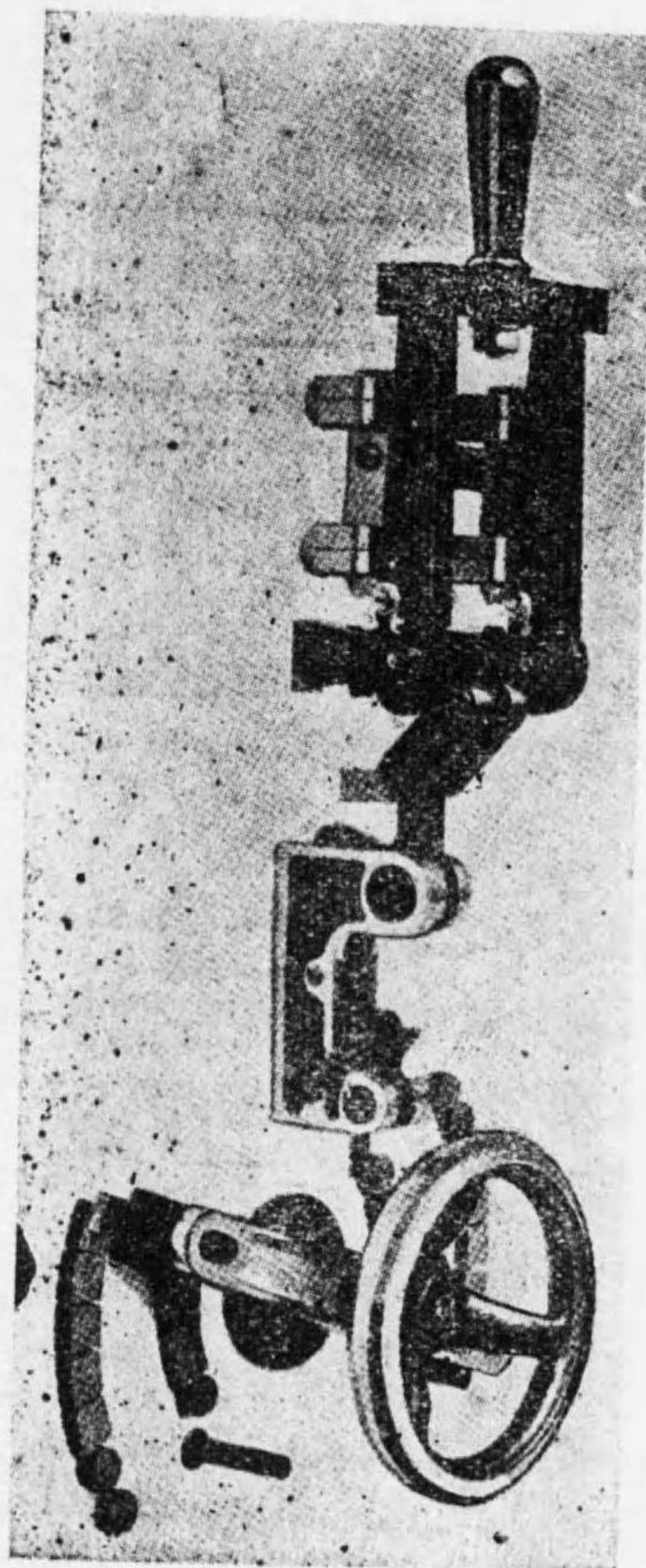
スターターは二つあるから両方のアーマチアを自由にスタートする事が出来る。 balancerは電燈線を幹線に結ぶ前には必ず動して置かねばならぬ。尚 balancerは両側に結ばれた電燈数が不同なれば危険であるから常に運轉して置かなければならぬ。スターターの最後の接觸片の大きさは中性線に通る不平衡電流の1/2の電流を通じ得る様充分な大きさを與ふるを要す。 balancerは軽く始動さるるから始動抵抗は此の電流に耐ふるを要せざれども理論上必要な値よりも澤山な抵抗にて置くのはよい事である。

電球に対する障害を防ぐ爲め balancerは常に運轉して置く事が大いに緊要である事は已に述べた處で、若し balancerの保安用として瞬間動作の過負荷リレー又は細いフェーズを使用した場合には外線の何れかにアースが起つた時には balancerは幹線から切り離され易い。此の危険は架空線を使用した際に特に多い。中性線は英國の規則では勿論接地されて居るのである。依て外線の何れかにアースが起れば balancerを形成して居る二臺の發電機中何れかを短絡する事になる。従て第二百九十七圖に示した様な短絡を制限する抵抗が使用される事あり。猶 balancerに用ふるフェーズ若しくは過負荷リレーは實際に起り得べき接地電流よりも少し高く調整して置く可きである。然らざれば balancerには寧ろ過負荷リレーは使用せぬ方がよい。若し過負荷保安器を付けたければ balancerが焼けやふと



する時にのみ熔解する太いフューズを使用するがよい或はフューズ程よくはないが過負荷リレーならば其の猶豫時間の長いものがよい。 balancer用スターターには no-volt-coil は付けぬ方がよい。之れを付けると必要

第二百九十五圖



もない時に之を切る様な事が起り故障を起す原因となる若し no-volt-coil を使用せぬ場合には balancer を始動せむとする時スターターのアームが off の位置に達せぬ前に主要開閉器を閉づるが如き事なき様特別な保安装置を附するを要す。第二百九十五圖は此の點に關する G. E. 會社の保安装置である (英國特許 No. 21120/1912)

開閉器とスターターとの聯鈎

前節にて述べた通り balancer のスターターには no-volt-coil を附せる方がよい。然れば主要開閉器によりて balancer を止めた時其のスターターのアームは自働的に off の位置に戻らぬ。依て若し取扱者が不注意にもスターターの抗抗

ランサーを止めた時其のスターターのアームは自働的に off の位置に戻らぬ。依て若し取扱者が不注意にもスターターの抗抗

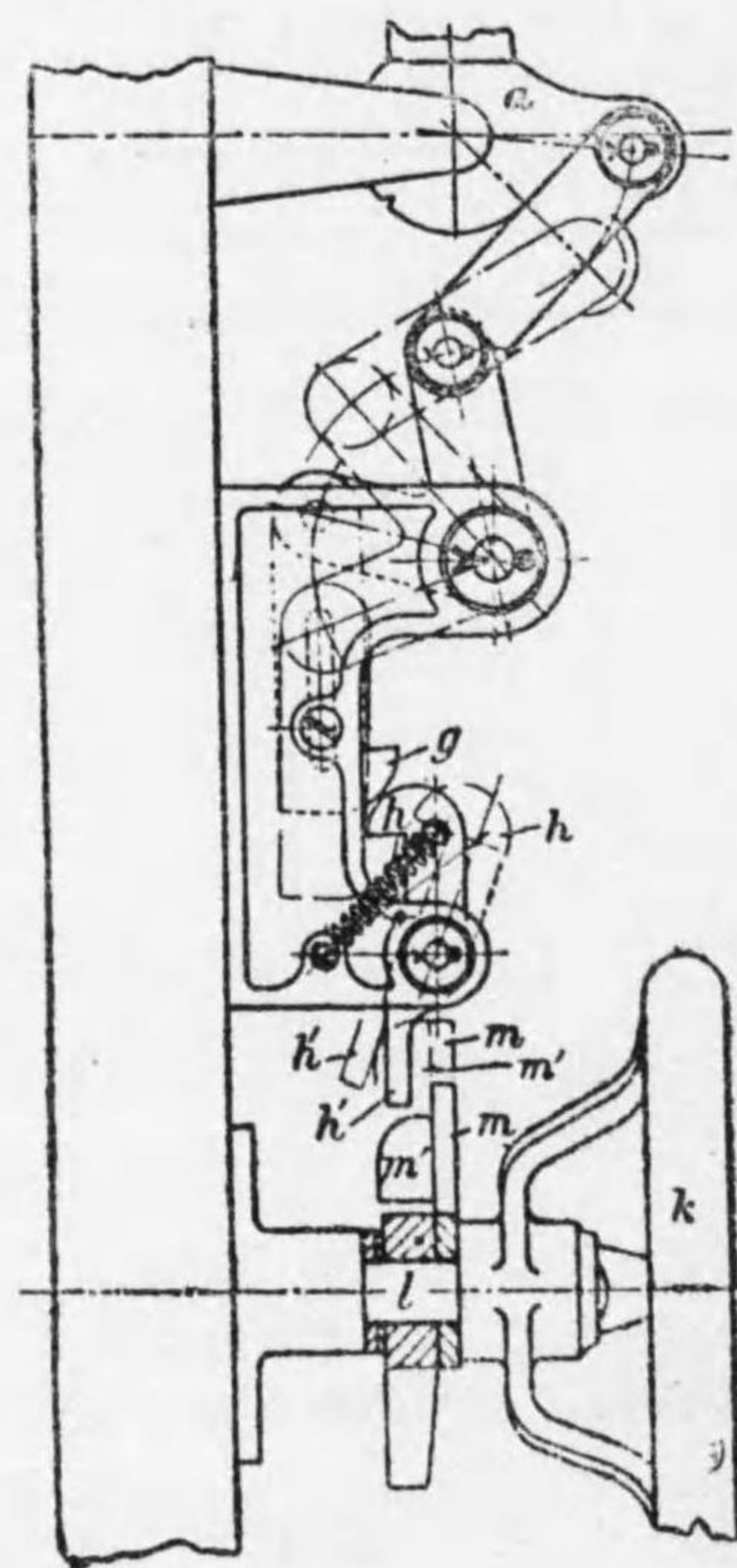
が全々切れ々て居るにも氣付かず balancer を再び電路に結ばむとすれば茲に大なる故障を起すに至る可し。

第二百九十五圖に示した装置は此の故障を豫防するの目的に作られたものである。第二百九十六圖は其の側面圖なり。a は開閉器の下部で lever により滑動爪 g と連結し g は h に引きかゝる様に出来て居る。

k はスターターの把手で之れに m なるアームが付けられ m は m' なる突起を有す。m' は或る位置に廻轉し來れば h なる爪の他端 h' を押し gh を外す。

即ち balancer の主要開閉器が開いて居る時は g と h とは引懸り主要開閉器を閉づる事は出来ない様になつて居る。把手 k をまはしてスターターが全々 off の位置に來れば點線に示した様に m' は h' を押し gh を外すから此の位置に限り主要開閉器を閉づる事が出来 no volt coil がなくとも安全に取扱ふ事が出来る。

第二百九十六圖



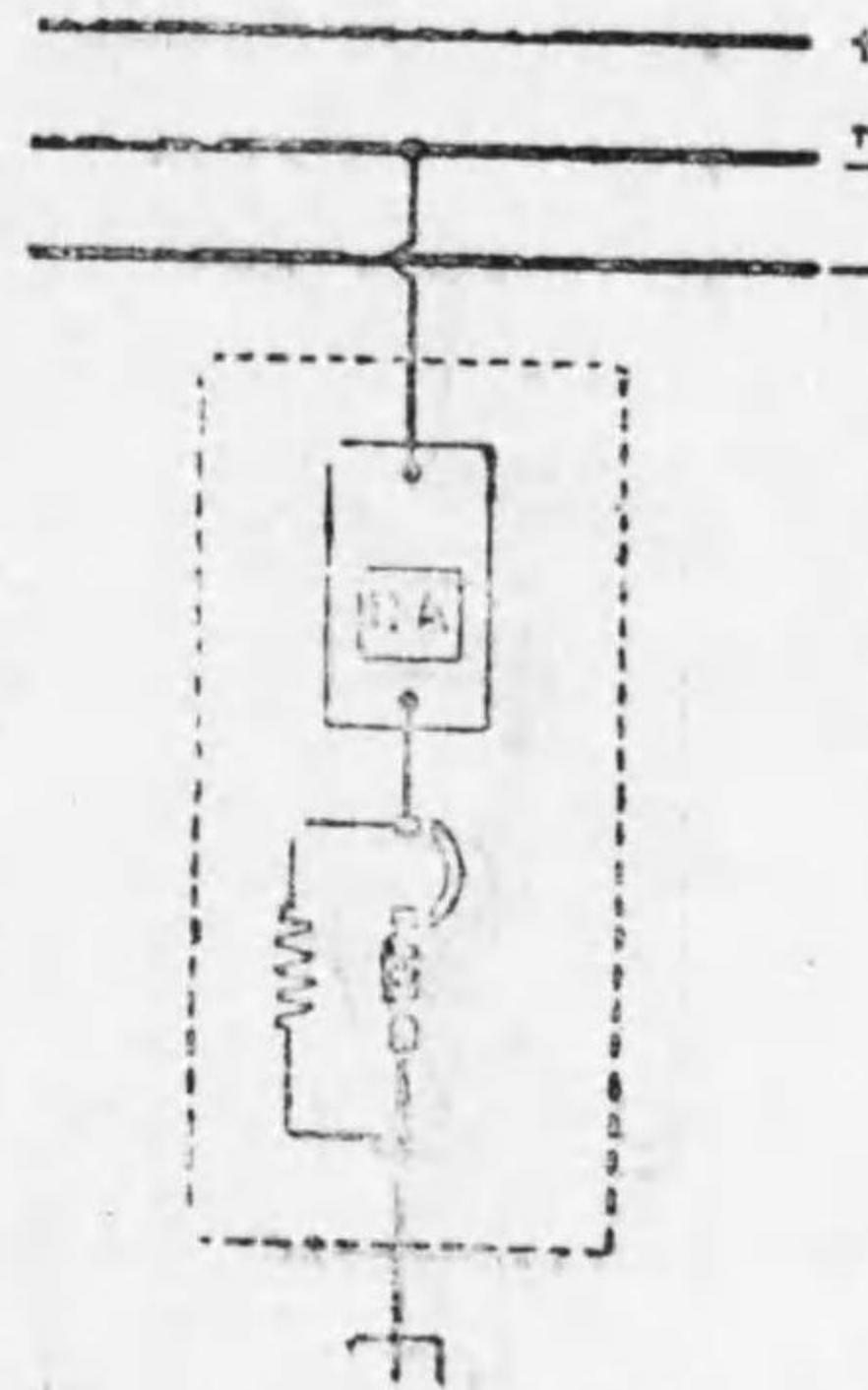


### 三相式に於ける中性線の接地

英國の規則では三線式の中性線は發電所に於て接地する様になつて居る。

此の接続は**第二百九十七圖**に示した如くで、接地線を通れる

第二百九十七圖



英國の規則に準じたる三線式中性線の接地法、短絡自動遮断器記録電流計、接地抵抗を結ぶ

抵抗は24 オームで2400ワットの耐熱容量を有せしむるを常とす。

電流は常に記録電流計に依りて記録測定される。

之れとシリーズに自動遮断器を結び若し電流が例へば10 アンペアを超過すれば電路を開き接地線と直列に抵抗を入れ依て接地電流が10 アンペア以上となるを防ぐ。

或る場合には此の自動遮断器にベルを附し電流が増して來た時ベルを鳴らし取扱者に注意を興ふる様になせるものあり。240 voltの電路(即ち兩外線間の電圧は480 volt)に於ては此の抵

### 進相機操縦器具

#### (A) Kapp の進相機(又はバイブレーター)

Gisbert Kapp 教授の考案した進相機は交流の通ぜられた導

線を直流にて作られた磁界内に於て磁力の方向と直角の方向に動かす時はコンデンサーの如く作用する、即ち導線の交流は其のターミナルに加へられた電圧よりも位相が進むと云ふ原理を應用したもので Swinburne 氏は(“Proceeding” I.E.E. 1902, Vol. XXXII, page 26 を参照)此の原理によりて交流回線の力率を變化せしめ得る事を發表せり。然し此の方法を例へば50 サイクルの交流回線に適用せむには交流を通ずる導線は一秒钟50 サイクルの割合で振動せねばならぬと云ふ困難な事がある。Kapp 氏は此の困難を除くに誘導電動機のローターの電流を用ひた。誘導電動機のローターの電流はステーターの電流の周波數にスリップを乗じたる數の周波數を有して居る。例へば一次電流の周波數が50 サイクルでスリップが4% であればローター一回線の電流の周波數は

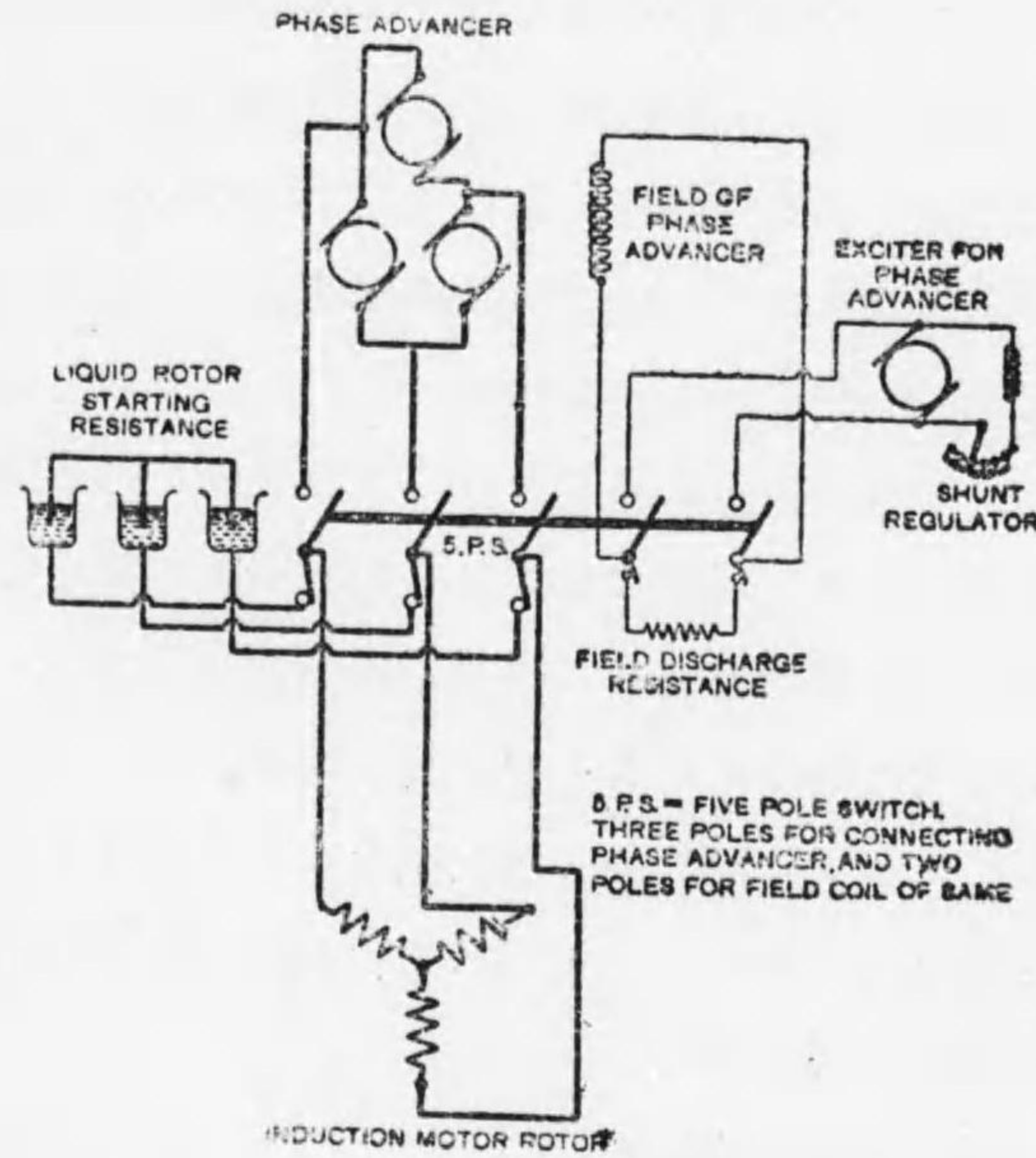
$$50 \times 0.04 = 2 / \text{毎秒}$$

なり。即ち Kapp 氏は振動せる導線を捲いた鐵のアーマチュアを使用する事を得實際に作り得る機械を得たり。

ローターに三相捲線を施したる誘導電動機は三つのアーマチュアを要す。勵磁捲線はシリーズに結ばれ勵磁機に shunt regulator を要す。進相機は三極開閉器によりて電動機のスリップリングに結ばれる。而して三極開閉器は電動機が殆んど或は全く全速度に達した時のみ閉ぢて進相機を接続す可し。然らざればあまり高い周波數の交流が進相機に加へられる事になるから危険である。斯様な危険を未然に防がむとせば適當なる聯鈎保安装置が必要である。



第二百九十八圖



Kapp 氏の進相機の接続

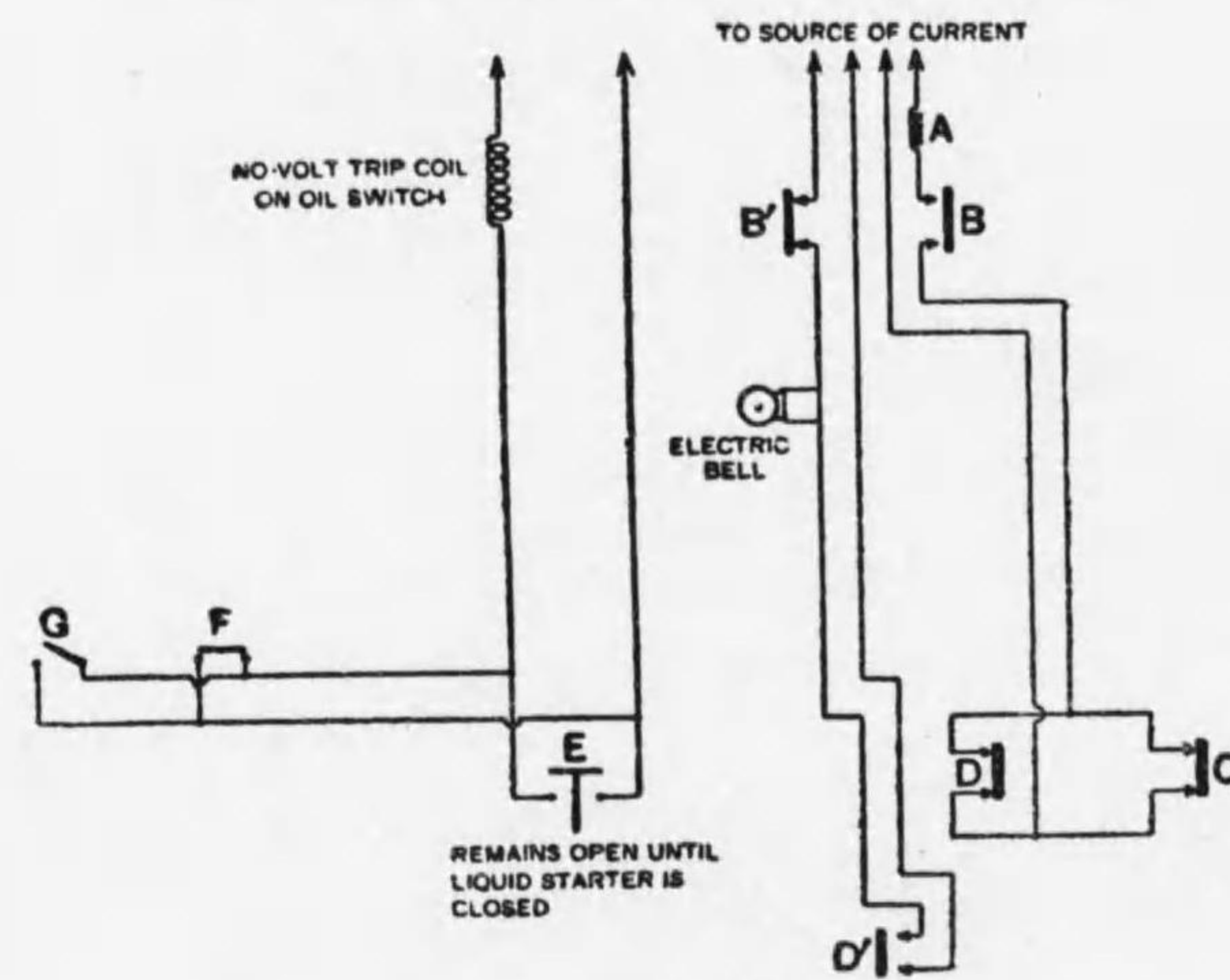
第二百九十八圖は Kapp 氏の進相機の接続を示す。進相機の field 用開閉器は主要開閉器と聯鈎されて居るから勵磁せず進相機を接続する事は出来ない様になつて居る。二個の開閉器を組み合はして五極切替開閉器になつて居る。

ローター回線は開放されぬ爲め切替開閉器により進相機の回線が開かるゝ前に水抵抗器を通じて電路を作る様になつて居る。

第二百九十九圖は聯鈎方法を示す。電動機ステーターの主要油入開閉器にはトリップコイル A があり、此のコイルが勵磁されて居る時は開閉器は閉づる事が出来ない様になつて居る。此

のコイルとシリーズに B なる一對の接觸部あり、之れは主要開閉器が開かれた時接続される水スターターは C なる接觸部ありて C はスターターが off の位置にある時常に閉ぢられて居る。之れと並列に D なる接觸部あり D は 5 相切替開閉器に結ばれて居り進相機が結はれて居る時のみ閉ぢて居る。

第二百九十九圖



進相機用操縦器具の聯鈎

- A = トリップコイル。此のコイルが勵磁されて居る間は開閉器は閉づる事が出来ない。
- B = 油入開閉器上の接觸で開閉器が開いて居る間は閉ぢられ開閉器が始んど閉ぢらるる位置に来るまで閉ぢられて居る。
- B' = 油入開閉器上の接觸で開閉器が閉ぢられて居る間は閉ぢられて居る。
- C = 水スターター上の接觸部でスターターが開かれた時の外は常に閉



ぢられて居る。

D = 5 極開閉器上の接觸部で進相機が電路内に在る間は閉ぢられて居る。

D' = 5 極開閉器上の接觸部で進相機が電路内に在る間は開かれて居る。

F = 之等の接觸部は切替開閉器が始動側に在る時閉ぢられて居る。

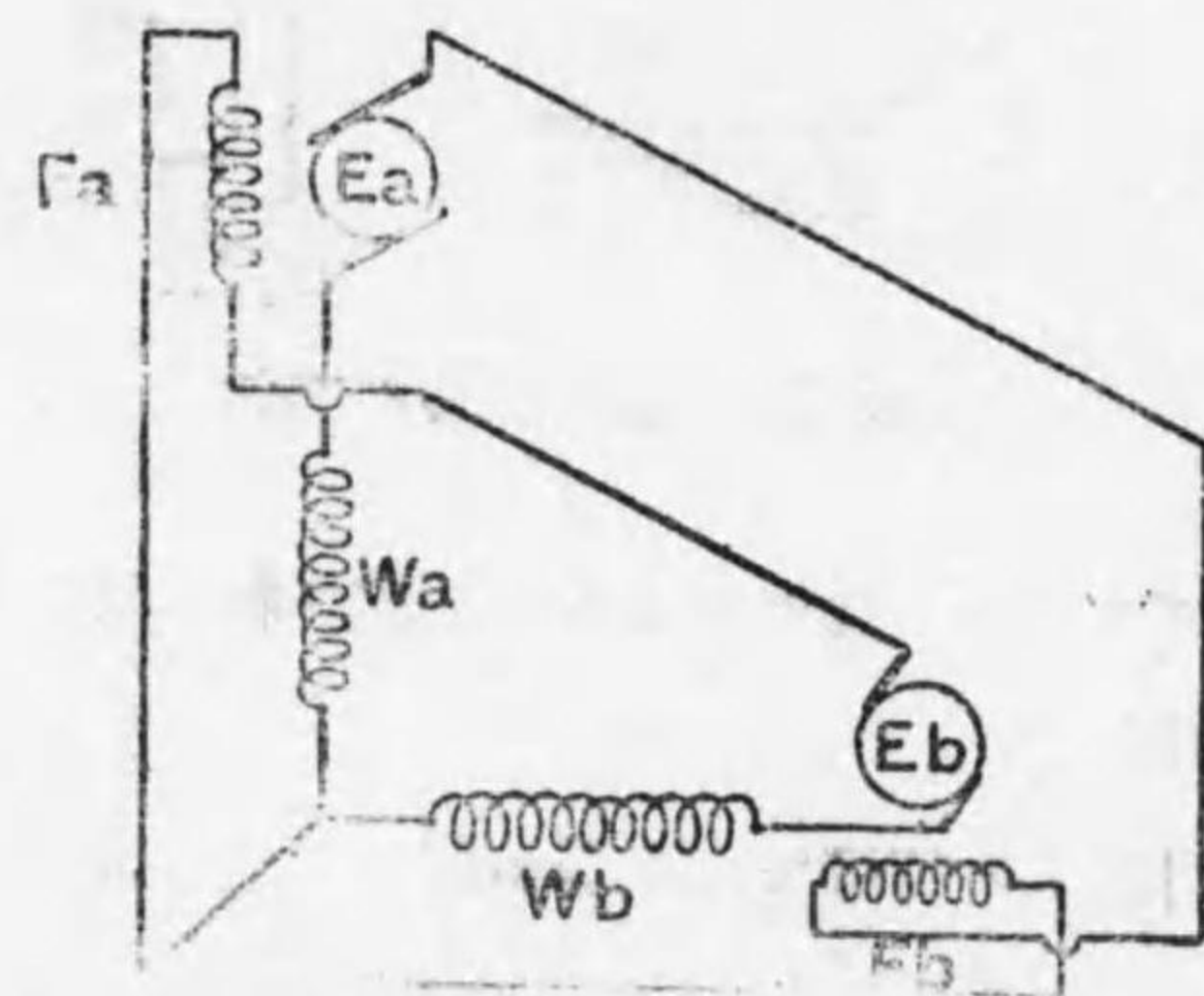
G = 此の開閉器は切替開閉器が進相機側に在る時にのみ閉ぢらる。5 極切替開閉器が始動側に在る外は之れは開放されて居る。

之等の方法によりステーターの主要開閉器が開かれたる時は之れを再び閉ぢむとするには先づ進相機を切り始動器も off の位置に戻さねばならない様にする事が出来る。

(b) 廻轉進相機

1895 年 Leblanc 氏によりて述べられた原理に基き各所の製造所に於て種々の廻轉進相機が作られて居る。

第三百圖



二相廻轉子捲線に施せる Leblanc 氏の進相法

即ち誘導電動機のローターに或る電壓を加へローターの電圧よりローターの電流の位相を進ましむる方法で之れは一次電流

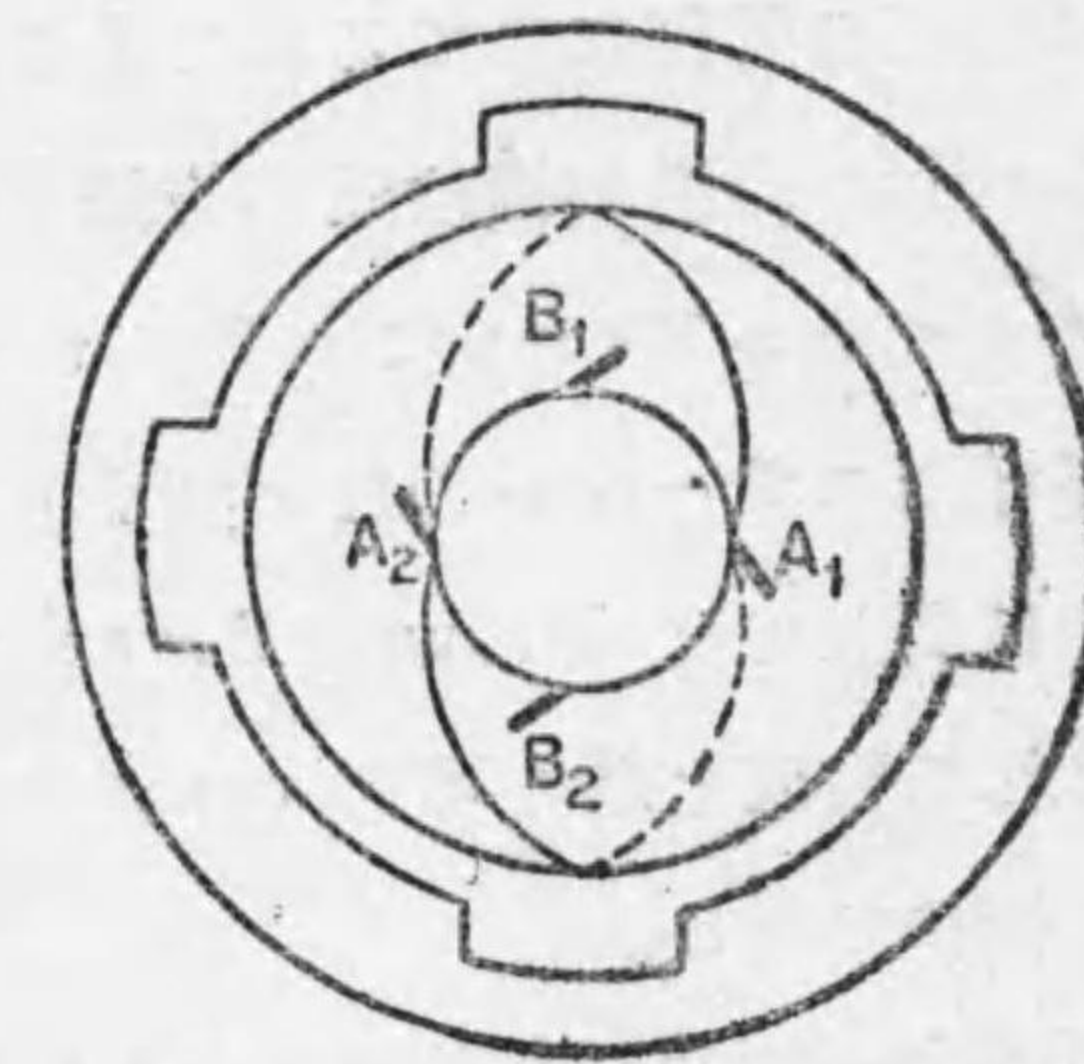
にも作用を及ぼし一次電流の後れ方を進相装置なき場合より少くする而して適當なる設計を施せば力率を 100% にする事も出来る。Leblanc の方法ではローターの各相毎に補助の勵磁發電機を用ひねばならない。第三百圖は三相ローターの場合で  $W_a$ ,  $W_b$  はローターの二相捲線を示し  $E_a$ ,  $E_b$  は勵磁機のアーマチュア、 $F_a$ ,  $F_b$  は其の勵磁捲線なり。即ち  $E_a$  は  $W_a$  の電流より 90 度進んで居る  $W_b$  の電流で勵磁され、従て  $E_a$  により  $W_a$  には  $W_a$  の電流より進んだ或る電圧が加へられる。勿論  $W_b$  にも同様の現象を來す。猶 Leblanc は  $E_a$ ,  $E_b$  は一機に合成する事が出来る事を示せり。

之れは第三百一圖に示されて居る。之れには別の勵磁捲線はなくアーマチュアの電流が自ら勵磁する。

アーマチュアはドラム型に捲かれコンミュテーターを有し勵磁捲線を有せざる鐵のヨークにて圍まれブラシは誘導電動機の四個のスリップリングに結ばれて居る勵磁機は電動機に直結されるかベルトにて之れより運轉さるか或は別の電動機にて運轉される其の速度はローターの電流の周波數より高く保たれる。

進相機の作用は下の如し。最大電流が  $A_1$  のブラシよりア

第三百一圖



Leblanc の二相進相機の勵磁機



マチュアに入り  $A_2$  を経て出て行く瞬間にアーマチュアは上及び下部の磁極を勵磁する。即ち  $A_1A_2$  間の捲線に並行に磁界が出来る。此の磁界は  $A_1A_2$  間の捲線には並行であるから之れに電圧を誘發する事はないがブラシ  $B_1B_2$  間の捲線には直角をなし此のブラシ間に最大電圧を誘發する。此の電圧は  $A_1A_2$  を通る電流と同位相に在り  $B_1B_2$  を通る電流より 90 度進んだ位置に在る。

同様の原理は三相のローターにも應用する事を得べく唯此の場合には二相にて四個のブラシを要する場合に三個のブラシを使用せねばならぬ。

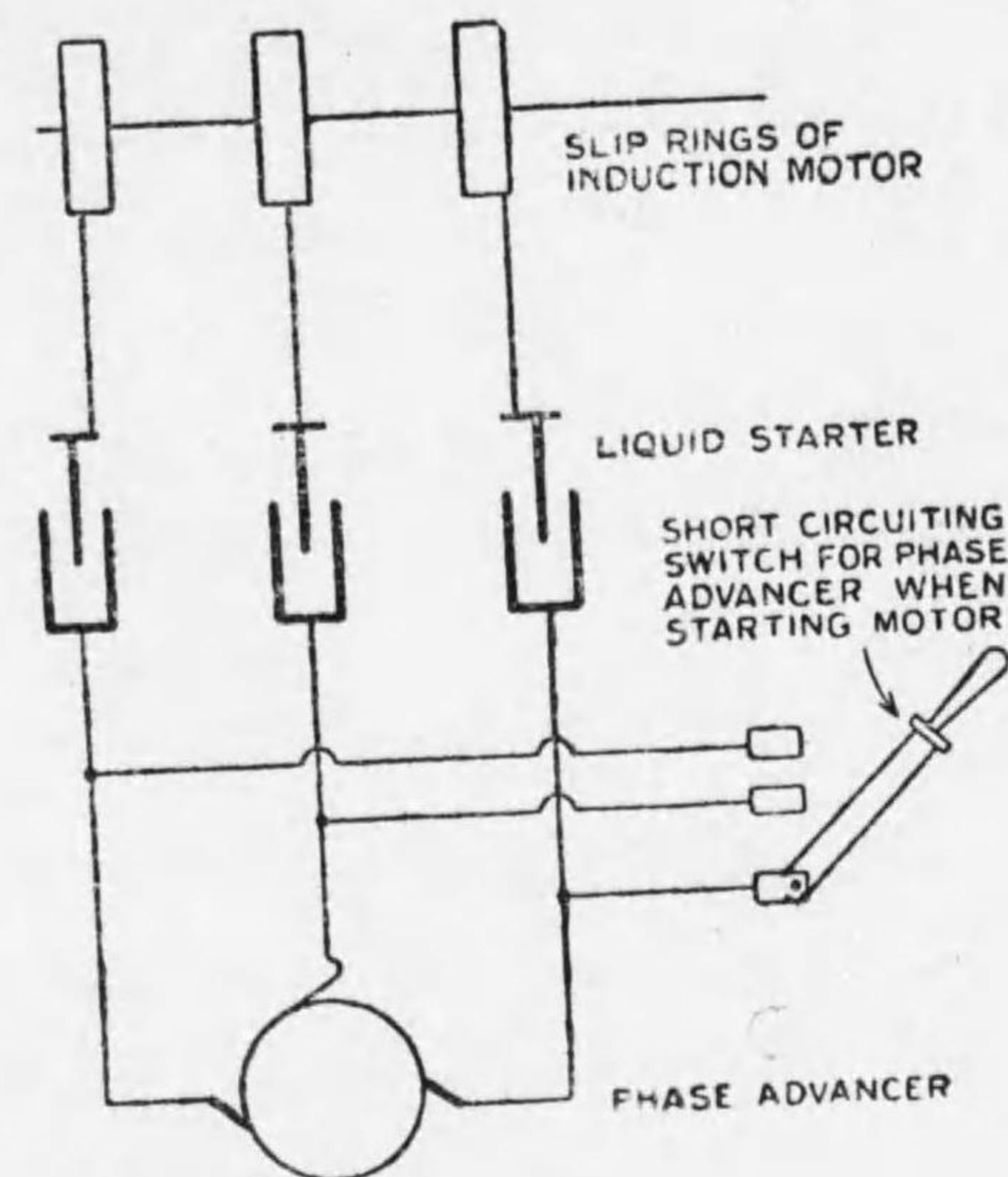
猶勵磁機には air gap を附する必要なきは明かなり即ち捲線の無い外部のヨークはアーマチュアの一部として作る事が出来る——即ちアーマチュアに穴を穿ち之れに捲線を納め穴の外部は磁束の歸路にあてるのである。Brown Boveri 會社で作る Scherbius の進相機は此の方法で作られて居り、唯廻轉して居るアーマチュア・コンミュテーターとブラシとがある。

斯様なステーターのない型よりも大なる電流を扱はむとするものに對しては Brown Boveri 會社では別にステーターを作り之れに整流を助く可き compensating winding を捲いたものを作つて居る。

Westinghouse 會社では別々な勵磁捲線を有する磁極のある進相機を作つて居る。然し之れも原理に於て同様である。

誘導電動機を始動する時には進相機は之を電路外に置くとか短絡するかの必要がある。前者の場合には**第二百九十八圖**に示

第三百二圖



三相進相機の接続

した様な切替開閉器を用ふる事が出来る。但し此の際は field switch は不要である。

始動の際短絡せむとするには**第三百二圖**の如き接続をなす此の方法は前の方法ほど便利ではない其のロータースターターはスター形に接続する事は出来ず六本のターミナルを出さねばならない。且つ進相機を短絡せず誤つて電動機を始動するが如き事なき様な装置が必要である。

猶進相機が電動運轉なる場合には此の電動機の操縦器具を要する。G.H. Eardly-Wilmot 氏は一の廻轉進相機用聯鈎装置を考案せり (The Electrician, Vol. LXXII, p. 329, 1913)。之



れには一の切替開閉器がありロータースターターより進相機に切替へられる様に作られて居る。聯鈎の目的とする處ろは電動機の main switch (ステーター用) がスターター、切替開閉器が共に始動の位置にあり且つ compensator が運轉されて居なければ閉ぢられない様にせる點にあり。

若し切替開閉器がローターと進相機とを接続して居る時主要開閉器を閉づれば進相機はまだ運轉を始めざるにローターの静止して居る時誘發するスリップリング間の全電壓が進相機のブラシ間に加へられるから進相機は恐らく焼けてしまふであらふ

此の聯鈎の原理は**第三百三圖**に示されて居る。即ち一度 HS なる主要開閉器が開かれた時には SM なるコイルが勵磁され其の鐵心を引き上ぐるに非ざれば再び之を閉づる事は出来ない。此の SM なるコイルはロータースターター A が off の位置に來り、US なる開閉器は始動の位置に來り進相機が廻轉したる時にのみ勵磁される。HS なる主要開閉器が一度閉ぢられたる後は SM のコイルは何等の故障も起さず減磁する事を得。然し此の**第三百三圖**に示した方法では過失を全然保證し得るものではない。即ち HS なる主要開閉器を閉ぢた後で直ちにまだ HM の電動機の始動せぬ内に US の開閉器を切替へる事が出來猶進相機を接続する事を全く忘れても之に對して何等の信號も表れない。

**第二百九十九圖**に示した聯鈎法は之等の點に對して充分の注意が拂はれ振動型の進相機の外廻轉進相機にも使用する事が出來る。茲に述べた装置では上述の事項の外猶主要開閉器を閉づる前に進相機が廻轉して居るかどうかを見る必要がある——即

ち其の電動機で運轉されて居るかどうかを。然し**第二百九十九圖**に示した方法によれば進相機をまはす電動機のステーター開閉機の電動機側から無電壓トリップコイルに電流を送ればよい。此の方法は若し進相機用電動機の開閉器が開いた時に全體が停止されてしまふと云ふ特長がある。勿論進相機は主要電動機 HM によりて運轉せらるゝ場合がある此の際は其の必要はない。

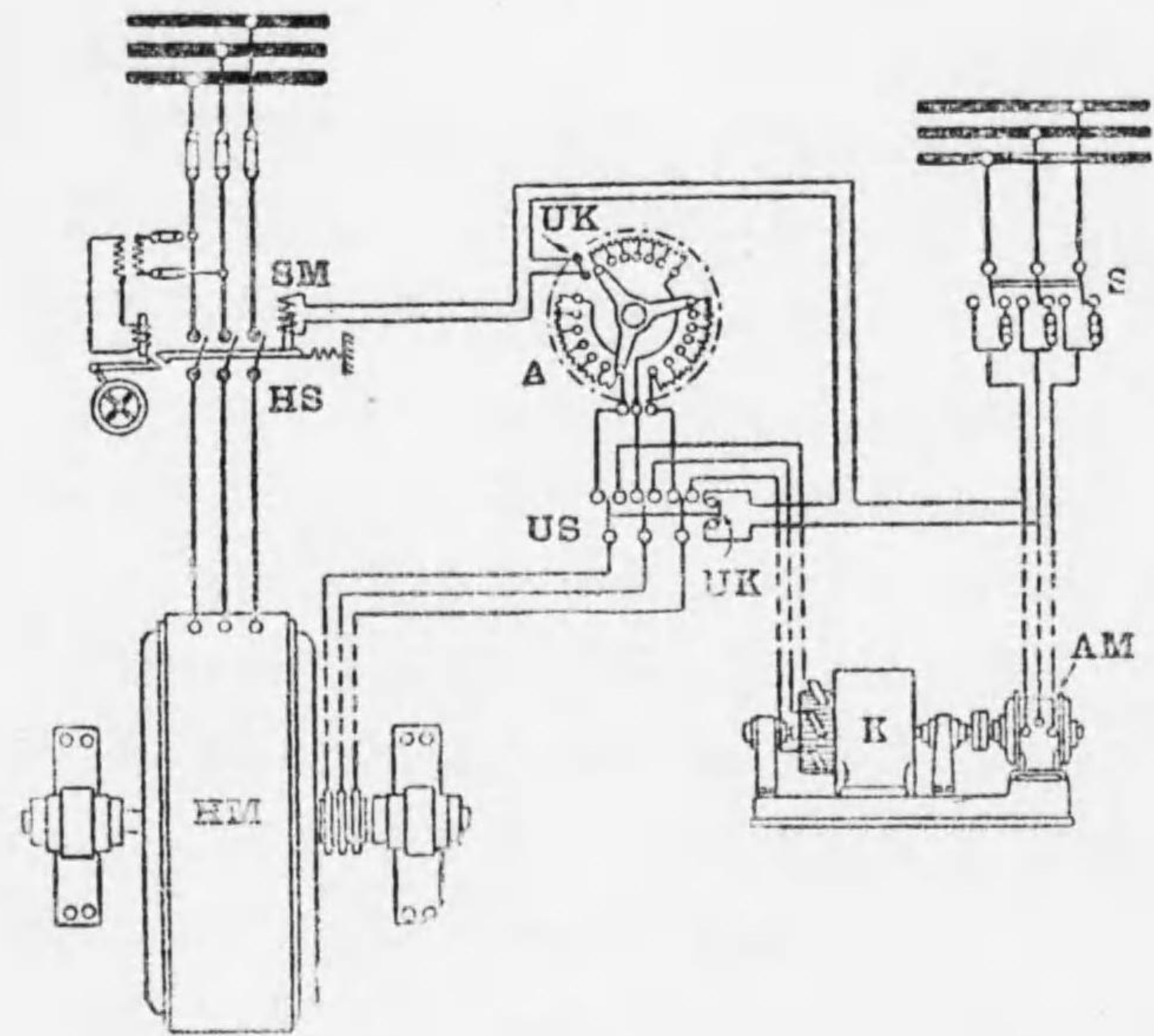
依て**第二百九十九圖**の聯鈎法はすべての誤を防ぐ事が出來どの種類の進相機にも適用する事が出来る。

Brown Boveri 會社では三相進相機用として切替開閉器とスターターとを組み合わせ一層簡単な装置を作つた**第三百四圖**即ち進相機 K はスターター A の最後の接觸部に結ばれて居るからローター回線の全抵抗が切り離された時には HM は全速度に達し同時に進相機 K は HM のローター回線に結ばれる。然し此の装置は比較的小なる電流の場合にのみ使用されるもので大なる電動機にありては**第三百三圖**に示したもの或は**第二百九十九圖**に示した方法を用ひた方がよい。

D なるリレーは進相機が廻轉せぬ前に HM の開閉器が閉ぢられるのを防ぐもので若し D のコイルが減磁されるれば其の鐵心は底部に下り HS の no-volt coil の回線を開く。S の開閉器が閉づれば D の鐵心は上り主要開閉器の no-volt coil は閉ぢられる。勿論 S が閉ぢた時は進相機は廻轉する。若し事情が許すならば D のリレーを省略し HS の no-volt coil を直接に S の電動機側 (下方) に結び同様の結果を得べし。



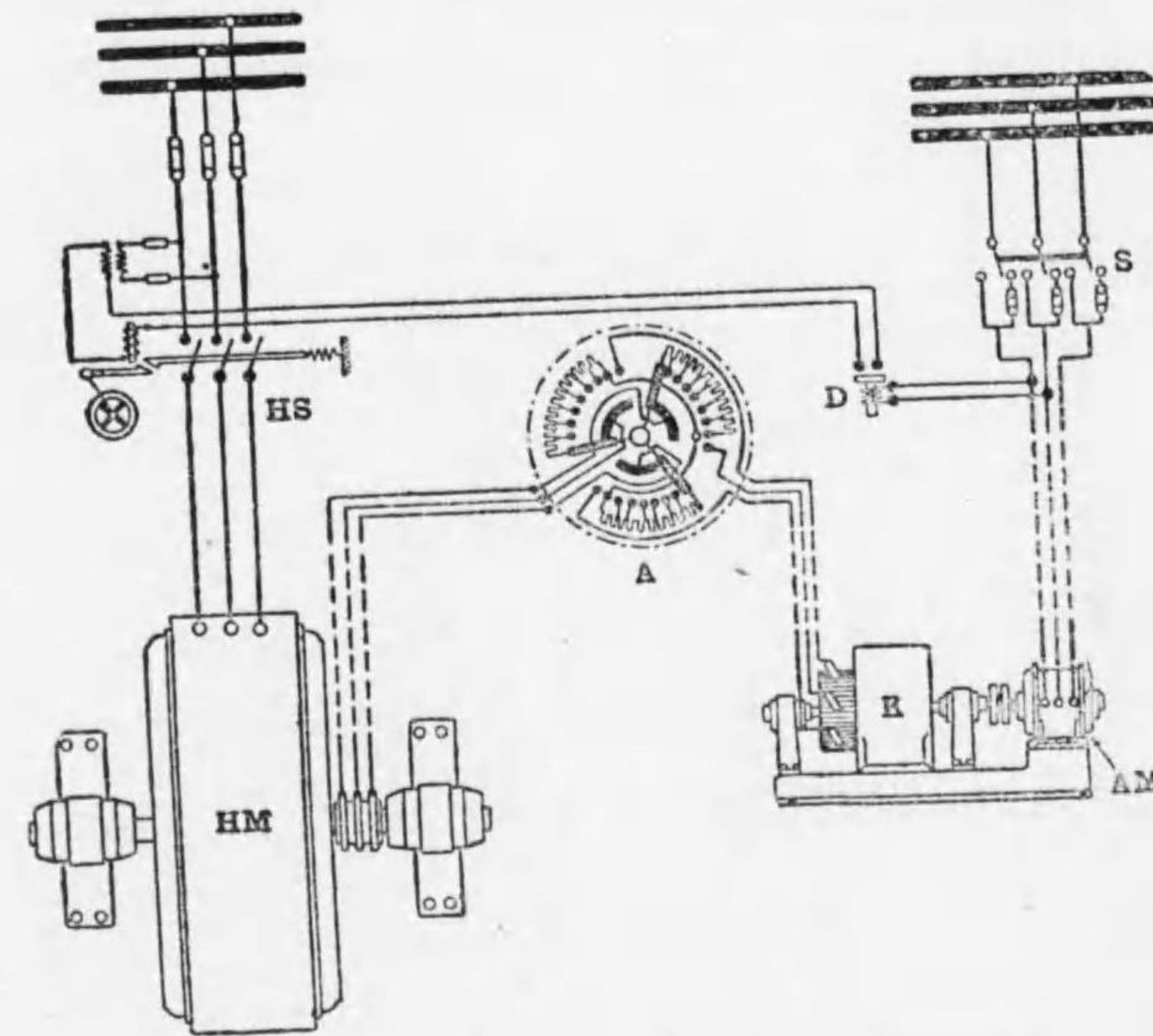
第三百三圖



位相調整装置

- SM = 主要電動機用開閉器の聯鈎磁石、
- MS = 主要電動機開閉器
- HM = 主要電動機、
- A = スターター
- UK = 開閉器接觸
- US = ローターをスターターよりコンペンセーターに切替える開閉器
- K = コンペンセーター
- AM = 電動機
- S = コンペンセーターをまはす電動機 AM の開閉器

第三百四圖



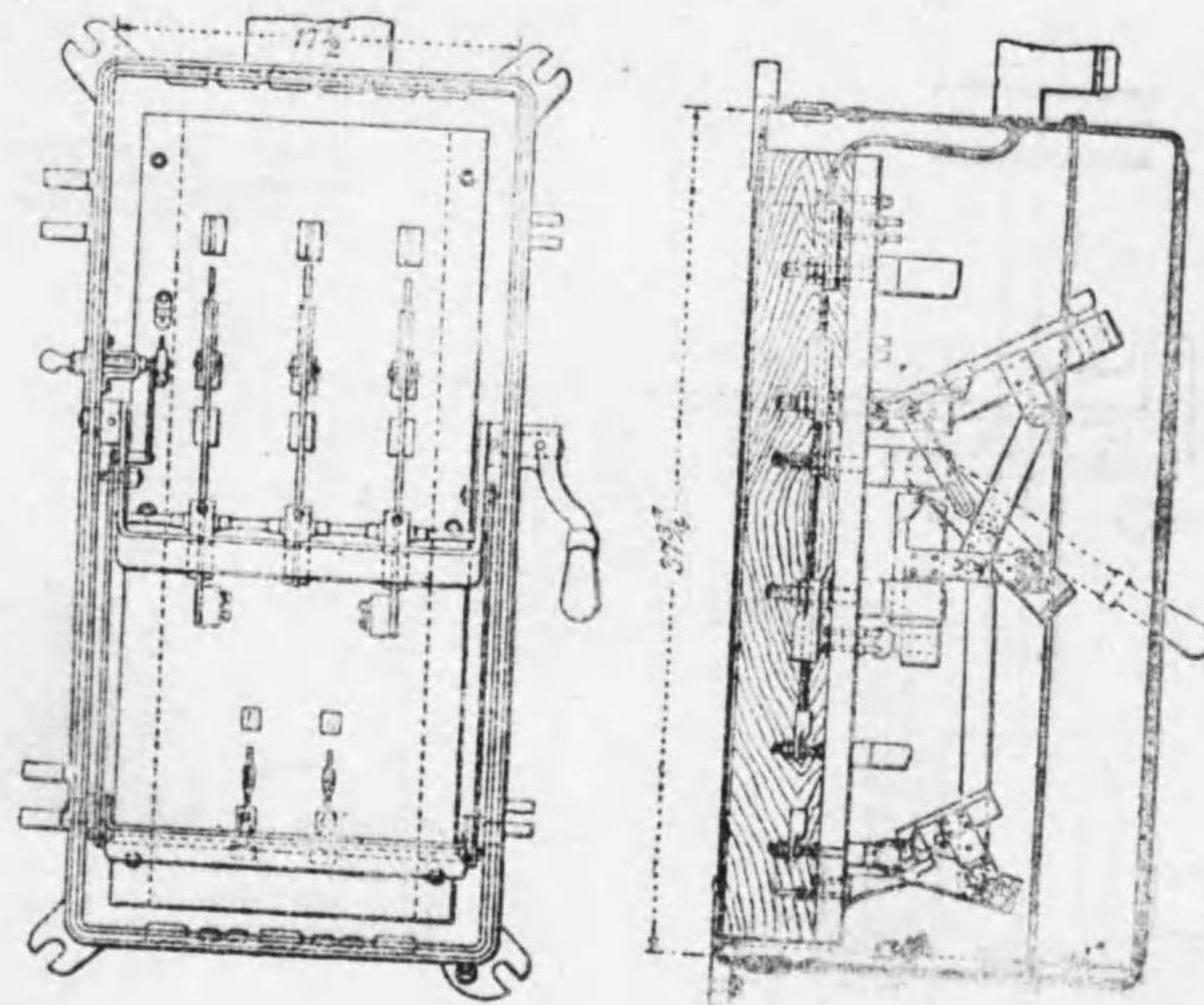
進相機と誘導電動機との接続

- HM = 主要電動機
- HS = 主要開閉器
- K = 進相機
- S = 始動の後フューズを入れる開閉器
- A = スターター
- AM = 電動機
- D = リレー

第三百五圖は第二百九十八圖、第二百九十九圖に示した聯鈎法に使用する鐵函入の切替開閉器で上部の開閉器はローターをスターターより進相機を切替ふるものでローター回線を break せずして切替ふる。下部の開閉器は切替開閉器に聯結され進相機の field を開閉す。此の外種々の接觸部があるが第二百九十九圖を参照すれば自ら理解せらる處ろなり。



## 第三百五圖



進相機用鐵函入切替開閉器

## 廻轉變流機の制御器

廻轉變流機の使用は近來漸々多くなつて來た。之れは三相交流の高壓配電線から直流を得むとする場合に motor-generator よりも能率がよいのと従來直流發電所であつたものを廻轉變流機に合併して利用するが爲めである。之れは高速度の（例へば毎分三千廻轉）交流ターボ發電機を用ひ廻轉變流機により變壓器を用ひひす直ちに直流に變成するものである。

之れによれば蒸氣の消費量は僅少で機械の價格も非常に廉價となる。

廻轉變流機の制御器具に關しては (1) 始動、(2) 調整 (3) 速度制限 (4) 中性接續の四項に分ちて述べむ。

## 廻轉變流機の始動

勿論廻轉變流機は等期機 (synchronous machine) であるから始動には特別な装置を要す。

## (A) 直流測よりの始動

此の方法は直流の供給が受けられる時にのみ應用される方法である——例へば別に直接に運轉される直流發電機がある場合の如く。

此の場合には變流機の容量の凡そ 25% のものに對する大きさを有せる直流のスターターが用ひられる。大なる容量のものには multiple switch 型のものを用ひるが 100 馬力位までのものには普通の摺動接觸のものを用ふる事が出来る。

變流機が全速度に達した時にはスターターを電路外に切り離す爲め短絡開閉器が必要である。而して此の開閉器が閉ぢられた時にはスターターのアームは初めの off の位置に戻る様にして置かねばならぬ。之れは不注意の爲めスターターの抵抗が零の位置で再び閉ぢ始動を試みむとする危険を防ぐ爲めである。

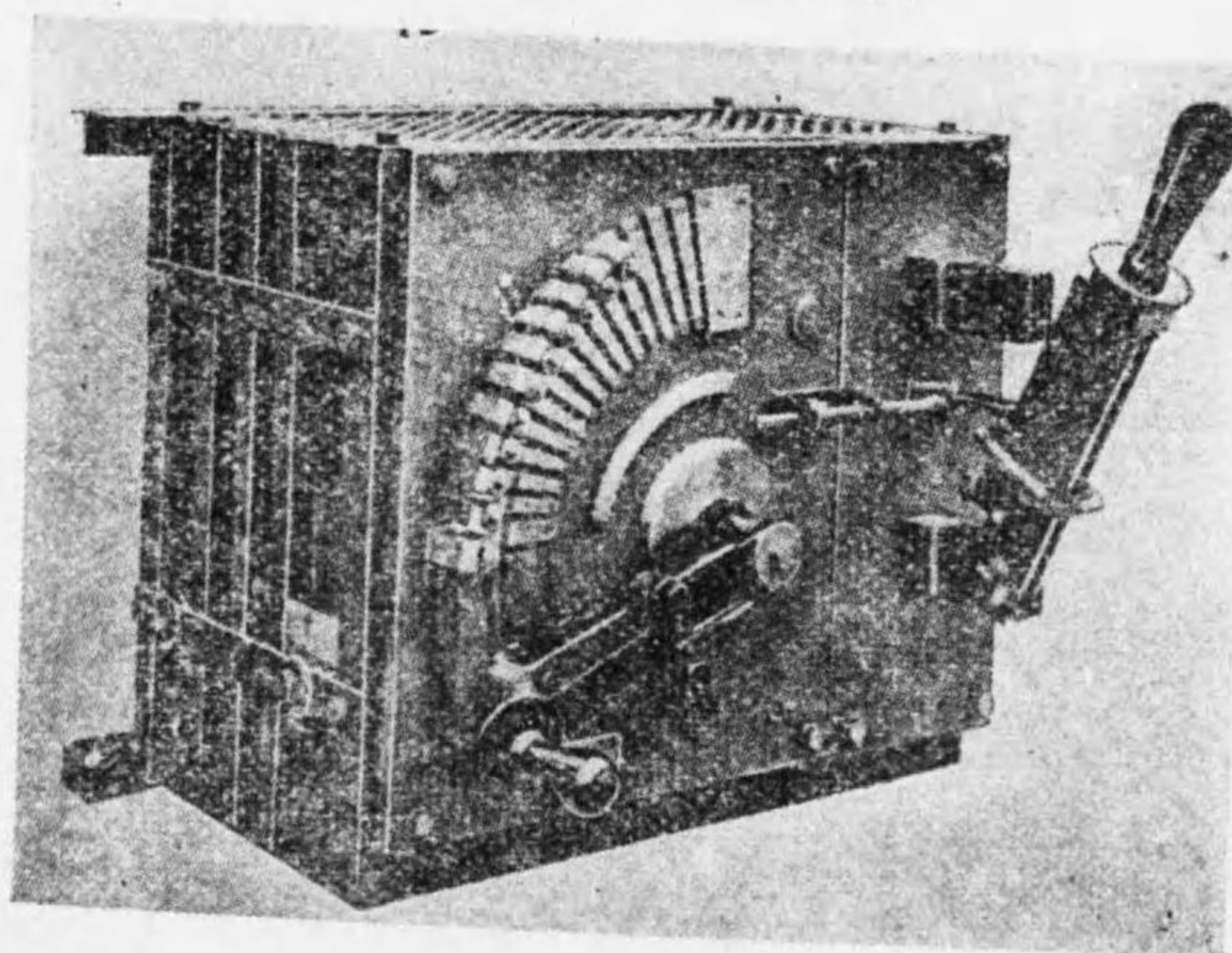
摺動接觸のスターターに於ては此の装置は第三百六圖に示した様に機械的に行ふ事が出来る。スターターのアームにはスプリングが附せられ full on の位置で之を保持する装置は何もない。アームが full on の位置に來ない間はカム作用により短絡スイッチを閉づる事は出来ないがアームが full on の位置に來ればカムを押して短絡スイッチが閉ぢられる。短絡スイッチを再び開けばカムはスプリングによりて元の位置に戻りスターターのアームが再び off より on の位置に來なければ短絡スウィ



チを閉づる事は出来ぬ様になる。

猶全く過失なからしむるには短絡スイッチと直流 circuit breaker との間に聯鈎装置をつけ廻轉變流機は静止し短絡スイッチが閉ぢられて居る時 circuit breaker の閉ぢられるのを防がねばならぬ。

第 三 百 六 圖



摺動接觸型スターター短絡スイッチとの聯鈎装置を有す

之れは第三百七圖の如くにして出来る。Circuit breakerにはトリップコイルがあり其の勵磁された時は breaker を閉づる事は出来ぬ様になつて居る。此のコイルに直列に二對の接觸部がある、其の一對は circuit breaker に他の一對は短絡開閉器について居る。前者は circuit breaker が開いた時は短絡され後者は短絡スイッチの閉ぢられた時に短絡される。

依て此の装置によれば短絡開閉器を開くのを忘れた時にはどうしても circuit breaker を閉づる事は出来ない。

廻轉變流機を直流側より始動した場合には交流側に等期檢定装置を附し交流の母線に接続してよいかどうかを確かめねばならぬ。廻轉變流機の field が compound であれば始動中は series field coil を短絡して置き變壓器も此の期間は切離して置かねばならぬ。

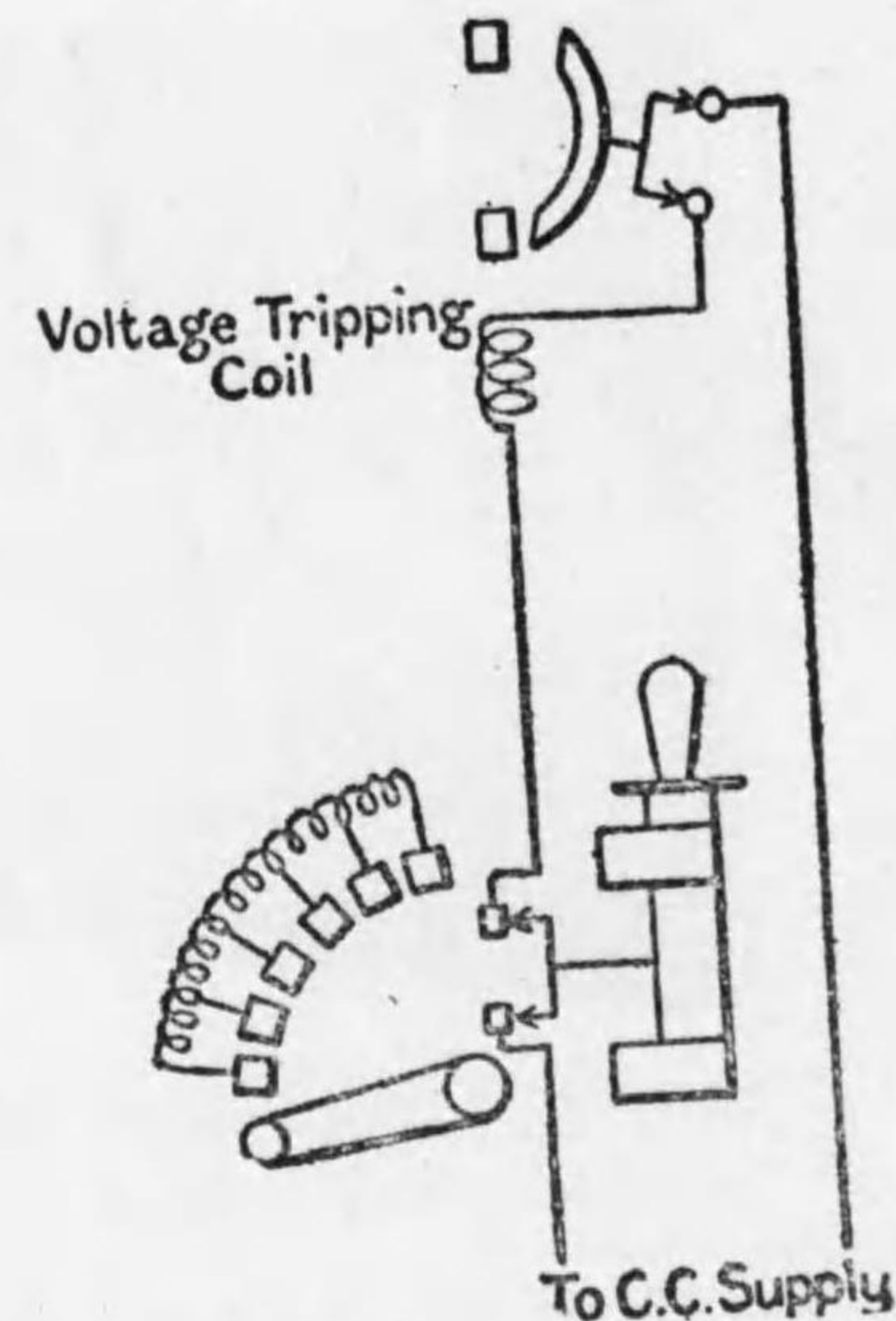
Multiple switch starter

直流側より廻轉變流機を始動する場合又は大容量の直流機の始動には第三百八圖の如き一聯の多極開閉器が便利である。始動の場合最後に閉づるものは右端の一層大な開閉器にて之れは短絡の用をなす。

圖示せる聯鈎桿により不規則に開閉器を閉づる事は出来ぬ様になつて居る。左端の開閉器より始め各開閉器が順次に閉ぢられると此の聯鈎桿は少し宛動き其の次ぎの開閉器だけが閉ぢられる様になる。第四と第五の開閉器の間に小さな彈條接觸のあるのを見るならむ。

之れは circuit breaker との聯鈎をなす目的で、始動開閉器には no-volt coil がないから各開閉器を皆閉ぢて circuit breaker

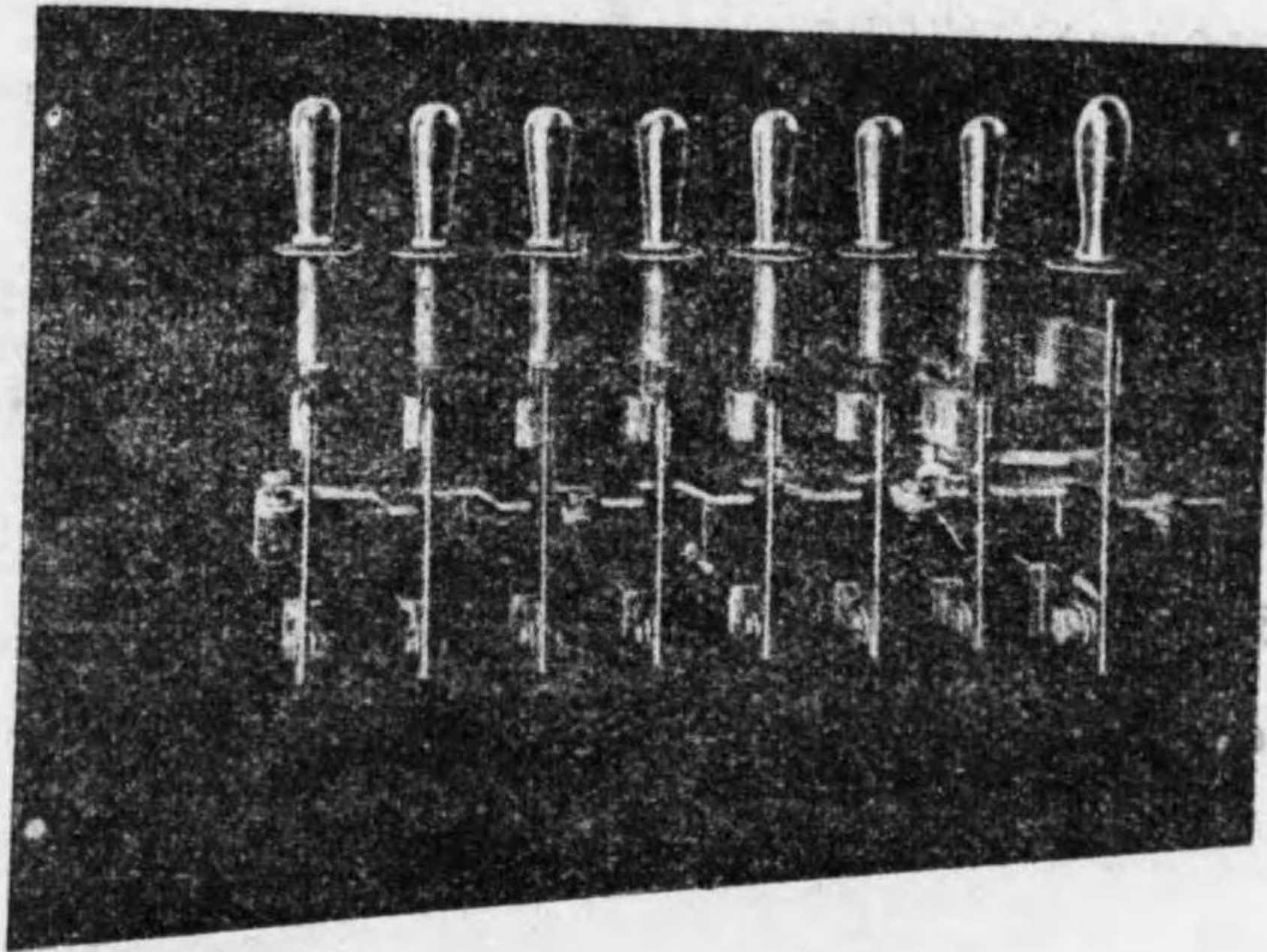
第 三 百 七 圖



Starter, short circuit switch 及び circuit breaker の間の Electrical interlock を示す圖



第三百八圖



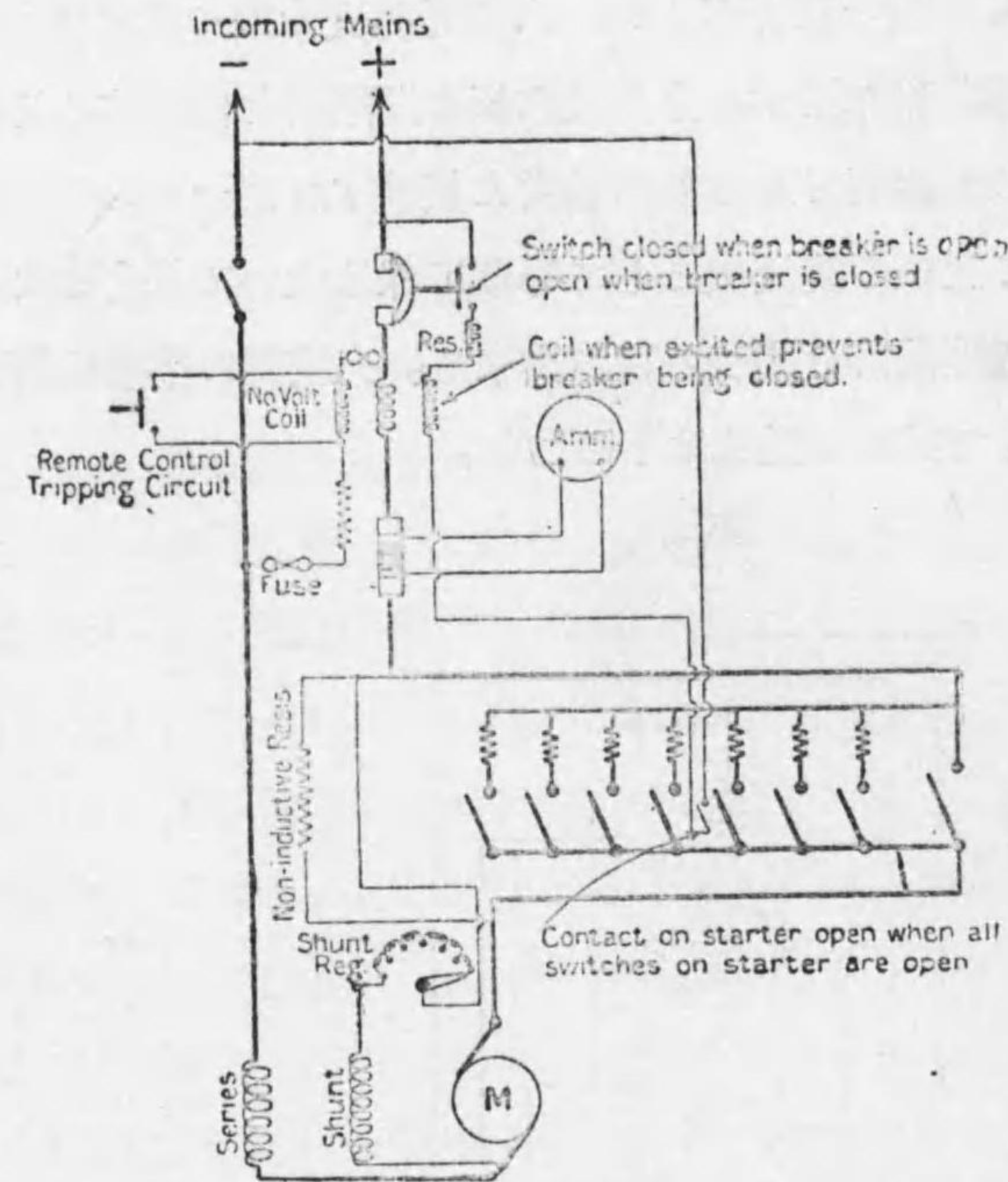
大なる直流電動機、廻轉變流機等を始動するに用ふる multiple switch, 聯鈎装置を有す。

breaker を閉づる事がないとも限らぬ之れは短絡を起す事になる。上述の聯鈎装置は之れを防ぐもので接続圖は第三百九圖に示した通りである。

Circuit breaker はトリップコイルを有し夫れが勵磁された時には circuit breaker を閉づる事は出来ぬ様になつて居る。此の coils と直列に二對の接觸部あり。一對は breaker が開いた時に閉ぢ他の一對はスターターの開閉器のどれかゞ閉ぢて居れば閉ぢられて居る。依て若し circuit breaker が開けば再び之れを閉づるには先づスターターの全體の開閉器を開かねばならない。

(B) 始動電動機及び等期検定器 (Synchroscope) を用ひ交流側より始動する場合。

第三百九圖



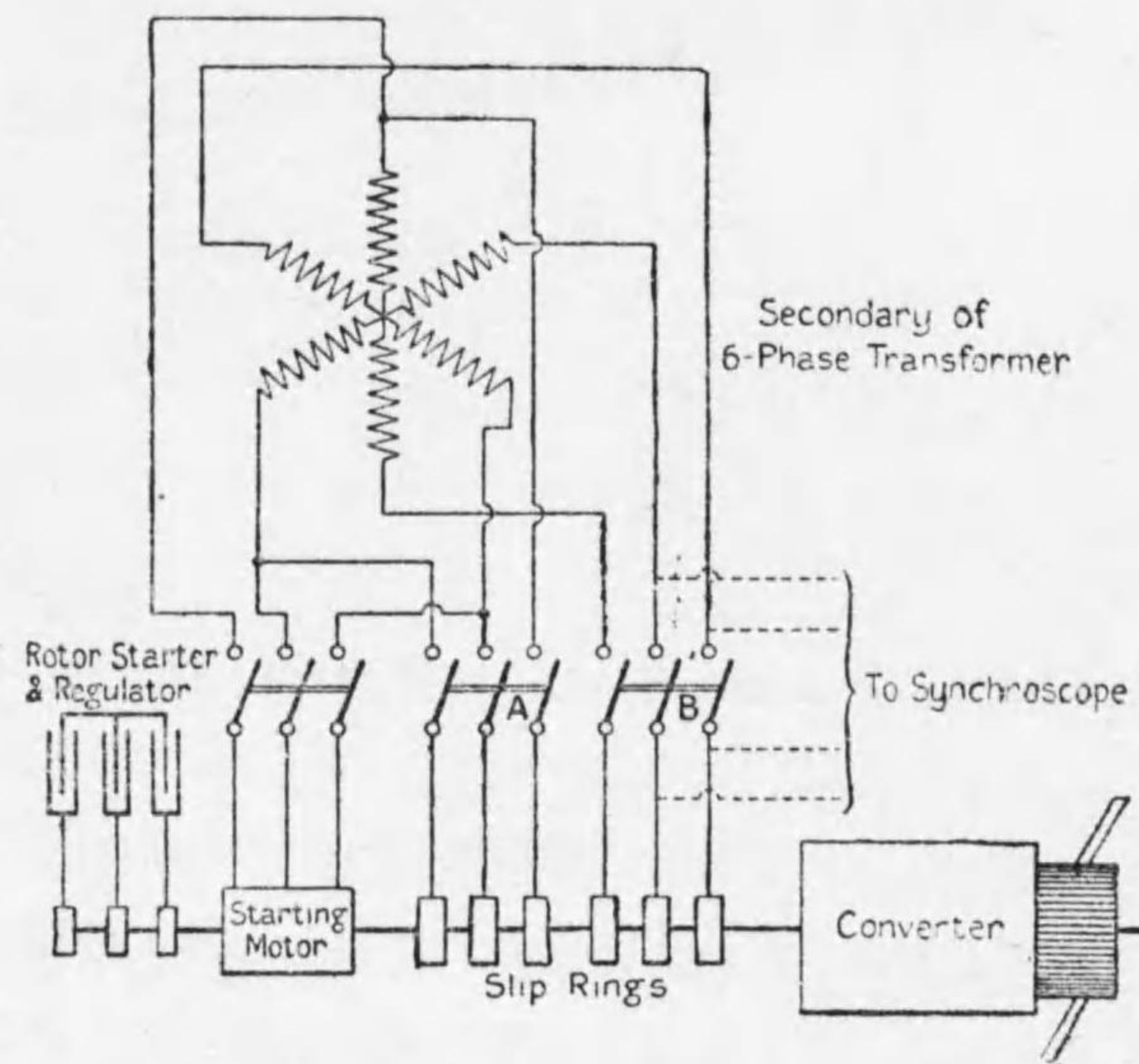
Multiple starter switch 及び circuit breaker との間の聯鈎を示す接続圖

始動用電動機は變流機の軸に直結され一般に三相交流ワウンドローター型の誘導電動機が用ひられる而して速度の調整の出来るロータースターターを用ふ。電動機の容量は變流機の15パーセント位で變流機の容量が 1000 K.W. 以内の場合はロータースターターは各相に凡そ 8 個位のステップを附し、抵抗はグリッドで作るのが便利である。一般に交流母線と等期を得むが爲め等期速度近邊にては極々細かい速度調整をなし得る様スター



ターを設計して置かねばならぬ外の點さへ差支へなければ水抵抗器ならば頗る都合がよい。六相廻轉變流機には交流側に二個の三極開閉器を附す。之れは六極の開閉器を使用するより等期にするのに便利である即ち適當に接続すれば一つの三極開閉器を閉じて三相の變流機として等期に保ち次いで都合のよい時に他の三極開閉器を閉づる事が出来る。交流側の接続は**第三百十圖**の如くで其の始動法は下の如し。

第三百十圖



誘導電動機により交流側より始動する場合の接続圖

勵磁捲線は勵磁して變流機の直流側は開放し置く若し出来るならば他の直流母線より分離勵磁を行ふを可とす。之れは間違つた polarity (極性) になるのを防ぐ爲めである。次いで始動

用電動機を始動し(始動用電動機は等期速度より少しく高い速度になし得るもの例へば變流機が 50 サイクル 750 廻轉即ち 8 極のものなれば毎分 1000 廻轉即ち 6 極のものとなす可し) 其の速度は regulator によりて丁度等期速度に調整する。變流機の勵磁を變ずれば其の鐵損失が變じ始動用電動機にかゝる負荷が變化するから僅少の速度の調整は變流機の勵磁電流を變化すればよい。等期速度に達したかどうかはシンクロスコープによりて檢し、等期となれば A 又は B は**第三百十圖**の開閉器を閉ぢ次で他三極開閉器を閉ぢ始動用電動機を切り離す。

(C) シンクロスコープを用ひず電動機にて始動する場合。

前節に於て述べた通り變流機は交流母線と等期となつた後に之れに接続す可きであるが等期となす事は少々面倒な事であるから多少の時間を空費する。依て 500 K.W. 位までの廻轉變流機には下の如き方法を用ひ等期檢定器は全々使用しない。

此の方法は始動電動機により出来るだけ等期速度に近からしめ變流機の磁界捲線は開放し置き交流側の高壓開閉器を閉ぢ變流機を等期となすのである。

勿論變流機には塞流捲線 (damping winding) を附し交流側の高壓開閉器を閉ぢた時に變流機に過大の電流が注入され配電網の電壓に障害を及ぼさぬ様にせねばならぬ。此の方法は少しく亂暴な方法で一般に推薦する事は出来ない。

(D) 自動變流機

300 K.W. 位までの變流機は自ら始動する様になす事もある。即ち squirrel cage の誘導電動機の如くにして始動せしむるの

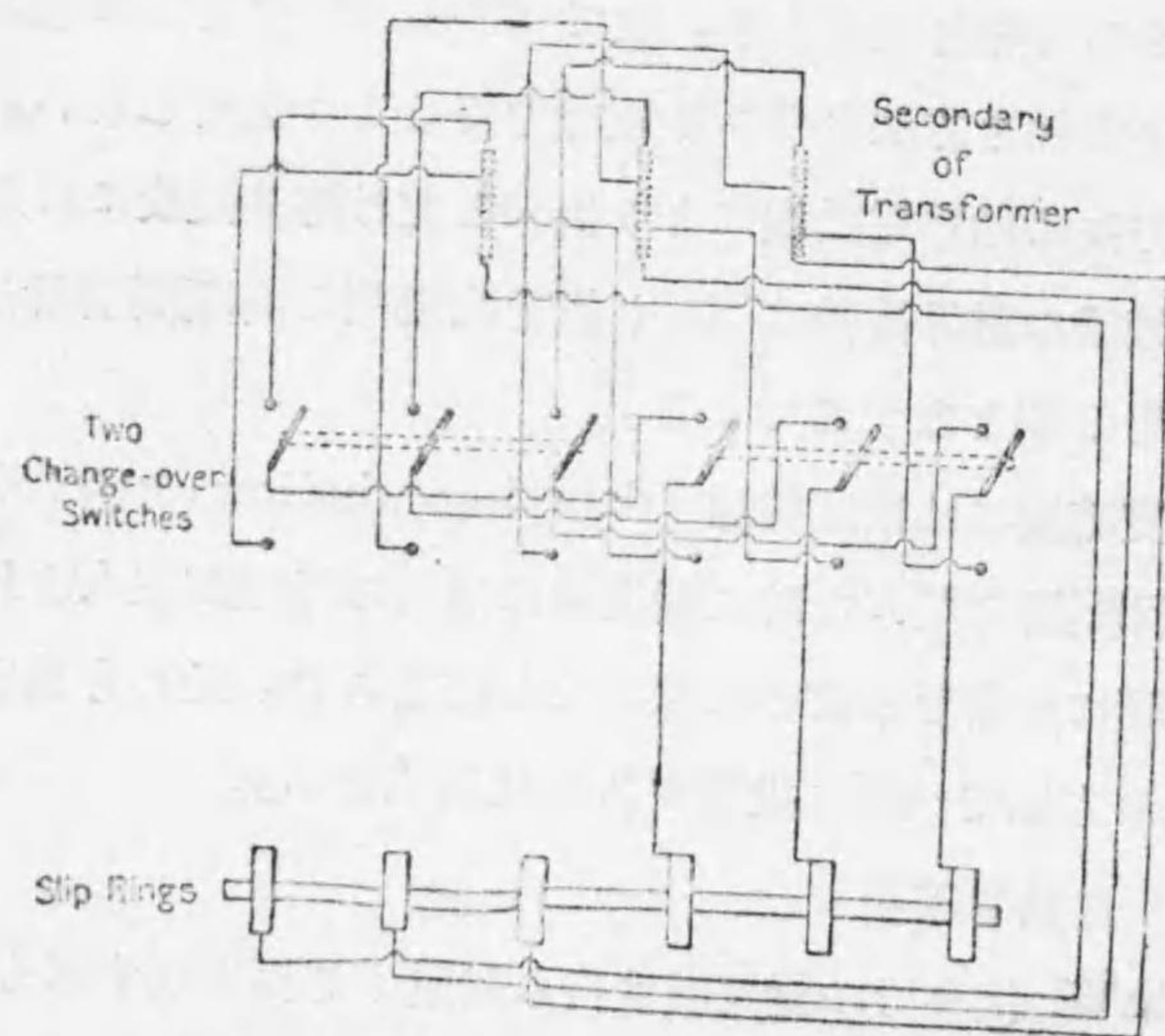


である。此の場合には籠型捲線は普通の電動機のものと同じステーターに附し磁極端を solid に (註\*Laminate せざる) 作り或は磁極を囲みて銅又は真鍮の短絡環を附す。籠型捲線は變流機を或る程度まで高め此の速度よりは變流機自身の同期力によりて同期速度に達せしむる様設計するを要す。此の方法では全負荷のアーマチュア電流よりも可なり多い始動電流を要するから變壓器によりて供給電圧を落してやらねばならぬ。

一般に變壓器の低い電圧のタップは二つ又は三つを要し始動開閉器には普通の双形開閉器を用ふ。第三百十一圖は其の接続を示す。

斯様な始動の方法は一般にブラシの處ろで澤山なスパークを

第三百十一圖



變壓器のタップより變流機を始動する接続圖

発生するものであるから或る製造家はブラシを上げる装置を附し唯一個の(+)ブラシと一個の(-)ブラシとのみをコンミュテーターに付け置き變流機の極性を見得る様にしたのもある。

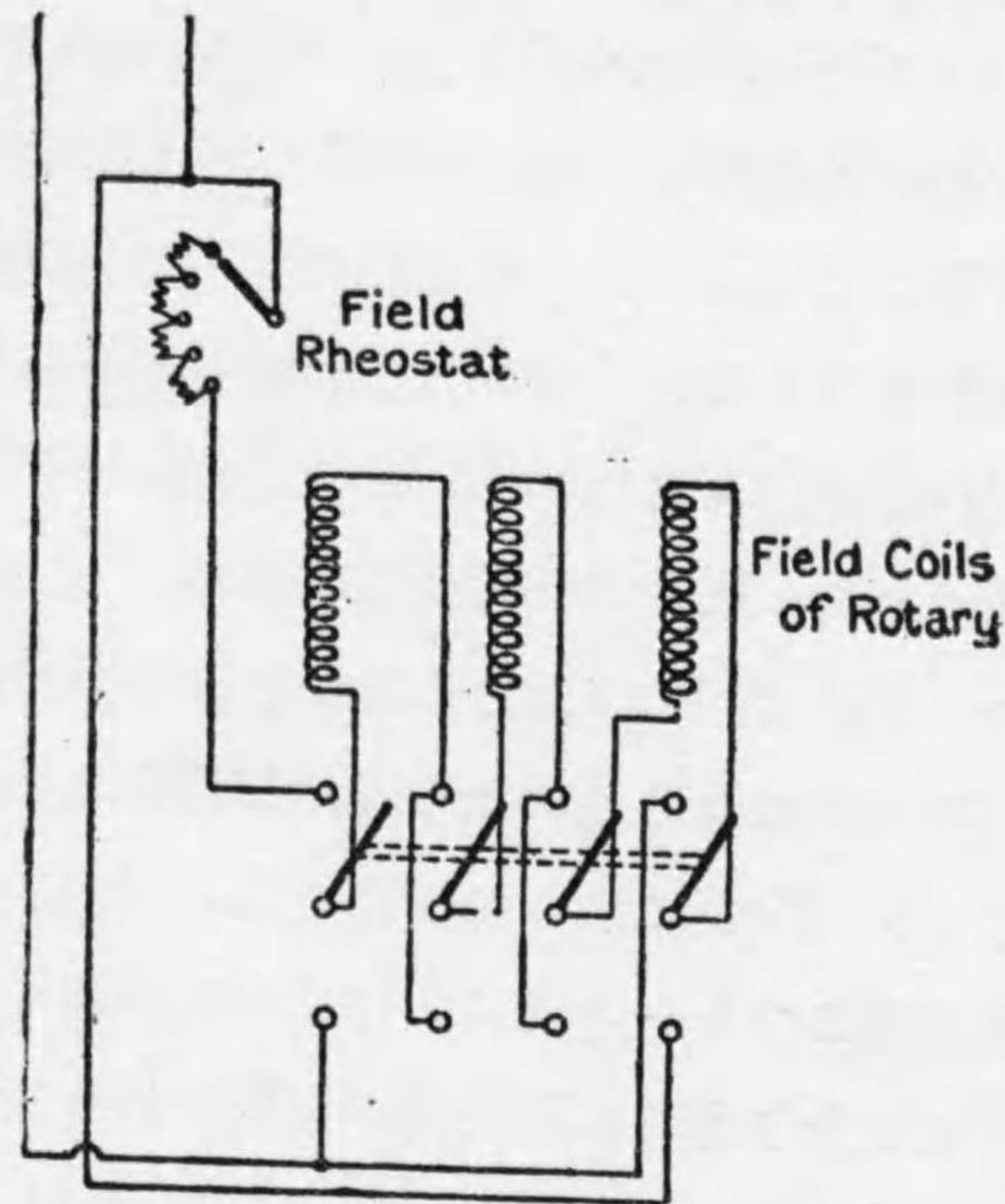
此の力法を用ひた場合には勵磁捲線に切替多極開閉器を附し勵磁回線を數個の別々な部分に區別し得る様にすることが必要である。然らざれば開閉器を閉じた時あまり高い電圧が勵磁捲線に誘發され勝である。従て勵磁捲線は變流機が殆んど全速度に達した後であらざれば閉ぢてはならない。此の分割開閉器は自動變流機が逆の極性になり易いから(第三百十二圖参照)極性を變ずる爲め切替開閉器に造らねばならぬ。此の開閉器は配電盤上でなく變流機のフレーム上に取付けるのが最もよい。

開閉器の型を定むる際には變流機が交流側より始動せらるゝ時は變壓器の働きをなし其の勵磁捲線は二次回線を形成する事を考へねばならぬ。單に捲線の回数比のみを考ふれば勵磁捲線には實に高い電圧(多分 10,000 volt)が誘發される筈である。然し捲線の塞止作用により且つ勵磁捲線を四部又は五部分に分割する事により此の電圧は\* 一般に普通の大理石を有する双形開閉器で取扱ひ得る様な値に低められる。然し充分安全の爲め開閉器は充分の餘地を有する鐵函内に納め把手及び各種のブレードを把手に固定する絶縁棒は充分絶縁性の高いものを使用せねばならぬ。第三百十二圖は勵磁捲線の分割切替開閉器の接続を示す。

\*註 Rosenberg, "Proceeding" Inst. Elec. Eng. 1913 Vol. LI, p. 66 を見よ。



第三百十二圖

**(E) 補助磁極を有する自動變流機**

廻轉變流機が誘導電動機として直接に交流側より始動せらるゝ場合には（前項にて述べたるが如く）補助磁極を附する事は出来るが始動する間は之を短絡して置く開閉器を備へて置かねばならぬ。

一般に補助磁極には主要磁極に施してある様な塞流環を附するわけには行かぬから（之をつけると補助磁極の磁束がアーマチュアの電流の變化につれて直ちに變化する事が出来ぬ）此の開閉器が必要である。

主要磁極のみに塞流環を附すれば始動電流によりて誘發される磁束は補助磁極内には遙かに多くなるから誘導電動機として

始動する事が甚だ困難になる若し短絡開閉器があつて始動の際之を短絡して置けばやはり磁束を塞止するから此の障害を除く事が出来る。已に始動し了れば直流母線に結ぶ前に必ず此の短絡開閉器を開かねばならぬ。

**(F) 始動電動機の直列接続による始動**

此の始動法の接続は第三百十三圖に示した通である\*

之れによれば變流機のスリップリングには直列に始動用のスクイレルケージ誘導電動機が結んである。始動電動機は開閉器を閉じた時に始めの電流を變流機の全負荷電流の約三分の一に制限する様に設計されてある。變流機のスリップリングに加へらるゝ電壓は規定全電壓の約6パーセントで他は皆始動電動機が吸収する。設計が適當に出来て居る電動機なれば此の電流で變流機を始動し速かに等期速度に達せしむるに充分である。實驗上此れだけの電流では變流機の殘磁氣を消すに不充分であるから極を變ずる爲め切替開閉器を備ふるの必要はない。變流機の勵磁捲線はブラシに結ばれた儘になつて居り、變流機が等期に近づけば勵磁し自ら等期にならふとする力により一層早く等期になる。正に等期にならむとする瞬間に直流電壓計の針が甚だしく振れるが全く等期となれば止む。此の時は始動電動機を短絡する開閉を閉じてよい時である。

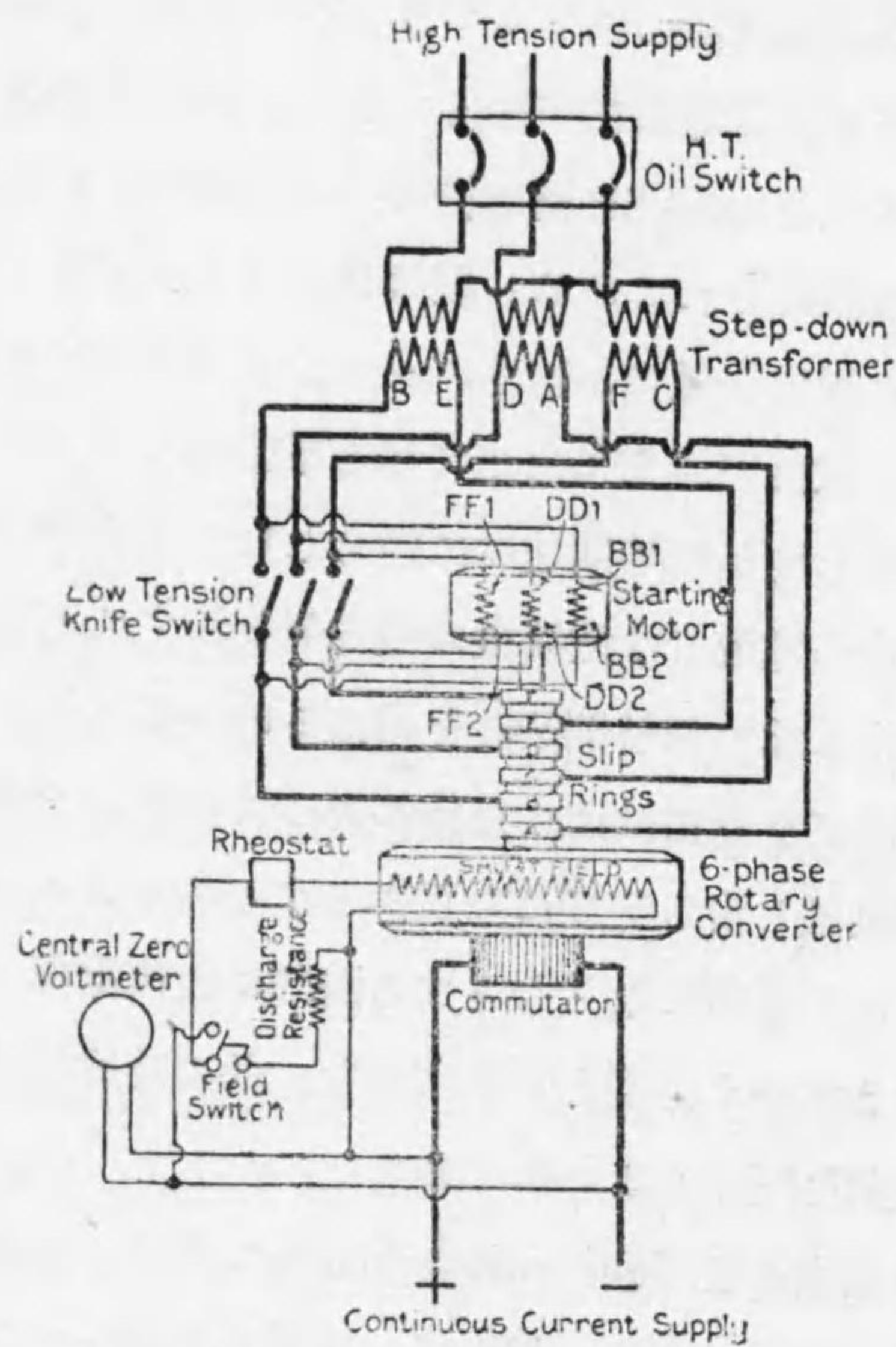
第三百十三圖には field switch が示してある。始動の際は之を開いて置く事が出来る。然れば一層早く始動させる事が出来

\* Rosenberg, "Proceeding" Inst. Elec. Eng. 1913 Vol. LI, p. 62 を参照。



變流機が等期を通る時には一極のずれる毎に直流の中央零の電圧計の針が正より負に又は負より正に少しく振れるのを見る。而して field switch は規定の電圧を表した時に閉づ。此の自己等期の方法を採る場合の始動用電動機は變流機と同數の極數とする事が出来るが始動電動機の等期速度を廻轉變流機の

第三百十三圖



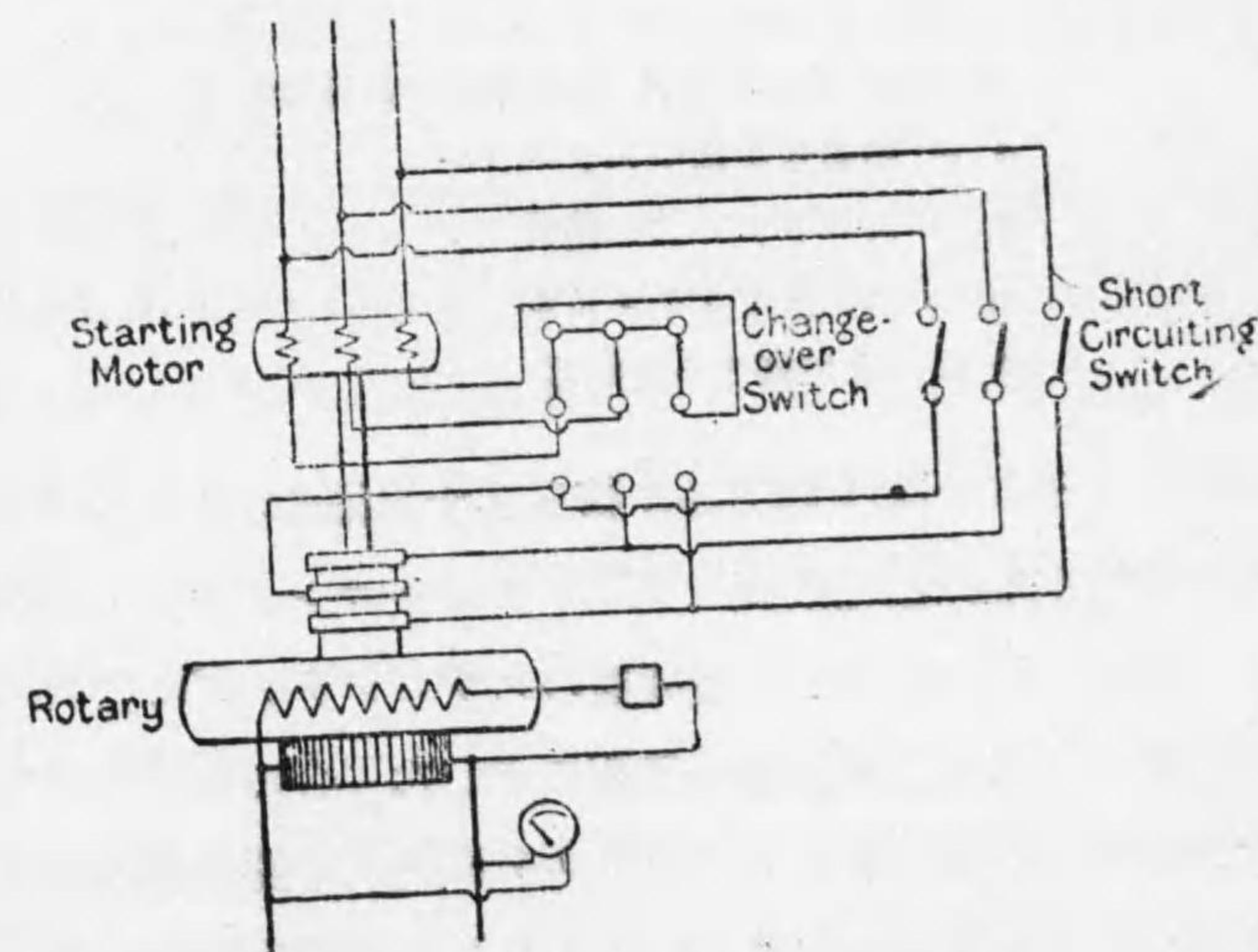
始動用電動機を直列に接続したる自己等期六相廻轉變流機の接続圖

速度より少しく高くせば一層早く始動する事が出来る。然し此

の場合に變流機の勵磁回線を閉づれば始動電動機は變流機の等期速度以上に早く廻轉する事は出来ぬ。

Rosenberg 氏の自己等期法では(英國持許第 11,506/13)速度の高まる間は始動電動機を變流機のスリップリングに直列に結ばず中間に切替開閉器を附して居る。然れば開閉器を閉ぢた時に變流機に交流の突入する事なく殘磁氣を損じない、從て變流機の磁界は正しい方向に作られる。電動機の直列接続は其の後に切替開閉器によりてなされる。第三百十三圖に示した方法によれば變流機の磁界は反對になるの危険あるも此の方法によれば此の缺點を除く事が出来る。接続法は稍や複雑し第三百十四圖に示すが如し。

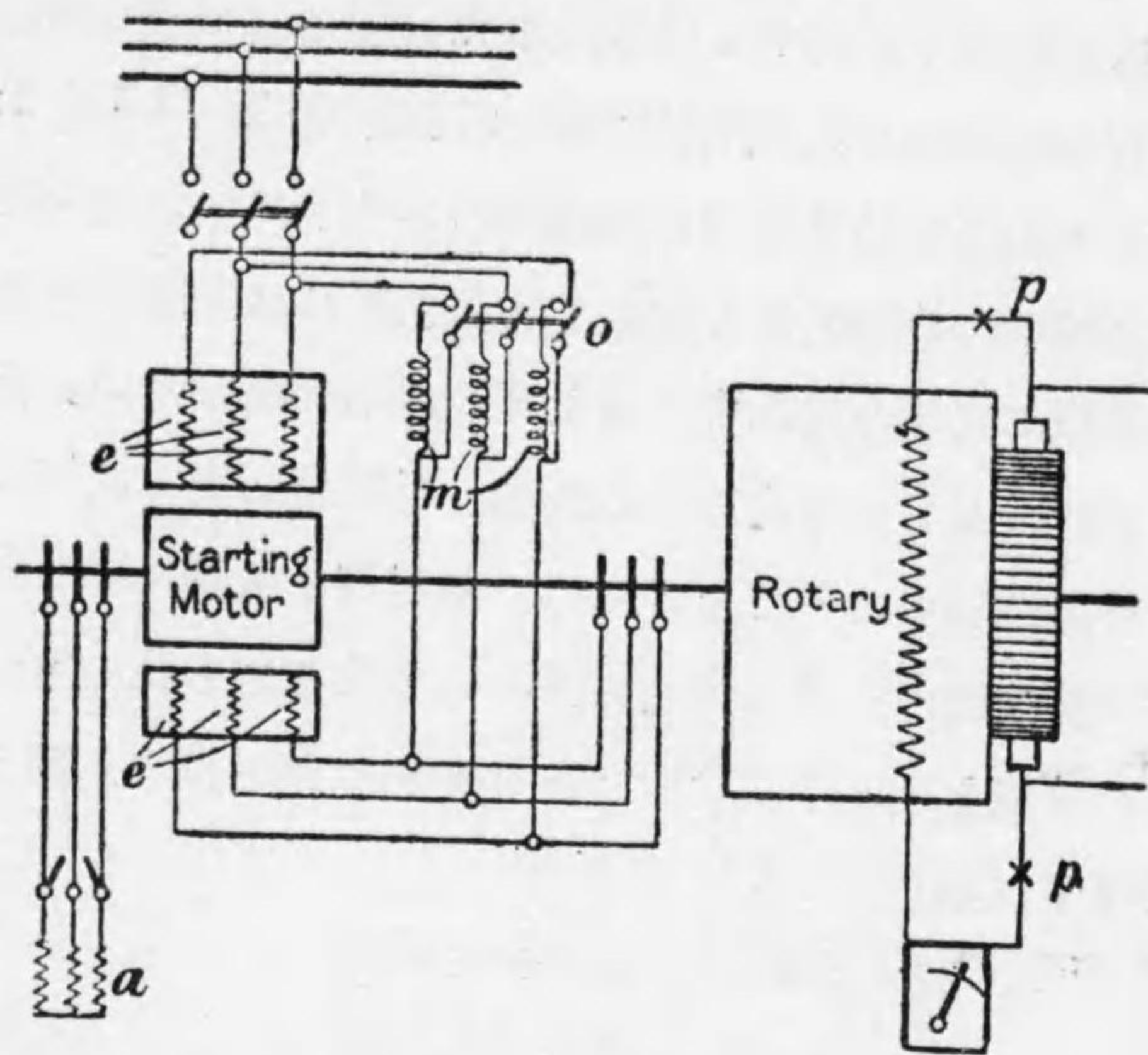
第三百十四圖



Rosenbuerg の改良せる自己等期變流機



第三百十五圖



Siemens Schuckert の自己等期廻轉變流機

a = 始動電動機のスターター

e = 同 スターター巻線

m = チョーキングコイル

o = mを短絡する開閉器

Siemens-Schuckert の方法は**第三百十三圖**に示したものとよく似て居るが唯始動電動機と並列にチョーキングコイルが結ばれ此の兩者を組み合はして變流機のスリップリングに直列に結ぶ點が異つて居る。**第三百十三圖**に示した場合の如くやはり交流がスリップリングよりアーマチュアに突入し變流機の磁界を反對にしてしまふ恐れがあるから PP なる可逆開閉器を備ふるを要す。(英國特許第 9,225/1914 を見よ)

自己等期變流機を等期電流を制限して始動する方法

**第三百十三圖**に示した自己等期廻轉變流機に於て始動用電動機を變流機のスリップリングに直列に結ぶ第一の目的は電動機をチョーキングコイルとして作用せしむるもので之によりて變流機自身の有して居る自ら等期とならむとする力が未だ動き出さぬ前に交流母線から多量の電流が變流機中に流入するを防ぐにあり。

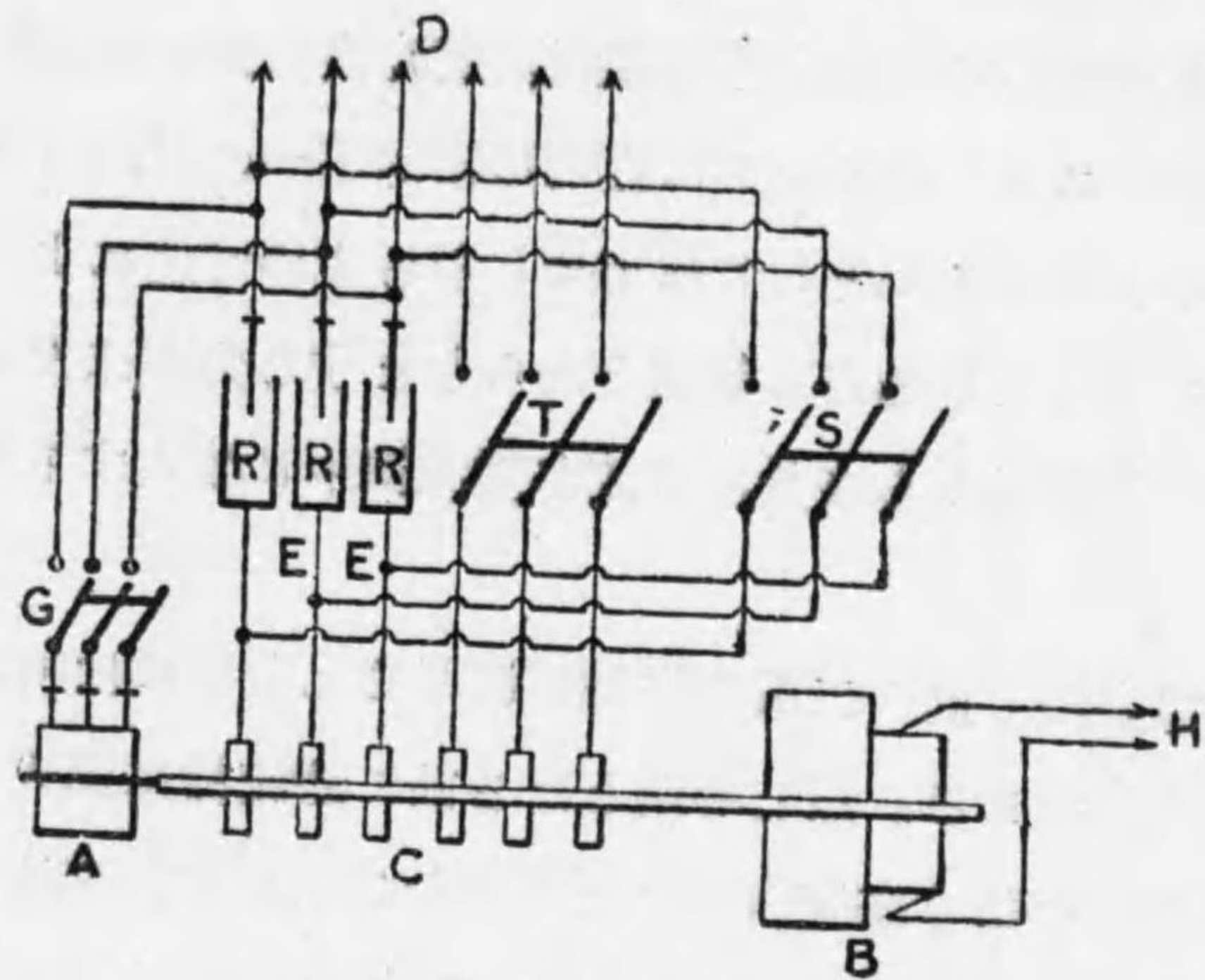
始動用電動機に此の二重の作用を遂行せしむるには特別な設計を要するのである。然し等期となる前に變流機に過大の電流が流入するのを防ぐ塞流作用をなさしむる爲めに、交流發電機を算期にする爲め Kapp 氏の採用せる方法の如く (Arnold の "Wechselstromtechnik" Vol. IV, Berlin 1913 p. 251 を見よ) 別の抵抗器又は塞流線輪を使用すれば始動装置を簡單ならしむる事が出来る。

**第三百十六圖**は之を簡単にせる接続圖で A は始動用電動機でスクイレルケージ型でもワウンド型でもよい一般に變流機より極數の少い即ち等期速度の大なるワウンド型誘導電動機が使用せらる。スクイレルケージ誘導電動機に於てもやはり變流機より極數の少いものがよい若し同數の極なれば出来るだけスリップの少いものでなければならぬ。

B は廻轉變流機で C は其のスリップリングなり。D は交流母線に至るもので六相となつて居る大形の變流機は大概六相である。然し左側の三つ又は右側の三つのスリップリングのみを使用すれば三相として使用する事が出来る。



第三百十六圖



自己同期廻轉變流機に於て同期電流を制限する方法

始動の方法は下の如し。

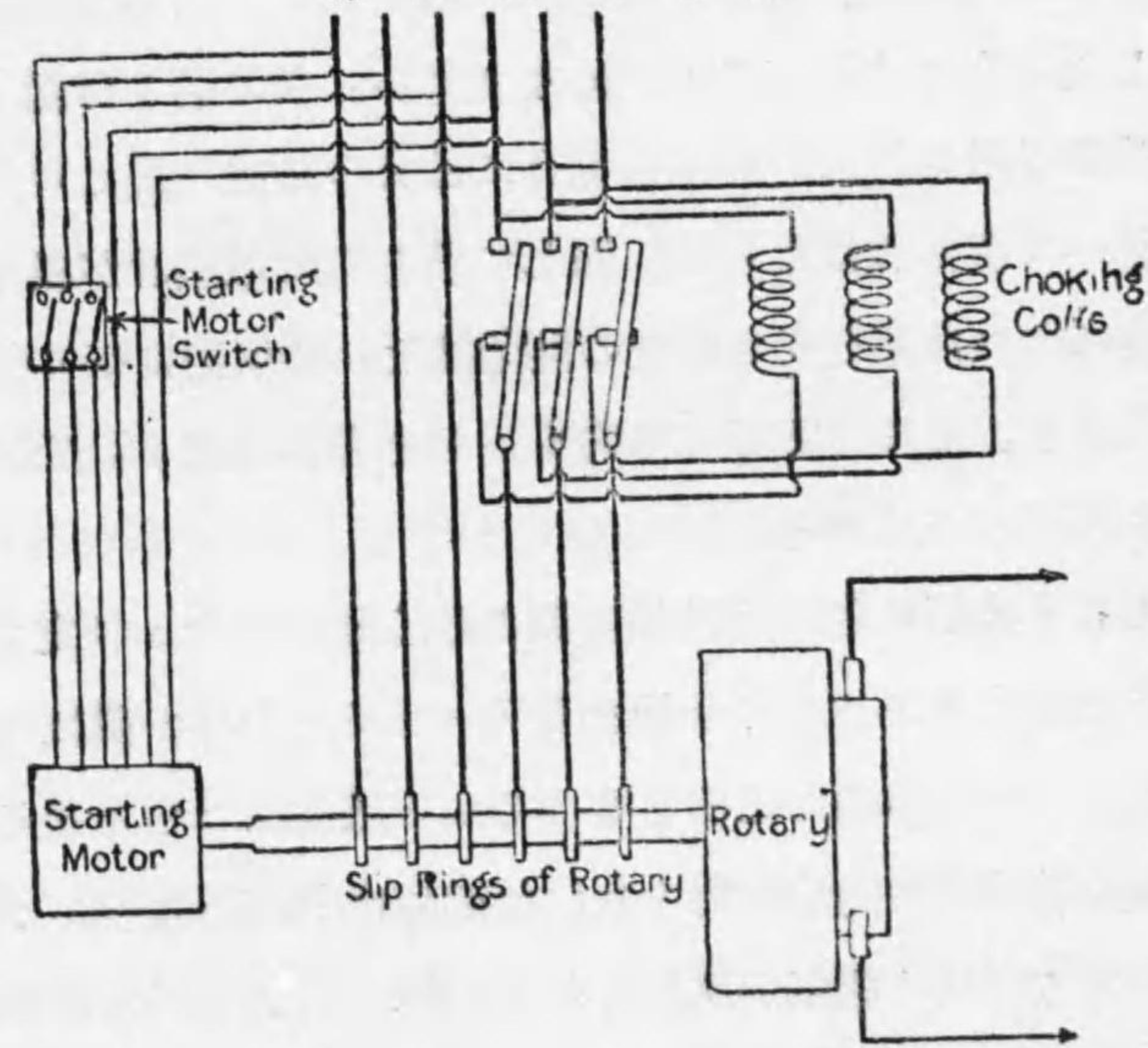
先づ G なる開閉器を閉ち始動電動機を始動し變流機を廻轉せしむ。充分高速度に達せば變流機を勵磁し抵抗(又は塞流線輪) R を閉ちスリッピングを直列に結ぶ。然れば適當の電流が變流機に注入し之を同期となす之は極めて平靜に行はれ母線より取る電流も僅かで全負荷電流の三分の一を超過せぬ。然る後 R を電路より切り S の開閉器を閉ち次で T を閉ち最後に G を開く。

先に變流機は始動電動機 A によりて或る速度に高めらるゝ事を述べたが此の速度は廻轉計によりて測定する事が出来るが簡便なのは R の一相を越えて一對の電球を結ぶ方法である。此の電球は實際の速度と規定速度との差に比例する脈動をなす。

50 サイクルの變流機にありては速度が 3 パーセントと異れば一秒につき 1.5 の割合の脈動をなす。

第三百十六圖には同期電流を制限するに抵抗が使用されて居るが第三百十七に示す如くチョーキングコイルを使用すれば等しい電流で大なる同期力が得られるから抵抗を使用するより優れて居る。始動法は第三百十六圖に示した場合と同様に行はれる。第三百十七圖に於てチョークコイルを電路に結ぶ開閉器と短絡する開閉器とは一つに組み合されて居る。チョーキングコイルが短絡されたる時には直ちに始動電動機の開閉器を開放する様に兩者を啣鈎する事が出来る便利上之れは行はれて居な

第三百十七圖



チョーキングコイルによりて自己同期變流機の同期電流を制限する方法



い。

茲に述べた自己等期變流機に於ては變流機が間違つた方向に勵磁さるゝ事はない。始動電動機でまはされて居る間に磁界捲線は閉ぢられ正常な方向に磁界が出来る。磁界の強さが充分大となるまで交流は變流機に送られないから交流により磁界の方向を變化する様な事はない。従て磁極轉換用開閉器は不要で又磁界捲線を分割する開閉器も不要である。

#### (H) 磁極轉換

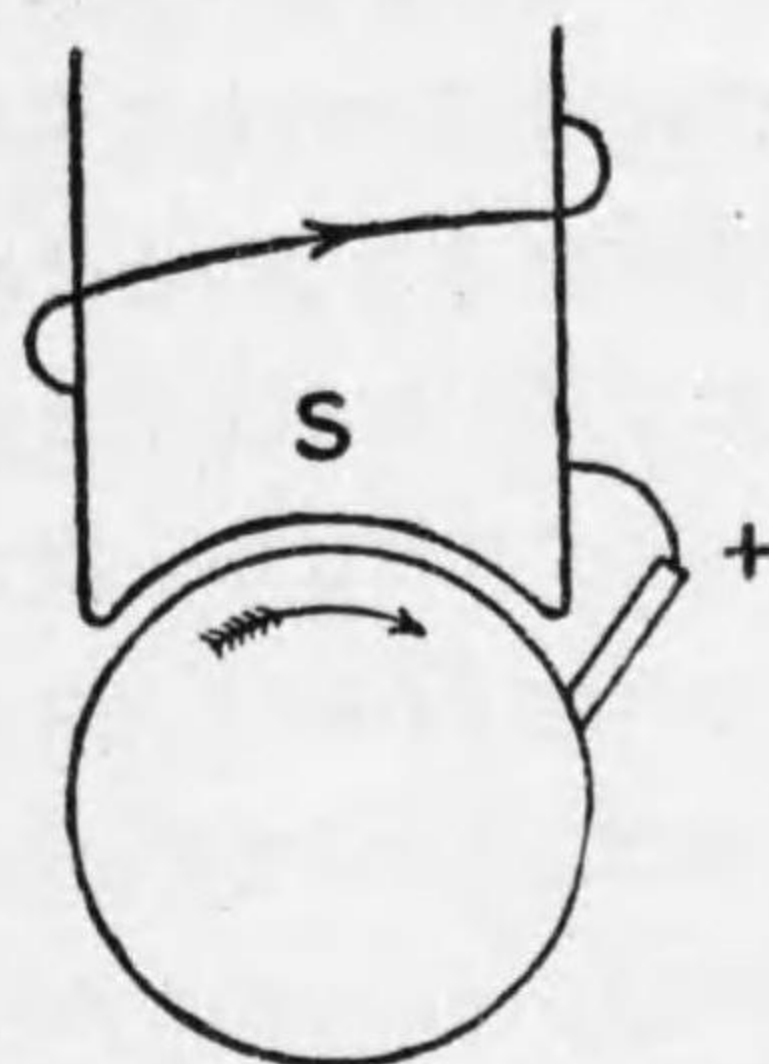
自勵廻轉變流機を交流側より始動せば或る條件の本にては其の磁極が反對になる事は已に述べた通りで、殊に變流機が靜止して居る間に或は多量の交流が流入した爲めに其の殘留磁氣を消失した場合には磁極に反對になり易い。依て若し母線より直接に分離勵磁を行ふを得ざる場合には其の勵磁回線に可逆開閉器を備へて置かねばならぬ。而して若し直流電壓計が磁極の逆の方向になつた事を示せば此の開閉器を一時反對に切り替へ再び之に返す、然れば磁界の方向も正しき方向に復す。此の點に關する説明は下の如し。

第三百十八圖に於て變流機は圖の如く廻轉したと判定す。然れば勵磁電流はブラシより始まりアーマチュア側の磁極端から見て時計の針の方向に磁極をまはるから磁極はS極となる。そこで勵磁電流の方向が反對となれば磁極はN極となりブラシは負號となる。斯く磁極が反對となつた儘でブラシが又反對となれば磁極も亦反對となり。順次に此の變化を繰り返し不安の状態に陥る。

即ち極の變換は唯一時的のもので切替開閉器は一時反對にしただけで直ちに元の位置に復す。然ればブラシは負號で極がN

極となるから安定の状態となる、勿論アーマチュアの廻轉方向は常に一定なり。切替開閉器は多極となし勵磁捲線を適宜に分割するのがよい。然れば極が反對となる時捲線に誘發される電壓の昇騰を低く保つ事が出来る。此の多極切替開閉器は自己始動變流機の項で述べた如く他の目的に供せらるゝ事あり。

第三百十八圖



#### 廻轉變流機の電壓調整

交流母線電壓を一定となす場合に變流機の直流側の電壓は次の五種の方法で調整變化せしむる事を得べし。

いづれの場合にも變流機の shunt field には調整抵抗を具備するが一般に(B)の場合を除きては此の抵抗器は直接供給電壓を變化せしむるのではないからあまり澤山なステップを附して置かなくともよい。

#### (A) 變壓器にタップを附す

變壓器にタップを附し置き變流機のスリップリングに加はる電壓を變ずるもので此の方法は變流機を全く別な電壓に使用せむとする時の外あまり使用されない。



### (B) スリツフリングにシリーズリアクタンスコイルを使用する方法

此の方法は最も簡単で、殊に普通の場合の如く必要なリアクタンスが單に變壓器を磁氣的漏洩の多いものとなすだけで得らるゝ場合には頗る簡単である。廻轉變流機の勵磁の變化は交流側の力率の變化に關係するから若し直流電壓を昇壓せむとせば變流機を over excite すればよく、之れは交流の位相を進ましむればよい、兎に角以前より後れの度を少くすればよい。従て主要變壓器の二次電壓を一次電壓に比して昇壓すればよい然れば變流機の變壓比は一定であるから交流側の電壓が高まれば直流側の電壓も高まつて来る。勿論此の變流機は compound field にする事が出来る。此の装置の不便な點は交流高壓側の力率を變化する事なり。

### (C) スプリットポール變壓機 (Split pole converter)

交流側の電壓に比して直流側の電壓を變化するに磁極を三部分(又は二部分)に分割し所謂スプリットポール變流機となす方法あり。

各極は夫々之を N 又は S 極となす可き主要捲線を有し分割された各部は齒狀となり極の全長に等しき深さとなす事を得。而して各部には夫々補助捲線があり主要捲線とは別に交互に N, S, N と勵磁する様になつて居る。

第三百十九圖は直流電壓を昇壓する様に装置した補助捲線を有する二極を示す。

スプリットポール變流機的作用を簡単に説明すれば下の如し

ポールを分割すれば誘發電壓の波形に歪を來す。

變流機に誘發された電壓波形が正弦曲線をなせば交流電壓の直流電壓に對する比は(單相變流機とすれば)0.707:1 である、即ち直流電壓は波形の最大値に等しく交流電壓は波形の實効値に等しい。而して若し誘發電壓中に peak な電壓を入れるれば波形の最大値(即ち直流電壓)は其の實効値を變ぜずに高くする事が出来る。

第三百十九圖



スプリットポール變流機の磁極

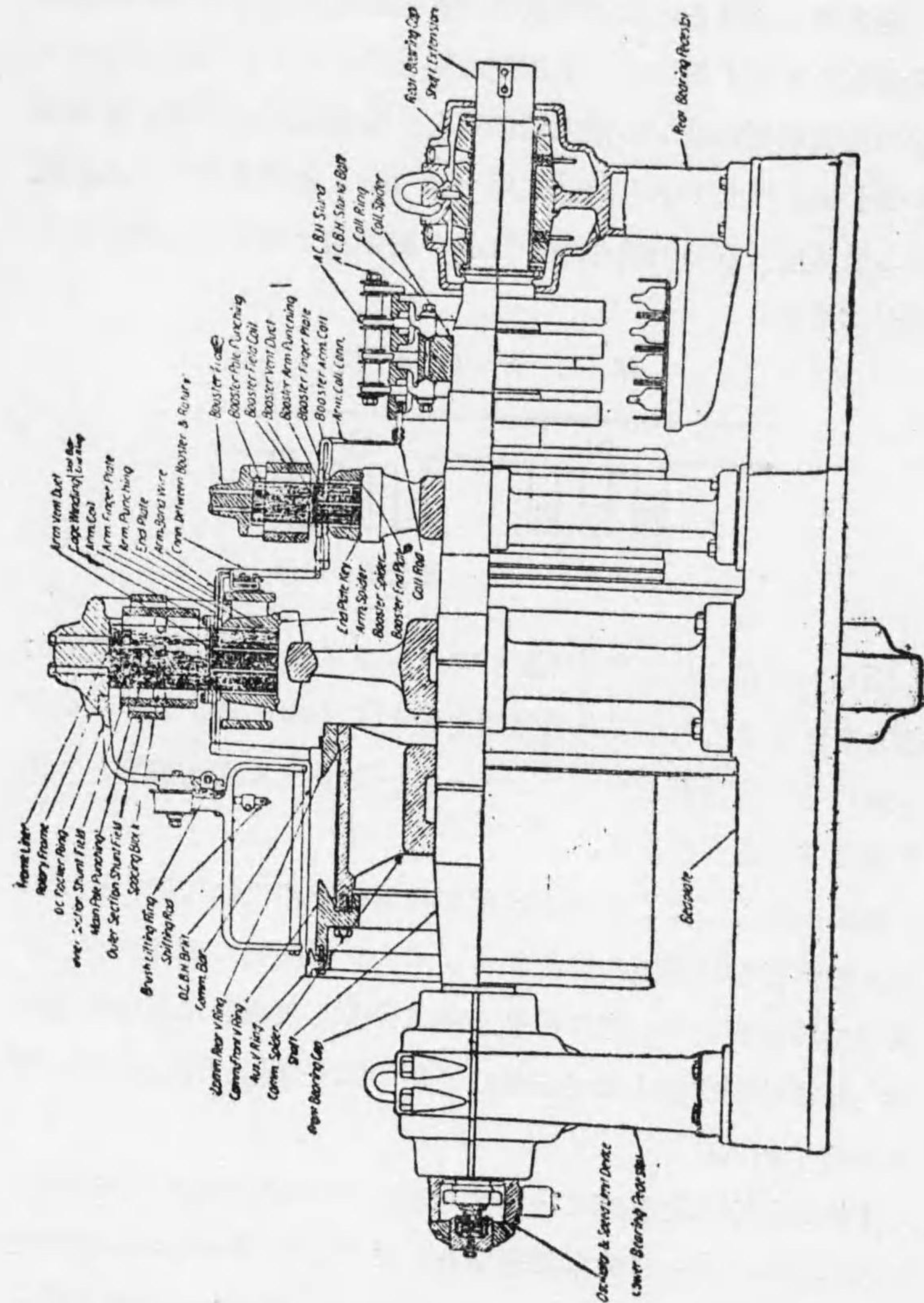
而して誘發された交流電壓はスリツフリングに於ける電壓に等しきを要するを以て誘發電壓を變形する時はスリツフリングに加はる交流電壓とコンミュテーターより出る直流電壓との比を變化する事が出来る。

茲に記憶して置く可き事は電壓波形の變形は變流機内にて行はれるが三相變流機にてはスリツフリング間にて取れば少しく異つて居る事なり。之れ極を三部に分割した場合に生ずる peak な波は三次のもので之れは三相の間で互に打消されてしまふからである。

上述の如く極を三部に分割する事は Woodbridge の提唱であるが之れより一層簡単な方法として J. L. Burham は唯大小の二部に分割する方法を出せり。大なる方は主要分捲々線を

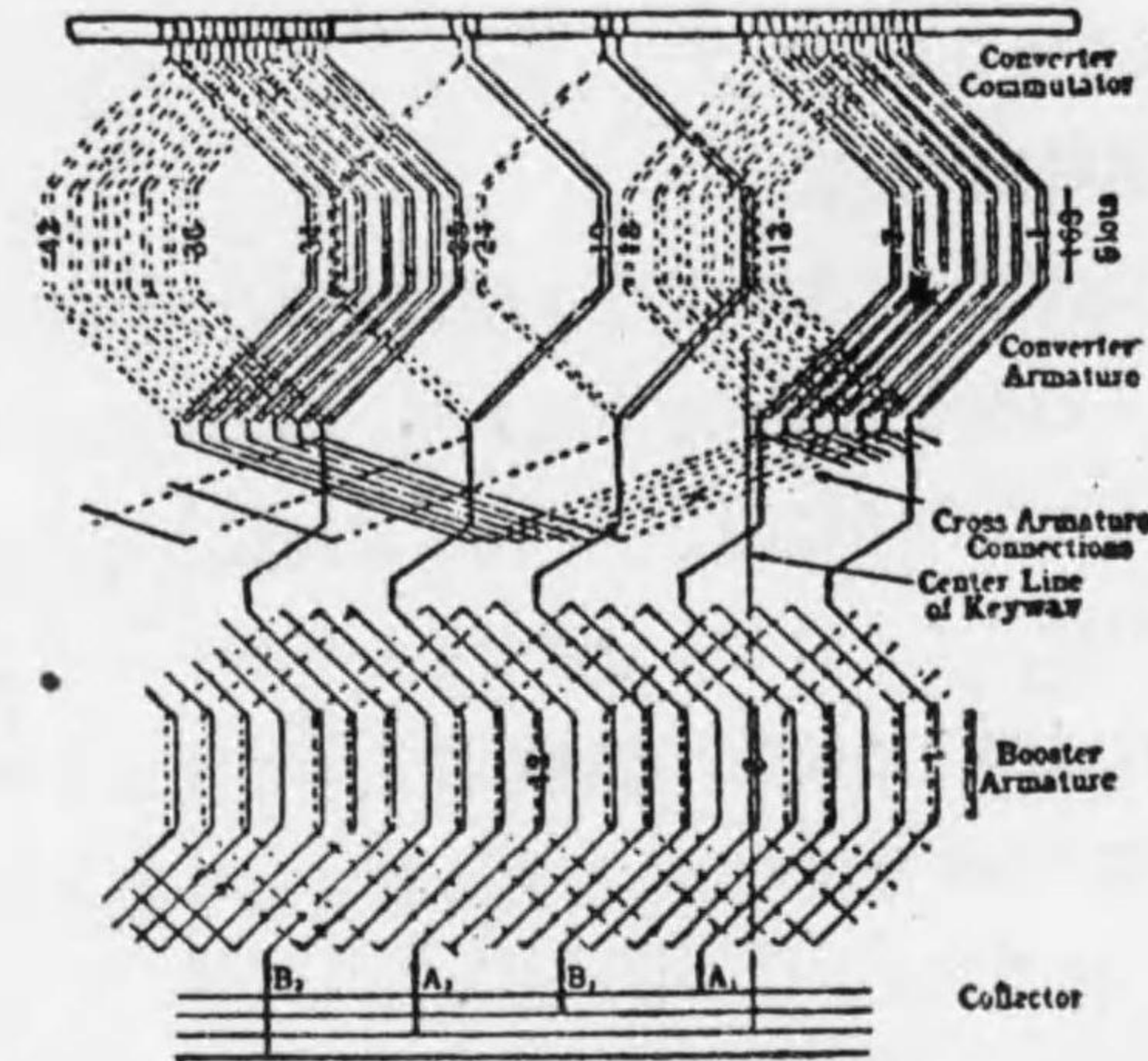


註 圖 (甲)



註 之れに示せる甲圖はブースターを有する變流機の断面圖乙圖はアーマチュア捲線の接続圖なり

註 圖 (乙)



Development of Booster and Converter Armature Windings and Connections.

Center line of slot No. 6 coincides with center line of slot No. 12 of converter. Armatures are keyed in this position. The windings are so laid out that the center line of the group of coils containing the tap coil from the collector ring A and lying in slots 1 and 8 of the booster, lies between the converter armature coils in slots 1-12 and 13-24.

有し小なる方の勵磁を變化して調整を行ふものなり。スプリットポール變流機の操縱器具としては普通の器具の外主要磁界抵抗器に補磁界抵抗器を附すればよい。

(D) 交流ブースター

此の方法はスリップリングにシリーズに交流のブースターを結び變流機に入る交流を之れに通ずるものなり。



Compound の場合には series coil はブースターの極に附せらる。ブースターの shunt coil は**第百九十圖**に示した様なポテンシオメーターレギュレーターにて調整され種々な電圧を出す事が出来る尤も便利な方法なり。

(E) 誘導電圧調整器

變流機と變壓器との間に誘導電圧調整器を結びてスリッピングに加はる電圧を加減する方法あり。誘導電圧調整器は一次線と二次線との關係的位置を變じ得る可動鐵心を有する變壓器で其の位置を變じて正負の方向に大小の昇壓を行ふものなり。

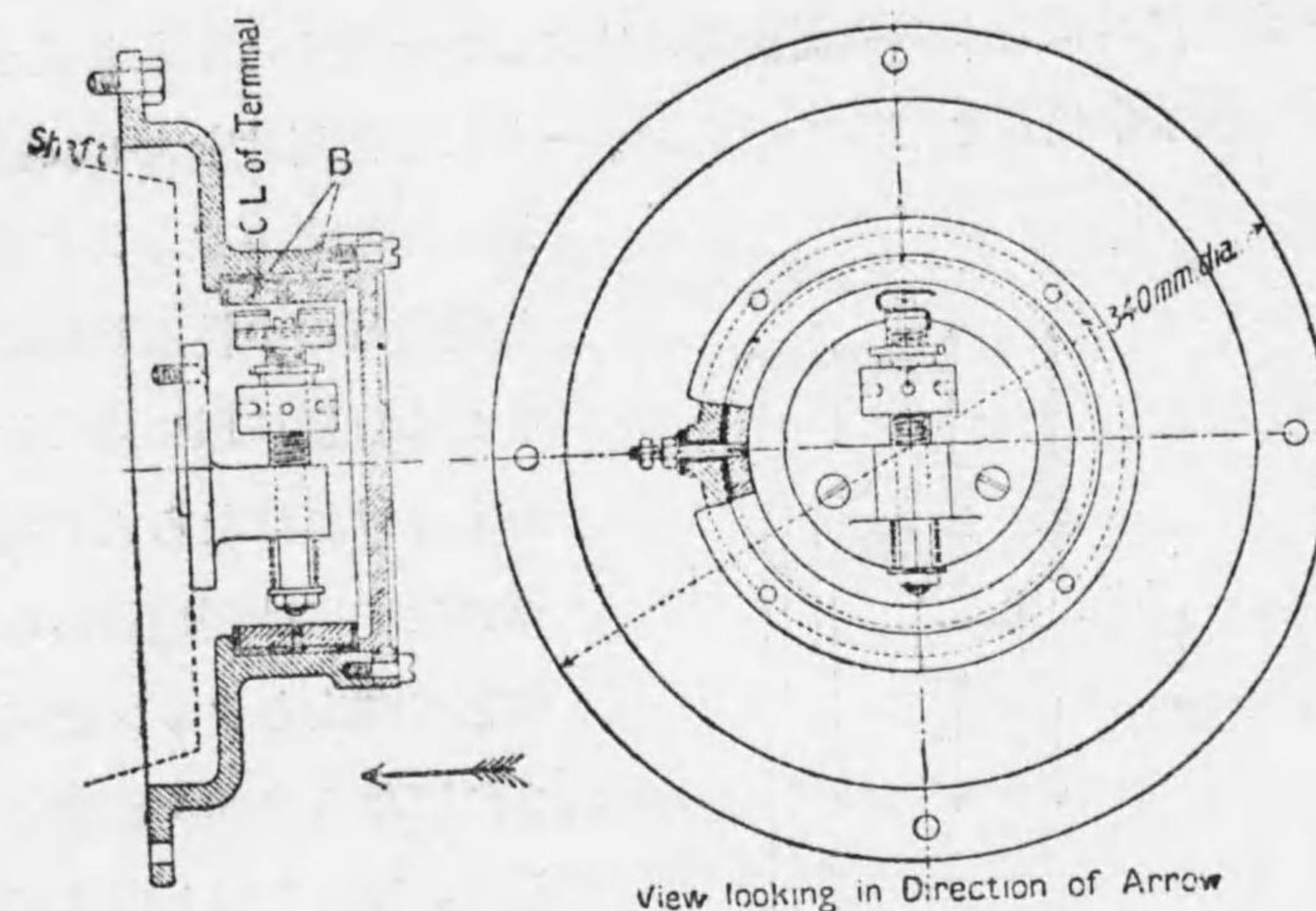
此の方法は電路内に餘分の機械を挿入する事になり故障の源も多く且つ甚だ複雑な接続法によらなければ手動となす外はないのであまり薦められない方法である。

變流器の速度制限装置

變流機の交流側を遮斷して直流側は其のまゝ結んで置けば變流機は勵磁の弱いシャントモーターとして廻轉を續行す。此の場合速度は等期速度とはならず勵磁力が弱いから危険な高速度となる。之を防ぐ爲め速度制限装置が必要である。

**第三百二十圖**に示したのは 1000 K. W. 變流機速度制限装置でシャフトの末端の穴の中で廻る金錘があり遠心力によりてスプリングを壓して居るが速度があまり高くなれば(凡て規定以上 15 パーセント)穴の内面にある環と接觸す。**第三百二十一圖**は其の電氣的接続圖で環の接觸成るや直流電路遮斷器のトリップコイルが短絡され變流機は遮斷される。**第三百二十圖**に

第三百二十圖



1000 K.W. 變流機用速度制限装置

示した装置には平常の運轉中は摩擦接觸がなく唯高速度に廻つた時だけ接觸する特徴がある。

中性點と三線式の中線との接続

三線式電燈回線に於て變流機に給電する六相變壓器は其の中性點を三線式の接地せる中線に結びバランサーとして使用する事あり。

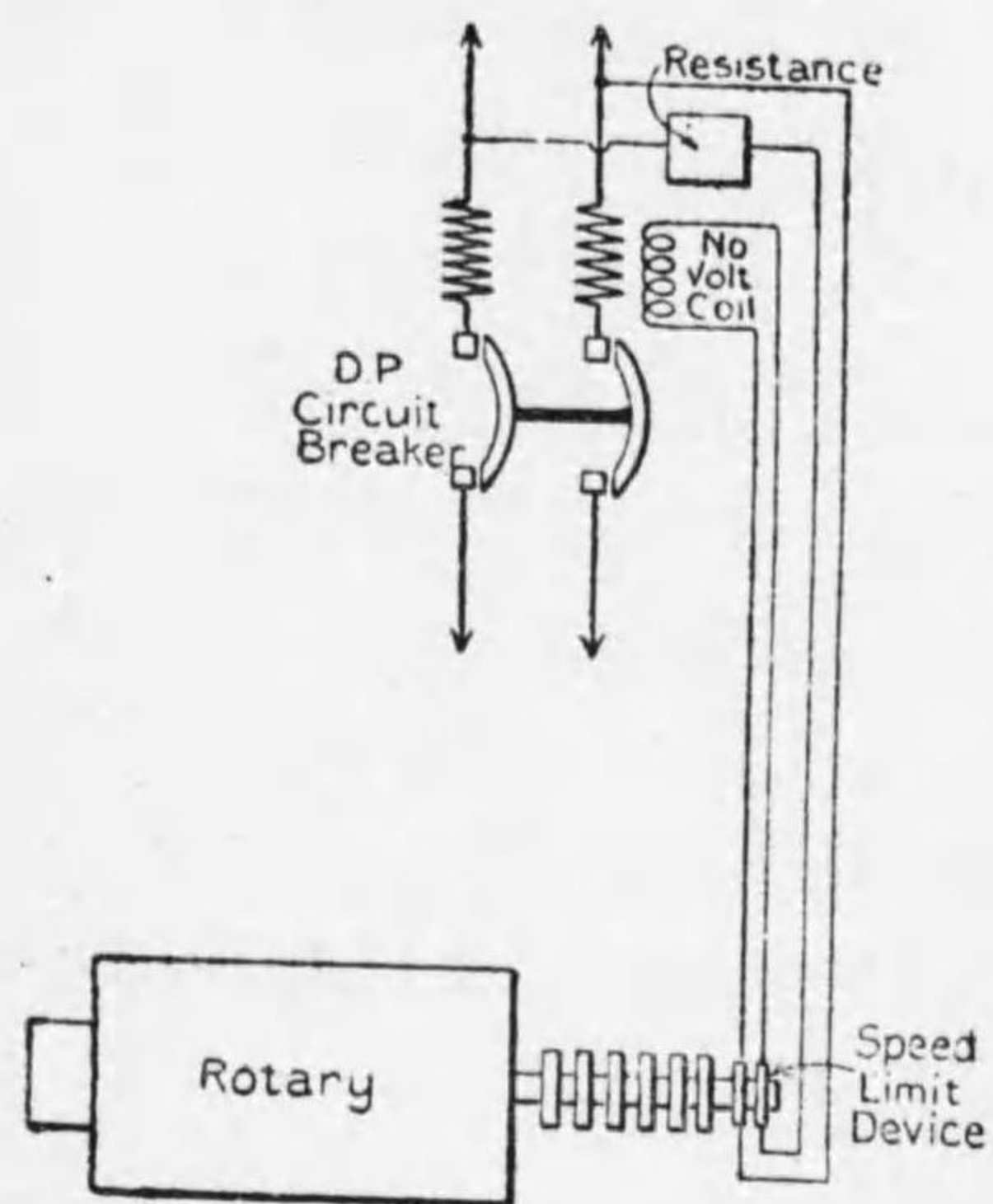
變流機が猶電車に直流を供給する場合には此の中性點接続を遮斷し得る装置を附せねばならぬ。然らざれば異つた電位にある二點即ち變壓器の中性點と電車の母線の負線が共にアースに接続さるゝ結果として短絡を起す可し。之を防ぐ最もよい方法は**第三百二十二圖**に示す如く變壓器の中性點を結ぶ線は三極切替開閉器の中央の極に結ぶにあり、然れば變流機を電車母線の



方に切替へた時には中性接続線は遮断されてしまふ。

調整の目的により六相變壓器にはタップを附する事あり此の場合に猶も中性點を用ひて balancer として使用せむとせば捲線の兩端よりタップを出し變壓器の中性點を眞の中央の位置に保つ様に注意しなければならぬ。斯様になすには變壓器から非常に澤山なタップを出さねばならず仲々面倒である。簡單ならしむる爲め各捲線の端からだけタップを出せば balancer として變壓器の中性點を利用する事は出来ない。此の場合には別な balancer を使用し不平均電流を調整せねばならぬ。

第三百二十一圖

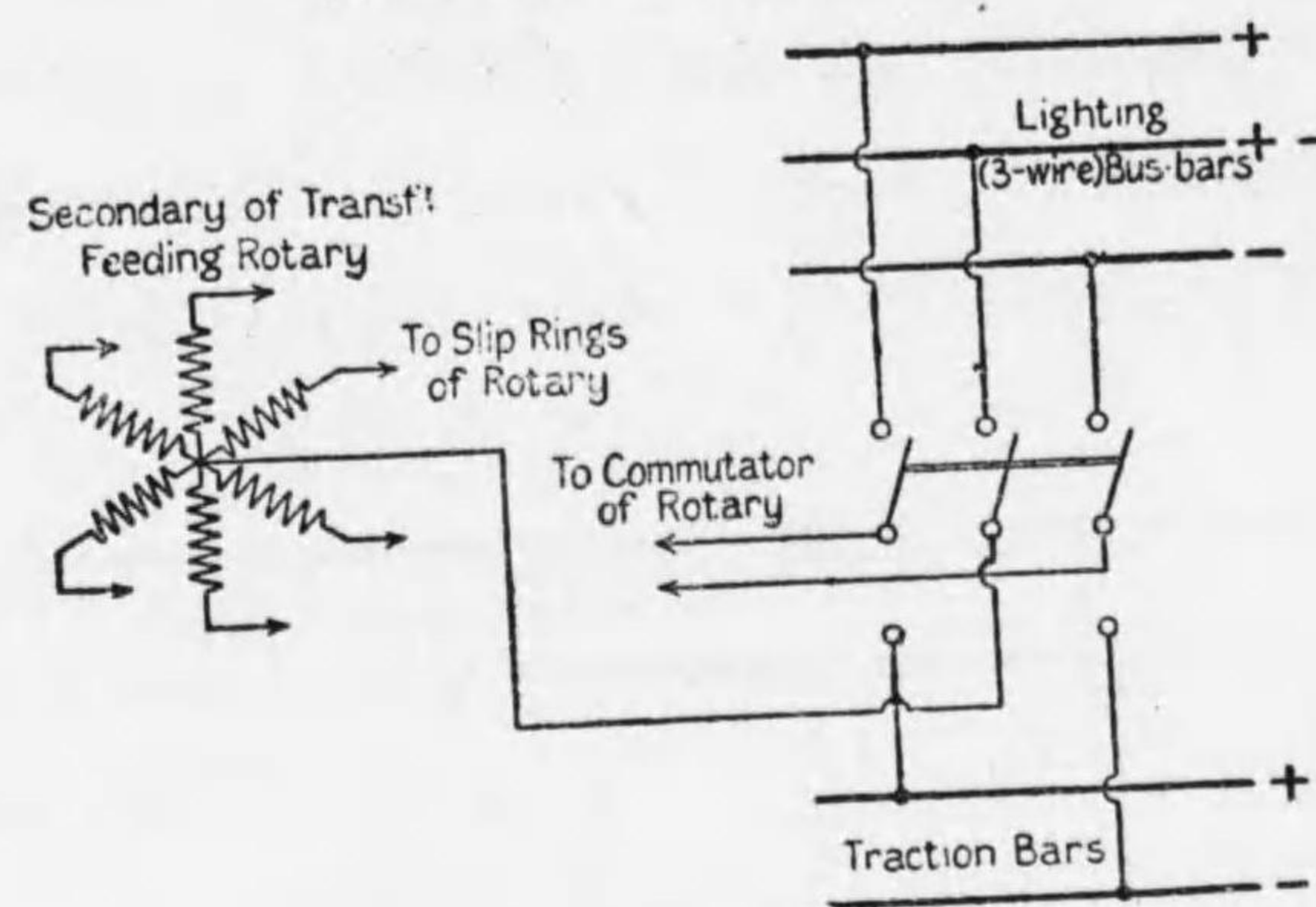


速度制限装置の接続

變壓器の接続は簡單にする爲め第三百二十二圖に示した様に三脚の中央點を結ばず唯一脚の中性點にのみ接続する方法が講ぜられた事があるが之れは (+) 線と (±) 線との間の電壓と (-) 線と (±) 線との間の電壓とが少しく異り、此の異り方は單相では六相の場合より凡そ 30 パーセントも大となる。従て此の相違を出来るだけ少くするには第三百二十二圖に示す如く變壓器の三脚を皆結ばねばならぬ。

變壓器の接続は簡單にする爲め第三百二十二圖に示した様に三脚の中央點を結ばず唯一脚の中性點にのみ接続する方法が講ぜられた事があるが之れは (+) 線と (±) 線との間の電壓と (-) 線と (±) 線との間の電壓とが少しく異り、此の異り方は單相では六相の場合より凡そ 30 パーセントも大となる。従て此の相違を出来るだけ少くするには第三百二十二圖に示す如く變壓器の三脚を皆結ばねばならぬ。

第三百二十二圖



電車電燈回線に供給する變流機用の六相變壓器の中性點接続

變流機が三相の場合には (これは特殊の場合で普通變流機は六相になつて居る) 別の balancer を使用す可し。之れは三相變壓器にありては六相又は單相の場合の如く不平均電流に基く直流の勵磁は自ら中和する事なく鐵損失を増加\* するの缺點あればなり。

單相又は六相の balancer に於ては直流の勵磁は中和されるから別の balancer を要しない。

廻轉變流機の並列接続

直流側も交流側も共に並列に結ばれたる廻轉變機は (第三百二十三圖を見よ) 適當な装置をなさねば負荷が不平均不規則となり或は全く運轉不可能に陥る可し。其の理由は容易に理解され

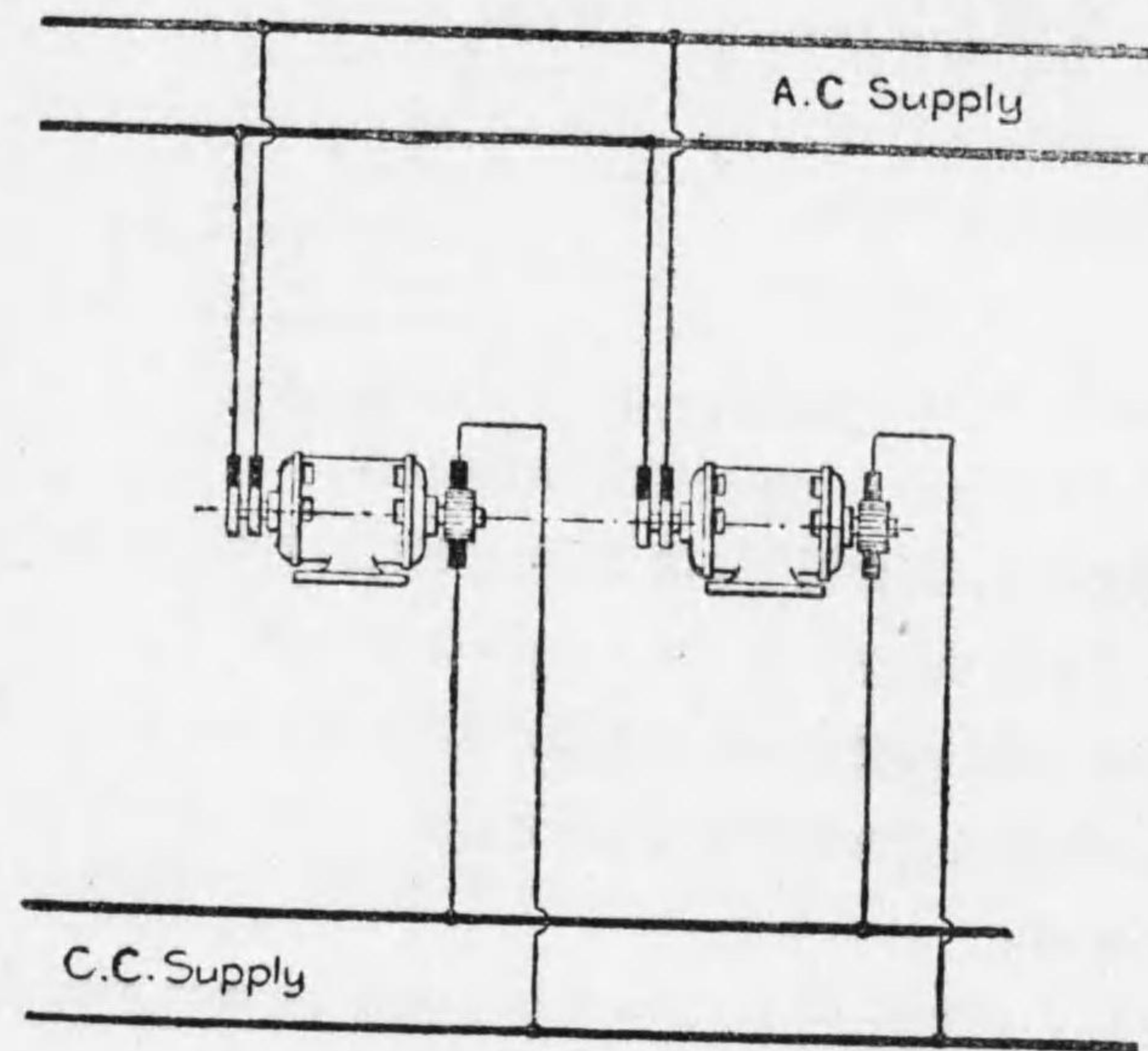
\*註 Gariand の "Static balancer" Elec. Review. Vol. LX, p. 965 を参照



る處ろなり。

並列に接続された二臺の直流分捲發電機を考ふるに一臺が他より多量の電流を出せば其の端子電壓は下り従て他の發電機に多く負荷される様になり負荷は兩者の間に平均せらる。

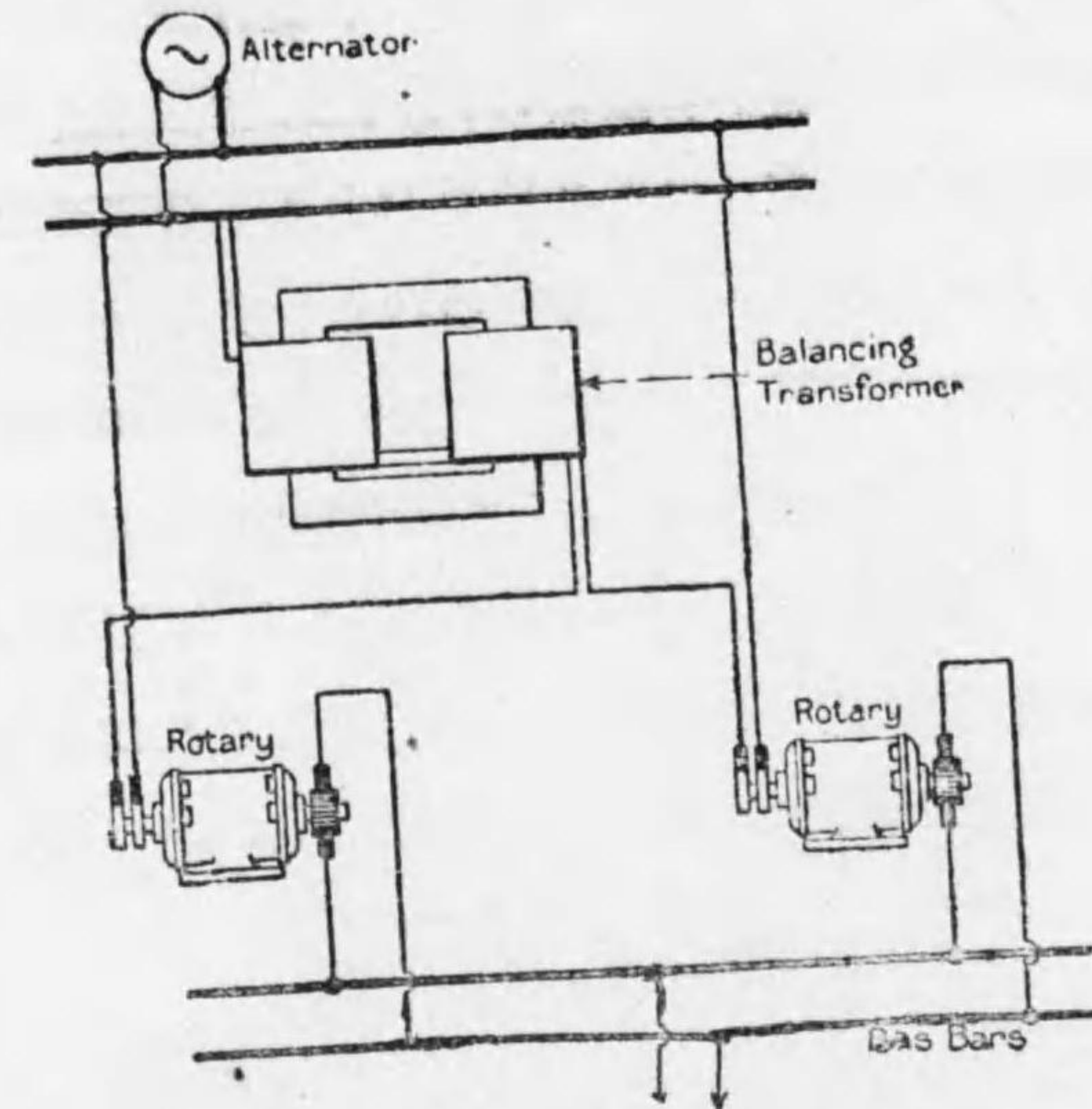
第三百二十三圖



直流側も交流側も共に並列に結ばれた二臺の廻轉變流機の接続(簡單ならしむる爲め单相のみを示す)

第三百二十三圖の如く接続された變流機にありては之れと趣を異にして居る、整流子側の電壓は交流母線電壓によりて一定であるからブラシの接觸抵抗其他の些少の相違も電流の大なる不平均を來し兩基を並列に運轉する事が出來なくなる。

第三百二十四圖



變流機の並列運轉(交直兩側共)にバランサーを適用する原理を示す圖

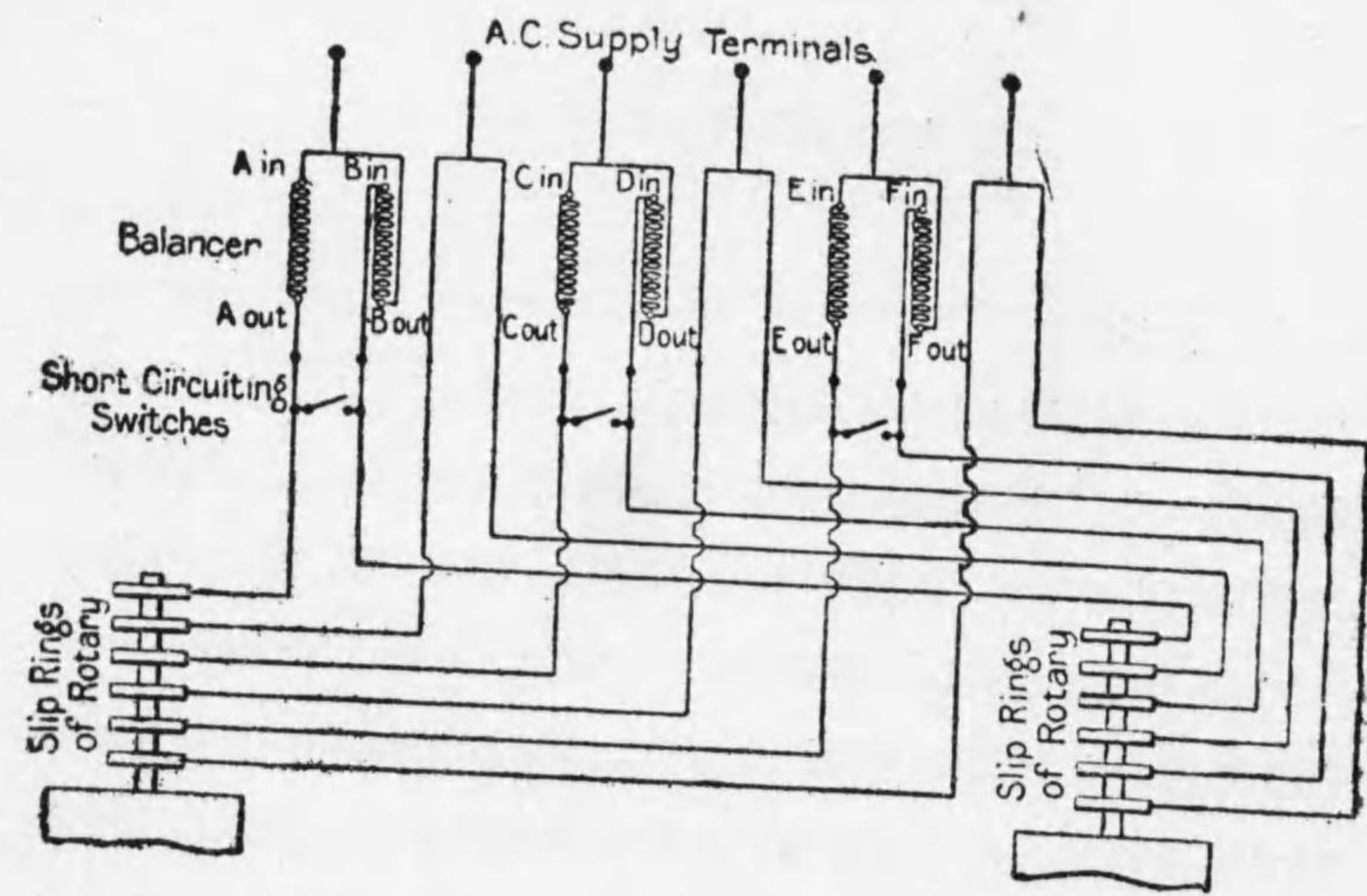
變流機が變壓器より交流を供給されて居る時は各變流機毎に別の變壓器に用ふれば此の困難を除く事を得べし。二基の變流機へ別々な二次回線を二つ有する變壓器を用ふれば交流側は互に結ばれない事になる。

已に述べたるが如く直流電法に高速度の turbo-alternator を用ふる場合に廻轉變流機によりて直ちに直流に變成される。能率の點及び成る可く故障少く連續せる供給を得る爲めに此の場合にはあまり變壓器を使用しないで一基の turbo につき少くも二基の變流機を用ふ。



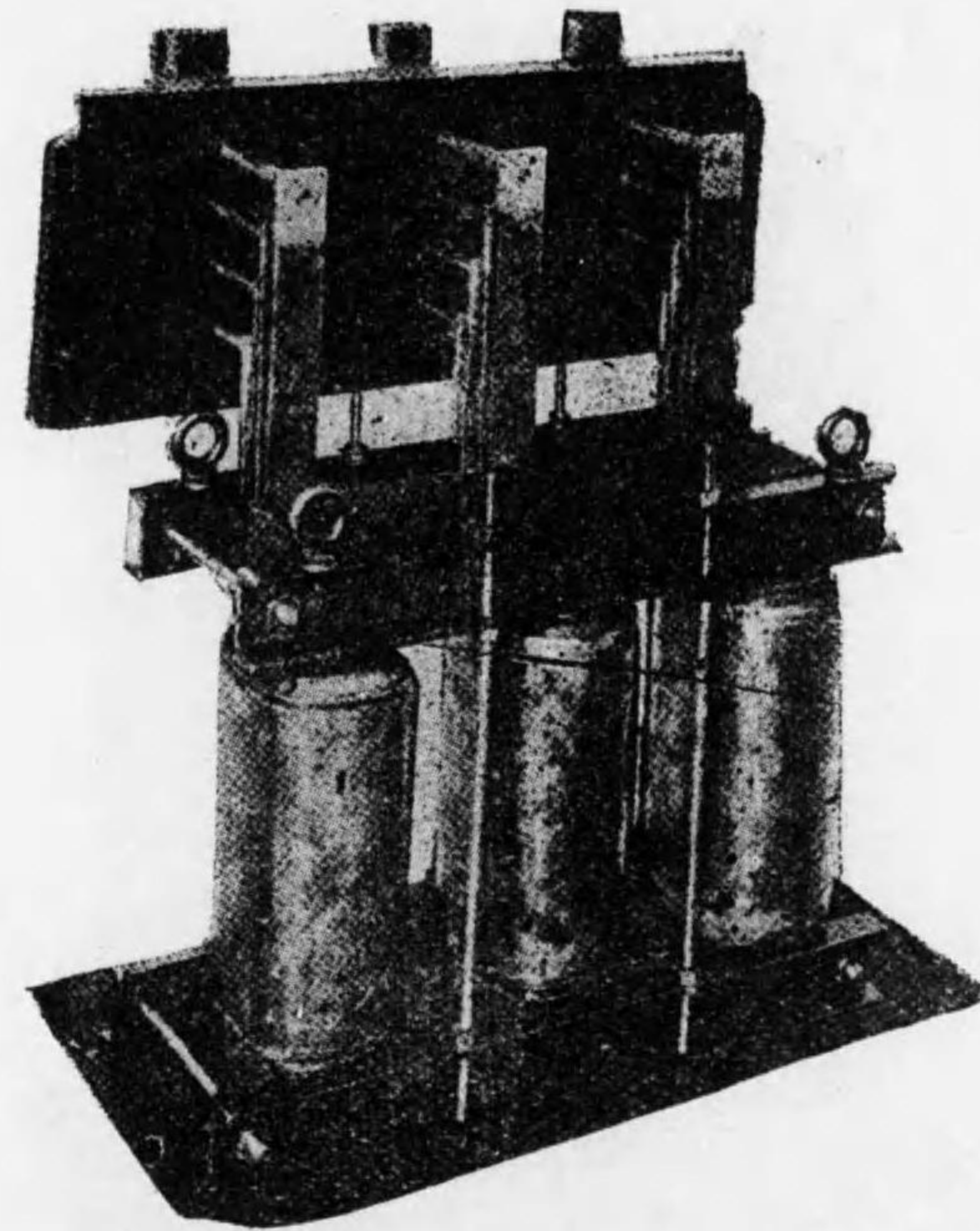
然し此の方法は直ちに**第三百二十三圖**に示した様な故障を起すから之を防ぐには turbo alternator 各變流機に對して別々の二つの捲線を作つて置かねばならぬ。此の方法は實際有効であるが交流機の捲線が複雑になる缺點がある。**第三百二十四圖**に示した方法は交流機は一つの捲線のみを有する代用的方法である(英國特許第 11905/13 参照)。之には balancing transformer があり二つの捲線を有し二つの變流機への電流が各之を通る。之等の捲線は此の二つの電流は互に反對方向に流れ兩者が等しい場合には(實際には兩者は等しくなければならぬ)互に打消して變壓器の鐵心には何等の勵磁も行はない。然し電流

第三百二十五圖



balancing transformer を有する  
二基の六相變流機の接續

第三百二十六圖

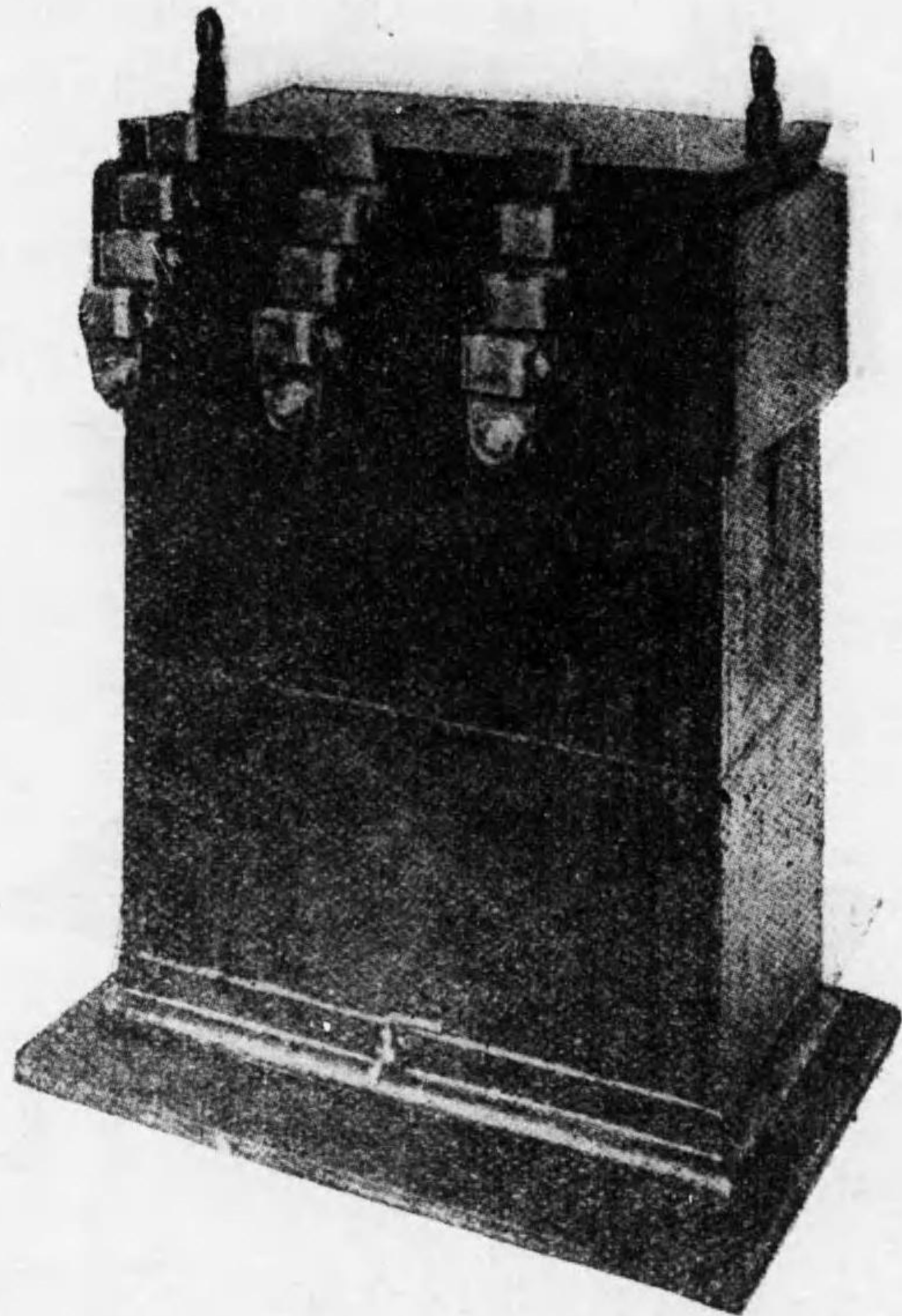


變流機用 balancing transformer の内部一相 300 アンペア

が不平均となれば鐵心は勵磁され負荷の少い方の捲線に電壓が誘發され其の捲線の電流の増加をはかるから不平均は消滅する。變氣機は通常六相であるが balancer は三相のものを使用すればよい。**第三百二十五圖**は概略の接續圖なり。變流機を一臺のみ使用せむとする時には balancer は切離し之に對する短絡開閉器を備ふ。三個の短絡開閉器は一個の三極開閉器となす事を得。**第三百二十六圖**、**第三百二十七圖**は斯様な balancer で一相 800 アンペアに適するものなり。即ち二臺の六相變流機



第三百二十七圖



第三百二十六圖の balancer の外観

balancer で各變流機は直流 460 / 525 ヴォルトに於て 750 K.W. の容量を有するものなり。 Balncer の捲線は殆んど變壓器の鐵心の長さ に等しい幅を有する廣い條で作られ此の導條二枚で一對の捲線を形成し各脚に捲かれ漏洩磁束を最少ならしむ。

第三百二十八圖は全體の接続圖なり。

第三百二十八圖

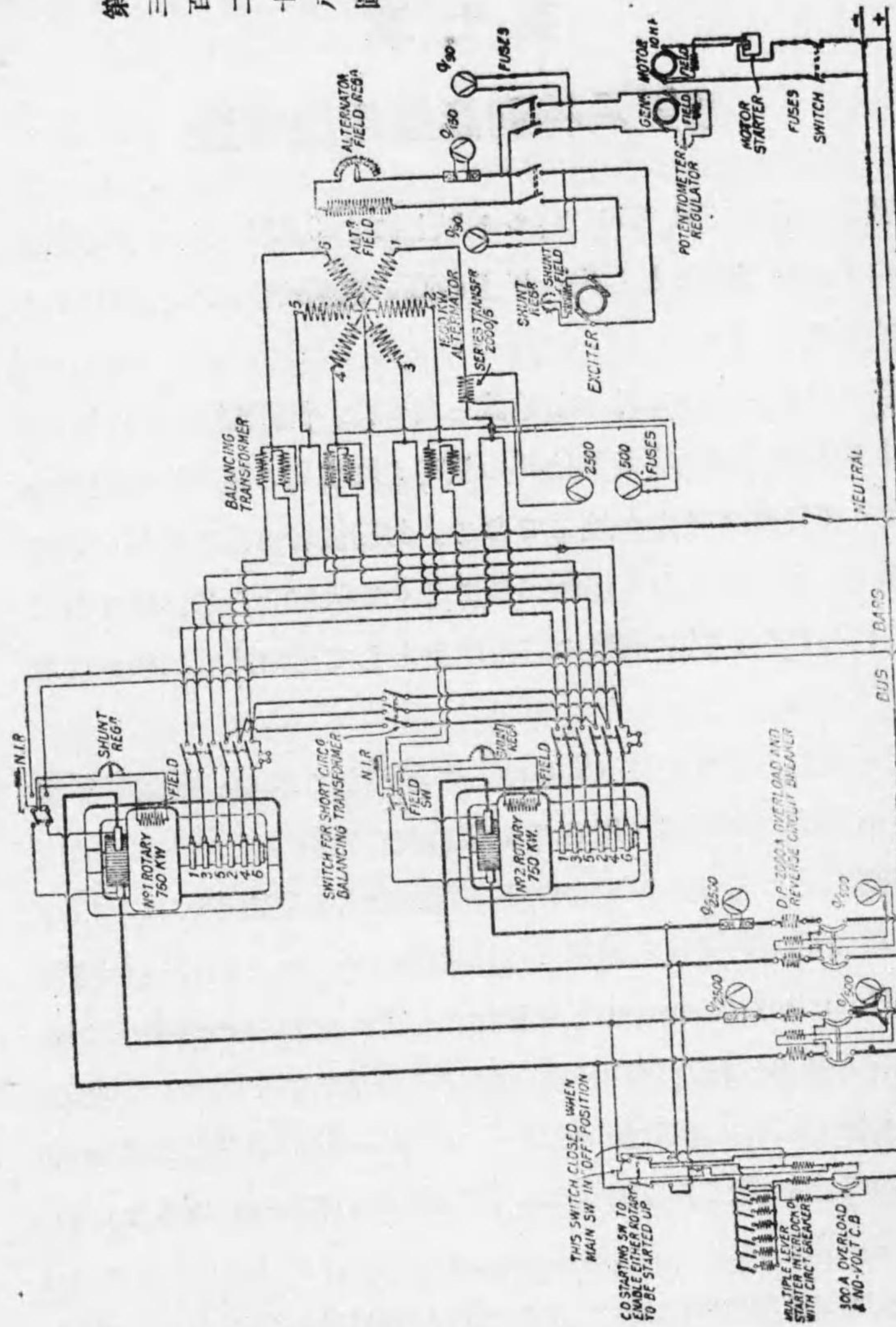


Fig. 328. - DIAGRAM OF CONNECTIONS OF ALTERNATOR DIRECTLY CONNECTED TO TWO ROTARY CONVERTERS.

交流機を直ちに二基の變流機に結ぶ場合の接続圖



## 第七章

### 高壓及特別高壓用配電盤

英國の規則では 650 ヴォルト以上にて 3,000 ヴォルトを超過せぬ電壓を高壓となし夫れ以上の高い電壓はすべて特別高壓としてある。

此の分類法は今では少し舊式となつた。開閉器具類は其の電壓よりも寧ろ遮断容量又は其の使用されて居る電路の短絡容量によりて區別するのが適當である。勿論後者は或る範圍を示すのみで大さは主として遮断容量によりて決定せらる。現今行はれて居る高壓、特別高壓の方式は主として三相式で二相式は最早行はれない。

近來高壓の直流方式 (Thury) が發達して來た。猶電車事業に單相交流の高壓が採用さるゝ様になつた。

經濟上どうしても廉價に仕上げねばならぬ様な際には三相の架空線で供給を受ける變電所には開閉部にホーンの付いた開閉器 (Horn break switch) を使用する。然し之れは短絡電流の極めて少く制御された回線にのみ適用する事が出来るもので此の例外を除いては三相高壓回線用としての一般標準開閉器は油入のもので之を使用する適當なる事に就ては何等の疑點もないのである。

發電所又は變電所に於て之等の油入開閉器を装置するには或る盤を構成する。近來の發電所にては之等は盤と稱し得る形の

ものは少いが習慣上此の名稱を用ひ本章に於ては之等に就て述ぶる處あらむとす。

高壓回線 (650 ヴォルト以上のものを意味す) では今猶後ろの開いたものが製作されて居る、大理石盤の裏面に油入開閉器をボルトで取付け隣接の盤 (パネル) と何等の保安的區劃を設けない。然し斯様な盤は生命に危険を及ぼすから英國では用ふ可きではない。支那の如き進歩した保安條令のない國には猶使用する事も出来やふ。勿論之等は價格低廉であるから東洋向には至極適當である。扱て生命の安全を最も必要とする國に使用する可き三相油入開閉器の配電盤に就て下の如く分類す。

- (a) 單純なる箱入配電盤 (聯鈎裝置を有するもの又はなきもの)。
- (b) 場所の制限ある (例へば炭坑の如き) 處ろに使用する裝甲配電盤。
- (c) 遠方制御配電盤 (機械力によるもの、壓搾空氣によるもの、又は電氣的に制御するもの)。

#### (a) 單純なる箱入配電盤

あまり高壓でない (例へば 7000 ヴォルトを越えない中位の大さの先づ 15,000 K. W. 位の) 發電所には簡單な箱入配電盤がよい。操縦器具は配電盤背面の室内に納められ油入開閉器の把手は盤の表面に取付け前面から取扱ふ。容量の大小や保安の重要なる程度に應じて操縦器具や母線を區劃する。一般に區劃を細かにする程安全である。

勿論之れは Ferranti 會社で最初に唱へた蜂巢主義に依つた



もので、Ferranti で最初に用ひた cell の大きさは現今使用されて居るものに比較すれば頗る小さいものであつた。唯其の方式は同様ですべて現今使用されて居る高壓操縦器具の安全なる設計は此の方式に依つたものである。

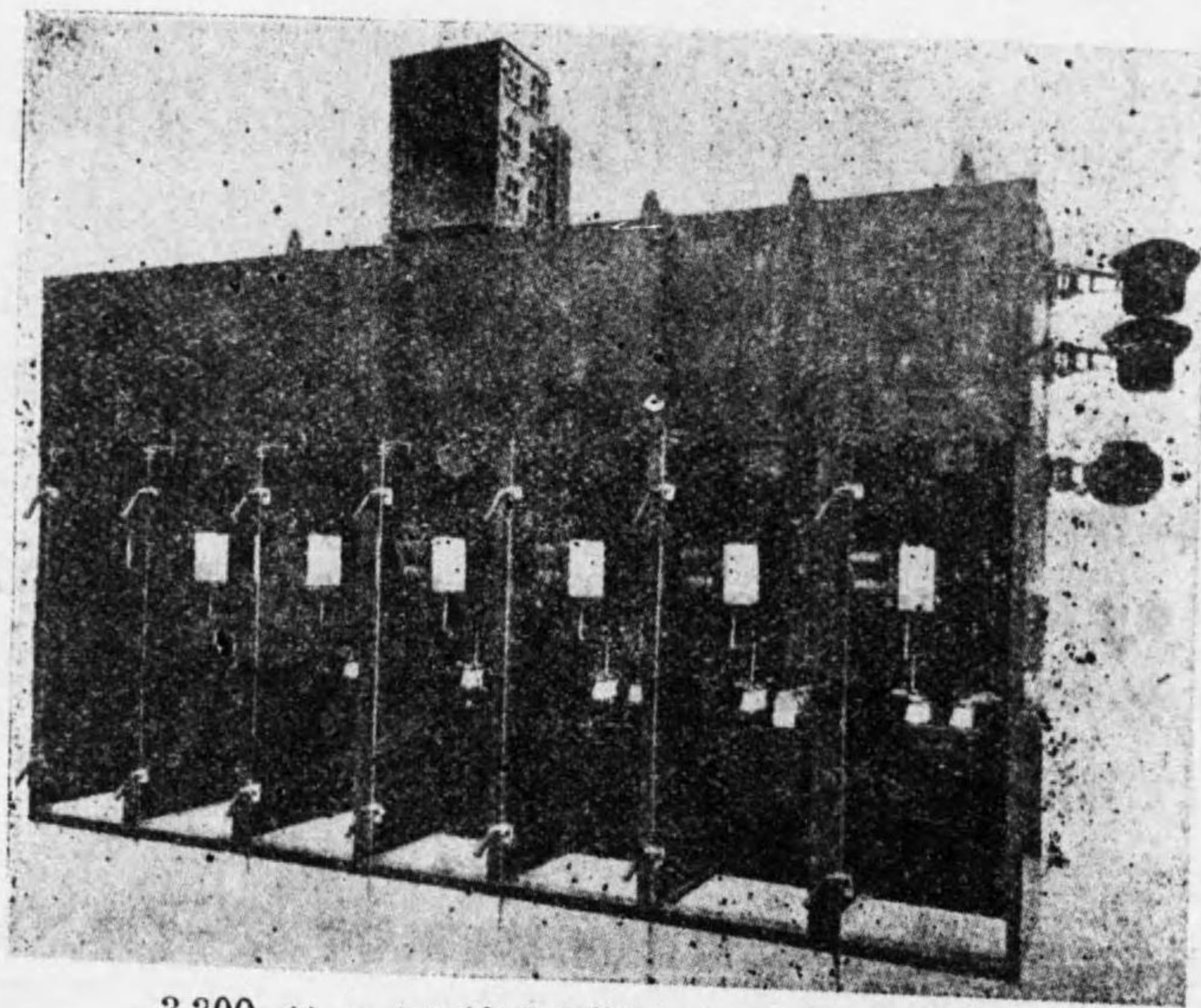
第三百二十九圖は茲に述べた様なものゝ簡單なるもので鐵板で圍はれて居る。

之れは單に母線のみが別に圍はれて居るだけである。

斯様な配電盤は工業用に頗る適當なもので場所を塞げる事も少い。

第三百二十九圖に示したものは鐵製であるが猶コンクリート

第三百二十九圖



3,300 ヴォルトに適當な鐵製の配電盤(裏面)

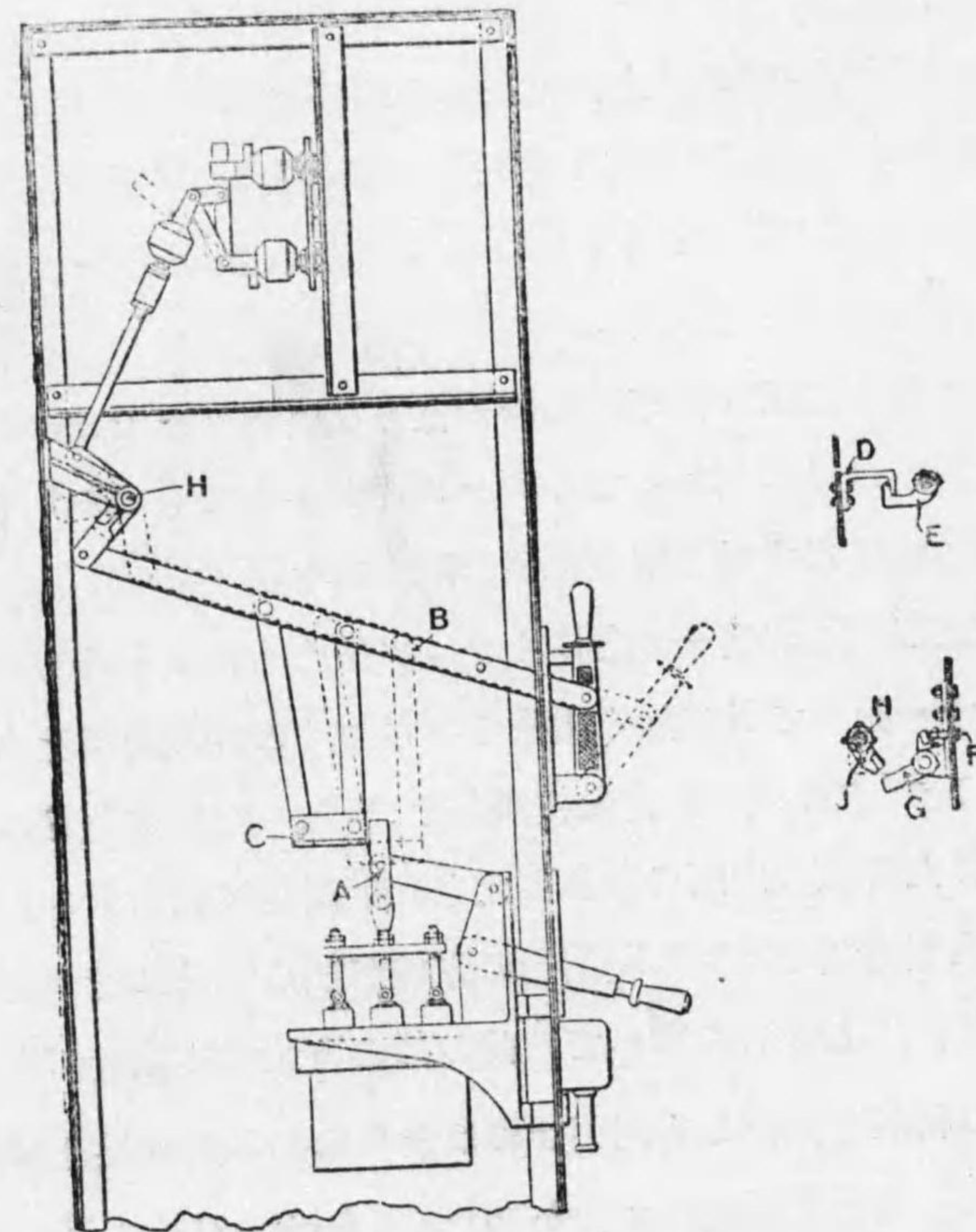
若しくは人造石で作る事も出来る。然し著者の考では斯様な材

料は後に述ぶる遠方制御配電盤の劃壁に使用するを適當す。

箱入配電盤の聯鈎——第三百三十圖は最も簡單なる聯鈎法を示す。上部の把手は上部の區劃箱内の區劃開閉器を制御し油入開閉器が開いて居る時だけ開く事が出来る様になつて居る。

又區劃開閉器を閉ぢた後でなければ油入開閉器を閉づる事は出来ない。D,E は扉の聯鈎装置で D は扉に固定され E は H

第三百三十圖



General Electric 會社で使用して居る操縦器具の聯鈎法式



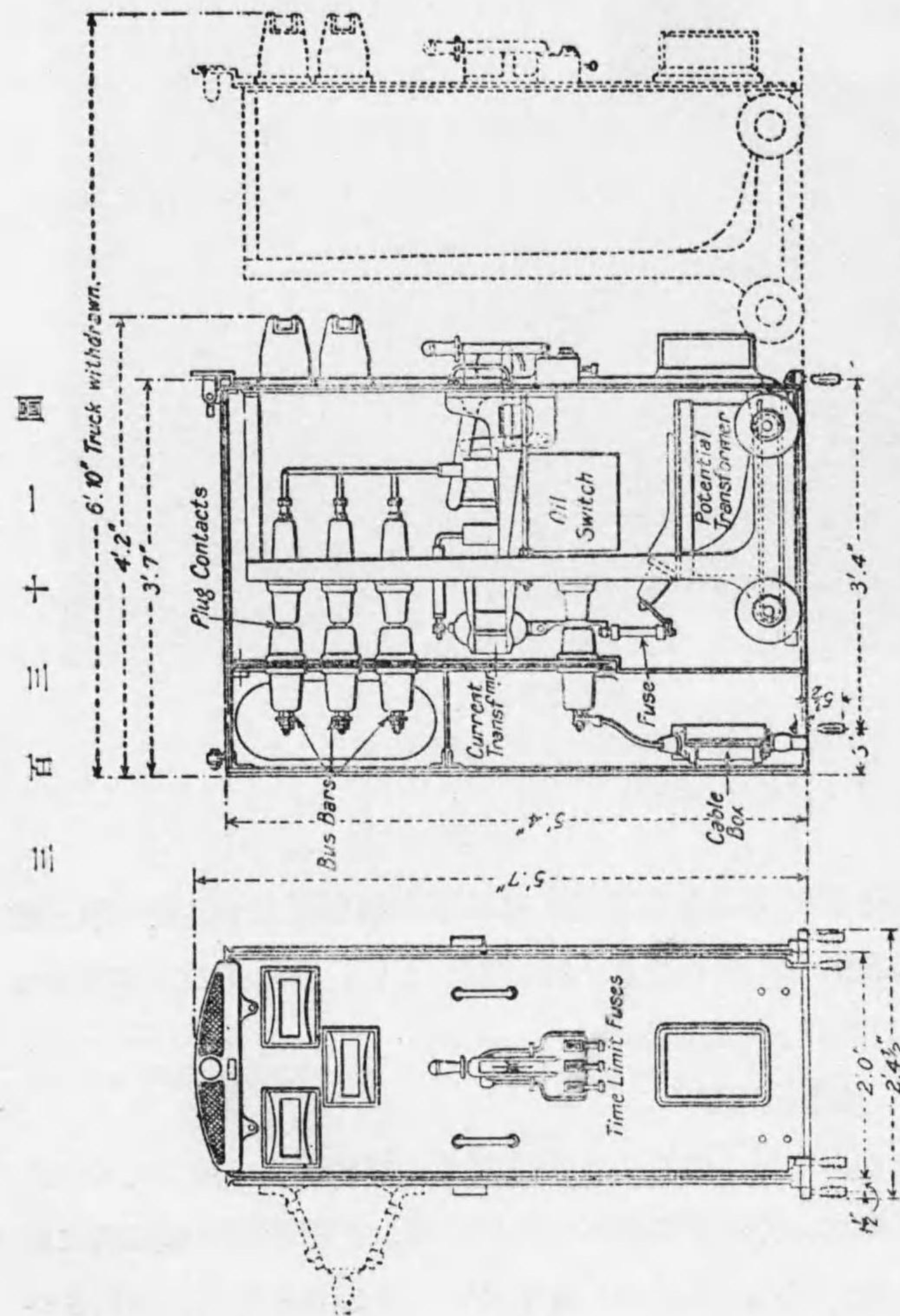
の軸上にまはる。扉を閉じた時には E は D に懸り扉に錠をかける。J.G. 及び F は扉を閉じた後でなければ區劃開閉器を閉づる事が出さない様な保安装置なり。F は扉に固定され G のカムは扉が閉ぢられた後でなければ其の上方の位置に止まり H の軸の廻るのを妨げる。即ち先づ扉が閉められなければ區劃開閉器を閉づる事を得ざるなり。依て函の中に入るには先づ油入開閉器を開き第二に區劃開閉器を開いた後に扉が開く様になつて居る。

電路を閉づる際には之れと反對の順序を取らねばならぬ。

聯鈎装置のある配電盤は炭坑等に於て見る如く未熟な取扱者によりて運轉せらるゝ場所には最も望ましきもので中央大發電所等に於ては不必要なり。

第三百三十二圖は何等の聯鈎装置もない配電盤で此の場合に油入開閉器は母線側からでもケーブル側からでも feed する事が出来る様になす爲め兩側に區劃開閉器を附す。

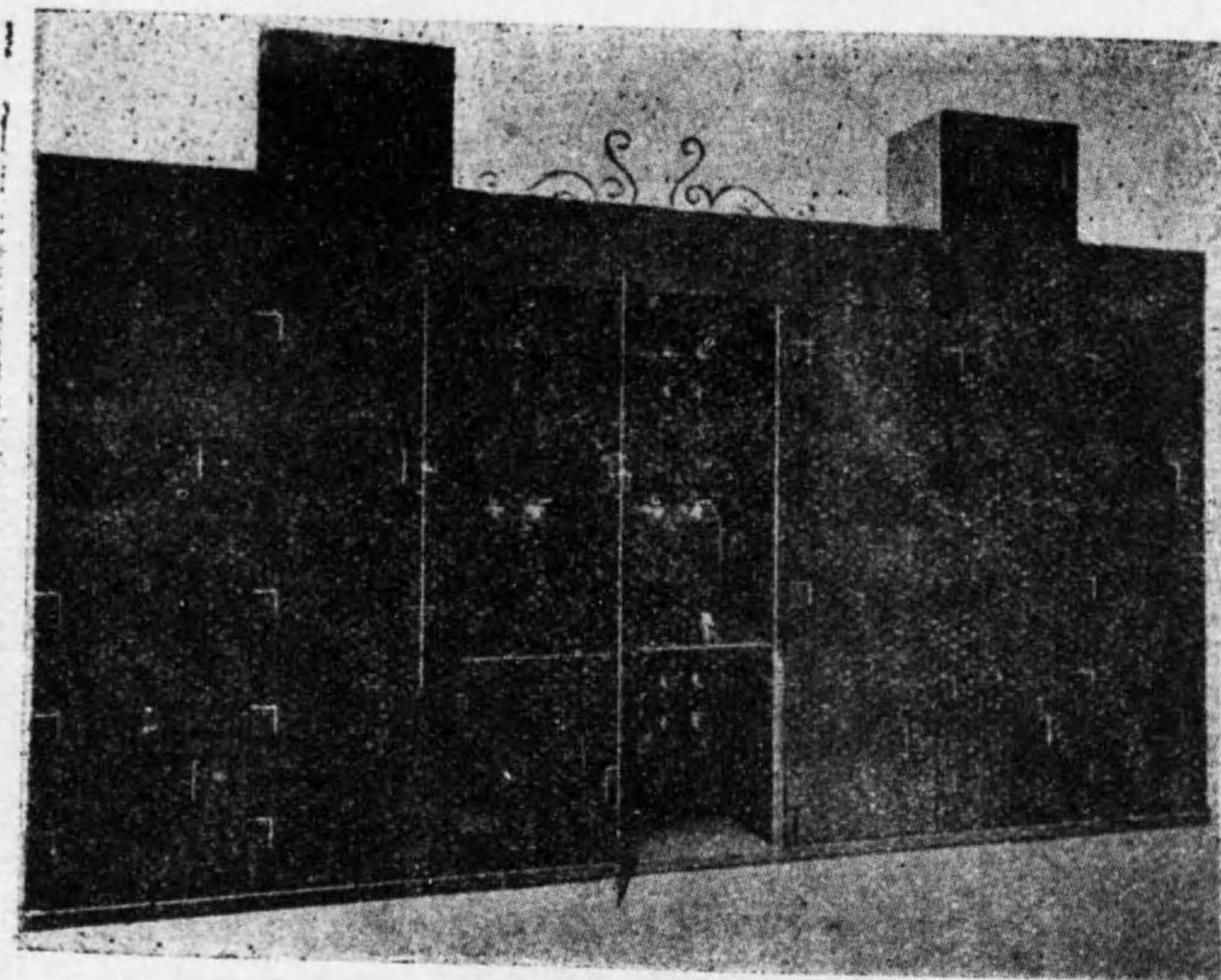
引出立方形配電盤——之はトラック型とも稱せらるもので第三百三十一圖にて見る如く出来るだけ多くの操縦器具を車輪の附いたトラックに載せ適當に接觸部を設け、トラックを箱の中に押し入れた時箱の内面にある固定した接觸部に嵌入する。此の種の箱入配電盤では油入開閉器の點檢が頗る容易に行はれるの利益あり。然し著者の考へでは此の種の方法では装置が複雑して折角の利益を甚だしく割引せねばならぬから其効果は疑はしいと思ふ。引出配電盤は場所が甚だしく制限され而も壁に向つて直ちに設置す可き様な際に適當して居る。壁と配電盤との間



引出配電盤(トラック型) British Thomson Houston Co.



第三百三十二圖



簡單なる鐵箱入配電盤

聯鈎裝置なく油入開閉器の兩側に區劃開閉器を附す。三千三百  
ヴォルト回線用（裏面）

に通路を設けられる様な時には普通の**第三百二十九圖**や**第三百  
三十二圖**に示した様な箱入配電盤がよい、勿論此の方が價格も  
低廉に出來能率もよい。

(b) 装甲配電盤

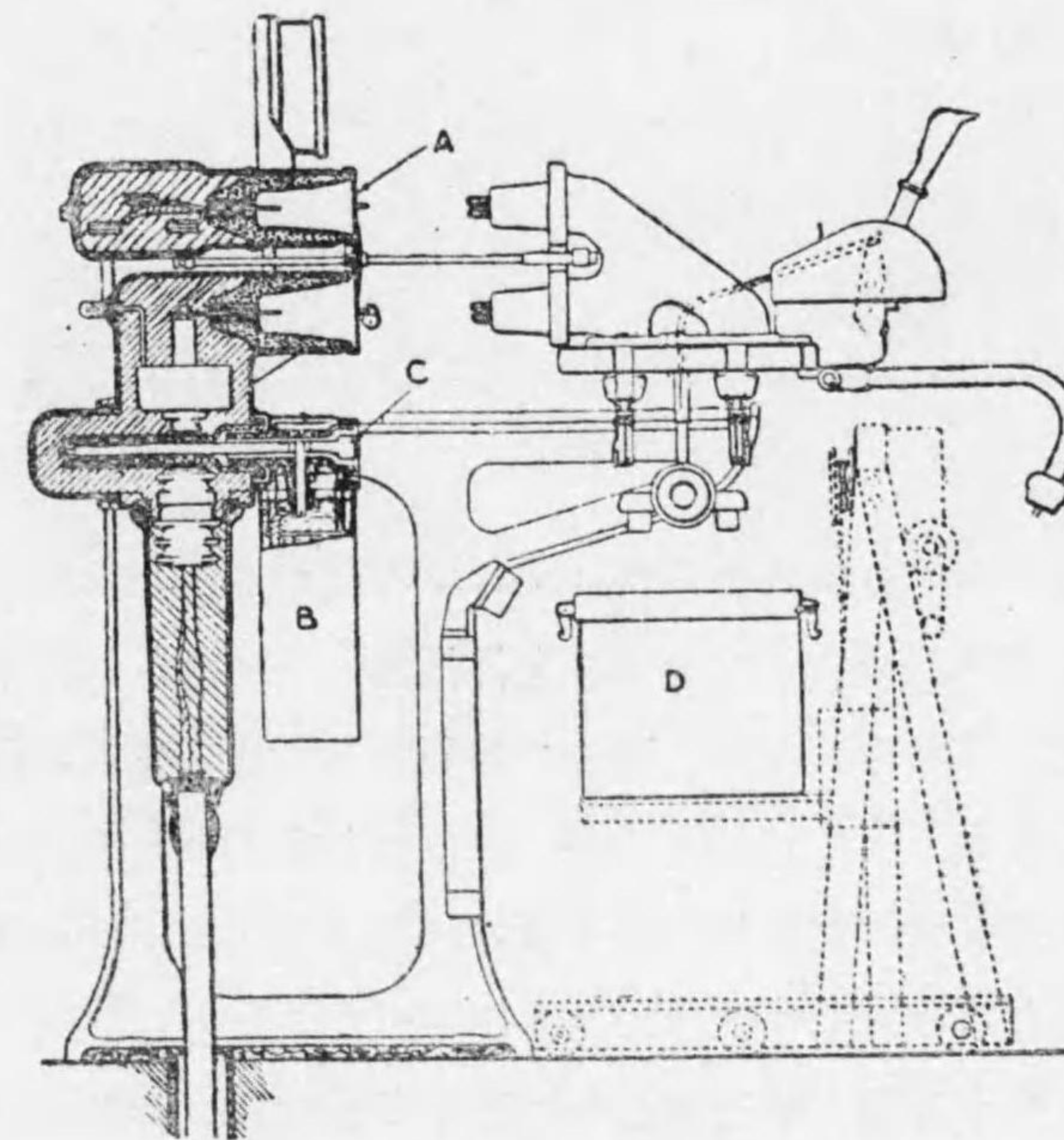
場所の狭い所に装置する配電盤は各部を鐵蓋で被ひ時には之  
れに絶縁物を充填する事が必要である。斯様な配電盤は前に述  
べた普通の箱入配電盤より費用を要する事多きを以て場所さへ  
あれば斯くする必要はない。配電盤に附す可き器具の種類數量  
の少い程簡單に出來るわけであるから炭坑内の簡單な配電盤な

どには最も利用されて居る。

此の種の配電盤製作で有名なのは Messrs Reyrolle & Co.で  
**第三百三十三圖**、**第三百三十四圖**は此の會社で作つた配電盤で  
ある。

此の主要なる點は點檢や掃除の爲め switch を引出す事が出

第三百三十三圖



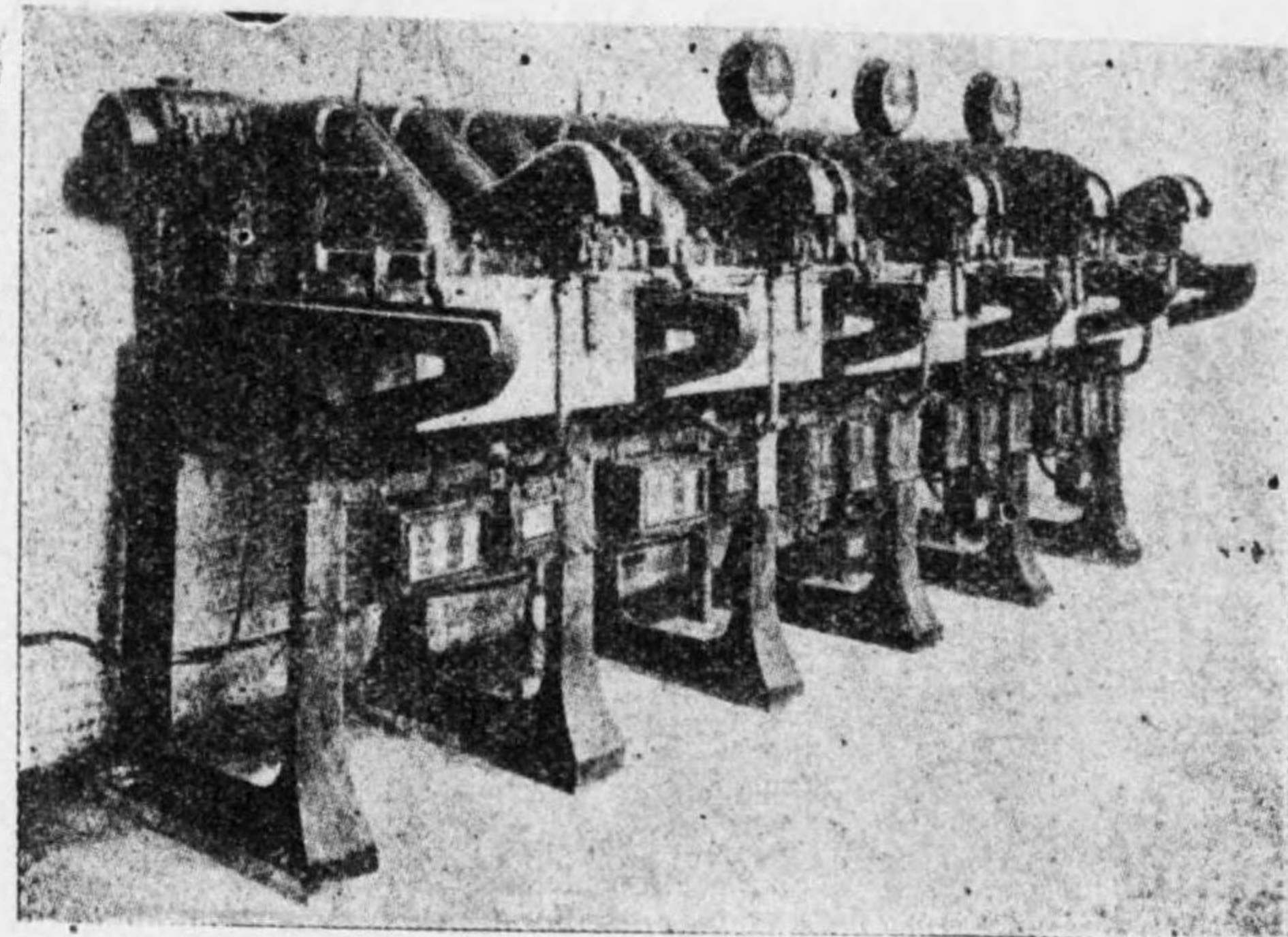
Reyrolle 會社製油入開閉器盤

Switch は引出すを得べくタンクは下げる事を得べし

- A = 錠前扉
- B = 油槽中のポテンシアルトランスフォーマー
- C = ポテンシアルトランスフォーマー用保安フューズ
- D = 接觸部を檢査する爲め引き下げられた油槽。



第三百三十四圖



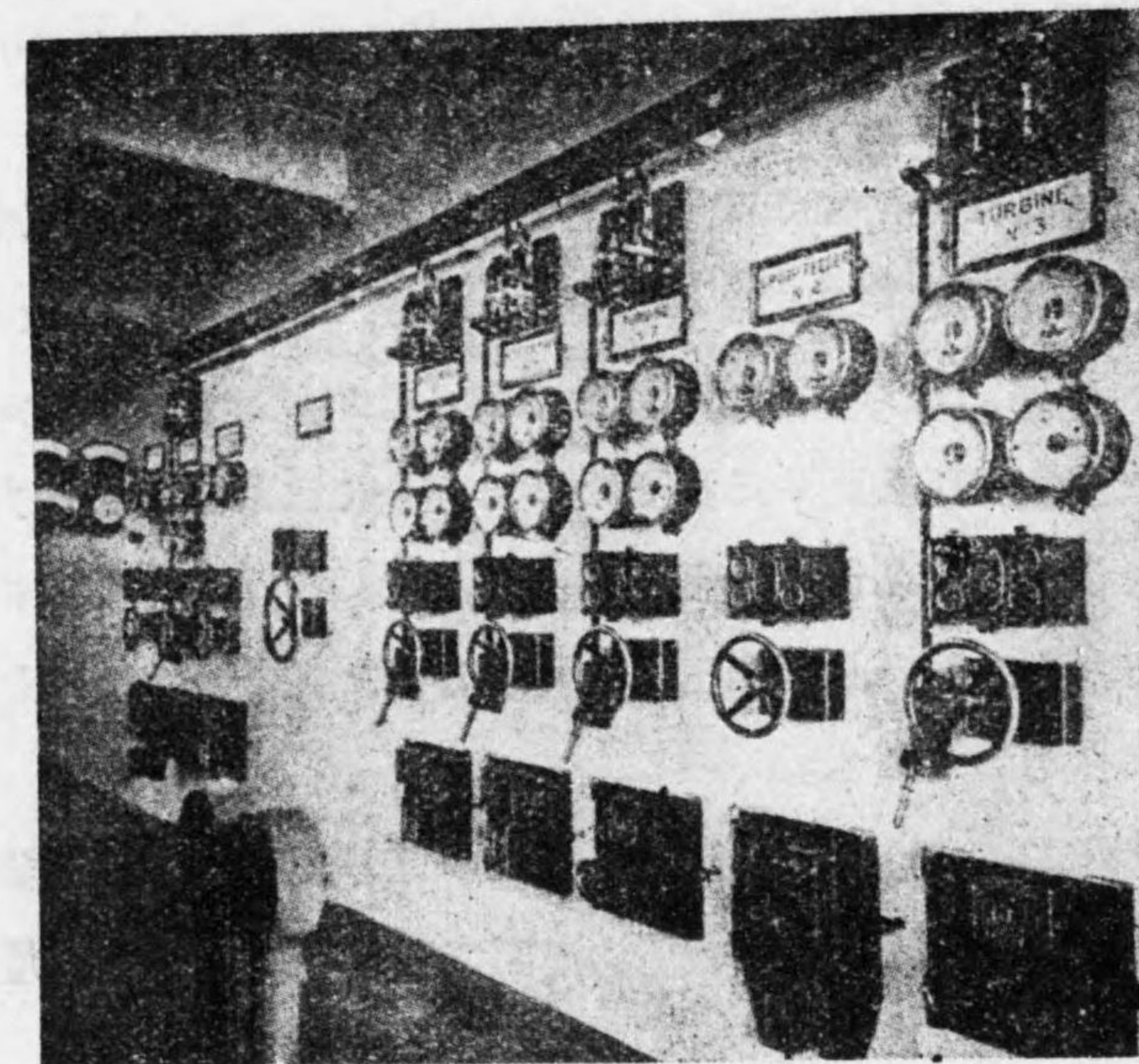
Reyrolle Co. 製装甲油入開閉器盤

来る點なり。普通聯鈎装置は switch を先づ開かなければ點檢や掃除は出来ない様にするが區畫開閉器なしで之れが出来るから場所を要する事が少い。現今では種々な製造家で此の種の配電盤を作り主として炭坑に使用され鑛山用器具なる名稱がある然し中央發電所の配電盤の如く種々の器具を澤山付けねばならぬ様な場合には非常に複雑になり得點がなくなる。

第三百三十五圖及第三百三十六圖は Reyrolle 會社で中央發電所の要求に應ずる爲め其の特殊の開閉器盤と制御盤とを組合せたもので、之等は第三百三十三圖や第三百三十四圖に示した簡單なる點の得長は具有せず著者の考では之等に對しては遠方制御の箱入配電盤の方がよいと思ふ。

## (c) 遠方制御配電盤

第三百三十五圖



Reyrolle 會社製發電所用装甲配電盤の前面

遠方制御配電盤は制御す可き器具があまり澤山で此の方式を採用しなければ一箇所に集中して制御する事が難かしい様な場合に使用す可きで、出来るならば悉くレバーで制御する機械的遠方制御式となすを可とす。電氣的に又は壓搾空氣によつて遠方より制御する方式は機械的制御が出来ないか或は器具の重量が大となり人力で取扱ふに困難を感じる様な場合にのみ採用す可きである著者は極く小さい配電盤でも此の方式に依りて作りたるものあるを見たれ共之れは誤である。一般に一萬五千ヴォルト以上の電壓のものには開閉器が大きくなるから大概遠方制御式になすを要す。加之斯の如き高壓の回線は一般に可なり大



である。

第三百三十七圖第三百三十八圖は六千五百ヴォルト三相回路の遠方制御式配電盤の適例なり。

各操縦器具は圖の如く四階に配置され制御盤は第三百三十七圖の左手の上隅に在る。之れは直立した型で配電盤の取扱者が盤を越えて向ふの方を見通す様な必要のない時には常に此の方式の配電盤を用ひ又かゝる必要のある場合には第三百三十九圖に示した様な机型の制御盤を用ふ。然し之れは點檢や掃除に不便であるから上記の必要上已むを得ざる様な場合の外使用を見合はす可きものである。

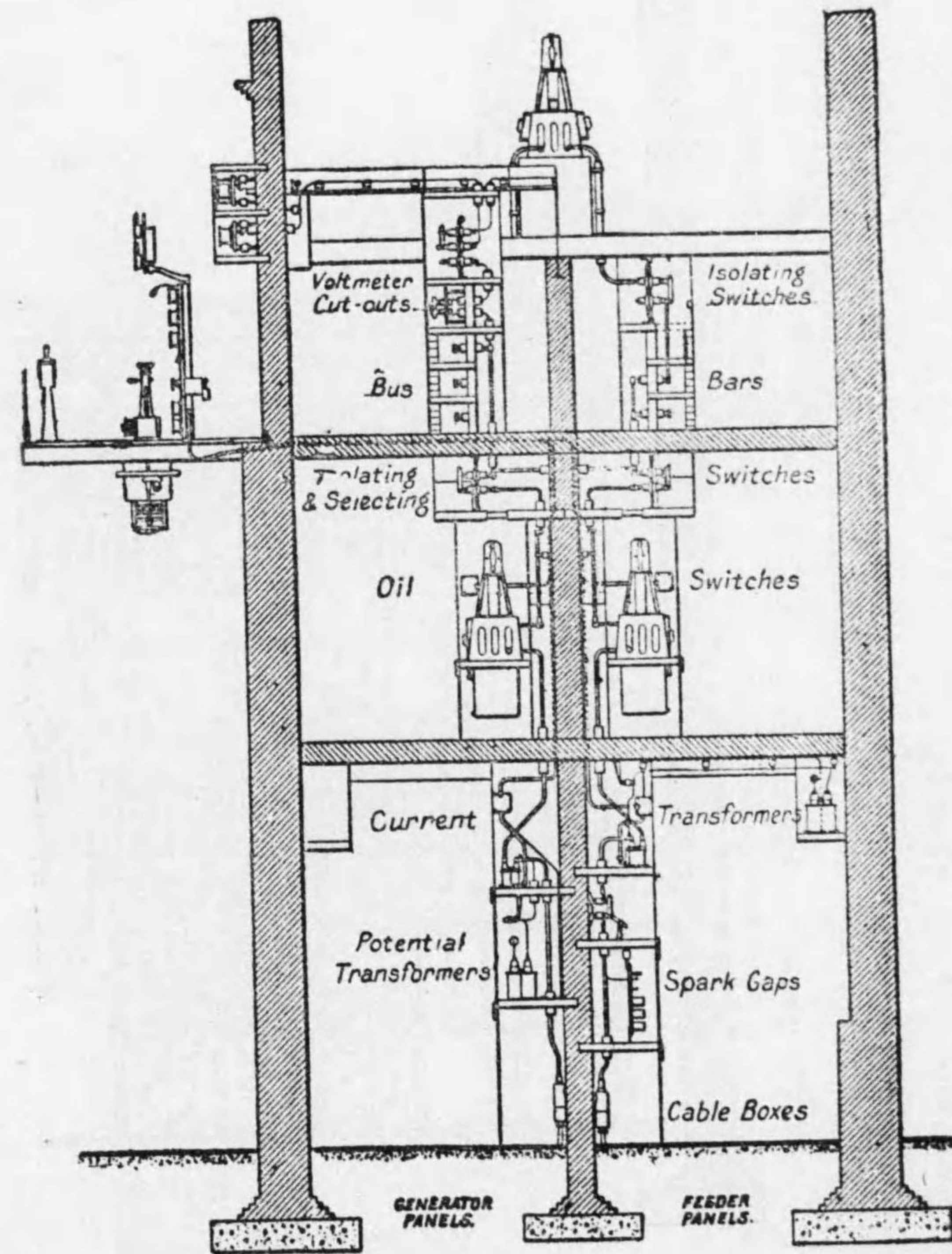
遠方制御式配電盤器具の接続——此の種の配電盤の操縦器具の接続には一般に澤山な細い導線を要するもので、之等は屢々

第三百三十六圖



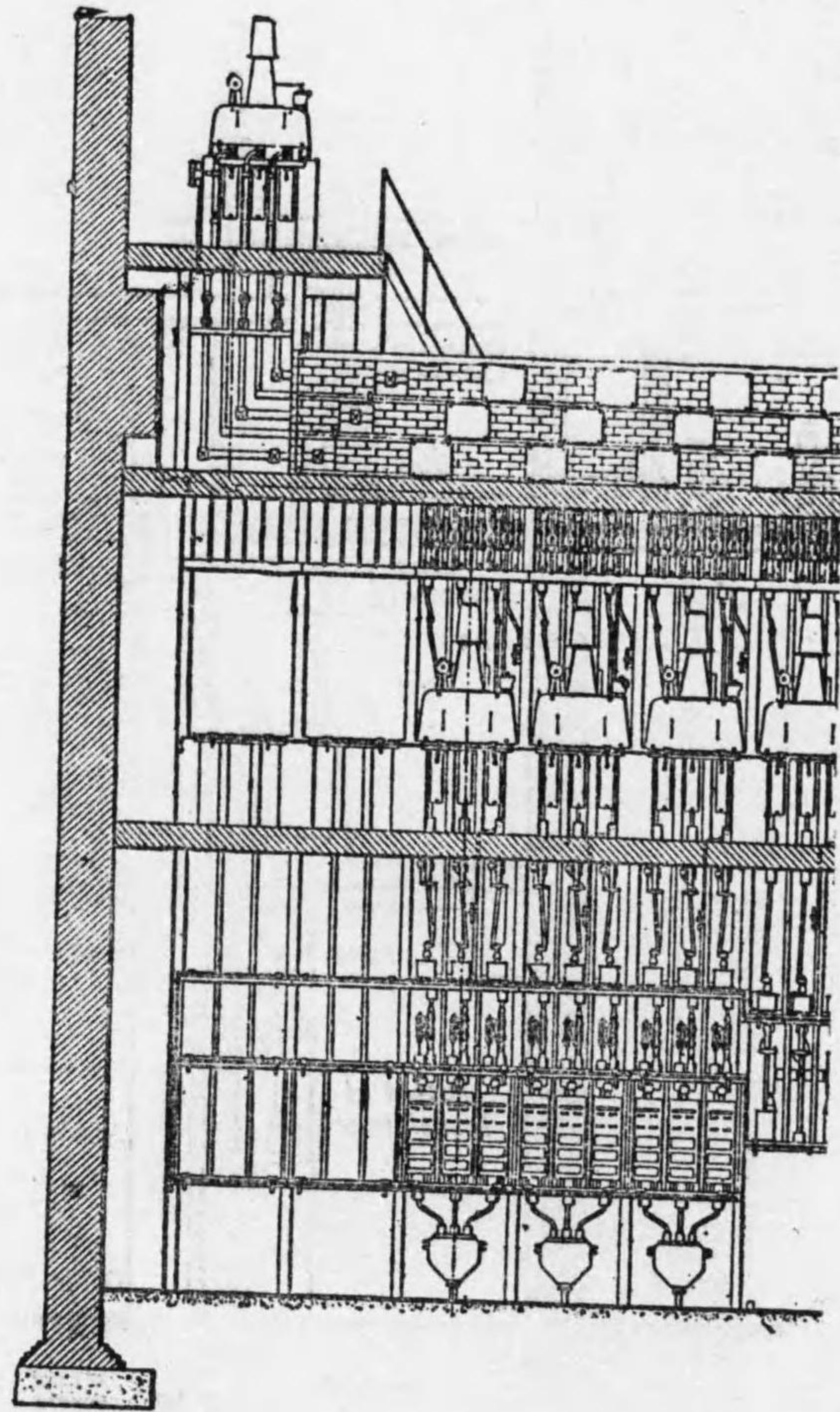
第三百三十五圖に示せるものゝ裏面

第三百三十七圖

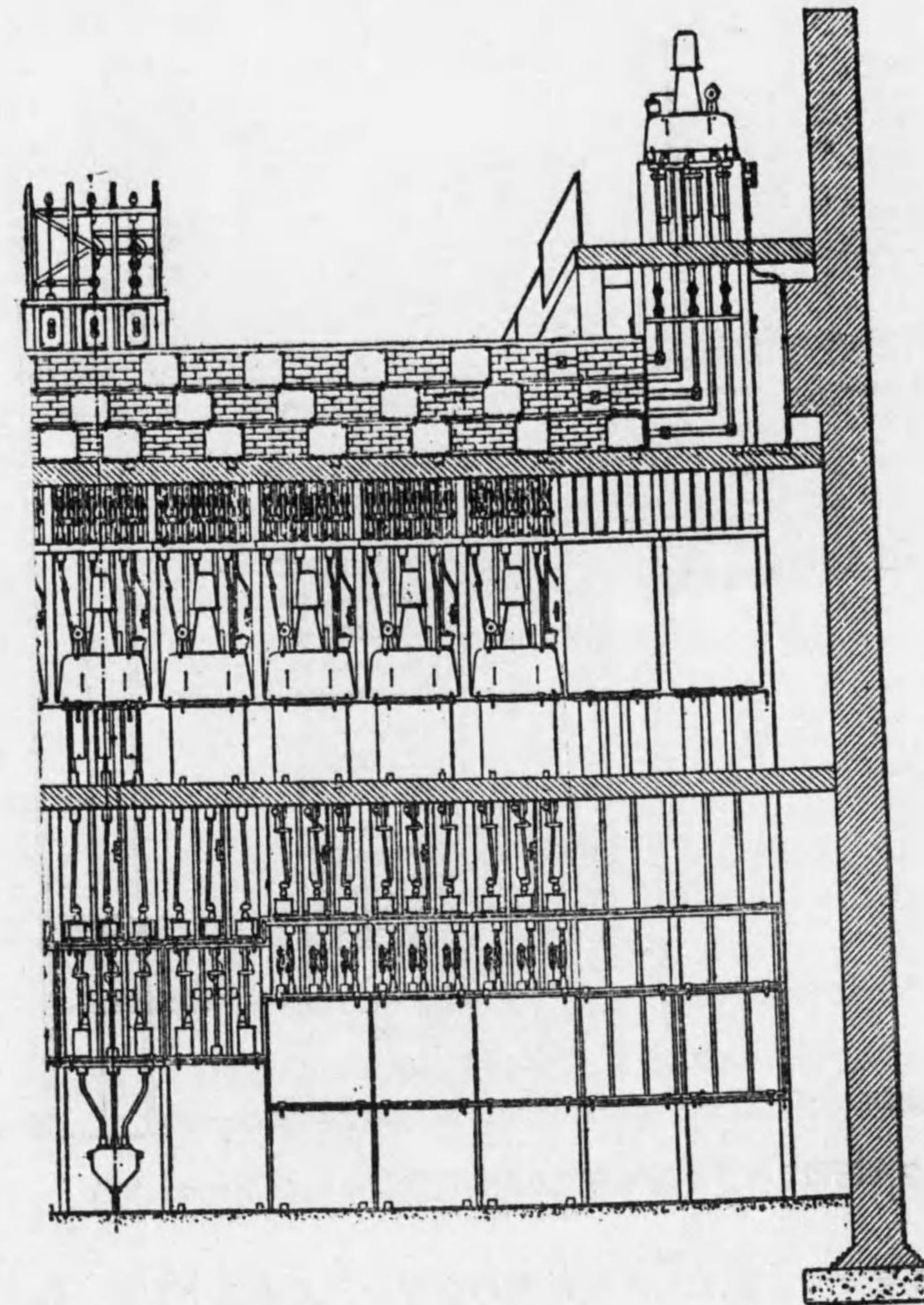


第三百三十八圖に示した遠方制御式配電盤の断面





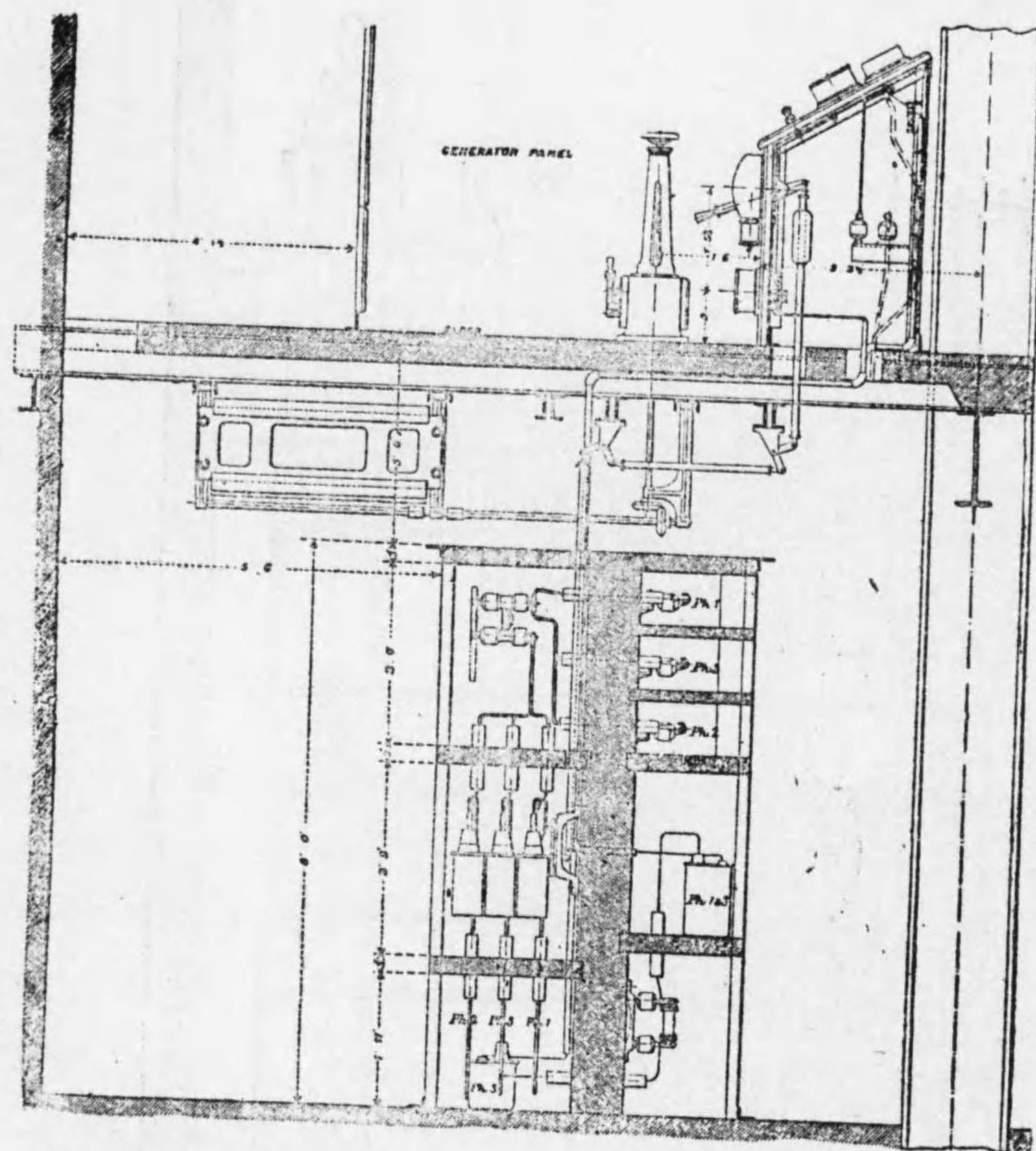
6500 ヴォルト三相式電気



的遠方制御配電盤 Ferranti Co.



第三百三十九圖

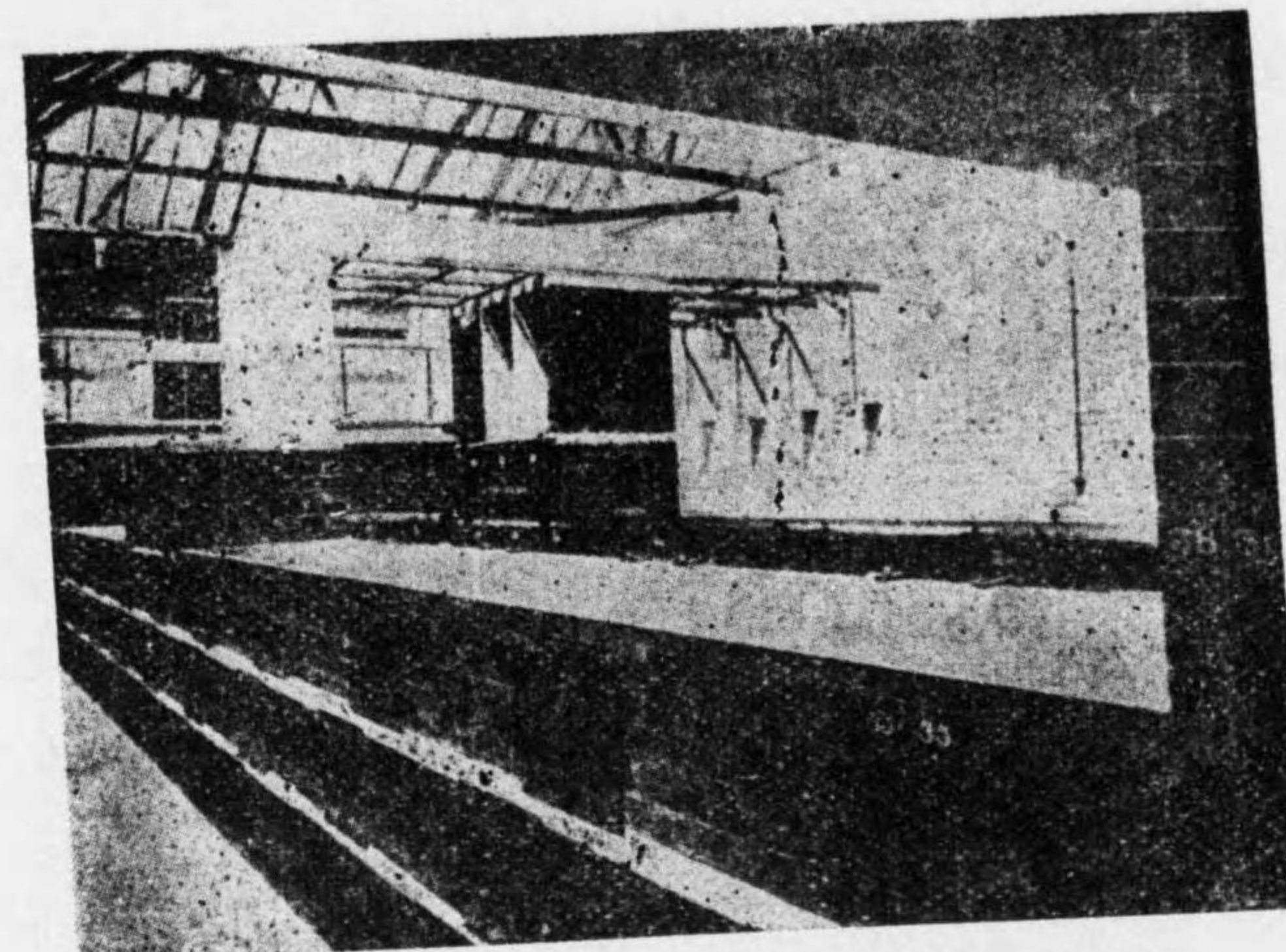


机形の支配盤を有する機械的遠方制御配電盤の断面 Ferranti Co.

コンデイツト中に藏められ配電盤の良否は其の規則正しき、安全なる装置にかゝる事大なり。

第三百四十一圖は其の最も簡にして要を得たる接続法で Ferranti Co.にて行へる方法なり。多くの制御回線、メーターに

第三百四十圖



大容量の 6500V 三相遠方制御配電盤の母線隔室 點検扉を示す

至る線等是一个の鎧装ケーブルに作られて居る。勿論ケーブルの各心には不平均電流が流れない様にしないと鎧装中の損失を生じメーターの感度に誤差を生ずべし。

交流配電盤にはロックナットを使用す——交流機器に多くの經驗を有して居る者は之等に附屬して居るボルトやナットが不思議にもだんゝゆるんで來るのに心付いて居るであらふが、之れが爲め交流器具や配電盤に使用するナットはすべてロックナットを使用す可く又之等の器具を盤に取付くるナットもロックしなければならぬ。船舶鐵道其の他常に振動を受ける箇所に使用するものは勿論交流直流に限らずロックナットを使用す可きである。