

は、第二接點が overcurrent element に依つて閉ぢられ、茲に於て繼電器は始めて二次回路を閉づ。電力の reversal なき限りは、第一接點は閉ぢざる故、従つて本繼電器は従來の reverse-power relay に於けるが如く、或る程度以下の力率に於て單に over current に依つて動作するが如き缺點を有せず。又 reverse-power element は調整装置を要せず、極めて鋭敏なるものとせるを以て、短絡等に際し電壓の甚しく降下せる場合にも、規定の reverse current に於て直ちに動作せしむることを得。

(3) 特別高壓交流にて送電する電氣事業の發電所及び變電所に於て、下記の者に就き其の最も適切なる使用場所を明確に記載せよ。(大正3年II級2)

- (イ) 逆力繼電器 (reverse-power relay)
- (ロ) 逆流差働繼電器 (reverse-current differential relay)
- (ハ) 瞬時過負荷繼電器 (instantaneous overload relay)
- (ニ) 定限時過負荷繼電器 (definite time limit overload relay)

〔解〕 (イ) 二臺以上の發電機を並行に使用する場合の發電機回路の切斷用。此の方法は繼電器の調整を鋭敏にすること能はざるを以て、近來餘り採用されず。

發電所と變電所、或は變電所と配電所との間に二回線以上の送電線を有する場合、送電線の受電端開閉器の切斷用。

多數の發電所或は變電所を環狀に結合する送電線の兩端の開閉器の切斷用。

(ロ) 二組以上の變壓器バンクが並列に使用される場合に、變壓器内に故障を生ぜる時、故障バンクを其の一次及び二次兩側に於て同時に切斷する爲めに用ふ。同理に依り發電機の内部事故に對する保護にも使用さる。

電線を以て送電する場合、其の電線内に故障を生ぜる時、之れを其の兩端に於て同時に切斷する爲めに用ふ。

(ハ) 饋電線用開閉器の如き電路の末端に於ける開閉器の切斷に用ひ、其の末端に於ける故障の累を他に及ぼさざらしむ。

(ニ) 發電機、送電線の送電端等、電路中の重要な場所に於ける開閉器に使用し、其の時限程度を適當に調整し、以て電路の末端に於ける過負荷或は故障等の爲めに、直に其の開閉器を切斷せしめざる爲めに使用す。

(4) 下記三種の繼電器中、發電機用自働遮斷器と饋電線用自働遮斷器との各に適するものを挙げ、且つ其の選擇の理由を述べよ。

- (イ) inverse time limit overload relay
- (ロ) definite time limit overload relay
- (ハ) reverse-power relay (大正5年III級3)

〔解〕 饋電線 $\left\{ \begin{array}{l} \text{generating end—inverse time limit overload relay,} \\ \text{receiving end—reverse-power relay.} \end{array} \right.$

發電機 $\left\{ \begin{array}{l} \text{definite time limit overload relay,} \\ \text{reverse-power relay.} \end{array} \right.$

電氣機械器具の過負荷に耐ふる時間は、負荷の増すに従ひ減ずるが故に、此の點より考ふる時には、總ての過負荷繼電器は inverse time limit なるを良しとす。然し並列に運轉する發電機にありては、常に大なる瞬時的過負荷を受くるものなるが故に、inverse time limit overload relay は不適當にして、definite time limit overload relay を選擇せざるべからず。又發電機の並列運轉に於て大なる reverse power を生ずる時には、他の發電機は過負荷状態となる。然れども此の過負荷状態となれる發電機の overload relay が作用する以前に、power が reverse せる發電機を回路より切斷する事を要するを以て、此の場合には reverse-power relay を併用するを良しとす。又甲乙兩發電機所間を二回線以上の饋電線を以て接續する場合に、overload relay のみを用ふる時は饋電線に故障の生ぜる時に全體の饋電線が遮斷さる。然るに receiving end に reverse-power relay

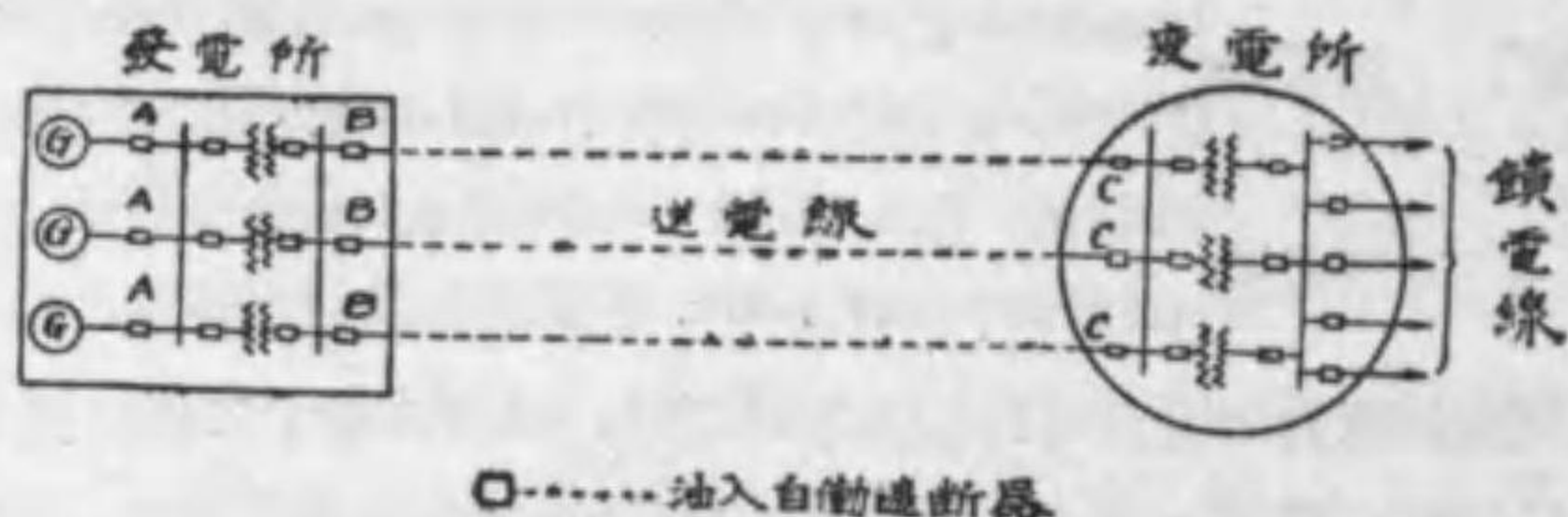
を用ふる時には、故障線を其の両端に於て遮断するにより他の饋電線に影響を及ぼす事なし。

〔註〕 發電機が一臺丈で運轉される時には reverse-power relay の必要な事勿論にして、過負荷繼電器も inverse time limit のものを使用する。

近頃は definite time limit 又は inverse time limit overload relay の代りに、inverse definite minimum time limit relay を使用する。

(5) 第 84 圖に示すが如き送電系統に於て使用する油入自動遮断器中 A, B, C に設備すべき繼電器の種類(時限, 瞬時等の區別をも)を記入せよ。(大正 8 年 III 級一般 4)

第 84 圖



〔解〕 A 瞬時差働繼電器と反限時最小定限時過負荷繼電器との併用

B 反限時最小定時過負荷繼電器又は交叉接續反限時過負荷繼電器

C 瞬時逆力繼電器

(6) 第 85 圖の如き送電系統に於て機械及び電線路に施設する遮断器 A, B, C, D, E, F 及び G に対し適當なる繼電器の種類を挙げ其の選擇の理由を略記せよ。(大正 12 年 II 種 2)

〔解〕 發電機の内部故障に対する保護として、瞬時差働繼電器を使用し、母線短絡等に対する發電機保護として、反限時最小定限

第 85 圖



時過負荷繼電器を用ふ、發電機内部の故障に對しては其の損害を少なくし果を他に及ぼさざらしむるには、小電流で而も鋭敏に動作する繼電器を必要とす。これには差働繼電器最も適當す。然し此の場合には發電機捲線の前後に變流器を挿入すべきものなれば、三相發電機には、六本の引出線を要するを以て、既設發電機に此の方式を適用すること困難なる場合あり。斯る場合には定時性反限時逆力繼電器を使用す。

B 及び C は差働逆流反限時繼電器により、變壓器故障に際し逆流を防止せしむるものとす。而して時素は一般に負荷に近づくに従ひ短く選び、停電の區域を局部に縮小せしむ。

D の線路開閉器には過負荷反時限繼電器を附し、過大電流の程度に應じて遮断するに要する時間を適當に調整するものとす。又母線の區分開閉器には過電流瞬時繼電器を設け、故障線路に過大電流の流出することなきよう遮断せしむ。

E の線路開閉器は逆力反限時繼電器により線路故障の際に逆流を防止するものとす。又母線區分開閉器に設くるものは發電所側と同様とす。

D 及び E に於ける繼電器は共に直列繼電器として變流器を省略し得べく、又各線端一組宛に差働繼電器を備へ線路を保護し得べし。

F 及び G に就ては發電所に於ける B 及び C と同様なり。

(7) 地中線式による特別高壓送電網に於て、電纜の一部に於て故障を生じたるとき、他に影響を及ぼすことなく、自動的に故障の部分を遮断する方法如何。(大正7年I級口述4)

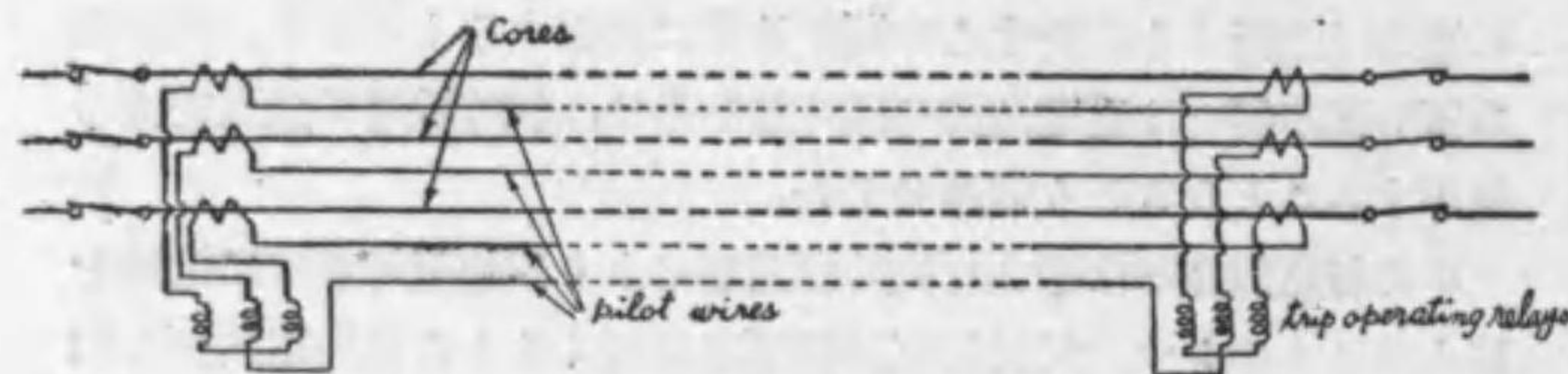
(8) 地中ケーブル数條を並列に使用する主要送電線路に於て故障を生じたケーブルのみを自動的に切り去る各種の方式を挙げ之れを比較せよ。(大正13年I種2)

〔解〕 並列配電線の各に就て送電端に time limit overcurrent relay を設備し、又受電端に於て direct acting reverse-power relay を設備し置くときには、或る feeder に fault current が通ずるとき、故障線のみを其の両端に於て選擇遮断することを得。然れども此の方法にありては故障の點が受電端に近きときには、各 feeder の overcurrent relay の選擇作用に誤りを生ずる虞れあり。依つて斯の如き場合の保安設備としては、次に述ぶる balance system of protection の方動作完全なり。

A. Mertz-Price voltage balance system.

第86圖は此の方式の原理を示せるものにして、電纜に故障なきときには其の両端の電流は各相それぞれ等しきを以て、兩端の變流

第 8 6 圖



器の voltage は各相それぞれ balance し、relay には電流通ぜず。然るに電纜の途中に於て fault current が通ずるに至れば、兩端の變流器の voltage balance 破れ relay に電流通じ、其の故障電纜を其の兩端に於て遮断すべし。

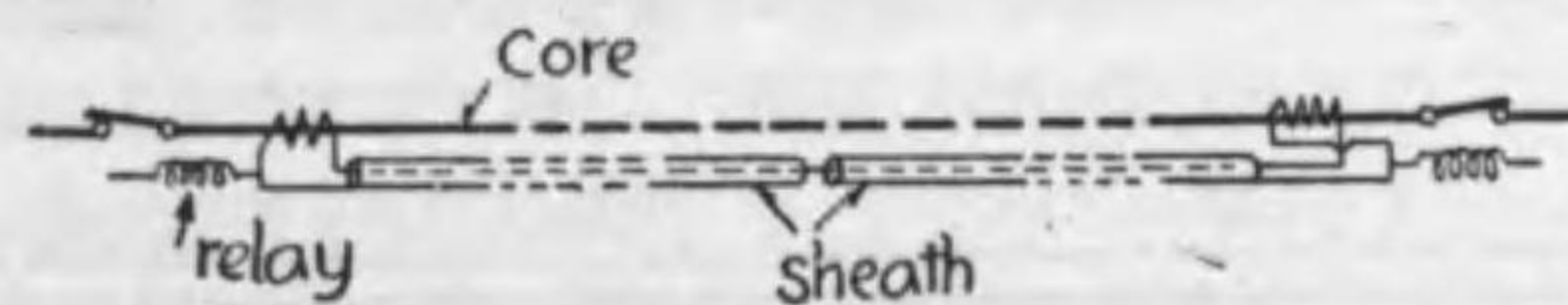
此の方法の缺點とする點は pilot wires を要すること、萬一 pilot

wires が先づ断線するときには保安の目的を達し得ざること、及び pilot wires 相互間の容量の爲め兩端に於ける變流器の二次電壓が balance せるときにも、充電電流が relay に通ずべく (feeder の電流大にして變流器二次電壓高き場合殊に然り)、従つて此の充電電流に依つて relay が動作することなからしむる爲めには、relay の感度を犠牲にするを要すること等なり。

B. Beard-Hunter sheathed pilot system.

此の方式は前述の方式に於ける充電電流の影響を除かんが爲めに案出されたるものにして、各 pilot wires の周りに之れと絶縁して薄き metallic sheath を置き、此の sheath は第87圖(但し圖は一相のみの接続を示せり)に見る如く電纜の中央に於て切斷しあり、其の各を兩端に於て變流器の pilot wire に接続せざる側の端子に接続し置くものなり。従つて pilot wires 間の充電電流は pilot wire と sheath との間に circulate し relay を通過せず。従つて此の方式に於ては前方式に於けるよりも感度良き relay を使用し、故障が甚だしく進まざる内に故障電纜を遮断し得るの利あり。

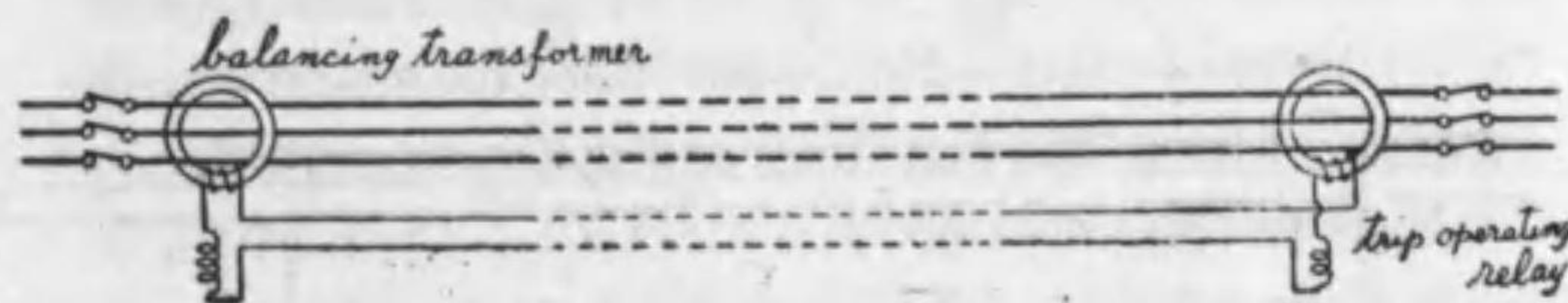
第 8 7 圖



C. Ferranti-Hawkins core balance system.

此の方式は第88圖に見る如く電纜の兩端に balancing transformer

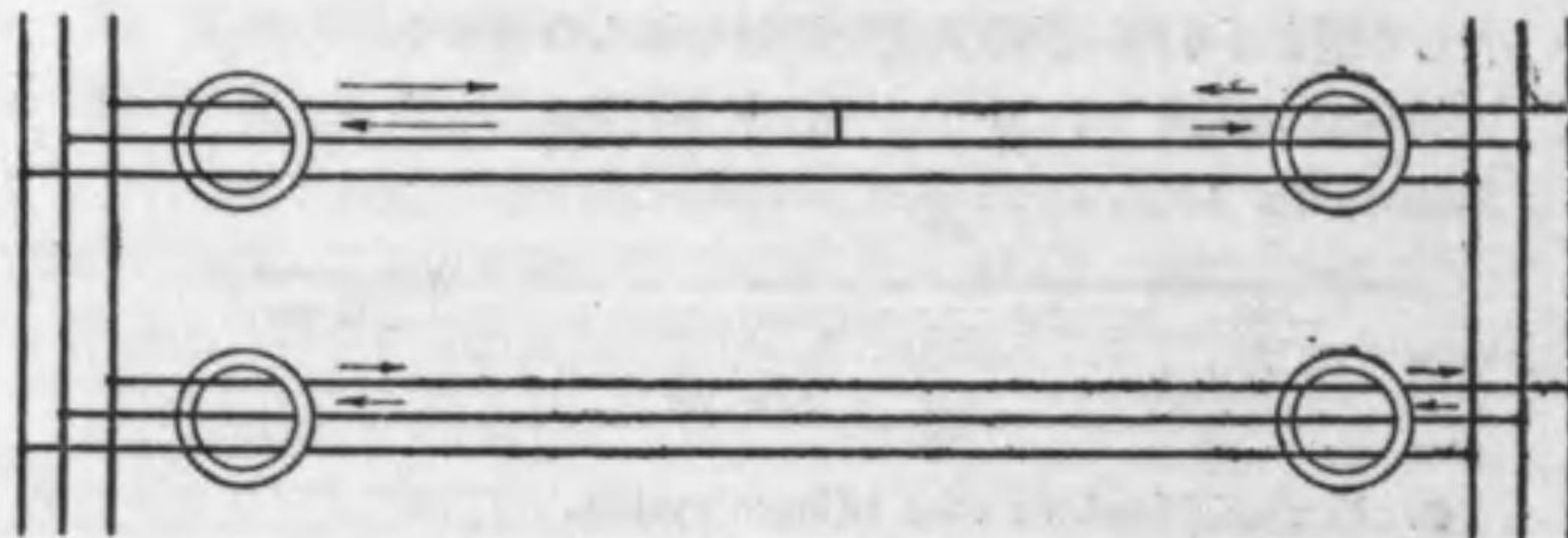
第 8 8 圖



と名づくる一種の變流器を置き、其の一次は各全相の電流を以て勵磁し、其の二次は relay を通じて pilot wires を以て互に接続す。常時は各 balancing transformer の一次の起磁力は balance せるも、電纜の途中に ground fault 生じ earth current 通ずるとき(中性點接地式)には、primary の起磁力の balance 破れ balancing transformer の二次に起電力を誘導し、且つ故障 core の電流は其の兩端等しからざる故、兩端の二次起電力に差を生じ、之れに依つて兩端の relay に電流を通じ故障電纜を遮斷すべし。

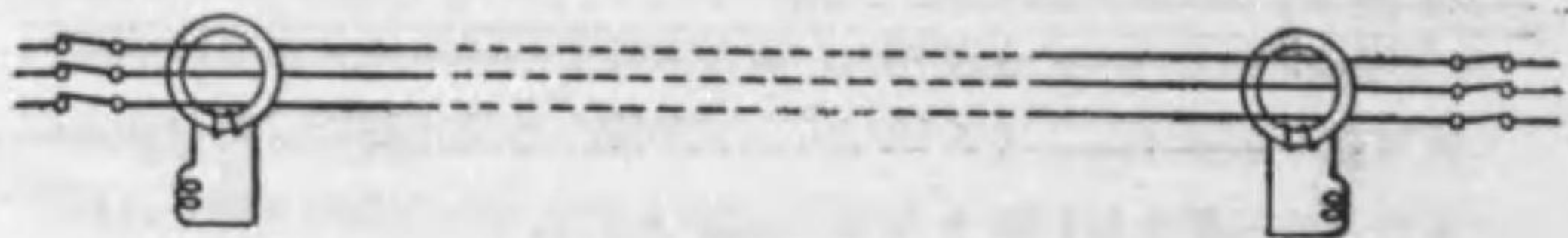
元來此の方式は多相式に於ても二本の pilot wires にて可ならしめんとし Mertz-Price の方式を改めたるものなれども、寧ろ改悪にして、二線間の短絡に対しては兩端の balancing transformer 共其の balance を失はざること第 89 圖に示す如し。依つて此の方法は絶縁三相式には其の効なきのみならず、接地三相式の場合にも二心間の故障は、其の故障が増大して ground fault を惹起し earth current

第 89 圖



通ずるに至るまでは、保安の動作を開始せざるものと信ぜらる。尙接地三相式に於て ground fault のみに對する保安方法としては、第

第 90 圖

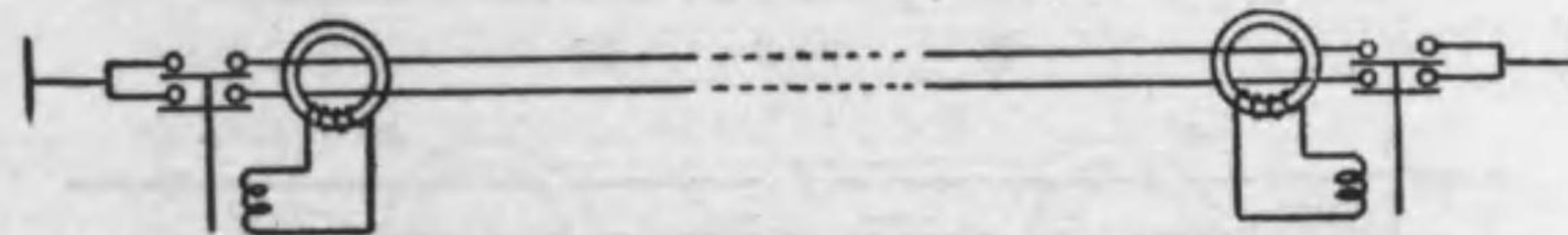


90 圖に示せる如く pilot wire を全然使用せずして充分其の目的を達し得るもの故、第 88 圖の方式は其の存在の價値を認め難きものなり。

D. Mertz-Hunter split conductor system.

此の方式に於ては各相の心線を等面積の内外二心に分割して、其の間を比較的低位に絶縁せる特種の電纜を使用し、各相 core の兩端にそれぞれ一個の balancing transformer 及び relay を第 91 圖に示す如くに裝置す。

第 91 圖



電纜が完全なる間は内部 split の電流と外部 split の電流とは等し(電纜を接続する毎に、内外兩 split の接続を交互に取換へ置くときは、並列なる兩 split の線路定數を全く等しくし、其の電流を完全に等しからしむるを得)きが故、balancing transformer の二次に起電力を誘導せず。然るに電纜に故障を生ずるときには、其の故障が各相間のものなる場合にも、亦各相と大地間のものなる場合にも、先づ外部 split に故障が達し、爲めに兩 split の電流の balance 破れ、各端の balancing transformer の二次に起電力を生じ、relay に働作電流を通じ、其の故障電纜を其の兩端に於て遮斷す。

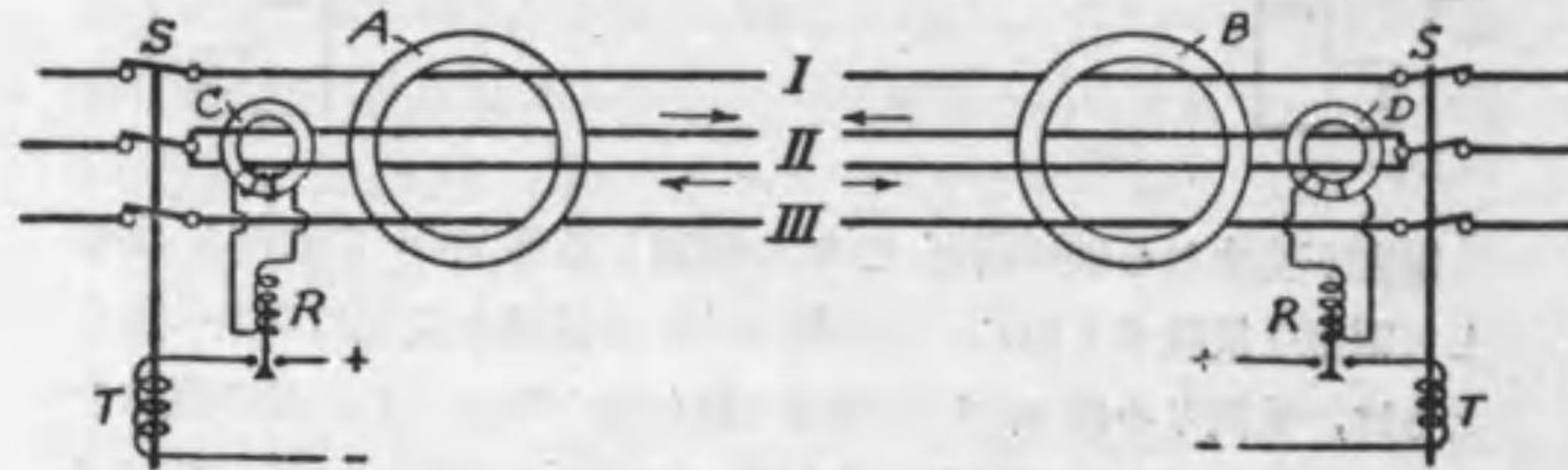
此の方式に於ては pilot wire を全く使用せざる故、pilot wire に起因する缺點は全部除去され、又 core 自身の充電電流に依り、電纜の兩端の電流に多少の不均衡あることの影響をも除かるゝを以て、感度良き relay を使用し、甚だ大なる故障の生ぜざる以前に故障電纜を遮斷することを得べく、其の働作の點に於ては他の諸方式よりも一頭地を抜けるものなり。然れども split core cable を使用

する爲め電線の費用を増し、殊に電圧高く電流比較的少きときには其の費用の増額の度大なるの缺點あり。

E. Hunter four core pilotless system.

此の方式に於ては一相のみの core を等面積の二つに分割せる電線を使用し、此の分割心線を用ふる相の保安に對しては split core system の理に依り、又他の二相の保安に對しては第一相の兩 splits を pilot wires に兼用せしめて、Mertz-Price voltage balance system の理に依つて其の目的を達するものにして、Mertz-Price 式と split core 式との利點を巧に案配し其の缺點を軽減せるものなり。本式の働きの原理は第 92 圖に依り自ら明らかならん。

第 9 2 圖



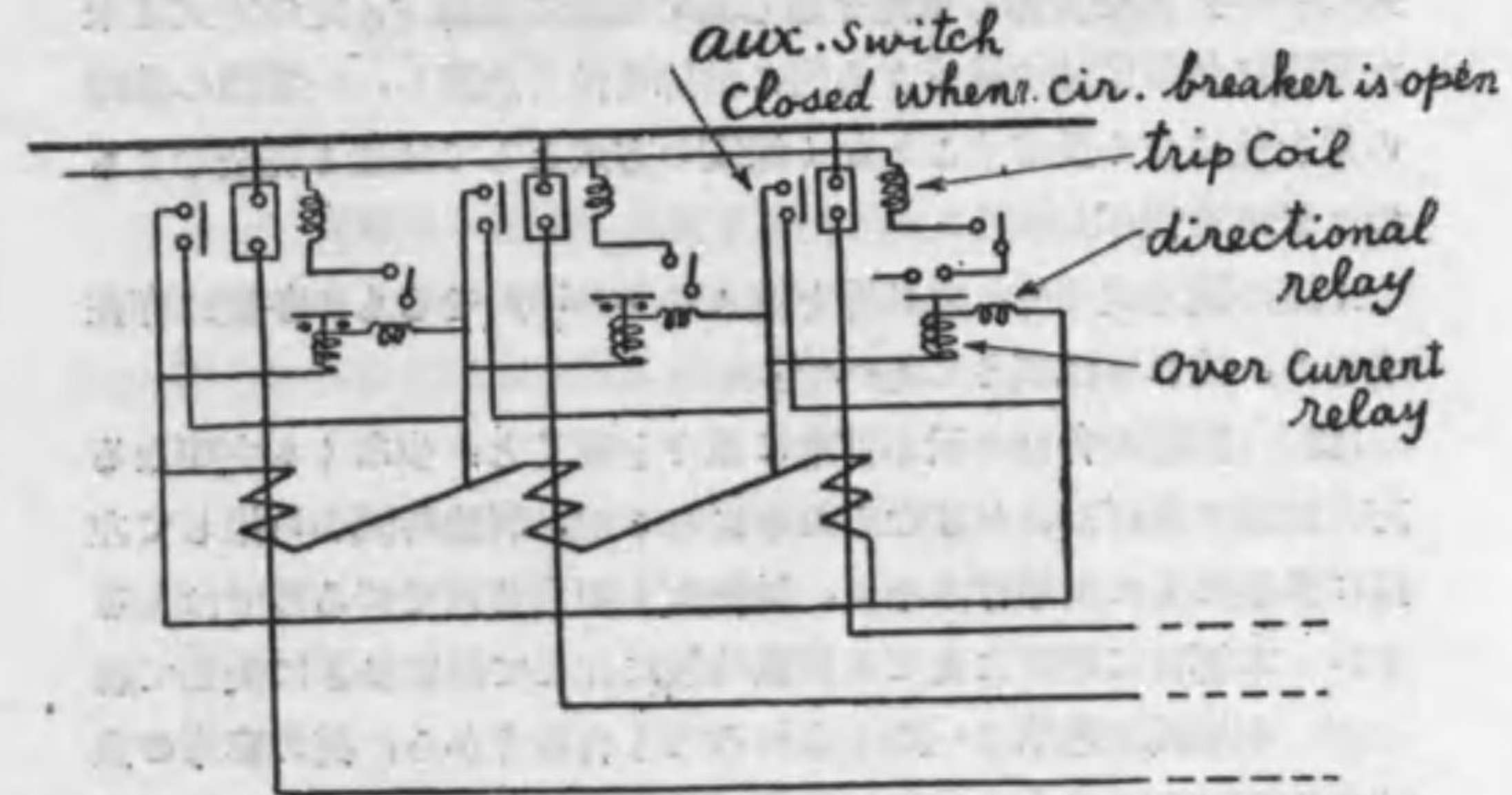
F. 以上の balance system of feeder protection は各 feeder 毎に balance せるものなれども、第 93 圖に示す如く各並列 feeder 間の同じ相全部に就て balance system を應用することを得。然れども此の方式は各 feeder 毎に balance を得るものに比し、保安の効果少きは自ら避くべからざるも、經費の點に於ては最も有利ならん。

此の方式に於ては各 feeder の電流が平衡せる間は relay に電流通ずることなきも、或る feeder に故障電流が通ずるときには、電流の平衡破れ（兩端共）故障 feeder に屬する relays に電流通じて其の feeder を兩端に於て遮斷するものなり。

G. Bowden-Thomson sheathed cable system.

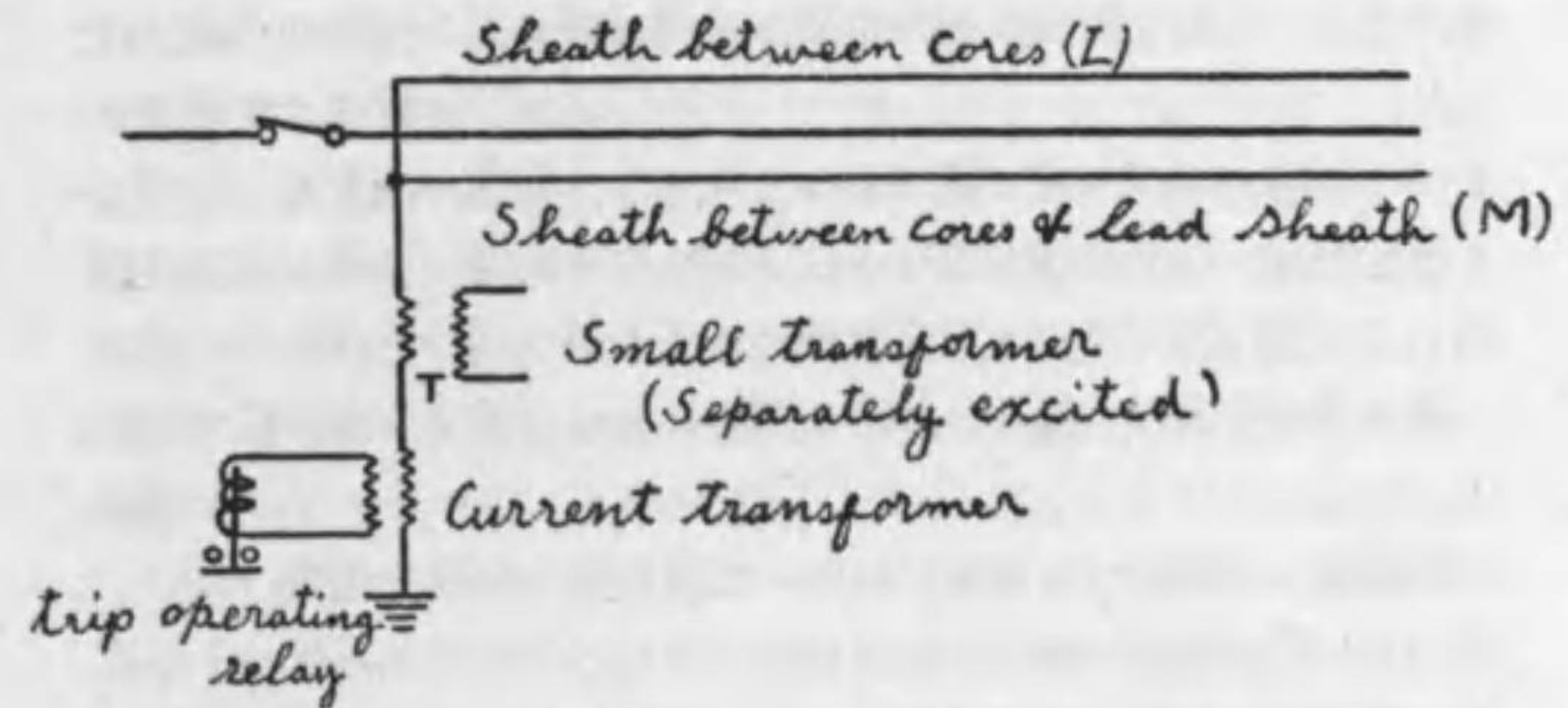
此の方式は接地三相式に採用せらるべきものにして、此の方式に

第 9 3 圖



於て使用さる電線は各心線の絶縁上、又は lead sheath の内側に、之れと絶縁して薄き metallic sheath を有する特殊のものを使用す。而して feeder の兩端に於ては 94 圖（但し一相のみの接続を示す）に示す如き接続を行ふ。

第 9 4 圖



電線の内部よりの故障は先づ sheath L. を高電位とし、又外部よ

りの故障は先づ sheath M を接地して變壓器 T を短絡するを以て、共に relay 用變流器に電流を通じ其の電線を遮断す。此の方式は未だ電線に故障電流の通ぜざる内に故障電流を遮断し、一電線の故障の果を他に全く及ぼすことなく保安の方式としては最も完全なるものと云ふを得べし。

上述の諸方式の外、之れ等を種々に modify せるもの多數に存在するも、之れ等は省きて答へず。

〔註〕 問題の各種と云ふ言葉に重きを置くと、少なくとも主要なる方式は總て挙げなければならぬ事になるが、試験時間から推して左様に多數のものを挙げる事は、試験官も要求されて居るのではあるまい。本解答に挙げた丈でも試験時間に比して已に多きに失して居るが、本解義を勉學の一助とされる方も有らうから、其の參考の意味で殊更に多くのものを茲には挙げて置いた。

第十七章 蓄 電 池

(1) 送電並に配電に蓄電池を併用して技術上及び經濟上利益を得べき場合を挙げ其の理由を説明せよ。(大正1年 II 級 1)

〔解〕 蓄電池を使用して利益を得べき主なる場合を挙げれば次の如し。

(イ) 發電所又は配電所等にて負荷は晝夜を通じて不變のものに非ず、時間によりて變化するものにして、殊に或る小時間内のみ負荷が非常に大なる場合多し。斯の如き場合に蓄電池を併用して負荷の小なる間は之れを充電し、負荷の大なるとき之れを放電せしめて、外電路に電力を供給せしむる様に設備するときは、殆ど平均出力に近き容量の機械を設備するのみにて足るべし。従つて機械の設備を減じ得ると同時に、機械は常に能率高き全負荷附近にて働かしめ得るの利あり。

(ロ) 電氣鐵道負荷の變動大にして且つ急激なる場合に、蓄電池を併用する時には發電機の負荷を平均せしめ其の電壓を一定とし、且つ負荷の激變に依る發電機並に原動機等の衝擊を減じ、其の破損を軽減せしめ得べし。

(ハ) 蓄電池を設備して平素之れを充電し置く時は、何等かの故障の爲めに機械の運轉を中止せしむるが如き場合に、一時蓄電池より電力を供給し得るの便あり。又平素充電し置きて輕負荷のとき全電力を蓄電池より供給し、其の間に機械の修繕、掃除等をなし得るの利あり。

(ニ) 普通の直流分巻發電機に並列に蓄電池を接続し、發電機の兩端子と蓄電池の中間とより三線を出して直流三線式を得べく、且つ負荷が集合し居る場合には、其の負荷點に近く蓄電池を設備して發電機と負荷點との間の中性線を省略し得べし。

(ホ) 負荷が集合し居る場合には、負荷點に近く蓄電池を線間に接続するときは、負荷の小なる間は線路の電壓降下少き爲め、蓄電池の端子に加はる電壓高くして蓄電池は充電せらるゝが、負荷が大となれば線路の電壓降下大となり、蓄電池の端子に加はる電壓が小となりて、蓄電池は放電して負荷電力を供給し、以て發電機の負荷を軽減し、負荷點の電壓を自動的に調整するの利あり。

(ヘ) 定電壓を欲する電燈負荷と起重機又は昇降機の如き劇變負荷と併用する場合に蓄電池を使用すれば大いに電燈電壓の變化を軽減し得べし。

附記 直流配電に蓄電池を併用する方式は service 第一主義の立場より最も優秀なるものと考へられたるも、一面多額の設備費並に保守費を要し且つ保守上の面倒多き事を以て其の缺點とす。之れに對し交流配電は送電不斷の點に於ては、前者に劣るも、設備費を軽減し得るの長所あり。而して近年數多の發變電所が互に連繫され送電上の不安少なく、且つ low voltage network の採用に依り經濟的及び技術的に面目を一新するに至り、蓄電池併用の方式は特殊の場合の外漸次廢止さるゝ傾向あり。

(2) 特に蓄電池の使用を必要とする場合を列記し且つ之れを説明すべし。 (明治 44 年 II 級蓄電池 2)

〔解〕 蓄電池の使用を必要とする場合を列挙すれば次の如し。

(イ) 負荷率の小なる發電所に於て之れを設置すれば、輕負荷に於て之れに充電を行ひ、重負荷に於て負荷の一部を蓄電池より供給せしめ得るを以て、發電所の出力を増加し、又原動機及び發電機を最良の條件の下に運轉し得らる。

(ロ) 負荷變化激しき場合、例へば電氣鐵道用發電所等に於て、之れを緩衝用として使用すれば、發電機及び原動機の負荷を一定に保ち、電壓の調整を良好となし得るのみならず、發電機及び原動機の衝撃を減ず。

(ハ) 直流三線式配電を行ふ場合に均壓用として使用する事あり。

(ニ) 停電を忌む場合、例へば大都市に於ける商業區域に於ける電燈事業又はホテル、劇場内の電燈等に於ては、直流式を採用し豫備電源として蓄電池を使用す。

(ホ) 晝間安價なる電力を購入し、之れを蓄電池に蓄へ夜間に於て使用す。

(ヘ) 電車、自動車、船舶等の推進用電源として用ふる事あり。又工場内の小運搬用の動力源として近來廣く使用さる。

(ト) 列車、自動車等の點燈用に使用す。此の場合發電機を設置せざる時に蓄電池を要するは勿論なるが、可變速度發電機を裝置する場合にも、必ず蓄電池を發電機と並列に接続する事を要するものなり。

(チ) 遠方制御 (remote control) の電氣分配器具の制御電路用電源及び發電所、變電所内の電燈電源として之れを使用すれば、主要電路の電壓の有無は全く無關係に働作せしめ得るの効あり。

(リ) 其の他電信電話等の弱電流用、礦山用携帯燈等の電源として使用さる。

附記 一 上記(ヘ)に於て單に船舶の推進用電源と説明したれども、同じく推進用としても是非蓄電池に依らざるべからざるものに潜水艇あり、同艇の水中潜行中の原動力としては蓄電池によるより他に適當なる方法なきものなり。

(3) 普通の蓄電池に就き次の事項に答へよ。

(イ) 電車、自動車、船舶等に使用する場合に於て最も不利とする三點を挙げ之れを説明せよ。

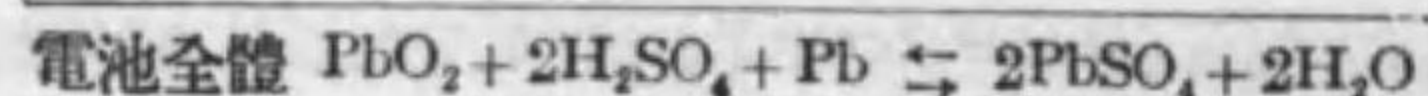
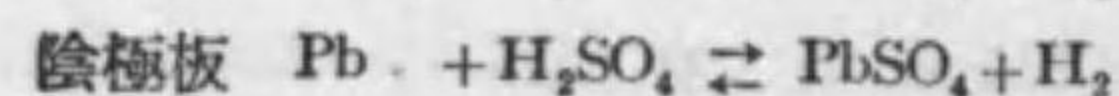
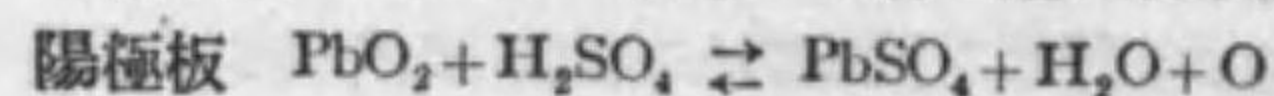
(ロ) 充電並に放電の爲めに電池内に起る化學的變化の結果を化學式にて示せ。 (大正 4 年 III 級 1)

〔解〕 現今最も多く使用せらるゝ蓄電池は鉛蓄電池なり。

(イ) 此の蓄電池を電車、自動車、船舶等に使用する場合に於て最も不利とする所次の如し。

- (a) 蓄電し得る容量は、電池の重量に比し頗る小なる爲め、死重大となる事。
- (b) 作用物質の性質は脆弱なる爲め動搖に對して充分に剝脱を保證し難き事。即ち動搖の爲め作用物質を減損し、従つて壽命を短縮する割合の著しき事。即ち維持に對する要求が使用目的と相容れざる事。
- (c) 長時間連続使用に堪へざる事。即ち放電に制限ある爲め放電を終る以前に充電所に到らざるべからざる事。

(ロ) 鉛蓄電池の充電及び放電の場合に起る化學變化は



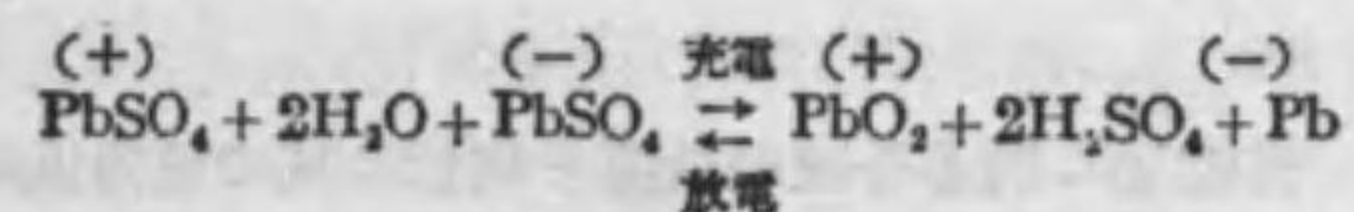
→は放電の場合、←は充電の場合に化學變化の進む方向を示す。

(4) (甲) 蓄電池は放電するに従ひ其の抵抗を増加す。其の理由如何。

(乙) 蓄電池を充電又は放電するに従ひ如何なる現象を認め得るや。 (明治44年II級蓄電池1)

〔解〕 (甲) 放電が進むに伴ひ兩極板の作用物質は固有抵抗の大なる硫酸鉛に變ずるものなるを以て、此の點より放電の進むに従ひ其の内部抵抗を増加す。尙硫酸の固有抵抗は或る濃度に於て最小にして、之れより濃度大となるも亦小となるも抵抗増加す。而して鉛蓄電池に用ひらるゝ硫酸の濃度は略々充電の終りに於て固有抵抗最小なるを普通とす。依つて蓄電池が放電して硫酸の濃度が稀薄となるに従ひ、其の内部抵抗増加す。殊に極板氣孔内に於ける作用物質は兎角外部硫酸の供給を受け難く、放電に際して比重の減少も甚だしく従つて著しく抵抗増加に影響を與ふるものなり。

(乙) 鉛蓄電池に於ては充電及び放電の場合に生ずる化學變化は次の如し。



依つて充分に充電されたる蓄電池に於ては、陽極板は過酸化鉛の色即ち赤褐色を呈し、陰極板は鉛(但し海綿狀鉛)の色即ち暗灰色を呈す。而して蓄電池が放電すると共に、兩極作用物質は共に硫酸鉛に變ずるを以つて、兩極板は共に灰白色を呈す。

又充電の進むに従ひ溶液中の硫酸の量を増加する事前式の示す如し。されば充放電の程度によつて溶液の比重を異にす。普通のものにては硫酸溶液の比重は、充電の終りに於て 1.21、放電の終りに於て 1.18 に達す。

尙蓄電池を充電する場合には、副作用として水分解を伴ふを以て充電の進むに従ひ陰極板面より水素瓦斯を發生し、遂には氣泡の爲めに液は乳白色を呈するに至る。又充電の進むに伴ひ蓄電池の端子電壓は變化するものにして、充電の始めに於ては其の端子電壓約 2.1 ヴォルトにして、暫時にして 2.3 ヴォルトに達し、其の後は端子電壓の増加緩となり、充電の終りに近づく時には其の端子電壓再び急に増加し始め、遂に約 2.7 ヴォルトに達す。放電の際には最初 2.1 ヴォルトより 2.0 ヴォルトに稍急激に端子電壓を減じ、放電の終りに於て再び稍急に端子電壓を減少し、遂には 1.8 ヴォルトに達す。尙放電の進行に伴ひ其の内部抵抗の増加する事は甲に於て説明せる如し。

(5) 鉛蓄電池を充電及び放電する間に電氣勢力を損失する原因となるべき主なるものを挙げよ。 (大正4年I級口述6)

〔解〕 其の主なるものを列挙すれば次の如し。

- イ 電池の内部抵抗に依る熱損失
- ロ 充電の終期に伴ふ水分解

- ハ 絶縁不良の爲めに生ずる漏洩電流
ニ 内部放電

(6) 蓄電池に起る各種の故障を列記し其の原因並に救済法を述べよ。(明治44年I級蓄電池1)

〔解〕 蓄電池に於て起り得る普通の故障は次の四種とす。

- (イ) サルフェーション (sulphation)
(ロ) 電極板の彎曲 (buckling) する事
(ハ) 電極作用物質の剝落
(ニ) 内部放電

(イ) サルフェーション 鉛蓄電池の放電直後に於ては、電極板に生成せる硫酸鉛は未だ微細なる状態にて海绵状鉛或は過酸化鉛中に混在し居るものなり。然れども斯る状態に永く放置するときは生成せる硫酸鉛は温度變化の影響を受け、温度の上昇するとき液中に溶け込み、温度の下降するとき再び析出して電極板の表面に附着するものなり。斯の如き作用が反覆さるときは電極板の表面に鉛及び酸化鉛を含有せざる大粒の硫酸鉛相集りて白色を呈するに至る。而して此の結果、電極板表面の氣孔を塞ぎ電極内部の作用物質の活動を妨げ又硫酸鉛は電気不導體なるにより電池の内部抵抗を増し、斯くして電池の容量を減じ、能率を不良となす。此の作用をサルフェーションと稱し、蓄電池を極限電壓以下に過放電するとき、過放電せざるも放電後永く放置し置くとき、放電後直ちに充電を行ふも其の充電電流小に過ぎるとき、蓄電池を永く休止し其の間充電を行はざりしとき、電解液の温度高きに過ぐるとき、(40°C以上)電解液の濃度高きに過ぐるとき等に發生する故障なり。

サルフェーションを生じたる時は其の程度を調査し、其の度甚だしきときは電極板を取換ふる方得策なり。又サルフェーションの程度低き場合は先づ充分注意して竹箆を以て白色硫酸鉛を除去し、次に大なる電流密度を以て充分充電し、少しく放電し、又之れを充電

して數回充電放電を繰り返すときは逐次白色硫酸鉛は除かる。白色硫酸鉛の發生量極めて少量なるときは充放電を繰り返すのみにて充分なり。又電解液内に硫酸曹達或は炭酸曹達を加へて充電し、硫酸鉛を分解せしめて之れを洗滌せしむることを得。但し此の場合は電槽内の稀硫酸を取り換へ再び充電をなす事を要す。

(ロ) 電極板の彎曲 此の故障は主として陽電極板に起る故障にして、放電率餘り急速なるときは電流の分布一様を缺き、又電極表面に白色硫酸鉛が生ぜしときも電流の分布不均一となり、電極板の作用物質は場所に依り不平均なる膨脹をなす爲め電極板に龜裂を生じ、或は彎曲するに到るものなり。

電極板にして彎曲するときは他の電極板と接觸して内部短絡を生ずる虞れあるにより、新しき電極板と取り換ふるか或は彎曲せる電極板を取り出し逐次重量を加へて徐々に矯正扁平にする必要あり。

(ハ) 作用物質の剝落 電極板に龜裂彎曲を生ずるときは作用物質の剝落は免るゝを得ず。又充電の際終期まで大電流を通じ瓦斯發生を熾烈ならしめたる場合又過度の放電をなしたる場合、作用物質は多少剝落するものなり。作用物質の剝落は蓄電池容量の減少に直接影響するは勿論、剝落せる作用物質は電槽内に沈渣 (sediment) となり、其の蓄積甚だしく遂に電極板の下端にまで達する如き場合は内部短絡を生ずるものなり。

(ニ) 内部放電 鉛蓄電池の陰極作用物質たる海绵状鉛は硫酸に作用せられ硫酸鉛に變じ、又陽極作用物質たる酸化鉛は充電中幾分生成せる過酸化水素 (H_2O_2) 或は過硫酸 ($H_2S_2O_8$) に作用されて、水酸化鉛或は硫酸鉛となる傾向あり。斯の如き作用に依り電極板の作用物質は自ら化學變化をなして蓄電池は漸次其の蓄積エネルギーを消失するものにして、斯る作用を蓄電池の内部放電或は自己放電と稱す。

前述の内部放電の原因は純化學的にして、鉛蓄電池の性質上之れを皆無たらしめることは不可能なるが、幸ひ其の程度は甚だしから

ず。然れども電極作用物質及び電解液中に金、鐵、白金、銀、ニッケル、銅等の金屬不純物及び鹽酸、硝酸、アムモニウム、砒素等の不純物存在するときは、電池内に局部的電氣化學反應を生じ強烈なる内部放電行はる。一例を挙げれば 0.5% の鐵が電解液中に存在するときは完全に充電されたる蓄電池も十數日にして全く放電し盡すものなり。蓄電池を休止せる際、陰極板の表面より絶えず瓦斯を放散せるは不純物の存在の爲め内部放電の盛なることを意味するものなり。

上述の如く不純物が内部放電に及ぼす影響は極めて大なるにより電極板の材料は勿論、電解液たる硫酸及び之れを稀釋するに用ふる蒸溜水は極めて純粋なるものを使用せざるべからず。下表は電解液中に存在することを許し得る不純物の極量を示せるものなり。

電解液中不純物の極量

色	無色透明
浮遊物	絶無
白金	} 僅に痕跡を認め得る程度
アンチモニー	
砒素	
有機物	
窒素 (硝酸の形でも アムモニアの形でも)	
鹽素	0.002 %
滿俺	0.005 %
鐵	0.01 %
銅	0.005 %

(7) 下記諸性質に就て鉛蓄電池と鐵ニッケル蓄電池 (Edison) との優劣を比較せよ。

(イ) specific store capacity with respect to weight.

(ロ) efficiency with respect to watt hour.

(ハ) E. M. F.

(ニ) mechanical strength.

(ホ) life.

(大正 5 年 I 級 3)

[解] (イ) エヂソン蓄電池の方大なり。一例を挙げれば 1 疋に對する蓄積電力量はエヂソン蓄電池に於ては 30 ワット時、据置用鉛蓄電池にありては普通 10 ワット時位なり。然れども現今蓄電池製作技術進歩し、移動用鉛蓄電池にてエヂソン蓄電池に比敵する輕重量のものを製作し得るに到れり。

(ロ) ワット時能率は電池の使用方法に依つて異れども、各電池を最も能率良好なる充電々流及び放電時間にて行はれたりとせば鉛蓄電池の方大なり。

即ち鉛蓄電池の平均充電々壓は 2.2 乃至 2.25 ヴォルトにして平均放電々壓は 1.9 ヴォルト附近なり。其の概略ワット時能率は

$$\frac{I'T' \times 1.9}{IT \times 2.22} = 0.84 \frac{I'T'}{IT}$$

なり。但し I, I' 及び T, T' は夫々充電放電電流及び時間とす。又エヂソン蓄電池の平均充電々壓は 1.6 乃至 1.65 ヴォルトにして平均放電電壓は 1.2 ヴォルトなり。故に概略ワット時能率は

$$\frac{I'T' \times 1.2}{IT \times 1.62} = 0.74 \frac{I'T'}{IT}$$

最大能率の場合に於て兩蓄電池の $\frac{I'T'}{IT}$ の價は大略近似の數量なるを以て鉛蓄電池の方ワット時能率良し。

又自己放電の量及び電池内部抵抗はエヂソン蓄電池の方大なり。故にワット時能率は鉛蓄電池優る。

(ハ) 鉛蓄電池は充電直後に於ての起電力は約 2.1 ヴォルト、エヂソン電池にては同状態に於て約 1.5 ヴォルトなり。次に端子電壓に就き述べれば、鉛蓄電池の端子電壓は充電の最初に於て 2.0 乃至 2.05 ヴォルトにして、充電の終りに於て 2.65 乃至 2.7 ヴォルトに

して、其の放電に際しては最初は 1.95 乃至 2.0 ヴォルトなれども、鉛蓄電池の性質として 1.8 (但し急放電の場合には 1.65) ヴォルト以下に放電する事は危険なる故、一般に此の極限の電圧に達せば放電を中止す。

エヂソン蓄電池の端子電圧は充電の始めに於て 1.4 ヴォルト、其の終りに於て 1.8 ヴォルト、放電の始めに 1.4 ヴォルト、其の終りに 1.0 ヴォルトなるは普通なり。以上の平均値は (ロ) に於て述べたるが如し。

依つて充電の際に於ける電源の電圧調整は鉛蓄電池の方良好にして、放電に於ても鉛蓄電池の方優るを見る。

(ニ) mechanical strength は兩電池の極板の構造及び作用物質の包藏の有様を比較する時は、容易にエヂソン蓄電池の遙に鉛蓄電池に優るを知る。

(ホ) life に就きては正確なる記録なく、之れを知り得ざれども life を耐久力の意味に解し述べれば下記の如し。

耐久力に於ては鉛蓄電池は到底エヂソン蓄電池の敵にあらず。即ちエヂソン蓄電池は陸上運搬用に於て 600 回の充放電をなすも其の容量僅に 15% を減ずるに過ぎず。然るに鉛蓄電池の運搬車用のものは細心の注意を以て取扱ふも尙陽極は 200—250 回、陰極は 400—500 回にして全く使用に耐へざるに至る。

以上の事實より蓄電池の life に如何なる定義を與ふるとも、エヂソン電池の life は鉛蓄電池より長き事明なり。

(8) 電氣鐵道用直流發電機と並列に蓄電池及び昇壓機を使用して同路の電壓を自動的に調整せんとする方法中最も良好と信ずる一種を圖示し、且つ其の作用を説明せよ。

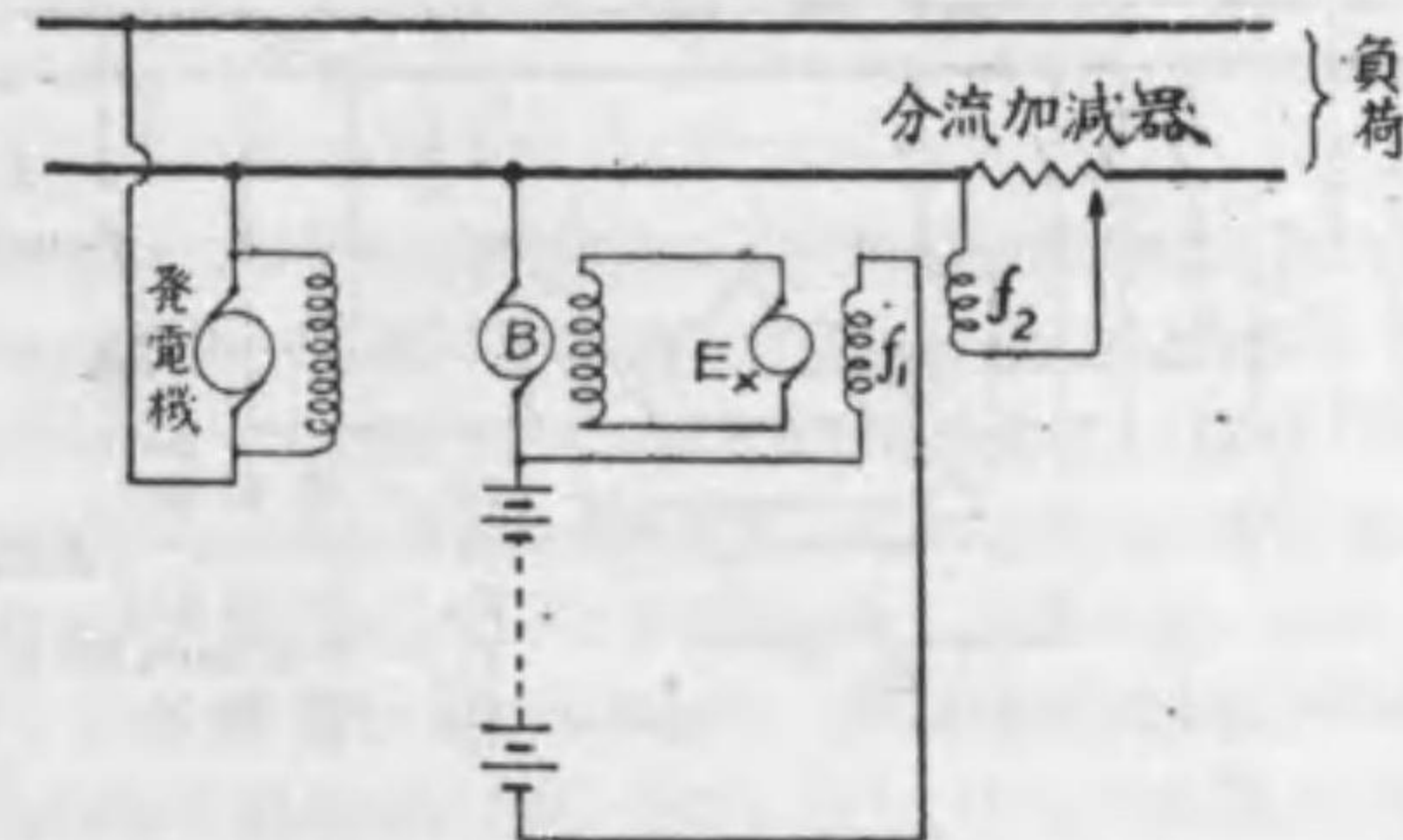
(明治 44 年 I 級蓄電池 2)

[解] floating battery に併用さるゝ昇壓機は自動的に其の極性を變化する所謂 reversible booster にして、エンツ式、ピラニ式、

ハイフィールド式、クロムプトン式、ランカシャー式等最も普通に使用さる。エンツ式は最も古くより使用さるゝも近來我國に於て多く用ひらるゝものはピラニ式、ランカシャー式等なりとす。次にピラニ式昇壓機に就て其の作用を説明せん。第 95 圖はピラニ式昇壓機の接續を示すものにして、B は昇壓機、 E_x は勵磁機にして、共に直結電動機によつて一定速度を以て運轉さる。

勵磁機は蓄電池によつて勵磁さるゝ分捲界磁 f_1 と、負荷と直列に接續されたる直捲界磁 f_2 とを有し、兩者は差働に捲かる。而して負荷電流が發電機の全負荷電流に等しき時に f_1 と f_2 との合成零にして従つて昇壓機の電壓零なる如くに直捲界磁の分流加減器の抵抗値を調整す。尙此の際に於ては蓄電池回路に電流の通ぜざる如くに電池數を選定す。

第 95 圖



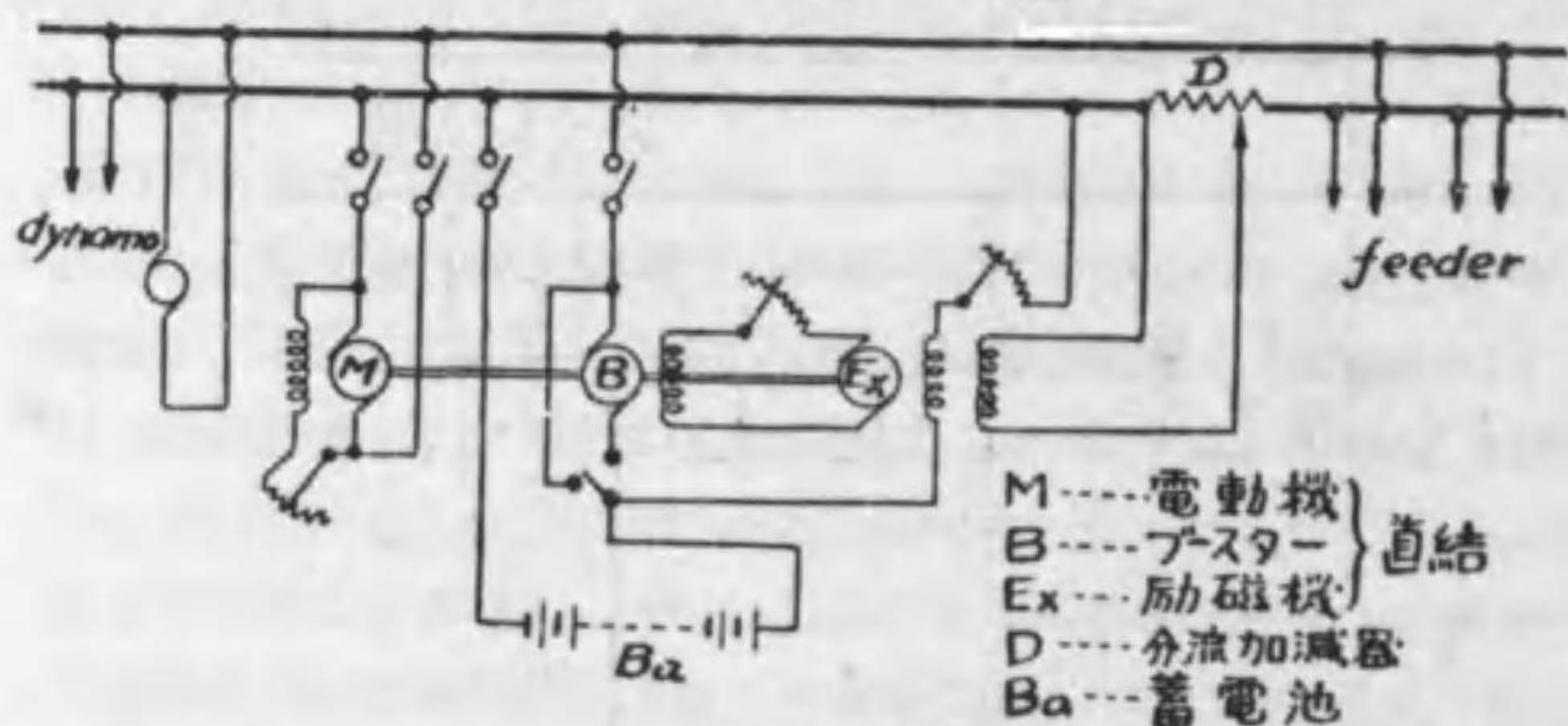
負荷電流が發電機全負荷電流よりも増加する時には、直捲界磁の作用、分捲界磁の作用よりも強大となり、勵磁機は發電して昇壓機を勵磁し、以て之れに蓄電池の放電を助けんとする如き方向に起電力を發生せしむ。負荷電流が發電機全負荷電流よりも減少する時には、 f_1 の作用の方 f_2 の作用より優るにより、勵磁機の極性は前

に反対し、従つて昇壓機の極性も前に反し、蓄電池の充電を助けんとする方向に起電力を生ず。斯くの如くにして負荷大なる時には蓄電池を放電せしめて発電機出力を補ひ、負荷小なる時には蓄電池に充電せしむるを以て、発電機は負荷の大小に關せず略々一定の負荷を以て運轉する事を得べく、之れに依つて発電機の端子電壓即ち母線電壓を一定に保持する事を得るものなり。

(9) 電鐵用發電所に設置し蓄電池に附屬せる可逆加減壓機 (reversible booster) の一種を用ゆる場合に於ける發電所電線接続圖を示せ。 (大正3年 III 級 3)

〔解〕 ビラニ・ブースターを使用する場合の發電所電線接続圖を記せば次の如し。

第 9 6 圖

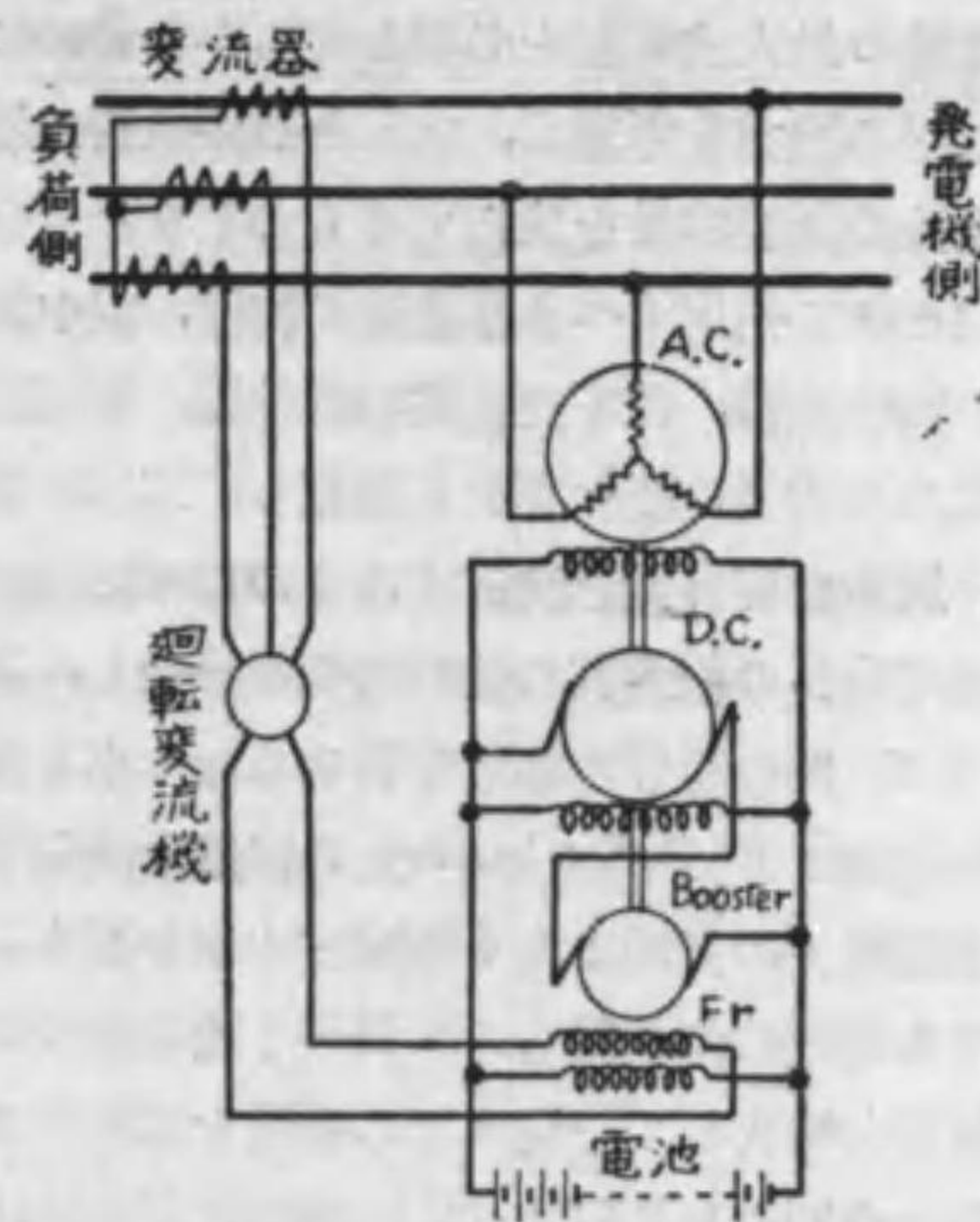


(10) 三相式回路に依る配電に於て其の電壓調整のため均齊蓄電池 (buffer battery) を設備し廻轉變流機 (rotary converter) を調整用に供し同期電動發電機 (synchronous motor generator) を通じて充放電を爲さんとする接続圖を作れ。 (大正5年 II 級 1)

〔解〕 第 97 圖の如く接続す。

D. C. machine の勵磁は其の電壓が丁度電池の夫れと等しき様に

第 9 7 圖



なされる。

booster は二つの界磁捲線を有し、一方は廻轉變流機、他は蓄電池に依り勵磁され、兩者は互に反対に作用し、常規負荷の場合には相殺し、booster には起電力なし。若し負荷電流常規より増加したる場合には、booster には蓄電池の起電力と同方向の起電力を誘導し、従つて電池の放電に依り D. C. を電動機として働かせ、A. C. が發電機となり交流回路に電力を供給す。若し反対に負荷減少の場合には、booster の誘導起電力前と反対になり、D. C. の起電力と相加はりて蓄電池を充電す。此の場合には A. C. は電動機となる。

(11) buffer battery の capacity は如何なる見地より定むるや。 (大正7年 I 級口述 2)

〔解〕 Buffer battery の容量は經濟的並に技術的見地より定むる事を要す。

先づ技術的見地を述べれば負荷曲線の代表的のものを選び、孰れの尖頭負荷が電池の最大放電量を必要とするかを詳細に検討し、發電設備の許容し得る出力を考慮し、之れと前記負荷曲線の尖頭負荷と比較して蓄電池の所要容量を決定するものとす。

此の決定にはそれに使用すべき蓄電池の特性、就中放電率と容量との関係を示す特性曲線、各率充放電特性曲線、實用温度の變化する範圍と該蓄電池の容量の變化等をも調査し、二三の容量を假定して比較對照し、最少必要容量を決定するものなり。

尙蓄電池の作用物質の剝落其の他の劣化を豫想し、其の耐久力を推定して豫め 1, 2 割の餘分の容量を有せしむる事も亦必要とす。

以上は技術的見地より Buffer battery の容量を決定する方法なれども、實際には經濟上の見地よりも考慮する事を要す。即ち斯くの如くして設置せる電池に依り得らるゝ利益と建設費及び常經費との關係が、寧ろ電源を増大して一層小なる電池を設備する事に依る建設費及び常經費との關係を比較すべく、更らに進んでは將來擴張の豫想、負荷變更の見込其の他電力料金、勞働賃金、燃料費等の宏範なる經濟的事情をも充分考慮し、實地の經驗をも取入れて最後の決定をなすべきものとす。

(完)

年 次 索 引

第 三 級

明治四十四年度		大正四年度	
問題 1.....	初等 23	問題 1.....	203
" 2.....	136	" 2.....	初等 76
" 3.....	33	" 3.....	25
" 4イ.....	82	大正五年度	
" 4ロ.....	24	問題 1.....	134
" 4ハ.....	7	" 2.....	17
蓄電池 1.....	初等 115	" 3.....	191
" 2甲.....	初等 121	大正六年度	
" 2乙.....	初等 117	問題 1.....	24
大正元年度		" 2.....	110
問題 1.....	37	" 3.....	74
" 2.....	109	大正七年度	
" 3.....	50	問題 1.....	初等 69
大正二年度		" 2.....	初等 80
問題 1.....	45	" 3.....	96
" 2.....	初等 99	大正八年度	
" 3.....	88	問題 1.....	5
大正三年度		" 2.....	114
問題 1.....	初等 82	" 3イ.....	133
" 2.....	初等 72	" 3ロ.....	15
" 3.....	212	" 3ハ.....	173

問題 3 = 26	問題 1..... 8
" 3 ホ 154	" 2.....初等 99
大正九年度	" 3.....初等 77

第 二 級

明治四十四年度	問題 3..... 51
問題 1..... 48	大正五年度
" 2..... 60	問題 1..... 212
" 3..... 143	" 2..... 92
" 4..... 169	" 3..... 32
蓄電池 1..... 204	大正六年度
" 2..... 202	問題 1..... 128
大正元年度	" 2..... 56
問題 1..... 201	" 3..... 155
" 2..... 46	大正七年度
" 3..... 73	問題 1..... 11
大正二年度	" 2..... 151
問題 1..... 188	" 3..... 119
" 2..... 180	大正八年度
" 3..... 48	問題 1..... 52
大正三年度	" 2..... 131
問題 1..... 33	" 3..... 94
" 2..... 190	大正九年度
" 3..... 74	問題 1..... 103
大正四年度	" 2 イ..... 177
問題 1..... 115	" 2 ロ..... 174
" 2..... 168	" 3..... 73

第 二 種

大正十年度	問題 1.....初等 78
問題 1.....初等 89	" 2..... 10
" 2..... " 103	" 3 イ..... 174
" 3..... 145	" 3 ロ..... 176
大正十一年度	" 3 ハ..... 15
問題 1..... 17	" 3 ニ..... 92
" 2..... 58	大正十四年度
" 3..... 146	問題 1..... 150
大正十二年度	" 2..... 156
問題 1..... 101	" 3..... 1
" 2..... 192	大正十五年度
" 3 イ..... 152	問題 1..... 106
" 3 ロ..... 180	" 2.....初等 100
" 3 ハ..... 15	" 3.....初等 60
大正十三年度	

第 一 級

明治四十四年度	問題 3..... 9
問題 1..... 108	大正二年度
" 2..... 33	受験者ナシ
" 3 イ..... 75	大正三年度
" 3 ロ..... 88	問題 1.....初等 103
" 4 イ..... 179	" 2..... 63
" 4 ロ..... 127	" 3..... 142
蓄電池 1..... 206	大正四年度
" 2..... 210	問題 1..... 84
大正元年度	" 2..... 161
問題 1..... 90	" 3..... 67
" 2..... 55	大正五年度

問題 1.....	173
" 2.....	54
" 3.....	208
大正六年度	
問題 1.....	118
" 2.....	97
" 3.....	152
大正七年度	
問題 1.....	105
" 2.....	62

問題 3.....	5
大正八年度	
問題 1.....	100
" 2.....	77
" 3.....	26
大正九年度	
問題 1.....	147
" 2.....	65
" 3.....	15

第 一 種

大正十年度	
問題 1 a.....	176
" 1 b.....	178
" 2.....	189
" 3.....	69
大正十一年度	
問題 1.....	42
" 2.....	78
" 3.....	125
大正十二年度	
問題 1.....	160
" 2 a.....	87
" 2 b.....	174

問題 3.....	79
大正十三年度	
問題 1.....	157
" 2.....	194
" 3.....	3
大正十四年度	
問題 1.....	149
" 2.....	12
" 3.....	164
大正十五年度	
問題 1.....	122
" 2.....	163
" 3.....	183

一般(一次より)採録せる分

第 三 級

大正二年度問題 1.....	44	大正五年應用問題 3口.....	42
大正五年度理論問題 3.....	45	大正八年度問題 4.....	192

第 二 級

大正二年度問題 2口.....	142	大正五年度應用問題 3.....	8
大正五年度理論問題 2.....	58	大正七年度應用問題 1.....	39

第 二 種

大正十年度問題 3.....	112	大正十一年度問題 4ハ.....	26
" 4イ.....	42	大正十二年度問題 3ハ.....	8
" 4ロ.....	11		

第 一 級

大正三年度問題 2イ.....	140	大正七年度理論問題 2.....	86
大正四年度問題 2ロ.....	178	" 應用問題 1.....	88
" 2ハ.....	140	大正八年度問題 3.....	171
大正五年度應用問題 1.....	175	大正九年度問題 2.....	1

第 一 種

大正十一年度問題 2.....	82	大正十一年度問題 3.....	130
-----------------	----	-----------------	-----

口述より採録せる分

第 四 級

大正四年度問題 4.....	2
----------------	---

第 三 級

大正三年度問題 4.....	75	大正八年度問題 3.....	129
大正七年度問題 2.....	42	大正九年度問題 3.....	132

第 二 級

大正三年度問題 2..... 127	大正七年度問題 2..... 21
大正四年度問題 2..... 173	大正八年度問題 3..... 102
大正五年度問題 3..... 98	大正九年度問題 2..... 17
大正六年度問題 3..... 169	

第 二 種

大正十年度問題 2..... 93	大正十三年度問題 4..... 32
大正十二年度問題 3..... 139	大正十四年度問題 1..... 17
" 4..... 75	大正十五年度問題 3..... 73

第 一 級

大正三年度問題 2..... 168	大正五年度問題 3 de..... 139
" 3..... 24	大正七年度問題 1..... 41
大正四年度問題 6..... 205	" 2..... 213
大正五年度問題 2..... 98	" 4..... 194

第 一 種

大正十年度問題 2..... 22	大正十五年度問題 2..... 162
大正十二年度問題 3..... 41	" 3..... 133

昭和六年八月一日印刷

昭和六年八月五日發行



科目別遞試解答配電高等

正價 金八拾錢

送料 金四錢

編輯兼發行者 電機學校

代表者 加藤 靜夫

印刷者 浪岡 具雄

印刷所 株式會社 オーム社印刷部

東京市神田區錦町三丁目十八番地

發行所 電機學校

東京市神田區錦町二丁目七番地

振替口座東京13184番

特約販賣所

六合館 東京市日本橋區吳服橋二丁目五

電氣之友社 東京市京橋區銀座八丁目一番地

電氣之友支社 大阪市北區堂島中二丁目

オーム社 東京市神田區錦町三丁目十八番地

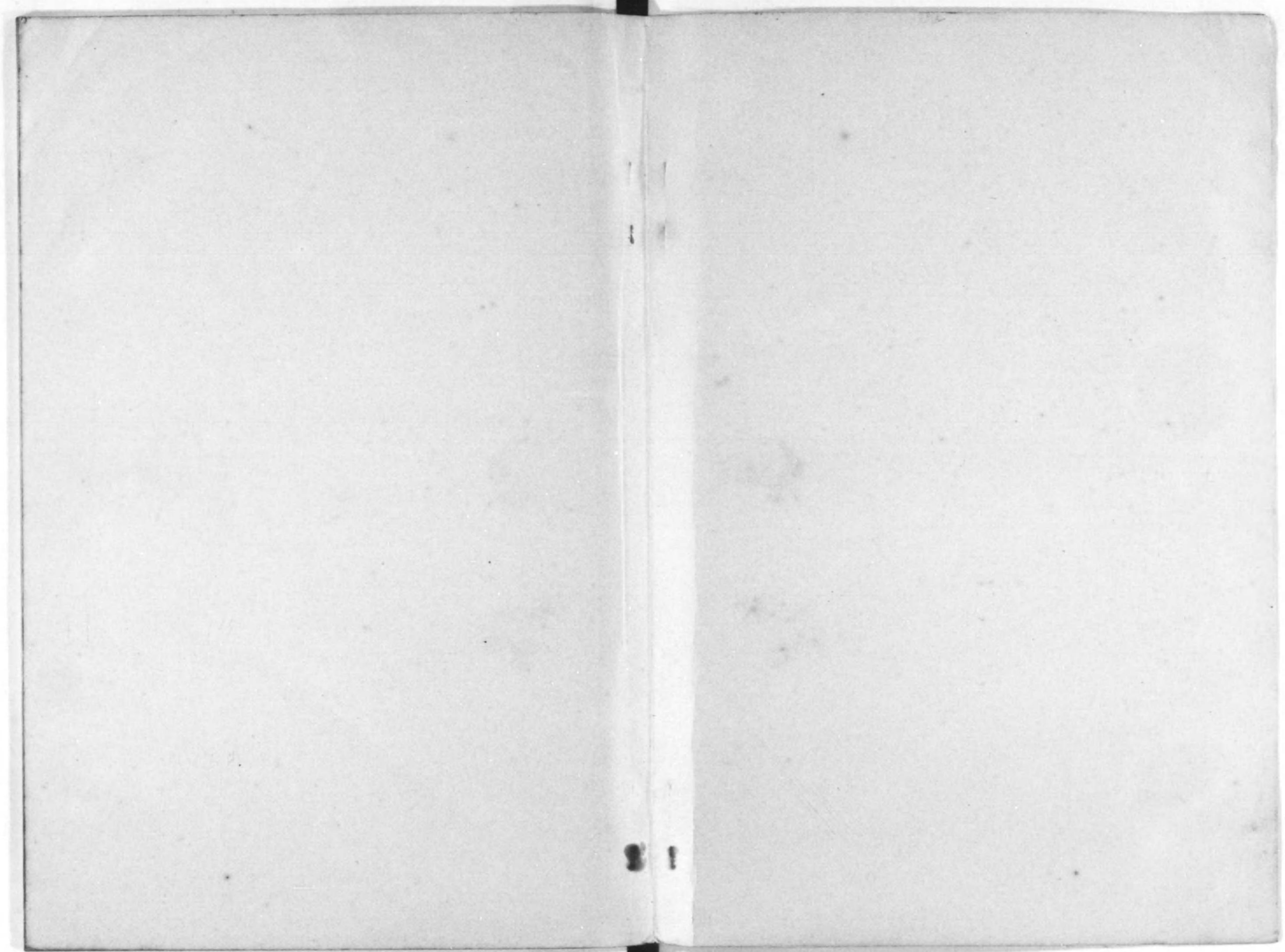
オーム社出張所 大阪市北區堂島ビル四〇四

科目別^{試験標準}解答

	初等の部	高等の部
I 測定	.50 円 .04	1.00 円 .06
II 機械	.50 円 .04	.60 円 .04
III 配電	.50 円 .04	.80 円 .04
IV 電燈	.30 円 .02	.40 円 .04
V 電鐵	ナ シ	.60 円 .04
VI 發電	.45 円 .04	.90 円 .04

附言 上記正價は昭和六年四月改正
の新正價であります。從來の正價
に比較して約二割値下げになつて
居ります。

(圖書目錄申込次第進呈)



339

124

終

特