

始



DONKEN
電機標準符号
第1,2,3種

23



DENKEN
電檢標準解答
HYOZUN KAITO
第1,2,3種

23



電機學園編

540.79

D58



電檢は少壯電氣技術者にとつて輝かしい登龍門である。そして諸君が不斷の努力による自己の實力を、敢えて世に問ふ檜舞臺であり、又勉學の好目標でもある。さればこそ電檢を志さず人々の年毎に増加しつつあることは、我國科學技術向上の爲めにも喜ばしき傾向である。

受験者諸君!! 「理想は高きを尊び、實行は低きを要す」という。目標を第一種に、そして實行は第三種より、堅實に一步一步と撓みなき努力こそ、榮冠獲得への近道と信ずる。而して諸君が電檢によせる熱情こそ、再建日本の大きな推進力ともなるものである。十分な御努力を切望する次第である。

本書は單なる解答集ではない。讀者の理解を徹底させるために、十分詳しく説明されている。従つて實際に試験場で解答する場合には、モット壓縮して要點を述べればよい。念のため申添える。なお初めて受験される方々のために、卷末に受験案内を附録した。

受験者諸君のための解答集である。更によりよきものとしたい。どうか種々な御意見なり、御希望なりを是非お寄せ下さるようお願いする。

受験者諸君に榮光あれ。
昭和二十三年十一月

編者寄贈本

編者しるす

—— 目 次 ——

第三種

一 次 試 驗

一 般 (電氣學術及びその應用) 1

二 次 試 驗

測 定 (電氣磁氣測定) 4

機 械 (電氣機器及び附屬器具) 8

配 電 (配電及び蓄電池) 11

照 明 (電灯照明及び電熱) 15

發 電 (發電所及び原動力設備) 17

第二種

一 次 試 驗

一 般 (電氣學術及びその應用) 19

二 次 試 驗

測 定 (電氣理論及び電氣磁氣測定) 23

機 械 (電氣機器及び附屬器具) 28

配 電 (電力傳送, 配電及び蓄電池) 31

照 明 (電灯照明及び電熱) 36

發 電 (發電所及び原動力設備) 41

電 鐵 (電氣鐵道) 45



第一種

一次試験

一般 (電気學術及びその應用).....48

二次試験

測定 (電気理論及び電気磁氣測定).....53

機械 (電気機器及び附屬設備).....61

配電 (電力傳送, 配電及び蓄電池).....66

照明 (電灯照明及び電熱).....71

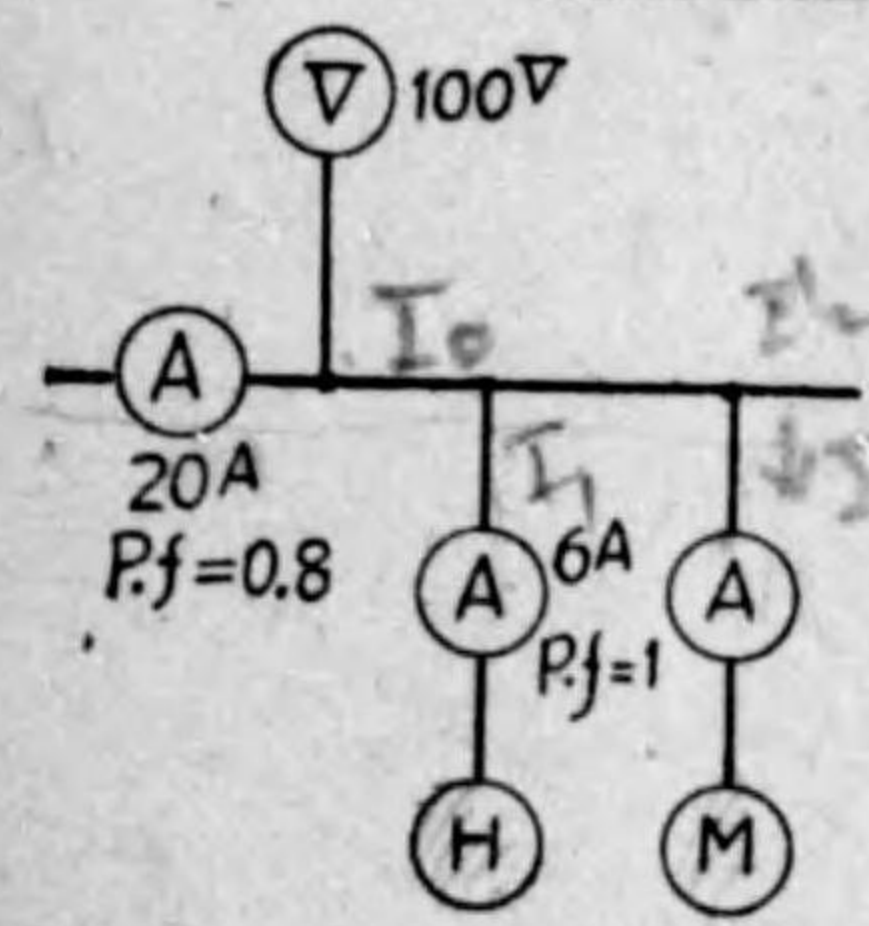
發電 (發電所及び原動力設備).....77

電鐵 (電気鐵道).....82

(附録) 電檢受験案内

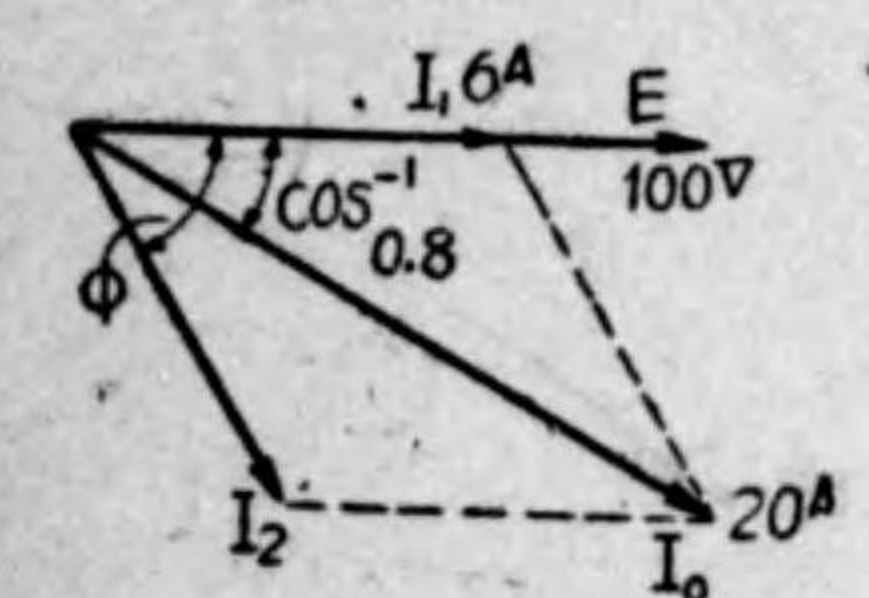


第1圖 (1) 第1圖のような 100V の



單相交流母線から電熱器 (H) と電動機 (M) の回路が分岐している。母線電流は 20A, 遅れ力率 0.8 で, 電熱器回路の電流は 6A, 力率 1 である。電動機回路の電流と力率とを求めよ。

第2圖



(解) 母線, 電熱器及び電動機の電流を, 夫々 I_0, I_1, I_2 とし, 電圧 E を基準としたベクトル圖を畫けば, 第2圖の様である。

電動機の力率を $\cos \phi$ (遅れ) とすれば,

$$I_0 \times 0.8 = I_1 + I_2 \cos \phi$$

$$I_0 \times \sqrt{1-0.8^2} = I_2 \sin \phi$$

上式に $I_1=6A, I_0=20A, \sqrt{1-0.8^2}=0.6$

を代入して,

$$20 \times 0.8 = 6 + I_2 \cos \phi$$

$$20 \times 0.6 = I_2 \sin \phi$$

$$\therefore 10 = I_2 \cos \phi$$

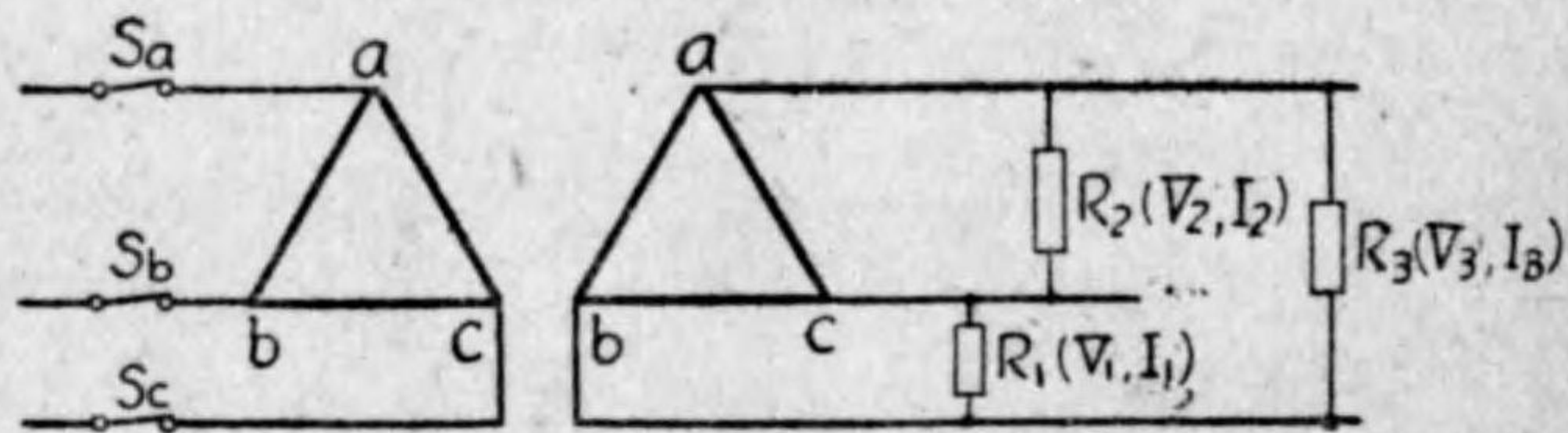
$$12 = I_2 \sin \phi$$

$$\therefore I_2 = \sqrt{10^2 + 12^2} = 15.6 \text{ A,}$$

$$\text{又, } \cos \phi = 10 / 15.6 = 0.64 \text{ (64\%)}$$

(2) 三相平衡電圧の電源に接続する $\Delta-\Delta$ 結線の三相變

第 3 圖



壓器があつて、二次側に平衡した三相の電燈電熱負荷(力率 100%)がある。その端子電圧及び電流をそれぞれ V_1, V_2, V_3 及び I_1, I_2, I_3 とする。

一次側のスイッチ S_b を開くと、次のものにどんな変化があるか。但し變壓器の電圧降下と勵磁電流とは無視する。

(イ) V_1, V_2, V_3 の値及び位相

(ロ) I_1, I_2, I_3 の値及び位相

(ハ) R_1, R_2, R_3 の負荷電力

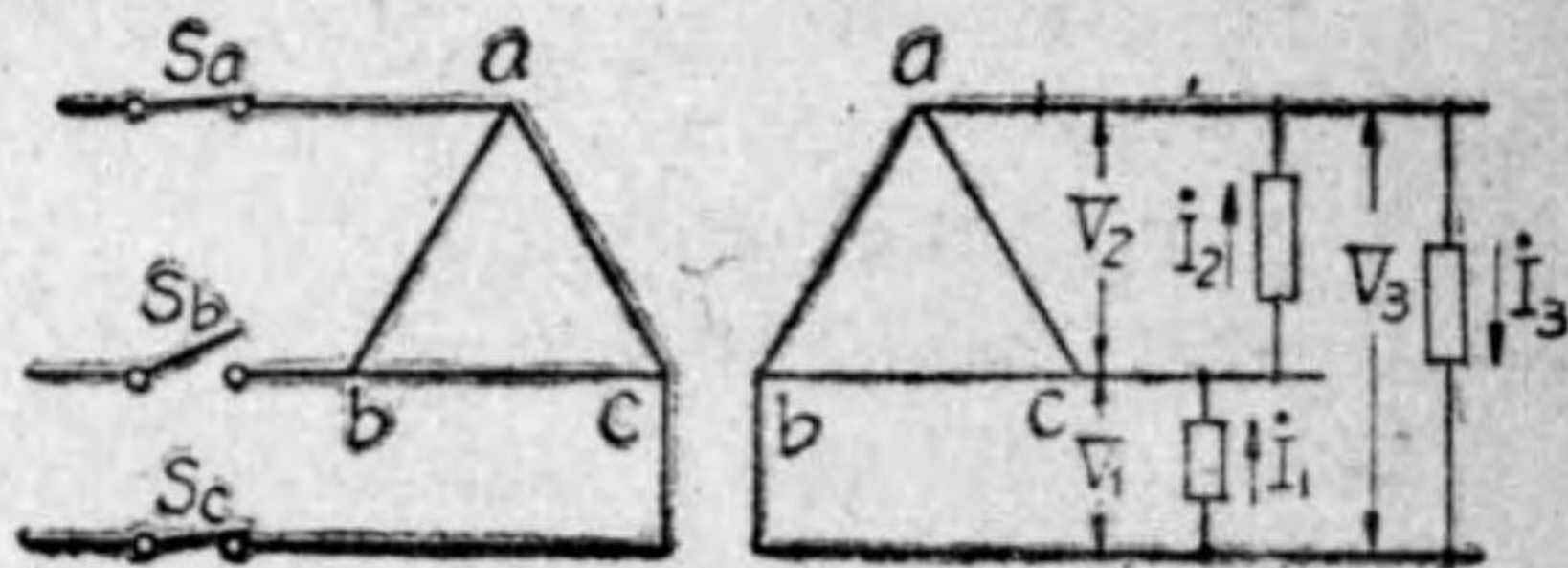
(解) 電源電圧及び負荷は平衡しているから、 S_b を開く前には、二次電圧 V_1, V_2, V_3 は大き等しく、互に 120° の相差を有し、電流 I_1, I_2, I_3 も亦、夫々 V_1, V_2, V_3 と同相で大きは相等的。従て、 R_1, R_2, R_3 の負荷電力も相等的、

$$V_1 I_1 = V_2 I_2 = V_3 I_3$$

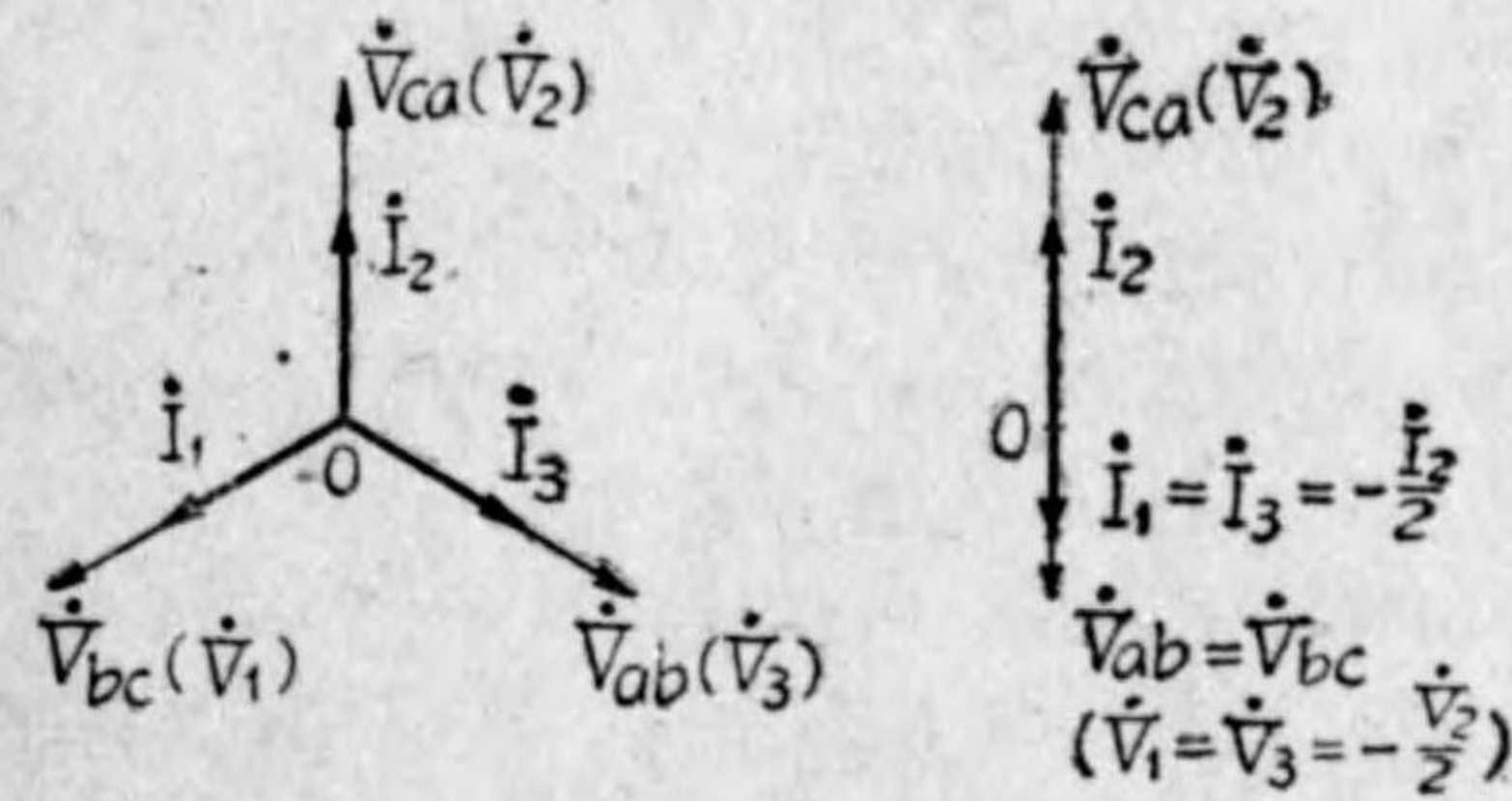
第 4 圖

である。

S_b を開くと、第 4 圖の様に ac なる變壓器は前の儘の状態であるが、ab,



第 5 圖



(S_b を開く前)

(S_b を開いた後)

bc 兩變壓器が一次側で直列となり、ac 變壓器と並列につながつた状態となる。故に今、 S_b を開く後に於けるベクトル圖を畫くと第 5 圖の様になる。

即ち、 S_b を開

くことによつて如何に變化するかと云うと、

(イ) V_2 の値及び位相は不變であるが、 V_1 及び V_3 の値は前の $1/2$ となり、位相は前と 180° 變る。

(ロ) I_2 の値及び位相は前と變らないが、 I_1 及び I_3 の値は前の $1/2$ 位相は前と 180° 變る。

(ハ) R_2 の電力は、前と變らず $V_2 I_2$ であるが R_1 及び R_3 の電力は前の $1/4$ 即ち、

$$V_2 / 2 \times I_2 / 2 = V_2 I_2 / 4$$

となる。

(3) 強電流電氣工作物の電路は大地より絶縁するのを原則とするが、その例外の場合三つについて説明せよ。

(解) 例外のものとして、次の電路は接地して用いられる。

1. 變壓器の低壓側

之は高壓側電壓で低壓線が充電される様な故障を生じた際に、低壓側電路の對地電位が人畜に危険のない様にするためである。

2. 三相式送配電線の中性點

送配電線路の接地故障等を生じた際、電路の保安の目的を以て接地する。

3. 電氣爐、電氣汽罐、電解槽、溫水器等に類するもので、これ等は

大地と完全に絶縁することが困難であるから、人畜に對し危険なき様接地して使用するのである。

〔註〕 現行 28 條, 改正案第 35 條参照すべし。

(4) 次の事項を簡単に説明せよ。

(イ) 角速度, (ロ) 鐵のヒステリシス損, (ハ) 變壓器の循環電流, (ニ) 同期檢定器, (ホ) 空氣豫熱器

(解) (イ) 回轉體の回轉角の時間に對する割合のことで ω で表わす。正弦波交流の周波数を f サイクルとすれば, $\omega = 2\pi f$ ラジアン/秒である。

(ロ) 鐵心内の磁化力が絶えず, 其の強さ及び其の方向が變化すると, 鐵の磁氣分子摩擦によつて, 熱を發生し, エネルギ損失が生ずる。この損失をヒステリシス損と云う。磁化力の 1 サイクル毎の損失 W は單位體積當り,

$$W = \frac{1}{4\pi} \times (\text{ヒステリシス環線の面積}) \times 10^{-7} \text{ ジュール/cm}^3$$

である。

(ハ) 變壓器の並列接続に於て, 各變壓器の二次起電力が相異なるときに巻線内に循環電流が流れる。又 Y- Δ 或は Δ - Δ 接続に於ける場合には, その二次巻線中に第三調波の勵磁電流が流れる。

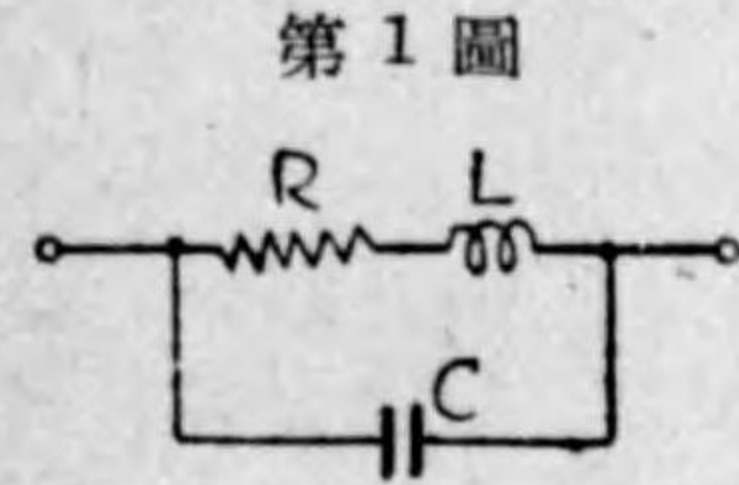
(ニ) 交流發電機の並行運轉に於て, 同期を檢定する場合に用いられるもので, これにより, 兩機の同期, 即ち周波數及び位相の一致を檢定するのである。

(ホ) 汽罐又は節炭器より出た煙道ガスの餘熱を利用して, 汽罐の燃焼用空氣を加熱し, 汽罐の蒸發量を増し, 且つ燃料節約をはかるもので, 鋼板式, 鋼管式, 再生式等がある。

測 定 III

(1) 交流の測定回路に使用される抵抗器の具備すべき条件二つを擧げこれを説明せよ。

(解) 測定回路抵抗器の具備すべき条件としては, 溫度係數の小なる事は勿論であるが, 交流用としては, 特に, 相當高い周波數に於ても, 無誘導で且つ無容量でなければならぬ。



一般に交流用抵抗器には, 残留インダクタンス L と, 自己容量 C とがあるから, R

をその實際の抵抗とすれば等價回路は第 1 圖のようになる。

この回路に f なる周波數の交流を通じた時のインピーダンス Z を求めれば,

$$Z = \frac{R + j\omega L}{(1 - \omega^2 LC) + j\omega CR} = \frac{R + j\omega\{L(1 - \omega^2 LC) - CR^2\}}{(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 C^2 R^2}$$

上式よりその實數部たる實効抵抗は f により變化するものである。今もし L, C が R に比べて極めて小さくなる様に作られれば, 上式は次の様に簡単なものにしても實用上差支えない。即ち,

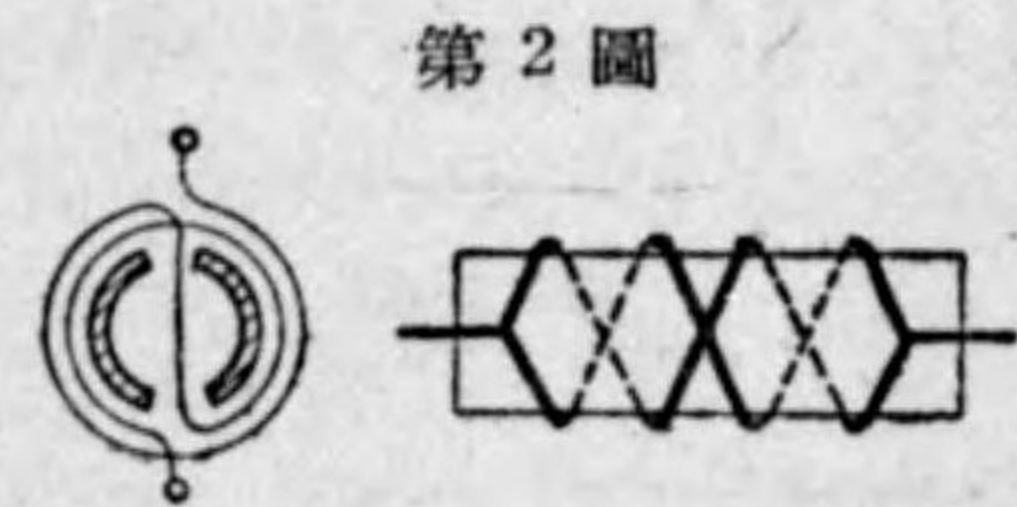
$$Z \doteq R + j\omega(L - CR^2)$$

斯様なものに 交流を通じたとき, 電流が電壓より遅れる角を θ とすれば, θ は極めて小さいものであるから

$$\theta \doteq \tan \theta = \frac{\omega(L - CR^2)}{R} = \omega \left(\frac{L}{R} - CR \right)$$

$\frac{L}{R} - CR$ を抵抗器の時定數と稱し,

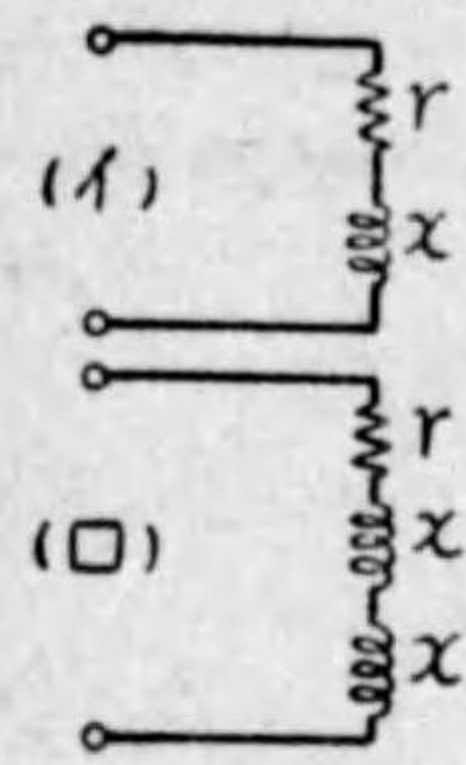
この値が小さい程理想に近いのである。一般には L を小にしようとするれば C が増し, C を小にしようとするれば L が増す。従つてこの兩者を共に小さくする爲めに第 2 圖の



ような色々な方法が講ぜられている。

(2) 圖の (イ) の回路で抵抗 (r) 及びリアクタンス (x) が既知であつて, この回路の力率は $\frac{1}{\sqrt{2}}$ である。これにリアクタンス (x') を圖 (ロ) のように付け加えた場合力率は $\frac{1}{\sqrt{3}}$

第 3 圖 になつた。附け加えたリアクタンス (x') の値を求めよ。



(解) (イ) 圖の回路に於ける合成インピーダンスの値は $Z = \sqrt{r^2 + x^2}$ である故、その力率は、

$$\cos \theta = \frac{r}{\sqrt{r^2 + x^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ となる。}$$

$$\therefore \sqrt{2}r = \sqrt{r^2 + x^2}, \quad 2r^2 = r^2 + x^2$$

$$\therefore x = r \text{ となる。}$$

(ロ) 圖に於ける合成インピーダンスは、 $Z_0 = \sqrt{r^2 + (x+x')^2}$ となり、力率 $\cos \theta_0$ を求めると、

$$\cos \theta_0 = \frac{r}{Z_0} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + (x+x')^2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

上述した如く、 $r = x$ であるから、上式は次の様になる。

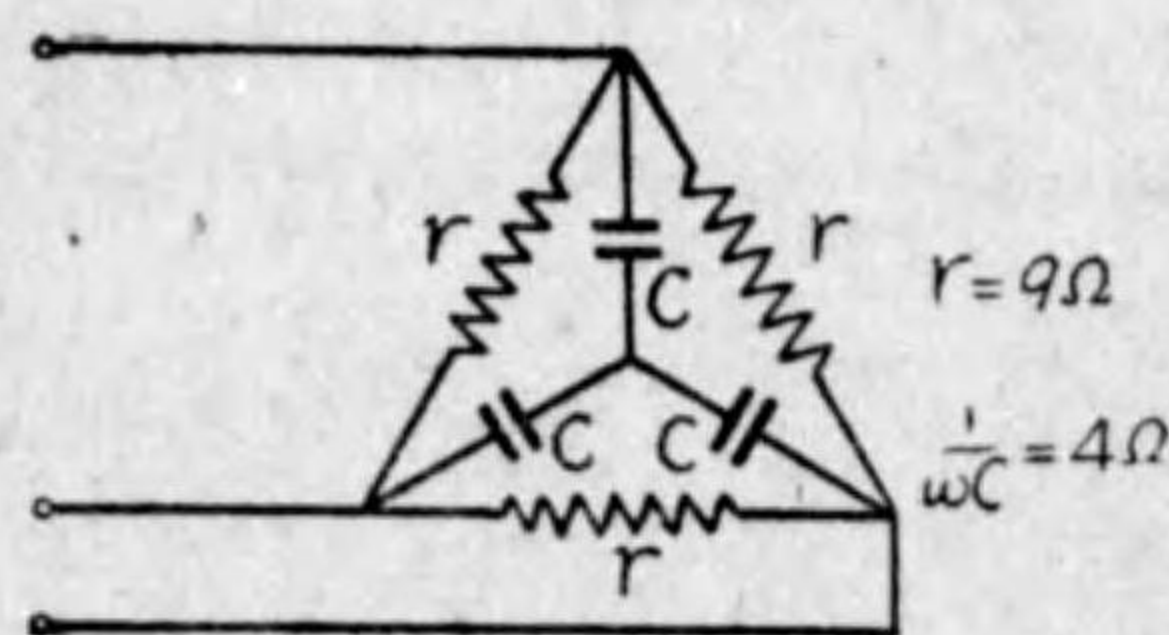
$$\frac{x}{\sqrt{2x^2 + 2xx' + x'^2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore x' = (-1 \pm \sqrt{2})x \text{ となり、}$$

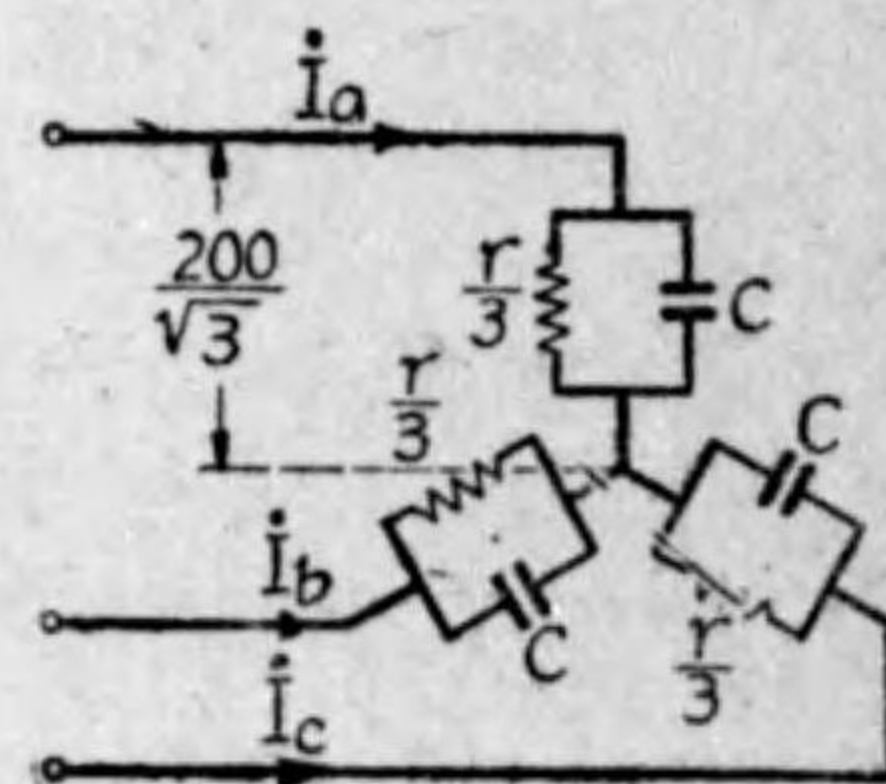
(-) の方は題意に反する故 $x' = (\sqrt{2} - 1)x$ 故に x' は x の 0.414 倍である。

(3) 電圧 200V の三相回路に圖のような平衡負荷を接続する時線路電流及び負荷の力率を求めよ。但し $\omega = 2\pi f$ で f は

第 4 圖



第 5 圖



周波数とする。

(解) 問の圖を第 5 圖のように書きかえる。即ち抵抗の部分と $\Delta \cdot Y$ の換算を行う。すると負荷は 3Ω の抵抗と 4Ω の容量リアクタンスが並列になつたものが星形に接続されたことになる。

故に線路電流 $|I_a| = |I_b| = |I_c| = I$ は

$$I = \frac{\text{相電圧}}{\text{負荷インピーダンス}}$$

然るに各相の合成インピーダンスは第 6 圖 (a) より

$$\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{3}{r}\right)^2 + (\omega C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2}} = \frac{12}{5} (\Omega)$$

となる。故に

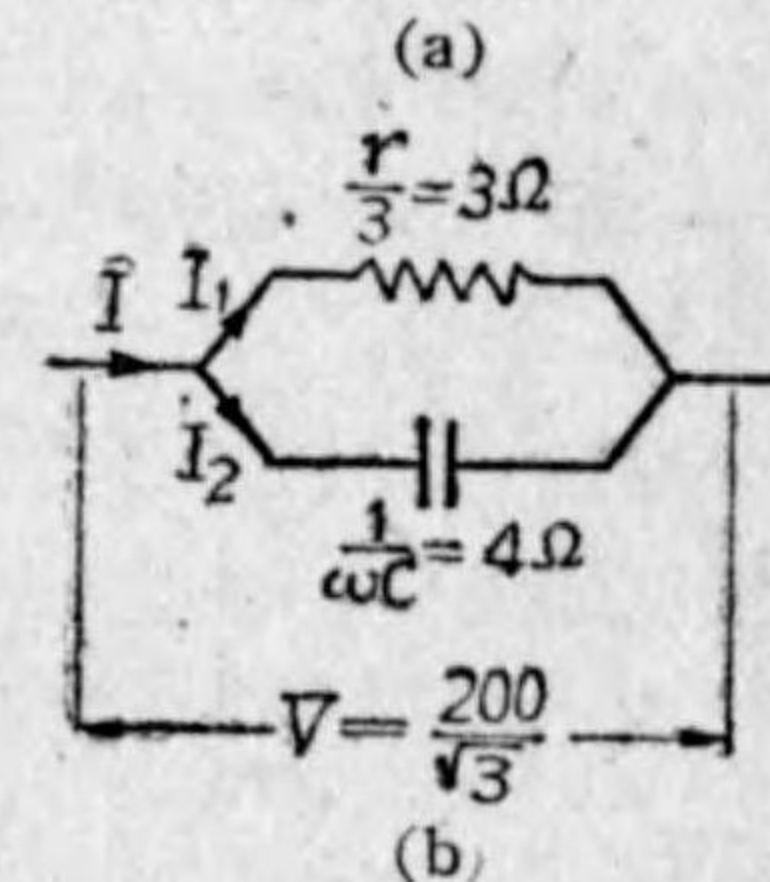
$$I = \frac{200}{\sqrt{3}} \div \frac{12}{5} = \frac{250}{3\sqrt{3}} = 48.1 \text{ A}$$

又第 6 圖 (b) のベクトル圖より

$$\theta = \arctan \frac{I_2}{I_1} = \arctan \frac{3}{4}$$

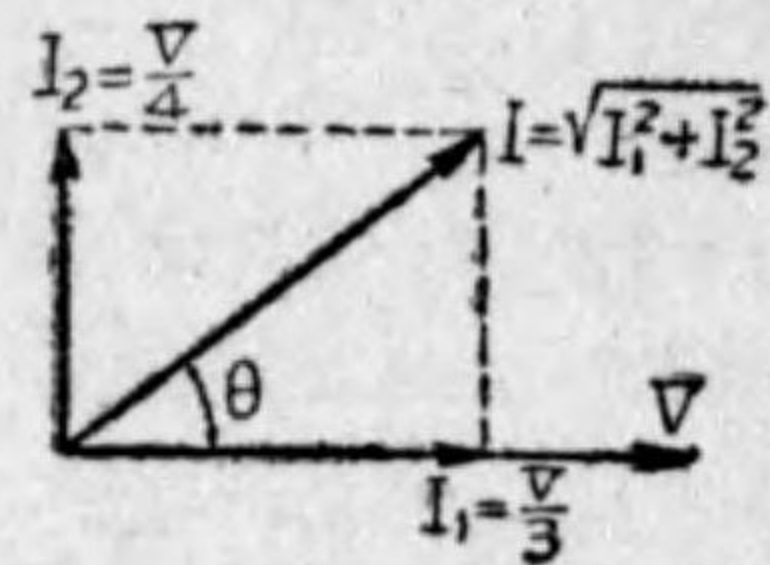
故に $\cos \theta = \frac{4}{5} = 0.8$

第 6 圖



(4) 次の計器は下表の何れに該当するか、表の欄内に○印を付けて示せ。

- (A) 永久磁石可動線輪型計器
- (B) 可動鉄片型計器
- (C) 電流力計型計器
- (D) 熱線型計器



	A	B	C	D
1. 直流に適するもの	○			
2. 交直両用に適するもの		○	○	○
3. 交流精密の場合に適するもの			○	
4. 外にある鐵片や磁石の影響の大きいもの		○	○	
5. 高周波電流測定に適するもの				○
6. 簡単に堅牢なもの		○		

機 械 III

(1) 直流分巻電動機及び直流直巻電動機が全負荷で運轉しているとき、いずれも電流が 50 A、回轉数が 1,000 r. p. m. であるとすれば、負荷トルクが半減した場合電流及び回轉数はそれぞれ大よそ幾何となるか。但し磁氣飽和と電機子抵抗とを無視せよ。

(解) 今回轉數 = N 、電機子電流 = I 、トルク = τ 、磁束 = ϕ とすれば $\tau \propto I\phi$ 、一定端子電壓で且つ電機子抵抗を無視すると $N \propto \frac{1}{\phi}$ 、又題意に依り磁氣飽和を無視すれば分巻機の場合は ϕ は不変であるから $\tau \propto I$ 、直巻機の ϕ は I に比例するから $\tau \propto I^2$ となる。尙分巻機に於て電機子電流は負荷電流より分巻界磁電流だけ少いがこれは無視する。分巻機に於て負荷トルクが半減すれば端子電壓は一定だから ϕ は變らず、 I は $\frac{1}{2}$ となり $50 \times \frac{1}{2} = 25$ A となる。又回轉數は ϕ が不変であるから 1000 r. p. m. を保持する。直巻機に於ては $\tau \propto I^2$ を變形した $I \propto \sqrt{\tau}$ より、負荷トルクが半減すれば、 I は $\frac{1}{\sqrt{2}}$ でよい。従つて電流は $50 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 35.4$ A 又回轉數は磁束従つて電流に反比例して $1000 \times \sqrt{2} = 1414$ r. p. m. となる。

(2) 出力 1kW 以下の小型单相電動機にはその起動方式の相違によつて種々なものがあるが、その内 3 種の名稱を挙げ、なおその原理の相違について知つてゐることを書け。

(解) 起動方式を型式により分類すれば

- (a) 分相起動型
- (b) 反撥起動型
- (c) 反撥誘導型

(a) は一次巻線と起動用巻線で二相巻線とする。起動時は起動巻線に抵抗或は蓄電器を直列として電源に接続し、一次巻線の電流より 90° に

近い進み位相の電流を得て二相回轉磁界を作る。起動後は遠心力開閉器を用いて回路を開く。尙蓄電器を用いたもので起動後もそのままとして力率改善に利用したものもある。蓄電器を用いたものは特に蓄電器分相型と呼ばれる。

(b) は起動時に反撥電動機として起動し起動後整流子を遠心力開閉器により自動的に短絡し籠形回轉子とする方法である。

(c) は籠形巻線と反撥電動機用巻線の兩方を施したもので運轉中もそのまま使用して居る。起動トルクは兩者の和となる。

(3) 次の術語を説明せよ。

- (イ) 電力ヒューズ
- (ロ) 珪素鋼板
- (ハ) ポットモーター
- (ニ) ワードレオナード方式

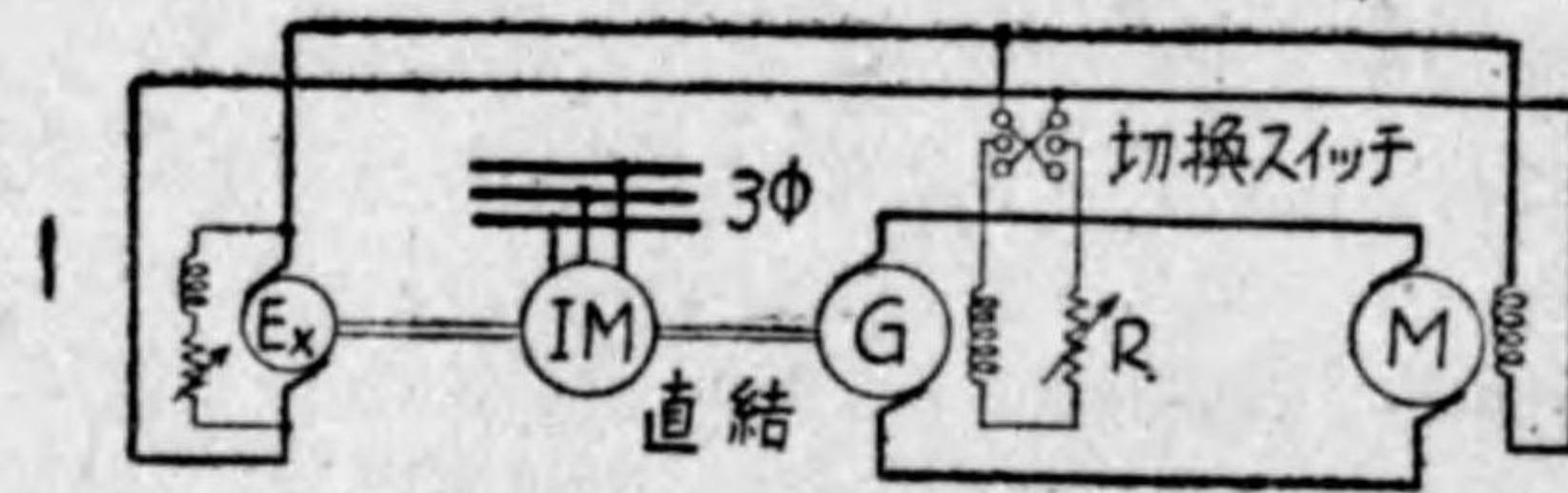
(イ) 電力ヒューズ 高壓過電流の保護に遮斷器の代りに用いるもので普通筒形の絶縁筒の中に可熔金屬線を入れる。遮斷能力はその筒の中に石英砂等を入れることにより高壓ガスをつくることで與える。遮斷器が老朽化している場合、又は遮斷容量の不足している場合に用いると効果がある。

(ロ) 珪素鋼板 鋼板に少量の珪素を混入すればヒステリシス損を減じ、又磁氣抵抗を増すので渦流損も減る。然し餘り多量になると脆くなり加工が困難となる。珪素含有量 2~3% のものを低珪素鋼板と云い回轉機に、又 3~5% のものを高珪素鋼板と云い普通變壓器に用いられる。尙厚さは 0.35 mm~0.72 mm である。

(ハ) ポットモーター 紡績工場特に人造絹糸紡績に於いて用いられる 30~100 W 程度の高速度小型電動機である。二極全密閉堅軸三相籠形電動機で 130~140 程度で運轉される。特徴としては高速度の上軸端に大きなポットを有するので、そのストレスを弱め軸受に加わる力を軽減するため軸受に特種の方法が施されて居る。

(ニ) ワードレオナード方式 直流電動機速度制御に用いられる一

第 1 圖



方式で電機子に加わる電圧を調整して速度を廣範圍に滑らかに制御することが出来る。制御能率はよいが設備費が多額となる。圖はこの一例で M が主電動機、G は發電機、IM は G 用電動機、Ex は勵磁機である。G の電圧を調整することに依り速度は制御され、又 G の勵磁を逆にして逆回転をさせることも出来る。

配電 III

(1) 一線の抵抗 0.5Ω の低圧単相配電線に供給する柱上變壓器があつて、その二次端子電圧は 105 V (不變) とする。

(イ) その配電線の末端に 100 V 600 W の電熱器一箇を接続した場合の電熱器の端子電圧及び配電線内の電力損失を求めよ。

(ロ) 電熱器の端子電圧を 90 V 以下に下げないためには更に電熱器を何箇使用出来るか。又その場合配電線内の電力損失は (イ) の場合に比し何倍となるか。

(解) (イ) 求める電熱器の端子電圧を V_t とする。電熱器の抵抗を R とすれば、

$$R = 100 + \frac{600}{100} = 100/6 \text{ オーム}$$

$$\text{その電流は } I = V_t + 100/6 = \frac{6V_t}{100}$$

この値は問題の範圍内では變化しないものとすればこの電流に依る配電線の電壓降下と V_t との和は變壓器の二次端子電圧 105 V である。

従つて

$$105 = V_t + \frac{6V_t}{100} \times 0.5 \times 2 = V_t \frac{106}{100}$$

$$\therefore V_t = \frac{105}{106} \times 100 \approx 99 \text{ V}$$

次に求める配電線内の電力損失を P_1 とすれば

$$P_1 = I^2 \times 0.5 \times 2 = \left(\frac{6 \times V_t}{100} \right)^2 = \left(6 \times \frac{105}{106} \right)^2 = 35.3 \text{ ワット}$$

(ロ) 使用し得る電熱器の個数を n とし、その端子電圧を 90 V とすれば線路電流 I_0 は

$$I_0 = \left(90 \div \frac{100}{6} \right) \times n = \frac{90 \times 6}{100} \times n$$

この I_0 に依る配電線内の電圧降下が $105 - 90 = 15 \text{ V}$ 以下であればよい。従つて次式が出来る。

$$15 = I_0 \times 0.5 \times 2 = \frac{90 \times 6}{100} \times n \times 0.5 \times 2$$

$$\therefore n = 15 \times \frac{100}{90 \times 6} \approx 2.8$$

故に更に増加出来る電熱器の個数は 1 で、合計 2 個以上は使用出来ない。

次に上記の電熱器 2 個を使用した時電熱器の端子電圧を V_T とすれば (イ) と同様に次式が出来る。

$$105 = V_T + 2 \times \frac{6 V_T}{100} \times 0.5 \times 2 = V_T \frac{112}{100}$$

$$\therefore V_T = \frac{105}{112} \times 100 \approx 94 \text{ V}$$

その時の線路電流は

$$\left(94 + \frac{100}{6}\right) \times 2 = \frac{2 \times 94 \times 6}{100} \approx 11.3 \text{ A}$$

従つて配電線内の電力損失を P_2 とすれば

$$P_2 = (11.3)^2 \times 0.5 \times 2 \approx 125 \text{ ワット}$$

(イ) に対する割合は $\frac{P_2}{P_1} = \frac{125}{35.3} \approx 3.6$ 倍である。

(2) 22,000 V 60 サイクル一回線の三相地中送電線の無負荷充電容量を計算せよ。但し送電線の互長は 15 km とし、一線 1 km 當りの静電容量を $0.5 \mu\text{F}$ とする。

(解) 送電線互長 15 km に対する一線當りの静電容量 C は

$$C = 0.5 \times 10^{-6} \times 15 = 7.5 \times 10^{-6} \text{ F}$$

一線當り容量リアクタンスは $1/\omega C$ 、但し $\omega = 2\pi f$ 、線路の充電電流を I_c 、線間電圧を V とすれば、

$$I_c = \frac{V}{\sqrt{3}} \times \omega C = \frac{22000}{\sqrt{3}} \times 2\pi \times 60 \times 7.5 \times 10^{-6} \approx 36 \text{ A}$$

故に求むる三相分の充電容量 Q は

$$Q = \sqrt{3} V I_c \times \frac{1}{1000} = \sqrt{3} \times 22000 \times \frac{22000}{\sqrt{3}} \times 2\pi \times 60 \times 7.5 \times 10^{-6} \times \frac{1}{1000} = 1368 \text{ kVA}$$

(3) (イ) 屋内において低圧電線が造管材を貫通する部分においてはどんな工事をせねばならぬか。

(ロ) 接続引込線の施設制限について述べよ。

(解) (イ) 金属管工事、ファイバー管工事に依る場合を除く外之を充分な長さの碍管内に藏めなければならない。但し乾燥した場所で工事上已むを得ない時はゴム管又はゴムテープで代用できる。この場合には、堅緻なる木材又は竹材の碍管でもよい。

(ロ) 接続引込線は屋内を通過せず、引込線より分岐する點から 100 米を超える地域に亘り施設することは出来ない。又幅員 3 米を超える道路の横断も出来ない。

(4) 次の術語について簡単に説明せよ。

(イ) キャブタイヤケーブル (ロ) 注入柱 (ハ) 負荷率

(ニ) 送電線の架空地線 (ホ) 端電池

(解) (イ) ゴム絶縁電線を耐水、耐酸、耐アルカリ、耐油性のある強靱な特殊ゴム混和物の被覆 (これをキャブタイヤ・シースと云う) をしたもので、通例圓筒形に仕上げられたものが多い。

(ロ) 木柱の耐久度を増す爲に、クレオソート、又は丹礬 (硫酸銅) の様な防腐劑を注入したもので、クレオソート注入のものは體裁が劣るが、耐久度は硫酸銅注入のものよりも勝る。尙防腐劑を注入しないものに對して 2 倍程度の壽命がある。

(ハ) 或る期間中の平均負荷と最大負荷との比を負荷率と云い、普通これを百分率で表わす。即ち $\frac{\text{或る期間中の負荷の平均電力}}{\text{同期間中の負荷の最大電力}} \times 100(\%)$ 又その期間に應じて、日負荷率、月負荷率、年負荷率等に分けられる。尙その適用する負荷に應じて、變壓器、需用家群、變電所又は發電所等

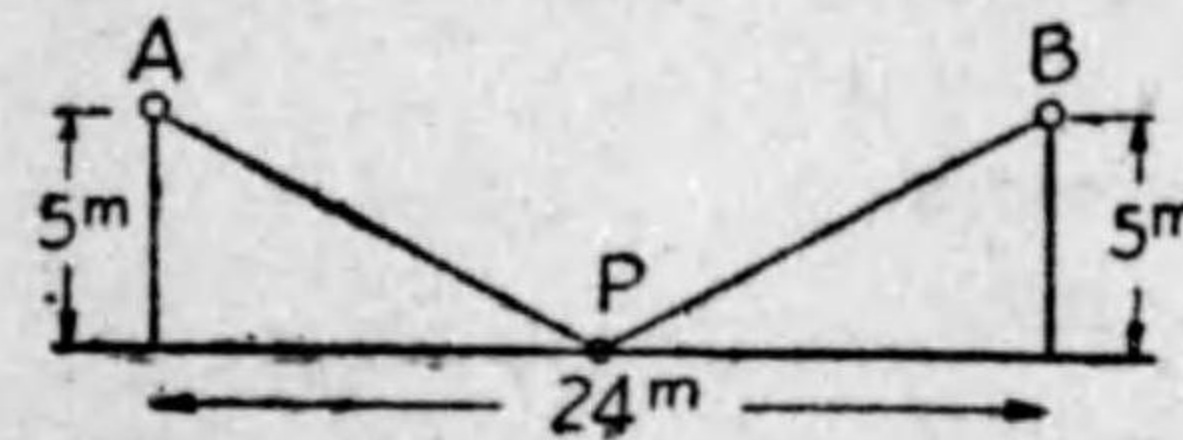
の各々の負荷について負荷率が考えられる。

(ニ) 雷の送電線に対する誘導電圧を軽減し、又直撃を防禦する目的で送電線導體の上方に施設した導體である。鐵塔等に直接に連結して接地状態に置かねばならぬ。必ずしも送電線全線に互つて施設する必要はないが、雷の特に多い地域及び變電所の附近に施設し、其の數も一本よりは二本、三本の方が有效である。

(ホ) 電池の電圧は充電又は放電の状態に応じて、1.70~2.95Vの範囲内で變化する。従て、電池の端子電圧を一定に保持するため、その起電力の大小に応じて、電池の直列個數を變化せしめねばならない。この場合電池の起電力が最低の場合にこれを直列にして所要の電源が得られる様な個數を備えて置いて、起電力の大なる時はこれを端電池開閉器によつて直列群から除き得る様にした電池を端電池と云う。

照 明 III

(1) 圖のように高さ 5m の街燈 A, B を 24m の間隔につけ、その中央の P 點で照度計を A に向けて測つた法線照度が 1lx, B に向けて測つた法線照度が 0.8lx であつた。P 點の水平面照度はいくらか。



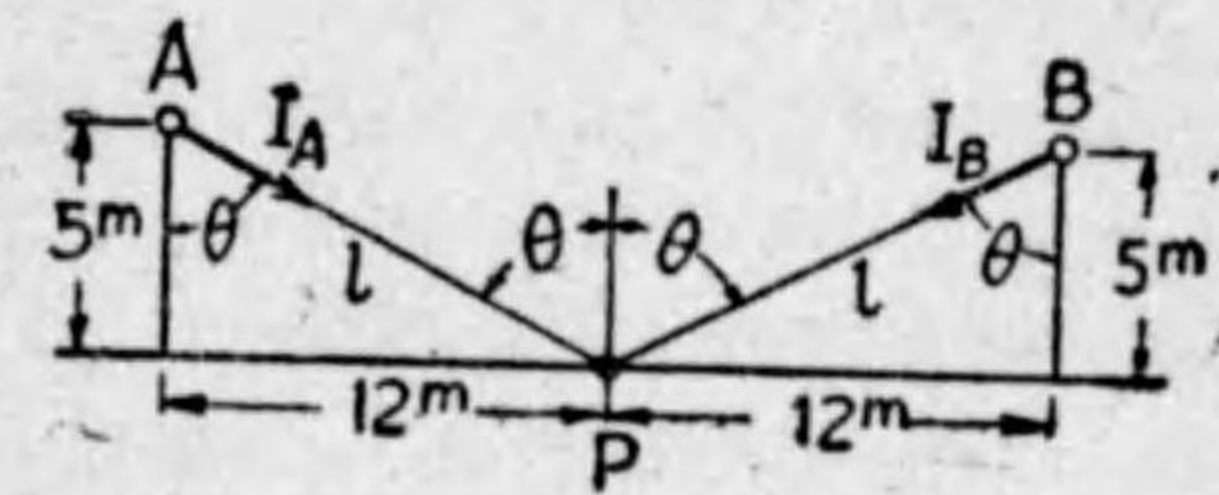
第 1 圖

つて、その中央の P 點で照度計を A に向けて測つた法線照度が 1lx, B に向けて測つた法線照度が 0.8lx であつた。P 點の水平面照度はいくらか。

面照度はいくらか。

(解) 街燈の光源 A, B の P 點に向う光度を夫々 $I_A(c)$, $I_B(c)$, とし、光源から P 點迄の距離を l m とすれば、光源 A, B による P 點の法線照度は夫々次のような關係がある。

第 2 圖



$$\text{即ち } \frac{I_A}{l^2} = 1 \text{ lx} \quad \frac{I_B}{l^2} = 0.8 \text{ lx}$$

従つて P 點に於ける水平面照度 (E_p) は、

$$E_p = \frac{I_A}{l^2} \cos \theta + \frac{I_B}{l^2} \cos \theta$$

然るに、P 點の入射角を θ とすれば、

$$\cos \theta = \frac{5}{l} = \frac{5}{\sqrt{12^2 + 5^2}} = \frac{5}{13}$$

∴ P 點の水平面照度 E_p は、

$$E_p = \left(\frac{I_A}{l^2} + \frac{I_B}{l^2} \right) \cos \theta = (1 + 0.8) \times \frac{5}{13} = 0.69 \approx 0.71 \text{ lx}$$

(2) 電氣冷凍機につき説明せよ。

(解) 原理とするところは、液化し易いガスを壓縮冷却したものを膨脹せしめ、蒸發した際 その周圍から氣化熱を奪つて冷却する作用を應

用したものである。

これに使用するガス(冷媒)には、アンモニア(NH₃)、炭酸ガス(CO₂)、亜硫酸ガス(SO₂)、フレオン(CCl₂F₅)、及びメチルクロライド(CH₃Cl)等であるが、大規模冷凍機では、アンモニアが最も能率がよい。炭酸ガスはホテル等、亜硫酸ガスは主として小規模商業用及び家庭用、メチルクロライドは冷房用等に使用されている。

ガスの壓縮法は、電動機で壓縮機を運轉し、機械的に壓縮液化する方法が工業的に廣く用いられている(他に吸収法と云つて、冷媒を電熱等で熱し、その發生するガスを凝縮器に集め、液化する方法もある)。

構造は圖に示す如く、壓縮機は先ずガス状の冷媒を常溫にまで壓縮冷却すれば凝縮液化する。冷却は復水器で行い、この液化した冷媒を膨脹弁を通じて膨脹管に入れる。この管内は低壓力であるから冷媒は蒸發し、膨脹管の周圍から盛んに熱を吸收し、冷凍作用を営むので、この部分を冷凍を行うべき場所(例えば製氷槽等)に導く。

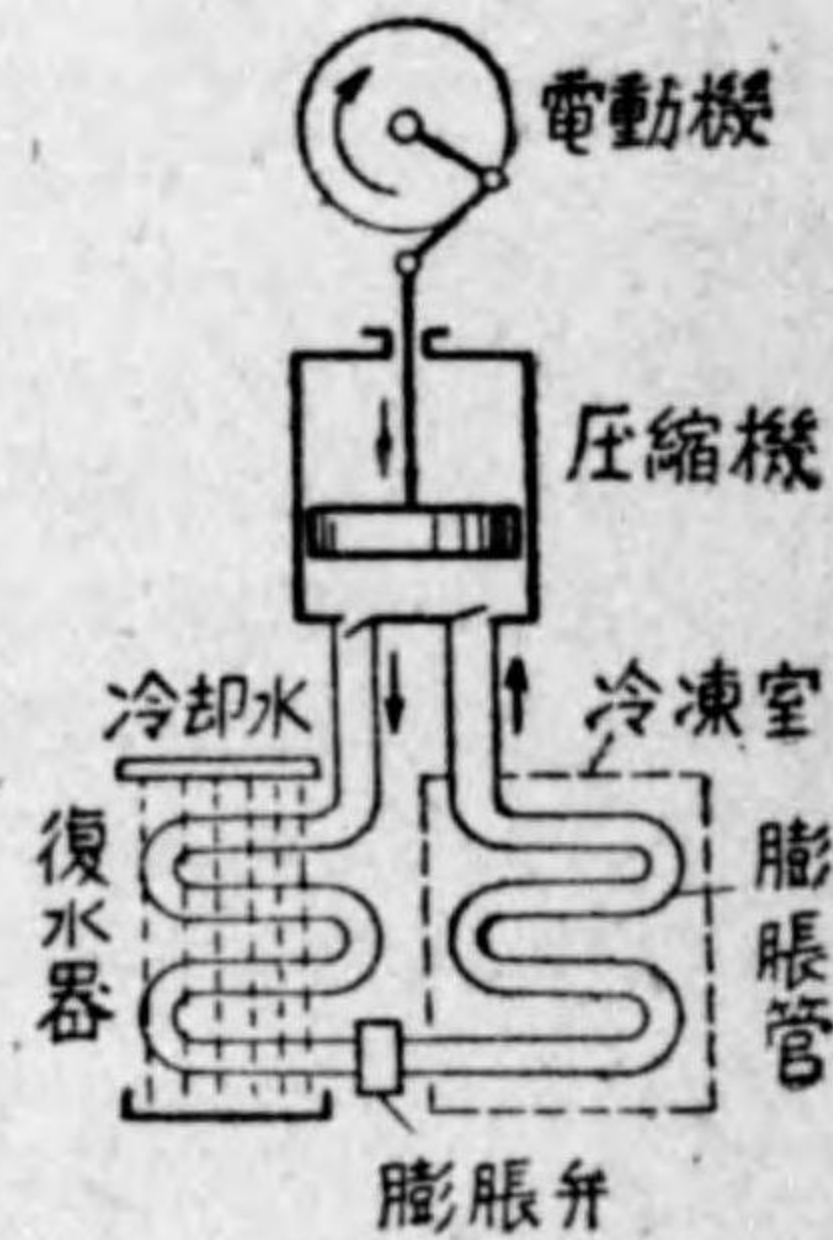
壓縮機用電動機は、一般に 75 HP 未満のものは誘導電動機のベルト運轉、75 HP 以上のものは同期電動機の直結運轉である。

(3) 下記につき答えよ。

- (イ) 太陽の色溫度(°K)
- (ロ) ガス入 60 W 電球のフィラメント(織條)の色溫度(°K)
- (ハ) 鐵クロム電熱線の實用上の最高使用溫度(°C)
- (ニ) 電氣アイロンの底の最適溫度(°C)
- (ホ) 甘藷貯藏の最適溫度(°C)

(イ) 6500 °K (ロ) 2700 °K (ハ) 800 °C (ニ) 150 °C (ホ) 13°~20 °C

第 3 圖



發電 III

(1) 水力發電所の取水口から水車までの間において土砂塵芥等を除去するには如何なる装置を設けるか。

(解) 水力發電所において土砂塵芥等の流入を減ずるために取水口において充分の注意が拂われるが、然しながら土砂塵芥の流入を全然防止することは出来ないので水路工作物に對し流入した土砂塵芥等を除去し水壓管への流入を防ぐために次の様な装置を設ける。

(イ) 洗砂地 土砂を排除する池で取水口及び水路中適當の所に設ける。水速 0.15 m/秒、水の通過時間 5~10 分に設計し、底面は適當の傾斜をつけ、砂溜と土砂吐門とを設ける。

(ロ) 水槽 水路の末端に設けた水溜であり發電所に要する水量を調整したり、土砂を沈澱させ又浮遊物を除去する。必要設備は水門塵除金物、土砂吐、餘水吐、餘水路で、水槽内の水速は 0.3 m/秒、面積は土地の狀況、瞬時的負荷變動、許し得べき水位の變動等より定める。水槽の隅角はなるべく丸みをつけておく。

(2) 水力發電所と火力發電所とによつて需用端において最大電力 10,000 kW、年負荷率 70% の負荷に對し供給するものとする。水力發電所の出力 10,000 kW、年利用率 60% とすれば火力發電所における石炭所要量は年何噸となるか。但し水力發電所から需用端までの送電損失を 10%、火力發電所からの送電損失を無視し、火力發電所の石炭消費量を 1.3 kg kWh とする。

(解) 最大需用 10,000 kW、年負荷率 70%、1 ケ年は 8,760 時間であるから

$$1 \text{ ケ年間需用電力量} = 10,000 \times 0.7 \times 8,760 = 61,320,000 \text{ kWh}$$

水力發電所の出力 10,000 kW、年利用率 60%、送電損失 10% であるから

$$\text{水力發電による需用端 1 ケ年間電力量} = 10,000 \times 8,760 \times 0.6$$

$$\times (1-0.1) = 47,304,000 \text{ kWh}$$

$$\text{火力発電所が補給せねばならぬ 1 ケ年間電力量} = 61,320,000$$

$$- 47,304,000 = 14,016,000 \text{ kWh}$$

故に

$$\text{火力発電所における年石炭所要量} = 14,016,000 \times \frac{1.3}{1000}$$

$$= 18,220.8 \text{ 吨}$$

(3) 自動水力発電所の出力調整方法 3 種を挙げて説明せよ

(解) 自動水力発電所の運轉に際しては水を無駄にすることなく、且つ又負荷の変動によく對應する様に心掛けねばならぬ。斯くの如き出力調整の對照となる要素は水量と負荷であつて、一般に水量、水位、水車の速度、周波數及び電力等である。

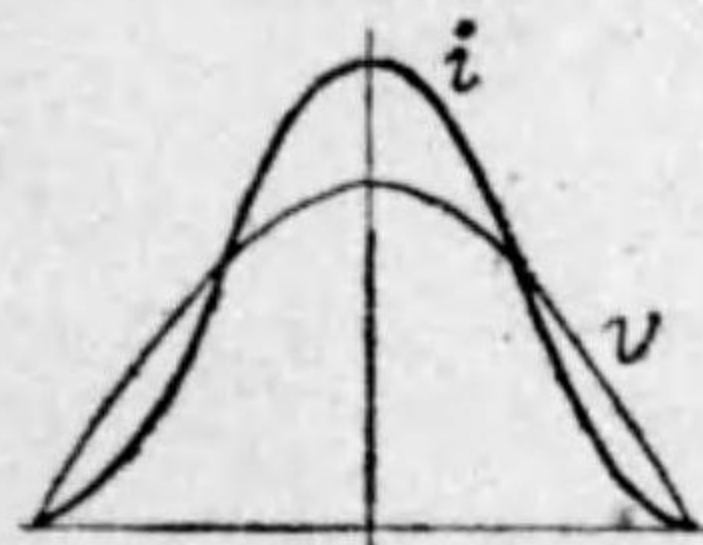
(イ) 水車調速機に適當な出力制限装置を附し、一定出力で運轉する方式。これは取水量の変動が少いか、又は負荷の変動を豫期し得る場合に限り使用せられ、その使用は一般に小容量発電所に限られている。

(ロ) 水槽水位により働く自動水位調整機を水車の調速機に取りつけて水量に相當する負荷をとらしむる方式。現今廣く用いられている方式であつて、自動水位調整機には色々のものが工夫されている。

(ハ) 親発電所又は制御所から制御線によつて調整機の出力調整用の電動機又は自動水位調整機用電動機を動かして遠方制御する方式が遠方監視制御方式で発電所に廣く用いられる。

第二種・一次

第 1 圖



(1) 圖のような波形の交流電圧(v) 電流(i)がある。その平均電力及び力率を求めよ。

$$\text{但し, } v = V \sin \omega t$$

$$i = I \left(\sin \omega t - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin 3\omega t \right)$$

(解) (1) 歪波の平均電力は、歪波電圧(v)と歪波電流(i)との同次調波間に於てのみ生ずる。本間に於ける同次調波は、 $V \sin \omega t$ なる電圧と、これと同相の $I \sin \omega t$ なる基本波電流だけである。故に、

$$\text{平均電力} = \frac{V}{\sqrt{2}} \times \frac{I}{\sqrt{2}} = \frac{VI}{2}$$

次に、歪波電圧と、電流間の力率は、

$$\text{力率} = \frac{\text{平均電力}}{\text{皮相電力}}$$

又、皮相電力 = (歪波電圧の實効値) × (歪波電流の實効値)

と定義されている。

歪波交流の實効値は、各周波の實効値の自乗の和の平方根に等しい。

故に、歪波電圧の實効値 = $V/\sqrt{2}$

$$\text{歪波電流の實効値} = I \sqrt{1 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right)^2} / \sqrt{2}$$

従て、

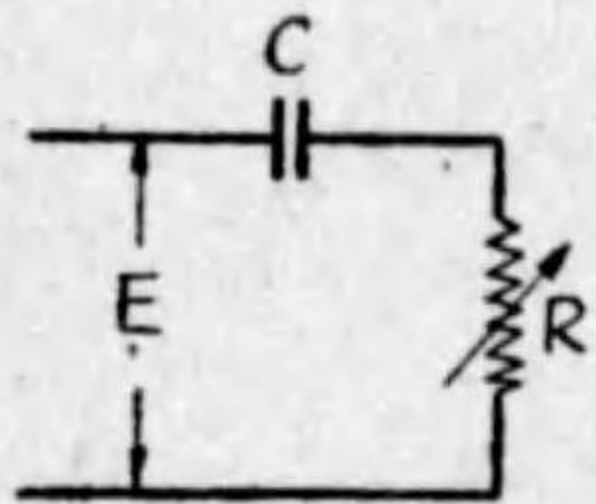
$$\begin{aligned} \text{力率} &= \frac{VI}{2} / \left(\frac{V}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right)^2} \right) \\ &= \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866 \end{aligned}$$

即ち、平均電力 = $VI/2$ 、力率 = 86.6%

(参考)

$$\begin{aligned} \text{平均電力 } P &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V \sin \omega t \cdot I \left(\sin \omega t - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin 3\omega t \right) dt \\ &= \frac{VI}{2\pi} \left[\frac{t}{2} - \frac{1}{4\omega} \sin 2\omega t - \frac{1}{2\sqrt{3}} \left(\frac{1}{2\omega} \sin 2\omega t - \frac{1}{4\omega} \sin 4\omega t \right) \right]_0^{2\pi} \\ &= \frac{VI}{2} \left[\frac{1}{2} (2\pi - 0) - 0 - \frac{1}{2\sqrt{3}} (0 - 0) \right] = \frac{VI}{2} \end{aligned}$$

第 2 圖 (2) 圖のような 50 サイクルの交流回路で、抵抗 R を変化するとき、抵抗中に消費される最大電力を求めよ。



但し、 $E=100$ ボルト、 $C=100 \mu F$ とする。

(解) R に流れる電流を I とすれば、

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

故に、 R に消費される電力 P は、

$$\begin{aligned} P = IR^2 &= \frac{E^2 R}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \\ &= \frac{E^2}{R + \frac{1}{R} \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \end{aligned}$$

P が最大となるためには、上式の分母が最小となる必要がある。然るに 分母の二つの項の積は $\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2$ となり一定値となるから、二つの項が相等しい時 P が最大である。

即ち、 $R = \frac{1}{R} \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2$ 或は、 $R = \frac{1}{\omega C}$

この関係を P の式中に代入すれば、

$$P = \frac{E^2}{\frac{1}{\omega C} + \omega C \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = \frac{1}{2} \omega C E^2$$

與えられた数値 $E=100$ 、 $C=100 \times 10^{-6}$ 、 $f=50$ を代入して

$$P = \frac{1}{2} (2\pi \times 50) \times 100 \times 10^{-6} \times 100^2 = 50\pi = 157 \text{ ワット}$$

(3) (イ) 電動機が毎分 N 回転するとき P kW、効率が η であるとする。トルク (kg-m) はいくらか。

但し、1kg の力 = 9.8×10^5 ダイーンとする。

(ロ) 慣性モーメント T kg-m² のはずみ車の速度が毎分 N_1 回転から N_2 回転まで降下するとき放出されるエネルギー (ジュール) はいくらか。

(解) (イ) 電動機の出力 = (効率) × (入力) であるから、

$$\text{出力} = \eta \cdot P \text{ kW} \dots\dots\dots (1)$$

又、1kg の力 = 9.8×10^5 ダイーンと與えられているから、

$$1 \text{ kg-m の仕事量} = 9.8 \times 10^5 \times 100 \text{ ダイーン} = 9.8 \text{ ジュール}$$

に相當する。

又、トルクを τ 、角速度を ω とすれば、

$$\omega = 2\pi N / 60 \text{ ラジアン毎秒}$$

故に、電動機の出力は、

$$\text{出力} = 9.8 \omega \tau \text{ ジュール毎秒} = 9.8 \left(\frac{2\pi N}{60}\right) \tau \times 10^{-3} \text{ kW} \dots\dots (2)$$

(1)、(2) 兩式を相等しいとおいて、 τ を求めると、

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{60}{2\pi \times 9.8} \frac{\eta P}{N} \times 10^3 \\ &= \frac{973 \eta P}{N} \text{ kg-m} \end{aligned}$$

(ロ) N_1 回転の時、はずみ車の有する運動エネルギー K_1 は、

$$K_1 = \frac{1}{2} T \omega_1^2 \text{ kg-m} = \frac{1}{2} \times 9.8 T \left(\frac{2\pi N_1}{60}\right)^2 \text{ ジュール}$$

又 N_2 回轉の時の運動エネルギー K_2 は、

$$K_2 = \frac{1}{2} T \omega_2^2 \text{ kg-m} = \frac{1}{2} \times 9.8 T \left(\frac{2\pi N_2}{60} \right)^2 \text{ ジュール}$$

上式中の ω_1, ω_2 は、 N_1, N_2 回轉の時の角速度である。

従て、 N_1 から N_2 まで降下する間に放出されるエネルギー K は、

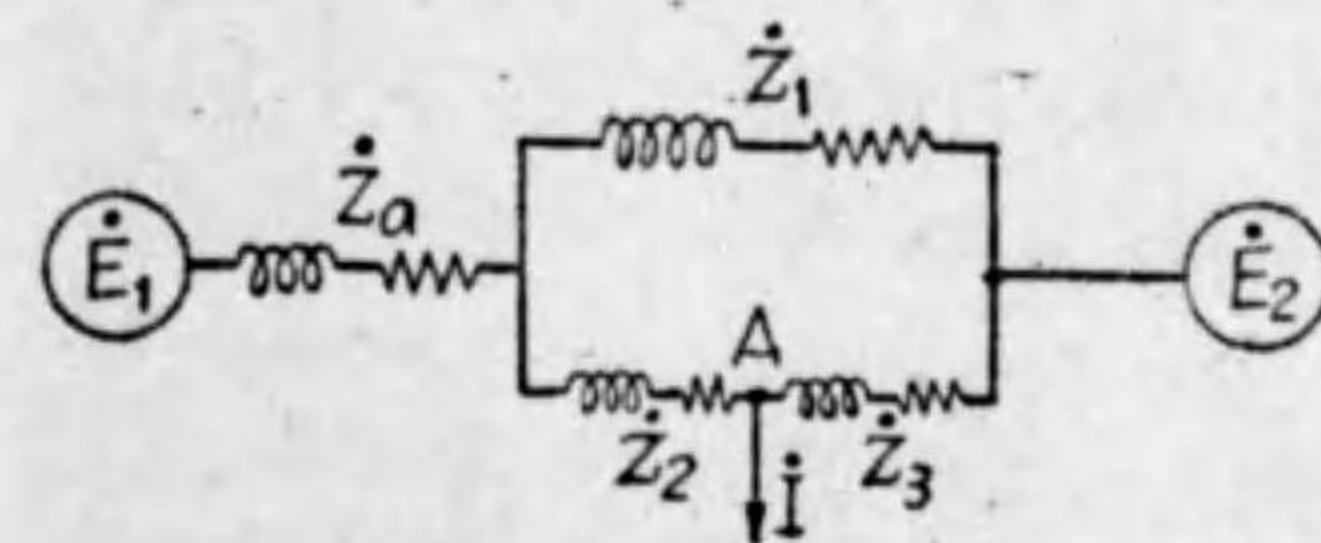
$$K = K_1 - K_2 = \frac{1}{2} \times 9.8 T \left(\frac{2\pi}{60} \right)^2 (N_1^2 - N_2^2)$$

$$= 0.053 T (N_1^2 - N_2^2) \text{ ジュール}$$

測定 II

(1) 圖のようなインピーダンス Z_a, Z_1, Z_2 及び Z_3 で接

第 1 圖

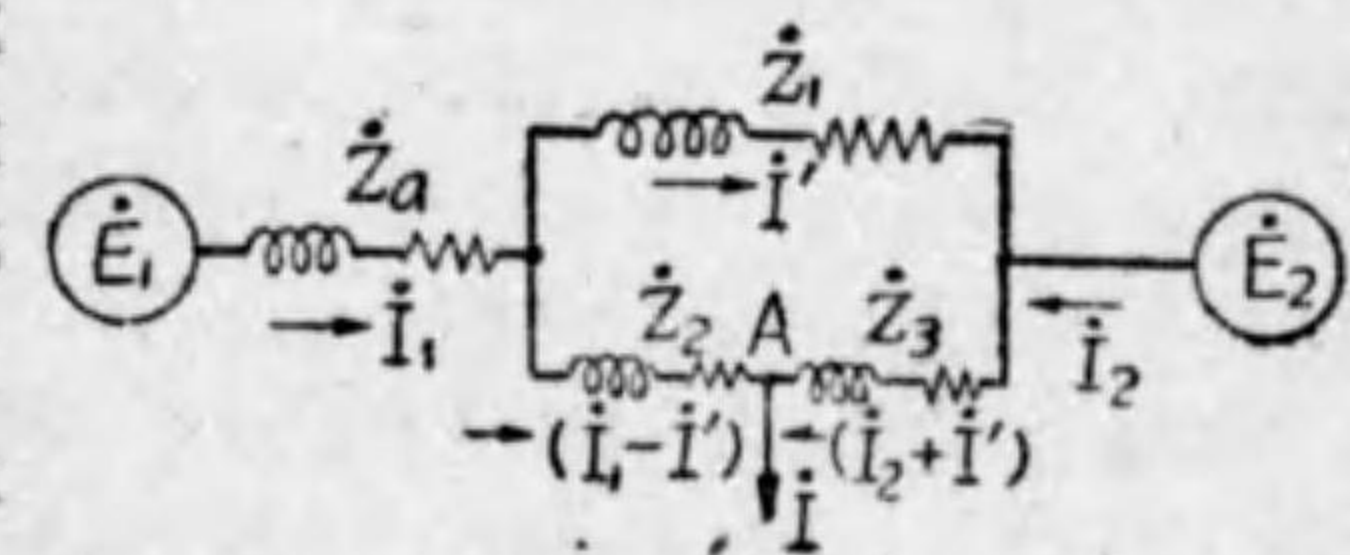


續された回路の両端に電源 E_1 及び E_2 がある。 Z_2 と Z_3 との中間 A 点から電流 i を分岐している。此の場合両端の電源が負擔す

第 2 圖

る各々の電流を求めよ。

(解) 兩電源から出る電流を i_1, i_2 とし Z_1 中の電流を i' とすれば、回路各部の電流分布は第 2 圖のようになる。従つて次式が成立する。すなわち



$$i_1 Z_a + i' Z_1 = E_1 - E_2 \dots\dots\dots (1)$$

$$(i_1 - i') Z_2 - (i_2 + i') Z_3 - i' Z_1 = 0 \dots\dots\dots (2)$$

(2) 式を整理

$$i_1 Z_2 - i_2 Z_3 - i' (Z_1 + Z_2 + Z_3) = 0$$

然るに

$$i_1 + i_2 = i \dots\dots\dots (3)$$

$$\therefore i_1 (Z_2 + Z_3) - i' (Z_1 + Z_2 + Z_3) = i Z_3 \dots\dots\dots (4)$$

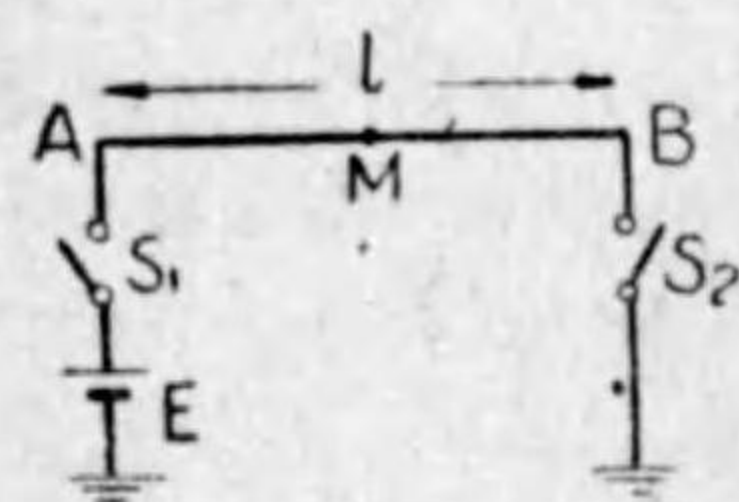
(1), (4) の二式から

$$i_1 = \frac{i Z_1 Z_3 + (E_1 - E_2) (Z_1 + Z_2 + Z_3)}{Z_1 (Z_2 + Z_3) + Z_a (Z_1 + Z_2 + Z_3)}$$

従つて

$$i_2 = i - i_1 = \frac{i [Z_1 Z_2 + Z_a (Z_1 + Z_2 + Z_3)] + (E_1 - E_2) (Z_1 + Z_2 + Z_3)}{Z_1 (Z_2 + Z_3) + Z_a (Z_1 + Z_2 + Z_3)}$$

(2) 圖のような送電線がある。開閉器 S_1 を閉じ E 電圧を加えた場合の中間点 M における電位の時間的變化を開閉器 S_2 を開いた場合と閉じた場合の二つの場合について圖示せよ。但し送電線の全長を l 、進行波の進行速度を v とし、送電線の損失並に電源の内部インピーダンスは無視するものとする。

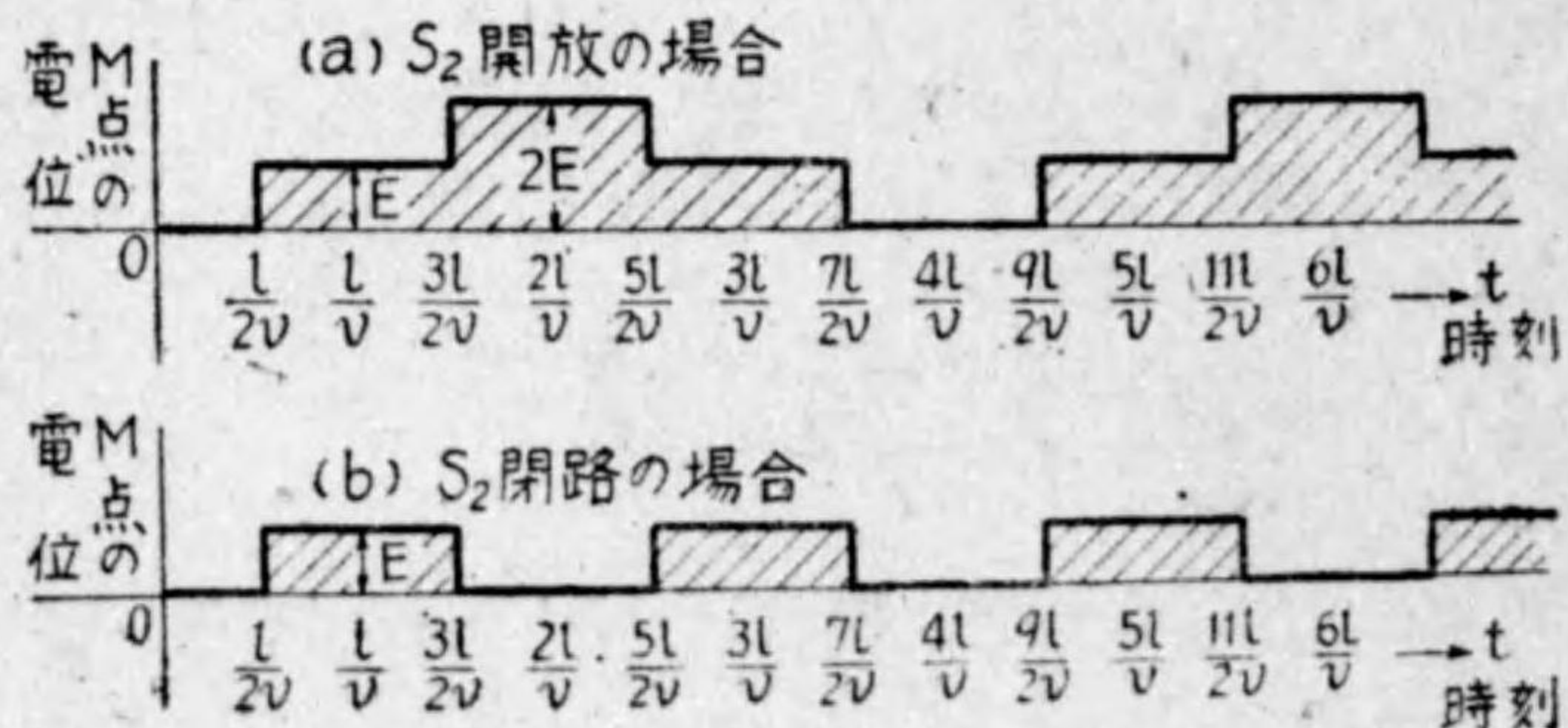


無視するものとする。

[解] 送電線は無損失と見做すから電位の進行波は波形波高を変えずに傳播し兩端で反射される。この際電位進行波の反射においては、線路の開放端では入來波と同位相の波(同符號の波)が反射され、短絡端(接地端)では反對位相(逆符號の波)が反射される。電源側に到達したときはその内部インピーダンスが零で且つ接地されているから短絡端(接地端)におけると同じ反射になる。

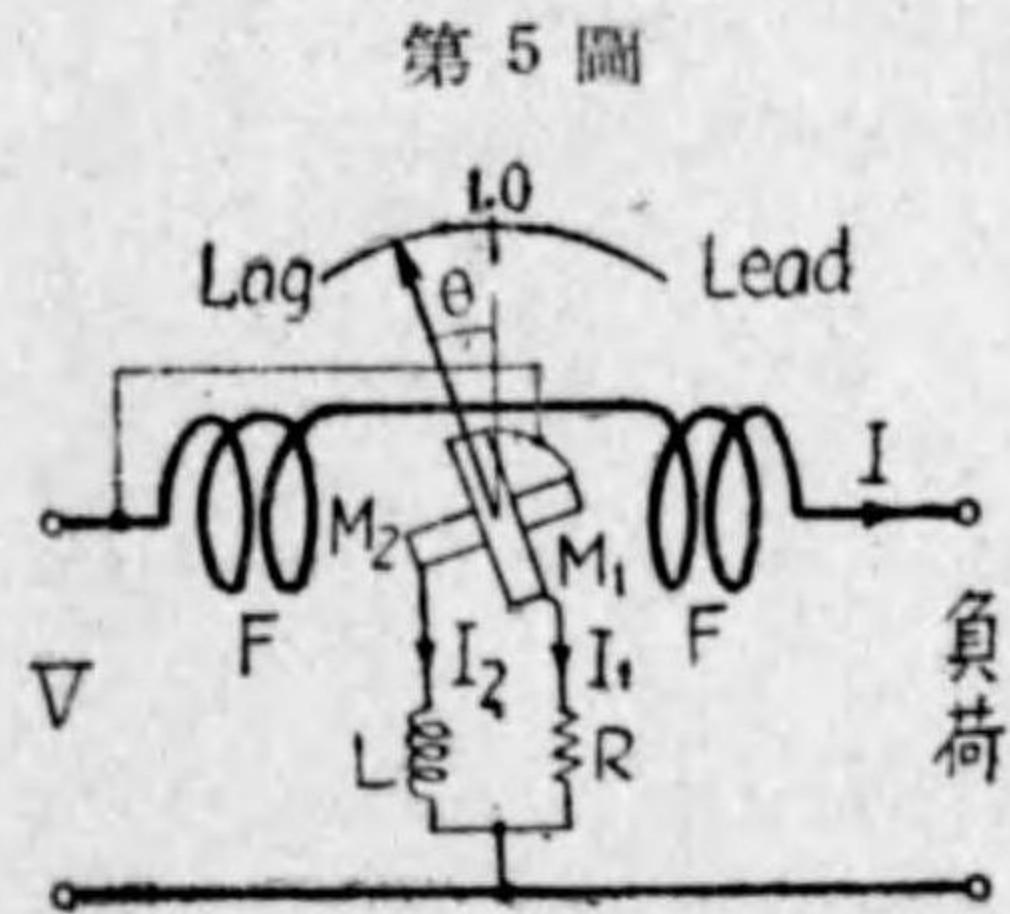
開閉器 S_1 を投入した瞬時から波高 E の矩形進行波が v なる速度で線路上を傳播し、兩端に到達して上述の法則に従つて反射せられたものが累加して行くから、中央点 M の電位はいつ迄も一定値に達することなく第 4 圖 (a) 及び (b) に示す如き周期的變化となることは明かである。

第 4 圖



(3) 交叉線輪型力率計の原理を説明せよ。

(解) (a) 構造 單相力率計を例として説明しよう。圖において F



は固定線輪でこれに負荷電流 I を通じ M_1, M_2 は可動線輪で、互に直角に交叉して同一軸に取付けて、 M_1 には R なる無誘導抵抗を、 M_2 には L なるインダクタンスの大なる電流線輪を夫々直列にしてこれらは並列に接続されて電圧 V を受ける。従つて、丁度 F と M_1 とで電力計の作用を、 F と M_2 とで無効電力計の作用をさせた組合せになつていて、普通の指示計器におけるような制御バネは取付けてない。

(b) 動作 今負荷力率を $\cos \phi$ (遅れ) とすると、指針の傾斜従つて、 M_1 の傾斜が F コイルの軸に直角の位置から θ 角をなしているとする

と、 M_1 回路の電流 I_1 は電圧 V と同相、 M_2 回路の電流 I_2 は電圧 V から 90° 遅れている。従つて、 F, M_1 の電流力 f_1 は $II_1 \cos \phi$ に比例し、トルク τ_1 は時計式方向で、

$$\tau_1 = k II_1 \cos \phi \times \sin \theta$$

又 F, M_2 の電流力 f_2 は $II_2 \cos (90^\circ - \phi) = II_2 \sin \phi$ に比例し、そのトルク τ_2 は反時計式方向に、

$$\tau_2 = k II_2 \sin \phi \sin \theta (90^\circ - \theta) = k II_2 \sin \phi \cos \theta$$

しかして、指針は θ の位置で静止しているときは、

$$\tau_1 = \tau_2$$

である。故に、

$$II_1 \cos \phi \sin \theta = II_2 \sin \phi \cos \theta$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{I_2}{I_1} \tan \phi$$

従つて、 $I_1 = I_2$ に作つてをけば、 $\tan \theta = \tan \phi$

$$\therefore \theta = \phi$$

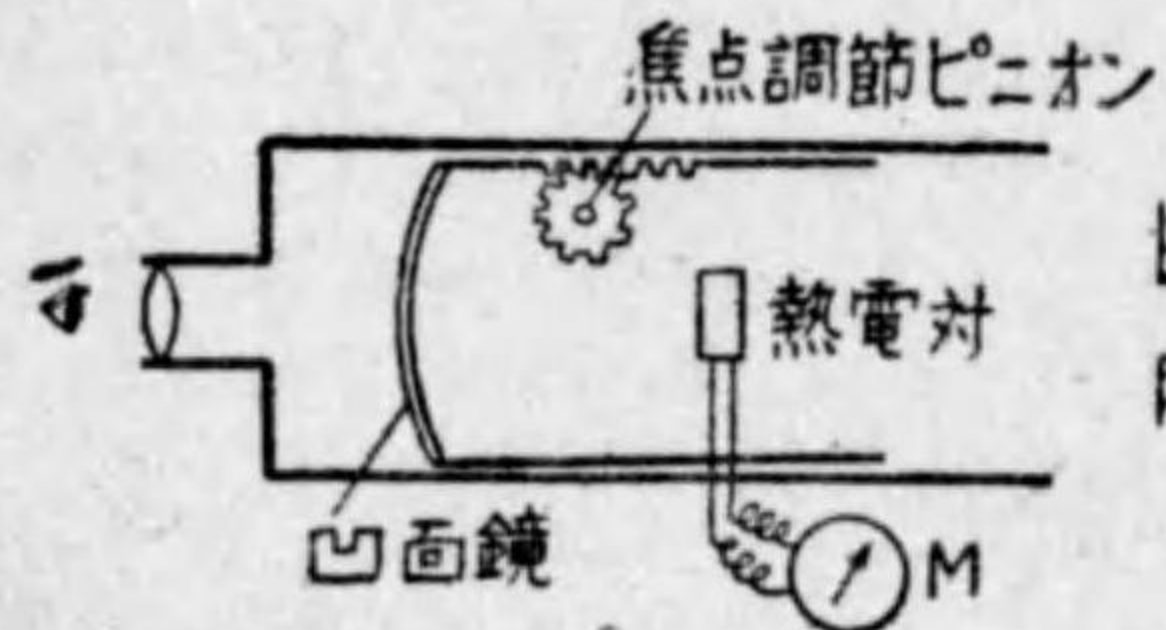
すなわち、指針の傾斜角 θ は負荷の力率角 ϕ に等しくなる。従つて目盛盤上には $\cos \phi$ の値を目盛ることができる譯である。なお負荷力率が進みの場合には、 ϕ の代りに $(-\phi)$ とおいて考えれば、 $\theta = -\phi \therefore \phi = -\theta$ 即ち指針は遅れ力率の場合とは反対に中央より右側に θ だけ振れてその時の進み力率を指示する様になる。

(4) 下記の測定方法を説明せよ。

- (イ) 煙道ガス中の CO_2 含量
- (ロ) 電弧の温度
- (ハ) 水銀整流器槽内の真空度

(解) (イ) 炭酸ガス (CO_2) の熱傳導率は空氣の約 59% であるから、煙道中に熱線を置けば、熱線温度は CO_2 の多い程高くなりその結果、熱線の電氣抵抗は大きくなる。この抵抗の變化をブリッジ法で測定

第 6 圖



することにより CO_2 の含量を測定するのである。

(ロ) 電弧のような高温度 ($3000 \sim 5000^\circ\text{K}$ といわれている) の測定には輻射温度計が用いられる。その一例としてフェリーの反射鏡式高温計

第 7 圖 を示すと、圖のように、ニッケル鍍金された凹面鏡を齒車装置により移動し 高温體 (電弧) の像を熱電對上に結ばせ、その温度上昇に伴う熱起電力を M なる計器で讀んで電弧からの全輻射束 E を測定し $E = \sigma T^4$ から電弧の温度を測定する。

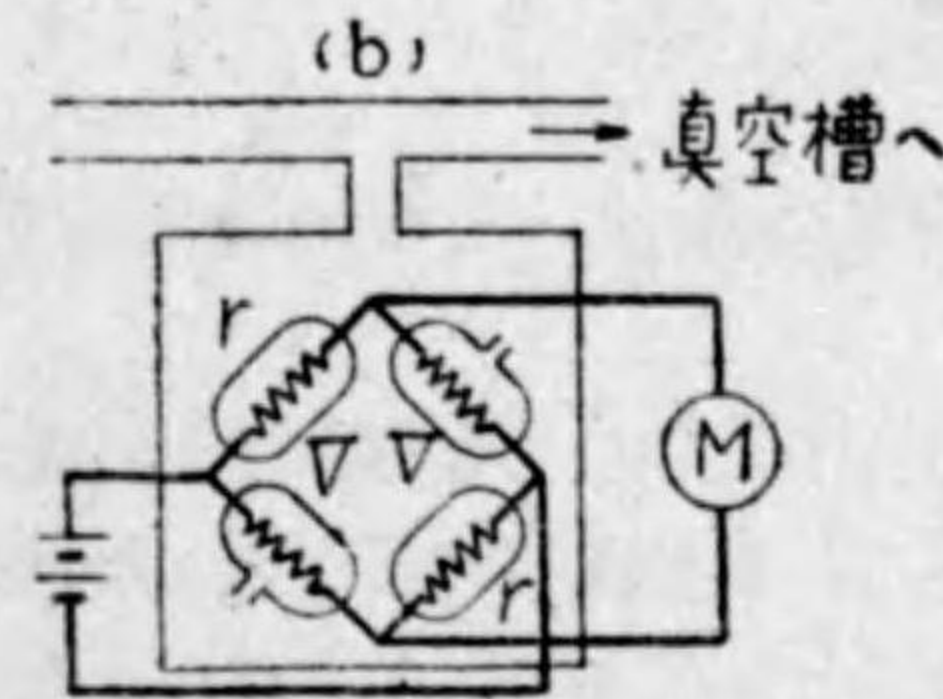


なお、電弧中に炭素探針を挿入し白熱點を作りその輝度を光高温計で測定する方法もある。

(ハ) これにはマクレオド真空計及び熱線真空計を併用している。

(a) マクレオド真空計による測定法を述べると、(a) 圖

第 7 圖



- V 熱線管
- r 補償抵抗管
- M 真空指示器

において V を整流器の真空槽に接続し、ピストン P を水銀中に壓入れ水銀を押上げて B 中のガスを壓縮し、これによつて生ずる水銀柱の高さの差 (h) によつて真空度を讀むのである。

(b) 熱線真空計は、低壓氣體の熱傳導率はその壓力が減少すると急激に減少する理を應用して、(b) 圖のようなブリッジを組んで、ブリッジの不平衡の程度から真空度を測定するのである。

機 械 II

(1) 電気機械の絶縁耐力を試験する場合、その試験法の種類を挙げ目的を説明せよ。

(解) 電気機器が完成した場合又は修理した場合 実際使用開始後において絶縁破壊による事故を生じないよう、実際使用时より過大な電圧を印加し、十分にこれに耐えることを判定するために、標準規程または仕様書に定められた条件で絶縁耐力試験を行う。何れも負荷試験直後の温度の高い状態で行う。その方法としては

1. 常規と同一周波数の高電圧で行う。
2. 変圧器の層間絶縁の判定のような場合には常規より高い周波数の電圧を用いて鉄心の過飽和をさけつゝ行う。
3. 雷に直接さらされる機器については衝撃電圧をもつて試験し、該電圧下の耐圧特性の可否を判定する等の全部又は一部の試験を課す。

何れも試験電圧、試験時間は常規使用電圧に應じ各機別に規程によつて定められている。

交流試験電源としては変圧器の組合せにより得られる場合が多いが、波形の歪を生じないように注意する必要がある。衝撃電圧電源には交流電源より、整流器、蓄電器、抵抗等により定められた波高値、波頭長、波尾長の電圧をもつて行う。

(2) 一次換算全漏洩インピーダンスが $3+j2\Omega$ である定格の等しい二臺の変圧器が並列運転されている。今その内の一臺を一次換算全漏洩インピーダンスが $2+j3\Omega$ である同一定格の変圧器と取り換えたとき、負荷電流を前と同じとすれば各変圧器の電流はどう変化するか。

(解) 全漏洩インピーダンス Z の全く等しい変圧器を 2 臺並列運転する場合は、各器の分擔電流は全負荷電流の $1/2$ である。インピーダンスの相異なる場合は負荷電流をインピーダンス Z の逆比に按分したものが各器の電流となる。

今この変圧器を夫々 A, B とし、その分擔電流を $i_A, i_B, Z_A=3+j2, Z_B=2+j3$, 全負荷電流を i とすれば

$$i_A = i \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} = i \times \frac{2+j3}{5+j5} = i \times \frac{5+j}{10}$$

$$i_B = i \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B} = i \times \frac{3+j2}{5+j5} = i \times \frac{5-j}{10}$$

$$\therefore I_A = |i_A| = |i| \times \frac{\sqrt{26}}{10}$$

$$I_B = |i_B| = |i| \times \frac{\sqrt{26}}{10}$$

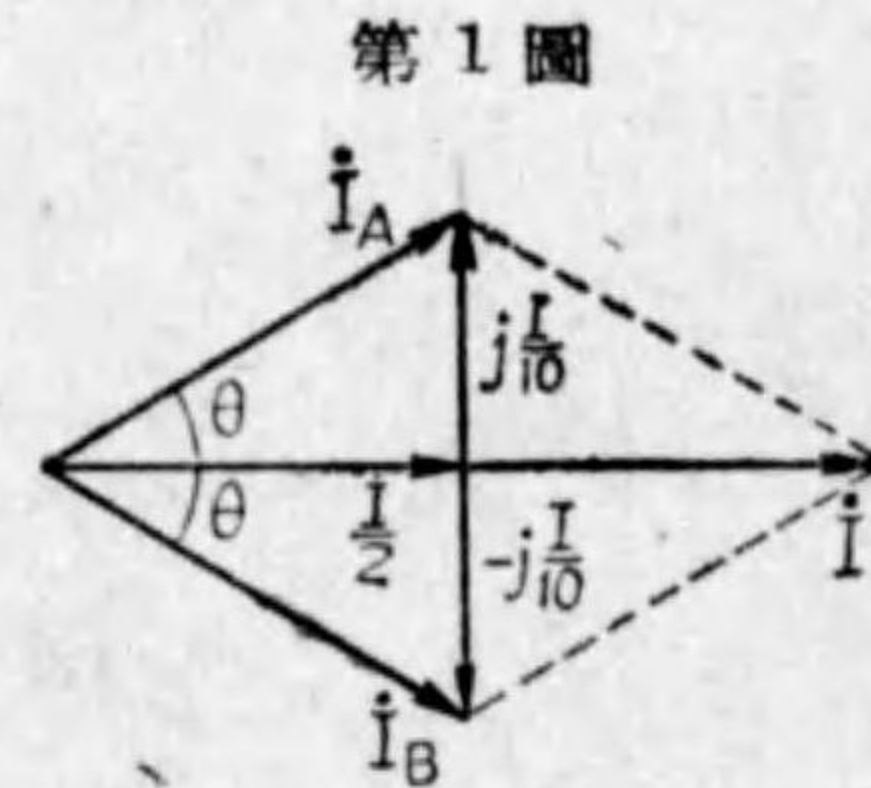
取換以前の I_A, I_B を夫々 I_{A_0}, I_{B_0} とすればこれらは $\frac{I}{2}$ であるから、

$$\frac{I_A}{I_{A_0}} = \frac{\frac{\sqrt{26}}{10}}{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{26}}{5} \approx 1.02$$

$$\text{同様に } \frac{I_B}{I_{B_0}} = \frac{\sqrt{26}}{5} \approx 1.02 \text{ となり兩者}$$

共電流は 2% 増加し、 I_A の位相は負荷

電流 I より $\theta = \tan^{-1} \frac{1}{5}$ だけ進み、 I_B の位相は I より同じく θ だけ遅れる。そのベクトル関係は第 1 圖の如くである。



(3) 次の術語を説明せよ。

- (イ) 巻鉄心変圧器
- (ロ) 電圧脈動率 (水銀整流器の)
- (ハ) 零力率負荷飽和曲線
- (ニ) 分布係数 (交流電機子巻線の)

(解) (イ) 鉄心の構成を短冊型の鋼板を縫合することせず、鋼帯を巻いて鉄心としたもので、所謂つぎ目なし鉄心となるから勵磁電流が減少し、好特性の変圧器を造り得る。また従来行つていた高温壓延をせず、

低温壓延をすることにより磁氣的特性良好の鋼となり、舊規格のものに比し鐵損が少く、能率も良好となる。本器は一部では既に實用されている。

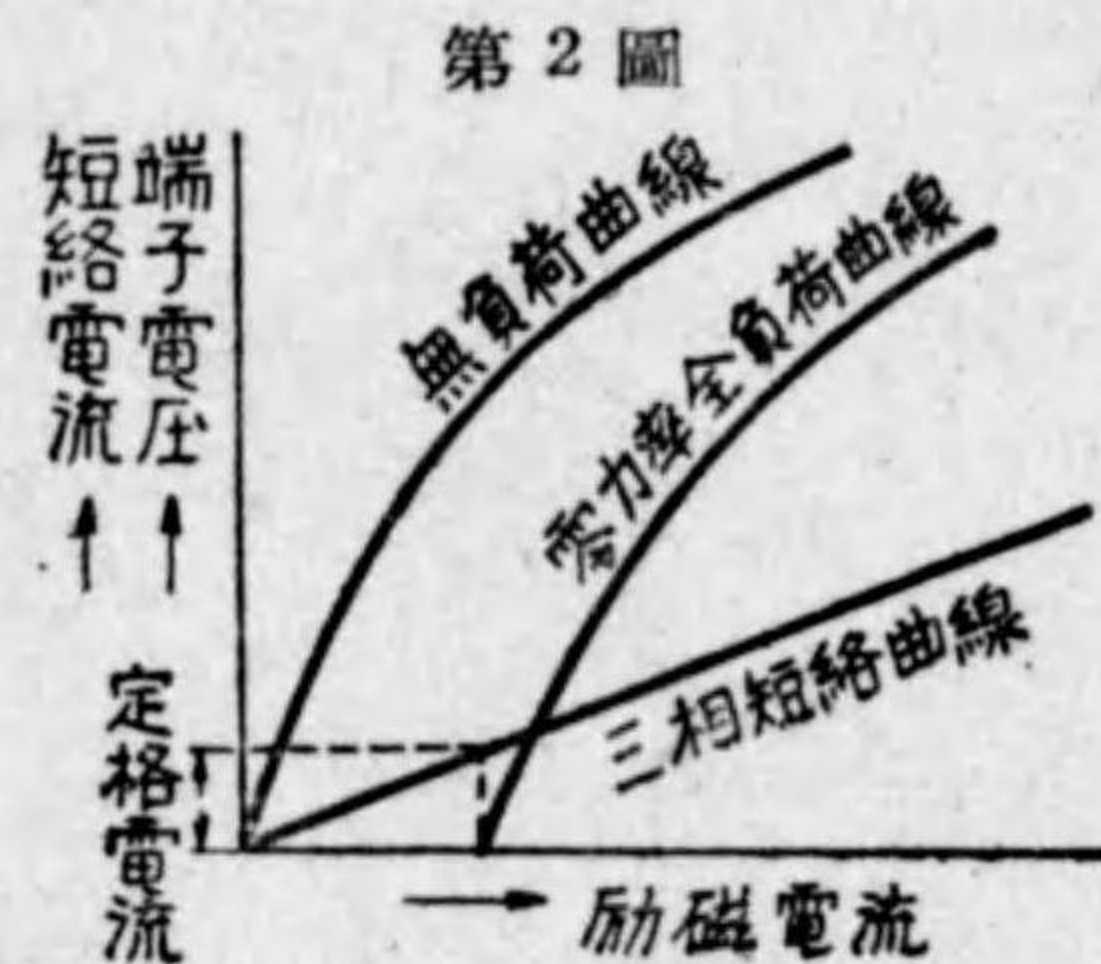
(ロ) 整流器直流側電壓を各調波に分析したときの

$$\frac{\sqrt{\text{各調波の最大値の自乗の和}}}{\text{脈動波平均値}}$$

のことにして 6 相器において約 6% となる。

電壓の脈動は通信線に誘導障害を生ずるから出来るだけこれを除去する方法を構ずる必要がある。

(ハ) 同期發電機において横軸に勵磁電流を、縦軸に力率を 0、負荷電流を定格値に保つときの端子電壓をとつたもので無負荷飽和曲線の下側(但し遅れ力率 0)に生じ、その縦軸上の差は零力率定格電流による同期インピーダンス降下である。またこの曲線の起點は三相短絡曲線上定格電流時の勵磁電流の位置である。



第 2 圖
側(但し遅れ力率 0)に生じ、その縦軸上の差は零力率定格電流による同期インピーダンス降下である。またこの曲線の起點は三相短絡曲線上定格電流時の勵磁電流の位置である。

(ニ) 電機子巻線を施す場合に 1 相 1 極當りの溝数を 2 以上としたときは各溝に生ずる起電力は

位相を異にし、1 相 1 極としてこの起電力は各溝の起電力のベクトル和となる。分布係数はこのベクトル和と各溝の起電力の算術和との比であり。

$$\text{分布係数} = \frac{\sin q \frac{\beta\pi}{2}}{q \sin \frac{\beta\pi}{2}}$$

である。

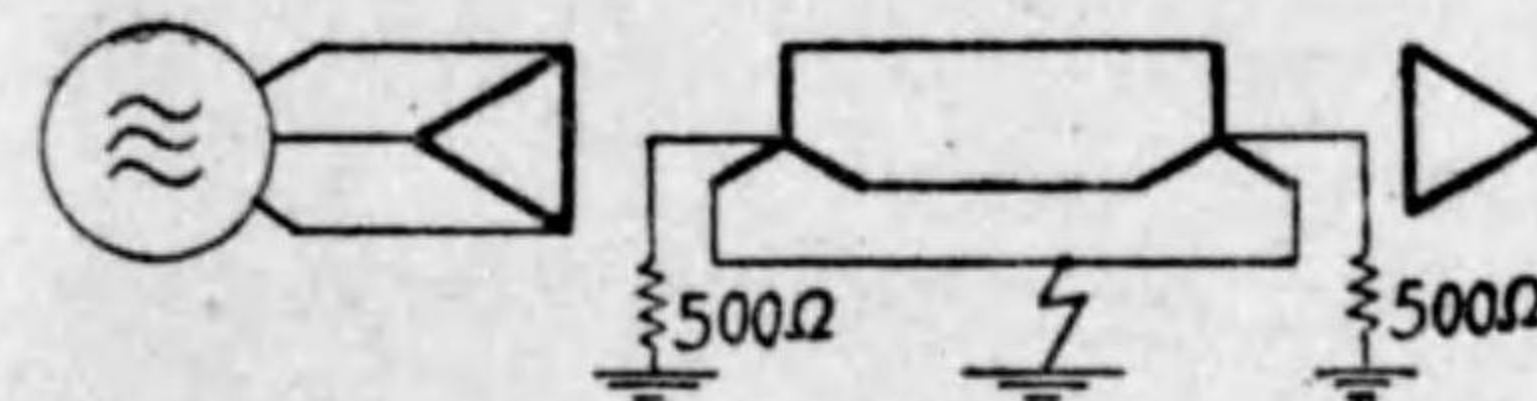
但し $q=1$ 相 1 極當りの溝数

$\beta=$ 各溝間距離の極間隔に對する比

配電 II

(1) 送受兩端の變壓器の中性點をそれぞれ 500Ω の抵抗

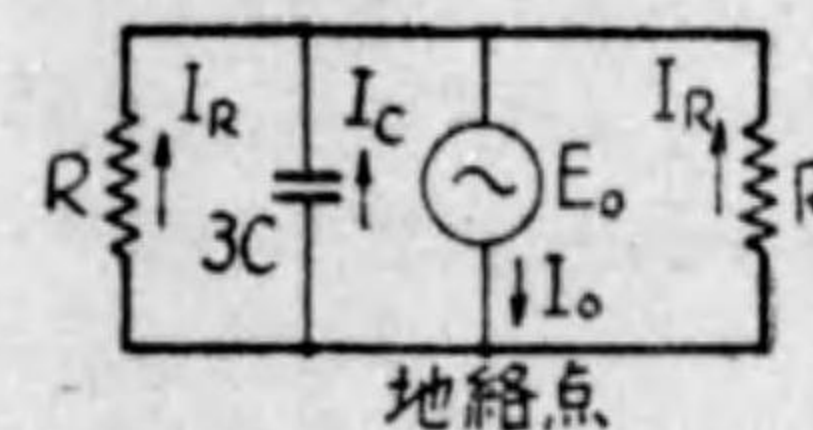
第 1 圖



で接地した互長 120 km, 電壓 77 kV, 周波數 60 サイクルの三相一回線送電線がある。

その一相に地絡を生じた時、接地抵抗を通る電流及び地絡電流を求めよ。但し對地靜電容量は一線當り $0.0045 \times 10^{-6} \text{ F/km}$ とし他の定數は無視するものとする。

第 2 圖



(解) 重疊の理によれば地絡を生じたときに地絡點及び接地抵抗を通ずる電流は地絡發生點に事故前に地絡線の有していた對地電位と同大の起電力 E_0 を地絡點に挿入し、電源起電力を零とした時に得られる電流と等しいから、靜電容量を集中せるもの

と見なして簡易化した回路を畫けば圖のようになる。

而して $C=1$ 線の對地靜電容量 $= 0.0045 \times 10^{-6} \times 120 \text{ F}$

$$E_0 = \frac{77000}{\sqrt{3}} \text{ V}$$

$$R = 500 \Omega$$

従つて $I_C = j\omega 3C \times E_0$

$$= j 2\pi \times 60 \times 3 \times 0.0045 \times 10^{-6} \times 120 \times \frac{77000}{\sqrt{3}}$$

$$= j 27.2 \text{ A}$$

接地抵抗に通ずる電流は

$$I_R = \frac{77000}{\sqrt{3}} \div 500 = 89 \text{ A}$$

地絡點の電流 $|I_0| = \sqrt{(2 \times 89)^2 + 27.2^2} = 180 \text{ A}$

(2) 消弧線輪で中性點を接地した送電線において

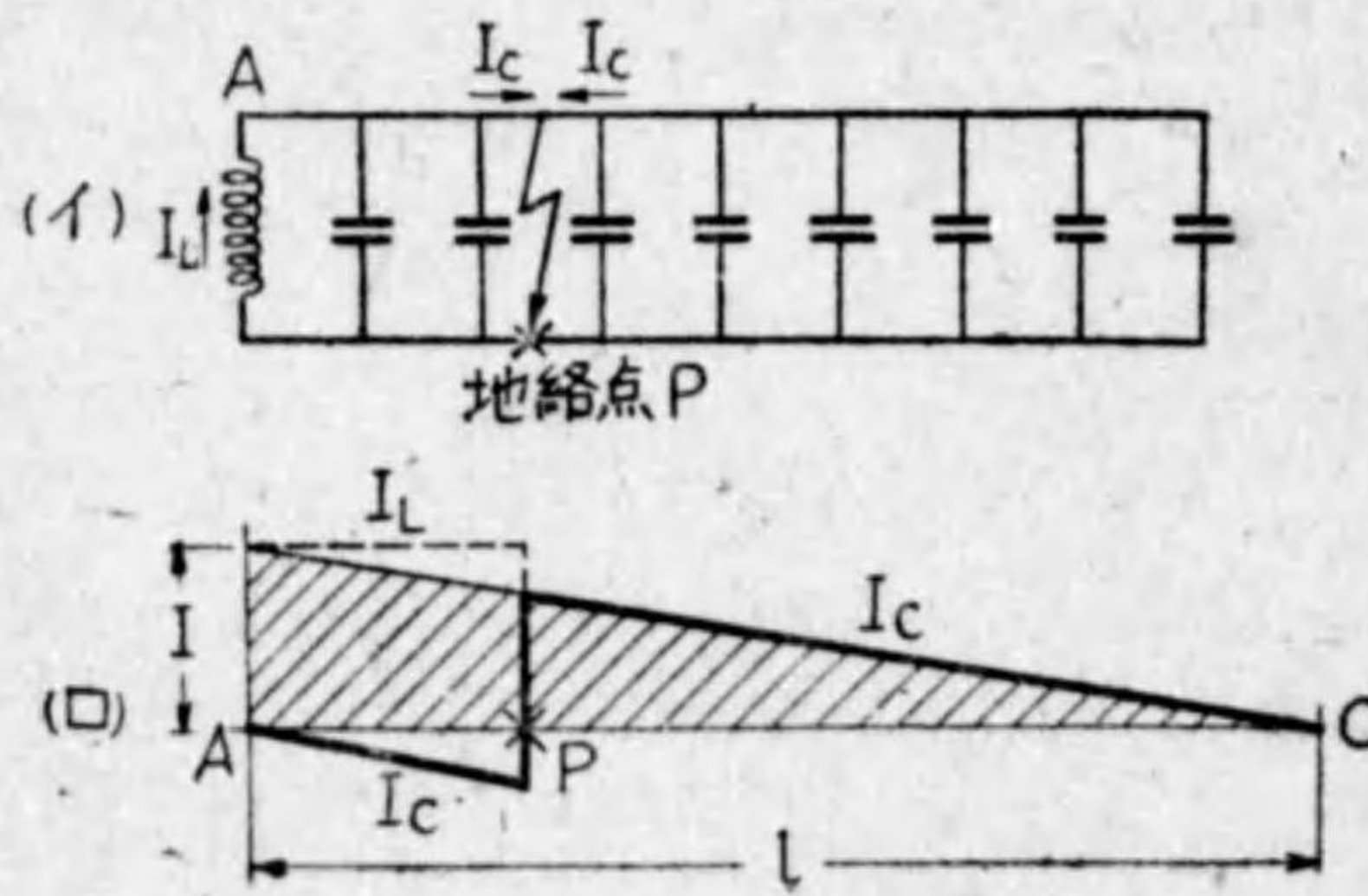
- (イ) 送電端のみに消弧線輪を設ける場合
- (ロ) 送受兩端に相等しい容量の消弧線輪を分置する場合
- (ハ) 送受兩端及び送電線の中央の三ヶ所に相等しい容量の消弧線輪を分置する場合

の零相電流分布を圖示せよ。但し全互長に對する對地充電電流を I とする。

(解) 消弧リアクトル接地の送電線では地絡發生時に地絡點に流れる充電電流とリアクトルの電流とが相殺するようにリアクトルの容量を定め、これが二或いは三に分割設置される場合には各リアクトルの電流は夫々一つの場合の $1/2$ 或いは $1/3$ になるようにする。充電電流の電線及び大地における電流分布は地絡點よりの距離に比例して遞減し、リアクトル電流は距離に關せず一定の値である。またこの兩電流の合成の分布はリアクトルの設置状態によつてのみ定まり地絡發生點には無關係である。

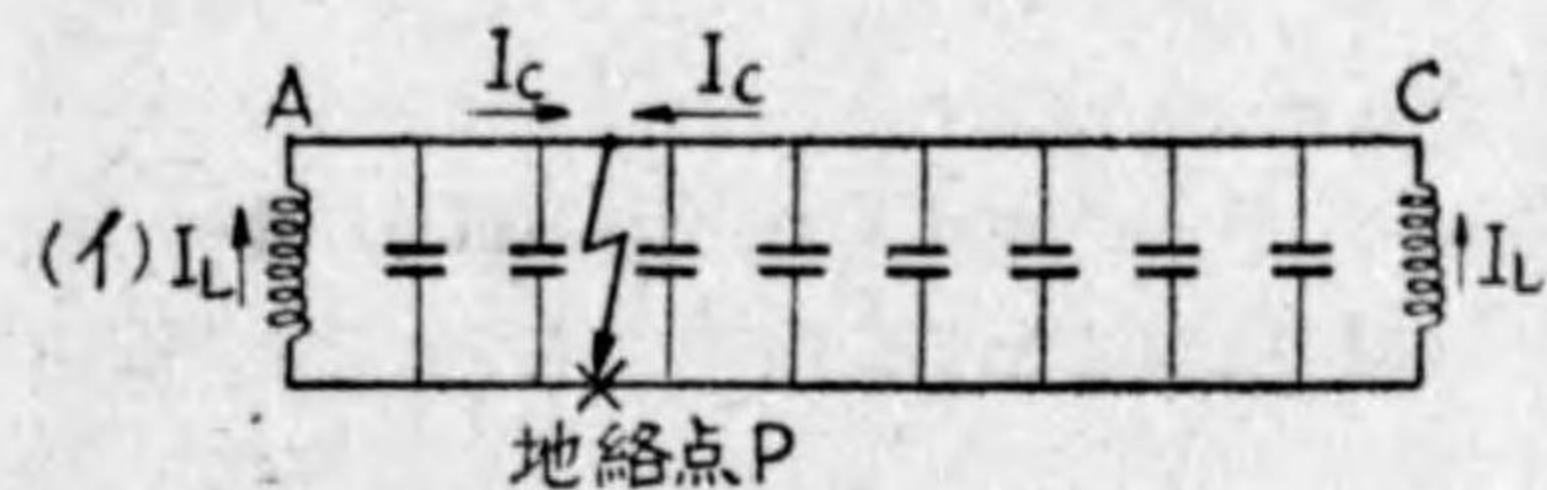
リアクトルが送電端のみにある場合、送受端にある場合及送受端と中央にある場合について零相電流の分布を示せば第 3 圖、第 4 圖、第 5 圖の通りである。

第 3 圖



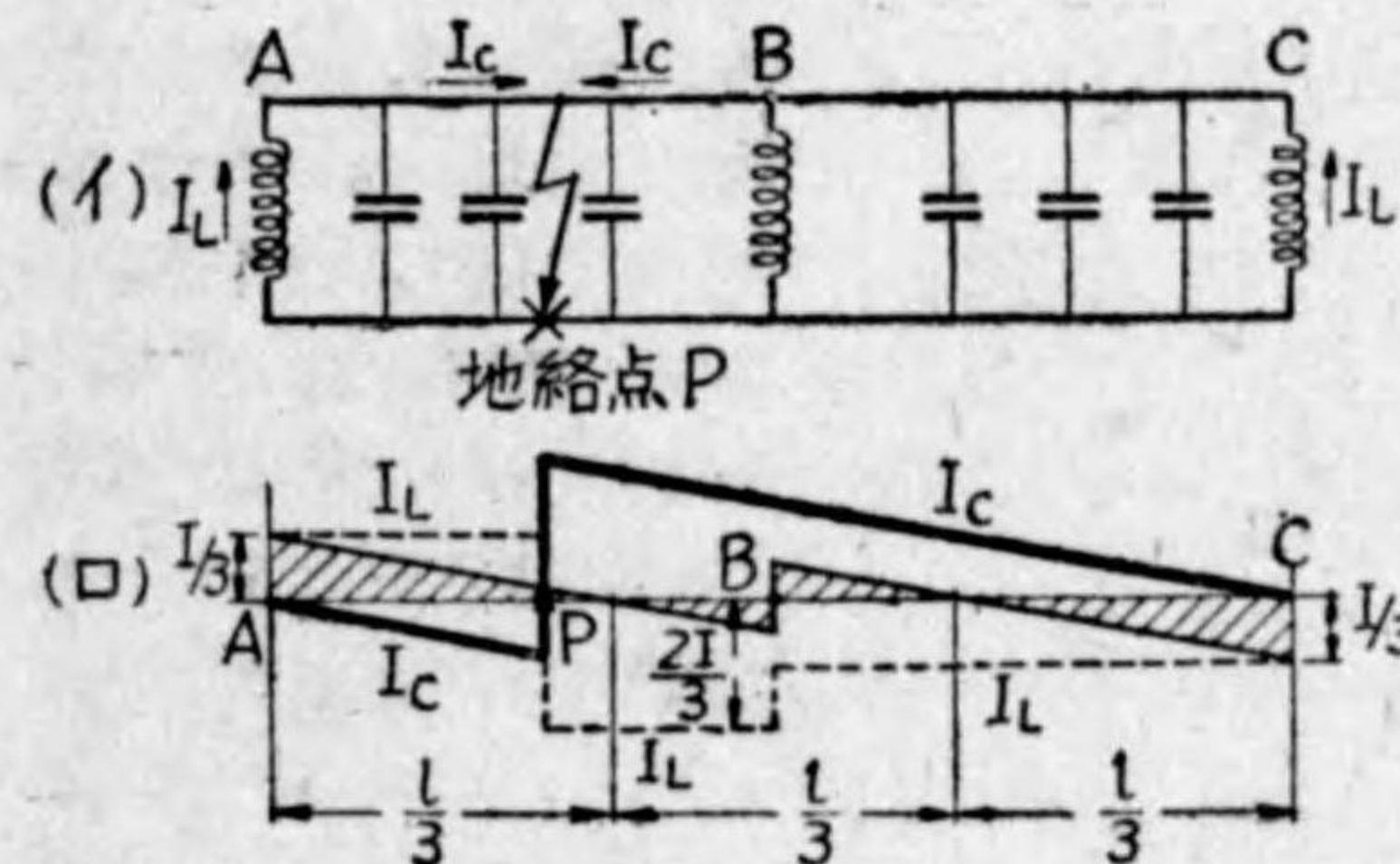
各圖とも (イ) は零相回路、(ロ) は電流分布圖である。 I_C 、 I_L を充電電流及びリアクトル電流、 I を全互長に對する充電電流とした。また (ロ) 圖の點線は I_L 、太線は I_C 、細

第 4 圖



線は合成電流 I_0 である。但し線路上右向きの I_L を正 (従つて左向きの I_C を正) として表した。 I_0 の分布は前記の通り地絡點に無關係で I_C 、 I_L の分布は地絡點によつて相異なるが任意の點 F を地絡點として分布圖を畫き他は省略した。なおこの分布は電線及び大地は同様となり只兩者は位相が反對になるだけである。

第 5 圖



イ. 送電端のみに設置する場合
第 3 圖 (イ) のよ

うに I_L は送電端 A と地絡點 P の間で流れ (ロ) 圖に於ける點線の様である。 I_C は P の左右でその向が異なり A、C 端において零、他では太線の様な分布となる。 I_C 、 I_L の合成は A 端において I 、C 端において 0 の斜線のような分布である。

ロ. 送受電端に設置する場合

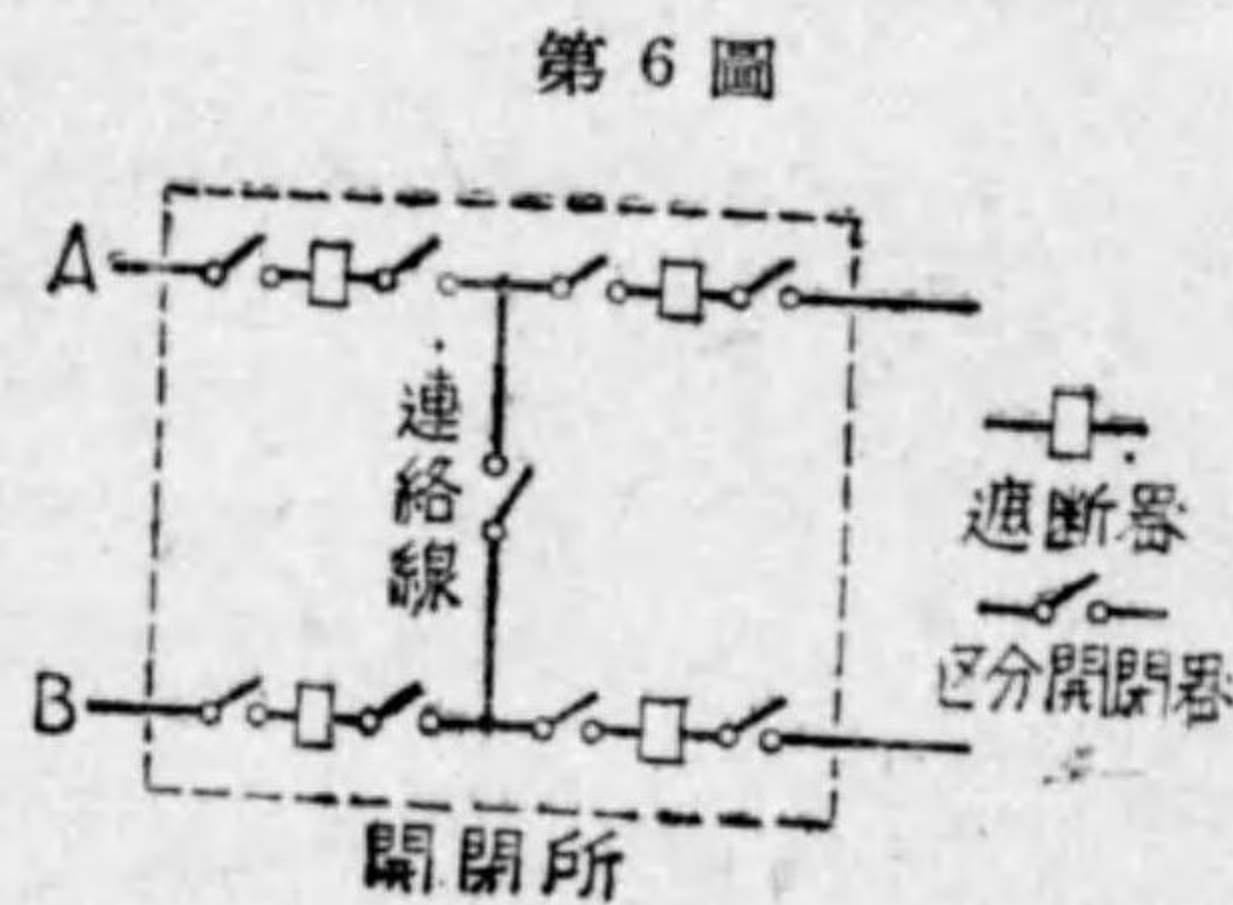
地絡點 P はイ. と同じ點と考える。第 4 圖 (イ) の様に I_L は $1/2$ づゝ左右に分流し (リアクトルの容量相等し)、 I_C の分布はイ. ののべたと同じである。 I_C 、 I_L の合成は A 端及び C 端において $1/2$ 中央 B において零となる。

ハ. 送受端及び中央に設置する場合

I_C は前と同じ, I_L は A B C に 1/3 づゝ流れその分布圖は第 5 圖 (ロ) の様である。合成 I_0 は斜線のように A, C において 1/3, 線路長の 1/3 及び 2/3 の位置で 0 となる。

以上三つの場合を比較するに合成電流 I_0 は第三の場合に最も小である。 I_0 は通信線への誘導障害の原因となるからリアクトルを分割設置することはこの原因を軽減するに有効である。

(3) 二回送電線において開閉所間の選擇遮斷を行わせようとするとき, 一開閉所に設備すべき必要にして充分な数の遮斷器と區分開閉器を單線圖により圖示せよ。



(解) A, B を二回線送電線とする。選擇遮斷を行うためには各回線, 各區間の終始端に遮斷器をおく必要がある。區分開閉器は各遮斷器の前後に遮斷器自體の點檢のため具えるべきである。連絡線には區分開閉器のみをおき, 遮斷器をおく必要はない。

(4) 次の術語を説明せよ。

- | | |
|-------------|------------|
| (イ) イ號アルミ線 | (ニ) 連接引込線 |
| (ロ) 招弧角 | (ホ) 送電線の燃架 |
| (ハ) SL ケーブル | |

(解) (イ) イ號アルミ線 イ號アルミ線とはアルミを主成分とし, 珪素及びマグネシウムを約 1% 添加して特殊熱處理をしたアルミ合金線である。硬アルミ線に對して, その導電率は, 稍劣り 52% (硬アルミは 60%) 抗張力は約 2 倍 (32 kg/mm²) を有し, 單線, 燃線とがあり, 前者は低壓配電線及び保安通信線に, 後者は架空送電線, 保安通信線, 特に抗張力を要する配電線に用いられる。

(ロ) 招弧角 懸垂碍子連の上下クランプに取付け, 電線と平行に出

した角形の導體である。各碍子の電壓分布を均等化する作用も幾分あるが, 其れによつて商用周波數の閃絡電壓を高める効果は期待できない。寧ろ閃絡時電弧が碍子面に逼ることをさけ, 電弧熱により碍子の破損するのを防止するのに効果がある。

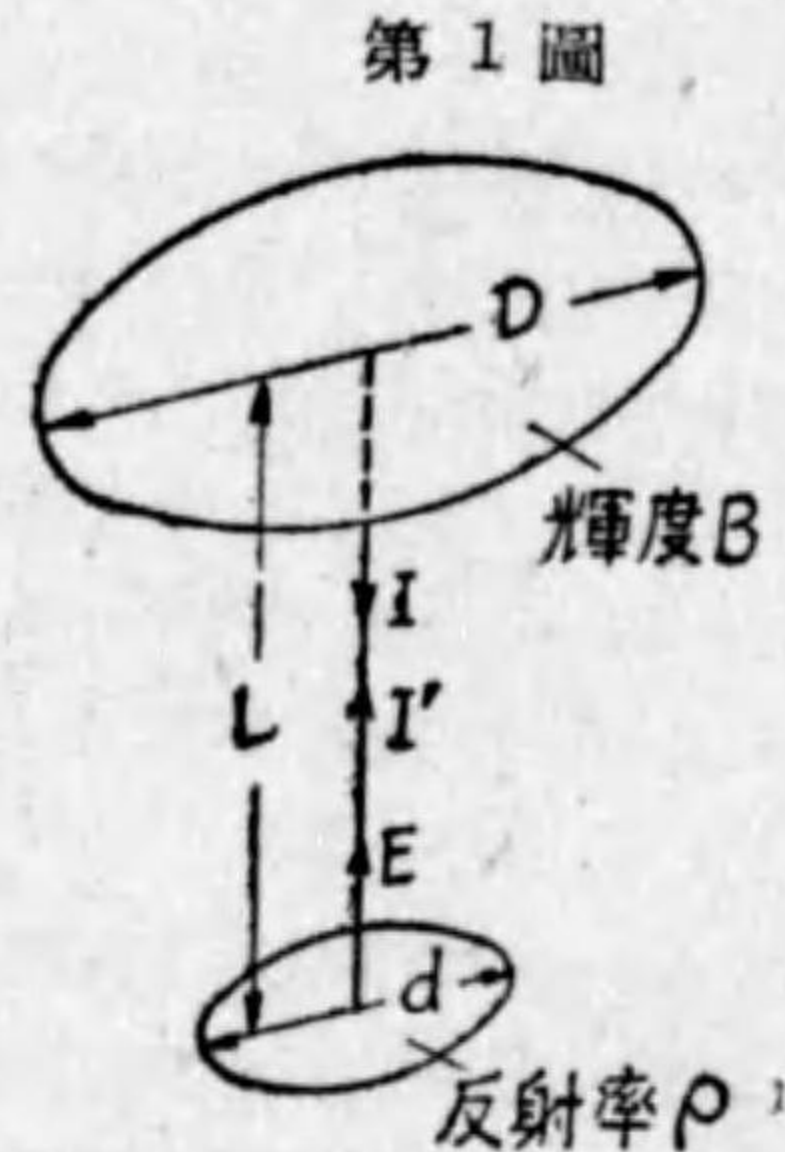
(ハ) SL ケーブル 單心鉛被ケーブル三條を燃合せ隙間に麻等をつめこれに鋼帶鍍装をしたもので, 鉛被なしのケーブルを三條燃合せた普通の三心ケーブルに比し電界分布が絶縁物に對し好條件となる。

(ニ) 連接引込線 配電線の末端すなわち配電幹線から直接 (または引込柱を通じて) 需用家に至る線であるが, 家屋の隣接する場合は各家別に引込線を設けず, 軒下等を通じ第二, 第三の需用家に引入れる場合がある。これを連接引込線という。

(ホ) 送電線の燃架 送電線各線の線路定數の平均化を圖るため及び附近の通信線への障害を軽減するのに線路互長を二, 三或は數ヶ所に區分して電線位置の入れ替を行うことである。平行二回線送電線では回線相互間の平均化も必要で, 消弧リアクトルを用いる系統では特に完全な燃架が必要である。

照 明 II

(1) 直徑 $D(\text{cm})$ の完全擴散性圓板光源があつて、その輝度を $B(\text{stilb})$ とする。これよりその軸上で $L(\text{m})$ 離れた處に光源に平行な直徑 $d(\text{cm})$ の完全擴散性圓板形の被照面があつてその反射率は ρ である。直徑 d は極めて小さく、その上の照度は一様とみなされる場合、次の諸量の計算式を示せ。



- (イ) 光源の光度 I (單位 C)
- (ロ) 被照面の照度 E (單位 lx)
- (ハ) 被照面の光束發散度 R (單位 rad·lx)
- (ニ) 被照面の輝度 B' (單位 stilb)
- (ホ) 被照面の光度 I' (單位 C)

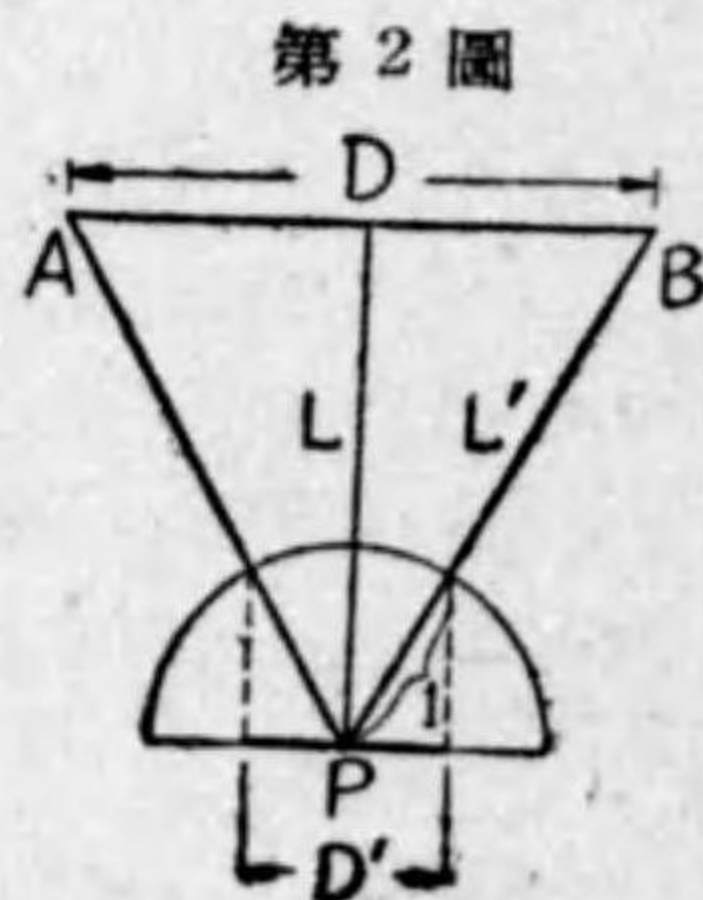
(解) (イ) 光源の光度 I は輝度 $B(\text{stilb})$ と面積 (cm^2) との相乗積であるから

$$I = B \cdot \left(\frac{\pi}{4} D^2\right) \text{ (c)}$$

(ロ) 立體角投射の法則を應用すると、今被照面上の中點 P を中心として、單位半徑 (1m) の半球面を畫き、この球面が錐體 APB によつて截り取られる面積を被照面へ投影した面積を $S(\text{cm}^2)$ その直徑を $D'(\text{cm})$ とすれば

$$E = B \cdot S \text{ (lx)}$$

で表わされる。



然るに $\frac{D}{D'} = \frac{L'}{1}$

$$\text{又 } L' = BP = \sqrt{\left(\frac{D}{200}\right)^2 + L^2} \text{ (m)}$$

であるから

$$S = \frac{\pi}{4} D'^2 = \frac{\pi}{4} \frac{D^2}{L'^2} = \frac{\pi}{4} \frac{D^2}{\left\{\left(\frac{D}{200}\right)^2 + L^2\right\}} \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\therefore E = B \frac{\pi}{4} D^2 / \left\{\left(\frac{D}{200}\right)^2 + L^2\right\} = I / \left\{\left(\frac{D}{200}\right)^2 + L^2\right\} \text{ (lx)}$$

$$\text{(ハ) } R = \rho E = \rho I / \left\{\left(\frac{D}{200}\right)^2 + L^2\right\} \text{ (rad lx)}$$

$$\text{(ニ) } B' = \frac{R}{\pi} \times 10^{-4} = \rho I \times 10^{-4} / \pi \left\{\left(\frac{D}{200}\right)^2 + L^2\right\} \text{ (stilb)}$$

$$\text{(ホ) } I' = B' \cdot \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) = \rho I d^2 \times 10^{-4} / 4 \left\{\left(\frac{D}{200}\right)^2 + L^2\right\} \text{ (C)}$$

(2) アーク(電弧)の電壓 V と電流 I との関係が

$$V = 60 + \frac{64}{I}$$

で與えられるとき、これに 4Ω の安定抵抗を直列に入れて直流 100V を加えた場合の電流を求めよ。

(解) 安定抵抗を直列に入れ直流 100V を加えた場合には次式が成立する

$$V + 4I = 100$$

$$\therefore 60 + \frac{64}{I} + 4I = 100$$

上式を解けば $I = 8$ 又は 2 アンペア。すなわち第3圖において 縦軸に弧光電壓 V を、横軸に電流 I をとり l を安定抵抗の抵抗直線、 m を $V = 60 + \frac{64}{I}$ 曲線とすれば A 點が $I = 8$ アンペアの點で B 點が電流 2 アンペアの點である。弧光は A, B の何れの點で安定に動作するかとい

うと、 m 曲線の傾きが抵抗直線 l の傾きより小さいならば安定であるから A 点 (すなわち 8 アンペア) が安定で B 点 (すなわち 2 アンペア) は不安定であるから求める電流は 8 アンペアである。

第 3 圖

(註) 弧光の安定条件は

$$-\frac{dV}{dI} < R = 4$$

然るに

$$-\frac{dV}{dI} = -\frac{d(60 + \frac{64}{I})}{dI} = \frac{64}{I^2}$$

$$\therefore \frac{64}{I^2} < 4 \quad \therefore I > \sqrt{\frac{64}{4}} = 4 \text{ アンペア}$$

すなわち 4 アンペアを限度として、それ以上なら安定であるから動作電流は 8 アンペアということになる。なお抵抗直線 l と並行に m 曲線を引けば、その切点は 4 アンペアの点となる筈である。

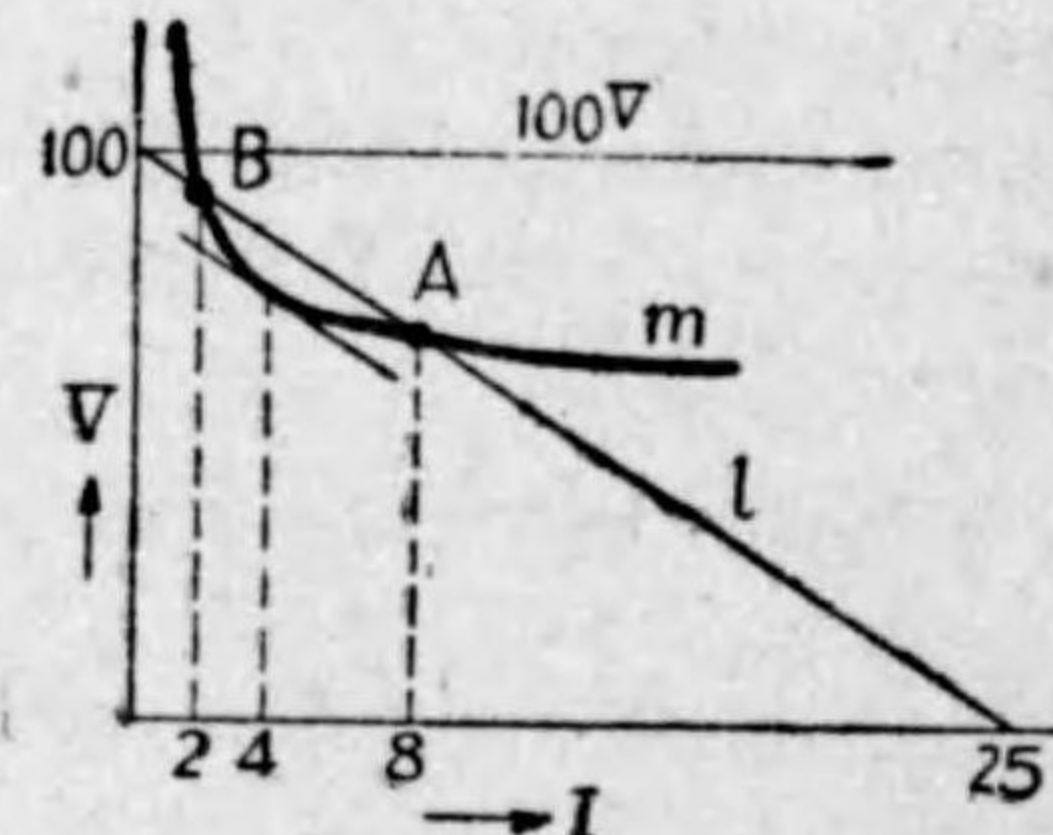
(3) 高周波加熱 (誘電体加熱, Radio Heating) の原理と應用について説明せよ。

(解) 一般に誘電体に交番電圧を加えると、誘電体損を生じ誘電体内に熱を發生するものである。今加熱しようとするものを A としてこれを 2 枚の電極間に挟み高周波電源に接續する。E 端子電圧、 f 周波數、S 表面積、 d 厚さ、C 空気を誘電体とした場合の單位容積當りの容量 K 誘電率、 θ 力率角とすると、A に消費される電力 P は

$$P = E^2 2\pi f \frac{S}{d} CK\theta \dots\dots\dots (1)$$

となる。これだけの電力を吸収させて温度上昇 T を得たとする。そしてこの時の所要時間を t 、A の比熱 H 、密度 M とすると

$$P = \frac{MHTSd}{t} J \dots\dots\dots (2)$$



J...熱の仕事當量

(1) と (2) より

$$t = \left(\frac{d}{E}\right)^2 \frac{MHTJ}{2\pi fCK\theta} \dots\dots\dots (3)$$

すなわち温度上昇 T を得るために要する時間 t は周波數に反比例する。周波數を上昇して短波、超短波とすれば所要時間は非常に減少する事を示している。木材乾燥等の時超短波大電力を加えると木材中の蒸氣が一度に出て破裂することもある。以上のように高周波を用いて加熱すると (1) 内部より加熱することができる。(2) 一樣に加熱することができる (3) 極めて短時間に加熱することができる。(4) 供給電壓を調整して加熱の制御ができる等の利益が得られる。

次に高周波加熱の應用を擧げる。

(1) 木材の乾燥 短時間に行い得る。ベニヤ板の製造の場合にも毎時 3×6 尺の板を 100 枚乾燥する装置ができています。又厚い木材を澤山張り合わせる事も高周波加熱によつて可能となつた。

(2) プラスチックへの應用 従來の方法では一樣に加熱する事の困難から大型のものや複雑なものは困難が多かつた。高周波加熱はこの方面にも有効である。

(3) 金屬工業への應用 誘導加熱により鐵を處理して短時間に鍛造ができるまで加熱する装置や 表面だけ加熱して表面焼入ができる機械を發賣している。これに依りエンジンのシリンダの焼入や齒車の焼入に素晴らしい結果を得ている。

(4) ゴムの加硫への應用 ゴムの加硫は従來蒸氣によつて加熱した。高周波加熱はこの方面にも素晴らしい成果を得ている。すなわち自動車のタイヤの加硫時間は蒸氣のそれに對し 5 分の 1 の 10 分間に短縮され、また一樣に加熱し得ることにより内部まで一樣に加硫が行われるのでタイヤの壽命が自動車の壽命に匹敵する程の耐久力を得るということである。

(5) ベニシリンの乾燥 加熱處理を行うと効力を減ずるので 従來は冷凍乾燥を行つた。そして 24 時間を要したのであるが高周波を用い沸

點を 5° 以下に保つように真空操作を並用して 30 分で乾燥できるようになつた。

(6) 食品加工 高周波加熱により冷凍食品は短時間に元に戻される。またパン、菓子、ハム、チーズ等を包装して高周波加熱を行えば完全に黴を防ぐ事ができ永く保存することができる。

(7) 高壓碍子等電機器具の乾燥 Westinghouse 社では高壓ブッシングの乾燥に應用している。高周波加熱を行つて後温油を注入する。周波数は 5Mc で出力 10 kW のものを使つている。

また絶縁低下した變壓器の巻線と鐵心との間に高周波を加えて乾燥する絶縁油の乾燥にも用いられる。この場合周波数 10~15 Mc において水滴の温度上昇と油滴の温度上昇の比が最大になる。(選擇加熱) から水滴の温度を急激に上昇させるためには電壓をできるだけ大きくすれば良い。

(8) 電波治療器 人體の局所または全身に超短波を加え加熱する。この際單なる熱作用によつて治療効果があるのかどうかは定説がない。

(9) 電波メス 一極を板狀、他極を針狀にしてこれらを人體にあて適當な高周波電壓を加えると針狀電極によりこれに接する細胞を局部的に加熱分離させるから刃物と同様鋭利な切口ができる。切口を良く殺菌する作用を有し切口の出血が少ないのが特長である。

(10) 養蠶への應用 蠶卵に超短波を加え絹糸量の増加と糸質の向上に或程度成果が擧げられている。

また殺蛹に用いられ、この場合は絹糸層を加熱せずに殺蛹できるので有利である。

發 電 II

(1) 水車の空洞現象 (cavitation) を説明し、それを防止するため發電所設計上注意すべき事項を述べよ。

(解) 水車の空洞現象とは、水車で水の觸れる機械部の表面並に表面近くにおいて水で滿されない空所を生ずることをいうのである。

(1) 原因は近來水車一臺の容量が大となつて特に横軸のものではラッパが高く置かれることになり吸出度が以前よりは大きくなつてきた。

吸出管の効率がよくなつてラッパ-羽根出口側の壓力で餘計低下すること等により水の流れの間に或る程度以下の低壓を生ずることになつてきた。水の壓力がその温度に相當する蒸發張力の程度迄下れば、水中に水蒸氣を生ずるようになり空所ができるものである。

(2) 作用及び害 空所發生が起れば空氣泡を生じ、それに水蒸氣の發生が伴いその空氣泡は高壓の部分へ進むときつられてその際水柱壓に相當する高い壓力を生じ、恐らく温度の上昇をも起すであろう。この高壓はその水に觸れている固體部を槌で激しく打つと同様の作用をして、機械的にその部をいため温度の上昇と共に化學的にもその部を犯して、甚しく表面を損傷腐蝕する。水が大氣を溶解するときは窒素(N)よりも酸素(O)を餘計に吸収するから水から發生する空氣は O に富んでおりしかもこの O は發生期状態にあるから酸化作用が強烈である。従つて浸蝕部は多少多孔質の海綿狀をなし錆色を呈しているので普通の浸蝕とは異つている。

又空洞現象を生ずる際のエネルギー損失は、摩擦の増大、流水が壁より分離しての逆流による衝突等を起すことにも原因する。これはまた水の振動を生じ、機械部の振動を伴う。これが甚しくなれば機械部の破損又は機械の平滑な運轉を不能ならしめる場合もある。

(3) 防止方法 次に空洞現象を防止するため發電所設計上注意すべき點を述べると。

(イ) 吸出管の高さを過大にしないこと。

- (d) 吸出管に孔を開けて空気を入れ真空を破ること。
 (ハ) 腐蝕に對し強い材料を用うること。
 (ニ) 特有速度を過大にしないこと、等である。

(2) 汽力発電所において

汽罐および蒸気配管装置の効率	81.5%
蒸気タービンの熱サイクル効率	36.2%
蒸気タービンおよび発電機の効率	76.0%
使用石炭の發熱量	6,000 k cal/kg
使用蒸気の保有熱量	772 k cal/kg
廢汽の保有熱量	504 k cal/kg

である場合、この発電所の総合効率、發電々力量 1 kWh 當り石炭使用量および蒸気使用量を算出せよ。但し 1 kWh を 860 kcal とする。

(解) 発電所の総合効率は

$$0.815 \times 0.362 \times 0.76 = 0.224 = 22.4\%$$

- 次に i_1使用蒸気の保有熱量
 i_2廢汽の保有熱量
 η_tタービンの熱サイクル効率
 η_g発電機の能率とすれば

發電々力量 1 kWh 當りの蒸気使用量は

$$W = \frac{860}{(i_1 - i_2)\eta_t + \eta_g} \text{ により}$$

$$W = \frac{860}{(772 - 504) \times 0.362 + 0.76} = 11.7 \text{ kg}$$

また蒸気 1 kg を發生するに要する熱量は

$$A = \text{發電々力 1 kWh の所要熱量} = 772 \times 11.7 \text{ kcal}$$

$$B = \text{石炭 1 kg の有効熱量} = 6000 \times 0.815 \text{ kcal/kg}$$

故に發電々力量 1 kWh 當り石炭使用量は

$$\frac{A}{B} = \frac{772 \times 11.7}{6000 \times 0.815} = 1.85 \text{ kg}$$

(3) 汽力発電所の発電機を調相機として使用する場合に注意せねばならぬ事項を説明せよ。

(解) 発電機を調相機として使用するには、起動法が最も重要で、他の注意すべき事項はこれから自然に定まる。

(a) 発電機をタービンに直結した儘運轉する方法 汽力発電所を豫備とし、且つ特にサービスを重視する目的から尖頭負荷時に常にタービンを加熱しておくような處に用いられる。然し一般には特に蒸気を用意せねばならぬので用いられぬ。この方法で調相機として運轉するには、全負荷運轉の場合の約 10% の蒸気を必要とする。若し運轉後蒸気を断てば、タービン内に蒸気が出せぬから、風損により内部が高温度になり、回轉子と軸との結合或いは翼板の取付が弛み損傷する。

(b) 汽機と切離して單獨に発電機を利用する方法 この場合には起動方法が最も大切な問題となる。これには次のような方法がある。

(イ) 汽機による起動 汽機と発電機とを連結自在な例えば磁氣連結器のようなもので結合し、汽機により起動し母線と同期化した後に結合を開くのである。又タービン発電機が 2 臺以上あるときは、調相機として使用するものは汽機との連結を解き、残つたタービン発電機を起動用の発電機として利用する方法もある。即ち起動用タービン発電機と調相用発電機を電氣的に接続し、兩発電機の界磁は適當に調整して汽機により起動し、母線と同期化した後起動用タービン発電機の運轉を中止すればよい。以上の方法では蒸気を得るのに發電用の汽罐によるときは、時間と手数を要し、事故が起つた後の回復も速かでない。このため電氣ボイラーを置いて小電力で常時タービンを保溫しておけば有利であるが、設備費が高價である。

(ロ) 直結電動機による起動 この目的に使用する電動機は、誘導同期電動機がよい。誘導電動機でもよいが、発電機が比較的高速度であるから、滑りが大きくて同期速度を得ることが困難である。なおこの方式では起動用電動機を起動後調相機として利用するか、または所内用発電機として用いることもできる。

(ハ) 特殊起動用発電機による方法 この方法は(1)の起動用タービン

發電機の代りに、電動發電機を置いて起動せしめる方法である。これはタービンの代りに電動機で起動するから汽機におけるような心配はない。また(a)の直結電動機起動に比べて、運轉中に直結電動機がないから音響及び電力損がなく起動法としては最も理想的である。

以上は主としてその重大性から起動方法に關することを述べたが、その外としては起動時における速度制御の方法發電機と汽機の連結子の構造等に注意が必要である。運轉の安定からは發電機にアムルト巻線を必要とするが、經驗上必ずしもこれを必要としない由である。なお發電機を調相機として使用するときは過勵磁を行うので、調相機のkVA容量は發電機の場合より相當減少する。普通力率80%の時の容量を100%とすれば力率0の場合は80%に減ずるものである。

電 鐵 II

(1) トロリーポールを使用する電車區間において、パンタグラフ又はビューゲル型集電装置を採用する場合電車線路の構造に如何なる改修を加うればよいか。

(解) トロリーポールを使用する電車線の吊架は直接吊架式で張線式によつてゐるのが普通である。この電車線路にパンタグラフまたはビューゲル型集電弓を採用する場合以下述べるような改修が必要である。

パンタグラフ及び集電弓の摺板は電車線と直角の方向に相當の幅を有しているから集電装置の通過に支障を來すような架線方法によつてゐるものはこれを改修しなければならない。先ず全般的に電車線以外の架線材料は總べて電車線の高さ以上にし集電装置の通過に差支えがあつてはならない。例えば兩腕ハンガーの腕及びその張線は電車線の高さより低いから改修する必要がある。

直接吊架式は弛度が大であるからパンタグラフ、集電弓の使用は電車線及び摺板の磨耗を多くするから、電車線の張力を増して弛度を減ずる。

徹底的な改修はカタナリー式吊架の採用である。また電車線は輪軸距中心直上にあるが摺板の磨耗を一様にするため或る程度左右に偏倚せしめる。

次に曲線部分はトロリーポールの通過を圓滑にするために曲線内側に電車線を偏倚してあるが、パンタグラフ、集電弓はその必要がないので程度により改修を行う。分岐交叉部分ではトロリーポール用のフロッグ交叉子では通過に支障を來す恐れがあるから適當な角度のデフレクタに改修する。

(2) 電车用電動機の所要容量を決定する上に必要な事項をあげ、且つその事項が電動機容量の決定と如何なる關係にあるかを説明せよ。

(解) 電车用電動機の決定には先ず選定せんとする電動機を使用する場合所要表定速度を得る速度時曲線を描く必要がある。

此の曲線を描くには、勾配、曲線等の線路の状態、停車回数、停車時間

加速度，制動度電氣制動の有無を決定しなければならぬ。

電動機は此の速度時曲線を得る容量を有するものでなければならない譯である。

電車が直線的に加速する起動の最初の時期に要する電動機一個の所要牽引力 (kg) は，

$$T = \frac{W}{n}(31A + f + C \pm G)$$

但し W全重量 (t)

n電動機箇數

A加速度 (km/h/s)

f直線的加速起動時の平均列車抵抗 (kg/t)

C曲線抵抗 (kg/t)

G勾配に要する力 (kg/t)

にして，電動機は，其の最大許容電流を以て T なる牽引力を發生せねばならぬ。長き勾配なく，停車回数多く，又最大速度の比較的小なる市街鐵道，郊外鐵道に於ては，電動機の所要容量は，此最大許容電流によつて決定される場合が多い。然し，市街鐵道，幹線鐵道等に於ては，電動機容量は，全區間を通じての負荷又特に長き勾配を有する場合には，所定の速度を以て勾配を上昇する場合の負荷による溫度上昇より決定されねばならぬ。

停車場間の距離が大なるときには，直線加速の起動の後，電動機が全電壓を印加され，其の特性によつて運行する時間が長い。特に長き勾配線を昇る場合には特にそうである。電動機の溫度上昇は，直線加速起動及び此の全電壓運轉中の電動機損失（電氣制御を行うときには，制動中の電流にも關係する）の時間と，惰走，制動，停車の時間の長短に關係する。従つて，電動機容量の決定は，所定の運轉條件及び選定せんとする電動機に就て，速度時曲線，距離時曲線，電流時曲線を求める。電動機の特性は，電壓に關係し，電車線電壓は饋電線の電壓降下に依つて，甚だしく變動するから，列車運行曲線は電壓降下を考慮して修正せねばならぬ。

電動機銅損は，運轉中の電流の自乗と電動機抵抗との積に等しいから電流時曲線より得られる $I = \sqrt{\text{電流の自乗の平均なる實効電流}}$ が，運轉中電動機に流れるものとして求められる。電動機鐵損は，磁束密度と回轉數とに關係し，磁束密度は電流の値に關係する。従て電流の種々の値に對する電壓を横軸とする電動機鐵損曲線があれば，之より運轉中の各時間に於ける鐵損曲線が得られる。この曲線より運轉中の平均鐵損を求め，前記實効電流に於て，此の平均鐵損と等しき値の鐵損を與える如き電壓を前の電動機鐵損曲線より見出す。此の値が實際の運轉中に同一の鐵損を與える等價電壓である。依つて，選定せんとする電動機を此の等價電壓及び實効電流で連續運轉する場合の溫度上昇が，此の電動機を使用して，所定の條件で實際に運轉する場合の電動機溫度上昇となる。斯くの如くにして溫度上昇の點から電動機の適不適を決定する。

(3) 次の事項の數値を記せ。

(イ) ボンドの許容抵抗

(ロ) 電車線張力

(ハ) 變電所直流高速度遮斷器の遮斷時間

(解) (イ) 工作物規定により

抵抗の和がその區間の軌條のみの抵抗の3割を超過せず，且つ一つのボンドの抵抗はその軌條の長さ 5 m の抵抗に相當する値を超過しないこと。

(ロ) 110mm² 溝付硬銅線 800kg 15° C

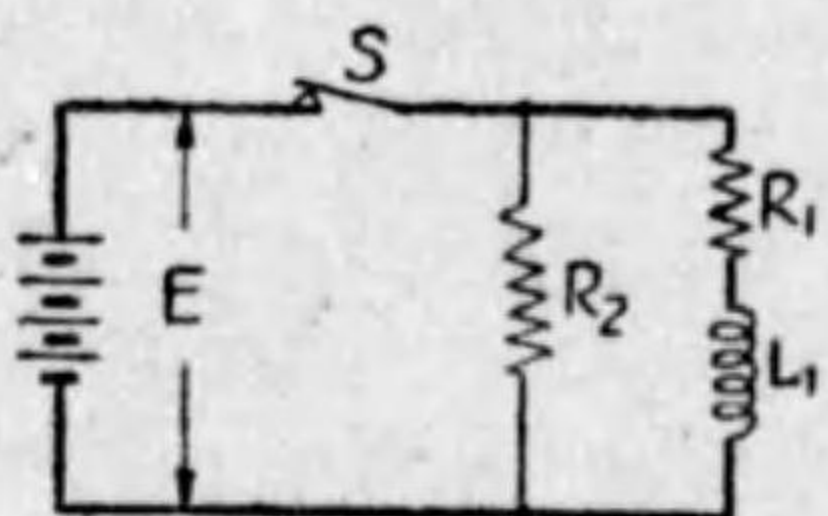
170mm² " 1000kg "

(ハ) 約 $\frac{18}{1000}$ 秒

第一種・一 般

(1) 第1図のような直流回路で、Sを閉じて定常状態にな

第1図



つた後 S を開いた場合の過渡電流と、この過渡電流で R_1 中に消費されるエネルギーとを求めよ。但し S を開いたとき電弧を生じないものとする。

(解) R_2 回路の時定数は零であるから、 R_2 の電流は S を開くや否や零となる。従つて S を開いた後の過渡電流が流れる回路は第2図のようになる。

今、S を開いてから t 秒後の電流を i とすれば

$$i(R_1 + R_2) + L_1 \frac{di}{dt} = 0$$

第2図

$$\frac{di}{i} = -\frac{R_1 + R_2}{L_1} dt, \quad \log i = -\frac{R_1 + R_2}{L_1} t + \log C$$

$$\therefore i = Ce^{-\frac{R_1 + R_2}{L_1} t} \quad \text{但し } C = \text{積分定数}$$

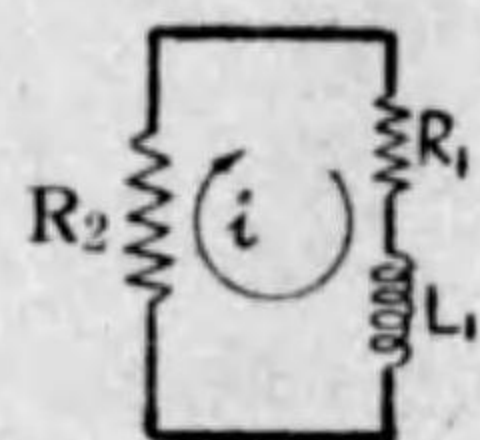
初期条件としては、 $t=0$ の時、 $i = \frac{E}{R_1}$ だから

$$\frac{E}{R_1} = Ce^0 = C$$

$$\therefore i = \frac{E}{R_1} e^{-\frac{R_1 + R_2}{L_1} t}$$

次に dt なる時間中に R_1 に消費されるエネルギーは、 $i^2 R_1 dt$ である。故に R_1 で消費される全部のエネルギー W は、

$$W = \int_0^{\infty} i^2 R_1 dt$$



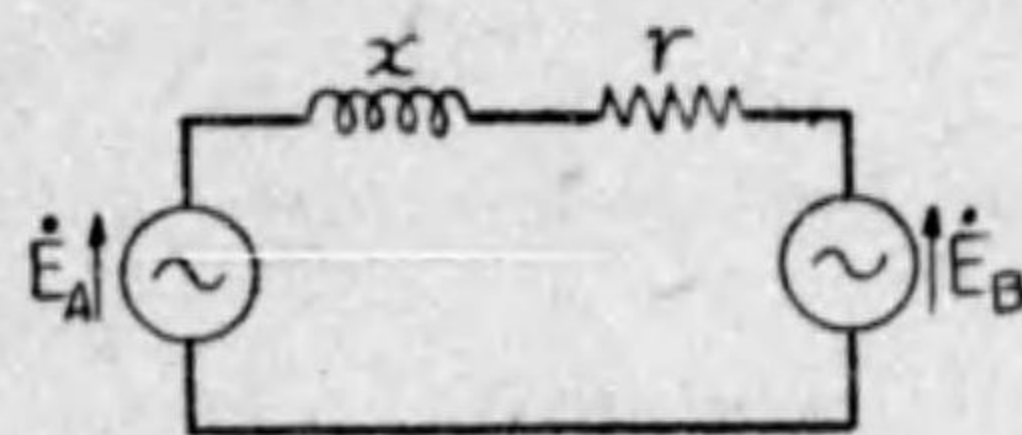
$$\begin{aligned} &= \int_0^{\infty} \left(\frac{E}{R_1} e^{-\frac{R_1 + R_2}{L_1} t} \right)^2 R_1 dt \\ &= \frac{E^2}{R_1} \int_0^{\infty} e^{-2\frac{R_1 + R_2}{L_1} t} dt \\ &= \frac{E^2}{R_1} \left[\frac{-L_1}{2(R_1 + R_2)} e^{-2\frac{R_1 + R_2}{L_1} t} \right]_0^{\infty} \\ &= \frac{E^2}{R_1} \cdot \frac{-L_1}{2(R_1 + R_2)} \left[e^{-\infty} - e^{-0} \right] = \frac{L_1 E^2}{2R_1(R_1 + R_2)} \end{aligned}$$

[後半別解] S を開いた場合に、 R_1, L_1, R_2 なる局部回路の抵抗 ($R_1 + R_2$) 内に消費される全エネルギーは S を閉じていた場合に L_1 内に保有されていた全エネルギー $W = \frac{1}{2} L_1 \left(\frac{E}{R_1} \right)^2$ に等しい。従つて R_1 に消費される全エネルギー W_1 は

$$W_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} W = \frac{L_1 E^2}{2R_1(R_1 + R_2)}$$

(2) 第3図に示すようにインピーダンス ($r + jx$) で接続された \dot{E}_A, \dot{E}_B の二電源がある。

第3図



(イ) r 中に生ずる電力損失及びこれを最小にする θ の値を求めよ。

(ロ) \dot{E}_B 端の無効電力及びこれを零にする \dot{E}_B の値を求めよ。

但し、 $\dot{E}_A = E_A e^{j\theta}$ 、 $\dot{E}_B = E_B$ とし、電源のインピーダンスは無視する。

(解) 回路を循環する電流を \dot{I} とし、正の向きを第4図のようにとる。 $|\dot{E}_A| > |\dot{E}_B|$ と假定した場合の \dot{E}_A, \dot{E}_B 及び \dot{I} のベクトル関係は題意により第5図のようになる。圖で $\phi = \tan^{-1} \frac{x}{r}$ である。 \dot{I} を求める

と

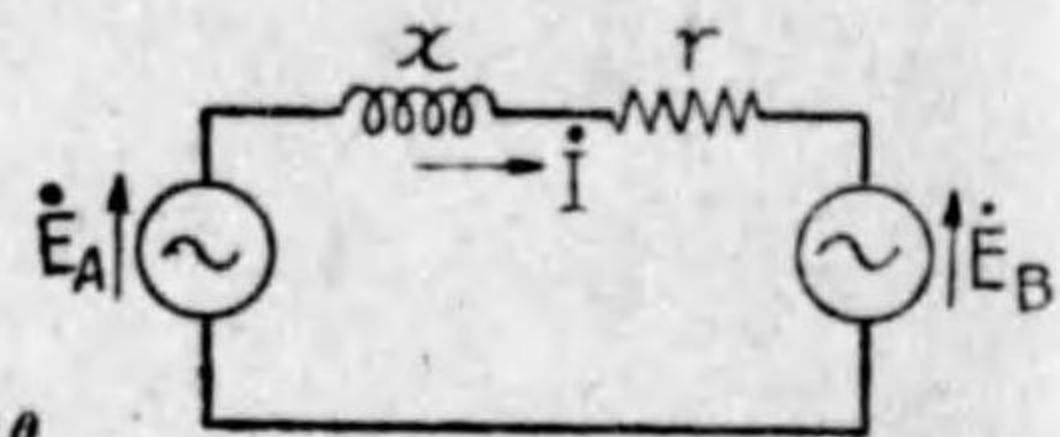
$$\dot{E}_A = E_A e^{j\theta} = E_A (\cos\theta + j\sin\theta)$$

$\dot{E}_B = E_B$ であるから

$$\dot{i} = \frac{\dot{E}_A - \dot{E}_B}{r + jx}$$

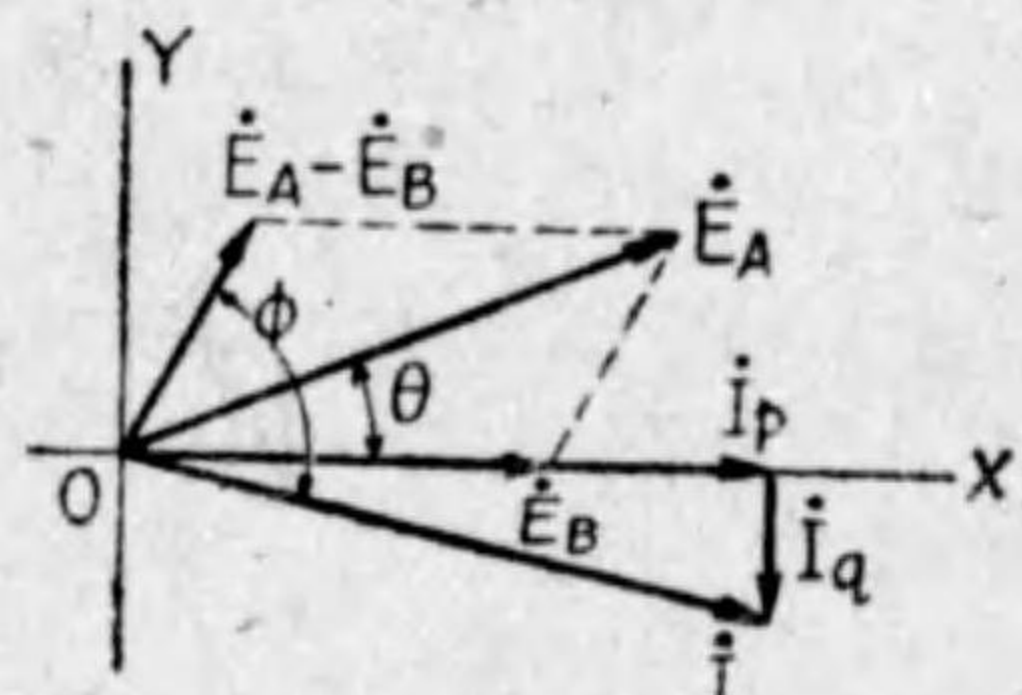
$$= \frac{(E_A \cos\theta - E_B) + jE_A \sin\theta}{r + jx}$$

第 4 圖



(イ) r 中に生ずる電力損失 P_r は、

第 5 圖



$$P_r = I^2 r = \frac{(E_A \cos\theta - E_B)^2 + E_A^2 \sin^2\theta}{r^2 + x^2} \times r$$

$$= \frac{E_A^2 + E_B^2 - 2E_A E_B \cos\theta}{r^2 + x^2} \times r$$

で表わされる。
次にこの損失を最小にする θ の値は上式の $\cos\theta$ が最大となる θ の値

であるから、 $\theta = 0^\circ$ である。

(ロ) \dot{E}_B 端の無効電力 Q 及びこれを零にする \dot{E}_B の値 \dot{i} を有効分 I_p と無効分 I_q に分けると

$$I = I_p - jI_q = \frac{r(E_A \cos\theta - E_B) - xE_A \sin\theta}{r^2 + x^2}$$

$$- j \frac{x(E_A \cos\theta - E_B) - rE_A \sin\theta}{r^2 + x^2}$$

\dot{E}_B 端の無効電力 Q は \dot{i} の無効分 I_q と E_B との積であるから

$$Q = I_q \times E_B = \frac{x(E_A \cos\theta - E_B) - rE_A \sin\theta}{r^2 + x^2} \times E_B$$

である。

次に無効電力 Q を零にする \dot{E}_B は上式を零と置くと

$$\frac{x(E_A \cos\theta - E_B) - rE_A \sin\theta}{r^2 + x^2} \times E_B = 0$$

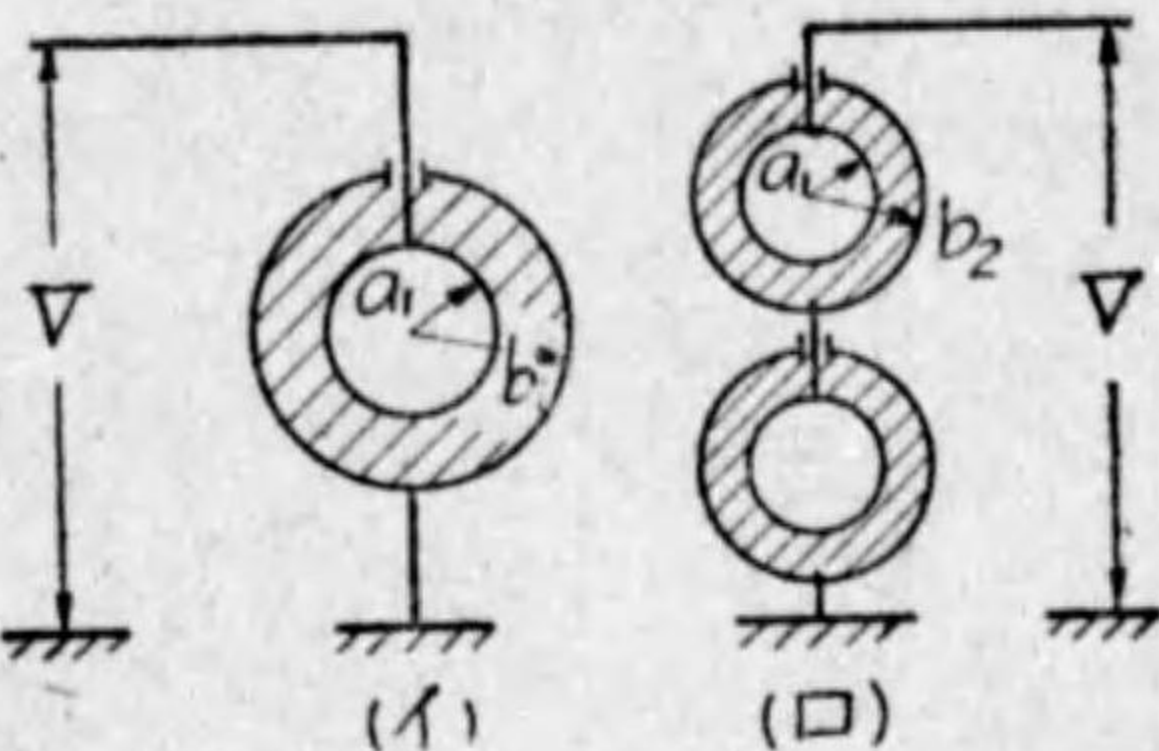
$$x(E_A \cos\theta - E_B) - rE_A \sin\theta = 0$$

これより求める \dot{E}_B の値は

第 6 圖

$$\dot{E}_B = E_B = E_A \left(\cos\theta - \frac{r}{x} \sin\theta \right)$$

(3) 電圧 V を (イ), (ロ) のように同心球の蓄電器に加え、内球表面の電位傾度を等しくするためには、内外球の間の絶縁物の量の比を如何に定めるべきか。但し内外球の半径の比 $a_1/b_1, a_2/b_2$ は等しいものとする。



(解) (イ) (ロ) の場合の絶縁物の誘電率を ϵ とし、半径 a_1, b_1, a_2, b_2 の単位を cm、電圧 V の単位を e. s. u. で表わす。

(イ) の場合には 内球表面の電荷を Q_1 (e. s. u.) とすれば、

$$V = \frac{Q_1}{\epsilon} \left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{b_1} \right)$$

故に

$$Q_1 = \frac{\epsilon a_1 b_1}{b_1 - a_1} V \text{ (e. s. u.)}$$

次に内球表面の電位傾度を g_1 とすれば

$$g_1 = \frac{Q_1}{\epsilon a_1^2} = \frac{1}{a_1^2} \times \frac{a_1 b_1}{b_1 - a_1} V = \frac{b_1}{a_1} \times \frac{V}{b_1 - a_1} \text{ (e. s. u./cm)}$$

(ロ) の場合では、全く同じ 2 箇の球が直列になつているから、1 箇の球には $V/2$ なる電圧が加えられていると見てよい。故に半径 a_2 の内球表面の電位傾度を g_2 とすれば、(イ) の場合と同様

$$g_2 = \frac{1}{2} \frac{b_2}{a_2} \frac{V}{b_2 - a_2} \text{ (e. s. u./cm)}$$

題意により、 $g_1 = g_2$ とするのであるから

$$\frac{b_1}{a_1} \frac{V}{b_1 - a_1} = \frac{1}{2} \frac{b_2}{a_2} \frac{V}{b_2 - a_2}$$

上式中に $a_1/b_1 = a_2/b_2$ の関係を入れると、次の関係が求められる。

即ち
$$\left. \begin{aligned} 2b_2 &= b_1 \\ 2a_2 &= a_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

従つて、(イ)、(ロ)の場合の絶縁物の體積をそれぞれ W_1, W_2 とすれば、

$$W_1 = \frac{4\pi}{3}(b_1^3 - a_1^3) \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 2 \frac{4\pi}{3}(b_2^3 - a_2^3) \text{ cm}^3$$

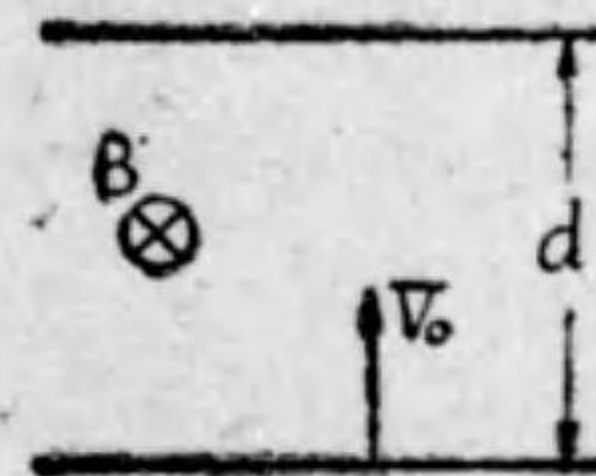
$$\therefore \frac{W_1}{W_2} = \frac{b_1^3 - a_1^3}{2(b_2^3 - a_2^3)} \dots\dots\dots (2)$$

(2)式に(1)式を代入して

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{2^3(b_2^3 - a_2^3)}{2(b_2^3 - a_2^3)} = 4$$

測定 I

第 1 圖

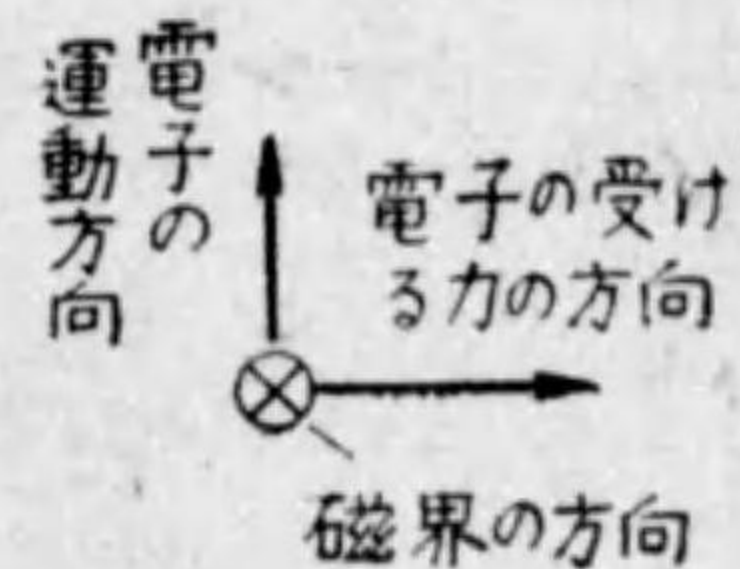


真空中において、圖に示すように間隔 d に置かれた並行電極板があり、紙面に垂直な方向の磁束密度 B がある。今一方の電極から電極に垂直に初速度 V_0 で對極に向つて電子が飛び出すとする時、この電子が對極に達し得

ないためにはどのような条件が必要か。但し使用した單位系を附記せよ。

(解) 磁束密度 B ガウスなる磁界中を、磁界に直角なる方向に速度 V_0 cm/sec で運動する電子の受ける力の大きさは BeV_0 ダイーン(但 e は電子の電荷 $(1.6 \times 10^{-20} e. m. u.)$ その方向は第 2 圖に示す通り兩者に直角の方向である。

第 2 圖



さて本題に於ては電子に働く力は必ず紙面内にある故、電子の運動も紙面内に行われる。電子に作用する力従てその加速度は各瞬間の電子の運動方向に直角であり、従て電子の速さは一定で、その方向のみが變化する。而も磁束密度 B が一定ならば加速度は一定であり電子の運動徑路は圓形となる。

徑路の半徑は求心力と電子の受ける力とを等置して得られる。半徑を r とすれば

$$\frac{mV_0^2}{r} = BeV_0$$

$$\therefore r = \frac{m}{e} \frac{V_0}{B}$$

但し m は電子の質量である。

(第3圖参照)

従て電子が對極に達し得ないための條件は $d > r$ 即ち

$$d > \frac{m}{e} \frac{V_0}{B}$$

なお用ひた單位系は C. G. S. 電磁單位系である。

[備考] 問題には明記してないが電極間の電界を零として計算した。

[註] 電子が圓周上を運動することを式によつて求めてみよう。第2圖の如く電子の運動する平面上に x, y 軸をとる。運動の方程式は電子の質量、電荷を夫々 $m, -e$ 、速度の x, y 成分を夫々 v_x, v_y として

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dv_x}{dt} &= eBv_y \\ m \frac{dv_y}{dt} &= -eBv_x \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

$t=0$ にて電子が y 軸の方向に初速度 V_0 で飛び出すことを考慮してこの連立方程式を解けば (1) の解は

$$\left. \begin{aligned} v_x &= V_0 \sin \frac{eB}{m} t \\ v_y &= V_0 \cos \frac{eB}{m} t \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

速さは $\sqrt{v_x^2 + v_y^2} = V_0$ となつて常に初速度と等しい大きさである。

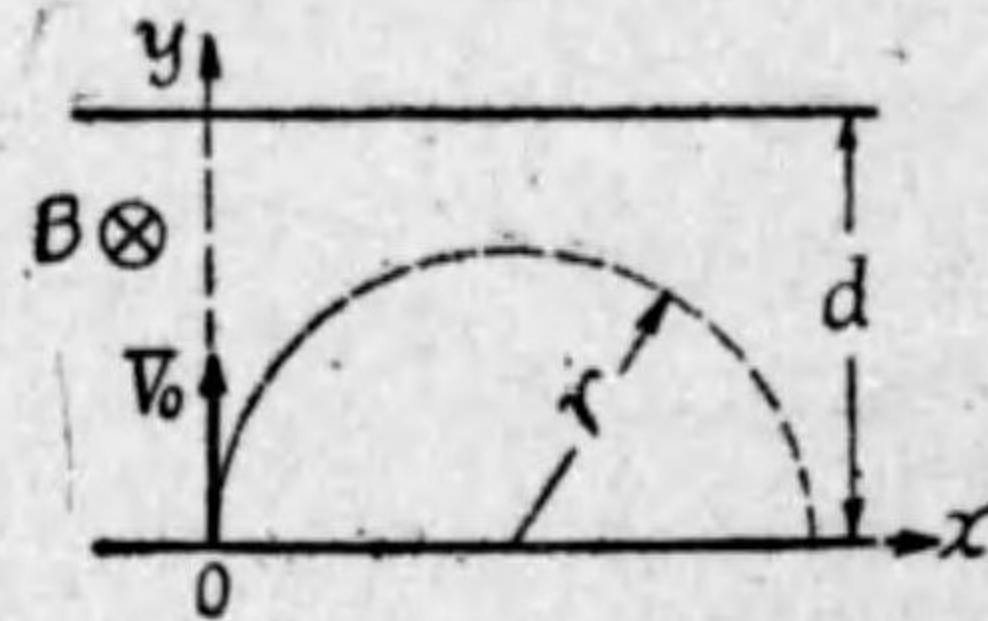
更に ($t=0$ にて $x=0, y=0$ を考慮して)

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{m}{eB} V_0 (1 - \cos \frac{eB}{m} t) \\ y &= \frac{m}{eB} V_0 \sin \frac{eB}{m} t \end{aligned} \right\}$$

此等の式から t を消去すれば軌道の方程式が得られる。即ち

$$\left(x - \frac{m}{eB} V_0\right)^2 + y^2 = \left(\frac{m}{eB} V_0\right)^2 \dots\dots\dots (3)$$

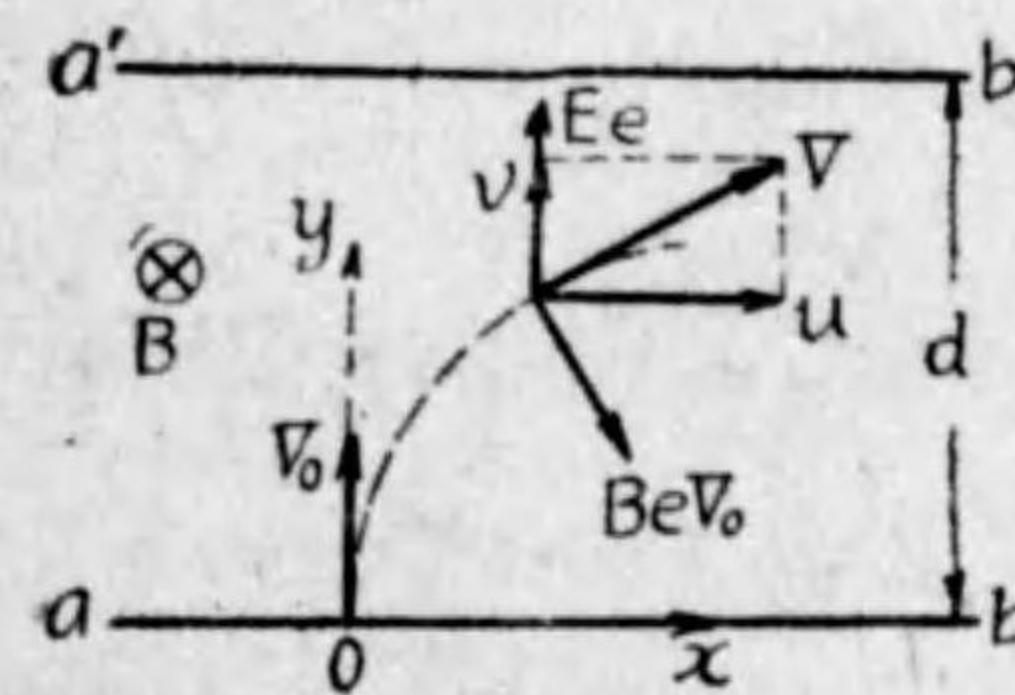
第 3 圖



即ち軌道は圓でその中心は x 軸上にあり、半径は $\frac{m}{eB} V_0$ である。

(別解) 若し、電極間に電圧 E (e. m. u.) を存在せしめて計算すれば次の如くなる。

第 4 圖



電子は進行方向と直角に BeV マインの力を受け、又 $a'b'$ 面の方向に Ee マインの力を受ける。但し磁束密度を B ガウス、兩極板の電位差を E ボルト、 ab 面の電位を零、電子の電荷を e クーロン電子の任意の位置に於ける速度を V 厘毎秒とする。圖の如く電子の出発點を原點とする座標軸 x, y を取れば電子の運動の方程式は m を電子の質量とすれば、

$$\left. \begin{aligned} mu &= BeV \\ mv &= Ee - Beu \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

となる。(1) の解は、

$$\left. \begin{aligned} u &= A \sin \left(\frac{Be}{m} t + \epsilon \right) + \frac{E}{B} \\ v &= A \cos \left(\frac{Be}{m} t + \epsilon \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

となるが、初期條件を $t=0, u=0, v=V_0$ とすれば、

$$A = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{E}{B}\right)^2} \quad \sin \epsilon = -\frac{E}{B}$$

又、 $u = \frac{dx}{dt}, v = \frac{dy}{dt}$ であるから、軌道 x, y は $t=0, x, y=0$ とし

(2) を積分して、

$$\begin{aligned} x &= \frac{m}{eB} A \left\{ \cos \epsilon - \cos \left(\frac{eB}{m} t + \epsilon \right) \right\} + \frac{E}{B} t \\ y &= \frac{m}{eB} A \left\{ \sin \left(\frac{eB}{m} t + \epsilon \right) - \sin \epsilon \right\} \end{aligned}$$

を得る。 t を追ひ出せば即ち軌道曲線の方程式を得る。

今 $E=0$, とすれば $A=V_0$, $\varepsilon=0$ となるから,

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{mV_0}{eB} \left(1 - \cos \frac{eB}{m} t \right) \\ y &= \frac{mV_0}{eB} \sin \frac{eB}{m} t \end{aligned} \right\}$$

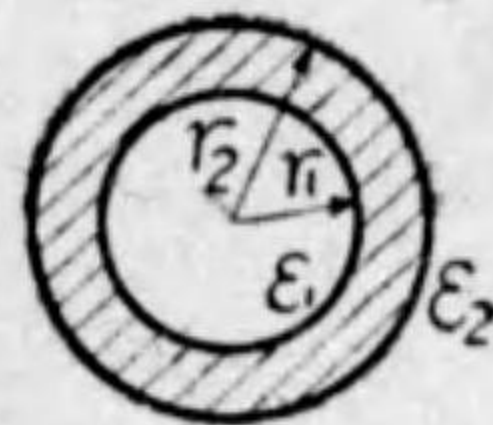
$$\left(x - \frac{mV_0}{eB} \right)^2 + y^2 = \left(\frac{mV_0}{eB} \right)^2 \dots\dots\dots (3)$$

(3) 式は原点を通る半径 $\frac{mV_0}{eB}$ の圓となる。従つて此の電子が對極に達し得ない爲の條件は,

$$d > \frac{m}{e} \frac{V_0}{B}$$

となる。

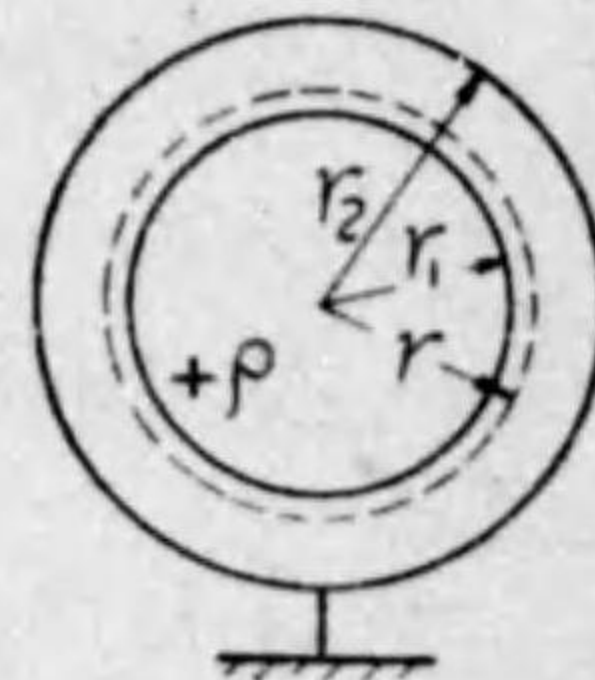
第 5 圖



(5) 半径が夫々 r_1, r_2 の同心圓筒からなる蓄電器がある。圓筒間の空間はその比誘電率が内部圓筒から外部圓筒に向つて距離と共に一様に變化する誘電體で滿されている。この圓筒の單位長當りの靜電容量 (C. G. S. 靜電單位) を求めよ。但し内部圓筒及び外部圓筒の表面における比誘電率の値をそれぞれ $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ とし端効果は無視するものとする。

(解) 外部圓筒を接地し、内部圓筒に一様に軸方向の長さ 1cm 毎に ρ e. s. u. の電荷を與える。靜電界に於けるガウスの定理を用いて軸から r cm の距離にある誘電體内の電界の強さ E (e. s. u.) を求める。半径 r なる同心圓筒面と軸に直角で距離 1cm にある二つの平面で圍まれた空間につき、ガウスの定理を適用すれば、電界は平面に平行で圓筒面に

第 6 圖



に垂直であるから

垂直であるから

$$2\pi r(\varepsilon E) = 4\pi\rho$$

$$\therefore E = \frac{2\rho}{\varepsilon r}$$

但 ε は比誘電率で r の函數である。

兩圓筒間の電位差は

$$U = \int_{r_1}^{r_2} \frac{2\rho}{\varepsilon r} dr$$

より得られる。 ε は假定により二つの常數 A, B を用いて

$$\varepsilon = A + Br$$

とおくことができる。この常數は $r=r_1$ にて $\varepsilon=\varepsilon_1$, $r=r_2$ にて $\varepsilon=\varepsilon_2$ なる條件により決定される。

即ち $\left. \begin{aligned} A + B r_1 &= \varepsilon_1 \\ A + B r_2 &= \varepsilon_2 \end{aligned} \right\}$ を解いて

$$A = \frac{r_2 \varepsilon_1 - r_1 \varepsilon_2}{r_2 - r_1}$$

$$B = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{r_2 - r_1}$$

従て電位差 U は

$$U = 2\rho \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{(A + Br)r}$$

$$= \frac{2\rho}{A} \int_{r_1}^{r_2} \left(\frac{1}{r} - \frac{B}{A + Br} \right) dr$$

$$= \frac{2\rho}{A} \left[\log_e r - \log_e (A + Br) \right]_{r_1}^{r_2}$$

$$= \frac{2\rho}{A} \left[\log_e \frac{r_2}{r_1} - \log_e \frac{A + Br_2}{A + Br_1} \right]$$

$$= 2\rho \frac{r_2 - r_1}{r_2 \varepsilon_1 - r_1 \varepsilon_2} \log_e \frac{\varepsilon_1 r_2}{\varepsilon_2 r_1} \quad (\text{e. s. u.})$$

従て單位長當りの靜電容量は

$$C = \frac{\rho}{U} = \frac{1}{2} \frac{r_2 \epsilon_1 - r_1 \epsilon_2}{r_2 - r_1} \frac{1}{\log_e \frac{\epsilon_1 r_2}{\epsilon_2 r_1}} \quad (\text{e. s. u./cm})$$

(3) 弾動検流計を使つて磁束密度を測定する方法を説明せよ。

(解) 一つの線輪に弾動検流計を接続しておく。線輪を通る磁束が急激に変化するときは線輪に起電力を誘起し、次に証明する如く弾動検流計を通る電氣量は磁束の變化量に比例する。(この線輪は搜索線輪と稱せられる)。

この回路の抵抗及び自己インダクタンスを夫々 r, L とすれば誘起電圧 e と電流 i との間には次の関係がある。(t は時間、又各量の単位には C.G.S.e.m.u. を用いる)

$$e = ir + L \frac{di}{dt}$$

一方線輪を通る磁束を ϕ 、線輪の巻数を n とすれば

$$e = n \frac{d\phi}{dt}$$

であるから

$$nd\phi = irdt + Li$$

磁束を變化せしめた瞬間 ($t=0$ とする) から $t=\infty$ まで積分すれば

$$n\Delta\phi = r \int_0^{\infty} idt + L \left[i \right]_0^{\infty}$$

$\Delta\phi$ は磁束の變化量である。右邊第一項 $\int_0^{\infty} idt$ は検流計を通つた電氣量である。之を Q とおく。第二項は零であるから

$$\Delta\phi = \frac{rQ}{n}$$

このときの検流計の振れ θ は、定数を K とすれば磁束の變化する時間が十分短いとき $Q = K\theta$ であるから

$$\Delta\phi = \frac{rK}{n} \theta$$

次にこの原理による種々の方法を述べる。

(i) 氣體 (一般には流體) 中の磁束密度 第7圖の如く面に平行な回轉軸を有する搜索線輪を用い、線輪面を磁束に直角の方向から急速に 180° だけ回轉せしめる。線輪の面を磁束に直角においたとき線輪を通る磁束を ϕ とすれば、磁束の變化量は 2ϕ に等しい。従て線輪の面積を A とすれば

$$B = \frac{1}{A} \frac{rK}{2n} \phi$$

より求められる。

(ii) 鐵心中の磁束密度 勵磁巻線を有する鐵心の巻線に一定の電流を通じたときの鐵心各部の磁束密度を求めるには、(このとき生ずる磁束を ϕ とする)、第8圖の如く搜索線輪を設け、勵磁巻線の電流の方向を急速に逆轉せしめる。磁束の方向が逆轉するのであるから、磁束の變化量は 2ϕ となる。求める磁束密度 B は、その部分の鐵心の斷面積を A とすれば

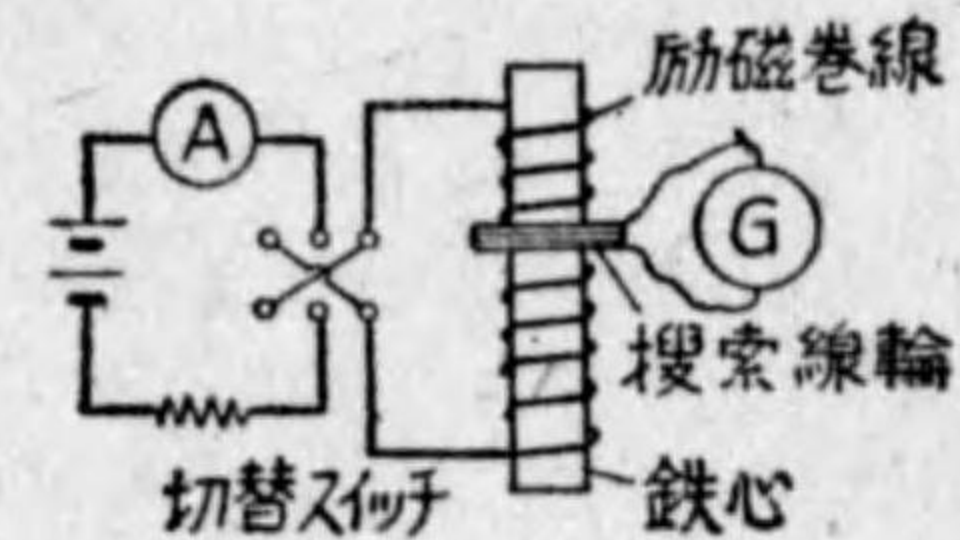
$$B = \frac{1}{A} \frac{rK}{2n} \phi$$

鐵心中の磁束密度が到る處一定と考えられる場合 (例えば一定斷面積の環狀鐵心に一樣に勵磁巻線を施した場合) には搜索線輪を鐵心全部にわたり一樣に施して上述の方法をとり、一度に平均の磁束密度を求めることが多い。

(iii) 永久磁石の磁束密度、又は鐵心中の磁束を變化せしめ得ない場合、測定しようとする箇所に第9圖の如く搜索線輪を挿入し弾動検流計を接続する。搜索線輪を急に引き抜く (或は磁石の方を抜



第7圖



第8圖



第9圖

いてもよいが)と磁束はある値から零になる。磁石(或は鐵心)の斷面積を A とすれば求むる磁束密度は

$$B = \frac{1}{A} \cdot \frac{rK_{\theta}}{n}$$

より求められる。

機 械 I

(1) 一次變電所の主要變壓器を發註するにあつてその仕様を決定する上に考慮すべき事項を擧げてこれを説明せよ。

(解) 仕様決定に當り考慮すべき事項としては次の諸項があげられる。

1. 容量及 Bank 數 總容量は系統の状態により定まるから、これを2或は3の Bank 數とし、Bank 容量を決定する。箇々の容量が輸送の方面から制限される時は Bank を増さねばならぬ。
2. 三相、單相の別 Bank 容量が定れば之を三相とするか、單相とするかは能率、費用、保守の難易等を考慮して決定する。三相一臺は之の1/3容量の單相三臺に比し價格、所要床面積小で、能率もよく、配線保守が簡單である。殊に Bank 數の多い所では三相が有利である。一次變電所は發電所に比し輸送に關して有利であるが、この制限にふれるときは單相とすれば大容量 Bank とすることも可能となる。
3. 定格電壓 特殊の事情のない限り J.E.C. の標準電壓によるべきである。
4. 冷却方式 自冷式は保守が容易で特別の場合の外本方式がよい。大容量のものでは自冷は價格大となるが、能率良好の事も考えれば本方式がよい。送油水冷式は放熱器の不要だけ床面積が縮少され、大容量器では價格も自冷式より廉く、能率もよいが、補助設備が多く、保守が複雑である。油入送風式は自冷式に本方式を追加するだけで、その容量を20%程度増すことが出来る。又は放熱器の數を減すことも出来る。輕負荷時に送風機を停止し、重負荷時のみ運轉する方式は負荷率の悪い變電所に於ては良い方法である。
5. タップ電壓 一次電壓は必ずしも公稱電壓に一定でないから二次電壓を一定値にするためには一次にタップを設ける。その範圍は公稱電壓の5%毎に±10%以下で十分である。二次側は電流が大であるからタップを出すことは困難が多い。三次巻線をおき調相機を使用する場合

は、二次負荷の輕重に關らず調相機電壓を一定とするために±5%程度のタップを設けた方がよい。

なおタップは全容量とするか遞減容量とするかを指定する必要がある必要以上に全容量を指定すれば價格が増す。

6. 絶縁 一次變電所は雷に曝されているから常規周波數における絶縁の外に、雷電壓に對するそれを特に考慮する必要がある。之には避雷器、保安間隙等の設備とも關連させねばならない。例えば套管の絶縁を過大にすれば雷電壓が巻線に進入することになり大事故の因を造る。煤煙、塵埃の多い所では常時電壓のための漏洩防止に沿面距離を長くする。

7. 結線 三次巻線の有無に關らず一次はY結線とし中性點を接地し絶縁の輕減を圖る。三次のないとき人Δ、三次を有するときはYYΔ又はYΔΔとする。

8. 既設々備との關係 増設のものと並列使用する場合ならば、並列運轉を可能とするためにインピーダンスを指定し、又既設のものとの相變位を合せる必要がある。

(2) 巻線型三相誘導電動機の運轉中、その二次回路に一線斷線を生じた場合どんな現象を起すか、またこの電動機を一旦停止し再び起動した場合にはどんな現象が起るか。

(解) 二次側一線斷線のために二次は單相回路となり、電流も單相となる。又二次電流による磁界は交番磁界となる。單相の二次電流は相回轉の相反する同値の三相電流の合成と考え得られるから、交番磁界は之等電流によつて生ずる回轉磁界の合成と考えられる。この回轉磁界の中一次回轉磁界と同方向のものを正相回轉磁界、之を生ずる電流を正相電流と名づけ、又逆方向のものを逆相回轉磁界、之を生ずる電流を逆相電流と名づける。

今回轉子は一次磁界に對し滑り S で運轉中とし、一次(固定子とする)回轉磁界を時計式に N_s とすれば回轉子速度 $N_R = N_s(1-S)$ 又一次周波數を f_1 とすれば、二次電流及び電壓、周波數は、正相、逆相共に sf_1 である。二次正相電流は三相平衡時の理論により一次回轉磁界と同方向のトルクを生ずる。二次逆相電流に依るトルクは次の様に考

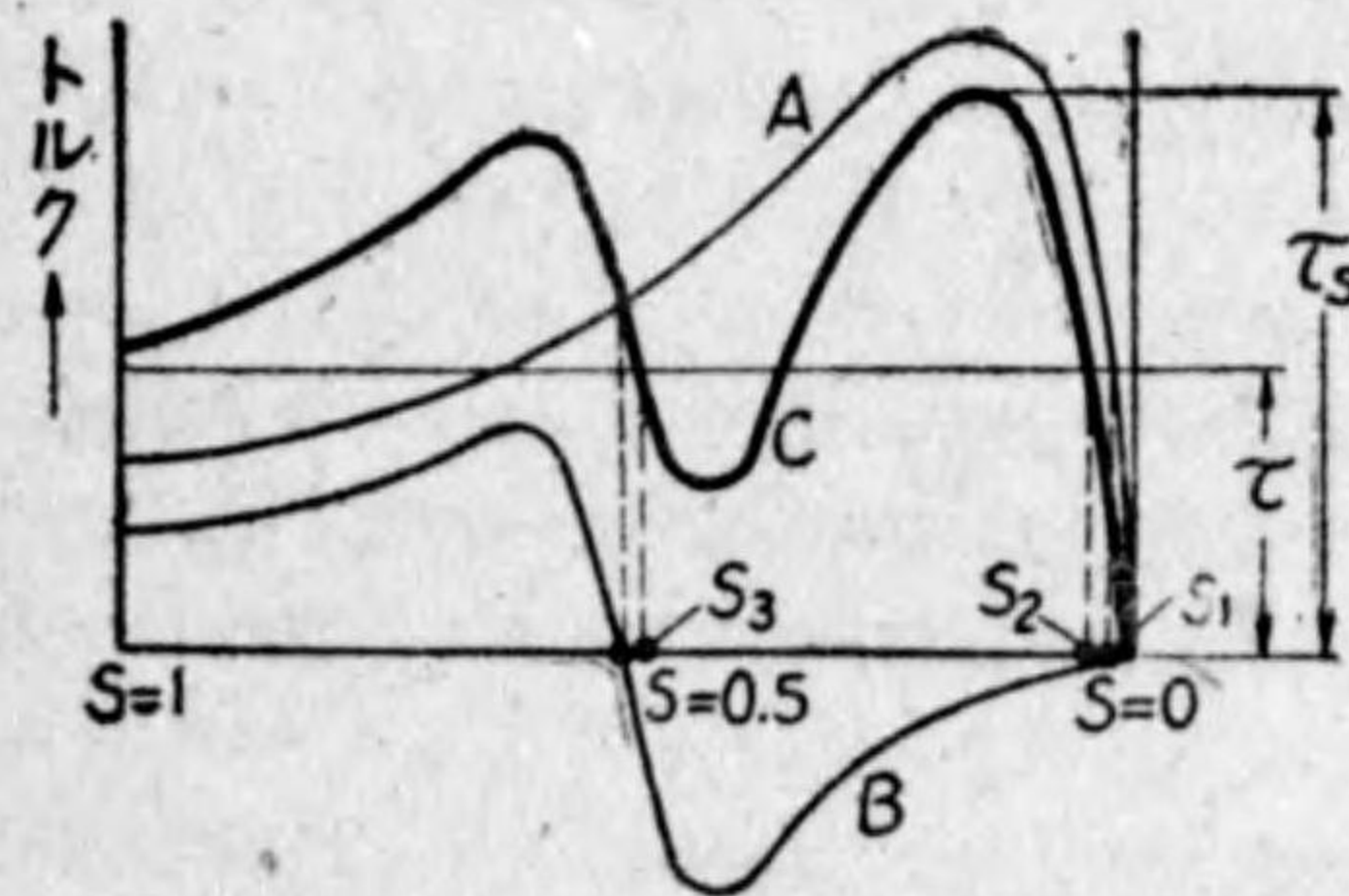
えられる。即ち逆相電流は回轉子上に SN_s の速度で反時計式に回る回轉磁界を生じ、之が固定子に對する關係的速度は時計式に $N_R - SN_s = N_s(1-S) - SN_s = N_s(1-2S)$ となり、固定子に周波數 $(1-2S)f_1$ の起電力を誘起し、電源回路を通じて電流を流し、之が逆相磁界との間にトルクを生ずる。トルクの方法は逆相磁界と同方向に固定子を回す様に生ずるが固定子は回らないから相對的に回轉子が逆相磁界と反對方向のトルクを生ずる。逆相磁界の速度は時計式に $N_s(1-2S)$ であるから $1/2 > S > 0$ に於て逆相のトルクは反時計式であり、 $1/2 < S$ に於ては時計式である。若し $S=1/2$ ならば時計式に $\frac{N_s}{2}$ で回る回轉子上に反時計式に $\frac{N_s}{2}$ で逆相磁界が回るから、之は固定子に對し靜止するから逆相分に就て考えれば回轉子を一次とし、固定子を二次とする電動機的作用をなし、正相分の $S=0$ に於て、逆相分にては $S'=1, S=1/2$ に於て $S'=0, S=1$ にて $S'=1$ となる。

第 1 圖



第 2 圖に於て曲線 A は正相分によるトルク、B は逆相分によるトルク、C はその合成である。圖の様に C は $S=1/2$ 附近に於て谷を生ずる。負荷トルク τ が速度に關らず一定とすれば三相運轉するときの滑りは S_1 、單相時のそれは S_2 である。従つて三相平衡運轉中の二次の一線に斷線が生じたときは滑りが増加するが負荷トルクが τ_s 以下ならば停止する様なことはない。この時一次

第 2 圖



第 2 圖に於て曲線 A は正相分によるトルク、B は逆相分によるトルク、C はその合成である。圖の様に C は $S=1/2$ 附近に於て谷を生ずる。負荷トルク τ が速度に關らず一定と

すれば三相運轉するときの滑りは S_1 、單相時のそれは S_2 である。従つて三相平衡運轉中の二次の一線に斷線が生じたときは滑りが増加するが負荷トルクが τ_s 以下ならば停止する様なことはない。この時一次

電流は正相分に對する一次負荷電流、(周波數 f_1) と回轉子を一次とする逆相分に依る負荷電流〔周波數 $(1-2S)f_1$ 〕とが流れ、その値は増加し、且つ $f_1 - (1-S)f_1 = 2Sf_1$ の脈動を有する電流となる。

次に停止した單相二次の電動機に三相電壓を與えれば、どの線が斷線を生じても一次回轉磁界と同方向にトルクを生じそれが負荷トルク以上である限り加速する事が出来るが、 $S=1/2$ 附近に於てトルク曲線の谷に遭遇し圖の S_3 で安定となり、これ以上速度は上昇しないのである。

(3) 送電線の調相設備として使用される電力用蓄電器の直列リアクトルの容量を決定する方法を説明せよ。

(解) 直列リアクトルを使用する目的は蓄電器使用によつて生ずる回路の電流、電壓中の高調波増幅作用を抑制するのが主である。高調波の中偶數次ものは一般に存在せず、奇數次のそれも第三調波は線路網中の Δ 結線内で殆ど消滅するから、第 5、7、11 調波を除去し得る様にすればよい。實際に第 7、11 の如き高次ものは考慮せず、第 5 調波のみを除去し得る様にすれば十分な場合が多い。

即ち第 5 調波においてそのリアクタンスが蓄電器のそれと同値又はそれより大となれば、合成リアクタンスは誘導的となり第 5 調波の増大は抑制せらる。周波數によつてインダクタンスが不變のものとするれば第 5 調波で同調するリアクトルのリアクタンスは基本波では

$$5\omega L = \frac{1}{5\omega C} \quad \therefore \omega L = \frac{1}{5^2\omega C}$$

により $1/25=4\%$ となる。リアクトルの容量としてはインダクタンスが周波數により變ることを考慮しても蓄電器容量の $4\sim 6\%$ あればよい。之より大にすることは波形の改善には有效であるが基本波電流の増大のため蓄電器容量も増大することになる。

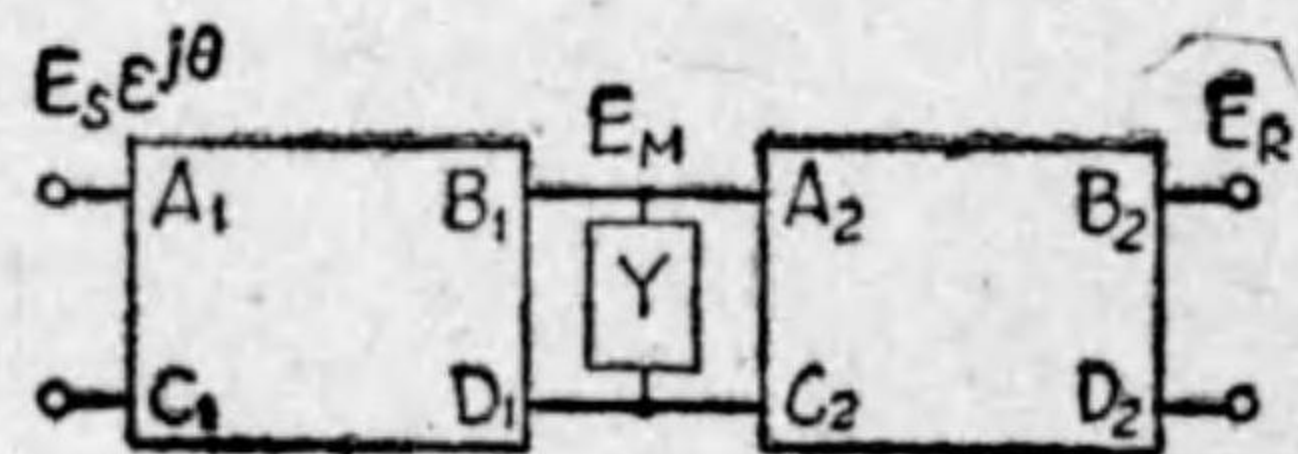
リアクトルの損失は銅損鐵損、漂遊負荷損であるが、鐵損は周波數の大なるとき増加し、第 5 調波における總損失は、電流同一でも基本波の 5 倍程度となり、又基本波電流の $30\sim 40\%$ の電流で損失が同値となるから注意せねばならぬ。實際の回路で高調波の含有量を推定する事は、設計に於ける重要事項であるが、 35% 程度と見て適當な場合が多い。

なお蓄電器又は同母線に短絡の如き事故あるときは、遮斷器の動作あるまでの間定格電流の $20\sim 30$ 倍の電流が流れるから、この間熱的、機械的に耐える様にせねばならない。

配 電 I

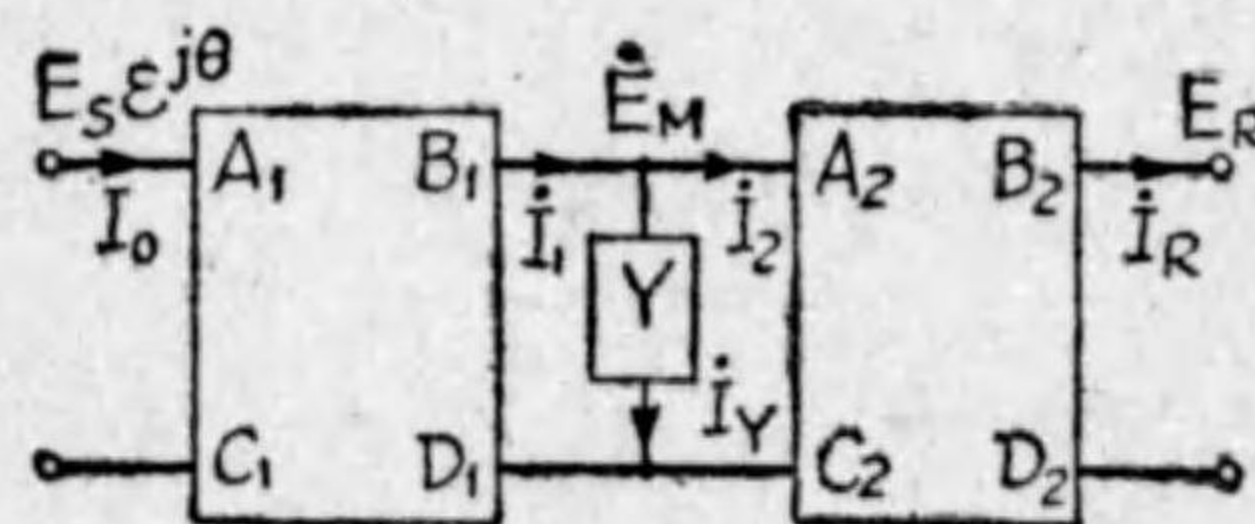
(1) 圖に示すように送電線の中間及び受電端に負荷を有する場合、中間變電所の端子電壓 E_M を求めよ。但し送受兩端の電壓の大きさ E_S, E_R は一定とし、 E_S と E_R の相差角を θ とする。また送電線の四端子定数を $E_S E_M$ 間 $A_1 B_1 C_1 D_1$, $E_M E_R$ 間 $A_2 B_2 C_2 D_2$ とし、中間變電所の負荷アドミッタンスを Y とする。

第 1 圖



(解)

第 2 圖



圖に於て

$$\left. \begin{aligned} A_1 D_1 - B_1 C_1 &= 1 \\ A_2 D_2 - B_2 C_2 &= 1 \end{aligned} \right\} \text{であると}$$

する。

各部の電流を第 2 圖の如く假定すれば次式が成立する。但し E_R を基準にとる。

$$E_M = A_2 E_R + B_2 I_R \dots\dots\dots (1)$$

$$I_2 = C_2 E_R + D_2 I_R = \dots\dots\dots (2)$$

$$I_1 = I_Y + I_2 = \dot{E}_M Y + I_2 \dots\dots\dots (3)$$

$$\dot{E}_S = A_1 \dot{E}_M + B_1 I_1 \dots\dots\dots (4)$$

但し $E_S e^{j\theta} = \dot{E}_S$ とする。

$$(2) \text{ 及び } (3) \text{ 式より } I_2 = \dot{E}_M Y + C_2 E_R + D_2 I_R \dots\dots\dots (5)$$

(4) と (1) 及び (5) と (1) から

$$\dot{E}_S = A_1 (A_2 E_R + B_2 I_R) + B_1 I_1 \dots\dots\dots (6)$$

$$I_1 = Y (A_2 E_R + B_2 I_R) + C_2 E_R + D_2 I_R \dots\dots\dots (7)$$

(6) と (7) とより

$$\dot{E}_S = (A_1 A_2 + B_1 A_2 Y + B_1 C_2) E_R + (A_1 B_2 + B_1 B_2 Y + B_1 D_2) I_R \dots\dots\dots (8)$$

(8) の E_R 及び I_R の係数は Y を一定とせる時は送受電端間の合成定数にして

今之を

$$\left. \begin{aligned} A_0 &= A_1 A_2 + B_1 A_2 Y + B_1 C_2 \\ B_0 &= A_1 B_2 + B_1 B_2 Y + B_1 D_2 \end{aligned} \right\} \text{と置けば}$$

$$\dot{E}_S = A_0 E_R + B_0 I_R \quad I_R = \frac{\dot{E}_S - A_0 E_R}{B_0}$$

I_R を (1) に代入れば

$$\dot{E}_M = A_2 E_R + B_2 \frac{\dot{E}_S - A_0 E_R}{B_0}$$

$$= \left(A_2 - \frac{B_2}{B_0} A_0 \right) E_R + \frac{B_2}{B_0} \dot{E}_S e^{j\theta} \text{ 即ち求むるものなり}$$

但し

$$A_0 = A_1 A_2 + B_1 A_2 Y + B_1 C_2$$

$$B_0 = A_1 B_2 + B_1 B_2 Y + B_1 D_2$$

(2) (a) 二回線送電線の超高速三相再閉路方式と選擇遮断方式との利害得失を論ぜよ。

(b) 一線接地時に故障相のみを再閉路する單相再閉路方式を具體化するためには如何にすべきか。又單相再閉路方式と三相再閉路方式との利害得失を一回線送電線及び二回線送電線の場合について比較せよ。

(解) (a) 送電線の故障に際し事故の増大を防ぎ系統の安定を図る爲に、可及的速かに故障箇所を回路から除去する必要がある。其の爲に二回線送電線では故障回線の故障區間を選擇して、直ちに送受兩端で遮断し、健全回線へ負荷を移す選擇遮断方式がとられたのである。然るに

實際生ずる故障の原因中約 90% は一時的性質のものといわれ、この様な一時的故障に對してもその度毎に線路を遮斷した儘、開放しておく必要があるか、どうか問題となり、又遮斷後人手で強行送電を試みるにしても數分間の開放は免れないことになる。

超高速度再閉路方式は故障に際して、直ちに故障回路から切り離すことは選擇遮斷方式と同様であるが、遮斷後の無電壓時間中に故障個所の絶縁耐力が十分に恢復していれば、再閉路後其まゝ安定の運轉を續けるのである。遮斷動作後再閉路する迄の時間は、電力系統の安定を亂さぬ爲には出来るだけ短時間がよいのであるが、それ迄に故障個所が充分恢復していなければ、再閉路しても遮斷器は再び動作するであろう。

選擇遮斷方式も再閉路方式も故障回路を選擇する點に就ては優劣はない譯であるが、其後の動作及び所要施設に就て利害得失を考へべきである。故障が一時的のものであれば再閉路により停電を免れ、送電線の信頼度を高め送電能力を増加し得る利益は明かである。事實閉路による送電回復率が故障回数の 67% なる報告もあり、再閉路方式の採用さるゝ機運を高めた原因である。

二回線送電線に超高速度三相再閉路方式を採用した場合の利點は

(イ) 並行二回線の場合は一回線を純然たる豫備と考へる必要がないから、同一設計の二回線でも、從來に比し送電容量が増加する。

(ロ) 並行二回線の送電能力の安定極限近くにあるものも、遮斷後直ちに再送電するので速かに安定恢復を得て信頼度を高めうる。この場合普通の選擇遮斷方式では送電の安定を確保し得ないことになる。

(ハ) 短絡時間が著しく短いから、碍子及び電線の焼損、斷線等の被害が減少し、又動作が自動的に行われる爲め、故障線から健全線への切換等開閉所自體の仕事が少くなる。

再閉路方式の缺點

(イ) 再閉路の大なる利點は系統の安定を亂さない點にあるから、それが有効に行われる爲めには即時送受兩端に於ける遮斷を行い且つ遮斷から再閉路迄の無停電時間を極めて短く (15 秒位) せねばならぬ。その爲には搬送式高速度繼電方式等を採用し普通の繼電方式に比し、繼電器、

傳送装置及び遮斷器の動作等に一層の迅速と確實性とを増すことが要求せられ、装置が複雑高價となる。

(ロ) 遮斷器の電流遮斷能力の恢復の早いこと等が要求され遮斷器が高價となる。

(ハ) 永久的故障には役立たぬ。

再閉路方式の缺點は選擇遮斷方式の利點とも云えるものであるが、再閉路方式の方がより一歩進んだものと考えられるから、其の施設さえ適當ならば線路の重要性を重んずる場合にはこの方式が大いに有利であろう。

(b) (イ) 一線接地時に故障相のみを再閉路する單相再閉路方式を具體化する爲には、平常の投入遮斷に於て三相同時動作を必要とする外に特に故障時に對する装置として、

1. 故障相のみを選擇して送受兩端で同時に遮斷する爲の繼電装置
2. 此際遮斷器は故障相だけが動作し他相をトリップさせない装置即ち繼電器及び遮斷器に特別の装置が要る。

(ロ) 一回送電線に於ては單相再閉路方式では一相を遮斷しても他の二線によつて、とも角不平衡電壓が供給され、回路の安定を維持することが出来るから再閉路により常態に復し得る。然し三相再閉路方式では三線共に一時無電壓となるから、負荷側に同期機を有する場合には其の脱調を防ぐ爲に、再閉路の時間を特に短縮する必要がある。然しそれにも技術上並に消弧上限度があり、再閉路時における電壓の大きさ、位相及び負荷の種類、勵磁度等度等により脱調に陥る場合がある。従つて一回線送電線では單相再閉路方式が勝れている。

二回線送電線では三相再閉路式が勝れている。即ち三相一回線を遮斷しても他の回線に依つて回路の安定は一時維持出来るから、強いて單相再閉路方式によつて不平衡電壓 (送電線のインピーダンスの不平衡による) を供給する必要もなく、又單相再閉路の如く故障相丈けを選擇動作する爲の繼電器及び遮斷器に對する装置も不要である。これらの點から三相再閉路が勝れている。

(3) 送電線にコロナが発生するときの悪影響5項目をあげて簡単に説明せよ。

(解) 1. 電力損失を伴うコロナは電線附近の空気の絶縁を破つての緩漫なる放電であるから、電力損失を伴う事は當然である。

(註) 一般に次式に依つてその損失が示される。

$$p = \frac{241}{\delta} (f+25) \sqrt{\frac{r}{D}} (e-e_0)^2 10^{-5} \text{ kW/km}$$

p = 一線 1km 當りのコロナ損, f = 周波数 サイクル/秒

δ = 相對空氣密度 = $0.392b/273+t$ b = 大氣壓(水銀柱mm)

t = 濕度(°C) D = 線間距離(cm)

r = 電線半徑(cm) e = 電線の中性點に對する電壓

$$e_0 = \text{破裂臨界電壓} = g_0 \delta m_v r \log \frac{D}{r}$$

g_0 = 破裂電壓傾度 = 20.5kV/cm (單線の場合の實效値)

= 18.1kV/cm (撚線の場合の實效値)

m_v = 電線の表面及び天候に依る係數 (1~0.6)

2. 高調波電流電壓の發生, 交流電壓の最大値に近い値になつた時コロナが発生するのであるから、當然電流は高調波を伴い、且つ電壓の波形も歪んで高調波電壓も伴う。これが爲め機器の損失を増し又は通信線へ誘導障害を與える。

3. 無線通信 (特にラジオ) に誘導障害を與える。コロナが送電線の一部に發生すると、高周波もこれに伴つて發生するらしく、ラジオに妨害を與える。

4. 絶縁物の劣化を招致する。碍子等の絶縁物はコロナの發生に依つて絶縁耐力が劣化する。

5. 線路定數の變化を來す。コロナは電線の周圍をイオン化するので電線周圍が導體化して見掛け上の太さを増加する。従つて線路定數が變化する。

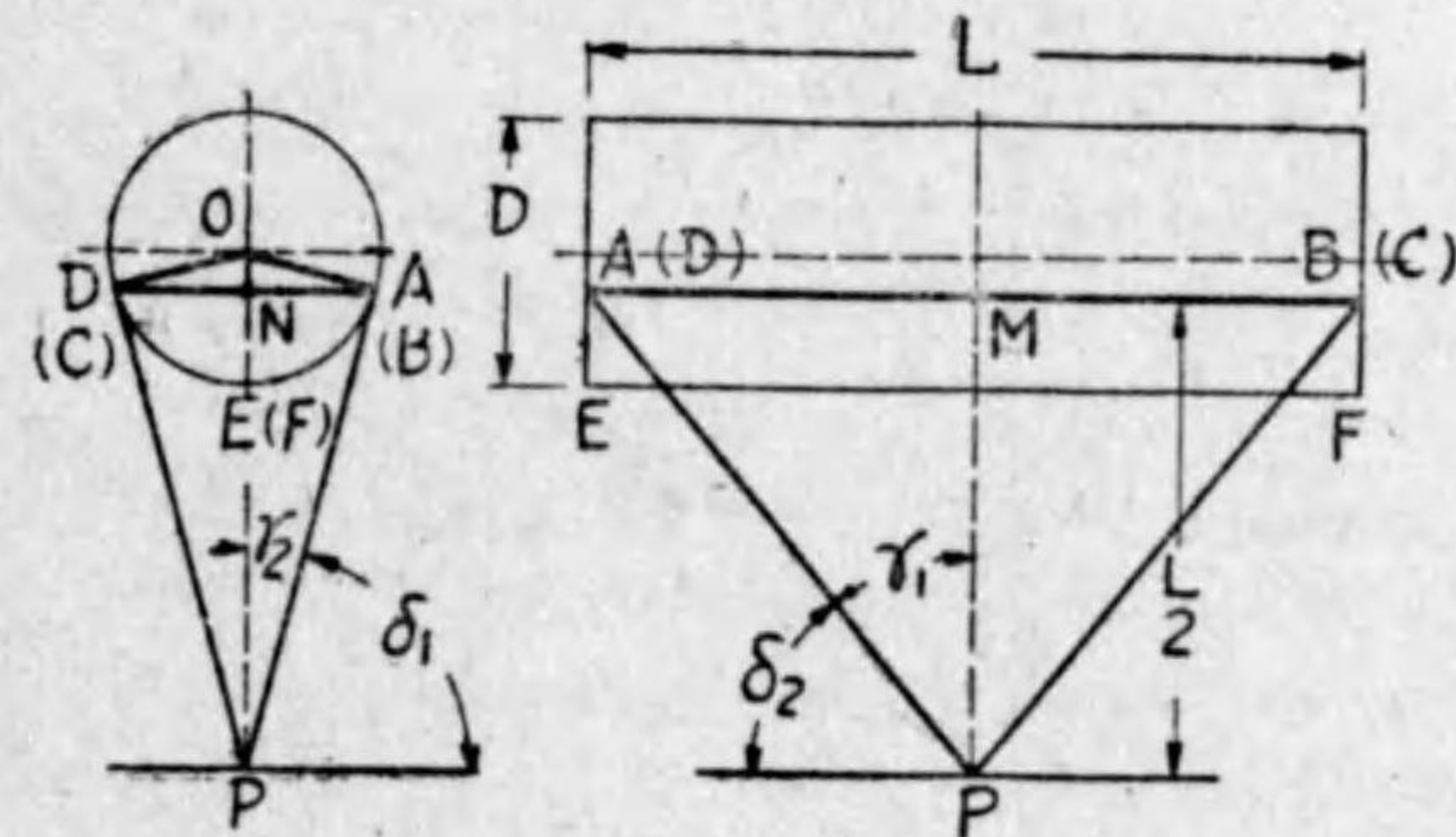
照 明 I

(1) 長さ L (cm), 直径 D (cm) の螢光放電燈を水平につけたとき管の中央から $\frac{L}{2}$ (cm) 下の點の水平面照度が E (lx) であつた。反射器具はないものとし、發光面が完全擴散性であると假定して全光束を概算せよ。

(解) 發光面輝度を B -stilb とせば、全光束 F (lm) は

$$F = \pi B \times \pi DL = \pi^2 DLB$$

第 1 圖



次に管の中央中心から $L/2$ cm 下點の水平面照度 E' (lm/cm²) を求める。圖より明かなる如く、 P 點より見た發光面の境界線は、 \overline{AB} \widehat{BFC} \overline{CD} \widehat{DEA} で \overline{AB} \overline{CD} が直線となるから、錐面積分の法則を用いるを良とする。然し \widehat{BFC} \widehat{DEA} の境界積分は簡單でないから、之を \overline{BC} \overline{DA} として等價發光面を矩形 $ABCD$ として計算する。

従て、

$$E' = \frac{B}{2} \int_{ABCD} \cos \delta d\tau = 4 \times \frac{B}{2} \left[\int_{AM} \cos \delta d\tau + \int_{AN} \cos \delta d\tau \right]$$

然るに

$$\int_{AM} \cos \delta d\gamma = \cos \delta_1 \times r_1 = \frac{D}{2} \times \tan^{-1} \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2}}$$

$$= \frac{D}{L} \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2}}$$

$$\int_{AN} \cos \delta d\gamma = \cos \delta_2 \times r_2 = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2} - \frac{D}{2}\right)^2}} \times \tan^{-1}$$

$$\frac{\frac{D}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2}}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2} - \frac{D}{2}\right)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \left\{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2\right\}^2}} \tan^{-1} \frac{D}{L} \sqrt{\frac{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2}{1 + \left\{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2\right\}^2}}$$

$$\therefore E' = 2B \left[\frac{D}{L} \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2}} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left\{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2\right\}^2}} \tan^{-1} \right.$$

$$\left. \frac{D}{L} \sqrt{\frac{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2}{1 + \left\{1 - \left(\frac{D}{L}\right)^2\right\}^2}} \right]$$

実際のもは、 $\left(\frac{D}{L}\right) < \frac{1}{10}$ であるから1に對して $\left(\frac{D}{L}\right)^2$ を無視して省略算を行うと、

$$E' = 2B \left[\frac{D}{L} \cdot \frac{\pi}{4} + \frac{D}{L} \cdot \frac{1}{2} \right] = \left(\frac{\pi}{2} + 1\right) \frac{D}{L} B$$

$$\therefore B = \frac{1}{\left(\frac{\pi}{2} + 1\right)} \cdot \frac{L}{D} E'$$

$$\text{故に } F = \frac{2\pi^2}{\pi + 2} DL \frac{1}{\left(\frac{\pi}{2} + 1\right)} \cdot \frac{L}{D} E' = \frac{2\pi^2}{\pi + 2} L^2 E'$$

lx 単位の照度を E とすれば

$$E' = E \times 10^{-4}$$

$$\text{故に 全光束 } F = \frac{2\pi^2}{\pi + 2} L^2 E \times 10^{-4} (\text{lm})$$

(2) 自動車前照燈の光度分布を測るには、如何なる方法によるか。なお、この際注意すべき事項を附記せよ。

(解) 自動車前照燈の測光は、反射鏡からの光柱 (Beam) の測光で所謂投光器測光に屬する。

普通の光度測定と異なる點を擧げると、

(i) 光源 (電球) に反射鏡を用いて居る事。

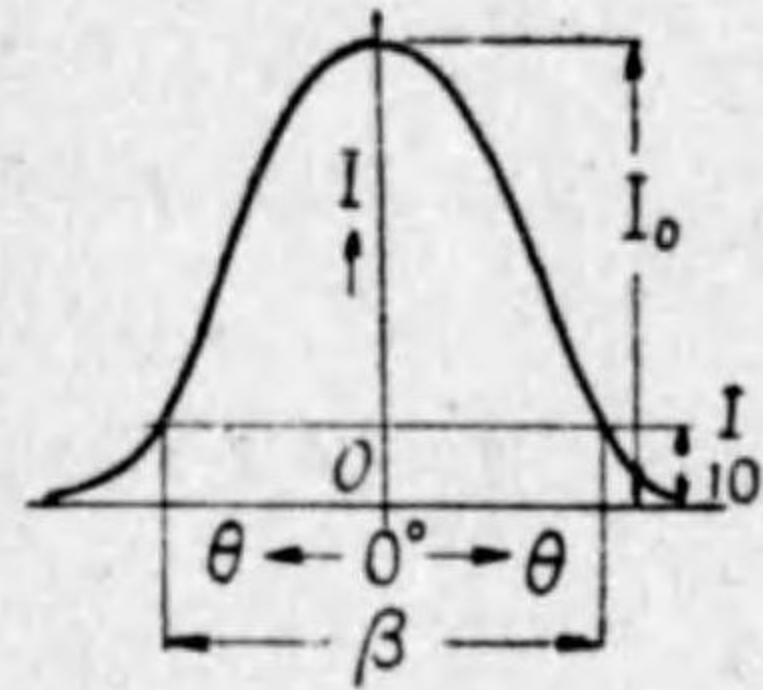
(ii) 前照燈は一種の面光源である事。

(iii) 鏡面反射の性質より、反射鏡より或る距離以上でない時、前照燈の光度が一定とならないから、その距離以内では距離の逆自乗の法則が成立しない事。

以上の理由により實際の光度分布測定は、測光距離 (L) を 15m (最低 10m) 程度とし、前照燈を種々の方向に向け、測定點に於ける照度を測定し、この値を L^2 にて割つて、配光を算出するのである。又、光柱が狭い場合には測定點に衡立を設け、之に方眼を入れ、その上の照度分布を測定して配光を求める。又照度が數 lx 以上の場合には晝間でも適當の遮光板を用いれば測光が可能である。即ち前照燈を點火した場合と消燈した場合との照度差を求めることによつて晝光の影響を取除くことが出来るからである。

次に光度分布を表わすには、第2圖の如く、縦軸に光度 I を、横軸には光柱軸を原點 (0°) として左右に光柱軸と測定方向との角度 θ をとつ

第 2 圖



て表わす。

光柱の開き β は光柱軸 ($\theta=0$) の点から最大光度 I (光柱軸光度) の 10% の處までの光柱の開きによつて表わすのが普通である。

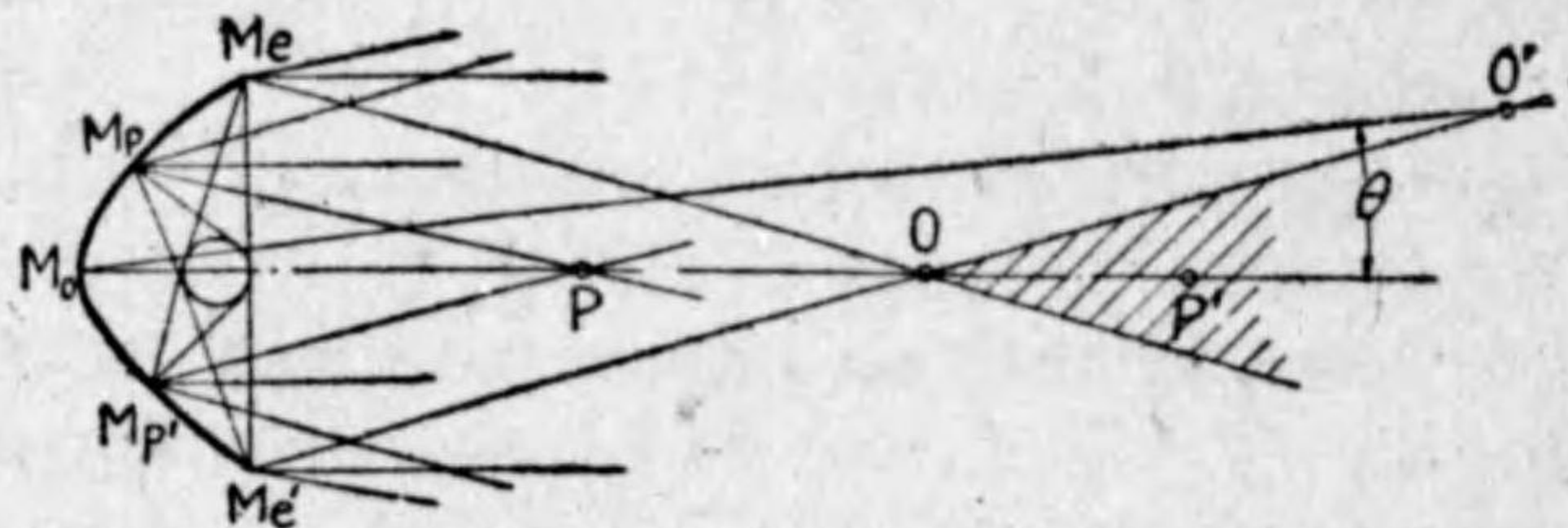
測定に際して注意すべき事項は

- (i) 測光距離を適當に選ぶ事である
- (ii) 測定距離を明示し、誤差の程度を推定し得る様にする。

(iii) 測定距離を餘り大にすると大氣の影響が大となる。

今拋物面鏡 ($M_e M_0 M_e'$) の焦點に電球 (球形光源と考える) を置いた場合を考える。

第 3 圖



光源から鏡面の端 $M_e M_e'$ 圓及 $M_p M_p'$ 圓にて反射される光束は圖に示してある。圖より明かなる如く、光柱軸上 P 點より前照灯を眺める時は $M_p M_p'$ 圓より外側の鏡面部分からの光は P 點にこないから $M_p M_p'$ 圓内のみ輝いて見える。 P 點より左方へ行く程發光面は小さく、右方へ行く程大きく見える様になる。斯様にして O 點より右方の任意點 P' では常に鏡面全體が輝いて見える様になり。即ち、 O 點より右方の斜線の中では光柱光度が一定となり、距離の逆自乗が成立する範圍である。従つて $M_0 P'$ に垂直な面上の照度に距離 $M_0 P'$ の自乗を乗ずれば、光度を求め得るのである。

更に光柱軸と θ の角を爲す方向では測光點は O' 點以遠なる事が必要

で、或る θ では無限大にもなる。然し實際には測光距離は鏡徑の 100 倍以上で間に合う事が知られて居る。以上により測光結果には必ず測光距離を明示し、誤差の程度を推定し得る様にせねばならぬ。

又測光を正確にする目的で測光距離を餘り大にすると、大氣中の吸収の影響が大になるから注意せねばならぬ譯である。

(3) 一般照明用電球の購入に當つて行ふべき試験事項とその方法とを述べよ。

(3) これは日本電氣規格一般照明用電球 (JES 電氣 7501) によればよい。

以下同一型式の電球 n 個購入する場合に就いて説明する。

試験項目は、構造検査、初特性試験、壽命試験の三種目である。

1. 構造検査

\sqrt{n} 個 (切上げ、最小 10 個) を抜取り、次の事項に就いてその 80% 以上合格しなければならぬ。

織條は品質均等で局部點火、きず、缺點等なく、ガラス球の中正位置にある事。

導入線は良質のものをを用い織條及び口金への接続は確實で、又腐蝕せぬ事。

ガラス球は無色で缺點なく、口金との接着は充分の強度を有する事。

2. 初特性試験

1. に合格したものを \sqrt{n} 個丈け取揃え次の試験を行つてその 90% 以上合格しなければならぬ。

先ず 120V の電壓で 40 分點火し (ガス入では更に 100V にて 1 分間點火する) 特性の安定化を行いたる後試験を行う。

正弦波形に近い交流 50 \sim 、60 \sim 、又は直流の電源 100V にて點火し光束、電流を測定して、規定の光束、消費電力、及び効率に合格する事
全光束は球形光束計、電壓は直接口金部を電位差計又は特別精密級電壓計で測定する。電球は口金を上部にして (常位置) 行う。

3. 壽命試験



2. に合格した電球中平均初特性からの偏差小なるもの $\sqrt{n} \times \frac{5}{100}$ 個 (最小 5 個) について行う。

電球の寿命は織條の切斷する迄の點火時間 (斷線寿命), 又は標準初光束の 80% になる迄の點火時間 (有効寿命) で云う。

試験は 2 に於ける電源 100V の電圧で行い, 平均寿命が次の L 以上でなければならない事, 同時に平均寿命に対する各個寿命の不足値の合計は各個寿命の合計の 15% 以下であることが必要である。

$$L = L_0 \left(1 - \frac{k}{\sqrt{N}} \right)$$

L_0 : 標準寿命
 N : 試験個數
 k : $\begin{cases} \text{単コイル織條} & 0.6 \\ \text{二重} & 0.7 \end{cases}$

尙試験時間短縮の爲, 眞空電球では 130V, ガス入電球では 120V の電圧で試験し, 寿命を補正して行つてもよい。

試験電圧の變動は 1% 以下で, 精密記録電圧計で記録する事。

電球は常位置で振動を與えない事。

以上であるが必要に応じて口金の寸法検査及び接着強度試験を行う。

發 電 I

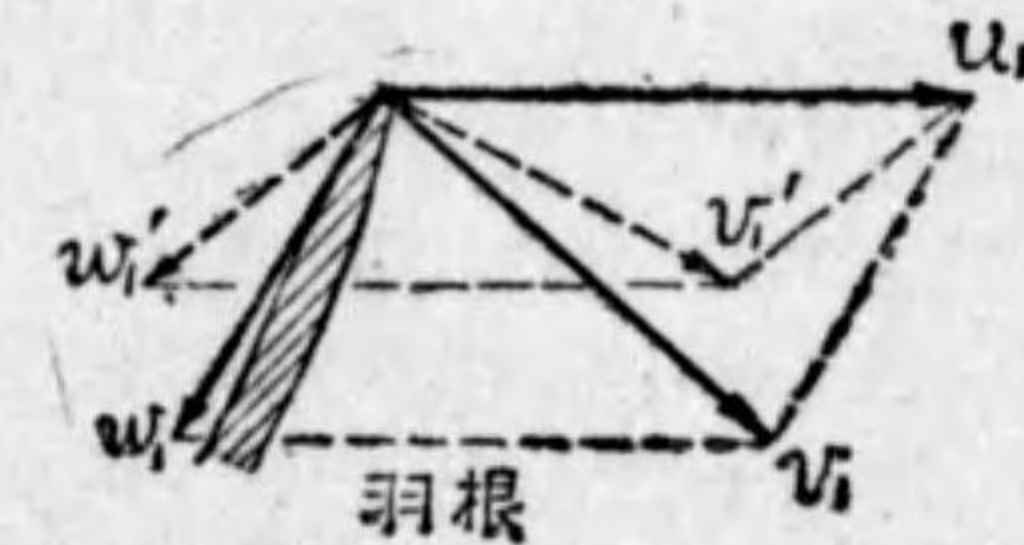
(1) カプラン水車は負荷および有効落差が變動しても回轉羽根の傾斜角度を調整すれば効率の低下は少ないという。その原理を説明せよ。

(解) 水車の羽根車の羽根の形状 (主として入口角度及び出口角度) は, その水車に作用する落差と負荷と回轉數とが何れも正規の場合である時に, 最大効率を發揮するように設計されている。

例えば入口で云えば羽根の周速度

第 1 圖

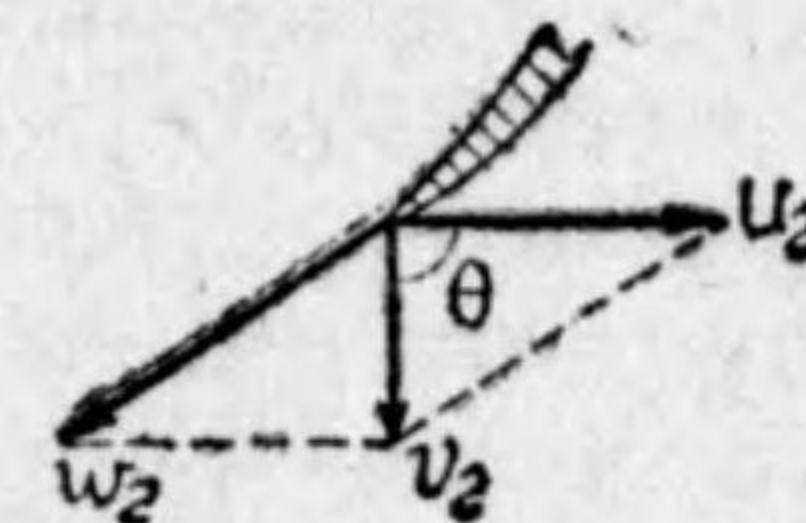
u_1 と水の流入絶対速度 v_1 と羽根に沿うて流れる水の相對速度 w_1 とが第 1 圖のように平行四邊形になるような關係で運轉状態を繼續していれば, 羽根の入口では少しも激動損失が起らないから效率は最大になる。



又, 出口で云えば第 2 圖のように周速度 u_2 と流出絶対速度 v_2 と羽根に沿うて流れる相對速度 w_2 との關係が圖のように平行四邊形であり,

第 2 圖

且つ $\theta = 90^\circ$ となつていれば, 激動損失も無く且つ流れ出た水は吸出管の中で旋回運動を起さないから吸出管效率も最大となり, 水車全體として最大效率が得られる。



所が負荷又は落差が變つた場合に, 羽根の入口及び出口の角度を元のま

まで運轉を續けると, この速度線圖の關係は亂れて來る。例えば輕負荷とした時 (つまり流量を減らしたとき) 又は落差の變動があつた時は水の絶対流入方向が v_1' のように變る。然るにこの場合, 回轉數は變らないのであるから u_1 は變らない。従つて羽根入口角度は (平行四邊形の法則に従つて) w_1' に沿うようにならなくてはならぬ。普通の羽根車では

羽根の角度を變えることが出来ないで、この爲に起る激動損失を如何ともすることが出来ず、爲に効率低下するのであるが、カプラン水車ではこの時に羽根の角度が自動的に w_1 の方向に調整されて激動損失を無くし、効率の低下を起さない。又出口でも同様のことが云い得る。

(2) 石炭を完全燃焼させるには設計上如何なる考慮を要するか。給炭機燃焼および微粉炭燃焼の場合につきそれぞれ説明せよ。また石炭の發熱量が設計値より低下した場合は如何なる處置を要するか。

(解) 石炭を完全燃焼させるため設計上考慮すべきものは、火爐及び燃焼装置である。

火爐の形状は完全燃焼に大なる關係を有する。火爐では可燃ガス又は微粉炭が燃焼室内で空氣とよく混合し充分よく燃え盡してから、第一列の水管に入る様に、燃焼室の大きさを大きくし且つ高さを高く取らなければならない。若し焰が傳熱面に觸れれば煤が出来て不完全燃焼のため熱損失を生ずる。

燃焼室の大きさは火爐熱發生率を適當に假定すれば、これから求められる。火爐熱發生率は使用石炭の灰の熔融温度と爐壁の構造により大體きまつている。之は現在の火爐では $150,000 \sim 300,000 \text{ kcal/m}^3$ で小型の火爐では之より高い。この火爐熱發生率は之を大きく取れば燃焼室温度が高まり燃焼能率がよくなるが、一方火焰からの輻射熱が増し爐壁を損傷し熔灰が爐壁や水管に附着して、爐壁の侵蝕や水管の bird's nest-
ing を起すから之等の點を考慮して火爐熱發生率を適當にきめる可きである。給炭機燃焼の火爐ではアーチの構造に注意を要する。即ち火爐に送込まれた石炭が確實に着火し、可燃ガスがよく燃焼室に導かれる様にその形状を作り、又二次空氣を吸込む位置を適當に選定する。給炭機では火床各部に適量な空氣を送り、過剩空氣を少なくするために分函通風が望ましい。なお火床で燃え切らない石炭を火床端に堆積させ、これを完全に燃焼させ同時に寒冷空氣の侵入を防ぐ。

微粉炭燃焼の場合にはバーナの位置を考慮し、火焰が L 字形又は U 字形に長い通路を通つて燃焼室内で燃焼を終る様にする。急速且つ完

全な燃焼を行わせるためには、所謂亂流 (turbulent flow) を生ぜしめることが大切で、この爲めにバーナには交叉式又は回轉式を用い、微粉炭と空氣とをよく攪拌し、又はバーナを火爐の四隅に配置する Well 式にして混合體を燃焼室内で旋回させる。燃焼用豫熱空氣は温度の高いものを用いるが、一次の方は寧ろ低く $50^\circ \sim 70^\circ \text{C}$ が適當であり、二次空氣には $150^\circ \sim 250^\circ \text{C}$ のものを用い揮發分の少い石炭程高くする。爐壁は勿論水冷するが完全燃焼の爲めにはバーナの附近は温度が高い程よいから、バーナの周圍には冷却効果の少い耐火材附のブロックを貼附すべきである。

次に石炭の發熱量が設計値より低下した場合の處置につき述べる。發熱量低下のため出力減少し、使用石炭量増加し既設の設備では間に合わなくなつたり或は燃焼出来なくなるから火爐の改造、燃焼方法の變更或は補助設備の設置等が必要となる。

即ち給炭機燃焼では灰分多く揮發分少い石炭は従来のアーチでは燃焼出来ないので、着火に必要な熱量が蓄積する様にこれを改造し、同時に火床に於ける通風を適當に變更する。又燃料がそれ自身燃焼出来ないので重油タール又はガスを燃料とする補助設備を併用する。ガスを用いる場合にはガス發生爐を設置しなければならない。更に空氣豫熱器を設置し、爐壁を水冷壁にし、給炭機燃焼を微粉炭燃焼に變え或は汽罐だけを増設することも出力を増加させる一方策であらう。

微粉炭燃焼の場合に問題となるのは着火の遅れで、之により火焰が火爐後壁に觸れ clinker 及び bird's nest を生じ高負荷連續運轉が出来なくなる。この場合には着火を早くするため豫熱空氣温度を高くし、且つバーナを調整し微粉炭と空氣との接觸をよくしてやる。火爐温度が高まり負荷の増加に伴ひ clinker 及び bird's nest が發生するから、火爐温度を調整しなければならない。即ち clinker の生じ易い火爐後壁は冷却効果の高い鑄鐵ブロックを用いて火爐温度を低下させる。低發熱量の石炭で細粉量等の多い場合には、水分のため石炭槽からの輸送に支障を來す許りでなく、微粉機の能力が著しく低下するから石炭乾燥機の設置が必要となる。又使用石炭量が増加して既設の微粉炭機では間に合わなく

なるから、容量の大きいものと取換えるか又は増設すべきである。運炭及び運灰設備は何れの燃焼方式の場合でも、石炭増加に對して適當に改造しなければならぬ。

(3) 大電力系統において周波數と電壓とを一定に保持するためには、これに接続する發電所は設計上如何なる考慮を要するか。

(解) 系統に生ずる電壓及び周波數の變動は、負荷の過大及び急變によつて生ずることが多い。過負荷により生ずるものは系統の貯水池、調整池、補給發電所などの動員によるも、なお不足のときは負荷の制限による外はない。

ここでは負荷急變に應ずるための問題について考えることにする。

總括的には、水力發電所に於いては長水路を有するときは、負荷の急變に應じた水量を直ちに送ることが出来ないから、不都合である。しかし壓力水路にすればこの問題はない。また發電所としての出力に餘裕を必要とするから、負荷急變に應ずるものとしては、貯水池または調整池を有し、しかも相當の出力を有する發電所がよい。従つてダム式はこの目的に好都合である。

火力發電所に於いては負荷に順應し得る程度は、水力に比し不利であることが多いが、各汽機出力に餘裕があり、重油または微粉炭燃焼式により燃焼速度を大にし、汽壓、汽温を必要に應じ低下し、充分の蒸汽發生までの時間を短縮し得る設計とすること。低負荷運轉をして重負荷の到來を待機せしめうる方式とすることなどに注意して設計すべきである。最後の項に關しては汽罐の數を増し、所員を増し、自動燃焼を行うことなどが必要である。負荷または電力潮流の急變や、事故發生による急激な電壓變動を可及的早く回復せしむるには、該發電所に出力の餘裕が必要で、また故障の迅速な除去、このためには遮斷器、繼電器による緊急處理が必要であり、一方發電機電壓の回復を早めるために、發電機の短絡比を小とし、蓄勢輪効果を大にし制動巻線を設け振動を短時間に消滅せしめ、また自動電壓調整器を有し、勵磁機は速應式とする。

周波數維持のためには系統の周波數變動を一手に引受ける發電所を設

け、また系統を監視しうる司令所をおき、發電所では司令により割當られた電力を擔當する。この方式によるときは發電所出力は、系統の出力のおよそ5~10%程度のものである。

この目的に適する發電所は、冒頭に掲げたような設備を有する水力及び火力發電所である。

調整發電所で大なる出力を引受ける場合に、連絡送電線に生ずる潮流の變化のために、線路の過負荷を生ずるときはこの線路が遮斷され、二次的に擾亂を來たすことがあり得るから、送電線電力も自動制御する必要がある。

水車調速機に就いては感度のよいものが望ましいが、大系統は慣性が大で周波數變動を小範囲にとどめる傾向があるから、多額の費用を投じて感度を上げることは必ずしも最重要の事ではない。速度變動率は小とし(並行運轉の安定を考慮して)、且つ各發電所に於いてこの特性を一致せしむべきである。また周波數制御裝置、出力制御裝置に調速機が正確に應ずることが望ましい。

周波數制御方式としては、大系統の周波數變動を一發電所で一手に引受けることは出力の不足で望み得ないことが多いから、系統を分割し、各系統間に於いて密なる連絡を保ちつつ各系統毎に、周波數調整を行う方式とすべきである。

要するに本問題は、一發電所のみにては決定出来ぬ問題が多く、系統に結ばれる各發電所の調速機、發電機、水路方式及び連絡送電線の特性等を充分考慮して設計に當らねばならない。

電 鐵 I

(1) 既設の電氣鐵道において直流電壓 600 V を直流電壓 1,500 V に引き上げる場合の利害得失を述べ、且つ電壓を引き上げるとすれば電氣工作物の如何なる部分において改變すればよいかを説明せよ。

(解) 利害得失を述べれば次の通りである。

不利とする點

1. 電氣工作物規程により、専用敷地内に施設の場合でなければ出来ない。
2. 同上の規程により電車線路にはカテナリー式を採用しなければならず、改修に多大の資材と費用とを要する。
3. 變電所、車輛其の他電氣設備に大なる改造を必要とし、多額の資材と費用とを要する。

有利とする點

1. 列車單位の増大、列車回数の増加、列車速度の昂上をなし得て輸送力を増大する。
2. 電力損失並に電壓變動率を小にする。
3. 漏洩電流を減少し電蝕を軽減する。

等を擧げる事が出来る。次に電壓を引き上げるとして、電氣工作物に施すべき改變を電線路、變電所、車輛、其の他に就いて述べる。

電線路 既に述べた如く電車線吊架方式はカテナリー式でなければならぬ。直接吊架式は改めねばならぬ。既にカテナリー式のものでは碍子箇數を増加して絶縁を強化する。電車線の太さは十分である。架空饋電線は碍子を交換し絶縁を強化する。地中饋電線は絶縁が不足するから引き直す必要がある。

電線路の遮斷器類は絶縁を強化すれば使用に耐える。直流による照明は直列箇數又は電燈電壓の變更を要する。

變電所 變電所に變成機器の箇數2箇以上を必要とし、2箇宛直列運轉

とする。然し乍ら直流電壓 600V の變成機器 2臺を使用して 1500V にする爲め、各機は 750V にしなければならない。従つて變壓器の二次側巻數を $\frac{750}{600} = 1.25$ 倍に巻替へする必要がある。其儘變壓器を使用するためには單巻變壓器を使用する。水銀整流器は其儘使用可能である。回轉變流機は 1.25 倍の電壓では損失、整流の點より使用し得ず、従つて電機子巻線の巻替を要する。高速度、遮斷器、計器、保護裝置等直流電流電壓を受けるものは、絶縁を強化し巻替或は直列抵抗の挿入を要する。配線は碍子箇數の増加或は交換して絶縁を強化する。

車輛 電動機は特に整流の悪いもの他は大體 600V 用のものを 750V に使用する事が出来るから、電動機 2 箇を永久直列として使用する。電動機 2 箇の車輛は制御能率が悪いが、強いて使用するならば起動抵抗を増加する必要がある。電動機 4 箇の車輛は 2 箇永久直列 2 組とし起動抵抗を増加する。絶縁は大體耐え得られるが検討して見る必要がある。制御裝置、高速度遮斷器は絶縁を強化すれば其儘使用し得られる。電車線電壓を其儘受ける各種電動機、計器、繼電器類は交換、巻替或は直列抵抗を挿入し、大地絶縁を強化するを要する。

其他 電磁轉轍器、信號機等電車線電壓により動作するものは、交換巻替、直列抵抗の挿入を必要とする。

(2) 電鐵用變電所を並列運轉する場合に變電所設備及び直流側電線路施設に關し如何なる考慮を要するかを論述せよ。

(解) 電鐵用變電所の並列運轉は各種の保護裝置を経て、變電所間を饋電線路と歸線路によつて結ばれるので、考慮すべき事項を變電所設備と直流饋電線とに分け、なお我國で最も多く行われている直流單線式配電方式に就いて述べる。

變電所設備 回轉變流機を設備する變電所間の並列運轉は、分巻式であり、且その外部特性曲線が合致しておれば差支えない。複巻式のものでも不可能ではないが、均壓線其の他保護裝置を多く必要とする。なお近來複巻式のものには實用されていない様である。水銀整流器を用いている變電所間の並列運轉は、普通その外部特性は垂下性を持つているから、特性曲線が近似しておれば差支えない。又水銀整流器を持つ變電所と、

回轉變流機式變電所との並列運転も、外部特性が垂下特性で合致しておれば差支えない。

次に變電所の故障時に於て健全變電所よりの流入電力を防止し事故の擴大を避ける爲め特に逆流自動遮斷器を設ける。なお該變電所の饋電區間は隣接變電所より電力を供給出来る様にする。又回轉變流機と水銀整流器が並列にされる時、水銀整流器用の濾波装置が回轉變流機の脈動も同時に吸収する爲めに饋電線に高調波電流が流れ附近通信線に妨害を及ぼす事があるから注意を要する。

なお並列運転されるべき變電所の制御方式に依つて、變電所として考慮すべき事項は多種多様である。

直流電線路 複線區間であるか單線區間であるかに依つて、直流電線路に大なる相違があるが、總括し主として複線區間に就いて述べる。

變電所の故障 電車線路の事故に際し停電を避け、停電の範圍を縮小するため、饋電線には幹饋電線と直着饋電線の二種を設ける。幹饋電線は變電所母線を連絡するもので、途中適当な驛構内に饋電室(開閉所)を設け高速度遮斷器を設備し、なお本器には方向性選擇性を附して饋電線電車線の接地短絡、過負荷に對し迅速に遮斷して一系統のみ停電せしめ他區間に影響を及ぼさぬ様にする。直着饋電線は適當なる距離毎に幹饋電線に自動開閉器又は双型開閉器により、電車線は分岐饋電線により直着饋電線に夫々接続される。

その他饋電線、電車線の區分避雷器の設置等は同様である。

(3) 次の術語について述べよ。

(イ) 電车用多段制御装置

(ロ) 電車線に發生する異常電壓

(ハ) 列車自動停止装置

(解) (イ) 電車の加速度を大にする爲め、制御段數を特に多くした制御装置を多段制御装置を云う。起動電流の最大値は整流状態から制限されるから、最大電流と最小電流の變化範圍を小にし平均値を大にすれば同一電車重量、同一電動機にて大なる起動トルクを發生し、大なる加速

度にて起動し表定速度を大にする事が出来る。制御段數を多くするには

(1) カム軸制御器の段數を多くする。

(2) 整流子型接觸器を用いる。

(3) 限流式直巻接觸器を用いる。

等の方法がある。

(ロ) 電車線に發生する異常電壓を發生原因に依つて分類すると次の通りである。

1. 雷動揺 最も苛烈にして線路への直撃によるものと、附近の雷放電からの誘導に依るものの二種に分ける事が出来る。雷動揺は發生點から兩方向に分れて進行波となつて變電所、線路中の車輛を襲い大なる事故を起す事がある。

2. 高速度遮斷器の動作 高速度遮斷器の開路時間は $\frac{18}{1000}$ 秒程度の短時間であるから $1/2 I^2 L$ で示される回路の蓄積電磁勢力が回路定數によつて振動的となり異常電壓を發生する。電車線路に短絡が起り急に開かれても同様である。又遮斷器の開閉に際しケーブルと架空線の接続點、電車線の終端に於ける反射に依り異常電壓を生ずる。

3. 水銀整流器に因るもの 整流器電弧の不安定に基因しインダクタンス部分の蓄積電磁勢力の出現に依り、饋電線を通じて電車線に現われる。

4. 車輛より發生するもの、制御装置のノッチオフに依る蓄積電磁勢力のために發生するもの、又は回生制動時列車の過速度に依るものがある。

(ハ) 自動閉塞區間に於て列車が誤つて停止區間に進行した時、自動的に列車を停止させる装置を列車自動停止装置と云う。トリップアーム式が多く使用されている。トリップアームは平常は軌條面下に倒れているが、その區間の信號が停止現示の場合それと關連して軌條面上に直立する。若し列車が侵入すれば車輛の制動管に連結されたトリップに突き當つて制動管の空氣が抜かれ非常制動が掛り、列車を停止せしめる。アームを動かすに電動機型と真空型がある。

— 附 録 —

電 檢 受 験 案 内

本検定は毎年一回、**第一次試験**（筆記）及び**第二次試験**（筆記及び口述）の二部に分けて行われる。三種は筆記のみで口述はない。

試験施行要領 申請書受付期間、試験期日、試験地及び場所等の詳細は官報に発表される。

受験資格 資格を規定していない。従つて學歴職歴を問わず、唯れでも受験出来る。またどの種別を受験してもよい。

受験手続 下記の書類を受験地を管轄する商工局電力部へ受付期間内に提出する。

1. 申請書 2. 履歴書 3. 戸籍抄本 4. 寫眞

注意 戸籍抄本は申請前6月以内に作成したもの、寫眞は1年以内に撮影した單獨、脱帽、半身、手札型のもの、それを縦15cm、横8cmの臺紙にはり、裏面右側に受験地、検定種目、左側に撮影年月日及び氏名を書く。申請書、履歴書、戸籍抄本の順序に綴り合せる。寫眞は綴り合せない。申請書類を郵送するには書留とし、封筒に「主任技術者申請書在中」と書く。なお受験票送付用として、住所、氏名を書いて切手をはつた封筒を同封すること。

申請書提出先 試験地が決定しないと解らないが、各商工局の所在地は次の通り

札幌商工局電力部	札幌市南一條西十八丁目
仙臺	仙臺市東三番町
東京	東京都千代田區内幸町一ノ二 東拓ビル内
名古屋	名古屋市東區長瀬町二ノ一五
大阪	大阪市東區備後町二ノ五六番第二野村ビル
廣島	廣島市仁保町字青崎

四國 〃 丸龜市米屋町三六
 福岡 〃 福岡市天神町岩田屋内

試験科目 一次試験 一般電気學術及びその應用。(これは理論、
 應用、計算、術語の説明等)。
 二次試験 省略

参 考 (昭 23 年度實施例)

申請書受付期日 1月20日より2月末日まで(官報1月16日
 發表)

一次試験期日 三種 3月25日、一、二種 3月26日
 時間は9時より11時30分

一次合格者發表 6月2日(試験場その他に掲示)

二次試験期日 7月23日 理論と測定 電灯照明
 29日 電気機械 發電所
 30日 電力傳送 電 鐵(三種なし)
 時間 (9~11.30) (13~15.30)

二次合格者發表 11月中旬

申請書記載例(用紙日本紙)

電氣事業主任技術者資格檢定申請書
 長野縣
 高山 登
 大正十五年五月五日生
 (注意) 消印せず
 檢定ノ種別(第一種)(カッコ内は朱書)
 受験地(東京)
 私儀電氣事業主任技術者資格檢定規則ニ依リ前記種別試験
 檢定相受度同規則第十條ニ依ル書類相添ヘ申請候也
 昭和二十三年一月二十一日
 現住所 東京都千代田區神田錦町二ノ二
 右 高 山 登
 商工大臣 殿

履歴書例(用紙日本紙)

履 歴 書
 長野縣
 高山 登
 大正十五年五月五日生
 學 業
 一、昭和十三年四月一日長野工業學校電氣科入學
 一、昭和十七年三月一日同校同科卒業
 職 務
 一、昭和二十年五月一日 株式會社電機製作所へ入社現在
 賞 罰
 一、賞罰ナシ
 右之通相違之無候也
 昭和二十三年一月二十一日
 現住所 東京都千代田區神田錦町二ノ二
 高 山 登

13.9
 3.9 50
 36
 140
 104
 320

18104

受 験 十 二 則

1. 自分の力に相当したる種を受け一度受けたる種はパスするまで變更せぬこと。
 2. 参考書はあわてた三讀よりも落付いた一讀をよしとす。
 3. 電氣雑誌は常に讀み参考となるべき所は抜書し置くこと。
 4. 既往の試験問題を一讀すること。
 5. 試験前二三日は愉快に遊び適度の運動浩然の氣を養え。
 6. 一日前位に到着し試験場を見定め置くこと。
 7. 定刻三十分前に受験場に出頭すること。
 8. 分泌に留意せよ、胃腸を丈夫にせよ。
 9. 試験問題は反覆熟讀すること。
 10. 時間中は出来る丈利用し完全無缺を期すること。
 11. 答案は出来る丈キレイに書くこと。汚く書けば見るも嫌になるのは人情の自然だ。心得べきことである。
 12. 試験中は毎日の成績に就て頭を悩すことなく友達と又評し合ふ必要もない。専心最後迄突進すること。
- (7及9を除く他の十項は電氣之友第4885號より抜萃)

昭23. 電檢標準解答 定價 50圓

昭和二十三年十二月十五日 印刷
 昭和二十三年十二月廿五日 發行

不許複製

編集兼 發行者	財團 電機學園 法人
代表者	服 部 碩 彦
印刷者	井 關 好 彦
印刷所	大同印刷株式會社 東京都千代田區神田錦町3ノ1
發行所	財團 電機學園 法人 東京都千代田區神田錦町2ノ2 (振替口座東京13184) 電話神田(25)1121-3

特約販賣店

オーム社 東京都千代田區神田錦町3ノ1
 京都・四條河原町西入上ル

54079
D58

×
複
写



終