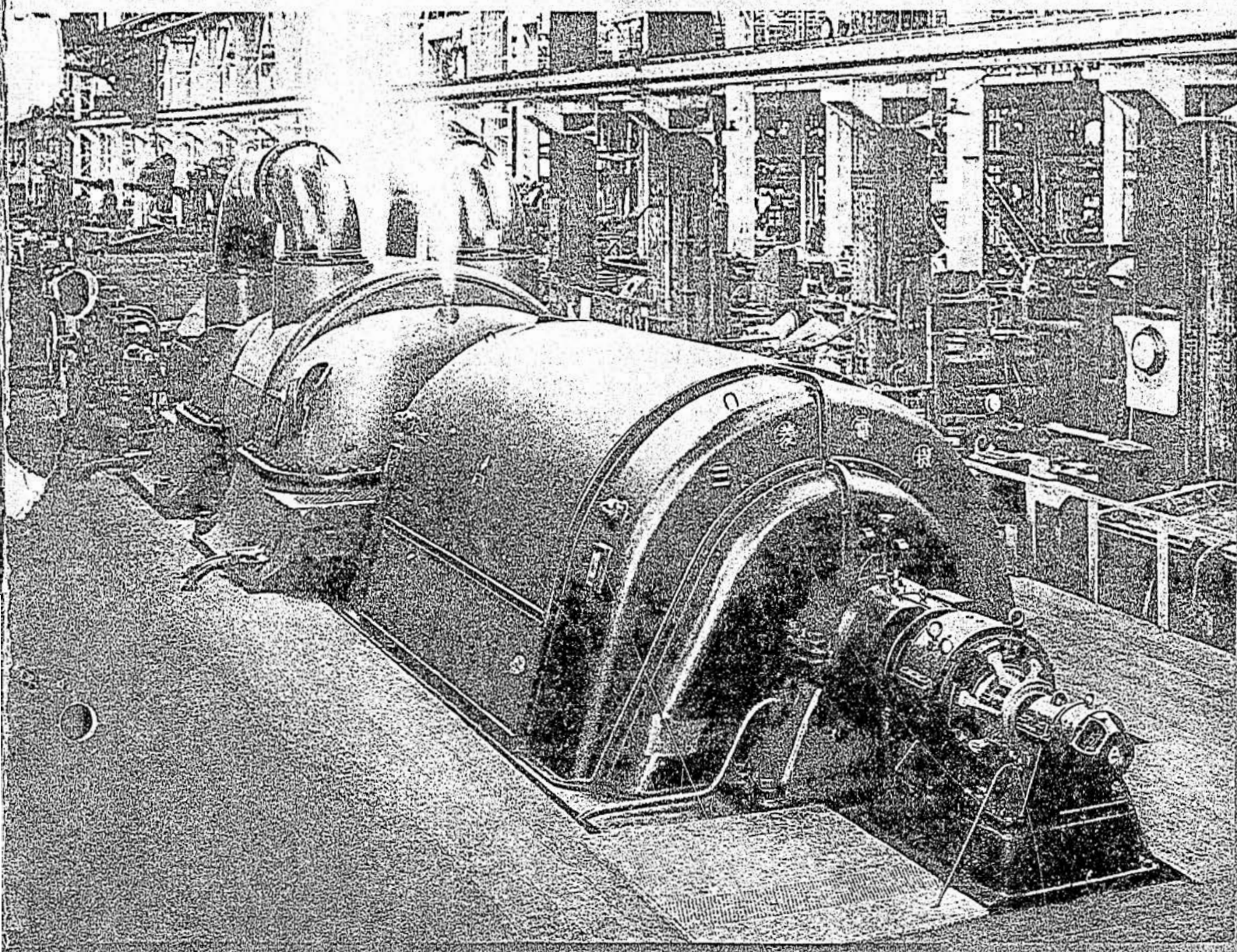


三菱電機

昭和九年 第十卷 第八號 八 - 九月

15,000kVA サージブールフ変壓器と其の衝擊電壓特性	96
セルシン電動機に依る同期聯動裝置に就て	100
抵抗式電氣爐自動溫度制御裝置	105

● 南滿洲鐵道株式會社撫順大官屯發電所へ納入した
31,250kVA タービン發電機の工場試験中の寫眞で
あります。本機は既に完成せる南滿洲電氣株式會
社甘井子發電所へ納入のものと同様本邦に於ける
3,000回転の最大容量のものであります。



三菱電機

第十卷

昭和九年八-九月

第八號

15,000kVA サージブーフ變壓器と 其の衝撃電壓特性

變壓器設計係 小 野 寛

概 説

滿洲に於ける電力系統の根幹をなす可き撫順鞍山間154,000V送電線の受電端に使用せられる主變壓器4台が弊社により完成納入せられた。本變壓器はサージブーフ式絶縁を施されたものとして、先に弊社が滿洲電力株式會社

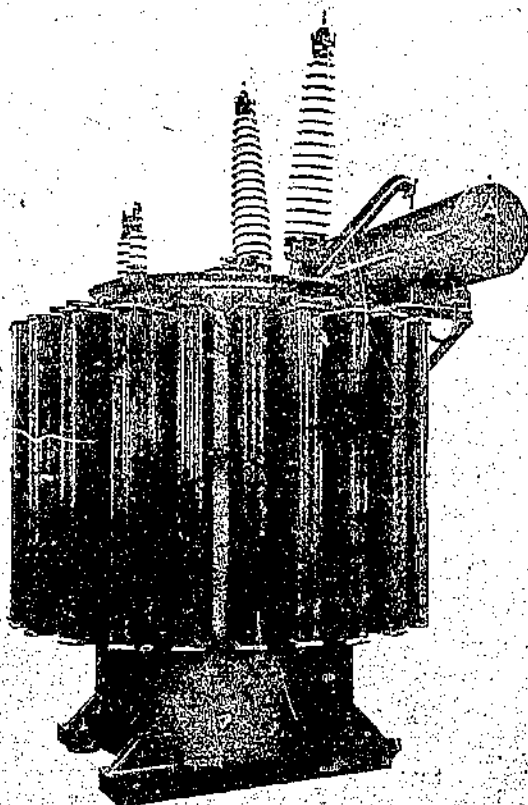
段に納入せる 165 kV 變壓器 8 台（本誌第10卷第3號参照）に次ぎ本邦第二回目の製品であるが、從來我國諸系統に使用せられるシエル型變壓器に比較し特に高き衝撃比を有するものである以下本變壓器の構造並に衝撃電壓に對する捲線の特性等を略述する。サージ

ブーフ變壓器一般の性質、變壓器絶縁と系統絶縁の關係等に就いては前掲本誌第10卷第3號を御参照願ふ。

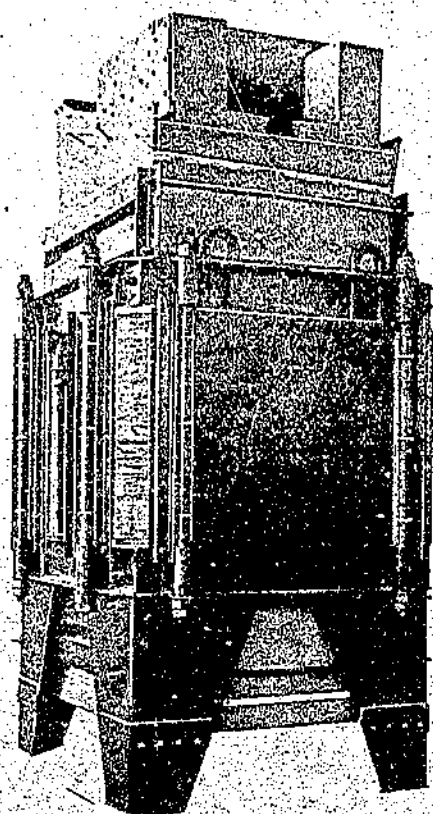
定格及一般特性

出 力 15,000 kVA

（各タップに於て）



第 1 圖 15,000 kVA 變壓器外形



第 2 圖 15,000 kVA 變壓器中身

相	単相
周波数	50サイクル
一次電圧	161000-154000-147000- 140000-133000-127000 V
星形接続	
二次電圧	22000-11000 V
三角形接続	

冷却方式 油入自冷式

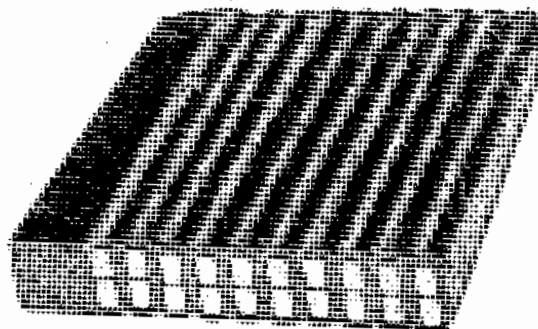
工場試験の結果による一般特性は下記の通りである。

鉄損	
勵磁電流	44.8 kVA
銅損	83.0 kVA
イムピーダンス	12.7 %
効率 全負荷	99.16 %
¾負荷	99.19 %
½負荷	99.14 %
¼負荷	98.73 %
電壓変動率	1.35 % P.F.=1 8.3 % P.F.=0.8

全負荷連続運転に於ける温度上昇は抵抗法測定により 46°C

中身全重量	27 噸
外箱及附屬品重量	14 噸
油重量	23 噸
床面積	4470 × 5100 m.m.
全高	7950 m.m.

第1圖は本變壓器外形を示し第2圖は其の中身を示したもので、外觀上の構造は従来のシェル型變壓器と大差ないものである。



第3圖 154 kV 線輪の一部断面

本變壓器は南滿鐵道低床貨車により中身組立のまゝ油直運送し現場に於ける乾燥の手数を省略した事も一記録と信ずる。

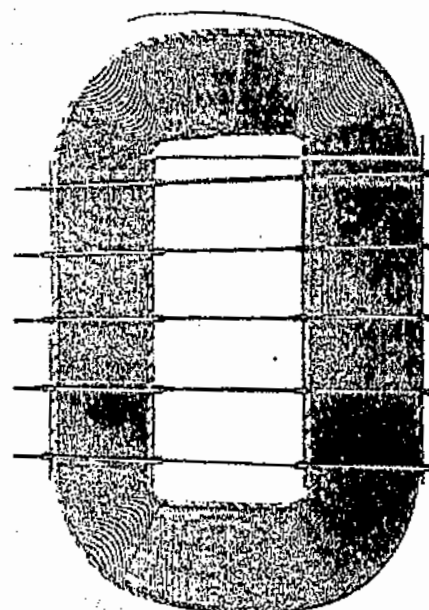
捲線の構造

線輪を構成する導體は第3圖に示す様に略正方形断面を有する銅帶二本を並列にせる所謂分割導體 (Subdivided Conductor) で、捲回間絶縁としてはマニラ紙テープを數回捲いたものである。線輪の形狀は第4圖に示す如き矩形板狀線輪である。

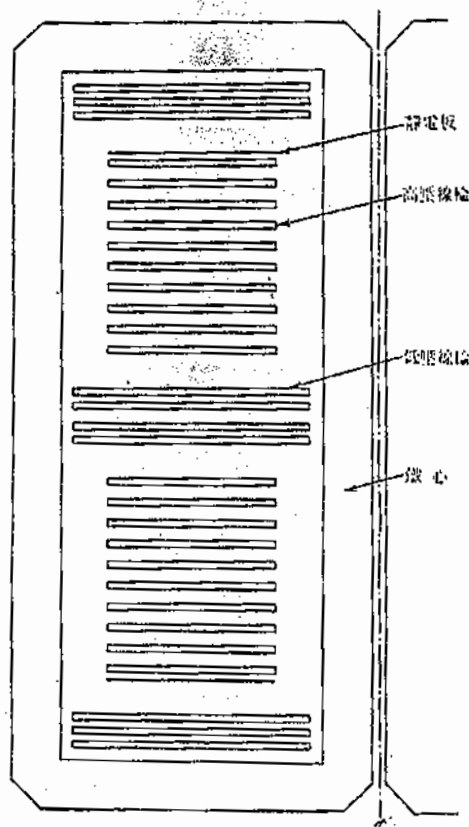
高壓側捲線は20個の線輪と2枚の靜電板とより成り、第5圖に示す如く之を二つの群に分割し各群の兩側に合計10個の低壓側線輪を配置した。

此の様な線輪配置に於いては短絡電流による機械力は主として線輪面に直角に働くのであるが本變壓器に於いては一次側無限大の電力がある場合、短絡機械力は線輪面に於いて最大 53,000 匁となる。之に對して線輪自身の強度は 360,000 匁に耐え得るものである。一次捲線と二次捲線或は鐵心間の主絶縁並に線輪相互間の絶縁は特殊形狀のフラーボードを用ひ之を衝擊電壓に依つて生ずる等電位

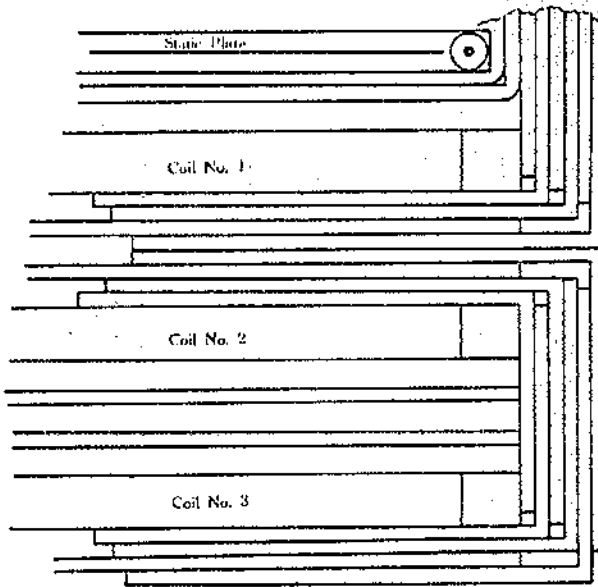
面に一致する様に配列したものであるが、線輪相互間の絶縁は従来の絶縁方式に比較し特に強大なものに改良せられた。第6圖Aは本變壓器に於ける線



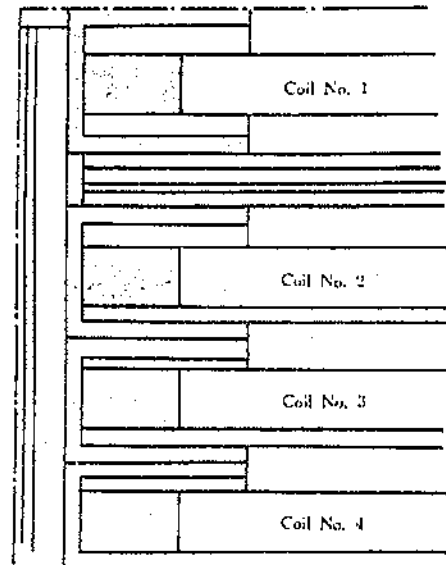
第4圖 線輪 (工作中途)



第5圖 線輪配置圖



第 6 図 A. 線間絶縁 (サージプルーフ式)

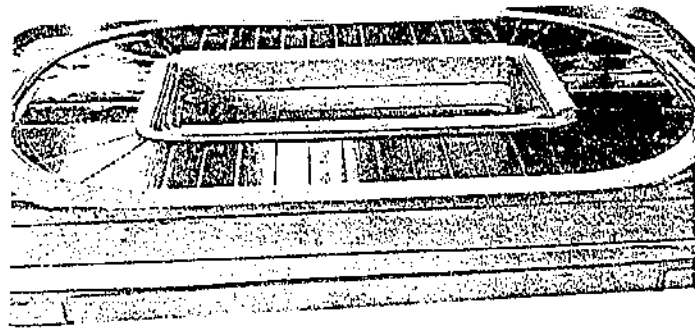


第 6 図 B. 線間絶縁 (従来の一例)

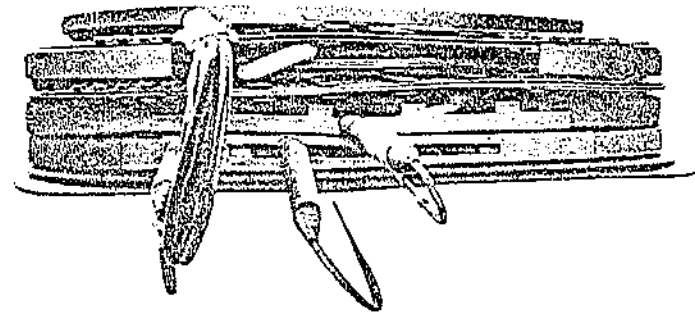
輪間絶縁の構造を示し、第 6 図 B は従来我國の數多の系統に使用せられつゝある 150,000 V 級變壓器の線輪間絶縁の一例であるが、前者が後者に比し如何に強固なものであるか一見明瞭であらう。

第 7 圖は高壓側捲線の一部に使用せられる靜電板並に絶縁の一部を示し、第 8 圖は捲線上部絶縁の一部を示すものである。

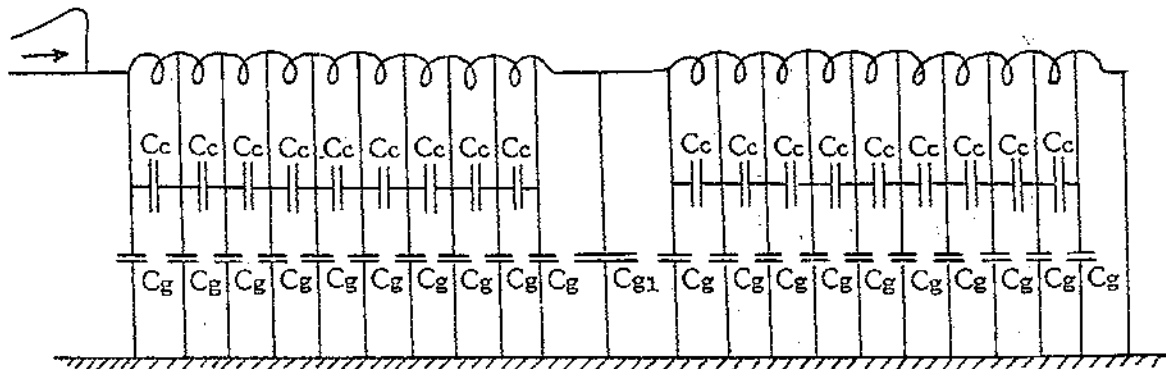
本變壓器一次側には 180,000 V 端子套管を、二次側には 35,000 V 端子套管を使用し、然して各端子套管と捲線主體との絶縁協調を保たしめるため套管に保護間隙を設けた。



第 7 圖 靜電板及絶縁の一部



第 8 圖 捲線上部絶縁の一部



第 9 圖 二群シェル型捲線の等価回路

衝撃電圧特性

前記の如く二群に分割せられた高圧巻線は第9圖に示す等価回路を以て表し得る。但し

C_c = 線間分布容量

C_g = 線端大地間分布容量

C_{g1} = 巻線中央部に於ける對地容量

巻線中央部には實質上大地と同様と認め得る低壓側線端群が存在するため中央部に於ける對地容量 C_{g1} は他の部分の對地容量 C_g に比較し著しく大となる。此のため線端より衝撃進行波が侵入して来た場合の最初の電圧分布に於いては波高の大部分は線端の一線端群に分布し残りの若干が接地側線端群に分布される。線端線端群に於ける電圧分布を求めるために第9圖の等価回路は第10圖に示す如く簡略する事が出来る。而して電圧分布は次式により求め得る。

$$E_n = \frac{\cosh a \frac{n}{N} + \sqrt{\frac{C_{g2}}{C_1 C_2}} \sinh a \frac{n}{N}}{\cosh a \times \sqrt{\frac{C_{g2}}{C_1 C_2}} \sinh a} \quad (1)$$

但し衝撃波の波高を1とする

$$C_0 = C_c + C_{g1}$$

$$a = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$$

$$C_1 = N C_g$$

$$C_2 = \frac{C_c}{N}$$

第5圖に示す様に接地端線端群が線端線端群と全く同様な構造の時は

$$C_{c2} = C_2 = \frac{C_c}{N}$$

第10圖の等価回路は接地端線端群に於ける電圧分布は直線的と見做し線端線端群の電圧分布を求めたものであるが更に接地端線端群中の電圧分布を求めるためには(2)式を用ひる。

$$E'_n = \frac{\sinh a \frac{n'}{N}}{\sinh a \left(\cosh a + \sqrt{\frac{C_{g2}}{C_1 C_2}} \sinh a \right)} \quad (2)$$

本変壓器巻線に於いては

$$C_1 = 660 \mu\mu F.$$

$$C_2 = 193 \mu\mu F.$$

$$C_0 = 1330 \mu\mu F.$$

で Abrupt wave front の衝撃波に因る巻線内初期電圧分布は第11圖曲線 A となる。

巻線自己振動の特性を求めるために第9圖或は第10圖の等価回路は第12圖の簡單なる回路を以て表し得る。波高1なる値の直角波頭を有し波長無限大なる衝撃波 (Abrupt front, Rectangular Surge) が端子に加へられた場合の p なる點の電圧の變化は次式により求めら

れる。

$$E_p = \frac{L_2 + M_{12}}{L_1 + L_2 + 2M_{12}} - \left\{ \frac{L_2 + M_{12}}{L_1 + L_2 + 2M_{12}} - \frac{C_{c1}}{C_{gp} + C_{c1} + C_{c2}} \right\} \times \cos \left[\sqrt{\frac{t}{(C_{gp} + C_{c2} + C_{c1}) \frac{L_1 L_2 - M_{12}^2}{L_1 + L_2 + 2M_{12}}}} \right] \quad (3)$$

但し L_1, L_2 は p 點に於いて分括せられた巻線の二つの部分の自己インダクタンス又 M_{12} は其の相互インダクタンスである。

本變壓器の如き二群シエル型巻線の兩群が全く同様なる場合巻線の中央點の振動を求めるためには

$$L_1 = L_2 = L$$

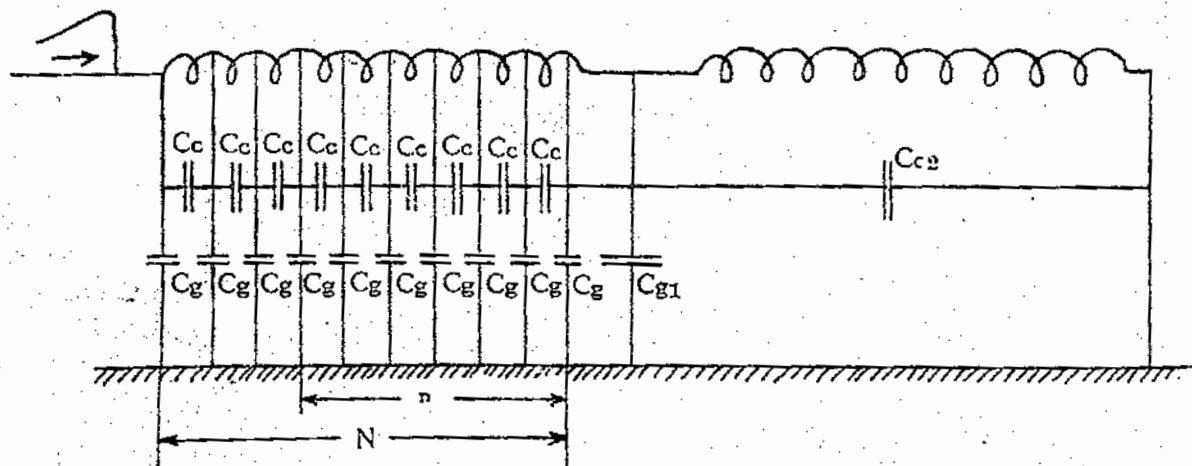
$$C_{c1} = C_{c2} = C_c$$

$$C_{gp} = C_g$$

又兩群の間には低壓側巻線の一部が存在するため兩群の相互インダクタンスは小となるため $M_{12} = 0$ と置き(3)式は次の様になる。

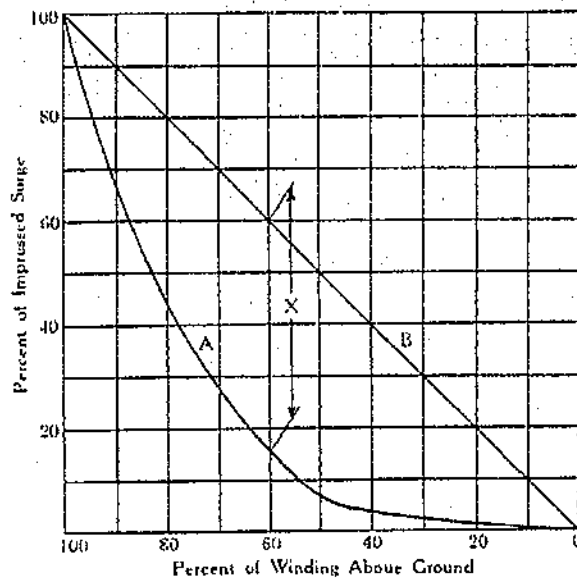
$$E_p = \frac{1}{2} - \frac{C_g}{2(C_g + 2C_c)} \cos \left[\sqrt{\frac{t}{(C_g + 2C_c) \frac{L}{2}}} \right] \quad (4)$$

(4) 式より巻線の一次的振動の周期は次式を以て表される。

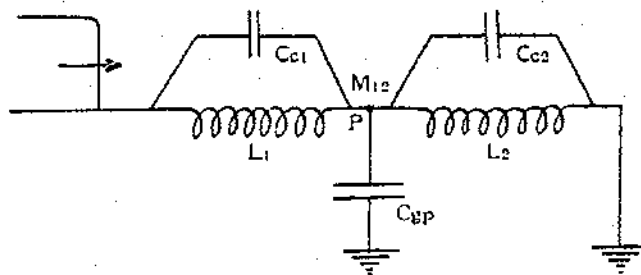


第10圖

二群シエル型巻線簡略等価回路 (1)



第11圖 初期電圧分布及定常電圧分布 (15,000kVA)



第12圖 二洋ソール型捲線簡略等価回路 (2)

$$T = 2\pi \sqrt{(C_g + 2C_c) \frac{L}{2}} \dots \dots \dots (5)$$

普通送電線に存在する如き波尾の減衰する衝撃波形の場合には之をAbrupt Front Surge with Exponential Tail と見做し波高1として

$$1e^{-x/t} = 1e^{-t/RT}$$

を以て表はす。但し

$$K = \frac{1}{a \cdot T} = \frac{1}{a \cdot 2\pi \sqrt{(C_g + 2C_c) \frac{L}{2}}}$$

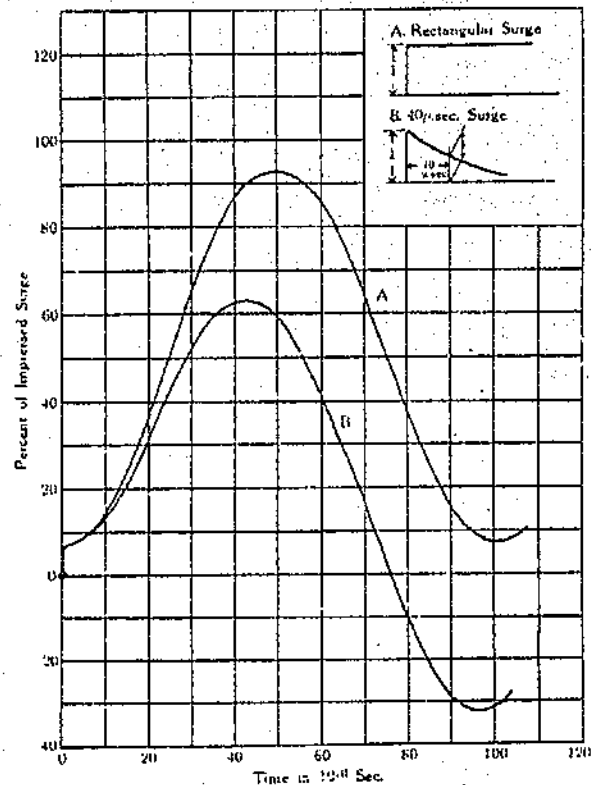
斯の如き波形に對する捲線中央點の電壓の變化は6式を以て計算し得る。

$$E_p = \left[\frac{1}{2} - \frac{C_g}{2(C_g + 2C_c)(1 + 4\pi^2 K^2)} \right] e^{-t/RT} - \frac{C_g}{2(C_g + 2C_c)} \frac{\cos(2\pi \frac{t}{T} + \tan^{-1} \frac{1}{2\pi K})}{\sqrt{\frac{1}{4\pi^2 K^2} + 1}} \dots \dots \dots (6)$$

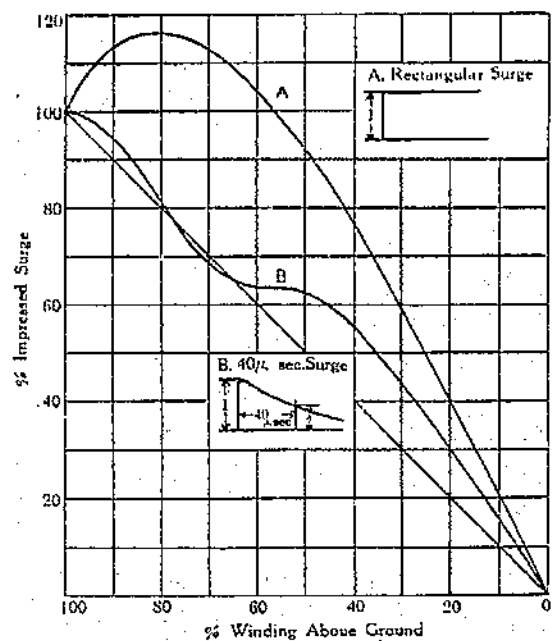
以上 (3) (4) (6) の諸式により明かなる如く振動により捲線に起る電壓は次の諸因子に關係する事大である

- (1) 侵入衝撃波の波高
- (2) 初期電圧分布と直線的定常分布との差異 第11圖Xの値
- (3) 侵入衝撃波の波尾の長さや捲線自己振動周期との比。

本變壓器捲線に於いては p を捲線中央點に取つた場合 $L = 0.182H$ 、振動周期 $T = 101\mu \text{ Sec}$ である 第13圖A曲線は波頭直角



第13圖 接地端より50%の點に於ける電壓振動 (15,000kVA 變壓器)
A: 波長無限大の衝撃波による場合
B: 波長 40×10^{-6} 秒の衝撃波による場合



第14圖 捲線電壓振動に依る最大電壓 (15,000 kVA 變壓器)
A: 波長無限大の衝撃波による場合
B: 波長 40×10^{-6} 秒の衝撃波による場合

波尾無限大の衝撃波形に対する捲線中央部の電圧の変化を示し、又第13圖B曲線は直角波頭波長40 μ Secの衝撃波に対する捲線中央部の電圧変化を示したものである。

第14圖曲線Aは無限大波長の衝撃波

により捲線各部に発生し得可き最大電圧を示すもので、第11圖に示す初期電圧分布曲線を永久的定常分布曲線に對し轉倒せる値を示し、又曲線Bは波長40 μ Secの衝撃波により捲線各部に発生し得可き最大電圧を示したものであ

る。

尙本變壓器試驗當時工場設備の陰極線オシログラフ不具合なりしたため上記計算の結果と對比し得ざる事となつたのは遺憾である。

セルシン電動機に依る同期聯動裝置に就て

交流機設計係

古 丸 藤 太

緒 言

聯動機構の要素が二つ以上あり、一方の角度推移を他方に移して此を指示するに當つて、各要素の距離が遠く機械的聯結が出來ぬ時には、セルシン電動機を利用する事に依つて比較的簡單で正確度のある聯動裝置が得られる。

此の方法では交流の110V乃至220Vの單相の線路があれば、如何なる遠方でも容易に電氣的聯動機構が得られるから、最近非常に廣い範圍に利用されて居る。

セルシン電動機の性能

セルシン電動機の同期聯動機能を簡単に説明する爲めに二つの三相誘導電動機をば第1圖aの様に、一次側は同一電力線から附勢され、二次側を互に連結した場合を考へる。各個電動機に於て二次側の一次側に對する位置が同様なれば、二次側に誘起される電壓は同位同相になるから、二次側には全然電流が流れない。

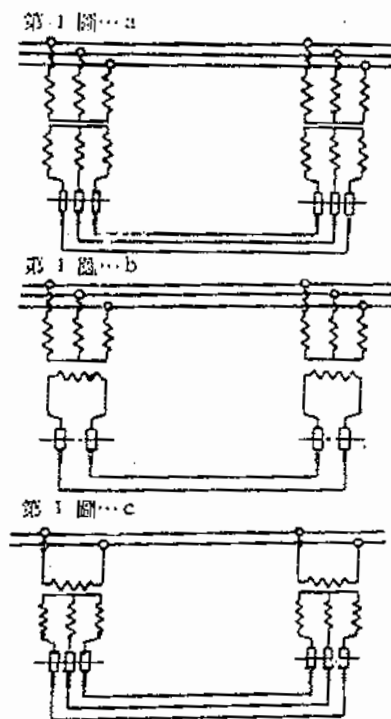
今若し一方の電動機の二次側を此の平衡の位置から一定の角度推移 θ を與へたとすれば、二次側電壓に於ても亦 θ の電氣的角度推移を生ずる。(二極電動機と考へて) 其の結果二次側、從て一次側に電流が流れ、二次誘起電壓との間に回轉力を發生する。

二次誘起電壓と電流の相關係は逆になるから、回轉力も一方を+とすれば

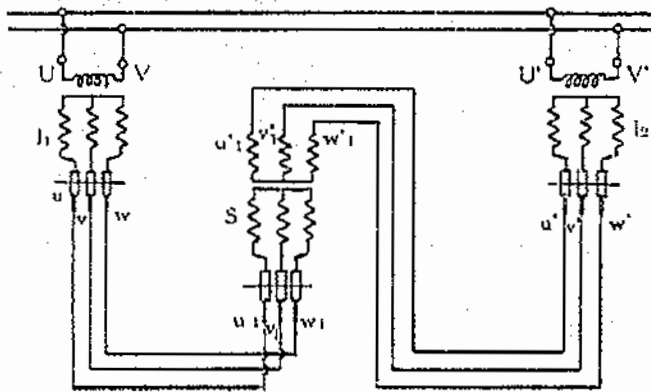
他方は-になる。一方の電動機に外力を與へて θ の角度推移を與へ、直ちに此の外力を除いたとすれば、此の電動機は θ だけ後戻りをなし、同時に他の電動機は θ だけ進んで、新な手動位置で静止する。外力を其の儘に存すれば一方の電動機は θ だけ角度推移を爲して新な手動位置を保つ事になる。

外部から強制的に角度推移を與へられる電動機を發信器として使用すれば他の電動機は之に追従するから、之を受信器として使用する事が出来る。前者をばセルシン發電機と稱し、之に對して後者をセルシン電動機と稱して居る。

第1圖aは一次側、二次側共三相の場合であるが、第1圖bは二次三相、二次單相の結線を示し、第1圖cは一次單相二次三相の結線を示して居る。何れの場合でも第1圖aの場合と同様な回轉力の關係を生ずる。配線の單純化又は節約と云ふ見地から、小型のものにあつては第1圖b又はcの結線が利用され、就中cの場合が多く、此の



第1圖 三相誘導電動機結線圖



第2図 差動指示計器結線図

場合には単相 110V の線路が一次側に利用されるから便利である。

第1圖に於ては、發信器及び受信器各1個の場合を示して居るが、發信器の發電機の容量に考慮を拂ふならば、受信器は幾個あつても同様に信號を與へる事が出来る。

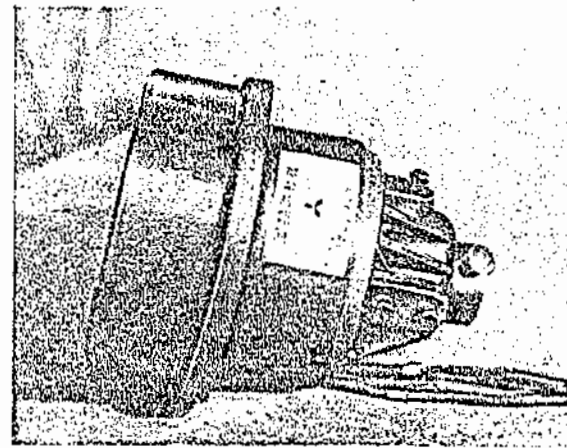
本装置では角度推移を信號するのみでなく、回轉數をも推移信號する事が出来る。此の場合には受信器の電動機は、發信器發電機に對して一定角度の遅れを保ち、同一回轉速度で追従する。此の目的に對して近頃は主として永久磁石發電機と電壓計とを組合せた遠方回轉計が利用されるが、甚だ遅い回轉數を指示するのに適して居る。

事がある。セルシン電動機は、又二つの發信器の角度推移又は角速度の差を示す差動指示計器にも利用することが出来る。第2圖は角度推移の差を示す差動指示計器の結線を示して居る。Hは尖々二つの發信器に相當し、標準セルシン發電機に聯接して居る。Sは差

動セルシン電動機で、此の場合では一次二次共に三相捲線にする必要がある。今假にSの回轉子側捲線をH側電動機の二次に、固定子側捲線をH側電動機に接続したとする。H側の間に電

第1圖は全部一次固定子、二次回轉子の場合を圖示して居るが、此の關係を逆にして、一次回轉子二次固定子としても同様であつて、屢々此の關係で本裝置が利用される

氣的角度推移が無い時は、Sの回轉子は其の起磁力が固定子の尖と平衡する位置迄動いて其の位置を保持する。此の位置がSの零位置に相當する。次にHの電動機の間に電氣的角度推移を生ずる時には、Sの回轉子及び固定子捲線に電流が流れて、其の回轉子及び固定子起磁力が平衡する位置迄回轉子が動いて新な平衡位置を保ち零位置からの角度推移は、Hと間の電氣的角速度推移に相當する。回轉數の差を示す場

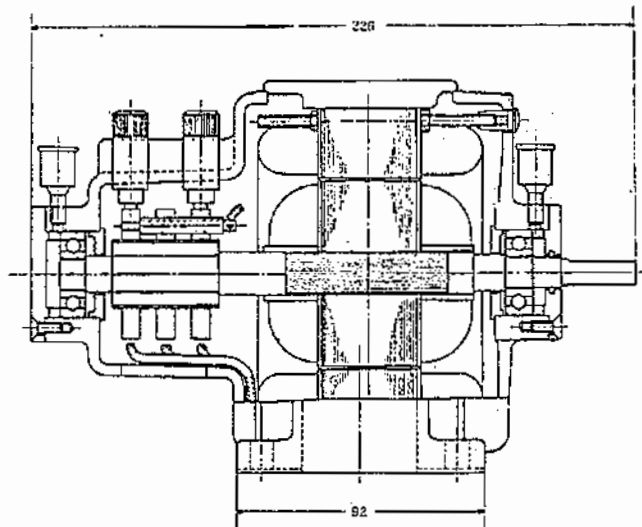
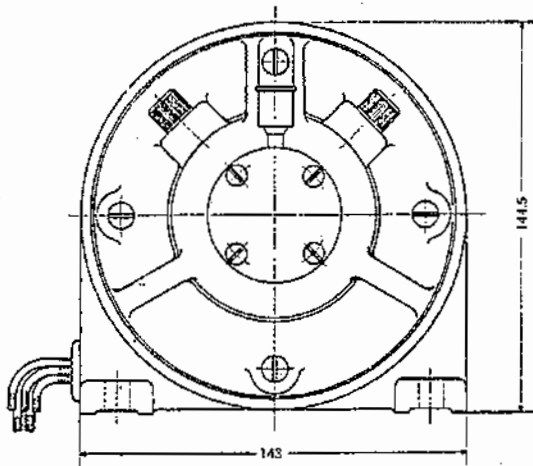


第4圖 受信器側セルシン電動機

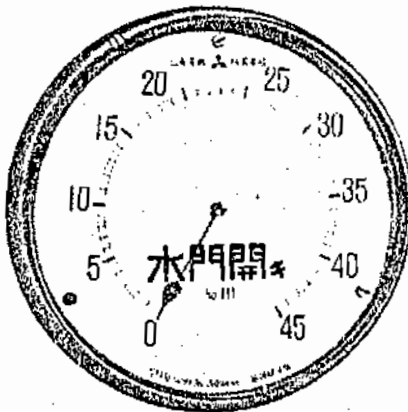
合には、受信器側で一次二次共に三相捲線の電動機2個を使用する事がある

MS型セルシン電動機の構造

第3圖はMS型セルシン電動機又は發電機の外形及び内部構造の概要を示



第3圖 MS型セルシン電動機、又は發電機の外形寸法(概)及内部構造



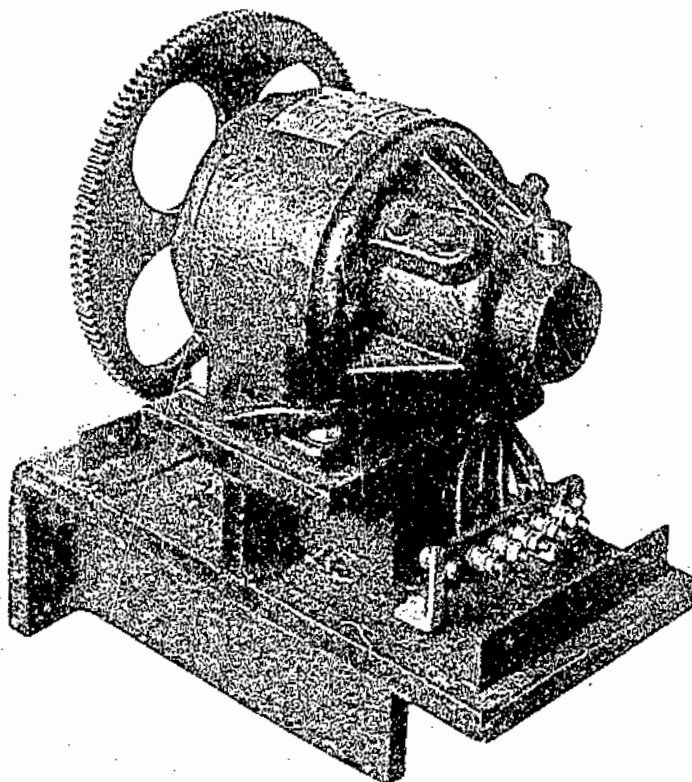
第5圖 受信器側セルシン電動機の指示計器側

したものである。

此の発電機又は電動機は一次単相、二次三相で、一次巻線を固定子側に、二次巻線を回轉子側に巻いた構造である。普通の小型誘導電動機に準じたもので、一次側は単相巻線で普通は110Vの単相配線路から附勢される。二次側は三相巻線であつて3個の滑動輪に繋がれて居る。軸受は可及的摩擦損失を

減少せしめる爲めに球入軸受が使用されて居る。滑動環と反側對の軸端が延長されて居て、受信器側にあつては指示計器の指針が直結されて居る。又指示器の外函は電動機のフレームに取り付けられて居る。第4圖は此の一体に組立られた受信器を電動機側から見た處を示し、第5圖は之を指示計器側から見た處を示して居る。斯様な構造であるから摩擦損失は極めて少く、発信器に對して鋭敏に追従する事が出来る。受信器は輕量であつて其の儘配電盤のパネルに普通の指示計器と同様に取り付け得る様に出て居る。

発信器側発電機の軸端には、発信装置機構に對して適當に設計された齒車で聯結して居る。此の方は外力で角度推移が強制的に與へられるから、齒車の摩擦損失の如きは問題にならない。第6圖は発信器側發電機及び発信器側機構と聯接する齒車とを示して居る。



第6圖 発信器側セルシン發電機及び発信器側機構と聯接する齒車

セルシン電動機の特性

セルシン電動機各個の特性は、普通の三相誘導電動機又は一次三相、二次單相或は一次單相二次三相の誘導電動機の特性と異なる點は無い。同期聯動装置として使用する時には、発信器側と受信器側との電氣的角度推移と、回轉力、一次及び二次電流比率等の關係が問題になる。就中回轉力の特性が重要である。

角度推移と回轉力の關係を大略的に示す時は、

發電機側

$$T_1 = E \cdot \frac{2E \sin \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\theta}{2} - \phi)}{\sqrt{r^2 + x^2}} \\ = \frac{E_2 \cos \phi}{\sqrt{r^2 + x^2}} \sin \theta + \frac{2E_2}{\sqrt{r^2 + x^2}} \sin \frac{\theta}{2} \sin \phi \quad \dots\dots(1)$$

電動機側

$$T_2 = E \cdot \frac{2E \sin \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\theta}{2} + \phi)}{\sqrt{r^2 + x^2}} \\ = \frac{E_2}{\sqrt{r^2 + x^2}} \sin \theta - \frac{2E_2}{\sqrt{r^2 + x^2}} \sin \frac{\theta}{2} \sin \phi \quad \dots\dots(2)$$

E = 二次側誘起電壓

θ = 電氣的角度推移

r = 毎相抵抗 (二つの電動機及び線路の抵抗を含む)

x = 毎相リアクタンス (二つの電動機及び線路のリアクタンスを含む)

$$I_c = \frac{2E \sin \frac{\theta}{2}}{\sqrt{r^2 + x^2}} \quad \dots\dots \text{二次側毎相の横断}$$

$$\text{電流 } \tan^{-1} \phi = \frac{x}{r}$$

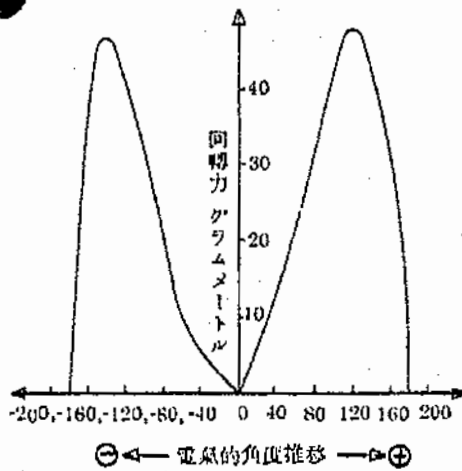
書き改めると、

$$T_1 = \frac{E_2 \cos \phi}{\sqrt{r^2 + x^2}} \sin \theta + \frac{1}{2} I_c^2 r \quad \dots\dots(3)$$

$$T_2 = \frac{E_2 \cos \phi}{\sqrt{r^2 + x^2}} \sin \theta - \frac{1}{2} I_c^2 r \quad \dots\dots(4)$$

$$T_1 - T_2 = I_c^2 r \quad \dots\dots(5)$$

発信器側で受信器側の回轉力に相當



第7圖 MS型セルシン電動機角度推移と同轉力の關係曲線

する電力及び回路熱の損失を負擔する事になる。

$r = 0$ とすれば

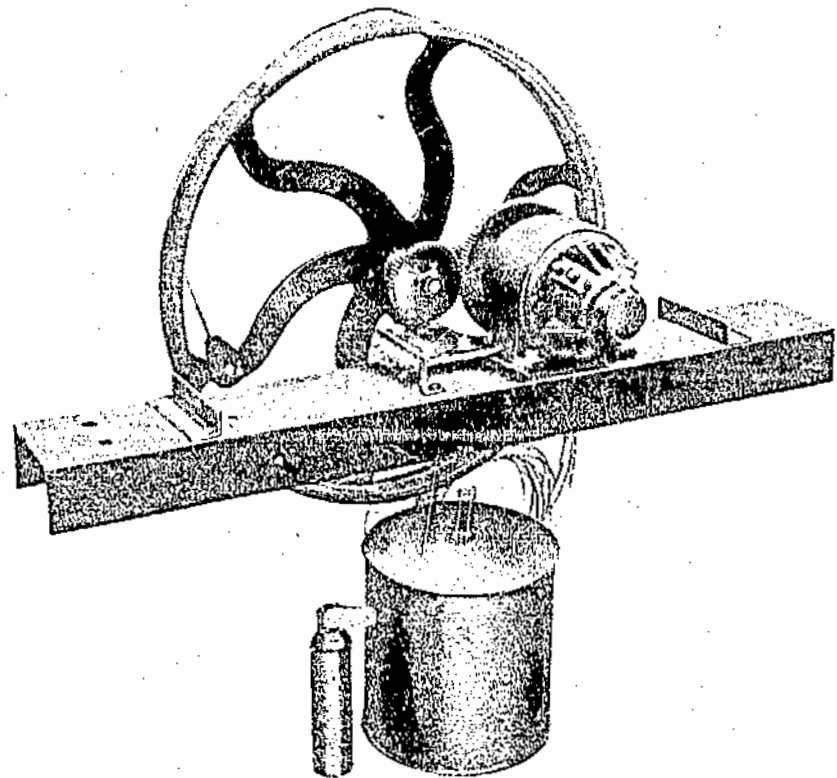
$$T_1 = T_2 = \frac{E^2}{x} \sin \theta \dots \dots \dots (6)$$

$\theta = 90^\circ$ の時に T_1, T_2 が最大の値となる。 V の影響を考へ入れる時は最大同轉力に相當する θ が 90 より移つて来る之は (1)、(2) の式で示される。

第7圖は MS 型セルシン電動機を同期聯動機に使用すると同様に、一次側を同一電源に連結し、二次側を繋いで一方に各種の角度推移を與へて、他方の軸に生ずる同轉力を測定した時の曲線である。内部抵抗鐵損等の關係で最

大同轉力の點が 90° の角度推移よりも外れて居る。

前述の通り受信器の指針は電極輕快に出て居るから、使用狀態に於ては殆ど角度推移無しに、發信器に鋭敏に追従して来る。



第8圖 水位計に於ける發信器側

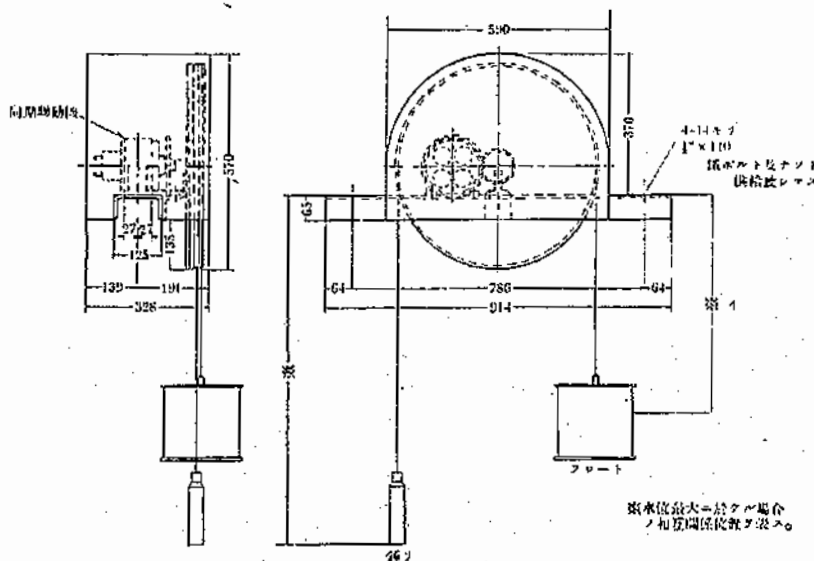
標準セルシン電動機

MS型セルシン電動機は 110V-220V 440V の三種の標準電壓及び周波数は 50サイクルと 60サイクルに對して用意されて居る。二次側は何れの電壓周波數の時でも三相 220V に設計されて居るから、三相 220V の線路を利用する時は、其の儘同轉子側を一次として使用する事が出来る。

同期聯動裝置の應用

セルシン電動機に依る同期聯動裝置は次の様な目的に適する機能を有して居る。

- (イ) 遠方信號
 - (ロ) 遠方制御
 - (ハ) 同期電力の移送
- (イ)及び(ロ)の場合は主として角度推移のみで其の目的を達し得るが(ハ)の場合には發信器側受信器側共に連續的に變化する速度で回轉する事を要する



第9圖 水位表示裝置用傳送器外形圖

(イ)(ロ)の場合は普通は僅かの回転力で充分目的を達する事が出来(ハ)の場合では移送する電力及び回転数の変化範囲が定まれば、適当な電動機的设计が出来る。特別の場合を除いてはMS型標準セルシン電動機で充分目的を達する事が出来る。

今具体的に適用方面に於ける主要な応用例を上げると、

イ、水力発電所の自動制御装置

ロ、昇降機の自動制御装置

其の他跳開橋の橋梁の位置指示器、舞臺照明の制御、発電所の負荷の選方



第11圖 昇降機自動制御装置の階床選擇器

指示等一々枚舉するに苦しむ位である(イ)及び(ロ)の場合につき少し説明を加へると、水力発電所の自動制御装置として次の様な用途に本装置が利用される。

導翼弁開度指示用

水位指示用

水門開度指示用

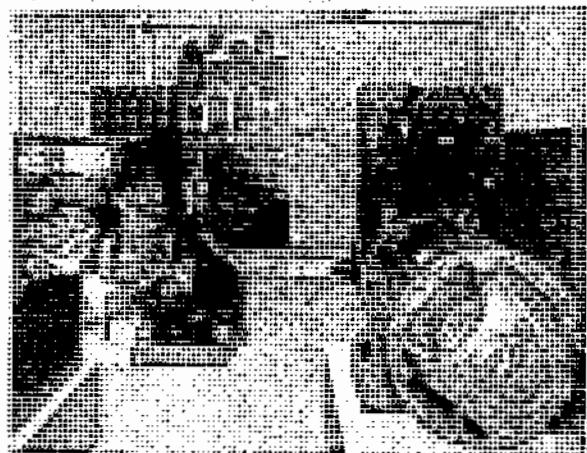
制水門開度指示用

第8圖、第9圖は水位指示装置の発信器側を示して居る。圖に示されて居る様に滑車の兩側に浮子と重錘があつて、水位の変化が浮子に依つて発信器側の中間軸に傳へられ、更に商車に依つてセルシン発電機の軸に角度推移を與へる様になつて居る。

他の装置でも何れも適当な機構に依つて発信器側の状況の変化が中間軸に傳えられ、更に商車に依つてセルシン発電機に角度推移が與へられる。

此等の場合では、発信器側の變化の全域がセルシン発電機の軸の一回轉以内に納る様に設計されて居る。

受信器側のセルシン電動機には單に指針が直結されるのみであつて、第4



第10圖 昇降機自動制御装置の発信器側

圖は水門開度指示器の受信器側を示して居る。

第10圖及び第11圖は昇降機自動制御装置に利用された本装置を示して居る

第10圖は昇降機自動制御装置の発信器を示して居る。此は單に昇降機主電動機の軸に、セルシン発電機を鎖で聯接して居る丈である。第11圖は階床選擇器に取り付けられた受信器側を示して居る。パネルの上部にセルシン電動機が取り付けられて居て、商車を通して選擇接觸子を上下する様になつて居る。接觸子は各床階を代表する接觸片の上を撓動する様になつて居る。昇降機が起動してから、次に停止すべき階床を撰んで之に相當する押ボタンを押して置くと、同期聯動機構に依り、主電動機の回転が階床選擇器の接觸子に移され、豫め定められた階床に相當する接觸片の上に撓動して來ると、繼電器が作動して昇降器が停止する。

本装置は水力発電所の自動制御と異つて、同期電力を移送する場合に相當するが、標準MS型セルシン電動機で充分目的を達することが出来る。

抵抗式電気爐自動温度制御装置

管制器設計係

宗

村

平

種々の品物の製造工程に於ける熱處理加工に電気爐を使用することの利益は既に廣く認められ、又實施せられて居る處であるが、特に合金類の熱處理等には電気爐は必要不可欠なものとして云ふことが出来る。故に近年軍需工業の勃興につれ電気爐を設置される向が極めて多數である。

電気爐の特長としては多々あるが、其の一つは温度の調節が容易で、且つ所要の一定温度に保持することが出来ることで、従つて又熱量を節約し得るのである。而して之は自動温度制御装置を適用することによつて初めて充分に初期の効果を挙げ得るのである。以下三菱自動温度制御装置を紹介することとする。

制御装置は接觸器盤、パイロメーター盤、サーモカップルから成る。接觸器盤は主接觸器、繼電器、過電流保護器等を備へて居り、パイロメーター盤

はパイロメーター、表示燈、信號燈、押釦、制御回路切放閉閉器等を備へて居る。

爐内の温度の變化によつてサーモカップルがパイロメーターを働かし、之が更に接觸器盤の接觸器を動作せしめて爐への電流を斷続又は加減して爐の温度を所要の一定範圍の値に保護するものである。

此の自動温度制御装置は電気爐に限らず、パイロメーターの代りにサーモスタット等を使用することによつて電気窯、電気熔解鍋其他一般の抵抗電熱装置の自動温度制御装置にも同様に使用される。

接続圖はパイロメーターを使用した爐の場合で、其の動作は次の通りである。

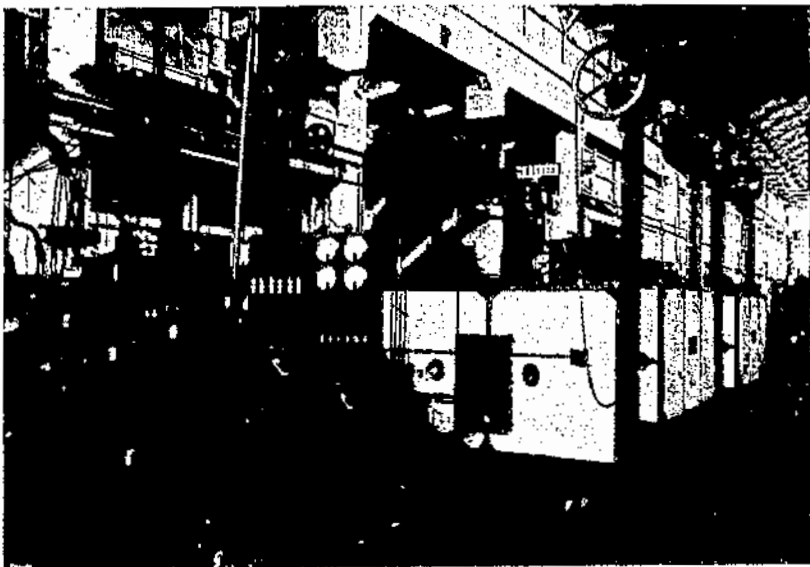
制御回路切放閉閉器 SW を閉ちてから、押釦開閉器 PB の「接」釦を押す此時爐の温度が所定範圍の最低値以下

にあれば、パイロメーターの C 接觸は L 側へ閉ちて居るから、 $\#31$ の繼電器が勵磁されて其の接觸を閉ちる。従て $\#33$ の接觸器が作動し、更に又 $\#5$ の主接觸器が作動して接觸を閉ち、爐へ電流が流れるから爐の温度は上昇し始める。尙 $\#31$ が作動すれば C-L の接觸と並列に接觸を作つて自ら線輪回路を保持するから、爐の温度が上昇して C-L の接觸が開いても差支へがない其の中に爐の温度が上昇して所定範圍の最大値に達するとパイロメーターは C-H の接觸を作るから $\#31$ の繼電器は線輪を短絡されて其の接觸を開く。従て $\#33$ の接觸器が開放し、更に $\#5$ の主接觸器が開放して爐への電流を斷つから爐の温度上昇は止る。而して使用中爐の温度が次第に降下して、所定範圍の最低値に達すれば、上記と同様にし再び主接觸器が閉ちて、爐への電流を流して爐の温度を上昇せしめる。

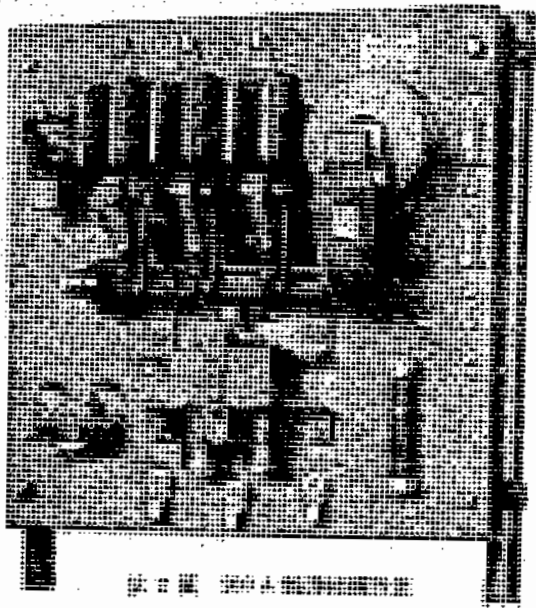
以上の事柄が自動的に反復して行はれて、爐の温度は所定の範圍内に保たれる。爐の所定温度範圍を變ずるにはパイロメーターを調整する。パイロメーターは接觸器盤を動作せしめると同時に温度を指示又は記録する。

押釦開閉器の「斷」釦を押せば爐へ電流が流れて居る場合には直ちに斷たれ、再び「接」釦を押さなければ温度の如何に拘らず爐への電流は供給されない。

パイロメーター盤には信號燈を設けてあるから、 $\#5$ の主接觸器の開閉、即ち爐への電流供給の如何が之により直



第 1 圖 75 kW 電気爐及自動温度制御装置
(左より)パイロメーター盤、接觸器盤、配電盤及電熱加減盤)



第 3 図 75 A 制御接触器盤

ちに見分けられる。

又制御盤は過電流繼電器を備へて居り、故障のため過大電流が流れる様な場合には直ちに主接触器が開放して電流を断つ。

以上述べた場合には爐の温度が所定の最大値に達した場合に電流を全然断つ様になつて居るが、此の代りに極めて小なる電流に切替へて温度の變動を極めて少なくする場合もある。

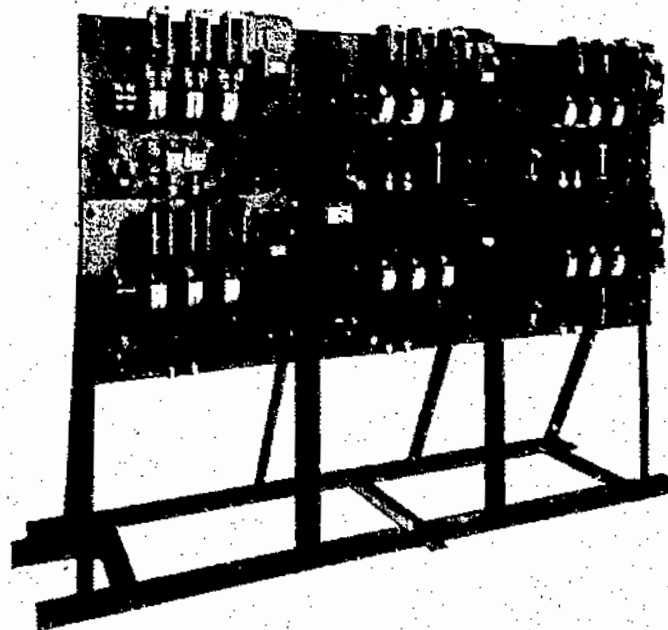
尚又上記はサーモカップル、パイロ

メーター盤、接觸器盤共各一組の場合であるが、爐の容量が大になれば爐の各部に於ける温度の不均一を防ぐため又は適當な調節をするために同様のものが數組使用される。此の場合には又パイロメーターの使用數を節約して數組のサーモカップル及接觸器盤に對して1組のパイロメーター盤を使用し時限切換開閉器によつて總ての接觸器盤を作動せしめる様にすることも出来る

上記接続圖中 #31 なる繼電器はパイ

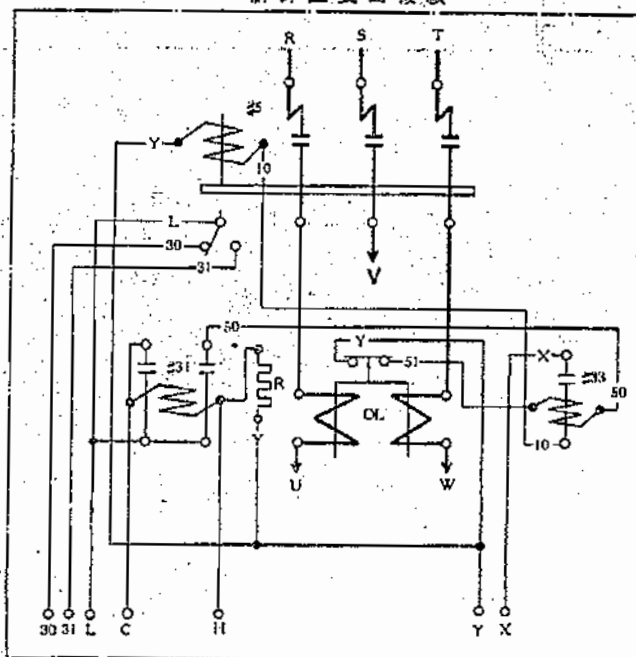
ロメーターの接觸で作動せしめる上から、特殊の構造で極めて小勢力で作動する様になつて居る。接觸器は極めて頻繁に電流を断続するために、機械的にも電氣的にも極めて頑丈でなければならない。設置場所が甚だしく塵埃の多い場合には兩入型とした方が良い。

此の自動温度制御装置の外に變壓器の接続變更による電壓が或裝置を併用して廣範圍の温度調節を一府容易ならしめる場合もある。

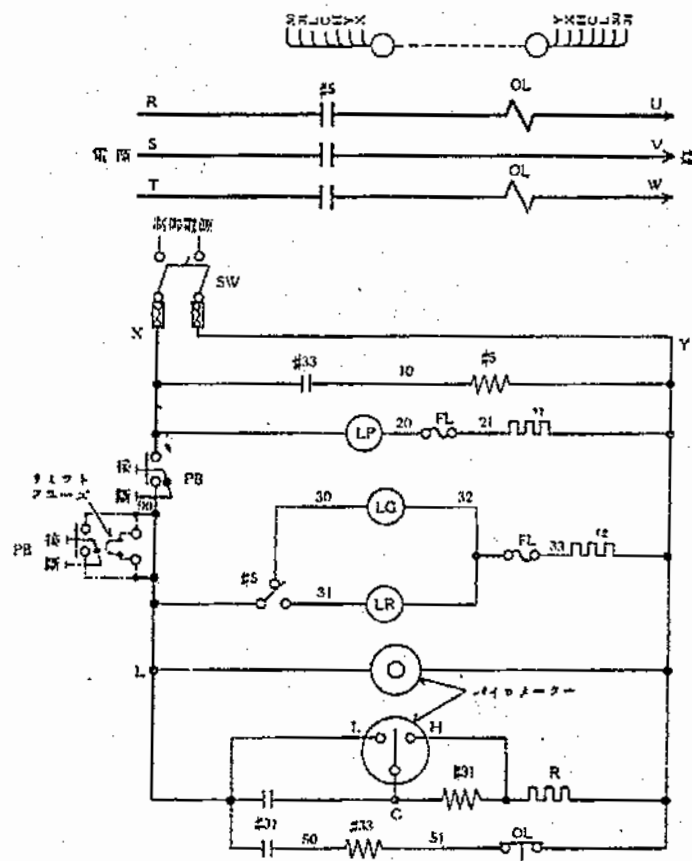
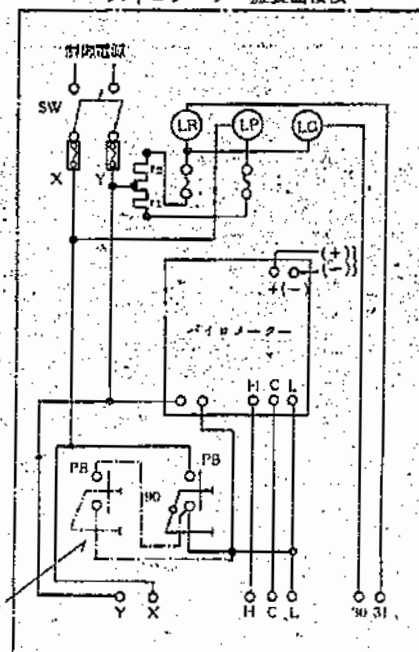


第 4 圖 1100 kW 爐用制御接觸器盤

制御盤裏面接続



パイロノーター盤裏面接続



第 5 圖 自動温度制御装置接続図

昭和九年十月廿三日 印刷
昭和九年十月廿五日 内務省納本
昭和九年十月廿七日 發行

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

神戸市須磨區天神町五丁目五一

鈴木 貢 一

大阪市東區兩替町 サン製版印刷所

久保 專 治

大阪市東區兩替町一丁目一六

サン製版印刷所

神戸市兵庫區和田崎町三丁目

三菱電機株式會社 神戸製作所

本誌
代價

部部=付 金貳拾錢
郵 稅 不 變