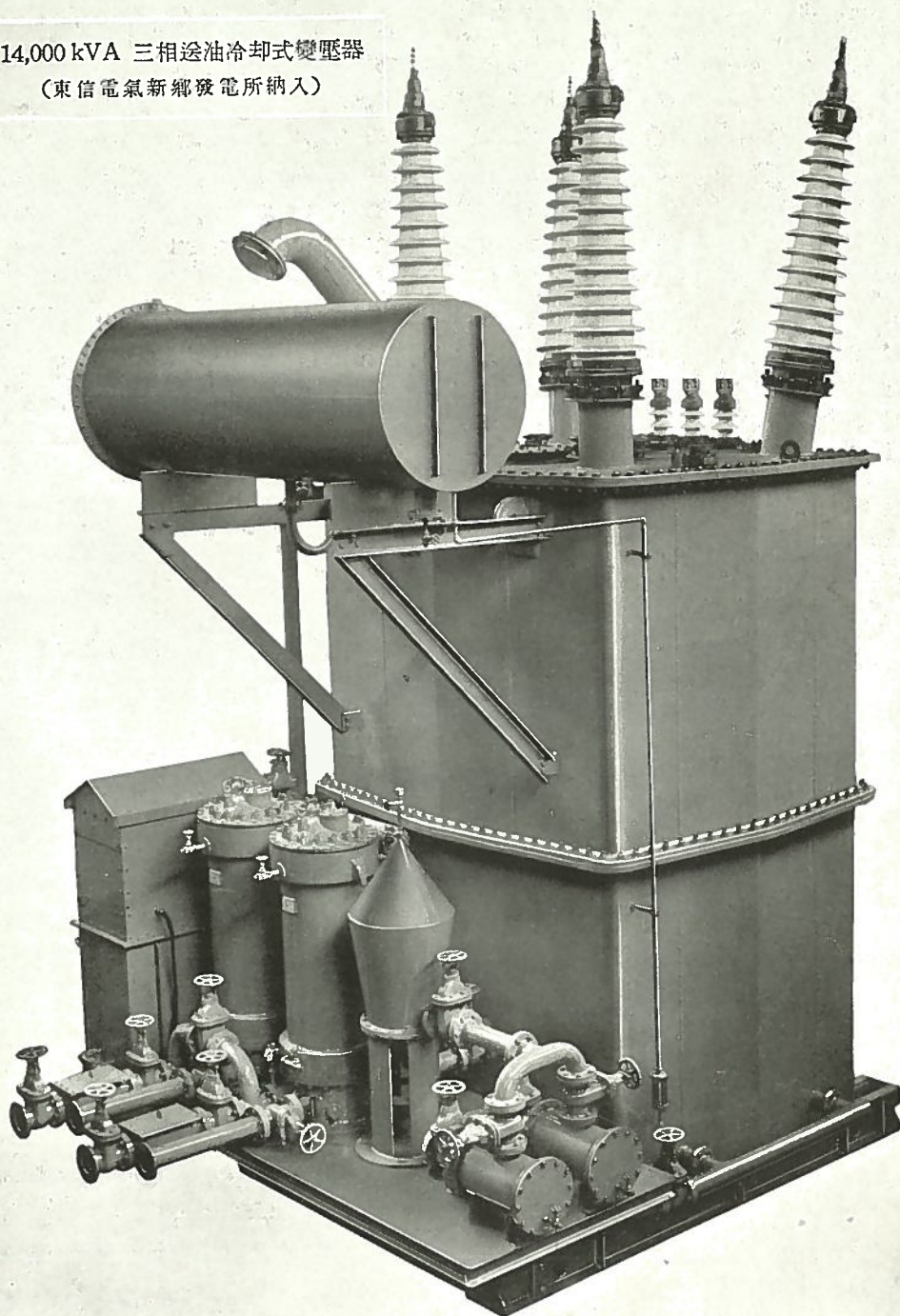


三菱電機



昭和十四年 第十五卷 第三號 三月

14,000 kVA 三相送油冷却式變壓器
(東信電氣新郷發電所納入)



骸炭消火車牽引用
5 吨電氣機關車…… 65—69

E T 型電子管型
自動揃速同期裝置…… 70—76

負抵抗法に依る
高周波誘電体
損失測定…… 76—79

3

三菱電機

第十五卷

昭和十四年三月

第三號

骸炭消火車牽引用5吨電氣機關車

神戸製作所 阿 草 春 躬

一 般

蘆溝橋一發の銃聲により火蓋を切られた東亞の大聖戦も早や第三年目を迎え、長期戦、長期建設の叫ばれてゐる今日先づ第一線への十二分なる物資供給の必要なる事は論ずる迄もないのであります。

之には生産機構の増設と同時に現存のものに検討を加へ舊態然たる方式に改良を施し、以て能率増進、生産時間の短縮を計る事が、緊急の要務であります。

此時にあたり、製鐵事業に必要缺くべからざる骸炭生産作業も着々と改善され又充實されつゝありますが、最近の傾向として、此種作業には盛んに消火車牽引用の電氣機關車が採用される様になり、操作改善の著しいものがあります。

當社に於ては夙に骸炭消火車牽引用電氣機關車を製作し好評を拍して居りますが、昨年末大阪瓦斯會社へ5吨電氣機關車第2輛目を無事納入、既に實地に使用されてゐる次第であります。

以下其使用状況並に構造の概略について述べる事に致します。

使用状況

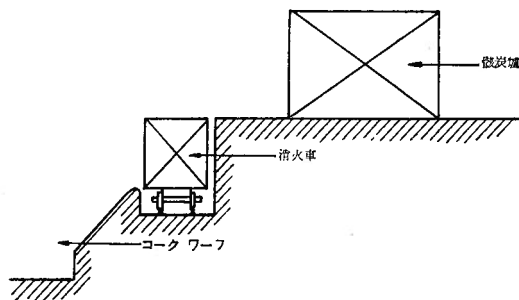
骸炭爐に出來た白熱した骸炭はプツシャーにより20米毎分の速度で押出されます。

之と直角の方向に長さ8米の骸炭消火車を運轉して、此中に白熱骸炭を一様に受け入れるのであります。プツシャーのストロークは13.5米なる故以上の條件より計算すると、機關車は此時約11米毎分の速度で運轉さるべき事になります。

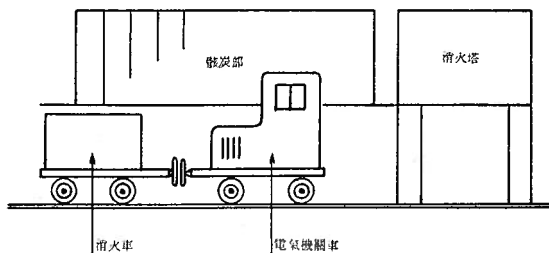
骸炭を積み終ると直ちに消火車を消火塔の下まで牽引しシャワーにて消火します。

消火した骸炭は之を、コークワーフの適當なる處に運び、消火車扉開閉装置を操作して排出します。斯くて再び骸炭爐の前へ運轉され1サイクルを終るのであります。第1圖並に第2圖は此説明略圖であります。

舊式の方法では骸炭爐より押出される白熱した骸炭に直ちにホースで水をかけ消火するのでありますが、電氣機關車を使用する方法は舊式のものに比較して人件費、消火時間等の非常な節約となり作業能率に格段の増進をなし得るものであります。



第1圖 使用状況説明略圖



第2圖 使用状況説明略圖

機 關 車 定 格

全 重 量	5,000 瓩
車 輪 配 置	O-B-O
動 輪 軸 數	2
1 時 間 定 格 容 量	25 馬力
1 時 間 定 格 牽 引 力	1,100 瓩
1 時 間 定 格 速 度	5.7 杆每時
固 定 輪 軸 距	1,500 耗
全 長	4,700 耗
全 幅	2,000 耗
全 高	4,000 耗
動 輪 直 徑	660 耗
軌 間	1,220 耗
電 動 機 型 式 及 台 數	MS 型全閉捲線回轉子型 3 相 誘 導 電 動 機 1 台 60 ~ 220 V 10 極
齒 車 比	1:15.2
制 御 方 式	二次短絡直接制御
制 動 方 式	手動

構 造 概 略

1. 機 器 配 置

運轉室—車体上部が運轉室になつて居り、電動機の制御器・氣中遮斷器並に諸裝置操作把手（制動裝置・砂撒裝置・消火車前扉開閉裝置）電流計等を備へて居ります。

機械室—車体下部が機器室になつて居りますが、凸部には車輛驅動用の MS 型 誘導電動機、並に之の減速裝置、起動抵抗器を備へて居ります。運轉室の眞下の部分には MP 型避雷器・CX 型塞流線輪・前照燈用抵抗器・砂箱等を備へて居ります。

運轉室屋上一前照燈・警鈴を備へて居ります。

2. 機 械 部 分

車体—L 字形をなして居り、其上部は運轉室、下部は機械室になつて居ります。本機關車運轉に際しては、骸炭の積込・消火・排出等の作業の充分なる監視が必要なる故、運轉室は一般小型電氣機關車に比してずつと高い位置に設けてあります。

台枠—溝形鋼を組合せた堅牢な構造になつて居ります。之の消火車連結側は車体よりずつと長く突出して居



第 3 圖

骸炭消火車牽引用
5 瓩電氣機關車

りますが、これは消火車と運轉室とを特に隔てゝ灼熱骸炭より來る熱氣を出来るだけ防ぐ爲のものであります。

齒車裝置— 一般電氣機關車に比し特に低速運轉をなす爲、齒數比は 1:15.2 といふ大なる値を採用して居ります。此齒數比は大体 2 段落して得らるべきものでありますが、實際は輪軸距離並に電動機取付高さが大体定まつてゐる爲、齒車中心距離の關係で 3 段になつて居ります。(第 6 圖 參照)

齒車は鍛鋼焼入で充分餘裕ある設計となつて居り、本裝置は油漏止完全なる齒車箱にて覆はれて居ります。

砂撒裝置— 砂箱 2 ケを備へ進行方向に應じて把手を操作し、簡単に撒砂出来る構造となつて居ります。

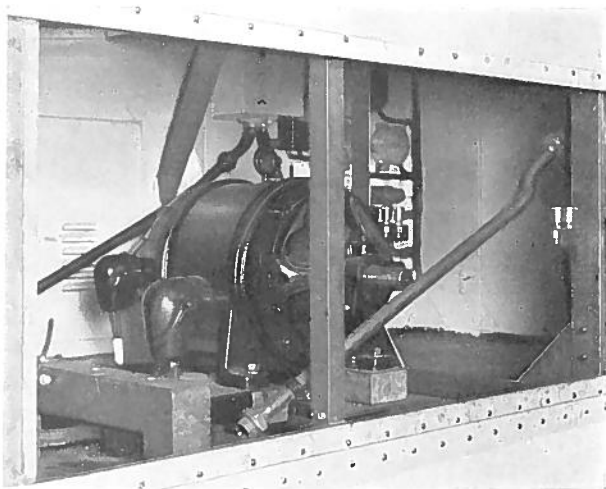
砂の殘量検査並に之の補充等すべて運轉室にて行ふ事が出来ます。

制動裝置— 手用制動機が設けてありますが之はレバー式把手を操作する事により充分なる制動力を出し得る設計となつて居ります。

車輪並に制輪子の磨耗は張ネジにより調整する様になつて居ります。(第 7 圖 參照)

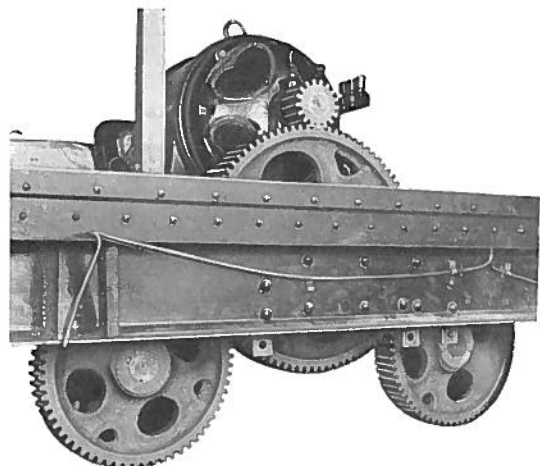
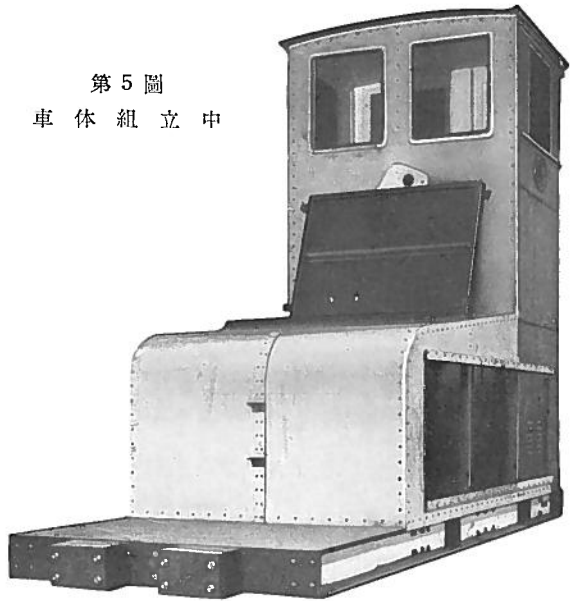
消火車前扉開閉裝置— 之は消火された骸炭をワークへ排出する爲の裝置であつて、運轉室にて輪形把手を操作すると此運動が傘齒車、自在接手等により消火車の前扉に傳へられ以て之を開閉する構造となつて居ります。

排障器— 山形鋼並に鋼板を熔接組立てしたもので軌條上に骸炭其他の障害物があつた場合之を掃除して、事故の防止をなすものであります。

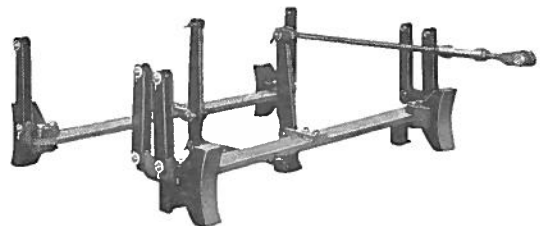


第 4 圖 機器室組立中

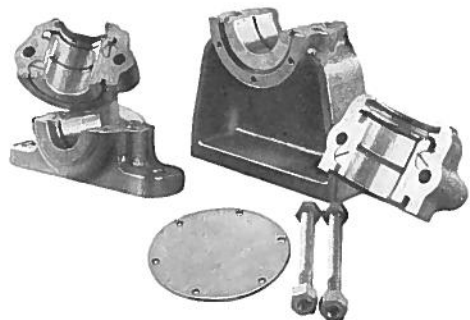
第 5 圖
車 体 組 立 中



第 6 圖 齒車裝置組立中



第 7 圖 制 動 裝 置



第 8 圖 車 輪 軸 受

軸箱—特殊設計のものを採用して居り、油漏止・油廻り等完全なものであります。(第 8 圖 参照)

3. 電 氣 部 分

電動機—MS 型三相誘導電動機は小なる起動電流で大なる起動回轉力を生ずる事の出来るもので車輛用に使
用して好適のものであります。

軸受には密封ベアリングを使用して居りますが、之は完全なる防塵型であり油漏れが絶対になく普通の軸受に比較して數倍の耐久力をもつて居ります。

回轉子の含浸捲線は可撓性に富み震動・濕氣等に充分耐へ得るものであります。又遠心力に耐へる様周邊に強靱なバインドを施して居ります。

外枠並にブラケットは輕量でしかも堅牢なる構造となつております。外枠の捲線は回轉子のものと同様震動・濕氣等に充分耐へ絶縁完全なるものであります。

制御器—F 型可逆制御器は機械的に極めて頑丈であ

り、苛酷なる使用に耐へ得るものであります。フィンガーは弊社獨特の工作を施した頑丈なしかも構造簡單なものであります。(第 10 圖 参照)

接續圖は第 14 圖に示す通りで、電動機の二次回路に挿入された抵抗を加減して速度制御をなす様になつて居ります。

炭素氣中遮斷器—主回路の開閉並に運轉中屢々起る瞬時的過負荷其他電動機に有害なる過電流遮斷の爲に C L 型炭素氣中遮斷器を備へて居ります。

主接觸部は特殊の硬引銅帶と磷青銅とを積み重ねた刷子で出來て居り、長年月の使用に耐へるものであります

主接觸部の外に補助接觸部が 2 段あり、之は時間的段階を有し移弧装置をなして居ります。其第 2 段目は炭素片で、電弧によつて消耗される心配が最も少ないのであります。(第 11 圖 参照)

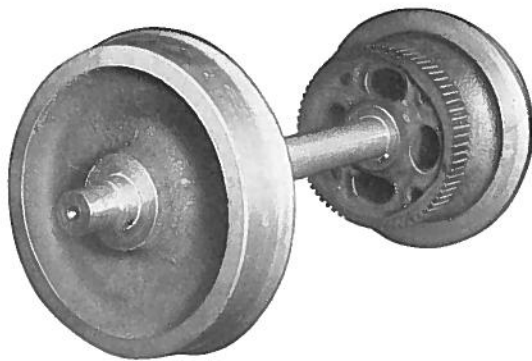
起動抵抗器—特殊鑄鐵製の格子型抵抗器で鋼板製端板を以て支持されて居ります。

抵抗体は充分なる機械的強度を有し、又地氣との絶縁完全なる構造となつて居ります。(第 12 圖 参照)

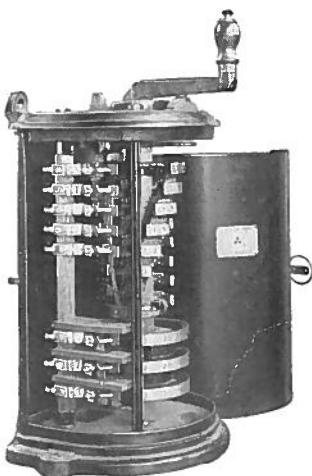
聚電裝置—堅牢にして、構造簡單なる特殊の聚電裝置を備へて居ります。(第 13 圖 参照)

避雷裝置—MP 型避雷器並に CX 型塞流線輪を備へて、雷撃に對し機關車内の機器を保護して居ります。何れも一般電車用標準型であつて、機能の完全なものであります。

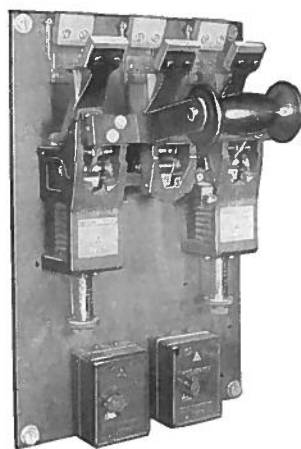
電流計—主回路に電流計を挿入して、負荷狀態を常に監視する様になつて居ります。



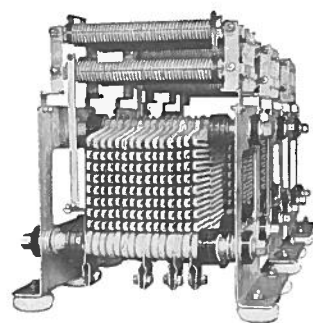
第 9 圖 車 輪 車 軸



第 10 圖 F 型可逆制御器



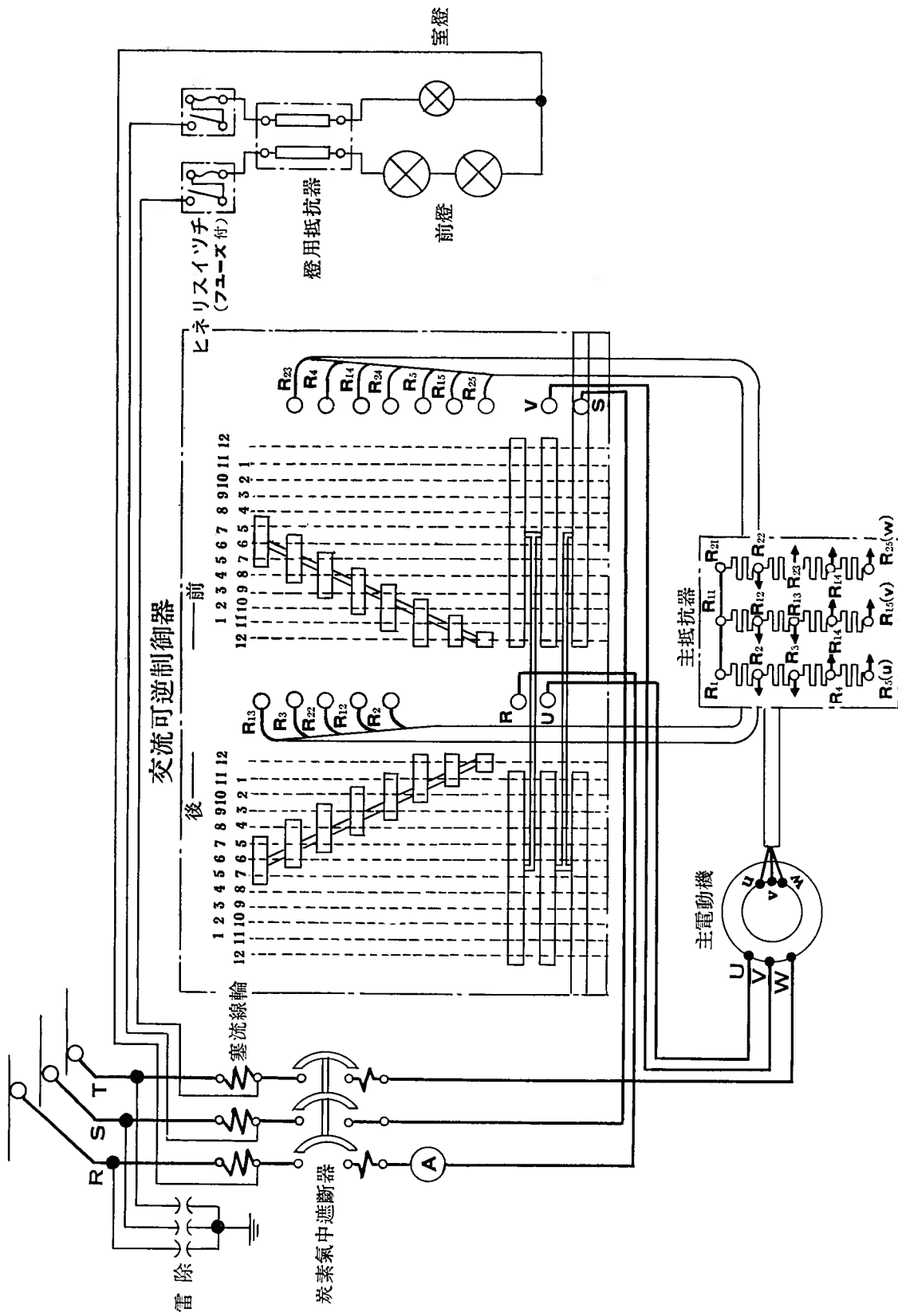
第 11 圖 炭素氣中遮斷器



第 12 圖 起動抵抗器



第 13 圖 聚電裝置



第14圖 F型可逆制御器接續圖

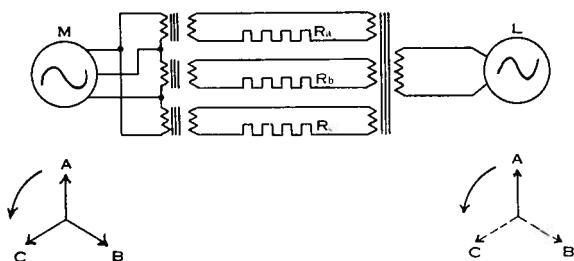
ET 型電子管型自動揃速同期装置

神戸製作所 尾畑 喜行

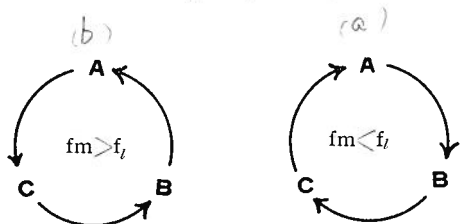
序 言

二つの交流電路を自動的に接続する自動揃速同期装置には従来色々の方式が用ひられてゐますが、何れも構造が機械的である爲に調整の困難、感度の遅鈍、所要電力の過大等種々不備の點が附隨して居りました。弊社に於ては此點に鑑み最近電子管型自動揃速同期装置を完成致しましたので以下之に就て其の構造、動作に就て説明を致します。試験結果に依りますと装置が全く電氣的である爲め、並列接続せらる可き回路の急變に對してもよく速應し、装置の動作中と雖も外部より簡単に調整する事の出来る外、所要電力は僅々 10 VA 内外でありますから特高回路の如く従来電壓装置に莫大なる施設費を要する様な場合にも簡單なる蓄電器電壓装置に依て充分であり、従つて建設費軽減の一助ともなります。

次に電子管の壽命であります、現今電子管の壽命は 3,000 時間以上でありますから試みに本装置を 1 日 1 時間宛使用したと致しましても約 8 年以上は連續の使用に堪へる事になります。且電子管の更新は容易に行ふ事が出来ますから煩雜な事でもありません。



第 1 圖 動作原理



第 2 圖 唸電壓發生順序

XE 型 自動揃速装置

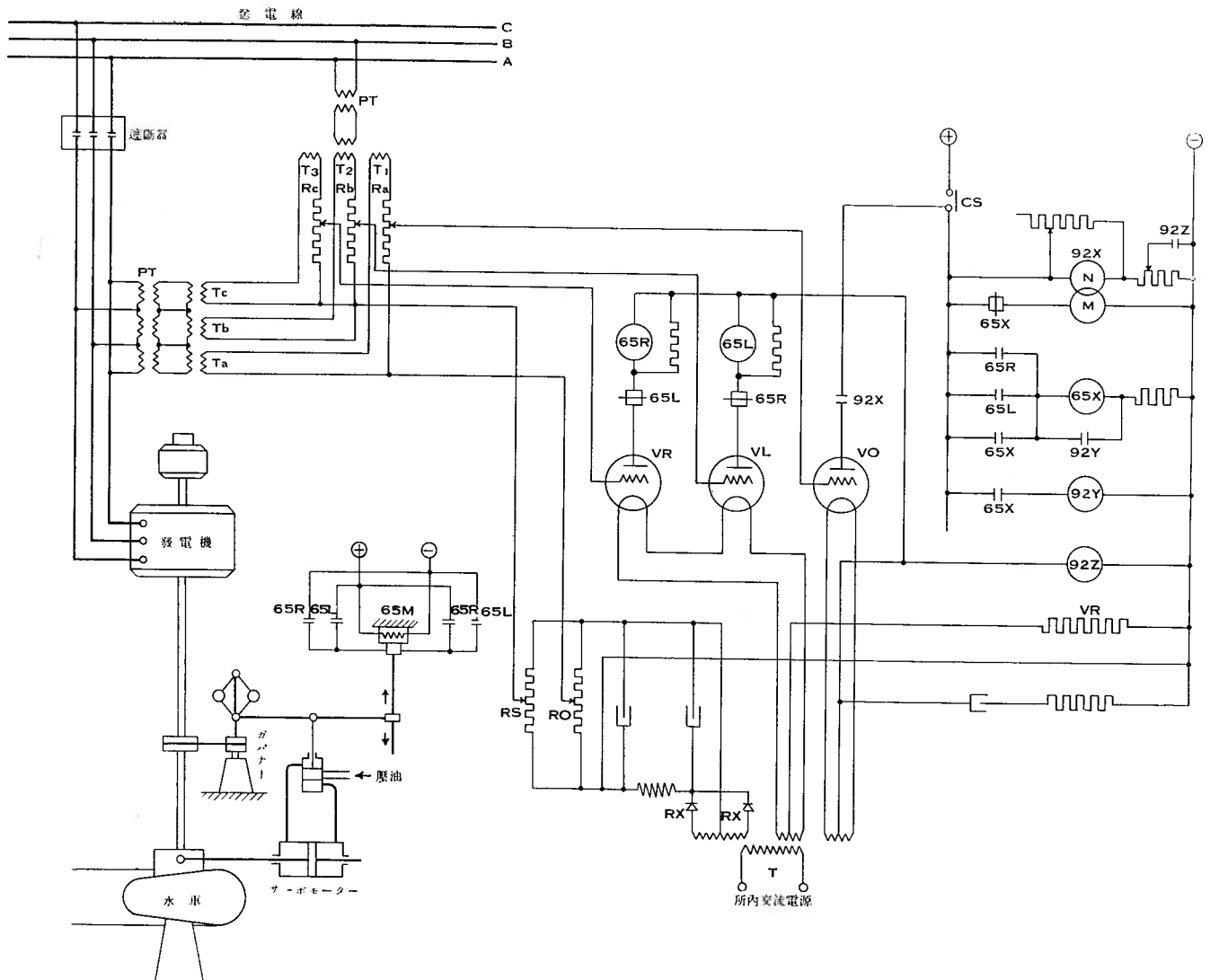
本装置の動作原理は第 1 圖の如く二つの交流電源 L, M の電壓を L 側から任意の一相を選び M 側から三相をとつて各々合成致しますと、兩電源の周波數に差がある場合には茲に唸り電壓が発生する譯であります。その唸り電壓の最大となる可き順位は周波數差の正負に依て異なりその有様は第 2 圖の如くなります。即ち L, M の周波數を夫々 f_l , f_m としますと $f_m < f_l$ の場合には a の如くなり $f_m > f_l$ の場合には b の如くなります。従つてこの變化順序を適當な方法で選擇し何れか一方の電源原動機を適當に制御すれば兩電源の周波數は接近せしめる事が出来ます。

第 3 圖は水力發電機を送電線に投入する場合自動揃速せんとする一例で圖中の番號は次の如きものを表はしてゐます。

- 65M ガバナーモーター
- 65L 全上用制御繼電器 (速度下げ用)
- 65R 全 上 (速度上げ用)
- 65X 全上用補助繼電器
- 92X ガバナーモーター制御時間制御用繼電器
- 92Y ガバナーモーター制御周期制御用繼電器
- 92Z 92X 用補助時限繼電器

即ち送電線側の任意線間及發電機側の各線間に變壓比の等しい變壓器を接続し、その二次電壓を各々合成して抵抗 R_a , R_b , R_c に周波數の大小に依て發生時刻及順序を異にする唸り電壓を供給します。

T は本装置の電子管加熱線條の電源で所内交流電源に結ばれます。 V_R , V_L , V_O は熱陰極格子制御放電管、 R_X は亜酸化銅整流器で變壓器 T の二次電壓を整流し濾波回路を経て抵抗 R_s , R_o に直流電壓を供給します。抵抗 R_s , R_o 中の電壓降下は V_R , V_L , V_O の格子偏寄



第3図 XE型自動揃速装置接続図

電圧として使用せられ タップ 位置を加減して抵抗 R_a 、 R_b 、 R_c に略最大電圧が印加せられた時前記放電管が放電を開始する如く調整致します。

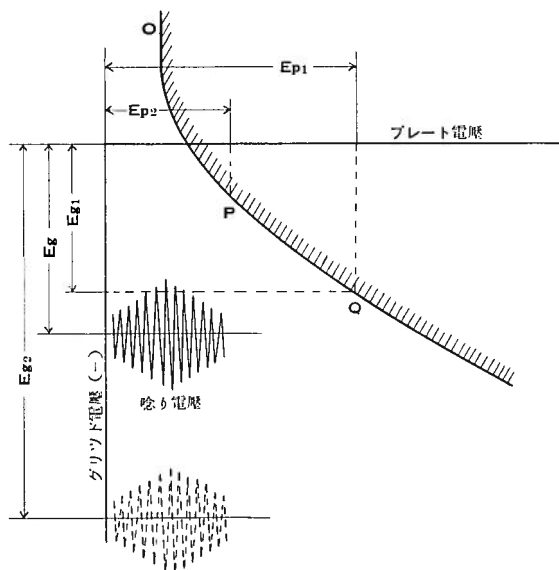
今発電機周波数の高い場合に就て説明致しますと、この場合電圧の最大となる可き順序は第2図bの如くなります。従つて CS を手動又は自動で閉じますれば 92X が動作して V_o の陽極回路を閉じますから、 R_a に略最大の電圧が懸ると V_o が放電を開始して V_R 、 V_L に陽極電圧を供給すると共に時限継電器 92Z を始動します。

(92Z に関しては後述) 次に R_b に略最大の電圧が懸れば V_L が放電を開始して継電器 65L を附勢しますからガバナーモーターは原動機速度を低下せしめる如く廻轉し、爲めにサーボモーターは水車の導翼弁を閉じる如く作動致します、次に R_c に最大の電圧が懸る時が来る譯であります、この時には 65L の背面接點に依て V_R の陽極回路が断たれてゐますから V_R の放電は起らず従つて 65R は動作する事が出来ません。逆に発電機側周波数の低い場合には唸り電圧發生の模様が第2図aの如

くなり V_0 の放電に續いて V_R 、65R が動作してガバナーモーターが速度を上げる如く作動致します。

尙この場合第2圖 a 又は b の選擇は 65R、又は 65L の背面接點を互に他の回路にインターロックする事に依りても行はれますが非常に周波數差の大なる場合にも迅速確實なる選擇性を與へる爲めに抵抗 R_V が接續せられてゐます。即ち今 V_L 、 V_R の起動特性を第4圖 OPQ の如きものとし放電前の使用陽極電壓を Ep_1 としますと之に對する臨界格子電壓は Eg_1 となります。従つて R_s を調整し V_R 、 V_L の格子偏寄電壓を Eg の大きさにセツト致しますと V_R 、 V_L は陰り電壓の略最大附近にて放電を開始致します。然し V_R 、 V_L の格子に懸る陰り電壓は同時には成長致しませんから如何に周波數差の大なる場合にては何か一方に僅かの優秀權が與へられる事に成ります爲めに V_R 、 V_L の放電には必ず遲速を生ずる事となります。斯くして一方が放電を開始しますと他の放電管に懸る電壓は $Ep_2 = Ep_1 - IR_V$ となり格子偏寄電壓は $Eg_2 = Eg + IR_V$ となつて圖示の如く到底放電開始が不可能なる状態となりますから茲に迅速なる選擇性を附與する事が出来ます。斯くして若しも 65R、65L の背面接點のインターロックが無くても $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 秒程度の選擇特性を得る事が出来ます。

以上は周波數調整従つて速度調整の骨子を示すものですが、他の繼電器類は亂調を防止し圓滑なる速度調整を爲す爲めに附屬せしめられたるものであります。

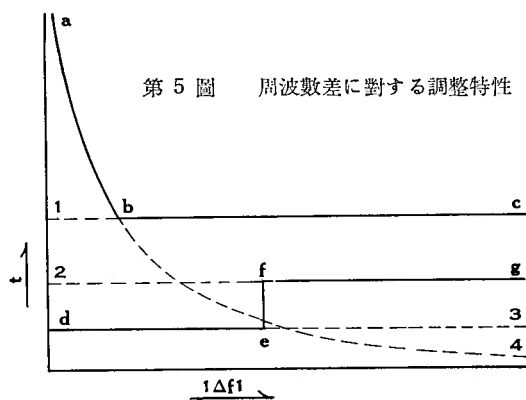


第4圖 放電管特性

先ず 65L 又は 65R が動作すると補助繼電器 65X を作動して (65X は自己保持) 時限繼電器 92X の回路を開きます。この 92X は限時復歸型のもので同一鐵心に M コイル及 N コイルの二線輪を有し、N コイル側の抵抗を加減する事に依りて復歸時限を任意に調整出来るものがあります。92Z は V_0 の放電開始も全時に起動して一定時間後その前面接觸を閉じ 92X の有する復歸時限を短くするのでありますが、それは 92Z が始動してから 65X が動作するまでの時間は周波數差を Δf としますと $1/3\Delta f$ なる關係がありますから兩周波數が接近する程長くなります。従つて 92Z の有する時限を適當に選擇致しますと、92Z が前面接觸を閉ぢても 65X が未だ動作しない場合には既に周波數は相當接近した事の證左となりますから 92Z に依りて 92XN の抵抗を一部短絡、92X の復歸時限を短くしガバナーモーター制御時間を短くするのであります。従つて 92Z には各々時限の異なる繼電器を多數設け各々に依りて短絡せらる可き抵抗値を種々變へて置く方が良い事となります。又 92X の作動中で無ければ 65R、65L は動作出来ませんから 92X は制御時間を制御する事となります。92Y は 92Z と同一構造の時限繼電器で 65X の動作後起動し一定時間後 65X を短絡して落すのでありますが、接續圖に依り明なる如く 65X の作動中本装置は動作出来ませんから 92Y はガバナーモーターの制御周期を制限する事となります。

尙この外に本装置が本來有する特性として次の如きものがあります。即ち調整周期は 92Y に依りて制限されますが本装置に於ては V_0 が放電しない限り制御繼電器は動作出来ませんから、調整周期は周波數差に依りても制限をうける事となります。然るに V_0 の放電周期は周波數差に對して $1/\Delta f$ なる關係があり、従つて 92Y の有する時限よりも陰り電壓周期が長くなるも夫以後の調整周期は $1/\Delta f$ となり、周波數が接近する程調整周期は長くなる事となります。従つて綜合調整特性は略第5圖の如く表はす事が出来ます。換言すれば調整時間は周波數差大なる場合に於て長く、小なる場合に於いて短いのでありますが、調整周期は周波數差大なる場合短く小なる程長い事となりますから完全に亂調を防止する事が出来ます。

斯くして周波數調整は階段的に繰返される譯であります。本装置は外部より簡単に調整出来ますから調整特性



第 5 圖 周波数差に対する調整特性

a-b-c	調整周期特性
d-e-f-g	調整時間特性
1-b-c	92Y 時 限
2-f-g	92X 時限 (92Z ノ動作セス時)
d-e-3	全 上 (92Z ノ動作シタ時)
a-b-4	V ₀ ノ放電周期特性

は発電機をも含めた原動機の性質に應じて適當に變更する事が出來ます。

本装置の試験結果は極めて良好で PT よりの供給電力は總計約 4V A であります。尙電壓變動は唸り電壓に影響致しますが、50% の變動に對しても良く自動揃速の目的を達する事が出來ます。第 6 圖に本装置の主部分を示します。

XT 型 自動同期閉合装置

一般に二つの交流回路を並列接続する自動同期閉合装置の具備すべき理想條件としては

1. 兩回路の瞬時周波数差が兩回路の並列接続に支障の無い範囲内に於てのみ動作し、且この瞬時許容周波数差は容易に變更出来る事。
2. 全く同相時に於て兩電路を接続する爲めには遮斷器閉合時間を考慮に入れ、瞬時周波数差に比例し

た進位相角時に於て閉合線輪を附勢し、且この進位相角量は閉合時間の異なる各種遮斷器にも適應させる必要上容易に調整出来るものたる事。

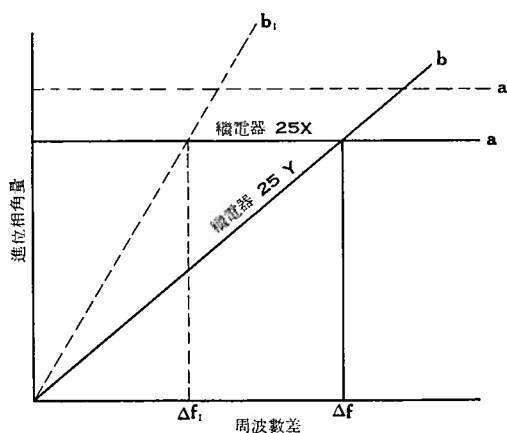
3. 兩回路の電壓差が過大なる時には動作せぬ事。

等を考へることが出來ます。

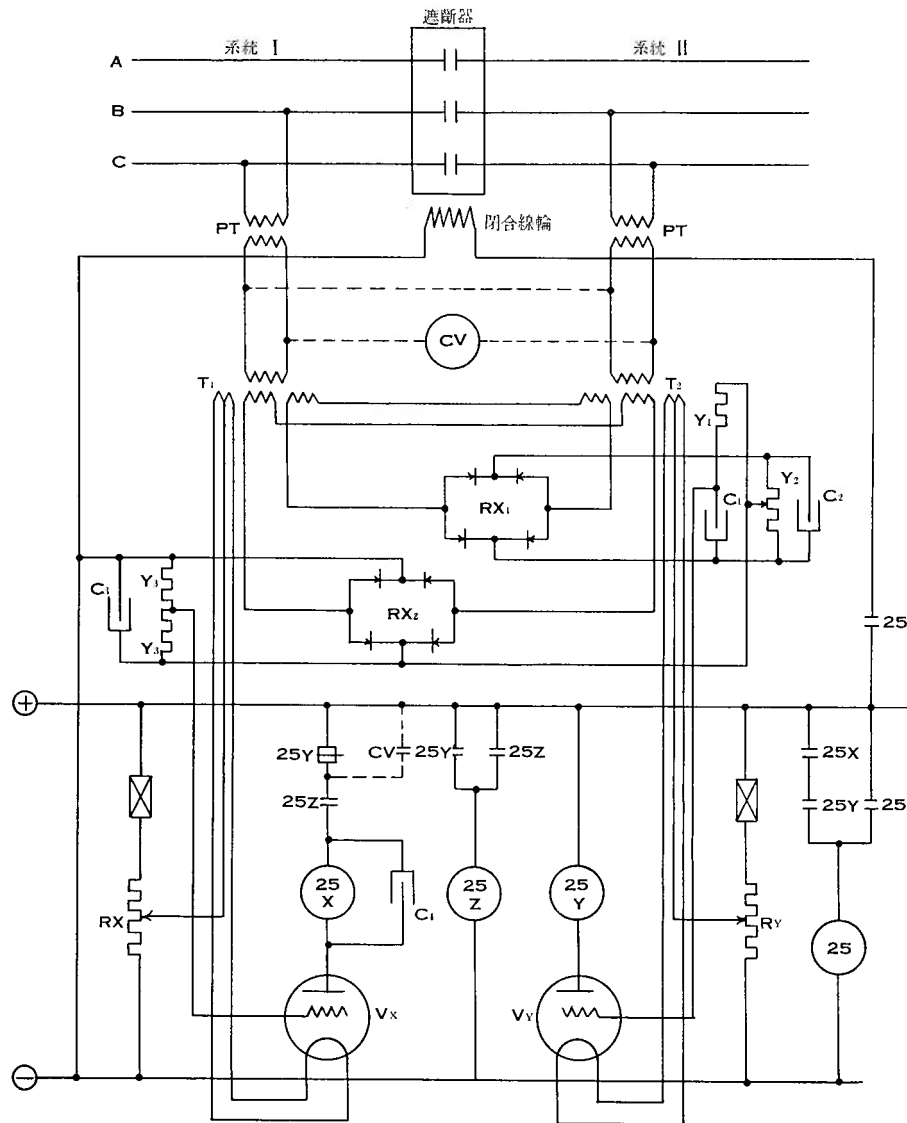
之等條件の中前二項に關しては第 2 圖に示す如き動作時間特性の異なる二種の繼電器を組合せる事に依て得る事が出來ます。即ち繼電器 25 X は周波数差に無關係に同期前常に一定の進位相角にて動作するが(直線 a) 繼電器 25 Y は周波数差に比例した進位相角時に於て動作する様な特性を與へ(直線 b) 且この二種の繼電器を適當にインターロックして 25 X が動作した後に於て 25 Y が動作した時のみ遮斷器閉合線輪を附勢する様にすればこの目的を達する事が出來ます。従つて直線 a、b の交點は最大許容周波数差 Δf を與へるものであります。尙發電機特性及遮斷器閉合時間の種々異なるものに對して



第 6 圖 KE 型自動揃速装置



第 7 圖 繼電器特性



第 8 圖 自動同期装置接續圖

も良く過渡安定を保たしめる爲めには之等繼電器の周波数差特性を a_1 、 b_1 の如く任意に変更出来るものたる事が必要であります。

第 3 項に對しては色々の方法が考へられますが本装置に於て採用したる方法に關しては以下の説明中に於て述べる事と致します。

第 8 圖は XT 型自動同期閉合装置の結線圖で變壓器 T_1 、 T_2 は夫々計器用變壓器を通じて並列接續せらる可き交流回路に接續します、圖に於て明なる如く整流器群 RX_1 、 RX_2 には兩回路の周波数差に應じた唸り電壓が懸り之が整流せられ蓄電器 C_2 、 C_3 に依て脈流を除去しま

す。從つて整流器群、 RX_1 、 RX_2 の出力は周波数差に相當した正弦波正半波の低周波脈電壓が表はれる事となります。繼電器 25 X は同期時前常に、一定の進位相角時に於て動作する繼電器で、真空管 V_X と直列に接續し直流電源に結ばれます。ポテンシヨメーター R_X は真空管 V_X に格子偏寄電壓を與へる爲めのもので、抵抗を變化すれば格子偏寄を調整する事が出来ます。真空管格子電壓はこの外に整流器 RX_2 の出力電壓の半分が加はつてゐますから負格子電壓は交流回路電壓位相が 180° の時最大となり夫より次第に減小して同相時には最小となる譯であります。故にポテンシヨメーターを適當に調整す

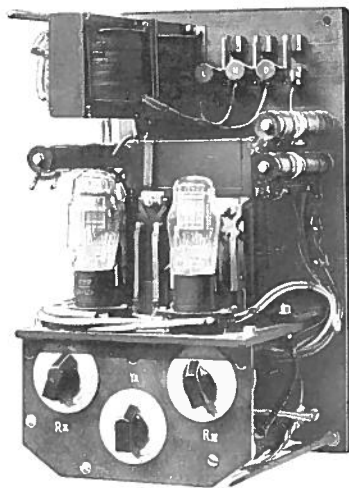
れば兩回路の電壓位相が適當なる値に接近した時に繼電器 25 X を作動せしめる事が出來、尙 R_X を變更すれば 25 X を動作せしめ得る兩回路電壓の最大位相差角を變更する事が出來ます。

次に 25 X は電壓の平衡状態をも検出せしめる事が出來ます。即ち唸り電壓の整流電壓、最小値は兩回路電壓を E_1 、 E_2 とします ($E_1 \sim E_2$) に比例したものでありますから E_1 と E_2 との差が相當大なる場合には遂に格子電壓をして 25 X を動作せしめる時が無く爲めに 25 X は動作不能に陥る譯であります。故に 25 X は兩回路の電壓位相の接近状態と電壓の平衡状態とを検出することになります。

繼電器 25 Y の周波數差に比例した進位相動作特性は蓄電器 C_1 、抵抗 r_1 の結合特性に依て得られます。既述の如く整流器 R_{X1} の出力には周波數差に相當する低周波脈動電壓が表はれますが脈動電壓の交流分に対して蓄電器 C_1 が呈するリアクタンスは周波數差の大なる場合に小さく、兩周波數が接近するに従つて大となる爲めに r_1 、 C_1 中に流れる交流分電流は周波數差の大なる程

大きくなり且電流位相も進む事になります。一方真空管 V_Y の格子電壓はポテンシヨメーター R_Y に依る偏寄電壓の外に整流器 R_{X2} の出力電壓及蓄電器 C_1 の充放電々流に依る抵抗 r_1 中の電壓降下の和となります。従つて繼電器 25 Y は抵抗 r_1 と蓄電器 C_1 との組合せが無ければ 25 X と全様の動作をする事となりますが r_1 中の電壓降下が賦與せられる爲めに、25 X とは動作の趣を異にし周波數差を加味したる進位相動作特性を呈する譯であります。今ポテンシヨメーター R_Y を調節して周波數差が 0 にて兩電路電壓が同相の時 25 Y が動作する如く致しますと周波數差の存在する場合には周波數差に比例したる進位相時に於て 25 Y が動作する事となります。尙進位相動作特性は抵抗 r_2 、 R_Y を變化すれば任意に調整する事が出來ます。

次に動作状態に就て述べますと本装置には上記繼電器の外に中間的繼電器 25 Z 及遮斷器附勢用同期繼電器 25 があります。繼電器 25 Z の作用は本装置が作動状態となつても蓄電器 C_1 が周波數差に相當する充放電を開始するまでは同期閉合を行はしめない様、一唸り周期に相當する時延を持たせる爲めのものです。



第 9 圖 XT 型自動同期装置



第 10 圖 自動揃速同期盤

自動同期の段階に入つて本装置を動作させますと最初の C_1 の充放電々流に依て 25 Y が動作して接点を閉ぢ 25 Z を附勢して之を自己保持させます。次に次の陰り電圧中に於て兩電路の電圧位相が 180° から次第に O に接近しますと、同期時前或進位當角時に 25 X が動作して同期繼電器 25 を附勢せしめる一つの條件を作ります。次に同期點前に於て周波數差に比例した進位相角時に 25 Y が動作し 25 を作動して遮斷器閉合線輪を附勢し同期閉合を完了する譯となります。

以上に依て進位相動作特性を窺う事が出来ますが、周波數差の許容範囲内接近は 25 Y の背面接觸を 25 X の回路にインターロックして得られます。即ち圖示の如く本装置は 25 X の動作後 25 Y が動作した時で無ければ同期閉合は行はれませんが、周波數差が相當大なる場合には 25 Y の進位相動作特性が顯著となつて 25 X の動作前既に 25 Y が動作する事となり、従つて 25 X は動作不能に陥る事となります。故に本装置は頭書記載の自動同期装置の條件を悉く完備したる事となります。

以上の如く並列接続は總て兩回路の周波數差、電壓位相差、及電壓差が一定範囲内に到着し且遮斷器閉合時間を考慮に入れた進位相時に於て動作しますから、同期閉合は全く同期點に於て行はれ遮斷器投入に依る系統の騒亂は絶無であり斯種装置として理想的なものであります。

尙本装置の所要電力は 5 VA 以内で變壓器 T_1 、 T_2 を自動揃速装置用のものと併用すれば綜合所要電力は更に低下せしめる事が出来ます。

尙本装置を環狀送電系統の最後の連絡用油入遮斷器の接觸に使用する様な場合には、油入遮斷器兩側電壓の和に依て作動する時限繼電器 CV を第 7 圖點線の如く接続致します。本繼電器は兩側電壓位相が 30° 以内にあり且一定時間以上安定であればそのコンタクトを閉合致しますから、本繼電器の動作する事に依て前記繼電器 25 X を附勢し、繼電器 25 Y の動作と相俟つて油入遮斷器を閉合するものであります。

第 9 圖は XT 型 自動同期装置第 10 圖は前記揃速装置と組合せた自動揃速同期盤であります。

負抵抗法に依る高周波誘電體損失測定

本店研究課 菅 野 正 雄

緒 言

近時、高周波工學の發達と共に、高周波誘電體損失の少ない絶縁物が要求せられ、従つて、その測定方法も重要視される様になつて参りました。

測定方法には、直接損失勢力を知るものと、損失の測定である損失率（誘電率×力率）を知るものとありますが、現在の所、後者が主に採用されて居り、そしてその中の主なるものは、容量變化法、置換法、差動變成器法負抵抗法等であります。

容量變化法は、現在、最も精度の高いものと考へられるものでありますが、極めて精密な可變蓄電器を必要とし、その取扱ひも亦煩雜であり、又出力の安定な電源を必要とします。

置換法では、精度は容量變化法の場合より多少劣りますが、測定に要する手数は前者の場合より少しですみます。又置換抵抗の高周波特性が問題となる關係上、測定可能な周波數範圍は前者のそれより狭く、此の方法でもやはり、出力の安定な電源を必要とします。

差動變成器法では、精度は置換法より高いが、その他の點では置換法と同様であり、此の方法では、同様の構造を有する可變蓄電器を 2 個必要とします。

負抵抗法では、精度は前者の何れよりも劣り、測定値の再現に關しても、前者に及びませんが、装置が簡単であり出力の安定な電源及び高周波電流計、電壓計等を要しませんから、大略の値を知るに用ひて便利であります。こゝでは、最後の負抵抗に依るものに就き、その原理、

装置及び二、三の結果を述べる事と致します。

原 理

第1圖の装置に於て、電壓 E_a 及び E_p の値を適當に定める時は、 G_2 と G_3 との間の相互傳導を負となす事が出來、従つて a, b から見た真空管内部交流抵抗は、負の性質を示します。

更に第一グリッド G_1 の電壓 E_1 を變化する事に依つて、此の負抵抗の値を相當廣い範圍に變化させる事が出來此の負抵抗に依つて、L, C の振動回路には、略々 L, C に依つて定まる周波數の振動勢力が供給されます。そして此の振動勢力は、負抵抗の値、従つて電壓 E_1 を變化する事によつて、これを適當に變へる事が出來、此の性質を利用して、次の様に誘電體損失を測定する事が出來るのであります。

先づ第1圖の装置を、第2圖に示す様な等價回路によつて表します。

測 定 I

今電壓 E_1 を適當に變化して、一定の E_a, E_p の値に對して、略に L, C によつて定まる周波數の振動を發せしめておき、次に E_1 を加減して、此の振動の將に停止せんとする限界點を求めます。そしてその點に於ける負抵抗の値が $-R_n$ であるとすれば、此の點に於ては、負抵抗の供給する振動勢力は、 R_0 、及び R によつて丁度消費されてゐる事になりますから、次の關係が成立します。

$$\frac{1}{R_n} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R} \quad \dots\dots\dots (1)$$

そして此の時の振動の周波數は、振動停止の直前に於てたとへば、ヘテロダイン波長計等によつて測定して居ます。

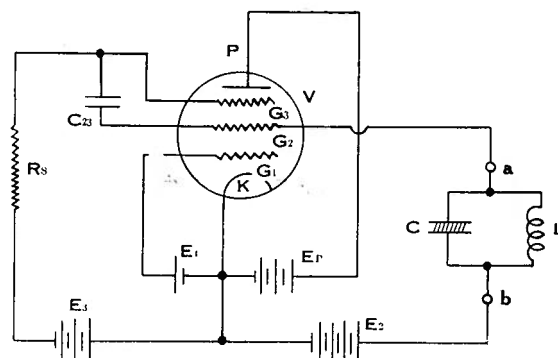
測 定 II

次に、振動回路から絶縁物を取り除き、測定 I の場合と同一周波數の振動の起る點迄、蓄電器 C の電極間隙を變化し、(之を d_{mm} とする) 更に E_1 を加減して、此の振動の將に停止せんとする限界點を求めますと、測定 I の場合と同様にして、此の場合の負抵抗の値を $-R_n'$ とする時

$$\frac{1}{R_n'} = \frac{1}{R_0} \quad \dots\dots (2) \quad \text{なる關係が成立します。}$$

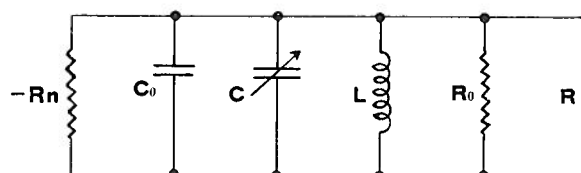
(1) と (2) とから

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_n} - \frac{1}{R_n'} \quad \dots\dots\dots (3)$$



第1圖 説明略圖

- V : 五極真空管
- R_s : 高 抵 抗
- C_{23} : 高周波に對し、第二グリッド G_2 と、第三グリッド G_3 とを短絡する蓄電器
- C : 平行板蓄電器 (可變容量で、試料絶縁物を之に挿む)
- L : 誘導線輪 (C と共に振動回路を形成する)



第2圖 説明略圖

- R_n : 負抵抗の絶對値
- C_0 : 線輪、真空管の電極間、導線間に存在する漂遊容量
- R_0 : 同上の漂遊損失を表す等價並列抵抗
- R : 試料絶縁物の誘電體損失を表す等價並列抵抗

なる關係が得られ、これから R_n 及び R_n' を知れば R を知る事が出來ます。そして試料絶縁物の等價容量 C は、蓄電器の電極の形及び電極間々隙 (d_{mm}) を知る事によつて計算され、又周波數 f は、波長計の読みから知られますから試料絶縁物の力率 $\tan \delta$ は

$$\tan \delta = \frac{1}{2\pi f C R} \quad \dots\dots\dots (4)$$

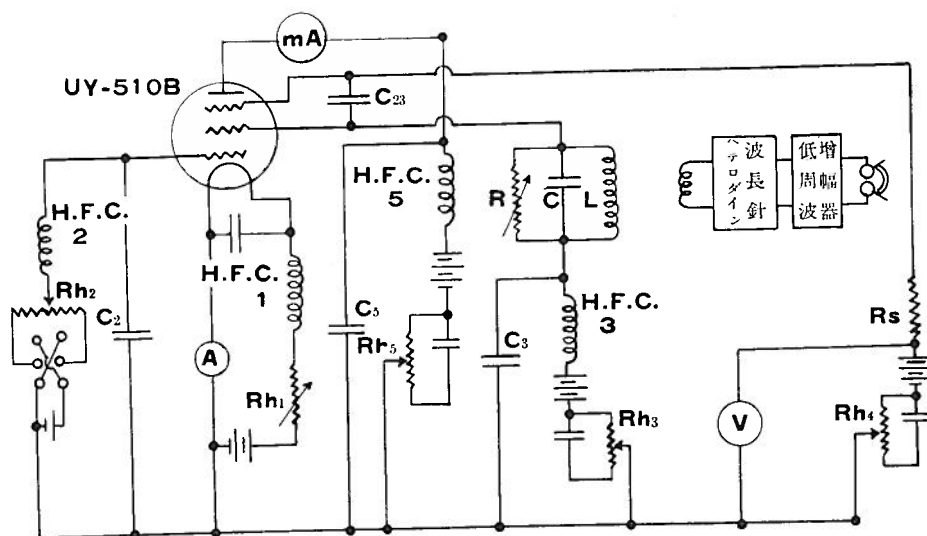
として求められます。

又その誘電率 K は、試料絶縁物の厚さを Δ_{mm} とすれば

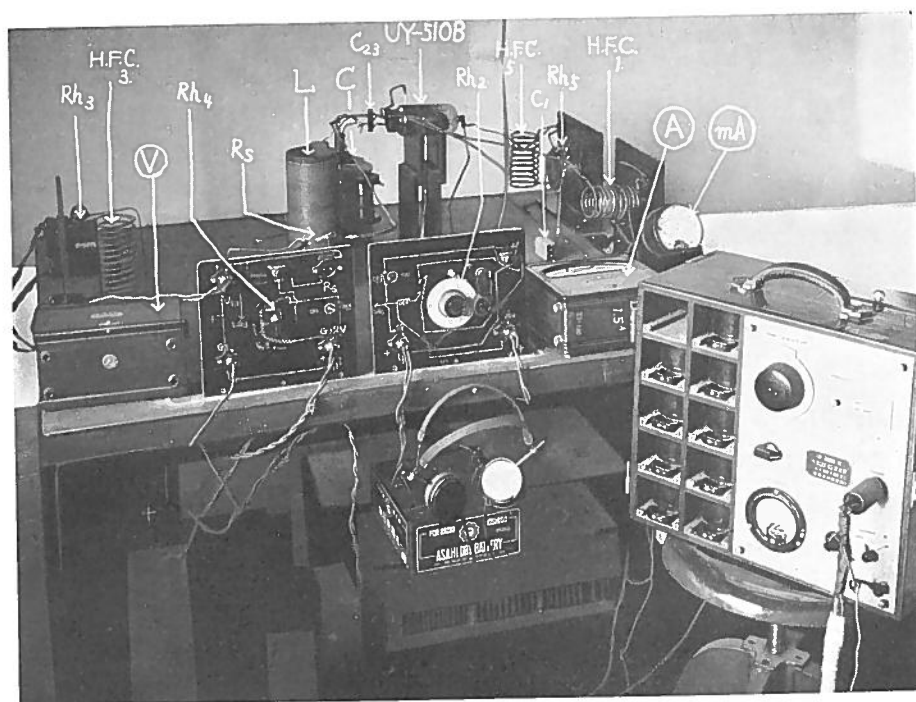
$$K = \frac{\Delta}{d} \quad \dots\dots\dots (5)$$

の如くに求められるから、その損失率 L. F は

$$L. F = K. \tan \delta \quad \text{として求められます。}$$



第 3 圖 (a) 測定装置結線図



第 3 圖 (b) 測定装置写真

実際には、蓄電器Cは直径(D)=60 mmの平行圓板から成つて居りますから、

電極間隙 d_{mm} に対して、

$$C = \frac{\pi D^2}{4 \times 4\pi \frac{d}{10}} \times \frac{1}{9 \times 10^{11}} \quad \text{ファラッド}$$

$$= \frac{25}{d} \quad \text{マイクロ、ファラッド}$$

であります。

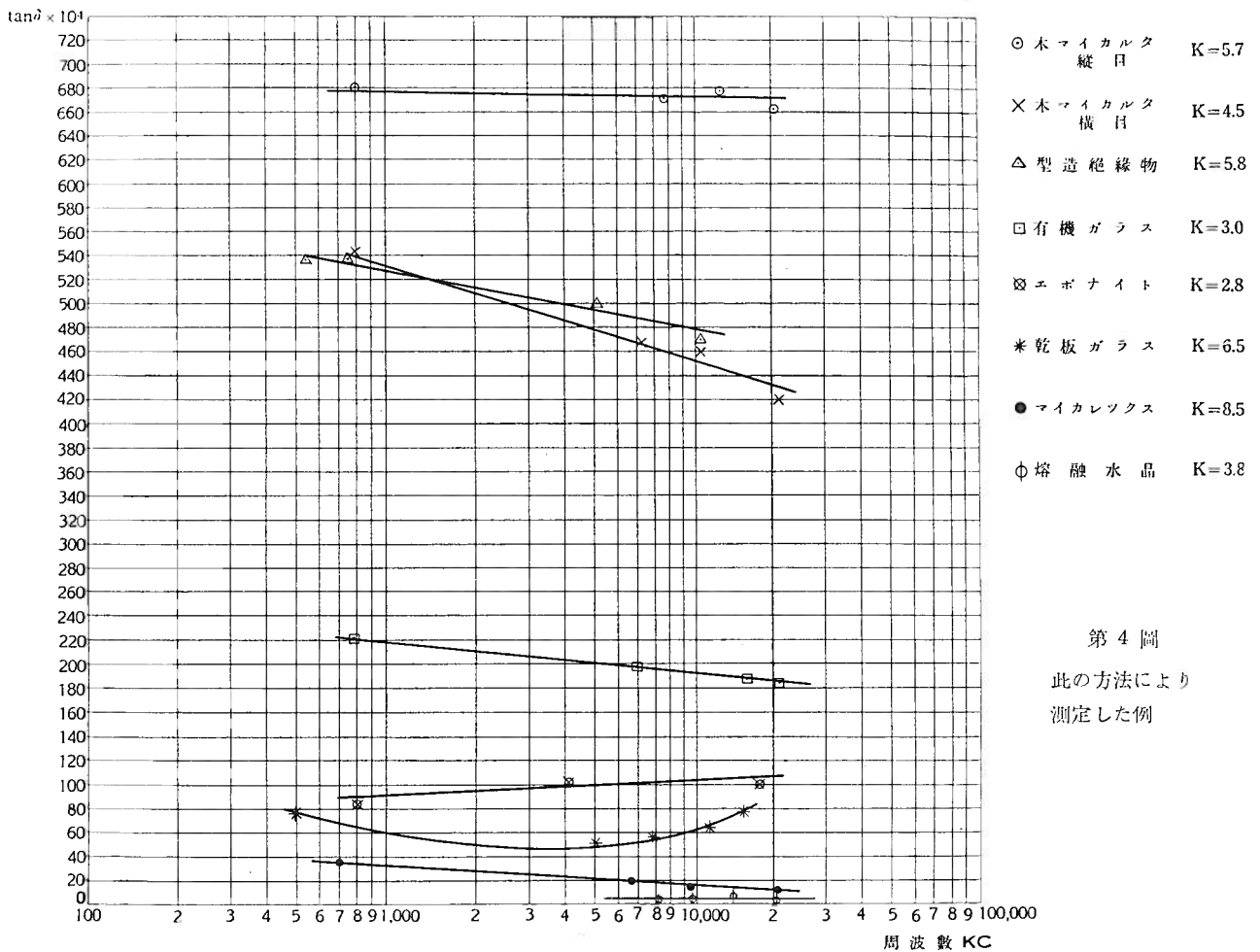
故に

$$L.F = K \tan \delta = \frac{\Delta}{d} \times \frac{10^9}{2\pi f \frac{25}{d} R}$$

$$= \frac{2\Delta}{\pi f R} \times 10^4$$

$$= \frac{2\Delta}{\pi f} \left(\frac{1}{R_n} - \frac{1}{R_n'} \right) \times 10^4 \quad (6)$$

であります。但し f はキロサイクル、 R はキロオームで表はされてゐるものとします。



さて(6)式から L, F を又は(4)式から $\tan \delta$ を求めるには、 R_n 及び R_n' を知らなければなりません、それには豫め適当な方法により、 R_n と E_1 との間の関係を曲線として求めておけばよいわけでありますが、実際には次の様にします。

測定 III

即ち、測定 II によつて C を定めて後、 C に並列に種々の既知抵抗 R を挿入し、その都度電圧 E_1 を變化して振

動停止の限界点を定め、 $R-E_1$ 曲線を求めます。そして此の曲線により測定 I によつて定められた振動停止の限界点に相當する E_1 の値から試料絶縁物の等価並列抵抗を知り得、從つて(5)式の

$$L \cdot F = \frac{2\Delta}{\pi f R} 10^4$$

から損失率を、或は 4 式から $\tan \delta$ を求める事が出来ます。

昭和十四年 三 月 廿五日 印 刷
昭和十四年 三 月 廿七日 内務省納本
昭和十四年 三 月 卅日 發 行

〔本誌代價〕 壹部=付 金 貳 拾 錢
(郵 税 不 要)

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

神戸市兵庫區和田崎町 三菱電機株式會社神戸製作所内
稻 垣 健 三

大阪市東區北久太郎町一丁目一六
久 保 專 治

大阪市東區北久太郎町一丁目一六
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