

日本國有鐵道山邊發電所

配電盤及び搬送保護繼電装置について

川井晴雄*・森井進*・猿渡房吉*・家形秀夫**

Switch Board and Carrier Current Protective
Relaying Set for Yamabe Power Station
(Japan National Railway)By Haruo Kawai, Susumu Morii, Fusakichi Saruwatari and Hideo Yakata
Taga Works, and Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Besides Senju power station completed in 1938 which is now contributing greatly to the electrification of the National Railway of Japan, Yamabe Power Station (2-28,000 kVA and to be 5-28,000 kVA in future), located lower than the former along the river is now under construction. The main switchboards of this power station were ordered from Hitachi, Ltd.; they were completed based on a new idea and refined design in December 1950. They are the greatest and newest switchboards of hydraulic power stations which have been constructed since the termination of the war, being furnished with an electronic automatic synchronizer, a frequency type water level telemeter to measure the water level of head tank, an impulse type totalizing wattmeter to indicate the total output of generators, and a carrier current protective relaying set for the transmission line which is an epoch-making device in Japan.

Controlling of this power station is of one-man control system using a sequence controller with two-stepped mechanism of Hitachi patent, and operators can control it from the switchboard room or the generator room. Fault indicators are distinguished by colour of a lamp type fault indicator in accordance with the treatment of faults, such as tripping oil circuit breakers, stopping water turbines or giving alarm.

As meters on the panels, semi-flush type square pattern meters newly designed are used. Their scale windows are wide enough to minimize reading error.

[I] 緒 言

東京近郊に於ける國鐵電車運轉用電力の供給源として、現在 31,000 kVA 水車發電機 4 臺より成る千手發

電所が重要な役割を果しているが、湧水期には發生電力の不足を來すので、補給用として川崎(70,000 kVA)及び赤羽(20,000 kVA)の兩火力發電所の運轉を必要としている。一方既設電化區間内の電車運轉臺數は益々増加の傾向にあり、且新たに電化を必要とする線區の數も多いので、これに要する電力を確保する必要に迫られてい

* 日立製作所多賀工場

** 日立製作所戸塚工場

る現状である。目下建設中の山邊発電所⁽¹⁾はこの要望に應えるものであつて、千手発電所の放水を利用する水路式発電所である。発電所容量は、最初は 28,000 kVA 水車発電機 2 臺であるが、追々増設され最終的には 5 臺となる豫定である。今回日立製作所が主機と共に完成した本発電所用主配電盤は、電鐵負荷の重要性に鑑み幾多斬新な方式を採入れて設計製作された戦後に於ける最大且最新式の水力発電所用配電盤であつて、眞に括目に値するものである。

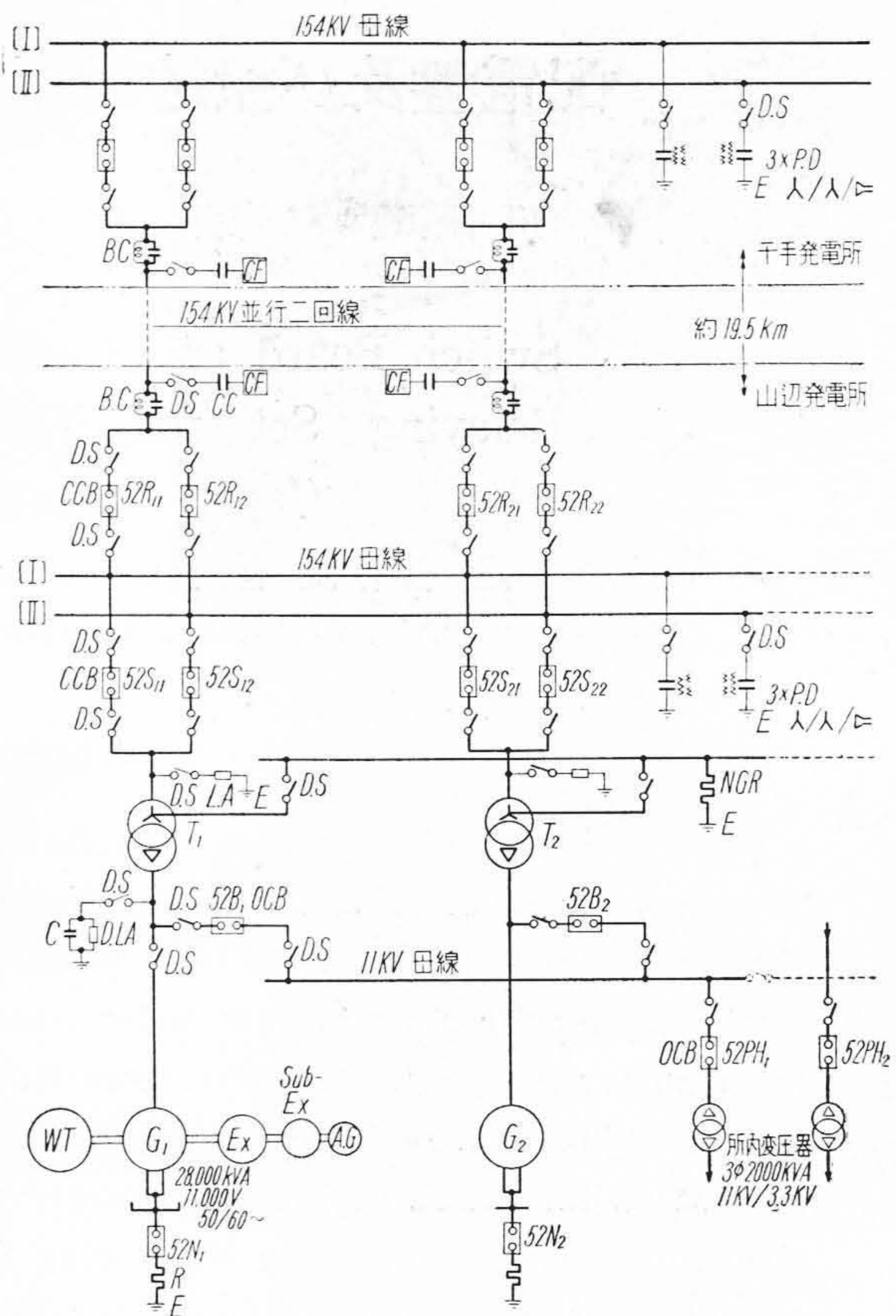
山邊発電所の發生電力の大半は、154 kV 連絡送電線（並行 2 回線、亘長約 19.5 km）を介して千手発電所に到り、この發生電力と共に武藏境變電所に送電される。千手、武藏境を結ぶ所謂信濃川送電線（154 kV 並行 2 回線、亘長 190 km）は國鐵電化の大動脈をなす我國屈指の重要幹線であるが、山邊発電所完成の暁にはその送電力急激に増大するので、安定度確保の見地より保護繼電方式を現在の平衡保護方式より一段と迅速且確實な搬送保護繼電方式に変更することが望ましく、國鐵に於てもこれが實現につき綿密に検討されている。又搬送保護繼電方式に高速度再閉路方式を併用すれば一層系統の安定度を増進し、延ては送電線容量の實質的な増大に寄與することになる。斯かる構想の具體化の第一歩として、山邊、千手間の連絡送電線に對しては我國最初の製品たる日立製搬送保護繼電装置が採用された。

〔II〕 設 備 概 要

先づ順序として山邊発電所の電氣設備の概要を説明しよう。

第 1 圖の單線接續圖に示す如く、當初は 28,000 kVA 発電機 2 臺であるが昭和 28 年度には更に 1 臺増設され最終的には発電機 5 臺となる豫定である。山邊発電所主要機器の概要は下記の通りである。この内主變壓器以外の機器はすべて日立製作所製である。

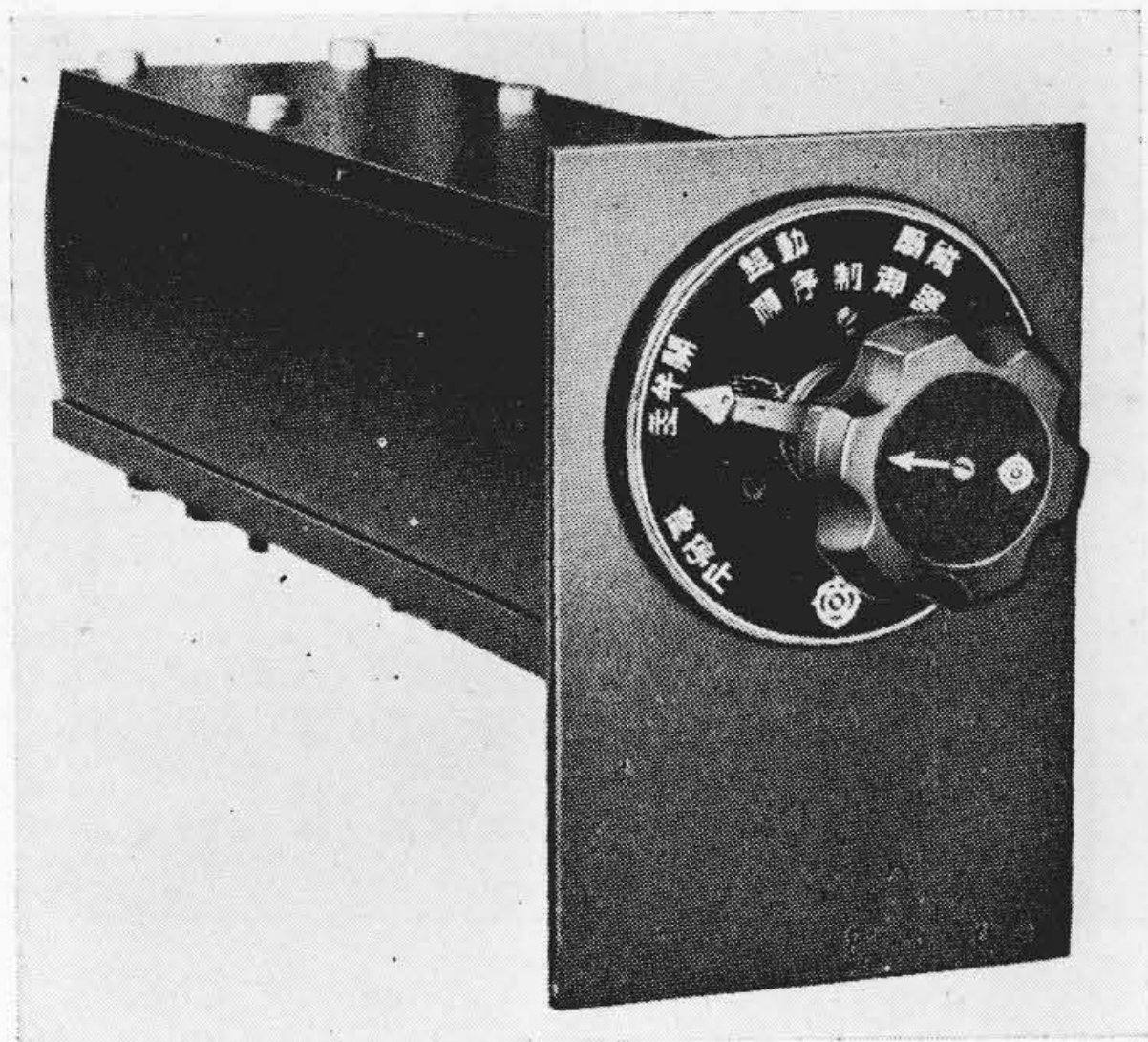
水 車 27,500 kW 豎型渦巻型フランシス水車
有効落差 49.3~41.3 m 167/200 r. p. m.



第 1 圖 山邊發電所單線接續圖
Fig. 1 Skeleton Diagram of Yamabe Power Station.

發電機	28,000 kVA	11 kV 3 相	50/60 〰
			豎型全密閉自己通風型(空氣冷却器付)
勵磁機	200 kW	220 V	
副勵磁機	10 kW	110 V	
主變壓器	28,000 kVA	3 相	50/60 〰
		11 kV/154 kV	△/△
送電線	154 kV	2 回線	
		亘長	19.5 km

本発電所は千手発電所と相並んで關東地方の電鐵負荷の主たる供給源となるので全機器は安全に運轉され確實に保守されることが必要である。従つて諸設備は二重方式が採用され且つあらゆる保護装置が完備している。亦急激な負荷の變動に應じられると共に朝夕の尖頭負荷に

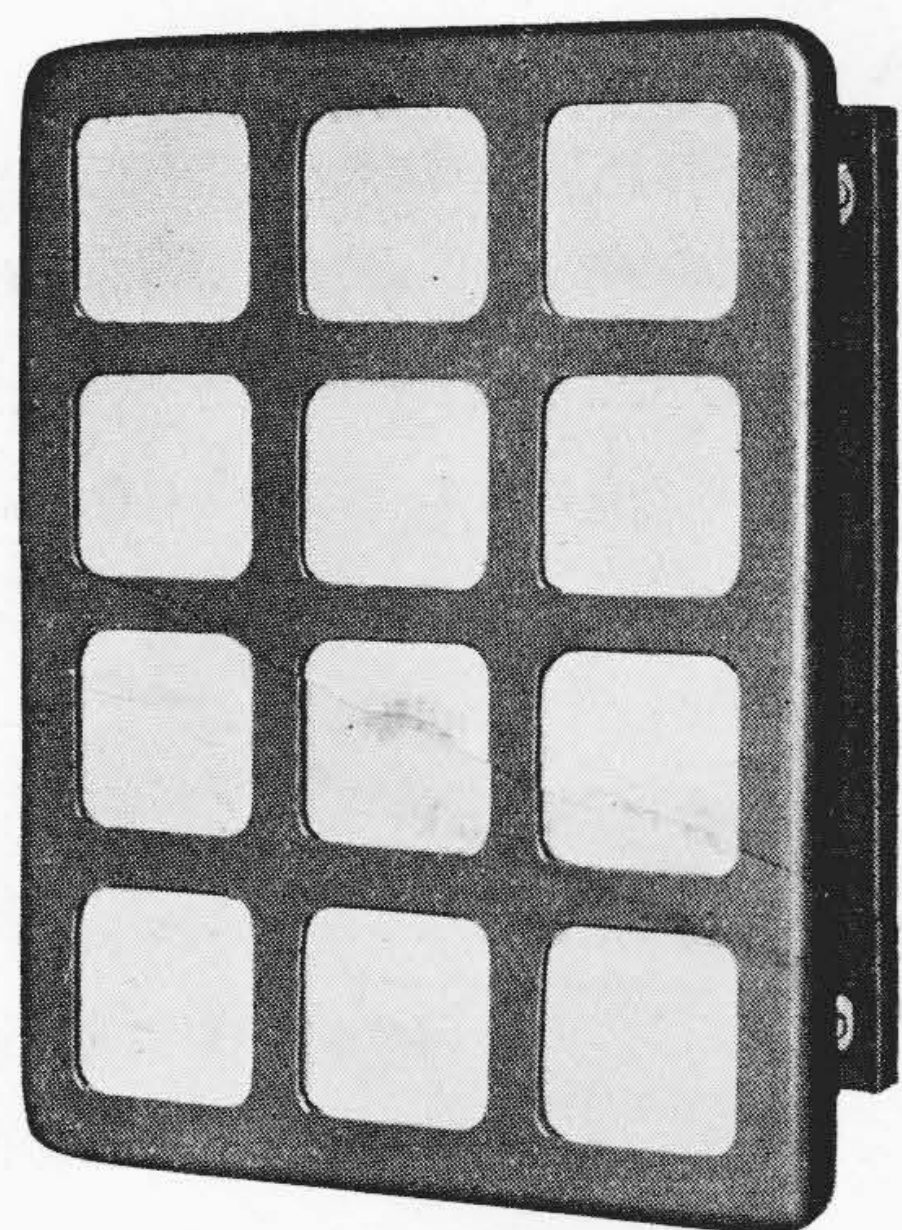


第2圖 順序制御器
Fig. 2 Sequence Controller.

も耐えるよう十分考慮されている。

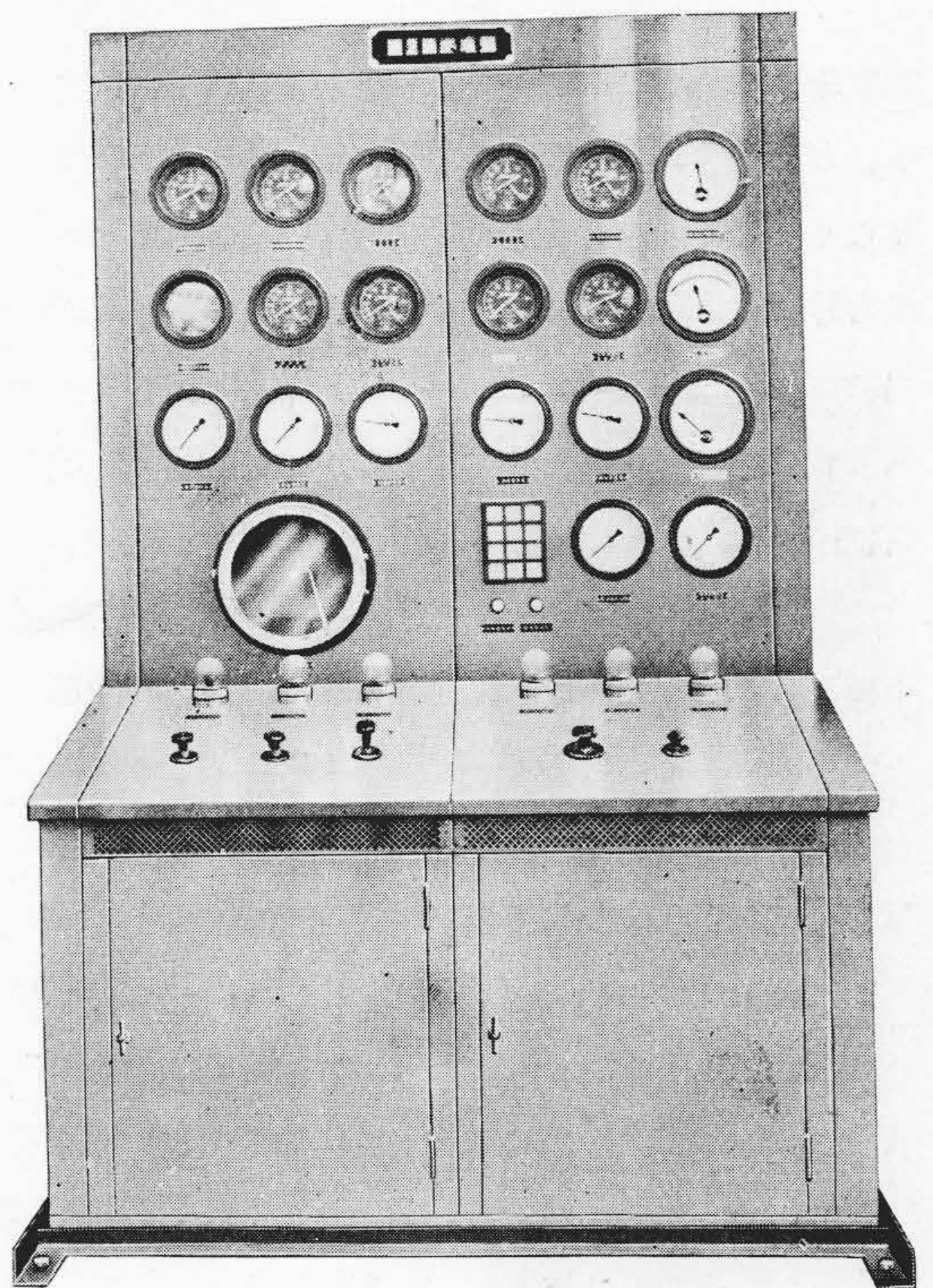
〔Ⅲ〕主機制御装置

(1) 制御方式 水車發電機の制御方式としては操作を簡易化し監視を容易にして少数の人員によつて完全な保守が出来るよう考慮された所謂一人制御方式を採用し弊社獨得の二段操作式順序制御器(第2圖)と照明式集合運轉表示器(第3圖)によつて主要弁開、起動、勵磁並列、緩停止、及び急停止の各段階に分けて段階的にも又連続的にも任意に操作することが出来る。この順序制御器は回動及び引の二段操作となつておるので操作は確



第3圖 照明式集合運轉表示器
Fig. 3 Lamp Type Sequence Indicator.

實で過誤のおそれがない。而して發電機室には水車發電機用計器及び制御器具を取付けた水車盤(第4圖)を設けこゝからも順序制御器によつて水車發電機の起動、停止が出来るようになってゐる。水車盤には複電磁石式の電磁壓油操作弁も取付けられているが、非常の場合以外はこの電磁弁を直接手動操作しないようにボタンにはガラス製のカバーを付し容易に取外しの出来る構造となつてゐる。配電盤操作と水車盤操作の切換えは水車盤に設置された操作切換器によつて行ふと共に各々にランプ表



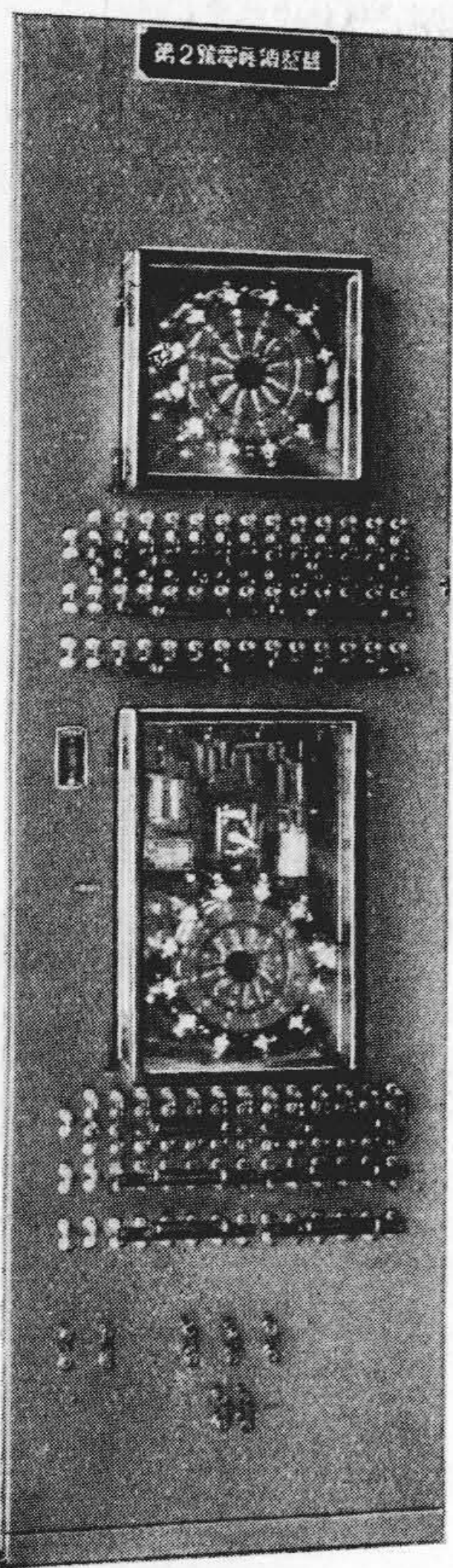
第4圖 水車盤
Fig. 4 Controlling Board Installed in Generator Room.

示される。水車發電機の油壓制動のみはこの切換えに関係なく何れからも操作出来る。壓油及び潤滑油装置は各水車毎に設置する所謂ユニットシステムを採用し壓油ポンプと潤滑油ポンプは同軸で電動を常用とし豫備として小水車運轉のポンプを設けてある。この豫備機の運轉は純機械的に自動壓油操作弁の動作によつて自動的に行われる。常用ポンプは主機の起動に先立つて運轉し、主機の停止後停止する。水車の起動に當つては負荷制限装置

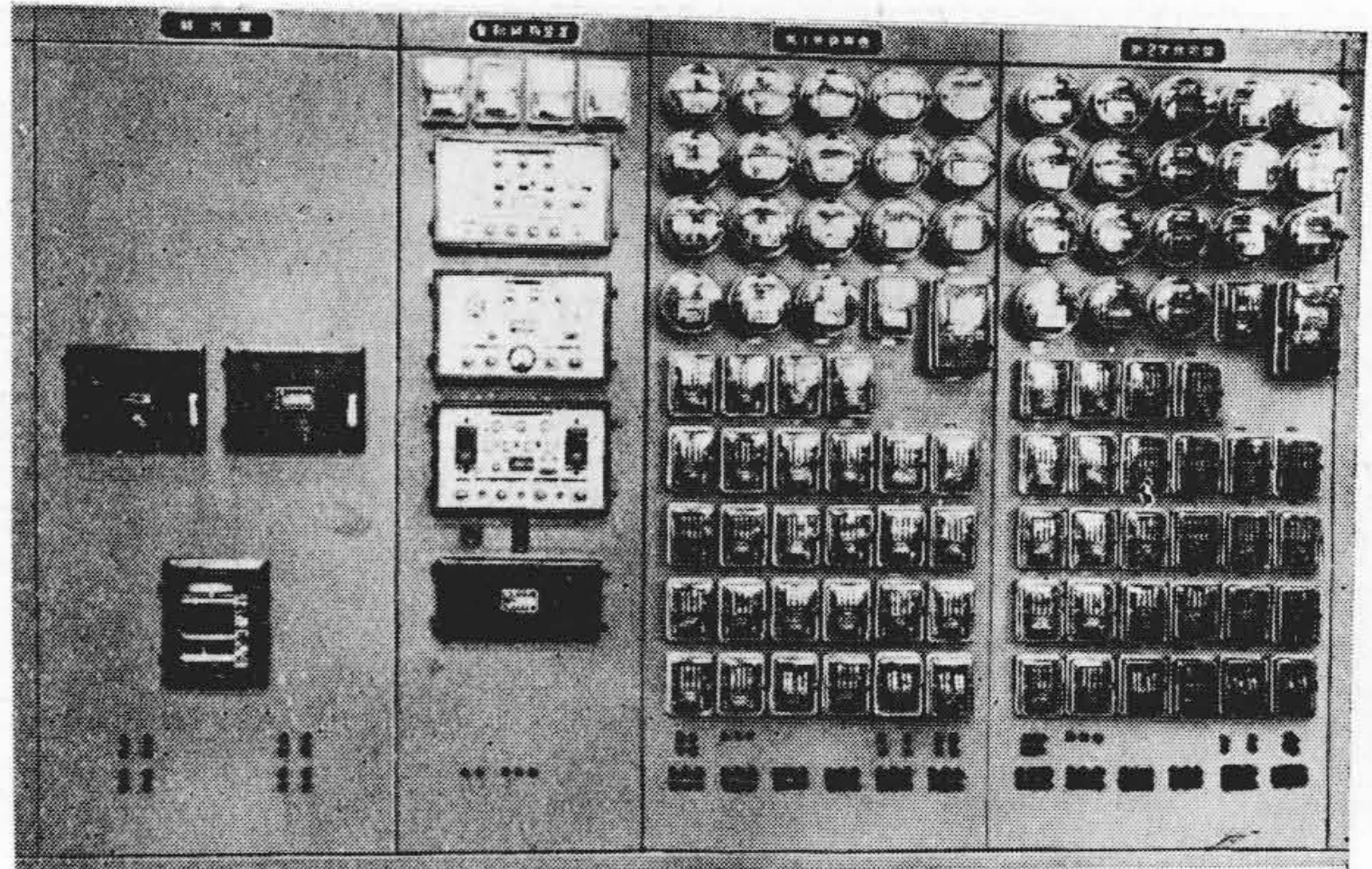
により案内羽根の開きを適度に制限しているの
 円滑な緩起動が行われる。並列後の負荷調整は負
 荷制限装置用電動機を配電盤から操作して任意に制限
 する。通常の発電機停止は順序制御器を緩停止の位
 置で操作することにより負荷制限装置用電動機を操
 作して徐々に負荷を減少し無負荷開きとなつた後電
 磁弁を動作させて案内羽根を全閉し緩停止させる。
 急停止の位置では故障による停止と同様案内羽根と
 主要弁を同時に全閉して急停止させる。

(2) 自動電圧調整 NTA₁₂ 型振動型三相自動
 電圧調整器を使用して発電機電圧を一定に調整す
 る。本自動電圧調整器は感度鋭敏動作確實な振動型
 としての特長を有するばかりでなく振動電磁石を特に電
 流力計型としその可動線輪には副勵磁機電圧を加え固定

線輪には交流発電機の三相
 電圧をセレン整流器で整流
 した直流電圧を加えて、交
 流電圧の急變に際し速應勵
 磁に好適な性能を興え、以
 て送電の安定度を増大せし
 めている。繼電器電磁石の
 接點は材質を充分吟味して
 製作する外、コンデンサー
 を用いる等その損傷を軽減
 するように考慮されてはい
 るが、たえず調整抵抗の短
 絡挿入を繰返えすので接點
 の焼損磨滅は或る程度まぬ
 がれない故、運轉中におい
 ても手入修理の出来るよう
 豫備繼電器電磁石を設け振
 動型の缺點を補つている。
 本自動電圧調整器は第5圖
 の如く鋼板製の直立盤に取
 付け別室に設置されるがそ
 の動作状態を主配電盤上に
 ランプの點滅によつて表示



第5圖 自動電壓調整器盤
 Fig. 5 Automatic Voltage Regulator Panel.



第6圖 背面繼電盤
 Fig. 6 Rear Panel for Relays.

し監視に便ならしめている。

(3) 自動同期化 発電機の自動同期化には日立小勢
 力電子管式自動同期装置を使用している。本装置は VDF
 型自動揃速装置、VHV 型自動電圧平衡装置、VS 型自
 動同期繼電装置及び電源函からなり電圧平衡装置は前
 述の振動型自動電圧調整器と組合わせて線路電圧に平衡
 させるようになっている。第6圖に本装置を配電盤に取
 付けた處を示す。即ち左から制水盤、自動同期盤、発電
 機用保護及び操作繼電器盤2面である。本自動同期装置
 は各発電機に共用しているので切換用繼電器を設けて同
 期化しようとする発電機へ自動的に接続するようになつ
 ている。本装置の消費電力は系統側約 9 VA 発電機側
 約 12 VA の小勢力であるので本発電所における如く
 154 kV の高壓同期化に對し靜電々壓變成器と組合わせ
 るに好適であるばかりでなく所謂漸進特性を有してい
 るので常に兩者の位相が一致したとき閉合が行われ系統の
 動揺が閉合に不都合な条件の時は一時閉合を阻止する。
 従つて突入電流は小さく圓滑な閉合が行われる特性を有
 している。

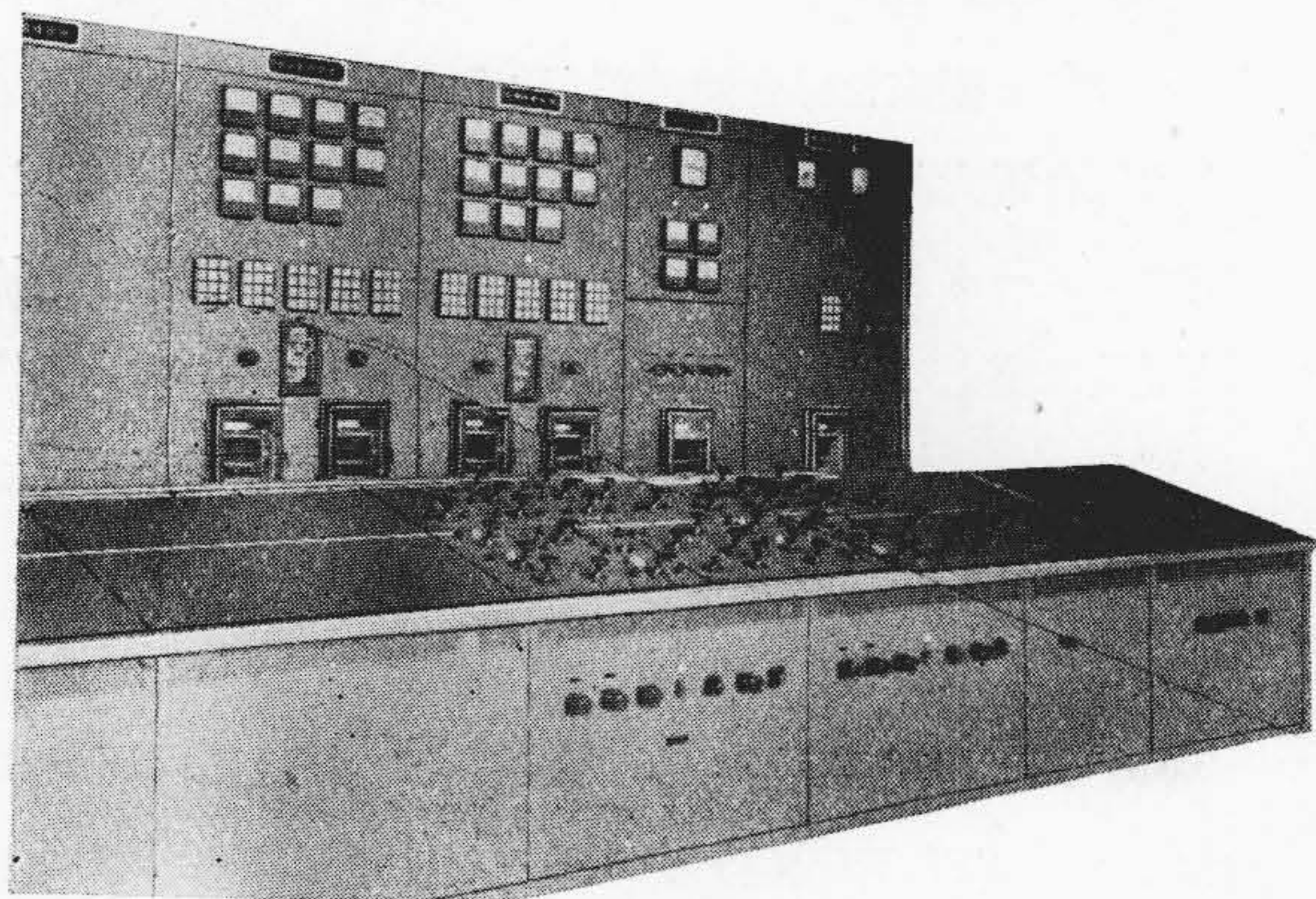
(4) 保護装置 保護装置の優劣は発電所の性能を決
 定する一つの重要な要素となるものである。優秀な特性
 の繼電器を使用すると共に保護繼電器の動作による處置
 を適當ならしめることが必要である。即ち故障によつて
 は繼電器動作と同時に機器の停止を必要とし、また交流
 遮斷器及び界磁遮斷器を遮斷せしめるを可とするもの或

は單に警報を與えて監視者の處置に俟つを適當とするもの等がある。これらの適用に充分の考慮を拂い出來得る限り故障時の停電時間を短縮するように努めている。これらの故障發生の際監視者が容易且迅速にこれを確認し得るよう特に考慮が拂われている。即ち故障表示は照明式故障表示器（第3圖と同様）とし最も監視に便利な主配電盤の各正面計器盤に取付け（第7圖参照）點灯により動作繼電器の番號を明示するが遮斷及び停止させ

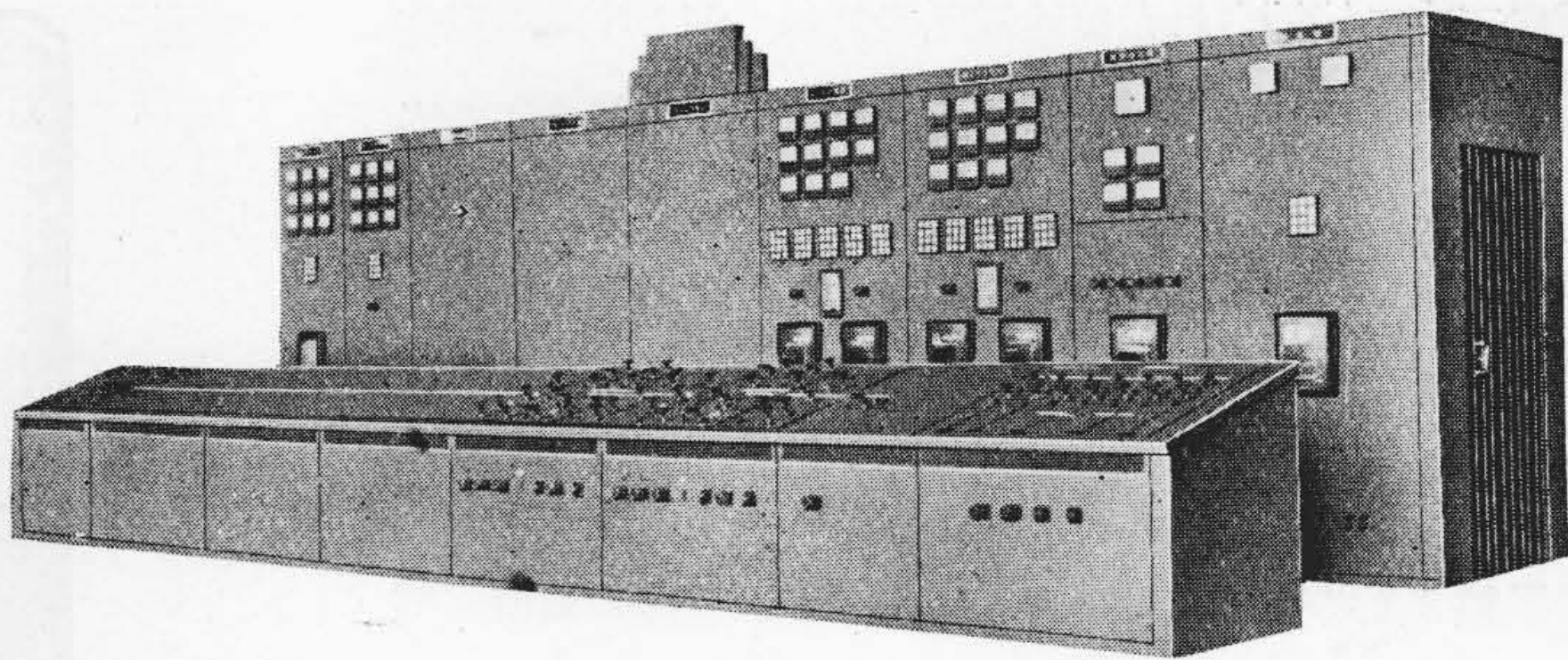
る故障と警報のみの故障とは表示文字を色別して一見して判るようにしてある。このほか警報のみの故障に對してはその故障状態が繼續しておる間點灯し、故障回復の場合は點滅によつて復歸したことを判然と知らせるようにした。このため極く短時間の故障で繼電器がその接觸を閉路して直ぐ復歸した場合でも確實にこれを表示することができる。又遮斷器の自動遮斷に對しては綠色信號灯を點滅して容易に確認出來るようにしこれらの點灯表示點滅表示及び警報はこれを確認の上人為的に復歸させる。

照明式集合故障表示器に對しては電球の斷線の有無及び補助繼電器の動作が確實であるかどうかを常に確認できるように試験裝置を完備して萬全を期している。

發電機巻線の故障は層間短絡より接地故障に發展する



第7圖 主 配 電 盤
Fig. 7 Main Switch Boards.



第8圖 BD+EF 型分離机型主配電盤
Fig. 8 Type BD+EF Separated Desk
Type Main Switch Boards.

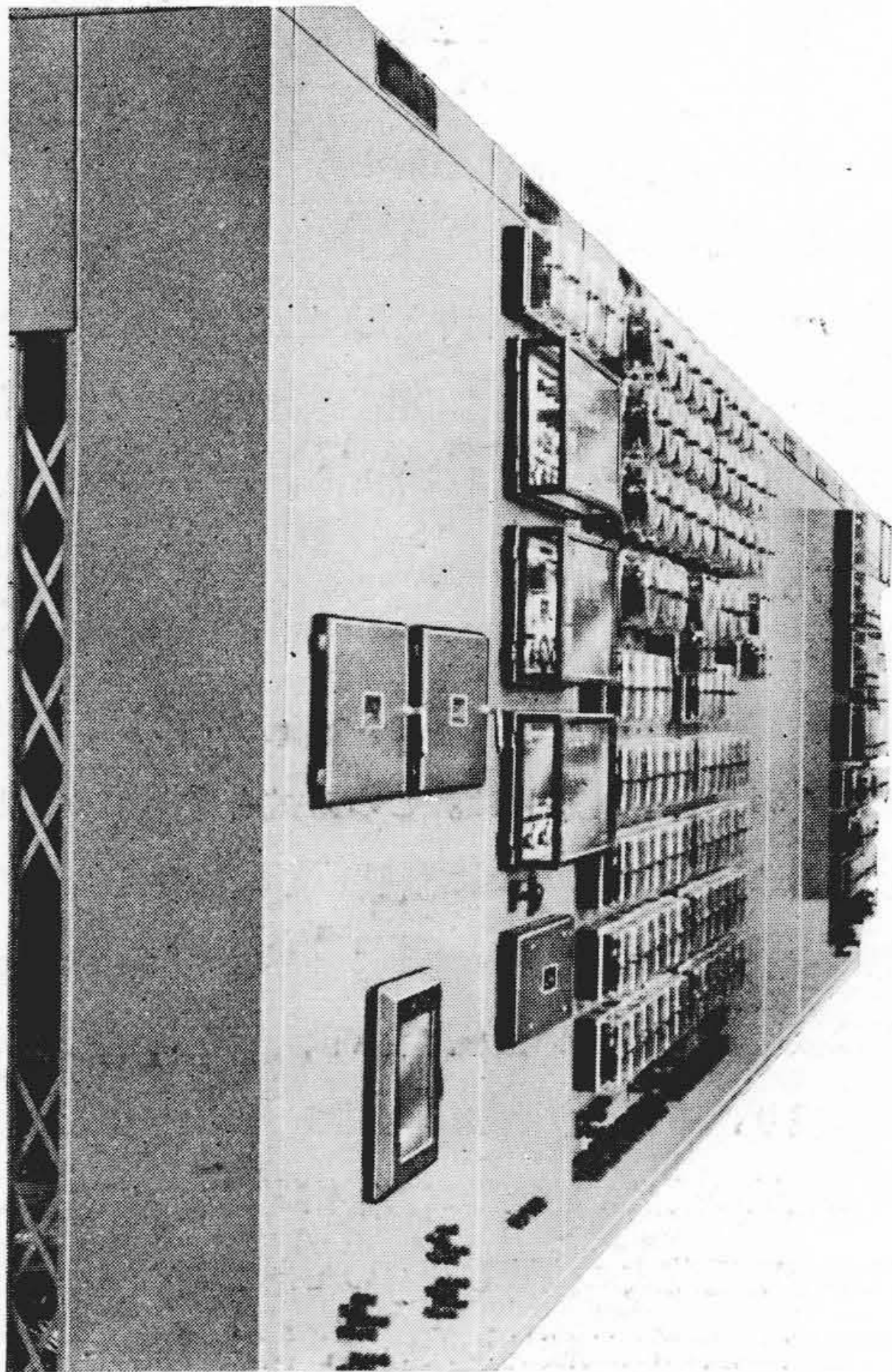
場合が多いが、直ちに接地故障となる場合もある。而してこれ等の故障が更に發展して相間短絡に移行することになるので、故障は可及的早く発見して處置することが望ましい。發電機巻線の相間短絡保護繼電方式は IY 型比率差動電流繼電方式 (87 G₁) とし、層間短絡に對しては各相巻線を 2 本の並列回路としこれに IY 型比率差動電流繼電方式 (87 G₂) を適用している。發電機巻線接地保護繼電方式としては特別小勢力式 IGY 型限時接地繼電器 (64 G) を使用した。この方式を採用することにより、接地電流を 100 A に制限してもなお且從來の保護範圍或はそれ以上を確保することができた。本接地繼電器は接地故障檢出の電流要素と故障機選擇用選擇要素とから成り、前者は中性點接地回路の變流器からとり、後者は巻線の前後の變流器三次零相回路を交叉接続し、比率差動電流式に接続したものである。なお發電機界磁巻線の故障は比較的少ないが、萬全を期して CG-T 型接地電壓繼電器 (64 F) を界磁巻線の兩端に接続した外部抵抗の中性點と大地間に接続して、巻線の接地故障に對し警報表示せしめている。

母線の故障は接地事故が大半で短絡事故も接地より發展するのが通例であるから 154 kV の母線保護方式は接地保護を建前とした。即ち母線につながる各回線の變流器三次零相回路に差動電流式に IO-L 型小勢力接地電流繼電器 (64 S₁, 64 S₂) を各母線毎に接続して母線の接地故障を檢出せしめ外部短絡時における變流器の特性差による誤動作を防ぐため母線の靜電々壓變

成器三次に接続された接地電圧繼電器 (64 SN) の動作を条件として故障を確認した上故障母線を切離すようにした。

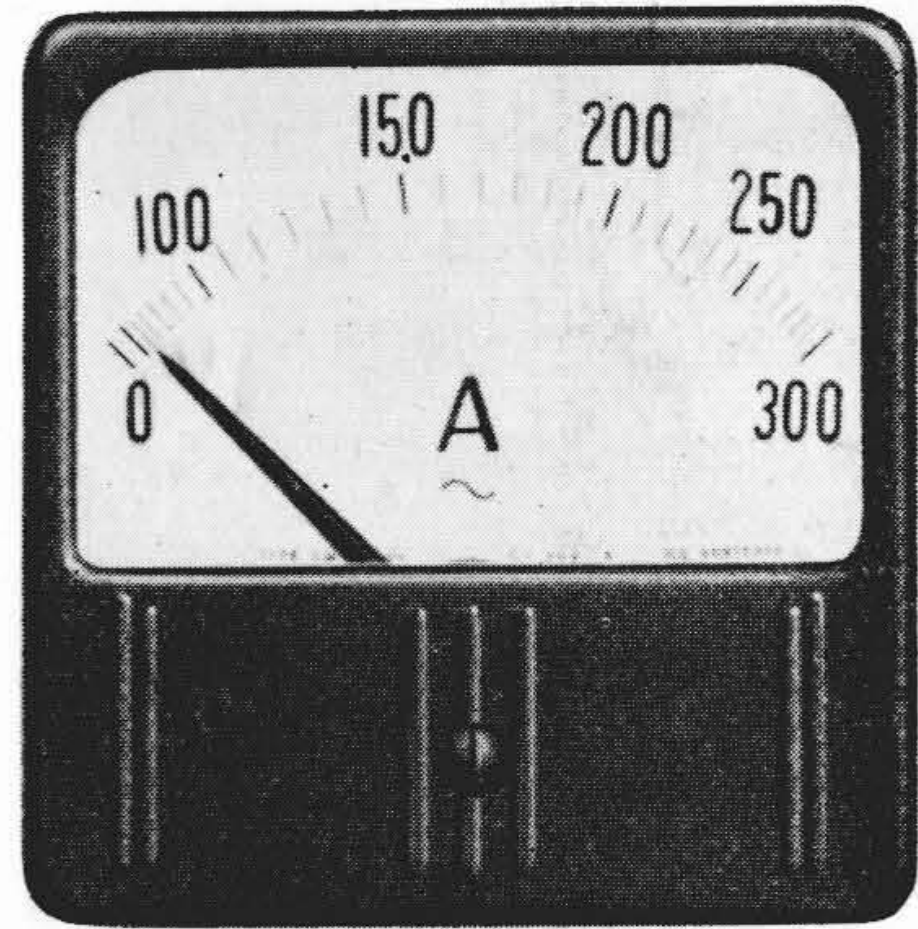
[IV] 配電盤及び計器

(1) 配電盤 第 8 圖の如く變壓器を含むユニット式發電盤 2 面將來増設用ブランク盤 3 面同期檢定盤制水盤各 1 面、154 kV 並行送電盤 2 面からなり BD+EF 型鋼板製分離机型で優美なブタブルー色仕上とし直立計器



第 9 圖 背面繼電器盤
Fig. 9 Rear Panels for Relays.

盤の背面には第 9 圖に示す繼電器盤を付し、電子管式自動同期装置、搬送保護繼電装置及び保護並に自動操作繼電器等を装備している。故障表示用補助繼電器としては電話用水平型繼電器を使用し絶縁を強化したガラスカバー付の繼電器函に納め、各計器盤の裏面に點檢に便利な構造の可動盤として取付けてある。盤裏面配線は耐燃性ゴム線を使用し引出端子は盤下部には設けず床下に設置の配線室に取付けられた端子板に直接接続する方式とし



第 10 圖 S_{24} 型角型配電盤用交流電流計
Fig. 10 Type S_{24} Square Pattern A.C. Ammeter for Switch Board.

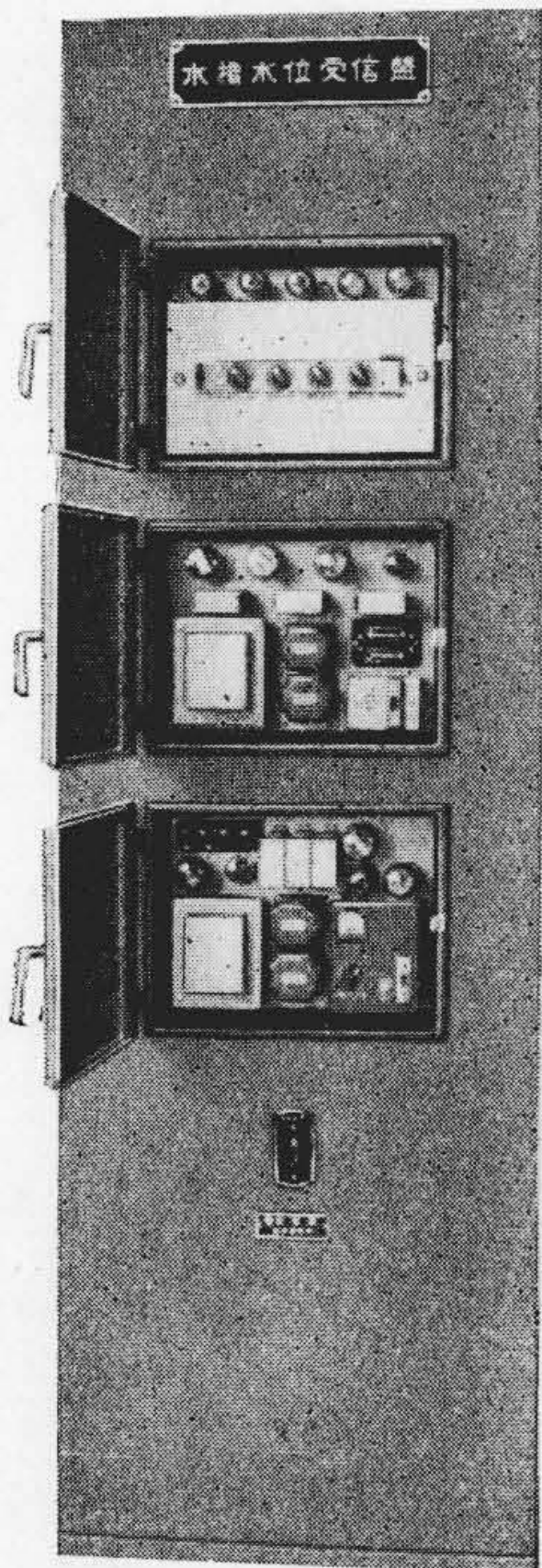
各配線には線番號は勿論極性によつて色別したセルロイド製色バンドを付して點檢に便利なようあらゆる考慮が拂われている。

(2) 新型計器 本配電盤の計器類はほとんどすべてが新設計によるもので下記の如く幾多の特長と優秀な性能によつて一段と光彩を興え品位を高めている。

(A) S_{24} 型角型配電盤計器、從來の S_{23} 型に改良を加え第 10 圖の如く目盛板の窓を大きくしその縦横比を黄金分割とし指針は洋劍形で先端を双型とし遠方から見易く精密讀取りも出来る等、國鐵當局の有益な助言を得て洗練された意匠としたほか新 JIS に則り確度は 1.5 級、寸法は 2 形甲とし、細部の改善も施して面目を一新したものである。

(B) TFP 型綜合電力計、發電機 5 臺の電力を綜合するもので 2 臺宛を綜合變流器 (5+5/6.67A) にて綜合した上本綜合電力計にて綜合するものである。原理は TFP 型テレメータと同様で綜合せんとする各系統の電力を直流電流に變えこの電流の和により綜合を行うもので、變換部分には光電管、真空管、三極放電管を用いているので斷續器 (積算電力計構造) 部分を除いては可動部なくまた回路には接點が含まれず取扱い保守が容易である。

(C) TFL 型遠隔水位計、水槽水位の測定には周波數法による TFL 型水位テレメータを採用した。本器は水位の變化により真空管發振器の發振周波數を變化せしめ約 3~6 kc の信號電流を送りこの周波數を測定して水

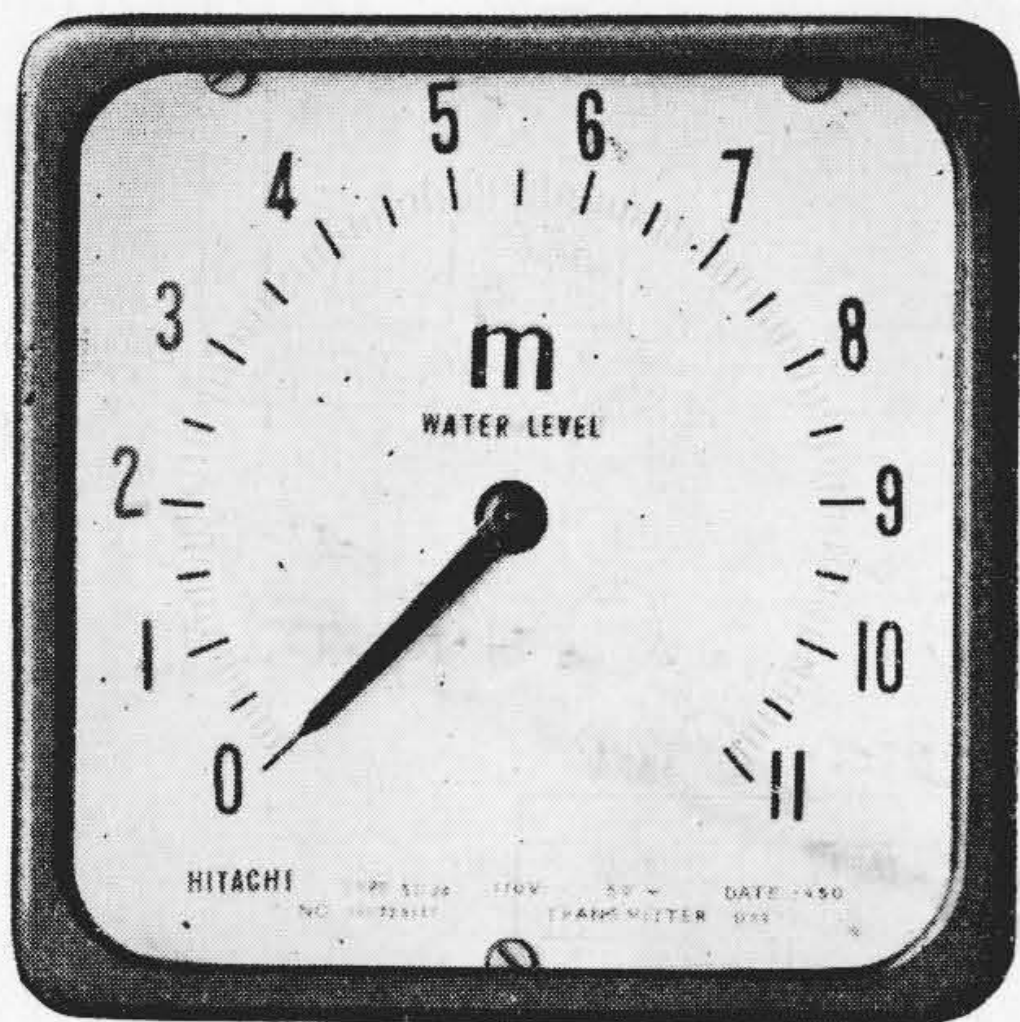


第11圖 水槽水位受信盤
Fig. 11 Panel for Type TFL Water Level Meter.

位の遠隔測定を行うものである。發振回路には水位によつて變化するインダクタンスを使用しているので動作は安定で構造も簡單であるから取扱いは容易である。第11圖は水槽見張室設置の水位送量器、受量器及び電源函を取付けた盤を示す。受量器は水槽見張室に於ても水位を監視するためのものである。

(D) D_{32-21} 型放水路用水位送信器・放水路の水位測定は指針の回轉角が異なる Q_5 型電壓平衡式水位記録計と、廣角度の 270° の目盛を施した SD_{24} 型セルシン式水位指示計(第12圖参照)とを併用するため、

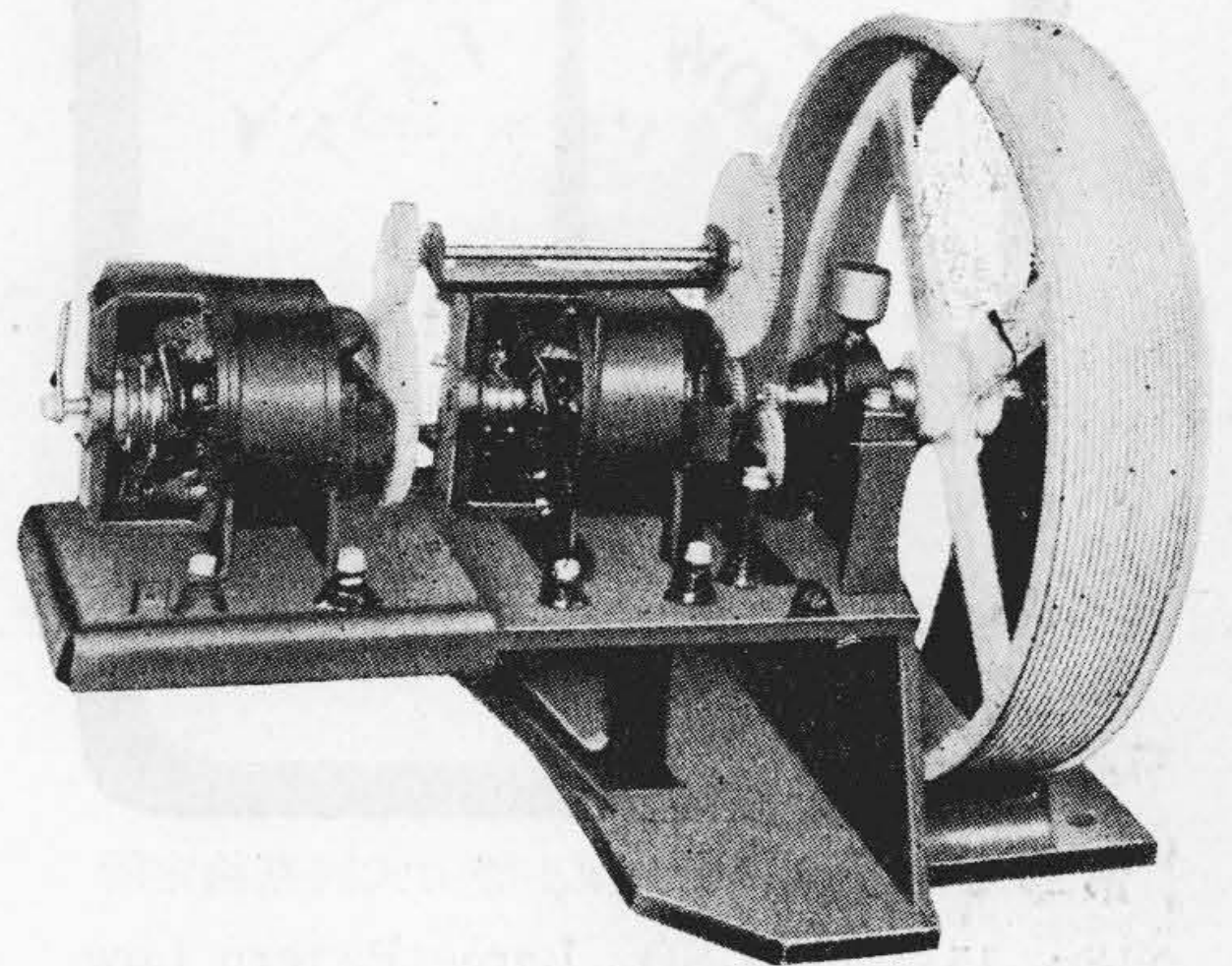
従來通りの送信器とすれば各々別箇の送信器をおかねばならぬ。これではフロート等同じものを2組おくことになり不經濟で好ましくないので2箇の素子を共通の變化に應動するロープホイールから機械的に連動させて、前



第12圖 SD_{24} 型セルシン式水位指示計
(廣角度 270° 目盛)

Fig. 12 Type SD_{24} Selsyn Water Level Indicator (Wide Range Scale: 270°).

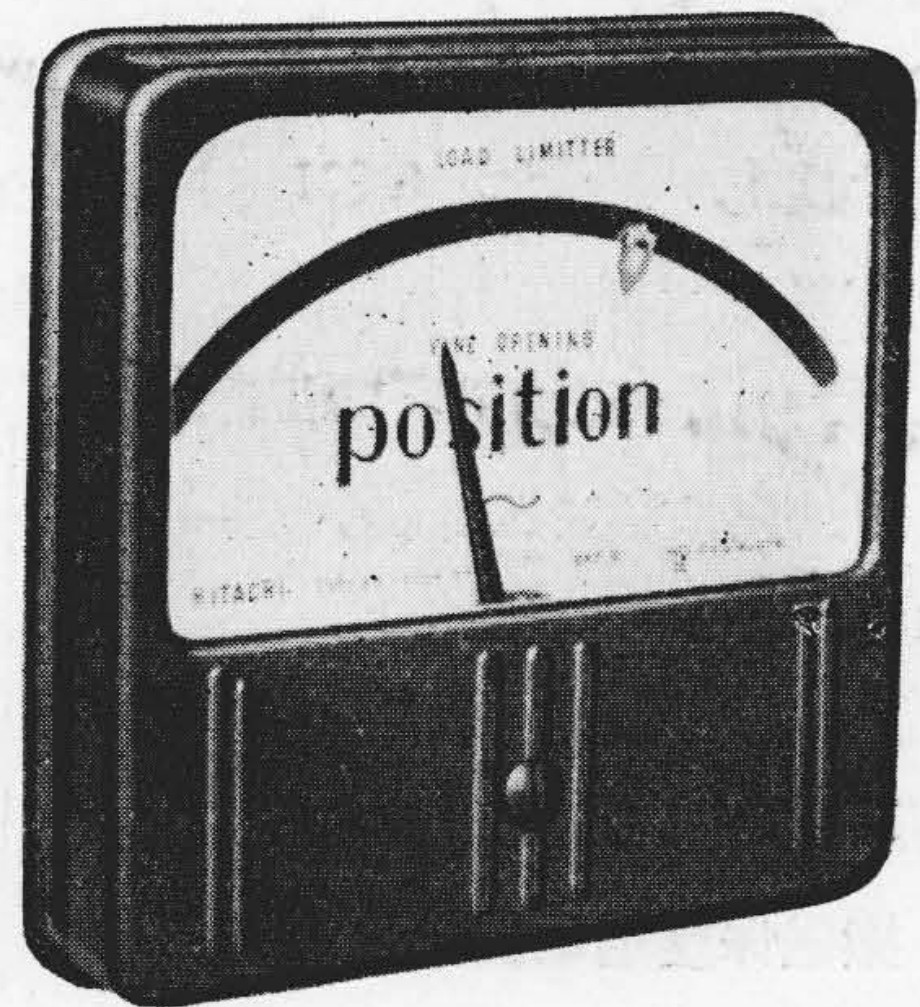
記記録計及び指示計を同時に1箇の D_{32-21} 型送信器(第13圖参照)によつて動作させるようにしたものである。



第13圖 D_{32-21} 型二素子水位送信器

Fig. 13 Type D_{32-21} 2 Elements Water Level Transmitter (Cover Removed).

(E) S_{24} 型二素子位置指示計、従來水車案内羽根開度指示計と負荷制限位置指示計とは別箇の受信器によつて指示していたが、この兩者を1箇の指示計によつて關係的に明示するようにしたものである。本器は第14圖



第14圖 S_{24} 型二素子位置指示計

Fig. 14 Type S_{24} 2 Elements Position Indicator.

の如く同一目盛板上に赤色(負荷制限位置用)と黑色(案内羽根開度用)の2箇の指針を有し、各指針はそれぞれ別箇に設けられた D_{21} 型送信器により電氣的に動作するものである。

(F) SD_{11} 型小勢力式同期檢定器 山邊發電所の如く高壓同期式の場合には、従來のものでは高壓側靜電々壓



第 15 圖 SD₁₁ 型大型小勢力式同期検定器
Fig. 15 Type SD₁₁ Large Pattern Low Energy Synchroscope.

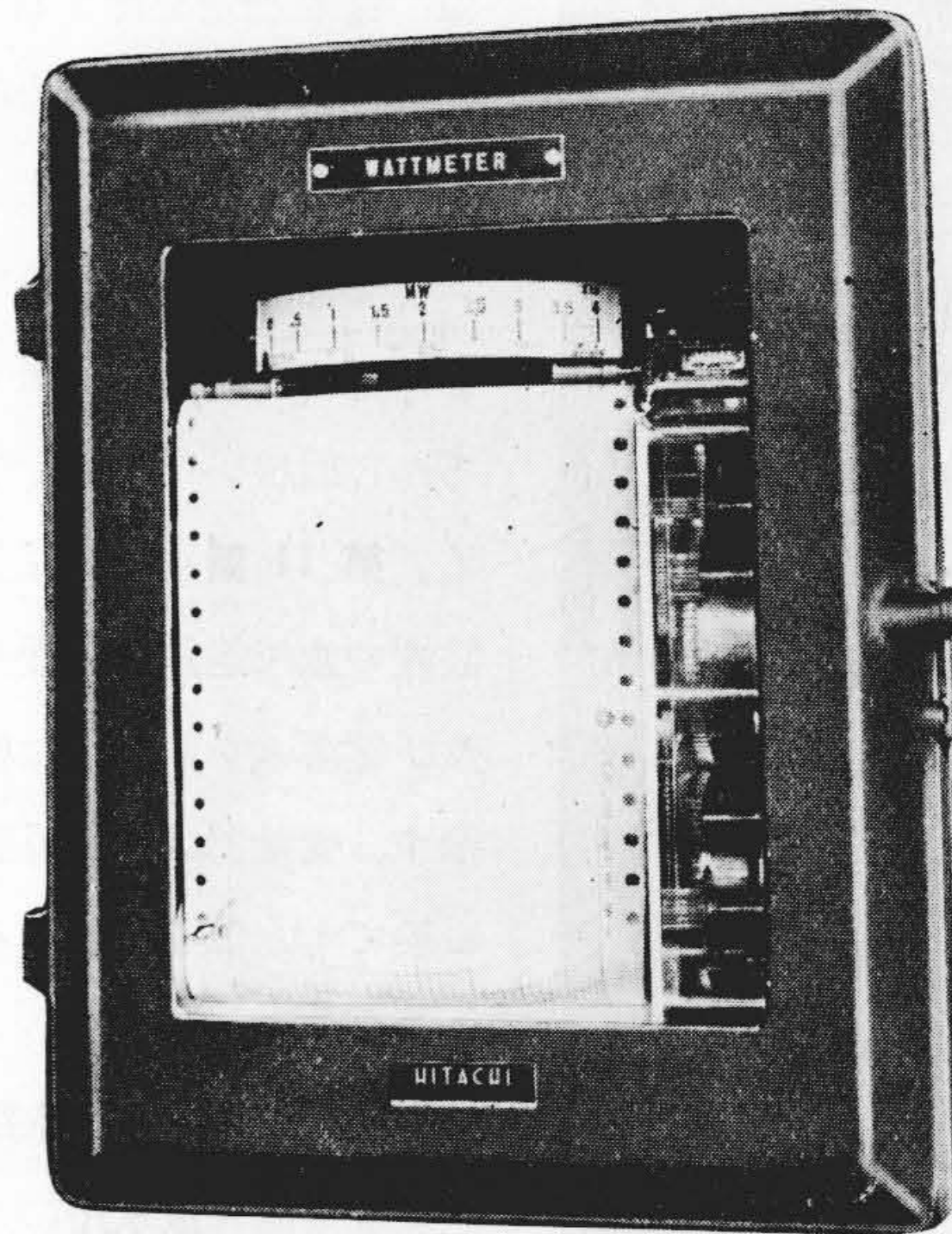
變成器に對し所要電力が過大なため實用困難である。本器は從來と全く異なる可動鐵片型の原理を採用し、その所要電力を系統側發電側各 5 VA 以下の小勢力とし所期の目的を達している。なお同期検定器の重要性を考慮し、180 mm 角とし他の配電盤計器より一段大きくして特に見易く構成されている。第 15 圖に本器の外観を示す。

(G) Q₅ 型全埋込型記録計 從來は取扱の便宜上表面凸出型を標準として來たが、本器は何等取扱上の不便を來すことなく全埋込型とした新製品で、内部構造は從來の標準品 Q 型記録計と同様ペンとインクとによる直接記録型である。第 16 圖に本器の外観を示す。

[V] 154 kV 連絡送電線用
搬送保護繼電裝置

山邊發電所と既設の千手發電所を結ぶ連絡送電線の保護繼電方式としては、本送電線の重要性に鑑み安定度を確保するため、搬送保護繼電方式が採用された。本方式が現用に供せられるのは我が國ではこれが始めてであつて、正に注目に値するものと云えよう。

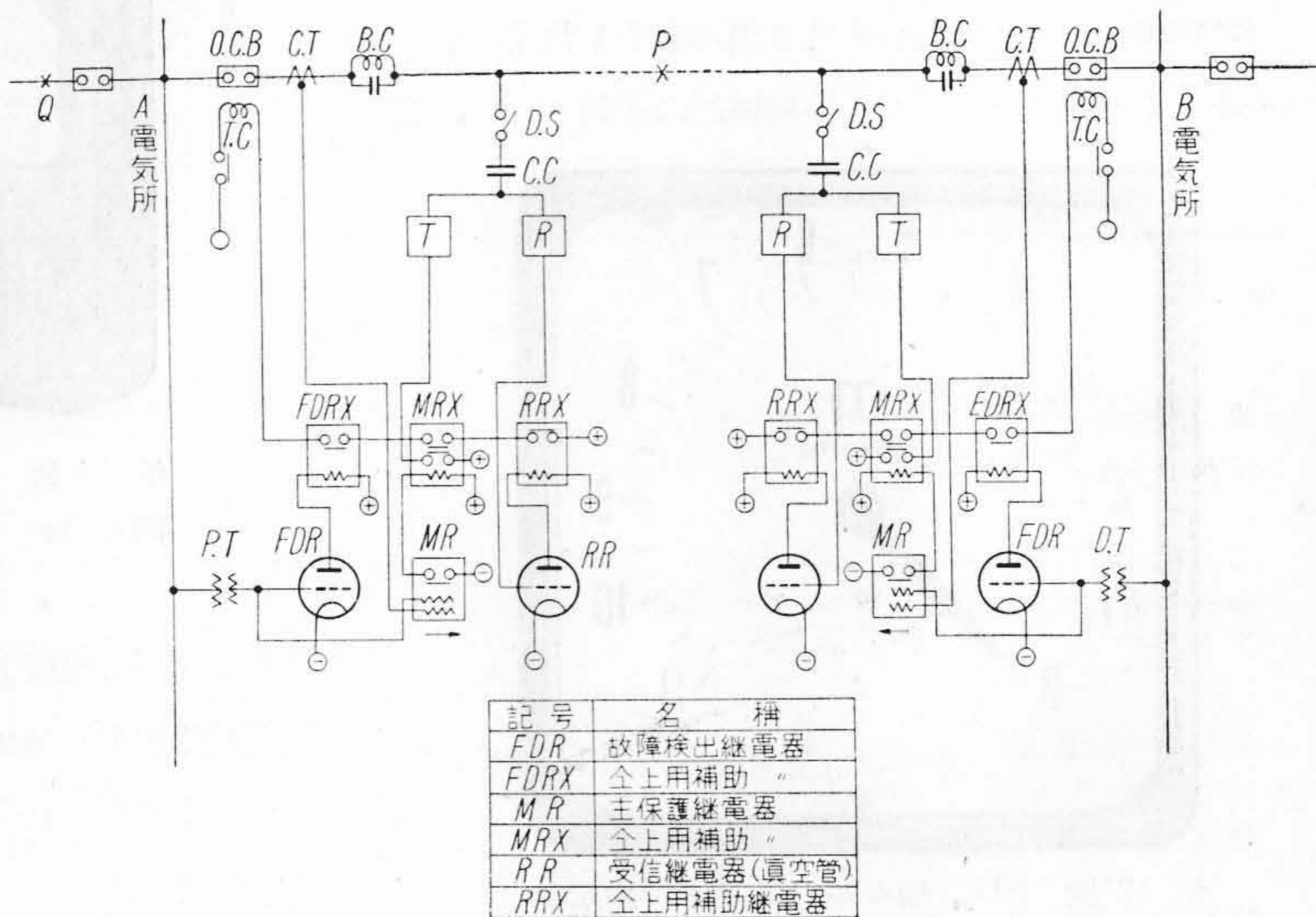
以下本装置の概要を述べる。



第 16 圖 Q₅ 型全埋込型記録電力計
Fig. 16 Type Q₅ Flush Pattern Recording Wattmeter.

(1) 方式の説明

本装置に適用された方式は間接方向比較方式に屬する常時送出釋放式であつて、第 17 圖にその動作原理を示す。圖に於て受信繼電器 (RR) は常時相手端より發信されている搬送波により通流し、その補助繼電器 (RRX)



第 17 圖 搬送保護繼電方式動作説明圖
Fig. 17 Schematic Diagram of Carrier Current Relaying System.

の接點を開いているが、故障が発生すると故障回線の兩端の主保護繼電器 (MR) は動作して發信を停止するので、各端の RR の通流は止み RRX の接點は復歸し、故障檢出繼電器 (FDR, FDRX) と主保護繼電器 (MR, MRX) 及び受信繼電器 (RR, RRX) の接點が直列になつて同時遮斷を行う。故障が保護區間内の他回線又は保護區間外にある時は、その回線の中少なくとも一端に於て電流が外部に流出するのでその端の MR は動作せず、従つて搬送波を送出し續けて相手端の RRX は勵磁状態に保たれ各端共遮斷は阻止される。搬送裝置の故障その他により傳送状態が不良になつた場合は、RRX の接點の閉成と FDR の不動作の條件により、本裝置を自動的に閉塞して誤遮斷を未然に防止し、爾後の保護は後備保護設備に委ねるよになつてゐる。次に従來米國等に於て廣く用いられて來た故障時送出釋放式⁽²⁾⁽³⁾と本方式の得失を比較してみると第1表に示す如くである。即ち選擇遮斷動作の確實な點と、搬送裝置の健全か否かを監視す

る點檢裝置を要しない點で本方式の方が優れていることが判る。

(2) 搬送路の數と送受信方式

一般に搬送保護繼電方式に使用する搬送路の數は、一保護區間の一回線につき一種類とする場合 (これを單一周波式と云う) と、各端子毎に異ならしめる場合 (これを異周波式と云う) とある。單一周波式と異周波式の得失を比較してみると第2表に示す如くであつて、系統状態の變更に自動的に對應し得る點では前者が優り、動作の確實さの點では後者に歩があることが判る。今回は系統の構成も單純なので、動作の確實さに重點をおき異周波式を採用した。なお送信は水晶制御發振方式とし、受信は同じく水晶制御局部發振器によるスーパーヘテロダイン方式を採用している。又受信濾波器としては特性のよい狭帯域水晶濾波器を用い、受信波の確實な選擇を行つて雜音妨害波の影響を極小ならしめている。第13圖に周波數配置を示す。

第1表 代表的間接方向比較方式の得失比較表
Table 1. The Merits and Demerits of Representative Indirect Directional Comparison Systems.

項目 方式	故障線に對する搬送波の傳送		動作時間		遮斷の確實性		健全線誤遮斷のチャンス		點檢裝置	
	不要	○	短い	○	A	○	無	○	不要	○
常時送出釋放式	不要	○	短い	○	A	○	無	○	不要	○
故障時送出釋放式	要	×	短い	○	B	×	無	○	要	×

(3) 裝置の仕様

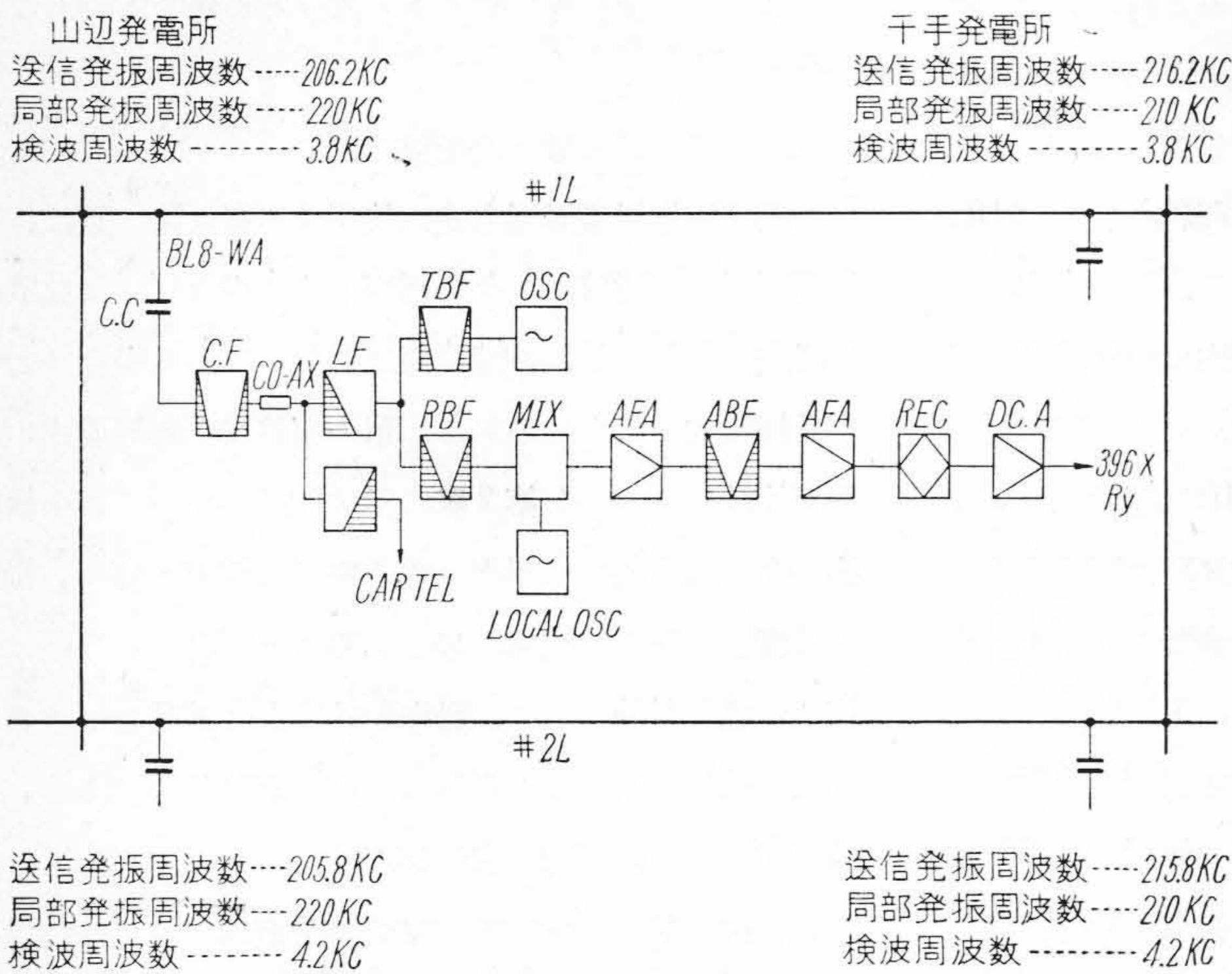
今回製作された搬送保護繼電裝置の主な部分の仕様は大略下記の通りである。

(A) 搬送保護用繼電器

短絡保護に對しては故障檢出

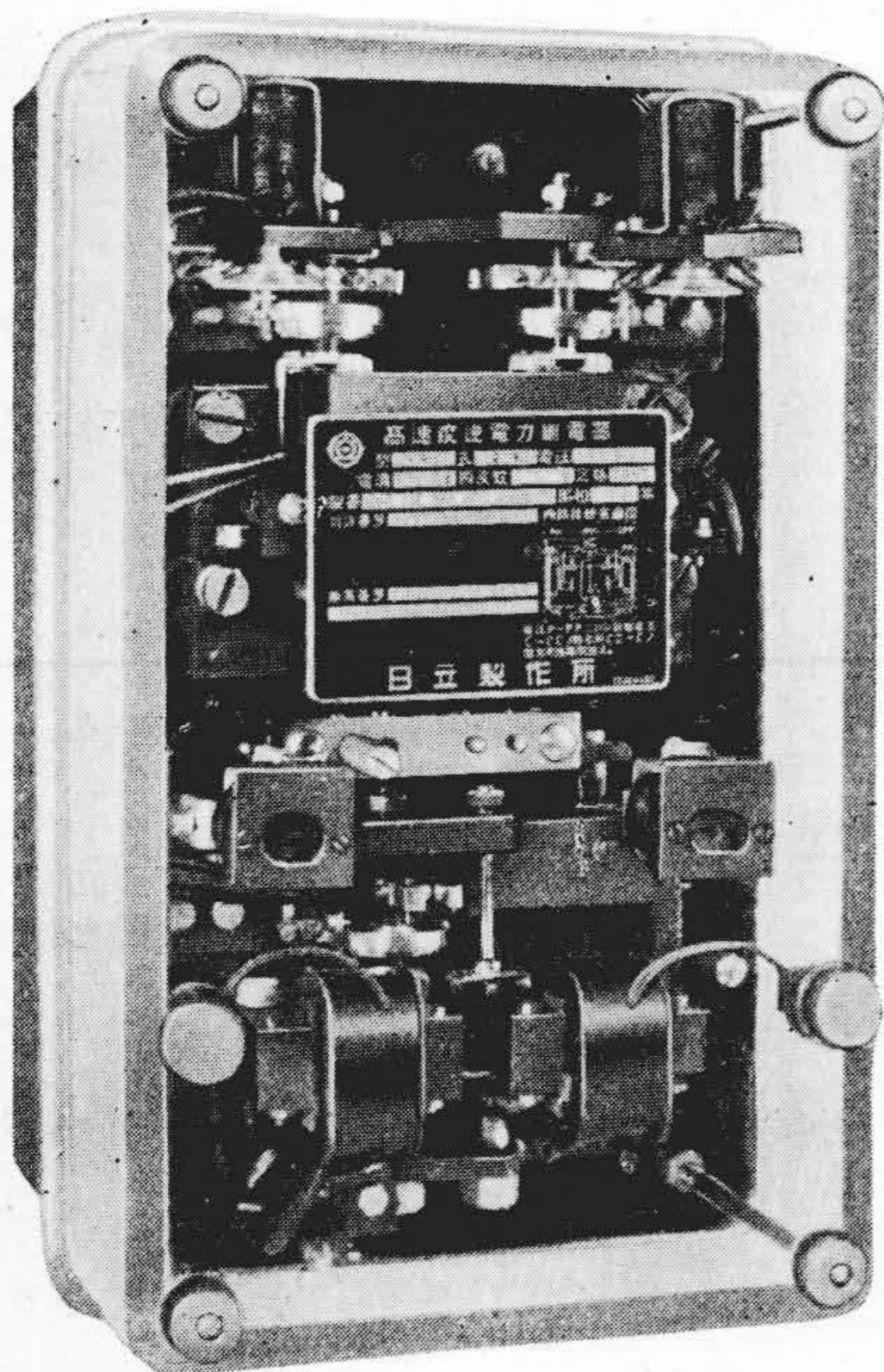
第2表 單一周波式と異周波式の得失比較表
Table 2. The Merits and Demerits of the Single and Different Frequency Systems.

項目	單一周波式	異周波式
使用周波數の種類及び所要帶域	(1) 1 區間に 1 周波 (2) 1 區間おきに同一周波數を反覆出来る (3) 1 系統に對し 2 種類で足りる (4) 所要帶域狭い	(1) 1 電氣所毎に 1 周波 (2) 1 電氣所おきに同一周波數を反覆出来る (3) 1 系統に要する種類は分岐線の數により決る (4) 所要帶域は若干廣い
系統の變化に對する適應性	分岐線の有無に關係なく受信檢波器は 1 個でよい即ち適應性大	分岐線の數だけ受信檢波器を増設する必要あり即ち適應性に稍乏しい。
受信の確實性	多端子の場合は全端子發信の際に受信機入力が低下して受信に若干確實を缺くことが有り得る	受信容易で確實
發信端の選擇	發信端の區別困難	發信端の區別容易
裝置の自動點檢	多端子になるに従い困難	極めて容易
裝置故障時の處置	自動的にサービスより除外すること比較的困難	全端子共直ちに自動的にサービスより除外し後備保護に委ねる



第18圖 周波數配置圖
 Fig. 18 Frequency Arrangement.

繼電器として放電管を利用した動作時間 0.2 サイクル程



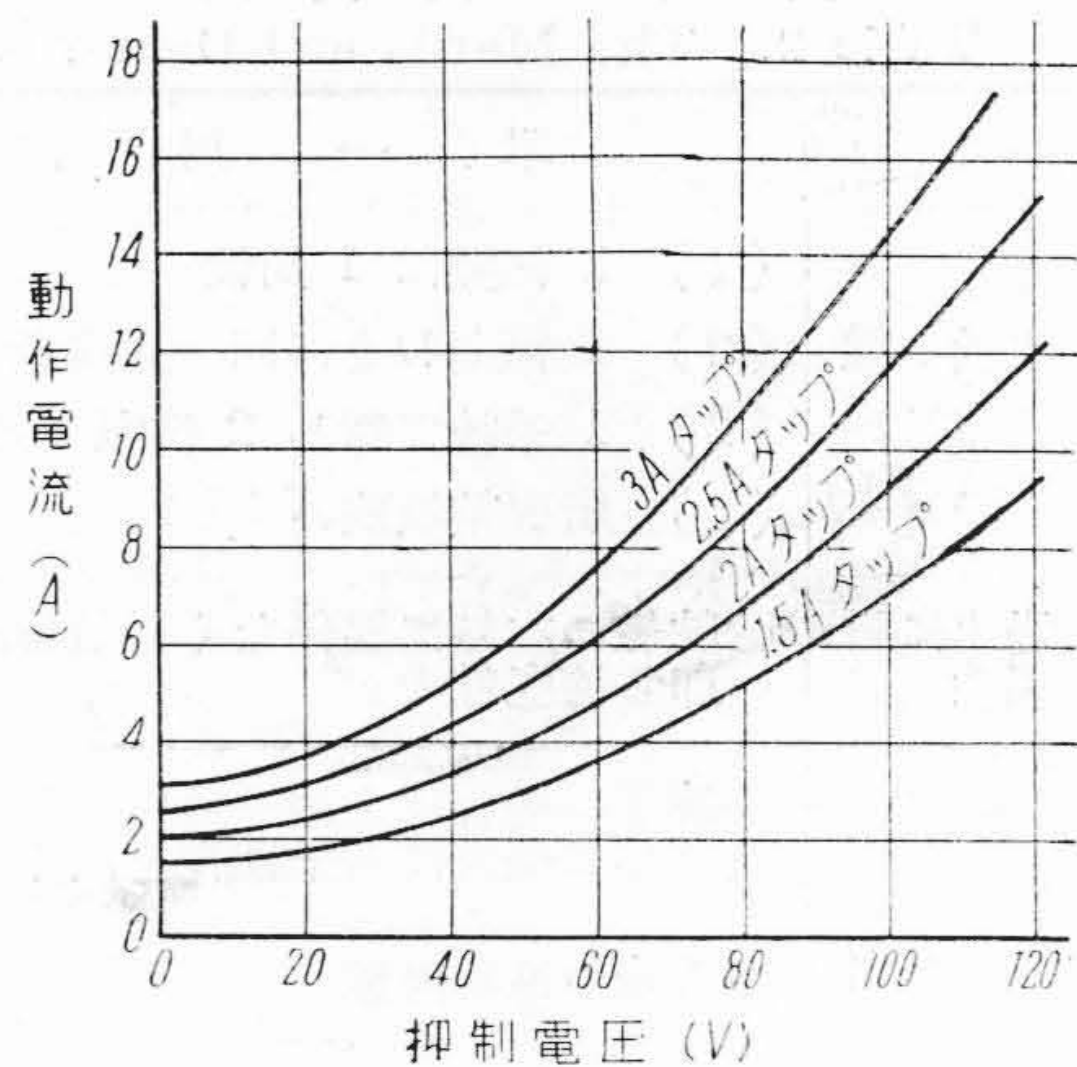
第19圖 型式 KRV-QW 誘導環型電壓抑制付
 高速度逆電力繼電器
 Fig. 19 Type KRV Form QW Induction
 Ring Type High Speed Reverse
 Power Relay with Voltage Restraint.

度の電壓降下率繼電装置を使用し電力動揺時の如く比較的緩慢な電壓降下に対しては動作せず、短絡時の急激な降下によりのみ應動せしめるよう考慮されている。又主保護繼電器としては第19圖に示す誘導環型電壓抑制付高速度逆電力繼電器 (KRV-QW) を使用する。本器の電流要素には常時線間電壓による抑制が與えられ、短絡故障時の線間電壓の降下度を考慮に入れてあるので、故障類似状態に於ける誤動作を防止し、且高速の選擇性を持つている。動作時間は5倍の過電流に對し 0.5 サイクル程度である。第20圖は本器の電壓抑

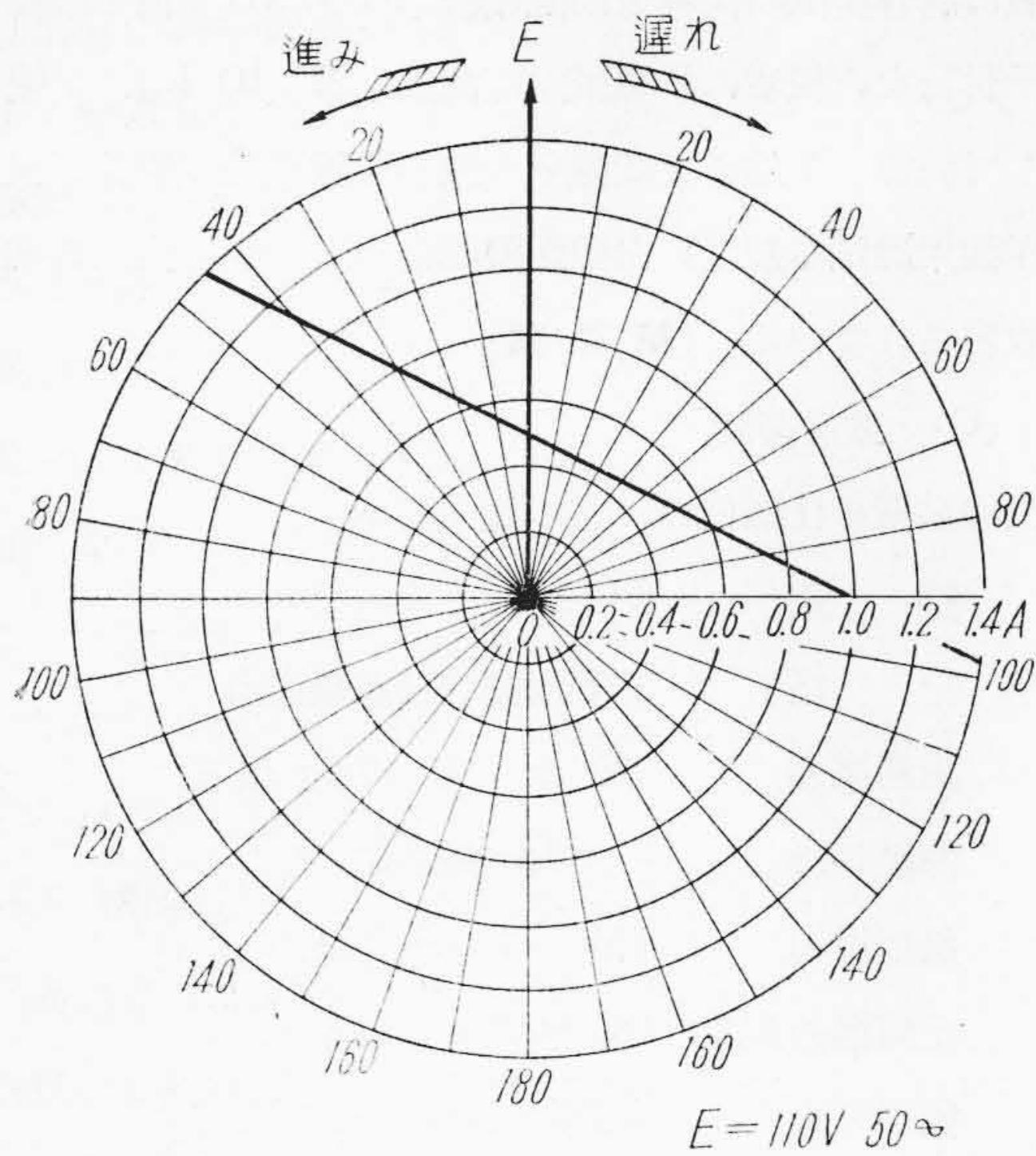
制効果特性、第21圖は力率特性である。

次に地絡保護に對しては、故障検出繼電器として高速度接地電壓繼電器 (CG-XQT) を使用し、主保護繼電器としては第22圖に示す誘導環型高速度選擇接地繼電器 (KG-QC) を使用している。

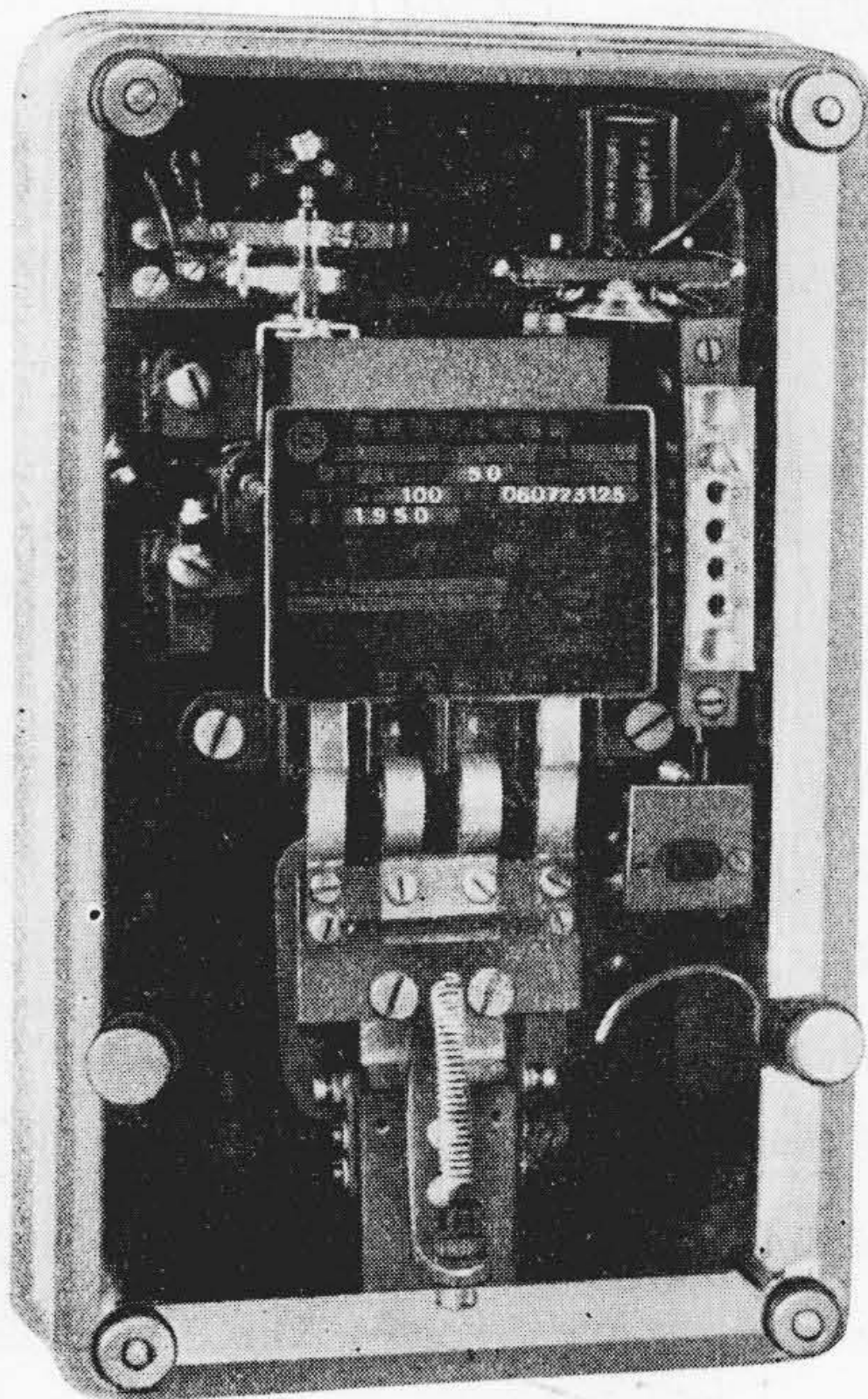
高抵抗接地系統に於ては、一線接地故障時の故障電流は比較的少なく、系統の安定度に及ぼす影響も小さい



第20圖 高速度逆電力繼電器の電壓抑制効果特性
 Fig. 20 Effect of Voltage Restraint of High
 Speed Reverse Power Relay.



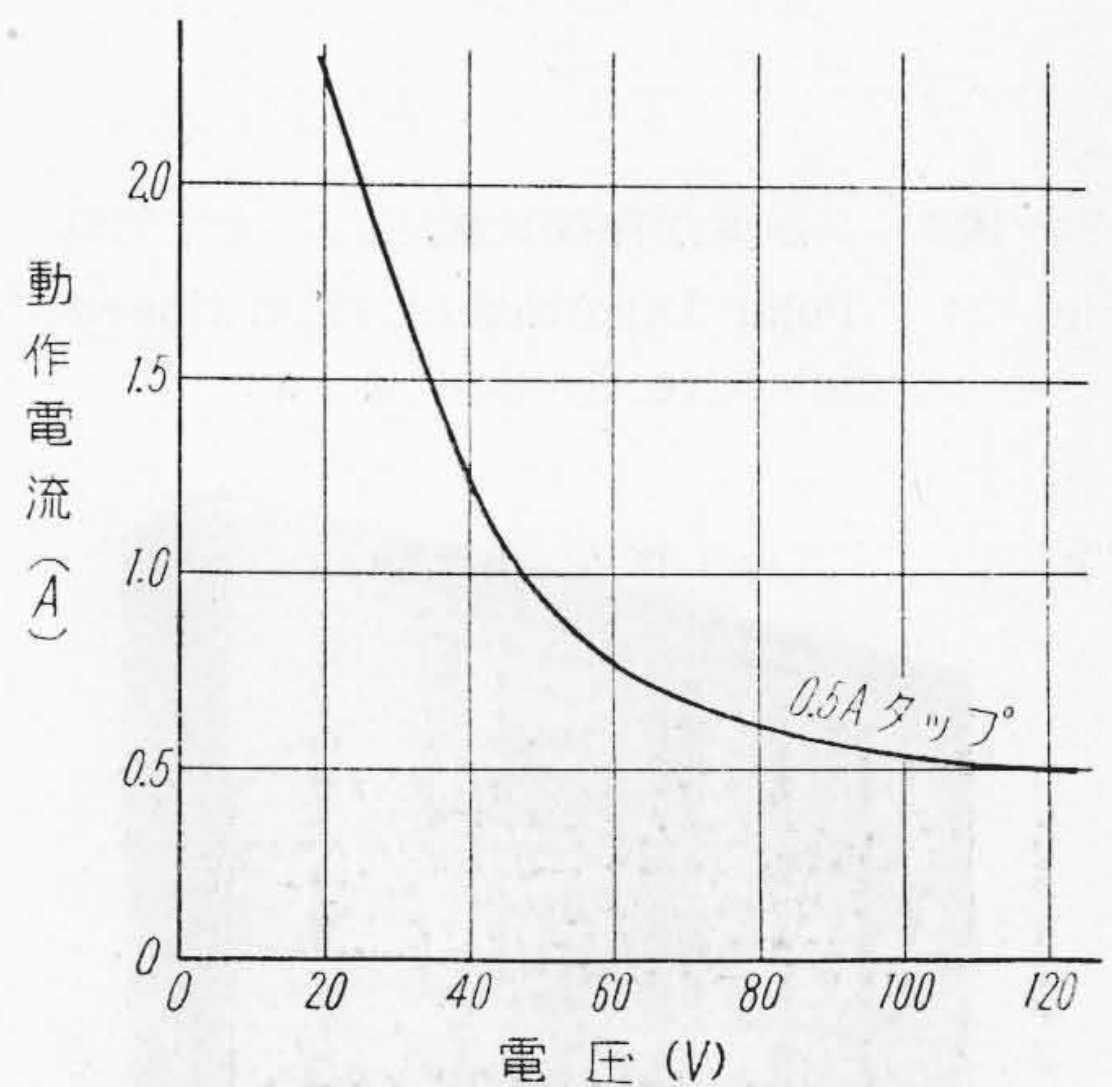
第21圖 高速度逆電力繼電器の力率特性
Fig. 21 Polar Diagram of High Speed Reverse Power Relay.



第22圖 型式 KG-QC 高速度選擇接地繼電器
Fig. 22 Type KG Form QC High Speed Selective Ground Relay.

が、一線接地故障は二線接地短絡故障に移行する危険性が大きいから、可及的速かに選擇遮斷することが望まし

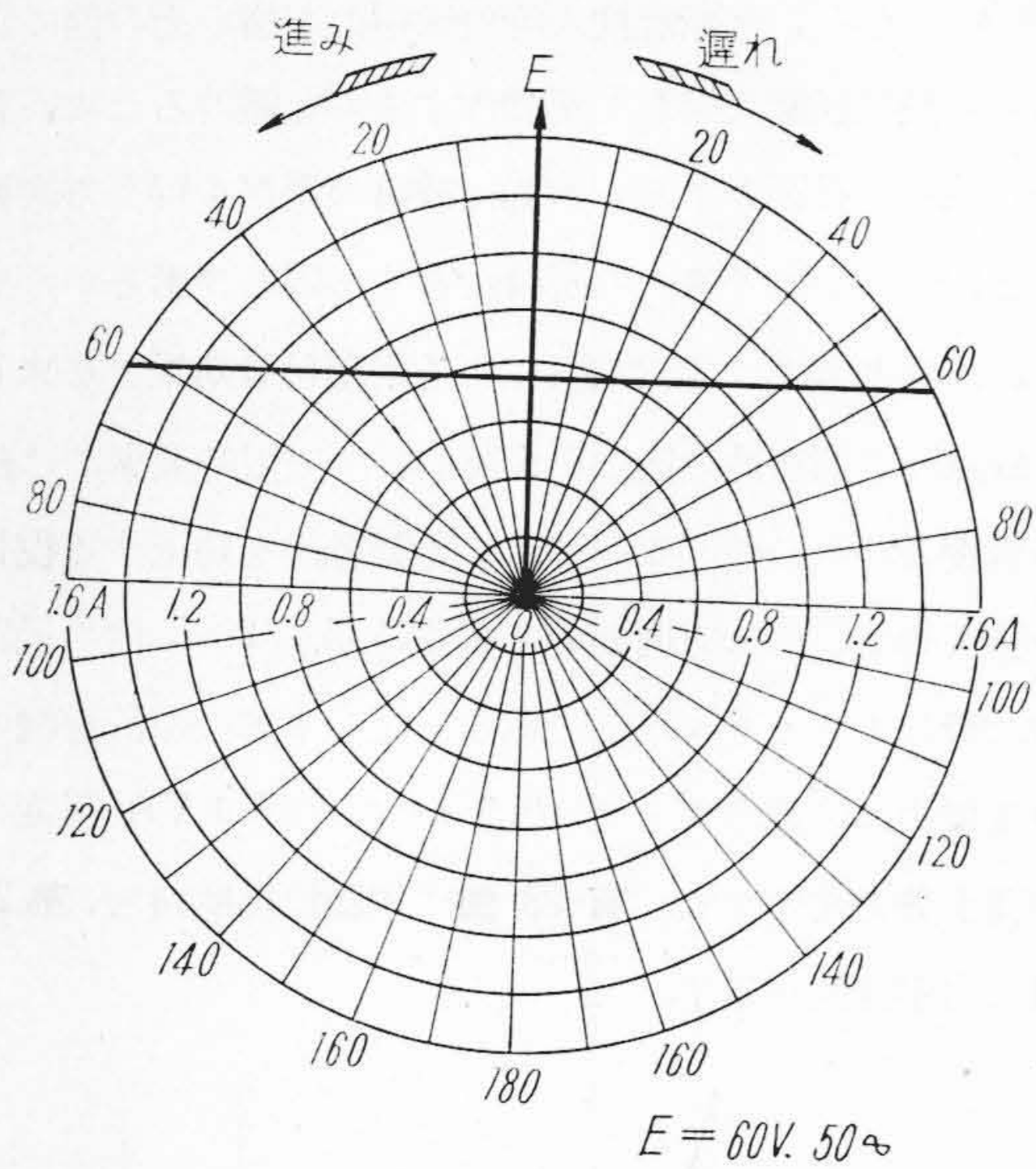
い。然し乍ら、遮斷器投入時の三相の不揃いその他による故障類似状態に對して誤動作するのを避けるため、若干の限時を必要とする。本器は故障の選擇を行う方向要素と、2—2.5サイクルの限時を有する限時要素とから成り、方向要素には零相電壓による電壓付勢効果を加味して故障時の選擇性の向上を企圖し、一方限時要素には遮斷器投入時その他のサージによる誤動作を防止する役目を持たせている。方向要素の動作時間は2—3倍の過電流に對し1サイクル以下である。なお本器の電流線輪の所要電力は、最小タップ(0.5A)で約0.1VA程度の特別小勢方式である。第23圖に本器の感度特性、第24圖に力率特性を示す。



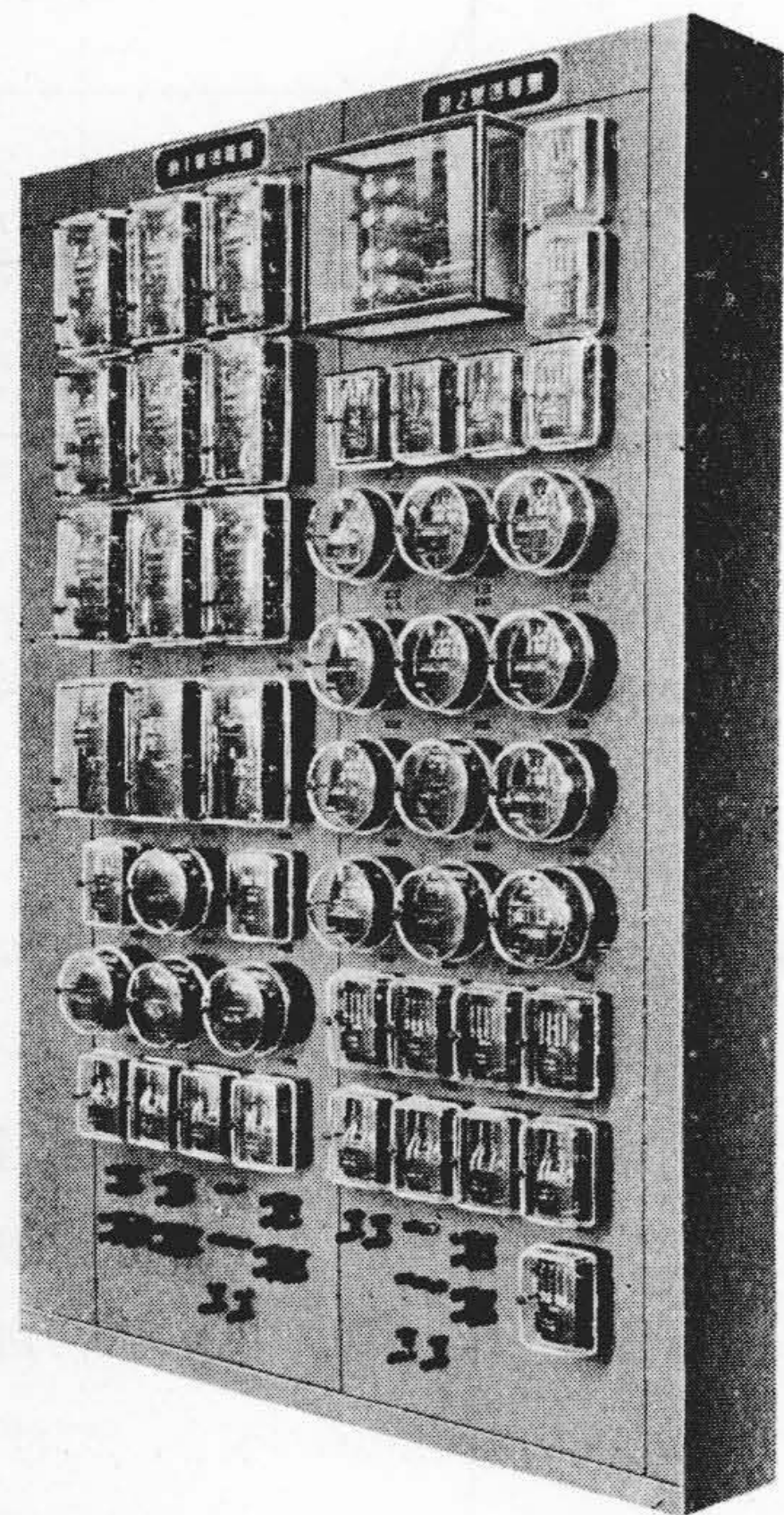
第23圖 高速度選擇接地繼電器の感度特性
Fig. 23 Sensitivity of High Speed Selective Ground Relay.

(B) 後備保護用繼電器

後備保護用繼電器は搬送保護繼電裝置が故障の場合の後備保護として設けられたものであるが、この兩者の動作に順位を付することなく、故障発生時には全く兩者同時に動作を開始し、先に働いた方が遮斷器を引外すことになる。後備保護繼電器は二回線に對し電力平衡繼電方式をとっているから、短絡故障の場合、故障點が何れか一端に偏した時は近端の遮斷器は後備保護繼電器で引外し、遠端の遮斷器は搬送保護繼電裝置で引外すことも起り得る。後備保護に用いられる繼電器は、短絡故障に對し2回線用として誘導環型電壓抑制付高速度逆電力繼電器(KRV-QW 但し中間端子付)を用い、1回線用とし



第 24 圖 高速度選擇接地繼電器の力率特性
Fig. 24 Polar Diagram of High Speed Selective Ground Relay.



第 25 圖 送電線用保護繼電器盤
Fig. 25 Relay Board for Transmission Lines.

ては、この方向要素に誘導型電壓抑制付過電流繼電器 (IOV-C) を組合せて使用する。又地絡故障に對しては

前者に誘導型限時接地方向繼電器 (IG-WXL₁₁ 但し中間端子付) を、後者に誘導型過電流繼電器 (IO-L₁₁) を使用している。1 端子 2 回線分の搬送保護用繼電器及び後備保護用繼電器類は、母線保護繼電器と一緒に直立盤面に收容されている。(第 25 圖)

(C) 搬送装置

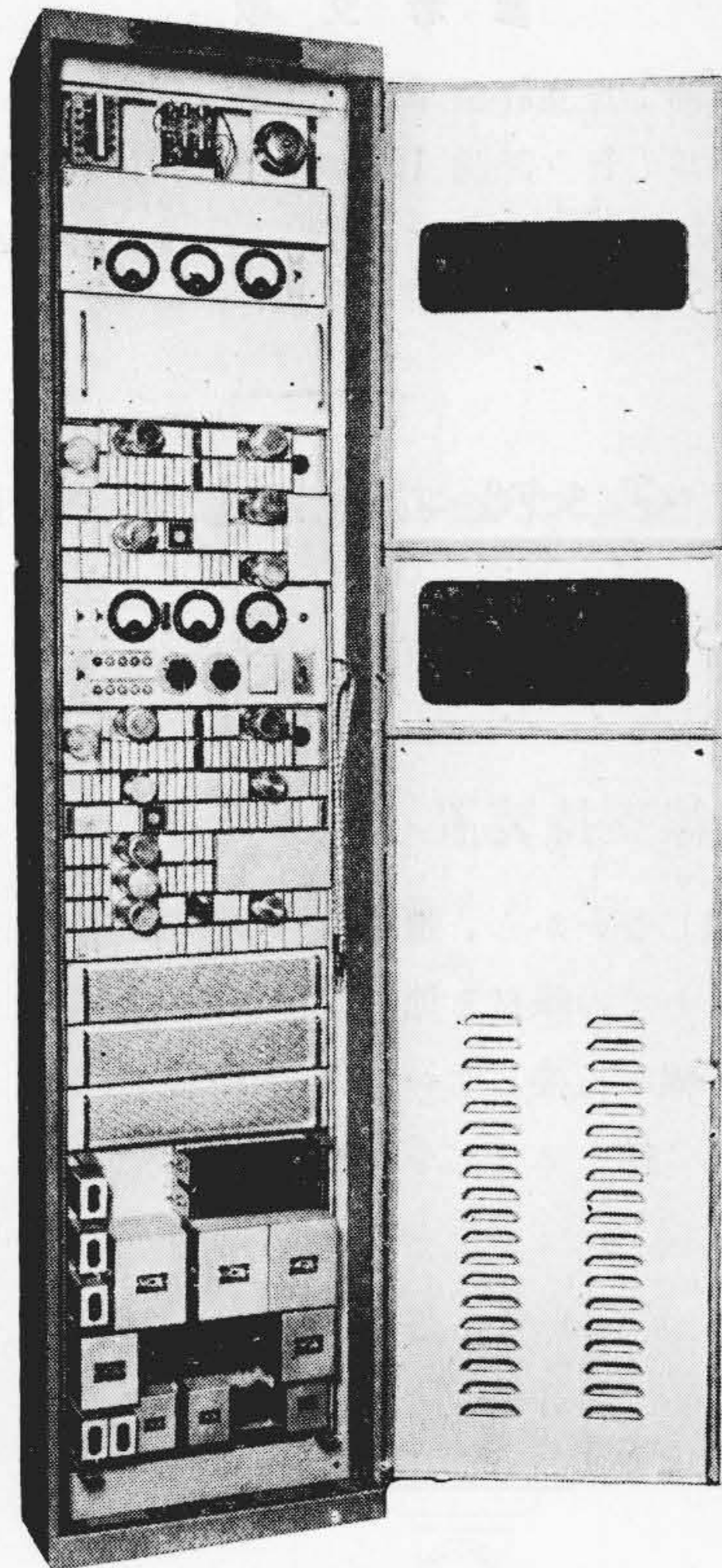
搬送装置の仕様概要は次の如くである。

型 式	CP-1
定 格	非變調搬送波連續送出
線路減衰	220 kc にて 10 db 以下
傳送回路	一線大地歸路式
送信出力	5 W (37 db) 以上
受信出力電流	DC 100 mA 以上
發信方式	水晶制御發振方式
受信方式	スーパーヘテロダイン方式
電源入力	AC 單相 100 V
出力	DC 300 V—24 V
使用真空管	CZ-504 D 10 本 CZ-501 D 3 本

送受信周波數 第 18 圖参照

本装置は高さ 2,350 耗、巾 540 耗の標準鐵架實装とし、取付パネルは上より (a) 線路濾波器盤、(b) 保安器盤、(c) 受信濾波器盤、(d) 搬送波送信増巾器盤、(e) 試験盤、(f) 檢波局部發振器盤、(g) 音聲直流増巾器盤 (h) 繼電器盤、(i) 抵抗器盤、(j) 可熔片盤、(k) 電源盤の順序である。なお (d) 及び (f) には豫備發振器が夫々實装されている。第 26 圖は本装置の 1 端子 1 回線分の外觀である。搬送保護用として特に製作に注意した點は、装置の時定數を小にすること (3 ms 以下) と、受信濾波器の通過帶域を可及的狭く (±50 サイクル程度) 且、通過帶域減衰量を極力小 (15 db 以下) にする一方、遮斷帶域減衰量を大きくする (±10kc にて 80 db 以上) ことであつた。受信濾波器としては狭帶域の不平衡型水晶濾波器を使用したか、この減衰特性は第 27 圖に示す如くで、満足すべき結果を示している。なお第 28 圖は本装置のレベルダイヤグラムである。

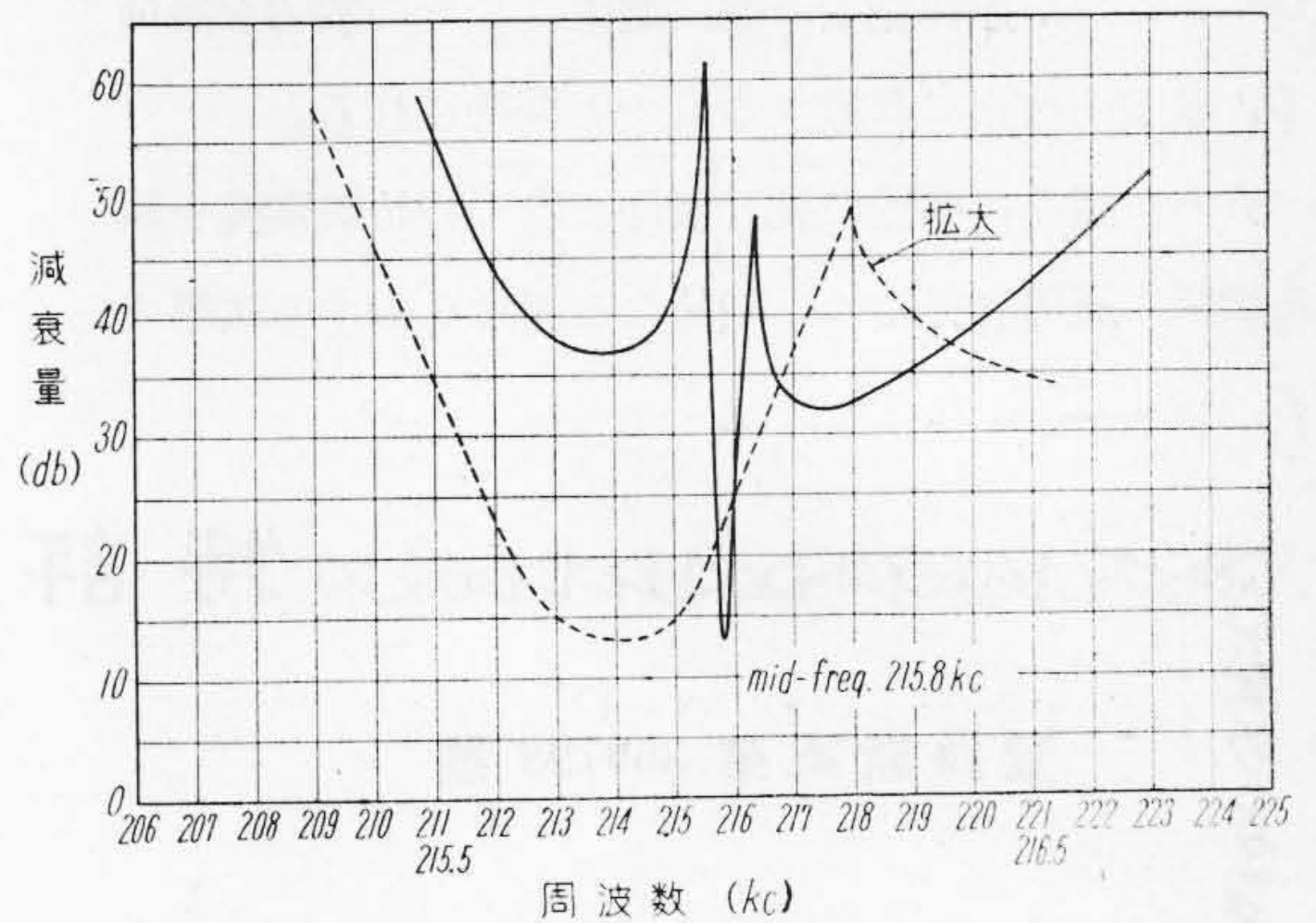
(4) 本装置の特長



第26圖 搬送装置
Fig. 26 Carrier Set.

本装置の特長を要約すれば次の如くなる。

- (a) 常時送出式なる故點檢装置を必要としない。
- (b) 傳送不良及び搬送装置故障の場合は自動的に本装置を閉塞し、爾後の保護は後備保護繼電器に委ねられるから、誤遮斷の懸念がなく且、無保護の状態に放置されることのない。
- (c) 電力動搖その他の故障類似状態で誤動作することはない。
- (d) 非變調異周波送信とし、受信は狹帯域水晶濾波器を通してヘテロダイン檢波を行っているので、相互干渉や雑音波の影響を受けることが少ない。
- (e) 保護點檢に便なる様充分の考慮が拂われている。
- (f) 綜合動作時間は2サイクル程度の高速度

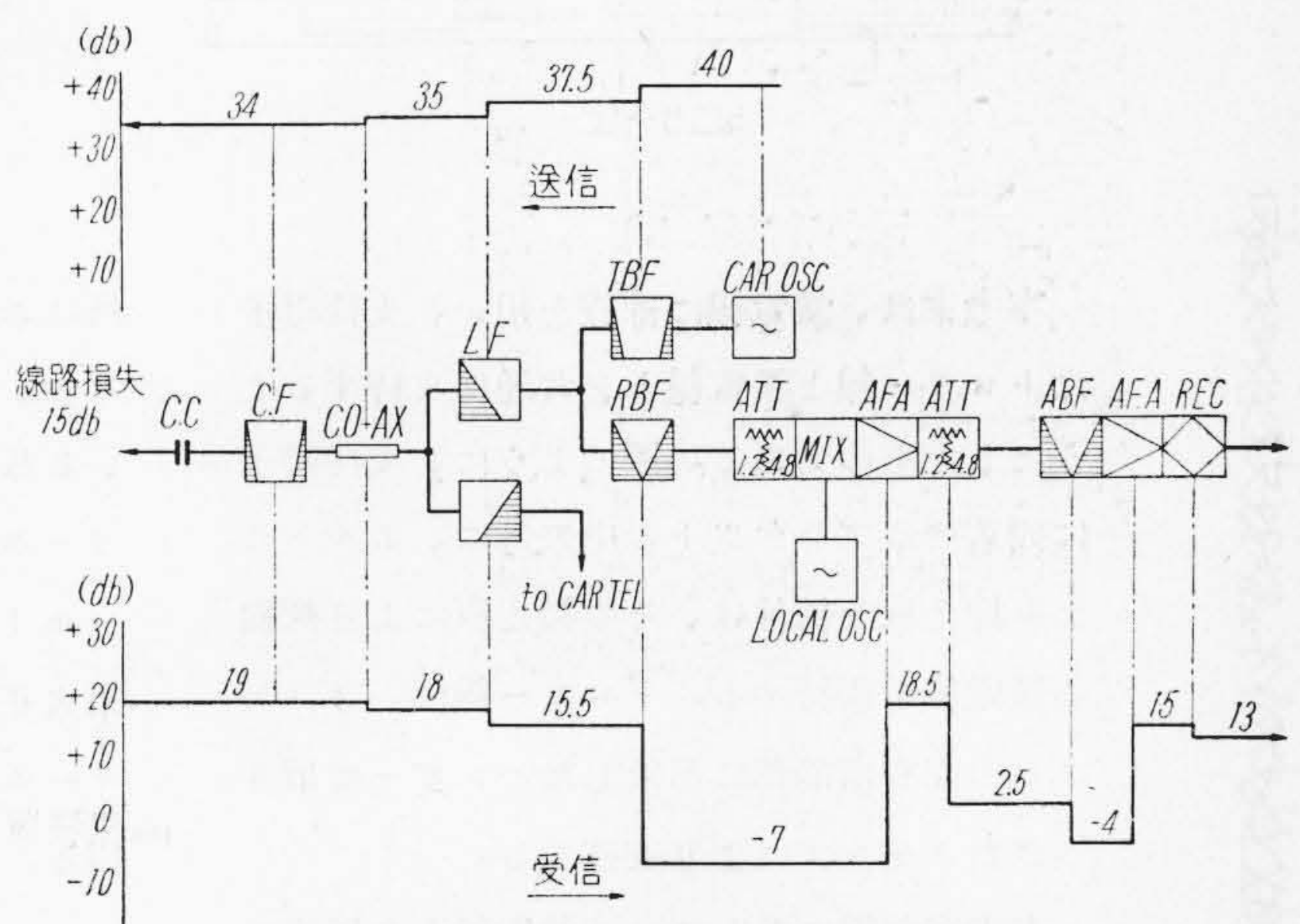


第27圖 受信濾波器の減衰特性
Fig. 27 Attenuation Curve of Receiving Filter.

度である。

[VI] 結 言

國鐵山邊發電所は既設の千手發電所と共に鐵道電化の心臓部をなす重要な發電所であり、又これに連なる送電線は一刻たりとも無爲の停電を許されない重い使命を持っている。本發電所及び送電線用電力機器の殆んど全部は日立製作所の製作に係り、最新の技術を結集して綿密周到な計畫の下に製作された。配電盤及び送電線保護繼電裝置も以上述べた如く括目に値する最新式のものであ



第28圖 レベルダイヤグラム
Fig. 28 Level Diagram.

つて、これが運轉開始の時は遺憾なくその威力を發揮して、輸送力増強に貢献するものと期待される。

終りに臨み、機器の設計製作に際し終始御鞭撻を賜つた國鐵の関係者各位に、深甚なる謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 小柳：日立評論 32, 2 (昭 25)
- (2) 川井：日立評論 15, p. 289 (昭 17-6)
- (3) 辻田、森山：オーム、保護繼電器特集號 (昭 25—11)

特 許 紹 介

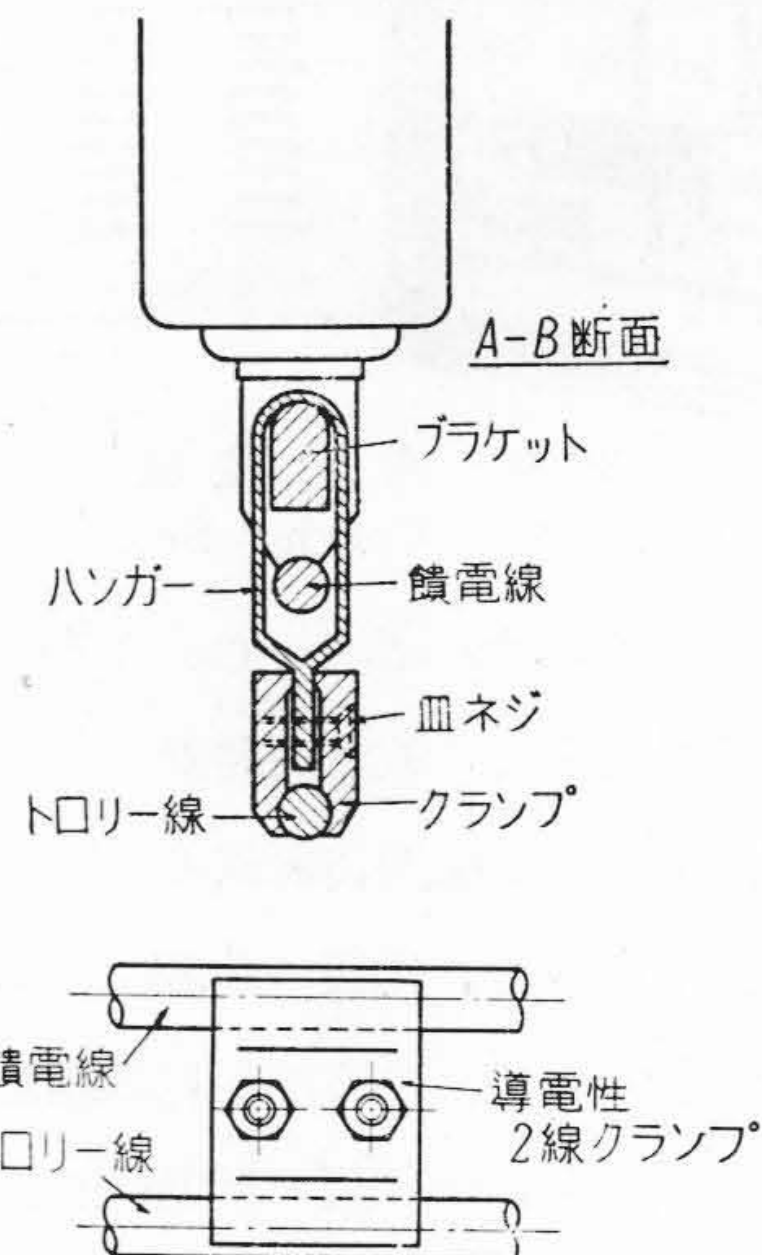
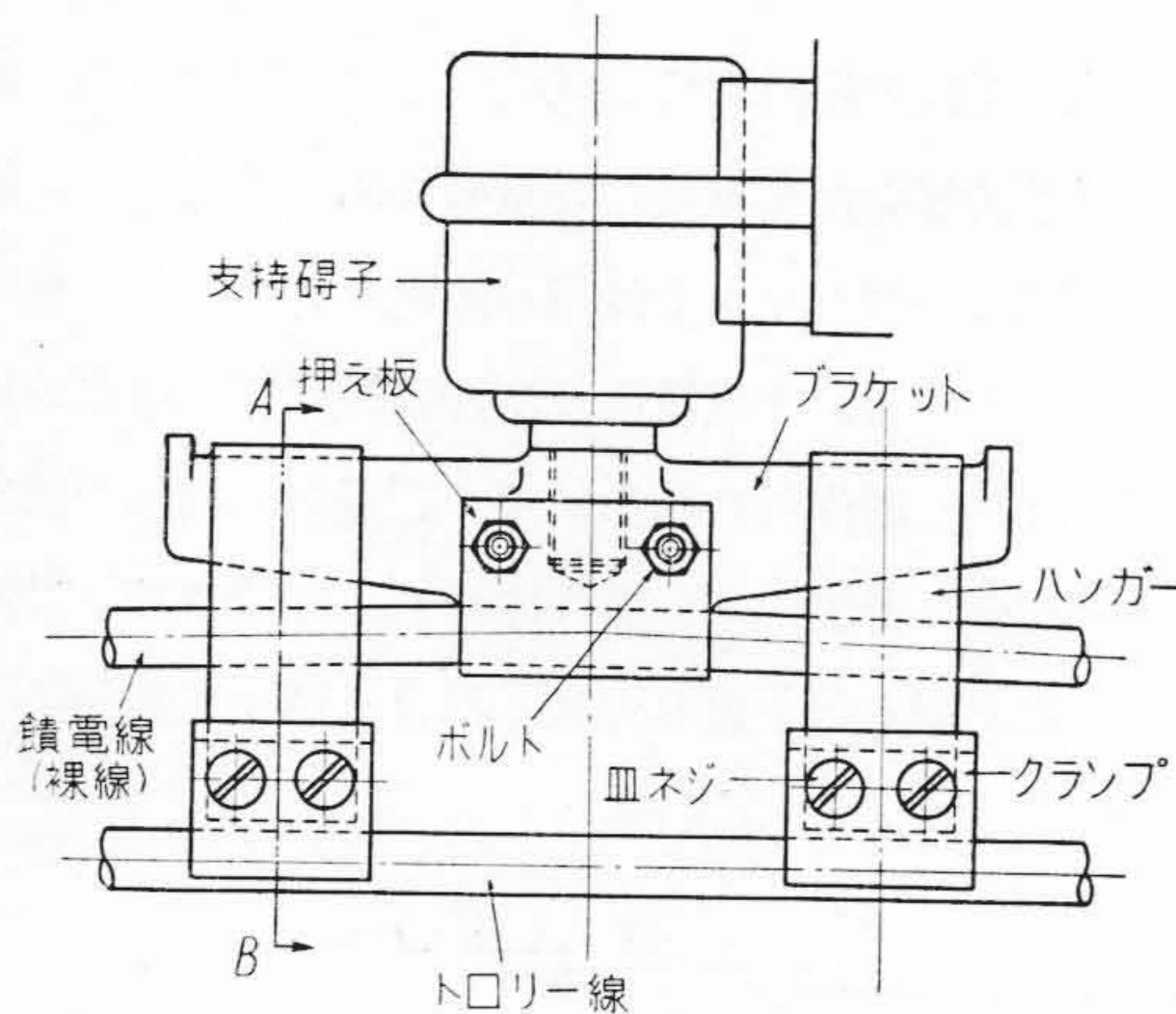
登録新案第 359798 號

原 政 次

饋電線支持を兼ねたるトロリー線支持装置

電動移動起重機に電力を供給するためのトロリー線内の電壓降下を補償するのに使用する饋電線には、従来絶縁線を用い、これを金屬管に収めるのを常とする。

事にて配線しないから、饋電線用の金屬管及び附屬品としての鐵材を節約し得、又饋電線がトロリー線に近接しておりかつ裸線なので、導電性 2 線クランプを使用して所望の箇



本考案は、饋電線に裸線を用い、支持碍子にトロリー線と饋電線とを共通に支持するようにしたものである。圖のように、支持碍子に固着せるブラケットの中央部に、ボルトにより抑え板を締付け、その抑え板により裸線の饋電線を支持する。トロリー線は、ブラケットの左右両端部に吊架したハンガーに取りつけたクランプにより支持する。

本考案装置においては、饋電線を金屬管工

所において饋電を簡単に行うことが出来る。なお、トロリー線はブラケットに懸垂されている故十分なる可撓性を保有し、従つてトロリーホイール通過時の衝撃を緩和し、トロリーホイールの脱線・跳躍を防止し得、その結果火花發生の機會を減少し、火花によるトロリーホイール及びトロリー線の磨耗を減少し得る。(富田)