

送電線の高速保護継電方式

川井晴雄*

High Speed Protective Relay System for Transmission Lines

By Haruo Kawai

Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

In case the transmission line sustains troubles such as shortcircuit, grounding, or any other similar faults, the section under faults must be immediately selected for isolation. Particularly, in these days when the transmission system has been complicated and used for an increasingly larger load the importance of the rapid isolation of faults has become also increasingly greater. Such requirement has naturally led to the development of power balance protective relay system, consisting of high speed power directional relay, for use on the parallel two-circuit lines, and for the protection of single-circuit line, high-speed distance relay is in a tendency to a wider application. However, regardless of the composition of transmission line system the use of pilot wire relaying or carrier relaying is considered essential for the positiveness of simultaneous breaking.

In the present article, the writer describes these power balance protective relay system, distance relay system, pilot wire relay system and carrier relay system, in terms of their constructional details and application standard.

〔I〕 緒 言

送電線に短絡、接地などの故障が発生した場合、この故障をすみやかに除去して安定な送電を継続することが必要である。そのためには送電線に発生した故障がいずれの区間に存在するかを迅速かつ確実に検出しなければならない。これを果すのが保護継電器の役目である。

系統が錯綜しかつ輸送電力が増大するにつれ、故障区間の迅速遮断は系統の過渡安定度確保の見地からもますます重要な問題となり、保護継電方式の責務も遮断器のそれと相俟つて一段と重きを加えつゝある。由来、保護継電方式は系統構成と密接不離のものであるから、保護継電方式の立場からいえば、系統は分岐線のない並行二回線構成か、環状構成が望ましく、前者に対しては電力平衡継電方式もしくは距離継電方式、後者に対しては距離継電方式を採用すれば一応目的は達せられる。しかし、経済的見地や地理的条件などから、日本の送電線は

分岐線を有するのが普通であつて、近年に至り保護継電方式の適用しやすい系統構成とすることに大分関心が深められては来たものゝ、今後ともこの傾向は相当根強いものと考えねばならない。

分岐線を有する送電線に対しては、その分岐線の数、分岐線自体の背後電力の有無、分岐の出ている位置などを勘案して若干工夫を加えることにより、従来の平衡継電方式または距離継電方式などを適用することは可能であるが、もとより完璧な保護は望むべくもなく、故障点の位置により二段切、三段切となるのはやむをえない。このような系統に対しては、原理的に系統構成のいかに左右されない方式、すなわち表示線保護継電方式もしくは搬送保護継電方式を適用することにより、始めて高速同時遮断を行うことができる。

以上要するに、送電線の保護継電方式は適用する系統の状態を十分調査し、かつその送電線の重要度に対する経済的バランスの上に決定さるべきものである。一般的にいつて、電力平衡継電方式、距離継電方式を基幹とし、

* 日立製作所日立国分分工場

重要度の高い系統、特に一刻たりとも停電を許されない重要系統で再閉路方式の採用を必要とする系統に対しては、表示線保護継電方式、もしくは搬送保護継電方式を適用すべきである。

以下、日立製作所が推奨する送電線の高速度保護継電方式につき述べる。

〔II〕 電力平衡保護継電方式

第1図に高抵抗接地並行二回線系統に適用する電力平衡保護継電方式の接続を示す。この方式は原理的には従来のものと変りないが、使用継電器が高速度動作のものであることおよび短絡保護用は電圧抑制型であることを特長としている。すなわち、短絡保護用の KRV 型 QW 式電圧抑制付高速度電力方向継電器⁽¹⁾は電流要素、方向要素とも軽量の誘導環に誘起される強大な回転力により接触を閉成するもので、電流要素には線間電圧による抑制が与えられ、定格電圧ではタップ電流の4倍の過電流が流れて始めて動作する。すなわち短絡故障時は線間電圧が低下して抑制が解かれ 20 ms 前後の高速度で動作する。系統によつては常時負荷電流と短絡故障時の電流の大きさがあまり差違のない場合があるが、本継電器では

タップ整定を低くとつても常時送電状態において誤動作するおそれがないから、このような系統に対しても高速度動作が十分期待できる。つぎに接地保護用の KG 型 QC 式瞬時動作接地方向継電器は電流要素を持たない純粹の電力継電器で、KRV 型 QW 式と同様誘導環を用いている。本器は遮断器投入時の三極不揃いによる過渡的の不均衡状態や、その他のサージに対し誤動作することのないよう、べつに二次短絡回路を有する電磁石式限時要素を内蔵し、方向要素が動作してから 40~50 ms の限時をもつて引外回路を閉成する。

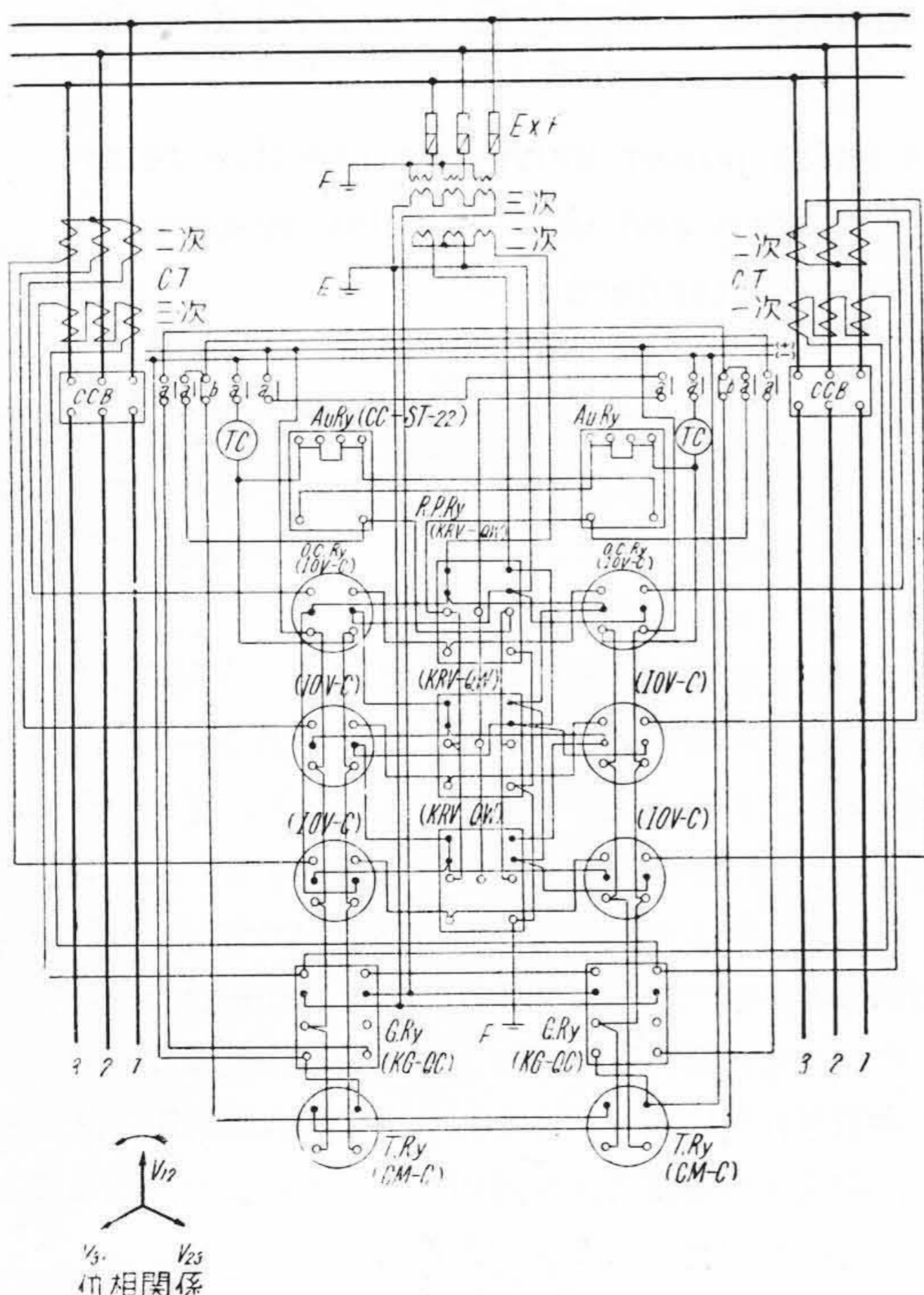
なお後備保護および一回線遮断後の保護継電器として、短絡に対し IOV 型 C 式電圧抑制付誘導型過電流継電器、また接地に対し、前記 KG 型 QC 式接地方向継電器に CM 型 C 式直流限時継電器を組合せ使用する。本方式においては一回線になつた場合、高速度動作は望めないが、つぎに述べる距離継電方式を併用すれば短絡故障に対し 20 ms 前後の高速度動作を行わせることができる。ただし接地故障に対しては高抵抗接地系統の場合、表示線式あるいは搬送式を採用しない限り高速同時遮断は不可能である。

〔III〕 距離保護継電方式

距離継電器はこれを設置した位置から故障点までの距離を測定し整定値以内であれば動作する継電器であつて、これに比例限時式と階段限時式の2種類がある。前者は故障点までの距離に比例した限時をもつて動作し、後者は整定値以内の故障に対してはその距離に無関係に高速動作するもので、高速度保護継電方式には勿論後者が使用される。日立距離継電器には、短絡に対して AZ 型 QC 式高速度インピーダンス継電器、直接接地系統の接地保護用として AX 型 QC 式高速度リアクタンス継電器がある。

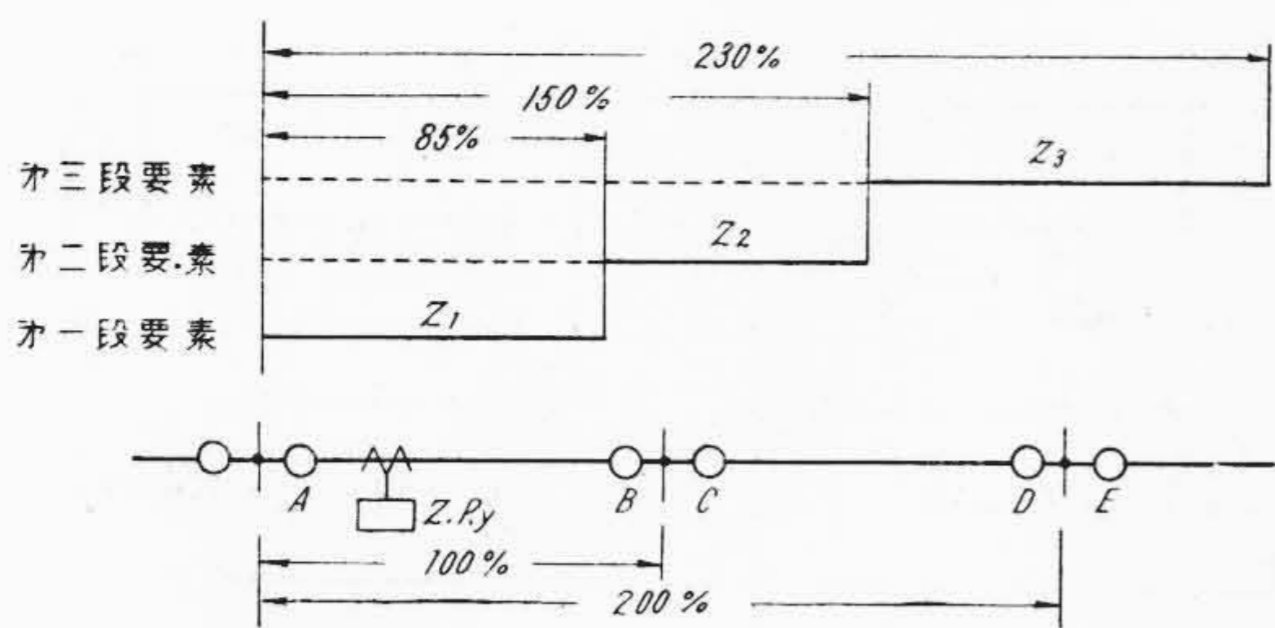
AZ 型 QC 式高速度インピーダンス継電器⁽²⁾は3つの距離測定要素より成り、第2図に示すごとく整定して使用するのを標準とする。すなわち、第一段測定要素は保護区間の85%、第二段は隣接区間の50%、第三段はさらにつぎの区間の30%に整定する。各段とも継電器自体としては高速度動作を行うが、第二段、第三段には CM 型限時継電器を併用して隣接区間の継電器動作による遮断完了までに要する時間以上の限時をとらせる必要がある。また第三段は、系統の電力動揺ないし同期外れ状態における第一段、第二段の誤動作防止にも使用されること第3図に示すごとくである。なお本継電器には KHV 型 QC 式電圧抑制付高速度電力方向継電器を併用し、第4図に示すごとく接続して使用するのを標準とする。

電流線輪に二相の差電流を導入するのは、二相短絡時

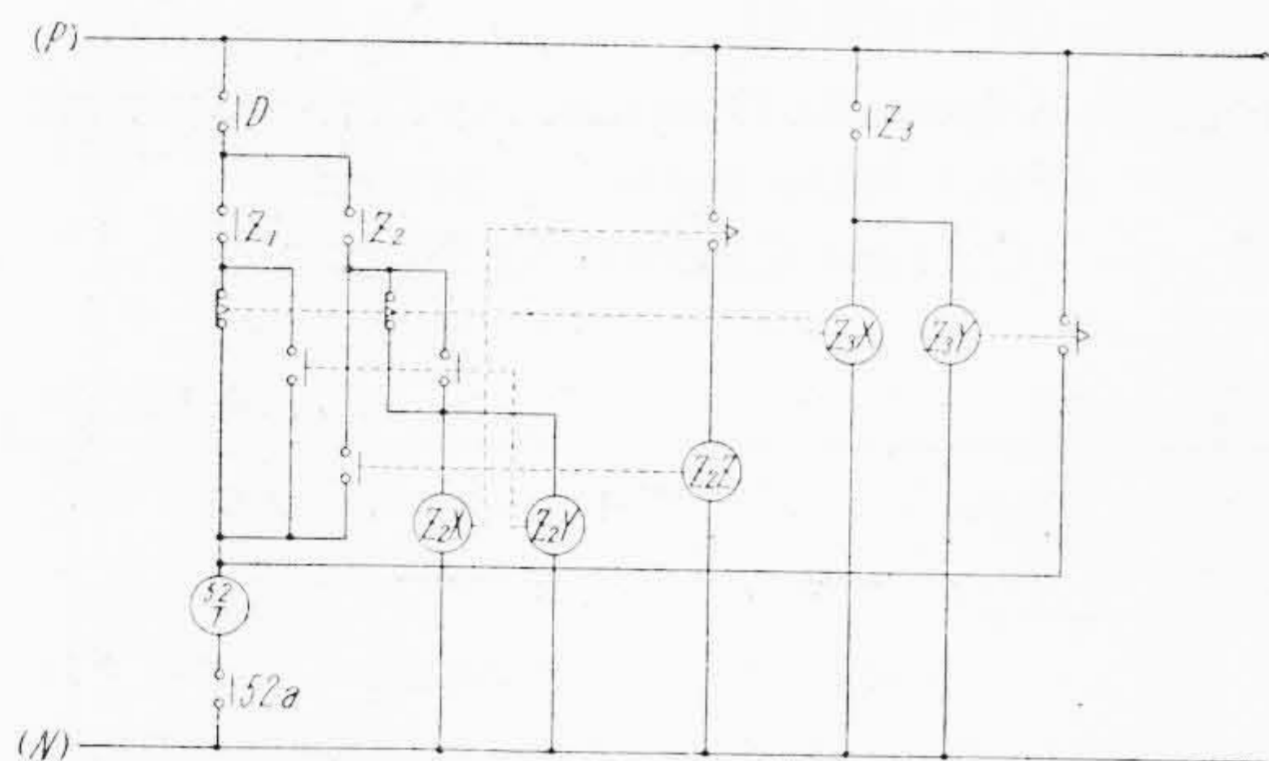


第1図 並行二回線の電力平衡保護継電方式接続図

Fig. 1. Connection Diagram of Power Balance Protection Applied for Parallel Transmission Line



第2図 インピーダンス継電器の整定
Fig.2. Setting of Impedance Relay



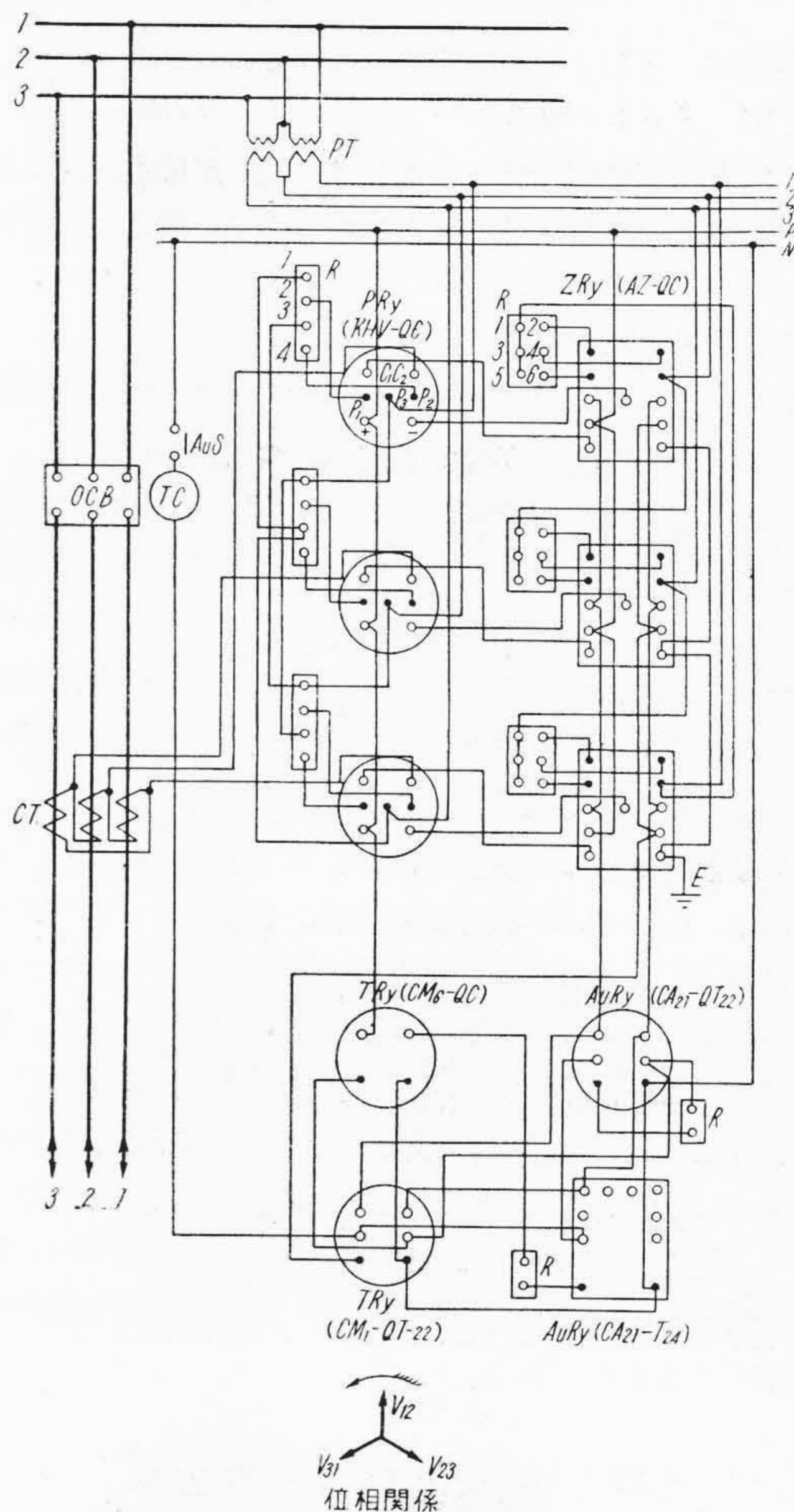
- D: KHV-QC 方向継電器
- Z: AZ-QC インピーダンス継電器
- Z₁: AZ-QC 第1段要素
- Z₂: AZ-QC 第2段要素
- Z₃: AZ-QC 第3段要素
- Z₂X: CM₆-QC 限時継電器 (0.6 s)
- Z₂Y: CA-QT₂₂₋₂₂ 高速度補助継電器
- Z₂Z: CA-QT₂₄ 高速度補助継電器
- Z₃X: CM₁-QT₂₂
- Z₃Y: CM₂ 限時継電器

第3図 距離継電方式の展開接続図
Fig.3. Sequence Diagram of Distance Relaying System

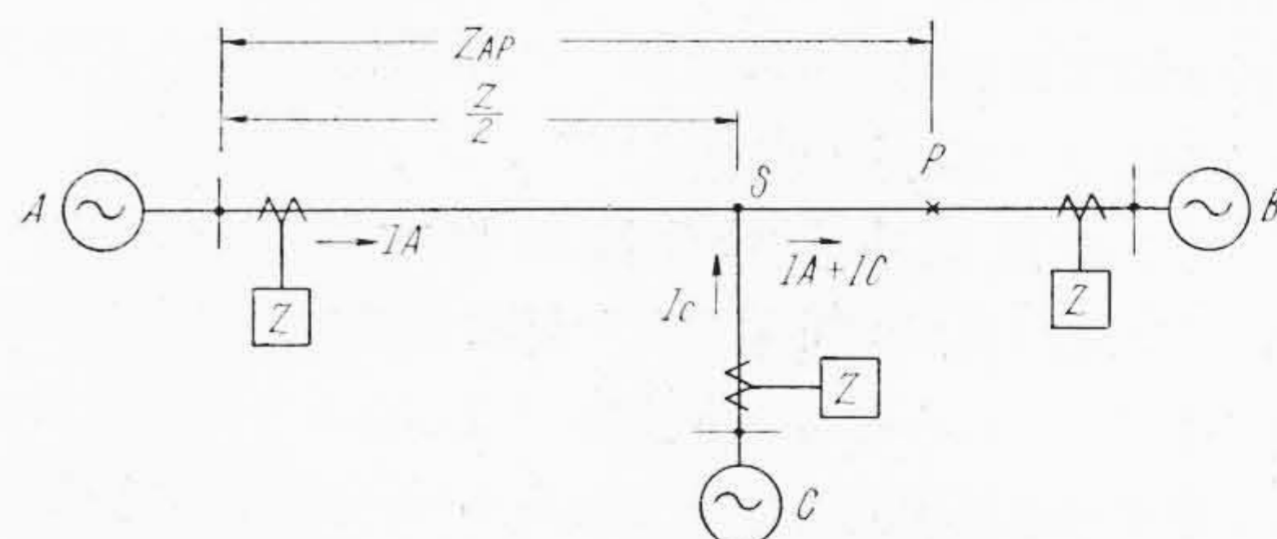
と三相短絡時の継電器からみたインピーダンスを同一ならしむるためである。

つぎに AX 型 QC 式高速度リアクタンス継電器⁽³⁾は 2つの距離測定要素より成り、これが整定はインピーダンス継電器の場合と同様である。たゞし、本継電器は純粋のリアクタンス型でなく、インピーダンス型の変形すなわちオフセットインピーダンス型である。すなわち送電線の負荷が大きく、力率 100% 近くで運転されている場合に、普通のリアクタンス型継電器は定常状態で動作することがあるので、インピーダンス円の半径を大きくしてその中心を原点から移動し、送電線のインピーダンス角に相当する点でリアクタンスの測定が正確にできるよう考慮したものである。

つぎに距離継電方式を多端子系統に適用した場合の保護能力につき検討してみる。第5図に示すごとく三端子系統を例にとり、分岐点 S までの各送電線の互長を等しいものとする。故障が P 点に発生すれば、



第4図 短絡故障保護距離継電方式接続図
Fig.4. Connection Diagram of Distance Relaying System for Short Circuit Fault



第5図 三端子系統に対する距離継電器の適用
Fig.5. Application of Distance Relay for Tapped Line

$$E_A = \frac{Z}{2} \cdot I_A + \left(Z_{AP} - \frac{Z}{2} \right) (I_A + I_C)$$

$$= Z_{AP} I_A + \left(Z_{AP} - \frac{Z}{2} \right) I_C$$

したがって、A 端の継電器からみたインピーダンスは、

$$\frac{E_A}{I_A} = Z_{AP} + \left(Z_{AP} - \frac{Z}{2} \right) \frac{I_C}{I_A}$$

となる。今 (1) $I_C = 0$, (2) $I_C = I_A$, (3) $I_C > I_A$ の三つ

の場合につき、この値を比較してみる。

(1) $I_C=0$ の場合

すなわちC発電所休止の場合は、 Z_{AP} が整定値内にあれば継電器は動作する。すなわち二端子の場合と変わらない。

(2) $I_C=I_A$ の場合

$(Z_{AP}-\frac{Z}{2})$ だけ大きいインピーダンスが継電器へ導入されるから Z_{AP} が整定値内にあつても動作しない。すなわち整定値を $0.9Z$ とすれば、 $Z_{AP}=0.9Z$ の場合は、継電器からみたインピーダンスは $1.3Z$ となり不動作である。また継電器に導入されるインピーダンスが $0.9Z$ となるときの Z_{AP} は $0.7Z$ であつて、保護能力は整定値に対し $\frac{0.7}{0.9} \times 100 = 78\%$ に低下したことになる。

(3) $I_C > I_A$ の場合

保護能力がいつそう狭くなる。たとえば $I_C=3I_A$ とすれば、 $Z_{AP}=0.9Z$ に対し継電器からみたインピーダンスは $2.1Z$ となる。また継電器に導入されるインピーダンスが $0.9Z$ となるときの Z_{AP} は $0.6Z$ であつて、保護能力は整定値に対し $\frac{0.6}{0.9} \times 100 = 67\%$ に低下したことになる。なお $I_C \gg I_A$ の場合は Z_{AP} は $0.5Z$ すなわち 56% になることは当然である。以上からあきらかなごとく、電源容量のあらゆる組合せを考慮した場合は、距離継電器は分岐点以内の故障に対してのみ確実な動作を保証しうるものである。

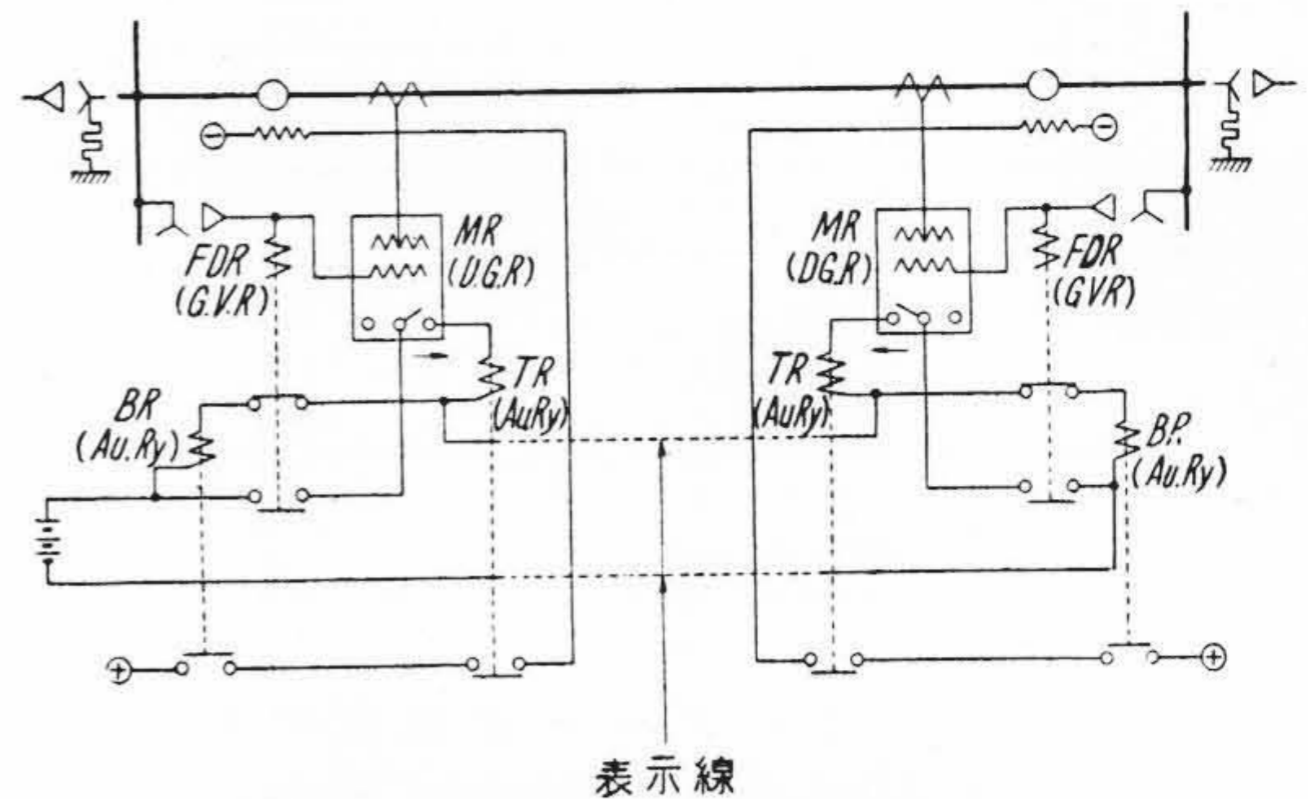
[IV] 表示線保護継電方式

すでにのべたごとく、系統の構成状態や故障点の位置いかんに関係なく、各端遮断器の同時遮断を行うためには、表示線保護継電方式または搬送継電方式を採用しなければならない。

表示線保護継電方式は大別して、直流式および交流式の二つに分けて考えられる。

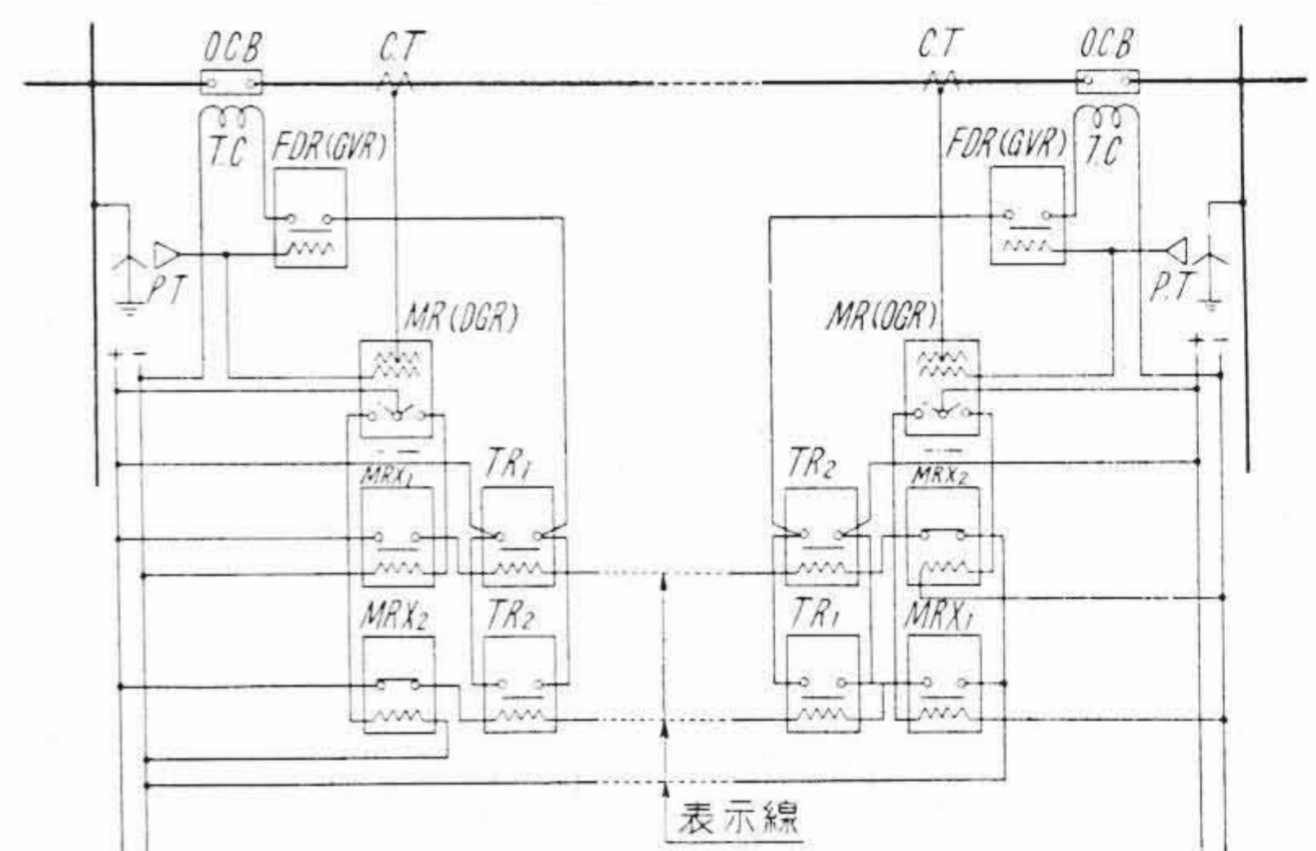
(1) 直流式表示線保護継電方式

この方式は各端に設置された保護継電器の接点を表示線で結び、これらの接点が全部閉成したときはあきらかに保護すべき区間内の故障であるから、表示線に直流を通じ各端の引外継電器を同時に動作せしめるものである。第6図に示すのは本方式の一例で、表示線には常時電流を通じて閉塞継電器(BR)を動作せしめ、引外回路を開放状態に保つ一方表示線の健否を監視する。送電線に故障が発生すれば、故障検出継電器(FDR)が動作して表示線を主保護継電器(MR)の接点側に切換え保護を行う。背後電力のない端子を持つ場合は、第7図に示すごとく指令を加味した方式による。本方式では背後電力のない端子で、主保護継電器が外部故障と判定して動作した場合は、たとえ背後電力を有する端子の主保護継電



第6図 直流式表示線保護継電方式動作説明図 (常時通電式)

Fig. 6. Schematic Diagram for Direct Current Pilot Wire Relaying System (Current Circulating Normally)



- FDR: 故障検出継電器
- MR: 主保護継電器
- MRX₁: 主保護用補助継電器
- MRX₂: 主保護用補助継電器
- TR₁: 引外し継電器
- TR₃: 引外し継電器

第7図 直流式表示線保護継電方式動作説明図 (一端に背後電力のない場合)

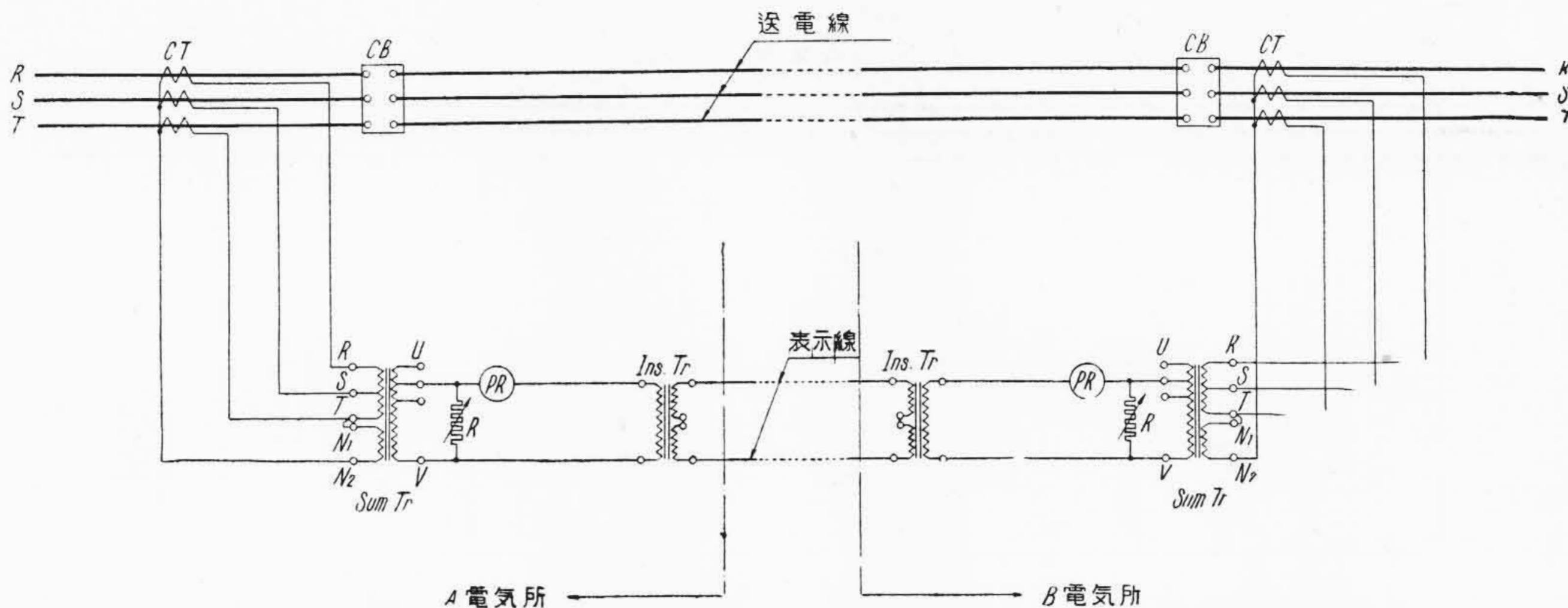
Fig. 7. Schematic Diagram for Direct Current Pilot Wire Relaying System (No Back Power on Either Side)

器が動作しても引外しは阻止される。

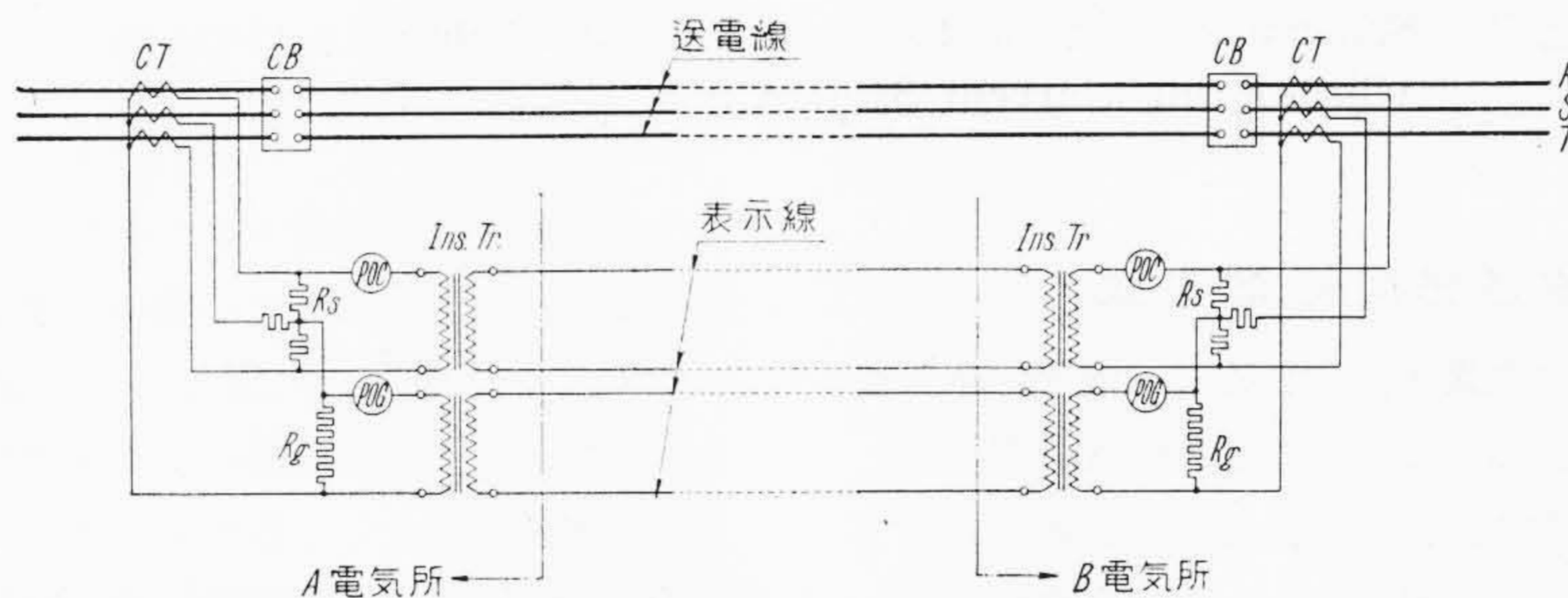
直流式表示線保護継電方式は主保護継電器として性能のすぐれた電力方向継電器(または距離継電器)を使用できることおよび多端子系統にも適用できることなどの利点があるが、表示線に誘起される誘導電圧に対し継電器接点の絶縁を強化しなければならないことおよび表示線は背後電力のない端子を持つ系統に対しては3本必要とすることなどの欠点を持つている。

(2) 交流式表示線保護継電方式

本方式は両端の電流位相を2本の表示線を介して直接比較し区間内故障を選択するもので、故障時のみ表示線に電流を通ずる電圧対向式と、常時表示線に電流を環流せしめる電流環流式とがある。



第8図 交流式表示線保護継電方式動作説明図 (総合変流器を用いた電圧対向式)
 Fig.8. Schematic Diagram for A.C. Pilot Wire Relaying System (Opposing Voltage System, Using Summation Transformer)



第9図 交流式表示線保護継電方式動作説明図 (電圧対向式)
 Fig.9. Schematic Diagram for A.C. Pilot Wire Relaying System (Opposing Voltage System)

第8図に示すのは電圧対向式表示線保護継電方式の基本的なものである。送電線に流れる電流は各相分、各対称分とも総合変流器二次側の单相電流に変換され、抵抗 R の両端に電圧降下を生ずる。定常送電状態および外部故障時には、この電圧は両端で相対向するごとく接続されているから表示線したがって保護継電器 PR に電流は流れないが、内部故障時には両端の電圧の極性が逆になるので、表示線に電流が流れ両端の PR が動作する。また一端に背後電力がない場合でも、他端から供給される電流により両端とも PR は動作する。短絡故障時の正、逆相電流と、接地故障時の零相電流の割合は系統によって大体決定されるから、総合変流器の一次側の二巻線の巻数比もこれより決つて来る。

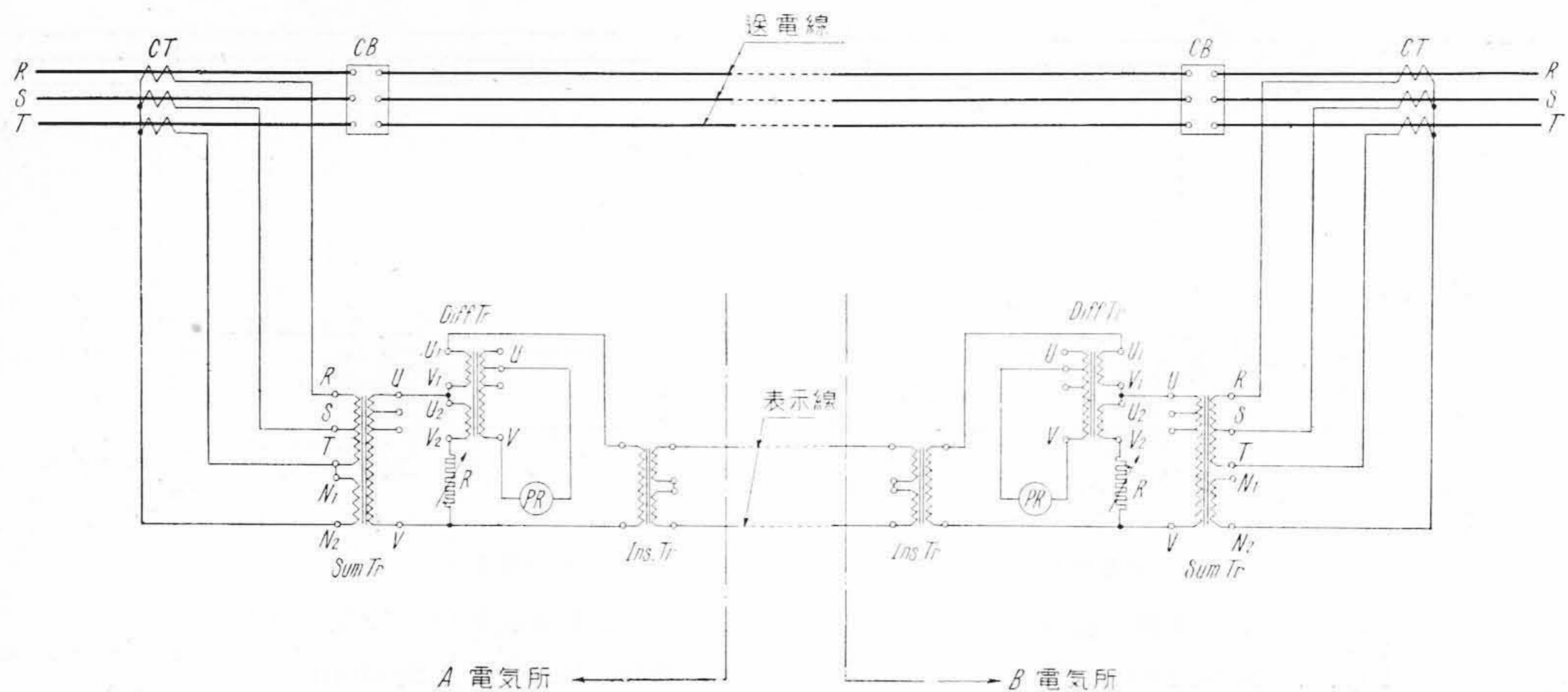
つぎに故障時の正、逆相電流に対し零相電流がきわめて小さい系統の場合、また送電線の亘長が短くかつ表示線も2本以上使用しうる場合には、第9図に示すごとく総合変流器を使用せず、短絡保護と接地保護を別回路として保護能力を向上せしめるのが得策である。東京電力株式会社新川線(140 kV 並行二回線、亘長 700 m)に納入した表示線保護継電装置は、本方式に依つたものであ

るが、昭和28年1月末に行われた現地試験に優秀な成績を収め、爾来順調に運転している。

本継電方式に使用される主保護継電器 PR は KO 型 LQC 式特別小勢力高速度過電流継電器で、消費電力約 0.1 VA、動作時間はタップ電流の5倍で 30 ms である。

つぎに電流環流式表示線保護継電方式は第10図(次頁参照)に示すごとくであつて、差動変成器の一次巻線は U_1V_1 , U_2V_2 の二巻線より成り、総合変流器の单相出力電流はこの二巻線に分流してアンペアターンを打消し合い、差動変成器の二次側に接続された主保護継電器 PR に電流を通じないが、内部故障時にはこの平衡が破れて PR を動作せしめるものである。本方式は電圧対向式に比し若干構成が、複雑だが表示線の健否を容易に監視できる利点がある。

以上述べたごとく、交流式は一端に背後電力のない場合にもそのまま適用できること、表示線の数は2本で足り、かつ絶縁変圧器により表示線よりの異常電圧を避けることなどの利点を持つが、多端子系統に適用困難な点で直流式におよばない憾みがある。



第10図 交流式表示線保護継電方式動作説明図 (電流環流式)

Fig.10. Schematic Diagram for A.C. Pilot Wire Relaying System
(Circulating Current System)

〔V〕 搬送保護継電方式

搬送保護継電方式は間接方向比較方式と電流位相比較方式の2つに大別される。これを表示線保護継電方式と対照してみると、前者は直流式、後者は交流式に該当する。しかし表示線の場合と異なり、いずれも連絡手段として搬送波を使用するから、線路に発生する雑音妨害波に災されない方式でなければならない。

(1) 間接方向比較搬送保護継電方式⁽⁴⁾

搬送保護継電方式の中で現在最も広く普及している代表的な方式は間接方向比較方式である。

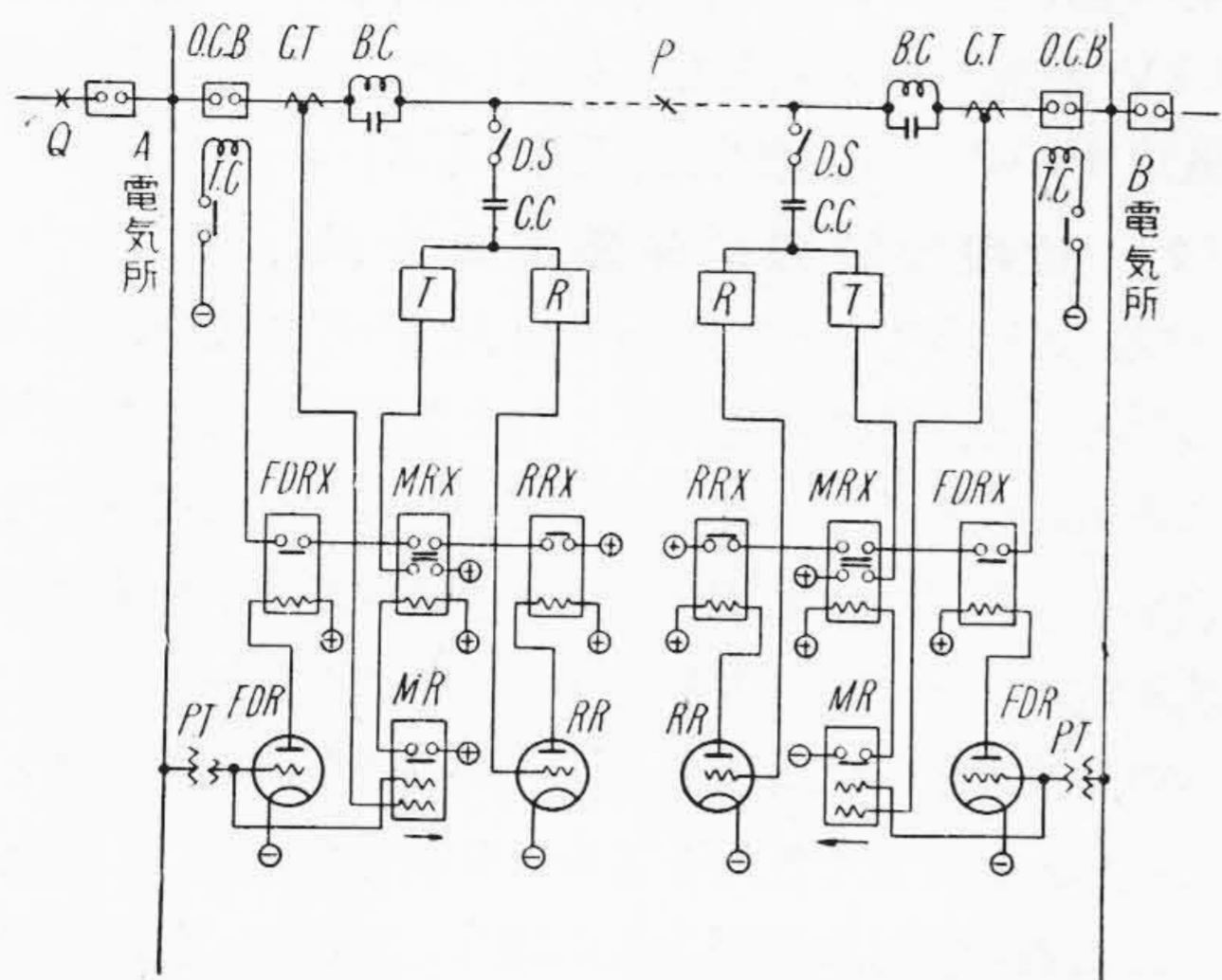
間接方向比較方式は各端の電力方向継電器(方向性距離継電器を含む)の動作を搬送波により連絡する方式であるから、信号の送受さえ確実ならば、原理的にいつて故障の選択が確実に行える。また送電線の亘長が長いときは搬送波の出力を上げてS/Nを所望の値に保てばよろしく、本質的に系統の構成に左右されない普遍的な方式である。

また間接方向比較方式にも多くの種類があるが、その中で代表的なものは常時送出積放式と故障時送出積放式およびこれらの変形方式である。前者においては搬送波は常に保護区間各端より発信され、各端の遮断器の引外回路を鎖錠しているが、線路に故障が発生すると故障区間各端の主保護継電器の動作によりその区間の搬送波を停止し、各端遮断器の鎖錠を解いて遮断する。また後者においては、搬送波は常時は送電線に送出されず各端遮断器の引外回路は鎖錠状態にあるが、線路に故障が発生すると故障区間各端の主保護継電器は動作して搬送波を発信し、各端遮断器の鎖錠を解いて遮断する。

つぎに搬送保護継電方式に使用する通信路の数は一保護区間内の一回線につき一種類とする場合(単一周波式と称す)と、各端子毎に異ならしむる場合(異周波式と称す)とある。水晶濾波器による狭帯域受信を行えばたとえ異周波式の場合でも各チャンネル間の周波数差400~(実際には170~まで可能)で、混信のおそれはない。したがって変調方式は原則として使用されないが、搬送路をテレメータその他の用途に共用する場合には変調方式を採用することがある。ちなみに水晶濾波器の通過帯域は200~で、1kc離調の処で80db以上の減衰を与えるものである。

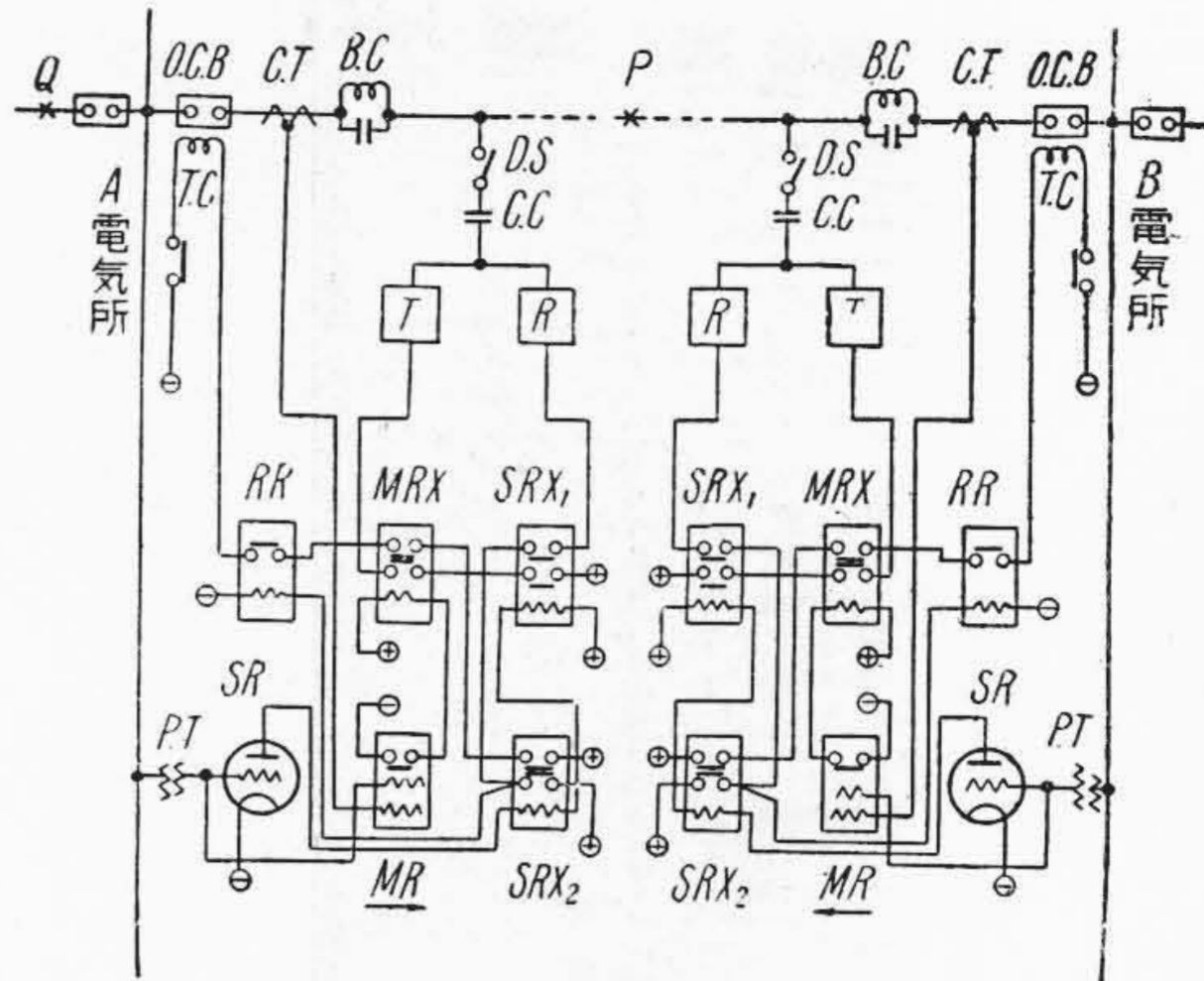
線路の伝送損失は一線大地帰線回路で大体0.1db/km程度であるが、接地事故時の伝送損失の増加が0.15db/km程度あることに注意せねばならない。また遮断器や断路器の開閉サージによる一時的の高周波雑音や、コロナによる連続的妨害雑音あるいはまた故障時の電弧による雑音などが搬送波の伝達に悪影響をおよぼす。これらの雑音妨害波の中で最も問題となるのは故障時の電弧によるものであつて、搬送周波帯に現われるこの種の雑音の強度は+30db(尖頭波50db)にもおよぶが、一般に継続時間が短い(20ms程度)ので常時送出積放式に対して遮断時間が若干延びる方向に作用するに止るが、故障時送出積放式の場合は誤遮断を招来する危険がある。

日立製作所では数次にわたる大規模な人工故障試験によりえられた貴重な経験を基として装置に幾多の改良を施し、常時送出積放式(CSR型)と故障時送出阻止積放式(CTB型)を標準方式と定め、需要に応じている。第11図はCSR型、第12図はCTB型の動作説明図である。



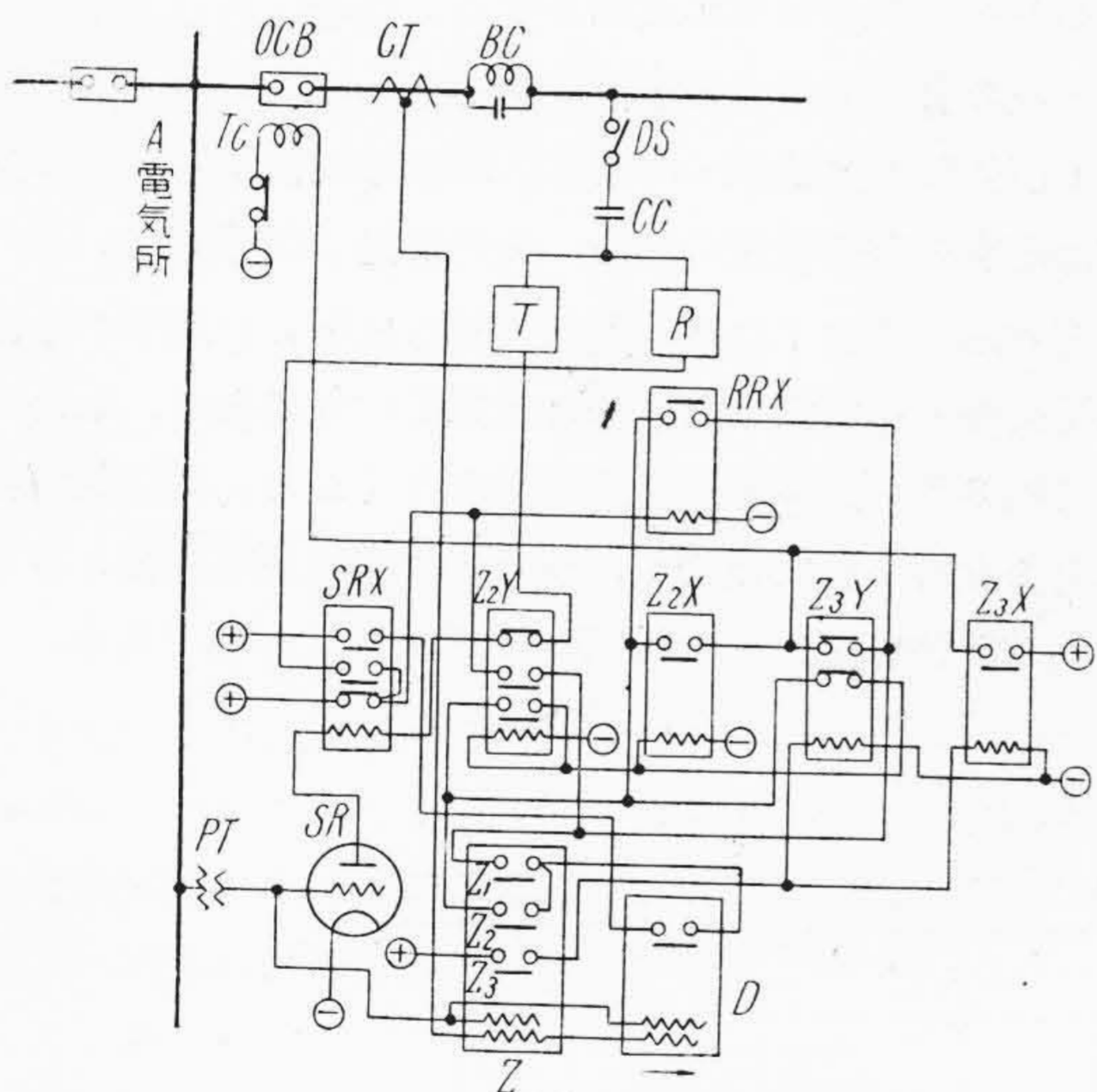
FDR: 故障検出継電器
FDRX: 同上用補助継電器
MR: 主保護継電器
MRX: 主保護用補助継電器
RR: 受信継電器 (真空管)
RRX: 同上用補助継電器

第11図 CSR型搬送保護継電装置動作説明図
Fig.11. Schematic Diagram for Type CSR Carrier Current Protective Relaying Set

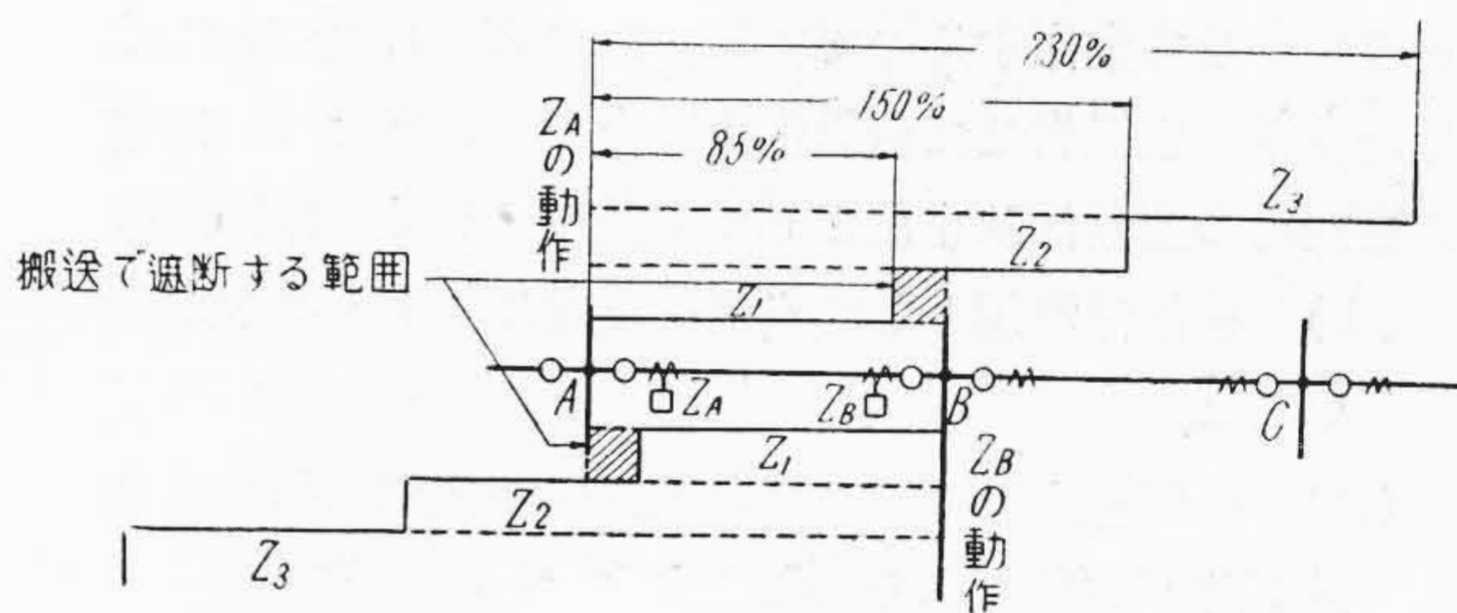


MR: 主保護継電器
MRX: 同上用補助継電器
SR: 故障検出継電器
SRX: 故障検出用補助継電器
RR: 受信継電器

第12図 CTB型搬送保護継電装置動作説明図
Fig.12. Schematic Diagram for Type CTB Carrier Current Protective Relaying Set



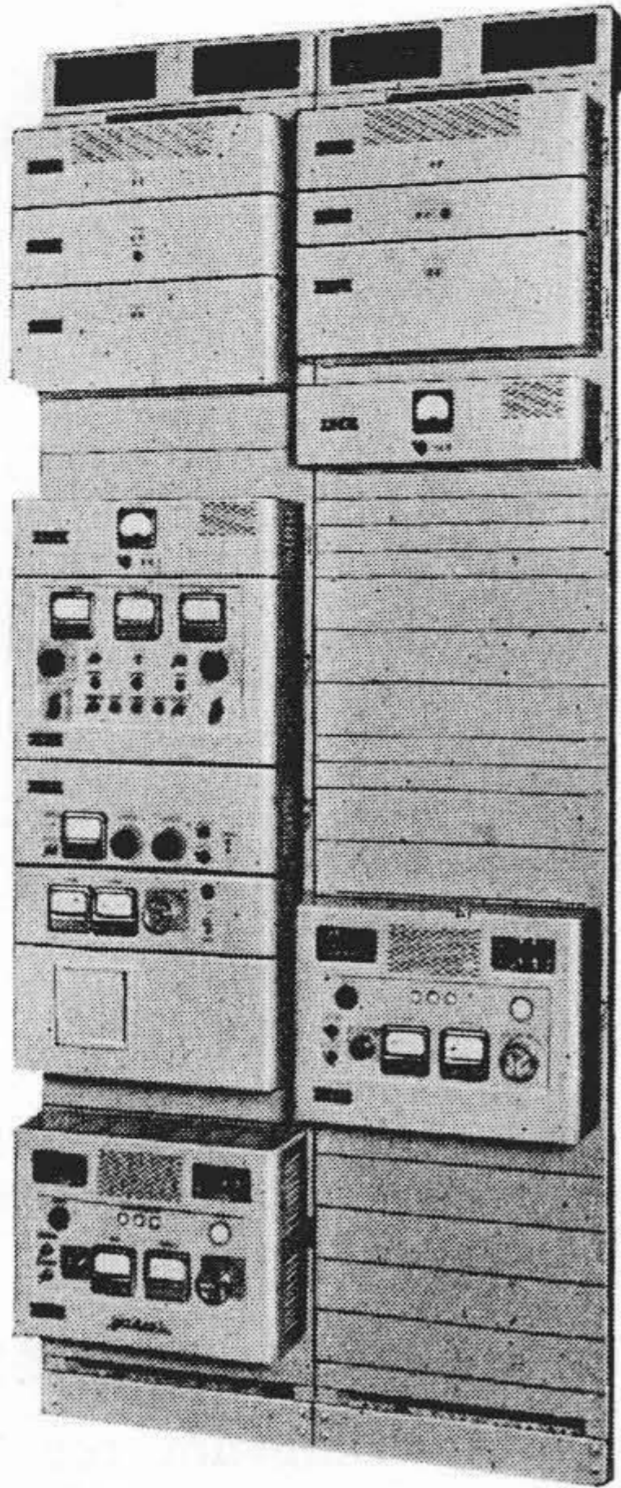
第13図 距離搬送保護継電装置 (CTB型) 動作説明図
Fig.13. Schematic Diagram for Type CTB Carrier Current Protective Relaying Set with Distance Relay



Z: 高速度インピーダンス継電器 (故障点測定)
D: 高速度電力方向継電器 (故障電流方向判定)
SR: 故障検出継電器 (故障検出, 送信機起動)
SRY: 同上用補助継電器
Z₂Y: Z₂用補助継電器
Z₂X: Z₂用限時動作継電器 (後備保護)
Z₃Y: Z₃用限時動作継電器 (電力動揺誤動作防止)
Z₃X: Z₃用限時動作継電器 (後備保護)
RRX: 受信補助継電器

つぎに距離継電器のすぐれた選択性に搬送方式を併用してその保護能力を補足した距離搬送保護継電方式は、現在実用に供されている保護継電方式中最高の性能を持った方式といえよう。第13図は本方式の原理を示す説明図である。インピーダンス継電器 (一般的には距離継電器) の距離測定要素は Z_1 , Z_2 , Z_3 の三段より成り、保護継電区間の両端より区間長の 15% 程度の部分を除き、それより内部の故障に対してはインピーダンス継電器の第

一段要素 (Z_1) により搬送に無関係に両端の遮断器を高速に同時遮断 (引外線輪励磁開始まで 25 ms 以下) する。つぎに Z_1 の不動作範囲すなわち区間両端より 15% の範囲の故障に対しては、第二段要素 (Z_2) の動作により搬送波の送信を止め、相手側の受信継電器 (RRX) が接点を閉成して遮断器を引外す。この場合、故障点に近い方の端子では Z_2 とともに Z_1 も動作するので、 Z_1 により遮断が行われることになる。すなわち遠方端のみ Z_2 と搬



第14図 PK-2型搬送装置
Fig.14. Type PK-2 Carrier Set

送の組合せで動作するのである。なお Z_2 および Z_3 には
限時継電器を組合せて後備保護に充てる。また Z_3 は電
力動揺時の誤動作防止用としても使用される。本方式は

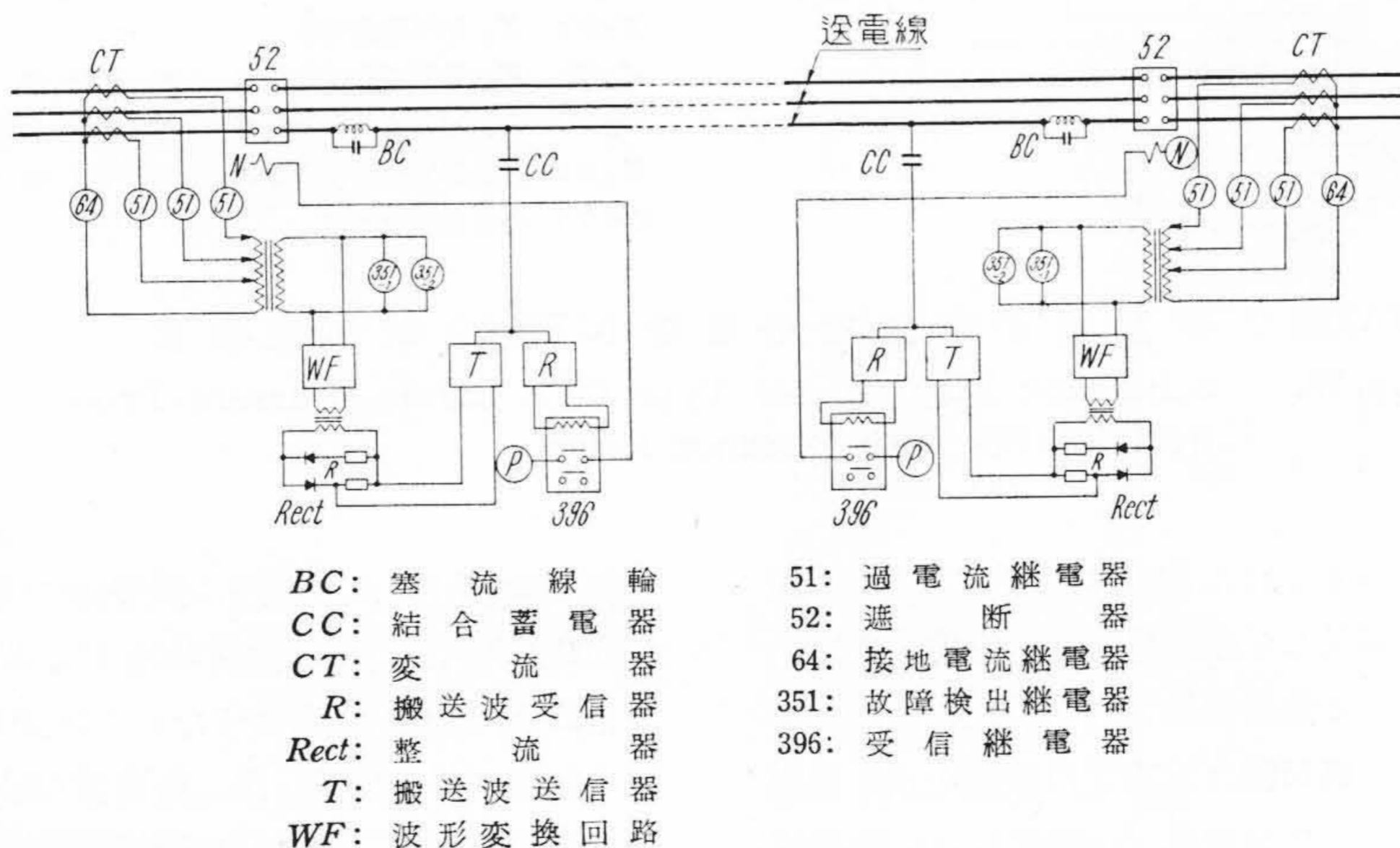
- (1) 後備保護用として別箇に継電器をおく必要がないこと
 - (2) 一回線系統に対して、搬送装置故障の場合も高速動作が可能であること
 - (3) 電力動揺時に誤動作するおそれがないこと
- などの特長を持っている。

第14図に示すのは、関西電力株式会社成出、新愛本間
275 kV 新北陸幹線用として納入した距離搬送保護継電
装置用 PK-2 型搬送装置の外観である。

(2) 位相比較搬送保護継電方式

比較的近距离(たとえば 50 km 以下)の送電線に適用
する簡易な搬送保護継電方式として位相比較方式が採用
される気運にある。この方式は電圧変成器を必要としない
点が大きな長所であるが、他面後備保護は低速度の過
電流継電器などによらざるをえない欠点がある。しかし
べつの見方をすれば既設の低速度保護継電方式の改良と
して位相比較方式を採用するのは賢明な方法といえよ
う。また表示線保護継電方式の場合と同様に、位相比較
方式は多端子系統への適用が大きく制限される。このよ
うに、位相比較方式は重要幹線に対する保護継電方式と
してはかならずしも完璧ではないが、中級程度以下の送
電線の保護継電方式として捨て難いものがある。

第15図は日立の位相比較搬送保護継電方式の原理を示
すもので、綜合変流器二次側の单相電流を矩形波に変換
し、これを微分して、その正の位相で搬送波発振器を駆
動し 0.5~ 搬送信号を送出させる。他端においては、こ
れと逆の負の位相で搬送波を送出せしめ、定常送電状態
および外部故障状態では常に区間に搬送波が存在して受
信継電器を附勢状態に保ち、引外回路を閉塞している。
内部故障が発生すれば、電流位相の反転した端子から出
る搬送波と相手端の搬送波とは同じ位相になり、したが
つて約 0.5~ の間区間に搬送波がなくなり、受信継電器
は附勢を解かれて復帰し、故障検出過電流継電流ととも
に引外回路を閉成し両端同時遮断を行うものである。



第15図 位相比較搬送保護継電方式動作原理図
Fig.15. Schematic Diagram for Phase Comparison Carrier Current
Protection Relaying System

〔VI〕 結 言

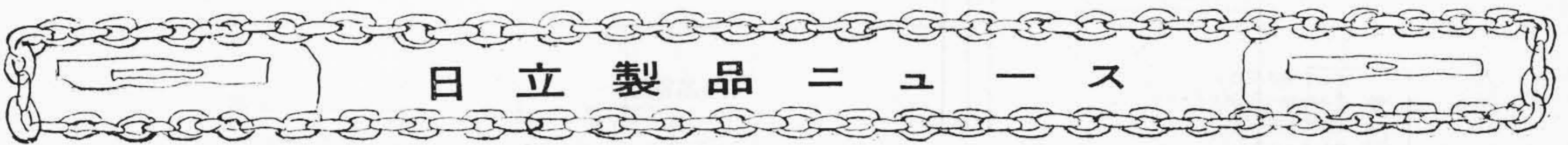
送電線の高速保護継電方式は近年に至り急速な進歩発達を遂げきわめて信頼度の高いものとなつた。故障区間を迅速に除去することは系統の安定度を保持するばかりでなく、故障の拡大による機器の損傷を未然に防止するためにも必要なことである。

本来、継電器技術者の仕事は、製作会社においてもまた電力会社においても地味であるだけにとかく疎んぜられる傾向がないとはいえない。これははなはだ遺憾なこ

とであるが、その使命のきわめて重大なことを自覚して、保護継電技術の進歩発達にいつそうの努力を傾倒しなければならぬと思う。

参 考 文 献

- (1) 猿渡： 日立評論 33 605 (昭 26)
- (2) 猿渡： 日立評論 34 939 (昭 27)
- (3) 猿渡, 渡井： 日立評論 35 1569 (昭 28)
- (4) 川井, 中谷： 日立評論別冊 No. 5, 95 (昭 28)



送電線故障点標定器
Fault Locator for Power
Transmission Line

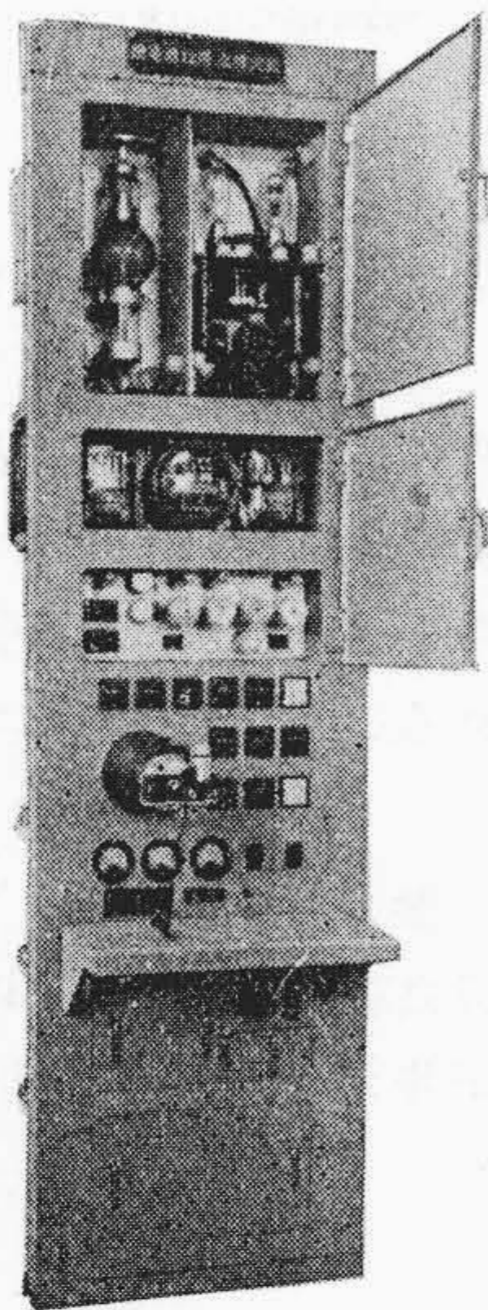
本装置は繰返しパルス送出アナライザブラウン管方式を用いた写真撮影式によるものである。すなわち地絡故障を接地電圧継電器により検出して、故障点の電弧雑音を避けるため 1~2 μ の時限をおいて 3,000~7,000V 1 μ s 程度の直流パルスを特定の一相に結合蓄電器を通じ電源の商用周波数に同期し繰返して印加する。故障点からの反射パルスは、各相に設けられた碍子分圧器より同時受信して受信器に導き、日立製作所独特の平衡法により、固定反射レベルを下げ、故障反射はその儘増幅してブラウン管に導入する。

ブラウン管には印加パルスおよび反射パルスの映像を画かせ写真撮影を行うものである。

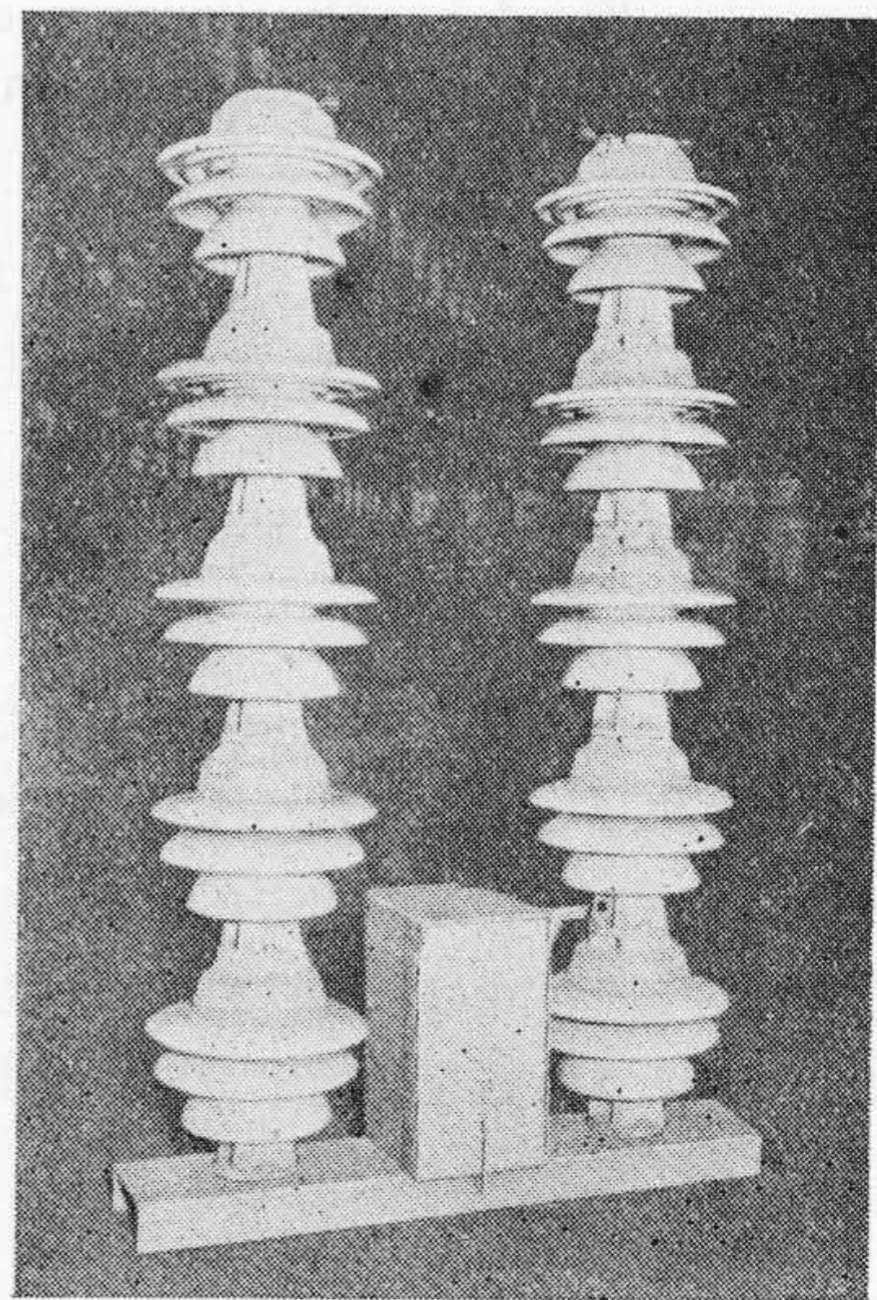
第1図および第2図は日本国有鉄道信濃川送電線の故障点標定用として千手発電所に納入した装置ならびに碍子分圧器の外観図である。

本装置は下記の点に特に考慮が払われている。

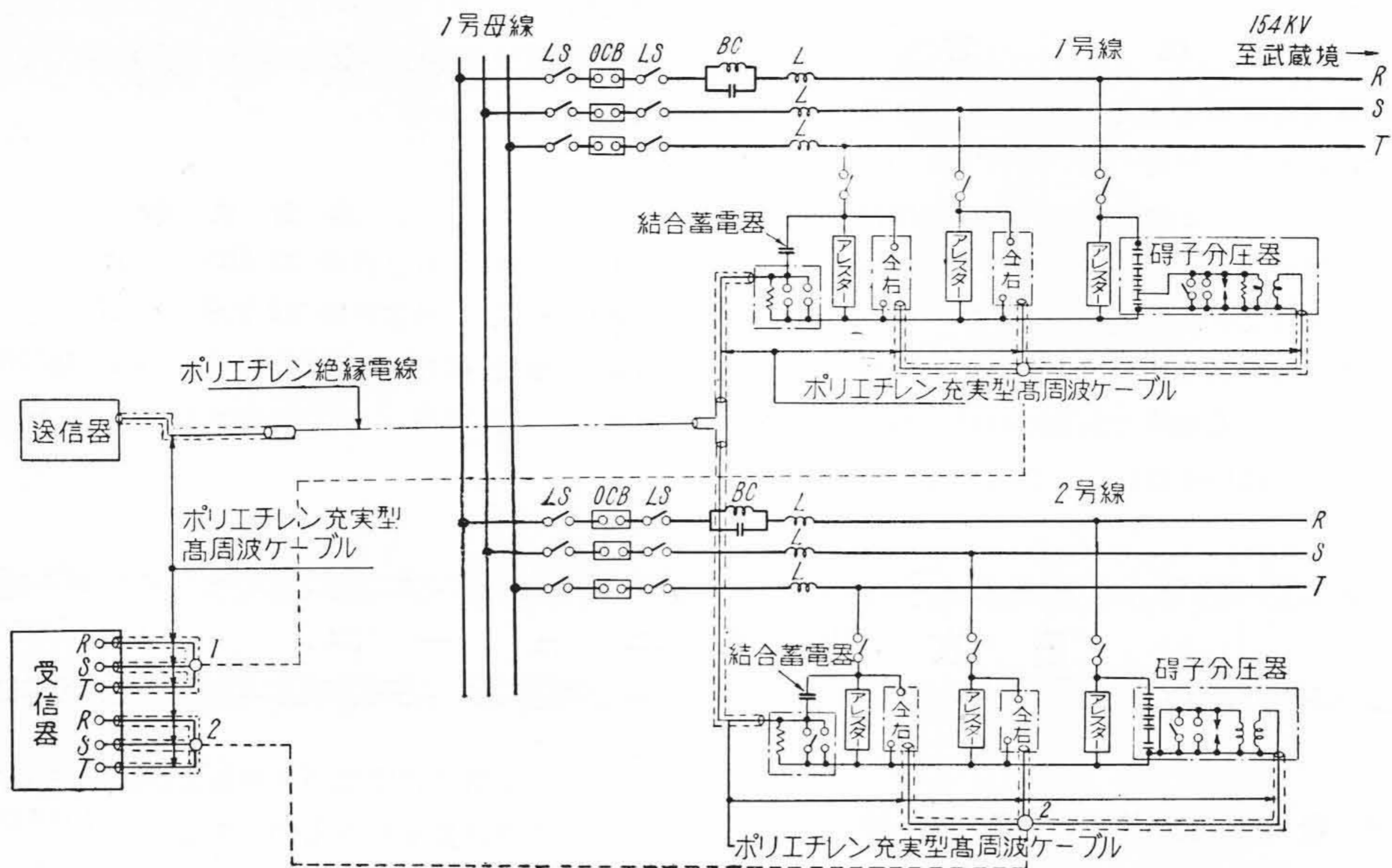
- (1) 信濃川送電線は、140 kV 並行二回線であるが、清水峠附近の雪害を考慮して、2区間が一回線鉄塔となつているので、この区間の六相標定を確実にするために、送信パルスを 1, 2 号線の T 相に同時印加し、受信は六相より同時受信する方式を採つている。
- (2) 六相よりの同時受信を簡易化するために、碍子分圧器を効果的に使用している。



第1図 送電線故障点標定器
Fig.1. Transmission Line Fault Locator



第2図 碍子分圧器
Fig.2. Porcelain Type Voltage Divider



第3図 結合機器の接続図

Fig.3. Schematic Diagram of Coupling Device for the Type F Transmission Line Fault Locator



第4図 人工故障試験オッシログラム

Fig.4. Oscillogram of Artificial Line Fault Test at Shinano-gawa Transmission Line

第3図に各結合機器の配置を示す。第4図は、本装置による人工故障試験時の標定記録の一例で、上長崎において、(a)はR相、(b)はT相接地の場合で、故障反射は一般の固定反射に比しきわめて大きく明瞭に表われている。

本試験において、たまたま試験用に挿入した異常電圧測定用結合蓄電器によるものと思われる異常雑音発生中の標定も行ったが、ある程度の標定ができることを確認した。この異常雑音発生中は、搬送電話もいちじるしく妨害された。このような雑音発生中でも標定出来たこと

は、ブラウン管アナライザ方式の特長を遺憾なく発揮したものといえる。

また本装置は、線路作業の状態を容易に知ることが出来るので、作業の安全化に大いに役立つことも認められており、一般の瞬時事故標定以外に多方面に、パルス試験器として利用されることが期待されている。

参 考 文 献

- (1) 星, 平井: 日立評論別冊 No. 3, 103 (昭 28)
- (2) 森尻, 笈川, 平井: 日立評論 36 841 (昭 29)