直列多角形式遠方監視制御装置

綜合技術部制御企画課　相　馬　利　雄

Series Polygonal System Remote Supervisory Control Apparatus

By Toshio Sōma

(Control Plan'g Div., Central Technical Dep't.)

Synopsis

Being required from the point of rationalization of management, demand for remote supervisory control apparatus is increasing rapidly and further quite recently hopes have been raised for the realization of a central control system which is the ultimate ideal with this kind of apparatus. One aspect of this development is the adoption of centralized control system in which many points to be controlled are supervised and controlled by using the same connecting wire from a single control station.

To meet this situation, our Company has designed and put forward our series polygonal system which is most suited for the requirements and recently, having obtained actual results, the equipment will be introduced in the followings. On our part, because such apparatus must control many machines and apparatus to be controlled, we consider that it is specially important that the control system should have a high controlling efficiency. For this purpose it should be mentioned that considerable pains have been exerted by our Company and we feel that as a whole, our expected goal has been accomplished.

I. 緒　　言

遠方監視制御装置は戦後において，経営合理化の要請によって急激なる需要の増大をきたしたが，大体において現在までは試験的採用の時代ともいい得るもので，多くは制御所と被制御所が1対1の関係にあるものばかりであった．しかしこの種の装置の理想とするものは，電力系統その他，広汎な地区に分布したものを総括的に監視制御して，総合効率を向上することであろう．この理想を実現しようとする気運が最近において顕著になってきたように思われる。

当社は遠方監視制御装置の選択方式として戦後において多角形選択式を考案し，既に 40 台に垂んとする装置を斯界に供給したのであるが，さらに前記要請に答えるべく，特に1個所の制御所から幾つかの被制御所を同一の連絡線を用いて制御するに適するものとして，直列多角形選択方式を考案し，本誌に発表された。[1]

なお1個所の制御所から幾つかの被制御所を同一の連絡線を用いて監視制御することになると，被制御所が広汎に分布されている関係上その連絡線亘長は相等な距離になり，連絡線の経済的要請からも，芯線数をできる限り少数にしたいという欲求の生ずるのは当然のことであって，1個所から多数個所を監視制御することおよび連絡線の芯線を少くすることの本来は異った二つの要求を同時に満足することが必要である。

直列多角形方式はこの二つの要求を，多角形選択原理が，その「選択速度が極めて速い」という特質を巧みに応用して満足しているものである．最近この直列多角形方式を特に1対1の関係にある所に応用して，装置を3台程製作納入させて頂き，いずれも良成績で運転している実績を得たので，方式の解説，応用の説明等を行って，大方の御批判を仰ぎたいと思う。

納入先は第1表に示すごとくであって，連絡線芯線数はいずれも3本であった。

第1表　直列多角形式遠方監視制御装置納入実績表

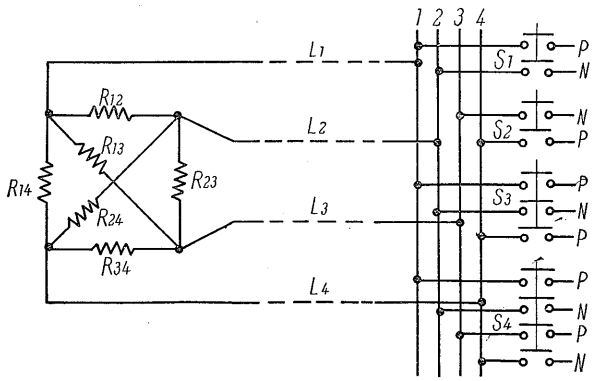
Table 1. Supply list of series polygonal type supervisory control equipments

納入先	制御所	被制御所	距離 (km)	選択数
日本国有鉄道	八王子変電所	長津田変電所	24	23
和歌山電軌	高松変電所	琴浦変電所	7.5	15
日本国有鉄道	豊橋変電所	豊川変電所	12	23

II. 方 式 の 解 説

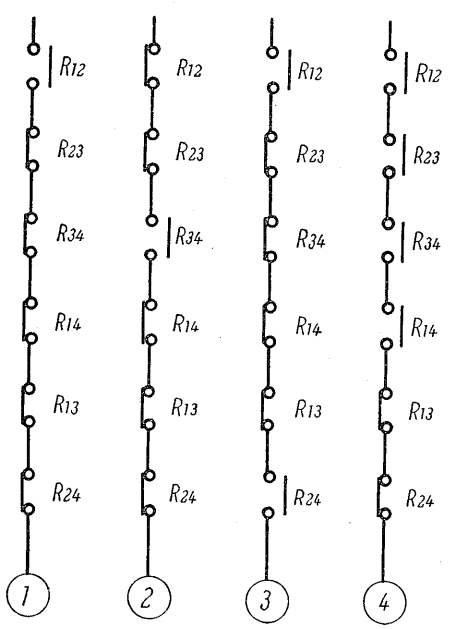
1. 多角形選択方式の特長

多角形選択方式は選択が極めて短時間すなわち瞬時に行われるということは，本誌にまたはその他の機会に随時述べてきたことであって，大方は既にその特長を知悉しておられることと思われるが，説明の順序として敢えて再び書くのであるが，第1図はその原理説明図である．



第1図　多角形選択説明図（I）
Fig. 1. Illustration of polygonal selection (I)

図は連絡線が4本の場合の例で，右側が送信端であって，S は操作している間だけ閉じる接点を有するもので，押釦開閉器，捻回型開閉器，多接点継電器等が用いられる．S_1～S_4 のいずれかを操作すれば連絡線 L_1～L_4 の内の2本，3本，または4本というように使用する線路が S_1～S_4 に接続され，しかもそれぞれの連絡線は S_1～S_4 において定めて与えた極性の電源に結ばれる．左の方は受信継電器であって，L_1～L_4 の総ての線間に線輪が接続される．今電源電圧の100％を加圧せられた継電器のみが動作するとすれば，右側で S_1 を操作すると，R_{12} のみが100％の電源電圧を受けて動作し，それ以外の R はそれより少い電圧を受けることになるので動作しない．したがって第2図に示すような R の接点回路では，①と示す回路だけが接点が全部閉じた状態になる．この①と示す回路は右の方で S_1 を操作した時だけ全部接点を閉じた状態になるもので，その他のどの S を操作しても ① と示す回路が全部接点を閉じた状態になることはない(注 説明を簡略に行うため S_1 の所で与える電源の極性を逆にした場合は考えないことにする)．すなわち S_1 を操作することにより ① と示す回路のみが選択せられたことになる．したがって S_1 を遮断器を入れる操作をするものとして，第2図の ① をその遮断器を投入する回路としてこれに投入線輪を接続しておけば，S_1 を操作することにより，その遮断器をただちに投入することができる。



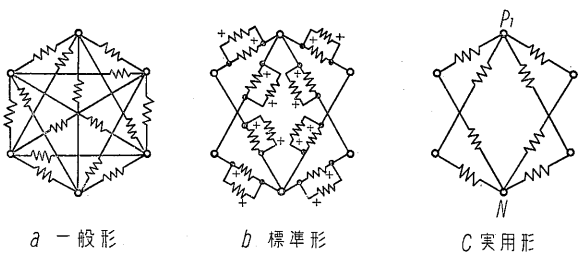
第2図　多角形選択説明図（II）
Fig. 2. Illustration of polygonal selection (II)

また第1図で S_2 を操作すれば第2図で ② と示す回路が選択される．S_3 を操作すれば ③ と示す回路であり，S_4 を操作すれば ④ と示す回路である。

そして第1図の S を操作してから第2図の①～④のいずれかが選択されるまでの時間は実に R 継電器の動作時間だけであって，継電器の動作時間は 0.02 秒位が普通であるから，結局はこの位の時間で選択が完了するということになる．R は通常感度を高くするため接点数はそう沢山はないから，第2図の回路は作れないので，第2図の回路を構成するに必要な接点を得る目的で R によって1度多接点補助継電器を動作せしめてその補助継電器の接点で第2図の回路を構成するため，補助継電器の動作する時間だけ前記の時間は増加されるが，それでも僅か 0.04～0.08 秒である．このように選択したものが，そのものずばり，極めて短時間に選択できるのが多角形式の特長である。

他のいかなる方式を以てしても，こう短時間に選択完了する方式は今の所ない。

ただし多角形式は連絡線の与えられた本数と電源の正極負極の二つとによって得られる総合組合わせ数には限度があるから，この組合せ数以上の信号数は取れない訳であって，第3図のように多角形に受信継電器の線輪を結ぶ方法で，かつ与える極性も逆転して宜しいという接続にすると一般式は $S=3^n-2^{n+1}+1$ となる．ここに n は連絡線の芯線数で S はその時得られる信号数または選択数である．第3図a参照。



第3図　多角形選択標準形式
Fig. 3. Standard system of polygonal selection

従来1対1の関係にある装置としては一般形を第3図bのごとく変形したものを用いてきた．この時得られる信号数は $S=2\times(3^{n-2}-1)+2\times(2^{n-2}-1)$ であるが，従来は $S=3^{n-2}-1$ となる接続方式で充分であるような場合が大部分であったので，第3図cのごとく2頂点の極性は固定し，受信継電器も一方向のみの極性で動作せしめるようにしてきた。

第2表　連絡線数と選択数
Table 2. Number of tie lines and selections

標準多角形式	n	3	4	5	6
（第3図）	S	6	22	66	190

第2表は連絡線数と得られる信号数との関連を示すものである．この表で見ると n が 5, 6 という場合は割合 S も多いのであるが，n が 3, 4 という場合には S は急激に減少する．しかしここで多角形式の選択速度が極めて速いことに想到して，例えば第1回目に a という信号を送り，第2回目に b という信号を送り，この ab の二つの信号を組合わせて必要な選択を行うことにすると，$n=3$ の場合 S は $6^2=36$ となり，$n=4$ の場合 $S=22^2=484$ となり急激に信号数を増大せしめることができ，しかもその速度は理論的には先程の 0.04～0.08 秒が2倍となって 0.08～0.16 秒になる程度である．この行程は2衝流であって，3衝流とすれば $n=3$ の場合 $S=6^3=216$, $n=4$ の場合 $S=22^3=10,648$ となる．かくしても衝流選択方式のごとく幾つかの一連の衝流を出して選択するものに比べて，信号数が多くとれる割に時間がかからないことと，継電器の動作頻度の少いことは利点である．誤解を生ずるとまずいので一言申し添えるが，衝流といっても多角形式の衝流は相手の継電器が動作するまでは時間を制限しないで連絡線を加圧するという意味であって，たまたまその時間が前記のような時間だからその時間経過したら信号を停止するので，結果的には短時間信号を出した，すなわち衝流になったという意味であって，一連の衝流を流す方式におけるごとく相手の継電器が動作しようがしまいが，あらかじめ定めた単位時間だけ通電されるものとは性質が異る訳である．したがって多角形式の衝流は外部から誘導による擾乱，線路の容量による波形の乱れや遅延は問題とされないのに対し，衝流式はこれ等の影響を直接受けて問題を生ずるのである。

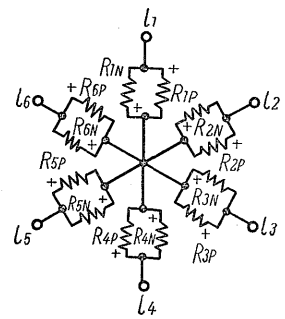
さて今までは第3図bの接続方式について述べてきたのであるが，n と S との関係をさらに有利に，すなわち第2表の値より，より大きい S を得られる接続方式はないかどうか。

さらに相手が動作するまで信号を出しつづけるとしても，発信端でこのことを確認するのでなければ何にもならず，従来はこの確認を行うのに困難があったため，信号発信時間は限時継電器によって，充分相手が動作し得るように相当の予裕時間をもって信号を停止するようにした．このため従来は理論的には前述のように1信号当り 0.04～0.08 秒で充分のものが 0.2～0.5 秒というような相当大きい時間発信したため，装置の原理的特性を著しく阻害していた。

以上の2点を主眼として接続方式を考究した結果，次に述べる星形接続の採用となった。

2. 星形接続の特長

第4図は第3図bのような多角形の辺または対角線に継電器を結ぶ代りに星形に結んだものである．中性点は浮いている訳である．継電器の線輪に ＋ 符号を付したのは，その端子が正極になったとき動作するという意味である．例えば l_1 が正，l_2 が負になれば R_{1P}, R_{2N} が動作し，また l_3, l_4 が正，l_1 が負になれば R_{3P}, R_{4P}, R_{1N} が動作するということになる．この時連絡線数に対して得られる信号数は第3表のごとくなり，第2表より相当優利になる．数式は $S=3^n-2^{n+1}+1$ である．前述のごとく2回送信してその組合わせで選択すれば $S'=S^2$ の欄に示す選択数が得られる。

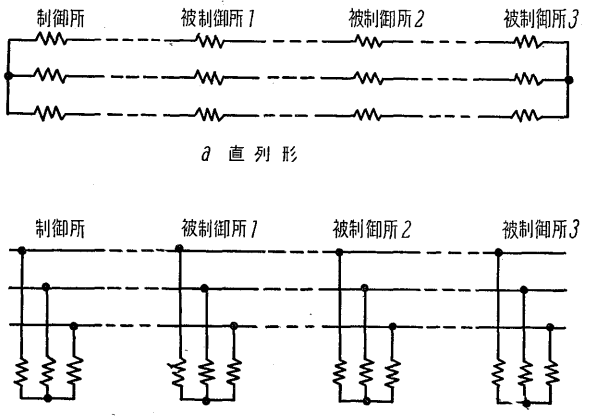


第4図　星形接続一般形
Fig. 4. General system of star connection

第3表　連絡線数と選択数
Table 3. Number of tie lines and selections

星形多角形式	n	3	4	5	6
（第4図）	S	12	50	180	602
	$S'=S^2$	144	2,500	32,400	362,404

これを制御所1個，被制御所複数個という場合の連絡線接続は，以下連絡線を3本として示すことにするが，第5図aのごとく直列にする場合と，第5図bのごとく並列にする場合と2通りある．直列にすると，発信時連絡線に障害（断線，短絡等）のある場合の検出が容易で



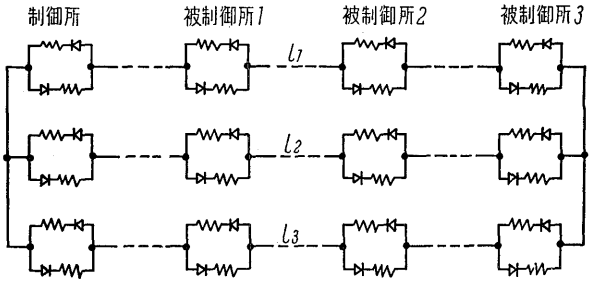
第5図 集中制御方式
Fig. 5. Concentric control system

あり，また連絡線の電圧降下に対する対策が単純となって継電器製作上有利なので第5図aの直列接続方式を採用することにした。

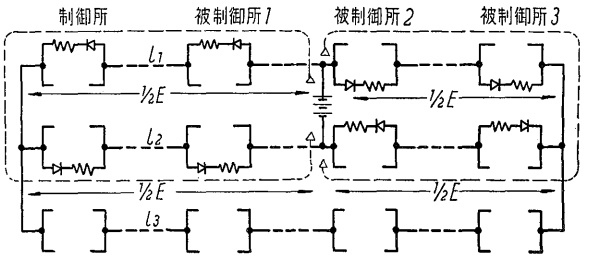
次にこの星形接続において有利な点は相手の動作を確認する方法が容易に迅速に行われることである．確認方式としては幾多の方法があるが，われわれは矢張り返信確認方式，すなわち例えば制御所である信号を出したとき，被制御所でこれを受けた場合，被制御所は受けたものと同一の信号かまたはあらかじめ定めてある受けたものに対応する信号か，いずれかを制御所に返して，制御所が確認する方法が，最も確実であると信ずる．そのため返信方式を用いるが，この返信を制御所が発信を停めたことによって行うか，または制御所が発信中に返信を行うかによって，時間的に大差を生ずるのである．が，前者を用いると，制御所が発信を停止するのには相手の動作を確認せずに時間的に停止することになり，予裕時間を含めると遅くなるのに対し，後者では制御所は被制御所からの返信あり次第停止すればよいので，時間的要素を用いる必要なく，制御所被制御所の継電器の動作時間の和だけであって確認が早くなり，ひいては制御効率を高めることができる．ただし制御所と被制御所の電源が連絡線においてつき合わせ状態となるから，これを旨く裁く必要がある．星形接続はこの後者の方式が容易に行えるのである。

3. 直列多角形方式解説

例を制御所および被制御所合計して4個が同一連絡線によって結ばれる場合を示すと，装置の基本接続は第6図のようになる．連絡線は3本で示す．各電気所は連絡線1本ごとに R…受信継電器と R_T…電流の方向を規制する金属整流器とより成り，3本分ともに各電気所は同



第6図 直列多角形方式基本接続図
Fig. 6. Principal connection of series polygonal system



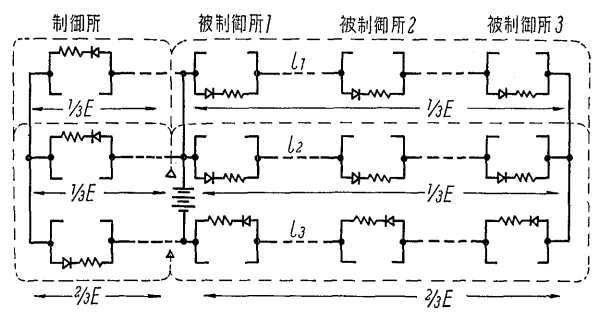
第7図 連絡線2本を用いる信号の電流分布
(l_1…正極，l_2…負極)
Fig. 7. Current distribution of sign used two tie lines
(l_1…positive pole, l_2…negative pole)

一装置であり，最左端と最右端とは星形接続される。

今2被が信号を送る場合 l_1 と l_2 とを用い，l_1 を正極 l_2 を負極にすれば，第7図の点線で示すような電流分布を生ずる．そして電流の流通した継電器は各所で同時に動作する．なおこの場合連絡線 l_3 には電流分布を生じない。

次に1被で l_1 を正極，l_2 を正極，l_3 を負極にする信号を送れば，第8図の点線に示すような電流分布を生じ，その時電流が流通した R は動作する。

このようになるが，特に注意する点は，左と右の中性点は常に同電位にあることである．第7図では，左右の



第8図 連絡線3本を用いる信号の電流分布
(l_1…正極，l_2…正極，l_3…負極)
Fig. 8. Current distribution of sign used three tie lines
(l_1, l_2...positive pole, l_3...negative pole)

中性点はそれぞれ印加電源電圧の 1/2 になっており，第8図では印加電源電圧を 1/3 と 2/3 とに分割する電位になっている．この場合連絡線が3本だから同極性の線路2本が 1/3 電圧で，異極の1本が 2/3 である。

さて第3表に示す 12 個の信号は，第6図のいずれか1局が発信した場合でも他の3局は全く同時に動作するから，希望する局の希望する機器が選択できないように感ずるが，そうではなく次のごとくすればよい。

制御所から各被制御所の各機器を選択する場合，仮に各被制御所が4台ずつの機器を有するものとすれば，1被の4機は仮に信号番号 1, 2, 3, 4 によって選択され2被の4機は仮に信号番号 5, 6, 7, 8 によって選択され，3被の4機は仮に信号番号 9, 10, 11, 12 によって選択されるというように，第3表の 12 個の信号を各被制御所の各機に割当てておけばよい。

以上は1回で選択できる場合で，各被制御所の機器が少いから 12 個の信号で間に合ったが，実際には機器はもっと多いので，この場合には，第3表の $S'=S^2$ 方式を用い，2回発信で機器を選択するようにする．例えば第1回に信号2を送り，第2回に信号5を送って，その組合わせである 2-5 によって機器を選択することにする．こうすると $12\times12=144$ の組合わせがあるが，この中には 1-1, 2-2, 3-3 というような同じ信号の組合わせも入っており，同じ信号の組合わせでは前後の関係がはっきりしない惧れもあるので，必ず異った信号の組合わせを用いるということにすると，$12\times11=132$ の選択が行えることになる．例を各被制御所 44 個ずつの機器がある場合には

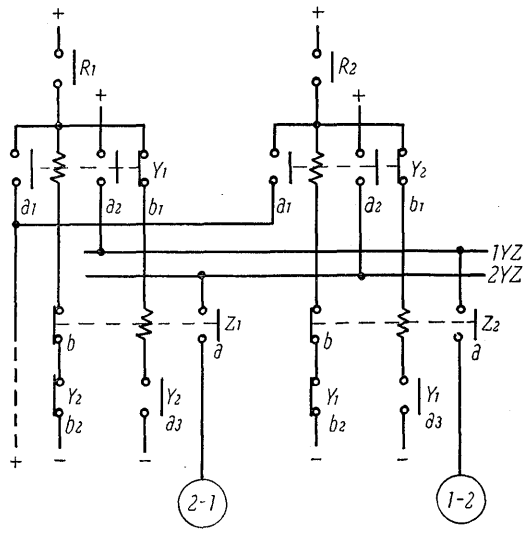
1被は　1-2, 1-3, 1-4……1-12
　　2-1, 2-3, 2-4……2-12
　　3-1, 3-2, 3-4……3-12
　　4-1, 4-2, 4-3……4-12　} 44 個

2被は　5-1, 5-2, 5-3……5-12
　　6-1, 6-2, 6-3……6-12
　　7-1, 7-2, 7-3……7-12
　　8-1, 8-2, 8-3……8-12　} 44 個

3被は　9-1, 9-2, 9-3……9-12
　　10-1, 10-2, 10-3…… 10-12
　　11-1, 11-2, 11-3…… 11-12
　　12-1, 12-2, 12-3…… 12-11　} 44 個

というように割当てておけばよい．これでも不足のときは3回連続発信せしめることにすれば，その組合わせは同じ信号が2回続く場合を除くと $12\times11\times11=1452$ 個となる。

2回といいまた3回といっても，多角形式の選択時間は極めて短いので，全体としても矢張り極めて短時間であり，制御効率には大きな影響はない。



第9図　2回送信方式の受信選択回路
Fig. 9. Reception selective circuit of twice transmission system

2回送信された場合の受ける方の側は第9図のような回路でこれを選択する．図において R_1, R_2 はそれぞれ信号番号 1, 2 を受けたとき動作する継電器である．また Y, Z はそれぞれ第1回，第2回に動作する継電器群である．今 ①-② を選択しようとして最初信号1を受けると，Y_1 が動作して a_1 接点で自己保持する．そして a_2 で 1YZ 母線を励磁しておき，一方 b_1, b_2 は開く．しばらくして1信号消滅して R_1 は復帰するが，Y_1 はそのままである．b_1 が開くのは 1-1 という組合わせはないからもし間違って2度目に再び1信号が来ても Z_1 を動作せしめないためであり，b_2 が開くのは最初の信号で Y 群が動作したのであるから，2度目の信号では Z 群のみ動作して，Y 群は決して動作せしめないためである．このように完全にインタロックされて2度目の信号2によって R_2 が動作すると Z_2 が動作し，先に動作していた 1YZ 母線を通して ①-② が選択される．Y 群の自己保持はその後適当な時期に解くものとする。

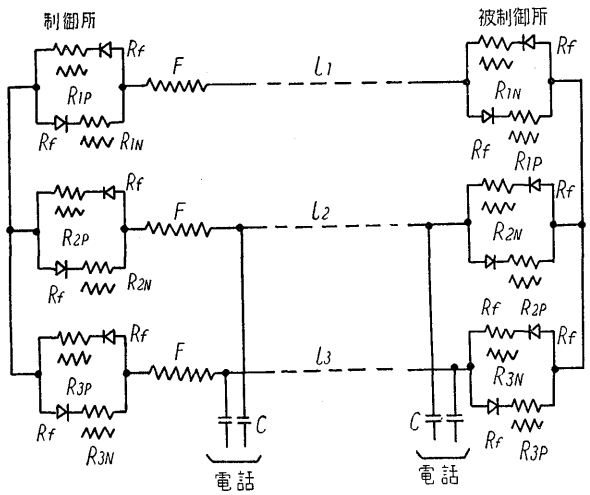
III. 実際装置の説明

第1表に示したように，この直列多角形式による装置を納入したので，国鉄八王子―長津田装置について，概要を説明する。

第4表に監視制御種目の一覧表を掲げた．選択数は制御所被制御所ともに 23 個である．第 10 図は連絡線回路

第4表　八王子—長津田装置選択数
Table 4. Selecting number of equipments between Hachiōji and Nagatsuda

台数	種目	台数	種目
1	MR重故障（表示）	2	52S制御（入，切）
1	MR軽故障（表示）	2	52S鎖錠（解）
1	火災,接地故障(表示)	2	52F 〃（入，切）
2	故障器別（表示）	2	信号線予備加圧(表示)
1	非常停止（操作）	1	電話呼出
2	MR制御（運，停）	1	試験
5	54F 〃（入，切）		
計 23			

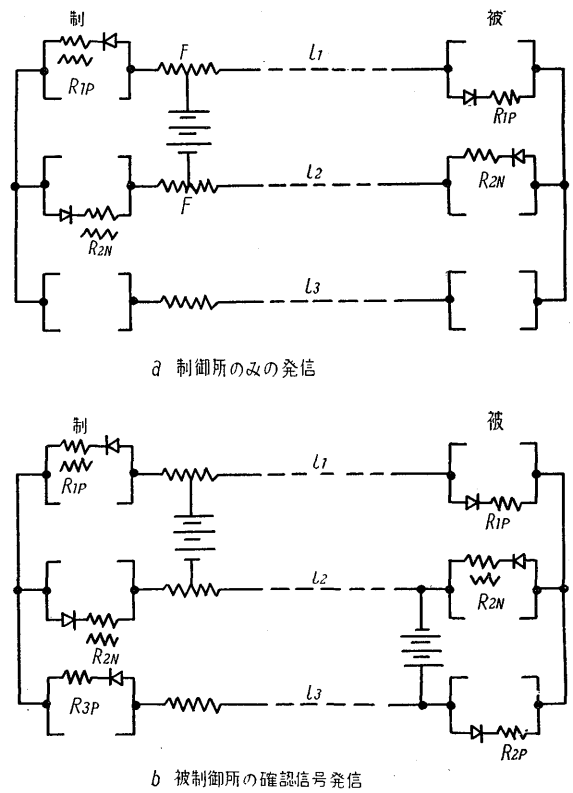


第10図　八王子—長津田装置の連絡線回路
Fig. 10. Tie line circuit of device between Hachiōji and Nagatsuda

を示す．この図で R という受信継電器は二重線輪となっていて，付加した方の線輪は抑制線輪であり，自端が発信する場合，発信と同時に抑制線輪を励磁して自端の受信継電器が動作しないようにしたものである．F という継電器は連絡線事故検出継電器であって，連絡線に直列に入っている．この継電器は二つの巻線が差動的に動作するようになっていて，発信する場合はこの巻線の中央に電源を結ぶことにする．連絡線の電流は第7図のごとく左右に分れて電流分布を作るため，連絡線（受信継電器を含めて）が健全ならば，この左右の電流によるそれぞれの巻線のアンペアターンは等しくなるようにあらかじめ巻線を定めるから，動作しないが，もし左右のいずれかに事故があると，左右の巻線のアンペアターンは等しくなくなって，この継電器が動作し，事故のあることを表示せしめる．こういう継電器を簡単に連絡線に挿入し得ることが，直列多角形式の特長である．被制御所側にはこの継電器を用いない．それは被制御所で検出しても，制御所へ表示せしめ得ない限り何にもならないので，検出は制御所側のみで行うこととした。

この装置に対して，用いられた信号は，連絡線を2本使う組合わせの6個の信号のみを用いた．ただし2回発信してその組合わせによって選択を行うので，選択数は $6\times5=30$ まで可能である．実際使用数は第4表の通り23個であった。

ここでは今までに精しく説明していない選択確認する方法を具体的に説明することにする．第11図はこの説明図であって，今制御所で l_1，l_2 にそれぞれ電源の正極負極を結んだ場合が第11図aで，図に示された受信継電器が応動するが，この場合制御所の方は抑制線輪の



第11図　選択確認動作説明図
Fig. 11. Illustration of selection confirming action

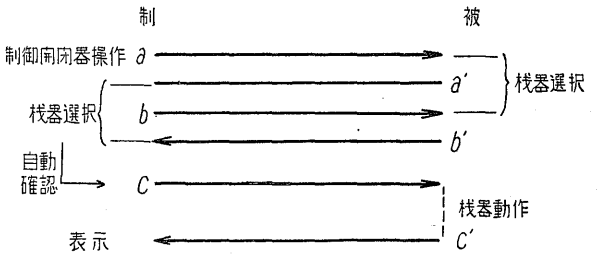
作用で受信継電器は動作しない．被制御所の方は R_{1P} と R_{2N} とが動作し，第9図に示す R_1 と Y_1 が動作した状態になる。

すると被制御所はこれによって，第11図bのように l_3 を正極，l_2 を負極とする発信を行うようにした．しかも制御所が未だ発信中でもこれを行うことにした．この場合，共通になった l_2 連絡線に絡がれた R_{2N} 継電器の動作線輪には制御所も被制御所も自端の電源による電流の外に相手端の電源による電流も流れて，制御所は R_{2N} が動作できる状態となり，R_{3P} と R_{2N} とが動作して，

このことにより自分が出した l_1…正極，l_2…負極という信号が相手端に達し相手端の必要なる継電器を全部動作せしめ得たことを確認することができる。

そうすると制御所はただちに自分の出した信号を取消す作用を行い，そのため第11図bにおいて制御所の電源を取除いた状態となり，さらにその後被制御所も電源を取除くことになり，常態に復する．このように自端は相手端から確認信号が来るまで発信を継続することが，この方式が普通の衝流式と異る所で外部からの妨害や，連絡線の容量の影響などを受けないで，安定に信号を伝達し得る特長を有する．しかも信号の発信時間を制限することなしに，継電器の動作時間のみで，動作を進行せしめ，選択時間を短かくして制御能率を高めている．なお第11図bのごとく発信は l_1，l_2 を用いるが，返信は l_3，l_2 を用いるように，特定の別信号によって返信を求めるのを対応符号返信方式といい，発信には l_1，l_2 を用い，返信も l_1，l_2 を用いる方法を同一符号返信方式という．いずれでも若干の接続変更でできるが，今回のものは前者を用いた。

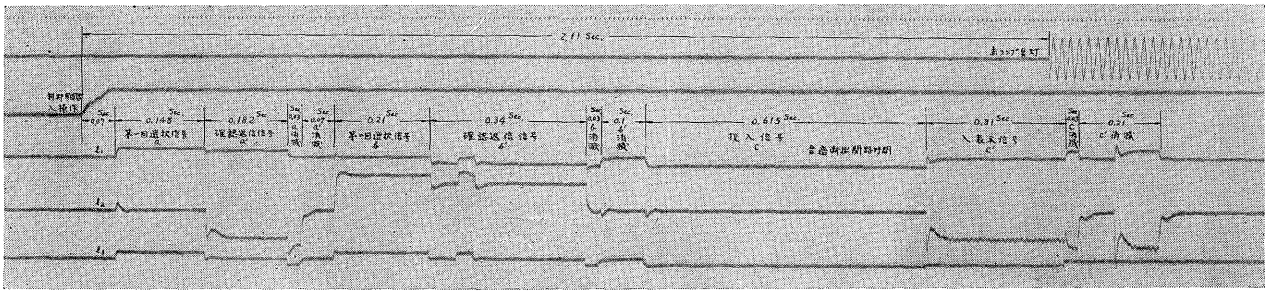
操作または表示の全行程は第 12 図のごとくなる．今制御所で制御開閉器を捻回すると，a という選択用の第1回の発信を行い，被がこれを受けると，ただちに a' という返信を行う．これを制は受けて a の発信が満足



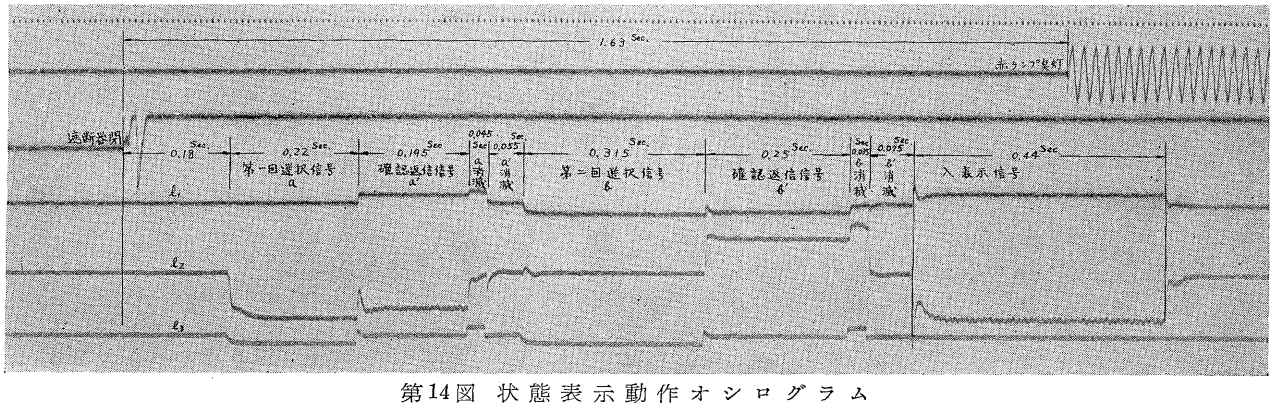
第12図　器機制御ダイヤグラム
Fig. 12. Control diagram for machinery

に相手を動作させたことを確認して，a を取消し，したがって a' も消える。

すると第2回目の選択用信号 b を発する．これを被は受けて，先にきた a と今きた b とで機器が選択されると同時に，被は b に対する返信 b' を発す．制はこれを受けて，信号 b が完全に相手を動作せしめたことを確認するとともに，最初の返信 a' と今きた b' とにより所望の相手の機器が選択されたことを確認する．そして制は b を消し，したがって b' も消えると，制は操作信号 c を発する．これにより被は選択された機器が動作することになり，動作完了すると，c' なる信号で，その状態を制に知らせる．これにより制は表示燈が点じて，動作を完了することになる．なお c の取消しは c' の受

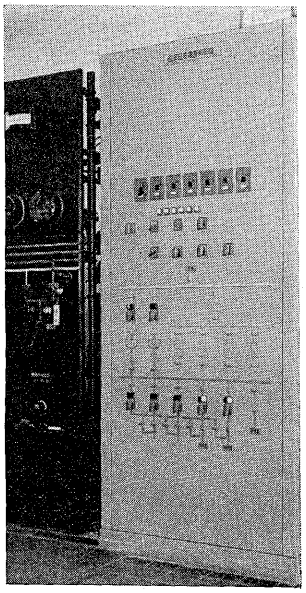


第13図　遮断器投入操作オシログラム
Fig. 13. Oscillogram of "ON" action of circuit breaker

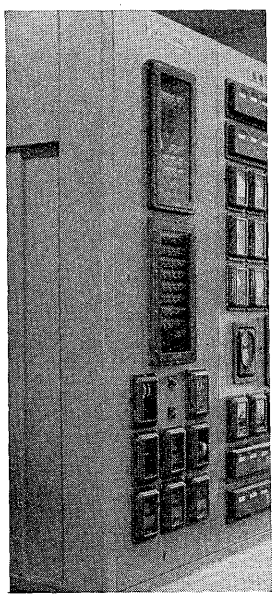


第14図　状態表示動作オシログラム
Fig. 14. Oscillogram of state indicating action

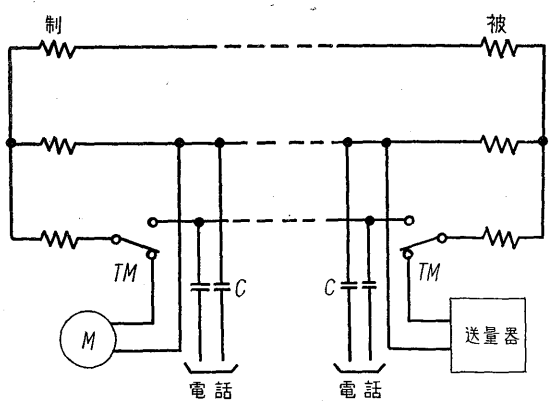
信により自動的に行われ，被が c を受けて c' を発するまでが機器の固有動作時間である。



第15図
遠方監視制御盤（制御所）
（国鉄八王子変電所）
Fig. 15.
Supervisory control board (controling place) (Hachiōji S.S., J.N.R.)



第16図
遠方監視制御継電器盤
（被制御所）
（国鉄長津田変電所）
Fig. 16.
Supervisory control relay board (controlled place) (Nagatsuda S.S., J.N.R.)



第17図　制御，測定，通信共用方式
Fig. 17. Common using system of controlling, measuring and communication

このように1個の操作が，往復6信号で行われるが，動作時間は極めて早く，第 13 図にその動作時間を示すオシログラムを掲げたが，機器の固有動作時間を含めて 2.11 秒で完了している．また第 14 図は今まで開路していた遮断器を手動投入したとき，被制御所からの状態発信動作を示したオシログラムで，約 1.63 秒で制御所の赤ランプを点じている。

第15図，第16図に八王子変電所の制御盤と長津田変電所の被制御所継電器盤とを示す。

IV. 遠方測定との関連

連絡線3本を用いて，遠方測定をも加味したい時は，第 17 図のように特定の2本を測定に共用し，しかもその内の1本を継電器で制御と測定とに切換え使用し得るようにする．この場合制御所および被制御所ともに，第1回の発信は測定取止め指令のようなもので，図では l_1 と l_2 とによって行い．この信号により制御測定切換継電器 TM によって測定は切離されて総ての受信継電器がそれぞれ連絡線に挿入されるようになってから，前述の方法に移る．したがって選択は3回発信で行われるようになる。

なお1制御所に対し，幾つかの被制御所を同一の連絡線で監視制御したい場合は，測定送量に直列に入った受信継電器は一寸邪魔をするが，この場合は遠方測定を交流送量方式としてコンデンサにてこの継電器線輪をバイパスせしめるようにすればよい。

V. 結　　言

以上直列多角形方式の特長および動作上の要点を解説してきたのであるが，この種装置が1個所から多数の被制御所の多数の機器を制御するので，制御能率の高いということが最も大切なことと考える次第である．そのためには矢張り動作速度の早いことが必要である．この点を重視して装置を製作したのであるが，大体において所期の目的は果したように感ずるが，未だ細部において検討する必要のある所も知っている．今後さらに機会あるごとに改良を加え，完璧なるものを斯界に供給したいと念願している。

なお第5図bの並列式については今回は故意に触れなかったが，今後適当な時期に並列式に対する解説を行いたいと考えている。

文　　献

1）中島　富士時報　第28巻 第6号

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。