

電 源 開 発 株 式 会 社 納

CD-1 型 ダム 放 流 警 報 装 置

Type CD-1 Dam Discharge Alarm Device Supplied to
Electric Power Development Co., Ltd.田 島 巖* 森 田 茂*
Iwao Tajima Shigeru Morita

内 容 梗 概

本稿は電源開発・佐久間ダムに設置された放流警報装置の設計概要と性能について述べたものである。本装置は梅雨期そのほかにおけるダムの余剰水量放流に伴う危険を下流域の村落にサイレン警報を発して予報するため、佐久間ダムを親局とする天竜川流域16箇所の地点に設置された警報装置であり、次のような特長をもっている。

(1) サイレン制御は、発電所（親局）の制御装置においてあらかじめ設定されたプログラムどおりに行うことのできる自動式と、任意の時間に任意の符号を作ることのできる手動式の両方式が可能であり流域の子局においてサイレンが起動したことが、親局に自動的に表示される。またサイレン故障そのほかの障害に備えて保安用電話回線を有している。

(2) 時間の制御は電子管による計数方式である。

(3) 電源部および時間制御部を除いてほかのすべての回路にはトランジスタを使用している。

(4) 線路損失を補償するための増幅器は、トランジスタを用いた負性インピーダンス両方向増幅器である。

なお本装置は、昭和32年11月設置以来きわめて好調に運転中であり、この種の遠隔制御装置としてはわが国最初のものである。

1. 緒 言

近年わが国における電源開発事業はきわめて大規模となっており、これら大貯水ダムの豊水期における余剰水量の無警告な放流によつて、下流域住民の犠牲をもたらした事例が二、三にとどまらなかつた。その対策として、放流の前にサイレンを塔載した自動車を走らせて下流域一帯の村落に、水位上昇に伴う危険を予報するなどの方法がとられてきたが、今般日立製作所で製作したダム放流警報装置は、あらかじめ設定されたプログラムどおりに下流域各地のサイレンを吹鳴させるための遠方制御装置であり、発電所設備の近代化に一步を進めたものである。

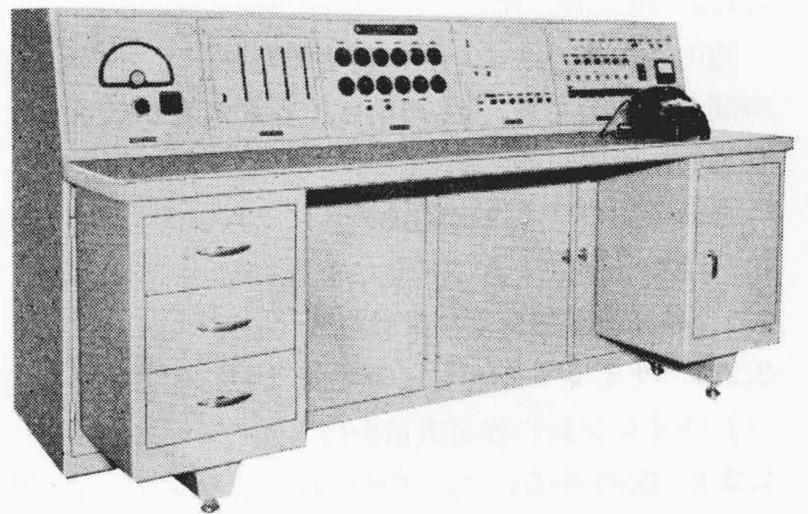
なお本装置は、サイレン吹鳴の確認をグラフィックパネル上のランプ点灯により、またサイレン故障そのほかの障害は可視可聴の警報によつて識別しうらなつており、万一の制御装置故障および誤操作に備えて二重、三重の安全装置を有し、その信頼度はきわめて高い。以下その概要と特長を紹介して参考に供する次第である。

2. 装置の概要

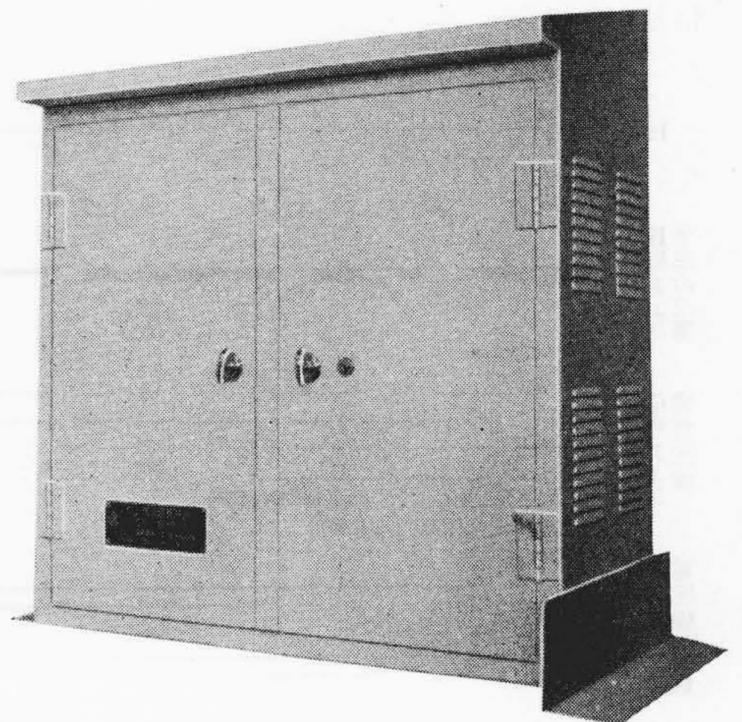
装置の構成は発電所に設置された親局と、警報地点のサイレン塔に設置された子局およびもよりの宅内に引込まれた保安用電話機とよりなり、親局および子局装置の外観図はそれぞれ第1、2図に示すとおりである。

ダム放流の際警報を伝達すべき範囲は第3図に示すよ

* 日立製作所戸塚工場



第1図 親局正面外観図



第2図 子局正面外観図

うに取水塔から約47kmの流域にわたっており、この間に16箇所の警報地点が点在している。なお近接する子局は同一制御信号により同時に動作する1群を形成しており、16の子局は第4図に示すように6個の群に分けられ、各群はそれぞれ1.6mm通信ケーブルの1対により親局に接続されている。図に示すように、遠距離の群に対しては1~3個の両方向中継器により線路損失を補償している。これら中継器はそれぞれ中継地点における子局装置内に收容されており、また子局所要電源は親局および秋葉局より並列に直流饋電されている。

さて本装置の動作は次のように大別することができる。

2.1 サイレン制御動作

親局における直流電圧の印加により子局のサイレン起動リレーを作動せしめる動作であり、あらかじめ次の二つのプログラム量を設定することができる。

2.1.1 総時間

水門を開放してより波頭が最下流の子局に達するまでの所要時間であり、放水量にしたがつて30分~11時間の範囲の任意の値に設定することができる。

2.1.2 時間比

途中各地点のサイレン起動までのラップタイムと総時間との比であり、1%の精度で各群別に0~100%の任意値に設定可能である。

なお上記のような自動式プログラム制御を行う代りに、手動で制御することもできる。

2.2 確認、警報および試験動作

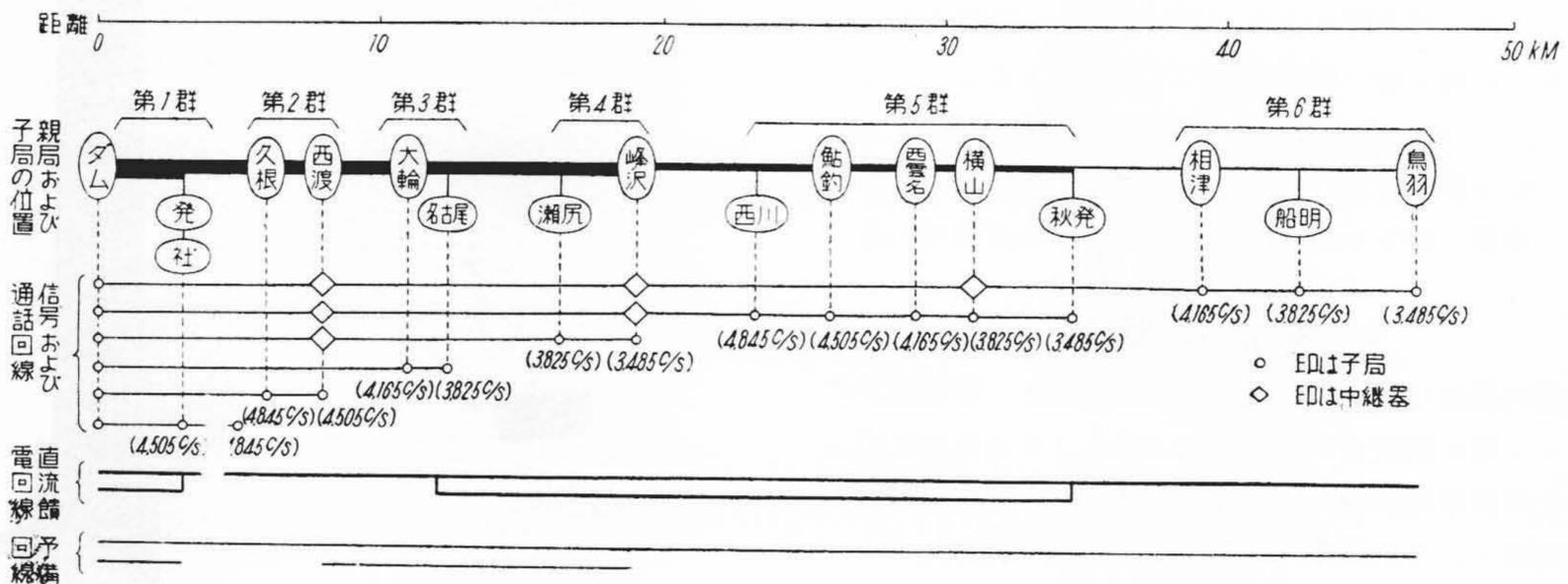
2.2.1 サイレン動作により子局より応答信号が返送されサイレン動作確認表示を行う。

2.2.2 次の各場合に、ブザーおよびランプにより警報表示を行う。

- (i) 親局より制御信号を送出するも子局より応答信号なき場合



第3図 天竜川流域の警報伝達地点



第4図 回線の構成

(ii) 親局電源故障の場合

(iii) ケーブル断線(盗難)の場合

2.2.3 サイレンを起動することなく、装置全系統の制御動作を試験することができる。

2.3 保安用電話回線

各子局は、同一グループ内の子局相互間および親局との間に保安用電話連絡を行うことができ、また異なつたグループの子局間で通話する必要の生じた場合は親局において中継接続を行うことも可能である。

次に本装置設計上の特長として次の4点をあげることができる。

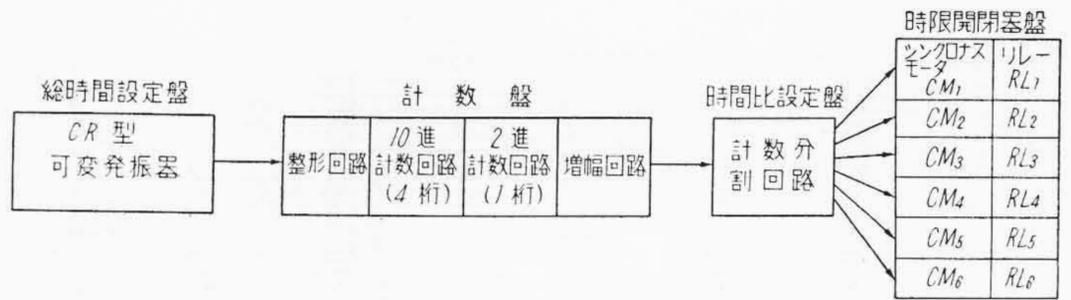
- (1) 総時間および時間比設定の方式として電子管式計数回路とロータリースイッチを用いた⁽¹⁾。これにより機械的可動部分のきわめて少ない安定した制御回路が得られた。
- (2) 子局をトランジスタ化することにより子局電源を省略することができ、所要電源は直流饋電することにした。
- (3) 線路損失補償用にトランジスタ両方向増幅器を採用した^{(2)~(4)}。
- (4) 各種監視および警報装置を付加した。これらについては次節以下に詳説する。

3. 設計上の特長

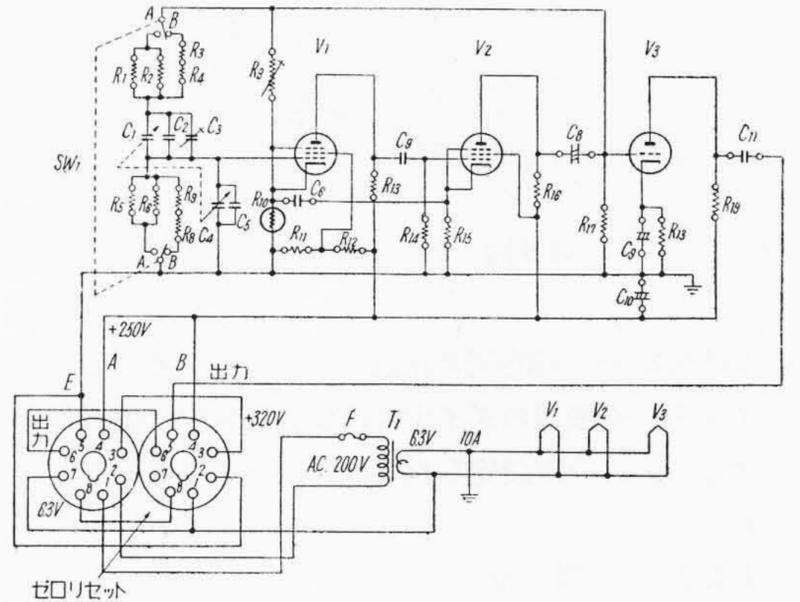
本装置設計上の主要なる特長について詳説する。

3.1 時間制御方式について

時間制御は前述するように総時間と時間比とをあらかじめ所望の値に設定しうることである。このために本装置においては、発振器の発振周波数を電子管式計数回路とロータリーセクタの一定回数の計数により総時間を求め、また計数回数の比から時間比を求める方式を採用



第5図 制御部構成



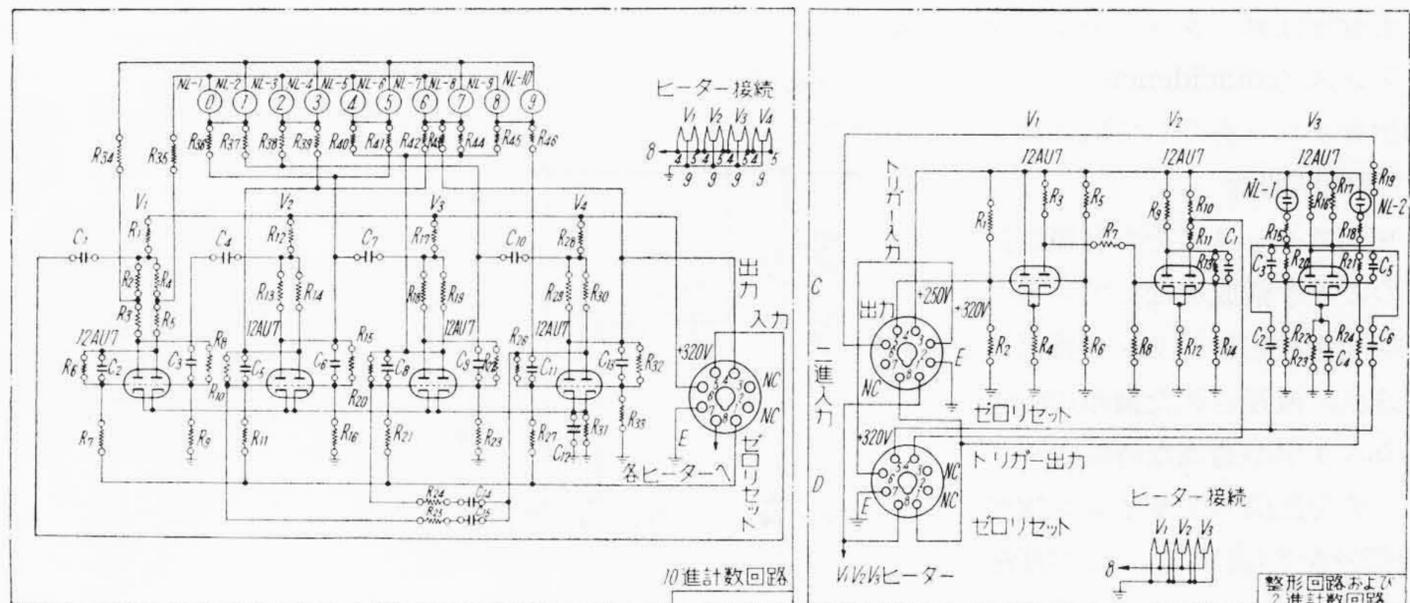
第6図 CR型可変発振器回路

した。このため、総時間の設定は発振周波数の設定に還元され時間比設定はロータリースイッチの位置の設定に置換される。

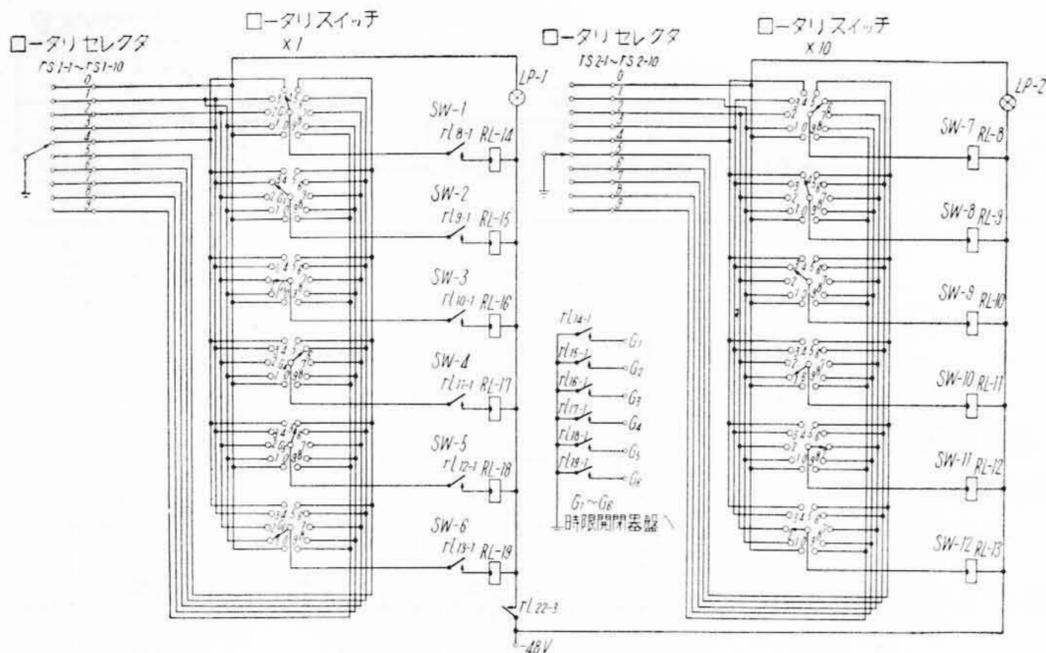
親局における制御部は総時間設定盤、計数盤、時間比設定盤および時限開閉器盤からなり、その構成は第5図に示すとおりである。

3.1.1 総時間設定盤

第6図に示すようなCRウィーンブリッジ型可変周波数発振器であり、可変範囲は46~225 c/s および221~1,118 c/sの2レンジで、この周波数に対応して計数分割回路の出力パルス間隔を30分~2時間30分および



第7図 整形および計数回路



第8図 計 数 分 割 回 路

2時間30分~11時間の任意の値に設定することが可能である。発振器のダイヤルは装置運転中の誤操作をさけるため、一度設定した位置にロックできるようにされている。

3.1.2 計 数 盤

CR 発振器出力波形を整形後、電子管式計数器により10進法4桁および2進法1桁すなわち 2×10^4 個計数するための回路である。フリップフロップ回路が2進計数回路を構成することは周知のとおりであるが、10進計数回路は、これを4段カスケード接続した上で、この2進回路が10を計数する瞬間に全体をゼロリセットするような適当なパルスフィードバックを行うことにより得られる(第7図参照)。

3.1.3 時 間 比 設 定 盤

計数分割回路は、各子局グループごとに1位と10位を表示する2個のロータリースイッチおよびロータリーセクタからなる(第8図参照)。ロータリーセクタは計数盤から送り込まれるパルスにより逐次動作するから、ロータリースイッチをあらかじめ適当な位置に設定しておけばロータリーセクタのワイパーとのコインシデンス (coincidence) によりあらかじめ設定した時間比をリレーを介して取り出すことができる。

3.1.4 時 限 開 閉 器 盤

シンクロナスマータとその付属回路が第9図のごとき構成をなしている。モータは時間比設定盤のリレー接点により起動され、減速された歯車の軸と直結するカム4個が適当な時間にマイクロスイッチを制御してサイレン吹鳴用の断続符号を作成する。この断続符号によりリレーを通して直流電圧(150V)が線路に送出される。

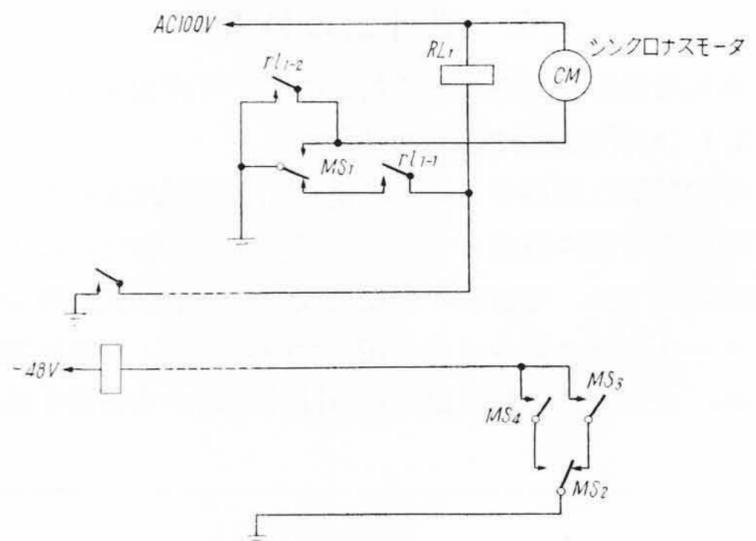
3.2 サイレン確認表示回路

サイレン起動の確認は応答信号の有無によつて識別し、その原理は第10図に示すようにサイレン制御用リレーの接点が閉じた場合、警報用ブザーとランプ回路を動作させるリレー RL_2 に電流を流そうとするが、これに直列に挿入されたサーミスタの遅延特性によつて RL_2 が感動するまでにはある一定の時間があり、この間に子局から送出された応答信号が増幅整流されて RL_1 を作動させ、その接点 rl_1 のトランスファによつてサイレン確認表示ランプが点灯すると同時に RL_2 の電流を遮断する。応答信号のない場合は rl_1 のトランスファが起らない

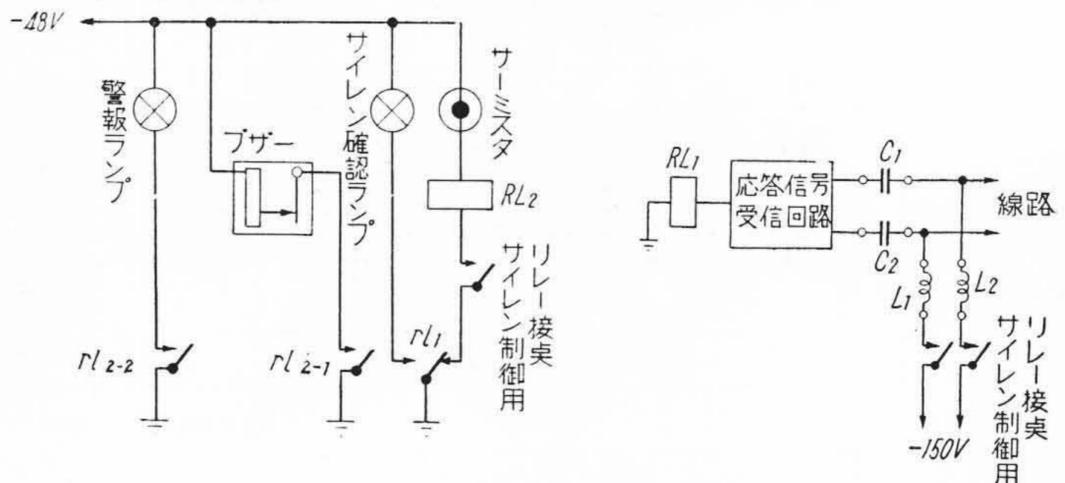
のである一定の時間遅れののち RL_2 の感動によつて警報ブザーおよび警報ランプを動作させて故障表示をする。応答信号受信回路と確認表示ランプとは子局と同数あり、警報用ブザーとランプは一組を全子局の確認表示回路に共通に使用している。

3.3 子 局 装 置

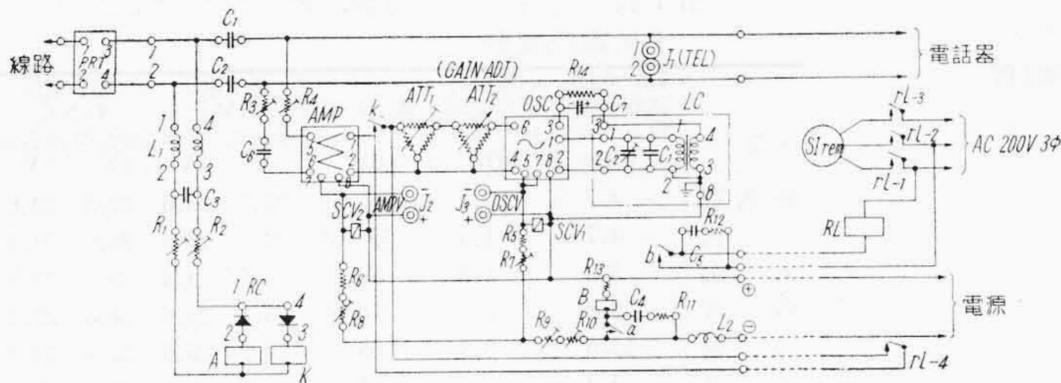
子局装置は第11図に示すように、サイレン制御回路応答信号回路よりなる。またトランジスタを使用して、電源は親局および秋葉局(第12図参照)より直流饋電さ



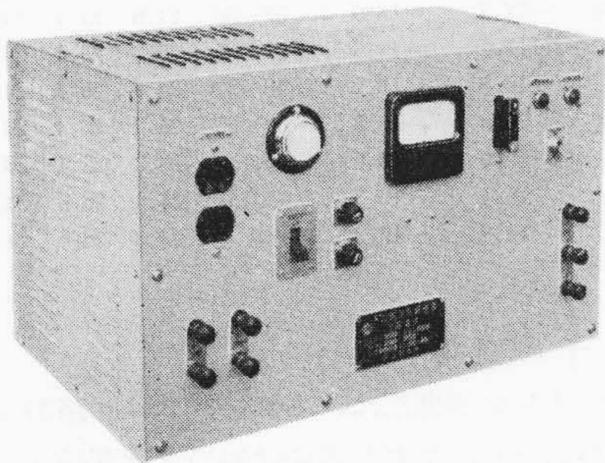
第9図 時 限 開 閉 器 盤



第10図 サイレン確認表示回路



第 11 図 子 局 回 路



第 12 図 秋葉局電源装置正面外観図

れており所要電流は 20 mA 以下である。

3.3.1 サイレン制御回路

親局における直流電圧の印加により A リレーが動作し、B リレーの接点によりサイレン起動電磁リレーを励磁する。なお装置試験の場合は、印加電圧の極性を逆にして K リレーを動作させる。

3.3.2 応答信号回路

第 4 図に示すように各子局には個別に応答信号周波数が与えられており、サイレン起動リレー接点によりトランジスタ発振器出力を親局宛返送する。

3.4 構造概要

子局装置はサイレン塔に設置され、日光の直射や風雨にさらされるため特に防水および熱遮蔽を考慮して二重筐体構造となっている。塗装は白色ホーロー焼付として直射日光の吸収をさけた。トランジスタを使用しているため、当初直射日光による内部温度上昇を懸念したが、実験結果によれば周囲温度よりの上昇は 5°C 以下であることがわかった。

3.5 両方向中継器 (第 13 図)

従来の 2-2 型 2 線式電話中継器は、東行西行の通話がハイブリッドにより分離され、それぞれ別々の増幅器によりレベルを補償するのに対し、本中継器は変成器 T によつて線路に直列に接続された負

性インピーダンス両方向増幅器により両方向共通に線路減衰が補償されるもので、使用部品が僅少で構造が簡易化されることのほか、直流の伝送が自由で 16 c/s 信号の伝送が可能である。本中継器の基本要素は負性インピーダンス増幅器であり、これは線路に対して等価的に負のインピーダンスを有するように設計せられた二端子活性回路網である。この負性インピーダンスの値を $-Z$ とすれば、

中継器の挿入利得 G は簡単な計算により

$$G = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_0}{Z_0 - Z} \right| \dots\dots\dots (1)$$

ただし Z_0 は電源および負荷を含めた線路のループインピーダンスである。

負性インピーダンス型両方向増幅器は、負性インピーダンス変換器を適当なインピーダンスで終端することにより等価的に該インピーダンスを補償するものであるから、増幅器の利得および周波数特性はインピーダンス変換器の終端条件と伝送線路の条件とによつて異なり、一意的には決定しない。

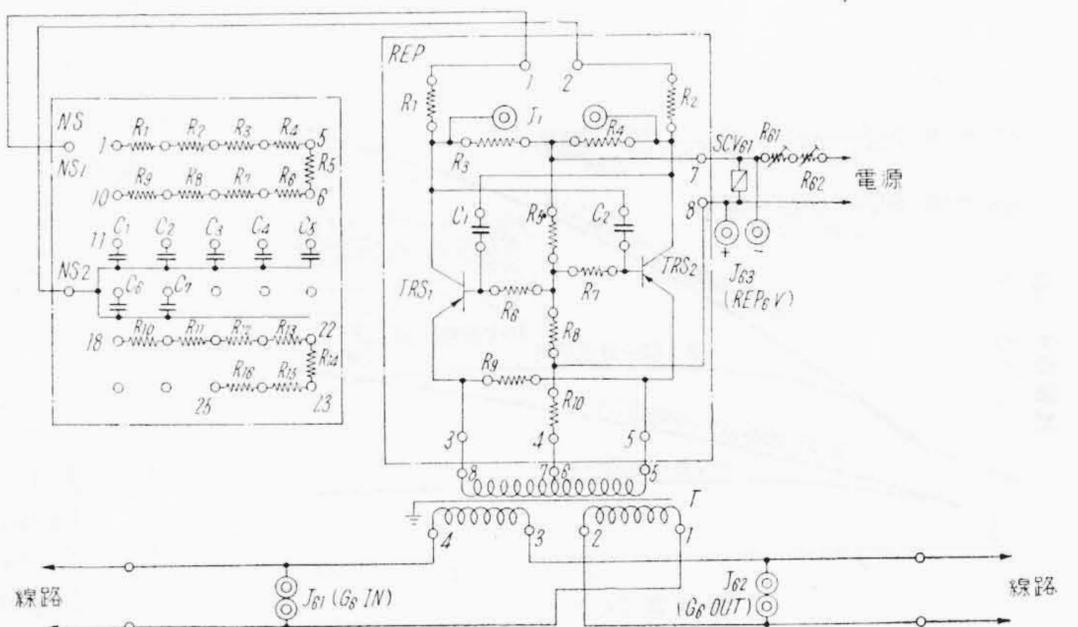
3.6 線路障害警報

子局給電用線路には、サイレン制御時以外においても常時平均約 400 mA の電流が流れているので、ケーブル断線による障害は、線路に直列に挿入されたリレーのブレーク接点を使用して、線路の導通電流がリレーの感動電流以下に低下した場合に、警報回路を動作させて線路障害の警報を与える。リレーの感動電流は 120 mA である。

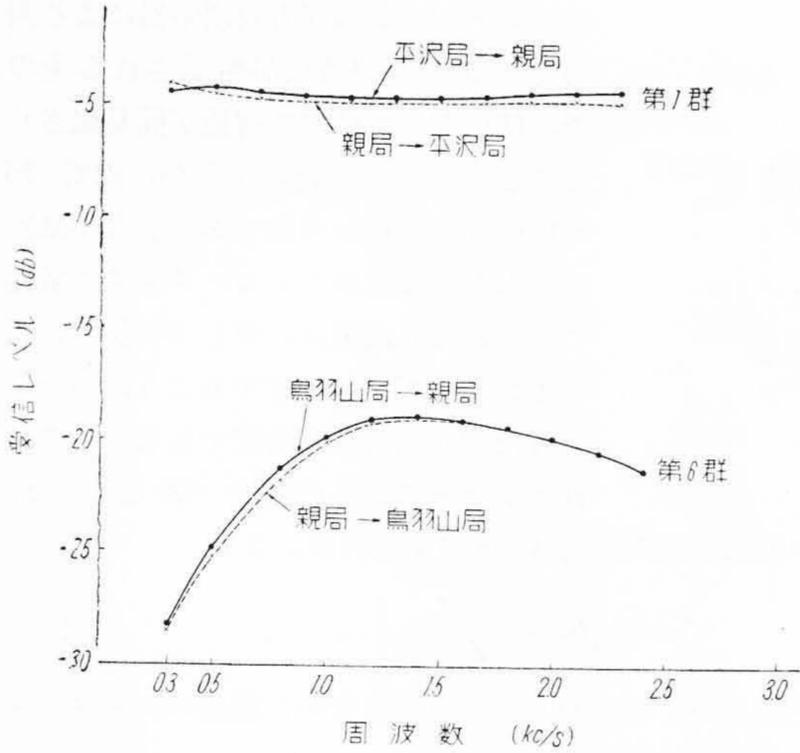
4. 装置の諸特性

4.1 発振器

CR ウィーンブリッジ型発振器の発振周波数と総時間とを対応させており、総時間の偏差は入力交流電圧 200 V



第 13 図 両 方 向 中 継 器 回 路



第14図 第1群および第6群周波数特性

±10%の範囲内で±3%以下, 周囲温度-10°C~+37°Cおよび相対湿度30%~98%の範囲内で±5%以下である。

4.2 音声回路周波数特性

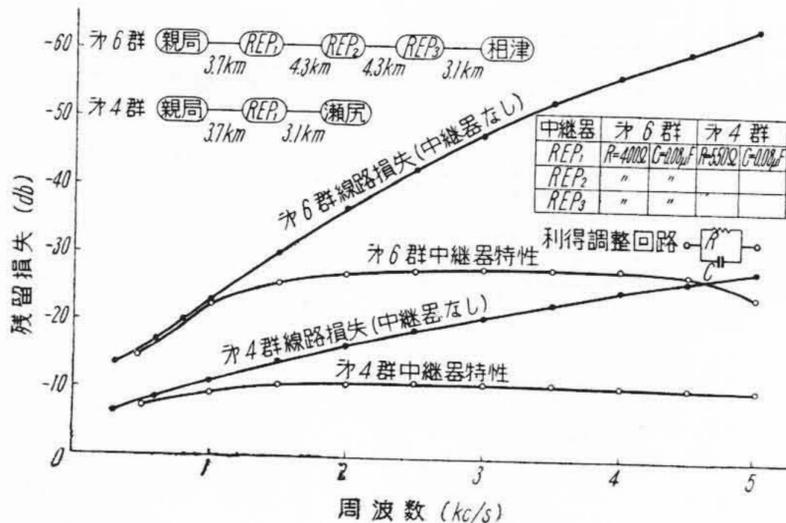
親局子局間の周波数特性を示す第14図は, 第1群および第6群のうち, 親局から最も遠方に位置する子局との間の測定値である。

4.3 中継器特性

中継器の利得は前述せるように線路インピーダンスに大きく支配されるため, 擬似ケーブルを使用して予備実験を行った。第15図は, かかる擬似線路を用いた場合の特性である。

4.4 応答信号, 通話および雑音特性

各群のサイレン起動による応答信号の漏洩は, 通話品質を低下させるので極力その影響を防止しなければならない。第1表は親局にて測定した通話レベル, 雑音レベルおよび応答信号レベルを示し, 音声周波数としては1kc/sを選び, 子局からの送出レベルは0dbである。



第15図 第6群および第4群中継器特性

第1表 応答信号, 通話, 雑音特性および子局電圧変動

子局	1kc 0db 送親局受信レベル (db)	応答信号親局受信レベル (db)	雑音量 (db)	端子電圧 AMP		端子電圧 OSC	
				全負荷 (V)	無負荷 (V)	全負荷 (V)	無負荷 (V)
佐久間	-4.7	-1.2	-56~59	21.7	23.6	22.5	22.6
平沢	-4.7	-1.5	-59~61	22.4	23.8	24.0	24.1
久根	-8.3	-1.6	-70	21.7	24.4	23.7	23.9
西渡	-9.8	-2.8	-70.5	23.1	24.6	23.3	23.4
大輪	-13.6	-0.9	-65.0	23.2	25.6	22.9	24.0
名古屋	-15.0	-6.8	-65	23.2	25.0	23.4	23.9
瀬尻	-12.7	-19.6	-73.5	24.6	24.8	25.7	25.8
峰の沢	-15.0	-15.6	-76	24.1	23.8	23.1	23.1
西川	-18.4	-19.6	-53~51	24.4	24.7	23.8	23.9
鮎釣	-18.3	-18.6	-52~56	24.6	25.1	24.1	24.2
西雲名	-17.7	-19.5	-51~55	23.3	25.4	23.3	23.5
横山	-16.8	-18.1	-50~52	24.9	26.7	24.5	24.6
秋葉	-20.0	-18.8	-52~55	23.2	26.4	24.0	24.3
相津	-12.5	-18.6	-60	23.3	25.4	23.8	23.9
船明	-16.4	-19.3	-64.5	25.4	26.6	24.1	24.2
鳥羽山	-18.8	-19.2	-68	24.0	26.6	24.5	24.6

4.5 子局電源

子局サイレン制御部は, トランジスタ回路およびリレー回路からなり, 必要な電流は親局と秋葉局から線路を通して並列給電を行つているため, リレー開閉による子局の消費電流の増減は端子電圧の変動をもたらし, その極端な変動はトランジスタの劣化を促進するのみならず, 装置の完全動作をも期しがたいので, 本装置においては第11図にみられるように, 回路の安定を図るためトランジスタ電源には, シリコンカーバイド・バリスタ(SCV)を使用した。第1表に, 各子局リレー回路が全負荷および無負荷になつた場合のトランジスタ増幅器と発振器の端子電圧変動を示す。

5. 結 言

本装置は, こと人命に関するゆえその設計には慎重を期し, 安全に対する考慮も十分払つた。親局における時間制御回路およびそのほかの制御回路の動作上の問題点は皆無に近く, この種制御装置の製作は初めてであるにもかかわらず所期の目的を達成し得たことは, 関係者一同の喜びとするところである。

最後に, 本装置の製作にあたり終始御懇切な御指導をいただいた電源開発株式会社木村通信課長をはじめ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) 栗本: “任意時間とその瞬間に対する任意比率を得る電気式時限装置” 特許出願中
- (2) J. L. Merrill: “Theory of the Negative Impedance Converter” BSTJ (Jan. 1951)
- (3) J. G. Linvill: “Transistor Negative Impedance Converter” IRE (Jun. 1953)
- (4) 田島, 徳永: “双方向増幅器による無装荷ケーブルの補償” 昭32. 電気通信学会全国大会予稿