

トーンリング式自動接続線装置

Tone Ringing Automatic Party Line Equipment

佐々木敏夫* 長田耕一*
Toshio Sasaki Kōichi Osada

内 容 梗 概

トーンリング式自動接続線装置は、通信線路に誘導される雑音電圧による誤動作を防止するために開発された、新しい自動接続線装置である。接続される子電話装置8個の選択呼び出しは、あらかじめ定められた8周波の可聴信号を通話線路に送り出して行なっているため、従来の自動接続線装置のように大地を信号電流の帰路に使用する必要がない。したがって、誘導電圧の影響による誤動作は完全に防止することができ、主として交流電化地区の自動接続線装置として使用される。

本装置は昨年2月、東北線福島、二本松間の交流電化区間で実験され好成績を収め、実用化第一号装置は日本国有鉄道岡崎駅、大府駅にて現在建設中である。

本論文は、上記実用化第一号装置の概要について述べている。

1. 緒 言

日本国有鉄道においては、自動交換機における多数共同加入方式として、従来いわゆる自動接続線装置が採用されていた。この方式は、鉄道線路の主要駅に交換機および接続線継電器群を設置し、中間の各駅には交換機の電話機側端子に接続された接続線継電器群からの一対の電話線を共用して接続接続した、子電話装置をそれぞれ配置したものである。子電話装置の数は最大8個まで接続接続可能であり、これら8個の子電話装置を選択呼び出しするための信号電流は、大地をその帰路として使用しているため、線路と大地間に誘起される誘導電圧が誤動作の原因となり、特に交流電化地区での使用は不可能であった。一般に、通信線路の往復の2線は非常によく平衡がとれており、いわゆるヘース式回路を線路に接続しても、不平衡減衰量 -60 dB 程度は保証される。したがって大地との間に相当程度の誘導電圧を生じてても(交流電化地区では数 10 V ないし 100 V 程度)、この線間に誘導される電圧はきわめてわずかで、実用上問題となることはほとんどない。しかしながら、いかによく平衡のとれている線路においても、大地との間の誘導電圧の誘起は免れ得ず、これをなくするためには、通信線路そのものを、鋼帯外装ケーブルのように電磁的に遮へいを施す必要があるが、非常に高価なものとなるためこれを使用することは好ましくない。したがって、たとえ誘導電圧が生じても、これによる誤動作のない新しい方式を開発する必要性が生じ、日本国有鉄道においては、これに対する調査研究が重ねられた結果、信号回路に大地を使用せず、往復2線のみを利用する方法として、いわゆるトーンリング方式を採用するに至り、この回路方式の統一を行ない標準方式を決定し、昨年2月、福島、二本松間の交流電化区間において、本標準方式による装置により実験の結果好成績を収めた。

なお、本方式による実用化第一号の製品は、現在日本国有鉄道において岡崎駅、大府駅に設置されるRX-1形クロスバ交換機とともに、現在建設中であり、その成果が注目されている。

2. 特長および性能

本装置は従来の自動接続線装置の特長はもちろんそのほか種々の特長をもっているが、そのおもなものを記すと下記のようになる。

(1) 誘導雑音による誤動作のないこと。

前述のように、子電話装置の呼び出し信号は大地を利用せず通話線を使用するのみであるから、線路の平衡度さえ良ければ、線路間の誘導電圧は無視できる程度に小さくなり、信号の誤動作は完全に防止される。しかも子電話装置にはやっかいな接地工事がま

ったく不要となる。

(2) 子電話装置の取り扱いは、単独電話機と同様であること。

同一接続線内子電話装置呼びの場合、発呼子電話装置は、単独電話機の場合と同様に、送受器を上げたまま相手の応答を待つことができる。

(3) 呼び出し中同一接続線内の被呼者以外の子電話装置が送受器を上げてても応答監視リレーが動作しないこと。

子電話装置への呼び出し信号は該被呼子電話装置のみが受信し、その出力と送受器上げの二つの条件で応答表示を得ているため、呼び出し中に被呼者以外の子電話装置が送受器を上げててもなんら影響はない。

(4) 既設の電話機がそのまま使用できること。

子電話装置は自動式電話機にそのまま宅内装置を付加したものであるため、既設の自動交換機に、接続線装置を新たに設置する場合でも電話機はなんら改造することなく、そのまま使用できる。

(5) 動作がきわめて安定であること。

本装置に使用する部品は、ワイヤスプリングリレーなどすべてクロスバ交換機用機器を使用しているため、動作が安定かつ長寿命で保守上の心配はなく、無人局にも使用できる。

(6) 同一接続線内子電話装置の空表示を有すること。

各子電話装置には空表示用ランプが取り付けられており、同一接続線内子電話装置のいずれかが話中(送受器あげ)の場合これが滅火する。

以上のほか、同一接続線内子電話装置は最大8共同まで可能であること、呼び出し信号が従来のベルとまったく異なり、トーンリング式であるため非常に快い音であることなど種々のすぐれた点を有している。

また、本装置のおもな性能は次のとおりである。

(1) 電源は直流 $48\pm 5\text{ V}$ の範囲で使用可能。

(2) 線路直列抵抗最大 $1,200\ \Omega$ 、漏えい抵抗最低 $20\text{ k}\Omega$ まで使用可能。

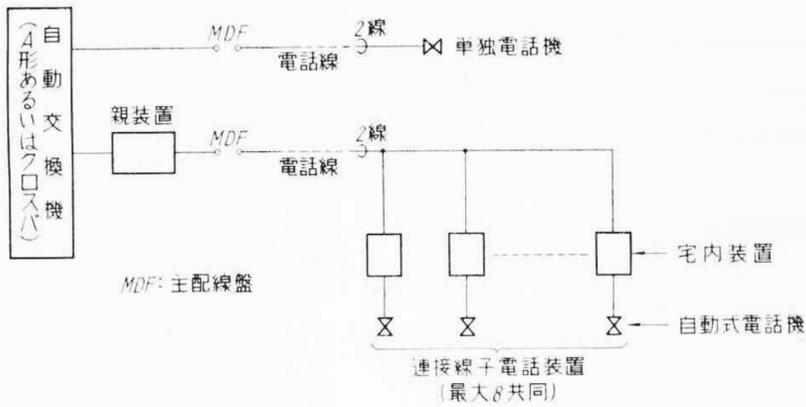
(3) 呼出音量は子電話装置端子に 0.5 V の信号電圧を加えれば十分であること(75ホン以上)。

3. 中継方式

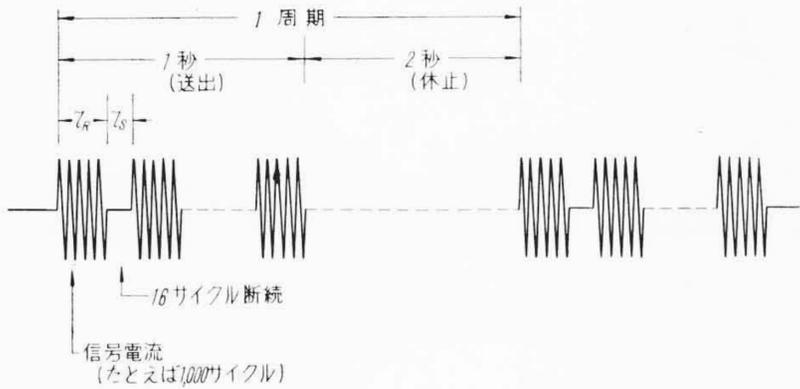
第1図に本装置の中継方式を示す。各接続線子電話装置は交換機側に設置された親装置からの電話線に共通に接続されている。また親装置の交換機側端子は、自動交換機の電話機側端子に接続されている。各接続線子電話装置は、一般の単独電話機と同様に、それぞれ自分の電話番号をもっている。

また、接続線各子電話装置の選択呼び出しは、各子電話装置に与

* 日立製作所戸塚工場



第1図 中継方式図



$$\frac{Z_R}{Z_R + Z_S} \times 100 \geq 66.6(\%), \quad \frac{1}{Z_R + Z_S} = 16(\text{サイクル})$$

第2図 呼出信号電流波形

えられた可聴周波の範囲にある計8周波のいずれか1周波を線路に送出する方法により行なっている。この呼び出し信号の周波数選択には、心地良い音であること、離れた所からでも注意をひくようなものであることなどの条件により決められ⁽¹⁾ 478 c/s, 532 c/s, 591 c/s, 656 c/s, 729 c/s, 810 c/s, 900 c/s, 1,000 c/sの8周波を第2図のように16 c/sで断続し(送出比66.6%以上)、一般の呼び出し信号と同様に1秒送、2秒断により送出している。

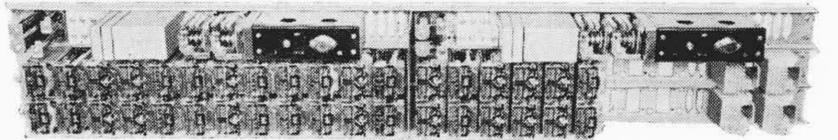
親装置は、これら各周波数に対応する発振器および共通の増幅器を備えており、自動交換機から接続線子電話装置への着信呼があると親装置内でどの子電話装置への着信であるかを識別して、その子電話装置に対応する周波数の呼び出し信号を線路に送出する。被呼子電話装置で送受器を上げて応答すれば通話にはいる。

子電話装置で送受器を上げて発信すると、その表示を親装置で受ける。親装置では、次いで発信者のダイヤルを受信し、このダイヤル番号によって自動交換機側への呼であるか、同一接続線内子電話装置への呼であるかを識別し自動交換機側への呼であれば通話路をそのまま自動交換機側へ延長し、また同一接続線内子電話装置への呼であれば自動交換機側への通話路を切断して、被呼子電話装置に対応する呼び出し信号を線路に送出する。被呼子電話装置が送受器を上げて応答すれば通話にはいる。

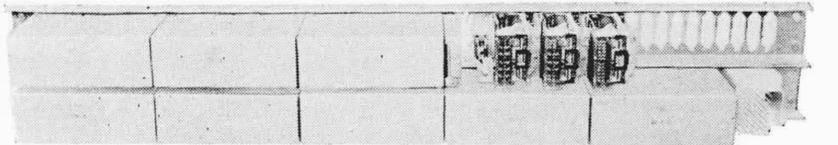
4. 親 装 置

4.1 構造および構成

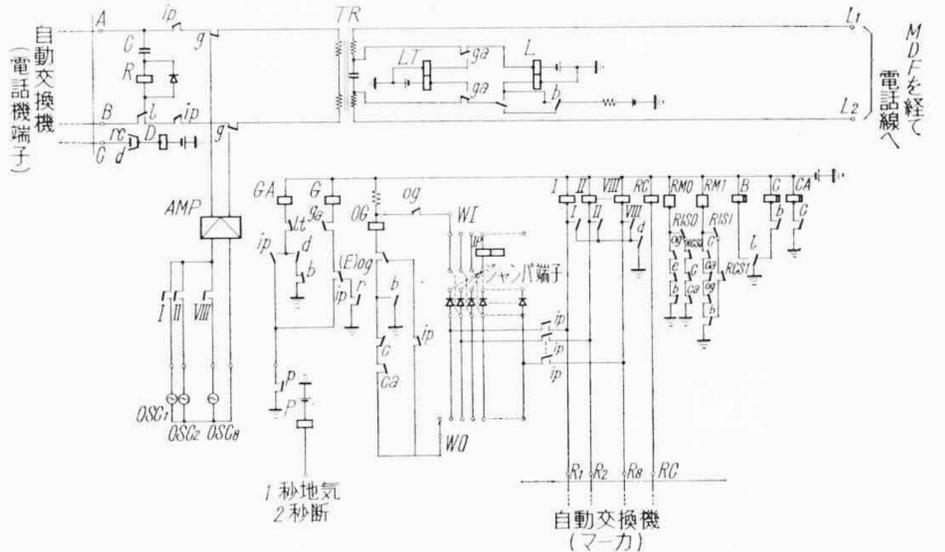
第3図に親装置継電器群、第4図に親装置発振器群を示す。第3図はRX-1形クロスバ自動交換機に接続されるように設計されたもので、C9クロスバ鉄板3枚幅に、2回路実装したものである。局状に応じ接続回線の必要数に応じて、たとえば6回路必要な場合は、この継電器群を3個使用すればよい。本装置は、ワイヤスプリングリレーを用いるなど、すべてクロスバ用部品を使用している。このほか、2回路用と同様RX-1形クロスバ自動交換機に接続できるものとして、C9クロスバ鉄板2枚幅に実装した1回路用のものも設計されている。第4図に示す発振器群は、接続回線10回路用として設計されたもので、発振器ユニット8個および断続継電器群が実装されC9クロスバ鉄板2枚幅から成っている。各発振器ユニット



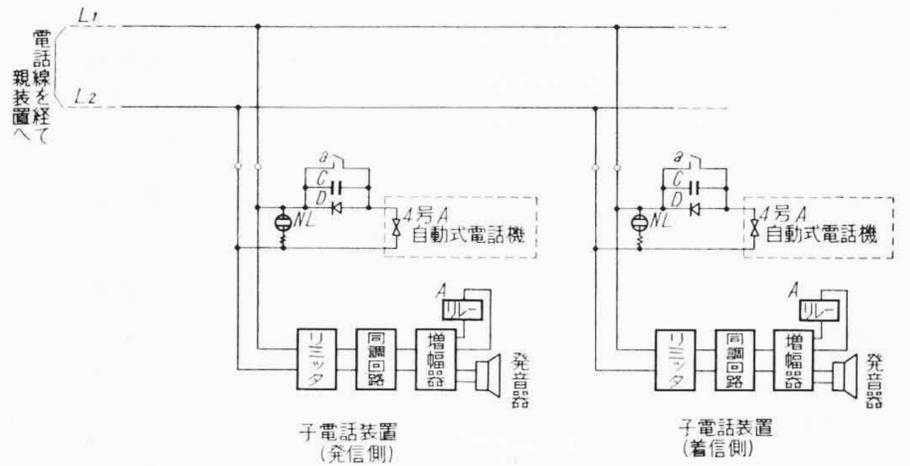
第3図 親装置継電器群



第4図 親装置発振器群



第5図 親装置主要回路



第6図 子電話装置回路原理図

には、トランジスタ回路を使用し、プリント基板にトランジスタ、変成器、抵抗などの部品を取り付けたユニット形になっているため、取り扱い上きわめて便利な構造になっている。

4.2 動作概要

2において接続方式を簡単に述べたが、以下回路の動作概要を述べる。

親装置は、自動交換機側から接続線子電話装置への着信を識別し、被呼子電話装置に対応する発振器からの所望の呼び出し信号を増幅して線路に送り出し、また、子電話装置からの発信を受け、ダイヤルインパルスの中継して、自動交換機側へ送出する機能を有している。第5図は親装置の主要回路を、第6図は子電話装置の回路原理図をそれぞれ示したものである。以下これらの図に従って、親装置の動作概要を説明する。

4.2.1 着信接続

第5図において、Pリレーは自動交換機側からの断続地気により常に1秒動作、2秒復旧の断続動作を繰り返している。自動交換機側から着信があるとRC端子に地気が与えられRCリレーが動作する。一方着信によりC線にも地気が与えられているので、RCリレーが動作するとDリレーが動作する。RCリレーは、やがて自動交換機の接続動作が完了すると動作地気がなくなり、これと同時に復旧するが、DリレーはC線の地気がなくなるまで、すなわち通話が終了するまで動作を保持する。さらに被呼子電話

装置識別表示が端子 R₁~R₈ のいずれか 1 端子に与えられ、対応するリレー I~VIII のいずれか 1 個が動作し D リレーが動作しているため該リレーは保持される。一方、GA リレーは、D リレーの動作により動作する。したがって、通話線 A、B 間に 16 c/s の呼び出し電流が到来すると R リレー、次いで G リレーが動作復旧を繰り返す。発振器 (OSC 1~OSC 8) からの信号を中継線輪 (TR) を経て線路に送出する。該被呼子電話装置が送受器をあげて応答すると、LT リレーが動作して R リレーの動作回路を切ると同時に、自動交換機側からの 16 c/s 電流を停止させる。

4.2.2 発 信 接 続

接続線子電話装置が送受器を上げると L リレーが動作し自動交換機電話機端子に対し直流回路を形成し、発信状態となる。発呼子電話装置でダイヤルを行なうと、それに従って L リレーが動作復旧を繰り返す。自動交換機側はそのダイヤルインパルスの中継すると同時に、親継電器群では、リレースイッチ RM 0 がインパルス数を RM 1 がけた数をそれぞれ計数する。この場合 C リレーはダイヤルパルスの最初のプレートにより動作し、ダイヤル中保持し各ダイヤル間 (ミニマムポーズ) およびダイヤル終了後は復旧する。CA リレーは、C リレーが復旧してから遅延復旧する。ダイヤルにより、自動交換機側への発信接続であることがわかると OG リレーが動作し、本継電器群内での計数を停止する。

4.2.3 接続線内相互接続

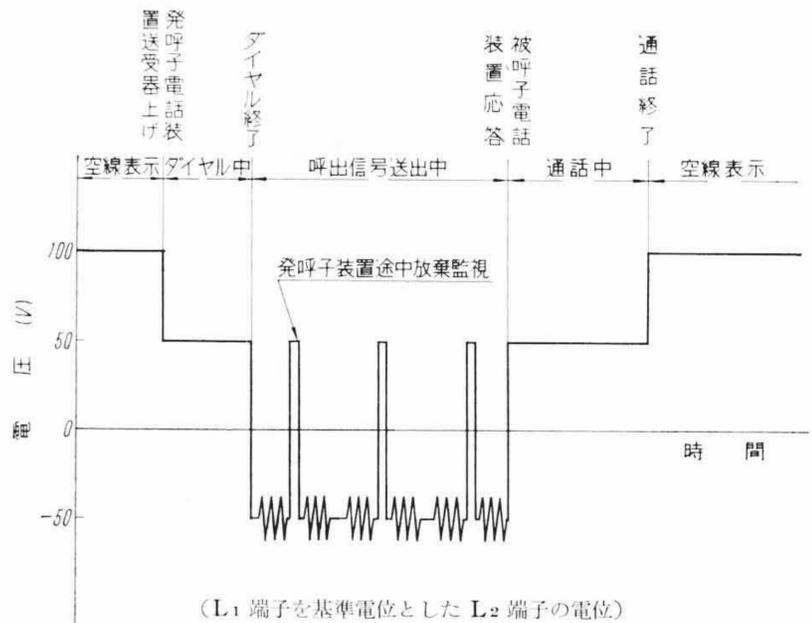
4.2.2 の場合と同様にして、自動交換機側へインパルスの中継すると同時に親継電器群内においてもこれを計数し、自接続線内子電話装置呼びであれば IP リレーが動作する。すなわち W1 はリレースイッチ RM 1 の動作復旧に従ってけた数を計数し、W0 はリレースイッチ RM 0 の動作復旧に従ってインパルス数を計数している。たとえば、電話機番号 4 数字の場合は、千位百位拾位とダイヤルされた初めの 3 数字が自接続線内子電話装置番号に該当している場合は、W0 と W1 との整合回路が形成されるよう点線のようにジャンパ接続を行ない、OG リレーが動作できないようにする。次いで単位のダイヤルが終了したのち、これも同様自接続線内子電話装置番号である場合は、LP リレーが動作できるようにジャンパ接続を行なっておく。第 5 図はダイヤル番号 "2341" ~ "2344" が自接続線内子電話装置番号である場合を示している。しかして最後のけたの数字を A~H リレーのいずれかに蓄積し、自接続線内の該子電話装置を呼び出す。

4.2.4 被呼子電話装置の応答ならびに発呼子電話装置の途中放棄の監視

応答監視および途中放棄の監視はトーンリング方式の採用により従来とはまったく別の方式を採用しなければならない。すなわち、従来の自動接続線の場合は、子電話装置において放電管、整流器およびリレーの組み合わせにより信号電流に対して順次回路を閉じていき、被呼子電話装置が、送受器を上げ応答したときのみ子電話装置から、地気を親継電器群に、送り出して応答表示を与えていた。しかしトーンリング方式においてはまったく大地を使用していないため、このような方法を採用することはできない。以下これに関し、自接続線内相互接続を例にして述べる。接続線内子電話装置から発信し送受器を上げると、親装置の地気から L リレー巻線—中継線輪 (TR)—L₂ 端子—電話機回路—ダイオード (D)—L₁ 端子—中継線輪 (TR)—L リレー巻線—電池の経路で直流回路が形成され、L リレーが動作する。次に発呼子電話装置にて自接続内呼の所望のダイヤルを行ない、それが終了すると親装置は前述のように、可聴周波呼び出し信号を線路に送出する。このとき親装置では、G リレーが 1 秒動作、2 秒復旧で動作復旧を繰り返す。GA リレーも G リレーと周期、位相とも同様に動作

第 1 表 子電話装置インピーダンス変化

		通 話 中	信号送出中	信号休止中
発呼電話機	送受器おろし	高	高	高
	送受器上げ	低	高	低
被呼電話機	送受器おろし	高	高	高
	送受器上げ	低	低	高



(L₁ 端子を基準電位とした L₂ 端子の電位)

第 7 図 L₁、L₂ 端子間極性変化

復旧を繰り返す。したがって L₁ 端子における直流電圧の極性は、1 秒正 2 秒負を、L₂ 端子はこれとまったく逆の位相で正負を繰り返す。また親装置内では、GA リレーの動作中は L リレーは復旧しても影響のないようになっている。このようにして G リレーが動作し、信号送出幅は被呼子電話装置では LT リレーが動作してその表示を受けることができる。被呼子電話装置以外の電話機ではダイオードが短絡されていないため、送話器を上げて親装置にはなんら影響がない。また、信号休止中、すなわち G リレーが復旧している間は、極性が送出中とは逆になり、L リレーは発呼者電話機回路によって保持され、もし発呼子電話装置にて送受器をおろし呼を途中放棄した場合、L リレーが復旧して、その表示を受けることができる。

実際の回路では、発呼子電話装置途中放棄監視用の極性反転は、呼び出し信号送出 2 回につき 1 度すなわち 6 秒に 1 度約 1 秒間行なっている。これは極性反転を行なうと通話回路のインダクタンス、キャパシタンスの影響が大なり小なり過渡電流として現われ、これが発呼子電話装置へクリック雑音となって聞えるので、これを可及的軽減するためである。

以上の条件による L₁ 端子、L₂ 端子間の極性変化およびこれに対する子電話装置端子間のインピーダンス変化を示すと第 7 図および第 1 表のようになる。

5. 子 電 話 装 置

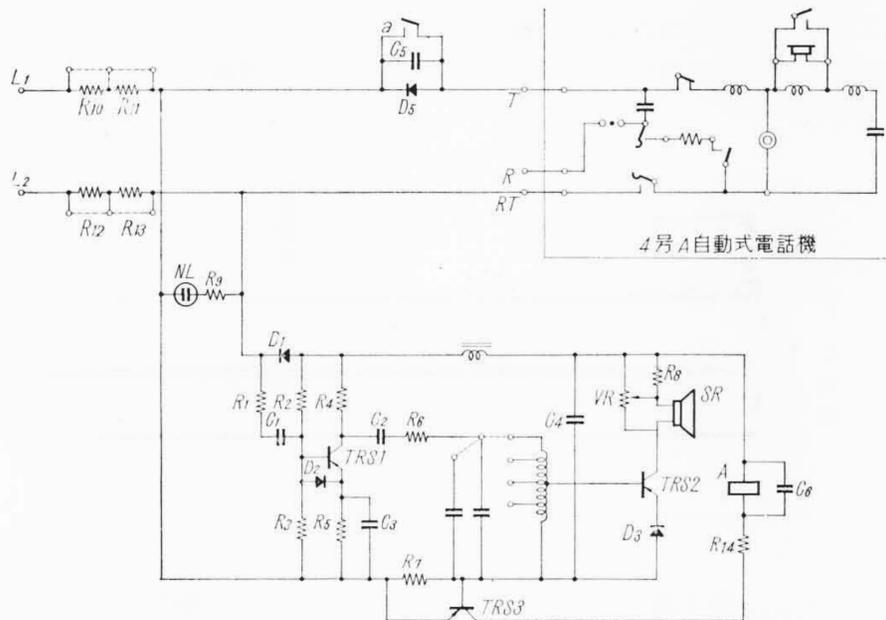
5.1 構造および構成

子電話装置の通話回路は、既設の 4 号 A 自動式電話機をそのまま使用できるようにするため、磁石電鈴に相当する呼び出し信号受信および発音体関係は別箱 (選択信号器) とし、この上部に 4 号電話機をのせる構造とした (第 8 図参照)。第 9 図に子電話装置の回路図を示す。本回路は空線表示ランプ回路、リミッタ回路、同調回路、増幅回路、サウンドラジエータおよびリレー回路で構成されている。

同調回路は、周波数切替用タップ 4 個をもつコイル 1 個と 2 種類のコンデンサからなり、これらの組み合わせで 8 種類の同調周波数に切り替えが可能である。温度特性を良くするために、フェライトコア使用のコイルと、これと逆の温度特性をもつスチロールコンデンサを組み合わせ、さらに製造、調整、保守の便を図って同調回路



第8図 子電話装置



第9図 子電話装置回路図

は独立のプリント基板に組み立ててある。リミッタ回路、増幅回路およびリレー回路の1部は同調回路とは別のプリント基板に組み立て、他の部品との接続はピン端子を用いて回路ブロックごとの取はずし、交換に便利な構造とした。

サウンドラジエータは、4号電話機用 R-4 受話器部品を用いて設計したもので、複合音響管を用い低電力で快い音質、音量で識別効果の大きい可聴呼び出し音を発することができる。音量は右側面からドライバで任意に加減できる。

きょう体は金属性で右側面に発音孔を、また前面には空線表示ランプがつけられている。

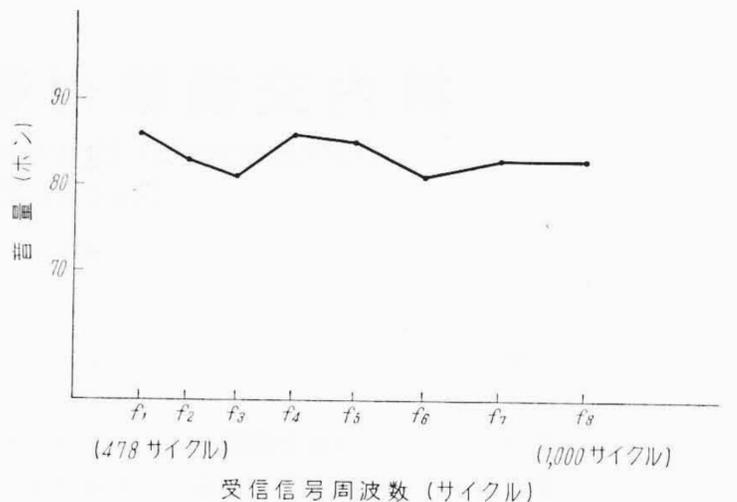
5.2 動作および性能

5.2.1 発信

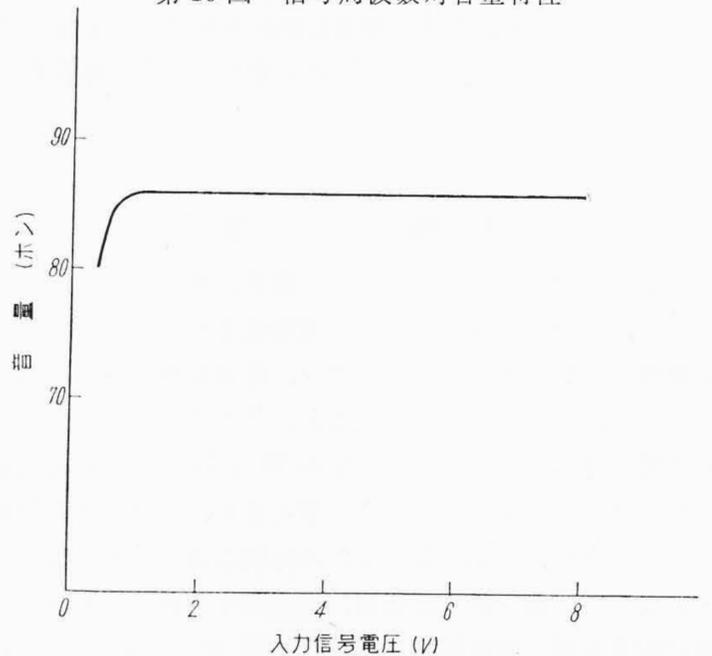
平常、線路の極性は L_1 に $-100V$ 、 L_2 に $+$ が印加されており、ネオンランプ (NL) が点灯して空線であることを表示する。この状態で送受器を上げれば、線路 L_2 —電話機回路—ダイオード (D_5)—線路 L_1 の直流回路が形成され、親装置が動作し L_1 が $-48V$ 、 L_2 が $+$ となり同一回線に接続されているすべての子装置のネオンランプが消え、話中であることを表示する。ここで普通の電話機と同様にダイヤルすればよい(第7図参照)。

5.2.2 着信

着信時は線路の極性は、 L_1 が $+$ 、 L_2 が $-48V$ となっている。この状態で親装置から数Vの呼び出し信号(478c/s~1,000c/s)が送出されると、この信号は子電話装置のリミッタ回路にはいり線路の長短に関係のない一定振幅にそろえられたのち、同調回路に送られる。並列に接続されている子電話装置のうち同調周波数が局からの呼び出し信号に合致している子電話装置だけが信号を選択する。この信号は増幅回路で増幅ならびに波形変換が行なわれてサウンドラジエータに加えられる。サウンドラジエータは成分高調波の複合音を発し被呼者を呼び出す。このとき R_7 の電圧降下によって TRS_3 が導通性となり、リレーAが動作して接点Aが



第10図 信号周波数対音量特性



第11図 信号電圧対音量特性

接となる。この状態で本子電話装置の送受器を上げ応答すれば、線路 $L_1(+)$ —接点 a—電話機回路—線路 $L_2(-48V)$ の直流回路ができると同時に親装置側で極性反転を行ない $L_1(-48V)$ 、 $L_2(+)$ とする。これにより発音器が鳴りやみ、リレーAが復旧し、接点 a が開き、直流は $L_2(+)$ —電話機回路—ダイオード— $L_1(-48V)$ の経路で流れ通話状態となる。被呼者以外の子電話装置では、同調回路から最終段に信号が与えられないため発音せず、また TRS_3 が不導通のためAリレーは動作しないので被呼者のみが応答できることになる。

第10図に各受信信号に対する音量特性の一例を、第11図に入力信号電圧に対する音量特性の一例を示す。

過電圧に対しては、 L_1L_2 間に交流 200V を1分間印加されたのちも特性の変化はほとんどなく、また電源電圧 $48 \pm 5V$ の変動に対して音量は1~2ホンの変化にとどまり、また温度 $-5^\circ C \sim 45^\circ C$ の変化に対する同調周波数の変化は約 $\pm 0.2\%$ 以下でありきわめて安定である。

6. 結 言

上述したように、本トーンリング式自動接続線装置は誘導雑音による誤動作防止用として、所期の目的を達成することができたのであるが、さらに回路上、構造上の細部については、技術の進歩と相まって調査検討を加えていく所存である。

最後に種々ご指導ご援助をいただいた日本国有鉄道通信課真田氏、鉄道技術研究所船橋氏ならびに関係各位、および日立製作所戸塚工場野上課長、中山課長はじめ関係各位に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

(1) L. A. Meacham, J.R. Power and F. West: B. S. T. J., 37, 344 (Mar. 1958)