

AF形自動式構内交換機の改良

Improvement on Type AF Private Automatic Branch Exchange

大和信夫* Nobuo Yamato 秋庭弘* Hiroshi Akiniwa 大松沢清省** Seishō Ōmatsuzawa
 行友真一** Shin'ichi Yukitomo 小林好次** Yoshiji Kobayashi

内 容 梗 概

AF形自動式構内交換機は、すでに数多く設置され好評を博しているユニット形の交換機であるが、最近、トランジスタ信号器を開発実用化するとともに、信号送出回路の平衡化を行なって伝送品質の向上をはかり、また、回路方式および機器の改善により小形低廉化をはかったので、その概要を述べる。

1. 緒 言

AF形自動交換機は、A形ラインファインダ方式を使用したユニットタイプの自動式構内交換機である⁽¹⁾。

本機は小形経済的で、建設、保守、増設も非常に容易に行なわれるよう設計されたものであり、昭和31年に、日本電信電話公社の仕様書に制定されて多数の顧客により実用化されているが、最近、交換機に対する性能の向上と小形低廉化の要求が強くなっているため、日本電信電話公社の指導のもとに、さらに、通話品質、伝送品質を改善するための信号送出回路の平衡化、トランジスタ信号器の開発実用化、ラインおよびカットオフリレーの一体化などの改善を行なった。以下にこれらの概要を述べる。

2. 信号器のトランジスタ化

2.1 概 要

現在、実用化されている電話交換機の発信音、呼出音、話中音などの信号発生装置は、回転形信号機やバイブレータなどのメカニズムで構成されているが、いずれも保守、寿命などの点で満足すべきものが得がたい現状にある。

今回、これらの信号装置用としてトランジスタで構成した信号器を製作し、種々試験をした結果実用上満足すべき結果が得られた。

2.2 信号器の概略

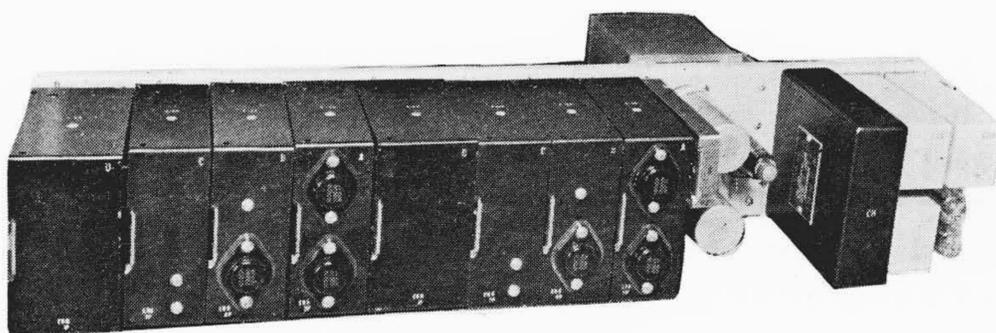
本交換機に用いているトランジスタ信号器は、現用および予備機を備え第1図のように実装されている。各トランジスタ回路は、保守、点検が容易となるようにプラグイン形式としてあり、現用・予備切換りレーを含めて1枚の取付鉄板にトランジスタ信号器全部を収容してある。

つぎに、これらの回路系統の一部を第2図に示す。

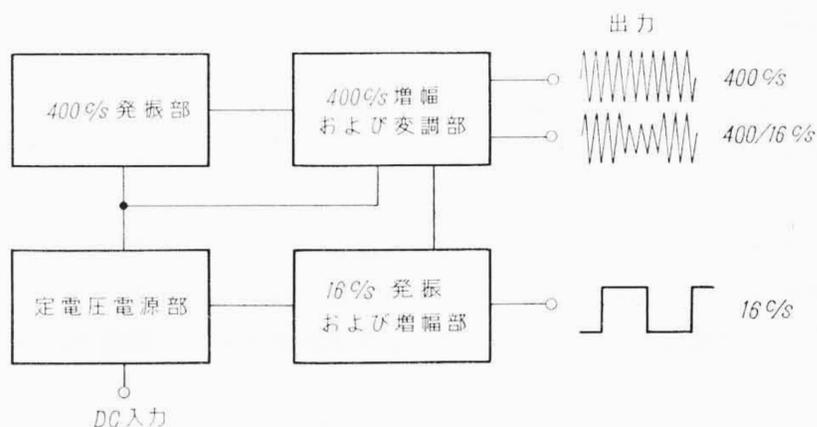
一般に使用されている電話交換機用電源 $-48 \pm 5V$ を定電圧電源部に供給し、発振部、増幅部および変調部にそれぞれ必要な電源を供給し、16 c/s、400 c/s、400/16 c/s をそれぞれ、5 W、200 mW、100 mW 取り出せるように構成されている。

これらの出力は、電話機8台分を同時に駆動することができ、三相の断続回路と組み合わせることにより、見かけ上3倍、すなわち24台分の電話機を同時に駆動することができる。

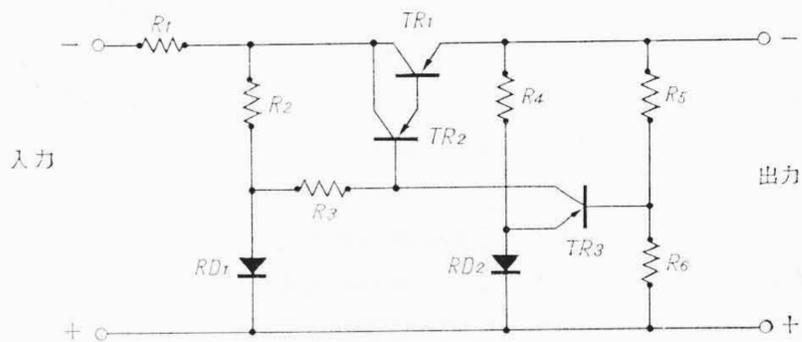
またトランジスタを使用している関係上、過負荷、短絡、外部からの衝撃的な雑音に対し十分にこれを保護するような回路方式としてある。



第1図 トランジスタ信号器実装外観図



第2図 トランジスタ回路系統図



第3図 定電圧電源部回路図

2.3 定電圧電源部

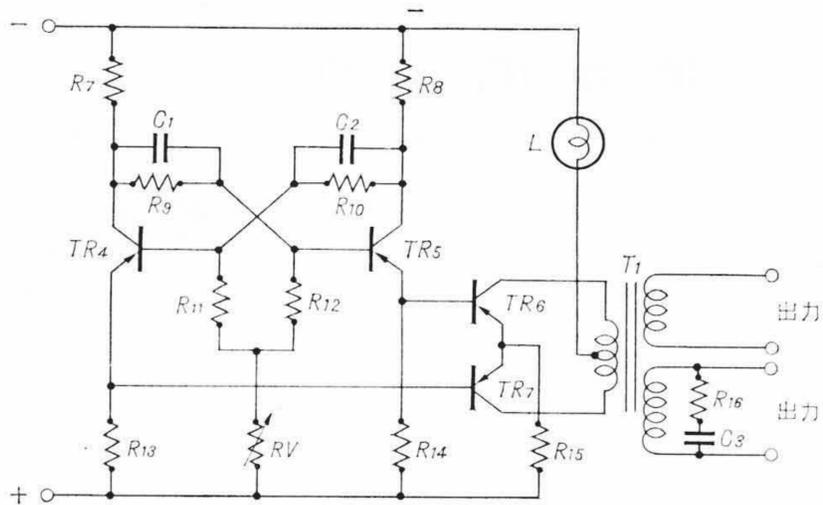
電話交換機に用いられている電源は、一般に $-48 \pm 5V$ であるが、トランジスタ回路では、その特性上この値よりも十分低い電圧を必要とする。

そこで、電圧分圧回路として、抵抗による抵抗電圧分圧回路や、抵抗とセレン整流器による電圧分圧回路などがあるが、いずれも、変動率が大きく、能率も悪いので、本信号器では無負荷から全負荷に至るまで、電圧変動のきわめて少ないトランジスタによる定電圧回路を用いた。

この回路構成を第3図に示す。この回路で、TR1は主制御用トランジスタであり、RD2に発生した基準電圧と出力の変動分とをトランジスタTR3で検出し、これをトランジスタTR2で増幅

* 日本電信電話公社技術局調査部門

** 日立製作所戸塚工場



第4図 16 c/s 発振部および増幅部回路図

し、主制御トランジスタTR1を制御し、出力電圧を一定に保持している。

2.4 16 c/s 発振部および増幅部

16 c/s の信号音および変調用信号は、CRやLC発振器などによる正弦波が好ましいが、16 c/s で5W もの出力を取り出すとなると、回路素子、とくに出力トランスが大形となり、しかも高価となる欠点があるので、本信号器では第4図に示すようにトランジスタTR4とTR5により相互に直流的に結合させ温度特性を良好にした無安定マルチバイブレータを構成し、ここで発生した16 c/s の方形波をトランジスタTR6とTR7とで構成されたC級プッシュ・プル増幅器で増幅し、5W の16 c/s 出力と400/16 c/s の変調用出力とを取り出している。

このように、16 c/s 発振部および増幅部では、トランジスタはすべてスイッチングで使用しているため、電力損失はほとんどなくトランジスタの熱的变化はない。

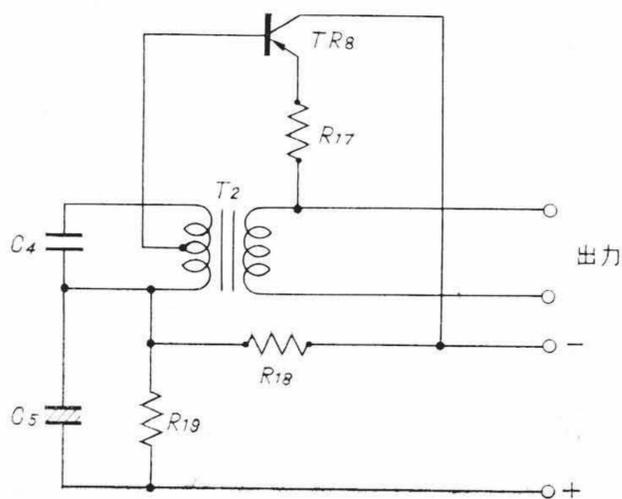
また、出力側が過負荷または、短絡状態となって出力トランジスタのコレクタ電流が増加するとランプLの抵抗値が大きくなり、自動的に過電流が阻止され、トランジスタが過電流から保護され破損することはない。

さらに、外部からの衝撃的な雑音は、抵抗R16とコンデンサC3とで吸収し、さらにトランスT1により二次側から一次側へとステップ・ダウンされているので、トランジスタは外部の衝撃的な雑音に対しても十分保護されている。

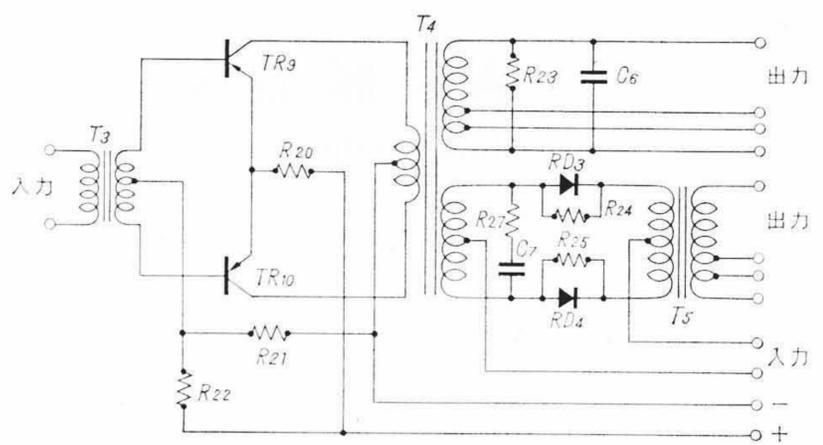
2.5 400 c/s 発振部

本発振器は、第5図に示すようにLC発振回路を用いているのでCR形発振回路などに比して、波形のひずみが小さく、温度変化に対する出力電圧や周波数の変動もきわめて小さい。また、トランジスタの経年変化などに対しても、きわめて安定である。

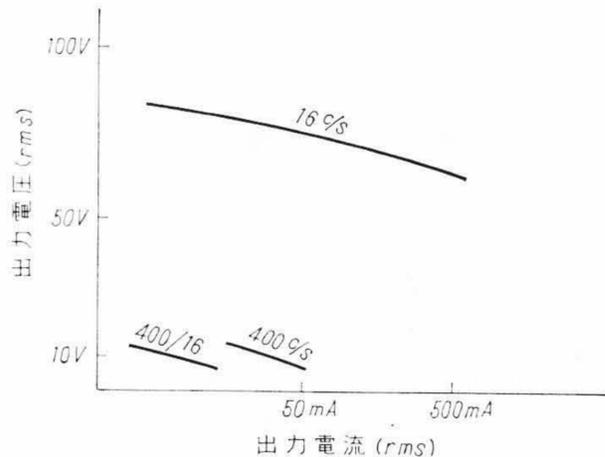
さらに、発振器出力は、中間に増幅器を設けずに、直接電力増幅器を駆動することができる回路構成となっている。



第5図 400 c/s 発振部回路図



第6図 400 c/s 増幅部および変調部回路図



第7図 各部の出力電流対出力電圧特性

2.6 400 c/s 増幅部および変調部

400 c/s の発振部からの出力をトランジスタTR9、TR10のB級プッシュ・プル増幅器で増幅し、400 c/s を200 mW、16 c/s の方形波で約20% 振幅変調した400/16 c/s を100 mW 取り出している。変調方式は、ダイオードRD3、RD4による振幅変調である。

また、400 c/s、400/16 c/s の出力側巻線には、タップを設けているので、それぞれ必要に応じて、出力レベルを調節することができる。

この回路構成を第6図に示す。なお、各信号の出力電流対出力電圧特性を第7図に示す。

2.7 トランジスタ信号器の特長

本トランジスタ信号器を製作し、種々な特性を検討した結果、従来から使用されているリレー、あるいは回転機により構成されている信号装置に比べ、つぎのような特長を備えていることが明らかとなった。

- (1) 機械的な摩耗部分がないので、調整する必要がなく保守がきわめて簡単である。
- (2) 起動すれば直ちに動作状態となるので、信号の送出に遅れがなく、モータ、スタート形式に都合がよく、消費電力も小さくてすむ。
- (3) 部品は、プリント基板に組み込まれるので製造が容易で量産向きである。また、プラグイン形式であるので、保守や点検が容易である。
- (4) 過負荷や外部からの衝撃的な雑音に対し、トランジスタを十分保護してあるので、高度の信頼性と長寿命が保証できる。
- (5) 安定化電源を使用することにより、電源の変動や負荷の変動に対し、きわめて安定に動作する。
- (6) 動作中に全く騒音を発生しない。
- (7) 取付占有スペースが小さくきわめて軽量である。

以上の観点から、トランジスタ信号器が電話交換機の信号装置用として、いかに適切なものであるかがうかがえる。

なお、本トランジスタ信号器は、高温高湿(40℃, 90%)中で連続定格負荷試験、連続過負荷試験を1,000時間、さらに、2ヶ月間の商用試験を行なった結果、信号装置として満足すべき性能を有することが確認され、所期の目的は達せられた。

3. 通話品質の改良

従来のA形自動式構内交換機は、通話線に関する信号音(発信音, 話中音, 呼出音)送出回路の大地に対するアドミッタンスが不平衡であったため、信号音の送出時に他回線への漏話が大きく、日本電信電話公社において測定したものであるが、東京都下荏原分局における実測値は、-47dBもあったことが報告されている^{(2)~(4)}。そのために信号音の誤認など種々の点で電話交換サービスの低下をきたすおそれがあった。

また将来トールダイヤルによる全国市外接続が可能になると、信号音の漏話により通話品質はいちじるしくそこなわれて、伝送品質の維持という立場から、回路の平衡化すなわち、通話線に対する対地アドミッタンスの平衡化を図ることが必要となった。

すでにクロスバ交換方式のものは、設計当初よりこれが考慮されており、またA形自動式交換機でも設備局のものは2年ほど前より全面的に改良されて使用されているが、今回私設自動交換機でもこれらと同一の方式を全面的に採用することになった。

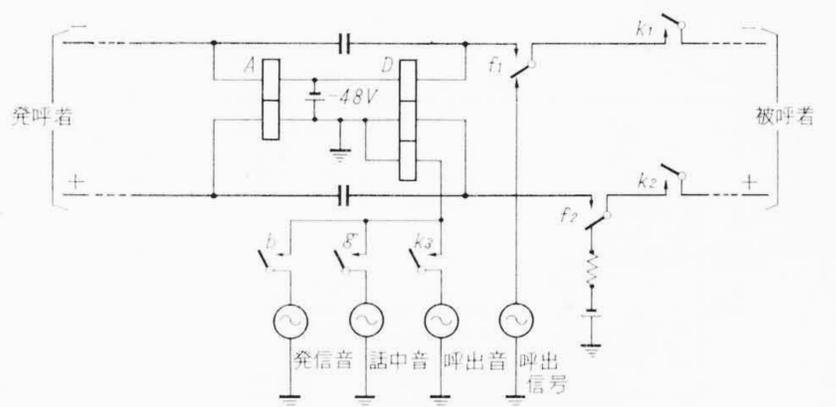
以上述べたように、通話線に対するアドミッタンスの平衡化を図ることは、特に目新しい方式のものではなく、すでに行なわれている方法をそのまま実施したに過ぎない。参考までに信号音の送出回路が平衡化された新しい回路と平衡化されない古い方法の回路を示せば第8図(a)および(b)のとおりである。

4. 内線およびロータリ・ライン・ファインダ回路の改良

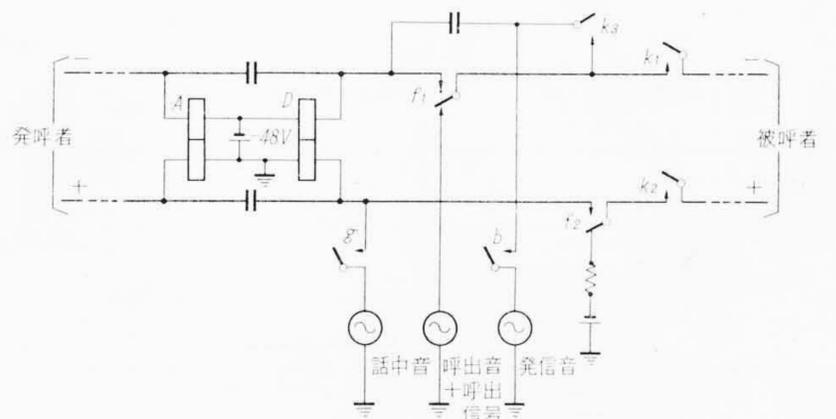
4.1 内線回路

(a) TW形リレーの採用

AF-3形自動式構内交換機の内線回路では、すでにライン・アンド・カット・オフ・リレーとして、TW-3リレーを採用して取付面積の縮小を図っているが、このたびAF-2形自動式構内交換機も、従来ライン・アンド・カット・オフ・リレーとして、1内線当たり2個の平行リレーを用いていたものを、新規に開発したTW-H103リレーを採用して、1内線当たり1個のリレーとし、取付面積の縮小を実現した。



(a) 平衡化した信号音送出回路



(b) 従来の信号音送出回路

第8図 信号音供給回路の比較

TW-3リレーとTW-H 103リレーとの製作仕様の比較は、第1表に示すとおりである。TW-H 103リレーは、回路の性質上半動作のときでも(ライン・リレーとしての機能)トランスファ接点を必要とするので、動作アンペア・ターンを得るのが非常に困難であったが、数次にわたる試作、実験および6ヶ月あまりにわたった商用試験の結果、実用化に成功した。

なおAF-2形自動式構内交換機の改良後の、内線およびロータリ・ライン・ファインダ回路を第9図(a)に、また従来の回路を第9図(b)に示す。

(b) 電流調度に対する回路上の安全率

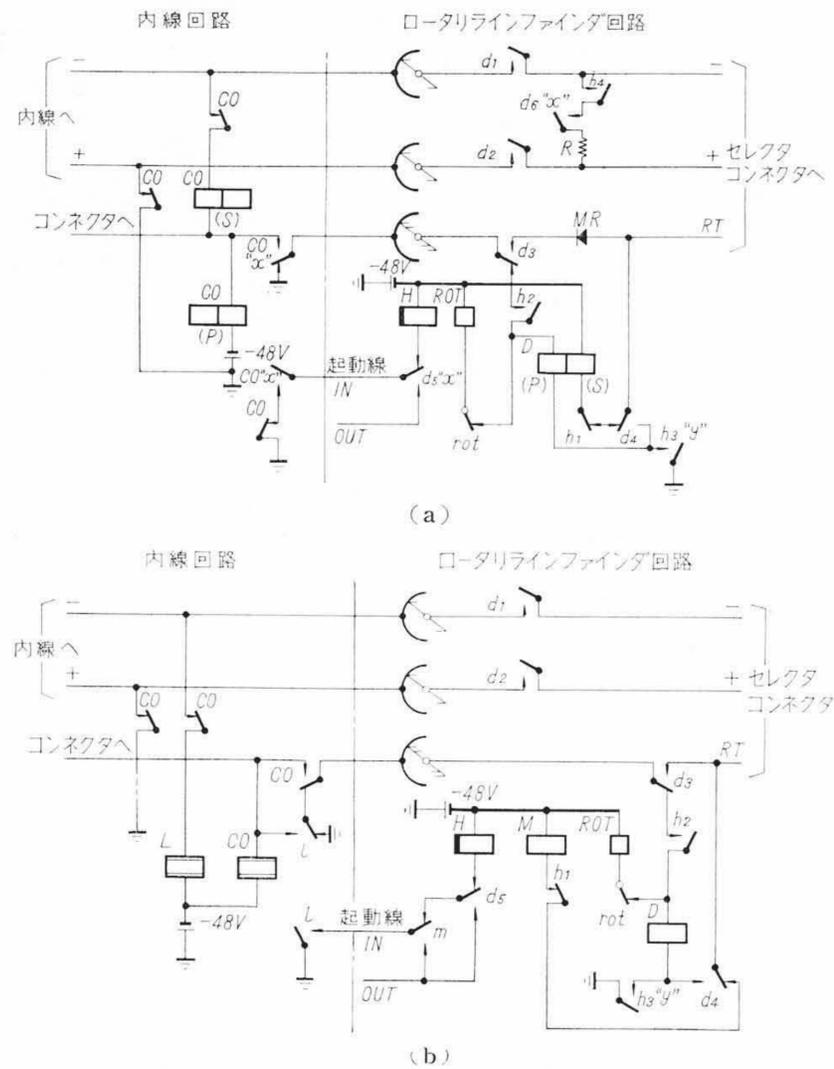
TW-H 103リレーの製作仕様については、すでに第1表(a)に記載したが、これを第9図(a)の回路に使用した場合の安全率について計算すると第2表のとおりである。

これをTW-3リレーの動作安全率と比較すると、第3表に示すとおりとなり、実用上十分機能を満足している。

なお安全率の計算に当たり条件としては、電源電圧は直流48V、

第1表 TW形リレーの製作仕様比較

(a) TW-H103リレー製作仕様											
巻線	線種	巻数	抵抗(Ω)	電流値				レギュアル	アマチュア アトラベル	接点組合	記事
				"x"感動	全感動	全不感動	開放				
一次(P)	0.11E2	14,000	1,100	(P+S) (6)	(P) 26	(P) 17	(P+S) 1.98	0.08	1.5		
二次(S)	0.06E2	7,000	3,000		(P) 26	(P) 17					
	0.06ECN	200	1,300								
(b) TW-3リレー製作仕様											
巻線	線種	巻数	抵抗(Ω)	電流値				レギュアル	アマチュア アトラベル	接点組合	記事
				"x"感動	全感動	全不感動	開放				
一次(P)	0.09E2	12,500	1,200	(P+S) 6.3	(P) 26	(P) 17	(P+S) 2.0	0.08	1.10		
二次(S)	0.09E2	4,000	550		(P) 26	(P) 17					
	0.09ECN	500	3,250								



第 9 図 内線およびロータリラインファインダ回路の新旧比較

第 2 表 回路上の安全率計算

項 目	計 算 値
“x” 接点感動値	線路に流れる最少電流
	$= \frac{48}{1,200+100+4,300+1,100} \text{ mA}$
	$\approx 7.16 \text{ mA}$
“全” 接点不感動値	線路に流れる最大電流
	$= \frac{48}{4,300+1,100} \text{ mA}$
	$\approx 8.9 \text{ mA}$
“全” 接点感動値	コネクタから着信時の電流
	$= \frac{48}{125+1,100} \text{ mA} \approx 39.2 \text{ mA}$
	$\text{安全率} = \frac{39.2}{26} \approx 1.50$

第 3 表 TW-3 リレーと TW-H103 リレーとの安全率比較

項 目	TW-3	TW-H103
“X” 接点感動値	1.2 倍	1.19 倍
全接点不感動値	1.3 倍	1.26 倍
全接点感動値	1.39 倍	1.5 倍

内線の線路抵抗は 0~1,200Ω, 電話機の内部抵抗は 0~100Ω と仮定した。

4.2 ロータリ・ラインファインダ回路の改良

(a) 2 段動作リレーの使用によるリレーの節減

A F-2 形自動式構内交換機の、ロータリ・ラインファインダ回路には、起動用、保持用およびメーク・ビジー用と 1 回線当たり 3 個のリレーを用いていたが、このうち、保持用とメーク・ビジー用の 2 個のリレーを 2 段動作のリレーに置き替えることにより、1 個のリレーで機能を満足することが可能となった。

すなわち第 9 図(b)に示すように、リレー D は保持用であると

同時にメーク・ビジーの機能をも兼ね備えており、ロータリ・ライン・ファインダが動作状態にあるときは動作を続け、かつ、本スイッチをメーク・ビジーにするために接点 5 により起動線を次位スイッチ側に切り替えている。またリレー M はセクタ側よりメーク・ビジーされたときのみ動作して、接点 m によりこれも同じく起動線を次位スイッチに切り替えている。すなわちほぼ同じような機能が双方に重複しているので、これを 1 個のリレーで可能かどうか検討した結果、半動作のときリレー M としての機能、全動作のときリレー D として機能を果たさせることにより可能となった。

第 9 図(a)の回路でリレー D の(S)巻線および(P)巻線はそれぞれ第 9 図(b)に示す旧方式の回路におけるリレー M およびリレー D に相当し、(S)巻線では d 5 および d 6 の“x”接点のみ動作し、(P)巻線では全接点が(含“x”接点)が動作する。

以上述べたように 2 段動作リレーを採用したことにより、リレーの使用量を減らして価格低減をはかると同時に、取付面積の縮小も可能となった。

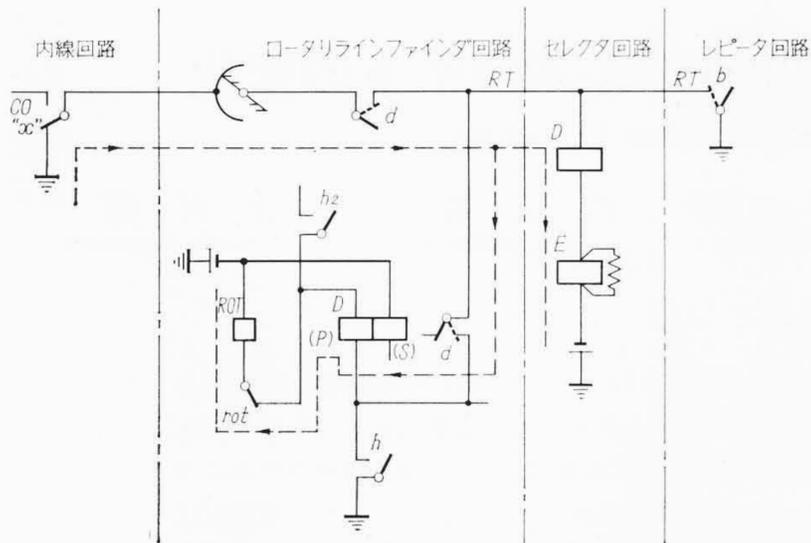
(b) 改良後における回路上の安全性

2 段動作リレーの採用により問題となるのは、(P)巻線による全接点動作の際、“x”接点動作より全接点動作までの時間差が約 30 ms もあるため、リレー D が確実に保持できない場合が生ずることである。すなわちロータリ・ライン・ファインダの、ワイパが、停止している先の内線が発信した場合には、ロータリ・ライン・ファインダはあらかじめ発呼者を捕捉した状態にあるので、内線回路より該ロータリ・ライン・ファインダが起動されても回転することはない。したがって直ちにリレー D は動作して起動リレー H の回路を断つとともに、次位スイッチに起動回路を切り替える。しかしリレー H は自己の遅延動作時間とリレー D の“x”接点の動作時間しか励磁されないため、所要の遅延復旧時間が得られずに復旧する。

このリレー H が復旧するまでの間に、次段のセクタコネクタより RT 線に地気が接続されていればリレー D は保持できる。そこで通話線に抵抗 R と直列に d 6 の“x”接点を設けて、最初の“x”接点が動作すると直ちに次段のセクタコネクタを起動するようにした。したがって 30 ms 遅れてリレー D が全動作したときには、すでにセクタコネクタより RT 線に地気が接続されており、リレー D はたとえ起動リレー H が規定の遅延復旧時間が得られずに早く復旧しても、保持できるようになった。

すなわち“x”接点が動作したら直ちに次段のセクタコネクタを起動するようにしたので、全動作するまでの時間の安全率が増加した。

また前述のように内線リレーとして TW-H 103 リレーを採用したが、旧回路方式では CO リレーに遅延復旧時間が得られたので、最終段スイッチより RT 線の地気が除かれると、他の保持リレーより遅く復旧するので、回り込みによる保持リレーの永久保持の心配はなかったが、この TW-H 103 リレーは遅延復旧時間を得ることができない。したがって第 10 図に示すように最終段のレピータより RT 線の地気が除かれると、保持していたセクタのリレー D、ロータリ・ライン・ファインダのリレー D および内線回路のリレー CO はいっせいに復旧する。もしリレー CO が先に復旧すれば、内線回路より逆に地気が RT 線に回り込み、前記セクタのリレー D およびロータリ・ライン・ファインダ回路のリレー D は永久保持を続けることがある。そこで第 8 図(a)に示したようにロータリ・ライン・ファインダ回路の RT 線に整流器 MR をそう入してこの逆流を防止した。



第10図 内線回路よりの地気逆流経路

4.3 取付面積の縮小

AF-2形自動式構内交換機では、内線リレーのTW化およびロータリ・ライン・ファインダ回路の一部リレーを、2段動作リレーとし、使用リレー数を減少したため、実装上7号形鉄板3枚分の節減を達成できた。これらはそのままレピータなどの取付容量としたので、レピータの実装容量が増したことになる。

またAF-3形自動式構内交換機も、回転形信号機をトランジスタ化することによって実装スペースを節減し、前項同様レピータの実装容量を増加することができた。

5. 結 言

性能の向上、小形化を目標に設計したAFB-2形およびAFB-3形自動式構内交換機は、それぞれ次のように初期の目的を達成するこ

とができた。

AFB-2形

- (1) トランジスタ信号器の採用により、品質の改善と小形化を実現した。
- (2) 内線加入者回路およびロータリ・ライン・ファインダ回路の改良とリレーの節減により、動作安全率の向上と小形化を実現した。
- (3) 信号送出回路の対地アドミッタンスの平衡化によって、伝送品質の向上を期した。
- (4) 小形化によりレピータ取付スペースを増加することが可能になったので、将来機能を増強し得る見通しを得た。

AFB-3形

- (1) トランジスタ信号器の採用により、品質の改善と小形化を実現した。
- (2) 信号送出回路の対地アドミッタンスの平衡化を行ない、伝送品質の向上を期した。
- (3) 小形化によりレピータ取付スペースを増加することが可能になったので、将来機能を増強し得る見通しを得た。

これらにより、品質の向上、小形化ならびに機能の増強を図ることができる見通しを得た。

最後に種々ご指導をいただいた日本電信電話公社関係各局ならびに日立製作所戸塚工場の関係者に、厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 秋庭，加藤，大木：施設 Vol.15, No.2, 102 (昭38-2)
- (2) 野上，水野：日立評論 41, 1613 (昭34-12)
- (3) 石川，村瀬：施設 Vol.13, No.3, 52 (昭36-3)
- (4) 宇草：施設 Vol.12, No.6, 156 (昭35-6)



特 許 の 紹 介



特許第286699号 (特公昭36-8359)

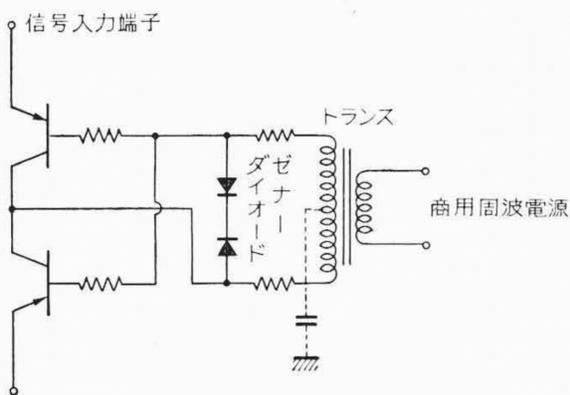
猪瀬文之

トランジスタ直交変換器の励振用矩形波発生回路

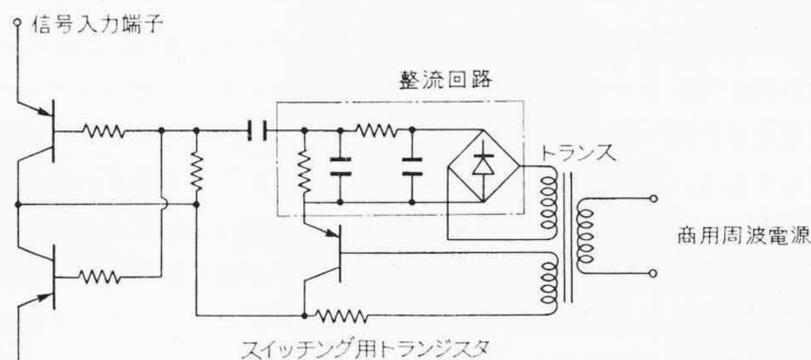
トランジスタ直交変換器は雑音低減の目的で普通矩形波信号をその励振電極間に印加して励振される。この励振用矩形波の発生は簡単のためとサーボモータ等の機器の関連もあって商用周波数電源を利用するのが普通であり第1図はその従来回路を示す。しかるにこの回路では二次巻線と接地間に存在する分布容量を通して駆動電源電圧の一部が直交変換器回路の信号入力端子に現われて回路のオフセット電圧となる。このためにトランスの二次電圧を小さくするこ

とが考えられるがゼナーダイオードのゼナー電圧が制限されるためそれ以下に低くできない。

この発明は上記欠点を解決するために直流電源と直列にトランジスタあるいはダイオード等のスイッチング素子を接続し該素子を励振トランスの出力電圧で制御し直流電圧を断続せしめ矩形波を得るものである。この回路を第2図に示す。このように構成すればトランスの二次電圧はスイッチング素子を動作せしめるに要する電圧でよいからオフセット電圧は著しく低減する。(井 沢)



第1図



第2図