

東京急行電鉄株式会社

## 自由ヶ丘交換所電子交換装置の概要について

Outline of the Electronic Telephone Exchange for Tokyo Electric  
Express Railway, Ltd's Jiyūgaoka Station

|                 |    |                |     |     |
|-----------------|----|----------------|-----|-----|
| 林               | 晃* | 高              | 昌   | 隆** |
| Akira Hayashi   |    | Ryū Takabatake |     |     |
| 渡               | 辺  | 順              | 平** | 藤   |
| Junpei Watanabe |    | Asahi Fujioka  |     | 旭** |

## 内 容 梗 概

1961年10月29日、半導体を用いた200回線半電子加入者交換機および出入30回線時分割式全電子中継交換機などからなる電子交換システムが東京急行電鉄株式会社自由ヶ丘駅で開局し商用にはいった。半導体による時分割電子交換の実用は世界で初めてである。

本文はこのシステムの方式の概要を述べたものである。

## 1. 緒 言

1940年ころより始められたわが国の電子交換研究も戦後急速に発展し、1955年12月日本電信電話公社電気通信研究所のα交換機をはじめとして数多くの試作研究発表がなされている。

これらは二、三の例外を除けばいずれもパラメトロンを主制御素子とし、通話路にクロスバスイッチを用いたいわゆる電子クロスバ方式であって分類としては半電子交換方式に属する。一方1960年ころより近年著しい発展をとげているトランジスタ、ダイオードなどの半導体を用いた交換機に関し、種々発表されるようになった。

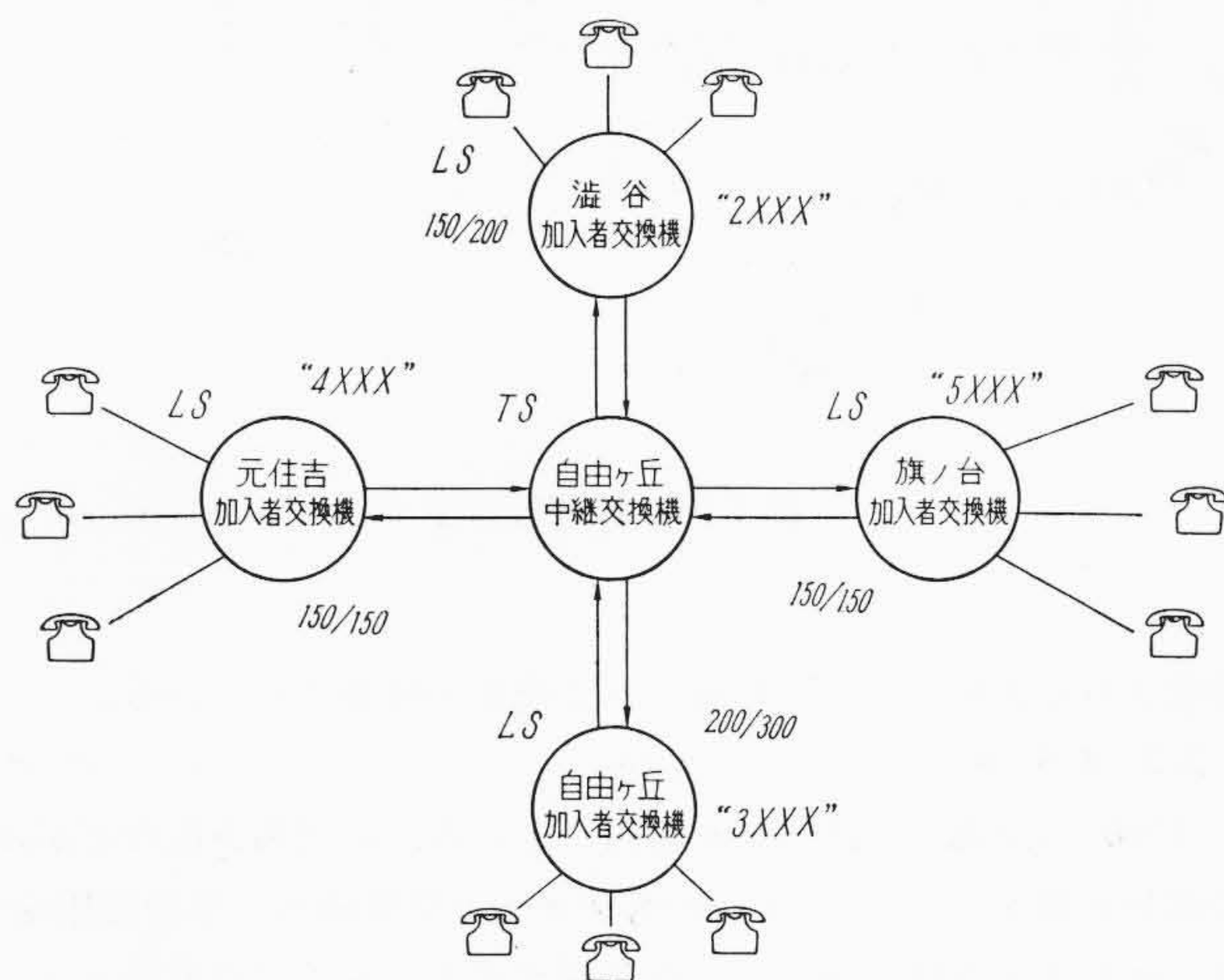
東京急行電鉄株式会社では、この半導体を用いた電子交換機を自由ヶ丘駅に採用することに決定し、1961年8月、日立製作所における製造および動作試験を完了し、同年10月29日より商用運転が開始された。半導体による電子交換、特に時分割式は諸外国においてもまだ実験室的段階であり、したがって本方式の実用は世界で初めてのものであるといえよう。以下この装置の方式の概要を述べるが、個々の詳細については稿を改めて述べる。

## 2. 回線系統および HITEX-3 システム

東京急行電鉄株式会社の東横線沿線回線系統図を第1図に示す。すなわち元住吉、旗の台、渋谷、自由ヶ丘にそれぞれ加入者交換機（ローカルステージLS）を設置し、さらに自由ヶ丘に設けた中継交換機（トールステージTS）によりこれらの局相互の接続を行なうことにより管内のすべての電話機の相互接続をダイヤルで自動的にかつ閉鎖番号方式（ユニバーサル・ナンバリング・プランすなわち任意の局の任意の同一電話機への接続は、任意の電話機から同一番号でよい、たとえば他局への接続に際して最初に“0”をダイヤルする必要などはない）により接続可能ならしめるものである。

元住吉には容量150実装150回線、旗の台には容量150実装150回線、渋谷には容量200実装150回線のPC2形クロスバ交換機<sup>(1)</sup>を設置し、自由ヶ丘には電子交換機HITEX-3システム（ハイテクスリーすなわちHitachi Transistor Telephone Exchange No. 3）を設置した。

HITEX-3システムは、ローカルステージLSとトールステージTSより成る。このLSはPC2形クロスバ交換機と同一機能を有し、クロスバスイッチ2段で電子マーカを有する容量300実装200回線の加入者交換機である。



第1図 東京急行電鉄株式会社回線系統図

HITEX-3システムのブロック図を第2図に示す。LSについては前述のとおりであるが、TSについてはパルス振幅変調(PAM)による時分割通話路を用いた全電子交換機であるTS0とクロスバスイッチの一段構成であるTS1に分かれる。このほか自局LS(以下特にことわらないかぎりLSといえは自局LSを指すものとする)、元住吉、旗の台および渋谷よりの呼を中継するトランク群より成る。この部分をTSC(TS Common)と称する。TSに時分割交換機を導入したことが本システムの最大特長である。

以下にこれらの概要を示すがLSおよびTSの詳細は前述のように別に続報として述べる。

## 2.1 L S

LSは普通のクロスバ交換機と同じくラインリンクフレーム、トランクフレーム、レジスタフレーム、ナンバグループおよびマーカより成る。これらのうち電子化されたものはマーカのみである。したがってほかの部分には従来のクロスバ交換機と同一のものが使用できる。LSについてはフレーム構成、トランク収容などについてはPC2形交換機とまったく同一とし、マーカについてはPC2形交換機の名称にならってPE20号の名称を与え、交換機をPE2形交換機と名づけた。ここで“E”はElectronicsのEを表わす。

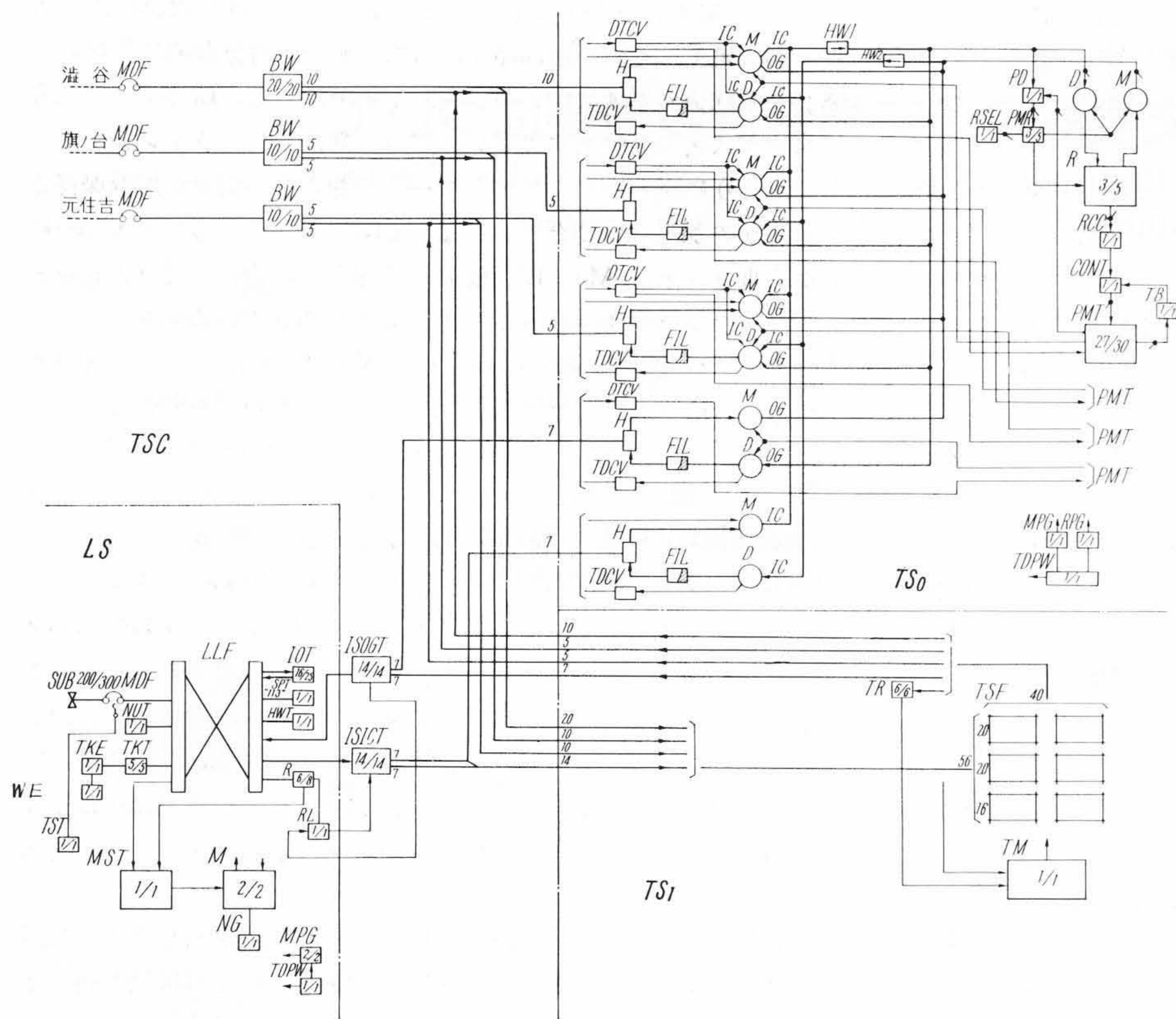
## 2.2 T S C

TSCは大部分がトランクであって自由ヶ丘LSよりの出および入トランク、元住吉、渋谷、旗の台の呼を中継する両方向トランクより成る。これらのトランクはいずれも全電子交換機であるTS0に

\* 東京急行電鉄株式会社 電気部通信課長

\*\* 日立製作所戸塚工場





第 2 図 HITEX-3 システムブロック図

| 略 号   | 名 称            |
|-------|----------------|
| SUB   | 加入者電話機         |
| MDF   | 主配線盤           |
| R     | レジスタ           |
| RL    | レジスタリンク        |
| IOT   | 自局内トランク        |
| SPT   | 特殊トランク         |
| HWT   | ハウラトランク        |
| M     | マーカー           |
| NG    | ナンバグループ        |
| MST   | マーカー起動回路       |
| NUT   | 空番号トランク        |
| TKT   | トーカートランク       |
| TKE   | トーカー装置         |
| TST   | 試験装置           |
| TKPWE | トーカー電源         |
| MPG   | 主パルス発生器        |
| TDPW  | トランジスタ直流電源     |
| LLF   | ラインリンクフレーム     |
| ISOGT | ステージ間出トランク     |
| ISICT | ステージ間入トランク     |
| BW    | 両方向トランク        |
| MDF   | 主配線盤           |
| DTCV  | 直流トランジスタコンバータ  |
| TDCV  | トランジスタ直流コンバータ  |
| H     | ハイブリッド         |
| FIL   | ろ波器            |
| M     | 変調器            |
| D     | 復調器            |
| HW1   | ハイウェイ 1        |
| HW2   | ハイウェイ 2        |
| PD    | 位相検出器          |
| PMR   | レジスタ位相記憶器      |
| RSEL  | レジスタセクタ        |
| R     | レジスタ           |
| RCC   | レジスタコントローラコネクタ |
| CONT  | コントローラ         |
| PMT   | トランク位相記憶器      |
| MPG   | 主パルス発生器        |
| RPG   | リセットパルス発生器     |
| TDPW  | トランジスタ直流電源     |
| TB    | トランクビジー表示器     |
| TSF   | トールスイッチフレーム    |
| TM    | トールマーカー        |
| TR    | トールレジスタ        |

接続される関係上これを接続しうる機能が付加されている。

### 2.3 TS0

TS0 は全電子交換方式を採用しているため実装方法などがほかの部分と異なっている。すなわちクロスバ交換機用の架を使用せず、自立式のきょう体を用い、これにプラグインタイプの電子ユニットと電源その他を実装する。

### 2.4 TS1

TS1 は TS0 の予備機であって、機能的には TS0 と類似である。構成はクロスバスイッチ一段のスイッチフレームとマーカー、レジスタなどより成る。

## 3. 装置概要

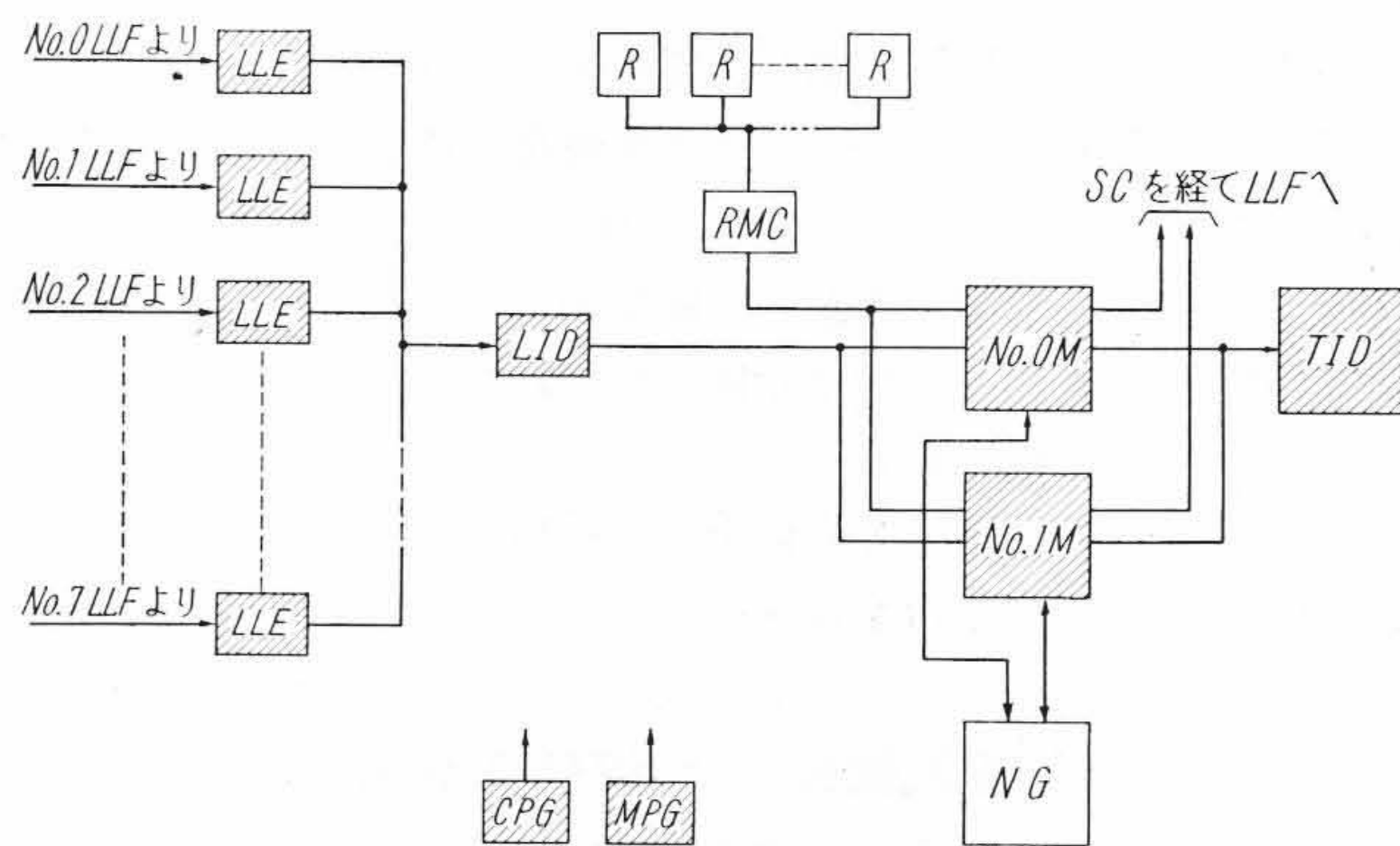
### 3.1 LS の電子装置

LS の電子部分は主としてマーカーとその付属回路であって、いずれも半導体により電子化されていて、論理はダイオードが行ない、これをフリップフロップで再生増幅する。回路方式は同期式であってクロックは 20 kc、フリップフロップはスタティック形である。電子化された部分は第 3 図に示すようにハッチを施した部分であって、マーカーを中心とした一連の制御回路群である。すなわち、(1) ライン収容装置 (LLE)、ライン識別ユニット (LID)、トランク識別ユニット (TID)、制御パルス発生装置 (CPG)、主パルス発生装置 (MPG) およびマーカーである。

マーカーは 2 個あり、その動作は継電器によるものと同じであるが、そのおもな部分は電子化されていて、フレーム、ナンバグループに信号を送出する部分は継電器である。なお電子回路と継電器回路との間の信号変換にはリードリレー、継電器回路より電子回路への信号変換にはダイオードを用いている。

### 3.2 TS0

TS0 は全電子式であり、継電器はいっさい使用していない。TS0 は通話路にパルス振幅変調 (PAM) を用い 4 線式であって、



第 3 図 LS 電子マーカーとその付属回路ブロックダイアグラム

音声のサンプリング周波数は 10 kc、クロック 300 kc である。

入線、出線ともトランクであって、出入線はそれぞれ 30 本である。

TS0 は主として次のような部分から成る。すなわち音声の時分割信号に変調する変調器 (M)、時分割信号を音声信号に変換する復調器 (D)、通話信号を伝送するハイウェイ (HW1, HW2) などの通話関係の回路とダイヤルを計数記録するレジスタ (R)、レジスタ選択を行なうレジスタセクタ (RSEL)、レジスタ位相記憶器 (PMR)、必要な入線と出線との接続を制御するコントローラ (CONT) および入線のタイムポジションを記憶して、入線と出線とに対する変復調器をゲートし、接続を保持するトランク位相記憶器 (PMT) などの蓄積制御部分と、全装置に共通な主パルス発生装置 (MPG)、リセットパルス発生装置 (RPG) などより成り、これらの装置はダイオードによるゲート回路、エミッタホロワ、インバータ、フリップフロップなどで構成されている。

### 3.3 実装

HITEX-3 システムは電子交換機であるから、実装方法はクロス



バ交換機と異なる。しかしクロスバ機器と共存する部分についてはクロスバ鉄板に実装できるような実装が行なわれている。また周波数の高いところでは布線上の要求から、クロスバ機器とは共存しないまったく別の実装も行なわれている。

LSはすでに述べたようにPC2形クロスバ交換機で使用する各種装置と電子化されたマーカが共存する。したがってある場合には、クロスバ機器と電子機器を同一架内、または同一装置内に実装する必要がある。そこでトランジスタやダイオードを実装するにあたっては、クロスバ機器と共存できるER-1形ユニットを採用し、装置架としてはCF架(架高2,327mmのクロスバ架)を用いた。

ER-1形ユニットはすでに電子交換機そのほかの電子装置で使用されているユニットで、取付方法はクロスバ形コンデンサとまったく同一で50×95mmのプリント基板に部品を取り付けたもので、プラグインタイプである。LSではフリップフロップ、ゲート、増幅器などの機能ユニットが使用されているが、これらの機能ユニットがER-1形ユニットに収容されている。したがってER-1形ユニットは大別するとフリップフロップ、ゲート、増幅器などに分けることができる。

ユニットの総数は約2,400で、使用したダイオードは1N34A、トランジスタは2SA15、2SA18および2SB77である。

TS0は全電子交換方式であってクロック周波数も高く、ER-1形のような小形ユニットでは布線の影響が現われる。したがってTS0ではユニットを大形とし、従来のようなクロスバ架を使用せず、高さ2,300mm、奥行600mm、幅2,120mmの自立架を使用した。使用したユニットはER500形で120×2,310mmのプリント板を使用し、プラグインタイプになっている。

使用数はER500形ユニット約600、フィルタユニット27である。使用したダイオードは1N34A、1S78、トランジスタは2SA18などである。

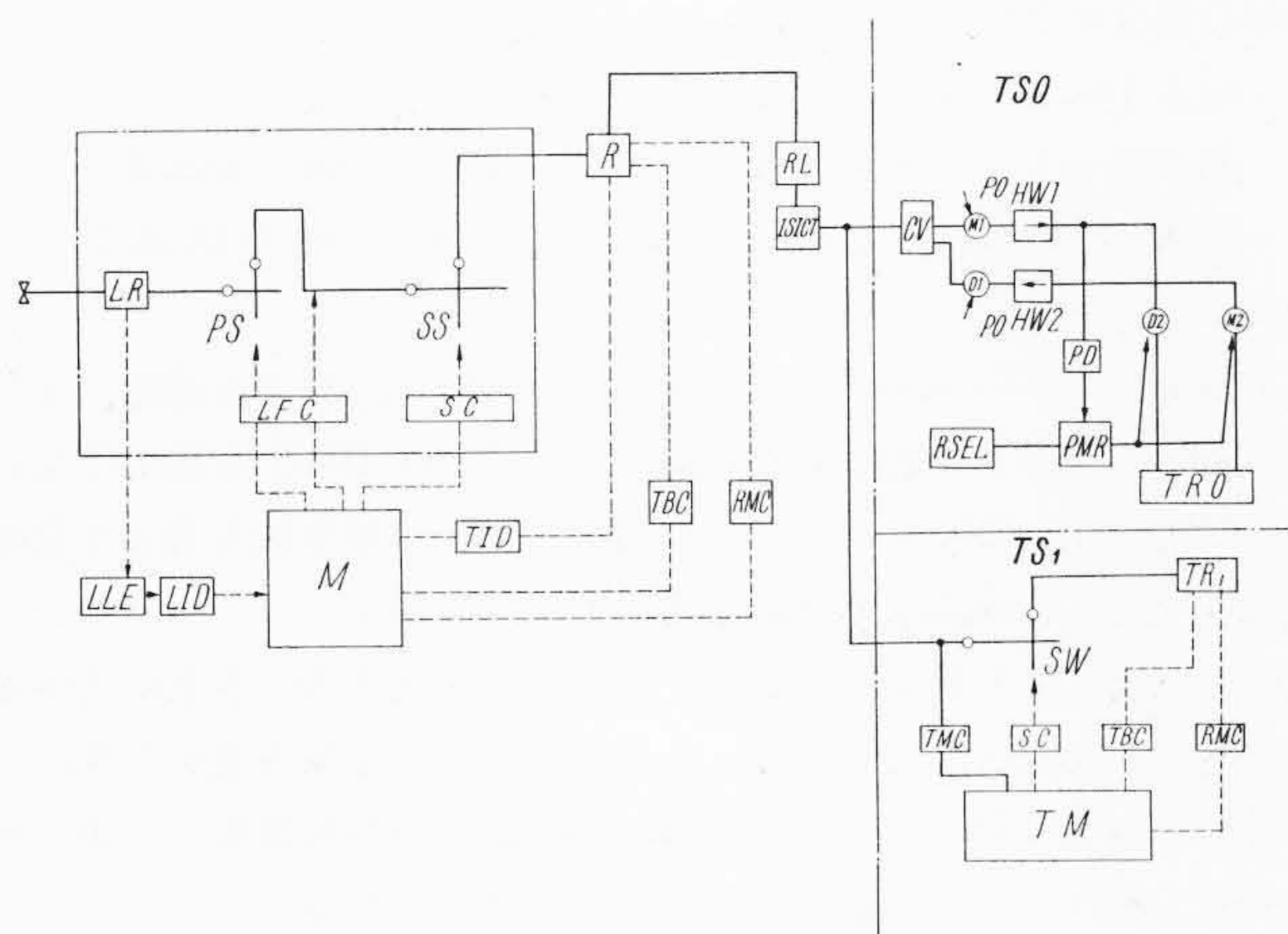
LS、TSともに半導体の種類は極力少なくして、製造、試験および保守の便を計った。

#### 4. 接続動作の概要

HITEX-3システムはLSとTSとが多くの場合相互に関係するので動作は複雑である。おもな接続動作をあげるとダイヤル音接続、自局内接続、出接続、入接続、特番接続、空番号接続、自局内NR接続、自局内代表着信接続、パーマナントシグナル接続などがある。これらの接続のうち、ダイヤル音接続、入接続、出接続についてはLSとTSがともに動作するのでこれらを中心として述べる。

##### 4.1 ダイヤル音接続(第4図)

加入者が送受器を上げ発呼状態となるとラインリレーLRの動作



第4図 ダイヤル音接続系統図

によって、加入者の発呼情報がLLEに送られる。LLEは常に加入者の状態を走査し監視する回路であって、走査は時分割的に行なわれる。この回路の原理については別に続報で述べる。LLEにより走査された加入者の発呼情報は時分割信号に変換されてライン識別ユニット(LID)に送られ、ここでただ一人の加入者の情報が記録保持され、ほかの加入者は待合せとなる。LIDはあいているマーカ(M)に接続を要求する。MはLIDより発呼加入者の情報を受け入れるとともにトランク識別ユニット(TID)によりあいているレジスタ(R)を選択する。続いてMは加入者とRとを収容する一次スイッチ(PS)と二次スイッチ(SS)とを結ぶジャンクタのうちあいている一つを選ぶ。続いてクロスバスイッチを動作させ加入者はクロスバスイッチを経てRに接続する。一方Mはレジスタマーカコネクタ(RMC)を経由して、発呼加入者の情報(フレーム番号、サービスクラス、ジャンクタ番号)をRに送る。これらの動作を完了し、チェックして異常なければマーカはただちに復旧して次の呼に備える。以上の動作によりLSの加入者がLSのRにクロスバスイッチを経て接続されたことになる。LSのRはMより捕捉されるとMより発呼加入者の情報を受け入れ、レジスタリンク(RL)を経由してあいているステージ間入トランク(ISICT)を選択し、RはRLを経てISICTに接続される。一方Rは発呼加入者にダイヤル音を送出する。

ISICTがTS0、TS1の両方に接続されている場合はTS0、TS1の両方に対してTSのレジスタTR0、TR1に対する接続を要求する。TS0においてはコンバータ(CV)によって2線式より4線式に変換し、変調器(M1)によって連続信号を時分割信号に変換する。このM1にはトランクに割り当てられているパルスが加えられているから、ここで連続信号はパルス信号によってサンプリングされる。この信号は位相検出器(PD)と復調器(D2)に加えられる。レジスタセクタ(RSEL)はあらかじめ空のレジスタを1個選んでいる。したがってRSELよりの出力は選択されている1個のレジスタ(TR0)に対応するレジスタ位相記憶器(PMR)に信号を加えている。一方PDよりの出力はPMRに加えられ、ここでISICTのパルス位置がPMRに記憶される。ここでISICTに対応するパルス信号がPMRよりレジスタの復調器のD2に加えられ、さきにD2に加えられた信号と一致をとる。これらの信号はともにISICTのパルス位相に対応した信号であって10kcのパルスである。したがってこれによりISICTとTS0のTR0はハイウェイ(HW1)を通して時分割的に接続されたことになる。TR0は捕捉されたことを変調器(M2)からHW2を経てISICTに送る。一方RSELは復旧して次の呼に備える。

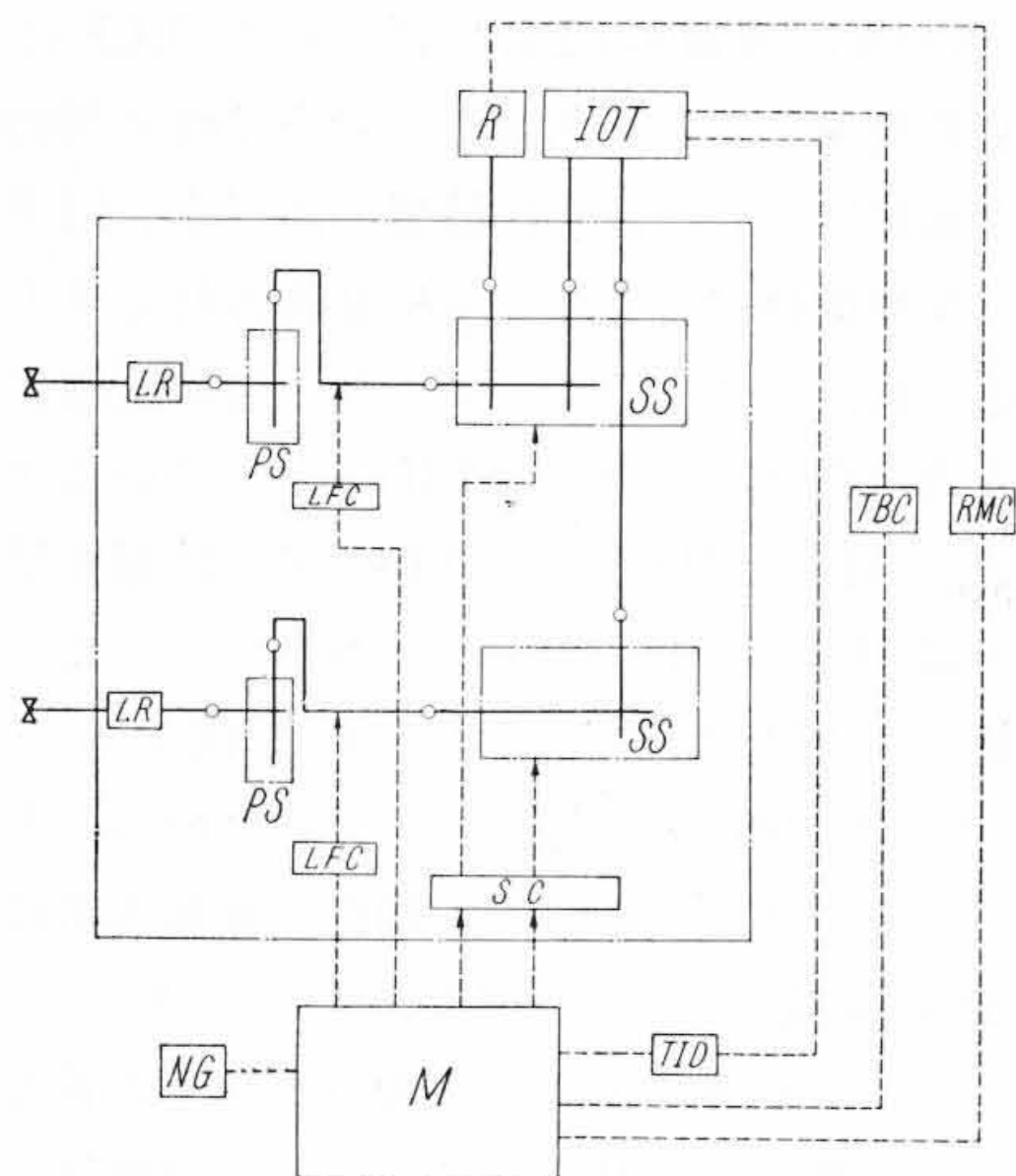
TS1においてはISICTはトランクマーカコネクタ(TMC)を経てTS1のマーカ(TM)に起動信号を送る。TMは空レジスタTR1を選択し、クロスバスイッチSWを動作させ、ISICTをTR1に接続する。このときTMはTR1にRMCを経てISICTに関する情報を送り、接続完了すればただちに復旧する。TR1はクロスバスイッチを経てISICTに接続され、ダイヤル音パルスのくるのを待つ。TS1のみにISICTが収容されているときのTS1の動作もまたまったく同様である。

このようにLSの加入者が発呼したことにより加入者はPSとSSを経てLSのRに接続され、LSのRはRLを経てISICTに接続される。ISICTはHW1、クロスバスイッチ(SW)を経て、それぞれTS0、TS1のレジスタTR0、TR1に接続されている。このように加入者の発呼により接続はTSのレジスタまで伸びる。

##### 4.2 自局内接続(第5図)

LSの発呼加入者がLSのレジスタRに接続された状態でダイヤルすると第一数字はLSのR、TS0のTR0、TS1のTR1で同時





第5図 自局内接続系統図

に計数される。第1数字で要求された呼が自局内接続であると LS の R は RL を経て ISICT を復旧させ、これによって TS0, TS1 で行なわれていた接続も停止され、TS のすべての装置は開放される。

第2数字以下第4数字までは順次 R で計数蓄積され、発呼加入者が第4数字のダイヤルを完了すると R は RMC を経て M を起動し、被呼加入者番号、自局内呼の表示、およびダイヤル音接続で M から受け取った発呼加入者の情報を M に転送する。

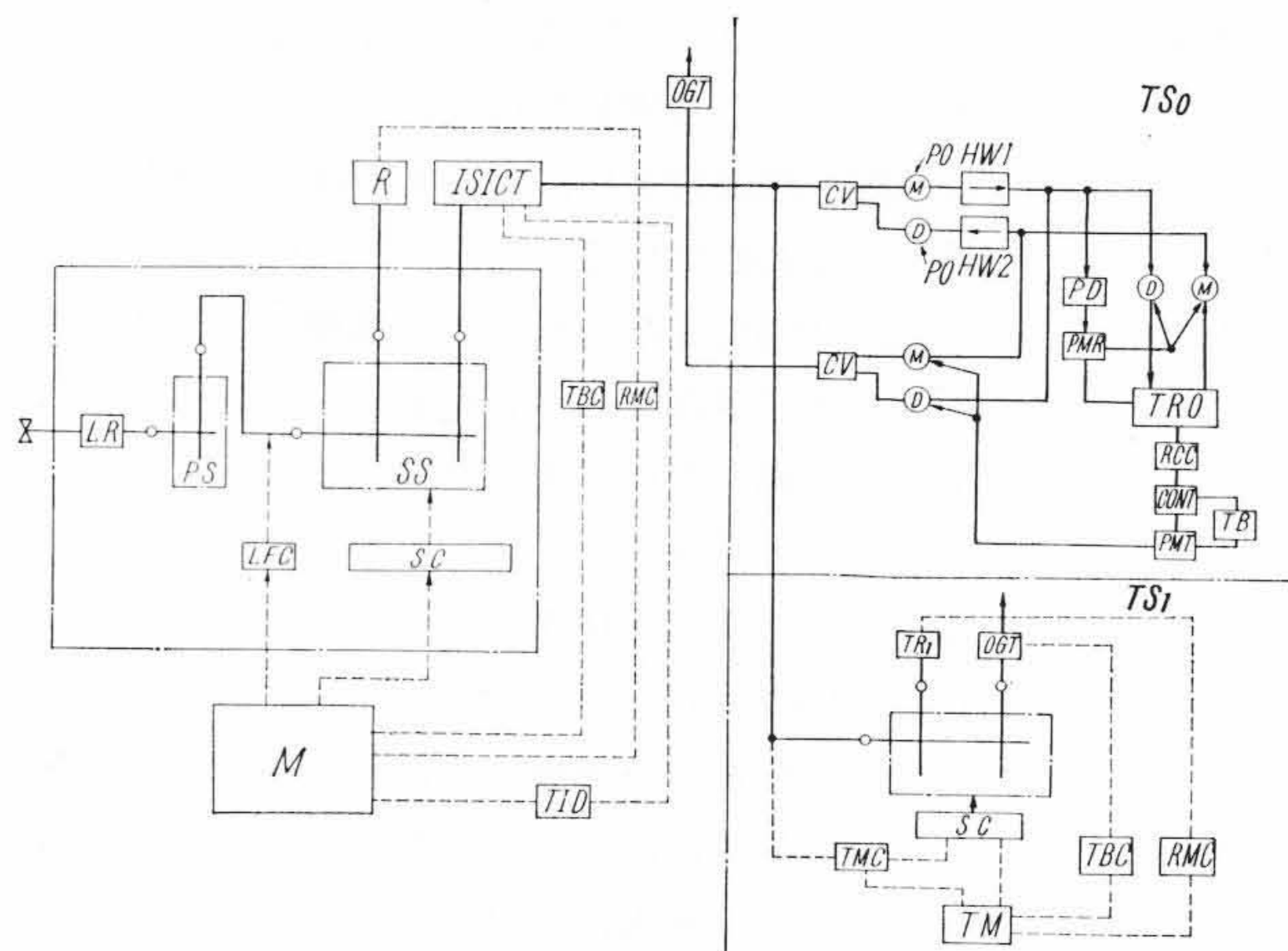
M は R から信号を受け取るとナンバグループ (NG) を起動し、被呼加入者番号を NG に送って、これをクロスバスイッチ上の収容位置表示に翻訳させる。翻訳が終われば被呼加入者の収容位置表示は M に記録される。一方 M は TID によって自局内トランク (IOT) のあいている一つを選択する。続いて被呼加入者の話中試験が行なわれ、被呼加入者が話中でなければ、M は IOT の着信側と被呼加入者とを接続するジャンクタの空試験を行ない、あいている一つのジャンクタを選択する。さらに M はクロスバスイッチを動作させ、まず被呼加入者と IOT の着信側とをクロスバスイッチを介して接続する。通話路に関するすべての試験が異常なければ M は発呼加入者と R とが接続されているジャンクタを用いて、発呼加入者と IOT の発信側とを接続する。この接続の試験が異常なければ M は R とともに復旧し次の呼に備える。この接続によって、被呼加入者 → 1 次スイッチ (PS) → 2 次スイッチ (SS) → IOT 着信側 → IOT 発信側 → 2 次スイッチ (SS) → 1 次スイッチ (PS) → 発呼加入者の接続が完成する。

接続が完成すれば IOT は発呼加入者に呼出音、被呼加入者に呼出信号を送出し、被呼加入者が応答すれば呼出信号、呼出音ともに停止する。通話完了して発呼加入者が送受器をおろすと IOT は復旧してスイッチも復旧し、被呼加入者はロックアウトされ、加入者回路より話中音が出される。また被呼加入者がさきに送受器をおろすと IOT は一定時間 (20 秒程度) の時限ののち、強制復旧してスイッチを開放し、発呼加入者はロックアウトされて加入者回路より話中音が出される。

#### 4.3 出接続 (第6図)

ダイヤル音接続に続いて発呼加入者がダイヤルする第1数字で出接続であることがわかると LS の R, TS0 の TR0, TS1 の TR1 はいずれもマーカまたはコントローラ CONT を起動し、LS においては加入者と ISICT とを、TS0, TS1 では ISICT と OGT (出トランク) とを接続するよう動作する。

LS の R は RMC を経て M を起動し、発呼加入者に関する情報と



第6図 出接続系統図

出接続表示、ISICT の属するトランクブロック TB の表示を M に転送する。M は TID と TBC の助けによって ISICT を識別する。続いて発呼加入者とレジスタとを接続しているジャンクタを用いて発呼加入者と ISICT とを接続する。この接続が完成すれば M は R とともに復旧する。

TS0 と TS1 における動作は ISICT の収容されている位置によって動作が異なる。ISICT が TS0, TS1 の両方に接続されている場合には TS0 と TS1 ではともに出側に収容されている出トランク OGT (両方向トランクのこともある) に ISICT を接続するよう動作する。TS0 では TR0 が計数完了して出接続であることがわかるとレジスタコントローラコネクタ (RCC) を経てコントローラ (CONT) を起動する。CONT はトランクビジー表示器 TB の助けにより要求された方路に属する出トランクを選択する。また選択された出トランクに対応するトランク位相記憶器 (PMT) に ISICT のパルス位相を書き込み保持させる。これによって OGT が補捉されたことになる。OGT からは HW2 を通して ISICT に補捉信号が送られ、ISICT では TS1 に対するループを切断して TS1 を復旧させる。この場合 TS0, TS1 にともに空の OGT があった場合、TS0 のほうが TS1 より、動作速度において 1/100 程度であるから必ず TS0 がさきに OGT を補捉する。

TS0 で OGT が全話中ならば TS0 は復旧し、TS1 の動作が進行する。TS1 においては TR1 より RMC を経て TM が起動され、TBC によって接続を要求された方路に属する OGT を選択する。続いてクロスバスイッチを動作させ ISICT と OGT とを接続する。接続が完了すれば TM は TR1 とともに復旧して次の呼に備える。

TS1 のみに属する ISICT に対する接続動作は TS0 の OGT が全話中の場合の TS1 の動作とまったく同様である。

このようにして次のような接続が完成する。すなわち

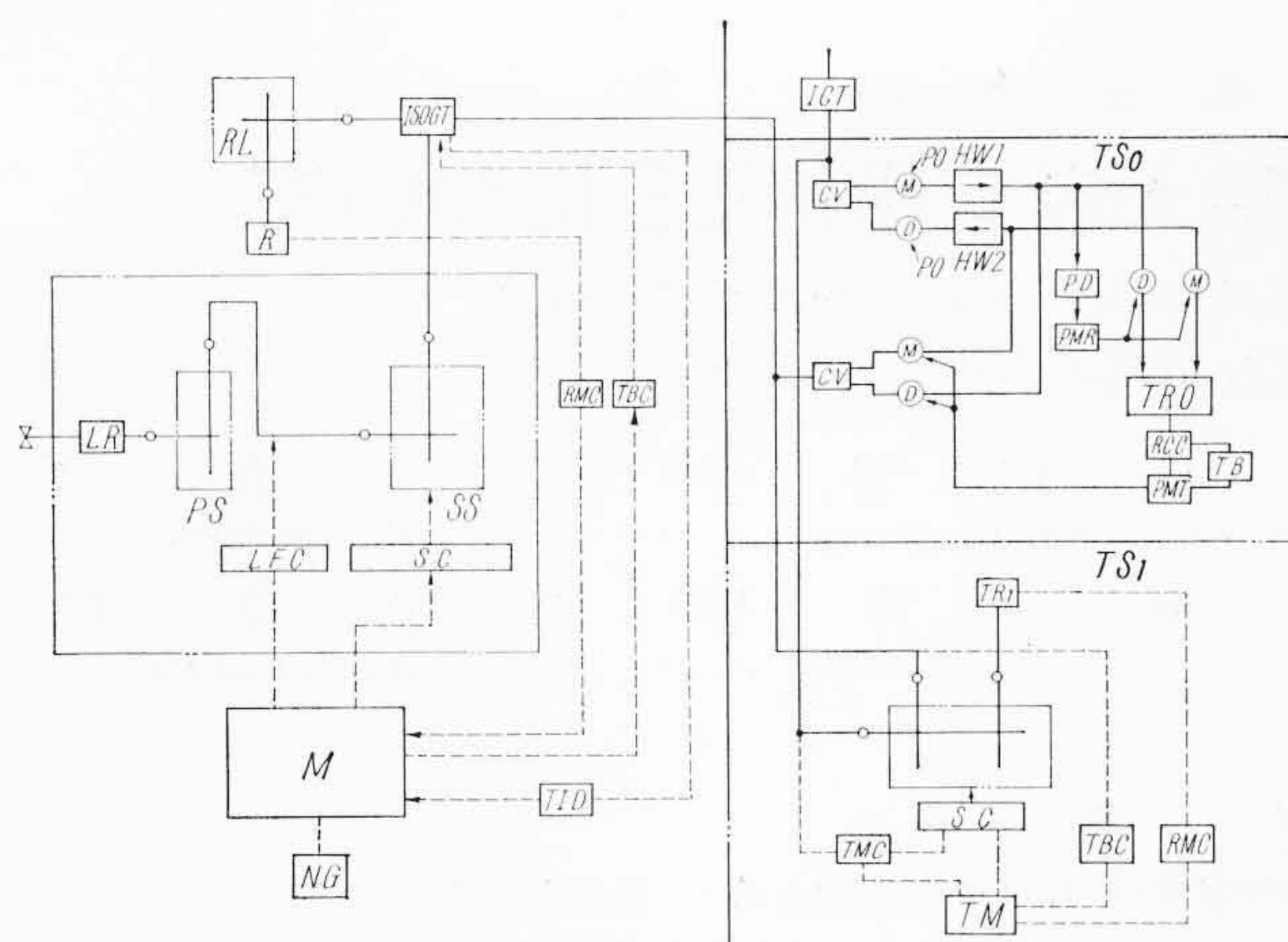
加入者 → 1 次スイッチ (PS) → 2 次スイッチ (SS) → ISICT → TS0 の HW または TS1 のスイッチ → OGT → 相手局 ICT

となる。

この場合 TS0 においては ISICT より OGT に対する通話、すなわち発呼加入者より被呼加入者に対する通話は HW1 を経て行なわれ、OGT より ISICT に対する通話、すなわち被呼加入者より発呼加入者に対する通話は HW2 を経て行なわれる。

通話の監視は ISICT, OGT で行なわれ、発呼者がさきに送受器をおろせば全回路は復旧する。また相手局の被呼加入者がさきに送受器をおろせば ISICT は時限 (20 秒程度) ののち復旧して通話路をすべて開放し、発呼加入者はロックアウトされる。





第7図 入 接 続 系 統 図

#### 4.4 入接続 (第7図)

入接続の場合はLSと同機能を有するほかの交換所(たとえば元住吉)のPC2形交換機より接続が行なわれる。すなわちPC2形クロスバ交換機を有する発信局の発呼加入者が送受器を上げたことにより発信局の出トランクが起動され、続いて中継線を経てTSの入トランクICTが起動される。この場合のTS0, TS1の動作はLSの加入者が発信した場合と同じくダイヤル開始前にそれぞれTR0, TR1に接続が行なわれる。続いて発信局よりの第1ダイヤルをTR0, TR1が計数するとそれぞれCONT, TMを起動し、この呼がLSに着信するものであればLSのステージ間出トランクISOGTのあいているものを選択する。このときの動作もまた出接続で出トランクOGTを選択した動作と同じである。

ISOGTはTS0, TS1のいずれかに属しているが、TS0, TS1のいかににかかわらずLSに対する動作はまったく同様である。ISOGTはTSより起動されるとRLを経てLSのRを起動し、第2数字以下のダイヤルは発信局の出トランク、TSのICT, ISOGTを経てRに送られ、順次に計数される。Rが第4数字の計数を終るとRMCを経てMを起動し、Mに被呼加入者番号、入接続表示、ISOGTの

TB表示を送る。MはNGを起動し、被呼加入者番号をクロスバスイッチ上の位置表示に翻訳し、さらにTIDの助けによってISOGTの識別を行なう。続いて被加入者の話中試験を行ない、被呼加入者があきであれば被呼加入者とISOGTとを接続するジャンクタの選択を行ない、あいている一つのジャンクタを選ぶ。これらの動作のうちMはクロスバスイッチを動作させ、被呼加入者とISOGTとを接続する。各種の試験を行ない接続が終了するとMはRとともに復旧する。

このようにして次のような接続が完成する。

発信局出トランク→局間中継線→TSのICT→TS0のHW

またはTS1のスイッチ→ISOGT→2次スイッチ(SS)→1

次スイッチ(PS)→被呼加入者

この場合TS0ではICTよりISOGTに至る通話、すなわち発呼加入者より被呼加入者に対する通話はHW1により、ISOGTよりICTに至る通話、すなわち被呼加入者より発呼加入者に対する通話はHW2を経て行なわれる。

通話終了して発信局の発呼加入者が送受器をおろすと、発信局、TS, LSの全回路は復旧し、被呼加入者はロックアウトされる。被呼加入者がさき送受器をおろすと、この情報は発信局の出トランクに送られ、ここで20秒程度の時限ののち復旧し、これによってTS, LSのトランク、通話路ともに復旧する。

#### 5. 結 言

以上実用化した電子交換機の概要を述べた。開局後日はまだ浅いが運転経過は満足すべきものであり、半導体による制御および時分割通話についての設計、製造、運用および保守上幾多の有益な経験をうることができたことは幸いであった。なお特性ならびに個々の問題点については稿を改めて詳細に述べる。

おわりに終始ご協力を賜った東京急行電鉄株式会社および日立製作所の関係各位に厚く感謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

- (1) 中村, 山下, 成沢, 塚田: 日立評論 第42巻 第7号(昭35-7)

Vol. 44

日 立

評 論

No. 3

- ・シ ン グ ル フ ロ ー 蒸 気 タ ー ビ ン
- ・デ ー タ 処 理 装 置
- ・同 期 機 の 制 御 特 性
- ・電子計算機による流量オリフィス・ベンチュリの計算
- ・ウ ラ ン の  $\beta$  処 理
- ・ジルコニウム中のハフニウムの定量分光分析
- ・コ ー ク ス 炉 ガ ス 分 離 装 置
- ・直流逆作用形電磁ブレーキの性能について
- ・電 気 車 用 新 形 リ ボ ン 抵 抗 器
- ・試 作 DM15 形 ダ ン プ ト ラ ッ ク

- ・凹円孤歯形をもつ鼓形ウォーム歯車(第2報)
- ・NV 6076 ch 搬 送 電 信 送 置
- ・高出力 TrS 電力線搬送電話装置
- ・直 視 形 蓄 積 管 7448
- ・ブラウン管の静電的偏向拡大方法
- ・タングステン線の粗大結晶発生
- ・OFケーブル系統の絶縁油漏えい点検出方法
- ・交流高電圧ブリッジによる絶縁不良点の検出
- ・バリウムフエライト磁石の熱的性質について
- ・Al合金熔着金属の割れと添加元素

発行所 日 立 評 論 社

取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地  
振替口座 東京 71824 番  
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地  
振替口座 東京 20018 番