

座席予約用プログラム制御端局装置

Program Control Agent Set for Seat Reservation System

渡辺 寿夫*
Toshio Watanabe

井上 晴雄*
Haruo Inoue

武尾 一男*
Kazuo Takeo

成沢 宏**
Hiroshi Narisawa

大谷 昭夫**
Akio Otani

要 旨

全国主要駅、交通公社および乗車券センターに設置され、中央処理装置とのオンライン動作により、乗車券の発売業務を行なう窓口機械として、すでにリレー制御による端局装置が稼動中であるが今回これを電子化し、プログラム制御方式とし、時分割により最大4組の操作盤および印刷機を制御できる電子式端局装置を開発した。本装置は印刷機周辺のリレー回路を除いて、すべて電子回路で制御され、記憶容量1,536ビットの磁心記憶装置、および1,024語の半固定メモリなどより構成される。本文ではプログラム制御方式として、4チャンネル時分割制御、29種類の命令語、および775語のプログラムについて説明し、さらに基本回路、磁心記憶装置および半固定メモリの電子回路、および試験機能について述べる。

1. 緒 言

従来座席予約用端局制御機は符号の直並列変換部を除き、リレーを主論理素子として用いていたが、今回予約および照会操作をおもな機能とするA形制御機について電子化した。制御方式としてプログラム制御を全面的に導入し、プログラムの記憶には半固定メモリを採用した。また電子化による高速性を利用し時分割により最大4組の操作盤および印刷機制御を可能とした。本装置はさらにA形制御機機能に座席指定予約および解約機能を付加したB形制御機にも拡張できる。

2. 端局装置概要

端局装置の構成は制御機と入出力装置の操作盤および印刷機からなり、その接続は図1に示すとおりである。操作盤および印刷機には従来と同じ形式のものをを用いた。

図2に本装置のブロック図を示す。操作盤のボタンによりセットされた乗車日、等級、座席数などの9種類の情報は、5ビットずつ読み取られ、入力レジスタ（IR）に蓄積される。入力レジスタに蓄積された5ビットの情報はパリティチェックの後、磁心記憶装置（CME）に記憶される。一方、印刷機内にセットされた列車名および乗降車駅名の活字からは列車名および乗降車駅名の情報が読み取られ、入力レジスタ経由で磁心記憶装置（CME）に記憶される。これらの入力情報は所要のチェックが行なわれた後、定められたフォーマットの135ビットの送信電文に組立てられる。送信電文が完成すると制御機は回線の空塞を調べ、もしあきであれば送信電文を1字（5ビット）ずつ磁心記憶装置（CME）より送受信レジスタ（TRR）に引き出してきて、中央に送信する。もし回線が使用中であれば待合せになる。中央からは送信電文に対する回答電文が送られ、送受信レジスタ（TRR）で1字ごとに並列符号に変換され、磁心記憶装置（CME）に記憶される。制御機は回答電文の受信を終了すると、電文のチェックを行ない、回線を解放し、座席の有無の表示を行なうとともに指定券の印字フォーマットに合わせて回答情報を組み直し、出力レジスタ（OR）経由で印刷機を駆動して、最大4人までの指定券を印刷する。もし回答電文中に誤りを検出した場合には、中央に対し再送要求を行ない自動的に処理する。

以上の各動作は29種類の命令からなる773語のプログラムで制御される。

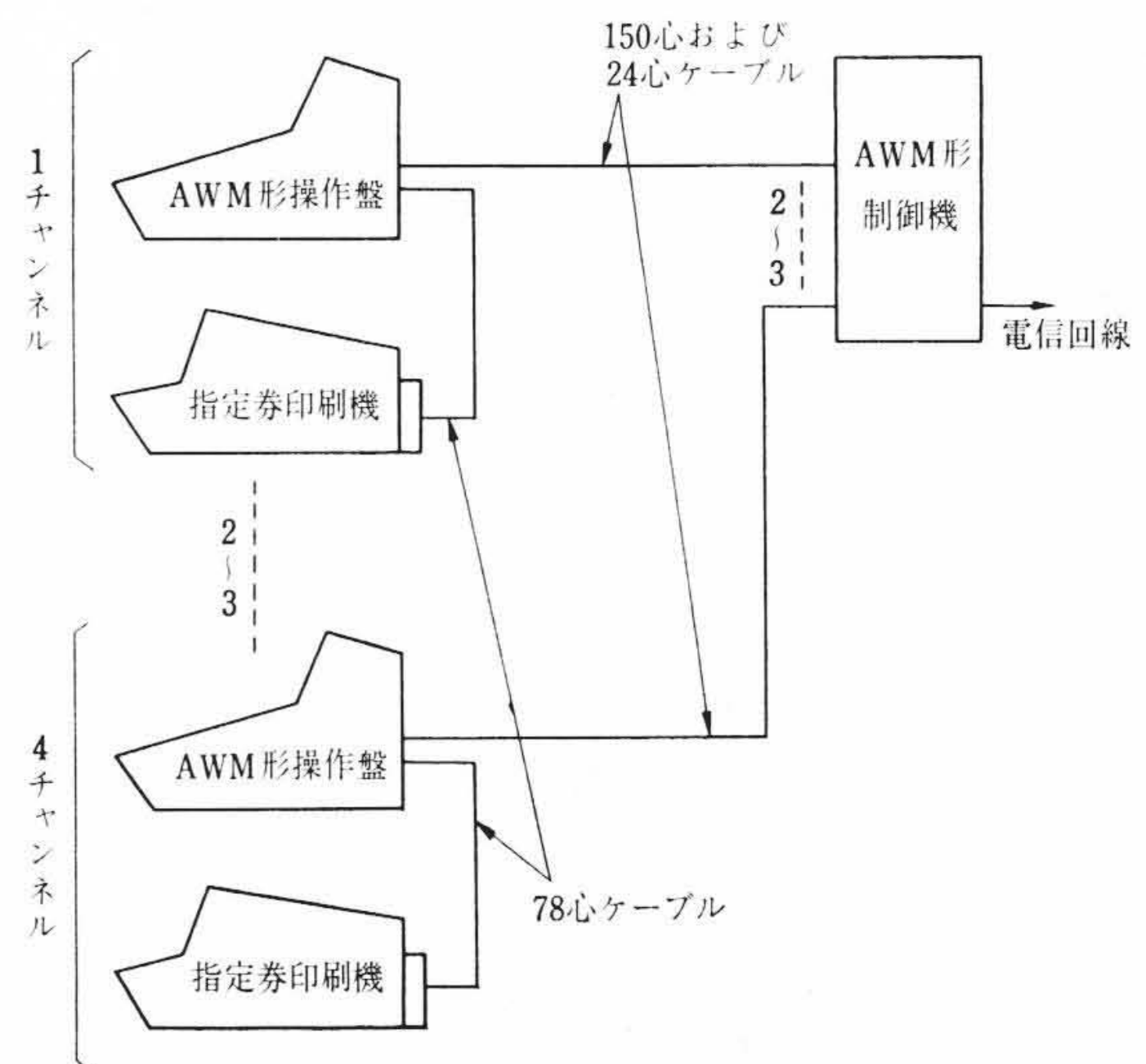


図1 端局装置接続方式

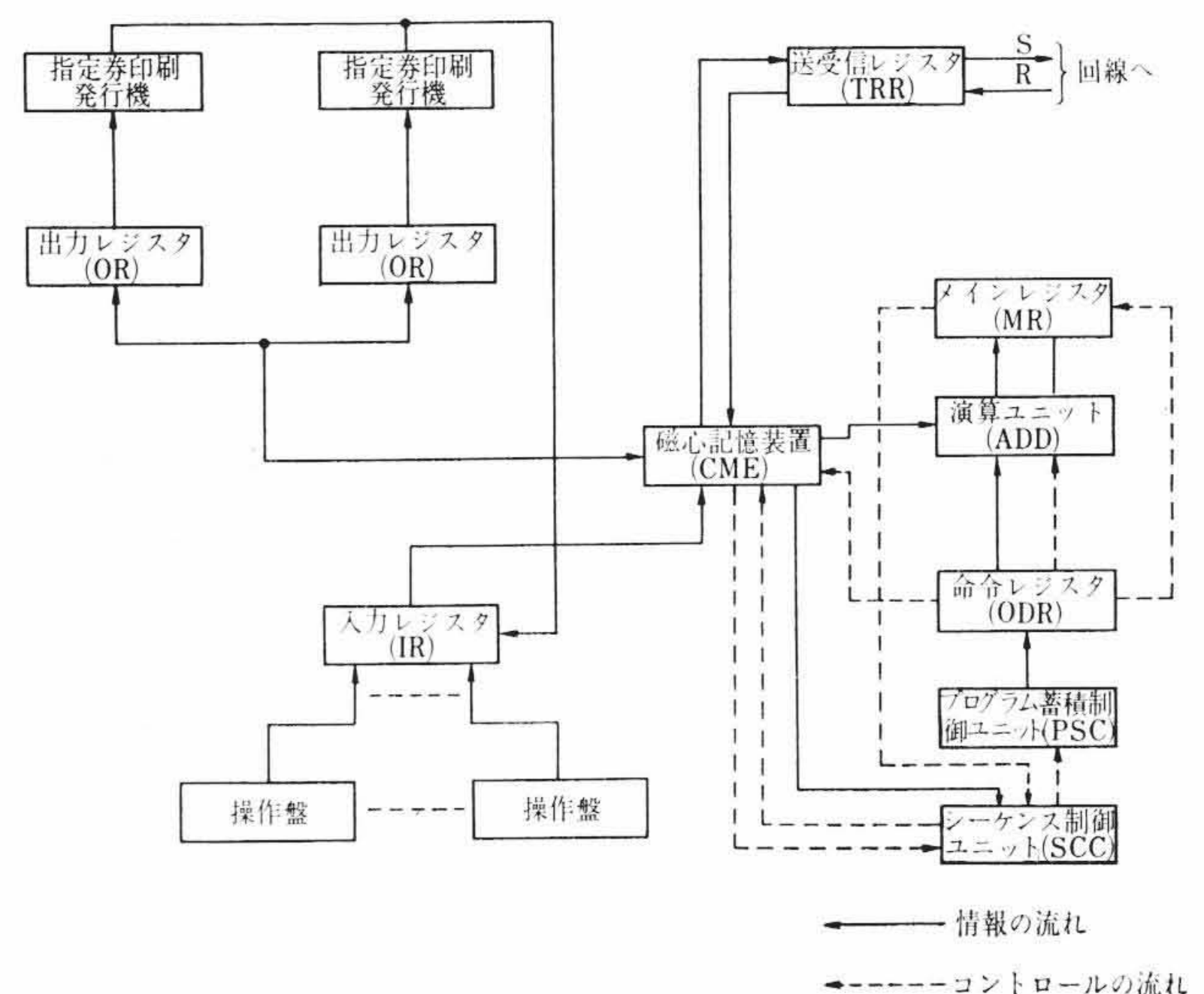


図2 制御機ブロック図

3. 制 御 方 式

従来のリレー式制御機をプログラム制御方式により電子化することによって設計上考慮した点をつぎに示す。

* 日本国有鉄道

** 日立製作所戸塚工場

表1 制御方式

チャンネルサービスタイム	714 μ s = 20 ms $\times$ 1/4 $\times$ 1/7
チャンネルサービスタイム周期	2.86 ms = 4 $\times$ 714 μ s
サンプリング数	7発サンプリング
受信マージン	42.8%以上

表2 命令一覧表

項番	命令			略 省	命令 実行時間 (μ s)
	T (8進)	V (4進)	Address		
0	0	0	n	Add	11
1	0	1	n	Clear Add	11
2	0	2	n	Add Address	10
3	0	3	n	Clear Add Address	10
4	1	0	n	Sub	11
5	1	1	n	Clear Sub	11
6	1	2	n	Sub Address	10
7	1	3	n	Clear Sub Address	10
8	2	0	n	Store MR	11
9	2	1	0	Store IR	11
10	2	2	0	Store TRR	11
11	2	3			
12	3	0	0	Load TRR	11
13	3	1	0	Load OR	11
14	3	2	n	Load AR	11
15	3	3	0	Load MR	11
16	4	0	n	Un Jump	7
17	4	1	n	Plus Jump	7
18	4	2	n	Zero Jump	7
19	4	3	n	JFF set Jump	7
20	5	0	n	Right Shift	7.5
21	5	1	n	Left Shift	7.5
22	5	2	0	TRR Shift	7
23	5	3			
24	6	0	n	FF Set	7
25	6	1	n	FF Reset	7
26	6	2	n	JFF Set	7
27	6	3	n	JFF Reset	7
28	7	0	0	Parity Correct	7
29	7	1			
30	7	2	0	No Effect	7
31	7	3	n	Halt Jump	16

- (1) 制御処理速度を上げ、複雑な仕事は極力プログラムで行なうことにより、機器構成を簡単にした。
- (2) 機器構成を簡単にするために命令の種類を29に限定した。
- (3) 操作盤よりの各種入力情報読取りは、読取り線を節減するため、操作盤にオアダイオードを実装して行ない、印刷機に関しては制御機側で受信リレーを4チャンネルに共通に設け、時分割で使用した。
- (4) 操作盤と制御機関の距離を長くできるように読取駆動パルス幅および周期をプログラムで可変できるようにした。今回の目標値は50 mである。
- (5) 磁心記憶装置および半固定メモリなどの特殊回路も周囲条件0~40°Cで満足するよう考慮した。半固定メモリのセンス出力は比較的大出力が期待できるので直接基本回路へ導くようにした。
- (6) 試験盤を設けて本装置の機能を試験できるようにした。

3.1 プログラム制御方式

本装置は時分割により最大4台の操作盤および印刷機をプログラム制御することで経済性の向上を期している。

4チャンネル制御の場合の制御方式を表1に示す。座席予約システムの伝送速度は50ボーなので1ビットの伝送時間は20 msとなる。これを7発サンプリングで行なうとサンプリング周期は20/7=2.86 msとなり、さらに4チャンネルに時分割して2.86/4=714 μ sを各チャンネル割当てて、この時間内に一連の動作が終了するようにプログラムは組まれている。一連の動作が終了すると Halt Jump

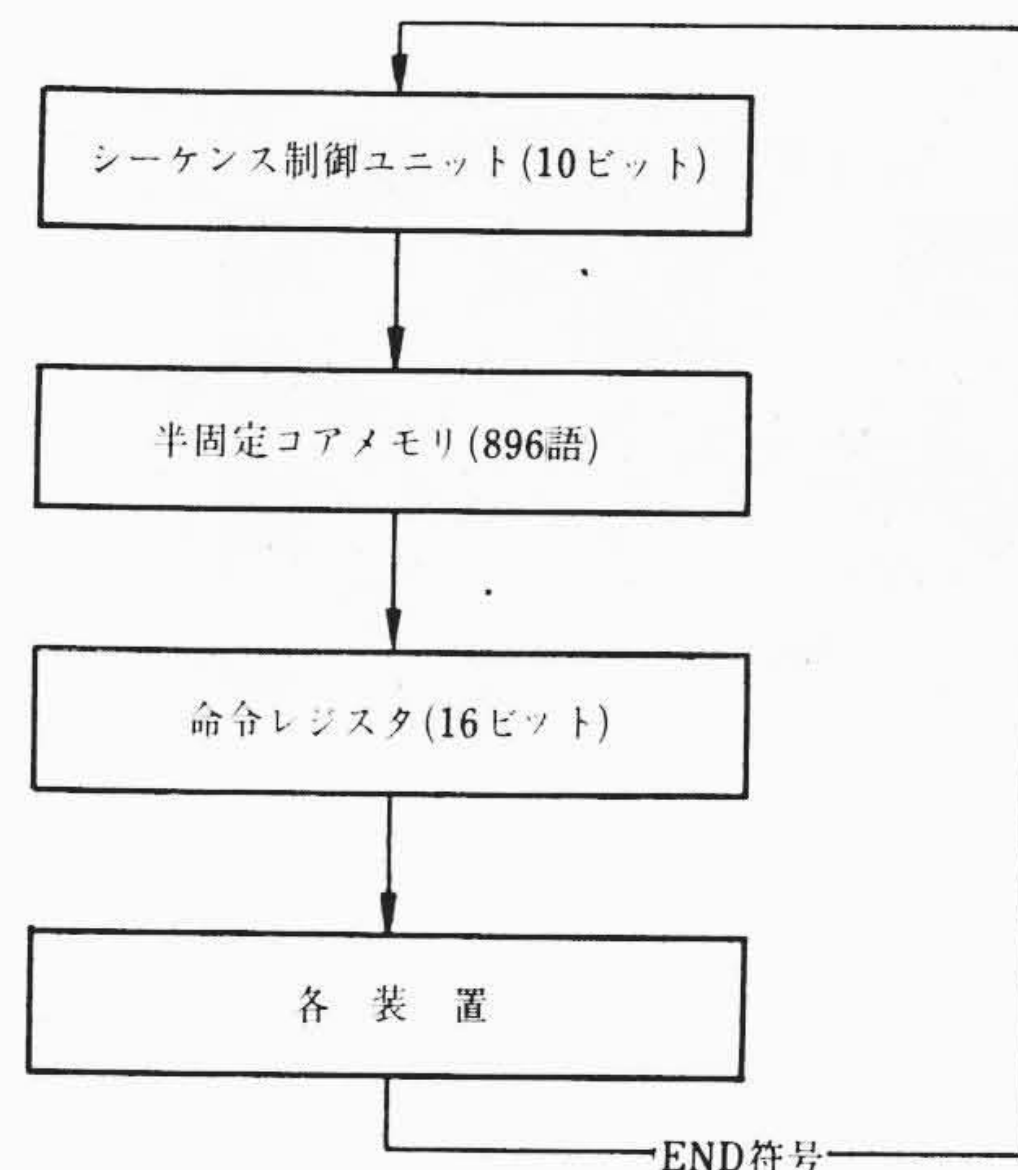


図3 プログラム制御方式

T0, T1, T2	V0, V1	AD0~AD9	
命令部分 5ビット		アドレス部分 10ビット	予備 1ビット

図4 命令語の構成

S	D0, D1~D5
符号 1ビット	数値 6ビット

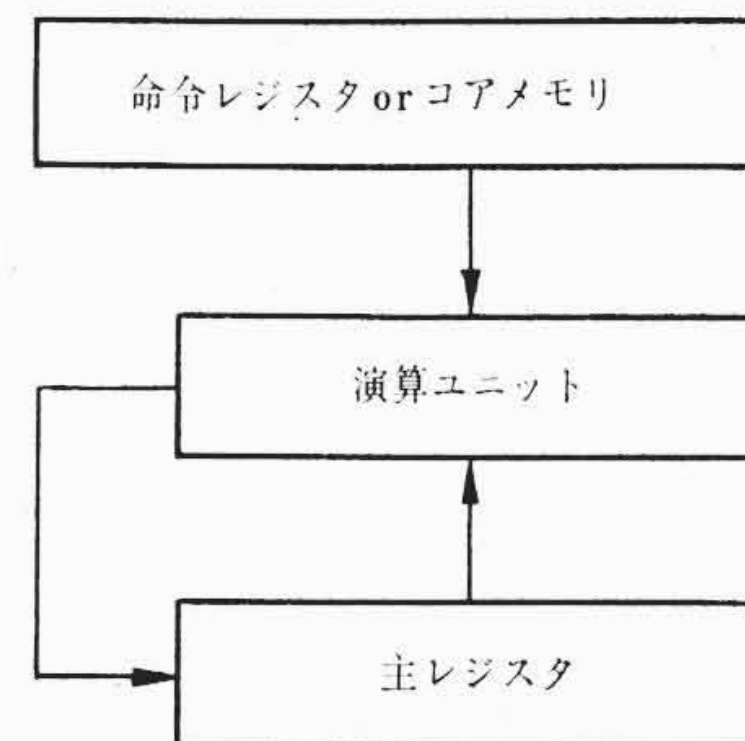


図5 演算方式

と称する命令を用い、つぎのサービスタイム(2.86 ms 後)で最初に行なわれるべき命令の番地を磁心記憶装置に記憶し、Haltの状態となる。サービス時間帯の始めでは、自動的に磁心記憶装置より前に記憶していた番地を引き出してきて、その番地の命令より実行する。このようにサービスタイムごとに完全に時分割制御を行なうことにより、プログラムおよび機器構成上も割込みなどを考慮しないで組むことができる。電信符号のサンプリングおよび送受信レジスタのシフトなどに用いられる主要タイミングは、すべてサービスタイムの714 μ sを基本時間として、これをプログラムで計数することで作られる。

本プログラム制御方式を図3に示す。シーケンス制御ユニットに番地をセットすると、この番地に対応する命令を半固定メモリより読出す。命令レジスタは半固定メモリよりの出力命令を受信記憶し、命令の内容に応じて該当する装置に対し命令を実行する。命令実行後は各装置より終了パルス(END)をシーケンス制御ユニットに戻して、新たな番地をセットして、前の命令が終了次第つぎの命令を実行する。

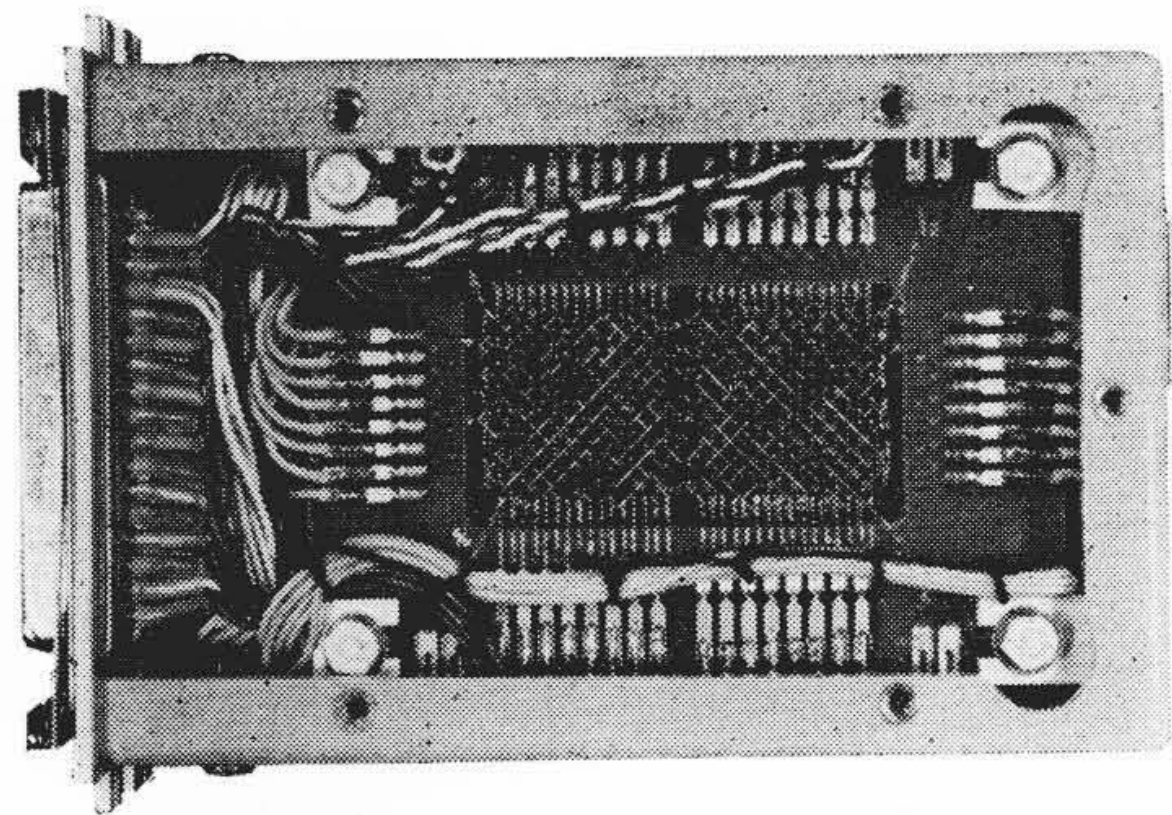


図6 コアスタック

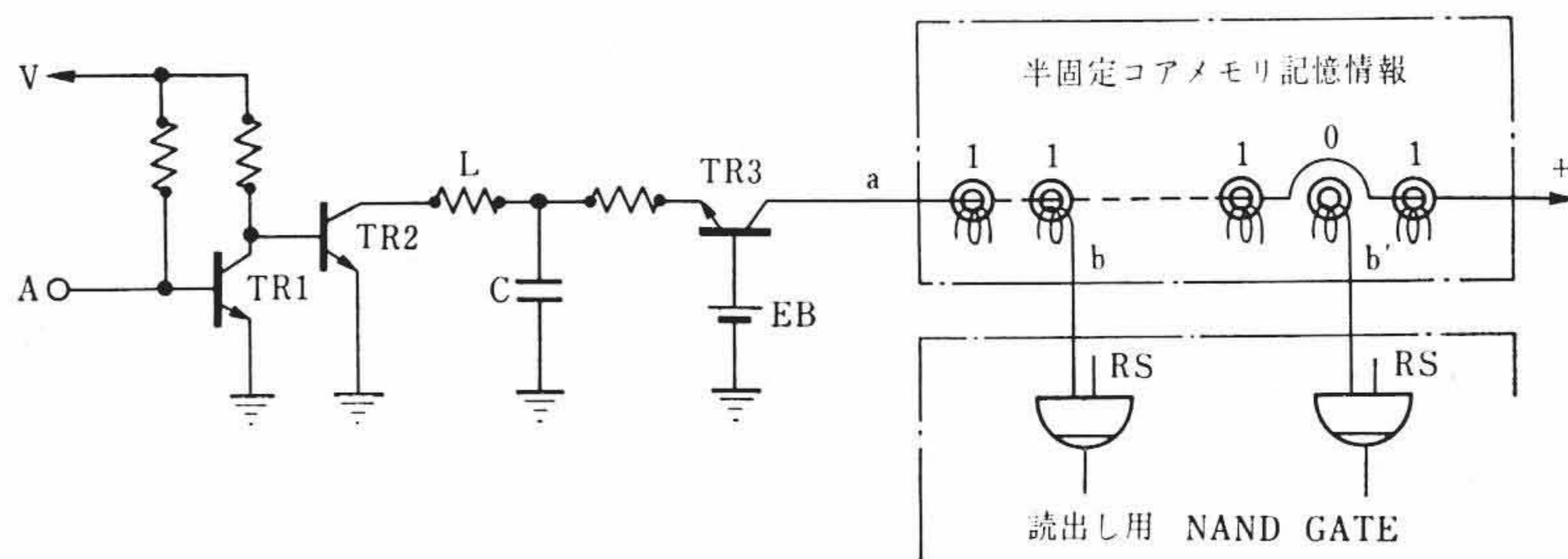


図7 半固定メモリ原理図

表3 プログラム番地割当

入力情報読み取り	20番	地
送信情報作成	130番	地
電文送信	80番	地
電文受信	30番	地
電文受信制御および回答情報の識別表示	140番	地
印刷機制御	70番	地
印刷フォーマットの作成	305番	地

約 775

表4 基本回路特性

基本回路形式	AND+OR+INVERTER NAND の混用
周波数範囲	350 kc
使用温度	0~65°C
電源の種類	+12 V, ±6 V
Fan in	10
Fan out	8
消費電力	回路 71 mW, トランジスタ 10 mW

表5 磁心記憶装置仕様

コアプレーン	16(X)×16(Y)×16(Z)
寸法	50 ミル
コアサイクル	6 μs
駆動電流	500 mA
妨害電流	250 mA
出力電圧	50 mV 以上
雑音電圧	10 mV 以下
S/N	5 以上

表6 半固定メモリ仕様

寸法	7 mm (内径)
コア数	64 個
Word Line	256 本
記憶容量	1,024 語
駆動電流	170 mA
出力電圧	3.8~4.6 V
雑音電圧	0.7 V 以下
S/N	5 以上

3.2 命令語

3.2.1 命令語の構成

命令語の構成は図4に示すように、命令の種類を表わす命令部 T0, T1, T2 および V0, V1 の 5 ビット、アドレス部 AD0, AD1, AD9 の 10 ビットに予備 1 ビットの計 16 ビットより構成される。

3.2.2 命令の種類

命令は 29 種類用意されており、表2に示すとおりである。命令の種類を表わす T 部分で大分類すると、T0; Add 命令, T1; Sub 命令, T2; Store 命令, T3; Load 命令, T4; Jump 命令, T5; Shift 命令, T6; FF Set, Reset 命令, T7; その他となる。以下演算命令と Halt Jump 命令について簡単に説明する。

(1) 演算命令 演算命令としては Add 命令および Sub 命令が

あるが、図5に示すように演算内容としては、符号ビットと数値ビット 6 ビットより構成され、命令レジスタのアドレス部または磁心記憶装置の内容と主レジスタの内容を演算ユニットで演算し、演算結果は主レジスタに記憶される。

(2) Halt Jump 命令 一連のプログラム動作が終了すると Halt Jump 命令により、つぎのサービスタイム (2.86 ms 後) で最初に行われるべき番地を記憶装置内に記憶するがシーケンス制御ユニットは 10 ビットで番地指定を行なっているため、これを Z 軸 6 ビットの磁心記憶装置に記憶するためには、6 ビットと 4 ビットに分けて 62 および 63 番地にそれぞれ記憶させる。

サービスタイムのはじめでは Halt Jump 命令により書込まれた情報を自動的に読出してきて、その番地の命令より実行する。

3.3 プログラム

前述の各種命令の実行時間よりプログラムを組むにあたって、サービスタイム 714 μs では命令段数はほぼ 40 ステップを割当てて、一連の動作が終了するように組んである。

操作盤および印刷機よりの入力情報読み取りから、中央とのオンライン動作による電文の送受信、さらに印刷フォーマットの作成および印刷機制御を 775 ステップで行なっているがその番地割当は表3となる。

4. 電子回路

本装置に使用されている電子回路は、論理演算を行なう基本回路と記憶装置一磁心記憶装置および半固定メモリからなる。

4.1 基本回路

座席予約用端末装置は、窓口機械として使用されるので周囲条件もきびしく、温度も 0~40°C を考慮する必要がある。基本回路の特性は表4に示すとおりである。DTL (Diode Transistor Logic) の非同期形式の基本回路としては、NAND, NOR および AND+OR+INVERTER が考えられるが本装置の論理回路としては、AND+OR+INVERTER が全体のうち 2/3 (NAND: AND+OR+INVERTER=1:2) を占めているので全体のパッケージ枚数を減らすことを考慮して、NAND と AND+OR+INVERTER の混用とした。

4.2 磁心記憶装置

磁心記憶装置 16(X)×16(Y)×6(Z) を 4 チャンネルに分割し、1 チャンネルあたり 8(X)×8(Y)×6(Z) に入力情報および受信情報を記憶している。表5に磁心記憶装置仕様を示す。記憶方式は電流一致方式 (Coincident Current) で、コアサイクル 6 μs でコアを使用する演算命令は約 11 μs かかる。出力電圧 50mV はセンスアンプを通して増幅されて、基本回路へ導かれる。コアスタックは高さ 77 mm, 幅 40 mm, 奥行 120 mm で図6に示す。本磁心記憶装置も温度域 0~40°C で安定に動作している。

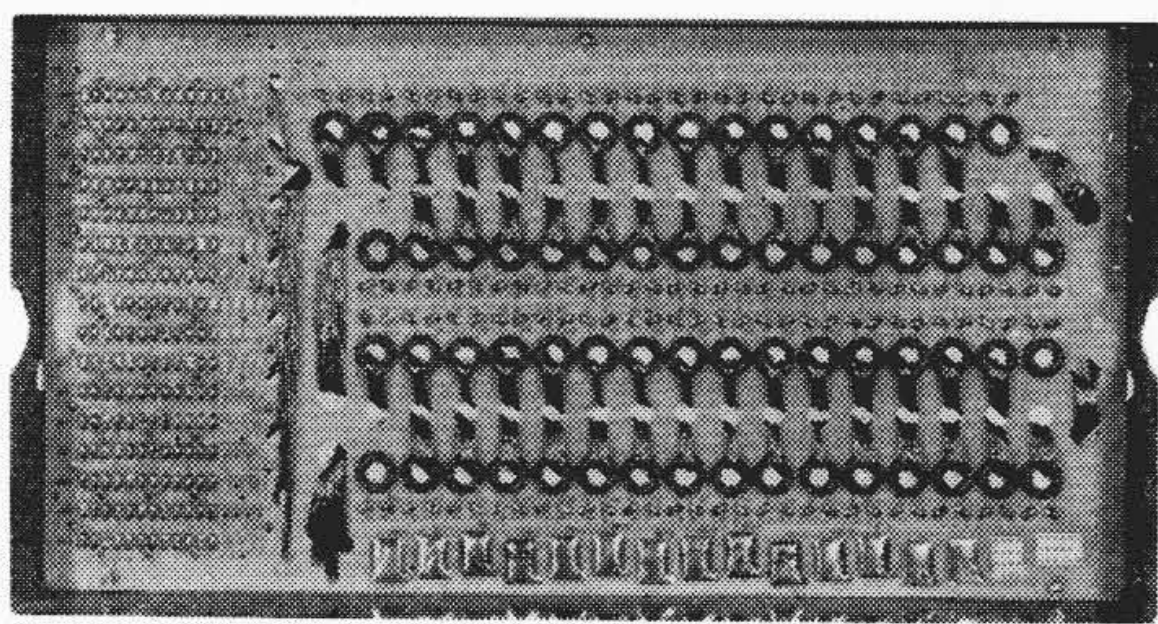


図8 半固定メモリ

4.3 半固定メモリ

本装置の運用プログラム（約800語）は記憶容量1,024語の半固定メモリに記憶されている。表6は半固定メモリの仕様である。図7はDiamond Ringを使った半固定リングコアメモリの原理図を示したものである。その原理は語長と同じビット数（16）のリングコアに所定の語数のWord Lineを貫通させ、貫通の有無により、情報“1”または“0”に対応させ、出力電圧を直接基本回路のゲートへ導く。1,024語の半固定メモリの構成は、16個のリングコアでは1,024本のWord Lineを通すことになるが、内径の大きさの制限より、64個のリングコアに256本（16×16のマトリックスで選択する）のWord Lineを通し、1本のWord Lineより4語を作り出す。駆動リングコア数に無関係に出力が一定となるように定電流駆動とし、170 mAで駆動する。センス出力電圧は情報パターンおよびコア特性などで多少変化するが実測では、信号“1”=3.8~4.6 V、信号“0”≤0.7 VでS/N≥5（電圧波高値比）である。読み出しに要する時間は1.5 μsで本装置も0~40℃で安定に動作する。半固定メモリは高さ195 mm、幅360 mm、奥行100 mmである（図8参照）。

5. 試験機能

本装置の調整試験または障害の原因追求のため、試験盤を設け、以下に示す試験を行なえるようにした。

5.1 レジスタの内容をランプ表示する機能

レジスタ指定のキーを操作すると、これに対応するレジスタの内容をランプ表示する。

5.2 HALT機能

キーHALTを操作して、サービスタイムを任意の指定したチャンネルに固定し、プログラム制御動作をいったん停止（Halt）させる。このHalt状態でつぎの各試験を行なう。

- (1) SSP機能 手動で1命令ずつ動作を進めるのに使用する。キーSSPを操作すると、命令レジスタの出力ゲートを開いて所要の各装置へ命令内容を送出し、命令実行後再びHalt状態となり待機する。
- (2) 任意の命令セット機能 手動で任意の1命令をセットするのに使用する。命令を構成している命令部分（T0, T1, T2, V0, V1）およびアドレス部分（AD0, AD1, ~AD9）に対応するキーT0, T1, T2, V0, V1, およびA0, A1, ~A9を命令内容によりセットし、キーODSを操作するとセットした命令内容を命令レジスタに記憶する。以下(1)項のSSP機能を行なうことにより命令を逐行できる。
- (3) プログラムを任意の番地より進める機能 プログラムの任意の番地をHalt Jump命令により、磁心記憶装置の62および63番地に書込んだ後、チャンネル指定キーHLTを戻すと、プログラムはセットした任意の番地よりプログラム動作を行なう。

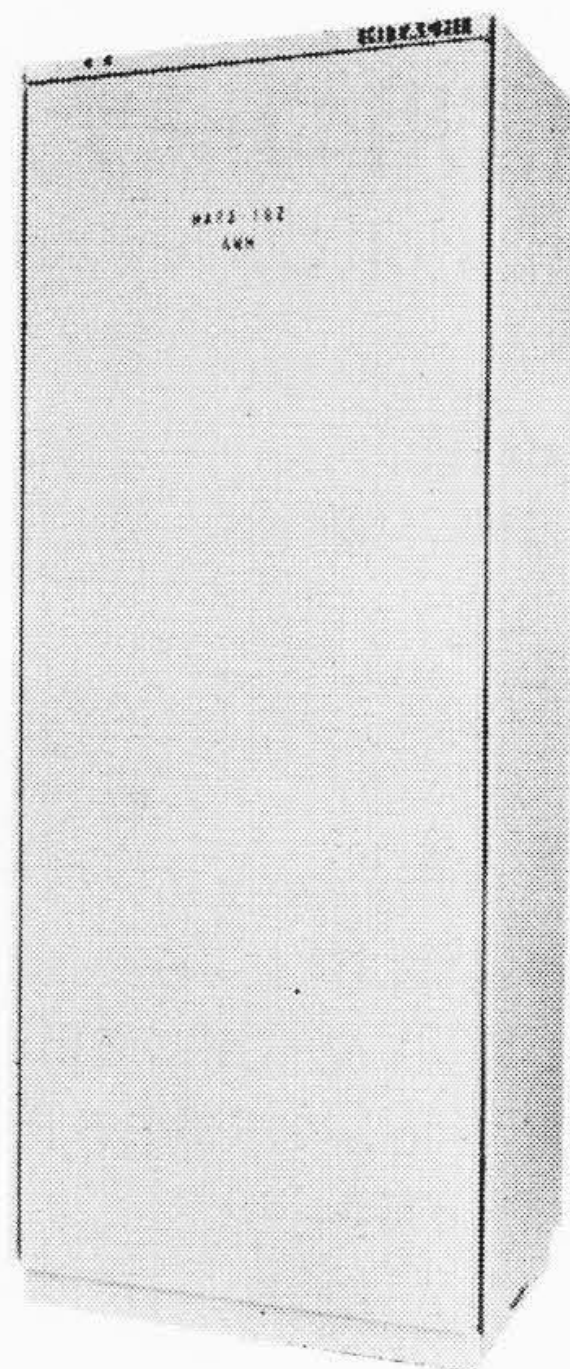


図9 制御機

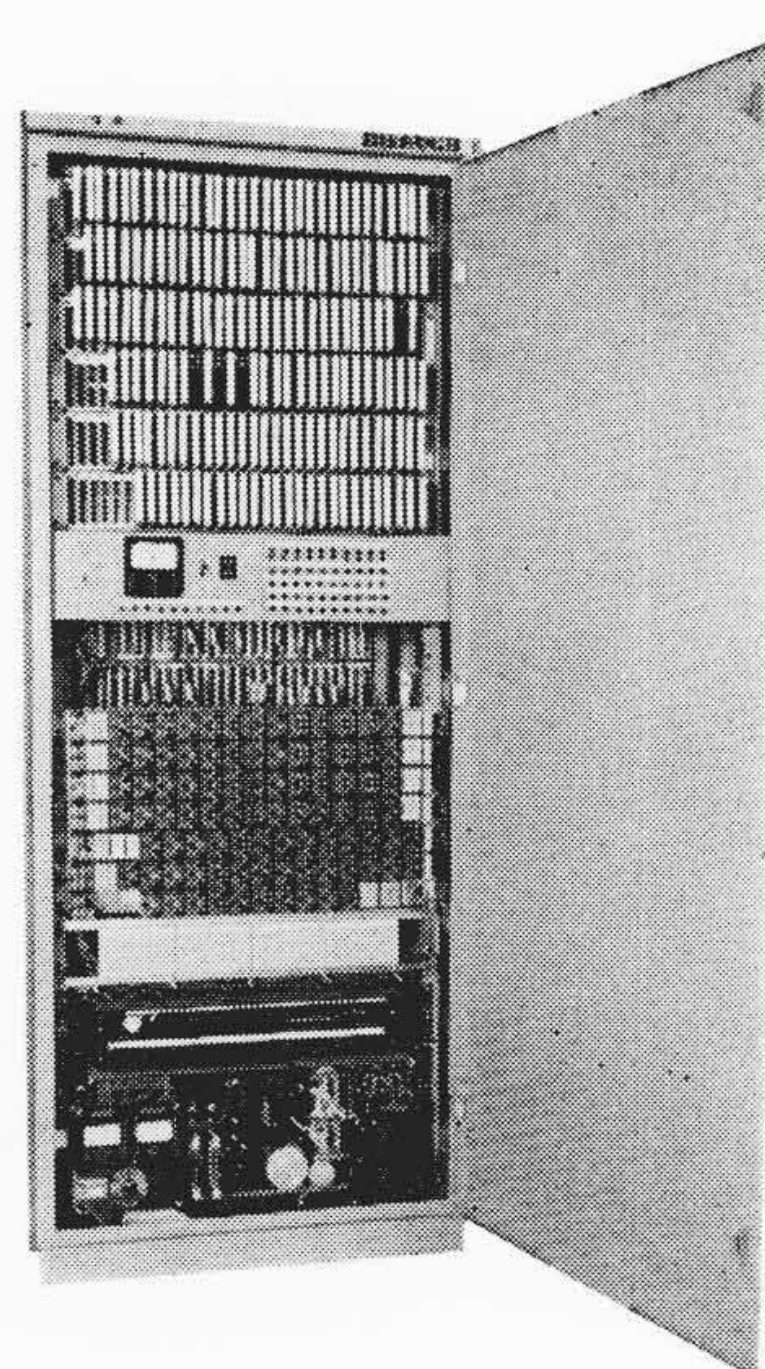


図10 固定架内部

- (4) 任意の番地よりプログラムを進め、つぎのHalt Jump命令で停止させる機能 (3)項で任意のプログラム番地をセットした後、キーNHJを操作し、キーHLTを戻せば、セットした番地より命令を実行し、つぎのHalt Jump命令の番地でプログラムは停止する。

5.3 RPT機能

Haltの状態では任意の命令を繰り返し行なう場合に使用する。

- (1) 半固定メモリを通した命令のRPT機能 シーケンス制御ユニットに、所要のプログラム番地セット後、キーRPTさらにキーSSPを操作すると、半固定メモリを通しての所要の命令を繰り返し行なう。
- (2) 手動によるセット命令の繰り返し機能 所要の命令を5.2(2)で手動により、命令セットを行ない、キーRPT, TRPTおよびSSPを操作すると、半固定メモリを通さないで手動によるセット命令を繰り返し行なう。

6. 実装

制御機は自立形（高さ1,964 mm、幅805 mm、奥行520 mm）で、固定架と可動架より構成され、ゲート式になっている。図9に本制御機を、図10に固定架の内部を示す。

入出力装置の操作盤および印刷機に関しては、一部変更したほかは、従来のリレー式の場合と同じであるのでここでは省略する。

7. 結 言

座席予約用端局装置は、40/10 MARS-102設置時まで467台稼動中であるが、今回プログラム制御方式を取り入れた電子式端局装置をその一部として開発製品化し、初期の目的を達することができた。本装置は40年10月より、17台が好調な運転を続けている。

なお今後は制御機と操作盤および印刷機との接続条件を整理し、小形化、経済化を進めて行きたい。

終わりに臨んで、日本国有鉄道ならびに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) 高橋、大塚ほか：日立評論 46, 1054 (昭39-6)
- (2) 成沢、大谷ほか：昭40年度、電気通信全国大会 56
- (3) 田村、大谷ほか：昭41年度、電気4学会連合大会 2033