

自動記録式受信管試験機について

An Automatic Testing and Data Recording Machine for Receiving Tubes

藤 森 辰 雄* 小 菅 富士夫**
Tatsuo Fujimori Fujio Kosuge

内 容 梗 概

受信管の試験および諸特性の記録を自動的に行なう高性能の品質管理用自動試験機が完成した。本機は10項目の試験と1項目の演算、合否判定、およびデータ印刷を高速度に完了させ、しかも7ピン9ピンミニチュア形受信管の全品種に使用可能な万能機である。日立製作所川崎工場で製作し、現在茂原工場で稼動中である。その概略について紹介する。

第1表 試験項目一覧表

試験項目	略号	試験数	試験範囲
ヒータ電流	I_f	1	40 ~ 1,000 mA _{dc}
ヒータ陰極間漏えい電流	$\pm I_{hk}$	4	0.01 ~ 99.9 μ A _{dc}
グリッド電流	$-I_{c1}$	2	0.1 ~ 9.9 μ A _{dc}
プレート電流	I_b	2	0.5 ~ 150 mA _{dc}
スクリーングリッド電流	I_{c2}	1	0 ~ 30 mA _{dc}
相互コンダクタンス	g_m	2	300 ~ 20,000 μ S
交流増幅度	AC Amp	2	10 ~ 100 V _{ac}
プレートシャ断電流	I_{bc0}	2	0 ~ 999 μ A _{dc}
エミッション電流	I_s	2	0 ~ 300 mA _{dc}
相互コンダクタンス (低 E_f 特性)	g_m'	2	300 ~ 20,000 μ S
陰極効率	g_m'/g_m	2	0.1 ~ 0.999

1. 緒 言

量産工場における各種の製品性能試験データは、出荷品の保証品質の確認と工場内での品質管理活動上、きわめて重要な情報である。

近時、受信用真空管では、量産品種の増加により生産形態が著しく多様化したことと、品質に対する顧客の要求が増して来たことのため、最終製品の詳細品質管理試験は、ひん度の増加とデータの迅速な処理が特に必要となり、この部門の強化が急務となっていた。

しかしながら、かかる受信管の製品試験については、全数選別検査は各種の自動検査機⁽¹⁾の発達により急速に合理化が進んだのに対し、管理試験はほとんど人手による試験が行なわれており、効率向上がきわめて困難であった。その理由は

- (1) 試験に高度の計測技術と精度を要すること
- (2) 供試管1個あたりに必要な試験は10~20項目以上で、それぞれ試験方法が異なること
- (3) 真空管の有する熱的慣性のため、定常動作の計測に予備加熱時間を要し試験速度の向上が困難なこと
- (4) 多項目のデータ記録および処理を要すること
- (5) 試験品種の切替回数が多く稼動率の向上が困難なこと

などにより自動化がきわめてむずかしいためである。したがってこの種の自動装置の開発は数例⁽²⁾にすぎなかった。

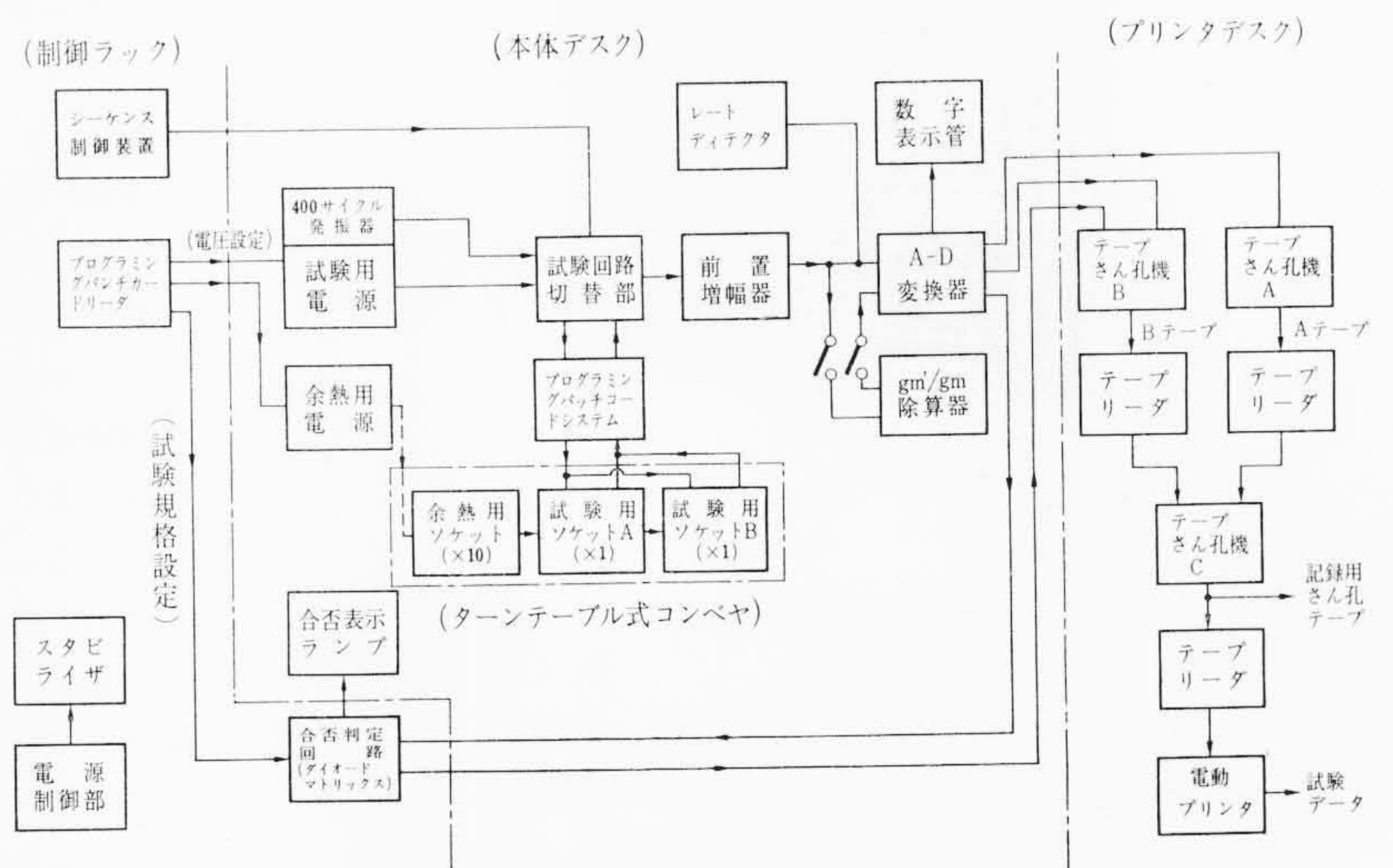
ここに紹介する試験機は、これらの情勢に対処して新たに開発されたものである。本機は、ミニチュア形受信管のほとんど全品種に適用できる万能形の自動試験機であり、10項目の試験と1項目の演算を供試管1個について20秒の速度で処理しデータ印刷を完了させる装置である。

以下にこの試験機の概要を説明する。

2. 本機の概要

2.1 主要性能

データ自動記録を行なう本試験機は、規定された受信管の試験方法により第1表に示す試験項目について、供試管の装置へのそう入、取りはずし作業のほかは、すべて自動的に試験、演算、合否判定、テープ記録、データ印刷を高精度で完了させる性能を有してい



第1図 全体構成図

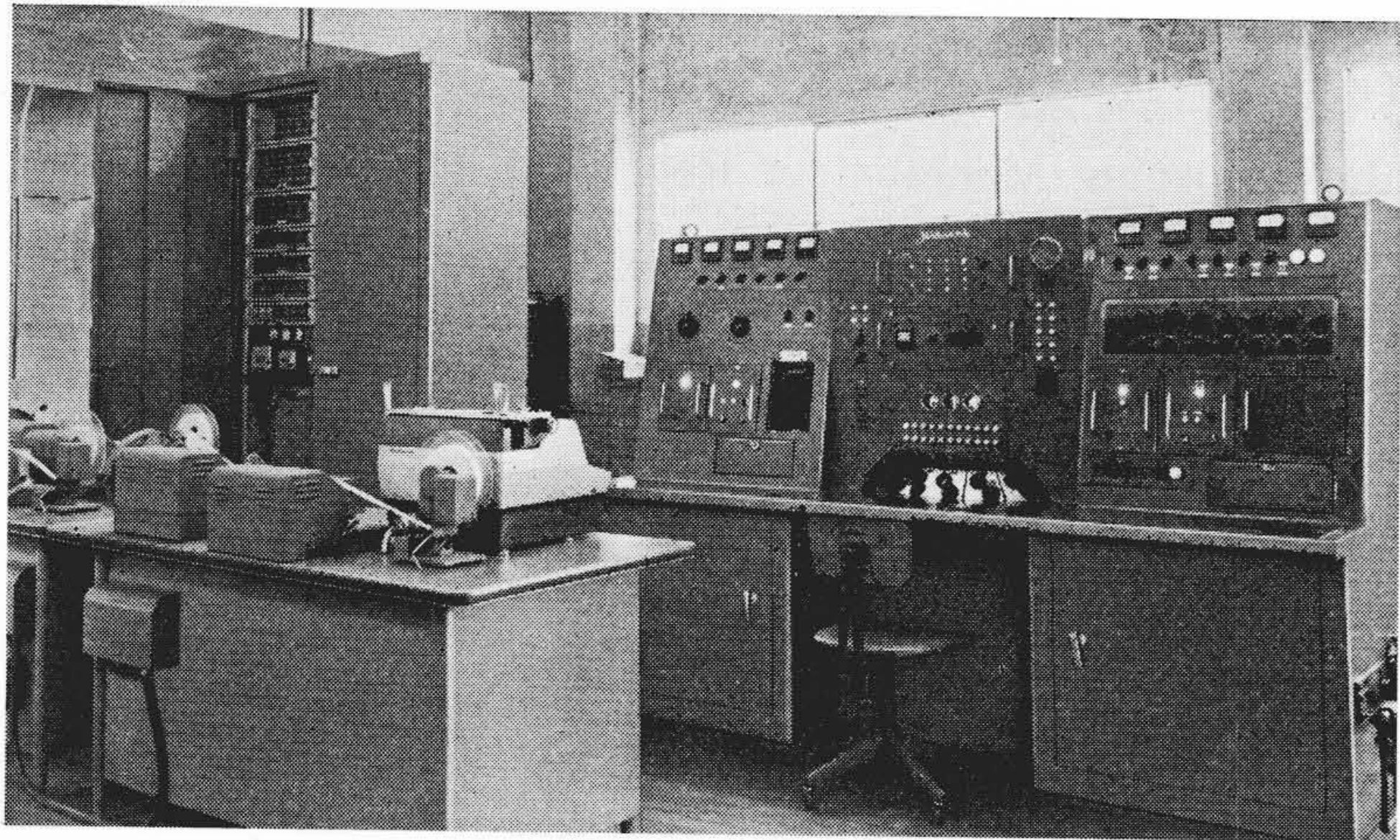
る。また本機は試験品種をひん繁に切り替えて使用する万能機であるため、品種切り替えによる条件設定を2枚のプログラミングボードの交換により、短時間に操作できる特長を持っている。

その主要性能は下記のとおりである。

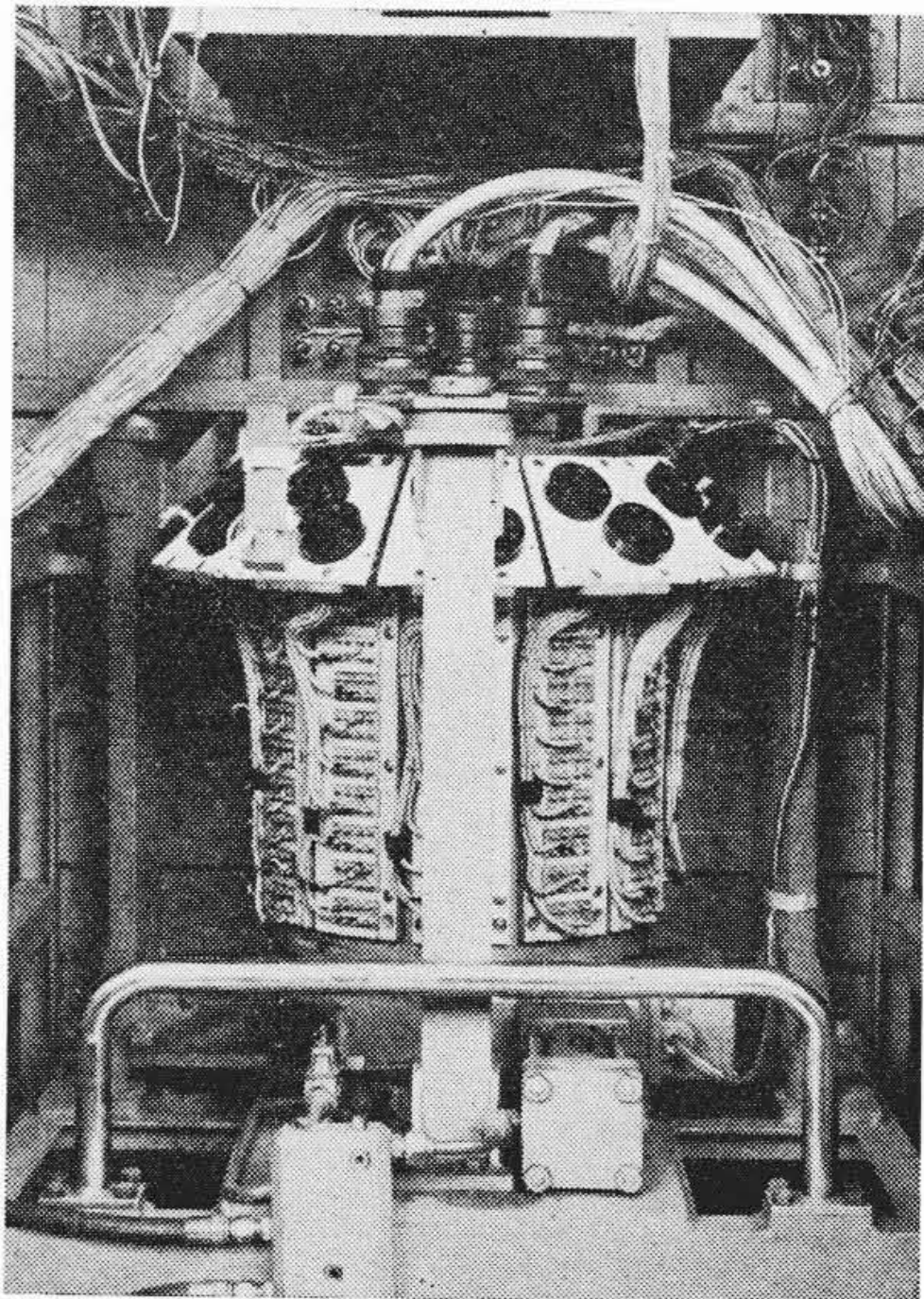
試験品種	複合管を含めたミニチュア形7ピン9ピンボタンスystem受信管で、整流管以外の全品種
試験項目	10項目(複合管では最大20項目)
演算項目	1項目(複合管では2項目)の陰極効率試験
測定範囲	第1表のとおり
データ処理	さん孔テープへの自動記録
データ表示	電動プリンタによる自動印刷
けた数	3けた
試験精度	±2%以内
試験速度	20秒/個
合否判定	自動表示、不良品は赤字プリント
供試管の供給	ターンテーブル式コンベヤにより予熱、試験

* 日立製作所茂原工場

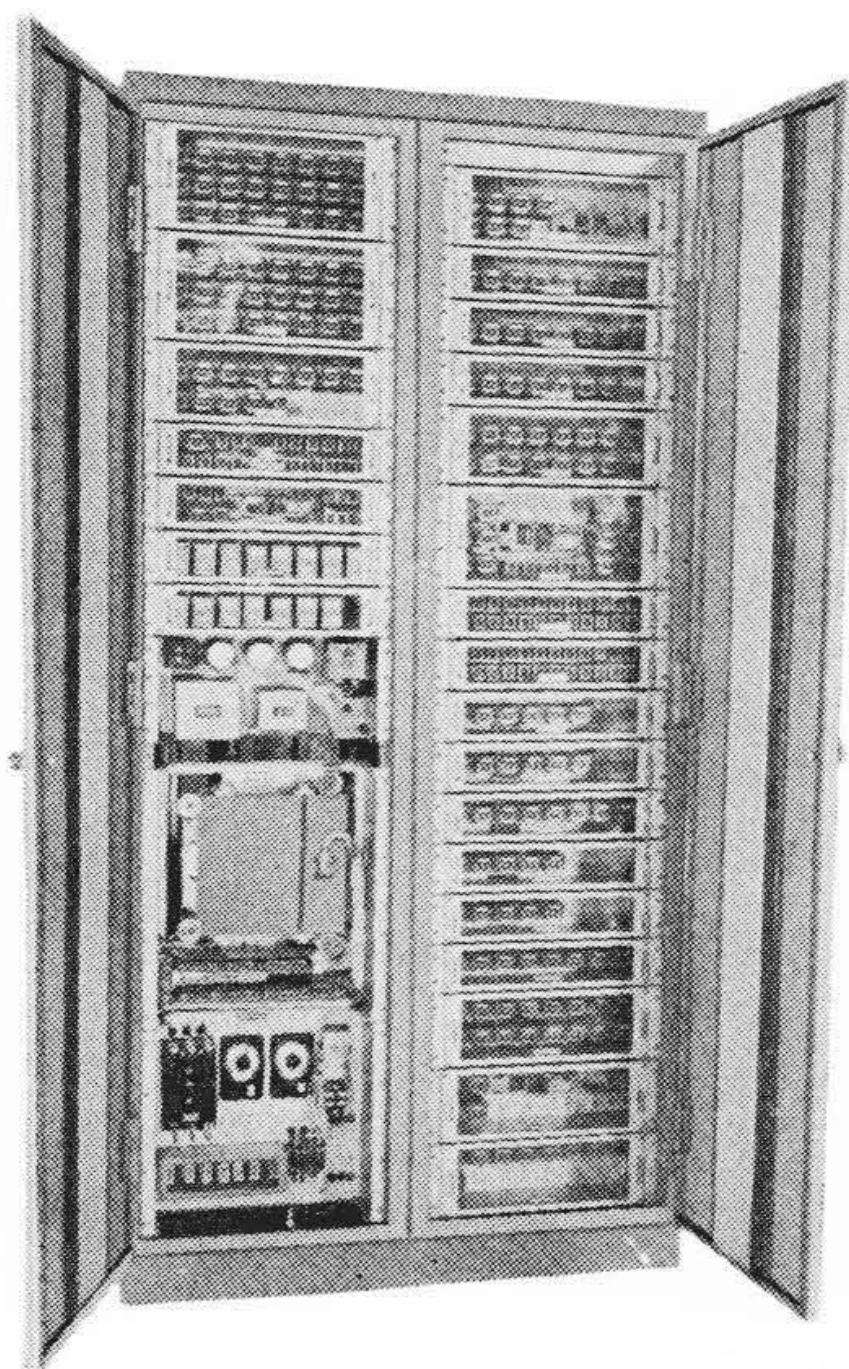
** 日立製作所川崎工場



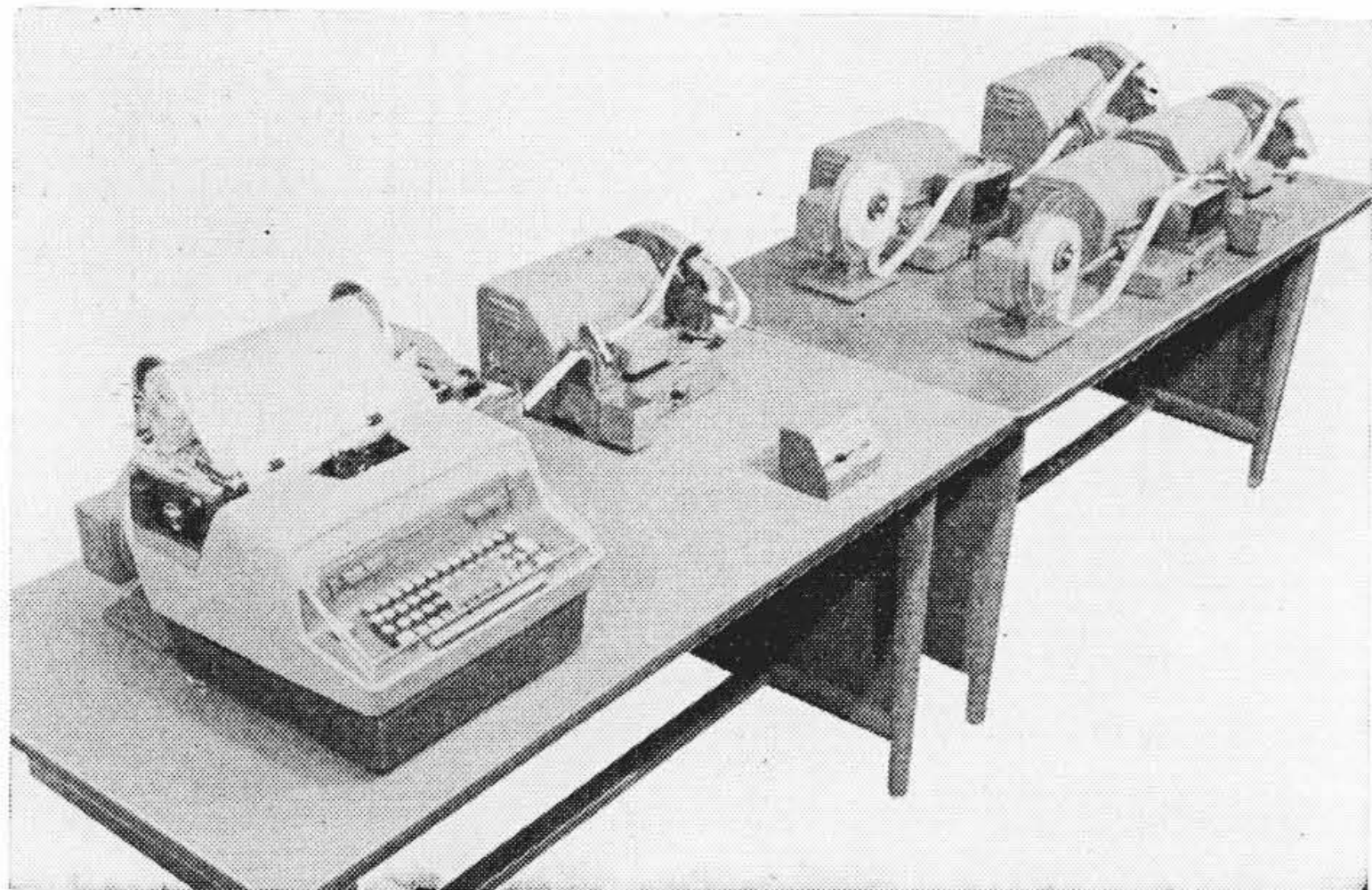
第2図 自動記録式受信管試験機



第5図 ターンテーブル式コンベヤ



第3図 制 御 ラ ッ ク



第4図 プ リ ン タ デ ス ク

ステーションへ自動フィード，供試管の着脱は手動

品 種 切 替 試験員 1 名にて 3 分以内

2.2 本機の構成

本機は第1図の全体構成図および第2～4図の外観図に示すように、大別して本体デスク、制御ラック、プリンタデスクより構成されている。

本体デスクには、供試管をソケットにそう入したのち自動的に予熱，試験の各ステーションへ移送するターンテーブル式コンベヤを

有し，そのほかに試験回路，試験用電源，A-D 変換器など本機の主要部を内蔵している。制御ラックは自動制御装置，供試管の試験結果に対する合否判定回路(ダイオードマトリックス)，装置全体の試験条件をプログラムしたカードを読み取るプログラミングパンチカードリーダなどを有している。またプリンタデスクにはテープパンチ，テープリーダおよび印刷用電動プリンタを備えている。

3. 詳 細

本機の動作を第1図に基づいて概説する。

3.1 ターンテーブル式コンベヤ

受信管は熱的慣性が大きいため試験開始時および項目切り替えに際して数分間の予備加熱（予熱と称する）を必要とする。したがって試験速度を早めるために本機ではコンベヤを利用して十分な予熱時間を取り，また試験回路と予熱回路の切り替えも自動的に行なわせている。第5図はその外観である。

ターンテーブルには12枚のテストプレートが取り付けられており，またおのおののプレートには7ピン，9ピンボタシステム用試験ソケットが1個ずつ取り付けられている。このターンテーブルはエアバルブとエアシリンダの組み合わせにより高圧エアで間欠的にインデックスされる。試験ソケットへは固定された銅レールよりしゅう動接点を介して試験電圧が供給される。

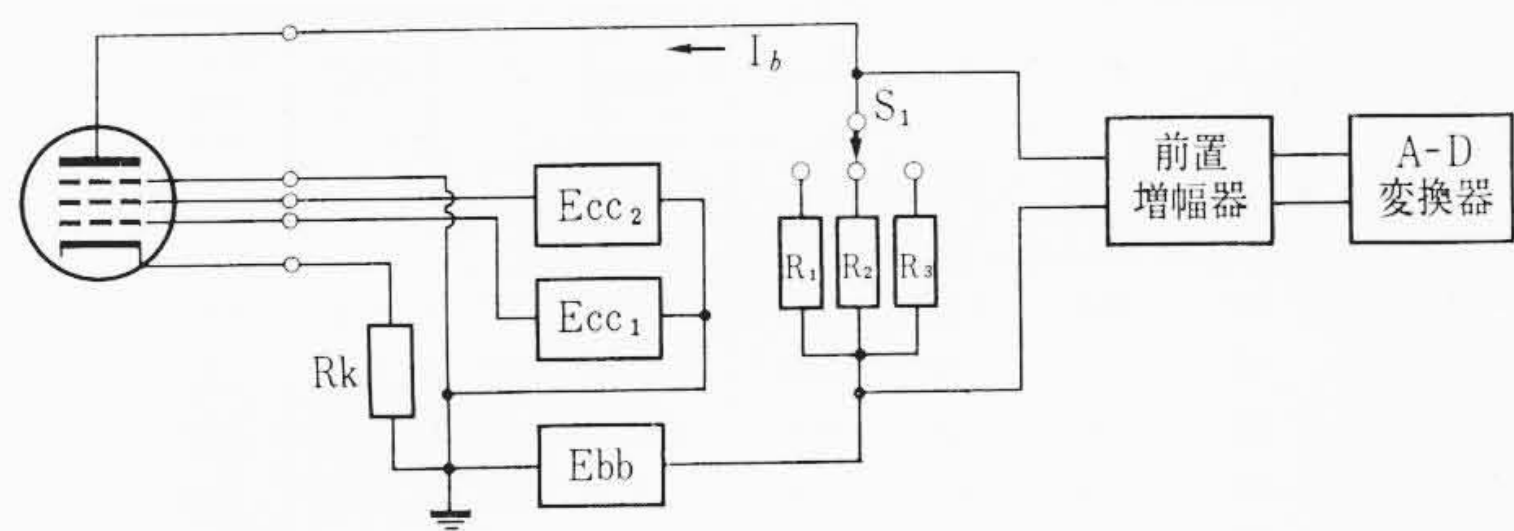
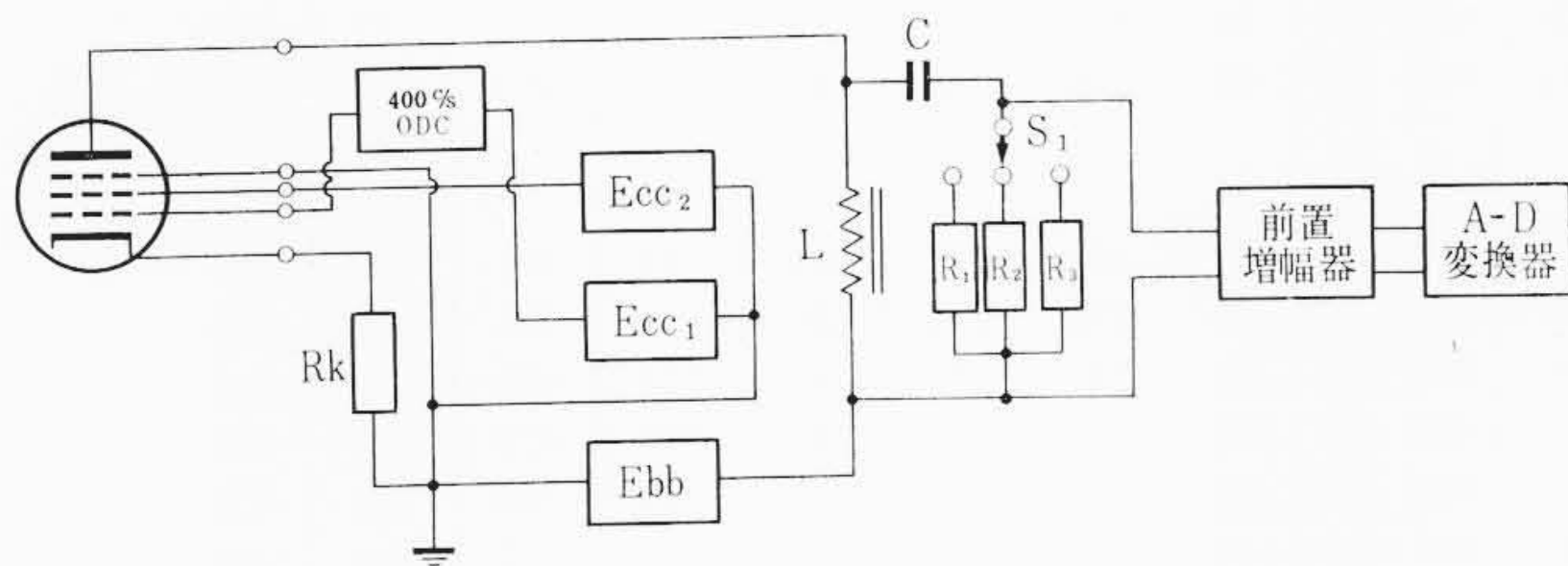
コンベヤのステーション構成を第2表に示す。第6および第11ステーションには供試管検出用マイクロスイッチが取り付けられ，供試管が到達すると試験の操作が自動的に開始される。

3.2 試験回路

試験用電源と400 c/s 発振器の出力は，試験項目に対応して試験回路切替装置(ステッピングリレーと約60個のリレーにより構成されている)により供試管に自動的に接続される。試験内容は直流電流と交流電圧の測定に分けられる。直流電流の測定の場合は試験回路切替装置内の標準抵抗器に生ずる降下電圧を検出することによっ

第2表 コンベヤステーション構成表

ステーション番号	内 容
第 1	供試管そう入および予熱
第 2～第 5	予 熱
第 6	試 験 (g_m' 以外の全項目)
第 7～第 10	g_m' 試験用予熱 (低 E_f 予熱)
第 11	g_m' 試験, g_m'/g_m 演算
第 12	供試管の取り出し

第6図 I_b 試験回路原理図第7図 g_m 試験回路原理図

第3表 A-D 変換器の仕様一覧表

項 目	内 容
形 式	ADF-301B
変 換 方 式	帰 還 形
け た 数	3けた, 999 最大
変 換 時 間	600 ms (標準)
変 換 精 度	20±5℃にて±0.1%, 0~40℃にて±0.2%
入 力 電 圧	0~±10 V _{dc}
入力インピーダンス	不平衡時 40 kΩ 以上, 平衡時 500 kΩ 以上
出 力	4-2-2-1 コードによる 10 進および純 10 進シリアル
使用温度範囲	0~+40℃
湿 度	95% 以下
電 源 電 圧	AC 100±5V, 47~51 c/s

て行なわれる。

一例として第6図に I_b 試験、第7図に g_m 試験の回路原理図を示す。図中の R_1 , R_2 ……は測定用標準抵抗器であり、後述のプログラミングボードにより測定レンジにしたがって自動的に選択設定される。またこれらの抵抗器の電圧降下によるための電極電圧の変動が試験精度に影響を与えないよう 0.5V 以下に押えている。

3.3 アナログーデジタル変換 (A-D 変換)

試験回路で検出されたアナログ量電圧をデジタル量に変換する装置として、日立 ADF-301B 形 A-D 変換器を使用している。その仕様を第3表に示す。

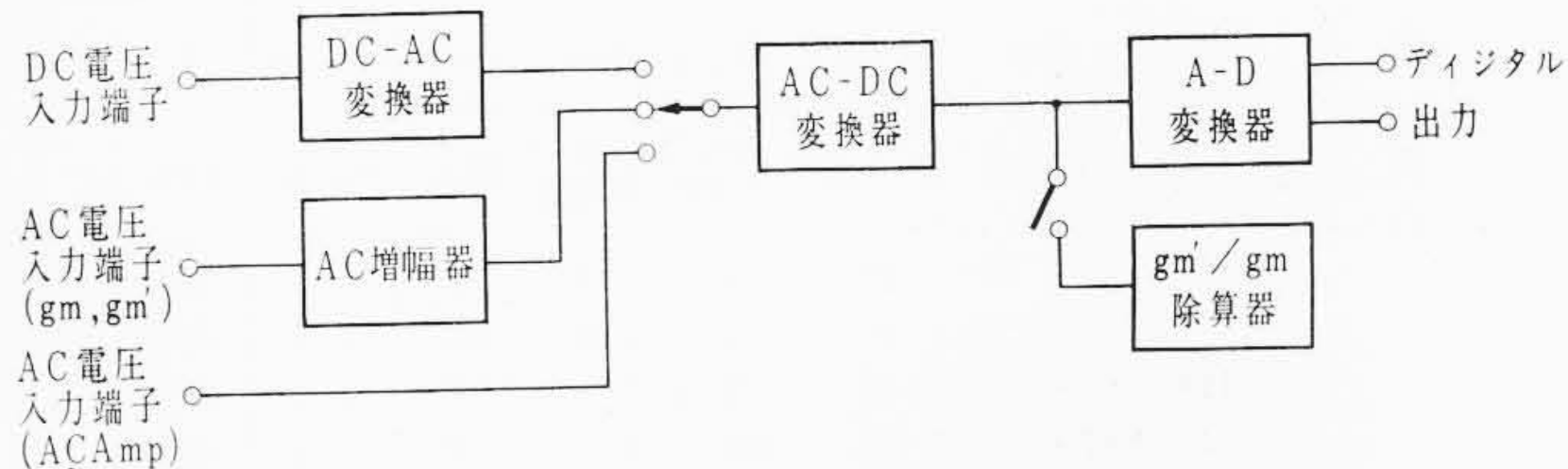
また、A-D 変換器の入力感度は直流 10 V_{max} であるため第8図の前置増幅器を使用している。

I_b などの直流電流は、400 c/s のチョップ増幅回路を有する DC-AC 電圧変換器により交流に変換されたのち、AC-DC 電圧変換器で増幅し直流電圧に変換して A-D 変換器入力に送られる。 g_m , AC Amp の試験についても同様であるが DC-AC 電圧変換器は使用されない。

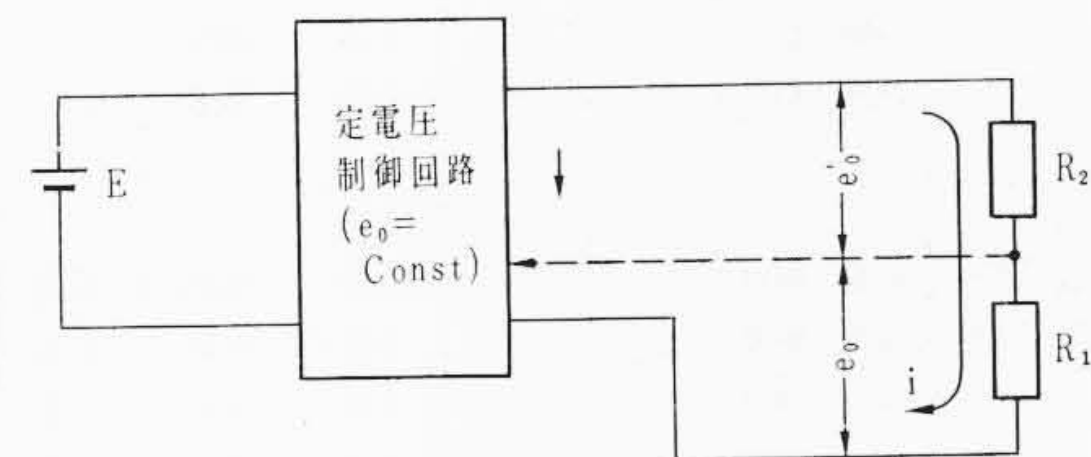
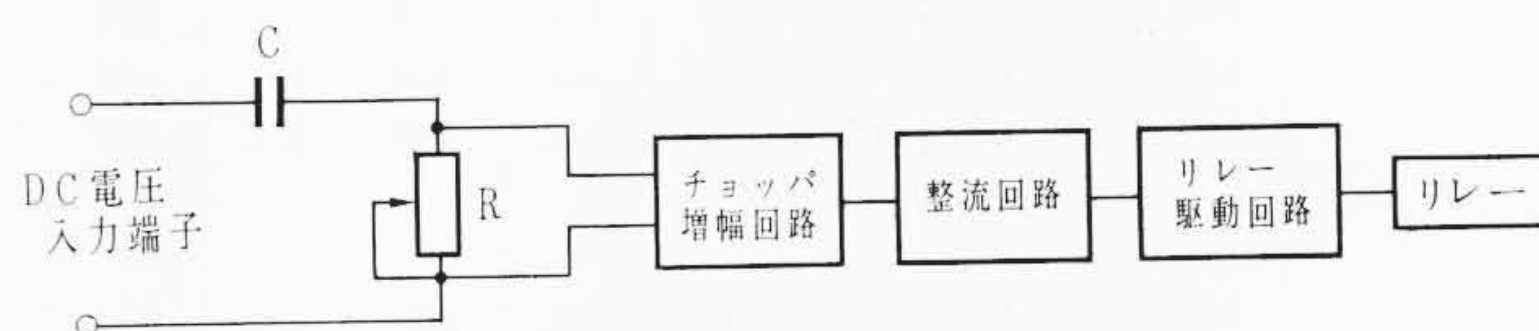
入力は A-D 変換器により、1-2-2-4 コードおよび純 10 進コードの 2 種のデジタル信号に変換されて、各制御回路に送られる。その一部は数字表示管に送られ、数字を表示する。

3.4 g_m'/g_m 除算器

陰極効率試験の g_m'/g_m の演算は除算器によりアナログ量で行なわれている。その動作原理を第9図に示す。図中の R_1 , R_2 はリレー回路によってそれぞれ g_m , g_m' に比例した値に選択される。定電圧制御回路は R_1 の両端電圧 e_0 を一定に保つよう制御されている。したがってアナログ出力電圧 e_0' (R_2 の両端電圧) は、次式によ



第8図 アナログーデジタル変換部構成図

第9図 G_m'/G_m 除算器動作原理図

第10図 レートディテクタ構成図

り g_m'/g_m に比例するのでこれを測定することにより除算値を得ている。すなわち

$$i = \frac{e_0}{R_1} = \frac{e_0}{K_1g_m} \quad (1)$$

$$\therefore e_0' = iR_2 = iK_2g_m' = \frac{K_2e_0g_m'}{K_1g_m} \quad (2)$$

本機では(2)式の K_2e_0/K_1 を 10 とし、 $g_m' = g_m$ のとき e_0' が 10V となるよう設定されている。

g_m'/g_m の変化範囲は 0.8~0.99 程度であり、この範囲では ±0.25% 以内の精度が得られている。

3.5 レートディテクタ (Rate Detector)

試験項目の切り替えの際には、供試管の測定値および前置増幅器系が安定するまで若干の時間を要し、また供試管によっては測定値が時間変化をする場合がある。A-D 変換器はその機能上、変換途中の入力変動により出力が入力と異なる表示をする。レートディテクタは A-D 変換器入力の時間変動を検出し、入力が安定するまで自動的に変換を停止させる装置である。

動作原理は第10図に示すように、CR の微分回路により DC 入力の時間変動を検出し、それを増幅しリレー回路を駆動させるものである。

この検出感度は 48 mV_{dc}/秒 である。

3.6 合否判定回路

測定値の試験規格に対する合否判定は、ダイオードマトリックス回路により自動的に行なわれる。測定値はデジタル量で比較され、ここで不良が検出されると、さん孔テープに記録されデータを赤字プリントすると同時に、不良標示ランプに不良項目を表示する。

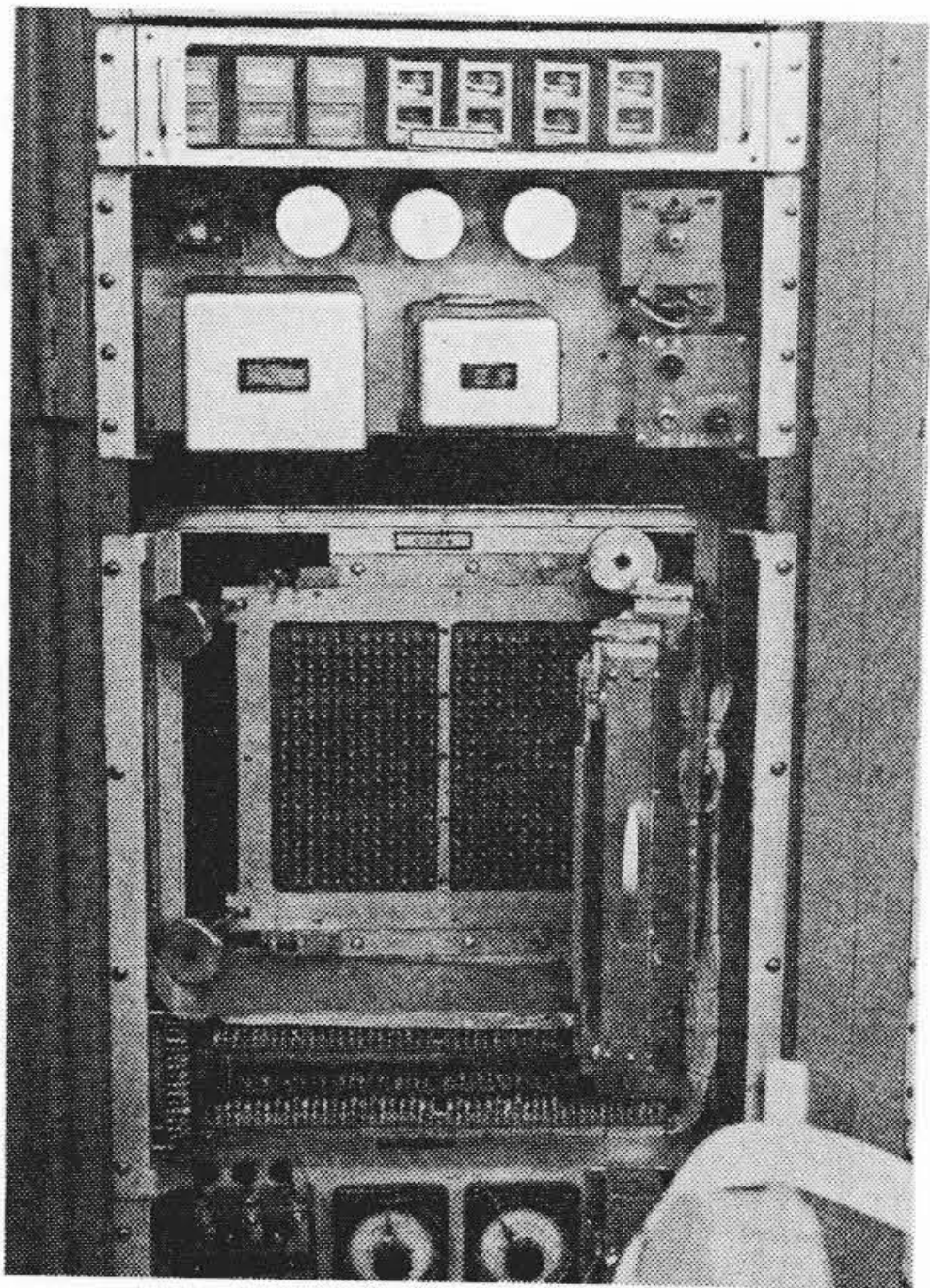
規格値はプログラミングパンチカードにより自動的に設定される。

3.7 データの処理

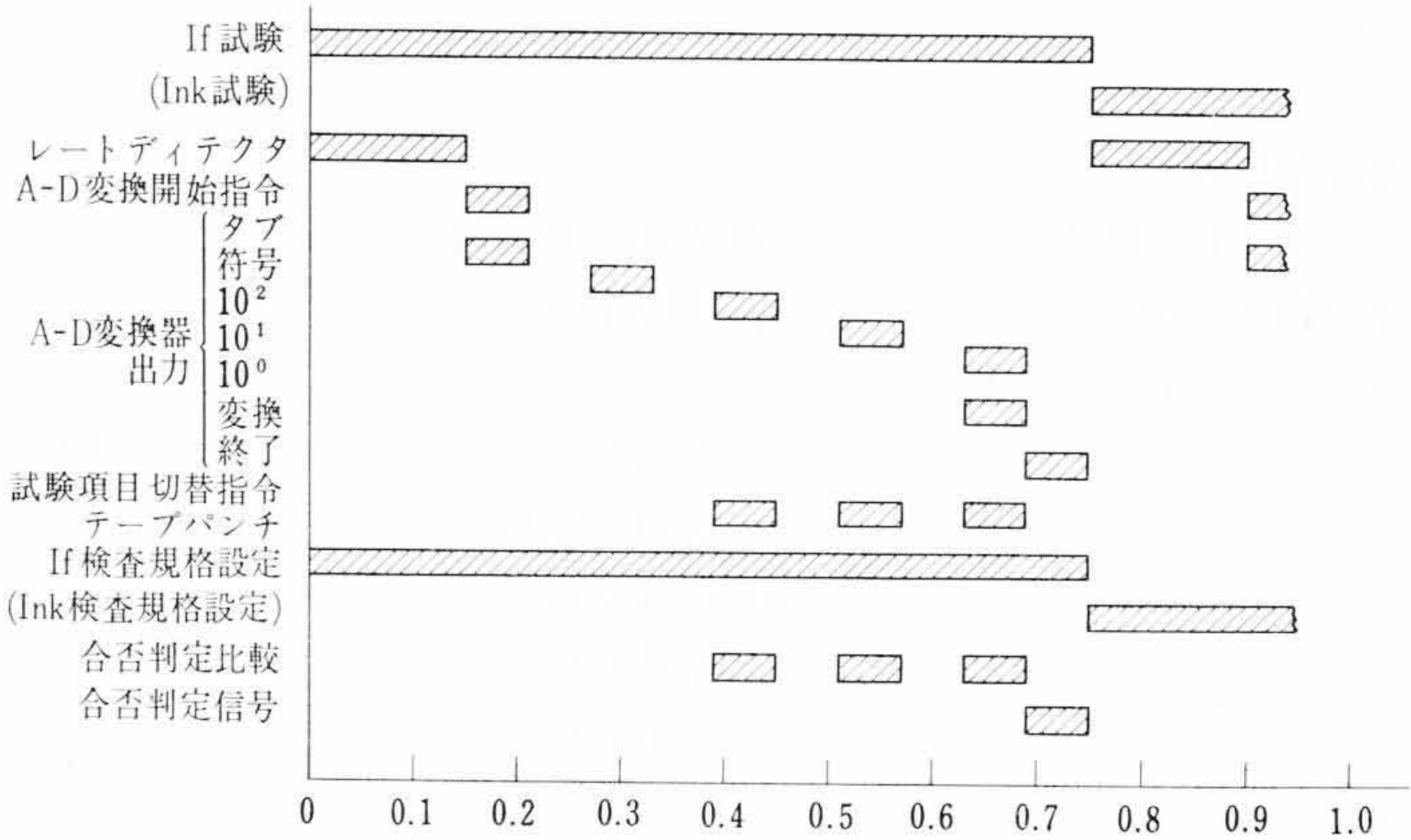
本機では 3.1 項に述べたように、供試管 1 個の全試験項目を完了させるには 2 個所の試験ステーションを通過させる必要があり、この間に数分間の時間差が生じている。したがって供試管の試験デー

項 目	I_f	I_{hk}	$-I_{c1}$	I_b	G_m	I_{bc0}	A_{camp}	I_s	G_m'	G_m'/G_m	I_{hk}	$-I_{c1}$	I_b	G_m	I_{bc0}	A_{camp}	I_s	G_m'	G_m'/G_m
規 格	135~ 165	0~20	0~1.0	0.75~ 1.75	1,250~ 2,050	35≧	9.5≦	45≦			0~20	0~1.0	0.75~ 1.75	1,250~ 2,050	35≧	9.5≦	45≦		
	149	000 000	00	103	162	000	116	084	144	881	000 000	00	094	143	000	109	082	126	872
	148	000 000	00	123	168	000	112	084	153	904	000 000	00	119	170	000	113	090	143	834
	149	000 000	00	103	150	000	113	073	134	885	001 002	00	106	148	000	109	077	125	837
	148	000 000	00	104	156	000	113	083	140	890	000 000	00	118	169	000	111	090	148	868
	148	000 000	00	107	158	000	114	081	136	854	000 000	00	120	158	000	115	078	137	860
	149	000 000	00	112	158	000	113	076	144	905	000 000	00	132	174	000	109	091	150	855
	153	000 005	00	127	169	000	112	080	161	946	003 002	00	143	183	000	110	092	164	889
	149	000 000	00	100	146	000	114	074	126	855	000 000	00	140	188	000	111	098	161	850
	150	000 002	00	099	158	000	114	086	144	905	004 004	00	112	160	000	112	086	141	874
	149	000 000	00	097	146	000	114	074	139	944	000 000	00	106	166	000	109	092	140	838
	148	000 000	00	106	148	000	112	074	134	900	000 000	00	085	144	000	114	085	120	827
	149	000 000	00	097	148	000	114	079	137	920	000 000	00	151	174	000	104	086	154	880
	149	000 000	00	089	149	000	118	084	132	880	000 000	00	122	176	000	114	093	142	802
	149	000 000	00	110	160	000	116	084	147	910	000 000	00	100	138	000	108	072	118	846
	149	000 000	00	122	168	000	109	087	155	916	000 000	00	123	172	000	114	088	152	876
	149	000 000	00	105	162	000	114	091	145	887	000 000	00	120	174	000	114	097	143	815
	150	000 000	00	097	156	000	116	084	138	876	000 000	00	113	162	000	108	090	133	813
	148	000 000	00	093	154	000	114	086	139	894	000 000	00	106	158	000	108	088	134	841
	149	000 000	00	114	164	000	108	092	152	919	000 000	00	115	168	000	109	090	141	832
	149	000 000	00	081	142	000	116	082	129	899	000 000	00	077	129	000	109	081	102	783
	146	000 000	00	102	154	000	114	076	138	888	000 000	00	119	174	000	109	098	151	861
	149	000 000	00	071	122	000	109	075	109	884	001 000	00	106	148	000	109	079	126	844
	149	000 000	00	082	134	000	114	074	122	902	000 000	00	099	148	000	109	084	128	856
	149	000 000	00	106	154	000	114	077	140	902	000 000	00	123	176	000	109	095	154	869
	148	000 000	00	094	148	000	109	083	136	911	000 000	00	105	156	000	114	083	138	877
	149	000 000	00	139	188	000	109	102	176	930	000 000	00	107	158	000	114	086	140	879
	147	000 000	00	146	168	000	098	083	158	934	000 000	00	129	176	000	112	088	157	886
	149	000 000	00	097	154	000	116	084	139	896	000 000	00	171	166	000	083	087	148	885

第 11 図 製 表 デ ー タ の 一 例



第 12 図 プログラミングパンチカードリーダー



第 13 図 タイミングチャート (I_f 試験)

替えて、テープさん孔機により 1 本のテープ C に編集される。また必要に応じて、リーダ付電動プリンタに送られ、自動的にデータ印刷を完了する。

印刷形式はプログラミングパンチカードにより 3 種に選択される。また 10 行ごとに自動的に 2 行のスペースを行なう。一例を第 11 図に示す。

3.8 品種の切り替え

試験品種の切り替えは、試験用ソケットコネクションを切り替えるプログラミングパッチボードと、装置全体の試験条件設定用のプログラミングパンチカードにより迅速にしかも fool proof に行なわれる。前者のパッチボードは周知のものであるため説明を略し、ここではパンチカードについて詳述する。

プログラミングパンチカードリーダーの外観を第 12 図に示す。このリーダーは約 500 個の接点を有し、ビニール製のパンチカードにパ

タを個々にまとめて作製するには、各ステーションのデータを記憶させなければならない。この記憶装置として 2 本のさん孔テープを使用している。

第 1 図の構成図において、テープ A には第 6 ステーションでの試験データが記録され、テープ B には第 11 ステーションでの g_m' , g'/g_m 試験データがパンチされる。また B テープにはプリンタおよびテープリーダ制御用の改行指令、切替指令、プリントレストア指令、タブ指令などもパンチされる。

これらのテープ A, B は、2 組のテープリーダにより B テープより読み取られ、定められた順序でそれぞれのテープを自動的に切り

ンチされたプログラムを機械的に読み取るもので、次の制御を行っている。

(1) 試験用電源の出力電圧の切り替え

試験品種ごとに設定を異にする9台の安定化電源の出力を自動的に高精度で制御する。

(2) 試験用標準抵抗器の切り換え

試験項目ごとに回路にそう入する標準抵抗器の選択は、品種ごとに自動設定される。

(3) 検査規格の設定

合否判定回路の上限下限規格値は試験項目すべてについて自動設定される(ダイオードマトリックスの設定)。

(4) 試験項目の選択設定

試験品種ごとに決められた項目を選択し、不必要な項目をノンプリントさせる。

(5) データ印刷形式の設定

単3極管から3-5極複合管にいたる4種のデータ形式をプリンタに制御させる。

3.9 試験項目の切替操作

試験項目の切り替えは主としてステッピングリレーにより制御される。第13図は試験項目のタイムチャートの一例を示すものである。A-D変換器は変換終了指令信号を送出するので、これを利用して試験切替用ステッピングリレーを一步進ませている。

4. 使用状況

4.1 精度

受信管試験における誤差因子のおもなものは、

(1) 試験用電源の電圧設定精度

(2) 予熱条件の設定精度および予熱時間

(3) 測定用機器の精度

(4) 接触抵抗などの試験回路の変動要素

(5) 供試管の寄生振動または外乱

などがあげられる。本機ではこれら以外に自動化により多数の増幅器、リレー類、しゅう動接点、比較的長い配線などが使用されているため、使用機器、部品は精度、信頼度を十分に満足するよう詳細な検討が行なわれている。

実際に数品種の受信管についての試験結果により、標準試験機に対し誤差2%以下の精度が得られた。

4.2 使用状況

現在、本機により約50品種の受信管が管理試験され、女子試験員1名で稼動されている。また本機の操作の習熟期間は約2週間であり、従来に比べ大幅に短縮されたことになる。

4.3 保守

日常の精度の監視は、内蔵された試験条件点検回路とプリンタ作動点検回路により簡単に行なわれている。

定期校正、消耗部品の定期交換は3カ月ごとに実施されている。

5. 結 言

以上、自動記録式受信管試験機について動作の概要を紹介した。データ処理装置の応用は今後いっそう急速に進められるものと思われる、本稿がいくらかでもご参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) たとえば Sylvania News 24 (May. 1957)
Brit. Commun and Electronics 5, 923 (Dec. 1958)
畑, 藤森, 松倉, 小菅: 日立評論 43, 2053 (昭36-11)
- (2) P. E. Haddon: Control Engng., 142 (May. 1960)
- (3) R. A. Mc Naughton: IRE Trans. RQC-9, 2, 16 (Sept. 1960)



特許第406144号

特 許 の 紹 介



窪 田 道 也・後 藤 登 喜 雄

変圧器巻線における機械力の測定装置

変圧器巻線に短絡電流が流入した場合に発生する軸方向機械力を測定するには、被測定用変圧器の高低圧巻線の一方を短絡し、この巻線層の上端あるいは下端より、鉄心の上端あるいは下端との間でダイヤルゲージとガストレインゲージなどの応力検出装置を接続し、他方の巻線へ電力を供給することが行なわれる。

ところで、供給電源が商用周波交流である場合は、変圧器巻線に発生する機械力は、この周波数の2倍で振動し、このためダイヤルゲージは、このような振動数に追従して応動することができず、測定値に誤差を含み好ましくない。

また、応力検出部へは商用周波数に応じた誘導磁界が作用するため、ストレインゲージにその影響を及ぼし、同様に測定値に誤差を含む。

この発明では、これを改良するため、供給電源として数サイクルの極低周波電源を採用し、この電源によって他方の巻線側を付勢し短絡された巻線側へ軸方向機械力を発生させるようにしたものである。このような電源としては、短絡発電機をきわめて低速で運転することによって容易に得られる。

この発明によれば、供給電源として極低周波電源を使用することから、ダイヤルゲージは固有振動することなく、また応力検出部への電磁誘導作用もほとんどないから、正確な巻線の機械力測定を行ないうる。(須田)

