

東京電力株式会社
埼玉・小川間マイクロ波多重電話装置

Microwave Multicommunication Telephone Sets
for the Tokyo Electric Power Co., Inc.

西山長吉* 岡崎彰夫** 朝比奈隆**
Chōkichi Nishiyama Akio Okazaki Takashi Asahina

内 容 梗 概

日立製作所では昭和35年7月、東京電力株式会社埼玉変電所、小川変電所間に7,000Mc帯マイクロ波多重電話装置を納入したので、その装置の概要を報告する。

本文では、本マイクロ装置と既設回線との接続を考えた回線構成および無線送受信機、搬送端局装置の性能、動作概要について述べている。無線送受信機は7,000Mc帯SS-FM検波中継方式による60通話路容量、出力1Wの装置で、クライストロンには日立8V207を用いたこの方面の用途における標準機である。搬送端局装置は全トランジスタ化された超小形実装方式によるもので、容積、電源消費とも従来の真空管を使用した装置の $\frac{1}{10}$ 以下となっており、局舎、電源設備、保守にきわめて有利となり、今後のかかる装置の方向を示すものである。

1. 緒 言

東京電力株式会社では通信設備強化計画の一環として東京本社を中心とした各支店電力所間の通信回線を整備しているが、その中でも台風など災害時に強く、良質安定で多重回線を構成できるマイクロ波通信回線がその主要部分を占めている。

マイクロ波通信回線計画の構成は、本社-各支店電力所間を結ぶ幹線マイクロ回線と、支店-営業所ならびに発電所間に設けられるローカルマイクロ回線とに分けることができ、今回施設した埼玉変電所-小川変電所間のものは後者に類するものである。秩父方面は埼玉支店における主要な電源地帯であり、同方面に対する発電所営業所などとの給電業務用連絡は埼玉変電所を経て小川変電所に至る通信回線を根幹として行われているため、小川変電所は当方面に対する通信連絡の要衝となっている。従来これら相互間の通信回線は3系統の搬送電話回線と少数の有線回線に頼っていたが、当方面の需要量の増大に伴う業務量の増加と営業料金の集中化などの機械化により、その中継回線の絶対量が不足し、通話量が消化できず業務に多大な支障をきたしていた。また台風災害時にも有線回線に頼っているため通信機能はほとんど麻痺し、通信連絡は困難をきわめていた。これら弱体な通信回線を強化増容量するため本マイクロ回線が施設されたものである。以下に述べるマイクロ波通信系統は埼玉変電所-小川変電所間約21.1kmに無給電中継用反射板1面を用いて12回線のSS-FMマイクロ波通信回線を構成するものであるが、これはさらに埼玉変電所-埼玉支店間の既設マイクロ回線に接続されて埼玉支店へ結ばれている。今回のマイクロ波通信機器の性能はCCIF規格による回線を構成しうることを目的とし、搬送端局装置は全トランジスタ形とし、プラグイン着装として極力小形化するとともに背中合せの設置が可能な構造とし、調整保守が便であるよう考慮された。仕様の概要を下記に示す。

今回は予備機を設備しなかったが、将来これを増設できるよう考慮した。当マイクロ波通信装置は7月24日に据付調整工事を終え、7月29日官庁検査、8月19日東電引取検査も終了し、正式稼動に入ってから約2箇月を経過しているが、この種通信機器の信頼度ならびに安定度は2箇月位の運転状況からは推測しにくい、現在までのところ概して良好で安定な通信回線を確保している。以下機器の詳細について述べる。

* 東京電力株式会社工務部通信課
** 日立製作所戸塚工場

種 別	仕 様 事 項	摘 要
無 線 機		
周 波 数	7,000 Mc 帯	21.1 km
ドロップ・アウト・マージン	28 dB 以上	
回 線 容 量	60 ch	
周波数安定度	0.03%以内	
端 局 装 置		標準伝播状態に於けるもの
回 線 S/N	60 dB 以上	
スレシホールド・レベルのS/N	32 dB 以上	
漏 話	65 dB 以上	
レ ベ ル 変 動	±1.5 dB 以内	規定レベル
ひ ず み 率	30 dB 以上	
信 号 方 式	通話帯域外の一周波	
そ の 他	① 同期方式は完全同期とし単独でも各々供給できること ② 打合せ回線を設けること ③ 回線中断時交換機に支障をきたさないこと	

2. 回 線 構 成

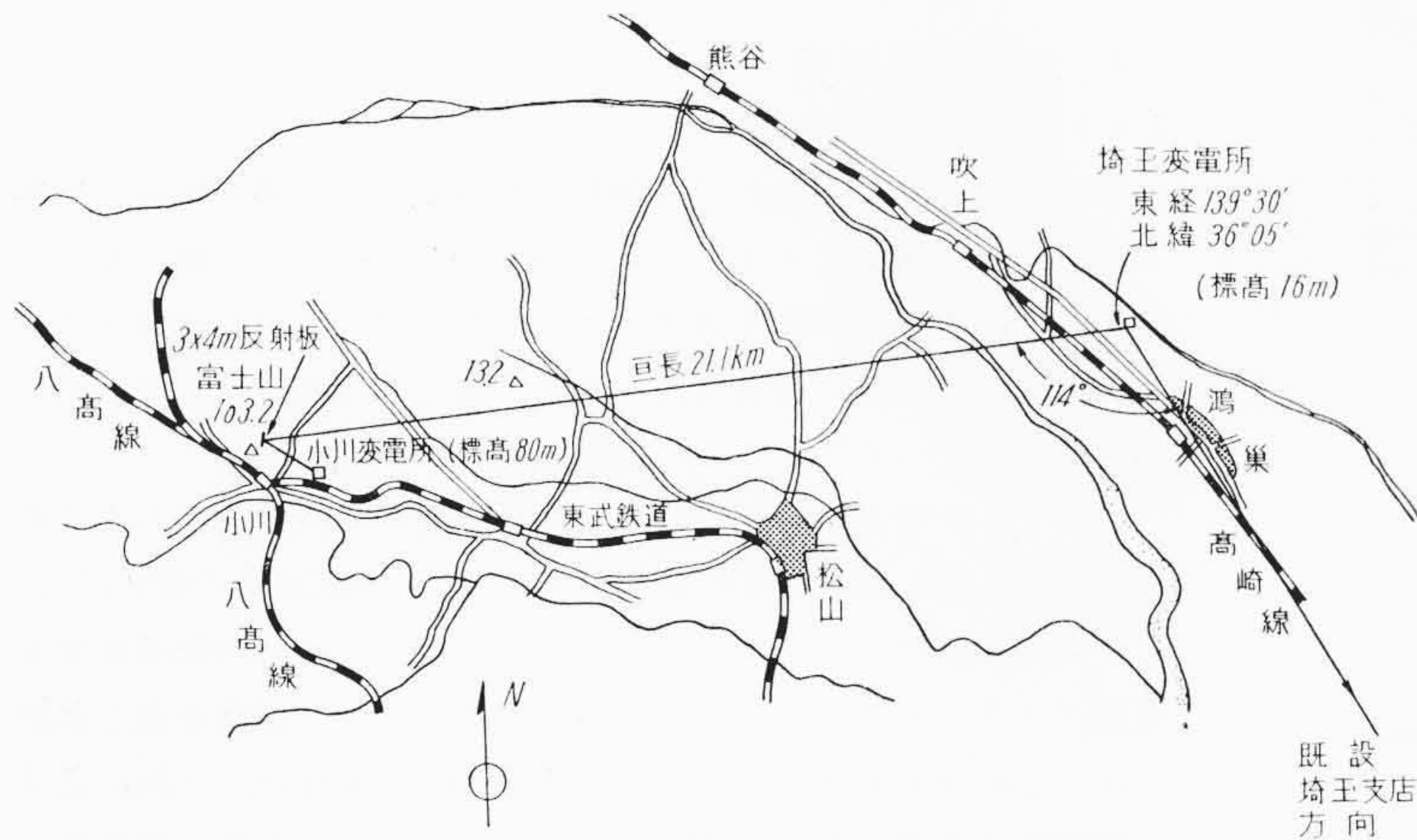
本マイクロ回線のルートは第1図に示すとおりで、また通信回線としての系統図は第2図のようになる。この回線構成を行うにあたって雑音は次のように配分された。

端局	530PW							
	110PW							
総 合 1,018PW 約 60 db	無線機	488PW	熱雑音 標準話	378PW	非直線ひずみ 303PW	変調器	151.5PW	2nd 111.5PW
							3rd	40PW
						復調器	151.5PW	2nd 111.5PW
							3rd	40PW
					遅延ひずみ 75PW	2nd	46.5PW	
						3rd	28.5PW	

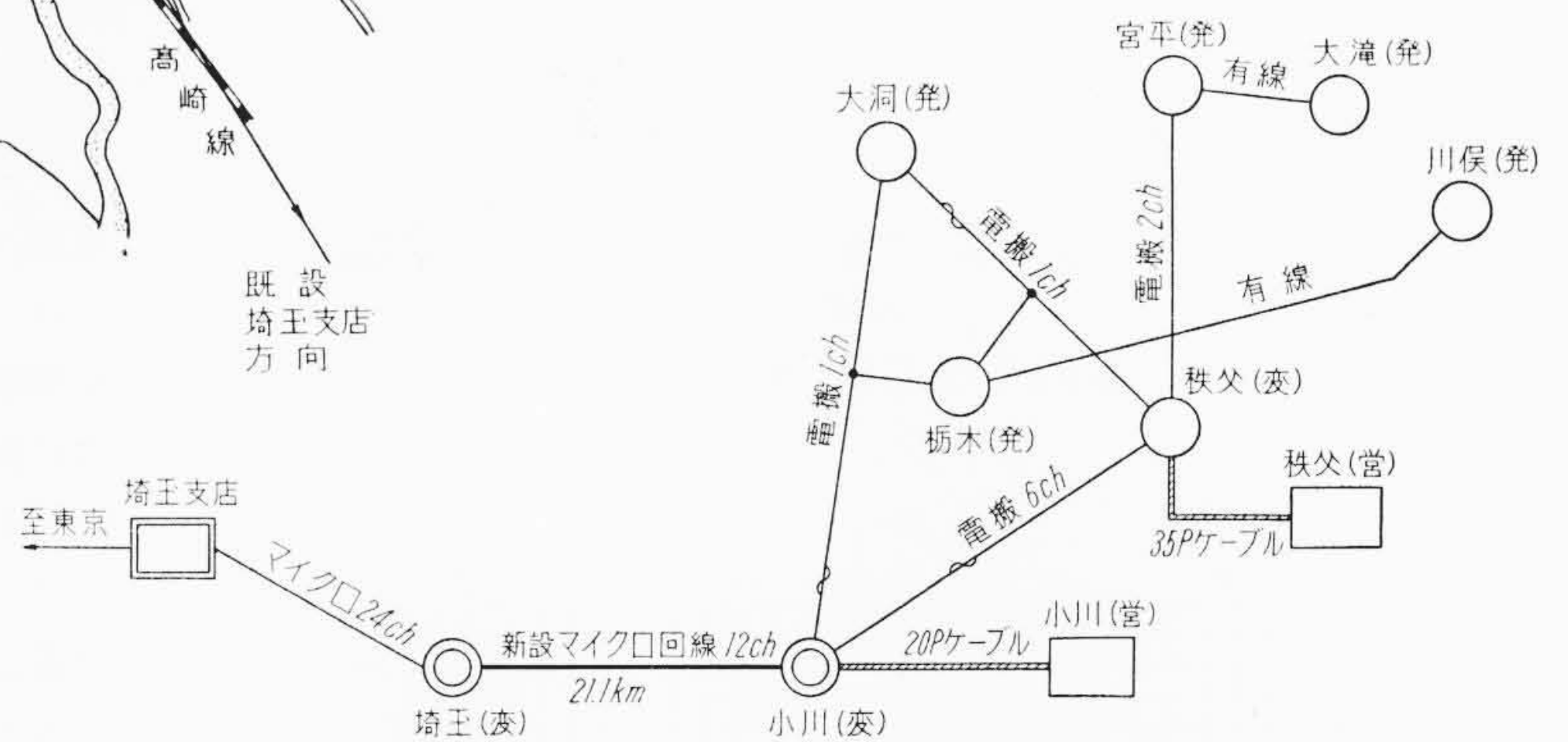
3. XW 964 A 形無線送受信装置

3.1 概 要

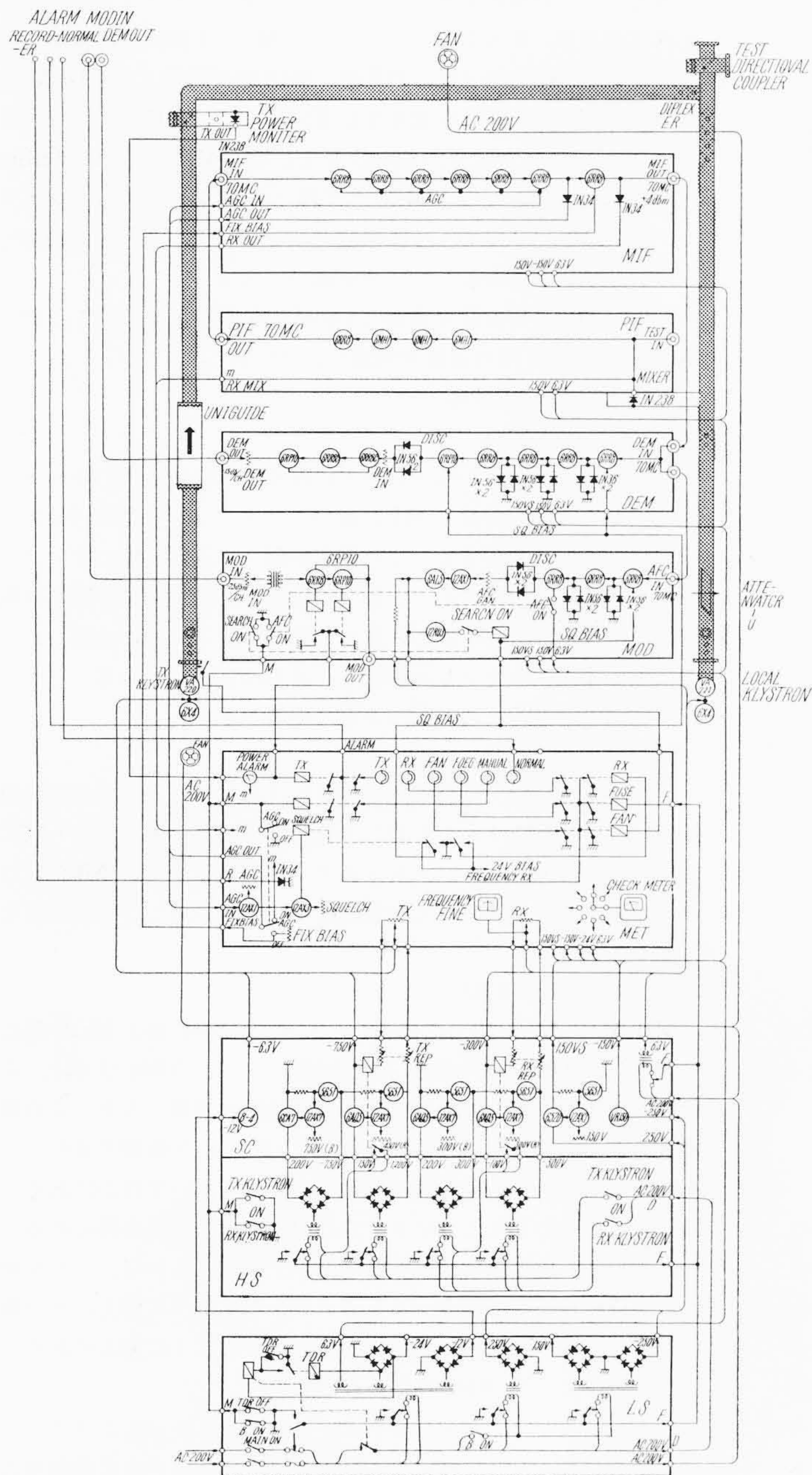
この送受信装置は7,000Mc帯固定局用標準形極超短波送受信装置で、MT-60形多重端局装置と組合わせて60通話路の多重通信回線を構成することができる。本装置は第3図のブロック図に示すように、前置中間周波増幅器盤(PIF)、主中間周波増幅器盤(MIF)、復調盤(DEM)、変調および受信AFC盤(MOD)、高周波盤(K)、計



第1図 マイクロ回線ルート

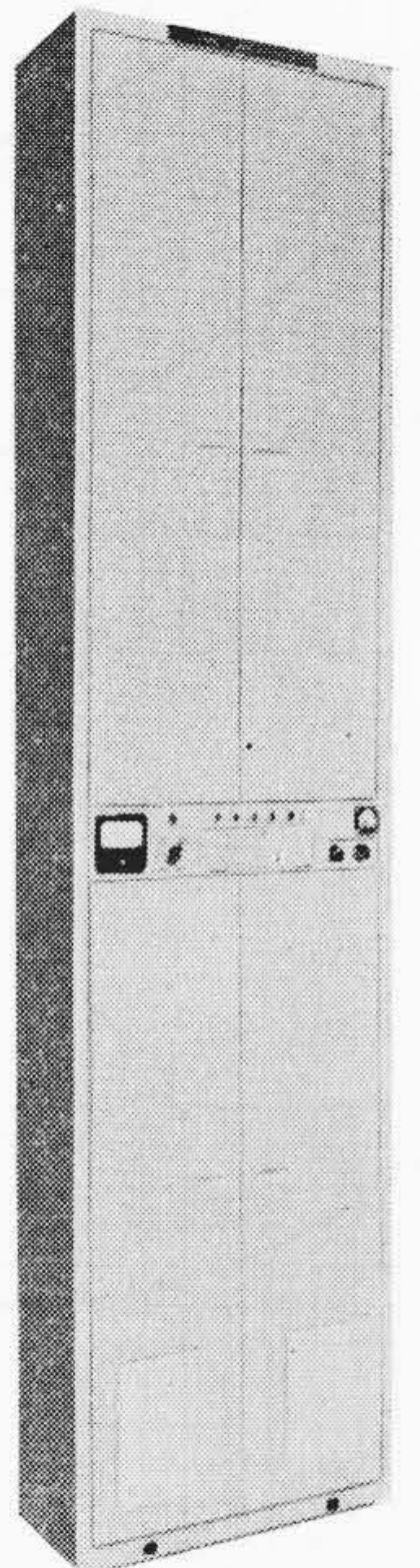


第2図 通信回線系統図



第3図 XW-964A形無線送受信機ブロック図

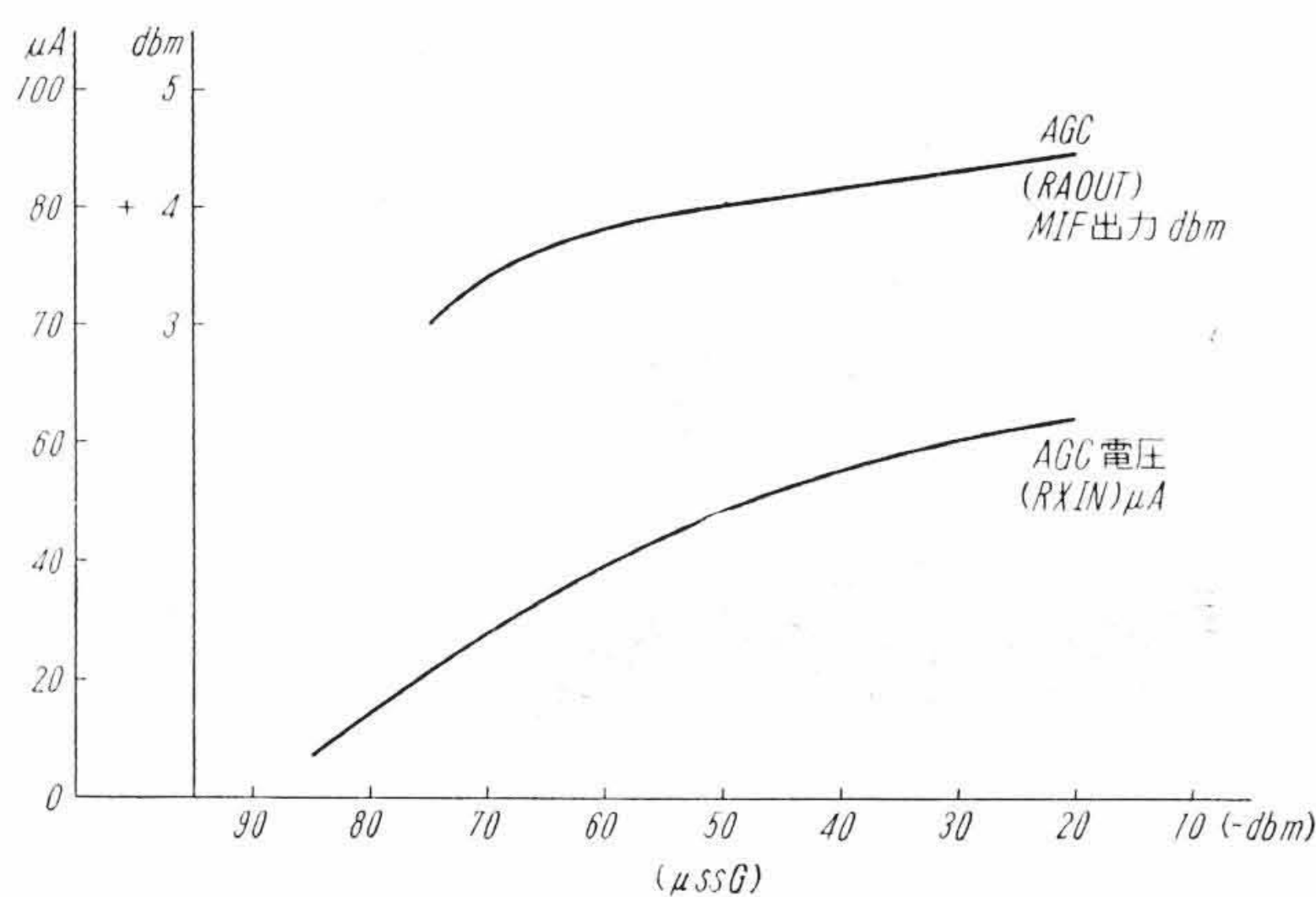
第4図
XW-964A形
無線送受信機外観



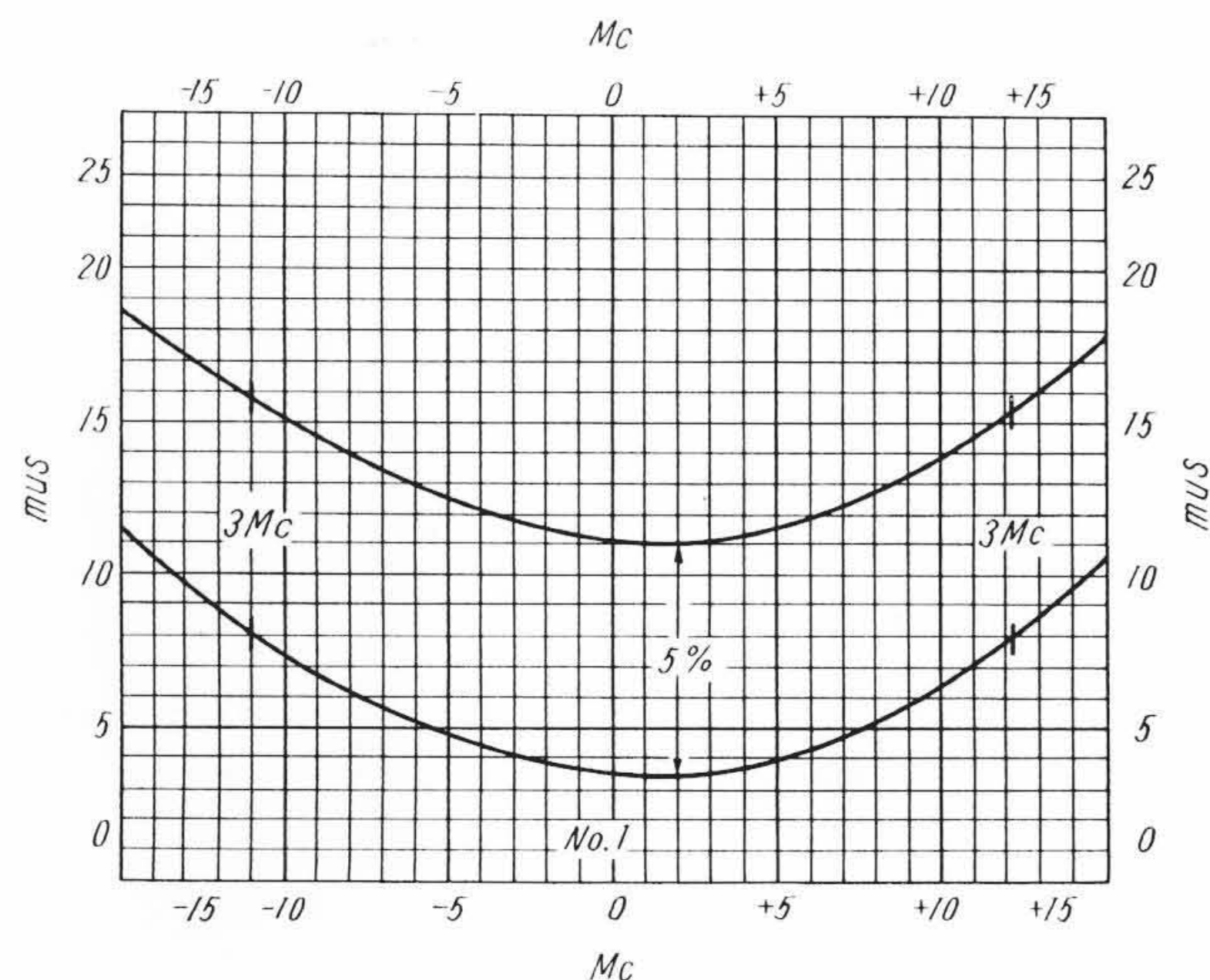
器盤 (MET), 電源制御盤 (SC), 高圧整流盤 (HS), 低圧整流盤 (LS) より構成され、外観は第4図のとおりである。

3.2 仕様

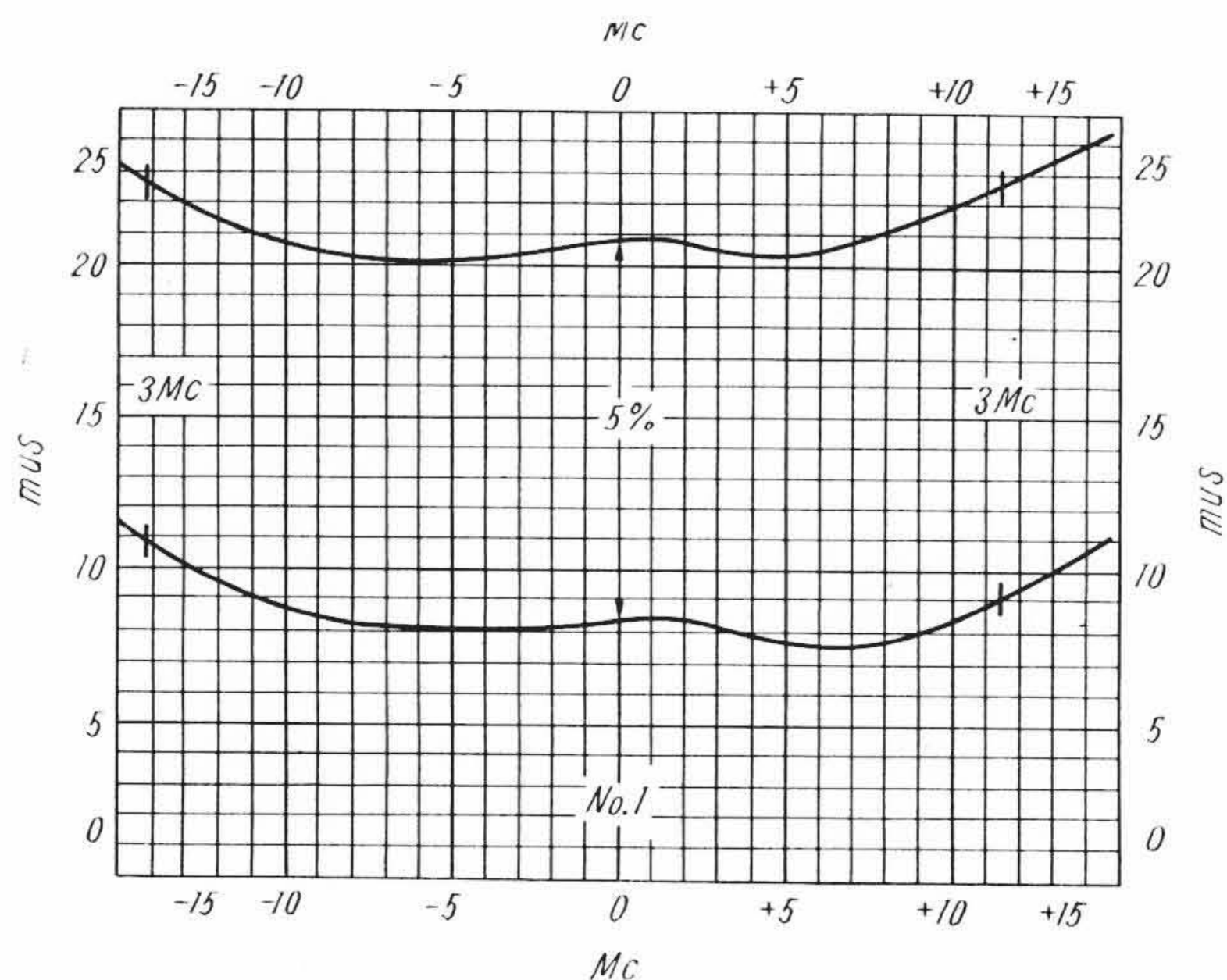
- | | |
|---------------------------|--------------------|
| (1) 送信周波数 | 6,575~6,875 Mc |
| (2) 送信周波数安定度 | 3×10^{-4} |
| (3) 送信出力 | クライストロン出力で0.8W |
| (4) 電波形式 | F-9 SSB-FM |
| (5) 変調方式 | クライストンリペラ直接変調 |
| (6) 標準周波数偏移 | 150 kc/CH (rms) |
| (7) 伝送帯域 | 300 c/s~300 kc/s |
| (8) 変調入力 | -25 dBm/CH |
| (9) 復調出力 | -15 dBm/CH |
| (10) 中間周波数 | 70 Mc |
| (11) 中間周波帯域幅 | 8 Mc |
| (12) 雑音指数 | 14 dB 以下 |
| (13) 送受共用回路損失
(単向管を含む) | 送受各 1.5 dB 以内 |
| (14) 送受信周波数間隔 | 160 Mc |



第5図 AGC 特性



第6図 送信クライストロン変調微分特性



第7図 受信復調微分特性

3.3 性能実測値

受信機の入力インピーダンス実測値は、VSWRにて ± 5.5 Mcの範囲で1.1以下となっている。また中間周波増幅器の総合振幅特性は3 dB低下点が約 ± 4 Mcとなっている。第5図はAGC圧縮特性を示す。入力55 dB変化した場合出力が ± 1 dBの変化にとどまっている。第6、7図は変調および復調の微分特性を示す。変調微分特性は ± 3 Mcで約5%，復調微分特性は ± 3 Mcで約2%以内に入っている。総合周波数特性は3 dB低下点で300c/s $\sim$ 280 kc、ひずみは60 kc、ピークレベルにて2次50 dB以上であった。

3.4 主要機能説明

3.4.1 送信回路

多重端局よりの多重信号はMOD盤に入り、変調増幅器で増幅されたのち、送信クライストロン8V207のリペラ電極に加えられて送信出力を周波数変調する。周波数変調を受けた送信マイクロ出力は、単向管、送信出力モニタ、送受共用回路、テスト用方向性結合器をへてアンテナへ送られる。

このテスト用方向性結合器は、送信出力の較正、受信入力の較正送受折返し試験などに使用するもので、送信出力の較正には、ここに電力計のマウントを、受信入力の較正には、同軸導波管変成器（トランスデューサ）をそれぞれ取付ける。送受折返し試験にはここにクリスタルマウント（1N23B）を取付け、これに送受信周波数の差周波数160 Mc信号を加えると、送信波が受信機入力に折返ってきて各種の折返し試験ができる。

3.4.2 受信回路

アンテナより入ってきた受信マイクロ入力テスト用方向性結合器、送受共用回路、受信濾波器を通り、受信周波変換器（1N23B）に入る。この周波数変換器には同じく局発クライストロンの出力が可変減衰器、濾波器をへて入り、70 Mcの中間周波に変換される。この70 Mcの信号は、PIF盤、MIF盤で増幅され、DEM盤とMOD盤（受信AFCを含んでいる）に入る。MIF盤で十分なるAGCを受け、入力電界が30 dB変化してもMIF出力は $+4$ dBm ± 1 dBしか変化しない。DEM盤ではこの70 Mcの信号をダイオード振幅制限器3段で十分に振幅変調分を除き、周波数弁別器で復調し、ビデオ増幅器をへて多重端局へ送る。

受信AFCの周波数弁別器はDFM盤の周波数弁別器とは別にMOD盤にAFC用周波数弁別器を設けてある。

3.4.3 監視制御回路

(1) 送信監視回路

送信クライストロンからアンテナに行く途中の送信出力モニタで送信出力の一部を検波しMET盤のメータリレーを動作させている。送信出力が減少するとこの接点が閉じて送信故障のランプが点火し送信故障を報ずる。またMOD盤の変調増幅段の故障は陽極電流の低下によって働くリレーを動作させる方式で検出し、この接点を先のメータリレーの接点と並列に接続してある。したがって変調段の故障も送信故障として報告する。

(2) 受信監視回路

受信機の故障は、受信端局装置におけるパイロット信号の検出結果によって判定する。ただし中間段階の故障検出のためAGC電圧をさらに増幅して、スケルチリレーを動作させ、MIF盤以前の故障をこれで検出して受信故障ランプを点火し、受信故障を報ずる。

(3) 受信AFC回路

MIF盤の70 Mc出力は前述のとおり、DEM盤とMOD盤に分割され、MOD盤の受信AFC回路に入った70 Mc信号は、2段のダイオード振幅制限器を通して周波数弁別器へ入る。この周波数弁別器の増幅段は電源周波数（50 $\sim$ 60c/s）で断続するので、中間周波信号の周波数平均が弁別器中心の上下いずれかにあることによって極性の異なる50c/sまたは60c/sの矩形波が得られる。この矩形波の位相は中心周波数にリンクしているから、これを増幅し、位相検波して局発クライストロンのリペラに加え、その極性を常に受信中間周波数が弁別器中心になるように選んであるので、これによってAFCが行われる。

また受信波がなくなった場合は、スケルチリレーによりサーチ発振器を発振させ、これによって局発クライストロンの発振周波数を中心周波数の上下に掃引し、先方局の復旧まで掃引を続け、

先方局が復旧すればスケルチリレーが動作して掃引を止め、正常の AFC を行うようになっている。

(4) AGC 回路

MIF 盤の出力段の 1 段前に検波器 (1N34A) が設けてあり、その直流出力を MET 盤で直流増幅して AGC 電圧を得、これを MIF 盤にもどして各段のグリッドに AGC 電圧を掛け、これで AGC を行っている。この AGC 電圧は受信入力電界に対応しているので、この電圧を連続記録計に接続して入力電界の自動記録ができる。またこの AGC 電圧でスケルチリレーを動作させ、DEM 盤、MOD 盤の所要の箇所にスケルチバイヤスを掛けている。

(5) そのほかの監視回路

(a) 手動操作中

各パネルには多くの手動スイッチがあり、これらのスイッチが一つでも正規動作の方向と異なった方向に倒されている間に手動操作中のランプが点灯する。

(b) ヒューズ断

各ヒューズは送風機を除き、熔断の場合、ヒューズ断のランプが点灯する。ただし主ヒューズ、DC 24V 用ヒューズを除く。

(c) 送風機故障

送信クライストロンには温度継電器が付加しており、冷却用送風機が故障してクライストロンの温度が上昇すると、送風機故障ランプが点灯する。

3.5 電源回路

電源回路は一般用電源として低圧電源盤 (LS)、送信および局発クライストロン用電源として高圧電源盤 (HS) およびそれらの定電圧電源の制御回路として電源制御盤 (SC) があり、それぞれ所要の場所に電源を供給している。一般用高圧、クライストロン用電源は電源投入後 3 分遅れて投入される。

4. 搬送端局装置

4.1 概要

搬送端局装置は全トランジスタ化され、真空管は一切使用されていない。

日立製作所では昭和 29 年以来トランジスタ搬送装置の製造を行っていたが、搬送用トランジスタの開発と相まって昭和 34 年始めにわが国最初の 60 通話路オールトランジスタ形試作機を完成し、種々試験の結果、最高 300 通話路までのトランジスタ化の可能性が確認された。

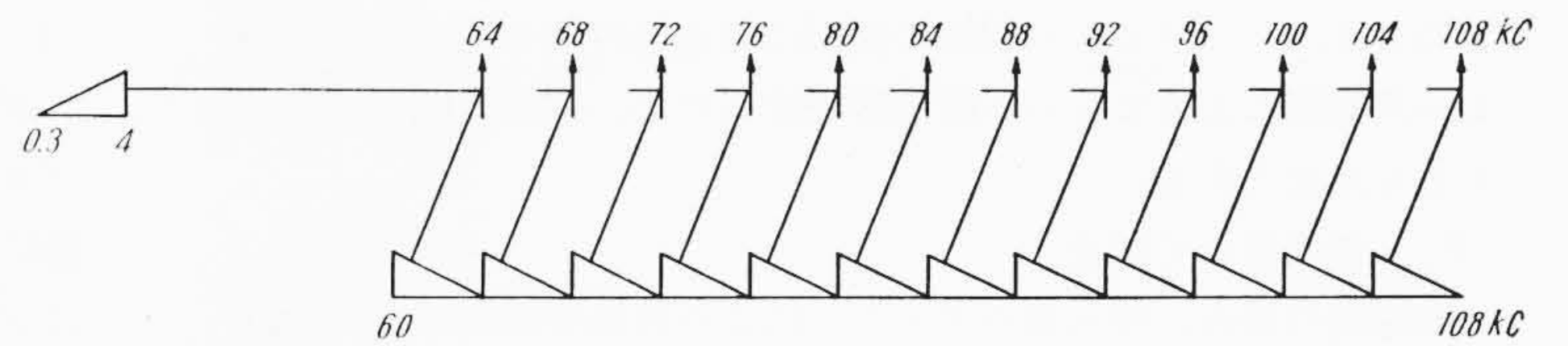
また通話路変換用の濾波器は搬送用メカニカルフィルタが使用され、装置の小形化に役立っている。本装置は最大通話路容量 60 通話路以下の回線束を構成するに最も経済的な設計が行われている。

4.2 方式および構造

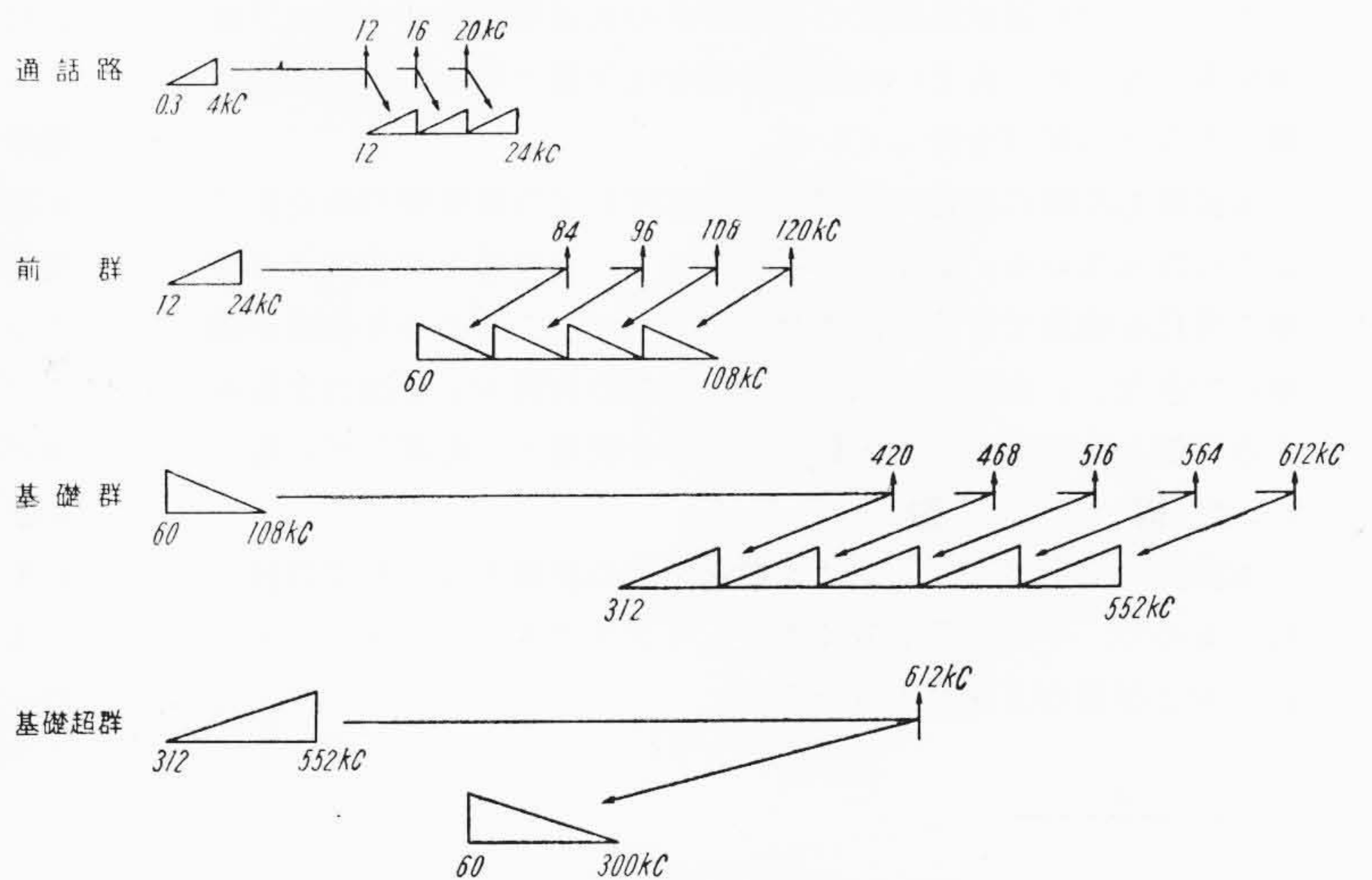
4.2.1 通話路変換方式

CCITT は回線束の群接続を規準化するために、超多重装置の周波数配列を規定している。本装置の周波数配列を第 8 図に示すが、図中 60~108 kc の帯域は CCITT が特に通話路基礎群として 12 通話路を配列することを勧告している。いわゆる基礎 B 群である。本装置でもこの基礎 B 群を使用しているが、前述のとおりメカニカルフィルタを使用して音声周波の通話路を 1 回の変換でこの帯域に配列し、さらに 60 通話路の線路周波数帯域へ 1 回の変換で配列し、合計 2 回の変換で線路周波数が得られている。

第 9 図は、従来の LC 濾波器を使用した基礎超群方式の周波数



第 8 図 基礎群方式 通話路周波数配列図



せぬよう、メークビジー回路の復旧には遅延時間をもたせ、しかも一斉復旧によるヒューズ断を防止するため、遅延時間にばらつきをもたせてある。

(2) 無効捕そく防止

回線断の場合，加入者のダイヤルにより自動交換機がこの中継線を捕そくせぬようマークビジーを与える。

4.2.3 完全同期方式

本装置の搬送電流発振器の周波数安定度は独立同期の場合でも同期ずれ最大 2 c/s 以内であるが、回線を電話以外の各種符号伝送に使用する場合を考慮して、完全同期を行っている。同期電流には 4kc 監視電流を使用し、従統局では受信監視電流により高調波発生器を動作させ搬送電流を得ている。従統局では 4kc 受信入力断の場合には瞬時に自蔵の発振器に切換え、独立同期にて回線を維持することができる。

4.2.4 共通增幅器監視方式

トランジスタは真空管に比べてきわめて長寿命であり信頼性が大きいので、60 通話路程度の通話路束の共通増幅器は一般に予備機を有しないか、あるいは故障の場合は予備パネルと手動にて差替えるなどの保守を行っている。

本装置も故障の場合の自動切替えは行わず故障警報のみを出すようになっている。真空管の場合はカソード電流の減少により容易に劣化を検出できるが、トランジスタではこのような検出が簡単にできない。本装置では増幅器としての利得および出力を監視する方法として音声電流と信号電流の合成電力を監視している。

4.2.5 構造

本装置の構造はトランジスタ搬送装置の標準方式として設計されたもので、その主要部分は大別してプラグインシート、レールわくおよび箱の3部分よりなる。

(1) プラグインシート

プラグインシートはダイキャストフレームに、ねじ止めされたプリント配線板よりなる。プリント板には回路部品がプリント配線により取付けられており、板の一端はプラグイン接続のための接栓となっている。ダイキャストフレームは板を保持するとともにプリント配線による板のひずみを正して、プラグイン接続の完全を期するためのものである。



(2) レールわく

ダイキャストによる上下のレール板と側板とを組立て、わくを構成し、背面に接栓を取付けたものである。レールみぞの数は36条あり、これをすべてプラグインシートがそう入され背面の接栓にかん合する。

(3) 箱体

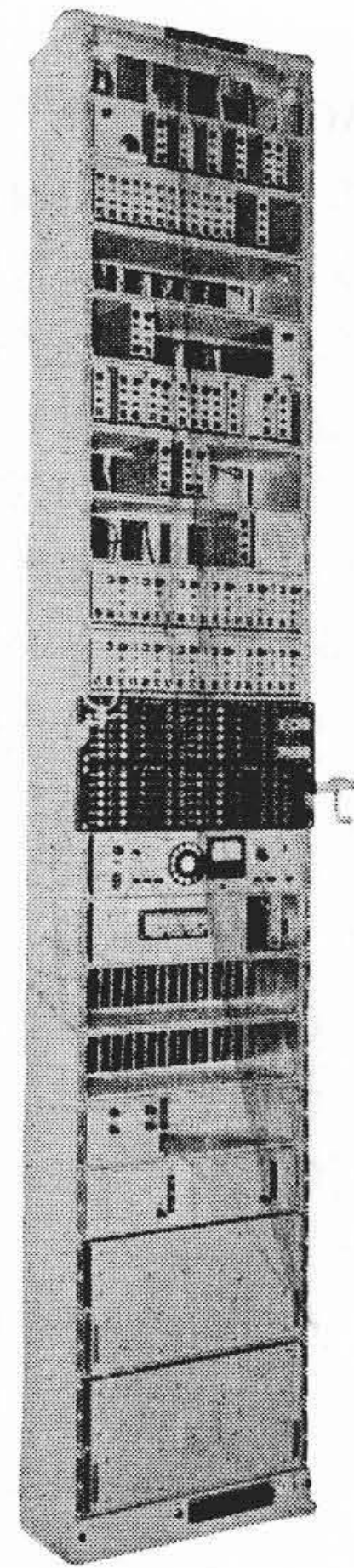
レールわくを取付けその裏面の接栓端子に盤間配線を施すことにより装置が完成する。本方式では箱体は単なる支持物にすぎず必要な寸法精度はすべてレールわくにより与えられている。

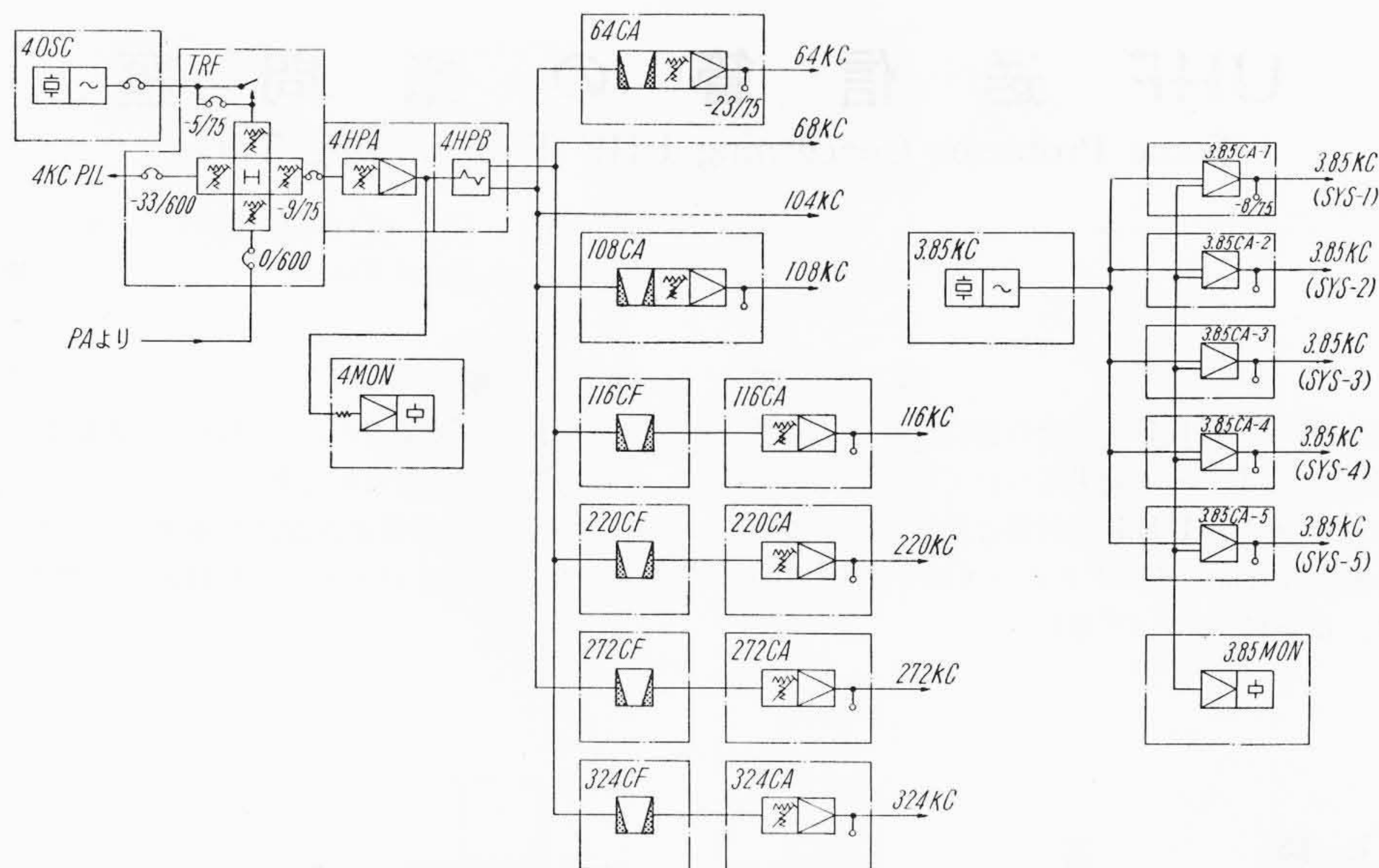
プラグインシートそう入後その上に
カバーをかぶせるようになっている。

4.3 装置の説明および性能

4.3.1 装置の外観および回路系統

本装置は実装数12通話路で、第10図は、カバーをとった外観状態を示して





第12図 MT-6003形端局装置搬信供回路系統図

いる。

本装置は第10図のように、標準箱体 (2,750×550×225 mm) 1架に60通話路分の搬送電流供給部、電源部、群変換部および24通話路分の通話路変換部が実装可能である。60通話路全実装の場合は2架構成となる。

総合系統図を第11, 12図に示す。

4.3.2 電気的特性

- (1) 線路周波数 8~264 kc
- (2) 音声周波数帯域 300~3,400 c/s
- (3) 監視電流周波数 4 kc
- (4) 打合せ通話周波数 300~3,400 c/s
- (5) 端局装置、無線装置間入出力レベル

	-25 dBm/CH
端局装置	→ 無線装置
	-15 dBm/CH

信号電流および監視電流は通話電流よりもそれぞれ 15 dB 低い。
- (6) 音声入出力レベル

4W-1N	-8 dBm
4W-OUT	0 dBm
- (7) 入出力インピーダンス

音声周波側 (300~3,400 c/s)	600Ω 平衡回路
搬送周波側 (8~264 kc)	75Ω 不平衡回路
- (8) 信号方式

通話帯域外1周波(3,850 c/s)を使用し

トールダイヤルの場合	無通話時送出
リングダウンの場合	信号時送出

打合せ通話はスピーカ呼出し
- (9) 端局対向伝送特性

送信特性	CCITT規格の $\frac{1}{5}$ 以下
送受信特性	CCITT規格の $\frac{2}{5}$ 以下
- (10) 直線漏話

遠端漏話	65 dB 以上
近端漏話	50 dB 以上

- (11) 雑音 端局対向にて 430 PW 以下
- (12) 通話路ひずみ率 800 c/s 標準レベルに対して

2次ひずみ	30 dB 以上
3次ひずみ	40 dB 以上

(13) 通話路過負荷特性

標準レベルよりの 3.5dB 上昇に対して残留損失の増加は 0.3 dB 以下

(14) 搬送波漏えい

- | | |
|--------|------------------|
| 送信側出力側 | 通話レベル以下 30 dB 以上 |
| 入力側 | 通話レベル以下 20 dB 以上 |
| 受信側出力側 | 通話レベル以下 20 dB 以上 |

(15) ダイヤル符号ひずみ

ダイヤル速度 10, メークレシオ 33% においてレベル変動 ±3.5 dB に対して符号ひずみ ±5 ms 以下

(16) 搬送電流発振器周波数安定度

電源変動 ±10%, 温度変化 20°C ± 20°C に対して ±3 × 10⁻⁶ 以下

(17) 信号電流発振器周波数安定度

(16)と同じ条件にて ±5 c/s 以下

(18) 電源

AC 200 V ± 5% 約 150 VA (24 CH 実装)

5. 結 言

本装置は東京電力株式会社通信回線網の一環として、埼玉変電所-小川変電所間にマイクロ回線を構成したもので、回線構成は東京電力株式会社において計画設計された。また各機器に関しては、本文で述べたように、すべて所定の性能を満足して回線構成の目的を達した。ただ、装置の長期間の安定性、保守上の諸問題などについては今後長期の使用を経て批判を受けなければならない点であり、またそれによって装置のいっそうの改良に努力したい。

終りに、本装置の納入に際して東京電力株式会社の関係各位より種々ご援助を賜った。ここに厚くお礼申し上げる次第である。