

# PPM-AM マイクロ波多重通信装置

## Multi-Channel Microwave Radio Telephone System

岡崎 彰夫\* 増村 逸夫\*  
Akio Okazaki Itsuo Masumura

### 内 容 梗 概

27通話路程度の多重電話装置としては、時分割方式が種々の点においてすぐれており、特にスパンが長かつたり、あるいは反射板を悪条件下で使わざるを得ないような場合など回線設計の苦しい通信系では、送信尖頭電力の大きいマグネトロンによる PPM-AM 方式が最も有利である。すなわち特別大きな反射板を製作することは電氣的にも経済的にも不利である。さきに名古屋鉄道に納入した多重電話装置による回線も過大な反射板を避けマグネトロンを用いた PPM-AM 方式により回線を構成した。本文ではこの回線につきマイクロ波送受信機、PPM 端局装置および附帯設備について動作、性能、仕様などを述べている。

### 〔I〕 緒 言

7,000 MC 帯のマイクロウェーブを用いた PPM-AM 方式による容量27チャンネルの多重電話装置を、さる7月名古屋鉄道株式会社に納入したので、その装置の概要を紹介する。

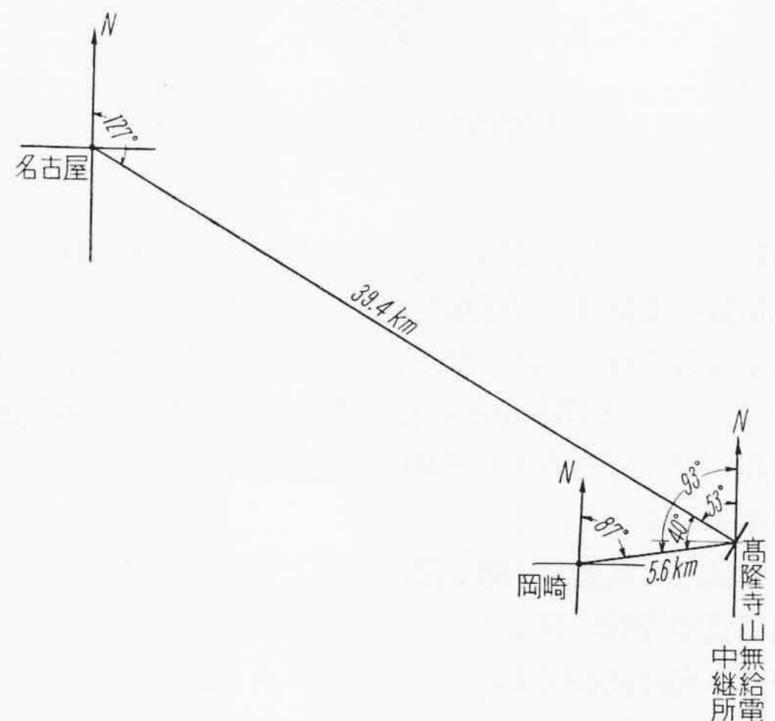
本装置はマイクロ波送受信機として UXFM-1002 型装置を用い、PPM 端局には MT-2701 型装置を接続し、さらに AAV-1 型リレー群を介して自動交換機に收容されトールダイヤルを行つている。回線の全長は45kmで第1図に示すように途中において反射板による無給電中継を行つている。現在実装通話路数は13であるが、将来増設の際にはチャンネルユニットのみ追加すればよいように設計されている。各局にはディーゼル発電機を備え不時の停電に対処し回線の信頼性を向上させている。無線送受信機 UXFM-1002 型装置は本来現用機、予備機を一架に実装するよう設計されたものであるが、今回は現用機のみ実装した。

### 〔II〕 通信回線の性能

通信回線の主要性能は次のとおりである。

- (1) 使用周波数 6,580 Mc および 6,740 Mc の 2 波
- (2) 通信方式 PPM-AM
- (3) パルス特性 くり返し 8 kc, 通話路パルス幅 0.5  $\mu$ s, 同期パルス 0.5  $\mu$ s 2 本
- (4) 送信機出力 送信管 M-402, 送信出力尖頭値 50W 以上
- (5) 伝送帯域幅 8 Mc
- (6) 通話周波数帯域 0.3~3.4 kc
- (7) 総合信号対雑音比 45 db 以上 (標準変調時)
- (8) 通話路数 27通話路, ただし実装13通話路
- (9) 回線特性 第1表に示す。

\* 日立製作所戸塚工場



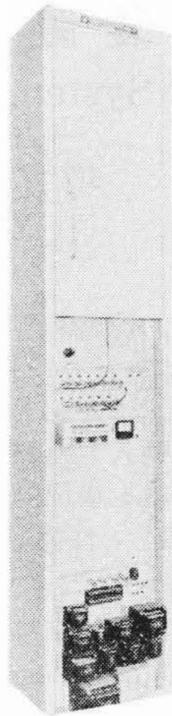
第1図 回線の構成

第1表 回線特性

利得 損失 S/N 1局	名古屋	岡崎
送 信 出 力	47 dbm	47 dbm
空 中 線 利 得	43 db	43 db
S/N 改善度 (標準変調時)	8 db	8 db
自 由 空 間 損 失	142 db	
給 電 線 損 失	4 db	2 db
送 受 共 用 損 失	5.5 db	
反 射 板 損 失	22 db	
フ ェ ー ジ ン グ	15.3 db	
受 信 雑 音 電 力	-88 dbm	-88 dbm
S/N	53.5 db~38.2 db	
区 間 距 離	39.4 km + 5.6 km = 45 km	

### 〔III〕 無線送受信機

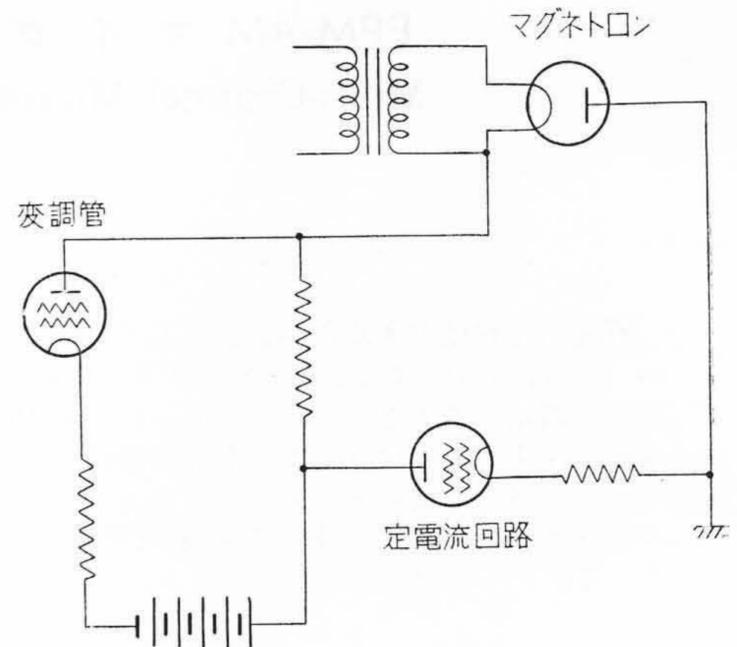
無線送受信機 UXFM-1002 型装置は送信管としてマグネトロン M-402 を用いてこれをパルス振幅変調する 7,000 Mc 帯のマイクロ波送信部と、70 Mc の中間周波



第 2 図 UXFM-1002 型送受信装置外観

増幅器を主とする受信部とよりなり、そのパネル構成は送信盤、受信盤、制御盤および電源盤各 1 である。ただし予備機に対してはこの各盤が同数追加され、現用予備合せて高さ 2,750 mm の標準架に実装できる。第 2 図は現用機のみ実装され予備機に相当する箇所はブランクパネルとなっている。

本装置の系統図は第 3 図に示すように現用機に対する使用真空管数は 29 本である。端局装置より送られてくるパルス列は波高値 3V 以上の正パルスであつてこれが送信パルス増幅器によつて約 1.5 kV の負パルスに増幅され、陽極を接地されたマグネトロンのカソードに印加さ



第 4 図 マグネトロンの発振回路

れ、これをパルス発振させる。この発振電力は送信用帯域阻止濾波器を通つて饋電導波管を経て空中線より輻射される。

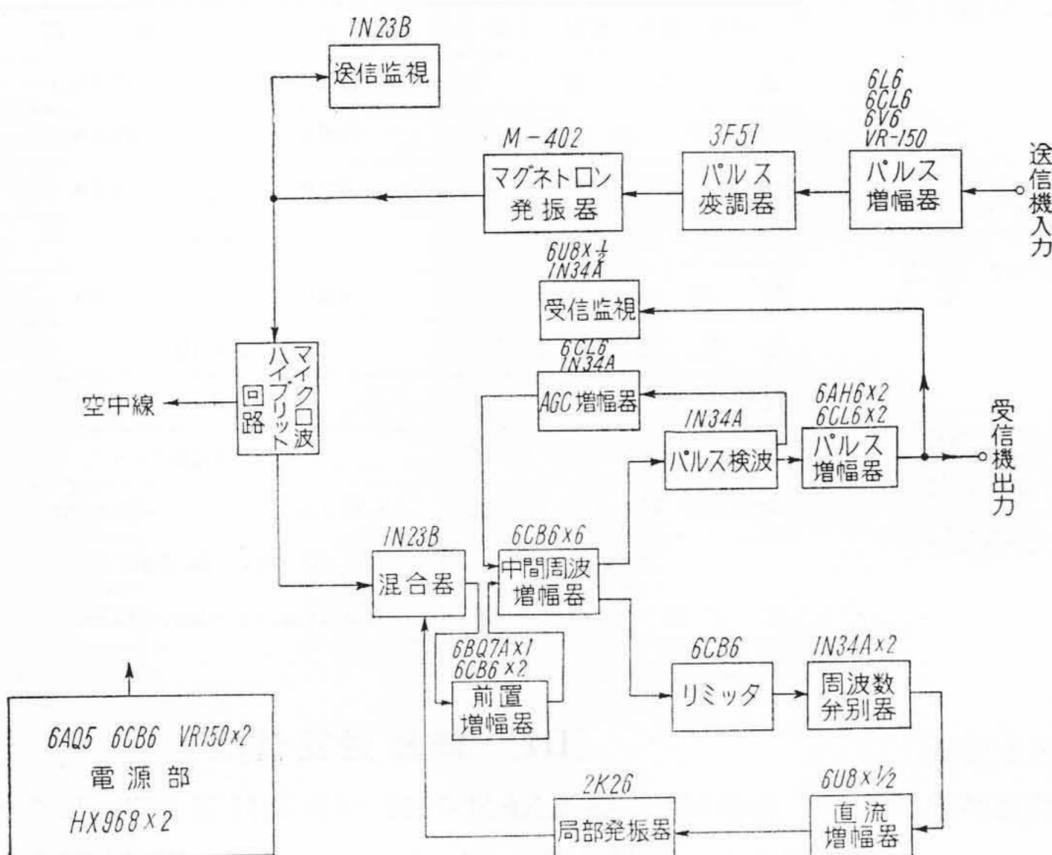
受信波は送信波と 160 Mc 離れており饋電線から受信用帯域通過型濾波器を通つて鉱石混合器に吸収される。また局部発振器 2K26 は受信周波数と 70 Mc 隔つた周波数で発振し、その電力はケーブルを経て受信回路に入り鉱石混合器において受信周波数との差 70 Mc の中間周波数を発生し、これは前置および主中間周波増幅器により約 90 db 増幅される。この中間周波はパルス変調されているので鉱石検波器 1N34 で整流し、受信パルス増幅器により波高値 3V の正パルスとして端局装置復調器へ送り込んでいる。以下主要部の機能について述べる。

(1) 送信発振器

マグネトロンによるパルス発振回路のブロック図は第 4 図のように、いわゆる直列変調方式であるが、電流負饋還をかけた 5 極管を直列に挿入して定電流特性を持たせ、電源電圧の変動による発振周波数の変動をおさえている<sup>(1)</sup>。この結果電源電圧の 5% 変化に対し周波数の変化は  $3 \times 10^{-4}$  以下にとどまっている。平均出力は電源電圧変化によりほとんど影響を受けない。

(2) 送信パルス変調器

真空管として 6CL6, 6L6, および 3F51 を用い波高値約 5 V の入力正パルスを頭部、底部を切断しながら約 -1.5 kV まで増幅し、これによつてマグネトロンを励振している。3db 降下



第 3 図 UXFM-1002 型装置系統図

の総合帯域幅は 300 c/s~5 Mc でパルス伝送には一応十分と考えられる。また保守測定に便利のように各段のパルス波形はパネル表面からオシロスコープによつて観測できるようになっている。

### (3) 中間周波増幅器

中間周波増幅器は各段複同調回路で前置増幅と主増幅とにわけて行つている。すなわち前置増幅器は導波管直結としカソードホロワによりケーブルを介して主増幅器と接続されている。全利得約 90 db, 帯域幅 9 Mc 中心周波数 70 Mc, ミキサ部から測つた雑音指数約 15 db である。中間周波出力は鉱石検波器によりパルス成分を検波され受信パルス増幅器に加えられるが, 一段直線的にパルス増幅されたところでその出力の一部を整流して主中間周波増幅器の各段に饋還し自動利得制御を行つている。この結果入力レベル変動 +10~-20db に対し中間周波出力の変動は 2 db 以下に押えられている。

### (4) 自動周波数制御

中間周波出力の一部は振幅制限器に加えられさらに周波数弁別器に入る。duty cycle 10 のパルス変調波に対し感度は約 0.5 V/Mc で, この出力は利得約 33 db の直流増幅器を経て局部発振器 2K26 のリペラ電圧に重畳され自動周波数制御を行つている<sup>(2)</sup>。hold in 約 ±14 Mc, pull in 約 ±12 Mc, 残留偏差約 ±400 kc である。

### (5) 受信パルス増幅器

中間周波出力を検波して得た約 -1.0 V のパルスは 6AH6, 6CL6×3 のパルス増幅器でパルスの頂部, 底部を切り取られながら増幅され, 経段のカソードホロワより約 5 V の正パルスとなつて端局装置に送り出される。周波数特性は 1 db 降下幅で 300 c/s~5 Mc である。

### (6) 警報回路

無線機に異常を生じた場合, ベルを鳴らし保守者の注意を喚起する。警報の種類は送信停止および受信不能の 2 種とし, あらゆる障害をこの 2 種類に帰着させている。また端局装置から送られてくるパルス列が消滅したときには, そのむね警報を発しさらに送信管保護のために送信用高圧を遮断している。

### (7) 立体回路

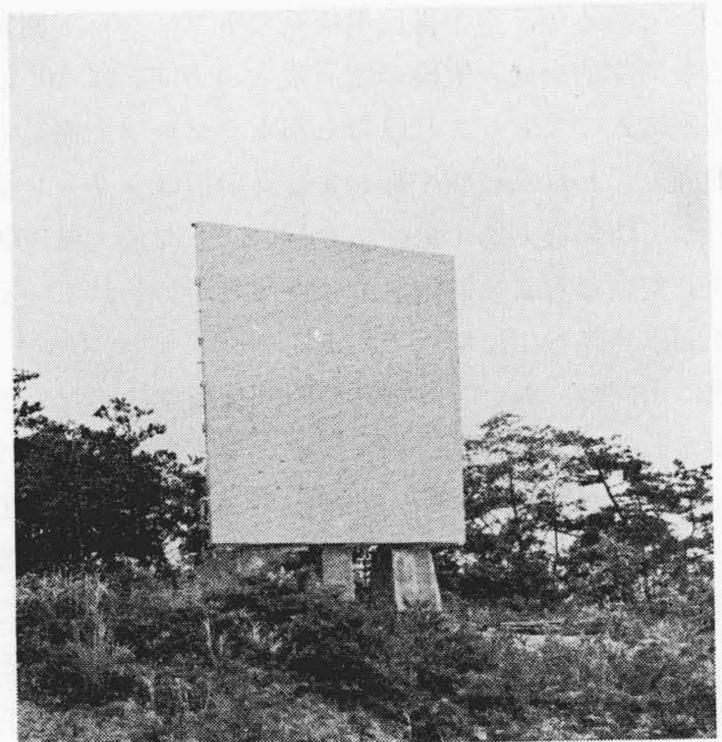
送受周波数差 160 Mc を分波するため H 面 Y 分岐と濾波器とを組合せて分波器を構成している。局部発振電力はケーブルによつて結合され, 送信回路には電力および波長の監視回路を付属している。

### (8) 電源回路

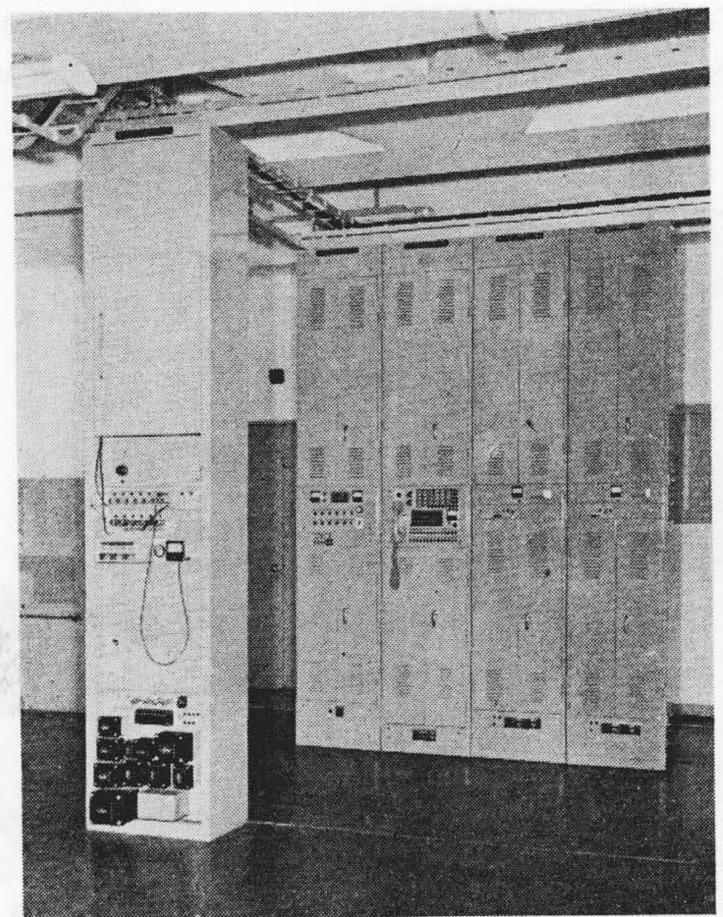
マグネトロン用の高圧整流には 2H-66 を 2 本用いて全波整流し, ほかの電源はセレン整流器を使用している。局部発振管 2K26 の空洞電圧は真空管にて定電圧化し, リペラ電圧は放電管にたよつているほかは特別の安定化

電源を必要としない。

以上各部の概略を述べたが送受信機を対向せしめた場合の総合特性は, スプリアス感度比が映像周波数に対し 60 db 以上であることを確認し, ほかの成分に対して定量的測定にかからぬ程度であつた。また送信管のジッタ雑音により総合の S/N が押えられ S/N 飽和点は 60~55 db の程度である。総合における漏話減衰量は上記 S/N では特別な帯域制限を行わないかぎり測定にかからぬ程度である。実際の回線では S/N は 53~48 db の程度で動作している。



第5図 高隆寺山反射板



第6図 機器配置外観図

#### 〔IV〕 空中線系および電源

空中線は 160 Mc 離れた送受両用周波に対し共用しているため整合には特に留意し両周波に対し定在波率 1.1 以下に入っている。パラボラは有効開口径 3.18m, 利得約 43 db, 水平偏波にて使用している。給電導波管は気密チョークフレンジにて接続し管内には乾燥空気を圧力 100 g で充填している。反射板は幅 6.0 m, 高さ 5.5 m のものでコンクリート基礎の上に設置されている。回線設計の計算と比較すると反射板は能率約 70~80% にて働いていると推定される。空中線のビーム半値角は水平  $\pm 30'$  であるが、空中線反射板系のトランシット測量による幾何学的方向と実際の電界最大の方向とは  $10'$  以内の偏差に入っておりこれはむしろトランシット測量の誤差範囲と思われる。空中線および反射板はシリコン塗装を行って防錆などに十分注意を行い、また最大風速 60m に対し安全なるように機械的強度設計が行われている。第 5 図は高隆寺山反射板である。

次に本回線において停電による回線断を防ぐため予備電源として出力 5 kVA のエンジン発電機を設備している。そのほか常時 3 kVA の静止型 AVR を通し電圧変動  $\pm 2\%$  以下の電源を供給している。エンジン発電機は停電の警報を発し保守者が操作盤にて起動するものであるが、定常状態に達するまでの時間は約 4 分間である。第 6 図には局舎内に据付けられた機器の外観を示す。

#### 〔V〕 端 局 装 置

本端局装置は、日立製作所本社-日立工場間に施設された MT-2302 型端局装置<sup>(2)</sup>を参考として改良したものであるが、回路方式を異にしている。設計方針として MT



第 7 図 MT-2701 型 PPM 端局装置

-2302 型端局装置においては、使用真空管数を減らし、装置を小型化することに注意が払われたが、本 MT-2701 型端局装置では、動作の安定なることを第一とし、使用真空管数も全実装の場合 267 本で、各通話路共通部はすべて予備機を有し、故障時には自動的に切り換え、通話が途切れないようにしてある。また保守の簡易化を考え、測定端子は必要最少限にとどめ、オシロスコープによる波形観測を主としている。

第 7 図に示すように電源架、信号終端架、復調架、変調架の四架より構成され、パルス回路の変調、復調を別架に分離することにより相互干渉をさけている。

次に本端局装置の性能、構造および動作の概略を述べる。

##### (1) 性 能

同期パルスは、幅  $0.5 \mu\text{s}$ , 中心間隔  $1.3 \mu\text{s}$  の 2 本パルスを使用し、微分整形を楽にしている。性能は、すべて CCIR 勧告による国際規準を採用し、PPM 方式の標準装置である。性能および規格を次に述べる。

通 話 路 数 27 打合せ専用としてこのうち一通話路を使用

音声周波数帯域 0.3~3.4 kc

通話路内の伝送特性偏差 3.5 db 以内 (四線式)

歪 減 衰 量 30 db 以上

信号対雑音比 65 db 以上

漏 話 減 衰 量 60 db 以上

信 号 方 式 3.8 kc 無通話時送出

音声側入出力インピーダンス  $600\Omega \pm 20\%$  平衡

音声側レベル (四線式) 出力 0 dbm

入力 -8 dbm

変 調 方 式 時分割位相変調とし、標準入力によるパルス偏移  $\pm 0.6 \mu\text{s}$

くり返し周波数 8 kc

パルス幅 通話路パルス  $0.5 \mu\text{s} \pm 0.1 \mu\text{s}$

同期パルス  $0.5 \mu\text{s} \pm 0.1 \mu\text{s}$  中心間隔  $1.3 \mu\text{s}$  の 2 本パルス

パルス回路インピーダンス  $75\Omega \pm 20\%$  不平衡

パルス入出力電圧 +3 V 以上

電 源 50 c/s または 60 c/s

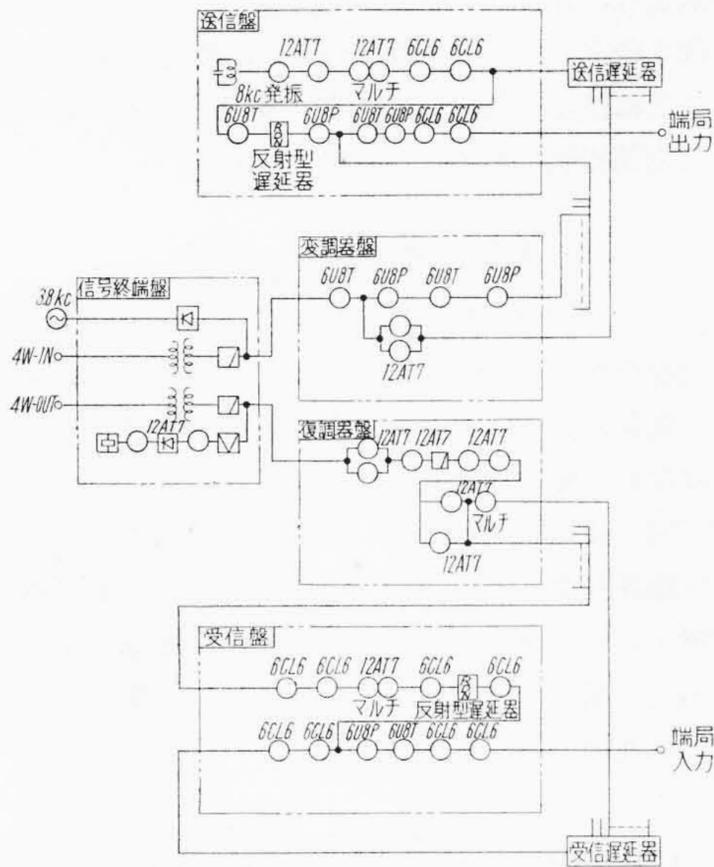
200 V 約 1.7 kVA

##### (2) 動作の概略

第 8 図に本端局装置の構成図を示す。

##### (a) 送 信 方 向

LC 発振器で発生された 8 kc 正弦波は、限流増幅され、マルチバイブレータのトリガ入力として与えられる。循環同期あるいは、集中同期をとる場合は、子局は 8 kc 発振を停止させて、親局から送られる同期入力をマルチバイブレータに入れる。マル



第8図 端局装置構成図

マルチバイブレータのシャープドロップ波形は、CR回路で微分され、6CL6 2段で整形増幅し、波高約20V、幅4.5 $\mu$ sのパルスとなり遅延器盤に入る。送信遅延器盤では、各出力端子にそれぞれ中心間隔4.4 $\mu$ sの制御パルスを発生し、その出力は各通話路の復調器盤に送られる。一方交換機よりの音声入力、低域濾波器を通過後、3.8kc信号とともに変調器盤に入る。まず過変調をさけるため、振幅制限を行い、送信遅延器盤より送られる制御パルスを積分した波形と重畳し、これをスライス微分して位相変調を行う。この被変調通話路パルスは、送信盤で反射型遅延器により発生される同期パルスとともに、6U8 および6CL6 4段で整形増幅され、端局の出力パルスとして無線機に送られる。

(b) 受信方向

無線機で復調された通話路パルス列は端局装置に送られ受信盤に入る。ここでパルス列は整形増幅後、その出力は各復調器盤に送られる。一方受信盤で整形増幅されたパルスの一部は、反射型遅延器で同期パルス分離を行い、これによりマルチバイブレータをトリガし、送信盤における同様微分増幅を行い、その出力を受信遅延器盤に与えている。受信遅延器盤においては、復調に必要な4.4 $\mu$ s間隔の制御パルスを発生する。MT-2302型装置においては、通話路パルスの分離、復調を一挙に行つたのに反し、本装置では、まず通話路パルスの分離を行い、次にパルスの位置変化のみを復調する方法をとっている。すなわち、制御パルスは復調器盤において、

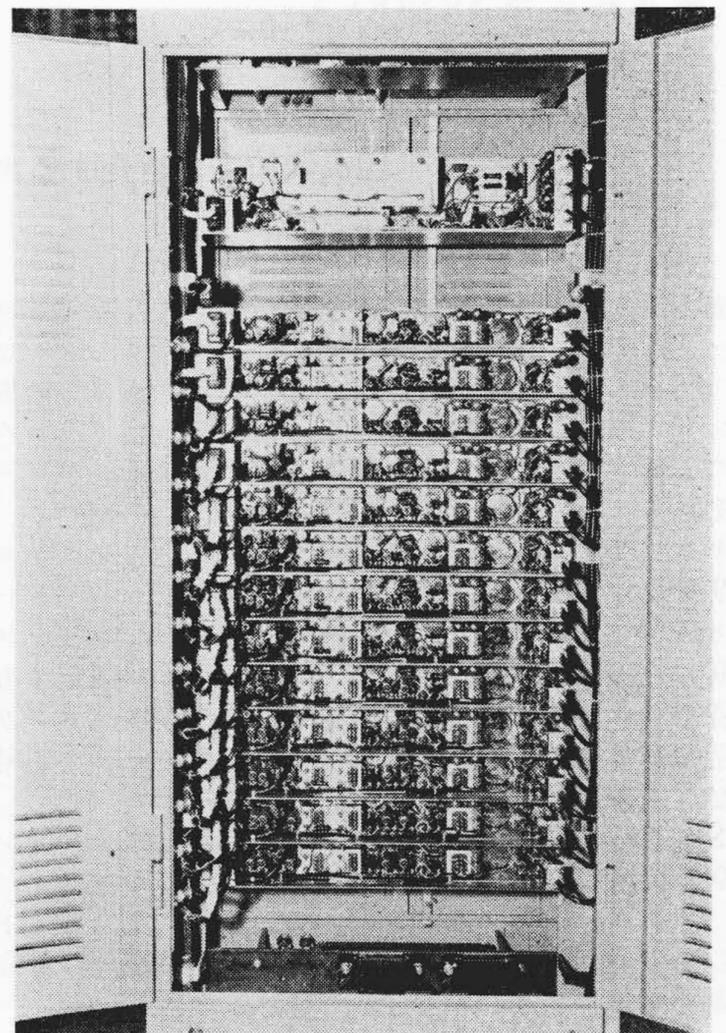
マルチバイブレータをトリガしてゲートパルスを発生させ、このパルスで受信盤より入る通話路パルス列から、その通話路のパルスを分離し、次にパルス位相変調をパルス幅変調に変換して、低域濾波器を通過させることにより音声信号を復調している。

(c) 切換方式および警報

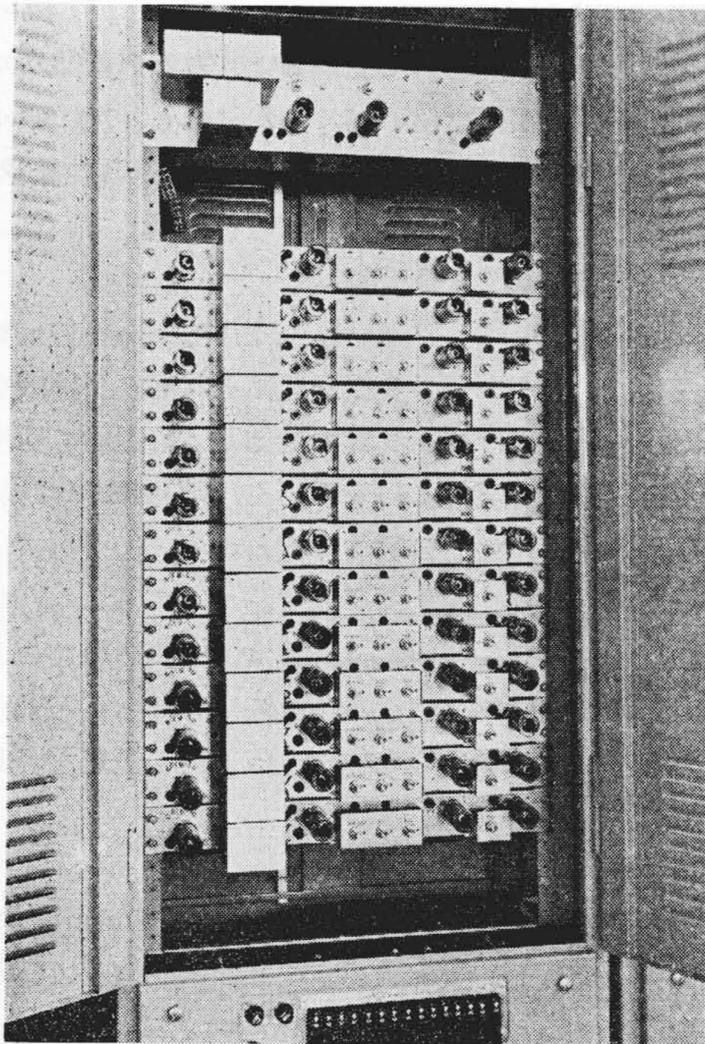
前述のように、各通話路の共通部である送信盤、受信盤、および信号発振器盤はそれぞれ予備機を有し、故障時にはモニタ盤で検知し、自動的に切換えを行い警報を発する。もちろん、予備機故障の場合、現用機への復帰も自動的に行われる。切換方式は複雑な信号回路切換えは行わず、すべて+250V電源の切換えによつている。警報は保守の簡単なことを考え、部分故障と全通話路故障に分けられ、別系統となり、故障発生の場合、故障部位の発見を容易にしてある。

(3) 構造

所要の全機器を高さ2,750mm、幅520mmの標準鉄架四架に実装し、架内および架間布線を施している。各架を構成するパネルは横幅460mmで、縦幅は50mmを基準単位としている。各パネルへの接続線は、二、三の特殊パネルを除き、8芯または15芯コンネクタおよび同軸接栓により行われる。したがって、パネルの取はずしは、パネル取付けネジをはずし、これらコンネクタ類を抜き取ることにより容易に行われる。盤内配線は、従来



第9図 端局装置変調架変調器盤 (後面)



第 10 図 端局装置復調架復調器盤 (前面)

の搬送装置に比べ、無線機の配線に近く、パルス波形を取り扱うゆえ、部品の配置に留意し、極力迷容量を小にすることに注意が払われている。第 9, 10 図は架に実装された変調器盤、および復調器盤を示す。

〔VI〕 結 言

以上のような構成で現状満足すべき回線を作り得たが、回線全体としての長期的データ、たとえばフェージングの問題、真空管などの劣化の問題、保守上の諸問題などはなお今後の検討にまたなければならない。

本回線の設置に関しては名古屋鉄道株式会社 香高部長、佐藤課長より種々の御配慮を賜り、また技術的には名古屋テレビ塔株式会社新海氏、NHK 藤島、竹内、岩淵、榎島の諸氏の御指導をいただいたので擧筆にあたって厚く御礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) G.B. Collins: Microwave Magnetrons
- (2) 日立評論: 昭和 30 年 12 月号



新 案 の 紹 介



実用新案 第 464468 号

赤 木 進  
松 崎 直 忠

固有索により自走するキャリヤを有するケーブルクレーン

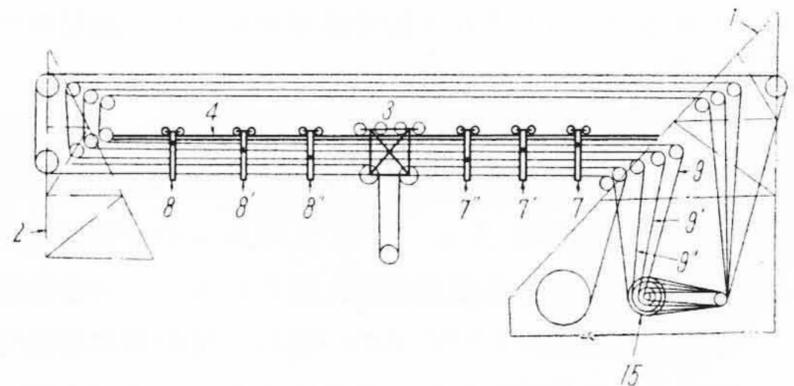
構 造, 作 用

横行用ドラム 15 と一体に構成した径の異なるキャリヤロープ用ドラムにそれぞれ巻きつけたキャリヤロープ 9, 9', 9'' を、エンジンタワー 1 とテールタワー 2 との間にエンドレスに張り渡す。したがって、横行用ドラムの回転によるトロリ 3 の横行に関連して、各キャリヤロープはそれぞれの固有速度で走行する。

キャリヤロープ 9, 9', 9'' のうち低速のキャリヤロープ 9 を最外側のキャリヤ 7, 8 に、中速のキャリヤロープ 9' をその内側のキャリヤ 7', 8' に、高速のキャリヤロープ 9'' を最内側のキャリヤ 7'', 8'' にそれぞれ固定する。

各キャリヤは、主索 4 上に走行可能に設け、トロリ 3 が径間の中央にあるときトロリの左右のキャリヤが対称になるよう配置する。

トロリがどちらか一方のタワー、たとえばエンジンタワー 0 に接近した場合には、トロリの右側のキャリヤ、7, 7', 7'' はエンジンタワー 1 の近くで一箇所に集合し、トロリの左側のキャリヤ 8, 8', 8'' は両タワーの径間に適宜の間隔で配置される。



効 果

トロリの横行にしたがいボタンロープをかいしてキャリヤの集放を行う従来のケーブルクレーンでは、ボタンおよびキャリヤの損耗ははなはだしくトロリの横行の高速化は望めなかつた。

この考案によれば、従来のような欠点がなく高速運転を円滑に行うことができる。

この考案は現在実用され大きな効果をあげている。

(富田)