

PPM 端局装置について

Pules Position Modulation (PPM) Terminal Equipment

波多野 泰吉* 落合 俊男*
Yasukichi Hatano Toshio Ochiai

内容 梗 概

マイクロ波による無線中継方式が最近広く使用されるようになってきた。特に国際間の回線などにおける相互接続を円滑ならしめるため国際無線通信諮問委員会 (C.C.I.R.) においてもこれらの問題を取りあげ一応の規格を打出した。わが国のごとく比較的多くの種類の装置が採用されているところにおいても、この規格は相互接続の基準になると考えられるから、われわれは将来はこの線に沿った装置を製作すべく検討を行い、また過去において手がけた MT-2301 型および MT-2302 型をさらに改良すべく実験を行った。この装置の方式は28分割27通話路方式で同期パルスとしては中心間隔 $1.3 \mu\text{s}$ の2本パルスを用いている。また本装置においては使用真空管数は通話路当たり従来のものより約2本強多いが、安定度は向上しており真空管の荷負を軽くしてあるので寿命は従来のものより長くとれる。

〔I〕 緒 言

UHF (Ultra High Frequency) および SHF (Super High Frequency) などの広帯域無線中継方式は戦後急激に発達したが最近ではますます長距離電話回線に使用されつつある。特に短波帯における周波数不足を補なうことができ、有線市外回線と同等の性能を与え得ること、海峡横断、未開地の連絡に便利なことなどの利点から国際電話回線網の一部として広く採用されようとしている。これら回線の相互接続の問題を解決し、円滑な発達を図るため、国際無線通信諮問委員会 (C.C.I.R.) においても技術的検討を行い、一応標準となる規格が定められた。われわれは、必ずしもこの規格に拘束される必要はないと考えられるが、これに沿った製品を作ることは、規格としても妥当な線であり、技術的にも特に困難な問題を含まないと考えられるから、これによるべく検討を行った。

なお国際間の時分割多重方式としては PPM (Pulse Position Modulation) 方式のみが、現在のところ考慮の対象とされている。

われわれは従来 PPM 端局装置として MT-2301 型および MT-2302 型を製作したが、これらの装置を改良し、C.C.I.R. 規格に合わせるため回路方式の再検討を行い実験的検討を行った。大要をつぎに述べる。

分割数.....	28
チャンネル数.....	27
(ただしトラフィックチャンネル.....)	24
打合せチャンネル.....	3
繰返し周波数.....	8 kc
パルス幅.....	半高で約 $0.5 \mu\text{s}$
パルス立ち上がり時間.....	$0.25 \mu\text{s}$ 以下
パルス偏移.....	800 c/s の 1mW の信号を加えたとき約 $\pm 0.6 \mu\text{s}$

* 日立製作所戸塚工場

同期パルス波形...中心間隔 $1.3 \mu\text{s}$ の2本パルス
パルス入出力インピーダンス.....不平衡 75Ω
パルス極性.....正
入出力パルス振幅...受信機からの出力 1.4V 以上
 において動作する(標準 3V)。
 送信機への入力 3V 以上。

伝送帯域..... $0.3 \sim 3.4 \text{kc}$
音声入出力インピーダンス.....平衡 600Ω
漏話減衰量..... 60db 以上
信号対雑音比..... 60db 以上

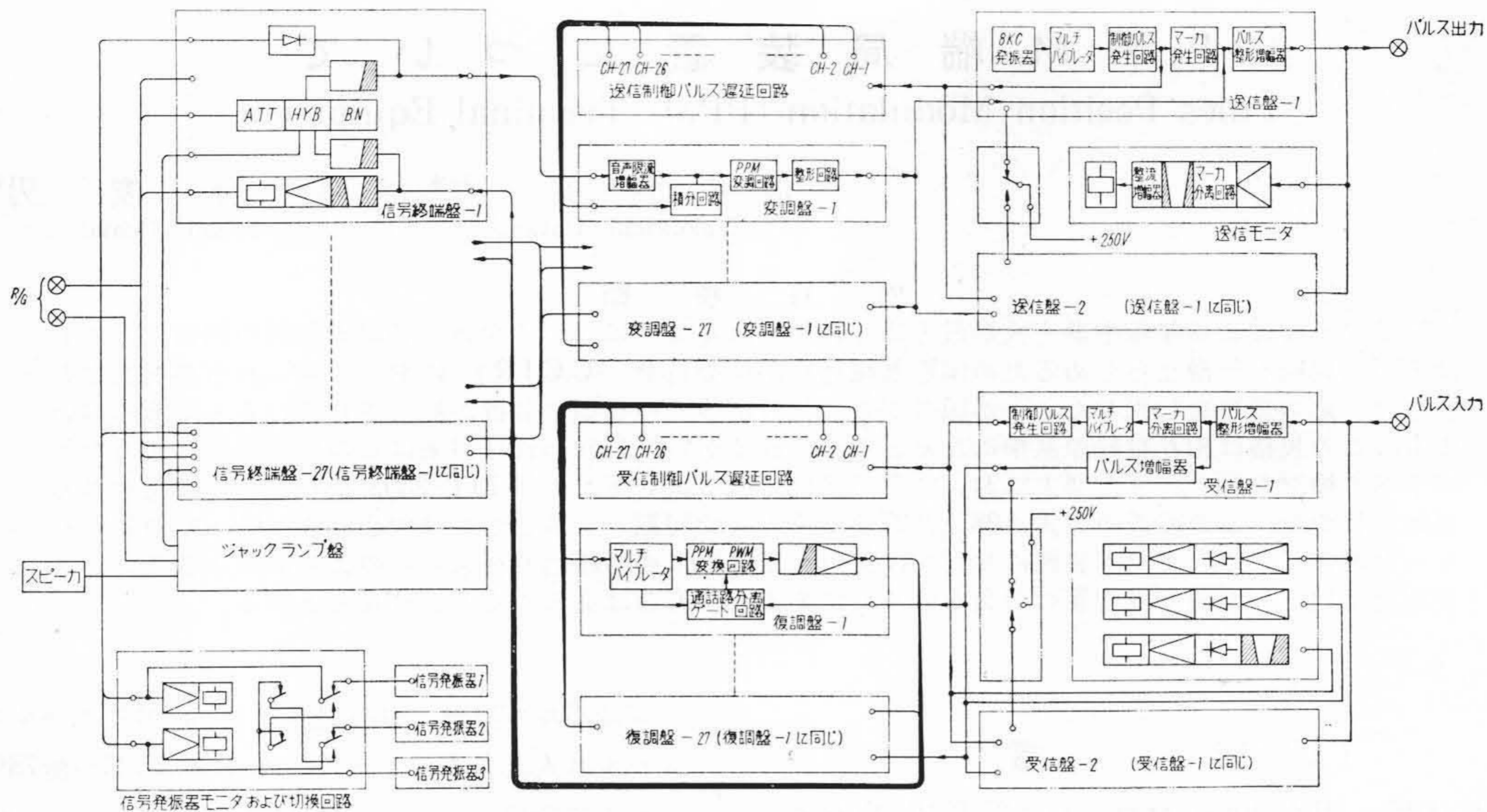
以下装置の構成および回路について詳細を述べる。

〔II〕 回路 構成

第1図は装置の回路構成を示す図面である。端局装置は変調架、復調架、信号終端架および電源架よりなり全通話路に共通な部分は予備機を有し故障に際しては警報を発するとともに自動的に切換えられる。変調架は通話路に関し共通な送信盤、制御パルス遅延回路、各通話路の変調盤、警報回路および切換回路を含む。同様に復調架は共通部として受信盤および制御パルス遅延回路を有し、これに加うるに各通話路の復調器を有する。信号終端架はハイブリッド、信号回路および信号周波数発振器を有する。信号周波数は帯域外1周波 (3.8kc) である。

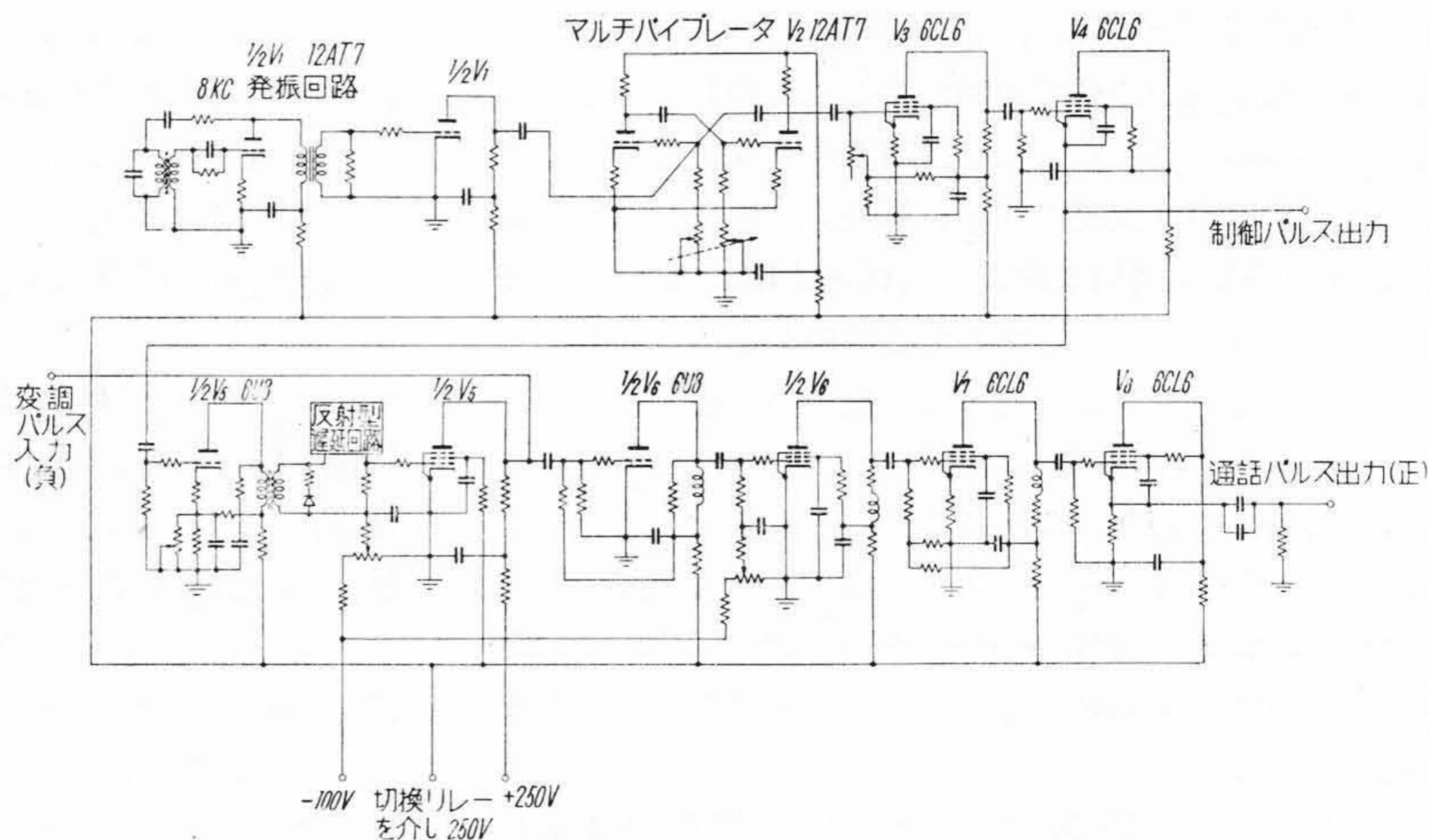
(1) 変 調 架

変調架は換言すれば、PPM 端局装置の送信部である。送信盤(第2図)は標本化周波数 8kc を定める LC 発振器を有し、これによりマルチバイブレータを駆動して同期をとる。マルチバイブレータの固有周波数は約 6kc であり同期されることにより 8kc で発振する。この陽極波形のシャープドロップ特性を利用して CR 回路により微分パルスを発生し、これを整形増幅することにより送信部における制御パルスを提供する。制御パルス幅は約 $4.5 \mu\text{s}$ でありその出力の一部は同期パルス発生回路へ、

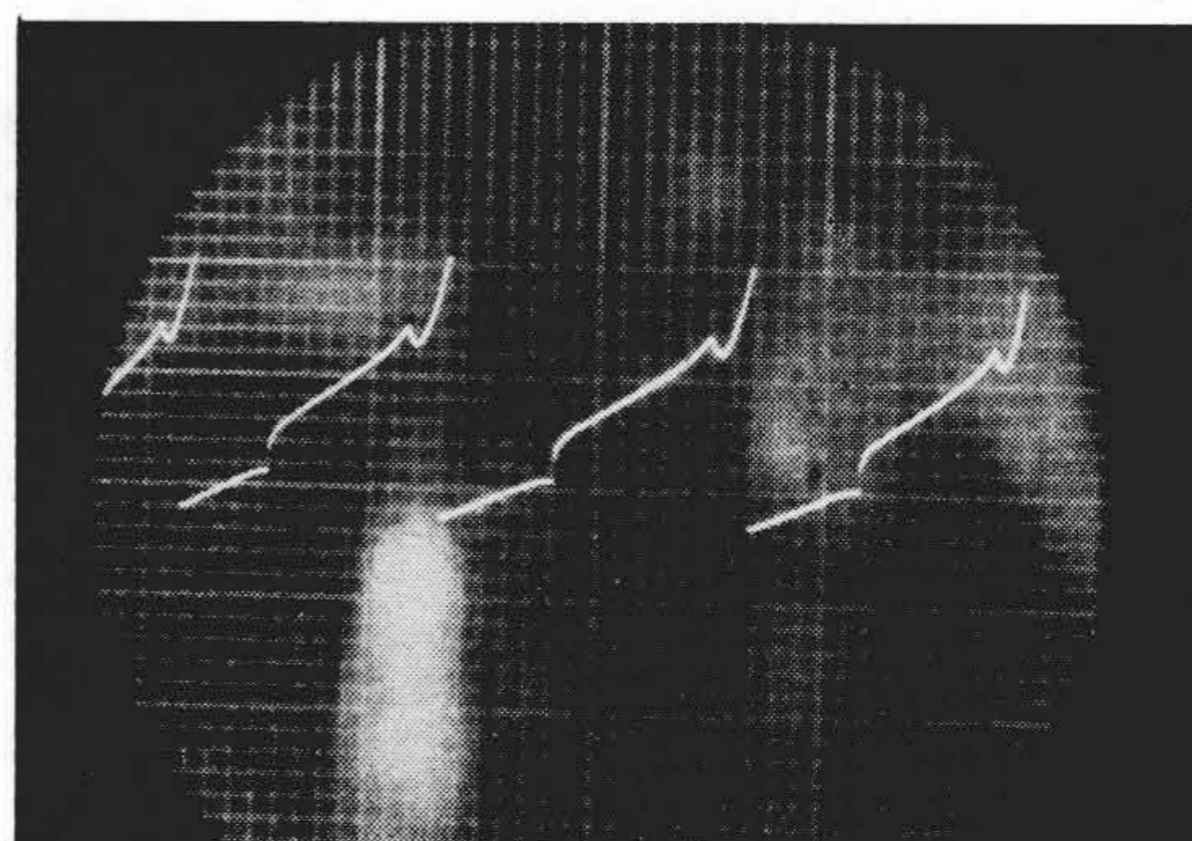


第1図 PPM 端局装置回路構成図

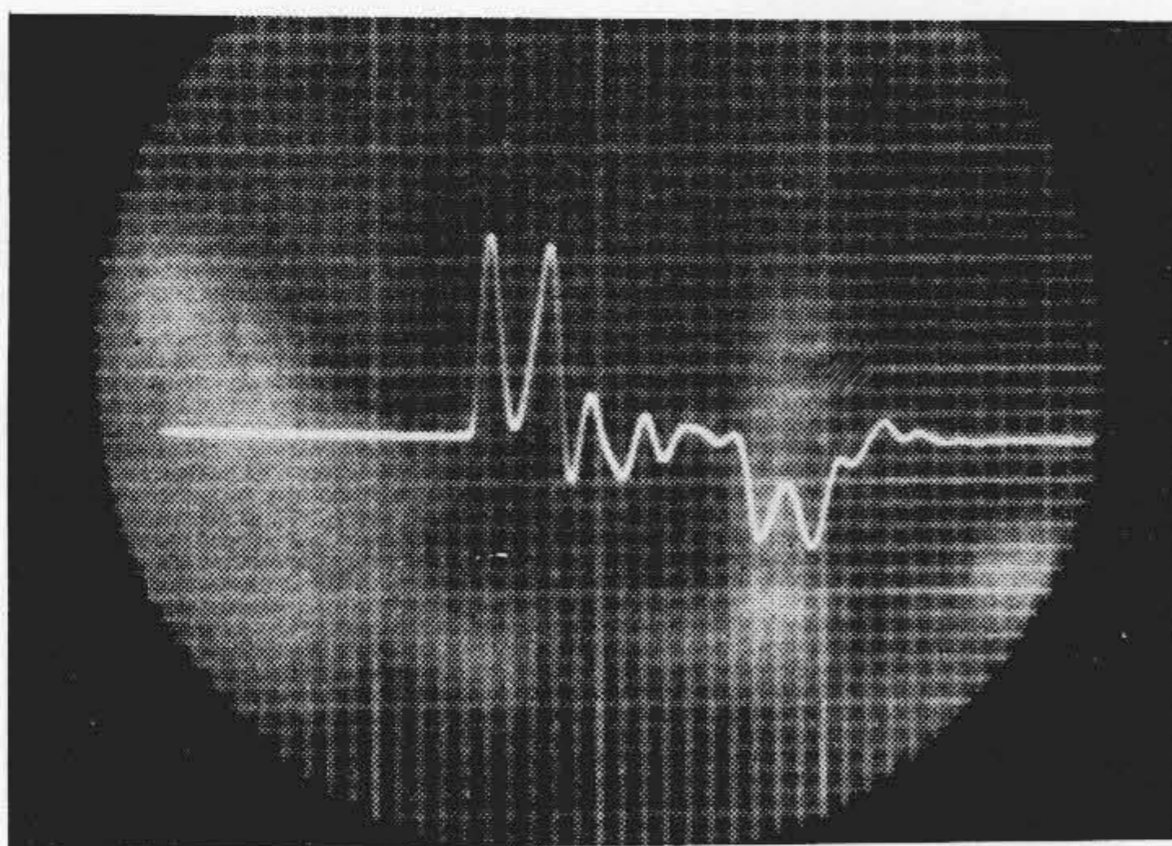
他は送信制御パルス遅延回路に送られ各通話路に対応して所定の時間遅延させられ、それらの出力はそれぞれの変調盤に送られて所定の時刻に通話パルスを発生する用途に供せられる。同期パルスとしては中心間隔 $1.3\mu s$ の 2 本パルスが必要である。これは制御パルスを真空管および微分トランスでスライス、微分して幅約 $0.5\mu s$ のパルスをつくり、この微分トランスの二次側に定電圧電源型の反射型遅延回路を接続して次段真空管のグリッドに入る波形を 2 本パルスとする。この部分の波形は第 4 図に示されており、これは次段真空管のグリッドの遮断特性および飽和特性により整形される。本装置において使用した反射型遅延回路の特性インピーダンスは $4k\Omega$ である。この整形された 2 本パルスは、各通話路の変調盤より送られたパルスと合せられて再度微分整形され、増幅されて無線機へ送り出される。送信盤においては、従来の MT-2301 型と異なる点は、 $8kc$ 正弦波をそのまま CR 回路で移相させたものを、幅 $4.5\mu s$ の制御パルスとその遅延出力を用いることに変えた点および、全通話路のパルスを合成したのち、今一度微分整形した点である。これらの諸点により、循環同期および集中同期



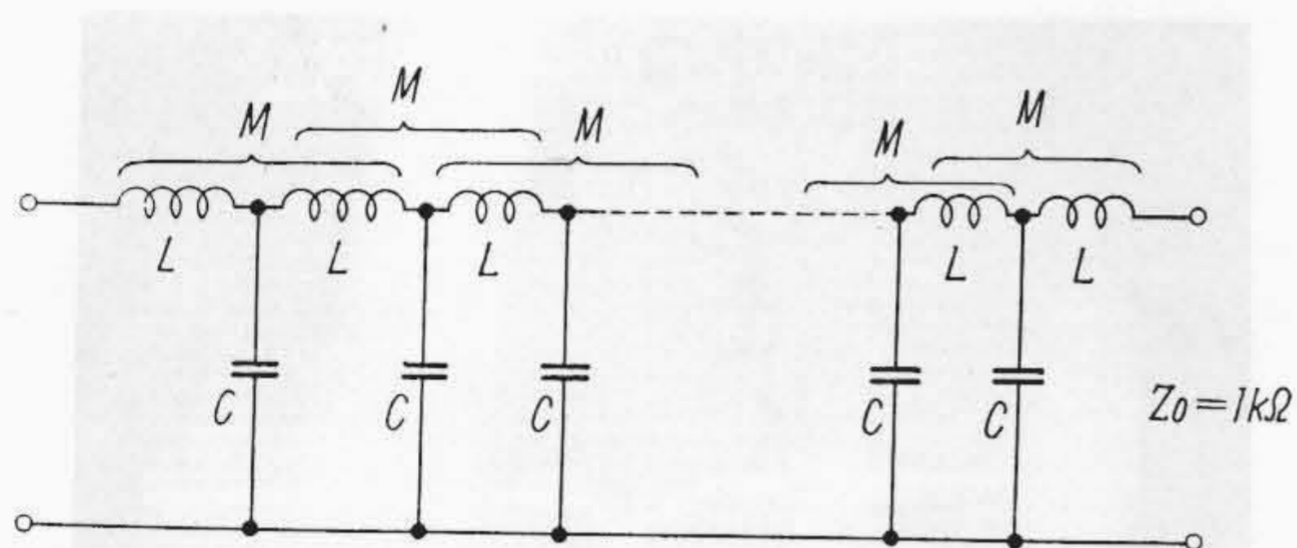
第2図 送信盤回路図



第3図 マルチバイブレータ陽極波形



第4図 2本パルス発生回路における波形



第5図 制御パルス遅延回路

をとることが従来より若干楽になり、また従来のものより真空管の寿命を若干長く使用できる。

制御パルス遅延回路は第5図のごとき相互誘導を利用したLC回路より成っており、相互誘導を利用することにより通過帯域内における、位相特性の周波数に対応する変化が直線的になる部分を増加させることができる。また相互誘導を利用した方が回路網を小さい容積に製作する場合便利である。第5図において隣接コイル間の結合係数を0.125に選べば(この場合周波数に関してもつとも平坦な遅延特性が得られる)、1区間当りの遅延時間、遮断周波数および特性インピーダンスはつぎの諸式で与えられる。

$$t = 1.12\sqrt{LC}$$

$$f_c = 1.15/\pi\sqrt{LC}$$

$$Z_0 = 1.11\sqrt{\frac{L}{C}}$$

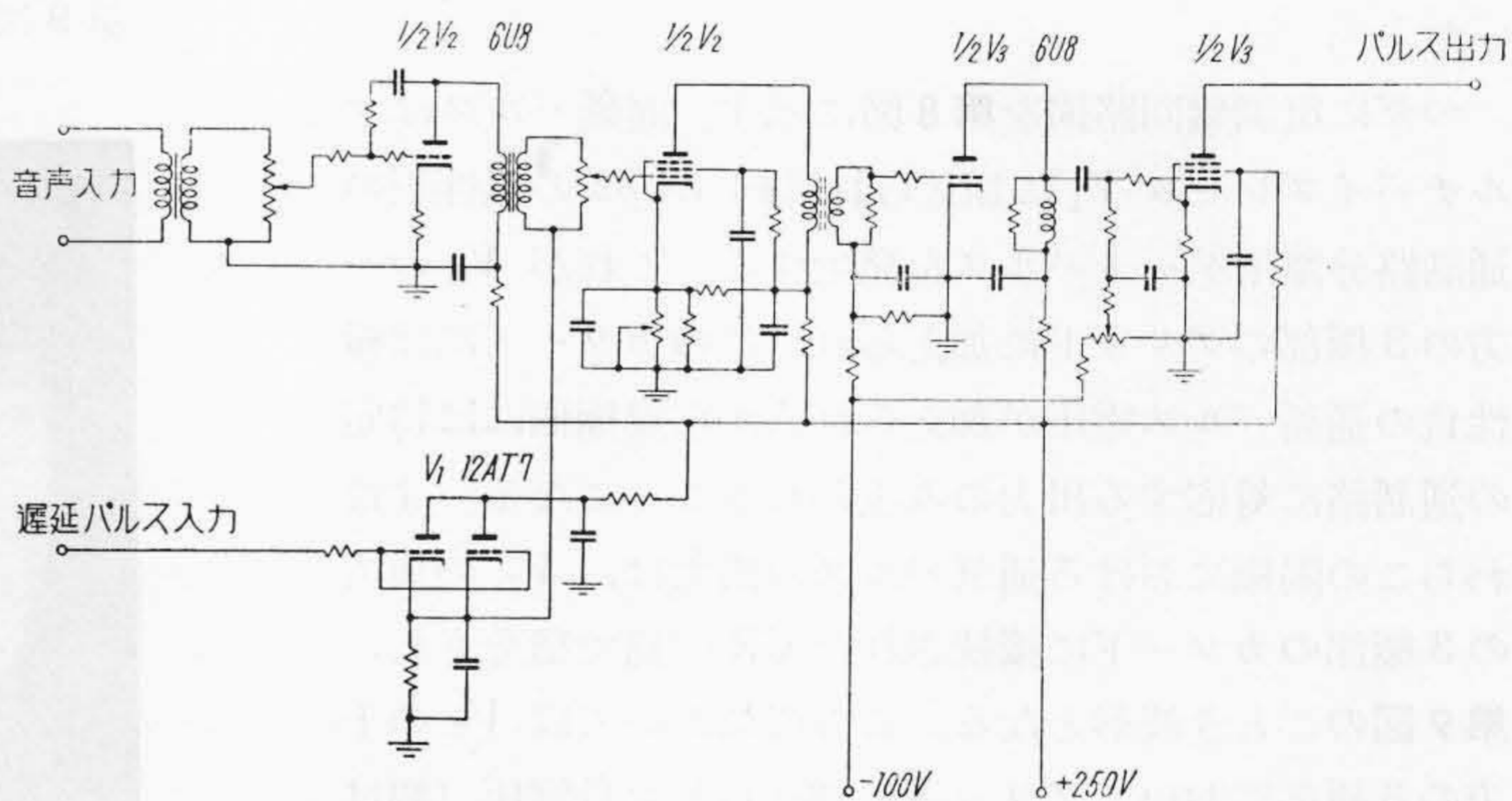
われわれの装置においては $t \approx 2.2 \mu s$, $Z_0 = 1 k\Omega$ とした。125 μs におよぶ遅延回路ではコイル線材の直流抵抗による減衰が多く、

3 db 程度は実際問題として避けられないと考えられる。

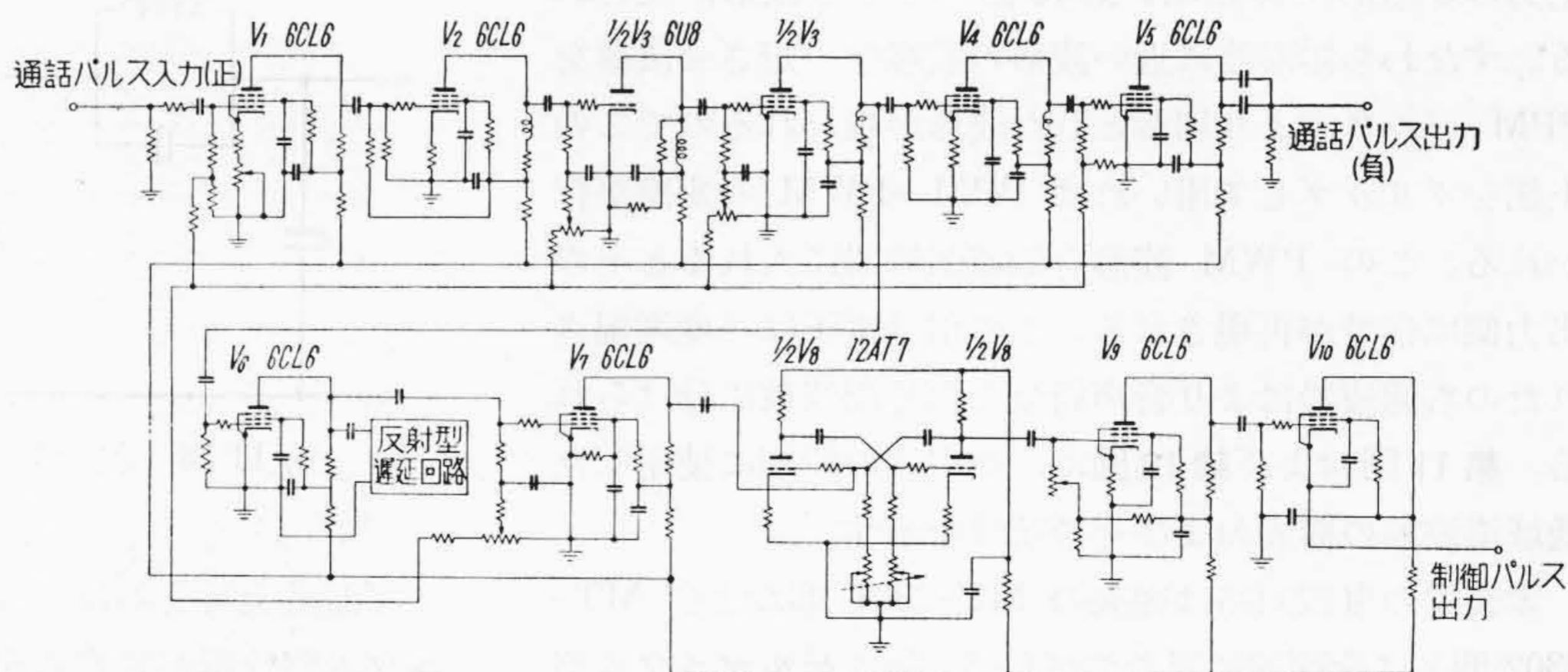
つぎに変調盤回路を第6図に示す。遅延パルスは V_1 のグリッドに加えられ、このカソード回路におけるCR回路において積分された三角状電圧波形が現われる。一方音声電圧はリミッタを通つた後、この三角波に重畳せられる。この音声の重畳した三角波は真空管のグリッドの遮断特性および飽和特性によりスライスされ、さらに陽極側に接続された微分コイルにより微分され変調パルスを発生する。この変調パルスは今一度微分整形されて送信盤に送られ、同期パルスおよびほかの通路パルスと合成される。変調回路に関しては、従来の MT-2301 型および MT-2302 型と本質的になんら異なる。また緩衝増幅器 V_1 はかならずしも必要ではないが、後続パルスに対する漏話減衰量を確実に維持することを容易にするため用いた。これが無いときは、 V_2 の5極部にグリッド電流が流れてこのグリッドとカソードが導通状態にあるときは、信号電圧の一部が制御パルス遅延回路にかかり、漏話の原因となる場合がある。

(2) 復 調 架

復調架は PPM 端局装置の受信部であり、無線機より



第6図 変調盤回路図

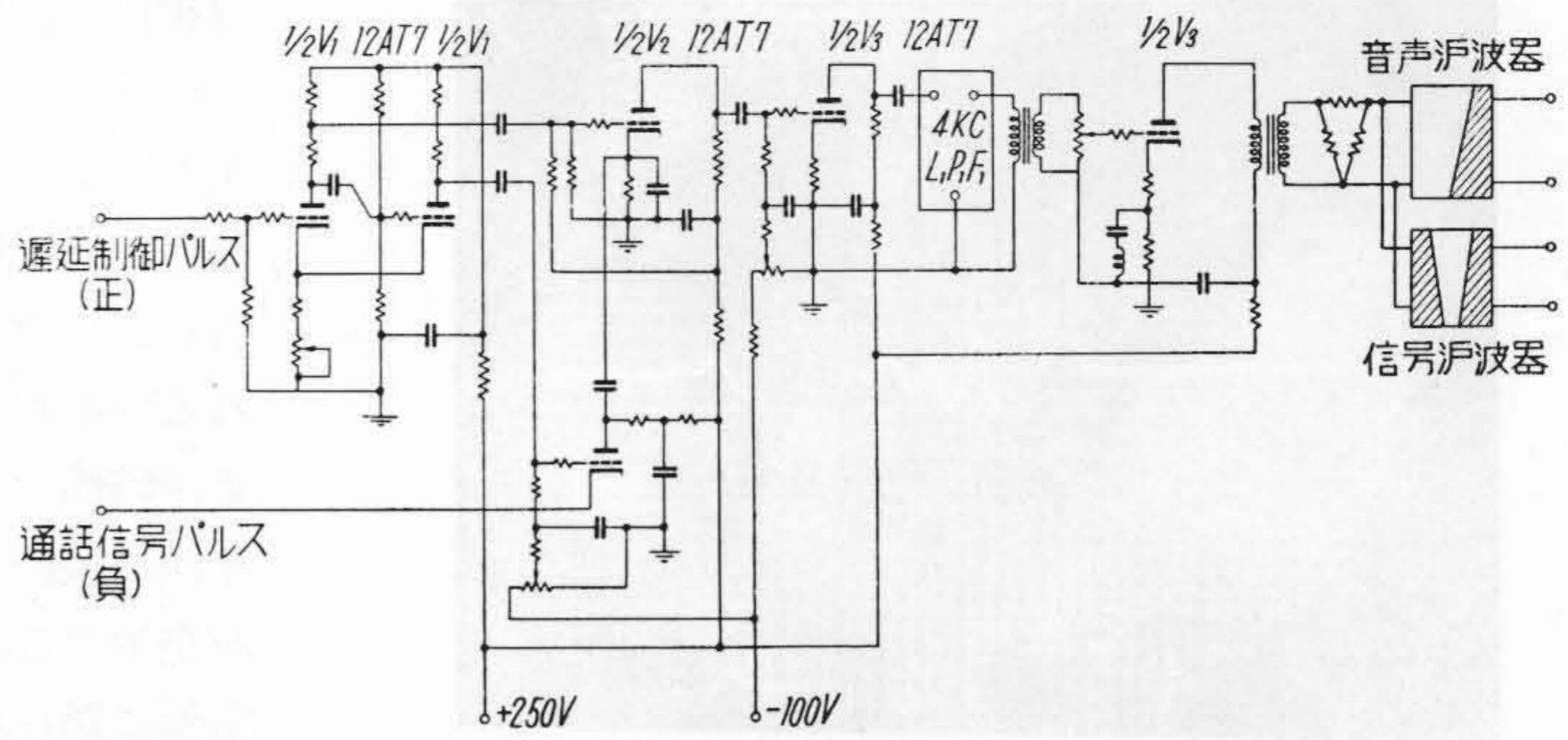


第7図 受信盤回路図

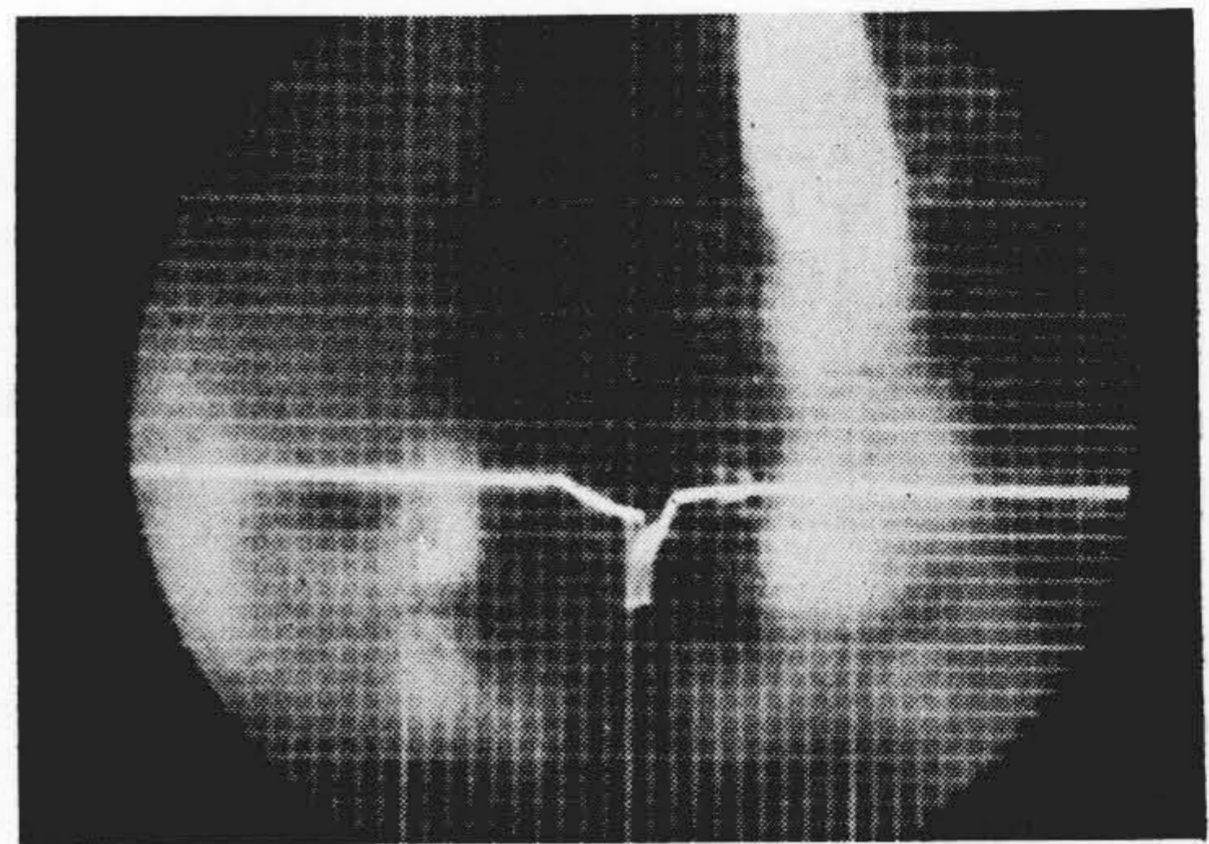
送られてきたパルス列は受信盤に入る。第7図は受信盤回路図である。パルスは V_1 により一旦増幅され V_2 および V_3 の3極部のカットオフ特性を利用してパルス波形のスライスを行ない雑音の効果を軽減する。本装置はパルスの後縁を通信に利用するよう設計されており、スライスされた波形は微分整形される。その一部は増幅され、極性負の通話パルス列を各復調器に供給する。他の一部は反射型遅延回路に供給されて同期パルスを分離しこれにより送信盤の場合と同様にマルチバイブレータの同期をとる。以下同様にマルチバイブレータの陽極波形におけるシャープドロップ特性を利用して、CR 回路により微分し、整形増幅して受信側における制御パルスとして用いる。この制御パルスは送信における場合と同様に制御パルス遅延回路に送られ、各通話路に応じて遅延させられた出力を通話路パルスの分離用ゲートとして用いる。受信盤の同期パルス分離回路における反射型遅延回路の特性インピーダンスは $1\text{ k}\Omega$ であり、送信盤の同期パルス発生回路の場合とは異なつて定電流電源型のものを用いた。

つぎに復調回路図を第8図に示す。遅延パルスはマルチバイブレータ V_1 に加えられ幅約 $4.4\ \mu\text{s}$ の極性正の通話路分離用ゲートパルスを発生する。これが V_2 の一方の3極部のグリッドに加えられ、このカソードには極性負の通話パルス電圧が加えられるから陽極側には特定の通話路に対応する出力のみ現われることになる。すなわちこの陽極における通話パルスの出力は、 V_2 の他方の3極部のカソードに接続されたCR 回路で積分され、第9図のごとき波形となる。この図においては V_2 の上方の3極部においてグリッドに加えられた負電圧（幅はゲートパルスに同じ）の影響が充電波形として通話パルス以前に現われていることが認められる。かくて V_2 の上方の3極部の陽極には第10図のごとき波形が現われる。すなわち矩形波に近い波形の前縁を一定させ後縁をPPM パルスにより切おとした波形が現われるのでこの上部をクリップして用いれば PPM→PWM の変換が行われる。この PWM 波形を低域濾波器に入れるとその出力側に信号が再現される。この信号電圧は一度増幅されたのち濾波器により音声周波と信号周波数に分けられる。第11図および第12図に、真空管の段間に使用した低域濾波器の構成およびその特性を示す。

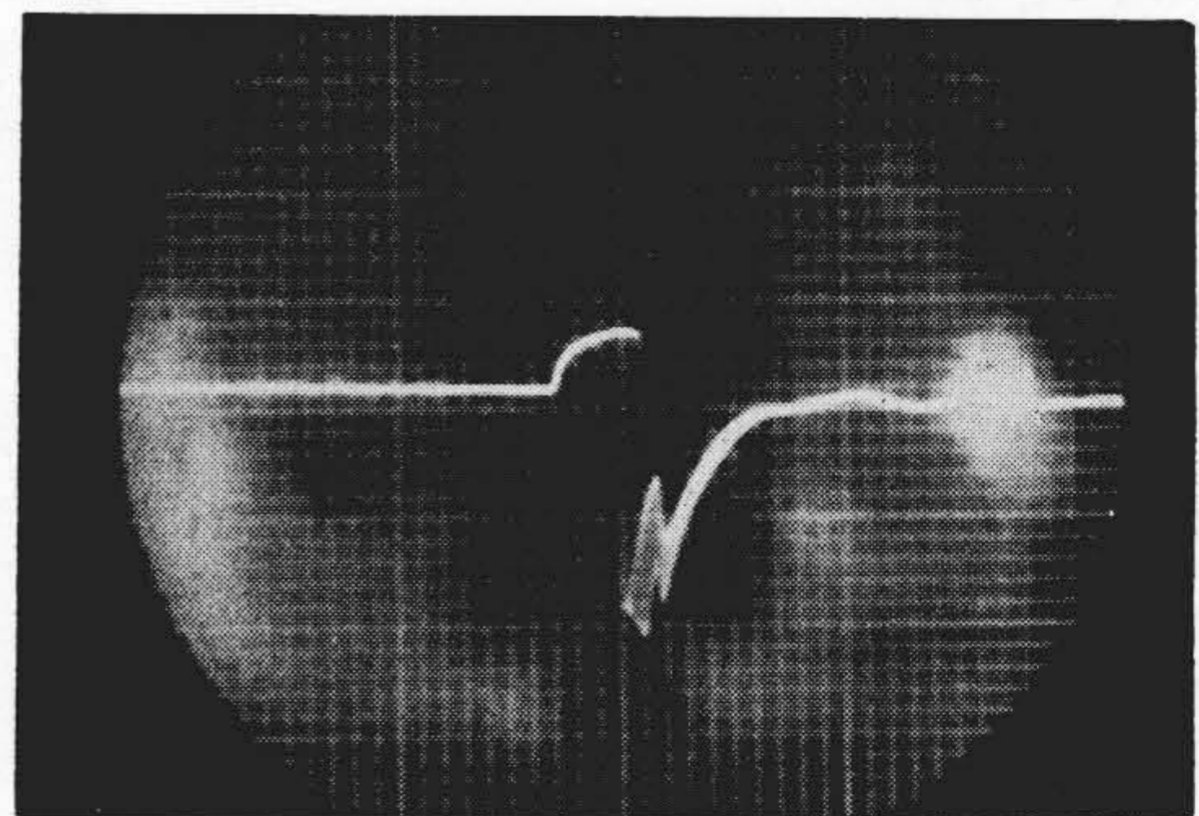
本装置の復調回路は従来の MT-2301 型および MT-2302 型とは全面的に異なつている。特にゲルマニウム整流器の使用は全面的に避けた。これは過去においてしば



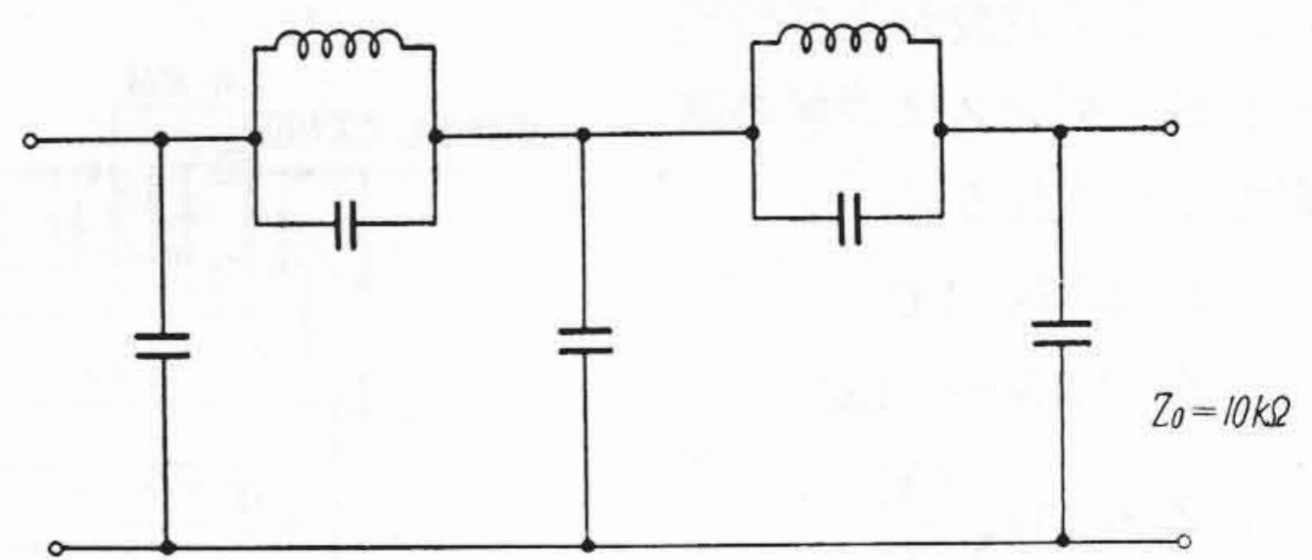
第 8 図 復 調 盤 回 路 図



第 9 図 復調回路 V_2 におけるカソードの波形

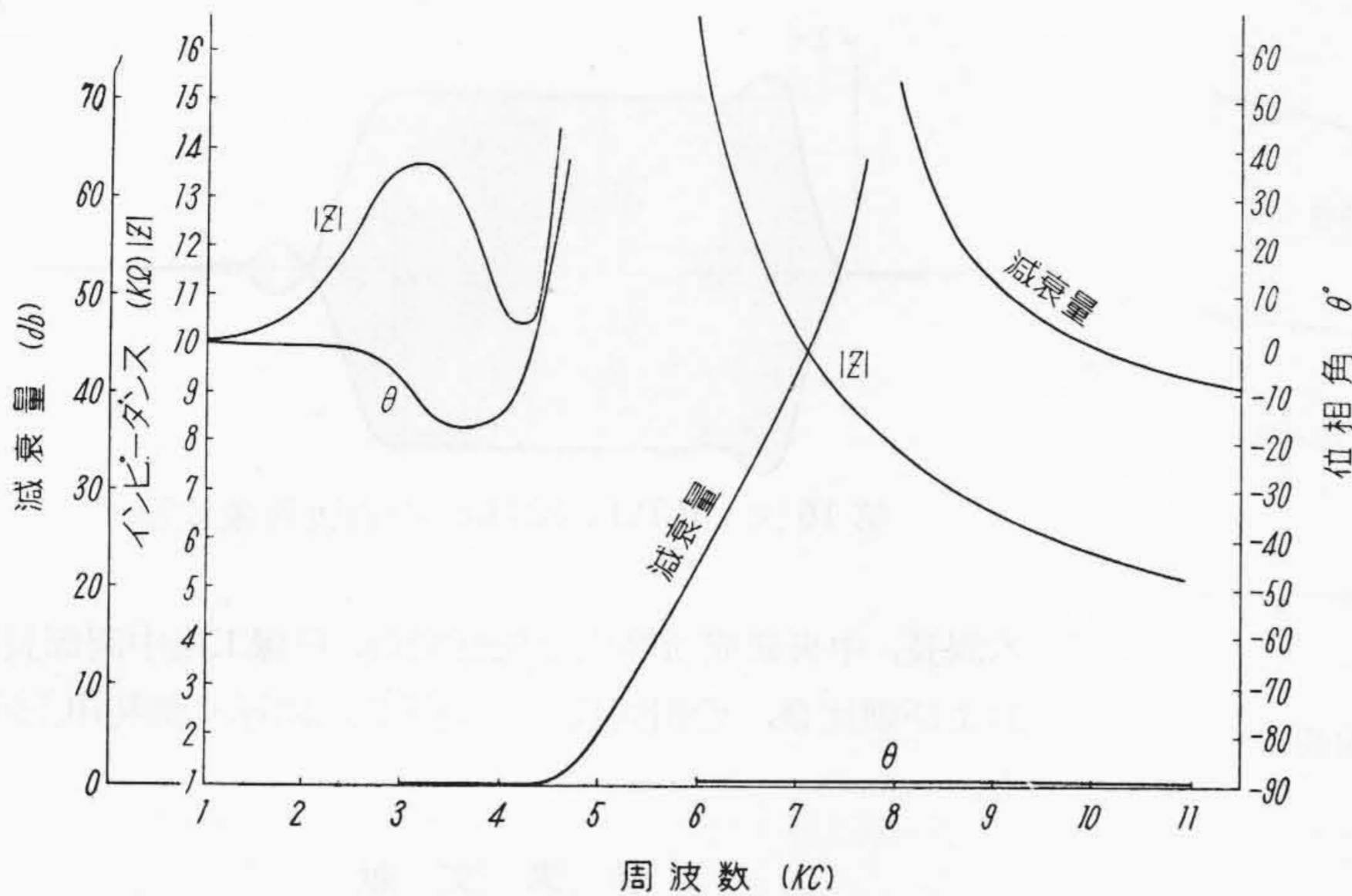


第 10 図 復調器 V_2 における陽極の波形



第 11 図 復 調 器 段 間 低 域 濾 波 器

しば温度上昇そのほかによる寿命の短縮によつてゲルマニウム整流器が雑音の原因になつたので特に避けたものである。



第12図 復調器段間低域濾波器特性

このため装置全体としては従来より真空管数が増加しているが、真空管の gm が半分まで下つても支障ないよう考慮したので真空管の有効寿命は従来の回路より長くなっている。

(3) 信号終端架

(A) 信号回路の動作

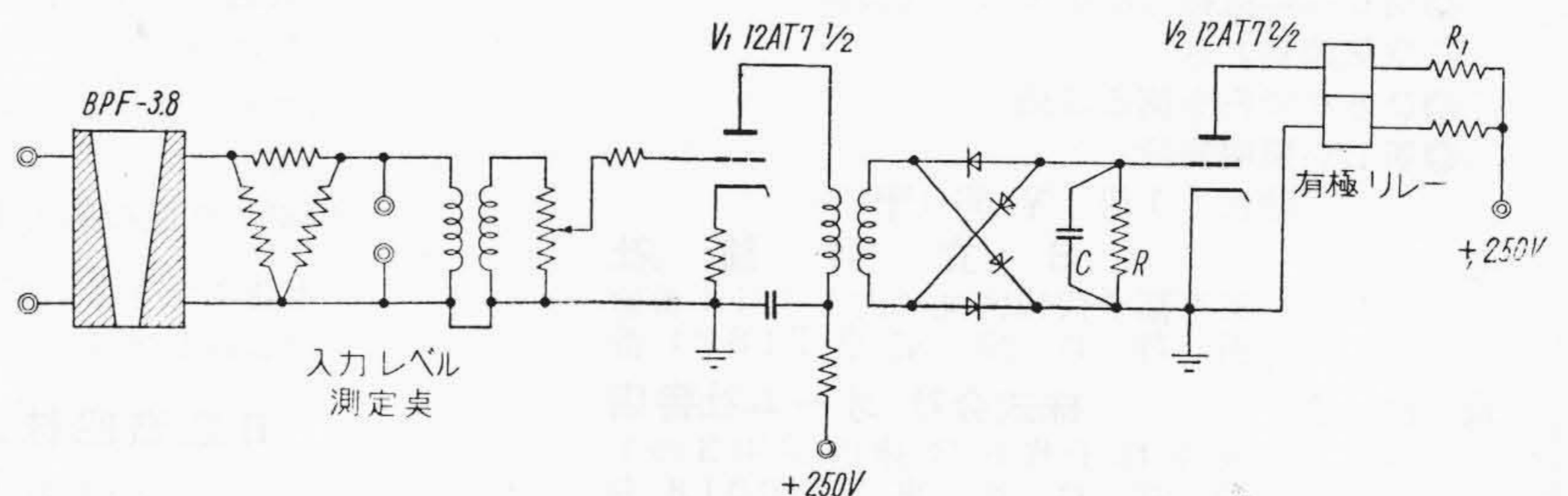
本装置の信号方式は信号周波数の 3.8kc を無通話時送出する通話帯域外 1 周波断続方式でダイヤル歪をできるだけ小さくするよう設計した。

この場合信号周波数の 3.8kc の受信入力レベル変動に対する有極リレーの動作は第13図のごとく標準レベルを通話信号 0 db に対して -8 db に選び ±10 db の信号レベルの変動に対しても有極リレーが確実に動作し、雑音による誤動作を防止するため標準より 20 db 下つたレベルの点では絶対に動作しないようにした。

(B) 信号回路およびその特性

前記の動作を満足するものとして、真空管 12AT7 を使用したとき第14図の回路により第15図のごとき特性が得られる。

第14図において平滑用蓄電器Cの挿入は時定数を長くすることを意味し電気回路でダイヤル歪を生ずるので良くない。有極リレー回路に 3.8kc の整流波形に含まれた 7.6 kc を基本波とする騒音の発生を問題としない場合は入れなくてもよいが CR = 0.1ms くらいならばまず問題でない。7.6 kc におけるリアクタンスは約 2.1kΩ で高調波は遙減されるので騒音は十分除去することができ、このCによるダイヤル歪はほとんど生じない。



第14図 信号回路図

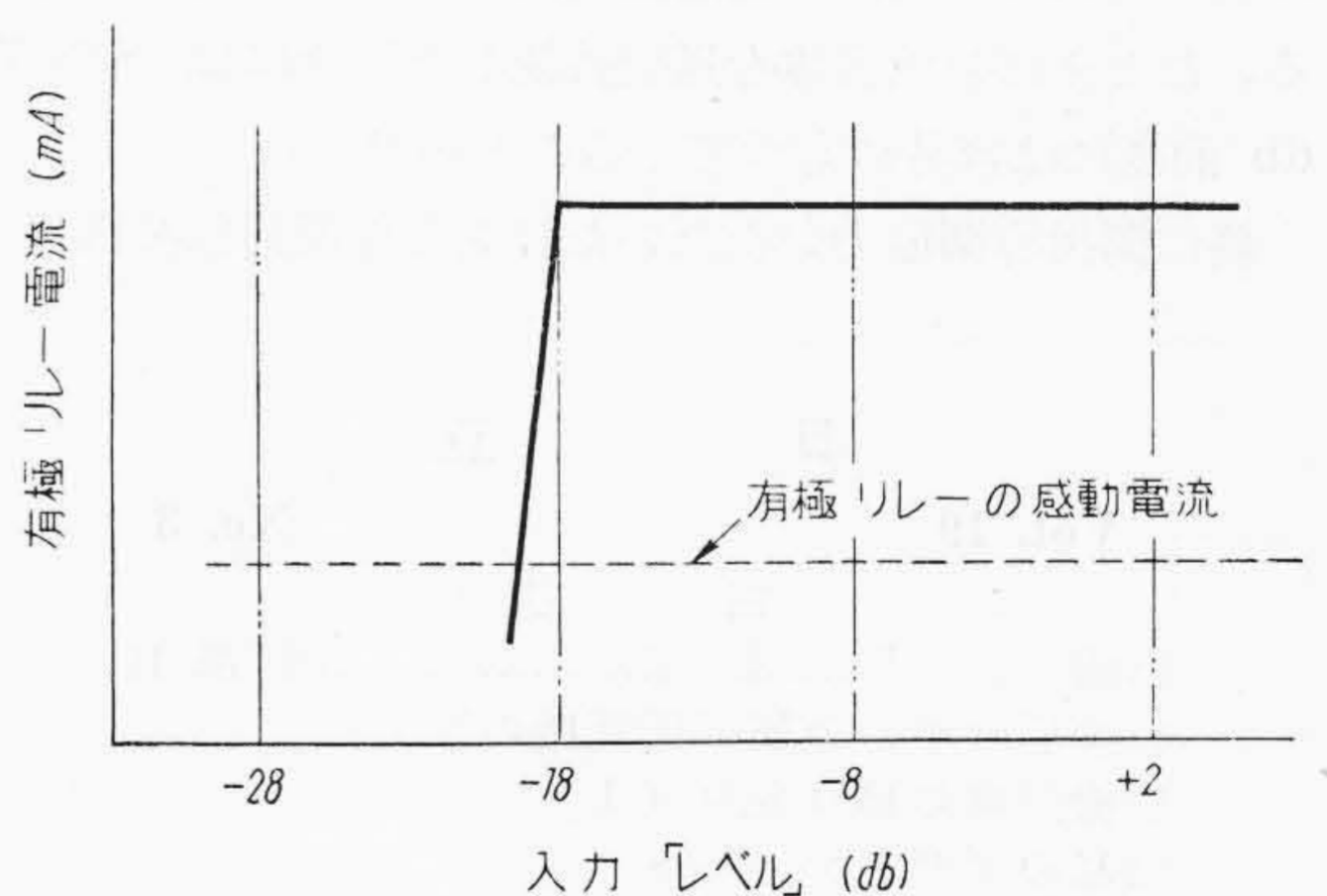
第15図は第14図において狭帯域濾波器が入らないときの動作特性と入つたときの総合動作特性を示すもので、狭帯域濾波器がない場合は信号入力波形は真空管 V₂ の格子に加わる整流電圧波形に過渡現象をほとんど生ずることなしに伝送されて真空管 V₂ をスイッチ動作させる。したがって真空管 V₂ の内部抵抗および直列抵抗の R₁ の和が有極リレーのインダクタンスに対して大であれば、有極リレーの駆動電流における過渡現象の時定数が小さいので、第14図のごとく有極リレーと直列に真空管 V₂ を接続するような回路においてはダイヤル歪は比較的少く、単に有極リレーの磁気、機械的

原因によるもののみとなり、第15図の点線に示すごとくきわめて少い。したがって信号回路系統においてダイヤル歪を生ずる主因は狭帯域濾波器の過渡現象にある。

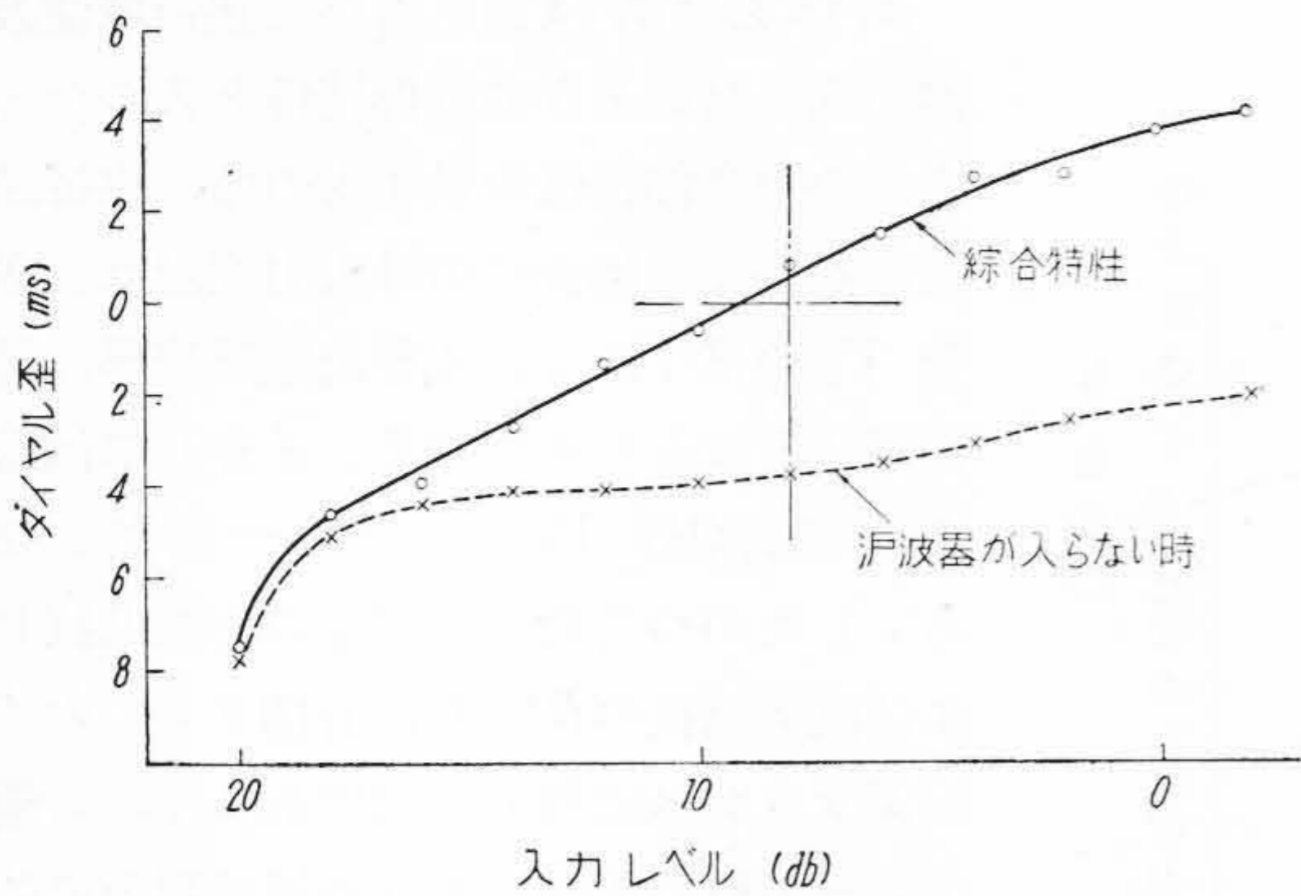
第16図は本装置に使用した狭帯域濾波器の過渡現象を示す波形で、これを整流して真空管 V₂ を制御すれば、信号周波の入力レベル変動に対してダイヤル歪を生ずることは避けがたく、

τ: 成生時間

f: 狭帯域濾波器の帯域幅



第13図 有極「リレー」の動作「レベル」



第 15 図 有極「リレー」動作特性曲線

とすれば,

$$\tau \approx \frac{1}{f}$$

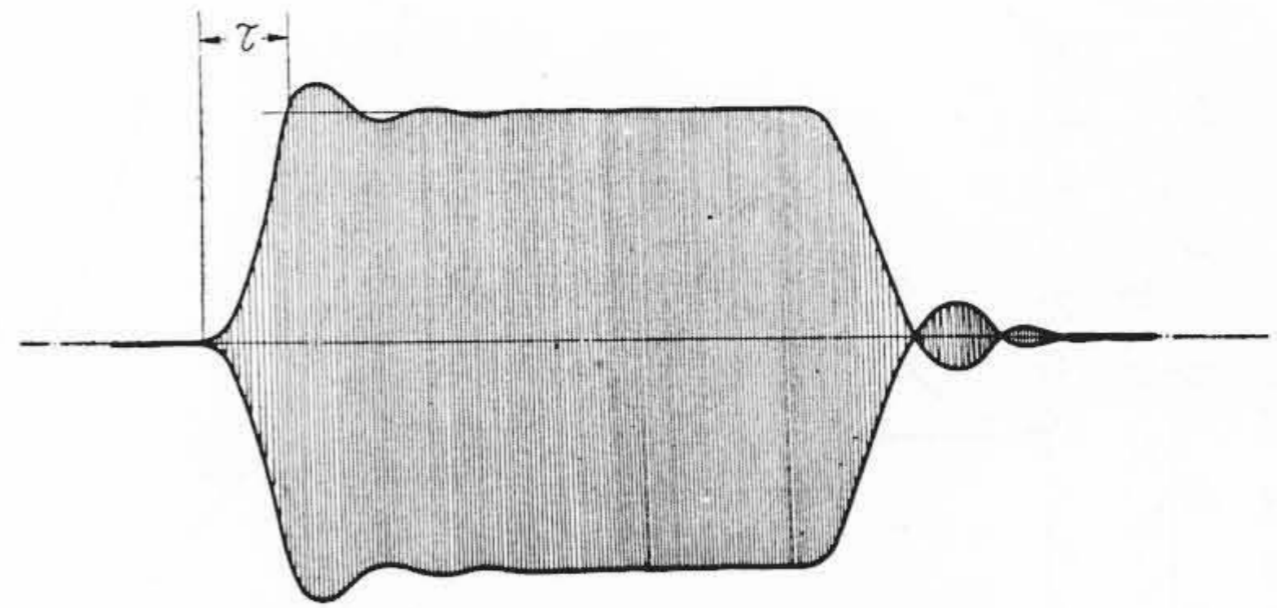
なる関係がある。

たとえば本装置におけるごとく狭帯域濾波器の通過帯域幅を約300 c/s とした場合には $\tau \approx 3 \text{ ms}$ となり, 第 15 図に示すごとく信号周波の入力レベルの $-8 \pm 10 \text{ db}$ の変動に対し約 6 ms のダイヤル歪の幅を生ずる。

〔III〕 結 言

以上 C.C.I.R. 規格に準拠した PPM 端局装置の回路につき概要を述べた。本回路は従来のものに比し調整保守は若干楽になり, かつ安定度も向上しているものと考えられる。たとえば装置自体を送受接続した場合には S/N 70 db 前後には容易にもつてくることのできた。

終に御指導御協力いただいた日立製作所通信技術部三



第 16 図 B.P.F.-3.8 kc の過渡現象波形

木課長, 中央研究所高田主任研究員, 戸塚工場中岡部長, および朝比奈, 菅田両氏ほか関係各位に厚く御礼申上げる。

参 考 文 献

- (1) 波多野: 日立評論 36, 1359 (昭 29-9)
- (2) 三木ほか: 日立評論 37, 1605 (昭 30-12)
- (3) 三木, 長浜: 通信工学講座 昭 31, 共立社
- (4) J.B. Hickey: I.R.E. Conv. Rec Part 3 (1955)

軽快な運行!

日立エレベータ

エスカレータ

ダムウエータ

日立製作所

日 立

Vol. 19
No. 3

目 次

- ◎随 想.....服部良一
- ◎生活の中の金属 (圧延機の歴史)
- ◎機関車の移り変わり (1)
- ◎私のデザインノート
- ◎電気のメモ
- ◎ショールーム (扇風機)
- ◎わが家の調理室
- ◎明日への道標 (高圧ガス圧送装置)
- ◎空気調和と水
- ◎ひとりで色を測る器械
- ◎新しい照明施設

誌代 1冊 ¥ 60 (〒12)

発 行 所 日 立 評 論 社

東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地
振替口座東京71824番

取 次 店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区神田錦町3の1
振替口座東京20018番

日 立 造 船 技 報

Vol. 18
No. 1

目 次

- ◎球面状鏡板の座屈に関する研究
- ◎日立 B&W ディーゼル機関の低質燃料油使用によるシリンダライナの摩耗について
- ◎電子管式高速度計数器の試作とその応用
- ◎種添加法による加圧真空併用式製塩装置について
- ◎吸込ノズルが渦巻ポンプ性能におよぼす影響について
- ◎ローラチェーンの走行面における振動について
- ◎ボイラ胴の応力集中問題の一計算公式

本誌につきましての御照会は下記発行所へ御願致します。

日立造船株式会社技術研究所

大阪市此花区桜島北之町60