

PF-121-S 型 200 Mc-FM 多重無線電話装置

三 木 正 一*

Type PF-121-S 200 Mc-FM Multi-channel Radio Telephone Equipment

By Syōiti Miki

Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Communication circuits serving electric railways are laid usually on the side pole. Hence they often fail to make a good circuit because of much noise due to induction from feeder line. Also, they, consisting of bare line in general, are subject to direct effect of accident when it occurs on feeder line and trolley wire in wild weather for instance, and become incapable of transmitting intelligence, in defiance of the fact that their service is all the more essential just in such events.

To alleviate such an awkward situation, the Nagoya Railways Co. has determined the exclusive use of its four channels including a voice frequency channel as multi-channel radio telephone circuit in 200 Mc band in order to adopt Hitachi's Type BT-32 bare line carrier telephone equipment.

The same equipment, as introduced herein, is complete with a radio set with antenna and a repeating equipment which enables one step connection of Type BT-32 carrier telephone either to radio set or wired circuit as the case may require.

The radio set is designed to the following specifications:

Transmitter:

Frequency: 192.28 Mc (for Nagoya transmission)
196.96 Mc (for Gifu transmission)

Oscillator and modulation system: Crystal controlled phase modulation

No. of frequency multiplication: ... 48

Receiver:

VHF input voltage: 50 μ V

Receiver system: Crystal controlled double superheterodyne

Antenna: Four element "Yagi"

Gain: 8 db

Impedance: 75 Ω

〔I〕 緒 言

近時超短波無線技術並びに搬送技術の進歩は各方面に多重無線回線の利用を推進し、国内長距離中継回線は勿

* 日立製作所戸塚工場

論電力、電鉄等の公共事業の通信回線としてこれが使用の気運が起りつゝある。この時にあたり名古屋鉄道株式会社に於ては名古屋一岐阜間約 30 km の間に従来裸線搬送電話3通話路の搬送電話端局を施設せられていたが、この端局装置を利用して、同区間に超短波多重無線回線

を計画せられた。

一般に電鉄会社の通信線路は電車線に添架せられることが多く、必然的に電車線より発生する雑音のため回線の質はあまり良好でないのが通例である。又電車線事故、暴風雨等により、特に通信の確保の必要な時にしばしば不通となることも多く、これを無線回線として、通話の質を向上し、且つ非常時に切断することのない安全な通信回線とすることは事業運営上誠に適切な措置と考える。

電々公社に於ては 200 Mc-FM 多重通信は既に実用に供せられているが、電鉄としては初めてのものであるので、今回の例を述べ斯界の各位の御参考に供すると共に御批評を得て更に一層完全な装置を供給したい念願からこゝにその概要を発表する次第である。

〔II〕 計 画 の 概 要

この計画は実に昭和 26 年末に名古屋鉄道株式会社に於て計画せられたものである。同社の重要通信回線である新名古屋駅と新岐阜駅間には多数の実回線の他に、搬送電話 3 通話路があり、これをその端局を利用してそのまま無線回線として、緒言にも述べた如く通話の質を向上するのみならず、安全な回線を得ることを目的とせられた。従つて搬送電話端局は有線無線接続装置を通じて有線回線にも、無線回線にも何れにも一挙動で任意に切換え得ることが必要となつた。

又無線回線電波としては諸般の事情を考慮して VHF 帯を使用することとなり、多重通信路のとれる 200 Mc が希望せられた。

又利用すべき搬送電話端局装置は日立製作所製 BT-32 型 3 通話路裸線搬送電話端局装置で、名古屋側送りの周波数は 6, 9, 12 kc の上側波帯、岐阜側送りの周波数は 21, 25, 29 kc の下側波帯で、この外に音声周波通話路を含み合計 4 通話路、無線機並びに有線無線接続装置としては将来更に搬送 3 通話路を追加実装することを考慮に入れることとなつた。

機器装置の設計を行う前に両地点間の電波伝播測定を昭和 26 年 12 月に実施した。この場合周波数は未定であるし、且つ実験を早急に行うため日立製作所が免許を得ている実験無線局を用いて測定を行つたので、使用周波数は 151.89 Mc であつた。

両地点間は特別に伝播上不都合な地物はないが、名古屋側は丁度電波の通路上に国鉄名古屋駅の鉄筋コンクリート建物があり、これの上を電波通路とする必要があるので空中線高として地上 30 m 以上を必要とする。

この伝播状況調査の結果を第 1 表に一覧表として示す。

第 1 表 名古屋～岐阜間電波伝播状況

Table 1. Results of Propagation Test between Nagoya and Gifu

項 目	記 事
通信地名	名古屋市名古屋鉄道株式会社本社～岐阜市名古屋鉄道新岐阜駅間 距離 29.6 km
使用周波数	151.89 Mc
空中線高	名古屋側地上 30 m, 岐阜側地上 25 m
使用空中線	三素子八木空中線 利得 6.5 db
使用饋電線	75Ω ポリエチレン充実型高周波同軸ケーブル、損失 75 db/km 名古屋、岐阜共 50 m 使用
送信機出力	50 W
測定結果	実測に依る伝播損失約 116 db 電界強度 41.5 db 受信入力電圧 37 db (1μV=0 db として 70 μV) S/N 40~45 db (1kc 15rad 変調) 電界強度の変動 2~3 db

この測定の結果これを 200 Mc に引き直せば、送信機終段管として 2B29 を使用するとして、その能率低下を見越し、送信機出力を 30 W、周波数の増加による電界強度の低下は計算により約 2.5 db、従つて高利得の空中線及び低損失の饋電線を使用することに依り、この両者を補い得るので 200 Mc 帯の多重回線は十分実用し得るとの結論が得られた。

その結果早速電波管理局に出願せられ、使用周波数は下記の如く決定せられたのである。

名古屋側送信	192.28 Mc
岐阜側送信	196.96 Mc

〔III〕 使用機器の概要

使用機器の仕様の概要は次の如くである。

(1) 送 信 機

1. 送信周波数 名古屋側..... 192.28 Mc
岐阜側..... 196.96 Mc
2. 発振方式並びに周波数逡倍数.....
水晶制御位相変調 48 逡倍
3. 周波数安定度.. 5×10^{-5} ($-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$)
4. 送信機出力..... 30 W
5. 不正輻射強度....搬送波に対し -60 db 以下
6. 変調歪率..受信機と総合し -45 db 以下
7. 信号対雑音比..受信機と総合し 50 db 以上

8. 変調周波数特性...6~30 kc の間で変調指数を 2 に保つための入力レベル偏差は 2 db 以内
9. 変調入力インピーダンス.....
600 Ω ± 20% (0.3~30 kc)
10. 出力回路の整合...75Ω 同軸ケーブルを通じて定在波比 2 以下の負荷に整合
11. 励振電力変化の影響 各段の励振電流を 25% 減じた場合、出力は 10% 以上変化しないこと
12. 警報装置 出力 3 db 低下に於て可視可聴の警報を発する

(2) 受信機

1. 受信可能周波数..... 188~200 Mc
2. 局部発振器周波数安定度.....
 5×10^{-5} (-20°C ~ +50°C)
3. 中間周波帯域幅..... 3 db 低下で 180 kc 以上
4. 中間周波増幅器濾波特性 21 db/Octave 以上
5. 受信機 定格入力電圧..... 50 μV
6. 擬似周波数感度..... -60 db 以下
7. 出力レベル..... 標準 0 db 最大 5 db
8. 受信機入力インピーダンス 75Ω 同軸ケーブルを介して輻射インピーダンス 75Ω の空中線に整合する
9. 周波数特性 6~30 kc の範囲で偏差 2 db 以内
10. 警報 受信機入力電圧が定格に対して 20 db 以上減少したとき及び受信機故障の場合可視可聴の警報を発する

(3) 空中線

1. 水平型半波長 4 素子指向空中線で 40 m/sec の風速に耐える

2. 輻射インピーダンス 使用周波数に於てこれに接続した 75Ω 同軸ケーブル内の定在波比 2 以下
3. 空中線利得..... 8 db 以上

(4) 有線無線接続装置

この装置は日立製作所製 BT-32 型搬送電話装置による搬送 3 通話路と音声 1 通話路を無線装置に接続する装置で、将来更に搬送 3 通話路増設せられることを考慮に入れて設計する。

有線回線と無線回線の切換えは一挙動で行い得る必要がある。

この装置には振幅制御盤を実装し、音声の尖頭電圧により無線送信機の変調指数が一定値即ち $m=2$ 以上になることを防止するための瞬時動作振幅制御回路を収容する。

以上の如き仕様の下に機器を製作した。これらは第 1 図の如き配置で使用せられる。

次に各機器に就きその内容を紹介しよう。

〔IV〕 送信機

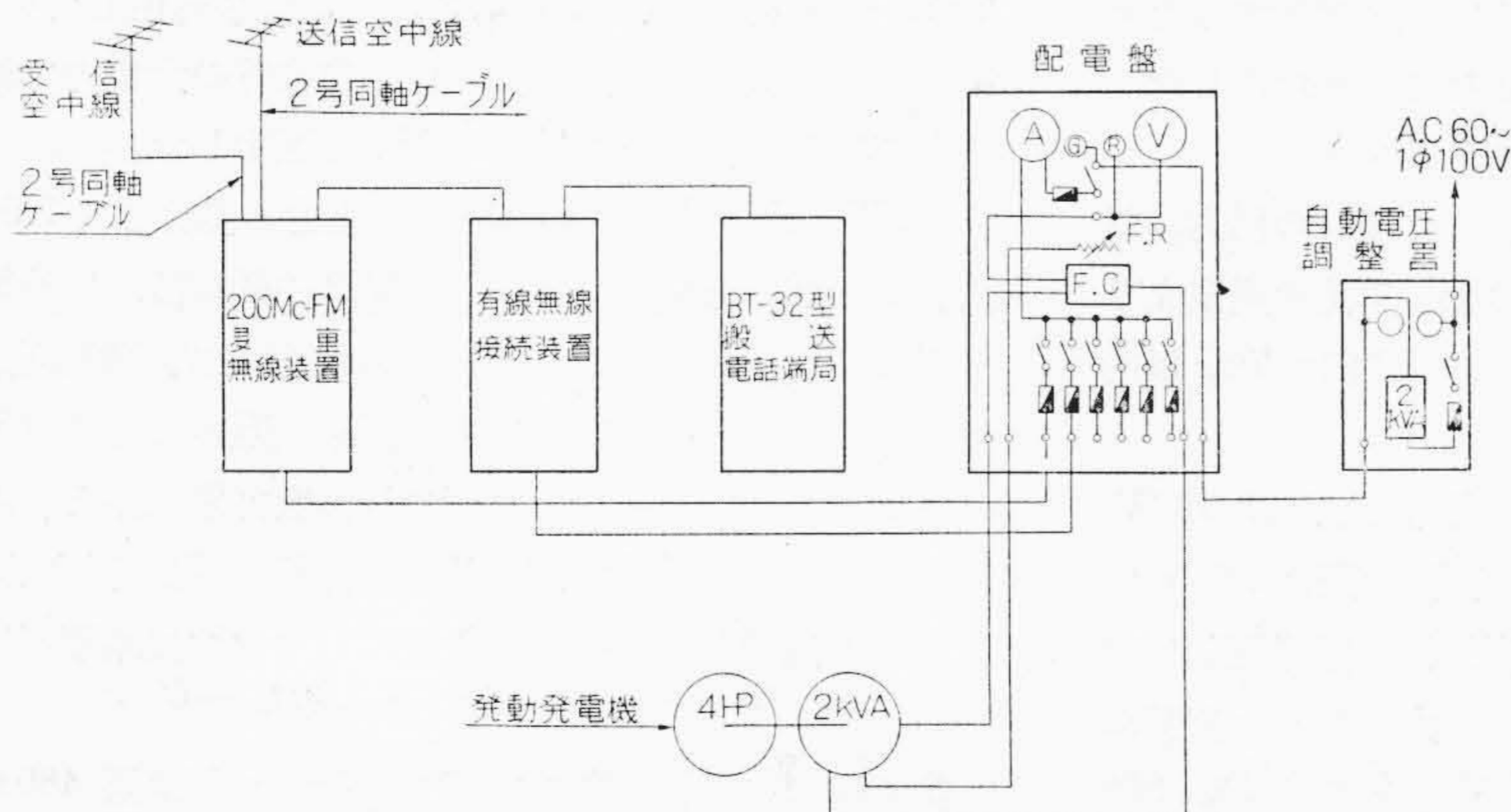
送信機の電氣的性能は第〔III〕章(1)に於て述べた如くで、それを實現するため第 2 図(次頁参照)の如き真空管配置を用いた。

図より明らかなる如く水晶発振器に於て送信周波数の 48 分の 1 の周波数を発振せしめる。通例この程度の周波数帯に於ては送信機通倍数として 96 通倍が用いられるが、本機に於ては変調回路に特殊な変調回路⁽¹⁾を使用したため 48 通倍で十分所期の目的を達し得た。

その結果不正輻射の減少、非直線歪の減少等に貢献する処が大であつた。

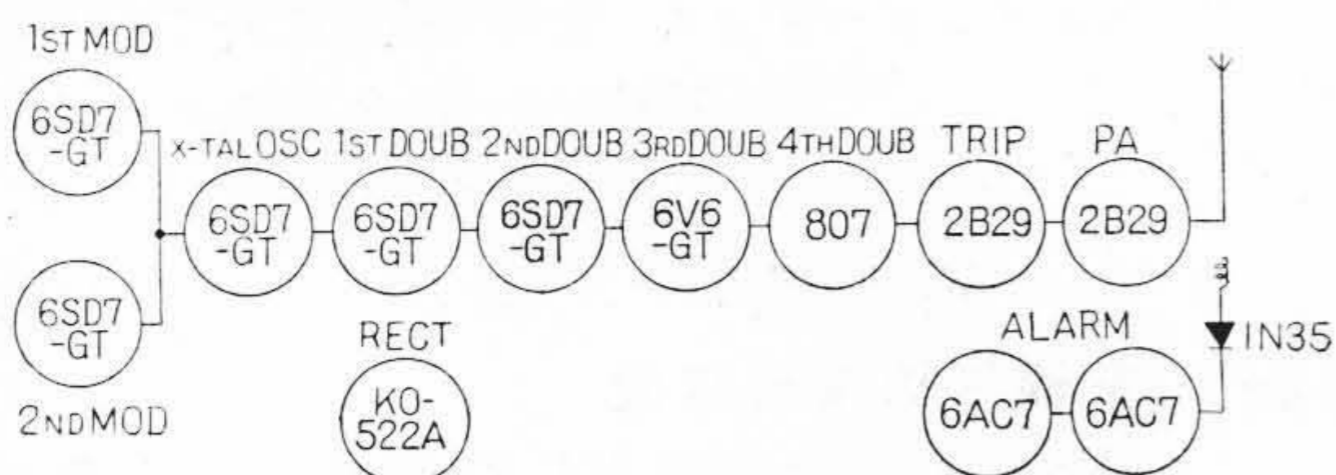
次に周波数変調多重電話に於ける占有周波数帯は非常に複雑であるが、今 30 kc の単一周波数で変調指数 2 の位相変調を行つたとすればその場合の所要帯域幅は 180

kc となる。電力増幅段に於ては搬送周波数と、所用帯域幅との比は非常に大きいので問題はないが、通倍段の初段になる程変調指数は小となるが所要帯域幅は最大変調周波数だけ必要である。



第 1 図
機器配置

Fig. 1.
Lay Out of Equipment



第 2 図 送信機真空管配置
Fig. 2. Tube Line Up of Transmitter

従つて第 1 通倍管陽極回路が一番問題となる。同調回路の Q を 50 と仮定すれば、同調周波数が 8 Mc 附近であるので増幅度が半分になる帯域幅は約 160 kc となるので $f \times 2 = 60$ kc の 2 倍以上あり一応問題はないと考えられる。しかし同調ずれに依る歪は問題となると考えられるので注意せねばならない。

電力増幅管として 2B29 を使用したが、この球は 150 Mc 附近迄は定格通り使用出来るが今回の如く 200 Mc に於てどの程度使用出来るかを測定してみると、出力を 30 W とれば陽極能率約 40% で動作し、従つて陽極損失約 45 W となり、強制空冷で使用せねばならぬことが明らかとなつた。

かくの如くしてして製作した送信機は第 3 図の如く幅 480 mm, 高さ 250 mm, 奥行 190 mm に納つた。

この送信機の二三の特性を述べる。

(1) 送信機出力は終段管入力 500 V, 190 mA, 75 Ω 抵抗負荷で測定した処出力 38 W を得たので陽極能率は 40% で、その時の励振電力は 3 W 強であつた。

(2) 不正輻射強度に就いては、現地納入後東海電波管理局の検査に於て -60 db 以下で測定不能であつた。

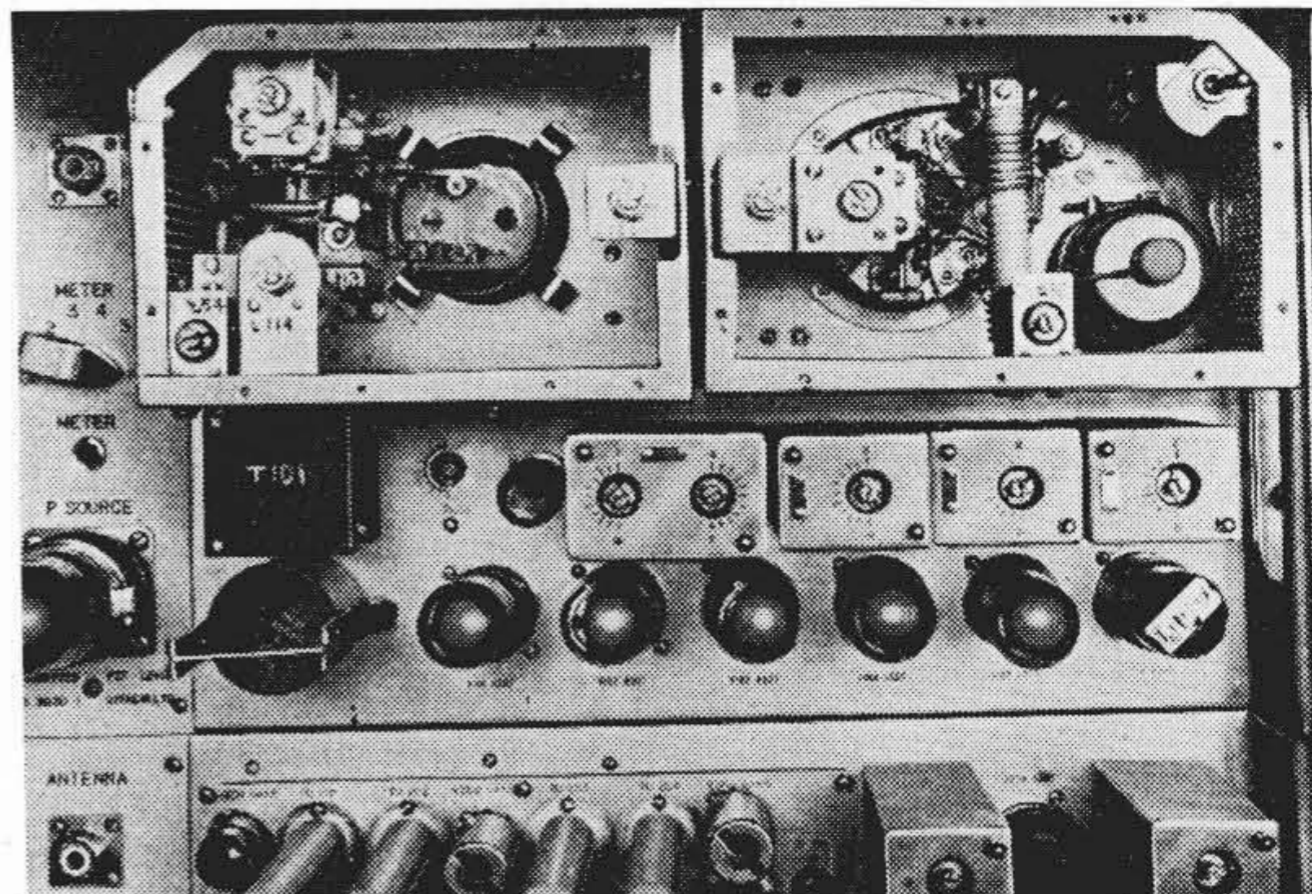
(3) 変調歪率に就いては受信機と総合して測定した結果 -45 db 以下の規格を十分満足した。

(4) 信号対雑音比は受信機と組合せ測定した結果変調周波数 1 kc に於て 51 db, 6 kc に於て 57.5 db, 15 kc に於て 52.5 db となつた。

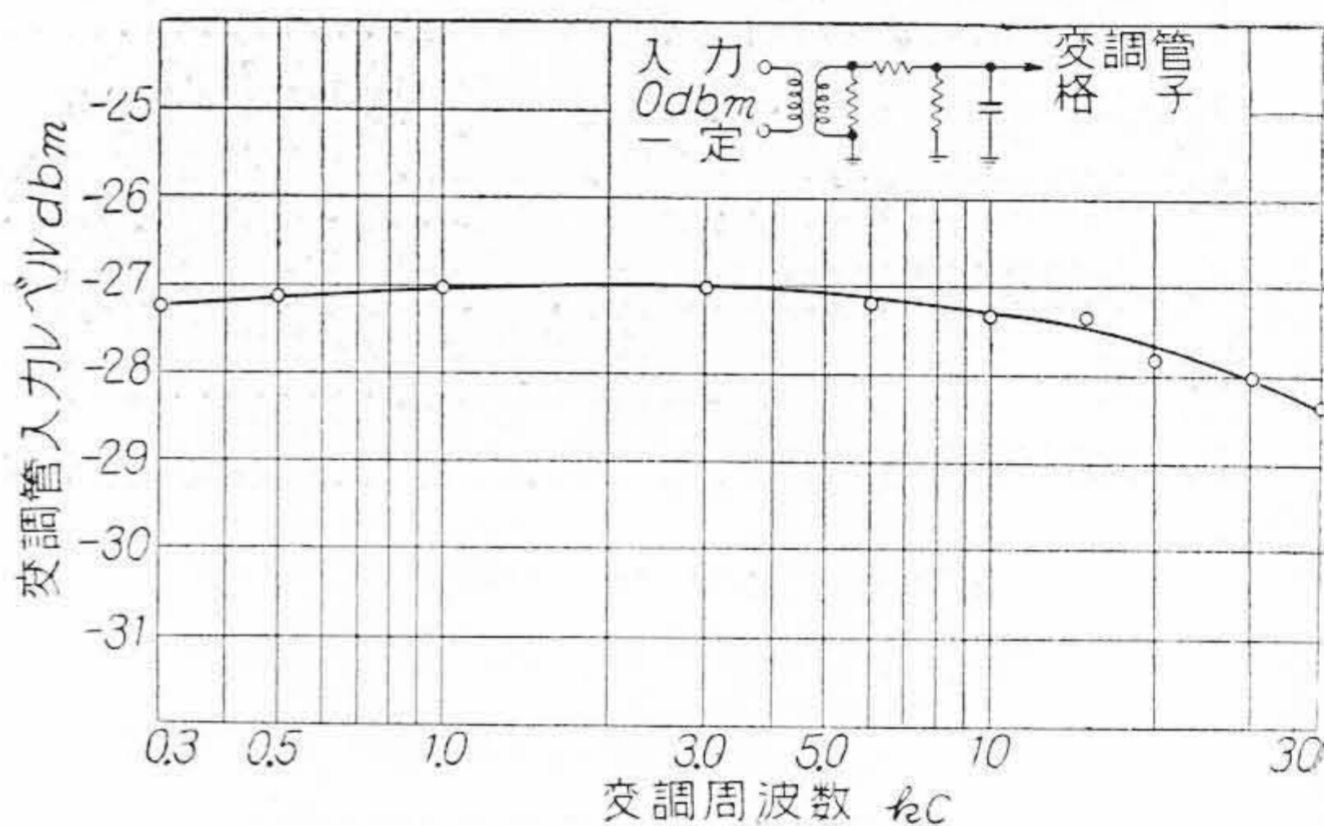
(5) 変調周波数特性 純然たる位相変調とするため変調回路は 0.3~30 kc の間周波数特性を平坦にした。第 4 図にその回路並びに周波数特性を示す。

(6) 励振電流を各段 25% 減少した場合の出力に対する影響を測定した結果、どの段の励振電流を規定より 25% 低下せしめても最大の場合出力の低下は 7% 以内に止まつている。

(7) 電源 最後に送信機のみ電源入力は 100 V, 5.7 A で、直流高圧側は 500 V で、直流中圧は 250 V である。250 V の電圧は高圧側より直列抵抗で降圧して取出している。直流のリップル含有率が大であると変調に悪影響があるので特に注意し、500 V に於て 0.5%, 250 V に於て 0.03% となつている。



第 3 図 送信機表面 (除カバー)
Fig. 3. Front View of Transmitter (Without Cover)



第 4 図 変調周波数特性
Fig. 4. Modulation Frequency Character

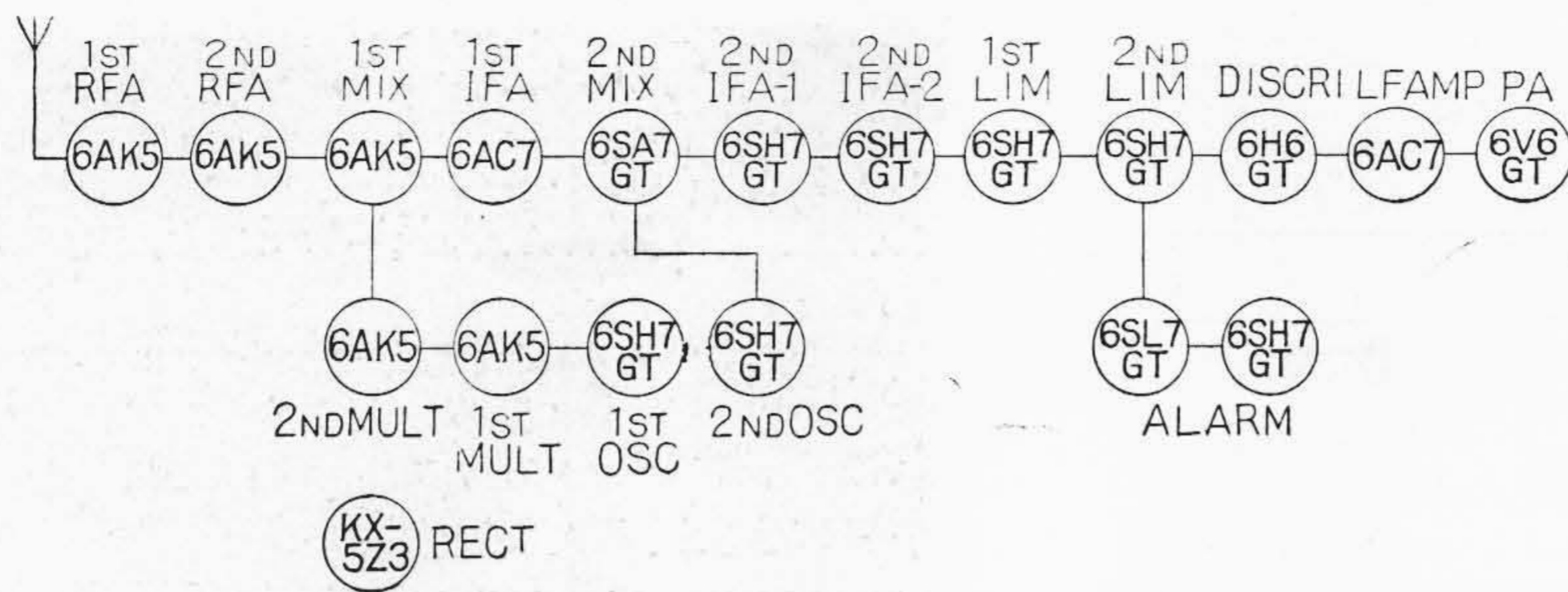
〔V〕 受 信 機

受信機の電気的特性は第〔III〕章(2)に於て述べた通りである。真空管配置は第 5 図の如くである。

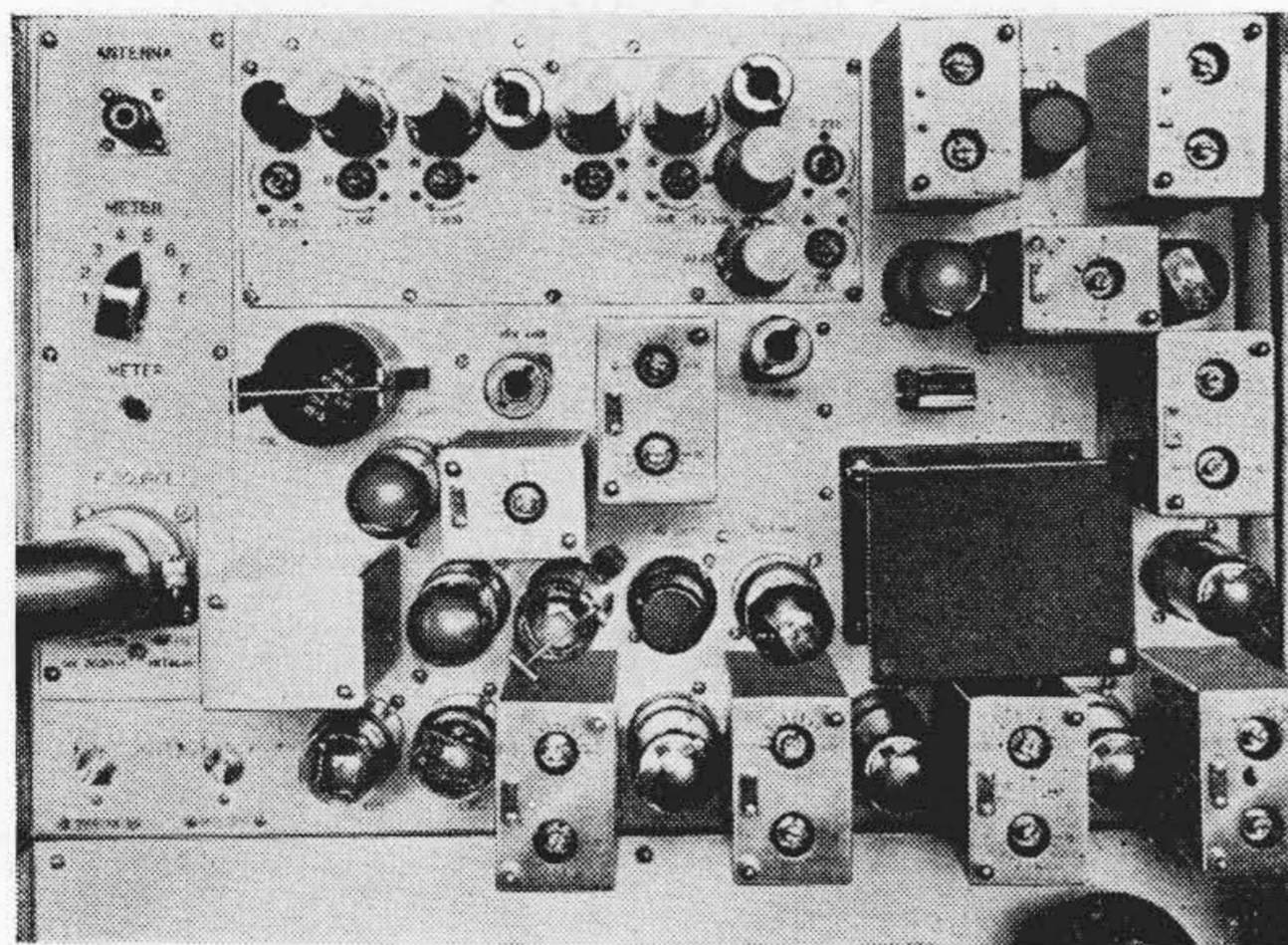
図より明らかな如く、高周波増幅 2 段を 6AK5 で行い各段間は同軸型共振器を容量結合により二重同調とした。第 1 混合管は 6AK5 を用い、第 1 局部発振器は 6SH7-GT を用い、6AK5, 2 段で周波数通倍している。第 1 中間周波数は放送電波、標準電波等の大電力で輻射されている周波数をさげ、22 Mc を選定した。

6AC7 で増幅後第 2 局部発振器出力と混合して 7.5 Mc の第 2 中間周波数を得ている。第 2 中間周波段は 6SH7-GT 2 段を使用し、これらの出力回路は二重同調回路を用い必要な帯域幅を得ている。振幅制限器として 6SH7-GT 2 段を用い、その出力側に周波数弁別回路と警報回路とがある。周波数弁別回路の出力側に減衰等価回路を入れて各通話路のレベルを一定にして低周波増幅器に至っている。

第 6 図に受信機の外観を示す。その寸法は幅 480 mm 高さ 300 mm, 奥行 190 mm である。



第5図
受信機真空管配置
Fig. 5.
Tube Line Up of Receiver



第6図 受信機表面
Fig. 6. Front View of Receiver

次にこの受信機の二三の特性を述べる。

(1) 中間周波濾波特性

綜合濾波特性を第7図に示す。図より明らかな如く 3 db 低下で帯域幅は 180 kc を十分満足し、減衰度は ± 150 kc の処を基準にとれば ± 300 kc の位置で十分 21 db/octave を満足している。

(2) 振幅制限特性

受信機高周波入力電圧対周波数弁別器出力電圧を測定した結果は第8図の如くで、この受信機の定格入力 50 μV に於ては十分振幅制限器の動作する範囲に入っている。

(3) 擬似周波数感度

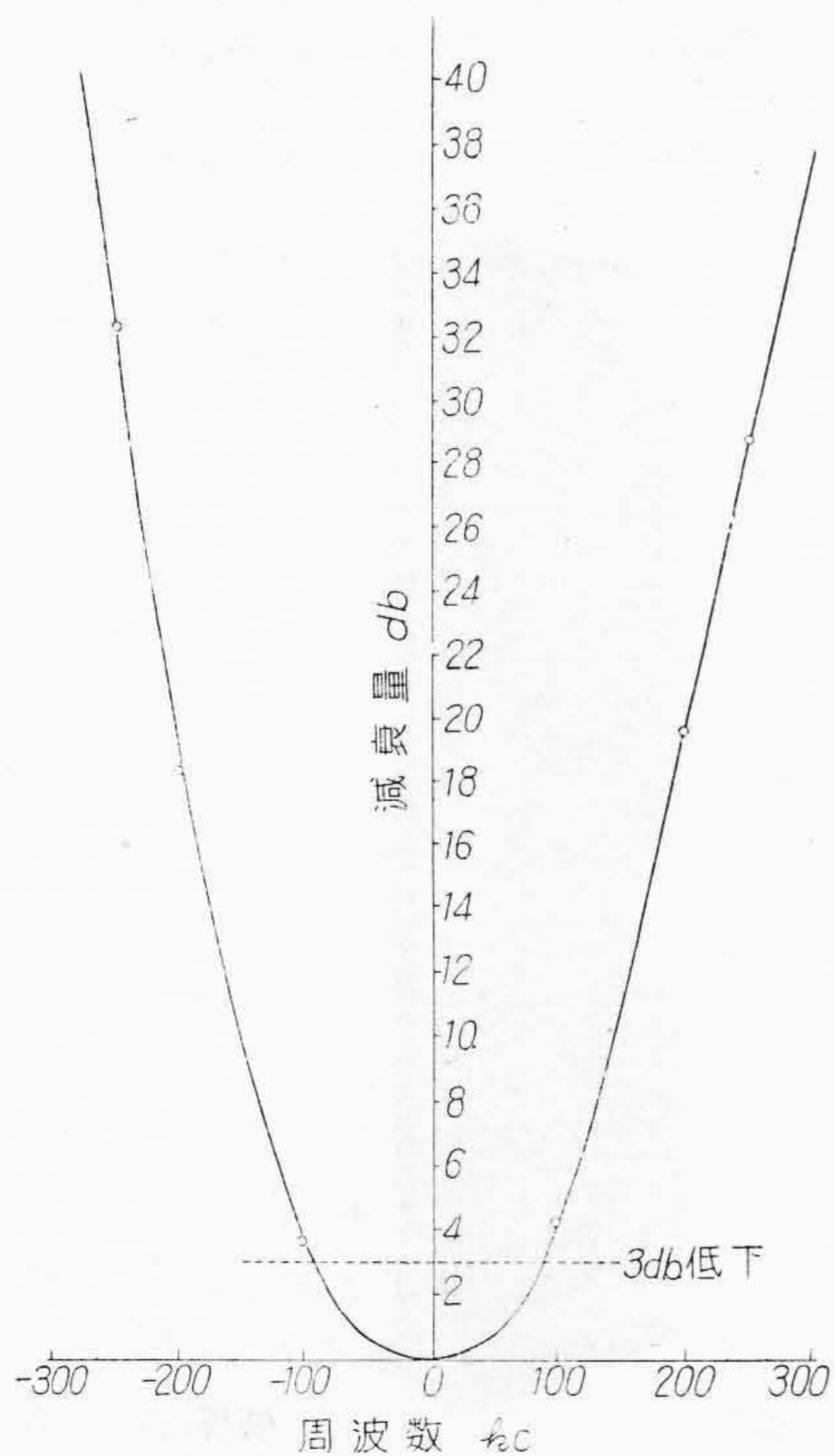
第1振幅制限器出力電圧を 2 V とする信号入力電圧と擬似周波数入力電圧との比を除去比としたとき二、三の周波数に於て除去比 62 db 以上、他の各周波数に対し除去比 66 db 以上を得た。

(4) 周波数特性

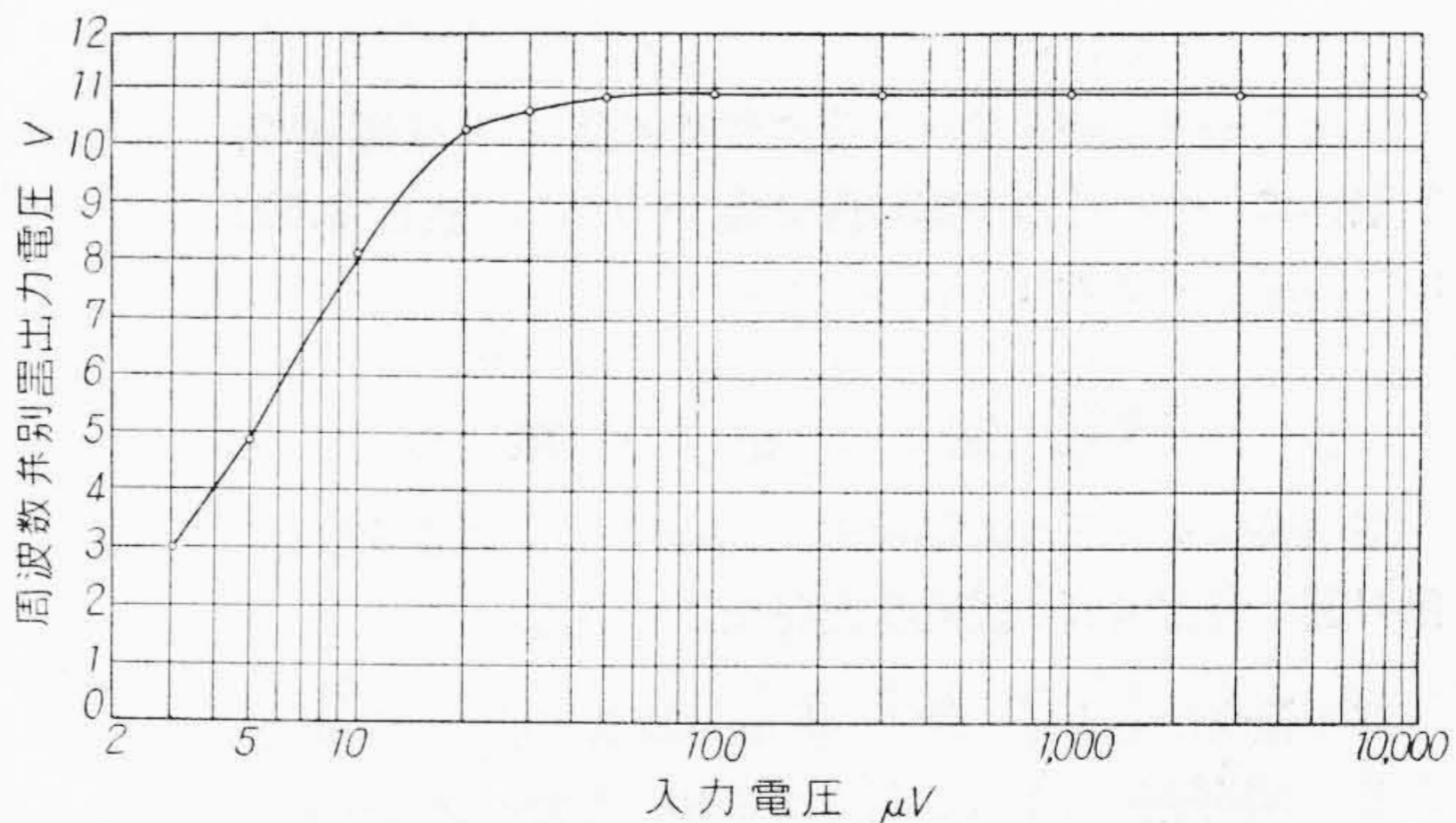
変調周波数特性は第9図(次頁参照)の如く 6~30 kc の範囲で偏差は 2 db 以内で要求特性を十分満足している。

(5) 電源

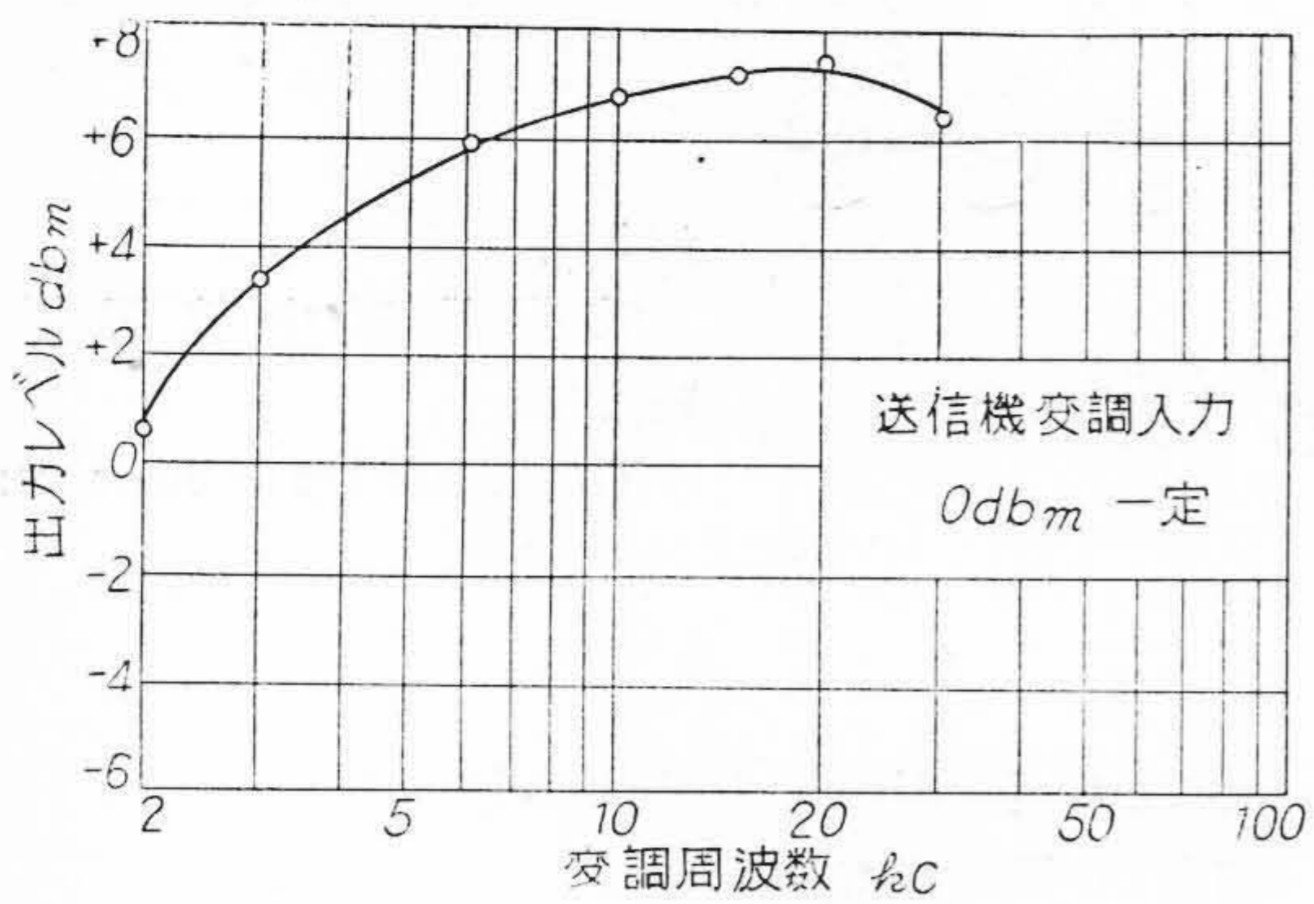
受信機みの電源入力 100 V, 2.5 A で、KX-5Z3 を用い直流高圧 250 V を得ている。直流のリップル含有率は 0.04% である。



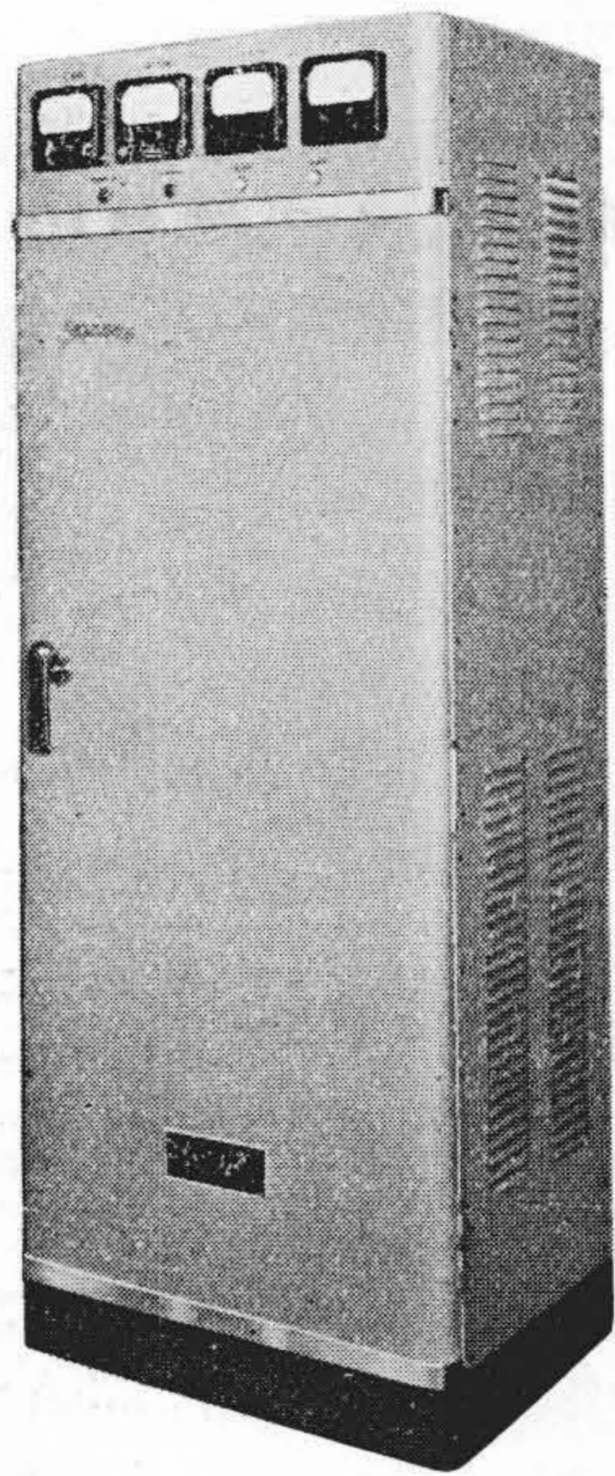
第7図 中間周波濾波特性
Fig. 7. Characteristic of I.F.A.



第8図 受信機高周波入力電圧対周波数弁別器出力電圧
Fig. 8. VHF Input Voltage vs. Discriminator Output Voltage



第9図 受信機変調周波数特性
Fig. 9. Modulation Frequency Characteristic of Receiver



第10図 無線装置外観
Fig. 10. Front View of Radio Set

以上の送受信装置並びにその制御装置及び電源装置を筐体に組込んだのが第10図で幅 600 mm, 高さ 1,600 mm, 奥行 450 mm である。

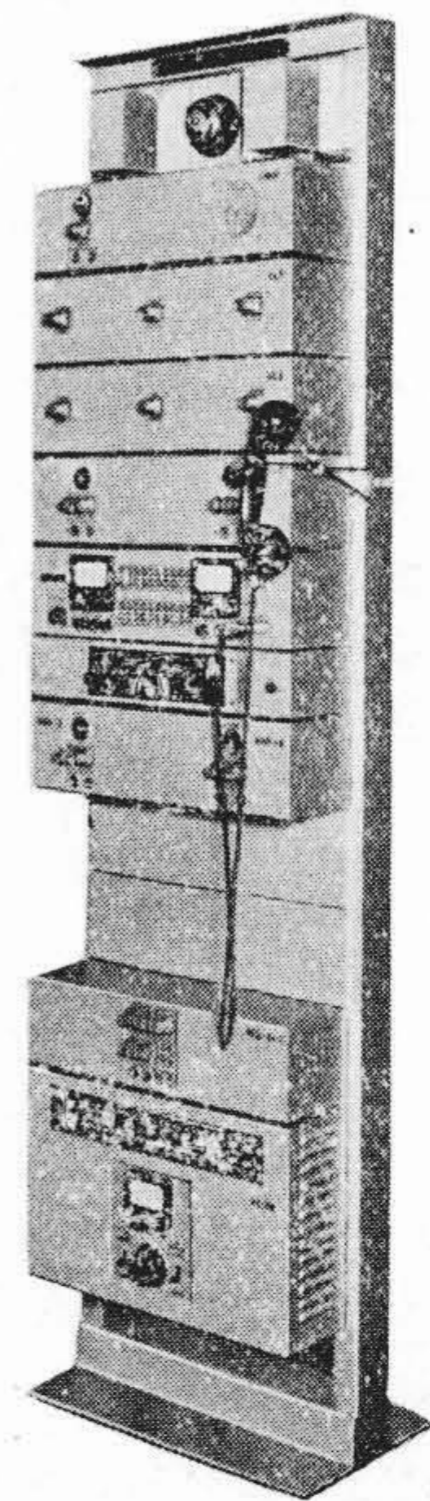
〔VI〕 空 中 線

空中線は4素子八木空中線で、送受信別々に設置した。第11図は名古屋側の設置状況を示している。

空中線高は名古屋側地上 45 m, 岐阜側地上 25 m である。試験結果によると利得は 8 db, 入力インピーダンスは $79.5 \Omega - j27 \Omega$, 前後比 9.7 db, 指向角 32° を得た。



第11図 名古屋側空中線 (この写真は朝日新聞社提供による)
Fig. 11. 4 Element "Yagi" at Nagoya Station (This Photograph is Supplied by Press The Asahi)



第12図 有線無線接続装置
Fig. 12. Repeater between Carrier Equipment and Radio Equipment

〔VII〕 有線無線接続装置

有線無線接続装置は第12図の如く幅 520 mm, 高さ 2,000 mm の標準鉄架に実装しており、各パネルは旧型実装となつている。

実装してあるパネルは上より次の如くである。

(1) 拡声器増幅器盤

常時7通話路の内任意の1通話路を取出し増幅して、高声器により通話状況を監視する。

(2) 送信線路濾波器盤

搬送電話装置の送信出力と、音声回線の送信出力とを併合して無線装置の入力端子に供給する。

(3) 受信線路濾波器盤

無線受信機出力を選択分離して搬送電話装置と音声回線の受話回路へ供給する。

(4) 振幅制御盤

音声の尖頭電圧により無線送信機の変調指数が一定値 $m=2$ 以上になるのを防止するための瞬時動作振幅制御回路を収容し、その特性は第13図の如くである。

(5) 制御盤

搬送電話回線並びに音声回線は常時無線を通じて結ばれているが、何等かの原因により無線回線が停止したとき、これを有線回線に容易に切換えて通信の停止をさけるための切換装置を収容する。

(6) 試験盤

日常保守に必要な計器並びに試験回路を収容する。

(7) 終端信号器盤

音声電話回線に対する終端装置と、16 \sim 2,300 \sim 連続信号の送受信変換装置とを収容する。

(8) 電源盤

この装置に必要な各種電源を収容する。電源としては A.C. 100 V, 0.6 A を必要とする。

以上の全装置が岐阜局に実装せられた状況を第14図に示す。左より無線装置、有線無線接続装置及び既設の BT-32 型搬送電話端局装置である。

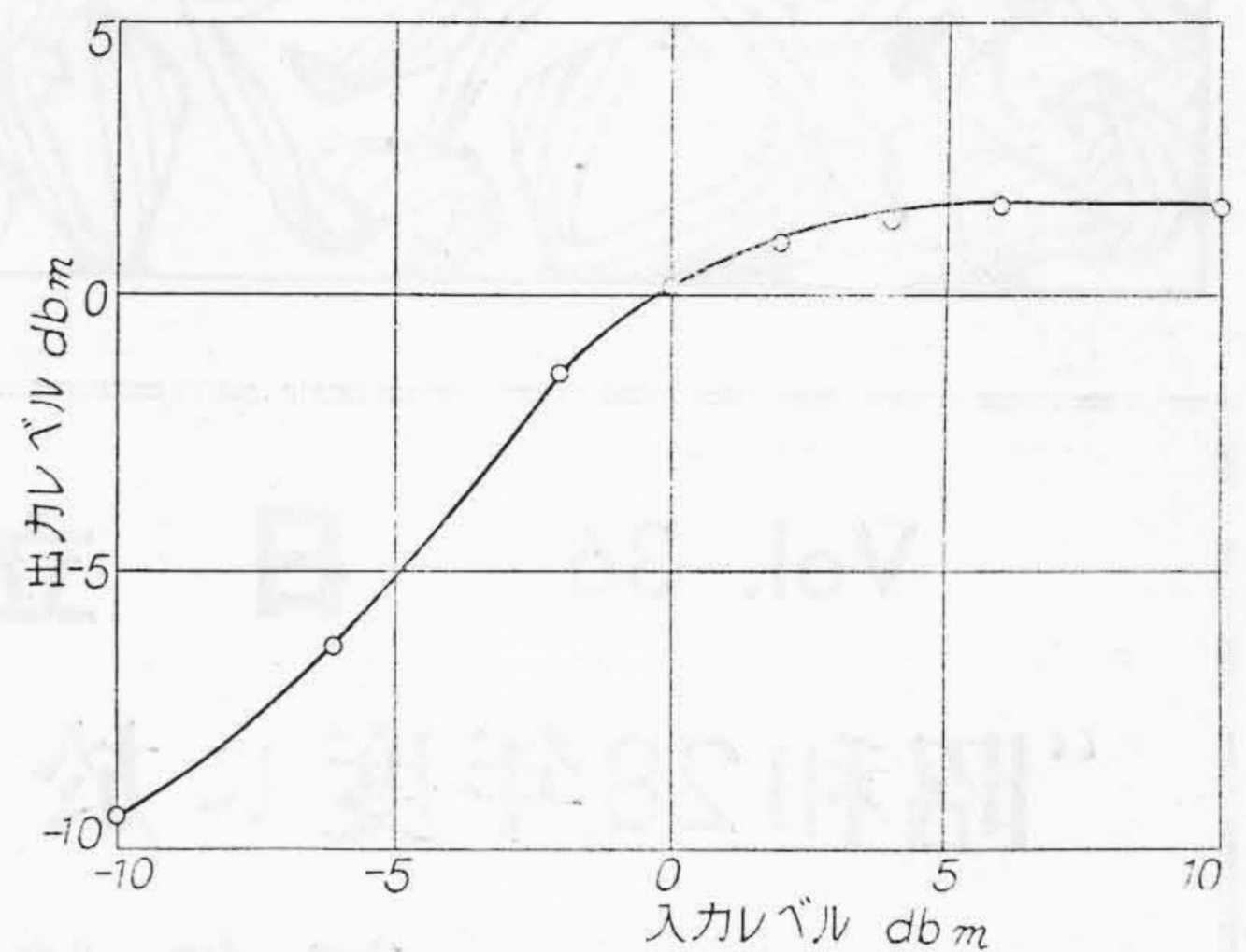
〔VIII〕 結 言

以上簡単であるが名古屋鉄道株式会社に納入した 200 Mc 多重無線電話装置につき紹介した。

かくの如き装置は電鉄会社のみならず電力会社その他各方面に於て多くの御要求があることゝ思う。

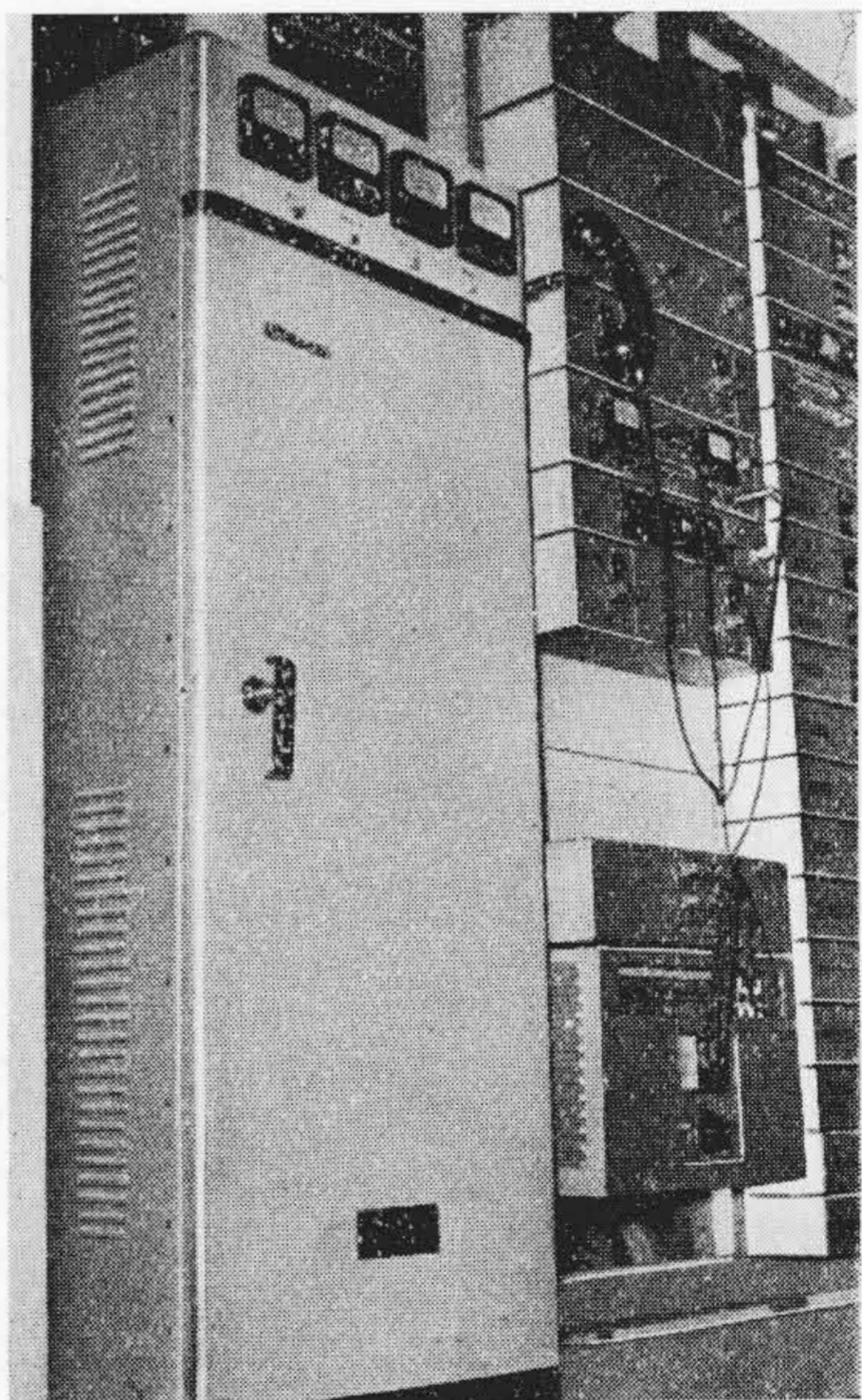
電鉄会社に於て御使用になつたのは今回が初めてであるが、この使用実績により今後更に多数の多重無線回線が使用せられることを念願とするものである。

又 VHF 帯に於ける周波数割当は次第にその困難の度



第13図 振幅制限特性

Fig. 13. Characteristics of Limiter



第14図 岐阜局に於ける全装置

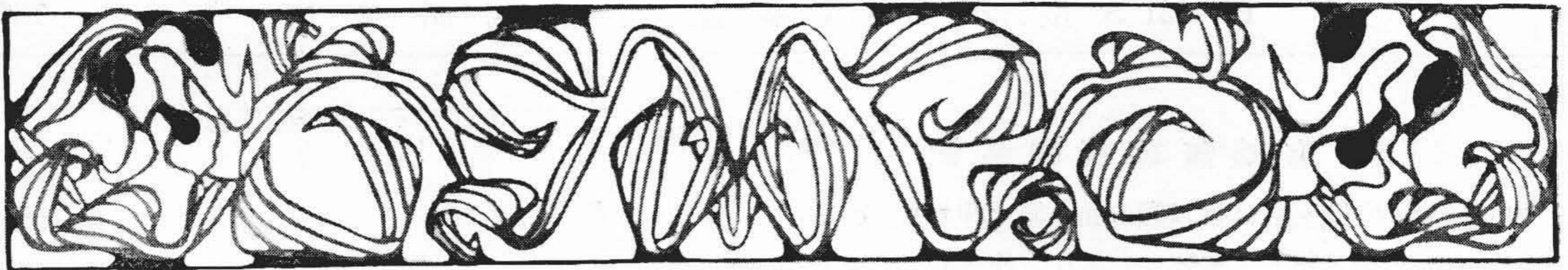
Fig. 14. Radio Equipment, Repeater and Carrier Telephone Equipment at Gifu

を増すことゝ思われるので今後は UHF 帯、更に SHF 帯を用いてこの種計画が推進せられることゝ思う。

最後にこの装置を勇敢に取上げられた名古屋鉄道株式会社の幹部の方々に敬意を表すると共に、実際上の問題について終始変りなき御鞭撻を賜つた同社香高資材部長、智識電気部長、勝野電気部次長、丸毛岐阜営業局技術部長、飯尾保安課長、佐藤保安課員その他多数の方々に厚く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 実用新案 第 383822 号 昭 26



Vol. 36 日立評論 No. 1

“昭和28年度に於ける日立技術の成果”

— 新年特集増大号 —

本誌恒例の新年号は、毎年「日立評論」(総まくり号)として広く愛読者諸兄より多大の御好評を賜つていますが、1954年度の新年特集増大号(Vol. 36 No. 1)は、全巻文字通り

“昭和28年度に於ける日立技術の成果”

を日立製作所全工場、研究所の技術陣を総動員して収録、本文 420 頁、写真図面 1,000 枚に及ぶ『日立技術年鑑』1954 年度版を集成したものであります。

内容は下記目次の通り、機種分類は簡潔に、本文論文の記述は明確に、文章も平易に統一しましたが、特に本年度版の特色として、愛読者に便宜のため用途別機種索引を添付致しました。

何卒相不変御愛読と御批判を頂きたく、その発行日を御期待願います。(発行予定 12 月 20 日頃)

尚、本年度も愛読者諸兄へのサービスとして、普通号と同じく特価 ¥100 にて頒布致します上、特に本号のみ御希望の方にも特価にて分売に応じますから、御遠慮なく前以つて御申込み下さい。

目 次

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| [I] 原 動 機 | [XIII] 運搬荷役機械及びエレベータ |
| [II] 回転電気機器 | [XIV] 建設 機 械 |
| [III] 静止電気機器 | [XV] 鋳山用機械 |
| [IV] 配電盤及び制御装置 | [XVI] 化 学 装 置 |
| [V] 計器及び継電器 | [XVII] 冷房及び冷凍装置 |
| [VI] 家庭用電気機器 | [XVIII] 理化学機械 |
| [VII] 電装品及び自動車用品 | [XIX] 印刷機、製紙機及びその他の機械 |
| [VIII] 通 信 機 器 | [XX] 鉄 道 車 輛 |
| [IX] 電 子 管 | [XXI] 電 線 |
| [X] 照明球及び器具 | [XXII] 絶 縁 材 料 |
| [XI] 圧縮機、送風機及びポンプ | [XXIII] 鉄 鋼 製 品 |
| [XII] 圧延機及びロール | 附 用途別機種索引 |

東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸の内ビルディング7階)

日 立 評 論 社

新年特集増大号誌代特価
1冊 ¥100 〒28
(振替口座 東京 71824 番)