

多重電力線搬送電話装置

Multi-Channel Power Line Carrier Telephone System

内 藤 大 三* 建 脇 勉*

内 容 梗 概

電力線搬送電話装置はその性能の向上と需要の増加にともない、近年ますます回線が増設されている。しかし、50 kc から 450 kc の範囲に限定された周波数帯では、その要求をみたすことができなくなっている現状である。したがってその解決策として、ブロック装置によつて送電線を高周波的に分離する方法、および搬送多重化が進められている。

日立製作所においてはかねてより、各種多重電力線搬送電話装置を製作しており、本稿は各装置の特色をまとめ、あわせて将来に対し考察したものである。

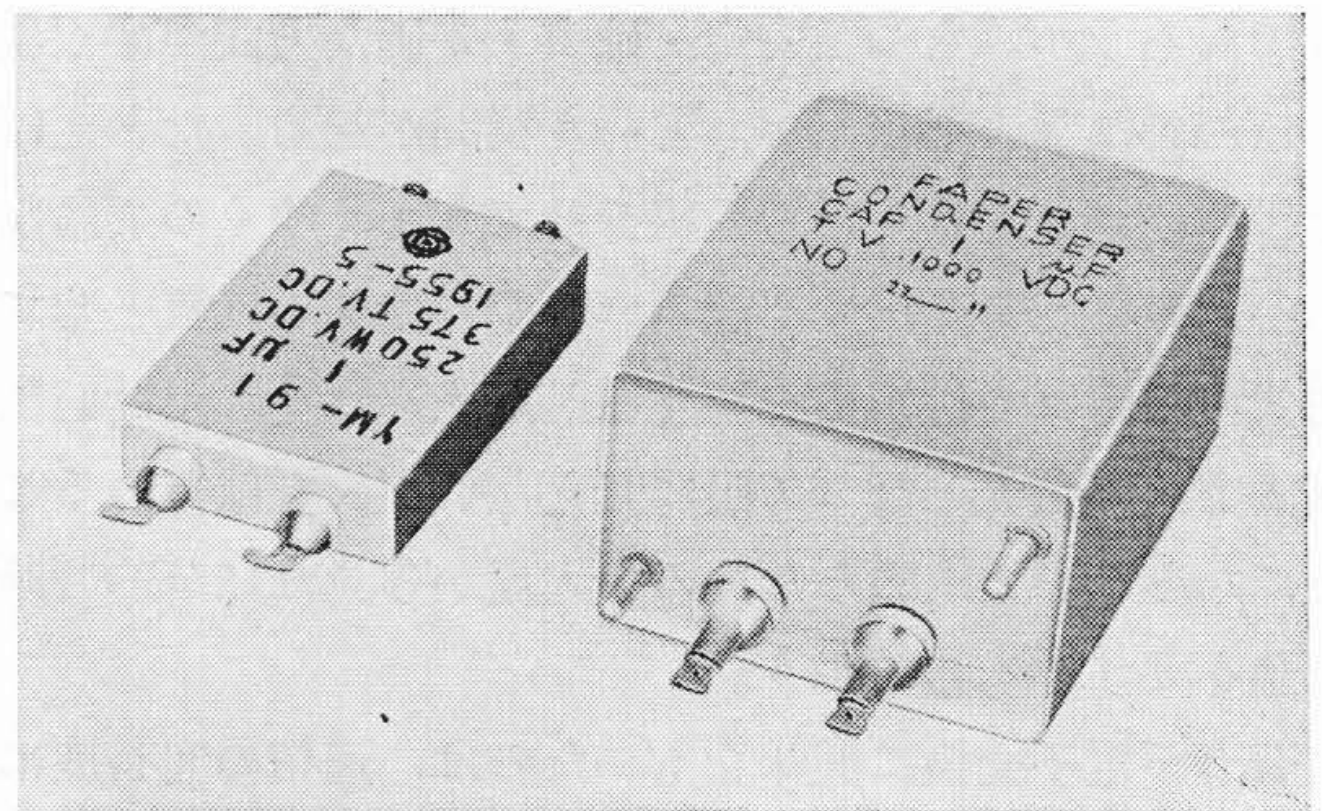
〔I〕 緒 言

わが国の電力線搬送電話装置は、1924年新潟県中津発電所と東京都亀戸発電所間 214 km の送電線に実施されて以来⁽¹⁾、幾多の変遷をへて戦後ここ数年間に非常な発展をとげている。いうまでもなく電力線搬送電話装置は、伝送回路である送電線が風雪など天災地変にさいし、機械的にきわめて堅固であり伝送回路の信頼度がいちじるしく高いことにその特長を有しているが、近年各電力会社では、給電用、保安用、業務用通信として、保安用架空通信線、あるいは電力線添架電話線に代つてほとんど電力線搬送電話装置を採用し、かつその通信網の拡充を図っている。また電力線は、搬送電話に使用されるのみならず、搬送式保護継電装置、搬送式遠方監視制御装置など多方面に活用されている。一方、わが国の電波法により、使用周波数は、50 kc より 450 kc の範囲に限定されており、現在各所で搬送割当周波数の枯渇という重大な事態を招来している。現に東北電力株式会社会津開閉所、東京電力株式会社膳棚開閉所を中心とした猪苗代電源地帯の 154 kV 送電線にこの問題がおこっている⁽²⁾。今後、これがいかに解決されるか注目されるが、現在のところ、ブロック装置による電力線の分割、および搬送電話多重化がさげばれている。

このときにかんがみ日立製作所では、PJ-2〔 〕型、PJ-4〔 〕型、PJ-6〔 〕型多重電力線搬送電話装置を製作し、この要望にこたえているが、これらについてその主要点および、各機種の特徴を述べ最後に将来について考察しようと思う（〔 〕内は設計順位を示す）。

〔II〕 主要問題点について

搬送多重化が進むにつれて漏話、信号対雑音比など装置の電氣的性能に関する諸問題と装置収容家屋の占有床面積を低減するため、実装構造の合理化の問題が提示された。以下この諸問題を項目別に述べる。



第 1 図 紙蓄電器と MP 蓄電器の体積比較
Fig. 1. Comparison of Size of Paper Condenser with MP Condenser

(1) 筐体機構

装置の占有床面積の低減から装置は極力小型化となつており、所与のスペースを適切かつ有効に使用するように考慮されている。また、床面積を有効に使用するため装置の back to back の据置、および家屋壁に直接密着して据置できるよう、パネルはプラグインとして、すべて全面より操作可能となつている。

第 10 図、第 13 図に見るごとく、架は通話路ごとに、縦に 6 分割し、さらに機能的に横割にすることによつて、圧縮伸張器盤、信号器盤に緊急の際の互換性を与えている。各パネル内は、部品の標準寸法に細分されており、立体的部品配置となつている。小型化にともない、装置の温度上昇が増大するため、整流器、変復調器などの半導体や、蓄電器などに対し悪影響を及ぼし、特性の劣化、装置雑音の増加の原因となるが、各装置は、この点十分に考慮されており、装置内温度上昇は、15°C 以下となつている。かくのごとくすることによつて、520×2,750 mm 標準架 1 架に電源 そのほかいつさいを含めて、最大 6 通話路を実装している。

(2) 部 品

装置の小型化は、スペースの有効的使用とともに、部品をその性能向上ないしは低下なしに小型にせねばならぬことはいうまでもない。かねてより、mT 管、シルバ

* 日立製作所戸塚工場

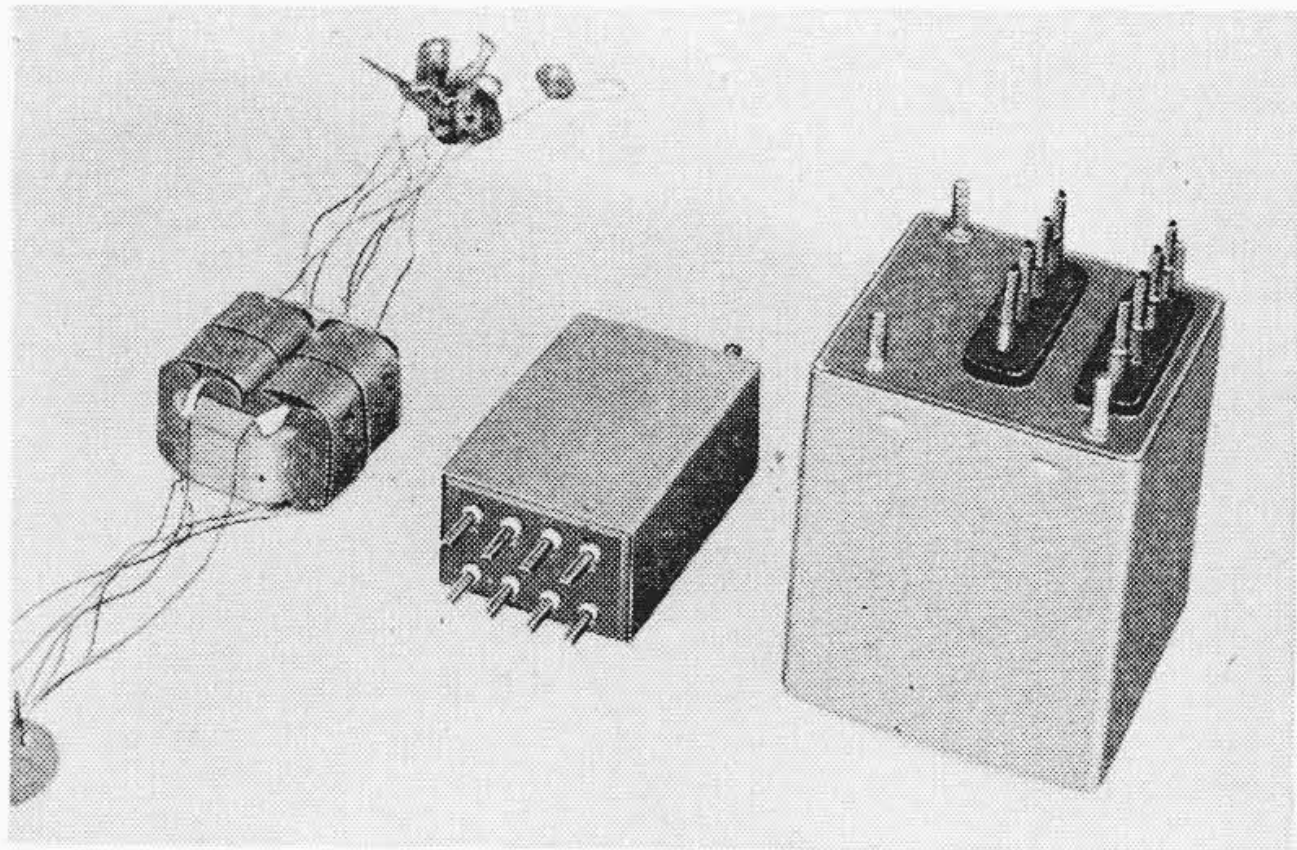
ードマイカコンデンサ、フェライトコア、あるいは MP 蓄電器など小型部品を使用してきたが、さらに種々の部品標準寸法を小さくとり、合理的部品寸法のものを採用している。すなわち MP 蓄電器は、動作電圧 250 V、試験電圧 375 V の規格とすることによつて第 1 図にみるごとく紙蓄電器にくらべ体積比約 $1/5$ となつてゐる。変成器、塞流線輪類は鉄芯の研究改良とあいまつて、特性をころすことなく体積比約 $1/4$ となつてゐる。第 2 図に新旧標準品の比較を示す。濾波器は、フェライトコアを用い、部品の詰込み法を改良して小型とすると同時に特性を向上させてゐる。第 3 図に新旧標準品の比較を示す。そのほか継電器、接栓、スイッチ、抵抗器など一般電気部品についてもそれぞれ小型化に留意されている（第 4 図参照）。

(3) 周波数配置と通話帯域

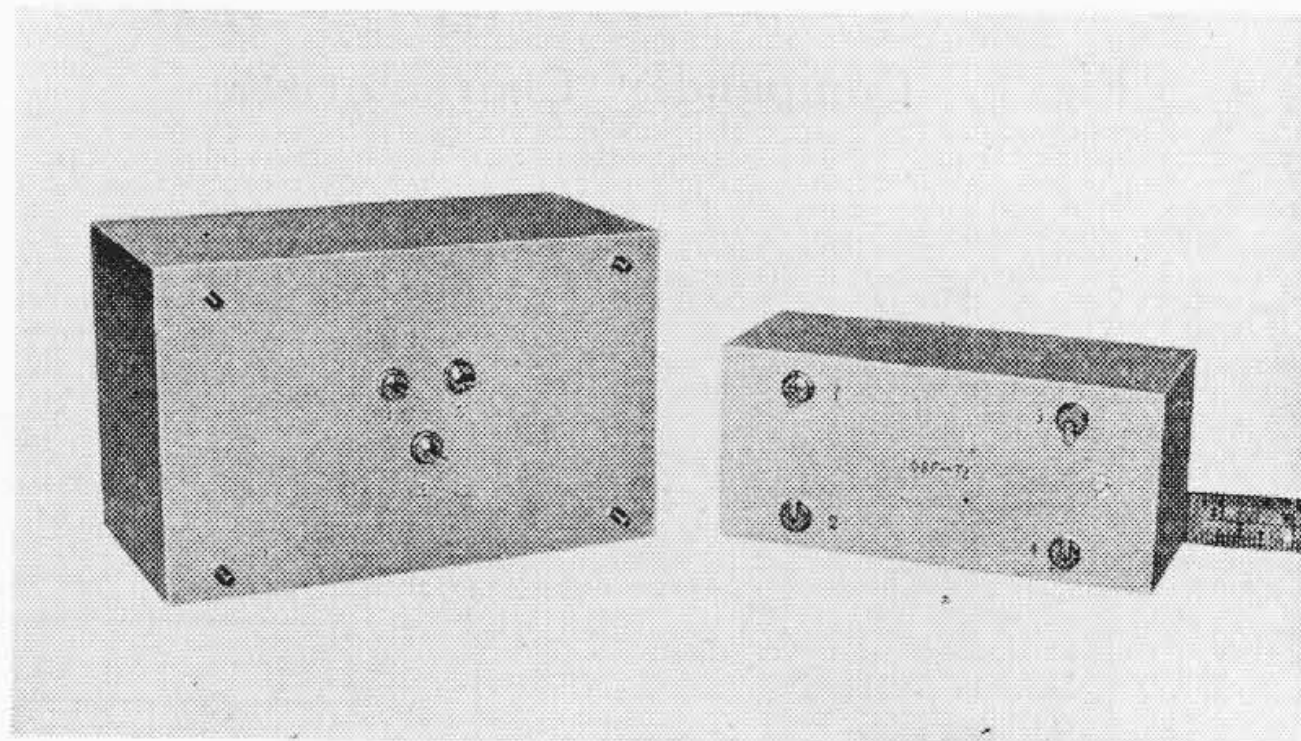
C. C. I. F. 勧告案にしたがう 4 kc 通話帯域はマイクロ波回線や搬送回線に採用されつつあるが、かかる主回線に接続される電力線搬送装置は、4 kc 通話帯域として要求されている。一方電力線搬送周波数枯渇の点からは 3 kc 帯域が望ましく、実用的見地からも 3 kc 周波数配置で十分であるというところで両者が要求されている現状である。PJ-21 型、PJ-45 型、PJ-66 型は後者で、PJ-64 型は前者となつてゐる。PJ-2〔 〕型は 5kc のなかに 2 通話路、PJ-4〔 〕型は 10 kc のなかに 4 通話を配置する関係から、通話路間隔は 3 kc よりややせまくとつてある。最終通話路はテレメータのほか、トーンチャンネルに使用するとき 425 c/s から 170 c/s 間隔で 1,615 c/s まで 8 量を配置することができる。またこの通話路に PJ-44 型のごとく、16 c/s 信号方式の 300 c/s から 1,700 c/s の音声通話路をおくことも可能である。PJ-64 型は、24 kc 帯域に 6 通話路を配列し、これを 12 kc へだてて東行西行にとり電力線搬送周波数 60 kc 帯域幅を使用している。

(4) 音声圧縮伸張器

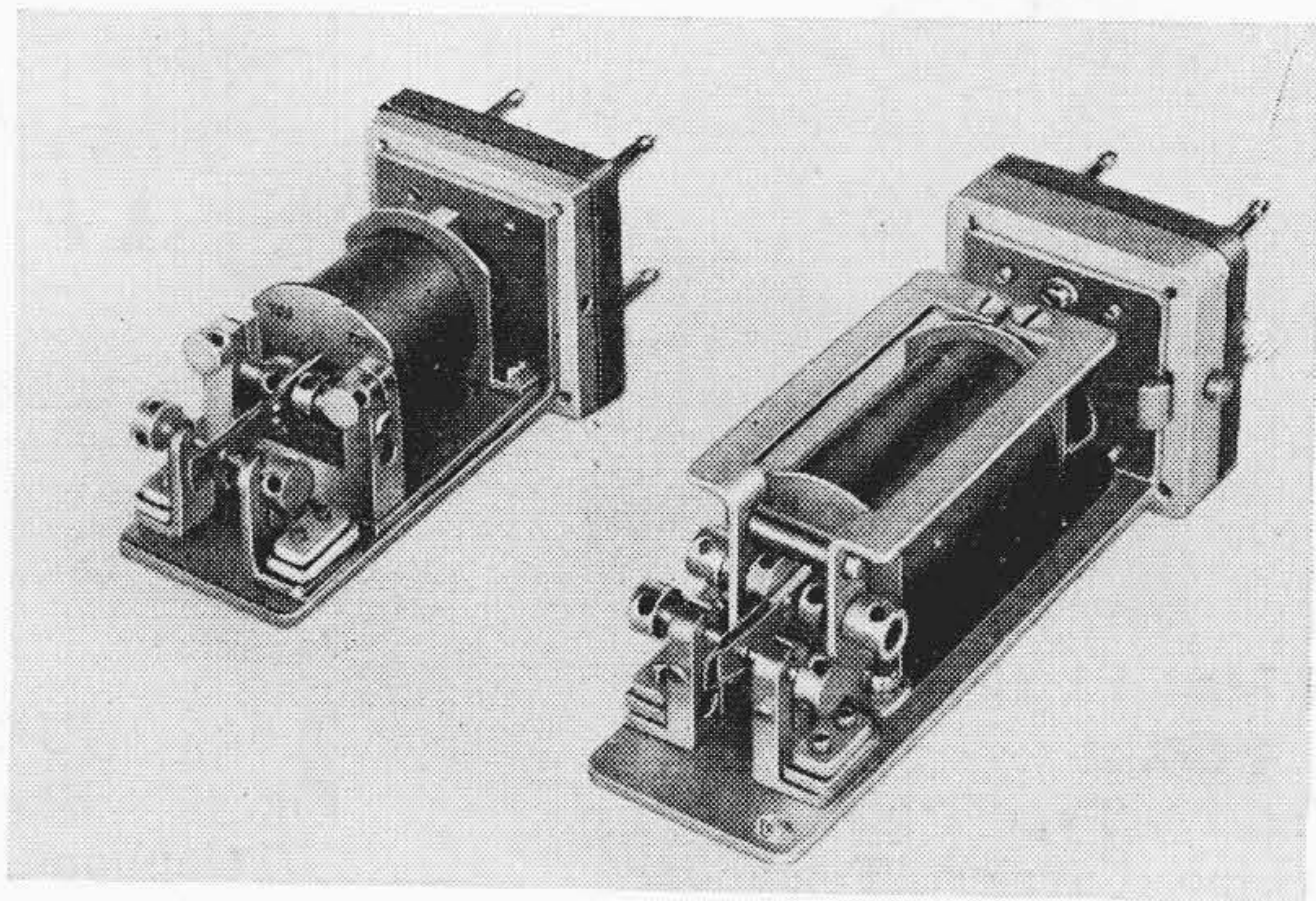
音声圧縮伸張器の利点は周知のごとく音声レベル圧縮により変復調器、増幅器に対し苛酷な条件がなくなり、かつ雑音漏話をもその改善度だけ多くみこんで設計できるため濾波器の規格を緩和しうることであるが、のみならずこれが最近わが国における電力線搬送に大きくとりあげられるに至つたのは、周波数の欠乏から近接して同一周波数を使用する必要にせまられ、したがつてその間の漏話をなんらかの方法で防止する必要を生じたからで、ブロック装置を使用して送電系統を高周波的に分離する場合、その規格の緩和による経費の節約が大きいからである。装置は、すべて圧縮伸張器を使用し Syllabic Compander を採用している。特性例を第 5 図に示す。



第 2 図 新旧変成器の比較
Fig. 2. Comparison of Size of Former Transformer with Miniaturized Transformer



第 3 図 新旧濾波器の体積比較
Fig. 3. Comparison of Size of Former Filter with Miniaturized Filter

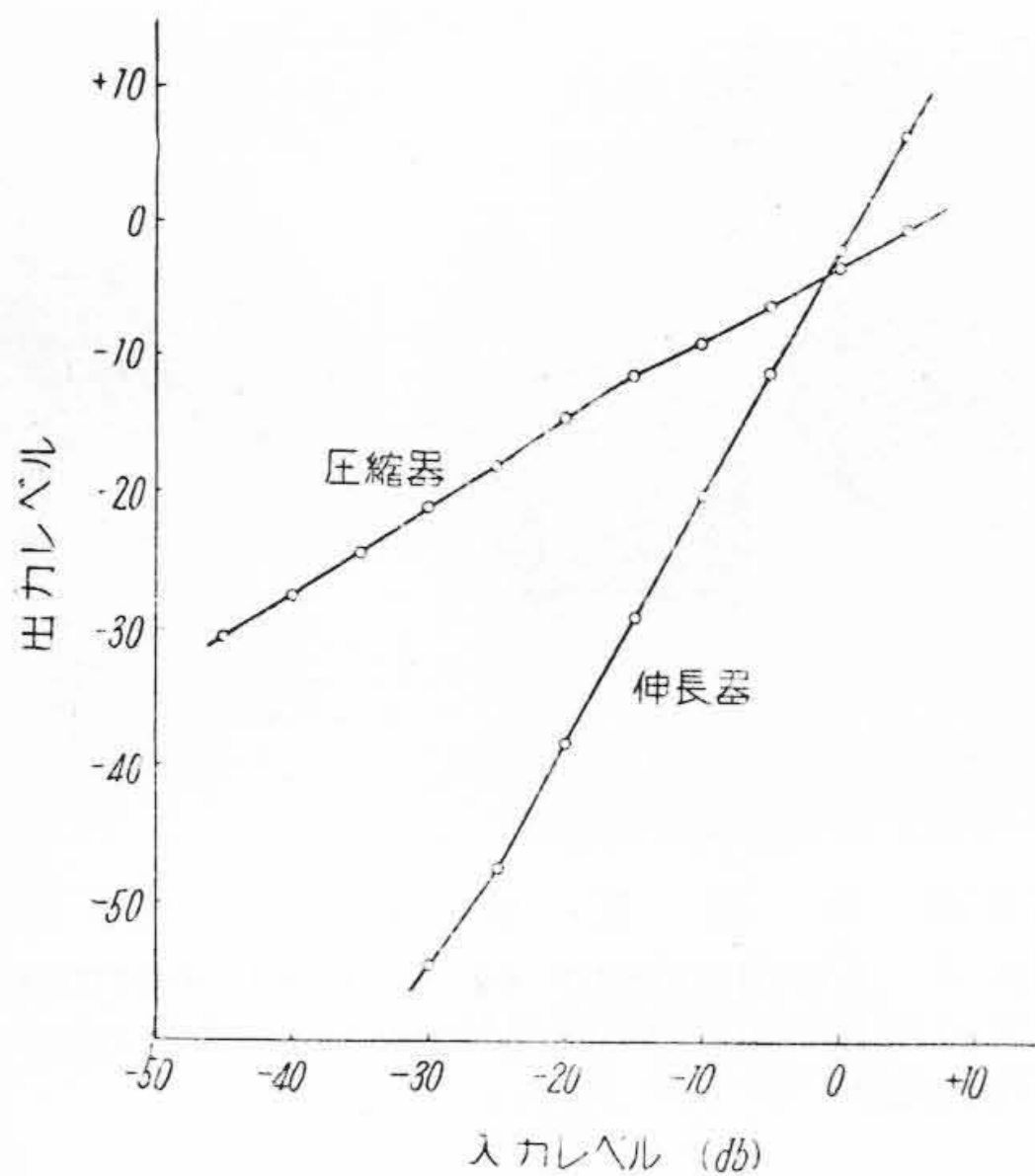


第 4 図 新旧有極継電器の比較
Fig. 4. Comparison of Size of Polarized Relay with Miniaturized Relay

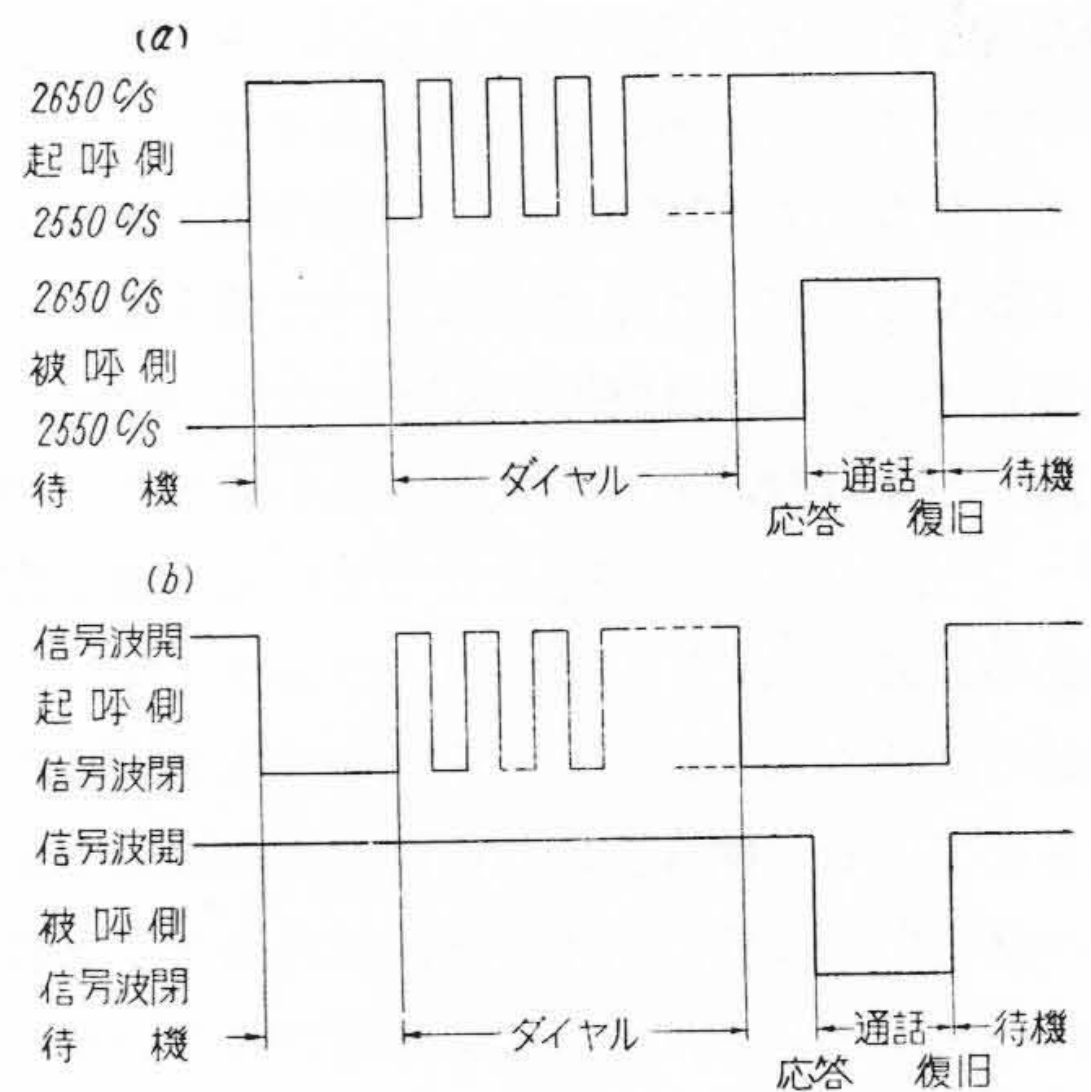
周囲温度変化による可変損失回路の変動を補償するよう考慮して設計されてある。

(5) 信号方式および信号器

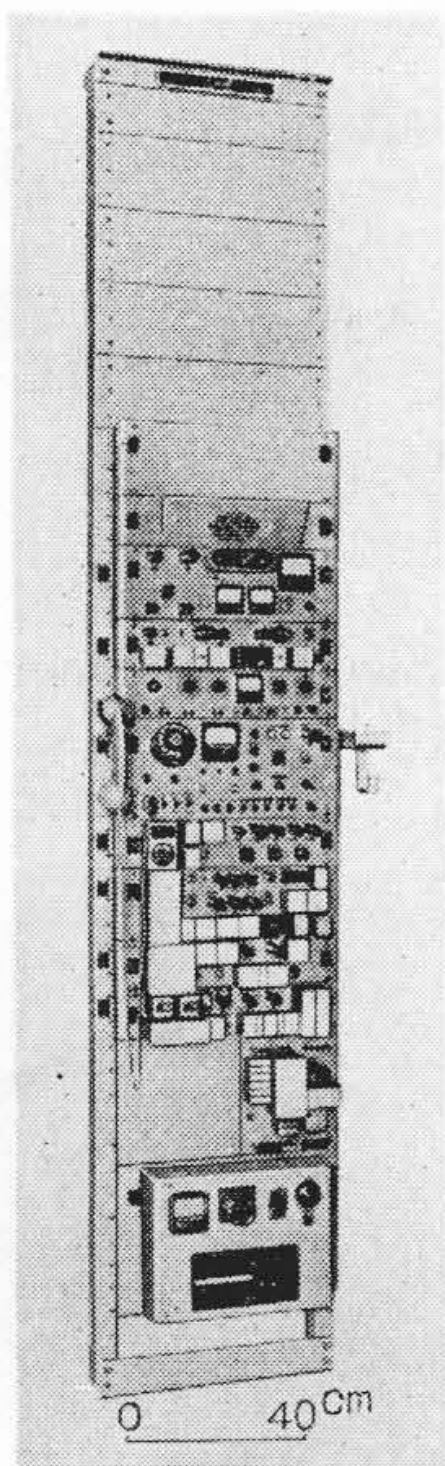
トールダイヤル信号方式には、通話帯域外 1 周波の変調波断続信号方式と、通話帯域外 2 周波の FS 信号方式とがひろく用いられている。両者の特色には一長一短あり一概にきめられないが、線路の品質がわるく雑音の多



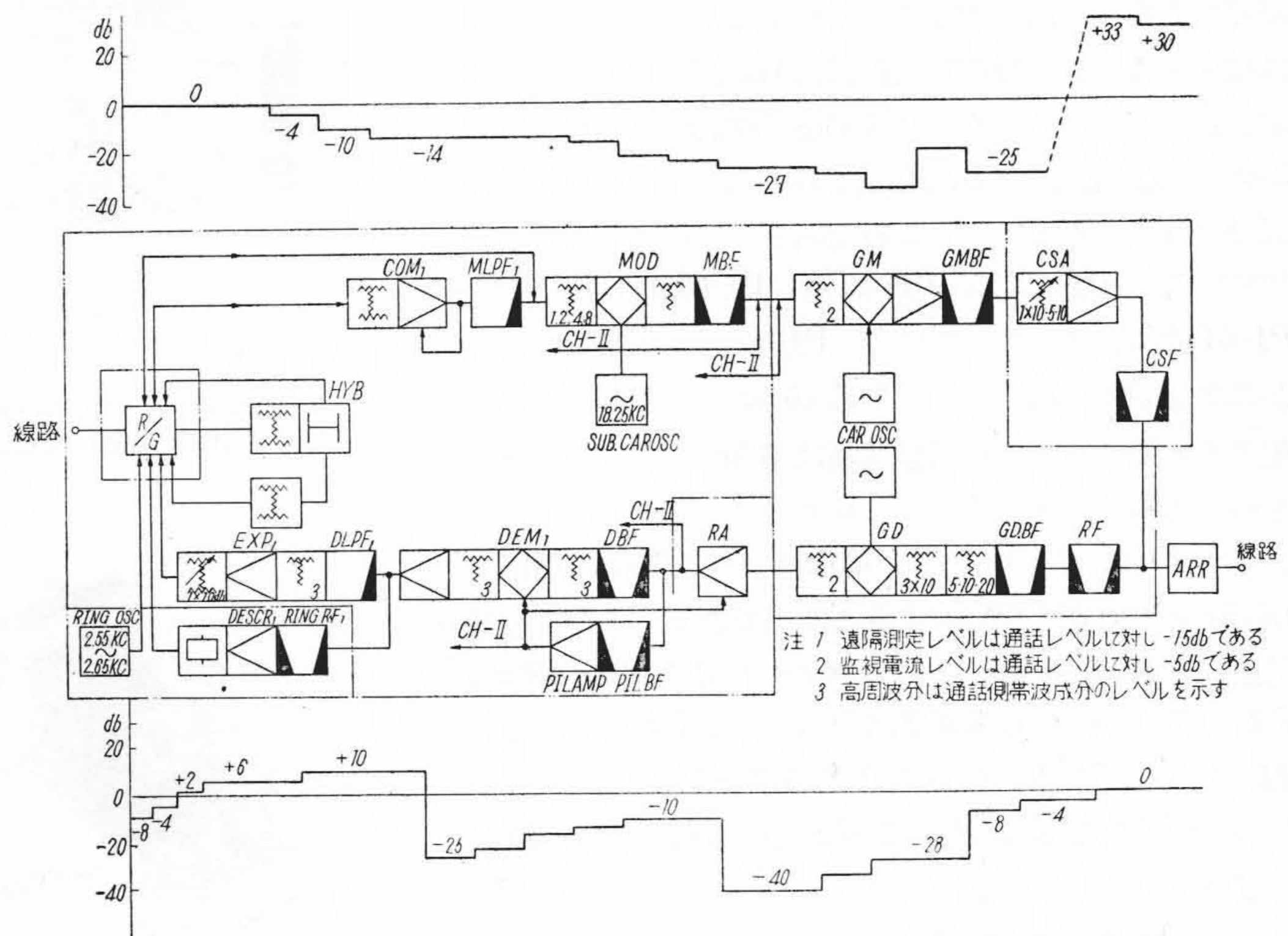
第5図 圧伸特性
Fig. 5. Compander Characteristic



第6図 信号周波動作図
Fig. 6. Situation of Ringer Frequency



第7図 PJ-21 型電力線搬送
電話装置
Fig. 7. Type PJ-21 Power
Line Carrier Telephone
System



第8図 PJ-21 型電力線搬送装置 ブロックダイアグラム
Fig. 8. Block Diagram of Type PJ-21 Power Line Carrier
Telephone System

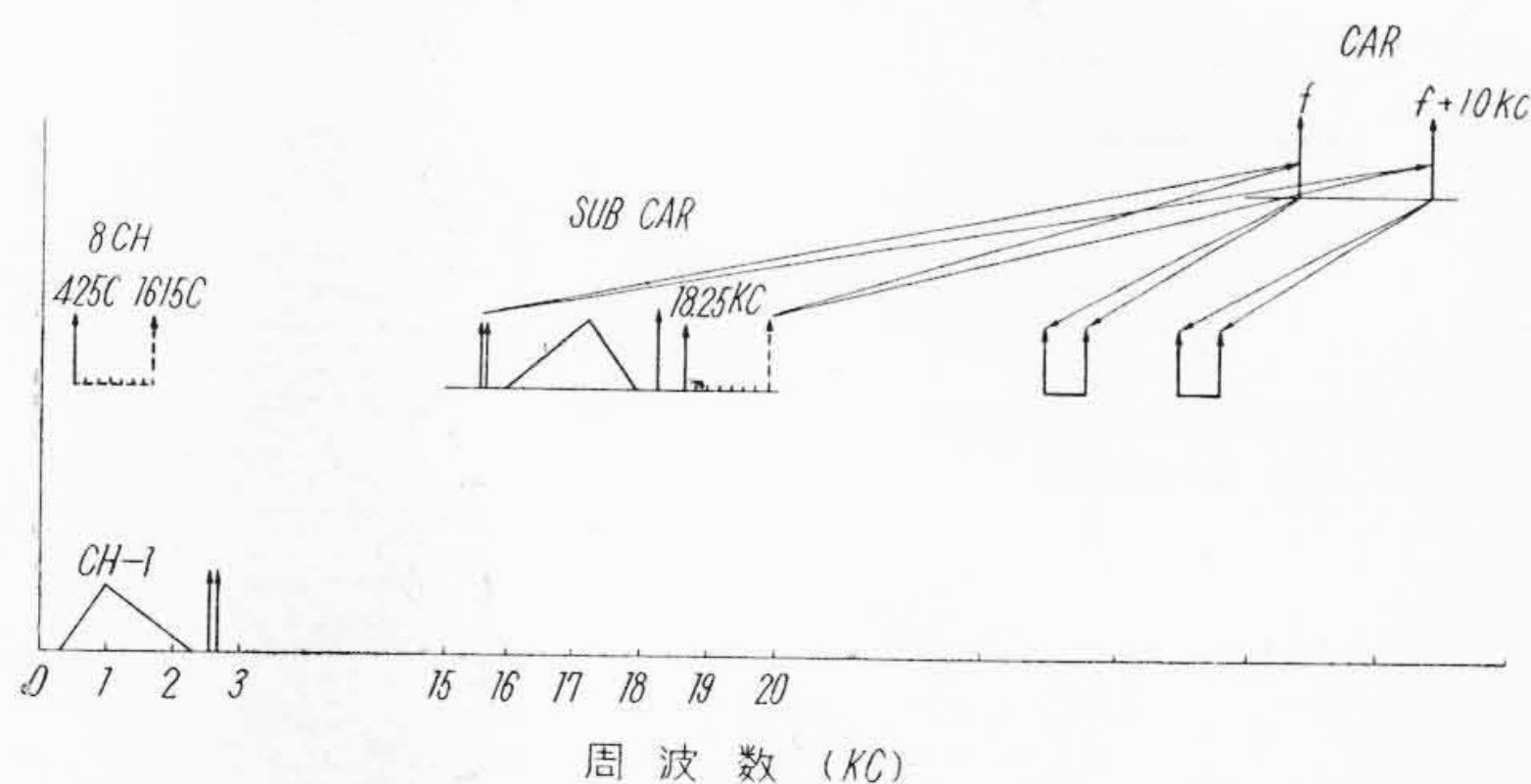
い回線には、雑音による誤動作を防止するうえから2周波方式が望ましく信頼度が高い。しかし信号発振器、信号器が複雑となるのみならず、通話中にも信号波が送出されるため通話路数の多い装置では、増幅器の容量の点でも高価となる。一方装置として簡単で安価な1周波方式では雑音、レベル変動に弱く多少信頼度に欠けているとされているが、確たるデータはまだでていない。PJ-2〔 〕型、PJ-4〔 〕型は、2,550c/s、2,650 c/s の2周波方式を採用しており、第6図(a)に示す動作と

なっている。PJ-6〔 〕型では通話帯域外1周波を使用し、第6図(b)の動作であるが、話中時故障の際、監視されていないため接続された交換機を捕捉したままになるので、3分間アラーム装置を設けてつぐなっている。一般に各通話路はトールダイヤル信号方式に用いられるが磁石式、共電式にも使用できるよう設計されており、装置には簡単な継電器群を実装してある。1周波信号方式は信号レベル変動に対しダイヤル歪が増大するが、PJ-6〔 〕型ではすぐれた信号器回路を考案⁽³⁾しこ

多重電力線搬送電話装置

第 1 表 多重電力線搬送電話装置性能一覧表
Table 1. Characteristics of Multi-Channel Power Line Carrier Telephone System

機 種	P J -21 型	P J -44 型	P J -45 型	P J -64 型	P J -66 型
性 能					
通 話 路 数	2	4	4	6	6
伝 送 方 式	副搬送波送出片側帯波伝送方式	同 左	同 左	搬送波阻止片側帯波伝送方式	同 左
最大許容線路損失	45 db	52 db	60 db	35 db	35 db
通 話 帯 域	300~2,300 c/s	300~2,300 c/s, ただし第 4 CH は 300~1,700 c/s	同 左	300~3,400 c/s	300~2,300 c/s
通 話 当 量	-8 db	-8 db	-8 db	-8 db	-8 db
対 向 損 失 偏 差	3 db 以下	3 db 以下	同 左	2 db 以下	3 db 以下
信 号 方 式	通話帯域外 2 周波 (2,550c/s, 2,650c/s) 切替信号自動選択方式	トールダイヤル式 3CH; 通話帯域外 2 周波 (2,550 c/s, 2,650c/s) 切替信号自動選択方式 16c/s 式 1 CH; 通話帯域内 1 周波 (1000c/s) 16c/s 信号方式	同 左	通話帯域外 1 周波 (3.8kc) 断続信号自動選択方式 磁石式, 共電式にも変更可能, また, 単独加入の直通回線にも可	通話帯域外 1 周波 (2,650 c/s) 断続信号自動選択方式
漏 話 減 衰 量	同種型周波数配列の一群に対し 50 db 以上 また 異種型周波数配列の一群に対し 30 db 以上の損失差のとき 50 db 以上	同 左	同 左	同種型周波数配列の一群に対し 60 db 以上 また 異種型周波数配列の一群に対し 30 db 以上の損失差のとき 60db 以上	同 左
標 準 出 力	通話側帯波成分 30 db 信号側帯波成分 25 db 副搬送波成分 25 db テレメータ出力 15db/1量	通話側帯波成分 27 db/CH 信号側帯波成分 12 db/CH 副搬送波成分 22 db/CH	通話側帯波成分 35 db 信号側帯波成分 20 db 副搬送波成分 30 db	通話側帯波成分 25db/CH 信号側帯波成分 20db/CH	同 左
送 信 出 力 調 整	5 db, 10 db および 1 db ×10 可変パッドにて最大 25db まで調整可能	1db×10 可変パッドおよび通話路ごとに 1db×10 可変減衰器にて最大 20db まで調整可能	同 左	同 左	同 左
受 信 入 力 調 整	5 db, 10db, 20db および 3db×10 可変パッドにて最大 65db まで調整可能	3db×10 可変パッドおよび通話路ごとに 1db×10 可変減衰器にて最大 40db まで調整可能	同 左	同 左	同 左
自 動 利 得 調 整	標準入力 ±10db の変動に対し圧縮率 15% 以内	同 左	同 左	同 左	同 左
イ ン ピ ー ダ ン ス	送電線側 75 Ω 2 線式側 600 Ω	同 左	同 左	同 左	同 左
使 用 電 圧	50c/s~60c/s 200V	同 左	同 左	同 左	同 左
構 造	標準架 (520×2,750) 1 架	同 左	標準架 (520×2,750) 2 架 (通話路架, 送信架)	標準架 (520×2,750) 1 架	標準架 (520×2,750) 2 架 (通話路架, 群端架)

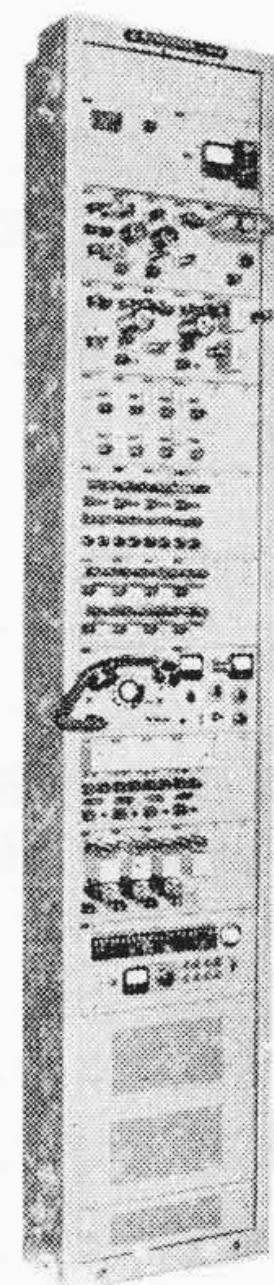


第 9 図 PJ-21 型電力線搬送装置周波数配置図
Fig. 9. Frequency Allocation of Type PJ-21 Power Line Carrier Telephone System

の欠点を解決している。この回路は、有極継電器を中性辺とする電橋よりなり真空管の辺が信号の開閉により変化し、電橋平衡がくずれ有極継電器に流れる電流方向が変る原理となつてゐる。

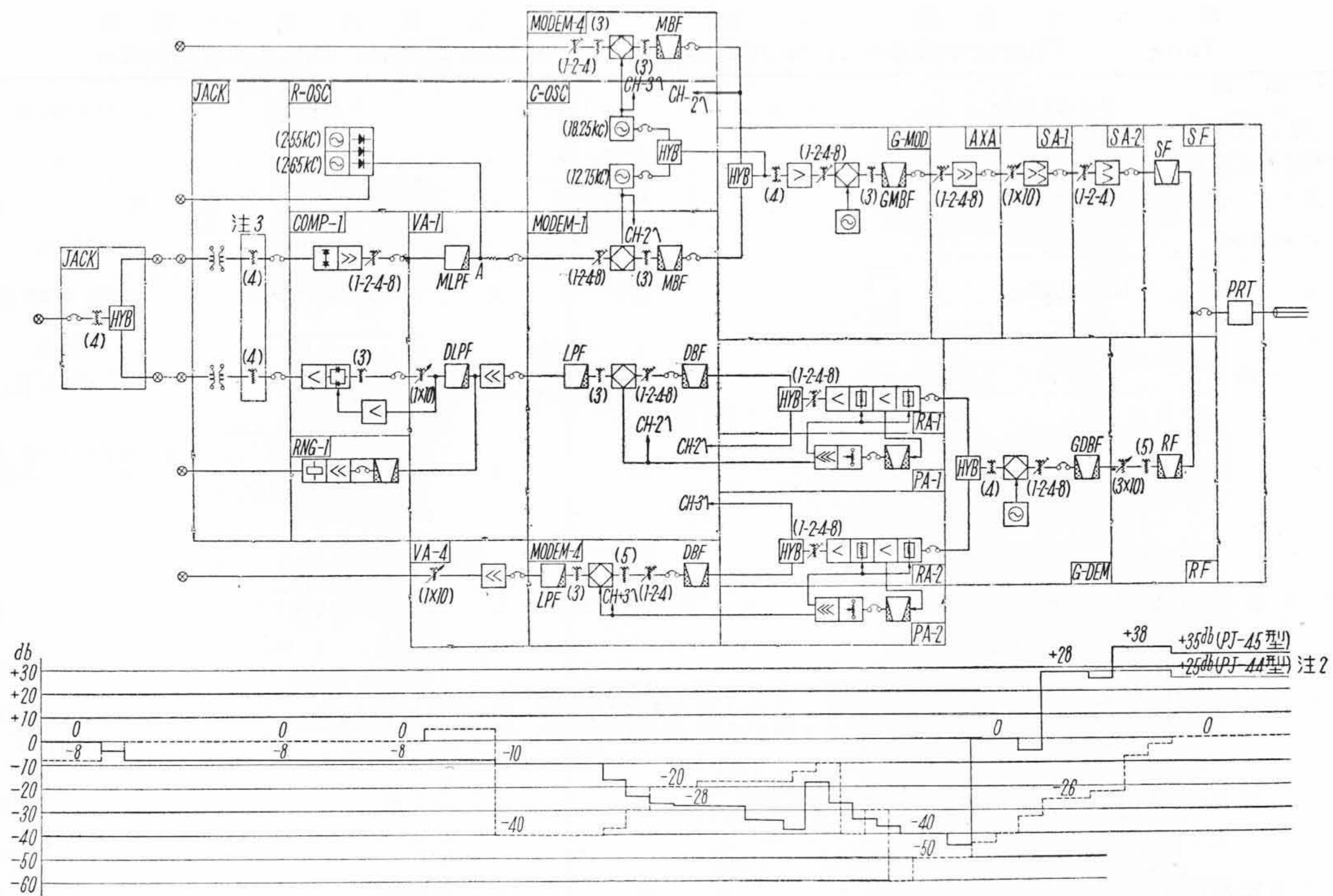
(6) 自動利得調整器

電力線搬送においては送電線の伝送損失が天候によつて変化するばかりでなく、送電線の切替えによつても変



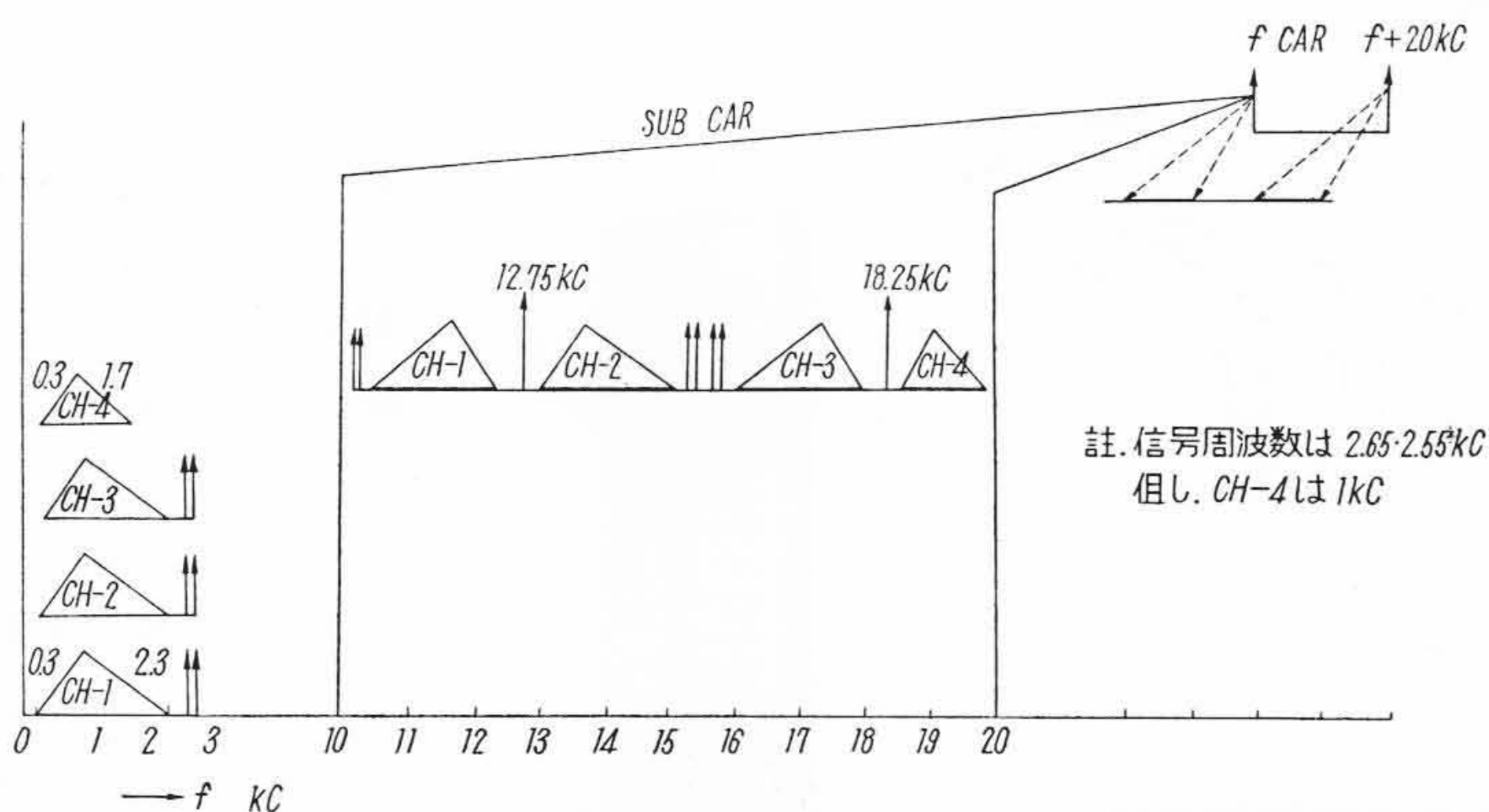
第 10 図 PJ-44 型電力線搬送電話装置
Fig. 10. Type PJ-44 Power Line Carrier Telephone System

る場合がある。このため装置としては自動利得調整器を使用し、この線路損失を補償してある。各装置は圧縮伸張器を使用しているから、伸張器によつて拡大されるためそれだけ自動利得調整器の圧縮率を厳密にしなければならない。したがつて PJ-2〔 〕型, PJ-4〔 〕型では、ツインチャンネルの搬送波を監視電流として使用し、これによつてツインチャンネルごとの自動利得調整をかけているが、この監視電流増幅器は伸張作用を行うよう設計されている。PJ-6〔 〕型では、6 通話路にたいし 1 個の監視電流にて行なつてあ



- (注) 1. 本図のレベルダイヤグラムは電話1通話路当りの電力レベルを示す。
副搬送波のレベルは電話レベルより5db, 信号のレベルは電設レベルより5db, トーンチャンネルの1量当りのレベルは電話レベルより10db それぞれ低い。
2. PJ-44型(低出力型)は送信増幅器盤-2(SA-2)を実装せず、鎖線のごときレベルとなる。
3. 本抵抗減衰器は搬送端局相互を直接々続する場合に挿入する。
4. 第4チャンネルを電話チャンネルとして使用する場合は、信号発振器盤-2, 信号器盤-4, 圧縮伸長器盤-4, ジャック盤-4が追加される。

第11図 PJ-44型, PJ-45型電力線搬送装置ブロックダイヤグラム
Fig. 11. Block Diagram of Type PJ-44, PJ-45 Power Line Carrier Telephone System



第12図 PJ-44型, PJ-45型電力線搬送装置周波数配置図
Fig. 12. Frequency Allocation of Type PJ-44, PJ-45 Power Line Carrier Telephone System

り、前動作型自動利得調整器を併用することにより解決している。伸張率2の伸張器を有する装置では、標準レベル±10dbの範囲で圧縮率15%以内なるよう設計されている。

〔III〕装 置

日立製作所で製作している多重電力線搬送装置は、大

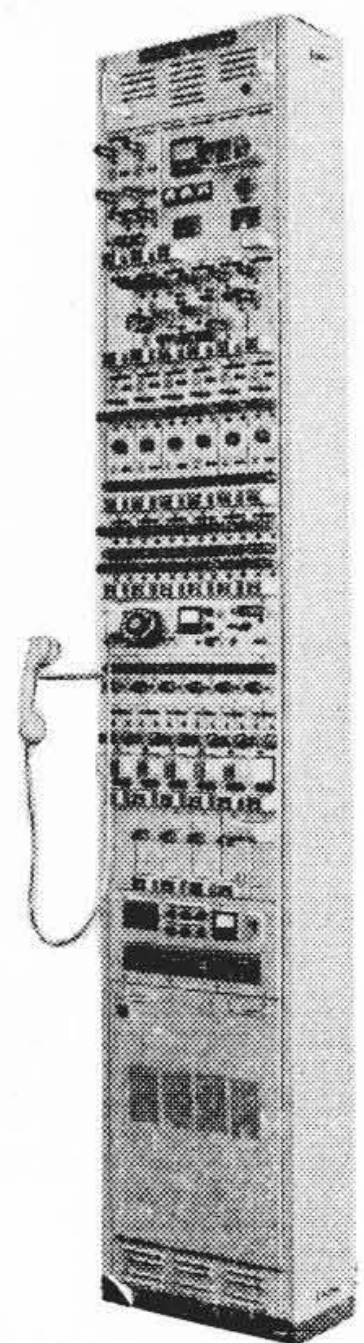
略第1表に示すごとき特性を有している。

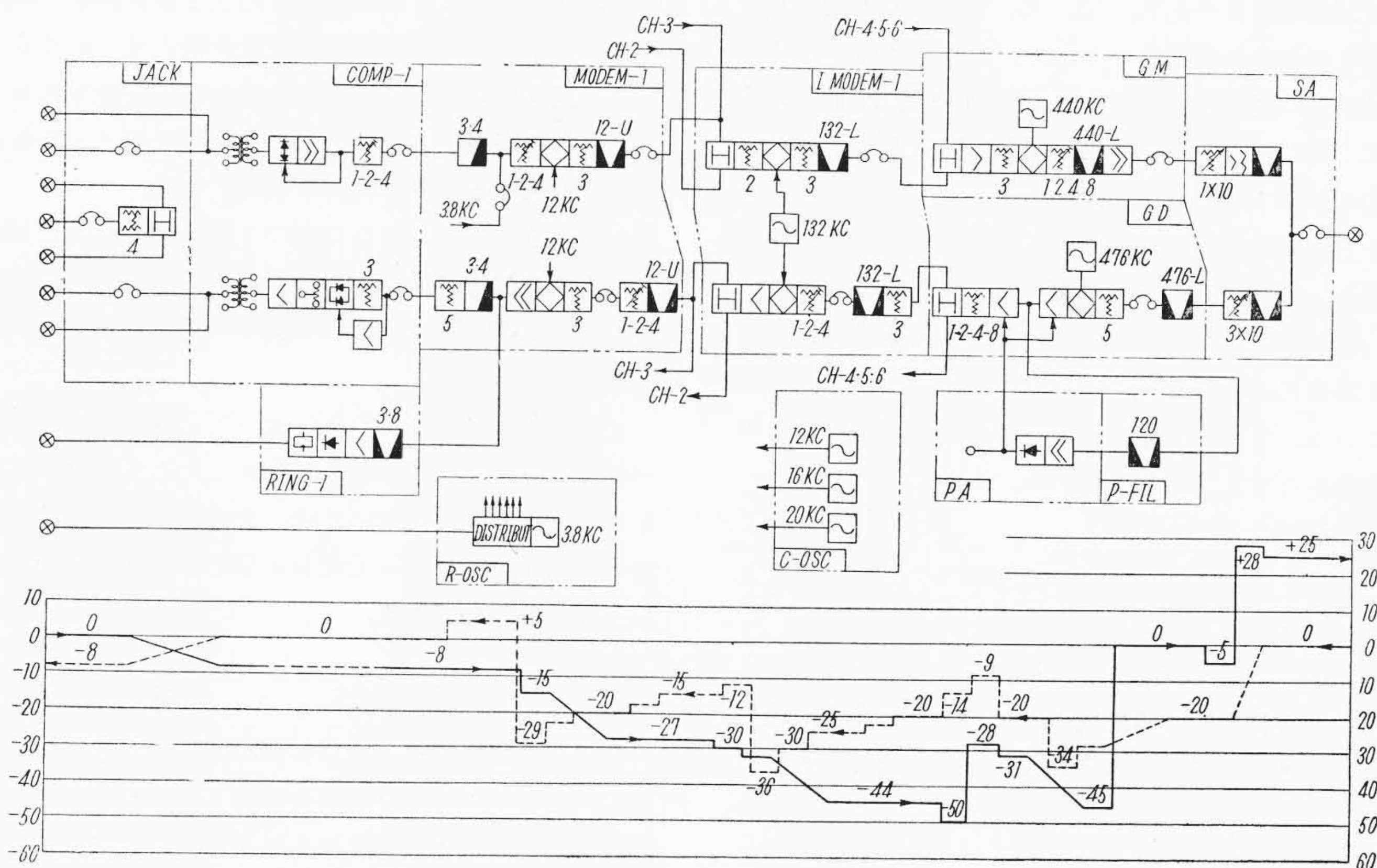
(1) PJ-21型

第7, 8図にそれぞれ外観, 主要回路を示す。

本装置は、線路周波数幅5kc内に電話(0.3~2.3kc)1通話路と、テレメータ(8量可能)を伝送する搬送電

第13図 PJ-64型電力線搬送電話装置
Fig. 13. Type PJ-64 Power Line Carrier Telephone System





第14図 PJ-64型電力線搬送装置ブロックダイヤグラム
Fig. 14. Block Diagram of Type PJ-64 Power Line Carrier Telephone System

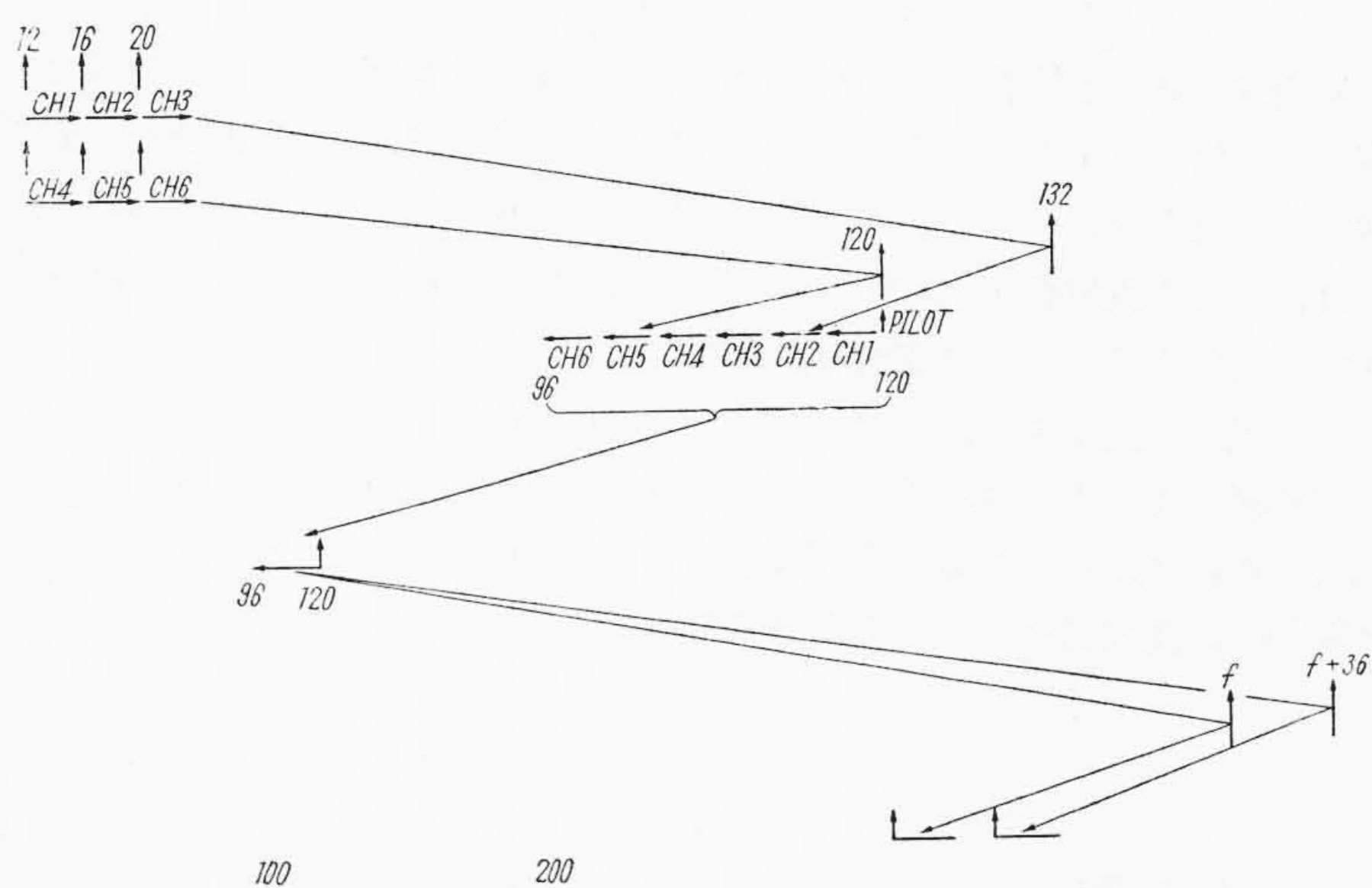
話装置であり、SSB 2 周波同時送受話方式となつている。電話およびテレメータは、18.25 kc の副搬送波を変調し、さらに群変調にて線路周波数に配列される（第9図参照）。電話1通話路の信号方式は、2,550 c/s, 2,650 c/s の切替信号によるトールダイヤルまたは16 c/s 信号方式で拡声器呼出しも可能である。

送りの副搬送波は相手局で復調用搬送波として使用しているため、同期はずれや、それによるダイヤル歪の問題を解決している。

(2) PJ-44 型

第10, 11図にそれぞれ外観、主要回路を示す。

本装置は、10 kc 帯に電話4通話路を伝送するSSB 2 周波同時送受話方式の装置である。第4通話路は、0.3~1.7 kc でせまくとつてあり、16 c/s 信号（1,000 c/s 断続信号）方式のみで、トールダイヤルとしては使用できない。通話路は、12.75 kc, 18.25 kc の副搬送波によるツインシステム（Twin System）となつており、装置は簡単になつている。トールダイヤルの3通話路は、2,550 c/s, 2,650 c/s の切替信号であるが、16 c/s 信号方式にも使用できるよう継電器群を実装して



第15図 PJ-64型電力線搬送装置周波数配置図
Fig. 15. Frequency Allocation of Type PJ-64 Power Line Carrier Telephone System

いる。

(3) PJ-45 型

PJ-44 型とことなる点は、送信架を附加し、送信出力を最大 40 db としたものである。したがつて通話路架、送信架の2架構成となつている。

(4) PJ-64 型、

第13, 14図にPJ-64型の外観、主要回路を示す。本装置は、4 kc 周波数配置による6通話路主幹線用電

力線搬送電話装置である。12, 16, 20 kc の副搬送波により、3 通話路の前群がつくられ、これをさらに変調して6 通話路の基礎群とするもので（第15図参照）、各発振器は、すべて水晶発振子を使用して装置として独立同期方式となつている。

信号方式は通話帯域外1周波（3.8 kc）の断続信号方式であり、雑音に対しては外来雑音より十分高レベルに選択し、回線断にたいしては信号電流断後3分間以上応答なき場合に、警報を発するとき警報遅延装置が実装されている。また全回線断の場合は AGC 回路により即時に警報をだすようになつている。

（5）PJ-66 型

本装置は、PJ-64 型の音声伝送帯域を、3 kc 配置としたものであつて、副搬送波を、12, 15, 18 kc にとり、123 kc, 132 kc の搬送波で、102 kc から 120 kc に6 通話路の基礎群をつくる構成となつている。また、前群とそれ以上とに分け、それぞれ通話路架、群端架として実装し、通信室と変電所等のごとく別設置用になつており、その間、損失 20 db 以下のケーブル4対をもつて接続するものである。

〔IV〕 将来の諸問題

電力線搬送の多重化という問題は、単に装置方式を開発するだけではその適用範囲も限定され、周波数不足の解決にはならない。すなわち、接続された送電線においては、一方の送電線が占有する周波数帯は、他方では使用できないのであつて送電線の高周波的独立化が必要となる。現在、送電線の独立化として進められているブロック装置による方法は、連接せる送電線を発電所、変電所などの適当な場所で高周波的に遮断しようという考えであつて、変成器そのほかの電力機器の漂游静電容量と

線路に直列に挿入された線輪とにより減衰装置を構成しこれによりその間の高周波減衰量を増大せしめるものである。通常装置としては 30 db 以上の減衰差を必要であり、これの実現に圧縮伸張器を使用してブロック装置の負担を軽減することは有利となる。

一方多重の開発により従来の1 通話路型電搬に割当てられる周波数帯は減少するので、さらに占有周波数帯域のせまい装置（たとえば、Upper-Lower 方式）が必要となろう。

また送電線の独立化とあいまつて、合理的周波数配置がなされなければならない。しかしたとえそれが見出しても日本の現状においては、すでに数百台の装置が稼働しており、これを一元化およびその計画的実施が残された大きな問題である。

〔V〕 結 言

わが国の電力線搬送電話装置は周波数配列、信号方式などまだ多くの重要な問題を内蔵しており、したがつて装置としても種々な型式のものが要求されている。各所で検討または新提案がなされているが複雑な事情で解決されていない。いうまでもなく多重装置は高信頼度とともに小型、低廉なることが必要であるが、日立製作所では日夜研究をつづけており、信号器、圧縮伸張器、変復調器など装置の一部トランジスタ化も進めている。

製品の一層の向上のために、大方の御叱正御鞭撻をいただければ幸いである、

参 考 文 献

- (1)(2) 植田瑞穂著：電力線搬送技術
- (3) 特許出願中
- (4) 中谷、有富：日立評論 37 589 (昭30-3)
- (5) 田島：日立評論 37 947 (昭30-6)

日 立 Vol. 19 No. 1 目 次

- ◎蛍光灯の決定版
- ◎冬の勉強
- ◎1957年の電化計画
- ◎東京の水道
- ◎山小屋通信
- ◎いけばなの話
- ◎新しい照明施設
- ◎これは为什么呢？

誌代 1冊 ￥60 (〒12)

日 立 評 論 社

東京都千代田区丸ノ内 1-4 (新丸ビルディング7階)

「日立評論」綴込みカバー

(送料共) 特価1組 ￥50

「日立評論」の綴込み用として美しい綴込みカバーを発売致しております。

御希望の方には実費でお頒ち致しておりますから下記に御申込み下さい。

日 立 評 論 社

東京都千代田区丸の内1の4 (新丸ビル7階)
振替口座 東京 71824