

トランジスタ電力線搬送装置

Transistorized Power Line Carrier Equipment

工 藤 康*
Yasushi Kudō

内 容 梗 概

トランジスタは、真空管に比べて種々の特長を有し、搬送装置に使用しても多くの利点が得られるのであるが、その使用しうる周波数・出力などが限られているために、適用範囲は簡易通信線搬送装置の域を出なかつた。

しかるに、最近、日立製作所において、遮断周波数の高いトランジスタ TA-11 や大出力のトランジスタ TA-12 の完成をみ、ついに電力線搬送装置のトランジスタ化に成功した。

本文においては、その代表的な例として、T-3 型トランジスタ搬送電話装置および PJ-27 型トランジスタ搬送装置について、その概略を紹介してある。

1. 緒 言

トランジスタを搬送装置に使用した場合に得られる利点を要約してみると、次のようになるであろう。

- (1) 所要電力が僅少である。低圧直流電源があれば動作する。
- (2) 寿命が半永久的であつて保守に手間がかからない。
- (3) 装置が小型になる。

これらの特長を生かすことのできる機種としてまず考えられるのは、末端回線に主として使用される簡易搬送装置である。この種の装置は、常時十分な保守を望み得ないので、無保守・無調整で動作することを要求されるのであるが、トランジスタはその要求にはうつつけである。さらに、低圧直流電源によつて動作し、かつ所要電力が僅少であるということは、既設の交換機などがある場合、その電源を共用することができることを意味するので、電源設備、なかんづく予備電源設備に要する費用が節減され、簡易装置としては非常に有利となる。装置が小型になるということも、特別な設置場所を必要としない点で、みのがせない利点である。日立製作所がこのたび北海道電力株式会社よりの御指導を得て製作した T-3 型トランジスタ搬送電話装置は、このような目的をもつたもので、単にトランジスタ化したばかりでなく、方式上でも簡易装置に適した考慮が払われている。

次に、トランジスタの特色を生かすほかの方面として、近來とみに採用される機運にある遠隔監視制御の分野がある。たとえば、無人発電所を運転するための遠隔監視制御用電力線搬送装置としては、無事故、無障害ということが要請されるのであつて、真空管をトランジスタに置きかえることによつて、真空管劣化による障害を完全に除去することができる。また、この種の装置は停電時においても完全に動作することを要求されるので、予備電

源装置は不可欠のものであるが、予備電源は一般に施設建設費中の大きな部分を占め、かつ統計的にみて事故率も高いので、トランジスタの所要電力僅少という特長はこの面においても事故の減少・経費の節減に役だつのである。日立製作所がこのたび、東北電力株式会社よりの御指導を得て製作した PJ-27 型トランジスタ電力線搬送装置は、このような目的にそつて設計された装置である。

2. T-3 型トランジスタ搬送電話装置

2.1 設計方針

本装置は、主として末端回線に簡便に施設して、業務連絡や保線連絡に使用することのできる簡易装置として設計された。

2.1.1 伝送線路

したがつてまず伝送線路としては、送電線はもとより配電線や架空裸通信線なども使用しうるよう考慮されており、下は 10 kc から上は 450 kc までの範囲の任意の周波数を使用することができるようになつている。

2.1.2 通話路数

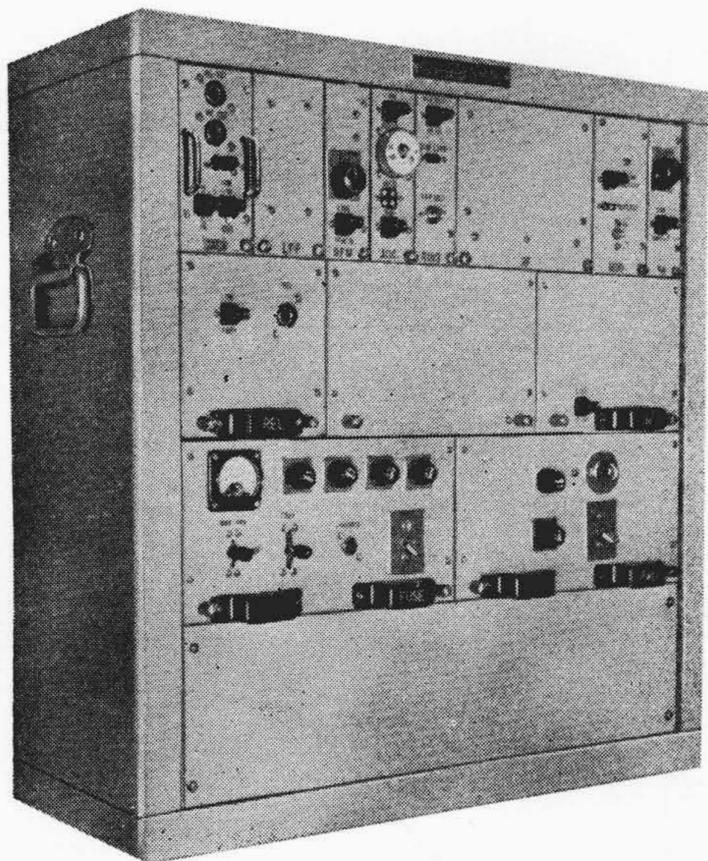
通話路数は必要に応じて任意にとれるように、装置は 1 通話路を単位として構成した。

2.1.3 信号方式

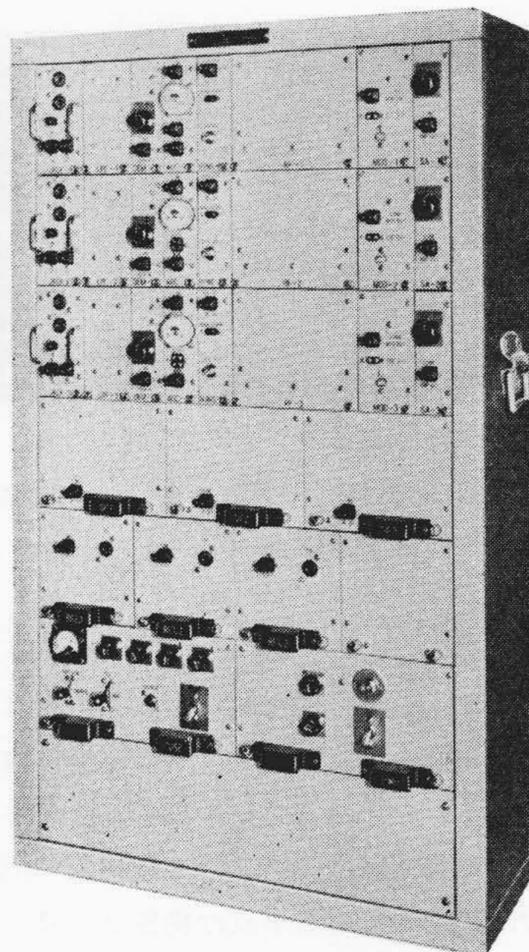
信号方式は、種々の回線に適合することが望まれるので、搬送波断続による直流インパルス伝送方式とし、終端用継電器盤の入れ換えによつて下記各種回線のいずれにも適合させ得るようにした。

- 16 $\frac{1}{s}$ 符号呼出回線 (磁石式電話機相互間)
- 共電式直通回線 (共電式電話機相互間)
- 拡声器呼出回線 (拡声器付電話機相互間)
- 磁石式、共電式あるいは自動式電話回線の加入者線
- 局間中継線

* 日立製作所戸塚工場



第1図 T-3型1通話路トランジスタ搬送電話装置外観



第2図 T-3型3通話路トランジスタ搬送電話装置外観

2.1.4 保守

保守としては、常時無保守を原則とした。したがって、構造はプリント配線板を主体としたプラグイン方式とし、万一故障が起つてもプリント配線板単位で点検交換ができるようにした。また電源は AC 100 V または 200 V のいずれをも使用しうるようにし、かつ、停電の際は自動的に電池に切り換わるようになっている。

2.2 特長

本装置の特長を列挙すれば下記のとおりである。

2.2.1 全トランジスタ化

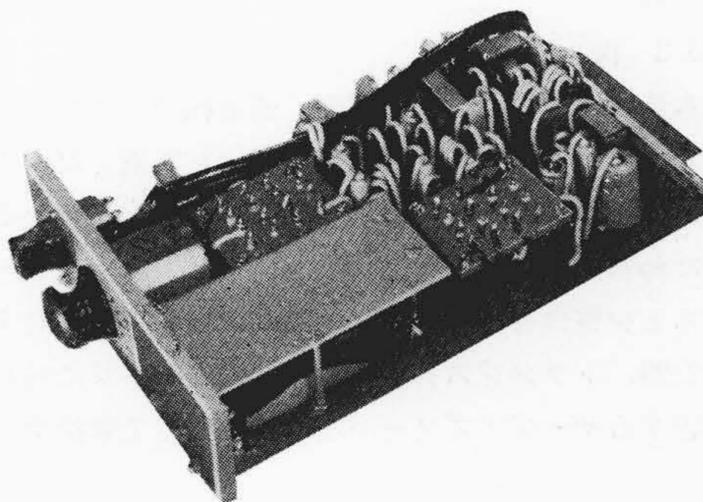
終段増幅器を含めてすべての回路をトランジスタ化した。このために日立製作所中央研究所において新たに開発した高周波用トランジスタ TA-11 (HJ-41) および高出力トランジスタ TA-12 (HJ-43) を使用している。またトランジスタ化に伴い、変成器などの部品も、これにふさわしい小型なものを開発し、かつこれらの部品の取り付けにはプリント配線を施したベークライト板を使用した。

2.2.2 BSB方式・通話路積重ね型

変調方式としては、回路構成が最も簡単な BSB 方式を採用している。また1通話路を単位として構成してあるので、通話路数が不足の場合には本装置を積み重ねて任意の通話路数が得られる。

2.2.3 搬送波断続信号方式

信号方式としては搬送波断続方式をとり、信号発振器



第3図 T-3型トランジスタ搬送電話装置のプラグインパネル

を節約して回路の簡素化を図つてある。また信号受信リレーには、定期的な調整を必要とする有極リレーを避け取り扱いに便ならしめている。

2.2.4 サージアブソーバ

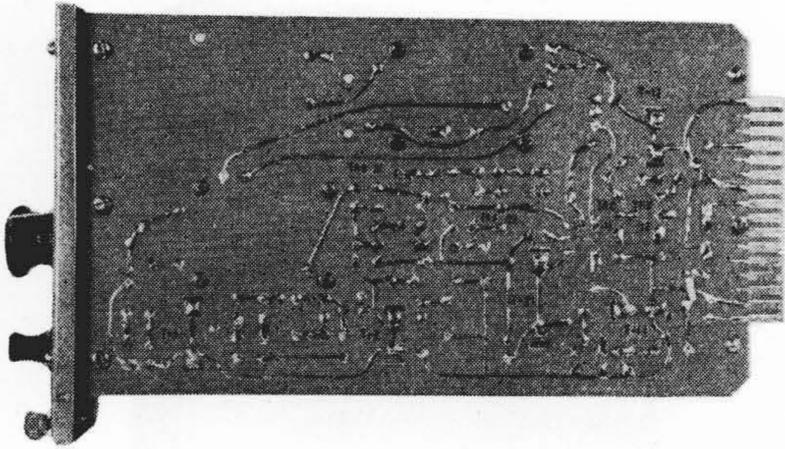
トランジスタ装置であるため、サージ電圧など線路から入る異常電圧に対し装置を保護する必要があるが、この目的のためには高性能のシリコンバリスタを使用している。

2.3 構造および構成

本装置はキャビネット型の筐体に収容した本体と壁掛型の保安器とからなっている。

2.3.1 本体

本体は機能別に分かれた数個のブロックよりなり、各ブロックは筐体にプラグインされ、点検・調整

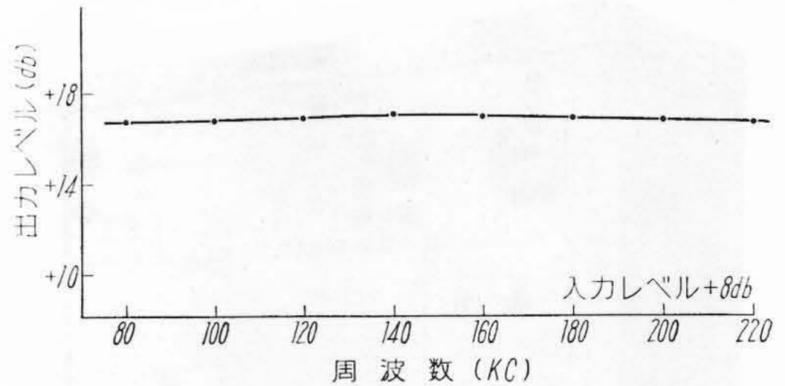


第4図 T-3型トランジスタ搬送電話装置のプリント配線

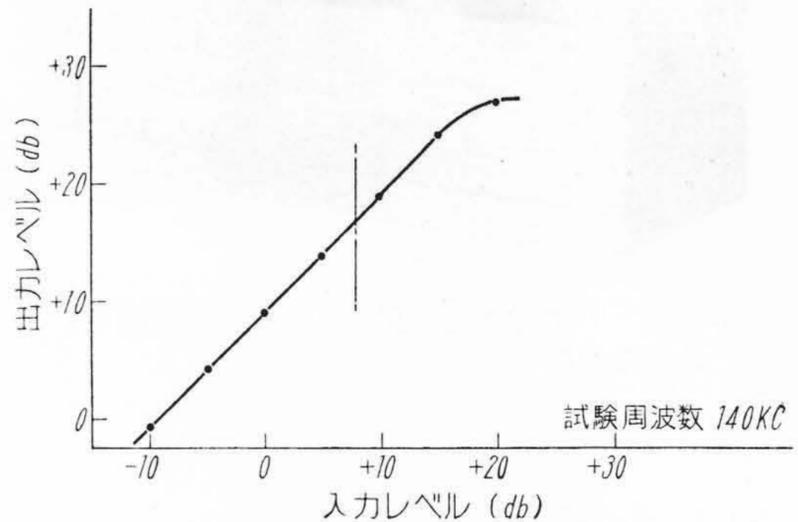
に便なる構造となつている。プラグインであるため、万一故障が起つた場合にはあらかじめ用意された予備ブロックと交換し、障害ブロックの点検・修理を行うことができるので、保守を集中化しうる。また各ブロックのうち主要回路は、プリント配線板で構成されているので、誤配線による事故は絶無となりコスト低減にも役だつている。筐体はキャビネット型の小型美麗なもので、卓上そのほか任意の場所に設置することができる。

2.3.2 保安器

本装置は、送電線、配電線、通信線のいずれにも適用しうるのであるが、本体を標準化して置くために、これら線路との結合装置は別設置を建前としている。すなわち通常、線路インピーダンスと装置インピーダンスとを整合せしめる絶縁変成器、異常電圧に対する保安器、トランジスタを線路よりくるサージに対して保護するサージアブソーバなどを一括して壁掛型の保



第6図 T-3型送信増幅器周波数特性



第7図 T-3型送信増幅器過負荷特性

安器盤としている。送電線と接続するためにはこのほか結合蓄電器・結合誘波器などを必要とし、通信線と接続するためには線路誘波器を必要とする。

2.4 性能および試験結果

(1) 伝送方式

搬送波送出両側帯波伝送方式 (BSB方式)

(2) 通信方式

同時送受話方式

(3) 信号方式

搬送波断続信号方式

(4) 送信出力

無変調時 +15 db m

(5) 受信入力

標準 -5 db m

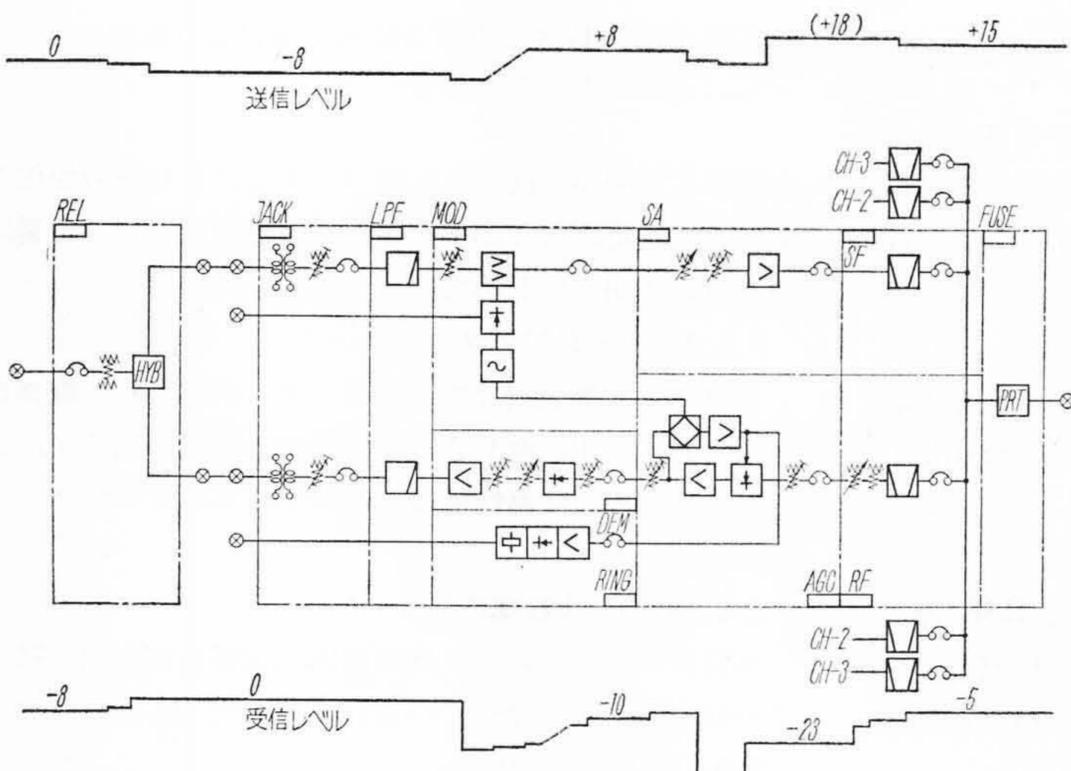
(6) 自動利得調整

受信入力標準 +5db~-15 db の変化に対し圧縮率 20% 以内 なお半固定入力調整 ±10 db 可能

(7) 装置インピーダンス

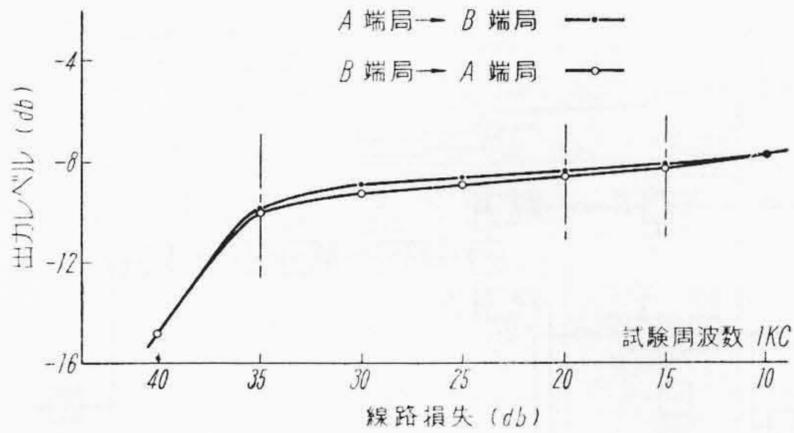
搬送周波帯 75 Ω

音声周波帯 600 Ω

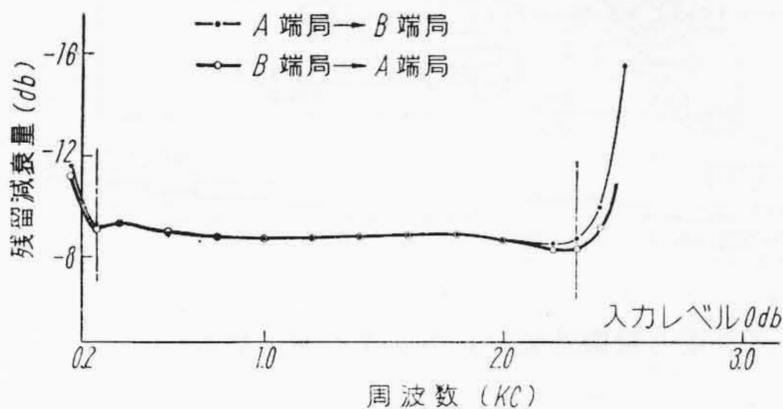


注；本レベルダイヤは低周波部は標準音声レベル、高周波部は搬送波レベルを示す。標準変調度は60%である。

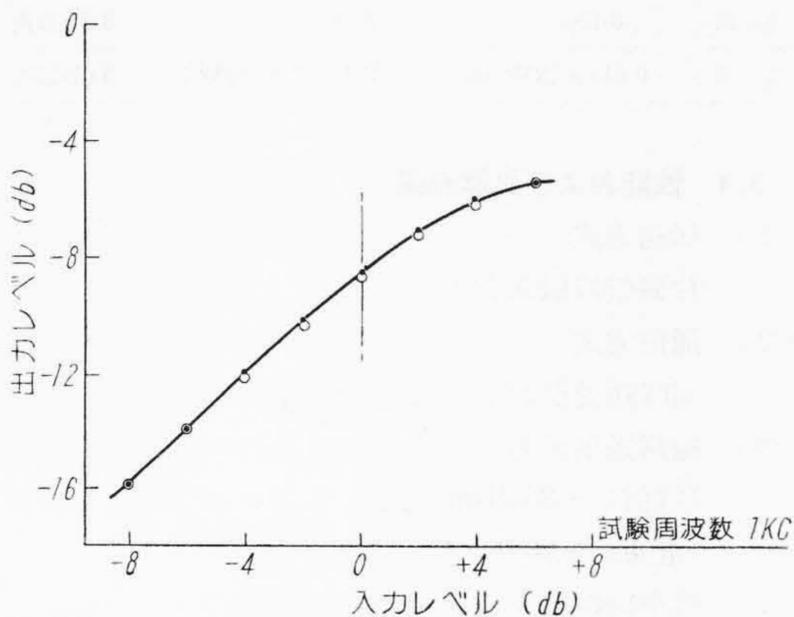
第5図 T-3型トランジスタ搬送電話装置レベルダイアグラム



第8図 T-3型AGC特性



第9図 T-3型総合周波数特性



第10図 T-3型総合過負荷特性

- (8) 残留損失
2線式終端の場合 8 db
- (9) 変調度
2 Wより 0 dbm の送り込みに対し 60%
- (10) 通話帯域
300~2,300 c/s
- (11) 残留損失偏差
上記帯域内において 3 db 以内
- (12) 搬送周波数安定度
 1×10^{-4} 以内
- (13) 漏話
標準周波数配置における同系列間の漏話減衰量は

50 db 以上、異系列間の漏話減衰量は 30 db 以上の線路損失を隔てて設置した場合 50 db 以上

- (14) 装置雑音
信号対雑音比 50 db 以上
- (15) 鳴音安定度
2 W を 400 Ω にて終端した場合 12 db 以上
- (16) 音声周波ひずみ率
25 db 以上
- (17) 総合直線性偏差
標準レベル +3.5 db ~ -30 db の範囲にて総合直線性の偏差は ± 2 db 以内

3. PJ-27 型トランジスタ電力線搬送装置

3.1 設計方針

本装置は遠隔制御監視用の電信路と電話1通話路とを共有する電力線搬送端局装置であり、給電指令所・発電所間などに施設して発電開閉所の遠隔制御監視および給電専用通話を確認するための装置である。したがって装置の安定確実な動作を第一の条件として設計されている。

3.1.1 伝送線路

伝送線路は送電線であるが、本装置の使用される目的から考えて下記のような条件を想定した。

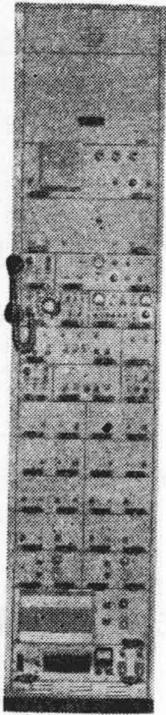
- (1) 線路送出周波数は 50~250 Kc の範囲内で選ばれる。
- (2) 伝送損失は 20 db 程度であるが、開閉器の操作などによつて +10 db ~ -5 db 程度の変化がある。ただし、ハンピングは使用帯域内で十分無視できるものとする。
- (3) 遮断器サージなどの線路雑音として、大きさ ± 100 c/s 帯域当り +10 dbm 持続時間 20 ms 程度のものを考慮する。このような衝撃に対しても装置はその機能を失なわないようにする。

3.1.2 信号伝送装置との受け渡し規準

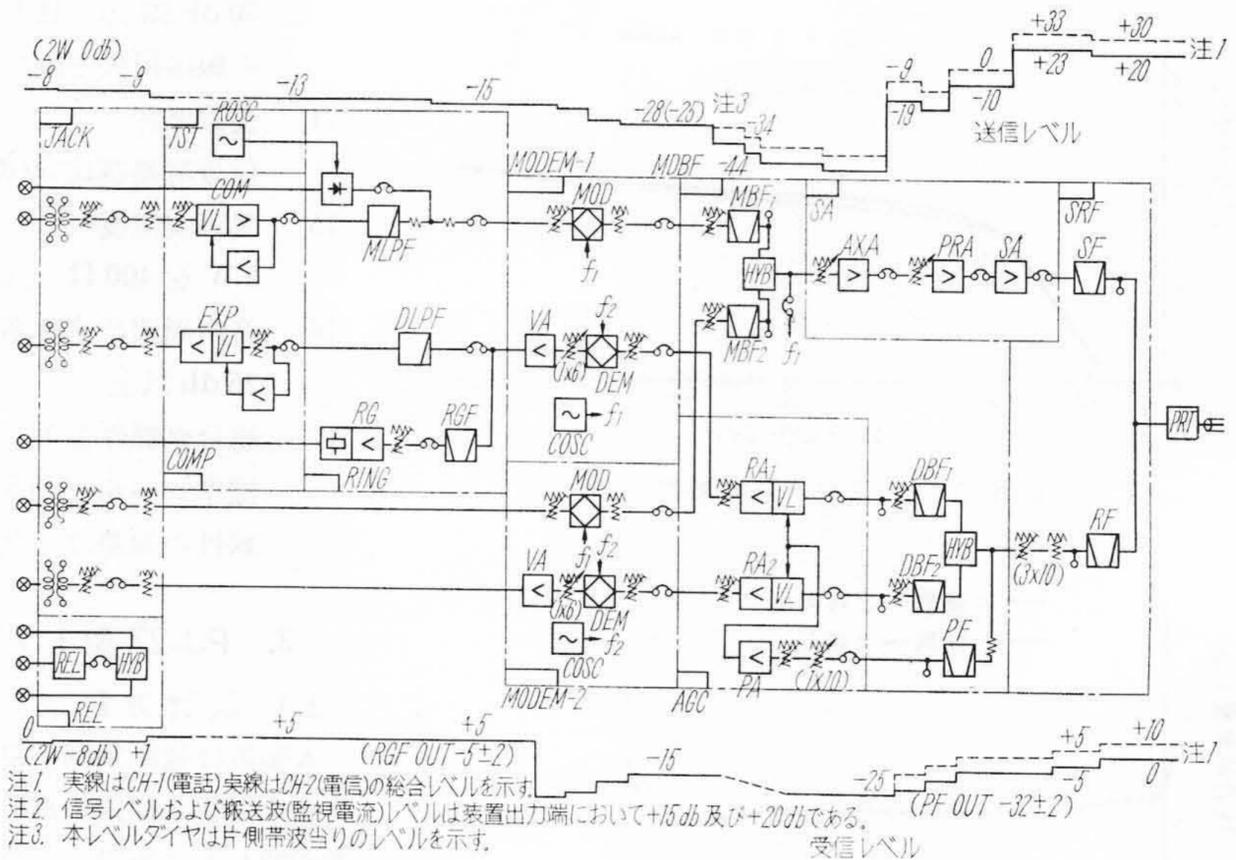
従来、遠隔制御監視用の送受量装置と電力線搬送端局装置との受け渡し規準はまちまちであつたが、遠隔制御監視システムが大規模となり相互に関連をもつてくると、種々不都合が起つてくる。したがつて、これに対する考え方を統一することとし、送受量装置と端局装置との受け渡しは電話回線における4線式交換機と端局装置との受け渡しの準ずるものとして、送量側の受け渡しレベルは総合電力 -8 dbm 受量側の受け渡しレベルは総合電力 0 dbm またこれらに対するピーク率は伝送信号の特殊性にかんがみて 8 db と定めた。

3.1.3 信号方式

本装置に接続される電話は給電専用を原則とするため、リングダウン方式による単独加入とするが、四線



第 11 図 PJ-27 型トランジスタ電力線搬送装置外観



第 12 図 PJ-27 型トランジスタ電力線搬送装置レベルダイヤグラム

式中継およびトールダイヤルも行い得るよう考慮した。

3.2 特 長

本装置の特長を列挙すれば下記のとおりである。

3.2.1 トランジスタ化による保守の簡易化

最終段増幅器を除くすべての回路をトランジスタ化し、また電源にはすべてセレン整流器を用いることにより、真空管劣化による事故を極度に減少せしめた。

3.2.2 トランジスタ化による電源の簡易化

トランジスタ化により所要電力は著しく減少し、その結果予備電源装置も簡単となった。従来予備電源装置の設備費が総施設費の大きい部分を占めており、かつその事故率も高いことにかんがみて、このことは事故を減少せしめるのに役だっている。

3.2.3 水晶濾波器使用による回路の簡素化

通話路分離濾波器、監視電流選択濾波器に水晶濾波器を使用した結果、変調復調はそれぞれ一段となり回路構成は簡素化された。

3.3 構 造

本装置は C. C. I. F. 勧告に基く奥行 225mm, 幅 520 mm の筐体構造で、各盤はプラグイン構造となっている。さらに主要回路はオクタソケットを有するブロックよりなっており、各ブロックは差し換えが可能で、故障の際にも交換点検は迅速に行うことができる。

本装置はトランジスタを使用したため非常に小型であり、高さを電力用配電盤に合わせて 2,300mm とした場合にも空パネルができるので、これを利用して送受合計 8 量分の信号伝送装置を同一架に組み込むこともできる。

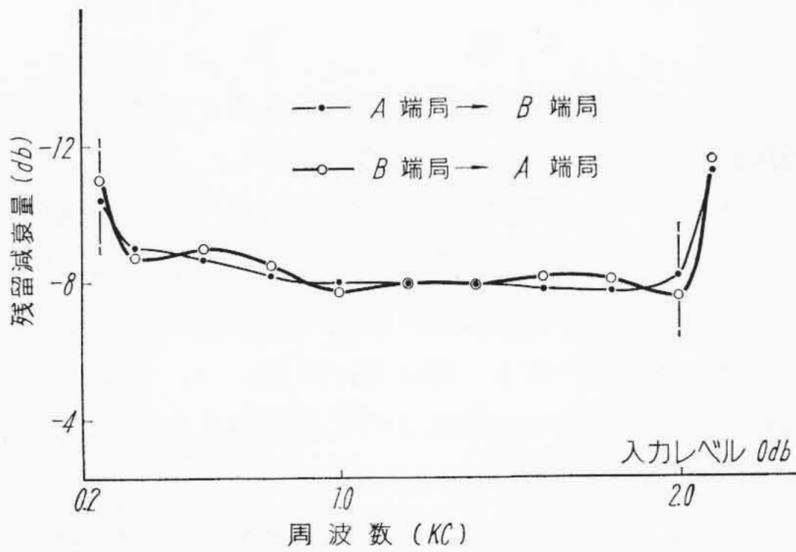
第 1 表

	規準低周波入力レベル	残 留 損 失	残留損失偏差
電 信	-8 dbm	-8 db	3 db 以内
電 話	0 dbm (2W in)	+8 db (2W→2W)	5 db 以内

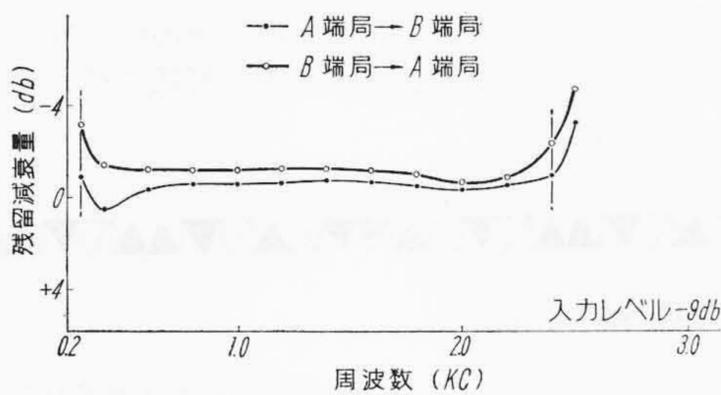
3.4 性能および試験結果

- (1) 伝送方式
片側帯波伝送方式
- (2) 通信方式
同時送受信および同時送受話
- (3) 線路送出出力
(電信) +30 dbm (総合)
(電話) +20 dbm
- (4) 標準線路損失
20 db
- (5) 線路送出周波数
50~200 Kc における 10 Kc 間隔の標準周波数配置による中心周波数±2.5 Kc
- (6) 有効伝送帯域
(電信) 300~2,400 c/s
(電話) 300~2,000 c/s
- (7) 規準低周波入力レベル, 残留損失, 残留損失偏差
第 1 表のとおり
- (8) 漏信および漏話量 (雑音を含む)
(電話→電信)

電話路 2 W in に測音 2 号 A 擬似音声発生器出力を -10 dbm で送り込んだとき、電信路出力端子における無評価値 -30 dbm 以下



第 13 図 PJ-27 型総合周波数特性 (CH-1)



第 14 図 PJ-27 型総合周波数特性 (CH-2)

(電信→電話)

電信路入力端子に平均電力 -8 dbm の十分白い雑音を送り込んだとき、電話路 2 W out における 2 号 A 雑音電圧測定器による評価値 -58 dbm 以下

(電信→電信)

前記 (電信→電話) の送り込みの条件の下で、電信路出力端子における無評価値 -30 dbm 以下

(9) 直線性, ひずみ率, 線路送出高調波レベル

(電信)

電信路入力 $1,000 \text{ c/s} - 8 \sim 0 \text{ dbm}$ に対して、電信路出力 $0 \sim +8 \text{ dbm}$ の十分な直線性を有し、かつ低周波ひずみ率は入力 $600 \text{ c/s} - 8 \text{ dbm}$ に対して 25 db 以上

(電話)

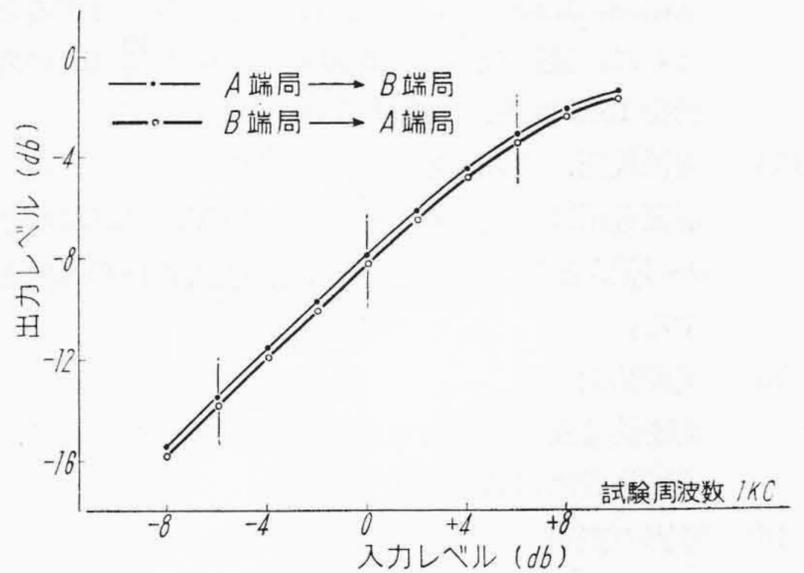
2 W 入力 $1,000 \text{ c/s} 0 \sim +6 \text{ dbm}$ に対して、 2 W 出力 $-8 \sim -2 \text{ dbm}$ の十分な直線性を有し、かつひずみ率は 20 db 以上

(線路送出高調波レベル)

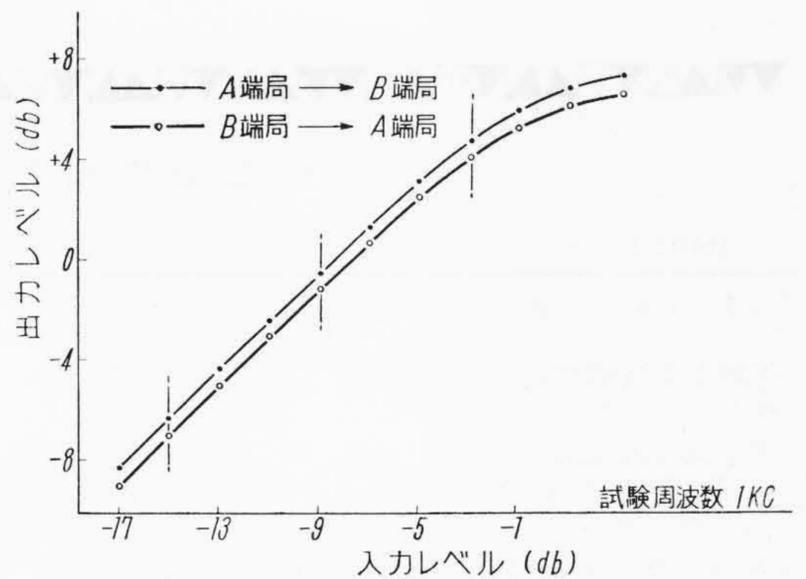
(8) と同じ負荷条件にて、同系列他装置に対する漏信および漏話量は (8) と同程度

(10) 鳴音安定度

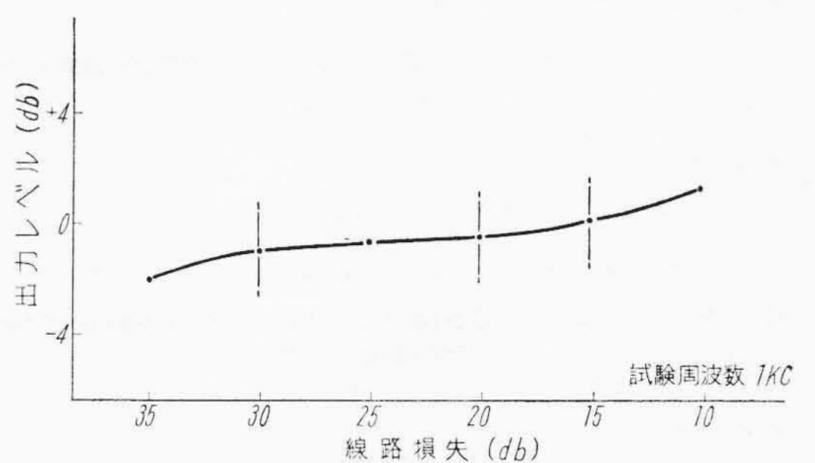
$2 \text{ W} 400 \Omega$ 純抵抗終端において 12 db 以上



第 15 図 PJ-27 型総合過負荷特性 (CH-1)



第 16 図 PJ-27 型総合過負荷特性 (CH-2)



第 17 図 PJ-27 型 AGC 特性

(11) 同期方式, 同期ずれ

独立同期方式にして (14) の条件の下において同期ずれは 5 c/s 以内

(12) 電話の信号方式

帯域外 1 周波 (2.35 Kc) による無通話時送出方式

- (13) 圧伸器, AGC
電話路に圧縮率 $\frac{1}{2}$, 伸長率2の圧伸器を有するとともに, 装置全体には線路損失 $20 \pm_{-5}^{+10}$ db の変動を15%以内に圧縮する AGC を有する。
- (14) 電源電圧, 周囲温度
電源電圧は単相 50 c/s 200 ± 10 V, 周囲温度は $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$ とし, 両端局の相対温度差は 15°C 以内とする。
- (15) 電源装置
金属整流器を用いたオールエリミネータ方式で, 端局装置に自蔵する。
- (16) 障害の表示
下記の場合に警報を発生し表示ランプを点灯する。
(i) 可熔片断
(ii) 線路損失 $20 \pm_{-5}^{+10}$ db 以上の変動

4. 結 言

以上, 日立製作所が最近完成したトランジスタ電力線搬送装置2種をあげてその概略を紹介した。なにぶんにもトランジスタは現在発展の途上にあり, その進歩に伴って装置の方も改良を重ねてゆくつもりであるが, よりよい製品を完成するために, 諸賢の有益な御批判をいただけたならば幸である。特にPJ-27型については, 最終増幅管をもトランジスタによつて置き換えるべく, 鋭意努力中である。

終りに, これら装置を製作する機会を与えられた東北電力株式会社ならびに北海道電力株式会社に厚く感謝の意を表す。また装置の設計, 製作に当つて種々の有益な御助言を賜つた東北電力株式会社植田氏(当時), 景山氏ならびに北海道電力株式会社三好氏に対し厚く御礼を申し上げる。

日立製作所社員社外寄稿一覧表

(第60頁より続く)

(昭和33年4月受付分)

寄稿先	題 目	執筆者所属	執 筆 者
小峰工業技術株式会社	超硬工具とトランスファマシ	多賀工場	石菊 黒地 四六 良郎
電気公論社	巻鉄心型変圧器	亀戸工場	鬼頭 六国 忠好
日本電設工業会	ルミパネルを利用した光天井照明	亀戸工場	鈴木 繁 好正
鉄道通信協会	クロスバ交換機の話 第4章~第7章	戸塚工場	大塚 英次郎
日刊工業新聞社	低速掃引を用いた光電導撮像管の過渡レスポンス	戸塚工場	岡崎 彰 夫
共立出版株式会社	5.1F 回路および検波回路 6. AGC 回路	戸塚工場	長袖 浜山 良三
オーム社	最近の磁性材料の進歩の弱電機器に及ぼす影響	戸塚工場	二見 二郎
日本化学会	還元性金属不純物含有ニッケルによるアルカリ土類酸化物の還元について 第2報 BaO, SrO, CaO のニッケルに対する反応性の比較	茂原工場	千 秋 英 一
合成樹脂工業技術研究会	空乾性塗料用ポリエステル樹脂の特性について	絶縁物工場	安岡 嘉 雄
日本金属学会	クロム銅の研究(第4報) クロム銅の諸性質に及ぼすSiとFeの影響について	中央研究所	土井 俊 雄
日刊工業新聞社	プラズマからの輻射——太陽電波の起源	中央研究所	法橋 登 望
日本物理学会	Studies on the Evaporation of Lithium Ions by Surface Ionization	中央研究所	森 戸 望
日本学術会議原子力シンポジウム係	中性子束の絶対測定	中央研究所	今井 宗 丸
日本機械学会	近似非線形最適制御方式およびそのサンプリング計算制御方式との比較	中央研究所	三卷 達 夫
日本学術会議原子力シンポジウム	一定熱出力運転の際の燃料消費	中央研究所	鴨井 章 和
c/o H. Mark Polytechnic Institute of Brooklyn, Brooklyn 2. New York	Hydrogen Bond chains in Polyvinyl Alcohol and its Dielectric Relaxation	中央研究所	長谷川 重 彦
電気書院	光源と照明器具の進歩	中央研究所	中村 純之助
電気学会	電子顕微鏡	中央研究所	只野 文 哉
共立出版株式会社	日立製作所における倉庫品の管理方式	中央研究所	島田 正 三

(第86頁に続く)