

電力線搬送電話用圧伸器

田 島 巖*

Comparator for the Power Line Carrier Telephony

By Iwao Tashima

Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

“Comparator” denotes a device which compresses speech amplitude at the transmitting end and allows it to restore to its original volume at the receiving end, a feature which makes possible the improvement of signal-to-noise ratio to the outstanding advantage in the carrier telephony.

The writer discusses in the article the standard which should be abode by the comparator for the specific use with power line carrier telephony as well as the actual designing of it, citing a few examples and experimental results. He also describes several requirements in determining the general characteristics of the same comparator, dealing in the end with some problems which arise when the comparator is in use for the carrier system.

〔I〕 緒 言

入力 e_1 と出力 e_2 とが比例しない増幅器を一般に非線型増幅器といい、入力の増大につれて増幅度の減少するものを圧縮器 (Compressor), その逆を伸長器 (Expander) という。特に e_1 と e_2 とが

$$e_2 = k \cdot e_1^n \dots \dots \dots (1)$$

なる関係にある時 $n < 1$ 又は $n > 1$ に従つて、それぞれ n を圧縮率又は伸長率と呼ぶ。例えば $1/2$ — 圧縮器と 2 — 伸長器の理想特性を図示すれば第1図 (次頁参照) のようである。周知の如く搬送電話装置送信側に於て、圧縮器によつて音声入力レベルを平均化し、逆に受信側に於て伸長器を通してこれを復元する如く使用する時、かゝる圧縮器と伸長器の一組は、所謂、圧伸器 (Comparator) であり、近時装置小型化等のため屢々用いられ日立製作所に於ても PJ-41, PH-3 等の搬送装置に実装されている。その利点の主なるものは次の二つであろう。

- (1) 標準レベルより高い音声入力は、圧縮器によつてレベルを低下される故、変復調器、増幅器、なかんずく送信増幅器を小型化することが出来る。

- (2) 標準レベルより低い音声入力は、圧縮器によつて逆にレベルを上昇し、更に受信雑音は伸長器によつてレベルを低下される故、全体として信号対雑音比が大幅に改善されて、濾波器の規格を緩和し得る。

ところで、かゝる搬送電話装置用圧伸器は、勿論音声波形の包絡線を圧伸するもので、この点搬送波の或時間内での平均レベルで動作する自動利得調整装置や、入力波形の瞬時値を圧伸する瞬時圧伸器との本質的相異である。従つてその構造は、一般に動作遅れを有せぬ可変損失回路を、適当な時定数回路を経て、入力 (又は出力) 整流電流で制御する形式が用いられる。これをブロックダイヤで示せば第2図 (次頁参照) のようである。

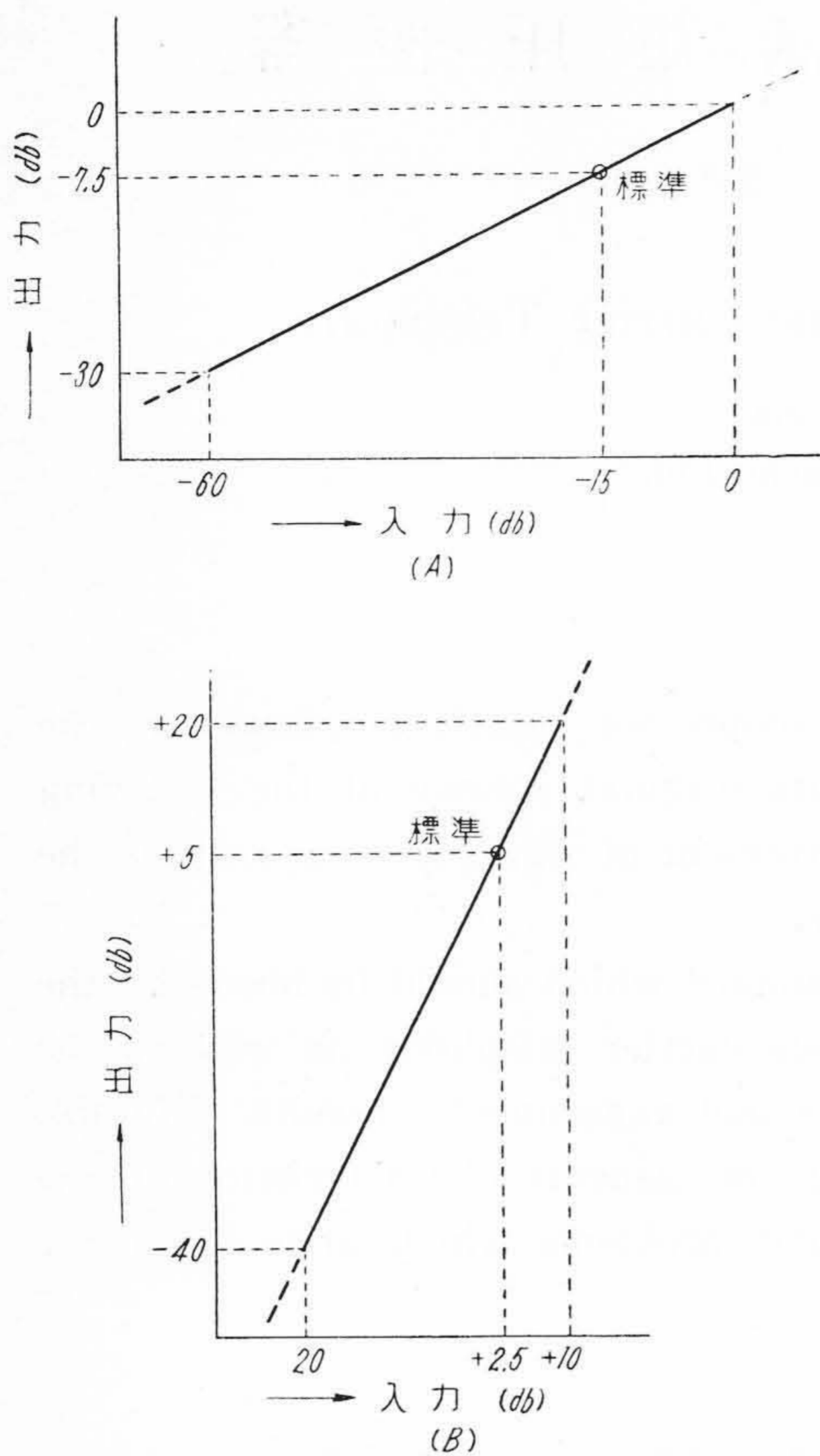
以下先ずかゝる電力線搬送用圧伸器の設計規準に就いて考察し、それに基く設計法を述べる。次いで設計例とその実験結果の概要に就いて検討し、今後の設計資料とする。最後に関連する二三の問題に就いて述べる。

〔II〕 設計規準に対する考察

電力線搬送用圧伸器の設計に対しては、以下の諸項に関する規準を確立することが必要である。

- (i) 入出力レベル範囲及び標準レベル

* 日立製作所戸塚工場



第1図 1/2-圧縮器及び2-伸長器の理想特性 (A) 圧縮器 (B) 伸長器

Fig. 1. Ideal Characteristics of 1/2-Compressor and 2-Expander (A) Compressor (B) Expander

(ii) 圧縮率及び伸長率

(iii) 時定数

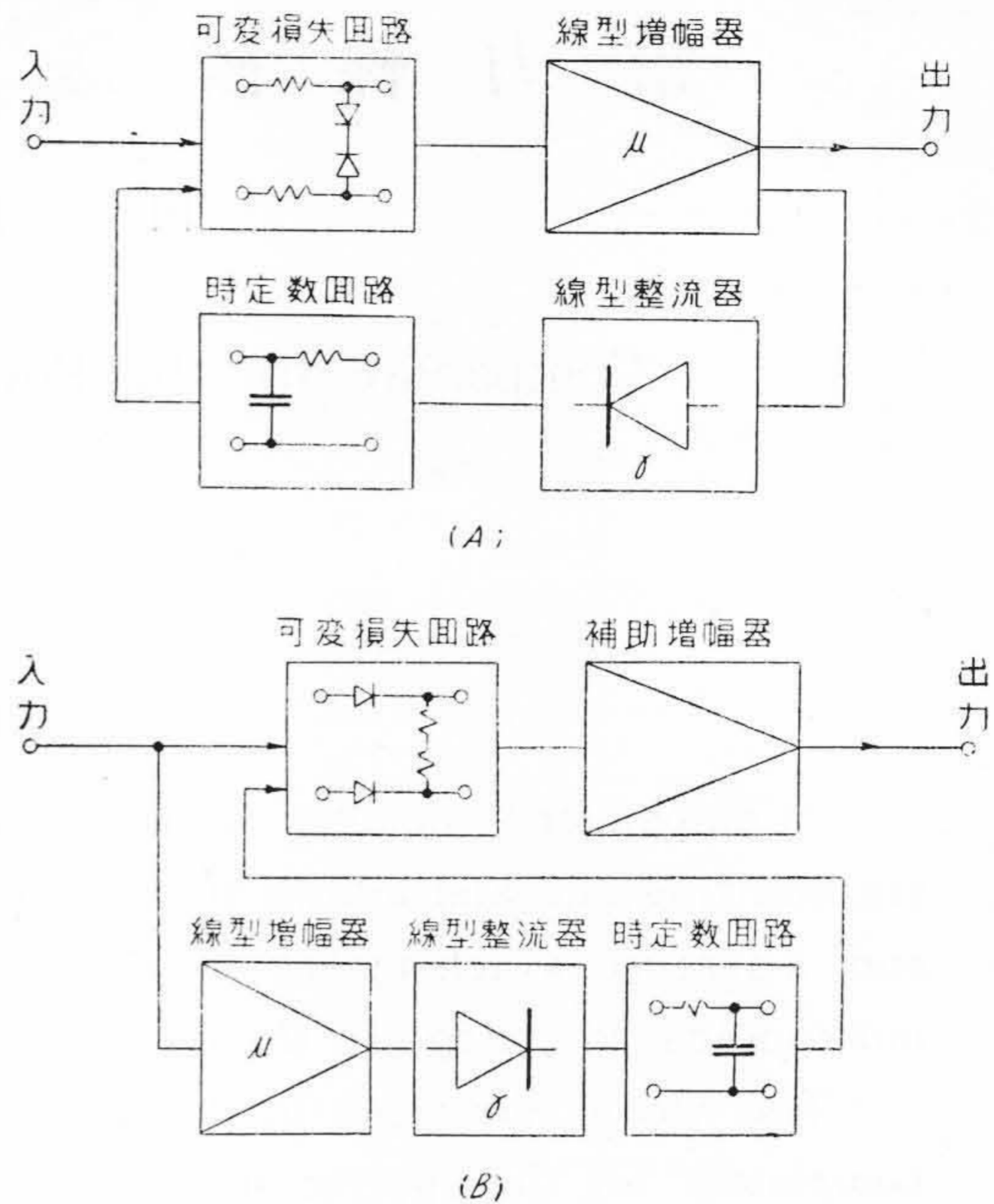
(iv) 歪率

(v) 特性偏差 (温度偏差を含む)

以下これらに就いて順次考察する。

(1) 入出力レベル範囲及び標準レベル

音声エネルギー測定結果の大略は第1表(A)欄のようである。これは送話器によつて電気エネルギーに変換され、この際約20db増幅され、次で送話回路、線路及び交換機による約5dbの減衰を経て搬送装置入力端子に加えられる。一方、電力線搬送装置標準入力レベルは、各電力会社とも0dbと規定しており、その関係は第1表B欄のようになる。これらは更に装置内の抵抗減衰器、三巻変成器等による10乃至15dbの減衰を経て圧縮器に加えられる故、圧縮器入力レベル範囲及び標準レベルの関係は第1図(A)のようである。この際標準レベルに



第2図 圧縮器及び伸長器のブロックダイアグラム (A) 圧縮器 (B) 伸長器

Fig. 2. Blockdiagrams of Compressor and Expander (A) Compressor (B) Expander

第1表 会話のレベル範囲

Table 1. Range of Speech Energy

測定箇所 会話分類	(A) 音 声		(B) 装置入力 絶対レベル
	μW	絶対レベル	
最大尖頭レベル	1,000	0 db	15 db
標準入力レベル	—	—	0 db
会話平均レベル	15	-18 db	-3 db
最弱の会話	0.1	-40 db	-25 db
さゝやき	0.001	-60 db	-45 db

於ける増幅度は装置自身の条件により任意に決定して差支えないが、普通第1図の如き値が適当である。なお受信出力標準 -8 db を得るための伸長器出力は三巻変成器等による10~15dbの減衰及び圧縮器標準入力を考慮すれば第1図(B)の如くしなければならない。標準レベルに於ける増幅度は圧縮器と同様装置自身の条件により任意に選び得るが、普通第1図の如き値がとられる。

(2) 圧縮率及び伸長率

伸長率を n とすれば圧縮率は $1/n$ でなければならないことは圧伸器の作用より明かである。圧伸器の利点を強調するためには n の大なる程望ましいが一方 n を大

とすると圧伸器の製作困難となり、且つ装置の歪率を低下する。これらを考慮して普通 $n=2$ が選ばれるが、これに関しては歪率の項でもう一度触れることにする。

(3) 時定数

圧縮器(又は伸長器)の時定数とは、入力レベルが急変したとき出力レベルの変動が全変化の約 80% に及んだ時迄の時間であり、既に述べた如く圧伸器は音声電流の包絡線を圧伸するものであることを考慮すれば、伝送周波数中の最低のものゝ周期に比して長く選定されなければならない。普通 15~20 ms 程度の値が用いられる。

(4) 歪率

明瞭なる通話を確保するためにどの程度の歪率が許容されるかは一意的な決定は困難であり、信頼するに足る資料も不十分である。そのため各電力会社に於ける仕様もまた必ずしも明瞭ではないが、大体通話路の歪率 -30 db 以下が要求されているように思われる。

一方圧伸器可変損失回路は、一種の平衡変調器であるから、歪率の低下は次の如き原因に分類せられる。

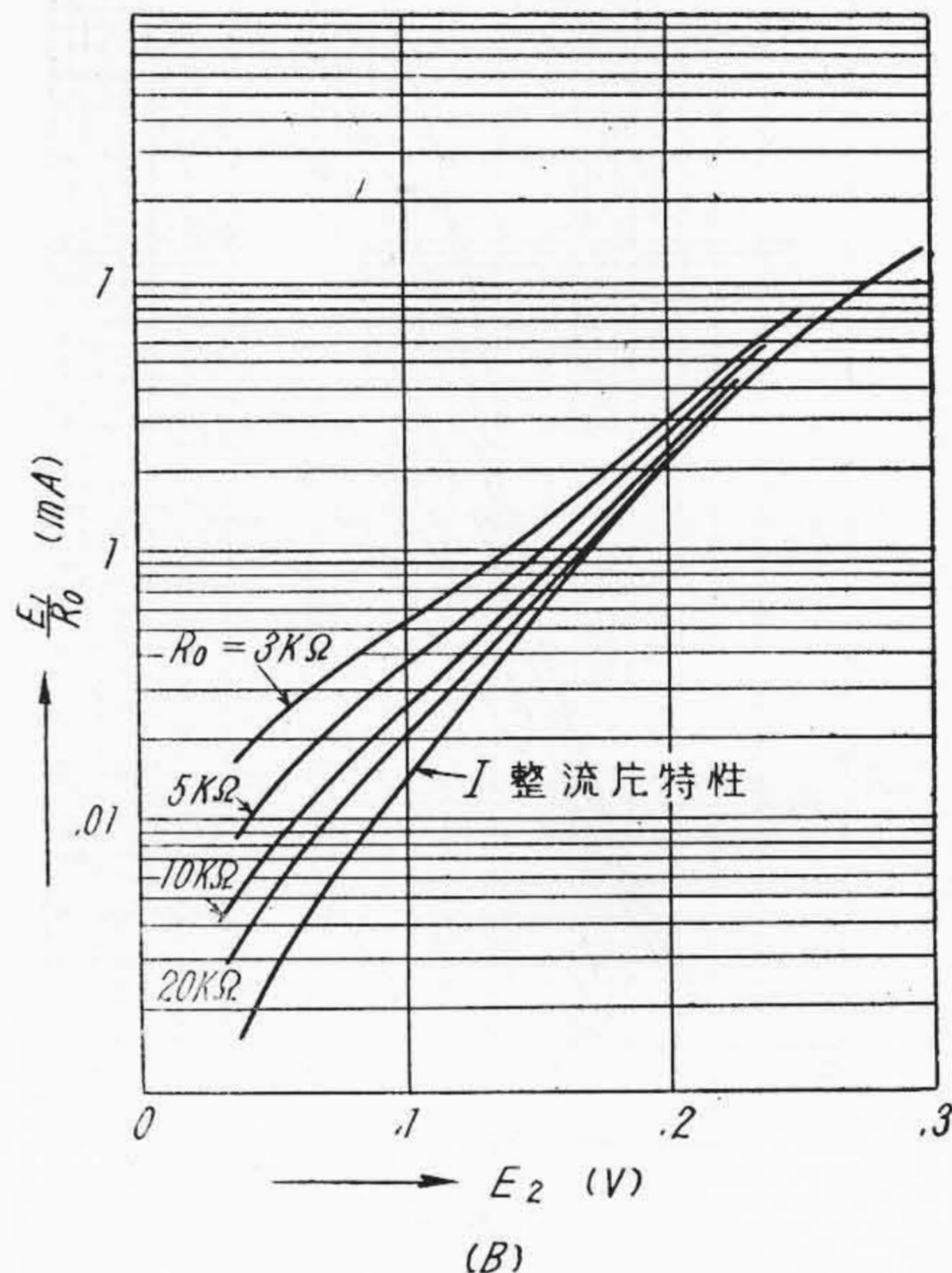
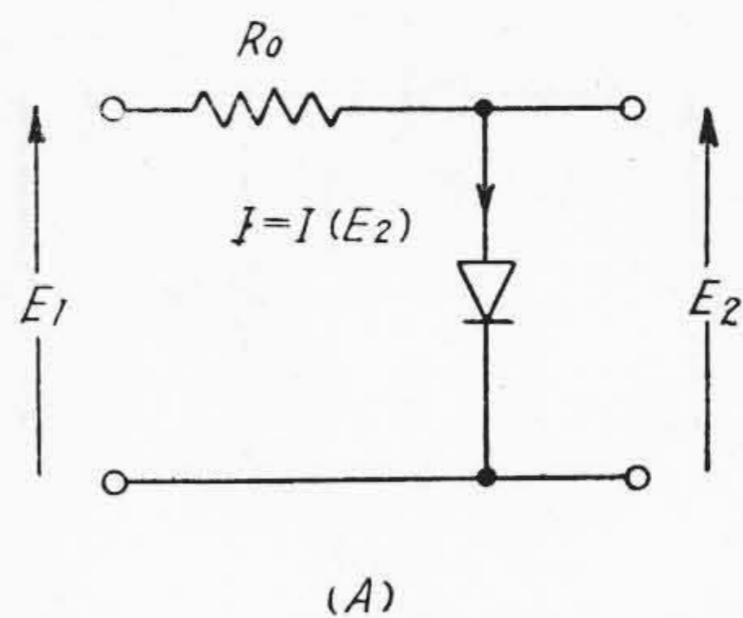
- (A) 可変損失回路の不均衡による漏洩
- (B) 直流制御電流の不平滑分による変調波
- (C) その他の出力高調波分

第一項は整流片の選択並びに変成器の製作に注意すれば -60 db 以下に抑えることは困難ではない。第二項は整流電流のリップル含有率に直接比例し、簡単な平滑回路でこれを 1% に抑えた時、歪率 -40 db を与える。第三項の主なるものは入力信号波の第三高調波で、これは非線型特性の三次の項と、信号電流の三乗とに比例する故、 $n=2$ を採用し、且つ低入力の場合、問題とする必要はないであろう。以上を考慮し圧伸器の歪率として -40 db を一応の規準とする。

(5) 特性偏差

通話品質に及ぼす特性偏差の影響に関しては、歪率同様、信頼するに足る資料不足であるが、一方製作上からは圧伸器動作範囲の中央 50 db の間で、偏差を ± 0.5 db 内に抑えることは左程困難ではない。勿論、このためには整流片の選別に特別の考慮が必要であり、これらに関しては後述する。なお温度変化による圧縮器又は伸長器の特性変動は整流片の温度特性より考慮して概ね平行移動であり、その変動も温度 10°C の変化は対して 3 db 以下であるが、幸いに両者の温度変化は相殺する如く起るので総合の特性偏差は大幅に改善される。本項に就いては、なお詳細なる検討が加えられるべきであり、これに関しては更めて報告したい。

以上電力線搬送電話用圧伸器設計規準の大要を述べた。以下これに基く設計法に就いて考察する。



第3図 (A) 圧縮器可変損失回路と (B) その直流伝達特性
Fig. 3. (A) Schematic Circuit of Variorlosser in the Compressor (B) D.C. Transmission Characteristics of Variorlosser of (A)

[III] 設計法の概要

非線型増幅器の入力 e_1 と出力 e_2 との間に

$$e_1 = f(e_2) \text{ 又は } e_2 = g(e_1) \dots\dots\dots(2)$$

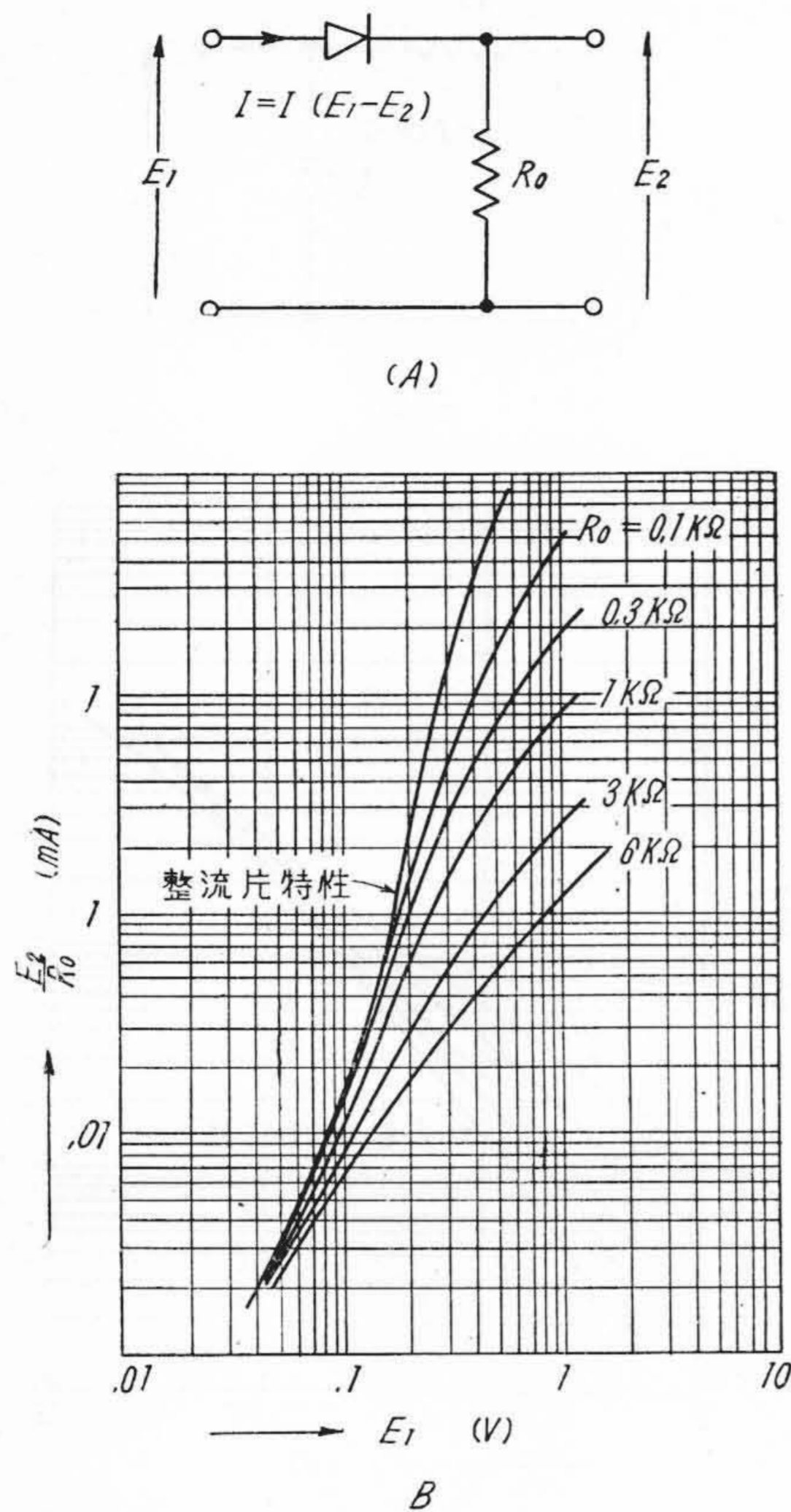
なる関係が要求されている時、後動作型又は前動作型可変損失回路に必要な直流特性 $E_1 - E_2$ の関係はそれぞれ次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} E_2 &= \frac{1}{\mu r} \int \frac{E_1}{f(E_1/r)} dE_1 \\ \text{又は} \quad E_2 &= \mu r \int \frac{g(E_1/\mu r)}{E_1} dE_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

ここに μ 及び r はそれぞれ線型増幅器の増幅度及び線型整流器の能率である。(第2図参照) 後動作型 1/2-圧縮器及び前動作型 2-伸長器の場合上式はそれぞれ

$$E_2 = K_1 \cdot \log E_1, \quad K_1 = \frac{rk^2}{\mu} \dots\dots(4-1)$$

$$\text{及び} \quad E_2 = K_2 \cdot E_1^2, \quad K_2 = \frac{k}{2\mu r} \dots\dots(4-2)$$



第4図 (A) 伸長器可変損失回路と
(B) その直流伝達特性
Fig. 4. (A) Schematic Circuit of Vario-losser in the Expander.
(B) D. C. Transmission Characteristics of Vario-losser of (A)

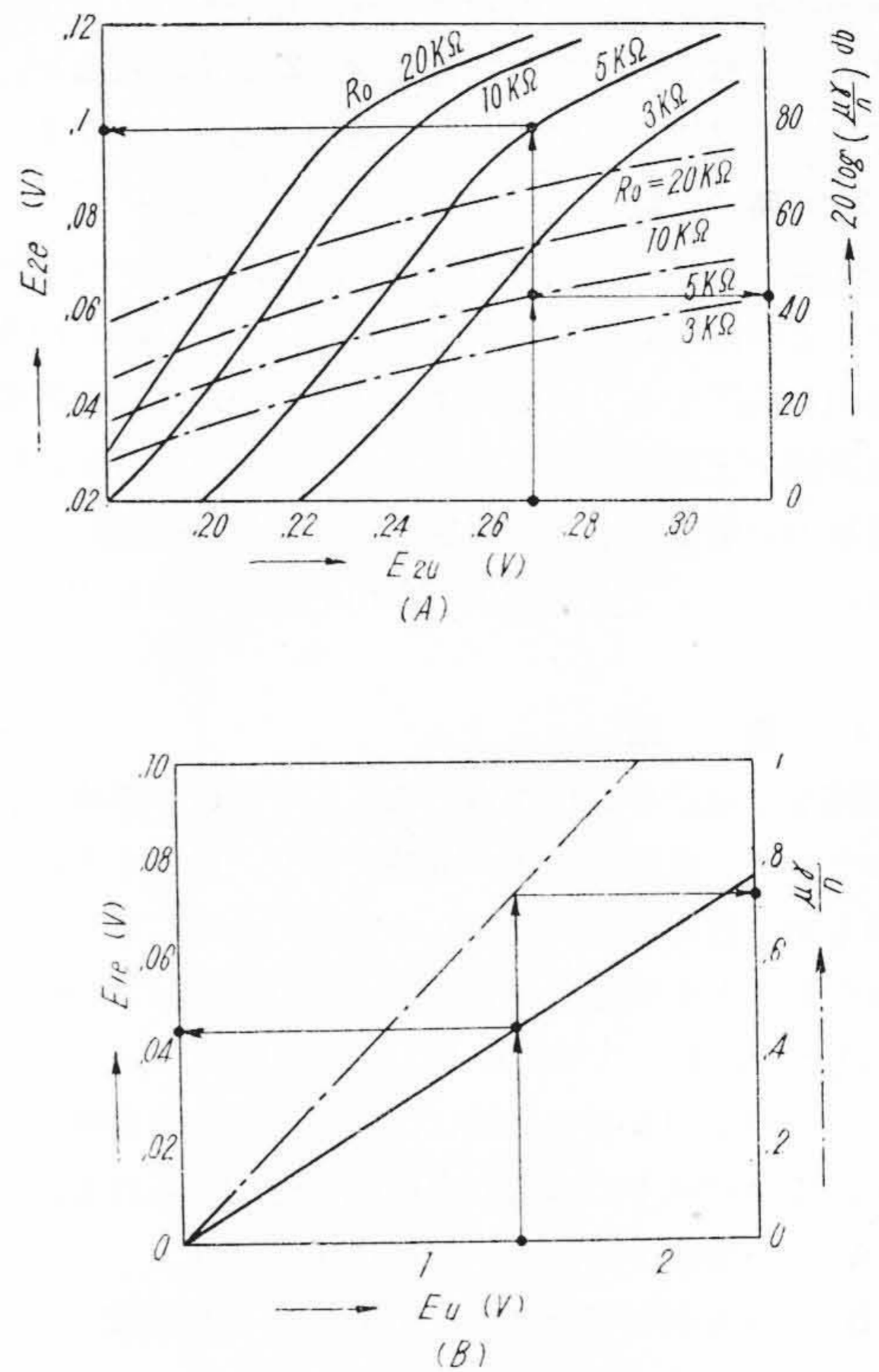
となる。こゝに k は (1) 式に於ける比例定数であり、 $20 \log k(\text{db})$ は入力 0 db に於ける出力レベルを表わす。

可変損失回路の基本型は、通例第3図及び第4図(A)の如きものである。整流片特性を $I = I(E)$ とする時、その直流伝達特性は

$$\text{圧縮器では } E_1 = R_0 \cdot I(E) + E, E_2 = E \dots (5-1)$$

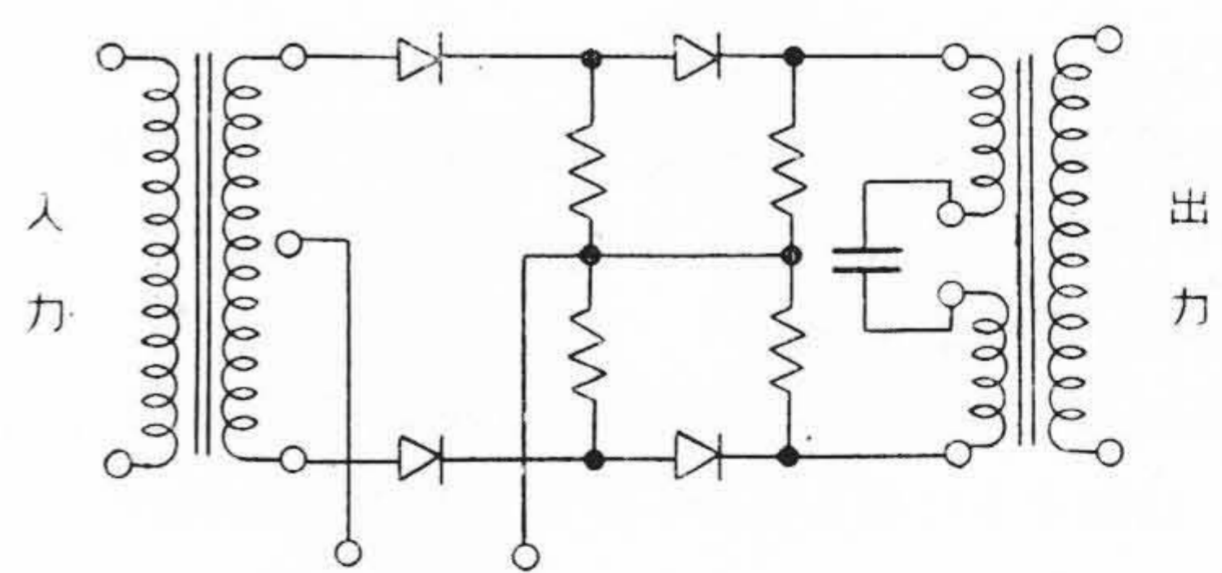
$$\text{伸長器では } E_1 = R_0 \cdot I(E) + E, E_2 = R_0 I(E) \dots (5-2)$$

今 $5 \text{ mm}\phi$ 亜酸化銅整流片の代表的特性に就いて、種々の R_0 に対する (5-1) 及び (5-2) 式を図示すれば第3図及び第4図(B)を得る。(4-1)及び(4-2)式よりこれらの特性は第3図では直線、第4図では勾配2の直線に近似することが望ましい。これより R_0 の適当な値と、近似範囲の大略が定まる。整流片枚数を N 枚とすれば R_0 も亦 N 倍とすべきことは明かである。次に非線型回路がこの近似範囲内で動作する如く線型回路の定数 μr



第5図 近似範囲と制御回路定数との関係
(A) 圧縮器 (B) 伸長器

Fig. 5. Relations between Approximation Range and Constants of Control Circuit
(A) Compressor (B) Expander



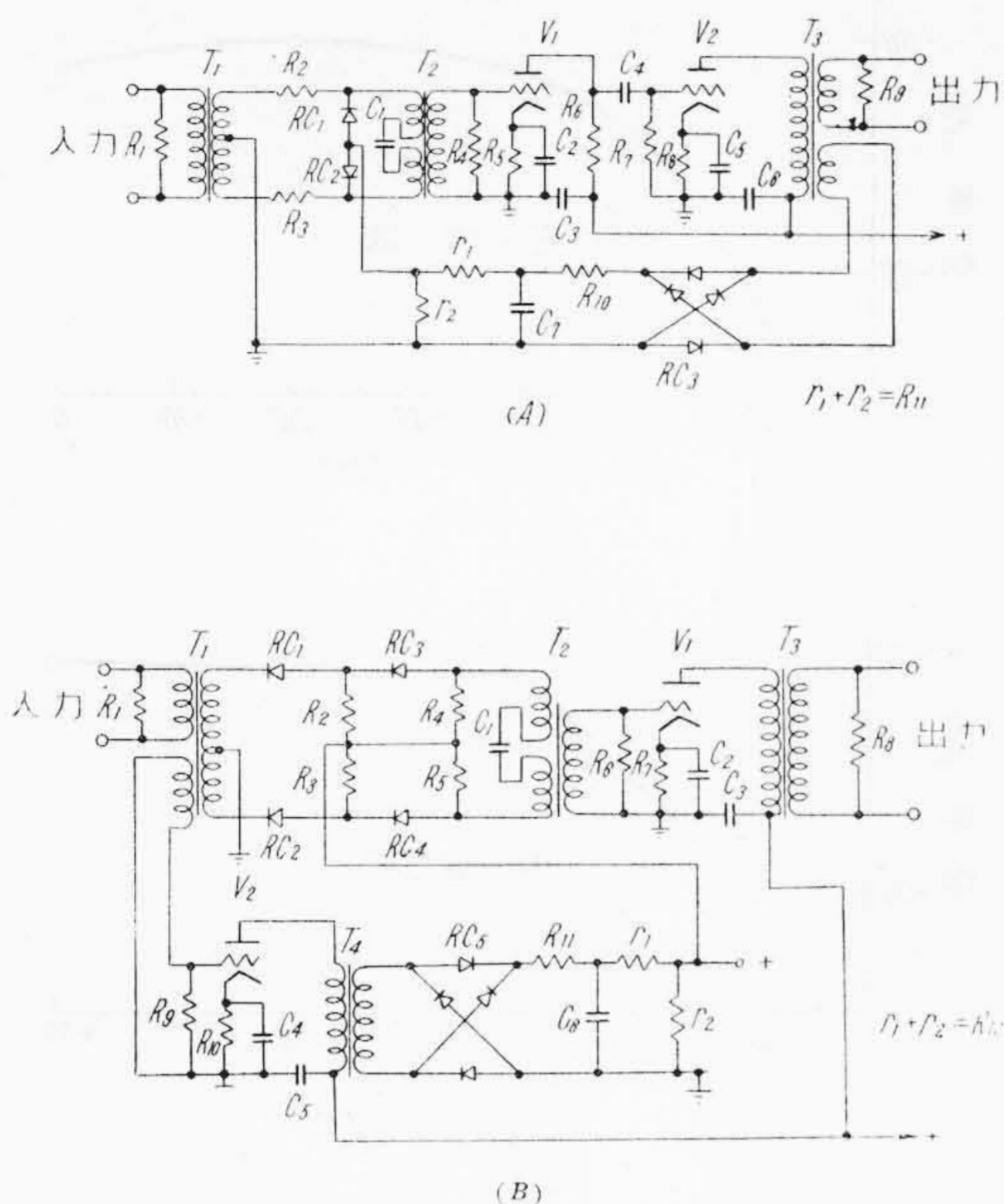
第6図 伸長器可変損失回路の具体例
Fig. 6. Example of Vario-losser Circuit in the Expander

が決定されねばならない。整流片の微分抵抗を r とし近似範囲の下限及び上限をそれぞれ添字 l 及び u で表わすとき圧縮器に対して

$$E_{2l} = \frac{1 + R_0/r_u}{1 + R_0/r_l} \cdot \frac{1 + R_0/R_u}{1 + R_0/R_l} \cdot \frac{e_{1l}}{e_{1u}} \cdot E_{2u} \dots (6-1)$$

$$\frac{\mu r}{N} = \left(1 + \frac{R_0}{r_u}\right) \left(1 + \frac{R_0}{R_u}\right) \frac{E_{2u}}{e_{1u}} \dots (6-2)$$

又伸長器に対して



第7図 圧伸器設計例
(A) 圧縮器 (B) 伸長器
Fig. 7. Design Examples of Compandor
(A) Compressor (B) Expander

$$E_{11} = \frac{e_{11}}{e_{1u}} \cdot E_{1u} \dots \dots \dots (7-1)$$

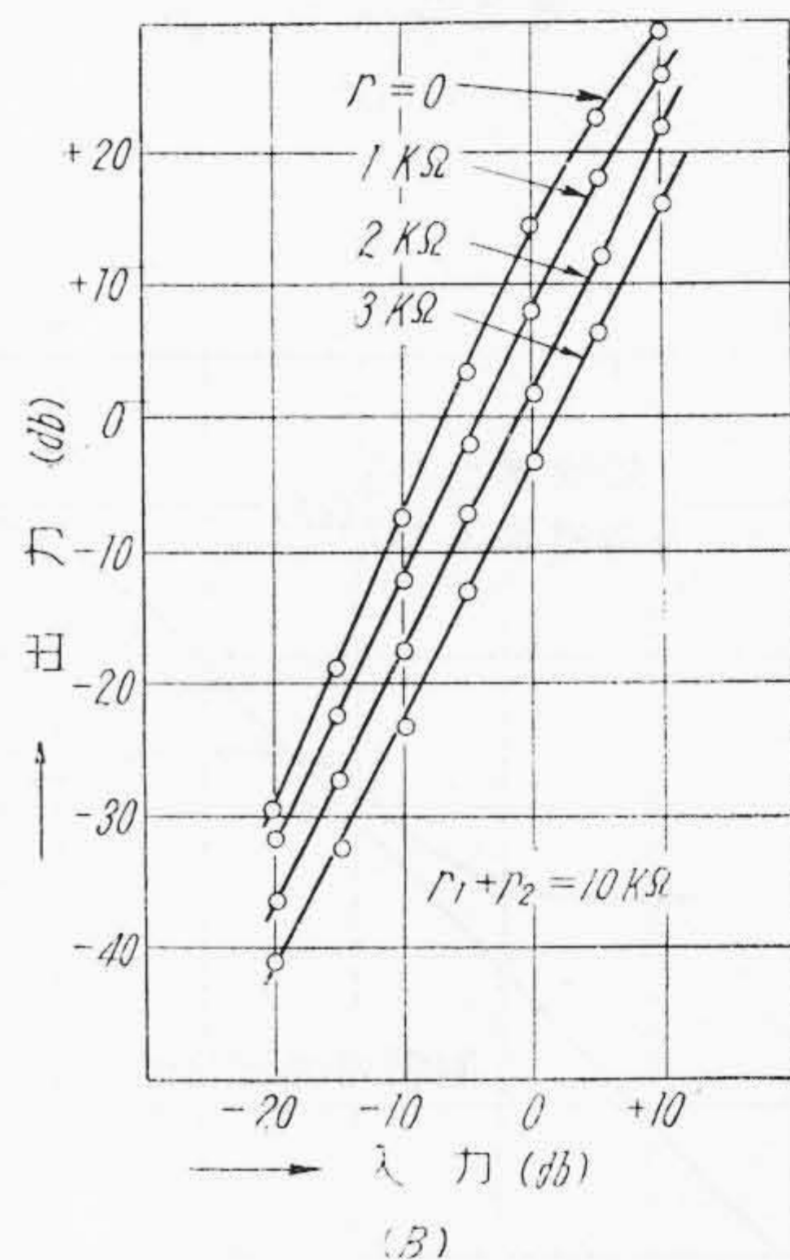
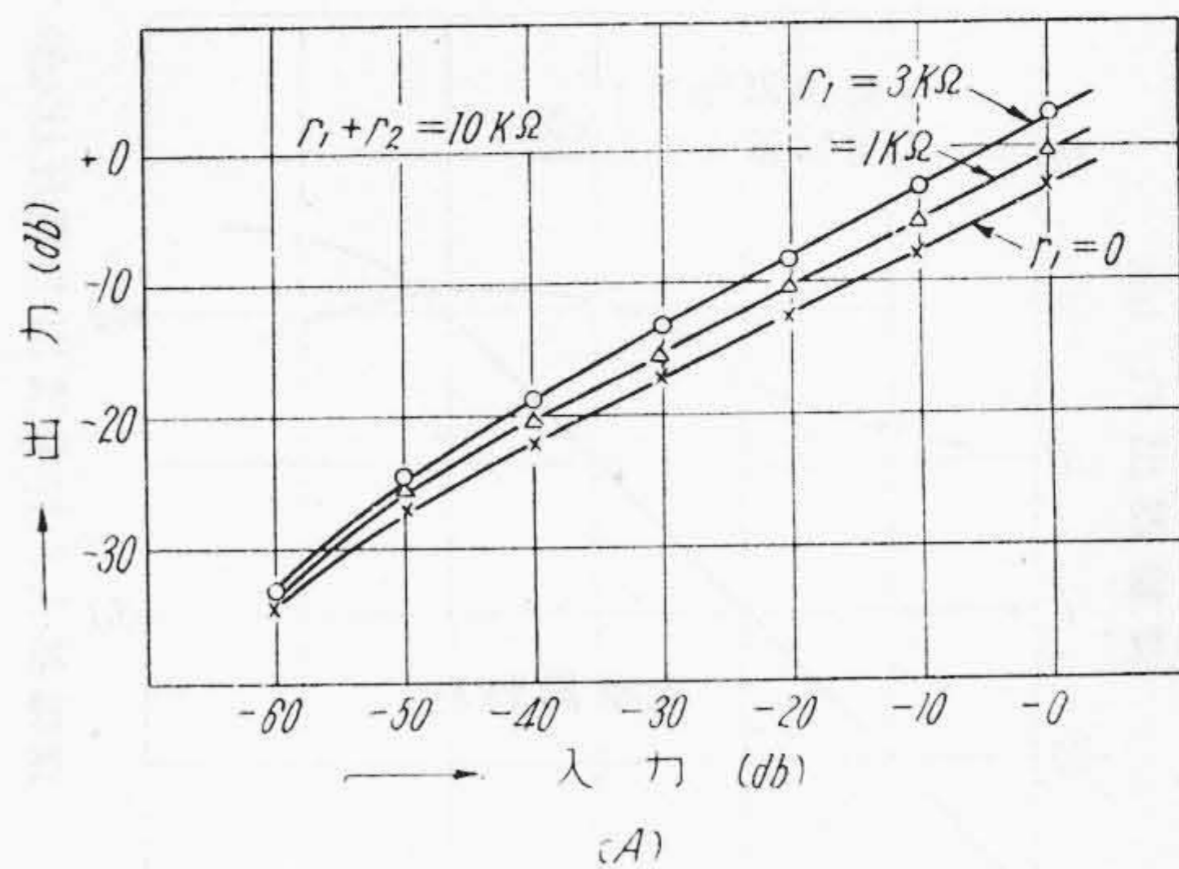
$$\frac{\mu r}{N} = \frac{E_{1u}}{e_{1u}} \dots \dots \dots (7-2)$$

の関係が成立たねばならず、第1図の規準に対してこれらを図示すれば第5図のようである。これより前記 μr の大略の値を得る。なお一般に伸長器では適当な μr を求め得ぬ故、補助回路を附加して近似範囲を拡大する。補助回路は第6図の如く主回路に従続に使用し、主回路を受端開放と見做し得る程度に補助回路入力インピーダンスを大きくとれば、両回路の伝達特性は独立と考えてよく、総合特性はそれらの組合せで求められる。又一般に近似範囲外では基本回路特性は線型回路に近づくものであるから、補助回路特性は主回路の近似範囲に近接して、これと同一特性を持つ如く定めればよい。これは前述迄の方法により、整流片枚数 N を加減して行う。

以上の設計法に従つて圧伸器を設計し、これが前述の設計規準をどの程度満足するかに就いて実験した。以下これを述べる。

〔IV〕 設計例、実験結果及びその検討

前述の設計規準及び設計法に基く圧縮器及び伸長器の設計例を第7図(A)(B)に示す。本回路による実験結果の概要は第8図~第11図のようである。第8図(A)(B)



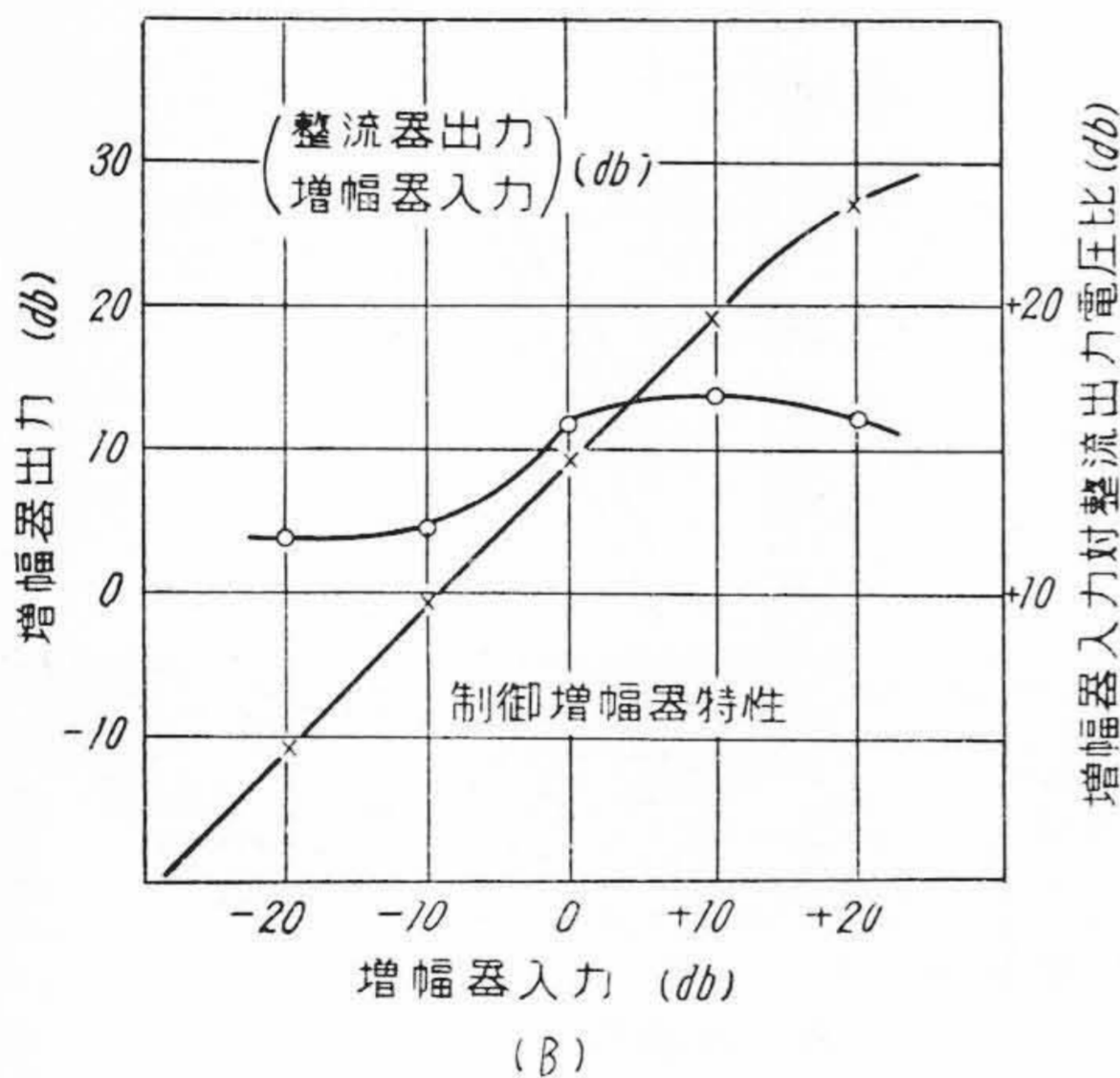
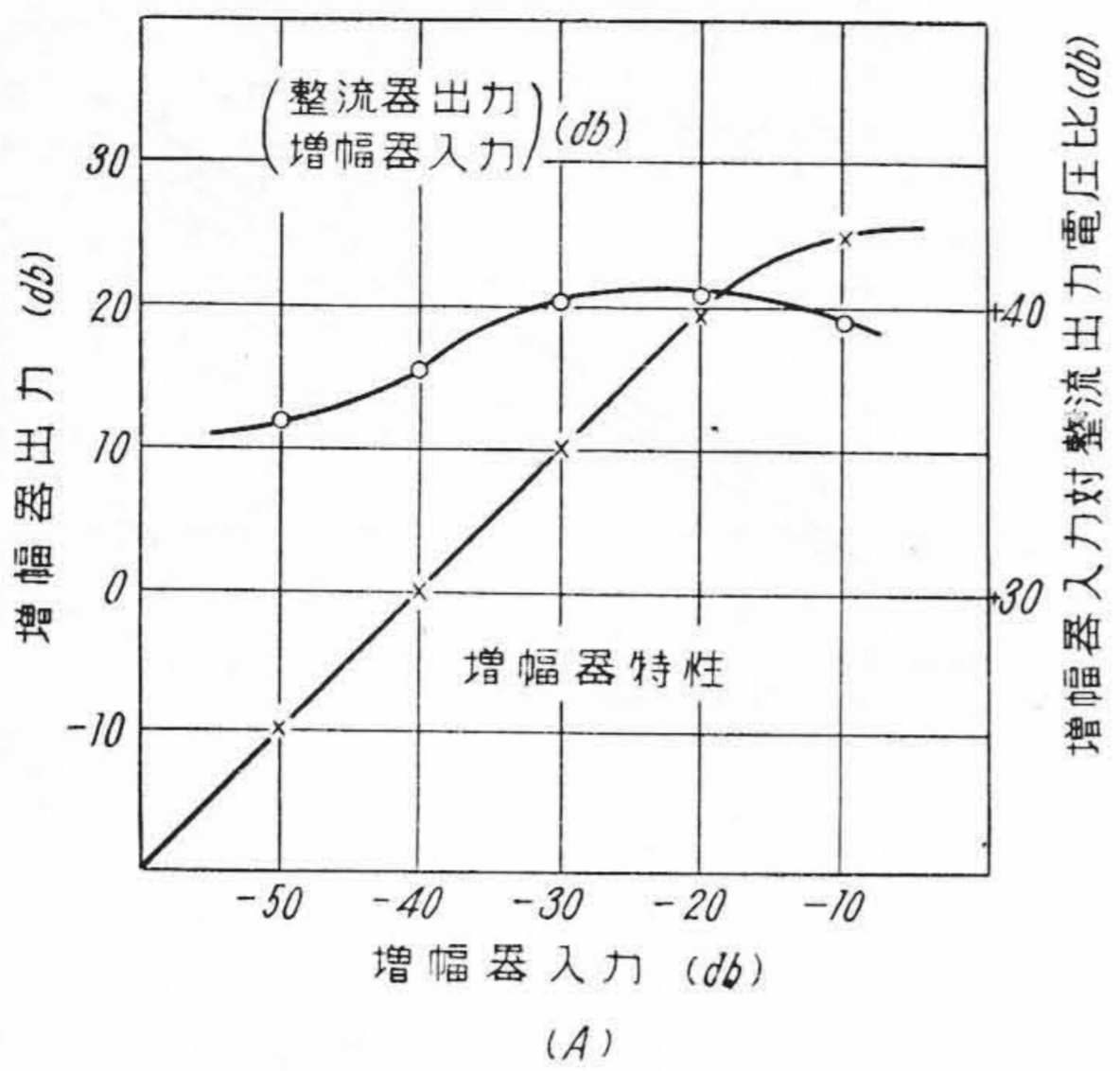
第8図 圧伸器特性
(A) 圧縮器 (B) 伸長器
Fig. 8. Characteristics of Compandor
(A) Compressor (B) Expander

は整流回路抵抗 r をパラメータとした圧縮・伸長特性第9図(A)(B)は線型回路部分のみの入出力特性である。又第10図(A)(B)は歪率、第11図(A)(B)は標準入力に於ける周波数特性を示す。この実験を検討して次の如き結論が得られた。

(1) 第2表の如き偏差範囲の圧縮器及び伸長器を作ることは左程困難ではない。

第2表 圧伸器特性偏差範囲
Table 2. Deviations of Compandor Characteristic

圧縮器入力 (又は伸長器出力)	-60 db (-40 db)	-45 db ~ -5 db (-25 db ~ +15 db)	0 db (+20 db)
圧縮器	-1 db	±0.5 db	+1 db
伸長器	+1 db	±0.5 db	-1 db
総合特性	←-----±0.5 db----->		



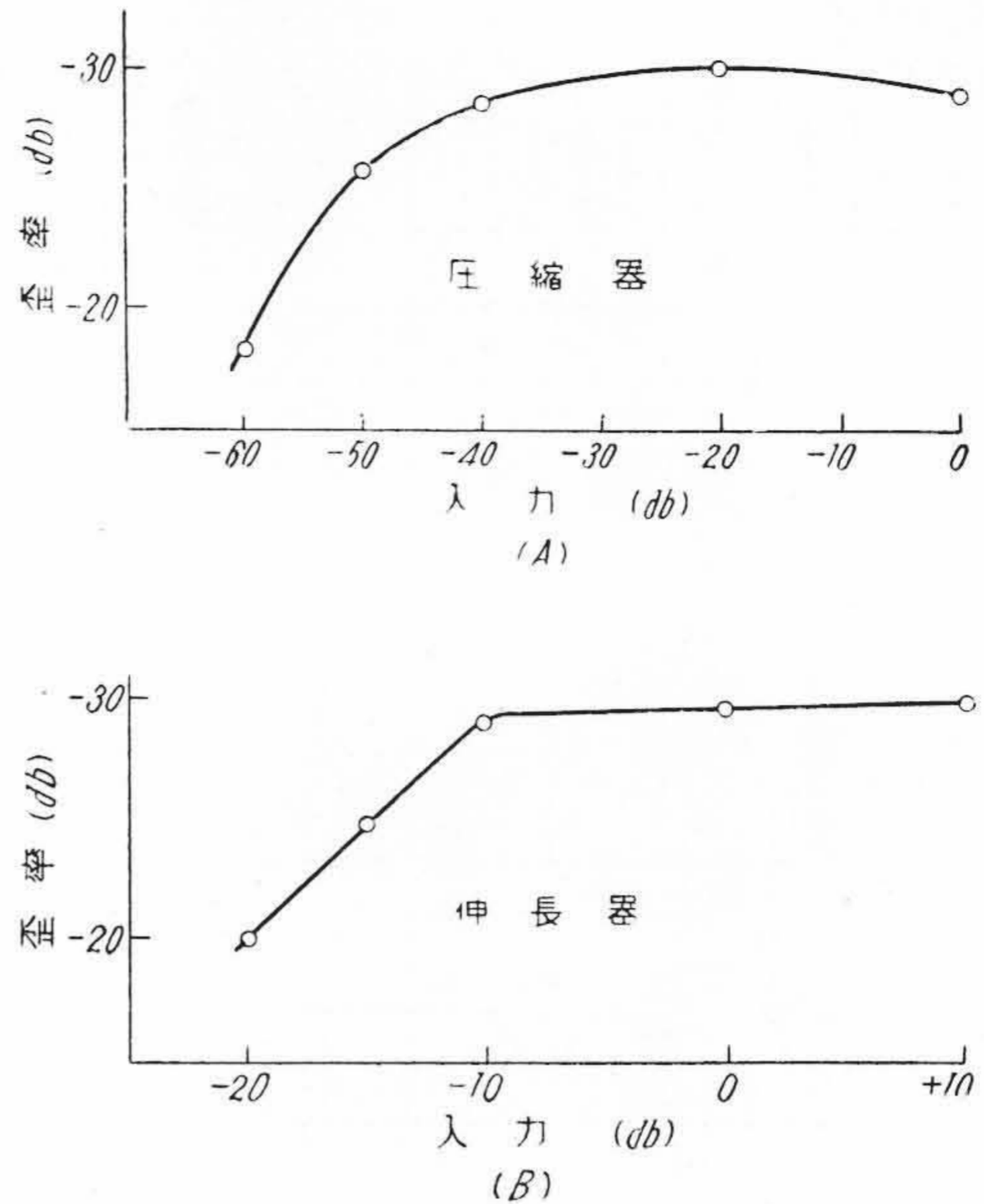
第9図 制御回路部分の特性
(A) 圧縮器 (B) 伸長器
Fig. 9. Characteristics of Control Circuit
(A) Compressor (B) Expander

(2) 偏差の原因は次の二つに分類せられる。

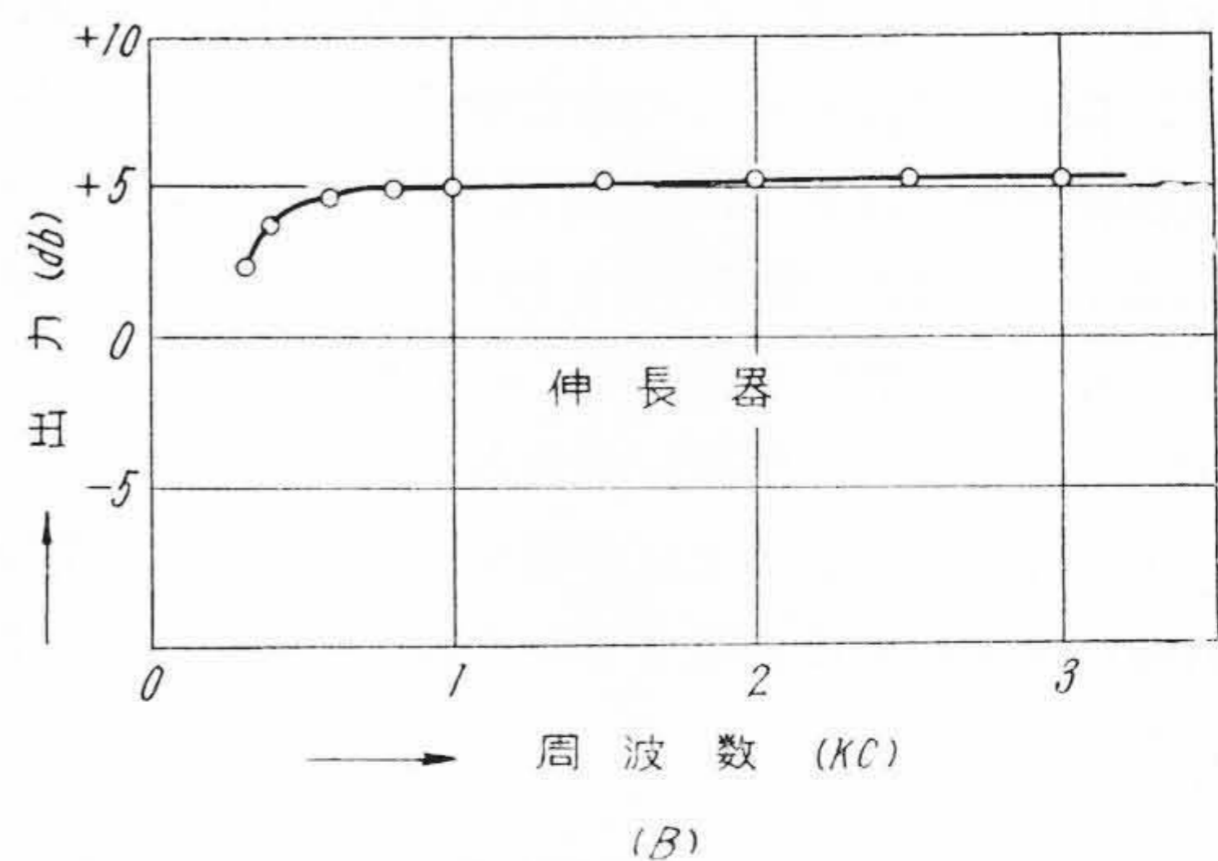
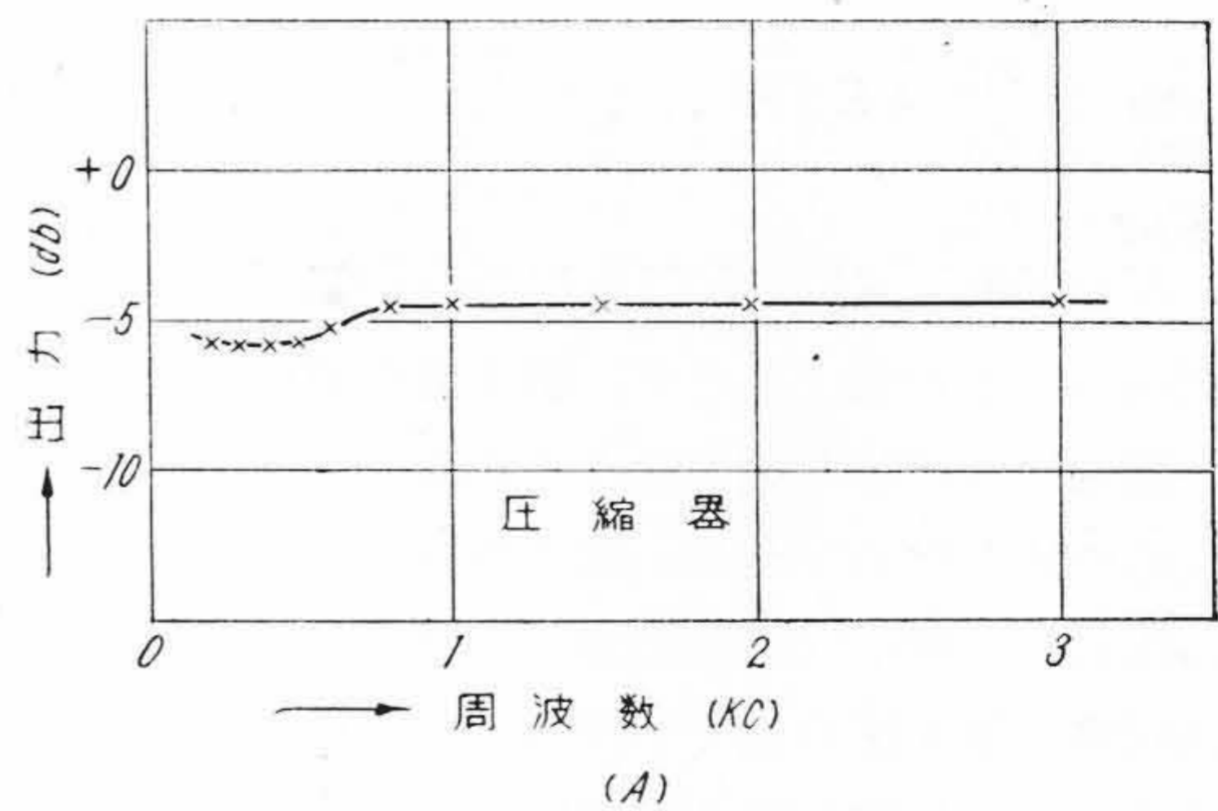
- (A) 整流片特性が所要の特性に十分近似しないこと。
- (B) 第9図(次頁参照)の如く整流回路能率が低レベルに於て低下すること。

前者は整流片の選別に当つて特性の少くとも二点以上でこれを選別することにより或程度の目的を達する。後者は整流片動作点を適当に選定すると大いに改善される。

(3) 特別の注意を払わずに製作した可変損失回路に於ても歪率 -30 db が得られる。整流回路リップルを1%程度に、又特に低レベルに於ける整流片平衡度を5%程度に抑えれば、歪率 -40 db を得ることは左程困難ではない。



第10図 歪率の測定
(A) 圧縮器 (B) 伸長器
Fig. 10. Measurement of Klirrfactor
(A) Compressor (B) Expander



第11図 周波数特性
(A) 圧縮器 (B) 伸長器
Fig. 11. Frequency Characteristics
(A) Compressor (B) Expander

(4) 周波数特性は良好である。

以上を総合して整流片の選別規格を適当にすれば所期の設計規準を満足する圧伸器を作製し得ることが分つた。なお整流片選別規格は圧伸器特性の偏差規格によつて定まるものであり、前述の如くこれに関しては改めて報告したい。

〔V〕 圧伸器の利用に関連する二三の問題

搬送装置に圧伸器を利用する場合、次の如き事項が考慮されなければならない。

(1) AGC 回路の設計

線路損失の変動を補償するために AGC が用いられている場合、AGC の残留偏差は伸長器によつて2倍に拡大される故、AGC 特性はこれを考慮して圧縮率を2倍に設計しておかなければならない。

(2) 周波数特性偏差規格

周波数特性の残留偏差も亦前項同様2倍に拡大されるが、この場合は、圧伸器が音声電流の包絡線を圧伸するもので、通話電流周波数成分のレベル差に応じて作用するものではないことを考慮すれば、寧ろ装置の周波数特

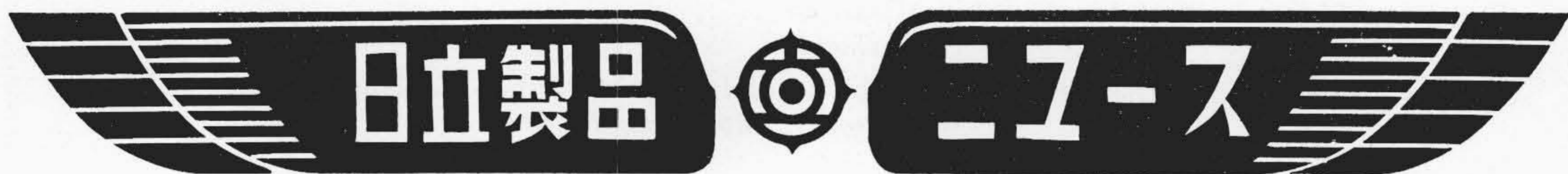
性偏差規格を2倍に緩和するのが合理的である。(このことは、各電力会社とも未だ実施されていない。)

〔VI〕 結 言

電力線搬送用圧伸器の設計規準，設計法，実験結果の大要を述べ、この利用に関連する二三の問題に就いて考察した。紙数の都合上十分のデータを述べ得なかつたが、大方の御意見，御叱正を頂ければ幸甚である。

参 考 文 献

- (1) R.C. Mathes, S.B. Wright: B.S.T.J. 13, 3, P. 315 (July, 1934)
- (2) J. Lawton: P.O.E.E., 32, 1, P. 33 (April, 1939)
- (3) C. W. Carter, Jr., A. C. Dickieson and D. Mitchell: A.I.E.E. 65, P. 1079 (1946)
- (4) R.D. Fracassi: Bell Lab. Rec. 31, 11, P. 452 (Nov. 1953)
- (5) F.R. Stansel: Bell Lab. Rec. 31, 12, P. 501 (Dec. 1953)

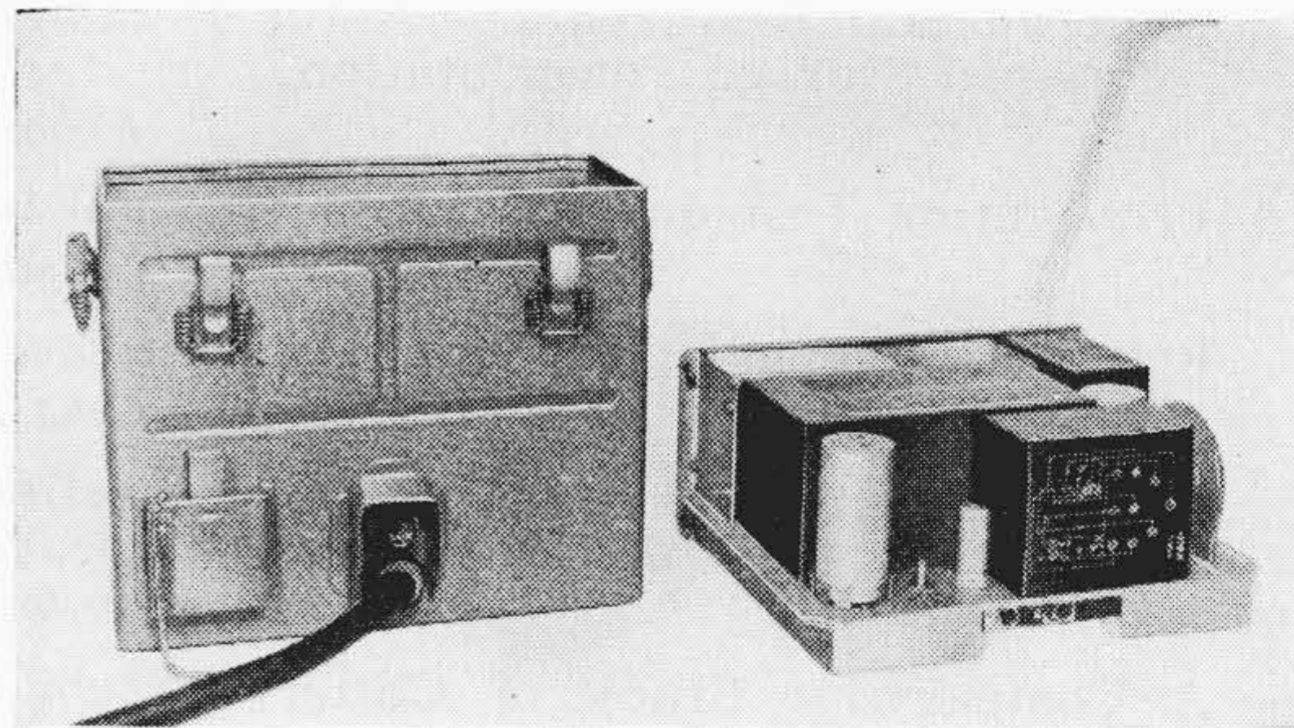


携帯用無線機に使用するバイブレータ電源装置の製作

Vibrator Power Supply for Portable Radio Sets under Construction

日立製作所戸塚工場に於ては保安庁より受注した携帯用無線機 JSCR-300 及び車輛用無線機 JSCR-619 の納入に引続き、車輛用無線機 JSCR-619, JSCR-608 を大量受注し、これ等無線機と同時にバイブレータ電源 JPP-114/VRC-3 の注文を受けた。この程種々の技術的困難を排して、その試作機を完成し、すべての性能規格を満足することを確め得た。

バイブレータ電源 JPP-114/VRC-3 は携帯用無線機 JSCR-300 を車輛に搭載する場合、電源として乾電池の代りに車輛附属の蓄電池を使用して、バイブレータにより安定な低圧高圧電源を得る装置である。本電源装置はバイブレータと特殊な飽和変圧器を使用して二次側に安



第1図 バイブレータ電源 JPP-114/VRC-3
Fig. 1. Vibrator Power Supply JPP-114/VRC-3

定な高圧電源と低圧電源を取出し、これを無線機に供給するようになっている。一次側電圧は 6V, 12V, 24V の3段に切替使用可能で、然も入力電圧の大幅の変化、出力電流の相当の変化に対しても極めて安定な一定出力電圧が供給されるようになっている。



HITACHI REVIEW

No. 5

—NOW ON SALE—



The Hitachi Review started by Hitachi, Ltd. for the purpose of introducing to readers overseas the newest phases of engineering activities of the Company, continues to gain favourable comment from its inception.

The 5th issue has recently been published. Articles in this issue are as mentioned below; each of them deals with most interesting subject of the engineering field of Hitachi and is full of suggestion. Immediate subscription is invited.

The 55,000 kW Turbine Generator Set for the Ushioda Power Station, The Tokyo Electric Power Co., Ltd.	<i>T. Watamori, H. Sato, Y. Kikuchi and H. Takabayashi</i>
Experimental Research on Cavitation of Francis Turbine and Flow Conditions below the Runner	<i>T. Yamazaki and S. Tajiri</i>
New Explosion-Proof Magnetic Switches	<i>S. Izumi, T. Ogawa and K. Fujiki</i>
Transformation Mechanism of Low Chromium Steel with High Carbon at the Range of Ar ³ Transformation Temperature.....	<i>K. Ono and T. Nemoto</i>
Explosion Phenomena of Propane-Air Mixtures	<i>Y. Iwabuchi</i>
Moisture Content and Dielectric Characteristic of Insulating Paper for High Voltage Cable..	<i>M. Naito, S. Shima and H. Sato</i>
Hitachi High Class Passenger Elevators	<i>K. Fujimori</i>
Experimental Research on Water Hammer in the Pumping Plant of the Numazawanuma Pumped Storage Power Station.....	<i>T. Kobori</i>
Propagation Test on 150 MC-FM Radio Waves	<i>R. Nagahama</i>
Recent Development of Water Turbines	<i>S. Fukasu</i>
Colour Conditioning of the Mercury Rectifier Controlling Apparatus and Others in the Toyohashi Substation of the National Railways.....	<i>S. Ikeda and T. Hara</i>
A Comparative Study of Cutlery Steels Containing Different Percentages of Iron Derived from Iron Sand.....	<i>S. Koshihara and M. Kikuta</i>
Removal of the Infinity Adjuster of the Insulating Tester.....	<i>S. Kitagawa and K. Fujimoto</i>
The Hitachi Carbon Pile Type Automobile Dynamo	<i>H. Kume</i>
Fine Finish of Glass Surface.....	<i>T. Hisamoto</i>

Price: ¥200 a copy Postage: ¥ 40
Publisher: Hitachi Hyoron Sha, Hitachi, Ltd.
Marunouchi, Tokyo, Japan