

多周波信号方式による産業用遠隔制御

Tele-control for the Industrial Use Having Many Signal Frequency

小 西 務* 株 木 幹 人**
Tutomu Konishi Mikihito Kabuki

内 容 梗 概

遠隔地にある上水道用ポンプ、ベルト・コンベヤなど種々の産業用機器を制御しようとする場合、制御信号に周波数を対応させる、いわゆる多周波信号方式による遠隔制御が最近用いられるようになってきている。この方式は複数個の制御信号を同時に取り扱うことができ、装置が簡単、安価であるなどの特長をもっているが、信号を伝送する各回路の信号レベル変動を考慮した、受信側の信号選択回路の設計が普通非常に困難である。この欠点を改善するため、自動利得調整の付いた信号選択回路を考案、開発した。本論文は以上についてとりまとめている。

1. 緒 言

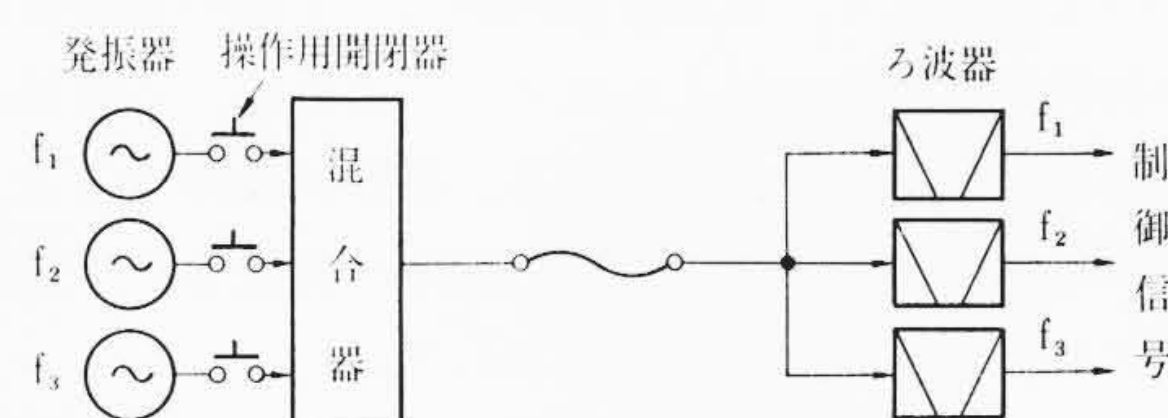
多周波信号方式による遠隔制御とは、複数個の遠方の機器を同時に制御しようとする場合、それらの一つ一つの制御信号に1個または複数個の特定の周波数をもつ交流電圧を対応させて、有線または無線で伝送し、受信側でその特定の周波数の交流電圧を選択、分離して、それに対応した機器を操作することをいう。機器が操作されると、その信号が送信側に逆送され、操作が確認される。これに用いられる周波数としては300~4,000 c/s程度の可聴周波数が用いられ、信号は普通、時間的に並列に伝送されることが多い⁽¹⁾。

一方、遠隔制御に用いられる他の方式としては、制御信号にパルス符号を対応させたパルス・コード方式がある^{(2)~(4)}。ところが、この方式は信号が時間的に直列に伝送されるので、同時制御数の多い産業用遠隔制御では伝送時間、装置の規模などに不利を生ずる場合が多い。したがって、上水道用ポンプ、ベルト・コンベヤ、坑内機器などの遠隔制御には、信号が並列に伝送でき、装置が比較的簡単で安価な多周波信号方式がよく用いられる⁽¹⁾⁽⁵⁾。ところが、多周波信号方式では分割された多くの周波数の交流電圧が混合され、同時に伝送されるので、受信側でこれらの周波数の交流電圧を選択する場合、ろ波器の特性により入力電圧変動が限定され、システム設計がかなりめんどうになる⁽⁶⁾。このような欠点を除去するため、筆者らは自動利得調整の付いた信号選択回路を考案、開発したので、ここにとりまとめ報告する。

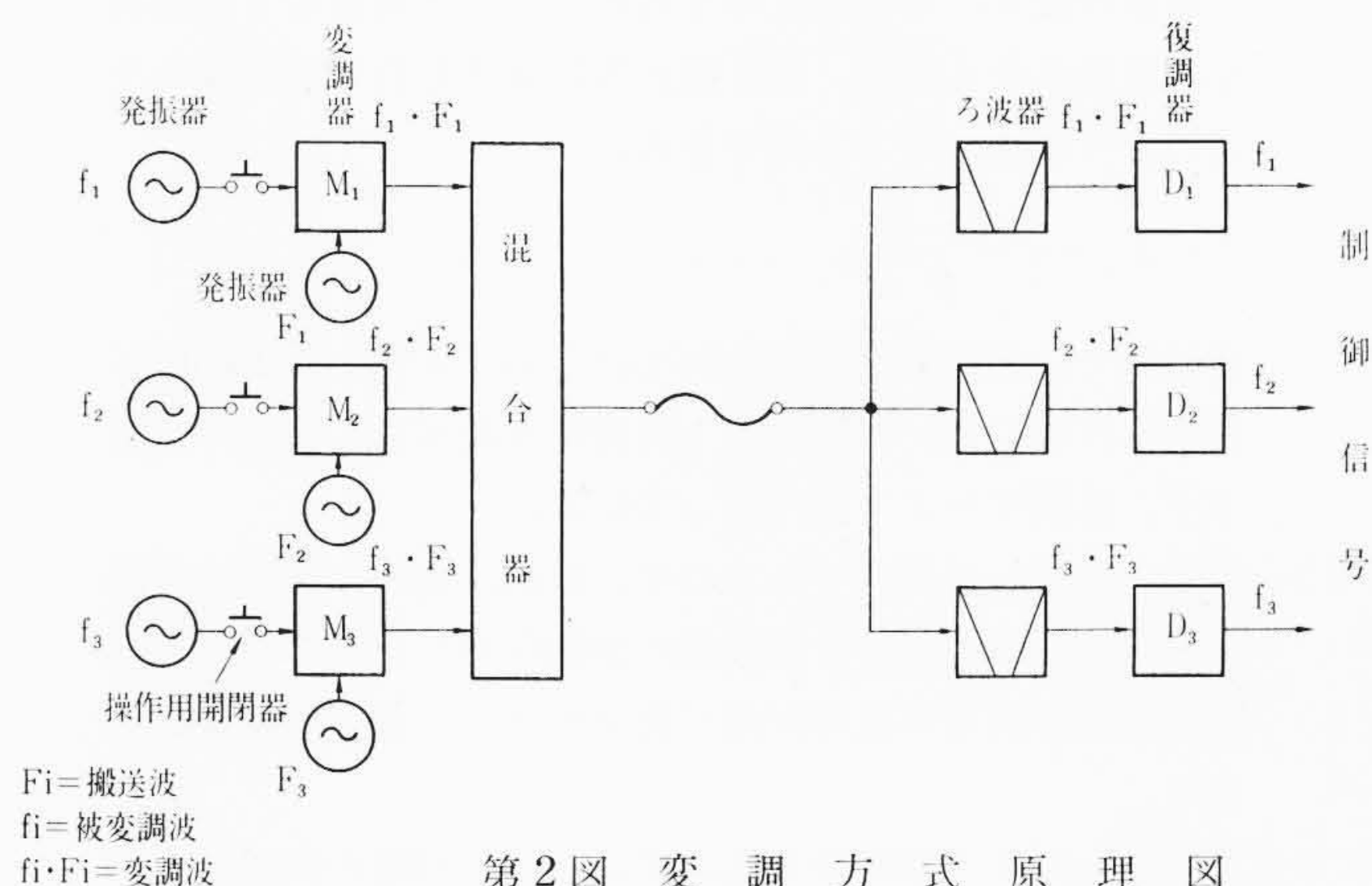
2. 制御装置の構成と信号レベル・ダイアグラムの設計

多周波信号方式による遠隔制御を信号の取扱上から分類すると、混合方式と変調方式に大別できる。混合方式は第1図に示すように一つの制御信号に対応した1個または複数個の周波数の交流電圧を必要な数だけ混合して伝送し、受信側でこれを選択、分離して操作信号を作るようになっている。これに対し、変調方式は第2図に示すように搬送波を被変調波で変調し、その変調波に制御信号を対応させ、それを必要個数だけ混合した後、受信側で選択、分離し、復調して制御信号を取り出す。

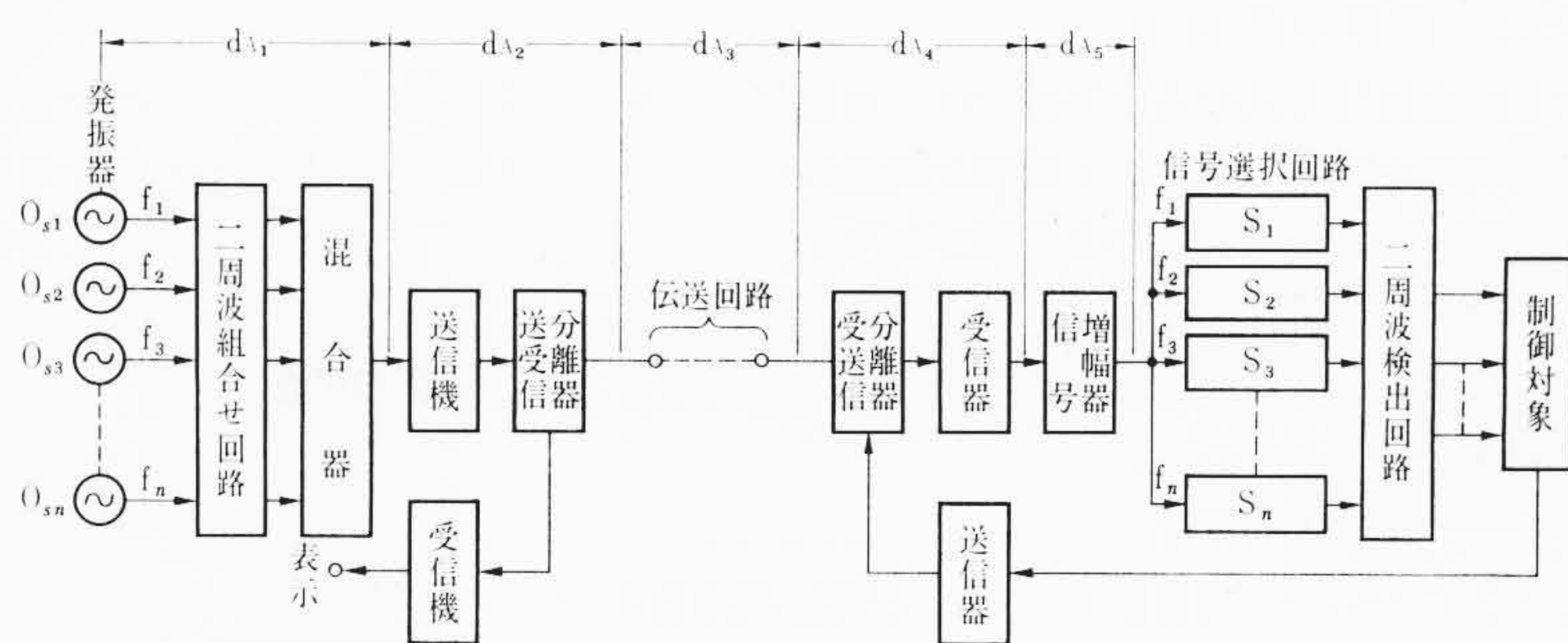
これらの各方式にはそれぞれ特長があり、両者とも用いられるが、自動利得調整を付けた信号選択回路の点からは共通して取り扱えるので、ここでは理解を簡単にするために混合方式を対象として考えることにする。混合方式には、一つの制御信号に対し1個、ま



第1図 混合方式原理図



第2図 変調方式原理図



第3図 2周波信号方式遠隔制御装置の構成図

たは複数個の周波数を対応させる場合があるが、普通2個の周波数を対応させるいわゆる2周波信号方式が用いられる場合が多いので、ここでは特にこの方式について説明する。

2.1 動作の概要と特長

2周波信号方式による遠隔制御装置の構成図を第3図に示す。可聴周波数帯内の周波数 f_i ($i=1, 2, \dots, n$) をもつ発振器 O_{si} ($i=1, 2, \dots, n$) の出力交流電圧のうち、一つの制御信号に対応した周波数の異なった二つの電圧を、2周波組合せ回路で選定する。2周波組

* 日立製作所日立研究所 工博

** 日立製作所日立研究所

合せ回路からは、同時制御信号の2倍の数の異なった周波数をもつ交流電圧が生ずる。これらの交流電圧は混合器により混合される。

いま、各発振器の出力電圧 e_i を次のように表わす。

$$e_i = E_{mi} \sin \omega_i t \quad (i=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 E_{mi} : 交流電圧の最大値 (V)

ω_i : $2\pi f_i$ (f_i : 周波数 (c/s)) (rad/s)

t : 時間 (s)

すると、混合器出力電圧 e_{0M} は次式のように表わされる。

$$e_{0M} = \sum_{i=1}^n E_{mi} \sin \omega_i t \dots\dots\dots (2)$$

この混合器出力信号は送信機を経て、有線または無線⁽⁷⁾で伝送される。受信器にはいった信号は信号増幅器を経てろ波器にはいる。ろ波器は発振器の周波数に対応した周波数を通過させる狭帯域ろ波特性をもち、発振器と同数設けられる。ろ波器出力は増幅され、整流、平滑されて後、比較器でON-OFF信号に変換される。このON信号の特定の2個により、2周波検出回路で1個の制御信号を決定し、この制御信号が機器に与えられる。この場合、ろ波器から比較器までの回路を信号選択回路と称する。機器が動作すると、動作信号が受信側から送信側へ上述と同様の操作で逆送され、送信側の制御盤に表示され、機器の動作が確認される。

以上の説明からわかるように、多周波信号方式による遠隔制御は次のような特長をもつ。

- (1) 発振器の数に応じ、多数の制御信号が取り扱える。いま、発振器の数 n に対し、このうちの任意の2周波を1制御信号に対応させる場合、取り扱える制御信号数の総数 N は次式のように表わすことができる。

$$N = {}_nC_2 = \frac{n(n-1)}{2} \dots\dots\dots (3)$$

- (2) 受信側では2周波が受信されてはじめて1個の制御動作が進められるので、伝送中に1周波に事故があると操作が進まず、信頼性がより高くなっている。
- (3) 信号の処理が並列的であるので、伝送、処理に必要な時間が短かく、かつ同時に複数の制御信号が出せる。
- (4) 送受信側の信号の処理回路が簡単ですみ、装置が安価にできる。

本方式では以上のような特長をもっているが、回路の構成に際しては次節以下の事項をよく検討しておく必要がある。

2.2 信号の配列法

2周波信号方式の遠隔制御では、可聴周波帯をどのように分割し制御信号と対応させるかが重要な問題の一つとなる。周波数を配列する方法には、普通次の2種類がある。

(1) 指數的配列法

次式のように周波数を指数関数的に配列させる方法を指數的配列法という。

$$f_k = (1 + \alpha)^k f_0 \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 α : 周波数 f_k に対する隣接周波数差 ($f_{k+1} - f_k$) の百分率 (%)

k : 配列数 (1, 2, 3, …… n)

f_0 : 基本周波数

(2) 等間隔配列法

次式のように周波数を等間隔に配列する方法を等間隔配列法という。

$$f_k = (2k+1)f_0 \dots\dots\dots (5)$$

(1)の方法では選択度の一定なるろ波器が用いられる。したがって、一定帯域内に取り得る周波数の個数が(2)の方法に比べて少ない。(2)の方法では、一定の通過帯域幅をもつろ波器が必要になる。

後述するように、一定の狭帯域通過特性をもつ圧電音さろ波器が使用できるので、配列数のより大きい(2)の方法のほうが産業用遠隔制御には有利である。圧電音さろ波器の周波数配列の具体的な値はメーカーにより多少異なるが、例を日立製にとれば、 f_k が300～1,000 c/sの範囲では $f_0 = 7.5$ c/s、 f_k が1,000～2,000 c/sでは $f_0 = 15$ c/s、 f_k が2,000～4,000 c/sでは $f_0 = 30$ c/sになっている。

等間隔配列法では基本周波数と周波数帯が定まると、周波数帯の配列数 n が定まるので、2周波信号方式で取り扱える制御信号の総数は(3)式から決まる。しかしながら、同時に送信する制御信号数が常に m 個必要な場合には、配列数 n を m 分割した後、それぞれの1分割内で2周波を組み合わせ、制御信号に対応させる必要があるので、このような場合取り扱える制御信号数 N' は次式のようになる。

$$N' = \left[\frac{n}{m} \right] C_2 = \frac{\left[\frac{n}{m} \right] \left\{ \left[\frac{n}{m} \right] - 1 \right\}}{2} \dots\dots\dots (6)$$

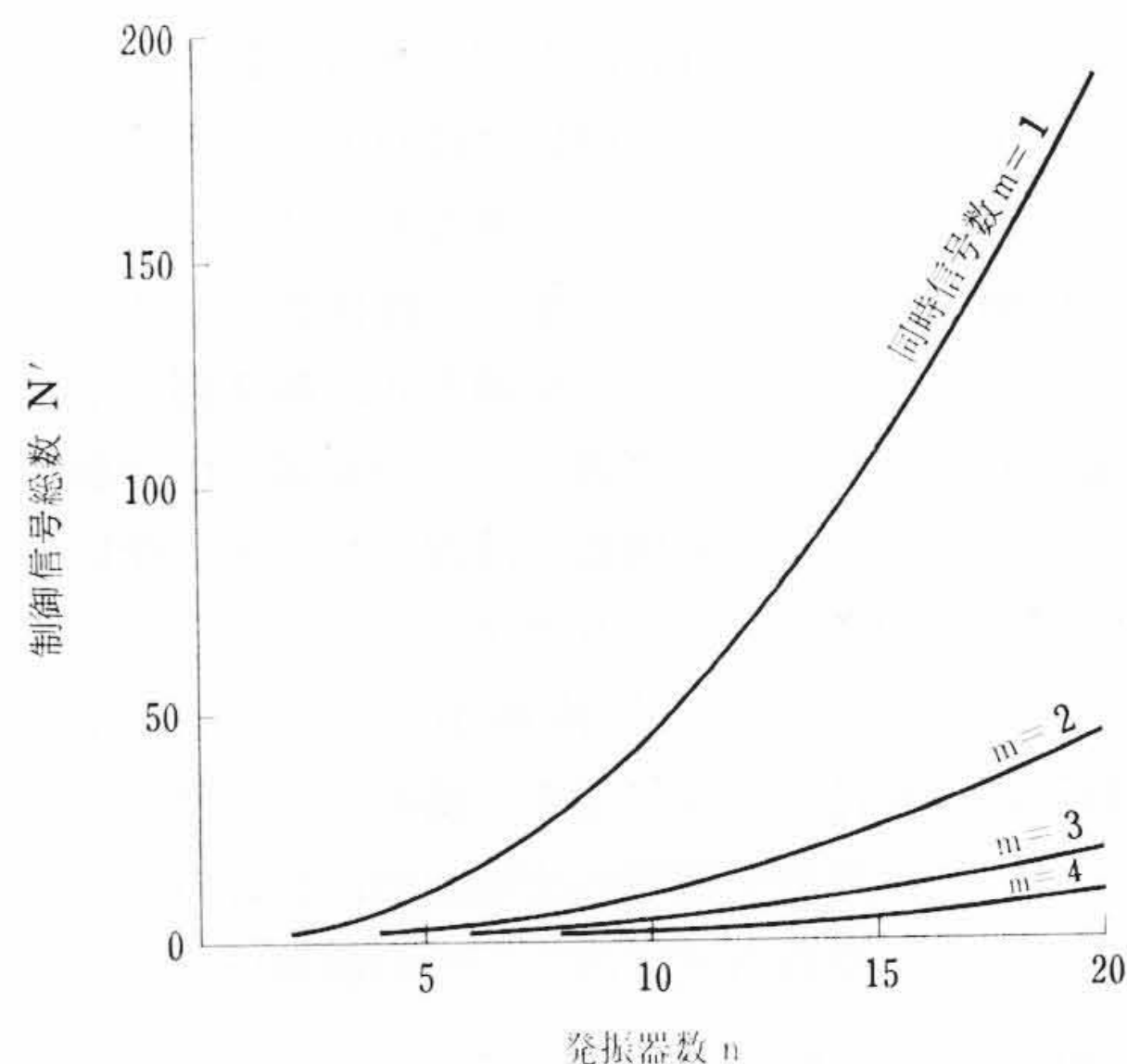
ただし、 $[]$ は Gauss の記号である。実際に取り扱える制御信号数は n/m の剰余がある場合には上式より多少多くなる。当然、 $m \equiv 1$ の場合、同一の n に対し、 $N' < N$ となる。この程度を明らかにするため、(6)式をグラフに表わすと第4図のようになる。ただし、(6)式は離散的な値しかとり得ないが同図では曲線で表わしている。同図よりわかるように、同一の n に対し m が増加すると N' は反比例的に急激に減少することがわかる。これより、混合方式では、同時制御信号数が多くなると不利となる性質をもっていることがわかる。この点は、変調方式では改良されている。

2.3 信号選択用ろ波器

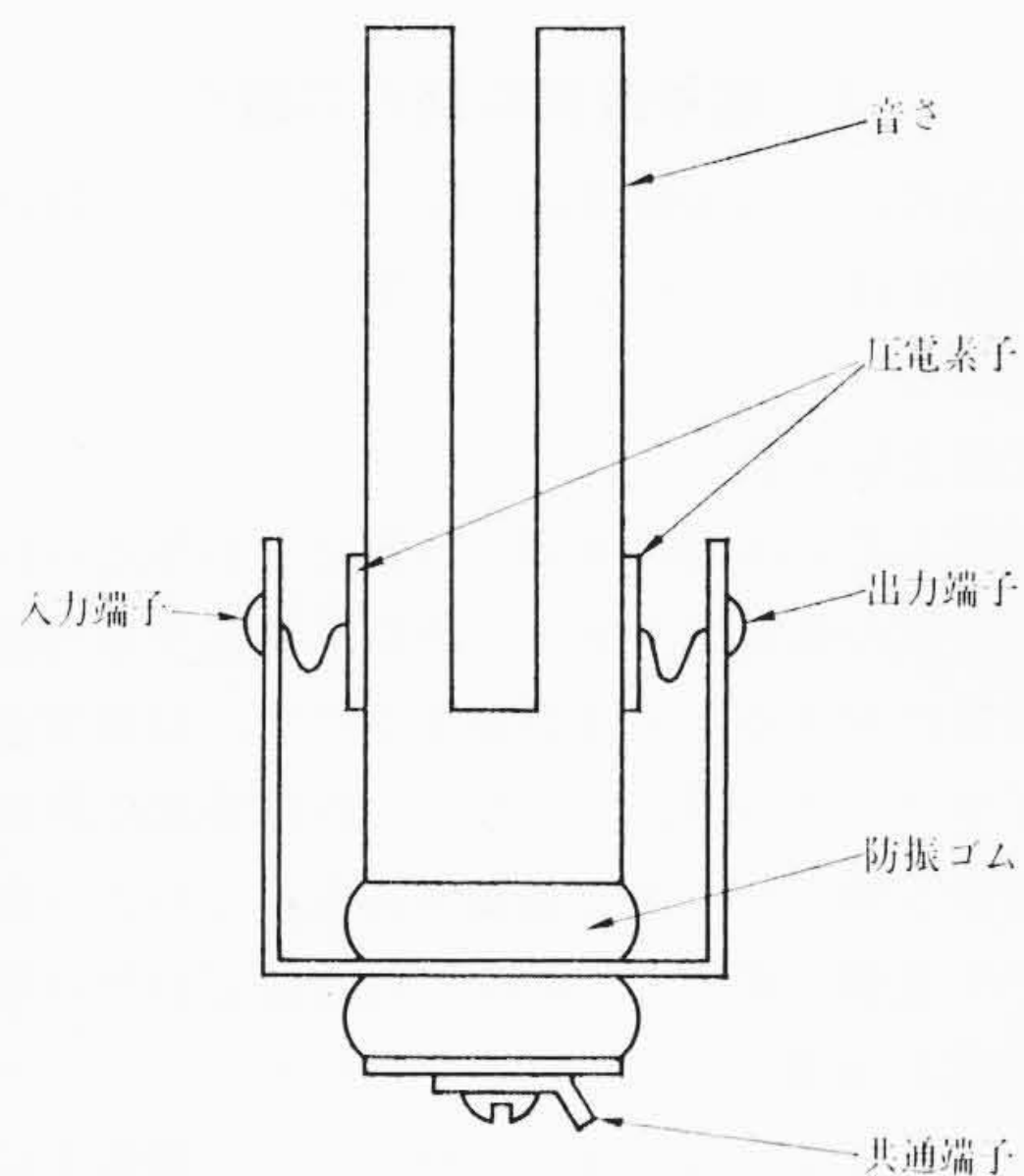
従来から、多周波信号の選択用ろ波器の一つにLCろ波器⁽⁸⁾が用いられているが、普通選択できる周波数間隔は170 c/s程度で広い。遠隔制御では、特に通過周波数帯域がきわめて狭く(たとえば15 c/s)、また高い安定度が要求されるので、もっぱら機械的ろ波器(mechanical filter)が使用される。この種の機械的ろ波器には電磁式と圧電式がある。電磁式ではバイブレーション・リード・セレクト⁽⁹⁾が代表的なものであるが、接点構造をもち、過大入力に対し特性が劣化するなど問題が多いので、最近ではあまり使用されていない。これらの欠点を改善したのが圧電式で、これに属するものに圧電音さろ波器⁽¹⁰⁾がある。

圧電音さろ波器は、だいたい第5図に示すような構造になっている。機械的振動子である音さの両方の根元の部分にチタン酸ジルコン酸磁器の薄膜片の圧電素子が各一枚はり付けられている。入力側の圧電素子は電気振動を機械振動に変換し、また出力側では機械振動を電気振動に変換する。

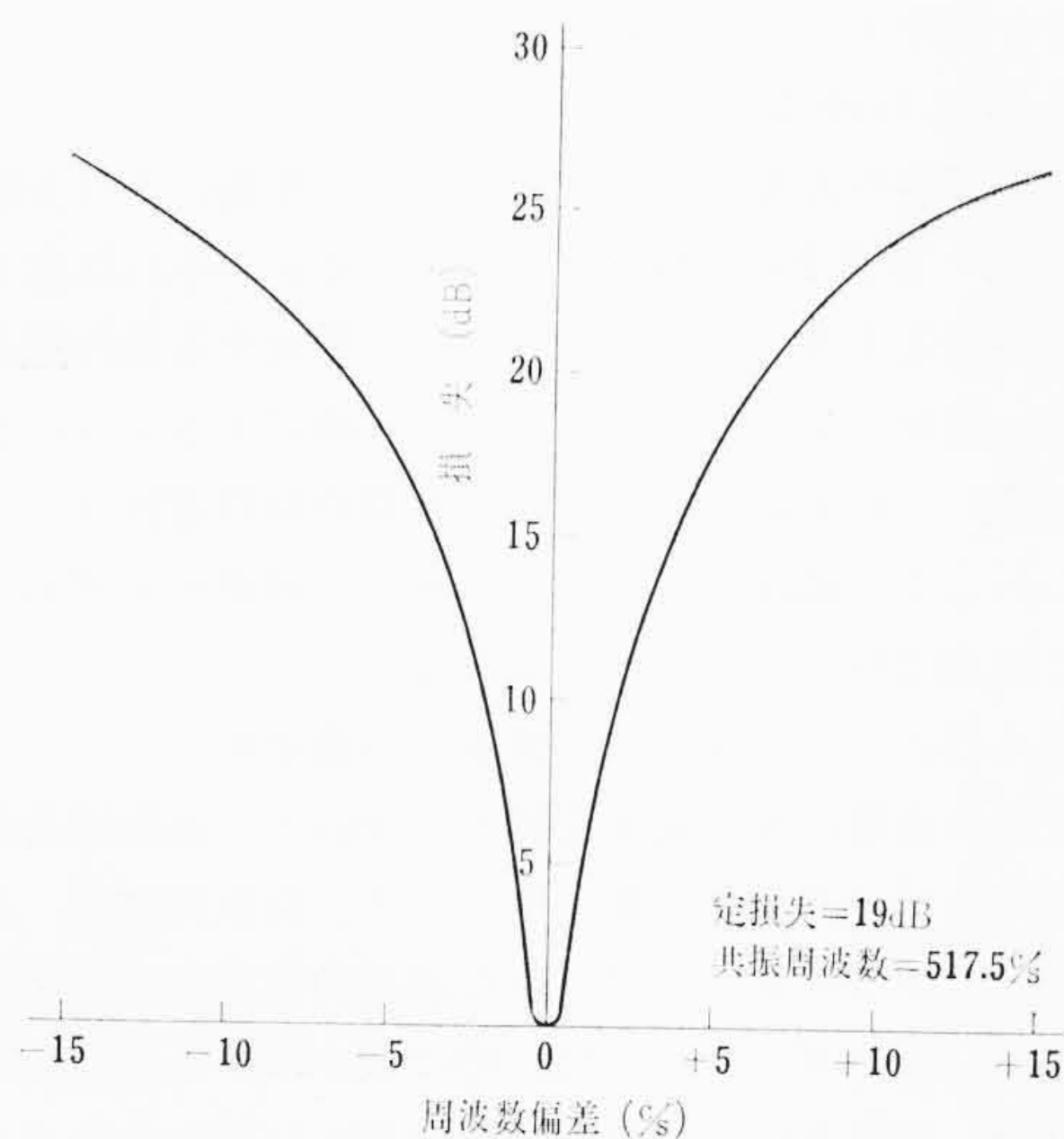
入力側より交流電圧が印加されると、入力側の圧電素子により電



第4図 同時信号数に対し取り扱える制御信号総数



第5図 圧電音さの構造



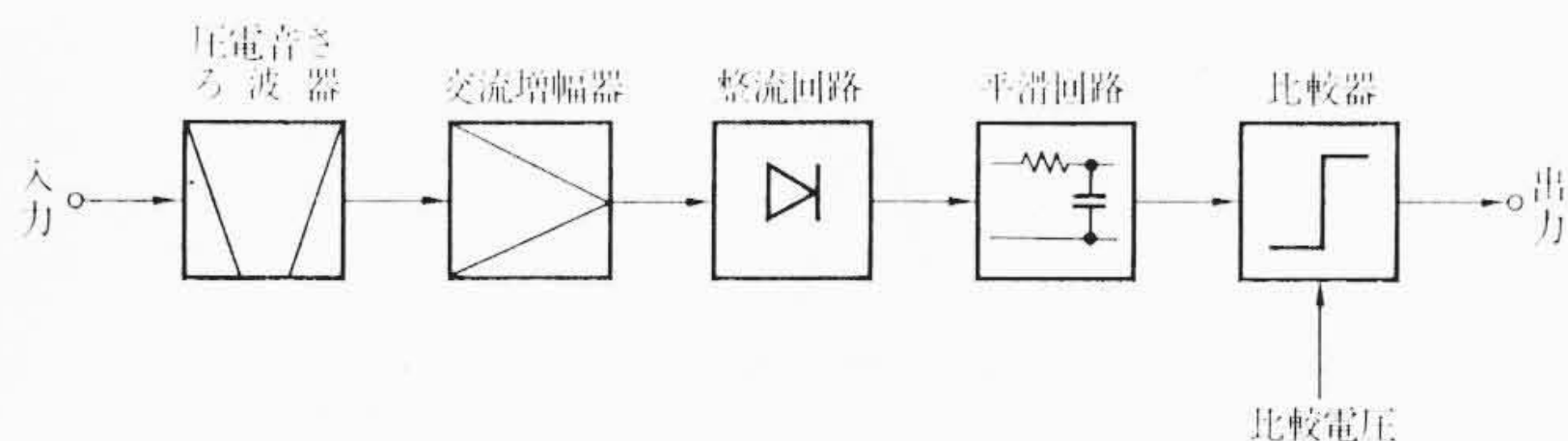
第6図 圧電音さろ波器の選択特性の一例

気振動が機械振動に変換されるが、電気振動の周波数と音さの固有周波数とが共振したとき、音さの振動の振幅が最大になる。この音さの機械的振動が出力側の圧電素子により電気振動に変換されて、出力端子に取り出される。

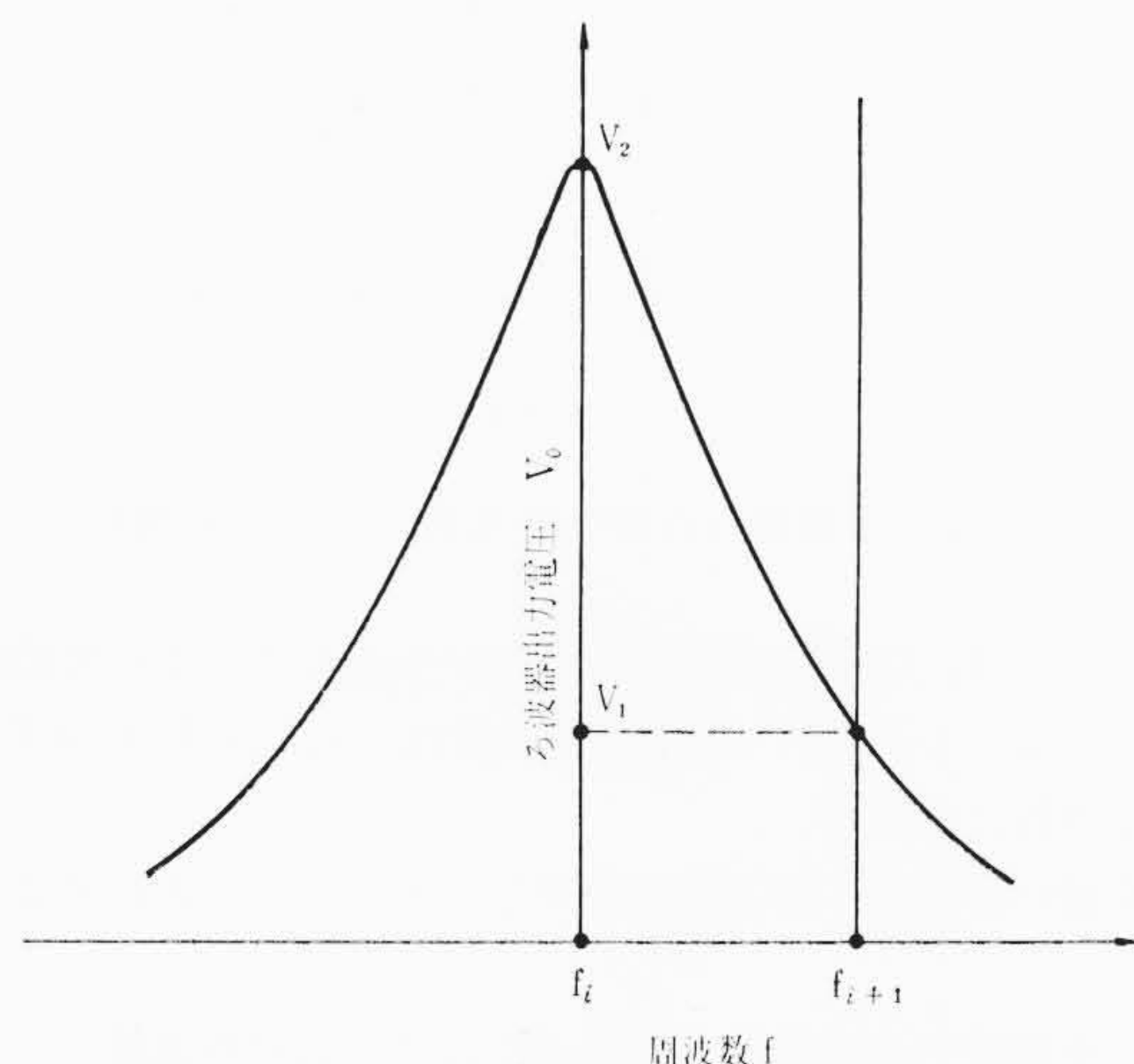
圧電音さは上述した動作原理からわかるように損失をとまなうので、信号選択回路に用いる場合には適当な能動素子と組み合わせ使用する必要がある。圧電音さの周波数—減衰量特性の一例を示すと第6図のようである。同図よりわかるように通過帯域幅は非常に狭く、かつこの帯域幅は定められた、ある周波数帯内では周波数に無関係にはば一定である。

2.4 信号選択回路

圧電音さは交流電圧の中に含まれている特定の周波数成分をろ波する機能をもっているが、電圧が相当(約15dB)減衰するので、これを増幅、処理して継電器を動作させ、機器の操作ができるようにしなければならない。そのため、信号選択回路は第7図のように構成されている。すなわち、圧電音さの出力を交流増幅器に入れ、その後整流、平滑して直流電圧に変換し、比較器によりろ波器入力信号の有無をON-OFF信号に変える。このON-OFF信号により継電器を動作させる。すなわち、信号選択回路の入力に、そこに使用している圧電音さと同じ振動数をもつ交流電圧があったり、あるいはなかったりすると、継電器を動作させるためのON信号、あるいはOFF信号が出力に取り出される。したがって、この場合、信号選択回路の交流入力電圧の大きさが変動すると、増幅器に広い線形動



第7図 信号選択回路



第8図 ろ波器の周波数—出力電圧特性

作範囲が要求される。また、隣接周波数の信号がはいり込んできて、信号選択回路が判断誤りを生じたりする。圧電音さのインディシャル応答はほぼ一次遅れ動作をするので、入力電圧が変化すると、信号選択回路の動作遅れ時間が変化する。

以上のようなことが主たる理由で、信号選択回路の入力電圧の変動範囲を、ある程度限定しておく必要がある。この限定された範囲内で、次節の信号レベル・ダイアグラムを設計しなければならない。

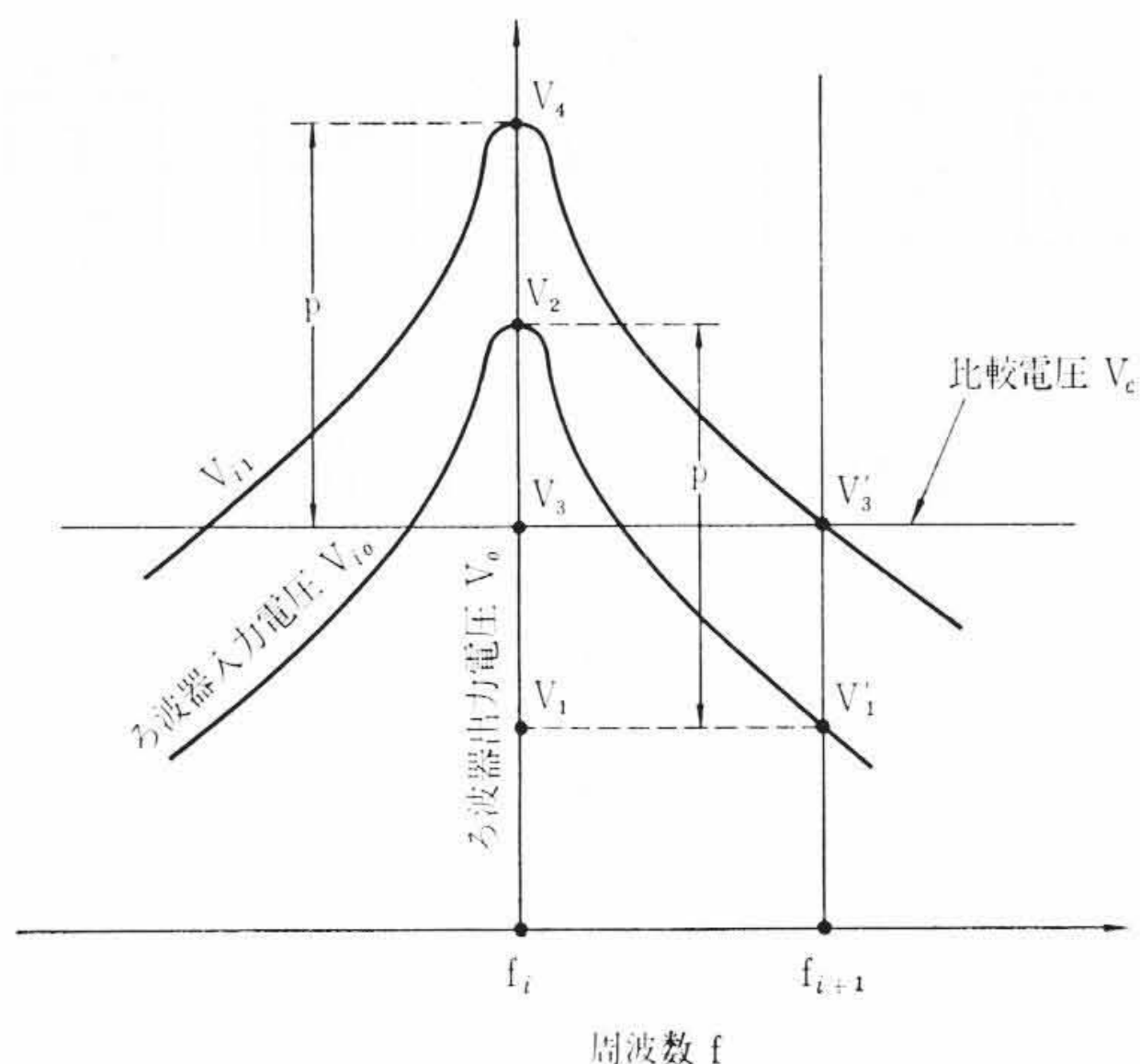
2.5 信号レベル・ダイアグラムの設計⁽⁶⁾

信号レベル・ダイアグラムの設計とは、信号選択回路に用いる圧電音さろ波器の許容入力変動量を明らかにし、その変動量以内に送信側発振器から受信側比較器の間の各回路の変動量の総和をおさえるためには、各回路の変動量をいくりにすればよいかを定めることである。

信号選択回路の許容入力変動量は、普通次に述べるように圧電音さろ波器の周波数に対する共振特性により定まる。圧電音さの入力電圧が一定である場合、周波数に対する出力電圧の特性が第8図のようであると仮定する。この図において、周波数 f_i における出力電圧を V_1 、周波数 f_{i+1} における出力電圧を V_2 とすると $V_1/V_2=p$ を隣接周波数における抑圧度といい、次式のように P (デシベル)で表わすことがある。

$$P=20 \log_{10} \frac{V_1}{V_2} \quad (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

以上の説明では圧電音さろ波器の入力電圧を一定としたが、実際には第9図に示すように、種々の原因で入力電圧が変動するので、周波数—出力電圧特性も変動する。そのため信号選択回路が誤動作するようになる。いま、第9図において、出力電圧を第7図の比較器入力電圧に換算して考える。基準入力電圧に対する特性を V_{i0} とする。このとき、抑圧度は同図に示す $V_1/V_2=p$ で与えられる。いま、周波数 f_i のときの出力電圧 V_2 が、比較器の比較電圧 V_c 以下まで下がると信号選択回路が誤動作することになる。逆に、入力電圧が $V_1/V_3=V_2/V_4$ だけ大きくなると、特性が V_{i1} となるので、隣接



第9図 ろ波器の許容特性変動と抑圧度の関係

周波数 f_{i+1} の V_3' 以上のON信号がはいり込んでくるので誤動作することになる。したがって、結局変動量は、 $\overline{V_3 V_2} + \overline{V_2 V_4} = V_1 V_2 = p$ 以内でなければならない。

この変動の要因は、第7図を参照して次のように表わすことができる。

- (1) 圧電音さろ波器の入力端子における信号の変動：
 $\pm D_A$ (dB)
- (2) 圧電音さろ波器の損失変動： $+D_B$ (dB)
- (3) 圧電音さろ波器の動作遅れマージン： $+D_C$ (dB)
- (4) 交流増幅器から比較器までの利得変動： $\pm D_D$ (dB)
- (5) 比較器の比較電圧変動： $\pm D_E$ (dB)
- (6) 調整誤差およびマージン： $\pm D_F$ (dB)

ここに、(1)は送信側発振器から受信側ろ波器入力までのあらゆる変動を含む。すなわち、発振器および混合回路の信号レベル変動(レベル変動とは変動分だけに着目している)を d_{A1} 、送信機の信号レベル変動 d_{A2} 、伝送回路の信号レベル変動 d_{A3} 、受信機の信号レベル変動 d_{A4} 、信号増幅器の信号レベル変動 d_{A5} とすると D_A は次式のようになる。

$$D_A = d_{A1} + d_{A2} + d_{A3} + d_{A4} + d_{A5} \text{ (dB) } \dots\dots\dots (8)$$

(2)は温度変化によるろ波器の損失変動と、共振周波数変化の損失換算値および発振周波数変化によるろ波器出力換算変動を含む。(3)はろ波器が、温度変動、周波数変動により最悪条件におかれているとき、必要な動作時間を確保するのに必要な入力電圧である。(4)は温度変動、電源電圧変動などに基づく利得変動をいう。(5)は比較電圧の変動によるもの、(6)は調整のために不確定な信号レベルおよび種々のマージンである。

以上の結果より、第9図を参照して、受信側圧電音さろ波器の隣接周波数における抑圧度 P に対して、次式を満足する必要がある。

$$P \geq 2 D_A + D_B + D_C + 2 D_D + 2 D_E + 2 D_F \dots\dots\dots (9)$$

また、基準入力電圧 V_{i0} に対し許容できる入力電圧 V_{i1} に対するレベル変化を Q とすると次式を満足する必要がある。

$$Q = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_4} \geq D_A + D_B + D_C + D_D + D_E + D_F \dots\dots (10)$$

以上の2式を満足するように、回路各部の信号レベル変動量およびマージンを定めなければならない。もし上式が満足なくなると隣接周波数間隔をより大きくとったり、回路により高度の性能を要求しなければならなくなるので、このような場合には制御信号数が減少し、装置が高価なものとなる。

3. 信号選択回路の問題点

多周波信号方式による遠隔制御では、取り扱える制御信号数が多いことと、動作が速いことが主として要求されるので、信号選択回路に問題が生ずる。

(1) 抑圧度と信号数

制御信号数あるいは同時制御信号数などが与えられるとそれに対応する周波数の総数が決まる。次に、使用するろ波器が決まると隣接周波数に対する抑圧度が定まるので、前章で述べた信号レベル・ダイヤグラムの設計を行ない、回路各部に許容できる信号レベルの変動を明らかにする必要がある。このような場合、種々の信号レベル変動の要因の中には、設計値どおりの性能を得ようとする装置が高価になったり、また信号レベルのマージンを小さくとらなければならない、経済上、信頼性上に問題を残すようになる。したがって、このようなことにならないよう、制御信号数、ろ波器の抑圧度に対し、慎重に信号レベル・ダイヤグラムの設計を行なうことが必要である。

(2) 動作遅れ時間

信号選択回路の入力電圧が、信号レベル変動により大幅(抑圧度と同程度、普通25～30 dB)に変化すると、それに応じて動作遅れ時間が変化する。したがって、この変化する動作遅れ時間の最も大きい値が、与えられた仕様を十分満足するように設計する必要がある。これが前章で述べたろ波器の動作遅れマージンである。したがって、動作遅れ時間には相当の遅速が生ずることになるが、この点は容認しなければならない。

(3) 過入力による圧電音さろ波器の特性変動

圧電音さろ波器の入力電圧変動が大きいと、共振周波数、減衰量、入力インピーダンスに変化をきたす。共振周波数、減衰量の変化は信号レベル・ダイヤグラムの設計時に考慮する必要があるし、入力インピーダンスの変化、特に減少は、多数の圧電音さろ波器を駆動している信号増幅器を過負荷にしないか注意する必要がある。

(4) 交流増幅器の線形範囲

信号選択回路の入力電圧が変化すると、圧電音さろ波器出力側にある交流増幅器の線形範囲がそれ以上に広いことを要求される。

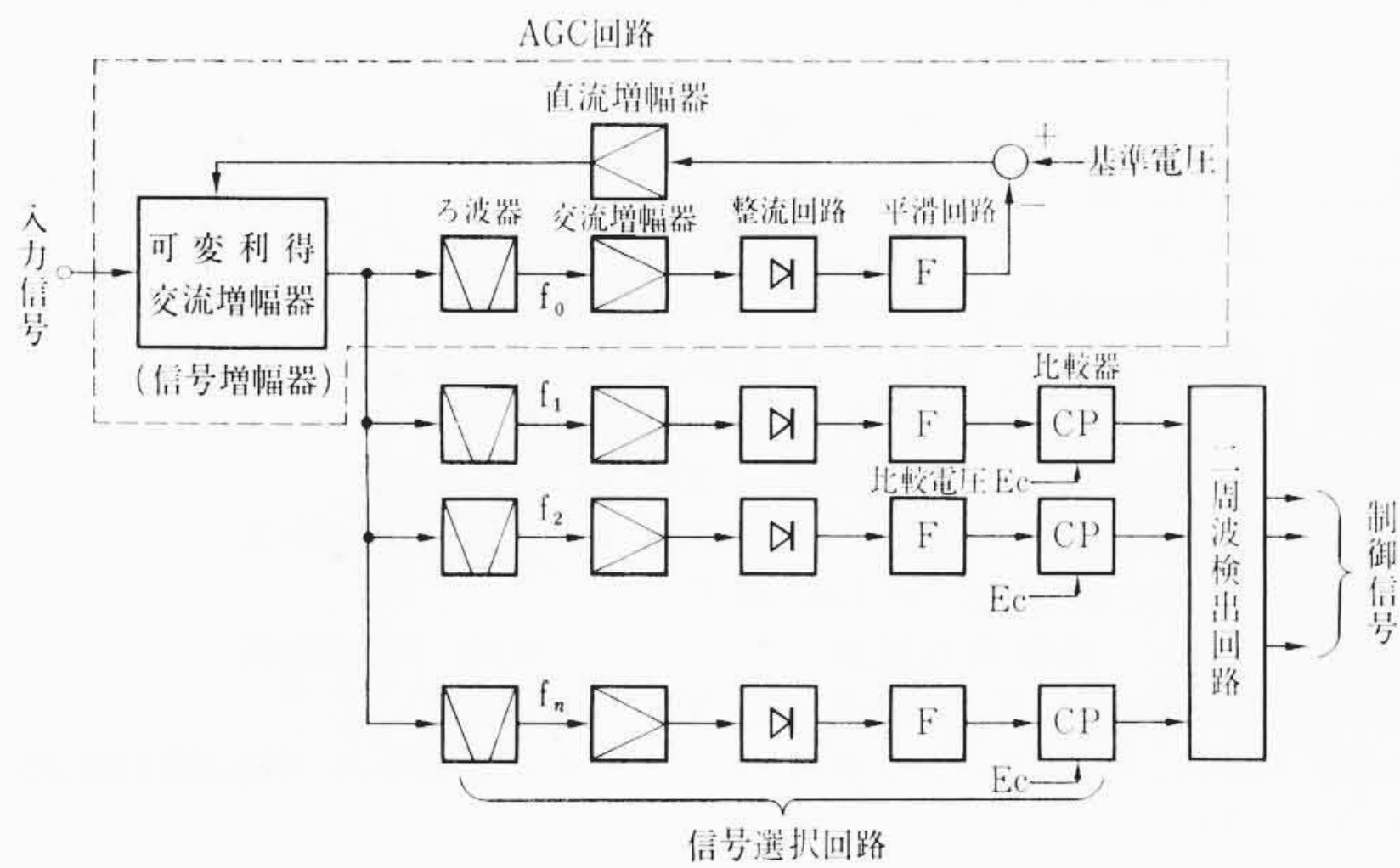
普通、圧電音さろ波器の抑圧度は25～30 dB程度であるので、信号選択回路の許容される入力電圧変動は非常に大きくなる。したがって、上記問題点を解決してよい性能をもつ信号選択回路が製作できるかどうかにより、多周波信号方式の遠隔制御装置の良否が決まってしまうといえよう。そのため、本章の問題点をうまく解決することが重要な要件となる。

4. 自動利得調整付信号選択回路の動作原理

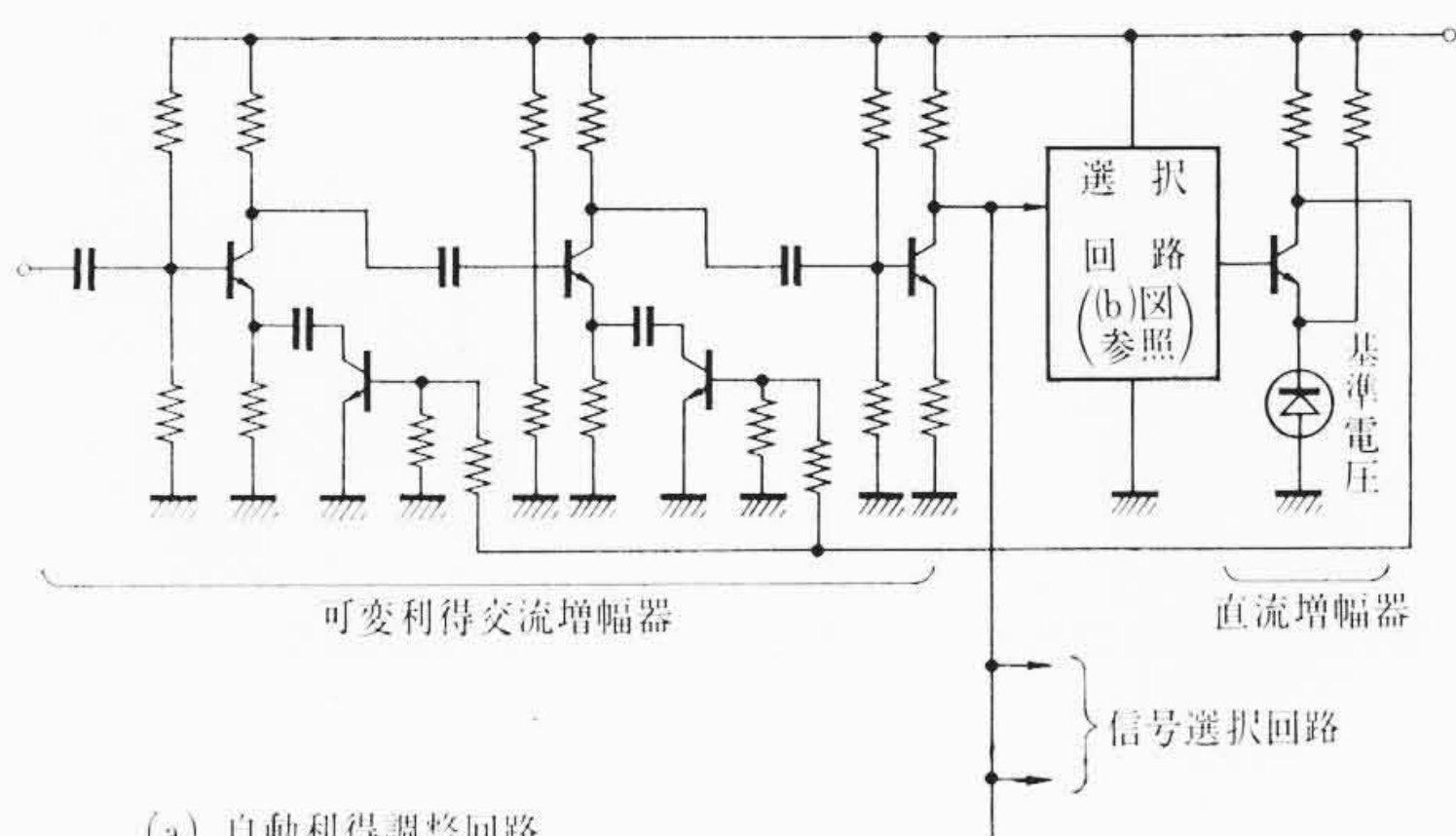
前章では、普通の信号選択回路の入力電圧の変動が非常に大きくなる(25～30 dB程度)と種々の問題が生ずることを述べたが、これらの問題は信号選択回路の入力電圧の変動を小さくすることにより解決できる。このようなことを目的として、自動電圧調整(以下AGCと略称する)の付いた信号選択回路を考案、開発した。

4.1 動作原理

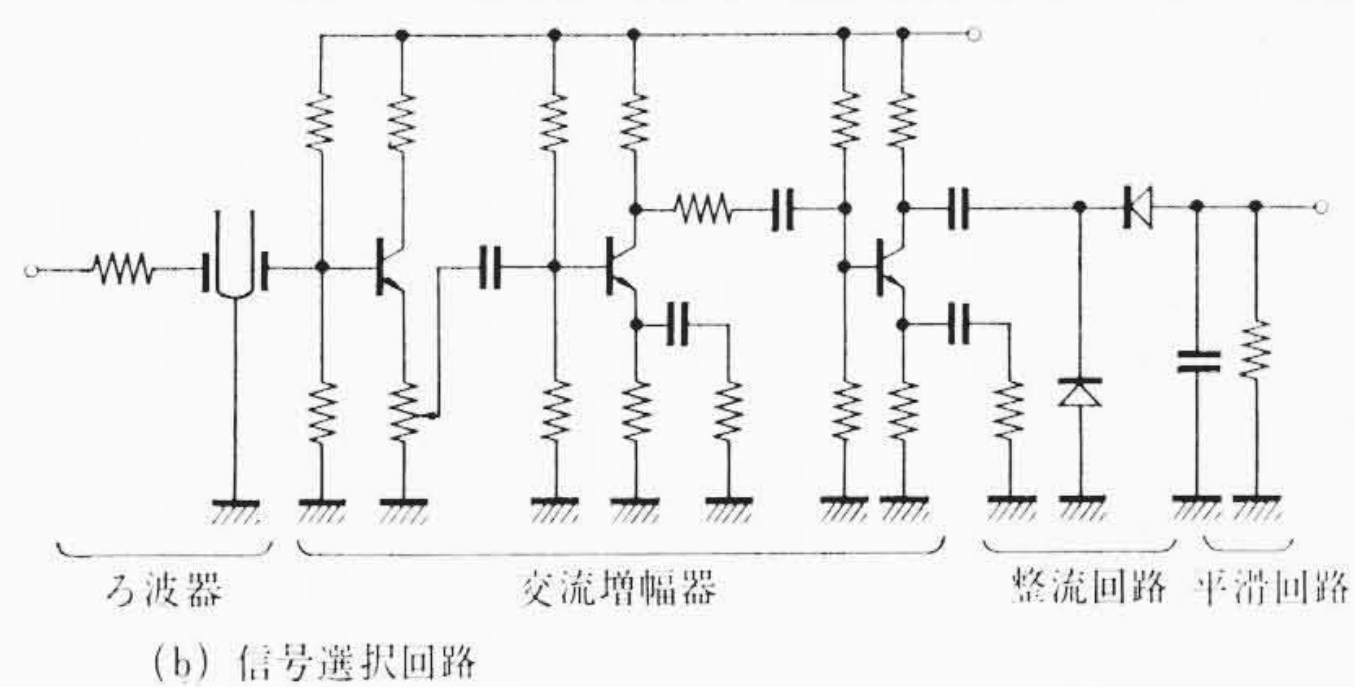
AGC付の信号選択回路の構成図を示すと第10図のようである。同図よりわかるように、制御信号に対応した周波数をもつ交流電圧のほかに、AGC用の周波数をもつ交流電圧(これをパイロット信号という)を使用し、このパイロット信号用の選択回路を用意する。この選択回路において、平滑回路の直流電圧出力は、他の信号選択回路の比較器入力に相当する。この平滑回路出力電圧と基準電圧と



第10図 自動利得調整付選択回路の構成



(a) 自動利得調整回路



(b) 信号選択回路

第11図 自動利得調整付信号選択回路の接続図

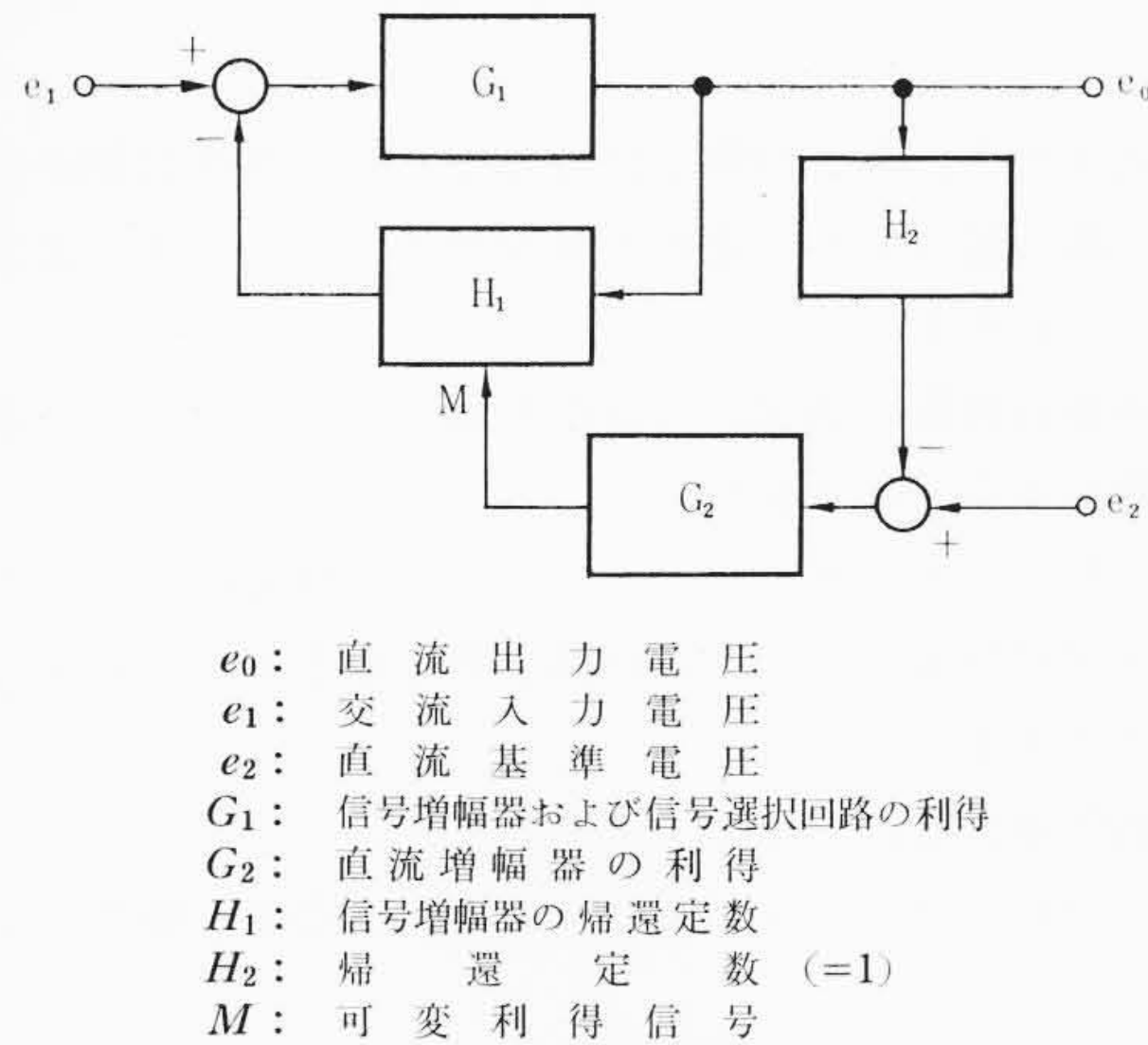
を突き合わせ、これらの偏差を増幅した後、その出力で信号増幅器の電圧利得を変化させるようにする。このように構成し、動作させると、信号増幅器の入力電圧あるいは選択回路の特性が変化しても、比較器の入力電圧は基準電圧に応じて、ほぼ一定値に自動制御される。したがって、各ろ波器の入力電圧はほぼ一定値となり、前章で述べた信号選択回路の諸問題が解決されることになる。

4.2 構成

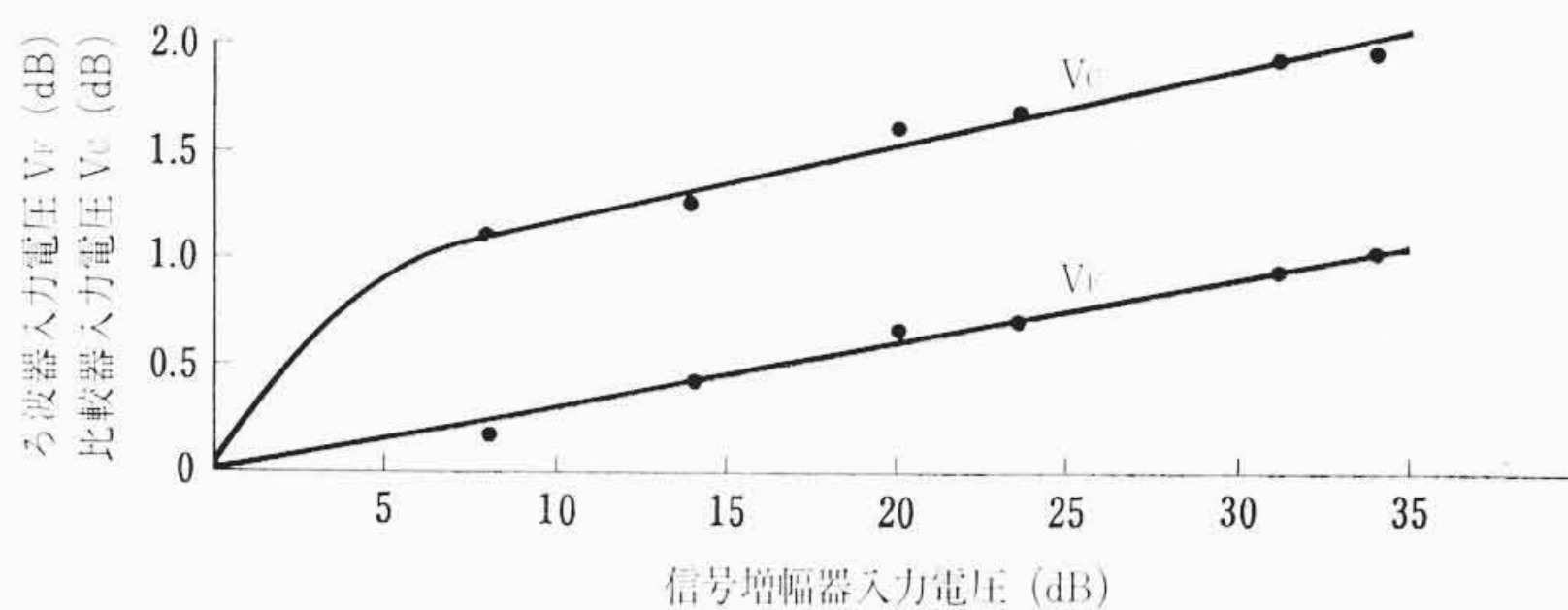
試作した AGC 付信号選択回路の接続図を第11図に示す。同図(A)では、交流増幅器の利得を直流電圧で自動調整するために、第1段および第2段トランジスタ増幅器の帰還量を変化する方法を用いている。このような回路を使用すると、電源電圧変動、温度変動に対し動作が比較的安定である。

ここに用いた AGC 回路を一般化してブロック図に表わすと、第12図のようになる。同図から、変動する入力電圧 e_1 、基準電圧 e_2 に対し、出力電圧 e_0 は次式のようになる。

$$e_0 = \frac{1}{2} \left[\frac{e_2}{H_2} + \frac{1}{H_1 H_2 G_1 G_2} \right] \left(1 + \sqrt{1 - \frac{4 H_1 H_2 G_1^2 G_2 e_1}{(1 + H_1 G_1 G_2 e_2)^2}} \right) \quad \dots\dots\dots (11)$$



第12図 AGC 付信号選択回路のブロック線図



第13図 AGC 付信号選択回路の特性例

$$e_0 \div \frac{1}{H_2} e_2 + \frac{1}{H_1 H_2 G_1 G_2} - \frac{G_1}{1 + H_1 G_1 G_2 e_2} e_1 \quad \left. \vphantom{\frac{1}{H_2} e_2} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

(4 H₂ e₁ ≪ H₁ G₂ e₂²)

上式からわかるように、 $G_2 \rightarrow +\infty$ であれば、出力電圧 e_0 は基準電圧 e_2 によりほとんど決定されることがわかる。すなわち、利得 G_2 を大きくしておけば、電圧 e_1 の変動(外乱)に対し、出力電圧 e_0 の受ける影響は非常に小さくなることが推定できよう。

5. AGC 付信号選択回路の実験結果

AGC 付信号選択回路の入出力電圧特性を測定した。その結果の一例は第13図に示すとおりである。この実験結果からわかるように、信号増幅回路の入力電圧が 34 dB 程度変化してもろ波器入力電圧の変動は 1.02 dB 程度に、また比較器入力電圧変動は 1.96 dB 程度に減少する。また、入力電圧が約 25 dB 変化したときの動作遅れ時間の変化は 15% 程度であった。

以上の実験結果からわかるように、AGC 付の信号選択回路を用いることにより、前章の問題点がすべて解決することになる。

6. 結 言

産業用の遠隔制御では、特に制御数が多いこと、動作時間が短いこと、装置が簡単であること、動作が正確であることなどが要求されるので、多周波信号方式を採用し、その問題点について検討を行なった。特に、使用するろ波器のろ波特性が定まるとそれにより信号選択回路の入力レベル変動は限定されるので、各回路の信号レベル・ダイヤグラムを適当に設計しなければならないことを明らかにした。この設計が不適当であると取り扱い得る制御信号数が減少したり、装置が高価となる。また、入力レベル変動はすべて信号選択回路に問題を生ずる。

これらの問題を解決するため自動利得調整回路を付けた信号選択回路を考案し、開発した。実験の結果、入力信号レベルの変動が 34 dB 程度あっても、ろ波器入力レベルの変動は約 1 dB 程度に、ま

た比較器入力電圧変化が約2 dB程度に減少できることが明らかになった。

以上の結果から、AGC回路を付けることにより送信側から受信側までの各回路の信号レベル変動が吸収できるので、次のような特長をもつことがわかる。

- (1) 隣接周波数の選択、分離が容易になるので、同時制御信号数を多くとることができる。
- (2) 信号レベル・ダイヤグラムの設計が容易になるので、信号選択回路も含めて、各回路が特性をぎせいにせず安価に製作できる。
- (3) 動作遅れ時間がほぼ一定となる。
- (4) 各回路にマージンがより多くとれるので、動作の安定性と

信頼性が期待できる。

参 考 文 献

- (1) 市川，薮： エレクトロニクスダイジェスト No.66, 79 (昭39-2)
- (2) A. Muschik, G. Pumpe： Siemens Rev., 27, 327 (1960)
- (3) 館野，竹原，吉村： 日立評論 44, 1958 (昭 37-12)
- (4) 相馬： 富士時報 31, 105 (昭 33-2)
- (5) 平塚ほか2名： 安川電機 27, 91 (昭 38-7)
- (6) 徳永，景山，川勝： 日立評論 45, 399 (昭 38-2)
- (7) 天野： 計装 6, 6 (昭 38-9)
- (8) 佐藤： 通信用ろ波器入門，オーム文庫 (昭 36-6)
- (9) H. Bopp： E. T. Z-A 78, 768 (1957-11)
- (10) 河合，三浦： エレクトロニクスダイジェスト No.32 (昭 36-7)

先にお届けいたしました日立評論 Vol.47 No.1「昭和39年度における日立技術の成果」号に次のような誤りがありましたので、お詫びするとともに訂正いたします。

・15頁 第3表を下表のように訂正いたします。

第3表 昭和39年度納入済または製作中の産業用タービン (1,000 kW 以上)

納 入 先	場 所 (発 電 所 名)	出力 (kW)	主蒸気圧力 (kg/cm ² g)	主蒸気温度/ 再熱蒸気 温度 (°C)	排 気 圧 力 (kg/cm ² g)	回 転 数 (rpm)	用 途
昭和発電株式会社	市 原 (#3)	75,000	102	538/538	722 mmHg	3,000	発 電 用
昭和発電株式会社	市 原 (#4)	75,000	102	538/538	722 mmHg	3,000	発 電 用
東海製鉄株式会社	(#1)	12,800	88	510	730 mmHg	3,970	ブ ロ ッ 用
東海製鉄株式会社	(#2)	12,800	88	510	730 mmHg	3,970	ブ ロ ッ 用
興亜石油株式会社	麻 里 布	5,000	124	534	40.3	3,600	発 電 用
大阪市清掃局	(#1)	2,700	22	345	720 mmHg	5,837/1,200	発 電 用
大阪市清掃局	(#2)	2,700	22	345	720 mmHg	5,837/1,200	発 電 用
徳山石油化学株式会社	南 陽	2,300	30	350	7	9,500	圧 縮 機 用
昭和電工株式会社	川 崎	16,000	72	535	9	3,000	発 電 用
天塩川製紙株式会社	名 寄	8,200	65	440	13/4.5	3,000	発 電 用
十條製紙株式会社	鉤 路	6,500	46	430	15/2.5	3,000	発 電 用
ブリヂストンタイヤ株式会社	東 京	5,000	82	382	20.5	5,936/3,000	発 電 用
大協石油株式会社	午 起	1,150	16	300	684 mmHg	8,100	圧 縮 機 用

・16頁 第17図の写真説明

誤： 興和石油株式会社
正： 興亜石油株式会社

・152頁 第28図の写真説明

誤： 60 t/h ヒタクレーマ
正： 630 t/h ヒタクレーマ

・176頁 第27図の写真説明

誤： 福井県農地課
正： 福井県農務課