

4. FC—4 型 信 号 弁 別 器

倉 茂 周 芳・小 羽 根 澄 夫

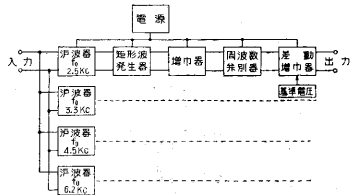
1. 回路および動作の説明

信号弁別器の設計に当って特に留意した点は下記の通りである。

- (1) 安定であること。特に信号弁別器では直流信号の伝送が必要で、そのため直流増幅回路が使用されている。そのドリフトは十分小さくなるよう注意せねばならない。
- (2) 入力レベルが相当大幅に変動しても支障なく動作すること。
- (3) 直線性がよいこと。
- (4) 漏話の原因となるような伝送上の歪のないこと

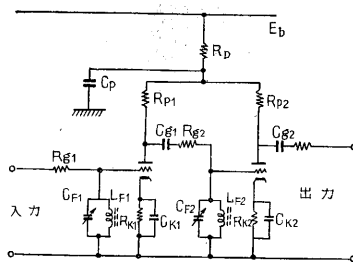
これらの要求を満たすものとして種々実験的研究が行われた結果、以下に説明するような方式の回路となった。

信号弁別器は各チャンネル濾波器、矩形波発生器、増幅器、周波数弁別器、および差動増幅器より成り、電源は全チャンネルに共通になっている。その系統図を第1図に示す。濾波器は4つの副搬送波信号をそれぞれのチャンネルに分離する。その出力は矩形波発生器に加えられ入力信号の周波数に1対1で同期した矩形波を発生する。

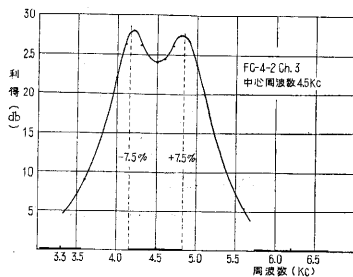


第1図 信号弁別器系統図

その出力を増幅器で増幅、整形をおこない、充放電型の周波数弁別器によって周波数に比例した直流電圧に変換する。最終段では中心周波数に相当する直流電圧と差動的に増幅し、中心周数波からの偏差に比例した直流出力を得る仕組みである。1チャンネル分の総配線図を附図に示す。



第2図 濾波器回路図



第3図 濾波器周波数特性

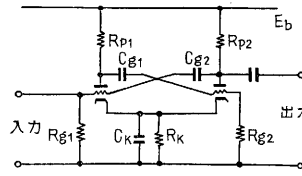
その出力を増幅器で増幅、整形をおこない、充放電型の周波数弁別器によって周波数に比例した直流電圧に変換する。最終段では中心周波数に相当する直流電圧と差動的に増幅し、中心周数波からの偏差に比例した直流出力を得る仕組みである。1チャンネル分の総配線図を附図に示す。

a) 濾波器

濾波回路の構成を第2図に示す。濾波器は単一同調回路を2段スタガーにした、選択性増幅器である。隣接チャンネルの信号に対し少なく

とも 20 db 以上の減衰を与える必要があるため、2段の同調回路を挿入する必要がある。濾波回路に非直線歪があると、大きな漏話の原因となる。この直線性を保つため、初段はほとんど利得零に制限し、2段総合で約 20 db 程度の利得としている。同調回路の Q は約 17 前後で、2段をスタガーとして所要帯域内の利得偏差を 3db 程度に押えている。濾波回路の特性の1例を第3図に示す。

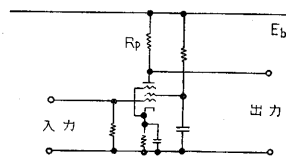
b) 矩形波発生器 矩形波発生器の回路構成は第4図に示すような free running の対称型マルチバイブレータで入力端に信号が加わると、1対1に同期する。電源を簡単にするため、セルフバイアス方式を用い、回路を簡単にするために正弦波同期方式を採用している。図中 Rk はバイアス電圧を与えるためのものである。



第4図 矩形波発生器回路図

一般に正弦波同期方式によると、同期信号の入力レベルによって矩形波の幅が変化する欠点があるが、Rk の値を適当にえらぶことによって、その影響をほとんどうけないようにすることができる。本器の場合には、およそ 20 kΩ が最適値であった。矩形波発生方式としては、十分増幅を行って振幅制限する方式もあるが、これでは、入力信号レベルによる矩形波幅の変動が大きく、また、濾波回路での歪に基く漏話を考慮した場合に、本方式よりも増幅段を1段増加する必要がある。回路の単純化の点では、本方式が有利という結論となっている。

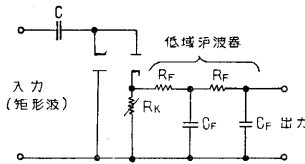
c. 増幅器 増幅器の回路は第5図のような構成で、高 gm 管を用い、極力プレート負荷を小さくし、矩形波



第5図 増幅器回路図

伝送特性を良好に保っている。Rp は周波数弁別器の時定数、換言すると電圧利得に影響する。信号入力レベルが大きいためカット・オフおよび飽和による整形作用がえられる。大振幅動作のため、電源のインピーダンスが高くと、これによる結合を介して各チャンネル間の漏話を生ずることとなるので、十分な注意が必要である。

d) 周波数弁別器 周波数弁別器は第6図のように、C, R および2極管を組合せた充

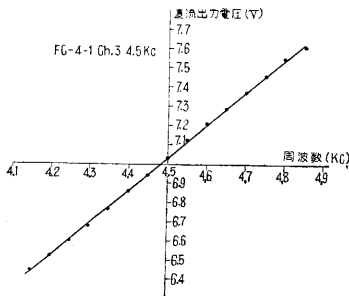


第6図 周波数弁別器回路図

放電型周波計である。2極管により C からの放電電流のみを R_k に流し電圧とし、低域濾波器にて直流にする。 $C (R_k + R_p)$ が $1/f$ に較べ十分小さいとき、次の関係が成立つ。

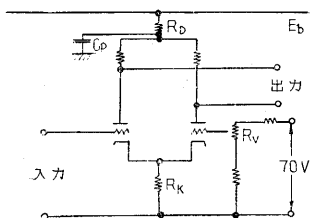
$$E_0 = 2 E_{in} C R_k f \dots\dots\dots (1)$$

ただし E_0 : 直流出力電圧, E_{in} : 入力矩形波波高値, f : 入力矩形波周波数



第 7 図 周波数弁別器の特性

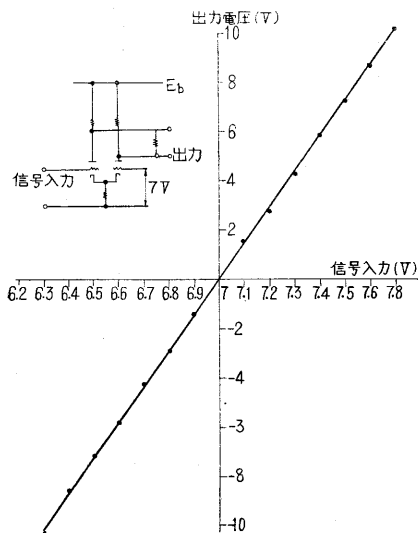
示す。



第 8 図 差動増幅器回路図

R_k を変化すれば、(1) 式から明らかなように出力電圧と周波数の比例係数が変わる。したがってこれで傾度調整が行える。この回路による周波数弁別特性の 1 例を第 7 図に

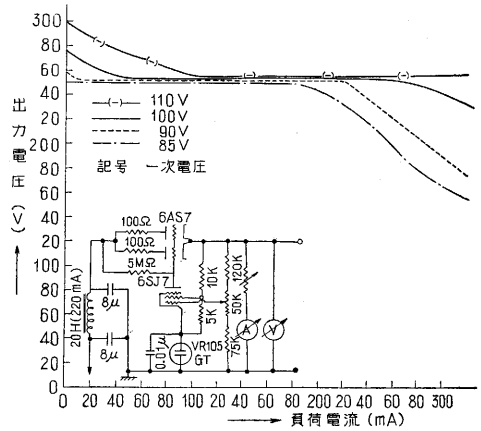
e) 差動増幅器 差動増幅器は第 8 図に示すような陰極結合型回路である。左の 3 極管のグリッドに信号電圧、右の 3 極管のグリッドに基準電圧を加え、その差を増幅プレートの上端から出力を取り出す。そのため出力電圧は直流的に電位が浮き、取扱いの上で不便はあるが、記録用直流増幅器の入力回路をうかせば問題なかったため特に処



第 9 図 差動増幅器の特性

置を施さなかった。 R_v は出力電圧の零点調整でこれによって中心周波数における出力電圧を零とする。第 9 図はこの回路の直線性を示す。

f) 電源 電源は 6AS7, 6SJ7 使用の一般的な安定化電源である。回路および電源電圧特性、負荷特



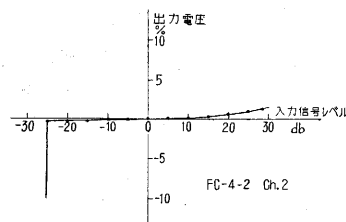
第 10 図 電源特性

性を第 10 図に示す。

2. 総合特性

(1) 振幅制限特性

信号弁別器はその性質上入力信号の周波数のみで決る出力を与えるもので、その振幅によって出力変動があらはならないものである。実際問題としては、一定の出力を与える入力信号のある振幅範囲があり、これが可及的広いものが望ましい。本装置では、矩形波発生マルチパイプレータを同期するのに必要な最小入力振幅がその下限を与え、また同期入力の増大に伴う矩形波の幅の変動がその上限となる。第 11 図は入力信号振幅に対する出力

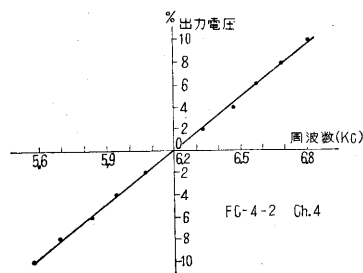


第 11 図 振幅制限特性

力の変化の 1 例を示すもので、縦軸は中心周波数に対する実効変化周波数を % にて示す。横軸は入力レベルを $600 \Omega 1mW$ 基準 db で与えている。

(2) 直線性

入力信号の周波数変化に対する信号弁別器の出力の変化は、可及的比例的であることが望ましい。第 12 図にその特性の 1 例を示す。横軸は入力信号の周波数を KC にて示す。縦軸は中心周波数に対する実効変化周波数を % で示したもので、出力電圧に比例するものである。



第 12 図 周波数弁別特性

(3) 漏話特性

a) 隣接チャンネルの信号による漏話 第 1 表に大略

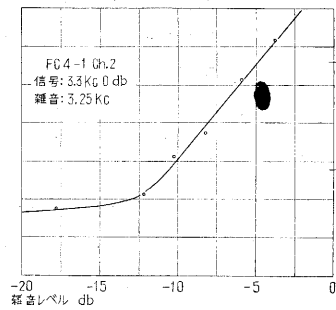
の特性を示す。主として濾波器の遮断特性で決るが、この結果で実用上支障がないことがわかる。

第1表 チャンネル間漏話特性

出力に1 μ A(1%の誤差に相当)の変化を与えるに要する雑音レベル
信号: 中心周波数, 雑音: 他のチャンネルの中心周波数

	2.5 kc	3.3 kc	4.5 kc	6.2 kc
Ch. 1	—	>10 db	>10 db	>10 db
Ch. 2	>10 db	—	>10 db	>10 db
Ch. 3	>10 db	>10 db	—	>10 db
Ch. 4	>10 db	>10 db	>10 db	—

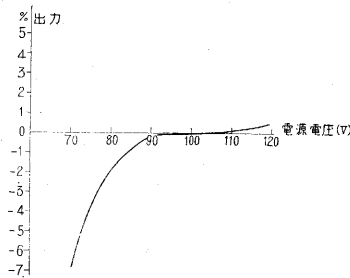
b) 歪による漏話 主として送信機および受信機内における非直線歪によって別のチャンネルの信号の高調波およびビート周波数成分が雑音として、他のチャンネルの帯域内に混入して生ずる漏話である。雑音と信号の差に相当する周波数で信号が周波数変調され、雑音出力を与える。どの程度のS/N比まで許容するかを求めた結果が第13図で、横軸は信号に対する雑音レベルである。信号は中心周波数, 0 dbm, 雑音周波数はこれより



第13図 チャンネル内漏話特性

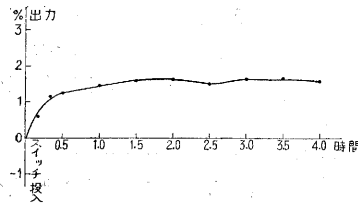
50 cps 下げて測定する。縦軸は出力雑音振幅を示す。%はこれに基く誤差をあらわしている。S/Nが10 dbあれば、雑音は結果に1%以上の誤差とならないことがわかる。

(4) 安定性



第14図 電源電圧に対する安定性

b) 長時間安定度 長時間放置した時出力電圧がどの程度変動するかを求めたもので、結果の1例を第15図に示す。横軸には電源スイッチ閉路後の時間、縦軸に中



第15図 長時間安定度

0.1%以内の変動にておさまることがわかる。

3. 回路の考察

(1) 隣接チャンネルの信号による漏話

容量充放電型周波数弁別器はこの漏話に対し良好な性能を示すが、その理由を考えてみる。比較のため、LC共振回路を用いる離調式周波数弁別器で中心周波数に対する最大周波数変化 $\pm 7.5\%$ の弁別器を作るとしよう。この範囲で十分な直線性を保つには2個の共振回路のQを10とし、かつ、それぞれの共振周波数 f_{r1}, f_{r2} は $f_0 \pm 1/10 f_0$ とするのが直線性を確保する最適条件である。4.5 kcのチャンネルを例とすると周波数弁別器共振周波数は $f_{r1} = 4.05$ kc および $f_{r2} = 4.95$ kc である。隣接チャンネルとして3.3 kcのチャンネルをとると、その帯域は約3.05 kc~3.55 kcの範囲である。もっとも近接している4.5 kcの帯域の下端と、3.3 kcの帯域の上端では8 dbの差しかないから40 db(1%の精度に相当)のS/Nを要求する時は少なくとも30 db以上減衰を与える濾波器が必要で、もし、各チャンネル相互の信号のレベルの偏差に対するマージンを10 db程度見込むときには40 dbの減衰を与える濾波器が必要となることがわかる。本器は20 dbの濾波器でもって入力レベル10 dbのアンプの下で安定に動作する。これはマルチバイブレータにより信号を矩形波とし容量充電型周波数弁別器を用いたためで、回路構成上極めて有利であるといえよう。

(2) 直線性

離調型のLC共振回路を用いる周波数弁別器では、直線性を増すためには必然的にQを下げねばならず、そのため濾波器への負担が重くなる傾向をもつ。現在のように接近した信号回線で広範囲の周波数変化を弁別する場合には、十分な直線性を保持することは困難となる。これに反し容量充放電型の直線性は弁別器の時定数のみに関係するし、他の回線の影響を考慮に入れる必要がないので、この方式の方が有利であるといえてよい。

(3) 振幅制限特性

LC共振回路による弁別器を、本目的のように、低周波で、しかも周波数変化域の広い信号に用いる場合は、前述のようにQを高くとれない関係で種々の困難がある。この点から見ると、本方式は極めて容易に、十分な振幅制限特性を実現することができて有利である。なお同期方式をパルス方式とすれば、さらに良好な特性とす

することも可能であると考える。

4. 結 言

ベビーTテレメータ装置の信号弁別器について、設計の要点と内容、結果を報告した。試翔に際し、一応満足に機能を果たしたことは喜びにたえない。なお本装置の

設計、製作に関しては、高木教授、野村助教授をはじめ東大生産技術研究所の方々に多大のご指導、ご鞭撻をいただいた。また実験は千保木松考君の努力によるところが多い。付記して厚く謝意を表する次第である。

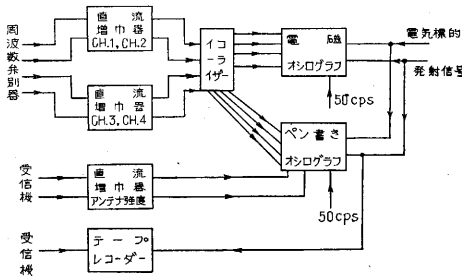
(1955. 12. 17)

5. ベビーT・テレメータ記録装置

沢井善三郎・猪瀬 博・稲葉 博・永友英世

1. まえがき

去る9月17日より試翔実験を行った。ベビーTロケットの受信記録装置の概要を説明する。第1図は受信記録装置の系統図である。周波数弁別器より送られた静圧、加速度、動圧、温度等の信号電圧と受信機より直接送られた入木、ヘリカル両アンテナの検波電流ならびにランチャ内に設置された電気標的信号およびロケット発射信号を同時に記録することができる。装置として使用した機器は直流増幅器8台、携帯用電磁オシログラフ、ペン書きオシログラフおよびテープレコーダ各1台である。以下その内容についてのべる。



第1図 B.T記録装置系統図

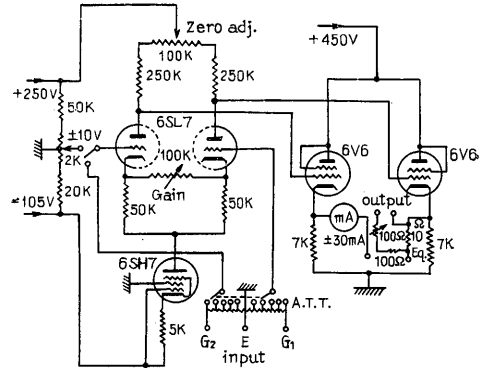
2. 直流増幅器およびオシログラフ

(1) 直流増幅器 第2図は生研第3部で試作した直流増幅器の回路図である。初段の差動増幅器には高増幅率3極真空管を使用し、出力増幅器にはビーム管を使用している。初段回路には5極管による定電流回路を設け、電源電圧の変化による影響を除いている。測定感度は負荷抵抗を3kΩとした場合、2V~6Vの入力で最大±20mAの出力電流となるよう、図中Gainと記した抵抗器によって調整される。なお初段増幅器の一方のグリッドに較正用として±10Vの直流電圧を加えることができるが、これは直流測定の場合、入力と逆方向の直流電圧をグリッドに加え、他方のグリッドに測定入力を加えることにより、測定範囲を拡大するのに利用することもできる。

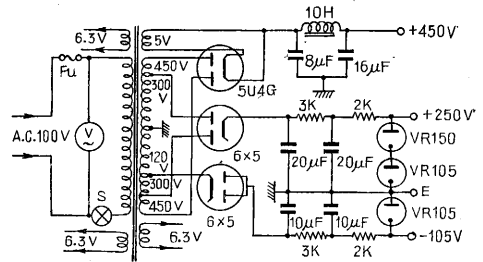
この増幅器の直流電源は第3図の如く、簡単なもので、初段増幅器および定電流回路には定電圧放管で安定化した+250V、-105Vを加え、出力増幅器には整流回路から直接+450Vを供給している。電源電圧の変動に

よる出力電流の変化は85V~120Vの範囲ではほとんど認められない。また使用するに当たって測定開始10分前に電源スイッチを閉じておれば、相当長時間の測定でも零位変動は1%以下に保持することができる。直流増幅器を単独で使用した場合の周波数特性は10,000cpsまで平坦である。

以下はこの増幅器の仕様である。



第2図 直流増幅器回路図



第3図 直流増幅器電源部回路図

2要素直流増幅器

使用真空管 6SL7, 6SH7, 6V6×2 (1要素)
6X5×2, 5U4G, UR150GT
VR105GT (2要素共通)

測定範囲 1V~500V

入力インピーダンス 500kΩ

出力インピーダンス 1~3.5kΩ

周波数範囲 0~10,000cps

最大感度 12mA/V(出力インピーダンス 3kΩ)