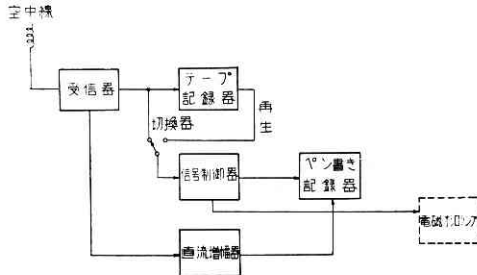


本庄実験用ロクーンテレメータ受信装置

倉茂 周芳・小羽根澄夫

1. 概要

受信装置は受信アンテナ、受信機、信号弁別器、テープレコーダおよびペン書きオシログラフから成り立っている。全体の系統図を第1図に示す。構成はほとんど地



第1図 受信装置系統図

第1表

通信方式	FM・FM
受信方式	スーパーヘテロダイン
受信アンテナ利得	約8db(直線偏波)
搬送周波数	411Mc
受信周波数範囲	400Mc~420Mc
中間周波数	30Mc
帯域幅	1.1Mc
雑音指数	7db
リミタ入力までの最下電圧増幅度	120db
信号回線数	5回線
副搬送波周波数	960, 1300, 2300, 3000, 5400cps
副搬送波周波数偏移	±7.5%

上ロケット用テレメータ受信装置と変わらない。受信装置の諸元を第1表に示す。受信装置を設計するに当たり次のことを考慮した。

(1) 受信装置の外筐構造は受信地点不確定のため可搬型とし、また確定した受信所が設けられた時の準備として標準ラックに組み込めるよう各パネルを標準型とした。

(2) テレメータ距離が約200km以上にも離れるので受信感度に特に留意し受信機の雑音の低減を計った。

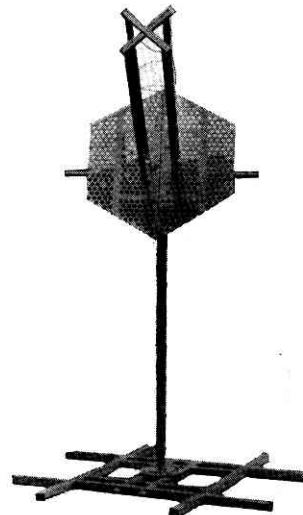
(3) テレメータ距離が至近距離から上記の遠距離まで変化するために起こる受信レベルの大きな変化に対応するため、リミタ効果を十分發揮させた。またこれは送信機の変調器を簡略化したために周波数変調と同時に起こる振幅変調成分による信号の歪を取り去るにも必要である。

(4) 多重通信の回線数の変更にすぐ順応できるべく、また各回線の電源による漏話を防ぐために信号弁別

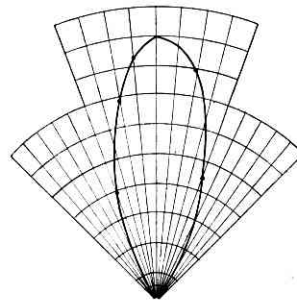
器の各回線の電源はそれぞれ独立とした。

2. 受信アンテナ

受信アンテナには円偏波のヘリカルアンテナを採用した。送信アンテナがロケットとともにいろいろな方向に変化するために直線偏波面が変わる。この状態でも良好な受信を行なうためにヘリカルアンテナを設計製作した。本庄実験ではテレメートする間はロケットのバルーンステージの間にだけ限られているので、送信電波の偏波面の変化は大きくないがこのアンテナを使用した。使用したアンテナの外観構造および指向性図を第2図および第3図に示す。利得は約8dbである。



第2図 ヘリカルアンテナ外観図



ヘリカル；6巻電波；垂直偏波

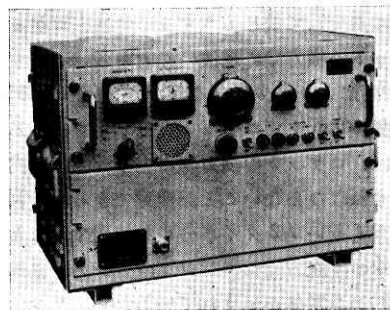
第3図 ヘリカルアンテナ指向性図

3. 受信機

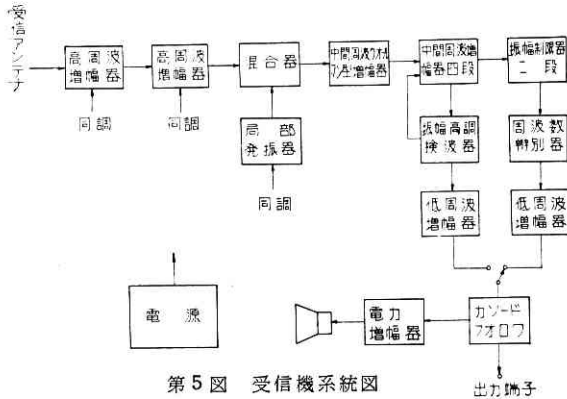
(1) 概要

受信機を設計するに当たり特に考慮した点はノイズフィギアである。

幸い東大高木教授が低雑音管 GL-6299 をわれわれに紹介して下さったので、早速使わせていただいた。受信方式はごく普通の



第4図 受信機外観図

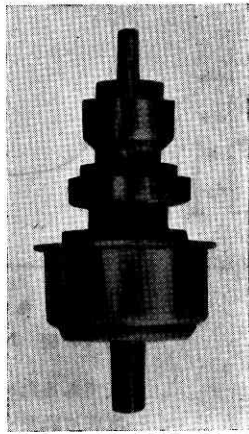


第 5 図 受信機系統図

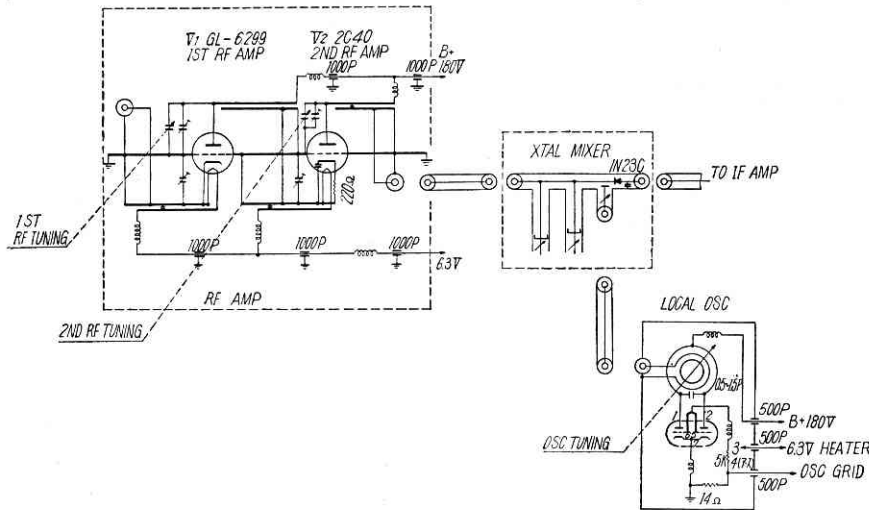
スーパーヘテロダインである。外観および系統図を第 4 図および第 5 図に示す。(図中振幅高調検波器は振幅変調検波器の誤り) 同調は第 1, 第 2 高周波増幅器および局部発振器を別々に手動で行なう最も基本的な方式である。ロケットの衝撃により変動する周波数には自動周波数制御器は不適と考えたのでこの方式を採用した。

(2) 高周波増幅器および局部発振器

高周波増幅器は 2 段である。初段に GL-6299 を使用している。GL-6299 の



第 6 図 GL-6299 外観図



第 7 図 高周波増幅器および局部発振器回路図

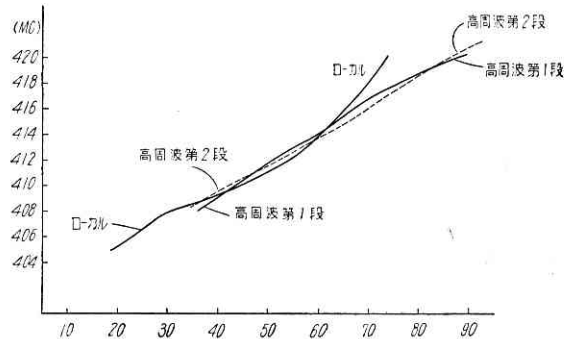
第 2 表 GL-6299 規格

C_{gp}	C_{gk}	C_{pk}	E_f	I_f	E_b	I_b	G_m	μ	r_p	最大動作周波数
1.7PF	3.5PF	0.1PF	6.3W	0.35 A	175 V	10mA	12.0m μ	115	9600 Ω	10000 Mc

外観構造および規格を第 6 図および第 2 表に示す。絶縁材に硝子の代わりに損失の少ないセラミックを使用し、全長 25%, 直径 13% に小型化したものである。発振管としては 10,000Mc まで使用に堪える。高周波増幅器の回路図を第 7 図に示すとおり、グリッド接地型増幅器で同調回路はすべて平行板型共振回路に可変容量を短絡して行なっている。この可変容量の回転角度に対する周波数変化特性を第 8 図に示す。利得は初段のみで約 25db 得られた。総合のノイズフィギアは第 12 図に示すように 411 Mc にて 7.2 db である。

(3) 中間周波増幅器

中間周波数は 30Mc で、増幅器のトップは 6AK5 および 6AS6 にてウォールマン回路を形成し、後 6AK5 を 4 段用いた計 6 段増幅器である。ミキサから増幅器の初段の入力のみ、Q ダンプした bifiler 巻変成器による二重同調型で、初段以外は同調型負荷により結合している。パ

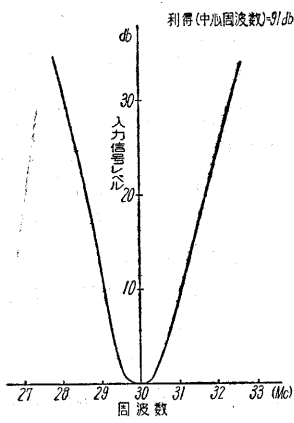


第 8 図 高周波増幅器および局部発振ダイアル特性

ンド幅および利得は第 9 図に示すとおり 1.1Mc および約 90db である。AVC 電圧はウォールマン回路を除き後 4 段の増幅器に加えられる。

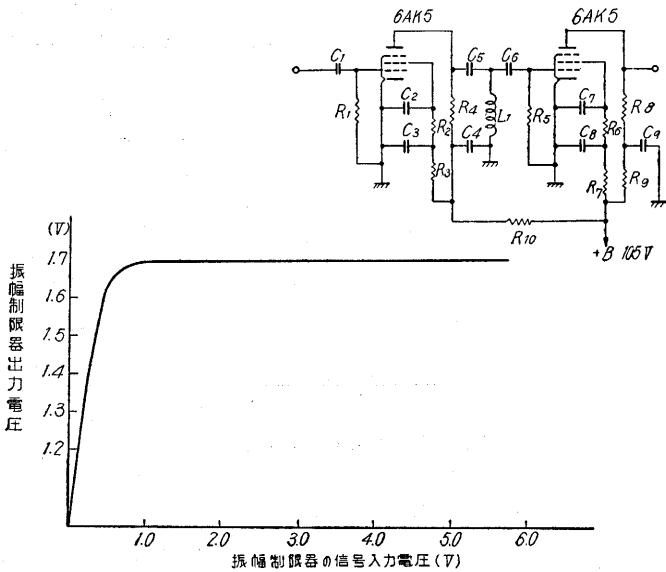
(4) リミタおよび周波数弁別器

リミタは 6AK5 を使用したグリッドリーク型 2 段でスクリーングリッドおよび陽極電圧を下げリミタ効果を上げた。グリッドの時定数は 2.5 μ sec である。リミタ回路およ

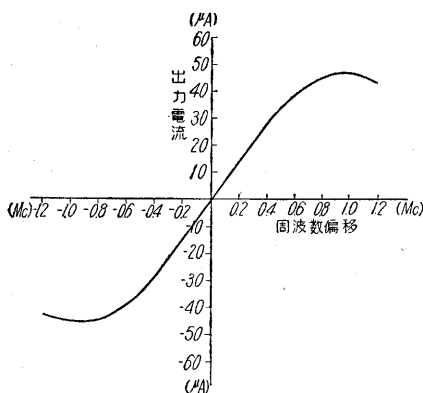


第9図 中間周波選択特性

び特性を第10図に示す。送信機からの信号が振幅変調成分約10%を含む周波数変調なので、この振幅成分により歪が起きるのを防ぐためリミタを雑音レベルにおいて動作せしめた、周波数弁別器は最も普通に利用されているフォスタゼリ型である。この復調特性は第11図に示すようにいわゆるピークとピー



第10図 リミタ特性

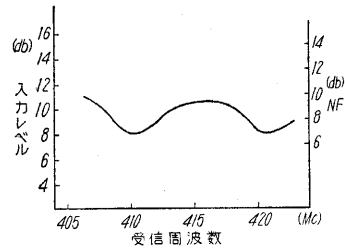


第11図 周波数弁別器特性

クの間幅は1.8 Mcで歪の少ない直線性の良い周波数幅は約600kcである。

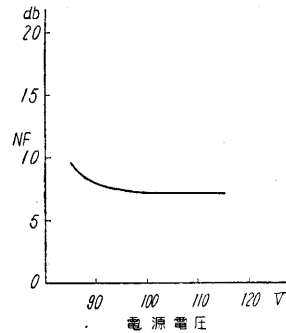
(5) 総合特性
ノイズ
フィギア

をSG法にて測定した結果を第12図に示す。411Mcにて約7.2 dbであることが分かる。このノイズフィギア



第12図 受信機ノイズフィギア周波数特性

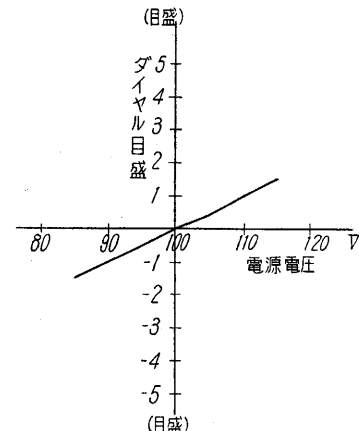
信号弁別器の弁別方式は充放電型を採用した。充放電型は近い周波数においても、また広い周波数変化に対しても直線性の良い弁別特性を得ることができる利点があるためである。しかし到来信号によりトリガーパルス



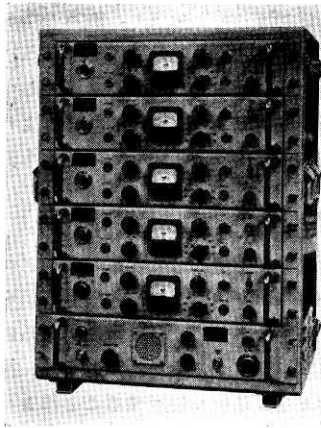
第13図 NF電源特性

生成し、マルチバイブレータを働かせねばならないことは感度のある程度の制限および電源への大きな負担になる欠点がある。通信方式がFM-FM方式であるためこの信号弁別器に入る信号は一度周波数弁別器により復調されたものである

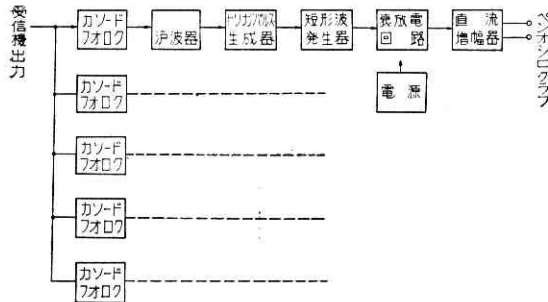
のでFM通信によるS/N改善がなされており、しかも各信号回線のバンド幅は最大で800 cpsであるため雑音は抑制されて十分なS/Nのものが得られて感度の制限はほとんど問題にならない。またマルチバイブレータを使用することにより大電流が瞬間的に流れることは各回線の電源を別個にすることにより電源インピーダンスによる漏話を避けた。第15図に外觀を示す。受信機よりの信号は第16図の信号弁別器の系統図が示すようにそのまま各回線のコン



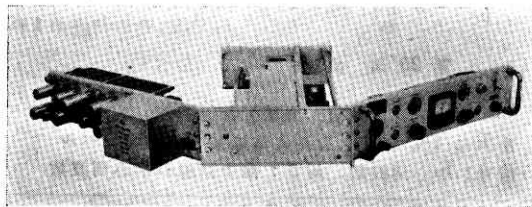
第14図 キャリブレーション動作説明図



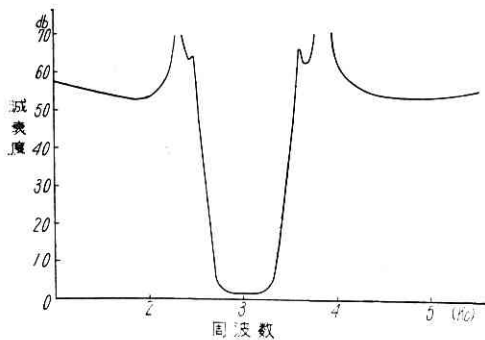
第 15 図 信号弁別器外観図



第 16 図 信号弁別器系統図



第 17 図 1 回線信号弁別器構造図



第 18 図 帯域濾波器特性図

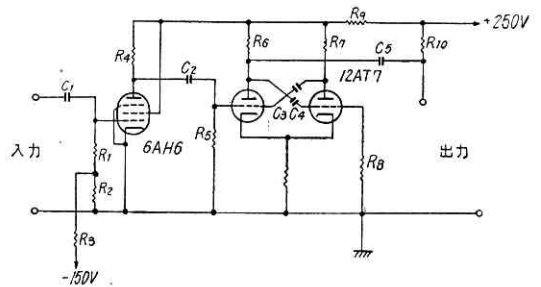
た信号と同じ周波数のパルスを作り、矩形波発生器を駆動し幅と高さの一定な矩形波を作る。それゆえこの矩形波は信号周波数と同じ周波数である。充放電回路でこの矩形波を整流し信号周波数に比例した直流電圧を作る。直流増幅器はこの直流電圧と回線の中心周波数に相当する

ードフォロワに入る。1 回線の信号弁別器は帯域濾波器、パルス生成器、矩形波発生器、充放電回路、直流増幅器、および電源から成り立っている。混合副搬送波は帯域濾波器に入り各回線の副搬送波に分離される。トリガパルス生成器でこの分離され

電圧と引算を行ない、その差電圧を増幅する。それゆえ信号周波数が中心周波数と等しくなればこの出力電圧は零となる。増幅された信号はペン書きオシログラフに接続されて記録する。第 17 図は 1 回線のユニットの上面から見た図である。ユニットの後面は手前から順次帯域濾波器から直流増幅器まで、中面に電源が、前面には調整用ツマミおよびモニター用メータ等組み込まれている。

(2) 帯域濾波器

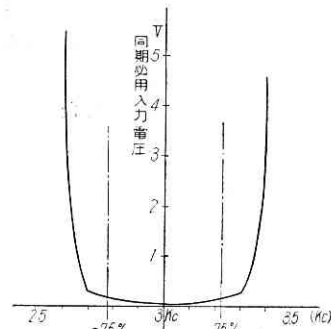
特性インピーダンス $10k\Omega$ の LC 型濾波器である。隣接周波数に対する減衰は $40db$ 以上、帯域内での偏差は $3db$ 以下である。第 18 図に 1 例として第 4 回線の特性を示す。



第 19 図 パルス生成回路図

(3) パルス生成器

増幅器、自走型マルチバイブレータおよび微分回路から成り立っている。



第 20 図 同期感度特性

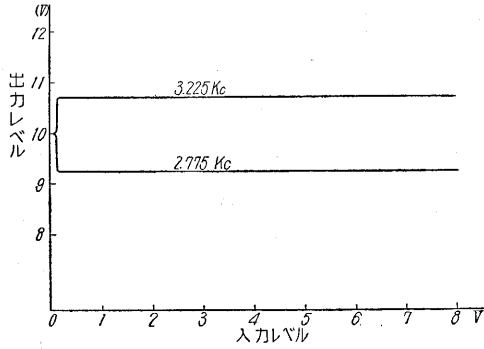
回路図を第 19 図に示すようにマルチバイブレータは両方のグリッドがプレートと結合し、同時にカソード結合を行なっているため非常に不安定な自走型マルチバイブレータである。信号周波数を増幅器で増幅し、このマルチを同期し出力波形を微分して入力レベルに無関係なパルスを得る。帯域濾波器を含めた同期感度の例を第 20 図に示す。

(4) 矩形波発生器

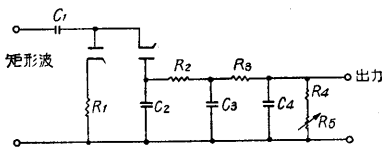
モノステーブルマルチと電力増幅器より成り立っている。トリガパルス生成器よりのパルス幅で駆動されマルチは動作し、一定幅の矩形波を作る。電力増幅器は 2 矩形波を成形し一定レベルとする。すなわち前回路と本回路とでリミタ動作を行なう。その特性を第 21 図に示す。出力レベルは充放電回路の出力を測定する。

(5) 充放電回路

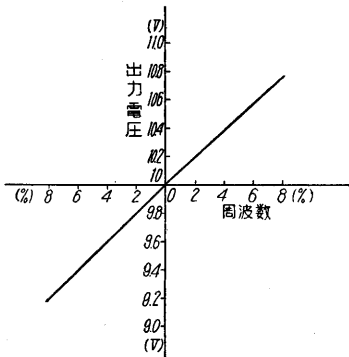
レベルが一定の矩形波を容量に充電し放電すると、充電あるいは放電回路には、矩形波の繰返し周波数に比例



第 21 図 リミタ特性

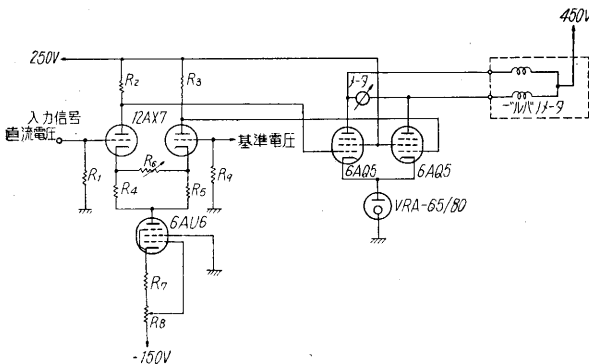


第 22 図 充放電回路図



第 23 図 弁別特性

した電流が流れることを利用した。回路図を第 22 図に示す。出力は CR 3 段の低域濾波器により副搬送波周波数を除いている。電源が回路ごとに独立しているの、またペンオシログラフが高い周波数に回答しないのでこの濾波器はあまり有用ではなかった。周波数弁別特性の例を第 23 図



第 24 図 直流増幅器回路図

に示す。

(6) 直流増幅器

定電流型差動増幅器である。回路図を第 24 図に示すように差動増幅器の結合カソードインピーダンスに 5 極管を用い結合を密にすると同時に電源の変動による影響を押えている。差動増幅器の一方のグリッドに充放電回

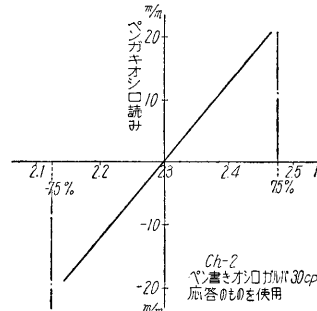
路からの周波数を弁別した信号電圧を加え、他方のグリッドにこの回線の中心周波数に相当した電圧を加える。このプレートからの出力は次段の電力増幅器に接続しペンオシログラフのガルバを駆動する。この増幅器により 1~2V の信号電圧変化で出力電流に 40mA の変化を得ることができた。

(6) 電 源

整流器には真空管を用いず小型にして能率の良いゲルマニウムダイオード 2GJ-4B を使用した。逆耐電圧が小さい欠点はあるが電圧降下は小さく十分な電流が得られた。温度上昇により能率が降下するおそれがあるが、構造は複雑になったが大きな放熱板を使用することにより温度上昇を防いだ。電圧制御には定電圧放電管を使用している。そのため電圧制御範囲が狭くなる欠点を生じた。

(7) 総 合

(i) 振幅制限特性 第 21 図に示すように入力信号電圧 0.2V 以上に対してはほとんど変化しない。



第 25 図 直線性

(ii) 直線性 ペン書きオシロの特性を含め可及的に周波数偏移に対し記録の読みは直線的なものが望ましい。第 25 図にその特性の 1 例を示す。

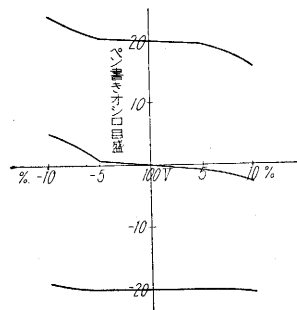
第 3 表 回線間漏話特性

出力に 1% 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：他の回線の中心周波数

	0.96kc	1.3kc	2.3kc	3.0kc	5.4kc
ch. 1	—	> 30db	> 30db	> 30db	> 30db
ch. 2	> 30db	—	> 30db	> 30db	> 30db
ch. 3	> 30db	>	—	> 30db	> 30db
ch. 4	> 30db	>	> 30db	—	> 30db
ch. 5	> 30db	>	> 30db	> 30db	—

(iii) 漏話特性

隣接チャンネルの信号による漏話の概略の特性を第 3 表に示す。主として遮断特性で定まるがこの結果 30db まで他チャンネルの勢力が増大しても支障ないことが分かる。



第 26 図 電源電圧による影響

(iv) 電源電圧変化による影響 電源電圧

を変化せしめペン書きオシロ上の目盛の変化を測定した結果は第 26 図に示す。この結果電源電圧 $\pm 5V$ を範囲内なら使用に差し支えない。

5. テープレコーダおよびペン書きオシロ

この二つは不二音響および渡辺測器のものを使用した。仕様の概略のみを記述する。

(1) テープレコーダ

10 インチ・リールを使用し、15 および 7.5 インチ・スピードである。4 個のヘッドを有し、ステレオ録音が可能である。ロクーン観測は長時間にわたるためテープの一端に時間を記録しなければならぬためステレオ録音が必要となった。規格は次のとおり。

ヘッド—半幅消去ヘッド、全幅消去ヘッド、ステレオ・スタックド・ヘッド

テープ速度—15, 7.5 インチ (スイッチ切換),

周波数レスポンス— $30 \sim 15000 \pm 2\text{db}$ (15")
 $40 \sim 10000 \pm 2\text{db}$
 $40 \sim 15000 \pm 4\text{db}$ } (7.5")

S/N—15" 全幅録音の場合 60db

半幅録音の場合 55db

7.5" 全幅録音の場合 55db

半幅録音の場合 50db

ワウフラッター—0.2% 以下 (15")

0.25% 以下 (7.5")

速度変動— $\pm 0.2\%$ 以内

巻戻時間—2400 ftNARTB リールの場合 60 秒

1200ftRMA リールの場合 30 秒

(2) ペン書きオシログラフ

渡辺測器製 EO-6 型ペン書きオシロを使用した。規格は大体次のとおり。

第 4 表 ガルバノメータ規格

型 式	Ⅲ-50	Ⅲ-30
感 度	1 $\mu\text{m} / 1 \text{mA}$	2.5 $\mu\text{m} / 1 \text{mA}$
感度一様な周波数範囲	0~50 ω ($\pm 10\%$)	0~30 ω ($\pm 10\%$)
内 部 抵 抗	3.8k Ω 以下	3.8k Ω 以下
中 点	有	有
電流対振幅の直線性	2.5% 以内	2.5% 以内
制動 (8k Ω 並列)	5% 以内	5% 以内
ペ ン の 長 さ	130%	130%
最 大 振 幅	$\pm 20\%$	$\pm 20\%$
寸 法	38 \times 127 \times 170%	

回線数—6 回線

記録速度—5, 15, 30, 60, 120% 毎分, 毎秒の 10 段切換
 マーカー外部からの電圧で動作する。

動作電圧: DC 6 V

入力抵抗: 40 Ω

回 線 数: 2 回線

記録紙—幅 260%, 目盛は円弧形で 2% \times 1%

記録紙送りモーター出力 5W, シンクロナスモーター

外型寸法—420 \times 260 \times 350%

重量—24kg

ガルバノメータは Ⅲ-50 型と Ⅲ-300 型をそれぞれ

3 個ずつ使用した。規格の概要は第 4 表のとおり。

6. 後 記

ロクーン用テレメータの受信装置の概略を述べた。本庄実験および後には青森実験にも 1 部を改造して使用した。テレメータ資料は幸いにも得ることはできたが、まだ幾多の改良する点が残されているので研究検討中である。おわりに本装置の研究、試作にご指導を仰いだ生産技術研究所高木教授、斎藤教授、野村助教授をはじめ生研の諸先生方に感謝する。 (1960. 1. 23)

青森実験用ロクーンテレメータ送信機

倉茂 周芳・小羽根澄夫・小賀 由章

1. 概 要

青森での 2 回の実験に使用した送信機はキャリブレータ回路を除きまったく同じものであるので一括して述べる。本庄にて用いた送信機に外筐構造および副搬送波発振器に改造を加えたものである。改良した主な点を列挙する。

(1) 外筐を気密型とした。今度の実験では高度 40 km を越えると想像されるので、高圧部に放電が起こる懸念が生じたためである。

(2) 電源スイッチをリモート型とする。飛しょうロケットが大型化し、またロケット下部にいろいろな測定

器を付加されるのを考慮に入れ現地での操作の簡便化を計った。

(3) 電源を内臓型とする。従来、2 時間半もの長時間の電源をすべて内臓することは重量および寸法の点で避けていたのであるが、小型軽量の電池が使用できる目安がいたので用いた。

(4) トランジスタ DC-DC コンバータの利用。(3) 項から必然的に利用したのであるが、この利用により副搬送波発振器の A および B 電源の発振周波数におよぼす逆特性を利用することができた。

(5) 副搬送波発振器に傍熱型サブミニチュア管を