

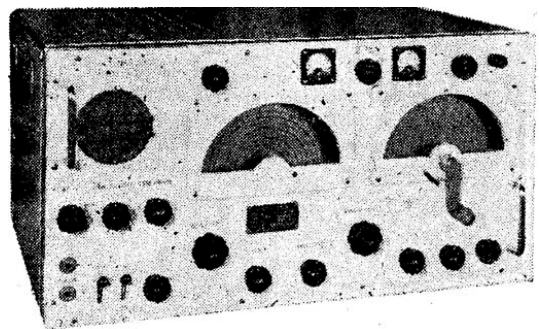
設計と製作の方針を勉む コミュニケーション受信機

岩井 享

通信用受信機は一般に使用目的によつて回路方式、機械的構造、性能が違ってくるが、こゝにアマチュアが DX を追い廻すのに使うコミュニケーション受信機の設計を船舶用として試作した短波受信機について参考までに、述べてみよう。

コミュニケーション受信機に備える条件

本機は船舶通信用に設計したもので、セットの構成、製作の条件も世界の広い海上で使用することにポイントを置いてある。大洋を航行する船舶では温度、湿度等の気象条件は大きく変化し、セットは震動、高温及び多湿に充分耐えることが要求される。また陸上局の場合と異なり、限られた一台の受信機で広い周波数にわたる多くの信号を速やかに切換え受信せねばならないので、バンド切換器を使う頻度も極めて多く、切換も手軽にでき、また頻繁な使用にも充分耐える構造が必要である。これは一般通信型受信機にも共通にあてはまることである。



1947年の米国アトランティック市に開かれた国際会議の結果では、船舶用及び海岸局用の4Mc短波帯は呼出周波数として4,177~4,187kc、通信用として客船には、4,133~4,177kc、貨物船には、4,187~4,233kc、また海岸局電信用としては、4,238~4,368kcが割当てられ、特に船舶は、以上の範囲内で隣接チャンネルが0.5kc毎に割当てられる。従つて極端な場合は4Mcバンドで0.5kcの周波数差のある2つの信号を分離受信できる必要がある。また、通信型受信機の生命である遠距離通信を行うには極めて微弱な信号の受信にも支障のないような充分な感度と信号対雑音比を要する事はもち論である。更に使用目的によつては近接する他の無線設備に混信妨害を与えないよう、受信機の局部発振器よりの副次的輻射を極小にするなどの考慮も必要である。

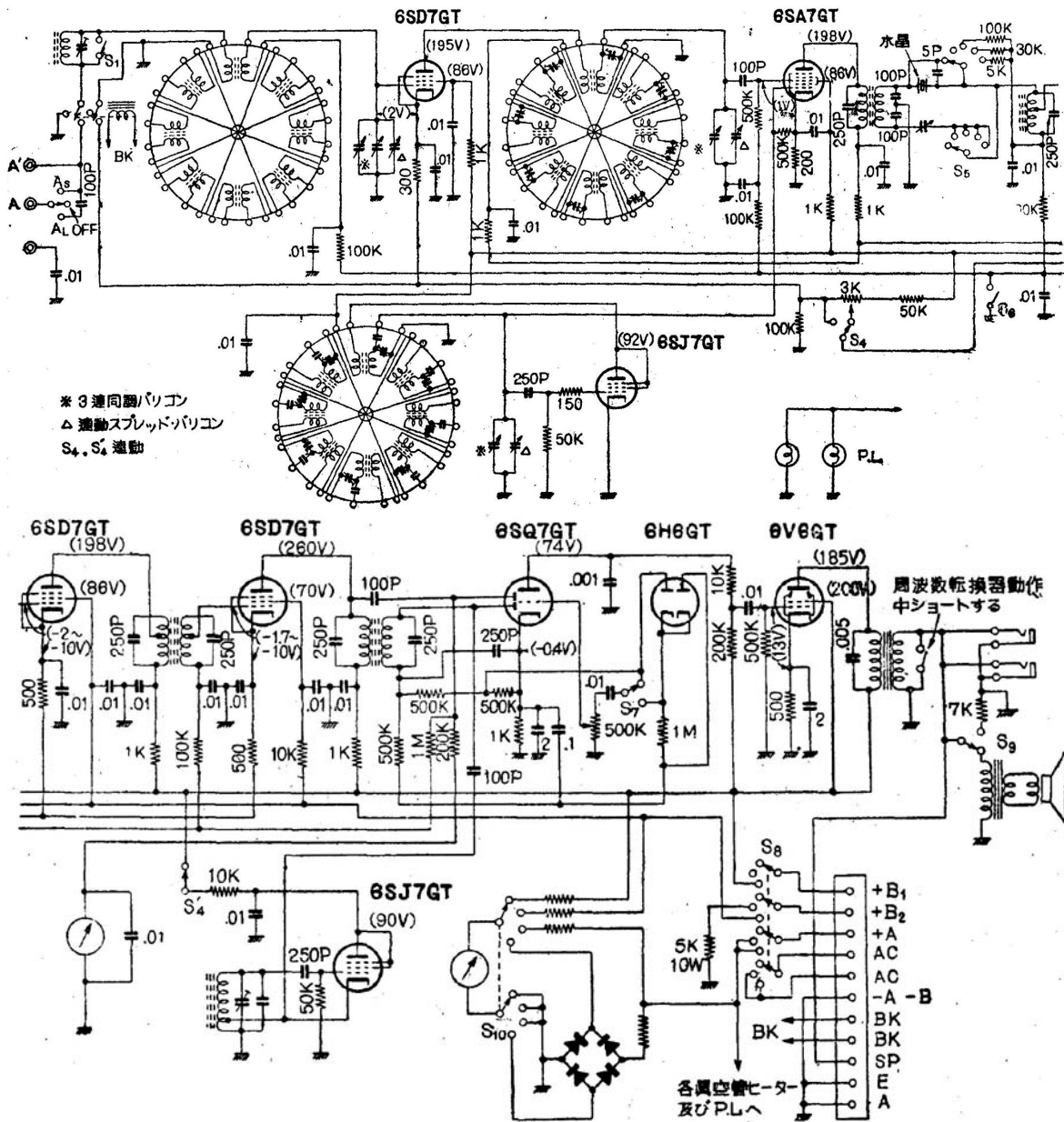
設計の方針

以上の条件を検討して設計方針を決定する訳で、第1図が設計された本機である。

受信可能周波数範囲 船舶用の使用としてはアトランティック市條約による4, 6, 8, 12, 16及び22Mcバンドの船舶用周波数を主同調ダイヤルの略中央で、目盛盤上各一直線上に配置すれば、スピーディーな波長切換に極めて便利である。そのように周波数割当をして本機は3~26Mcの範囲は83.0~4.8Mc, 4.5~7.3Mc, 6.0~9.6Mc, 8.9~14.3Mc, 12.0~19.0Mc, 16.3~26.0Mc, のように6バンドとし、更に1.5~3Mc, 280~535kcを加えて合計8バンドとした。

バンド・スプレッド方式 極めて接近している周波数の信号を聞き分けるためには、水晶濾波器を用い選択度をシャープにすると同時にバンド・スプレッド方式を採用する。本機のようにスプレッドすべきバンドが各バンド共主同調ダイヤルの略中央一線上に位置する構造にした場合ではスプレッド・バリコンを主バリコンに並列に接続する電氣的バンド・スプレッド方式が適当である。

主同調バリコンは最大容量360pFの29枚もの、スプレッド・バリコンは最大75pFの7枚ものを使った。バンド・セッティングは、スプレッド・バリコンのほぼ中央で行うのを理想とするが、その場合主同調バリコンは最大約



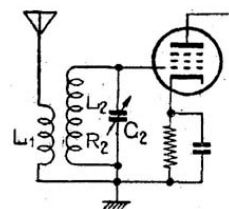
第1図 JRC NHR-161 レシーバー . RF 1 段 , IF 2 段 , B.F.O. , ノイズリミッター付 9 球 8 バンド・スーパー . IF 563kc

480pF 以上のものが必要となり、高い周波数で同調回路の同調インピーダンスが上らなく、信号対雑音比が充分得られなくなる恐れがある。以上の観点よりスプレッド・バリコンの 90° の位置でセッティングするようにしてある。従って主同調バリコンは各バンドのスプレッド範囲の周波数の高い方の端でセッティングをすることになる。

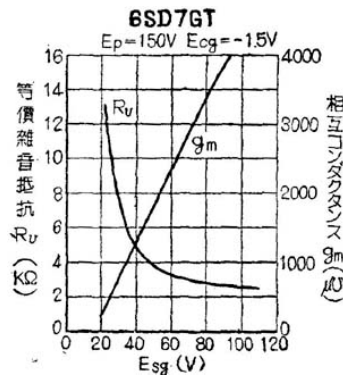
各部の説明

入力回路 受信機の信号対雑音比の大部分を決定するものは、入力回路、高周波増幅回路及び混合回路である。以上で特に重要なのは入力回路で、この信号対雑音比を高めるためには、第2図で次の条件が必要である。

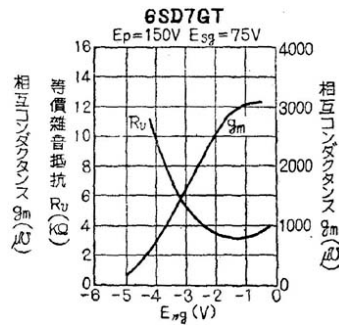
(1) 二次側同調回路の同調インピーダンス L_2/C_2R_2 が高周波増幅管の等価雑音抵抗 R_v よりできるだけ大きいこと。真空管等価雑音抵抗 R_v は、6SD7GT の場合約 $3k\Omega$, 6SJ7GT で約 $5k\Omega$, 6SK7GT , 約 $8.7k\Omega$ である。従って本機では R_v の最も小さい6SD7GTを高周波増幅管として使うことにした。二次同調インピーダンスを大ならしめるためには、 C_2 がで



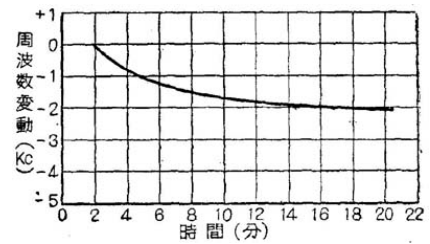
第2図



第3図



第4図



第5図

きるだけ小さく、また同調回路の Q が大きい事が望ましい。 C_2 を小にするにはバリコンの最小容量をできる限り小さくすること及び配線の容量、ソケットの容量等の他迷容量をできるだけ小さくせねばならない。然しこの C_2 を極小にし得る限度があるので、次は Q を大きくするより外ない。同調回路の Q は主に同調コイルの良否で決定されるが、更にこれに並列に接続されるバリコン、ミゼット・コンデンサ、周波数転換器及び真空管ソケット等の高周波損失にも左右される。例えばコイルの Q を相等吟味して 200 位になし得たととしても、ミゼット・バリコンの Q が 500、ソケットの Q が 500、バンド切換器の Q が 500 とすると、それ等の合成である回路の総合 Q は 109 となり、コイル単独の場合の約半分となつてしまう。このような Q の低下は、コイルの Q が高い程大きいので、コイルに並列に接続される部品は充分吟味しなければならない。特に真空管ベースの高周波損失は大いに問題であるが、受信機を製作する者にとっては如何とも手の下しようなく、真空管製造業者にこの点大いに研究して戴きたい。コイルの Q はコイルの直径、長さ、ピッチ及び使用線等に影響せられ、直径はできるだけ大きい事が望ましいが、卓上型の受信機等では、文スペースの点より限度が定まるわけである。またコイルの遮蔽箱からもコイルの直径が決定される。

(2) 一次と二次の結合 (M) が適切であること。

真空管等価雑音抵抗 R_v に較べ二次同調回路の同調インピーダンスが可なり大きい時は、信号対雑音比を最大ならしめるためには理論上 M が無限大である事が必要である。然しこれは実際問題として不可能で、また M があまり大きい時は二次同調回路のギヤングが難しくなり、その選択度を著しく低下させるので、空中線回路との整合条件を満足させるような M を選ぶのが普通である。

これで M 無限大の場合に較べ信号対雑音比は 3db 位しか低下しない。然し使用する空中線が一定していないときには、整合条件が空中線が変わる毎にvari一定でないので、整合条件を満足するよう結合を決定する事は難しい。止むなく M は整合条件より稍小さく選び、空中線定数の変化によつて生ずるギヤングの変化は、主同調バリコンに並列にミゼット・コンデンサを置き補正した。

高周波増幅回路 真空管は 6SD7GT を使い、回路は最も普通の二次同調型とし、できるだけ利得を大きくするよう同調回路の Q 及び一次二次間結合 M を大きく選んだ。 g_m の高い真空管を使い利得を大きくとると、高い周波数の場合、この段のみで発振を起し易く、遮蔽はもち論のことであるが、パスコンの位置及びその接地、配線の方法等は超短波受信機を製作するつもりで行う。測定した結果では 6SD7GT の等価雑音抵抗は第 3 図及び第 4 図のようになっている。

混合回路 通信型受信機は A_1 電信の受信を主とする関係、放送聴取用受信機に較べて特に発振動作と発振周波数は安定でなければならず、そのため局部発振回路はセパレートに設けて 6SA7GT を混合管とした。6SA7GT の第 1 格子に加えられる発振電圧が充分大きい時は別であるが、周波数が高くなるに従つて発振電圧はあまり大きくはとれなくなる。本機では信号対雑音比を高めるために特に各電極の電圧を吟味し、第 1 図のようにスクリーン・グリッド電圧は規格値よりも稍低く選んだ。

第 1 局部発振回路 発振管には国産 GT 管中に適当な 3 極管が得られず、6SJ7GT を 3 極管接続にして使つた。第 1 局部発振回路の周波数変動を少なくするよう、発振回路は他の熱源からできる限り離れた上、適当な熱遮蔽を施すのが望ましい。本機は完全な温度補償の特別な方法は探らなかつたが第 5 図のように、比較的良好な結果が得られた。

中間周波増幅回路 中間周波数は、放送聴取用受信機では日本工業規格によつて 455kc に決められているが、一般通信用受信機では 455kc では困る場合が多い。そのため中間周波数 (IF) の選定には次の事項を考慮して決定される

わけである。

(a) IF は受信周波数範囲の端より少なくも 4~5% 以上離れ、しかも受信周波数範囲外になければならない。

(b) 所要の選択度及び通過帯域幅を満足せしめるような周波数を選ばねばならない。一般に中間周波数を f_i とすると、通過帯域幅は f_i/Q に比例し、通過帯域以外の減衰傾度 db/kc は Q/f_i に比例する。但し Q は中間周波増幅器同調回路の Q である。即ち中間周波数 f_{oi} を高く選ぶと通過帯域幅を広くするには便利であるが、減衰傾度が低下する。また f_i を低く選ぶと減衰傾度は急峻になり通過帯域幅は狭くなる。

(c) 信号対映像比が所要値以上になる周波数を選ぶ。

いま信号対雑音比を α db, 信号周波数を f_s とすると、高周波同調回路一個当たり

$$\alpha(\text{db}) = 20 \log_{10} \frac{4f_i}{f_s}$$

従つて受信周波数が高いときには中間周波数も亦高く選ぶ必要がある。

(d) その他高調波ビート、スプリアス周波数等の問題も考えねばならない。

以上より中間周波数は 563kc に選んだ。然し 563kc は中波放送帯内にあり、受信機のシールドが不適当の場合には、563kc に極めて近接した周波数の放送が、直接中間周波増幅器に飛び込む恐れもあるので注意が必要である。

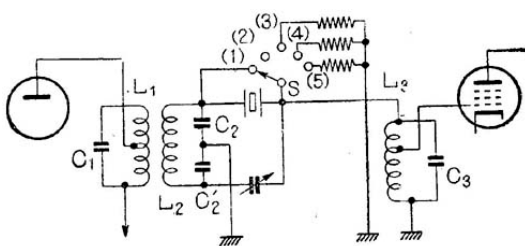
中間周波増幅回路は普通の回路と変りはない。真空管ベースの高周波損失は比較的大きく、同調回路に真空管を接続したとき、その総合の Q は同調回路単独の場合に較べ 2~3 割低下する。このような Q の低下を防ぐため同調コイルはグリッド及びプレート側より約 3 分の 1 の点にタップを設け、IFT 前後の真空管のプレート及びグリッドはこのタップに接続してある。

水晶濾波器 水晶濾波器は、第 6 図のように、差動型狭帯域水晶濾波器を用いてある。 L_1, C_1, L_2, C_2, C'_2 及び L_3, C_3 回路はそれぞれ中間周波数 563kc に同調せしめ、通過帯域幅はスイッチ S のノッチ 2 のとき一番広い。使用水晶にもよるが 6db 減衰の点で帯域幅は約 ± 1 kc が得られている。 S のノッチを 3, 4, 5 に接続するに従い、 L_3, C_3 同調回路に並列に入る抵抗値は小となり、通過帯域幅は狭くなる。第 7 図がその特性である。位相コンデンサーは約 15pF のミゼット・コンデンサーを用いてある。なお水晶濾波器の特性は水晶の良否によつて左右されるので良品を選択使用せねばならない。

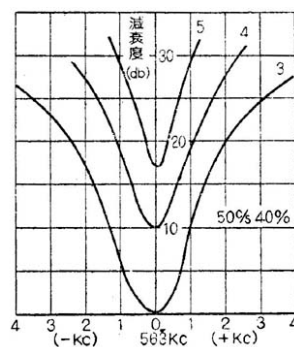
第 2 局部発振器 (B.F.O) 第 2 局部発振回路は普通のハートレ-回路で高調波ビートを防ぎ、また外部への輻射を無くするためには受信機シャーシと絶縁した遮蔽箱で完全にシールドし、発振回路は全部帰路を陰極にまとめ、一点接地を行うようにしてある。またフィラメント回路及び高圧直流回路からのリーケージに対してもフィルターを挿入した。

ノイズ・リミッター回路 第 8 図のシリーズ・ノイズリミッターを用い、衝撃性雑音をリミットするようにした。この回路でスイッチ S を ON にすると、OFF の場合に較べ信号に対する利得は 5~6db 低下するが、衝撃性雑音の低下はそれより遥かに大きく、信号対雑音比の向上に特に有効な動作が得られている。但しこのノイズ・リミッターは連続性雑音に対しては全く効果がない。

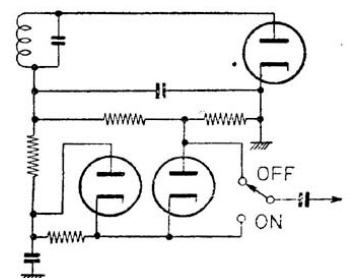
S メーター 信号強度の推定、及び同調指示の目的で S メーターはぜひとももうけなければならない。この S メーターを使うためには各バンドの感度特性が一樣であることが望ましいので、この点にも設計製作の注意が必要である。 A_1 電波の電信受信の際に B.F.O を動作させると S メーターは B.F.O からの中間周波電圧のため、入力信号が無い場合でも $10\mu\text{A}$ 程度流れるので、信号強度の測定は不正確となるが、同調指示器としては充分実用的で、特に水晶濾



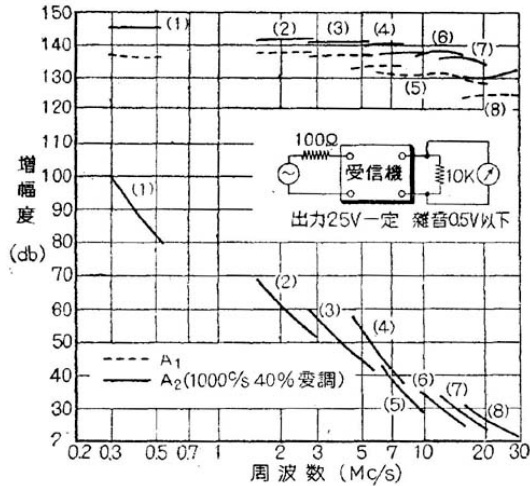
第 6 図



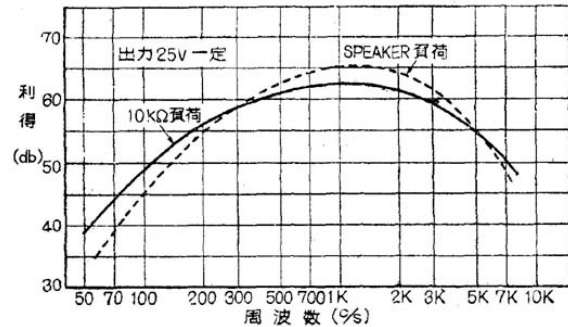
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

波器の調整には便利である。

電源 特に船舶用に設計した本機では、電源は種々異つたものから得られるようにしてある。一般に船舶では 8V 及び 156V の蓄電池を使うもの、船内直流電源を使うもの、また特別に船内で発電した商用交流を用うものがあるが、本機では交流、直流の何れにも使用できるよう、別に電源整流装置を設け、定電圧放電管を入れて局部発振器用高圧及び高周波、中間周波増幅管のスクリーン・グリッド電圧を供給している。

このようにして電源電圧変動に対する周波数安定度及び利得の安定度の向上を計っている。

組立上の注意

バンド切換方式 切換方式のうち放送受信機等に最も多く用いられているのはロータリー・スイッチ式である。しかしドラム式はロータリー・スイッチ式に較べて、同調回路のコイル、コンデンサー及び真空管間の配線が著しく短かくでき、接触不良等の故障の場合点検、修理が極めて容易な特長がある。従つてドラム式を採用した。

ダイヤル装置 写真で見られるように主同調ダイヤルとスプレッド・ダイヤルを同一形状とし、何れも 14:1 及び 70:1 の二段微動目盛盤回転式のフリクション・ダイヤルである。その指針はバンド切換のドラムの軸と連動して上下するようにし、バンド切換に応じて直接使用バンドの周波数直読目盛を指示する構造となつている。

本機の性能

最後に本機の成績を測定した結果を述べて御参考に供しよう。

総合感度特性 (第 9 図)

300pF 及び 15Ω を直列にした擬似回路を通じて信号発生器より受信機空中線端子に高周波電圧を加えて測定した。但しこの場合受信機は利得調整器によつてセット・ノイズを 0.5V に調整し、10kΩ の負荷抵抗に 25V の信号出力を生ずるような入力電圧を加えて測定した。

信号対映像比特性 (第 9 図)

前項の測定法と同じ方法によつて測定した。

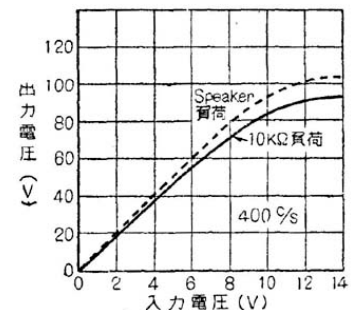
周波数初期変動 (第 5 図)

低周波特性 (第 10 図)

入力対出力特性 (第 11 図)

フィラメント点火とほぼ同時に高圧を加え、直ちに測定を開始し、以後は約 5 分毎に周波数を測定した。

以上最近試作した大型船舶用短波受信機の設計の概要及びその試験成績について述べたが、コミュニケーション受信機を設計されるアマチュアの方の参考になれば幸である。(以上)



第 11 図

(『電波科学』1950年11月号。旧漢字は新漢字に変更した。仮名遣いは原文のまま)