

KENWOOD

HF TRANSCEIVER

TS-950徹底解説集

TS-950 THIS IS DX-CLUSIVE!



CONTENTS

1. D.S.P	4	6. 7 発光色.....	33
1. 1 DSP-10の特徴	4	6. 8 デイマー.....	33
1. 2 ブロック図と信号の流れ.....	4	7. 周波数構成.....	34
1. 3 周波数関係.....	5	7. 1 信号系の周波数構成.....	34
1. 4 回路説明.....	5	7. 2 PLL回路	36
1. 5 デジタル信号処理の説明.....	6	8. デジタルコントロールシステム.....	
1. 6 測定データ.....	9	8. 1 メインCPU	39
2. 受信部の回路説明.....	10	8. 2 サブCPU	39
2. 1 フロントエンド.....	12	8. 3 ディスプレイ.....	39
2. 2 2波同時受信システムと回路.....	14	8. 4 エンコーダー.....	39
2. 3 2波同時受信の使い方.....	15	8. 5 アナログ・データ処理.....	39
2. 4 SLOPE TUNEとIF VBT	17	8. 6 レピーターサブトーン.....	41
2. 5 AF VBT, PITCHと連動したAF TUNE	19	8. 7 オフセットトレース.....	41
2. 6 フィルタ選択機能.....	20	8. 8 メモリー.....	41
2. 7 ノッチフィルタ.....	21	8. 9 スキャン.....	41
2. 8 ノイズブランカー.....	22	8. 10 POWER ON拡張機能	41
3. 送信部回路説明.....	24	8. 11 パソコン・コントロール.....	41
3. 1 50Vファイナルアンプ	25	9. TS-950の機構構成	42
3. 2 パワーコントロール.....	26	9. 1 パネル面.....	42
3. 3 スタンバイとブレイクイン.....	27	9. 2 表示部.....	42
4. オートマッチアンテナチューナー.....	28	9. 3 VFO機構	43
5. エレクトロニックキーヤー.....	30	9. 4 ツマミ表示機構.....	
5. 1 スピード可変とスクイズ機能.....	30	9. 5 内部構造.....	43
5. 2 ウェイト可変機能.....	30	9. 6 ファイナルと電源部の熱設計.....	43
5. 3 フルブレイクイン補正機能.....	30	10. SM-230	44
5. 4 キーヤーによる運用.....	30	10. 1 バンドスコープ.....	44
6. 大型表示部.....	32	10. 2 2波同時受信表示機能.....	44
6. 1 デジタルバーメーター表示.....	32	10. 3 オシロスコープ.....	45
6. 2 フィルタの選択表示.....	32	10. 4 送信波モニター.....	46
6. 3 運用周波数表示.....	32	10. 5 RTTYクロスパターン	47
6. 4 メモリーチャンネルとRIT表示	32	10. 6 ツートーン発振器.....	47
6. 5 アナログスケール.....	32	10. 7 CAL(校正出力)	47
6. 6 VFO切換え表示	32	定 格.....	48

NEW

世界初、Digital Signal Processor 搭載。

2波同時受信機能実現

HF トランシーバー

TS-950シリーズは新時代を築くトランシーバーとして、数々の新機能と優れた基本性能を追求したHFの最高級トランシーバーです。特に、世界で初めてTS-950S DIGITALに搭載したD.S.P(Digital Signal Processor)は、従来のアナログタイプでは実現不可能だった高品位のSSBと、抜群の特を有するCWをデジタル処理することで実現しています。

それに加えて、TS-950シリーズ全機に搭載した2波同時受信機能は、IF部をセパレート化するなど、理想的な同時受信形態を具現化することができました。もちろん、受信部・送信部にはそれ以外にも数多くの新回路や新機能を搭載して、よりハイレベルなDX QSOを楽しんでいただけの高い操作性とハイスペックを実現しています。



HF TRNSCEIVER

TS-950S DIGITAL

出力100W (D.S.P. TCXO、各種フィルター内蔵)

¥548,000 (税別)

TS-950S 出力100W

¥428,000 (税別)

TS-950V

¥418,000 (税別)

本解説集では、TS-950シリーズで初めて搭載された新回路の説明をメインに、TS-930、TS-940シリーズからレベルアップした回路の説明まで、ハード部分において注目されるポイントを選びすぐって解説しています。また、ソフト面においても、その背景となる考え方やその回路を採用した経緯に至る部分を含めて、TS-950シリーズを様々な面から見ていただけるように構成しています。そのため、一つの回路を説明する場合も、「考え方」「構成」

「動作」の各面が多項にわたっての解説が生じている場合もありますが、その点は徹底解説集という題名から御了承願います。

それでは早速、TS-950 DIGITALにアマチュア無線機として初めて搭載された(TS-950S/Vはオプション)デジタル・シグナル・プロセッサ(D.S.P)というのは、どのようなものなのか——という部分から解説を始めさせていただきますことにしましょう。

1. D.S.P

DSP-10は、デジタル信号処理によってSSB、CW、AM、FSKの変調処理及びSSB受信時のAF-SLOPE TUNE処理を行います。

1. 1 DSP-10の特徴

● 優れた変調方式

SSB変調では、非常に優れたSSB発生方式でありながら、技術的に難しいために従来あまり使用されなかったPSN方式を採用し、高音質を実現しています。

また、CWとFSKでは送信波形の整形のために、波形の変化情報をセットしたROMからデータを読み出して波形整形を行う方式を採用することにより、従来のフィルタによる波形整形に比べて優れた特性が得られています。

● 特性の安定性

デジタル信号処理における機能と特性は、処理方法を定めるソフトとハード、その特性を決めるROMデータ、及びサンプリング周波数により決定されます。これによりA/DコンバータとD/Aコンバータ間のデジタル信号の特性のバラツキは、サンプリング周波数により決まることとなります。サンプリング周波数が安定で正確であるならば、バラツキのない安定した特性が得られます。

DSP-10のサンプリング周波数は、本体の基準信号($1/2 f_{STD}$)を使用することにより十二分な精度を得ているために、正確で安定したデジタル信号処理を行っています。

このほかに、DSP-10における特性のバラツキの原因にはA/D、D/Aコンバータ及びフィルタなどの周辺アナログ回路の特性のバラツキが考えられます。しかしこれについては、高性能のデジタルオーディオ用16bitA/

D、D/Aコンバータの採用と、フィルタについては出来る限り広帯域のものを使用して周波数特性がデジタルフィルタのみで決まるように設計することにより、バラツキの影響が小さく、しかも安定で経年変化の少ない特性が得られています。

● 調整箇所の低減

DSP-10における調整箇所は、PLLのロック電圧調整と変調処理において16bitのダイナミックレンジを有効に使うためのマイクゲインの調整のみであり、生産行程上においても非常に簡略化されていますので、調整による不安定要素が無くなり安定した性能が得られます。

1. 2 ブロック図と信号の流れ

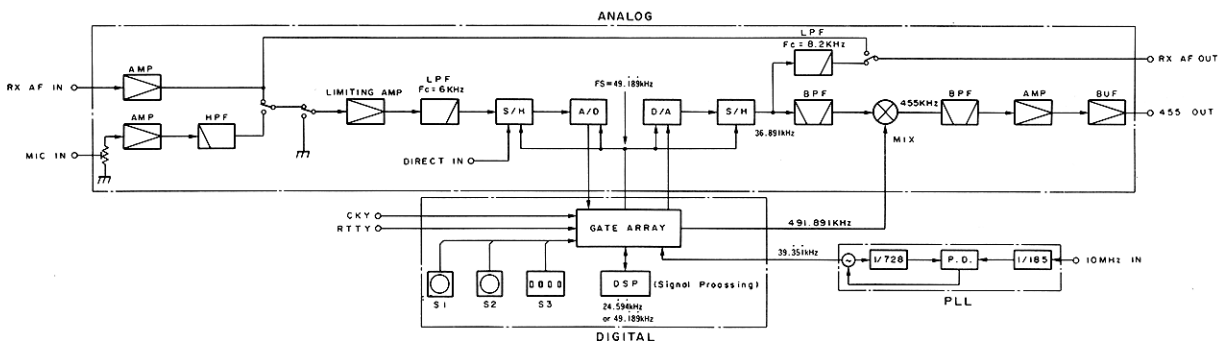
第1図に、DSP-10のブロック図を示します。

DSP-10の構成は、デジタル信号処理を行うデジタル部。アナログ信号を処理してデジタル部に出力し、デジタル部よりの入力を再びアナログ信号に戻す処理をするアナログ部。そして、本体の周波数一発管理と、正確なサンプリング周波数でデジタル信号処理を行うためのクロックを発生するPLL部により構成されています。

a) 変調

入力バッファアンプに入力されたMIC信号は、帯域制限のためのHPFにより低域成分を除去されます。HPFの出力は、A/Dコンバータの入力振幅を制限するためのリミッティングアンプを通過後、LPFにより*ナイキスト帯域外の成分を除去し、サンプル&ホールドアンプによりA/Dコンバータ入力のための階段波にされ、A/Dコンバータによりサンプリング周波数49.189kHz^(注)のデジタル信号に変換されます。SSBとAMではこのデジタル信号を変調信号として変調処理を行います。

KEYよりのKEYing又はRTTYよりのシフト情報は、D.S.Pにより立ち上がり・立ち下がりのエッジをチェ



DSP-10 BLOCK DIAGRAM

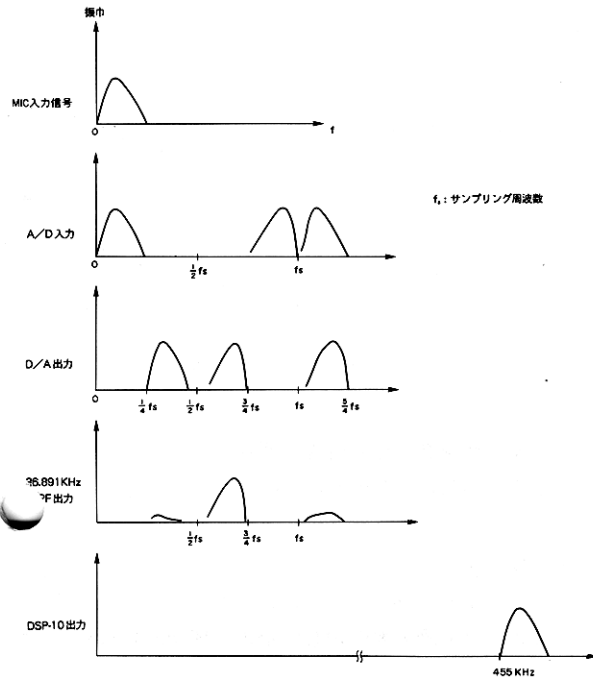
第1図

(注) 49.189は49.189189189...を意味します。(循環小数)

クされます。波形のエッジを検出したとき、*自乗余弦特性のデータが格納されているROMよりデータを順次読みだしていき、そのデータにより振幅又は周波数変調処理を行います。

デジタル信号処理されてD/Aコンバータより出力される変調された信号は、サンプリング周波数の1/4の奇数次の正数倍(1/4、3/4、5/4...)に変調スペクトルが生じます。このうち、3/4の36.891kHzをブロードなBPFにより取り出して、491.891kHzとミキシングして455kHzに変換します。これをセラミックフィルタにより不用な近接成分を取り除いた後に増幅してバッファより出力します。また、CWとAMのときには本体とのレベル合わせのために出力レベルを下げています。

SSB変調を行った場合のMIC入力、A/D入力、D/A出力、36.891kHzのBPF出力、455kHz出力の周波数スペクトルの様子を、第2図に示します。

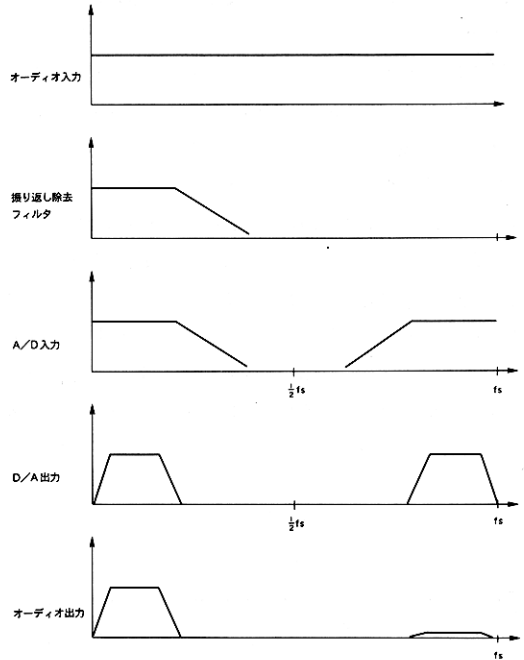


第2図 SSBモードでの周波数スペクトル

に変換されます。HPF-LPFのデジタル信号処理をされた後、D/Aよりオーディオ出力が取り出されます。

D/A出力の階段波は、高調波成分を取り除くためのLPFを通り、平滑されると共に入力レベルと同じレベルで出力されます。

このときの、オーディオ入力、LPF出力、A/D入力、D/A出力、オーディオ出力の周波数特性を、第3図に示します。



第3図 AF SLOPE TUNEの周波数特性

1. 3 周波数関係

DSP-10の基準信号は本体の10MHz(1/2 f_{STD})を、PLL部において728/185倍し、39.351MHzの内部基準としてデジタル部のゲートアレイに入力されます。

ゲートアレイでは、これを1/800して49.189kHzのサンプリングクロックとし、1/80して491.891kHzのミキシング用のクロックとします。

D/Aより出力される非変調波の周波数はサンプリング周波数の3/4の36.891kHzです。これとミキシング周波数との差で455kHzのIF出力を得ます。

1. 4 回路説明

(1) PLL部

このPLL回路は、DSP-10で使う各クロックの基準を得るための出力周波数固定のPLLです。

基準周波数として10MHz(1/2 f_{STD})が入力され、728/185倍されてデジタル部に内部基準として供給されます。

b) AF-SLOPE

入力バッファアンプより入力したオーディオ信号は、A/Dコンバータの入力振幅を制限するためのリミッティングアンプ通過後折り返し成分を除去するためのLPFを通した後にサンプル&ホールドアンプによりA/Dコンバータ入力のための階段波にされ、A/Dコンバータによりサンプリング周波数49.189kHzのデジタル信号

(2) デジタル部

デジタルシグナルプロセッサ(DSP)：TMS320E15を中心に、ゲートアレイ： μ PD65012GF-350などにより構成されています。

a) D.S.P

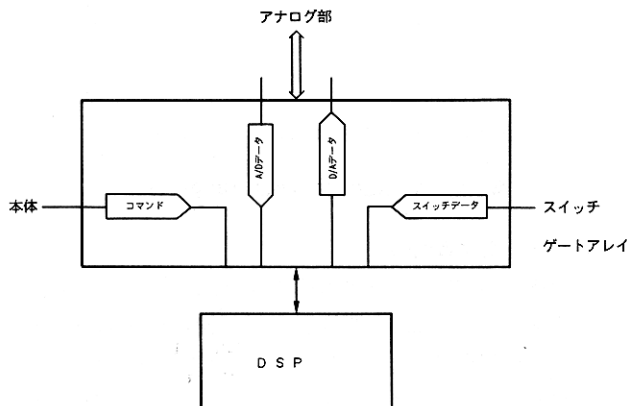
内部クロック用に25MHzの水晶を発振させ、 $1/4$ の6.25MHz(160nsec)のクロックで動作しているデジタル信号処理用の高速プロセッサです。

内部に4 KWORDのEP ROMと256WORDのRAMを持っています。

A/Dコンバータ、D/Aコンバータとのインターフェイス、本体よりのコマンドの受信、スイッチの読み込みをゲートアレイを介して行っています。

b) ゲートアレイ

PLLよりの内部基準信号より内部/外部クロックの発生、アナログ部とのインターフェイス、D.S.Pのリセット信号の発生、本体よりD.S.Pへのコマンドの受信とスイッチS1・S2・S3の入力を行う機能を1チップに収めることにより、デジタル部の回路をコンパクトに仕上げています。その、ゲートアレイ内部のデータの流れを第4図に示します。



第4図 デジタル部のデータの流れ

(3) アナログ部

a) HPF

変調処理では、D.S.Pの処理能力からHPFをデジタルフィルタとせずにアナログフィルタによって構成しています。このHPFは、好みの音色で使えるようにカットオフが4段階に切り替えられるようになっています。

b) リミッティングアンプ

A/Dコンバータに、その入力振幅を越える信号が加えられたときには非常に大きな歪みが発生するため、リ

ミッティングアンプを設けて振幅をクリップすることにより、A/Dへの入力レベルがA/D入力のフルスケールを越えないように振幅制限しています。

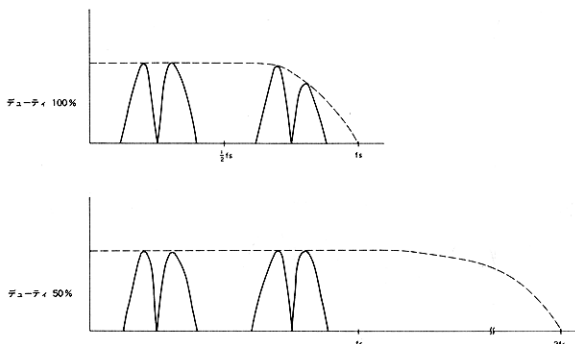
c) LPF

LPFは6次のバターワース特性のアクティブフィルタで、不用な信号成分がA/Dに入力されることによる、S/Nの悪化や歪みを防ぐ目的とした、折り返し歪み除去フィルタです。

d) D/Aコンバータ回路

D/Aコンバータの出力は、サンプル回路(デューティ可変回路)で、変調処理時には50%デューティのくさび型に切り出され、AF-SLOPE動作の時にはD/Aの出力がそのまま出力されます。変調処理時にD/Aの出力を50%で切り出すことにより、D/Aの出力における周波数特性(アパチャー効果)を改善しています。

この様子を第5図に示します。



第5図 アパチャー効果

1.5 デジタル信号処理の説明

DSP-10では、アナログ信号をデジタル化することにより、従来CRやアナログICで実現していた変調とフィルタを数値演算で実現しています。

これにより、DSP-10による変調やフィルタはアナログのような不確定要因がないため、理論的に求め得る特性が得られます。

DSP-10では、A/D、D/Aコンバータのサンプリング周波数には49.189kHzを使用していますが、これより低いサンプリング周波数で処理を行った方が演算時間及び性能上有利な処理においては、サンプリング周波数の変換を行い、この $1/2$ 又は $1/4$ のサンプリング周波数にて、信号処理を行っています。

(I) SSB変調

a) 処理概要

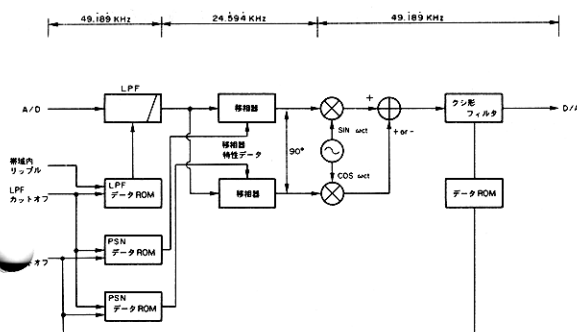
デジタル信号処理により、SSB変調を行う方法には、

直接変調法、ウィーバー法、ハートレー法などが提案されていますが、DSP-10では特性とDSP(TMS320E15)の演算能力から、直接変調法による変調法を採用しました。

直接変調法には、従来アナログで行われてきたフィルタにより不用サイドを削るフィルタ法、及び位相回路(PSN)又は複素数フィルタにより90°の位相差を持つ変調信号を得て、さらにこれをそれぞれ90°位相差のある搬送波と平衡変調した後に、それぞれの出力を加算して不用サイドを抑圧する方法があります。後者の方法では、位相操作により不用な側帯帯を打ち消してSSB出力を得ているため、フィルタ法のような急峻な特性のフィルタが不用で、帯域の広い位相器を用いることにより低域より高いサイドバンド抑圧比を得ることが出来るため、広い周波数特性を得る方法としてはフィルタ法よりも優れた特性が得られます。ただし、アナログ位相器によるPSNでは、部品のバラツキや安定性そして調整の問題などから良好な特性の位相器が実現しにくかったため、あまり使われてきませんでした。

DSP-10ではデジタル信号処理をすることでPSN法を採用することを実現し、正確で安定な位相器による良好な特性のSSBを発生させることができます。

SSB変調の処理をブロック図化したものを第6図に示します。



第6図 SSB変調ブロック図

A/Dコンバータよりの変調信号は、5次の*IIRLPFにより帯域制限された後に、2個の5次の位相器に入力されて互いに90°の位相差を持つ信号になります。

この信号は、それぞれ90°の位相差を持つ搬送波と乗算された後に加算されてSSB変調波が得られます。

このSSB変調波はさらにデジタルクシ型フィルタによりキャリアを抑圧されてD/Aコンバータより出力されます。

b) 各機能

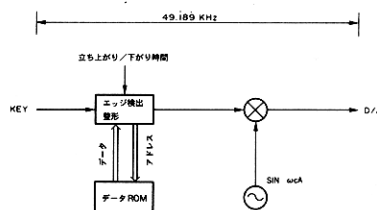
LPFは5次の連立チェビシェフ特性で、カットオフ周波数が4段階に切り替えられる他、帯域内リップルを0.01dBと1.6dBに切り替えられるようになっています。リップルが0.01dBのときには、群遅延特性を重視した音質重視の特性になっています。1.6dBのときには、*遷移帯域特性を重視した帯域制限重視の特性としています。

DSP-10では、一次の全域通過型位相器を5段縦列接続した5次の位相器を2個使うことにより70dB以上のサイドバンド抑圧特性を得ています。このサイドバンド抑圧特性をさらによくするためには、位相器の次数を増やすか、位相器の90°の帯域を狭くすることになります。位相器の次数を増やすと、群遅延特性が悪化することと、より高速の演算処理が必要になるためあまりよい方法とはいえません。そこでDSP-10では、HPFとLPFの組み合わせによって帯域に応じて位相器の設計帯域比と周波数を変えることにより、通信帯域に最適の特性を実現しています。

理論的には、デジタル乗算器による変調ではキャリアのもれはないはずですが、A/DコンバータのオフセットとLPF、位相器の演算処理により発生するノイズなどによるオフセット電圧が生じてキャリアもれが発生します。これを抑圧するためにDSP-10ではデジタルクシ型フィルタを用いてキャリアの抑圧をしています。このフィルタにより、MIC入力があるときにはキャリアのもれは測定限界以下のレベルとなります。

(2) CW

CWの処理をブロック図化したものを第7図に示します。



第7図 CWブロック図

KEYよりの情報に従い、455kHzのキャリアの発生のON/OFFを行います。

D.S.Pは内部では、このKEYing信号の立ち上がり(KEYダウン)・立ち下がりエッジ(KEYアップ)を検出して、自乗余弦特性ROMよりデータを読みだして、このデータにより振幅変調を行い波形整形されたCW出力を得ます。

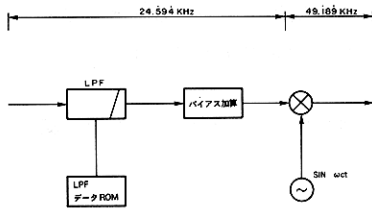
自乗余弦特性フィルタはデータ通信の波形整形に使われ、データが変化することによって生じる波形のオーバーシュートなどを原因とするデータ変化点の0か1のあいまいな状態を小さくすると共に、データ変化による帯域の広がりを小さくする特性を持っています。

このような特性を得るアナログフィルタは振幅特性の近似が難しいだけでなく、直線位相である必要があるため、近似的な特性しか得られず、しかも非常に複雑になってしまいます。そこで、DSP-10ではアナログフィルタを使わずにデジタル処理することによって立ち上がりの傾斜が急なCW波形においてもKEYクリックのない優れた送信波形が得られています。このとき、DSP-10のCWのスペクトルをスペクトラムアナライザで見ると、スペクトルがキャリアに集中し、伝送帯域が狭いために、受信側で帯域のせまいフィルタを通したときもその影響は従来より小さくすみます。

CWの立ち上がり特性は、通常2 msecで十分ですが、好みに応じて長く出来るように2 msec / 4 msecの切り替えも出来るようになっていきます。

(3) AM

AM変調の処理をブロック図化したものを第8図に示します。



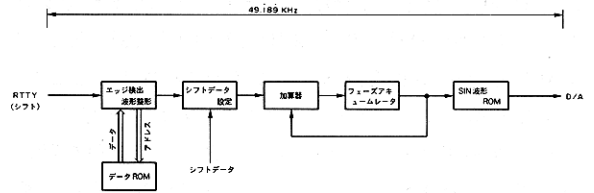
第8図 AM変調ブロック図

A/Dコンバータからの変調信号をLPFによって帯域制限した後、一定値のオフセットを与えてキャリアと乗算することでAM変調波を得ています。

LPFには84次のFIRデジタルフィルタを用いているため、優れた周波数特性とフラットな群遅延特性を両立した特性が得られています。また、振幅特性もデジタル乗算器によってリニアな変調処理ができるようになったため、100%変調まで歪みの少ない変調波が得られています。

(4) FSK

FSKの処理をブロック図化したものを第9図に示します。



第9図 FSKブロック図

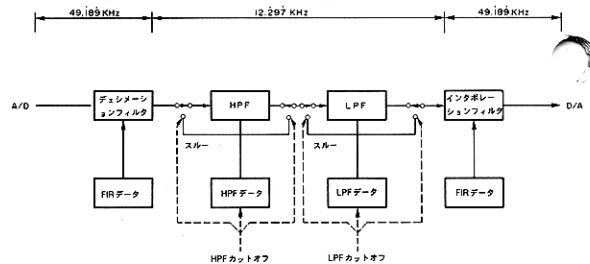
RTTYラインからの周波数シフトデータに従い、マーク・スペースの各周波数をデジタル信号処理により直接発生させています(DDS)。そして、そのうちシフト信号の立ち上がり・立ち下がりエッジを検出して、D.S.P内部の自乗余弦特性ROMよりデータを読みだして、DDSの周波数データとして波形整形されたFSK信号を得ています。この信号データは、CWモードと同様に、自乗余弦特性による波形整形が行われますので、マークとスペース間の干渉が少なく、しかもFSK変調が位相連続で変調されるために、復調側での文字かけや、ビットエラーが少なくなります。

ただし厳密には、D.S.Pで発生できる周波数ステップの関係上、シフト幅はそれぞれ171.129/201.152/426.322/849.642になっています。

(5) AF-SLOPE TUNE

本体のSSB-SLOPE TUNEと連動し、オーディオ帯域のAF-SLOPE TUNEとして動作する機能を持っています。

AF-SLOPE TUNEの処理をブロック図化したものを第10図に示します。



第10図 AF SLOPE TUNEブロック図

a) 処理概要

A/Dコンバータからデジタルオーディオ信号を、*デシメーションフィルタにより1/4のサンプリング周波数に変換してHPF、LPFの処理をした後、*インターポレーションフィルタにより再び元のサンプリング周波数に戻してD/Aより出力します。

b) 各機能

デシメーションフィルタとインターポレーションフィルタは、20次のFIRフィルタにより構成しています。

HPFは、4次の連立チェビシェフフィルタ。LPFは、6次の連立チェビシェフフィルタにより構成されています。このときの帯域内リップルは、HPFが0.1dB、LPFが0.0001dBです。このような特性とすることにより、フラットな帯域内周波数特性とカットオフ付近での群遅延特性をよくしています。

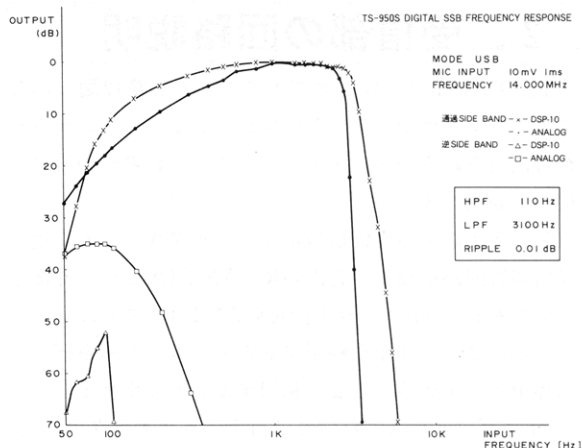
HPF・LPFのサンプリング周波数を1/4に落して処理することにより、サンプリング周波数を落さない時に比べて処理時間に余裕を持たすことでHPF・LPF両フィルタの処理時間確保と、性能向上を実現しています。

HPF・LPFのカットオフ周波数は、本体からのデータによりコントロールされ、本体のスロープチューンと連動して動作します。また、DSP-10のスイッチを操作することにより、カットオフを本体のSLOPE TUNEつまみで2クリック分、帯域を狭くすることもできます。

1. 6 測定データ

第11図はTS-950S DIGITALのアナログモードとデジタルモードのUSB送信周波数特性です。

デジタルモードがアナログモードに比較して、いかに低域特性が優れているかが表れています。



第11図 送信周波数特性

* ナイキスト帯域

標本化定理 (sampling theorem) より、サンプリング周波数 f_s でサンプリングを行うとき、サンプリングされる信号 $f(t)$ の帯域が $\frac{1}{2} f_s$ であるならばサンプリングされた信号を補間することにより再び $f(t)$ を再生できる。この帯域 $\frac{1}{2} f_s$ をナイキスト帯域と呼ぶ。

* 遷移帯域特性

通過帯域より阻止帯域へ移行する帯域の特性。

* IIRLPF (IIRフィルタ)

急激な急降特性をもつフィルタを作るのに適したフィルタ。アナログフィルタの伝達関数を変換して設計することができる。

* FIRフィルタ

完全な直線位相特性を持ち、動作が安定でS/Nが良い特徴を持つフィルタ。

* デシメーションフィルタ

低いサンプリング周波数に変換する際に、データの間引き処理を行うフィルタ。

* インターポレーションフィルタ

高いサンプリング周波数に変換する際に、データの補間処理を行うフィルタ。



2. 受信部の回路説明

TS-950全体のブロックダイアグラムを第12図に示します。アンテナから入った信号がどのようにスピーカーから出力されるかを、メイン、サブ、それぞれの流れに就いて説明します。

アンテナからの受信信号は、フィルタユニットの送・受信切替回路を通り、背面のRX ANT OUTから外部ケーブルを経てRFユニットのRX ANT IN端子に入ります。この2つの端子を利用することで送信と別系統の受信専用アンテナ端子として利用することも出来ます。

RFユニットに入った信号は、RFアッテネーター回路、30MHzのLPFを通してBPFに入ります。このBPFは15バンドに分割しており、TS-940の9バンド分割に比較して、大幅にフィルタ数を多くしています。この理由は、アマチュアバンドを全て独立したBPFとして、その周辺の放送局の大信号等による混変調から大事な受信信号を守るため、実質的に受信機のダイナミックレンジを良くすることが出来ます。

BPFを出た信号は、PINダイオードによるRF AGC回路を経て2SK125(Q5) - 2SK520(Q6)によるRFアンプで増幅されますが、AIPスイッチをONにすると2SK125(Q4)によるRFバッファに切り替えられますので、ゲインを低く抑えて、より高いインターセプトポイントも選択出来ます。

つぎに、信号はメイン、サブの2つに分けられ、これから先はAF信号になるまではそれぞれ別の回路構成となります。

メインの受信信号はバッファ、LPFを通り、2SK520×4による第1ミキサでVCO回路からの第1ローカル信号と混合されて73.05MHzの第1IF周波数に変換された後、出力されます。IFユニットに入った信号は、2つに別れ、一方はバッファを通して3SK131(Q24)で第2ローカル信号(64.22MHz)と混合され、8.83MHzの広帯域の信号となり、背面のIF OUT 1端子から出力されます。この出力はステーションモニターSM-230のバンドスコープ用の信号として利用されます。

もう一方の信号は、2SK520(Q44)のバッファを通り、帯域幅15kHzのMCFで不要な信号を除去した後、3SK131(Q14)で増幅され、第2ミキサ(Q15, 16)で第2ローカル信号(64.22MHz)と混合されて第2IF信号(8.83MHz)になります。

この信号も2系統に別れ、一方はAFユニットのノイズブランカー回路に、他方はRLS135×4(D5~8)のノイズブランキングゲートを通り第2IF(8.83MHz)用フィル

タ回路に入力されます。このフィルタ回路には、合計4個のフィルタを装備することが出来ます。(広帯域LCフィルタを除く。)

第2IFフィルタを通過した受信信号は、2SK520×2(Q19, 20)で第3ローカル信号(9.285MHz)と混合され、第3IF信号(455kHz)に変換された後、シグナルユニットに入ります。

この455kHzの信号は、FMとそれ以外の2系統に分かれ、FM以外の場合は3SK131(Q1)で増幅された後、第3IF用フィルタ回路に入力されます。第3IF(455kHz)フィルタも第2IFフィルタと同じ4種類を装備することが出来ます。

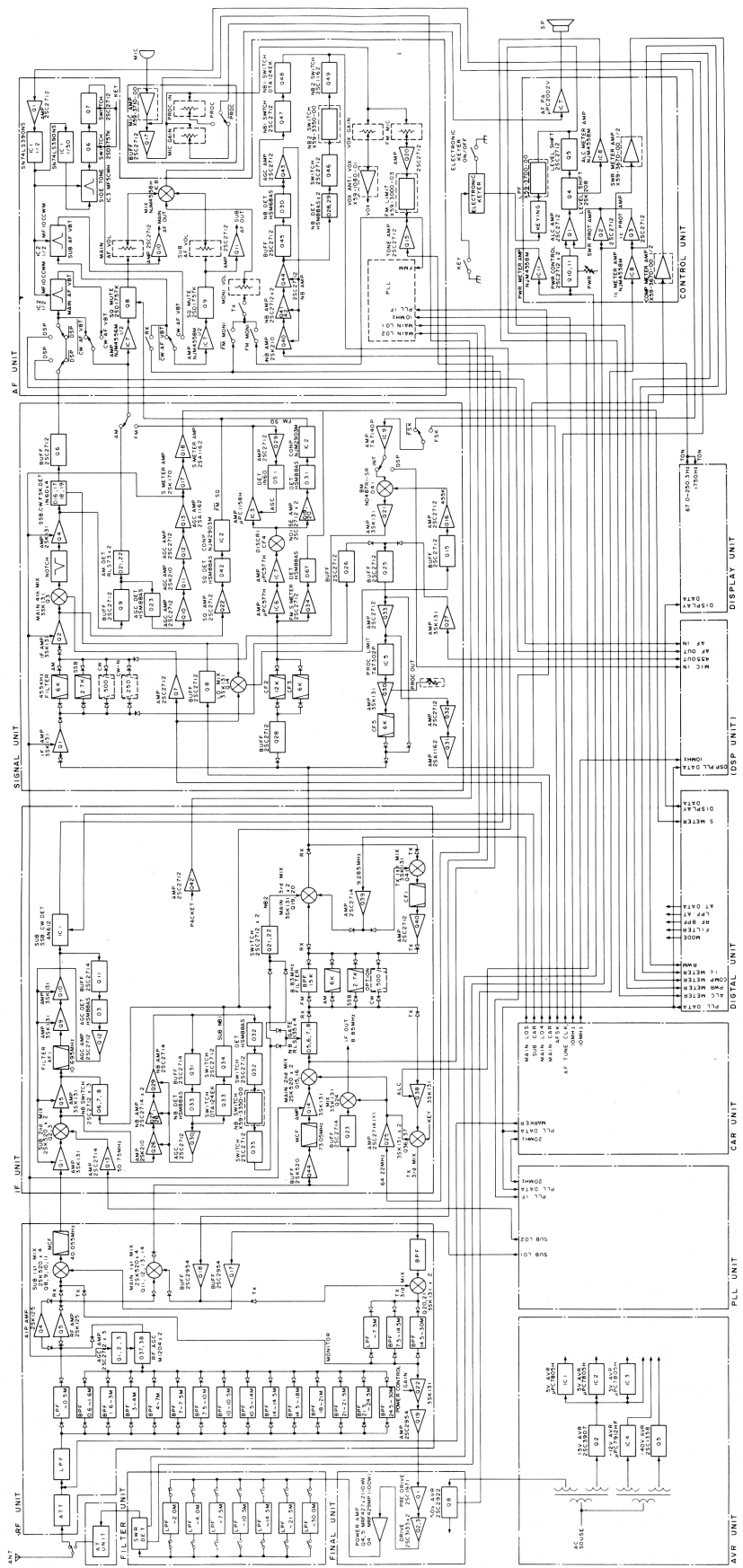
フィルタを出た455kHzの信号は、3SK131(Q2)で増幅された後、3SK131(Q3)の第4ミキサで第4ローカル信号(355kHz)と混合されて100kHzの第4IF信号に交換され、ノッチフィルタ回路を通して3SK131(Q4)で増幅されます。

この出力がSSB、CW、FSK用の1N60×4(D16~19)の検波器でAF信号となり、出力されます。又、2SC2712(Q22)のバッファに入力され、コンパレータNJM2903(IC2)でFM以外のスケルチ信号が作られます。さらに、Q10のAGCアンプにも入力され、AGC電圧を発生させます。

FMの場合、455kHzの信号はQ28のバッファを通り第3IF回路に入ります。フィルタは12kHz帯域のワイド用と、6kHz帯域のナロー用が切り替えて使われ、その出力はリミッタアンプ用IC、 μ PC577H(IC6, 7)で増幅された後、セラミックディスクリテFM検波されます。FMのAF信号はディエンファシス回路を通してFM AGC用IC、 μ PC1158H2(IC3)で増幅されますが、デビエーションが3kHz以上の場合に音声出力を一定にする回路とっており、音量の大きな変化を防いでいます。又、FM検波出力から40kHz付近のノイズ成分を取り出し、ノイズアンプQ19, 20、コンパレータ用IC(IC2)から成るスケルチ回路を動作させ、FMスケルチ信号を作っています。

FMのAF信号と、RLS73×2(D21, 22)で検波されたFM、AMのAF信号はFAAF端子から、そしてSSB、CWとFSKのAF信号はSCAF端子からそれぞれAFユニットに入り、さらに別々の経路を通ります。SSB、CWとFSKの信号はD.S.PやCW VBT回路によって処理された後に、またFMとAMの信号は直接、AFアンプ用IC、NJM4558M(IC7)に入力されます。

一方、サブの受信信号は、RFユニットのバッファ2SK520(Q7)とLPFを通り、2SK520×4(Q8~11)のサブ第1ミキサでサブ第1ローカル信号と混合されて40.055



第12图

MHzのサブ第1 IF信号に変換された後、帯域幅15kHzのMCFで不要な信号を除去され、出力されます。又、モニターONの時は、サブ第1ミキサーの入力に送信RF信号が加えられます。

IFユニットに入ったサブ第1 IF信号は、3SK131(Q1)で増幅され、第2ミキサー(Q2、3)でサブ第2ローカル信号(50.75MHz)と混合されて10.695MHzのサブ第2 IF信号になります。この信号は2系統に別れ、一方はノイズブランカ回路に供給され、他方はノイズブランキングゲートも兼用する第2 IFアンプ(Q5)で増幅された後クリスタルフィルタを通ります。

フィルタを出た第2 IF信号は、IFアンプ(Q9、10)で増幅され、プロダクト検波用IC、AN612(IC1)でAF信号に変換されてAFユニットに入ります。そこでサブ受信用とモニター用とに分けられ、サブ受信時にはAFアンプ(IC7)に入力されます。また、モニター時にはモニターVRに出力されます。

メインのAF信号とサブのAF信号は、NJM4558M(IC7)で別々に増幅された後、ミュート用トランジスタ2SD1757K×2(Q8、9)を通してメイン、サブそれぞれのAF VRに出力されます。なお、CWモード時には、サブAF信号をAF VBT回路に通す事もできます。

それぞれのAF VRを通った信号と、モニターVRを通った信号とは、NJM4558M(IC8)でMIX、増幅された後、コントロールユニットに入り、AFパワーアンプμPC2002V(IC7)で増幅されてスピーカーを駆動します。

2. 1 フロントエンド

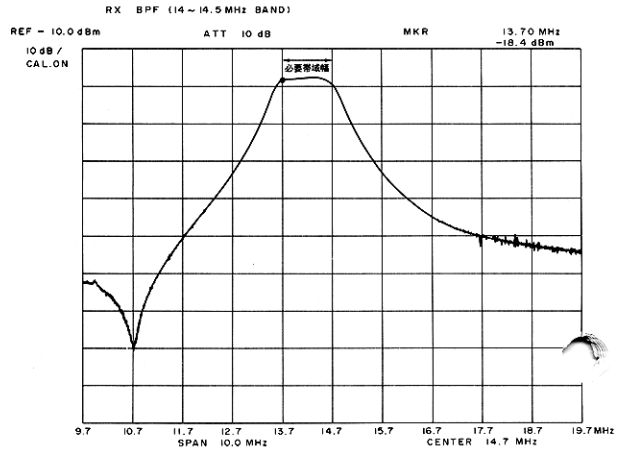
TS-950のフロントエンドは、TS-940で評価の高い回路を基本として、数々の改良を加え、特に高感度と高インターセプトポイントという相反する性能を実現しています。主な改良点は

- ①BPFの多分割化
- ②AIPシステムの採用
- ③クワッドFET-DBMの採用

等で、先ず①のBPFの多分割化から説明します。

TS-940では30MHzまでの受信帯域を9つのバンドに分割していましたが、TS-950では15分割と、大幅にバンド数を細分化し、各々の帯域幅やロス等の特性を見直した結果、感度、相互変調特性共に改善されています。特に相互変調に対しては、アマチュアバンドを独立させた事により、他の商業放送等の強力な信号の影響を逃れ、実用上大きな改善をしています。例えば、14MHz帯用のBPFの帯域幅が11~15MHzの場合では、12MHz付近の放送(25mバンド)の強い信号は全く減衰されずにRF

アンプ、ミキサーに入力されて相互変調の原因となります。これに対し、TS-950のBPFの場合、12MHzは14MHzに対し、40dBも減衰され、アマチュアバンドにはほとんど影響を及ぼさないレベルになってます。(第13図参照)

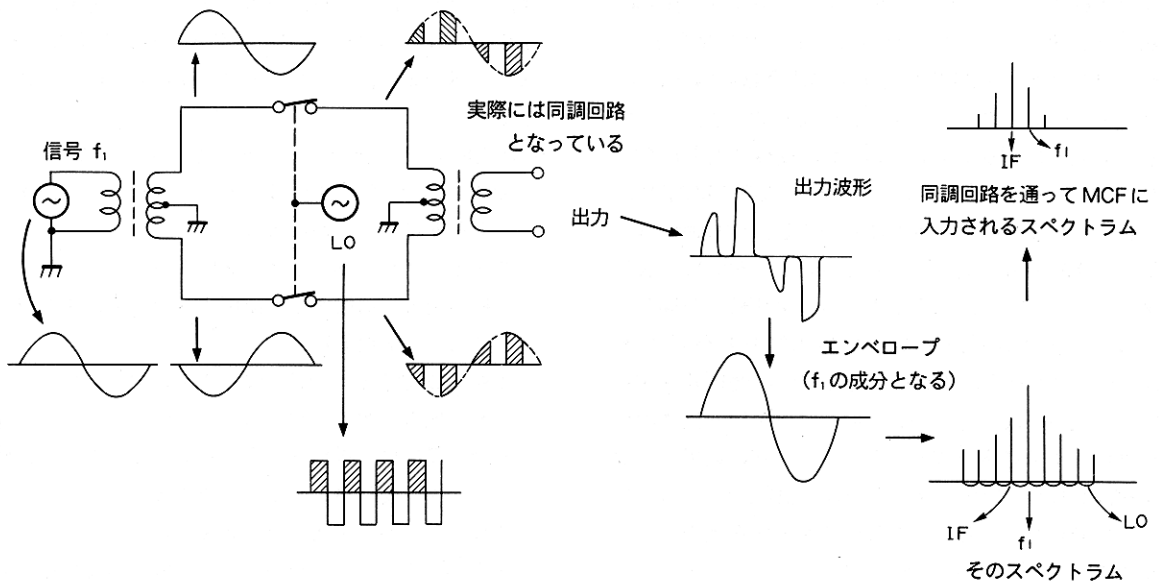


第13図 RX BPF特性

次に②のAIPシステムを説明します。AIP(Advanced Intercept Point)とは、優れた相互変調特性と、アンテナからの不要輻射を抑えることを両立させた、新開発のシステムです。実際の回路は、2種類のRFアンプを切り替え、感度を優先させる場合にはゲインの大きい(約12dB)アンプ。そして相互変調特性を優先させる場合にはゲインの小さい(0 dB)アンプが選択できるシステムです。この切替情報はマイコンから送られ、初期設定の状態では9.5MHzを境いに低い周波数ではAIP ON(ゲインの小さいアンプ)に、高い周波数ではOFF(ゲインの大きいアンプ)に設定されています。これは空間雑音の大きさ、電波伝播の状況等を考慮してのことですが、もちろん実際の受信状態によりパネル面のスイッチで切り替える事が出来ます。また、この情報はバンド毎にメモリー出来ますので、バンドを変更してもその度毎に切り替える必要はありません。また、特に注意したのは、RFアンプON/OFF方式では、OFFの場合、第1ミキサーとANTの間が直結される構成となりますので、第1局発信号とその高調波がANTから輻射され易くなり、周囲の通信等に妨害を与える可能性があります。AIPシステムではこのようなことが無く、安心して運用出来ます。

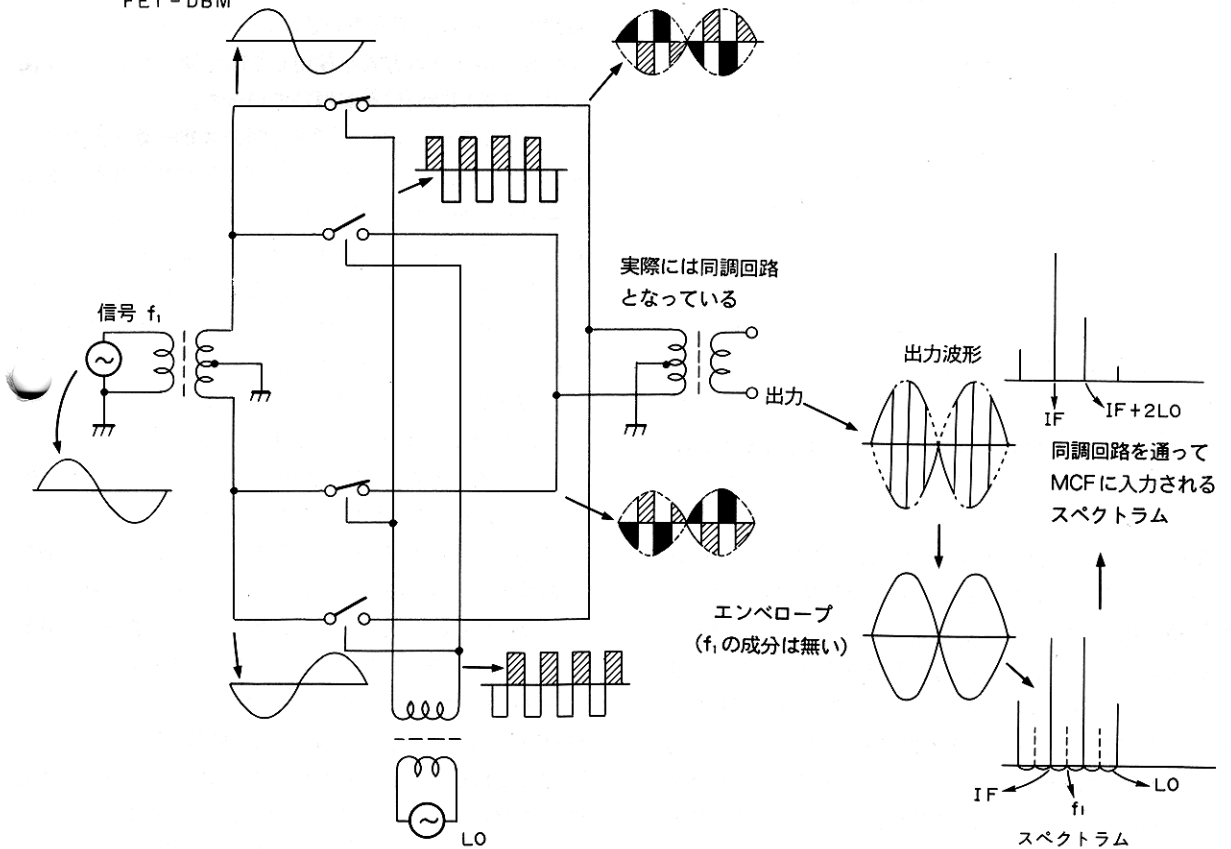
最後に③のクワッドFET-DBMですが動作原理を従来のミキサーと比較しながら第14図に示します。従来の

●従来のミキサー（シングル・バランスド・ミキサー）



●クワッドFET-DBM

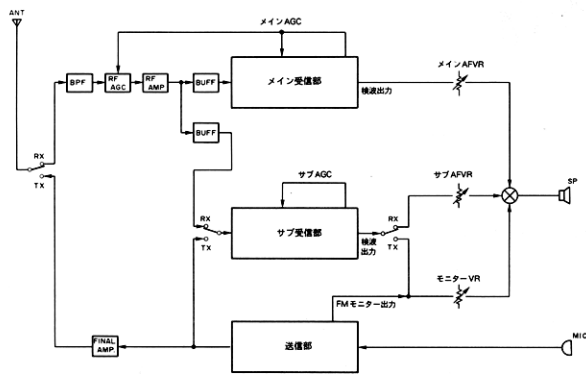
FET-DBM



第14図 ミキサー動作原理

ミキサーの場合は、LOに対してはバランスがとれているものの、 f_1 に対してはその周波数成分は出力に現れてきて、ミキサーの同調回路では取り切れない f_1 成分が次段へ入力されてしまいます。その結果、ミキサー単体でのIF阻止比は出力の同調回路だけに頼ることになります。これに対し、クワッドFET-DBMの場合は回路上では、ダブル・バランスド・ミキサーを形成しており、信号に対しても完全にバランスがとれ、 f_1 の成分は出力に全く現れてきません。このように、ミキサー以降のMCFに入力される信号成分のレベルに違いが生じ、特に強い信号の場合に相互変調の原因になっていたものが大幅に改善されています。また、両者の出力レベルを比較した場合、信号成分の大きさでは理論的にはDBMの方が2倍(6dB)大きくなります。これは、ミキサーの変換効率が6dB高いことを示し、逆に言えば同じ出力を取り出すのに負荷抵抗は半分で良いこととなります。その結果、電源電圧が同じ場合、取り出せる電力は6dB大きくなり、大入力信号に対してたいへん強いミキサーを実現することが出来ました。

2.2 2波同時受信システムと回路



第15図 2波同時受信とモニターのブロックダイアグラム

TS-950の2波同時受信の回路では、「RFアンプとAFアンプだけを共用して、それ以外は全く独立した2つの受信機が構成されている」と考えられます。その2つの受信機のうち、送信系と連動している側をメイン受信機として、送信系とは全く独立している側をサブ受信機と呼ぶことにします。メインとサブはRFアンプを出た後は全く別々の回路を持っており、AFアンプで再び合成されるまでは共用している回路はありません。つまり、IF周波数も全て別々で、AGCもそれぞれ別系統となっています。メインは73.05MHz-8.83MHz-455kHz-100kHz

のクワッドラプルコンバージョン方式を採用し、サブは40.055MHz-10.695MHzのダブルコンバージョン方式を採用しており、全部で6つのIF周波数を持っています。この方式は、回路が複雑になり、コストも高くなりますが、それに見合うだけのメリットが数多くあります。次に、TS-950で採用した2波同時受信回路の主な特長としては、

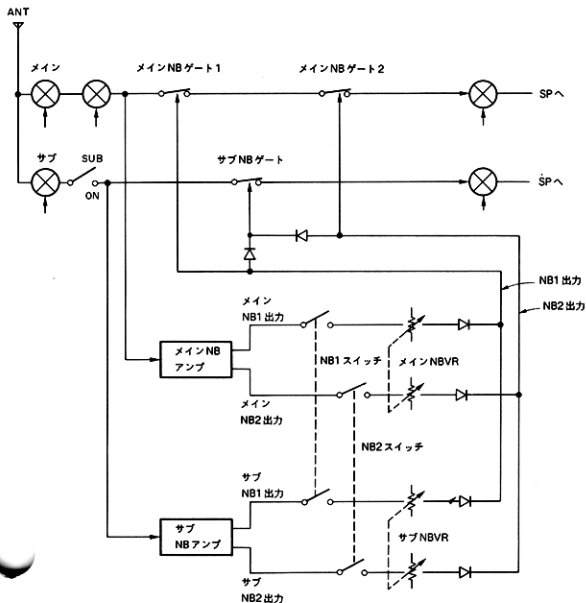
- ①AFボリュームがメイン、サブ独立している。
- ②メイン、サブのAF信号をそれぞれ別々に背面端子から取り出すことが出来る。
- ③ノイズブランカーを2系統組み込み、片側をノイズ検出用の受信機として使用することも出来る。(ノイズセレクト機能)
- ④AGCが独立しているので、片側に強力な信号が入っても他方のゲインが落ちることが無い。
- ⑤サブ受信機は送信系と全く独立しており、送信時のモニター受信機として使用出来る。

これらを順番に説明していきます。

まず①ですが、固定機の場合、2波同時受信中にいずれかの側に目的の局が出てきた時は、その側の音量をワンアクションで上下出来る方が人間工学的にも使い易く自然です。そこで、TS-950ではTS-790と同様にメイン・サブ独立ボリューム方式を採用して固定機として、より使い易い2波同時受信を実現しています。

次に、②のポイントは、TS-950のスピーカー出力は1系統になっており、メイン、サブの各音量ボリュームを出た音声をミキシングしているわけですが、ミキシングされる前の音声は完全に分離されて、背面のACC2コネクターからメイン、サブ単独に出力されています。この出力は、録音端子としても使えるように音量ボリュームを通る前の出力となっています。ですから、パケットやFMなどの外部機器の接続端子として使用するなど、アイデアを活かせる設計をしています。

③のポイントでは、TS-950メイン、サブそれぞれに独立したNBアンプを採用し、その2つのブランキング出力(NB1、NB2がそれぞれにあるので合計4つの出力があります。)は平行に接続されています。そして1つになって(NB1、2を数えれば2つ)各受信機のNBゲートをON/OFFしています。つまり、どちらかのNBアンプが動作すれば両方の受信機のNBゲートがON/OFFするわけです。この様子を第16図に示します。メインだけ受信している時(SUB SW-OFF)はメインのNBアンプだけが動作しますので、NBスイッチをONにしてメインNBボリュームを調整すればメイン受信部のNBゲートだけが動作し、普通の受信機と同様となります。



第16図 NBのブロック図

次に、メイン、サブ両方を受信状態にした時には両方のNBアンプが動作し、NBボリュームを上げればその出力は両方のゲートを動作させることになります。この状態で例えばメインのNBボリュームだけを上げれば、メインで受信したノイズ成分で両方の受信部のゲートが動作します。そして、両方のNBボリュームを上げれば両方の受信部で受信したノイズ成分で両方の受信部のゲートが動作します。実使用上での詳しい説明は後の混信除去機能の項で述べますが、この様な構成とする事でNBについても独立した2波同時受信機能のメリットを生かしています。

④については説明の必要も無いと思いますが、IFを共用し、第1ミキサーだけを2つ持った方式では、当然AGC電圧は1系統しか持つことが出来ません。従って、メインとサブの信号強度に差があると、強い信号によってAGC電圧が発生し、IFゲインを絞ることになり、弱い信号は全く聞えなくなってしまいます。たとえば、メインに $40\text{dB}\mu\text{V}$ の信号が、サブには、 $0\text{dB}\mu\text{V}$ の入力信号があった場合、AGCが $10\text{dB}\mu\text{V}$ からかかるとすると、メインの信号によりIFゲインが 30dB 絞られることとなります。その結果サブの信号は $-30\text{dB}\mu\text{V}$ の入力と同等になってしまう、受信は不可能になってしまいます。

これでは見かけ上、2波同時受信をしていても電波の弱い局を逃してしまう危険があります。そこで、TS-950はメインに極端な大信号が入らない限り、(RF AGCはメインに約 $60\text{dB}\mu\text{V}$ 以上の信号がある場合動作する。)サブ

受信部はフルゲインで動作するようにIF部を分離し、安心してサブ受信部で他局を探すことを実現しています。

⑤はTS-950の大きな特長のひとつで、FMを除いた全てのモードで完全なモニター受信機としてサブ受信部を使う事が出来ます。つまり、送信系とは全く独立したサブ受信機を持つことで、この優れたモニター方式を実現する事が出来たわけです。モニターしているのは、ファイナルに出力される直前の送信信号(もちろん送信周波数に変換しています)をサブ受信機の第1ミキサーに入力して検波し、スピーカーを鳴らしています。なお、ALCゾーンMAXで送信した場合は、サブ受信機には約 10dB のAGCがかかる様にレベル設定がされていますので、変調の強弱もわかります。又、このモニター方式では、各PLL発振部も重要で、サブ受信機の受信周波数を、送信状態となった瞬間に、正確に送信周波数と一致させるようにしています。仮に 10Hz でもずれていれば、自分の声をモニターしているのですから、非常に不快な気分になります。TS-950では全てのPLLが基準周波数の1クリスタルのみで一発周波数管理されていますので、マイクの入力周波数とモニターの出力周波数が確実に一致するわけです。

2. 3 2波同時受信機能の使い方

2波同時受信機能の使い方は色々ありますが、本機はDXペディションなどのスプリット運用を十分に考慮してDX'erの方々に「より使い易く」「より能率的な運用」をしていただくことを最優先に考えて設計しています。

(1) サブ受信

メイン受信に対してサブの受信周波数範囲を、メインで受信している周波数の $\pm 500\text{kHz}$ に限定しています。これは受信フロントエンドのバンドパスフィルタをメイン・サブ受信部で共用しているためです。本機ではフロントエンドでの選択度を良くするために、バンドパスフィルタの分割数を増やし、個々のフィルタの帯域幅を狭くなるように設計しています。このため 500kHz 以上のセパレート運用では受信感度が下がってしまう場合もあるため、サブ受信機として実用的な動作範囲を考えて同時に受信出来る範囲を限定しています。サブ受信周波数はサブ専用の表示部を大型表示管の中に持っており、送・受信周波数とは色を変えて動作状態をわかりやすくしています。モードについてもDX QSOにおけるスプリット運用での活用を想定しているため、SSB/CW/FSK時のみ2波同時受信が出来る構成になっています。

サブ受信の周波数はA・BのVFOとは独立した周波数をSUBつまみでセットすることが出来ます。すなわち

A・B VFOに続く3番目のVFOということになります。

サブダイヤルは10Hzステップで1回転4kHzの可変幅になっていますが、STEPキーにより100Hzステップの早送りも可能です。

サブ受信部のIFフィルタの帯域は2.4kHzのSSB用ですが、CWの受信帯域を狭くしたい時はAF VBTスイッチをONにすることにより約500Hzの帯域のオーディオフィルタを入れることが出来ます。

(2) スプリット運用

(a) TX VFO

スプリット運用時の操作性を良くするために、メインダイヤルとは独立した送信VFOつまみと送信周波数表示を持っています。

VFO A・Bの両方共に受信用にはメインダイヤル、送信用にはTX VFO/SUBつまみとなりますので、送信周波数の設定時の誤操作が少なくなり、スピードを必要とするパイルアップ時の周波数セットも楽に出来ます。

(TX VFO/SUBつまみは、シンプレックス運用時はSUBスイッチONでサブダイヤルとなります。)

(b) TF-SET(TX FREQUENCY-SET)

従来のTF-SET機能もそのまま持っていますので、TF-SETキーを押している間はメインダイヤルで送信周波数をセットすることが出来ます。

(c) TF-W(TX FREQUENCY-WATCH)

2波同時受信がスプリット運用で威力を発揮するのがこの機能です。

サブ受信の項目で説明しましたように、サブ受信はA・B VFOとは独立した周波数ですので、このままではサブ受信周波数では送信することが出来ません。TF-WスイッチONで「サブ周波数=TX VFO周波数」となり、以後はサブダイヤルで送信したい周波数をさがして、すぐ送信することが出来ます。

(d) メモリーチャンネルとのたすきがけ

スプリット運用時の誤操作としてはこちらが呼ぶ側の時に受信中の相手の周波数を動かしてしまったり、パイルアップを受ける側の時に自分の送信周波数を動かしてしまったりすることがあります。動かしたくない周波数は固定されているほうが気分的にも安心です。

本機では送信、受信どちらの周波数でも、メモリーに入れて周波数を固定し、VFOとのたすきがけ運用が出来るようにしています。また、指定された数波の周波数でコールする方式のベディションもその指定された周波数をメモリーしておけば、サブつまみ(M. CH/VFO. CH)を回すだけで楽にコール出来ます。

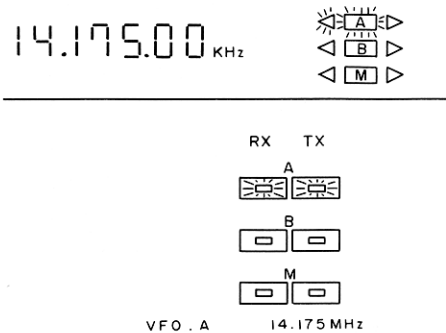
(e) TX/RXの選択表示

本機ではスプリット運用時の動作がVFO・メモリー

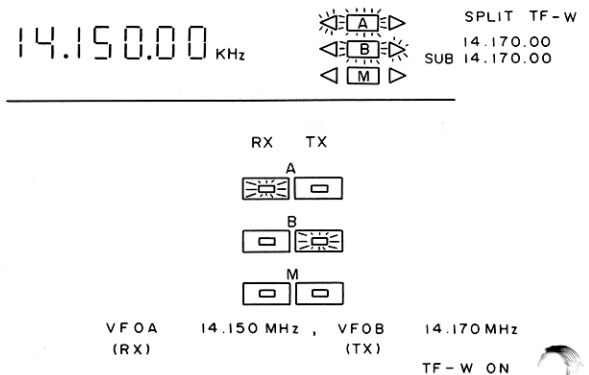
の、今どちらが働いているのかを明確にするためにVFO A・B・MキーをLED照明付きとして、操作性・視認性の良い配列で並べています。この方式は以前に評価の高かったVFO-230方式のVFO切り替えキーを発展させたものです。

このときの表示状態を第17図に示します。

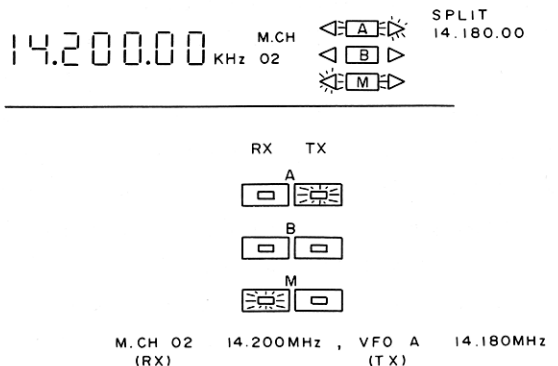
①VFO Aでのシンプレックス運用



②受信：VFO A、送信：VFO Bでのスプリット運用



③受信：メモリー、送信：VFO Aでのスプリット運用



第17図 スプリット運用と周波数表示

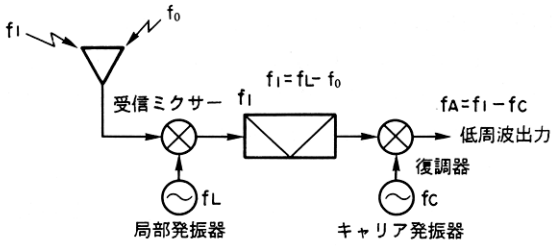
2. 4 SLOPE TUNEとIF VBT

2個の狭帯域IFフィルタを持ち、別々のIFシフト動作を行わせることにより、合成帯域幅を変化させるものです。TS-950ではこの機能をデジタルコントロール化してマイクロプロセッサの管理下に置くことによって運用モードやIFフィルタの帯域幅に応じた最良の変化特性を得ています。

アンテナからの外来信号には、希望波 f_0 の他に通信を妨害する混信波 f_1 (実際には一波とは限りませんが、仮にこの一波 f_1 のみとして考えます)があります。これらの信号は受信ミキサーにより、中間周波数 f_i に変換されてIFフィルタに加えられますが、このとき第18(b)図でフィルタの帯域がAのような位置にあると、妨害波 f_1 は希望波 f_0 と共にこのフィルタを通過し、復調されてAF出力に現われ、混信になってしまいます。ここで局部発振周波数 f_l を少し低く($-\Delta f$)してやりますと、IFフィルタに加えられる中間周波数の信号もこの分だけ低くなり、入力信号は(b)図で f'_0 、 f'_1 の位置に移り、希望波 f'_0 のみがフィルタを通過でき、妨害波 f_1 を取り除くことが出来ます。

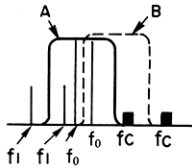
ところがこの場合、キャリア発振周波数 f_c も $-\Delta f$ だけ低くしてやらないと、AF出力のピッチが変化してSSBモードでは音声にならなくなってしまいます。そこで、局部発振周波数 f_l とキャリア発振周波数 f_c を自動的に同じだけ動かせるように構成したものが、(d)図です。(d)図の構成によれば、キャリア発振周波数を f_c から f'_c に変化させることを発端として同じ変化量だけ、局部発振周波数(この構成の場合、キャリアミキサー出力周波数)が変化し、中間周波数の信号も f_0 が f'_0 に f_1 が f'_1 にそれぞれキャリア周波数の変化と同量だけ変化します。従ってAF出力のピッチは全く変化せず、妨害波 f'_1 のみを取り除くことが出来ます。このことは f_0 、 f_1 は元の位置のままで、IFフィルタの通過帯域をAからBに $+\Delta f$ だけ移動したのと同じこととなります。このようにしてIFフィルタの中心周波数を見かけ上移動出来るようにして、混信を逃れる機能がIFシフトです。

ところが(c)図のように混信を発生する妨害波が2波存在している場合を考えてみますと、フィルタがAの位置にあるときには妨害波 f_1 による混信が発生し、 f_1 を避けてBの位置にフィルタを移動すると妨害波 f_2 による混信を受けてしまいます。このように、IFフィルタの通過帯域幅よりも狭い間隔で妨害波が存在するような場合、両方の混信を同時に防ぐことは出来ません。



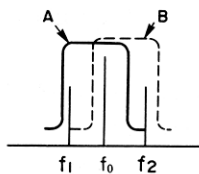
(a) 受信機の構成

f_0 : 希望波
 f_1 : 妨害波
 f_c : 復調キャリア

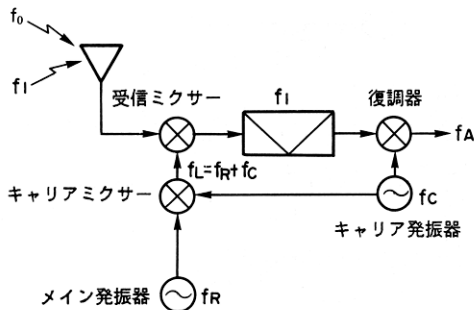


(b) (a)図のスペクトラム

f_0 : 希望波
 f_1, f_2 : 妨害波

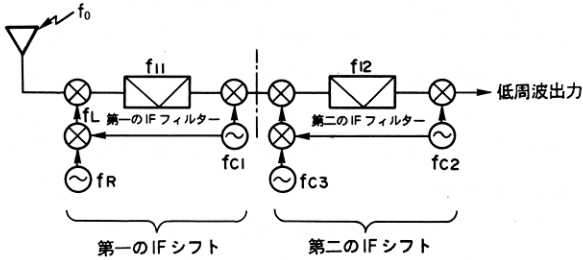


(c) 混信が二波の場合

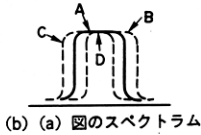


(d) IFシフト付受信機の基本構成

第18図 IFシフトの原理



(a) 二つのIFシフトを組み合わせる構成

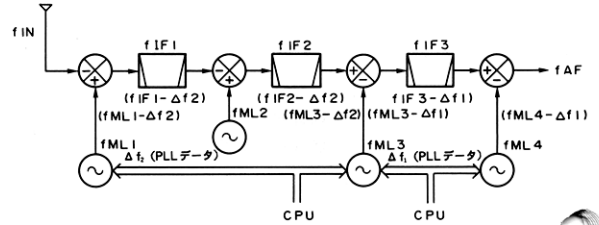


(b) (a) 図のスペクトラム

第19図 可変帯域の原理

そこで考案された混信除去法が2個のIFフィルタを組み合わせることで合成通過帯域幅を変化させるものです。第19図(a)は2つのIFシフト機能を単純に組み合わせた原始的な可変帯域の構成で、2種類のキャリア発振器の周波数 f_{c1} 、 f_{c2} をそれぞれ変化することにより、(b)図に示すように、2つのIFフィルタの合成通過帯域幅を狭めることが出来ます。(b)図で、Aは2つのフィルタが見かけ上同じ位置に重なった場合で、このとき合成通過帯域幅は最大となります。ここで例えば、キャリア発振器 f_{c1} を変化させて、第1IFフィルタの見かけの位置を(b)図の破線Bの位置に移動し、 f_{c2} を変化させて、第2IFフィルタを

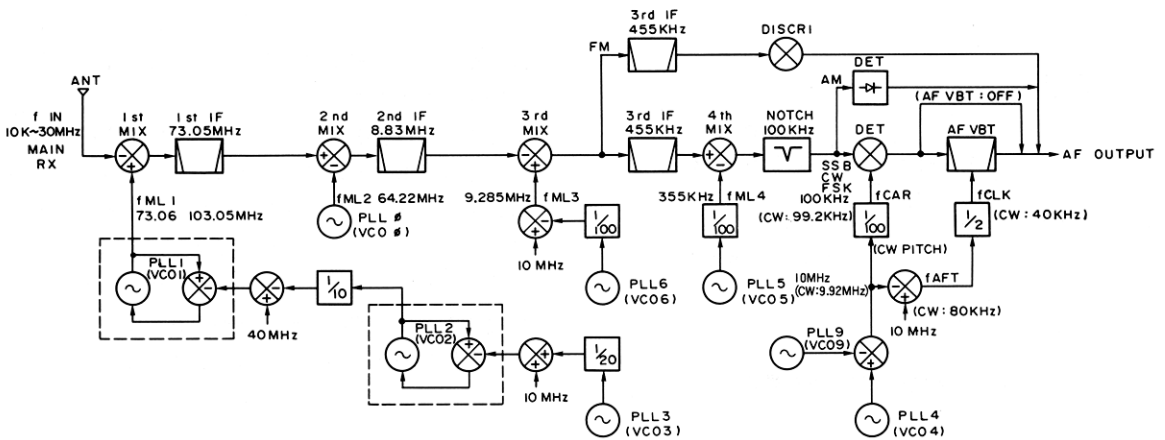
(b)図の破線Cの位置に移動させたとき、これらのフィルタの合成通過帯域幅は(b)図の破線Dのように狭くなります。このように2個のIFフィルタの組み合わせによる可変通過帯域幅を備えれば、第18図(c)に示されるような混信が生じた場合でも容易に逃れることが可能になります。実際の受信機での帯域可変周波数構成を第20図に示します。



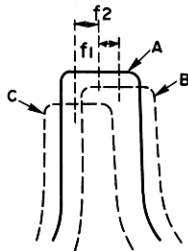
第20図 帯域可変周波数構成

第21図はTS-950のメイン受信部の周波数構成図です。この構成で第1IFフィルタ(73.05MHz)は通過帯域幅が15kHzあり、しかも第2IFフィルタ(8.83MHz)とは見かけ上、常に同一中心周波数で重なり合ったまま移動するように動作しますので、帯域可変機能には影響を与えません。

TS-950の構成では f_{ML3} 、 f_{ML4} の周波数が各モードによって定められた基準位置にあるとき、第2及び第3IFフィルタの合成通過帯域は第22図で示すAの位置にあり、

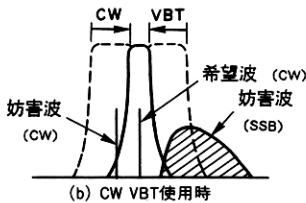
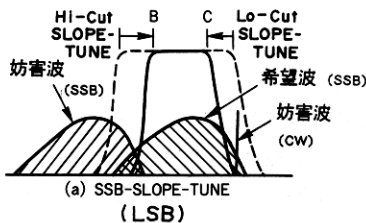


第21図 メイン受信部の周波数構成



第22図 合成通過帯域

最も広い帯域幅となります。ここで f_{ML3} と f_{ML4} の周波数を Δf_1 だけ低くして、第3 IFフィルタをBの位置にシフトします(f_{ML3} 、 f_{ML4} の周波数はPLLデータにより、 Δf_1 低く制御されるように設計されています)。この時の合成通過帯域は、第23図(a)で低い方(左側)のエッジだけを右方向に移動することが出来ます。この機能はLSBモードでの



第23図 帯域可変の効果例

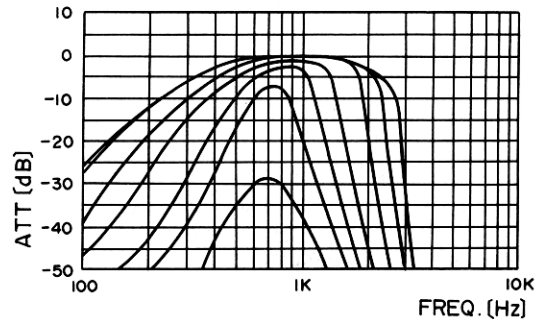
HIGH CUT及びUSBモードでのLOW CUTとして使われます。また、 f_{ML1} と f_{ML3} の周波数を Δf_2 低くしてやると、第2 IFフィルタが(a)図Cの位置にシフトします(f_{ML1} 、 f_{ML3} の周波数はPLLデータにより、 Δf_2 低く制御されるように設計されています)。合成通過帯域は高い方のエッジだけを左方向に移動し、機能としては、LSBモードでのLOW CUT及びUSBモードでのHIGH CUTとして使われます。合成通過帯域はBとCが重なり合った部分だけで、合成通過帯域の中心周波数を変えずに帯域幅だけを狭くすることが出来ます。この機能がSLOPE TUNEです。

ここで $\Delta f_2 = \Delta f_1$ となるようにトラッキングをとりながら f_{ML1} 、 f_{ML3} 、 f_{ML4} の周波数を変化させると合成通過帯域幅を1つのつまみで可変することが出来ます。この機能がIF VBTです第23図(b)。

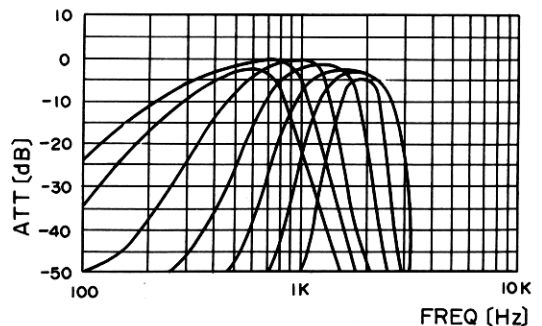
TS-950では f_{ML1} 、 f_{ML3} 、 f_{ML4} のトラッキングやモード切り替え、IFフィルタのワイド/ナローの選択による所要変化特性の違い等をすべてマイクロプロセッサにより制御していますので、常に最良の帯域可変効果が得られます。

なお、SLOPE TUNE機能はUSB、LSBのモードで動作し、IF VBTはCW、AM、FSKのモードで動作します。

帯域可変機能の効果を最終的に耳に聞こえるレベルとしてオーディオレスポンスでとらえた特性を第24図(a)(b)に示します。



第24図(a) VBT特性(AF)



第24図(b) SLOPE TUNE特性(AF)

2. 5 AF VBT, PITCHと連動したAF TUNE

IF段のフィルタとは別に、低周波段にもAF VBT回路を設け、オーディオ周波数の通過帯域幅も変えられるようにしました。これによって、CWフィルタを使わない時

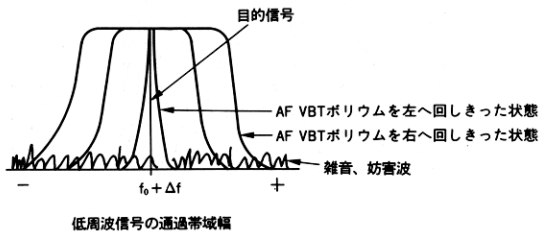
やサブ受信時にも使えますので、S/Nの改善にも大きな効果があります。

ここで使われるフィルタはスイッチド・キャパシタ・フィルタと呼ばれるもので、クロック信号を入力すると、その50分の1又は100分の1の周波数が中心周波数となる可変フィルタです。たとえば、クロック入力として、PITCHつまみによって、40kHzの矩形波を入力しますと、このときの中心周波数は800Hzとなります(50分の1を使用)。

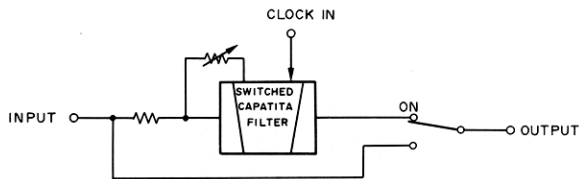
通過帯域の可変幅はメイン受信部はAF VBTつまみで200Hz以下まで連続で狭くすることが出来ます。また、サブ受信部は約200Hzの固定帯域幅となっています。

このように、今までとは異なり、はるかに効果の高いAF TUNEを構成することが出来ました。

また、PITCHコントロールにおいては、目的信号にゼロインし、またノッチ等を調整した後も、PITCHつまみで好みの受信トーンに調整することが出来ます。



低周波信号の通過帯域幅



第25図 帯域可変周波数の構成図

第25図に示すようにPLL 9、PLL 4によって作られた信号はミックスされて、9.92MHzとなります。これを1/100に分周した99.2kHz(f_{CAR})がキャリア出力として検波器に加わります。CW受信時は、PLL 4の周波数を±0.05MHz可変させることにより f_{CAR} は99.2kHzに対し±500Hz(0.05MHz/100)変化することになり、受信音ピッチも800Hzに対し±500Hz変化させることが出来ます。一方9.92MHzの出力は10MHzとミックスされ、80±50kHz(f_{AFT})となりAFユニットへ供給します。この信

号、 f_{AFT} はAFユニット内で1/100に分周され800Hzに対して±500Hzとしてサイドトーン発振器に、また1/2に分周された40kHz±25kHzの信号がスイッチド・キャパシタ・フィルタのクロックとして使われます。この結果、受信ピッチが Δf 変化するとサイドトーン周波数も Δf 変化し、AF TUNEフィルタの中心周波数も Δf 変化することになり、一度目的信号にチューニングしたあとでも、何も気にせずに受信音ピッチを好みのトーンに変更することが出来ます。

このように、TS-950は今までとは異なり、はるかに効果の高いAF TUNEが出来るような構成となっています。

2. 6 フィルタ選択機能

TS-950には、8.83MHzと455kHzの2つのIF回路にフィルタが入ります。切り替え可能なフィルタの数はそれぞれ4種類となっていて、8.83MHzでは6kHz、2.7kHz、1.8kHz、500Hz又は270Hz(表示は別々にありますがフィルタは選択して1つをマウント出来ます)、455kHzでは6kHz、2.7kHz、500Hz、250Hzです。その他に、8.83MHzでは表示の点灯しない場合も選択でき、この場合には広帯域のLCフィルタを通過することになります。また、455kHzには12kHzのポジションがありますが、これはFM専用ポジションとなっています。

FMモード以外は、これらのフィルタを自由に選択出来ますので、LCフィルタまで数えれば $5 \times 4 = 20$ 通りの選択度の切り替えが可能です。使っているフィルタは表示管に直接帯域幅として表示され、従来のWIDE-NARROWの表示方式に比べて非常にわかり易いものとなっています。

従来の方式では、2つのIFフィルタの組み合わせとすると、例えばSSBの場合トータルで2.4kHz、CWの時は2.4kHzと500Hzのように決まった帯域を使うだけでしたが、TS-950ではもっと細かく帯域を選ぶことが出来ます。SSBの場合、6kHz/2.7kHz、2.7kHz/2.7kHz、2.7kHz/6kHzのように選ぶと、帯域幅はそれぞれ2.7kHz、2.4kHz、2.7kHzになります。このとき2.7kHzのフィルタを2個重ね合わせた場合は、2.7kHzのところの減衰量は6dB+6dBで12dBとなりますので、帯域幅は6dB狭くなって2.4kHzになります。又、同じ2.7kHzでも、入力側が狭い場合、逆に出力側が狭い場合も選択することが出来ます。CWでも2.7kHz/500Hz、500Hz/2.7kHz、500Hz/500Hzならば、500Hz、500Hz、400Hzの帯域幅となり、好みの「選択度」「音質」を選ぶことで、今まで以上に受信の楽しさが広がっていきます。表1にフィルタと選択度の関係を示します。

表1 8.83MHzと455kHzのフィルタ組合わせとトータルの6 dB帯域幅

8.83 表示(フィルタ)	455表示 (フィルタ)	12kHz (○)	6 kHz (○)	2.7kHz (○)	500Hz (YG-455C-1 △)	250Hz (YG-455CN-1 △)
— (LC ○)		12kHz (FMのみ)	6 kHz	2.7kHz	500Hz	250Hz
6 kHz (○)		6 kHz	5 kHz	2.7kHz	500Hz	250Hz
2.7kHz (○)		2.7kHz	2.7kHz	2.4kHz	500Hz	250Hz
1.8kHz (YK-88SN-1 □)		1.8kHz	1.8kHz	1.8kHz	500Hz	250Hz
500Hz (YK-88C-1 △)		500Hz	500Hz	500Hz	400Hz	250Hz
270Hz (YK-88CN-1 □)		270Hz	270Hz	270Hz	270Hz	250Hz

○：標準

△：S/Vタイプオプション、SDタイプ標準

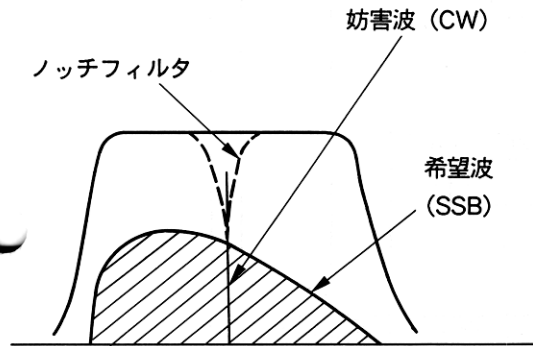
□：オプション

但し●YK-88SN-1とYK-88CN-1は近日中に発売予定です。

●YK-88C-1とYK-88CN-1は、どちらか一方のみ装備可能。

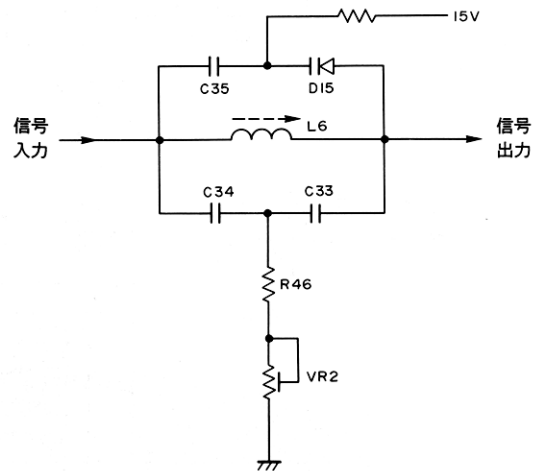
●表中の数字はおおよその帯域幅です。

2.7 ノッチフィルタ



第26図 希望波の中心部に妨害波がある場合

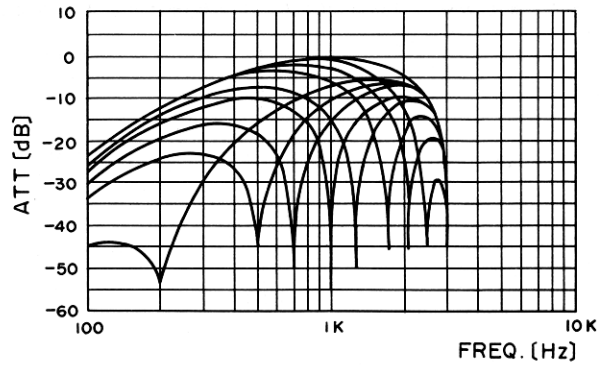
第26図に示すように希望波の中心部に連続ビートや電信波のような妨害波がある場合、SLOPE-TUNEでIF帯域を狭めて混信を除去すると、希望波の帯域も大幅に削られて非常に聞きづらい音声になってしまいます。このような場合、妨害のある周波数だけに大きな減衰量を与えるのが、ノッチフィルタです。



第27図 ノッチ回路(シグナルユニット)

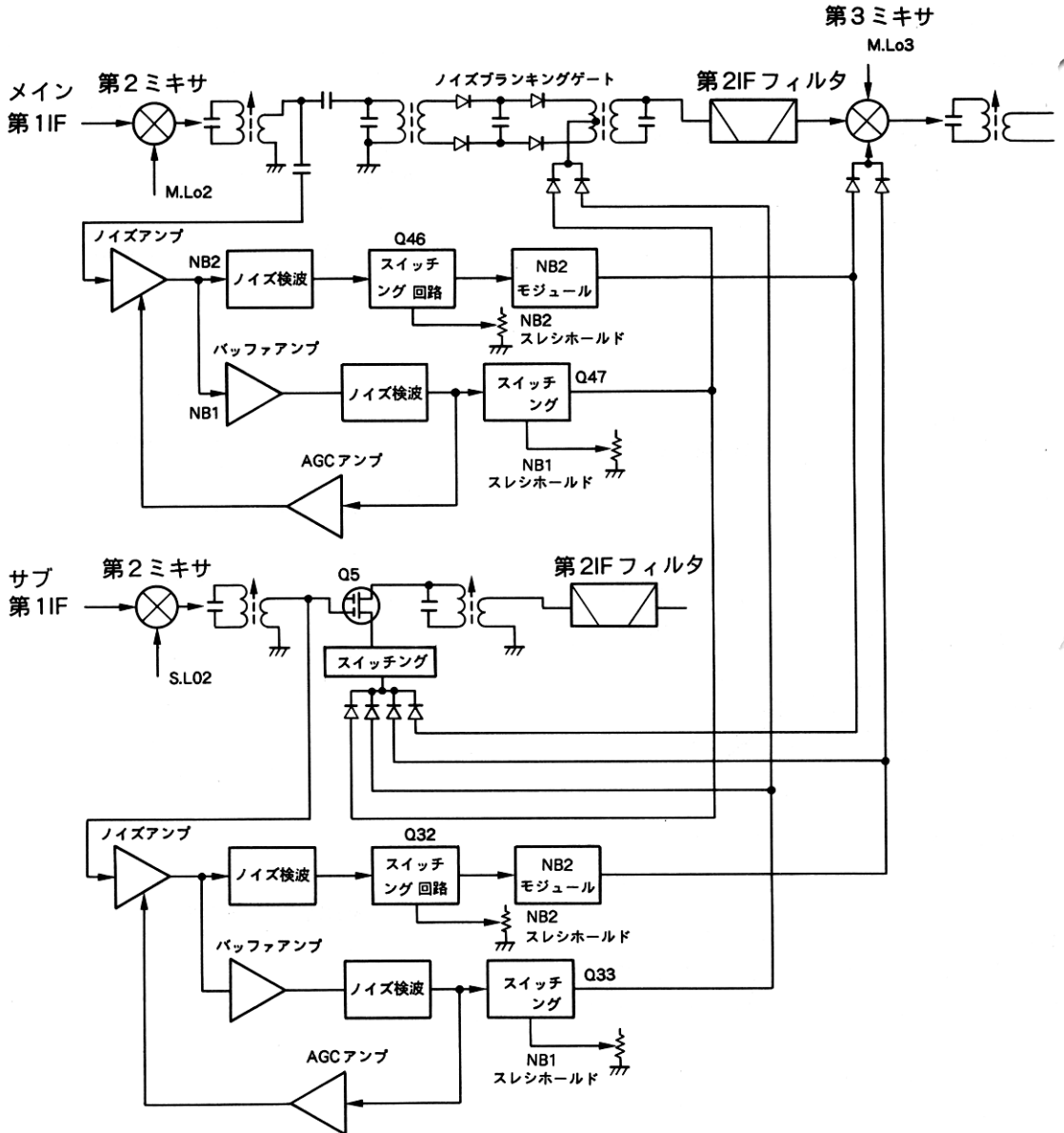
LとC及びRで構成するT-ブリッジ型フィルタ(第27図)で、受信第4ミキサと、100kHzのIFアンプの間にあり、帯域可変のためのIFシフトループから外れたところに位置しています。このためノッチポイントは帯域可変操作の影響を全く受けず、SLOPE TUNEやIF VBTとは独立して可変出来ます。これには、バリキャップダイオード(シグナルユニット)D15のカソードに印加する電圧を可変することで、共振周波数を変えているからです。ノッチフィルタはFM以外の全モードで動作します。

第28図にオーディオレスポンスとしてとらえたノッチフィルタの特性を示します。



第28図 ノッチフィルタの特性(AF)

2. 8 ノイズブランカー



第29図 ノイズブランカーの回路構成図

NB1は、イグニションノイズなどの周期の短いパルス用、NB2はウッドペッカーのように比較的周期が長く、パルス幅の広いノイズ用のブランカーです。

第29図は、ノイズブランカーの構成を示したものです。TS-950には、メインとサブのブランカーを独立装備していますので、メインとサブに分けて説明をします。

メインのIF信号のノイズは、受信第2ミキサーを通り、負荷同調回路の2次側からノイズアンプに導かれ、ここで増幅されます。そしてNB2は直接ノイズ検波回路に入り、NB1はバッファアンプを通してもう1つのノイズ検波回路で検波されスイッチング回路に入ります。NB1のスイッチを入れると、AFユニットのトランジスタQ47のエミッタにスレッシュヨールド可変用VRから直流電圧がかかり、エミッタの電圧を変えることにより、スレッシュヨールドレベルが変化し、NBの効果調整出来るようになっています。また、NB2の場合もNB2のスイッチを入れるとQ46のエミッタに直流電圧が加わり、NBボリュームで効果を調整出来ます。メインの信号をスイッチングする場所は、NB1の場合、メインはブランキングゲート、サブはIFユニットのFETで、Q5のソースを同時にスイッチングしています。NB2の場合は、メインは、第3IFミキサー、サブはIFユニットでQ5のソースを同時にスイッチングしています。

一方、サブのIF信号となったノイズは、サブの受信第

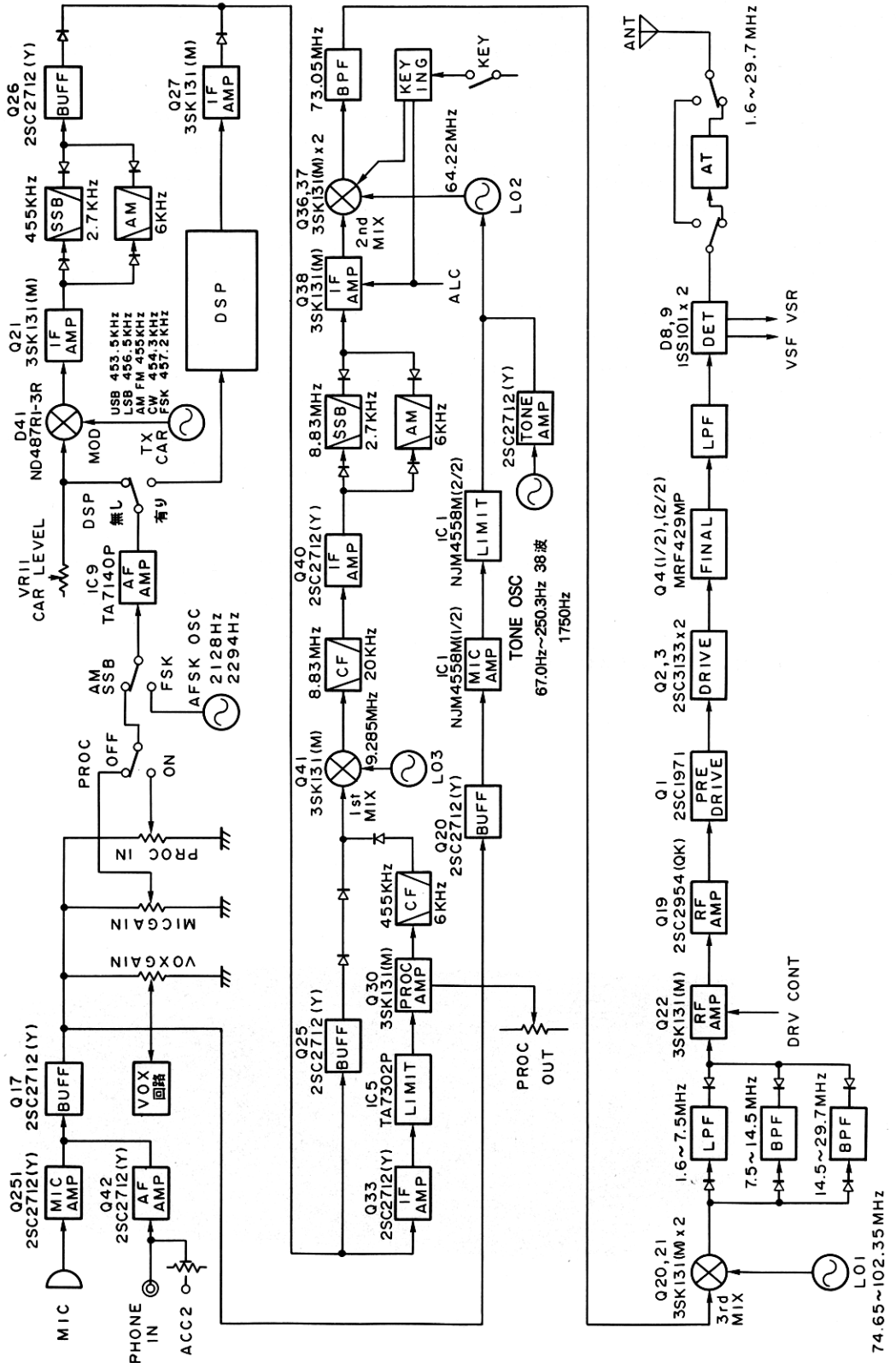
2ミキサーを通り、負荷同調回路の2次側からノイズアンプに入り、その後の経路はメインと同じ回路構成となっています。また、スレッシュヨールド可変はIFユニットのQ33(NB1)およびQ32(NB2)で行っています。サブ受信部のノイズによるスイッチングは、NB1がメインのブランキングゲート、サブはQ5のソースで行っています。NB2はメインのIF第4ミキサーをスイッチングし、サブはQ5のソースをスイッチングします。

さて、次にメインとサブの両方に使用しているNB2の説明をします。

NB2回路内のパルス幅の設定は基準の1/4、4/4および2/4、3/4の組で構成されています。通常のウッドペッカーノイズは幅3~4ms、周期80~100msの波形をしています。まれに50msぐらいの周期のものもあります。従って5ms幅でノイズをスイッチングすれば幅の広いウッドペッカーノイズもブランキング出来るわけですが、イグニションノイズのように周期が数msのノイズに対しても5ms幅でブランキングを行ってしまうために信号受信時間はゼロになってしまいます。これを防ぐために基準の2/4、3/4でもう1つのワンショットマルチを構成し、基準の1/4、4/4によりワンショットが出た後に次のパルスが入ってきても40msはブランキングを行わないような回路となっています。



3. 送信部回路説明



第30図 送信回路構成

送信部は、SSB、CW、FSK、およびAMがトリプルスーパーヘテロダイン、FMがダブルスーパーヘテロダイン方式になっています。

MICコネクタより入った音声信号は、スイッチユニットのマイクアンプモジュール(Q251:2SC2712)で増幅されバッファ(Q17:2SC2712)を通り、MIC GAIN VR、PROC IN VR、VOX GAIN VR、FM MIC AMPに分れます。

SSB、AM系の信号は、シグナルユニットに入り、IC9:TA7140Pで増幅され、D41:ND487R1-3Rで、455kHzのDSB信号に変調されます。

AM、CWのキャリア量の調整は、D41に直流バイアスを加えることで行います。そのバイアスの調整はセット上面内部のCAR LEVEL VRで行います。バイアスを加えることで、D41は、455kHzのキャリアの可変アッテネーターとして働きます。

FSKは、IC9の入力側をアナログスイッチIC(IC4:TC4066BF)で切り替え、CARユニットからのAFSK信号が選択され、D41で平衡変調がかかります。

FMの場合は、キャリアレベルが固定なので最適の値に設定してあります。

D41の出力は、Q21:3SK131で増幅され、455kHzのIFフィルタに入ります。SSB、FM、FSKのときは、帯域2.7kHzのSSBフィルタを通り、AM、CWのときは帯域6kHzのAMフィルタを通ります。SSBとFSKは、不要な側波帯がとり除かれ、DSBをSSBとします。フィルタの出力は、Q26:2SK2712、Q25:2SC2712を通り、シグナルユニットよりIFユニットに出力されます。IFユニットのQ41:3SK131で第3ローカル信号とミックスされ8.83MHzに変換されます。Q41の出力は、セラミックフィルタを通り、Q40:2SC2712で増幅され、8.83MHzのIFフィルタに入ります。SSB、FSK、FMのときは帯域2.7kHzのSSBフィルタ、AM、CWのときは、帯域6kHzのAMフィルタを通ります。フィルタの出力は、Q38:3SK131で増幅されます。このうちQ38の第2ゲートの電圧を変化させてALC動作を行っています。Q38の出力は、Q36、37:3SK131×2のダブル・バランスド・ミキサで第2ローカル信号とミックスされ、73.05MHzの第3IF周波数になります。

Q36、37の出力は、IFユニットよりRFユニットに入ります。

RFユニットでLC3段のバンドパスフィルタを通り、RFユニットのQ20、21:3SK131×2のダブル・バランスド・ミキサで第1ローカル信号とミックスされ目的の送信周波数に変換されます。Q20、21の出力は、送信周波数によって1.6MHz~7.5MHz、7.5MHz~14.5MHz、

14.5MHz~30MHzに3分割されたバンドパスフィルタを通ります。

バンドパスフィルタの出力はQ22:3SK131で増幅されます。Q22の第2ゲートは、PWR VRにより電圧を変え、パワーコントロール操作時の送信アンプのゲインを変化させる働きをしています。Q22の出力は、Q19:2SC2954で増幅され、背面のDRIVE OUT端子より出力されます。背面のDRIVE OUT端子とDRIVE IN端子はジャンパーピンで接続されて、ファイナルユニットに入ります。ファイナルユニットのQ1:2SC1971、Q2、3:2SC3133プッシュプル、Q4:MRF429MPプッシュプル(MPは、マッチドペアの略で特性のそろった2個1組のもの)で約100Wに増幅されます(Vタイプは別)。ファイナルユニットの出力は、フィルタユニットに入り、ローパスフィルタで高調波を取りのぞき、ALC、パワーメーター、SWRメーター等の検出コイルを通過して、オートマチックアンテナチューナーに入ります。オートマチックアンテナチューナーでアンテナとのマッチングをとり、送・受切り替えリレーを通り、アンテナより出力されます。

FMの場合、音声信号は、AFユニットに入り、Q20:2SC2712で増幅され、その出力がFMマイクアンプモジュール(プリエンファシス、IDC回路)を通り、第2ローカル発振器を変調する信号となります。

スピーチプロセッサは、RF方式で、455kHzのIF信号をリミッター処理しています。

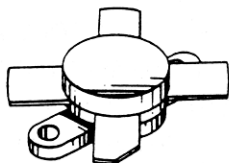
PROCをONにすると、PROC IN VRが選択され、PROC OFF時のMIC GAIN VRとは独立して調整できます。変調をかけた信号は、455kHzIFフィルタを通過して、SSB信号になるまでは、PROC OFFと何ら変わりません。PROC ONになるとシグナルユニットのQ26の出力が分岐され、プロセッサ回路に入力されます。この回路は、SSBとFSKのときのみ動作します。まずQ33:2SC2712で増幅され、IC5:TA7302Pで一定レベル以上をクリップします。そして、Q30で増幅され、セラミックフィルタを通過してクリップによって生じた歪を取りのぞきます。Q30の第2ゲート電圧をPROC OUT VRで変化させることで、プロセッサの出力レベルを調整します。フィルタの出力は、ダイオードスイッチにより、PROC OFF時の通路と切り替えられシグナルユニットより出力されます。

3. 1 50Vファイナルアンプ

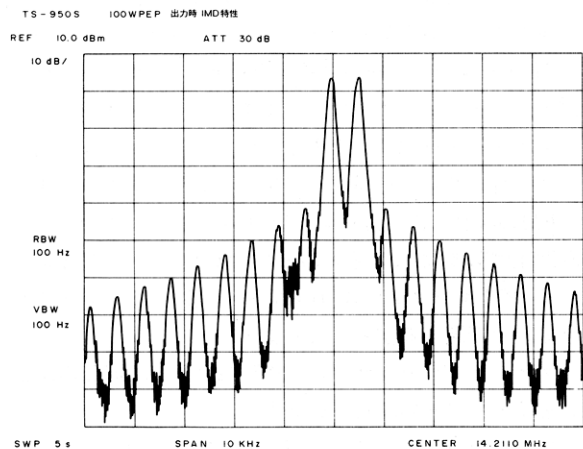
より質の高い電波を発射するために、このクラスでは世界初の50Vファイナルを採用しました。

これに使用しているファイナルトランジスタはモトローラ社製のMRF429MPです。このトランジスタは本来、

プッシュアップの並列ドライブにより、1 kWクラスのリアンプに使用されるもので、高出力、低歪のたいへん優れた特性を有しており、100WPEPでの3rd IMDは約-42dB(第31図)を達成しています。



MRF429MP

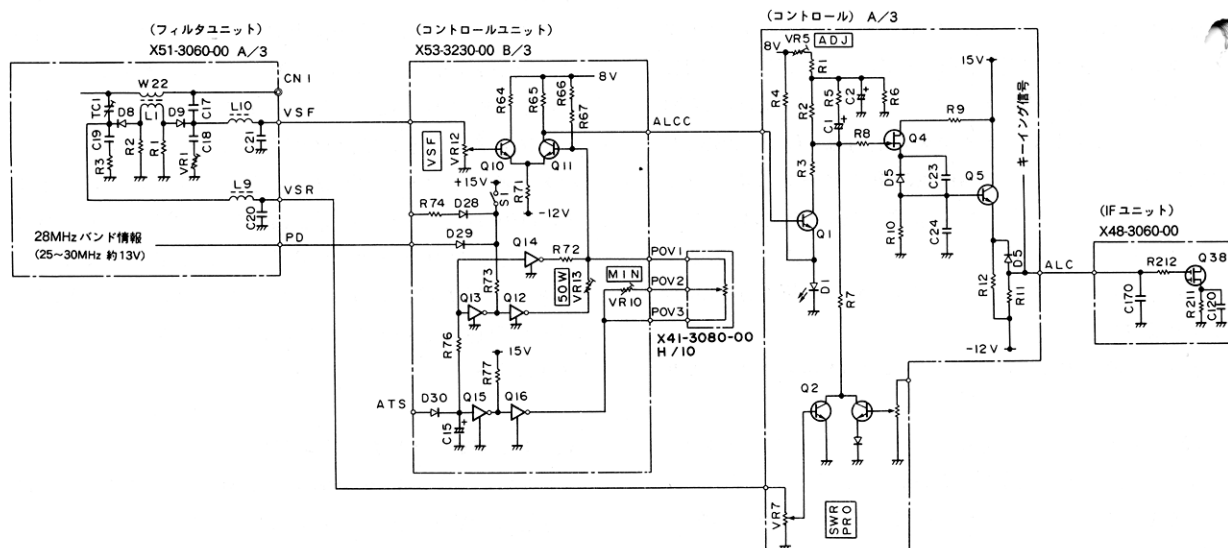


第31図 100WPEP出力時 IMD特性

この余裕ある低歪のファイナルをドライブするためには、前段のドライブ段も低歪でなくてはなりません。そこでファイナルとのマッチングを十分に考慮した上でここでは2SC3133(三菱)をプッシュアップで使用し、Aクラス動作させています。普通プッシュアップはABクラスで動作させる場合が多いのですが、アイドリング電流を増加させると高次のIMDは良くなりますが、低次のIMDは悪化してしまいます。これは、プッシュアップの動作がAクラスからABクラスへと移行するときに生じる歪によるものです。そこで、高出力を発射した時にもドライブのコレクタ電流は、ほとんど変化しないところまで流すことで、ほぼ完全にAクラスの範囲内で動作するようにしました。このため、きわめて低歪のドライブ—ファイナルの性能を発揮することが出来たわけです。

3. 2 パワーコントロール

フィルタユニットで検出された進行波電圧VSFがコントロールユニットのVR12でレベル設定されQ10、11：2SC2712×2で構成される差動アンプに入ります。VSFの電圧が上昇するとQ10のベース電圧が上がり、エミッタ電圧も上がります。Q10、11のエミッタは直結されていますので、Q11のエミッタ電圧も上がりQ11のコレクタ電流が減り、Q11のコレクタ電圧が上がります。Q11のコレクタ電圧が約2V程度になるとQ1のベース電流が流れ、Q1のコレクタ電圧を下げることで、ALCの基準電圧を下げます。この電圧をQ4：2SK208とD5：RLZ4.7Bで電圧シフトしてQ5でキーイングの積分回路の出力とつき合わせられ、ALC電圧になります。



第32図 パワーコントロール方式

パワーコントロールは、Q11のベース電圧を変化させることで行っています。Q11のベース電圧を変化させると、エミッタの電圧が変わりますので、VSFによってQ10が動作を開始するレベルが変化することになります。

パワーコントロールVRを下げると、Q11のベース電圧が下がりエミッタ電圧も下がります。するとQ10のエミッタ電圧も下がるため、Q10のベース電圧が低くても、つまりVSFが小さくても、Q10は動作します。つまり少ないパワーでもALCの動作が開始することにより、パワーは一定におさえられます。ALCのみでパワーを下げる方法もありますが、パワーが少ないほどALCの量が多くなってしまいますので、ここではPWR VRは、二連として、一方は、ALCの動作点、もう一方は、RFユニットQ22の第2ゲート電圧を変化させることで、パワーダウン時のゲインを下げ、どのパワーでもALCのかかる量をほぼ一定にしています。

3.3 スタンバイとブレークイン

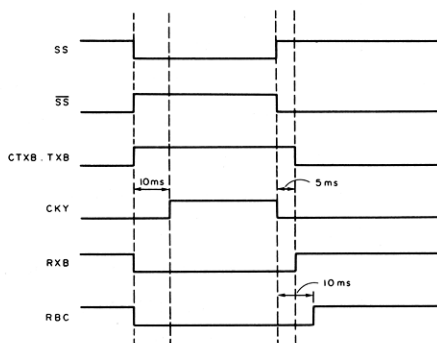
最近ではフルブレークイン対応のトランシーバーが一般的になってきましたが、基本的な方式はスタンバイ回路にタイミングを持たせて時間差を作り、必要な回路を送・受信で切り替える方式です。このときに問題となるのは送・受信における局部発振周波数の切り替えです。トランシーバー内部では、キャリア用の発振器に始まり最終目的周波数に変換する最終VCOに至るまで、数種類の発振器を持っていますが、受信時にはIFの帯域可変など混信除去の為に各部の発振器の周波数を可変にしているため、送信時にはこれを送信用の周波数に変えなくてはなりません。

スプリット運用時にはこの送・受信による周波数の変化はさらに大きくなります。

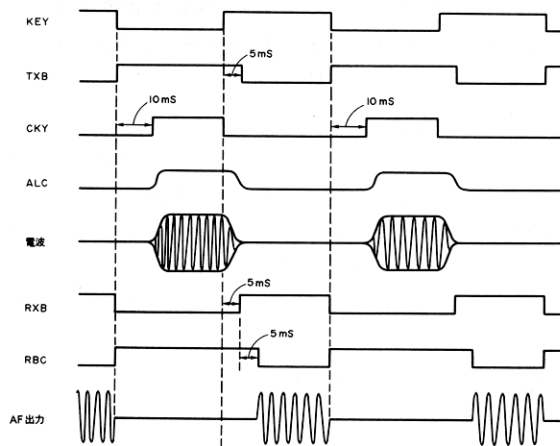
ほとんどの発振器は内部のマイコンからのコントロール信号により周波数をコントロールしていますが、多くの発振器にそのデータを送るには8ビットのマイコンでも数100 μ Sから数mSの時間がかかるために、データ転送時には送・受信の動作を休ませなくてはなりません。またPLLにもロックアップタイムが必要なため、データ切り替えの必要なPLLでは先ほどのデータ転送時間にロックアップタイムを加えたものをタイミング信号として送受の切り替えを行います。また各部の信号系もスタンバイから動作が安定するまでに時間が必要です。スタンバイと同時に信号系の切り替えが行われたとすると、送信では放射電波の立ち上がりが鋭くなるため占有帯域幅は広がり、受信の立ち上がりではオーディオからクリック音を発生したり、AGCの立ち上がりの動作が不安定になります。特にフルブレークインのCW波形はキー

の符号のマーク・スペースごとに送受信をくり返すため、CW波形の立ち上がり立ち下がり丸めて占有帯域幅を狭くする必要があります。よってキーイング信号にもタイミングが必要になります。そこで本機は、これらのタイミングを十分に分析し、スタンバイコントロールをすることで、より理想的なフルブレークインが出来るようにしています。

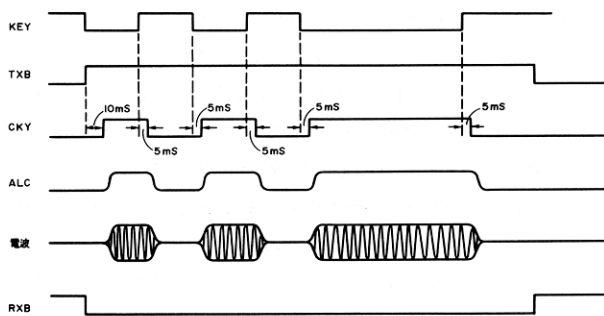
本機のタイミング信号名と役割、タイミングチャートを第33図～第35図に示します。



第33図 スタンバイ基本タイミングチャート



第34図 フルブレークインのタイミングチャート



第35図 セミブレークインのタイミングチャート

(1) スタンバイコントロール・タイミングチャート
スタンバイのコントロールとタイミングはコントロールユニットで行われます。

コントロール信号には入力信号として次のものがあります。

- SS ……スタンバイスイッチ。アクティブL。
 - $\overline{\text{SS}}$ ……SSの反転。各タイミング電圧をつくる元となります。
 - CSS ……マイコンに行くスタンバイ信号。アクティブL。
 - ATS ……ANT TUNERからのスタンバイ信号。アクティブH。
 - ESS ……パソコンコントロールからのスタンバイ信号。アクティブH。
 - KEY ……キーヤーからのキーイング信号。アクティブL。
 - KSW ……キージャックが差されたかどうかの信号。KEYジャック差込時GND。
 - TXI ……マイコンからの送信禁止信号。禁止時L。
 - VOXQ ……VOXからのスタンバイ信号。アクティブH。
- コントロール出力信号としては次のものがあります。
- CTXB ……TXB(送信15V)を発生させるための信号。アクティブH。
 - TXB ……送信15V。
 - KYB ……キーヤーのキーイングによって発生するキーイング信号。アクティブH。
 - CKY ……タイミングを持ったキーイング信号。アクティブH。
 - RXB ……受信時15V。TXBの反転と同じタイミング。
 - RBC ……タイミングを持った受信制御信号。アクティブL。

(2) FSK信号

キャリヤユニットで作られた2125Hz/2295HzのFSK用オーディオ信号を平衡変調器に入力して作られたF1信号はSSB、CWモードと同様にミックスして目的のアマチュアバンドに変換、増幅されます。

FSKでは2125Hz/2295Hzの170Hzシフトというのがアマチュア用には標準になっていますが、本機ではそれ以外にも、パネル面にあるFSKモードのスイッチを押しながらパワースイッチをオンすることでシフト幅の変更が出来るようにしました。この時メインディスプレイの周波数表示部はシフト幅の数字表示に変わり、TX VFO/SUBつまみで170Hz/200Hz/425Hz/850Hzのシフト幅が選べます。したがってFSK用オーディオ信号の周

波数は2125Hzをマーク用信号として2295Hz/2325Hz/2550Hz/2975Hzの各周波数をスペース用信号とすることができます。

本機のFSKモードの周波数表示はマーク表示となっており、シフト幅を変えても常にマーク表示となります。

送信時はFSKのキーヤーがオープンでマーク、ショートでスペース信号が出るようになっていますが、FSK用のターミナルなどの都合で論理を逆にした場合は、本体パネル上のDOWNキーを押しながら“パワースイッチをオン”することによってキーヤーをショートした時にマーク信号を発生することも出来ます。

(3) パケット対応とDATAモード

HF帯での300ボアのパケット通信はSSBモード。29MHz帯の1200ボアはFMモードを使用します。

TNCを接続するには、セット背面のACC13ピンコネクタを使用します。このとき前面パネルのマイクコネクタにマイクが接続されていても、TNCからのスタンバイ時には自動的にマイク回路はOFFになりますので、音声による誤動作はありません。

FMを使用するパケット通信ではDATAキーをONにするとスケルチの時定数が高速になり、スケルチ開放時のオーディオ出力の立ち上がりが早くなりますので、高速通信にも有利となります。

また、DATAキーをONにした時はマイク入力はOFFになります。

4. オートマチック アンテナチューナー

本機のアンテナチューナーはAUTO/THRUスイッチがAUTOのとき、AT TUNEスイッチをONすることで動作を開始します。チューニング中は、使用モードに関係なくCWモードとなり送信電力は約10Wとなります。

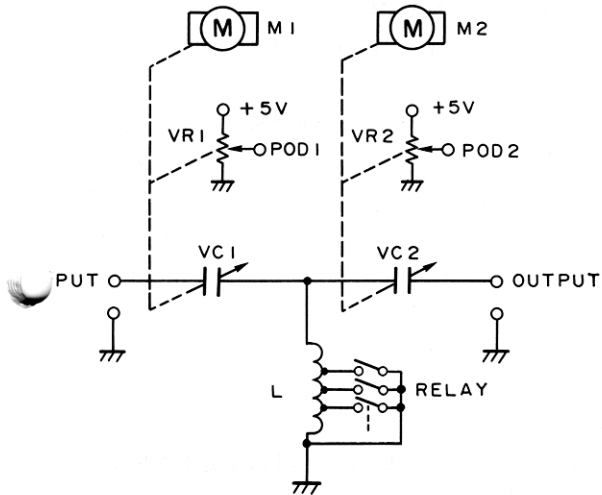
4.1 プリセットチューニング

本機では1度チューニングを完了すると、その時のバリコンの羽根の位置を記憶して、違うバンドで運用したあとに、元のバンドに戻ってくると、バリコンが自動的に回ってメモリーされた状態にセッティングされる、プリセットメモリー機能を備えています。これによって1度チューニングをとると、2度目以降のチューニング所要時間は約1秒と、すばやい動作が可能となっています。

ここでいうバンドとは11分割されたアマチュアバンドをいい、3.5MHz帯と3.8MHz帯、28MHz帯と29MHz帯はそれぞれ2分割されて別々のメモリーを持っています。

4.2 マニュアルチューニング

VSWRが高いアンテナで、どうしてもオートチューニングではチューニングが完了しない時のために、マニュアルでボリュームを回してチューニングを行う、マニュアルチューニング機能を持たせました。本体上のシーリングポケットの中にあるスライドスイッチとボリュームによってマニュアル調整をすれば、それに対応して回転します。



第36図 マッチング回路

出力は振幅比較され、モータードライブ回路を通してVC2とVR2に接続されたモーターM2を駆動します。つまり位相制御用のバリコンVC1は電流の位相と電圧の位相が一致するように、また電圧制御用のバリコンVC2は電流と電圧の振幅差が少なくなるように動作します。ここで位相が一致し、振幅差が0となればVSWRは1となります。

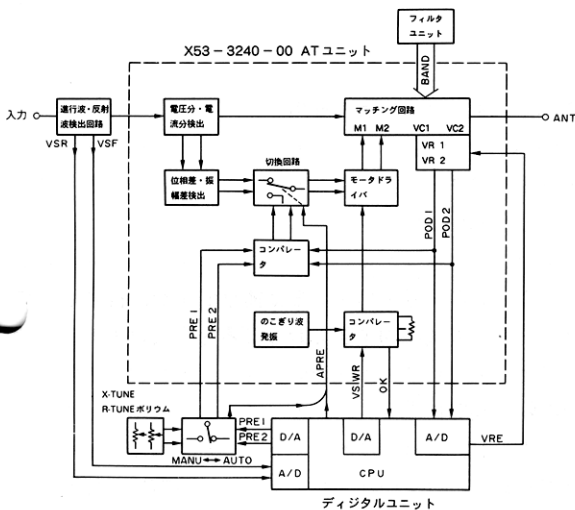
VSWRの検出はフィルタユニット内の検出コイルで検出された進行波電圧VSF、反射波電圧VSRをデジタルユニット内のマイコンで読み取って計算させ、あわせてデジタル・パー・メーターで表示しています。また、このVSWRに応じた電圧信号をATユニットへ出力させ、これを受けたアンテナチューナーコントロール側では、SWR比較回路でVSWR1.2に相当する基準電圧と比較して、VSWRが1.2以下になるとモータードライブ回路をOFFにします。一方VSWR信号はモータースピードコントロール回路でノコギリ波との比較によってモータードライブ信号のデューティ比をコントロールしています。

このときVSWRが高い時(VSWR: 3以上)はモータードライブ信号のデューティ比は100%となってモーターは高速回転し、VSWRが低く(例えばVSWR: 2以下)になるとデューティ比は50%となり、モーターは低速回転になります。

バリコンの角度検出にはVC1、VC2と連動するボリュームVR1、VR2により行います。ボリュームの両端へは5Vの電圧が印加されており、回転角度に応じて電圧の変化する信号POD1、POD2を取り出します。この信号はプリセットチューニング用にコンパレータに入力され、またメモリー用にもA/D変換してマイコンに読み込まれます。

デジタルユニットからはD/A変換されたプリセット用電圧PRE1、PRE2が出力されます。ATユニットではコンパレータでPOD1、POD2を比較し、POD1=PRE1、POD2=PRE2となるようにモーターをドライブして、フィードバック制御回路を構成しています。このフィードバック制御は、プリセットチューニング時、マニュアルチューニング時およびバリコン反転時(バリコン、ボリュームの回転角0°~200°に制限するため、限度角度になると反転して逆の方へ引き戻します)に働き、オートチューニング制御回路を切り離して行われます。

アンテナチューナーが動作してモーターが回転している間は、パネルのインジケーターが点灯して動作中であることを表示します。なお、このアンテナチューナーの負荷は20Ωから150Ωで設計しています。しかしアンテナチューナーはファイナルトランジスタとアンテナとのマッチングをとるものであり、効率の良い運用の基本はアンテナそのもののVSWRを低くしておくことが大切です。

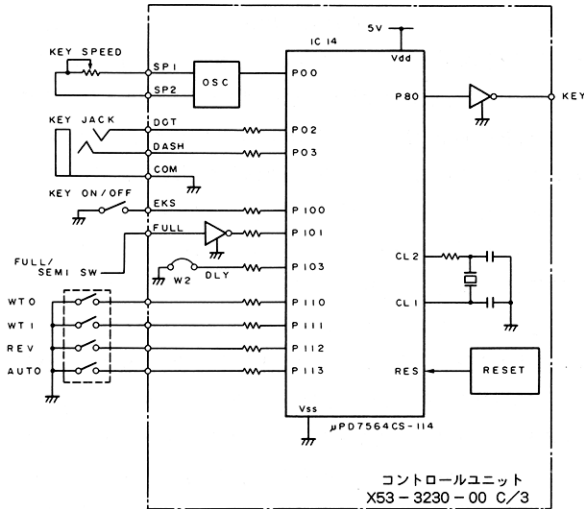


第37図 オートアンテナチューナー構成図

基本的なマッチング回路は第36図のT型と呼ばれるもので、バンドによりLを切り替えて、VC1とVC2(共にモーター駆動でVR1、VR2と連動)によりマッチングさせます。

送信電力の一部は電圧・電流検出用トランスで検出されて波形整形後位相比較され、モータードライブ回路を通してVC1とVR1に接続されたモーターM1を駆動します。一方、検出トランスからの、もう一方の電流・電圧

5. エレクトロニックキーヤー



第38図 エレクトロニックキーヤーブロック図

TS-950には、エレクトロニックキーヤー回路が内蔵されていますので、背面のCW KEYジャックに電鍵、外部エレクトロニックキーヤー、パドルのいずれでも接続することができます。エレクトロニックキーヤー回路は、4bitのワンチップマイコンにその機能を集約して、スクイズ機能、スピード可変、ウェイトコントロール等の本格的なキーヤーを実現しています。

背面のELECTRONIC KEYスイッチがOFFの時は、CW KEYジャックのドット端子から入力された信号をそのままスタンバイ回路へ出力するバッファとして動作し、ELECTRONIC KEYスイッチがONの時はCW KEYジャックからの信号をドット信号、ダッシュ信号とみなし、その信号に従ってドット符号とダッシュ符号をそれぞれ出力します。

また、内蔵エレクトロニックキーヤーには次の機能もあります。

5.1 スピード可変とスクイズ機能

前面のKEY SPEED VRにより符号合成の速度が約30字/分から約120字/分まで可変することができます。

5.2 ウェイト可変機能

CW通信において、符号のドット、ダッシュ、スペースの比は、1:3:1で行われていますが、内蔵エレクトロニックキーヤーはドットとスペースの比を1:1に保ったまま、ダッシュの比をマニュアルで1:2.8、1:3.0、1:3.2、1:3.4の4種類に可変することができます。

また、スピードに連動してこのダッシュ比を自動的に可変するウェイトコントロール機能もあります。このウェイトコントロール機能には、スピードが速くなるとダッシュが長くなるように設定するものと、スピードが速くなるとダッシュが短くなるように設定するものの2種類が内蔵されており、外部から設定することができます。出荷時はドット、ダッシュ、スペースの比を1:3:1に設定してありますので、一般のエレクトロニックキーヤーと同様の符号を出力できます。第39図。

5.3 フルブ레이크イン補正機能

一般にフルブ레이크イン動作を行うと送・受信切り替えによる時定数が影響し、キーイング速度をあげていくと、キーイングを行っても、実際に電波として発射される符号は送信時間が短くなります。このため内蔵キーヤーではこの補正機能を持っておりFULLに設定すると動作するようにしています。このフルブ레이크イン補正機能は、送信符号をドット時間の20%長くし、スペースをその分短くして符号のデューティを変化させて、送・受信切り替え時間を考慮した送信電波を発生させるものです。第40図

このフルブ레이크イン補正は、ドットに限らずダッシュ、ウェイト可変された符号に対しても同様に作動します。

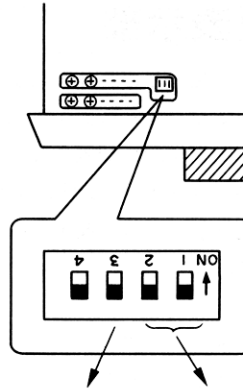
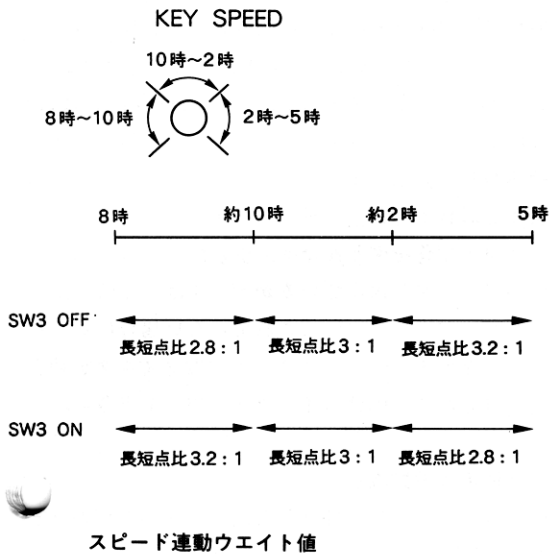
5.4 キーヤーによる運用

CWの符号にもオペレーターによる好みがあり、立て振れやバグキーに至ってはリズムカルな符号を打っている人も多くいます。

エレクトロニックキーヤーもロジックでドット、ダッシュ1:3の符号を出すことは簡単ですが、符号としてはあまりにも機械的すぎておもしろ味に欠けます。

アナログ的にウェイトコントロールをかけ、スペースの間隔を調整出来るエレクトロニックキーヤーをよく見かけますが、これではドットとスペースの比を保ったままダッシュだけを伸ばしたりする独特の符号を打つことは出来ません。

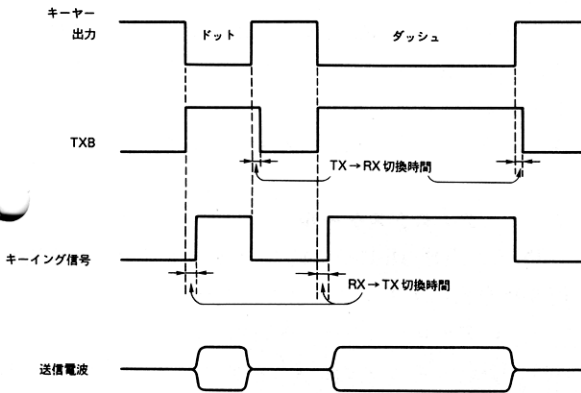
またスピードを早くした時に、より多くの情報を送るためにはドットに対してダッシュの時間を短くしていきませんが、のんびりQSOするにはダッシュが長くなったほうが良いと言う人もいます。最終的には好みの問題ですから決定的な方式というのはありませんので、ウェイトコントロールはスピードにかかわらず自分で決めた比に固定する方法、スピードを上げるとドット、ダッシュ比が1:3よりダッシュが長くなる方法、短くなる方法と3通りのモードを選べるようにしてあります。



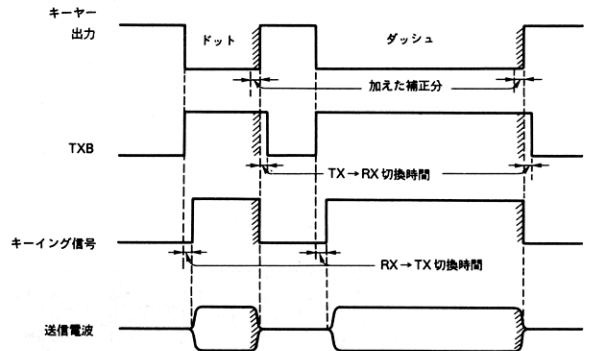
SW4=ONのとき		SW4=OFFのとき	
3		2	1
OFF	長短点比自動設定 speedが速くなると 長点が長くなる	OFF OFF	固定長短点比 3 : 1
		OFF ON	// 2.8 : 1
		ON OFF	// 3.2 : 1
ON	speedが速くなると 長点が短くなる	ON ON	// 3.4 : 1

ディップスイッチによる選択

第39図 ウェイト可変機能



フルブ레이크イン補正しない電波



フルブ레이크イン補正を加えた電波

第40図 フルブ레이크イン補正機能

6. 大型表示部

TS-950では、従来の独立した各種の表示を一つの大型蛍光表示管上に集中させ、さらに様々な表示を効率よく見易くするために人工学的に配置しています。これらの表示はデジタルコントロールCPUから表示CPUを経由して、各種の運用状態が一目で簡単に認識出来るように制御されています。

この大型表示管では、

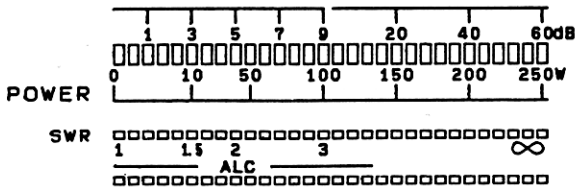
- 1) デジタルバーメーター表示
- 2) 選択度を表示するフィルタ表示
- 3) メイン、TX、サブそれぞれの周波数表示
- 4) メモリーチャンネル、RIT表示
- 5) アナログスケール
- 6) VFO切り替え表示

等の数多くの表示を行っています。

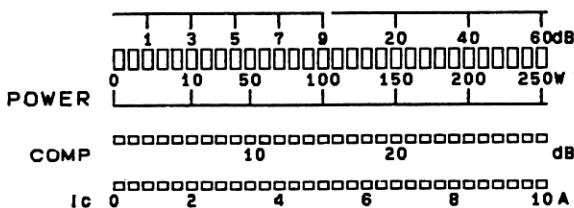
6. 1 デジタルバーメーター表示

メーターは30ドットの横型バーメーターを縦3段に並べて配置して、同時に3種類の表示をすることが出来ます。

上段は受信時シグナルメーター、送信時はパワーメーター専用となります。中段は送信時にSWRかコンプレッションレベルを切り替えて表示させることが出来ます。下段は送信時のALCもしくはIcを切り替えて表示させることが出来ます。中段、下段の表示については不要であれば、表示をそれぞれに消すことが出来ます。3種の指示が同時に表示出来ますので、送信時にはたとえばパワー、SWR、ALCの3つの指示をメーター切り替えなしで同時に見られますので、総合的な動作状態を把握することが出来ます。さらにバーメーターをピークホールド表示にすることも出来ますので、信号のピーク値が簡単に判るようになっていきます。第41図、第42図参照。



第41図 送信時SWRとALCを表示した状態



第42図 送信時COMPとIcを表示した状態

6. 2 フィルタの選択表示

TS-950においては、選択度切り替えのIFフィルタが8.83MHz帯に6種(表示のない状態のときに使用される広帯域LCフィルタを含んでいます。また、500Hzと250Hzは同時に装着出来ません)と、455kHz帯に5種(12kHzはFMのみ)の中から選択して、任意の帯域のフィルタを組み合わせ使用出来ますので、新たにフィルタの帯域幅表示を設けました。各種のフィルタを組み合わせ、微妙な音質の変化を楽しんだり、混信除去のためにどの帯域幅のフィルタを選んでいるかが、すばやく確認出来ます。なお、フィルタの装着されていない場合はそれぞれスキップされますので、オプションのフィルタを装着した場合は忘れずに内蔵スイッチを変更して下さい。

6. 3 運用周波数表示

TS-950には、3種類の独立した周波数表示部があります。中央には受信周波数、右上はスプリット送信周波数、右下はサブ受信周波数あるいはサブトーン周波数が表示されます。3種類の周波数表示部とMAINエンコーダー、TX/SUBエンコーダー、後述するVFO切り替え表示と相まって操作性、認識性、機能性に優れた周波数表示を行っています。

6. 4 メモリーチャンネルとRIT表示

表示管中央には運用周波数の他、メモリーチャンネル運用時のメモリーチャンネルNo(RX又はTXがメモリーチャンネル時)とRIT、XIT動作のオフセット量が表示されます。RITのオフセット量は10Hzまで表示させています。またその他にプログラムスキャン時のホールドウエイトのデータも自動的に表示されます。

6. 5 アナログスケール

TS-930、TS-940に引き続き、本機にもアナログ感覚で周波数を表示出来るアナログスケールを装備しています。このアナログスケールは切り替えによりフルスケール1MHz/100kHzを選択して使用することが出来ます。

6. 6 VFO切り替え表示

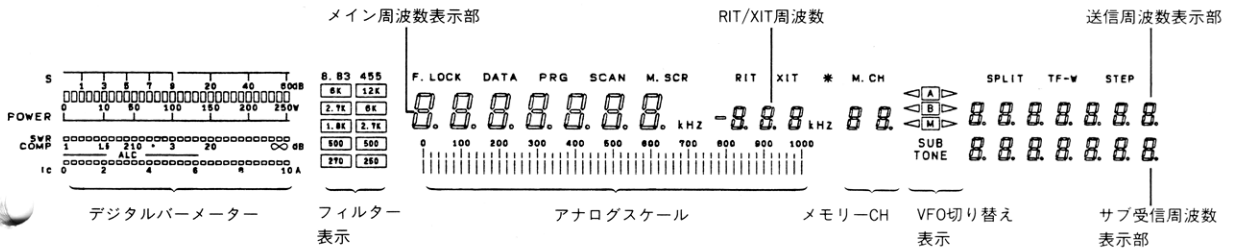
VFOとM.CHのたすきがけ運用を実現するため、VFO-230ゆずりのファンクション切り替えを応用して、ファンクションキートップのLED表示に加えて表示管上にもファンクション表示を反映させました。特にスプリット運用における受信側と送信側のVFO・M.CH関係が、表示管上で一目瞭然になりますので、その操作性は抜群です。

6.7 発光色

この大型蛍光表示管上には数多くの表示が集中していますので、表示の配置には工夫をこらし、かつ発光色の異なる部分を設け、識別しやすくしています。周波数表示等、表示の中心となる部分は青白色。ファンクション、メーターレッドゾーンの強調部分は赤色、サブ周波数表示、下段メーターと上下に並んでいる部分は、下側を黄色にして上下の判別をしやすく、都合3色の発光体を用いて、多様な表示を形成しています。

6.8 デイマー

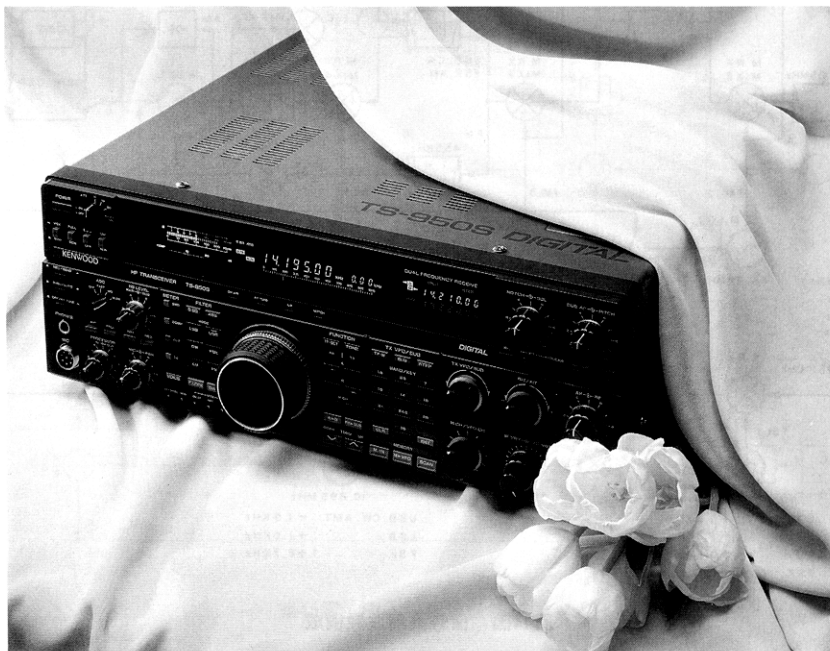
デジタルバーメーター表示の採用により、従来照明用として用いられてきた「ランプ」が一掃され、電力を扱う部分が減り、明るさを連続的に可変出来るようになりました。これは蛍光表示管がパルスデューティの変化によって容易に明るさの可変が出来る性質を利用したものです。デイマー時の明るさは、本体上のシーリングポケット内のデイマーボリュームで任意の明るさに設定することが出来ます。



第43図

表示例

ファンクションスイッチの選択	ファンクションスイッチ選択時の表示
RX TX A A	14.126.00 <A
RX TX A B	14.126.00 <A B> 21.198.03
RX TX B M	21.198.03 <B M> 7.092.57



7. 周波数構成

7. 1 信号系の周波数構成

TS-950は前に説明した通り受信時のSSB、CW、AM、FSKモードではクォドラプルコンバージョン、FMモードではトリプルコンバージョンタイプとなっています。そして送信時のCW、FMモードではダブルコンバージョン、SSB、AM、FSKモードではトリプルコンバージョンタイプとなっています。TS-950S DIGITALまたはDSP-10を取り付けた場合、受信時はAF信号がDSP-10に入力され、送信時にはマイクまたはKEYの入力がDSP-10に加えられ、モードに応じた455kHzの信号となって本体に出力されます。ただしFMモードではDSP-10から455kHzのキャリアが発生するだけで、変調をかけるVCO等はDSP-10を付属しないものと同じです。第44図に信号系の周波数構成を示します。

(1) メインの周波数構成

SSBモードでの受信周波数はANTからの入力周波数 f_{IN} の受信音がゼロビートになるとき、次式のようになります。

$$f_{IN} = f_{ML1} - f_{ML2} - f_{ML3} + f_{ML4} + f_{MC} \dots\dots\dots ①$$

これらは第45図のPLL系周波数構成で示すように全てPLL回路で発生させていますので、受信周波数は基準の f_{STD} とPLLの分周比だけで決定されます。したがって
基準周波数精度 = 運用周波数精度

となります。TS-950に使用している基準水晶発振子の精度は±10PPM(-10℃～+50℃)ですが、すでに内蔵されているTS-950SにDIGITALもしくはTS-950 S/Vオプションの温度補償型水晶発振器(TCXO)のSO-2を実装した場合には±0.5PPM(-10℃～+50℃)となります。また外部の基準発振器を使うことも出来ます。この場合の運用周波数精度は外部基準発振器の精度となります。

TS-950の局発およびキャリアのPLL回路はそれぞれ独立した構成になっていますが、局発とキャリアのPLLデータをマイクロプロセッサ制御で同時に変化させることにより、TS-940と同じようにキャンセルループが構成されています。この機能を生かしてモード変更によるキャリア周波数のシフト、VBTおよびSLOPE TUNE等の帯域可変を実現することができます。

なおSSBモードの送信および他モードの場合も同様基準の f_{STD} とPLLの分周比によって周波数が決定されます。また各モードでの表示周波数は次のようになっています。

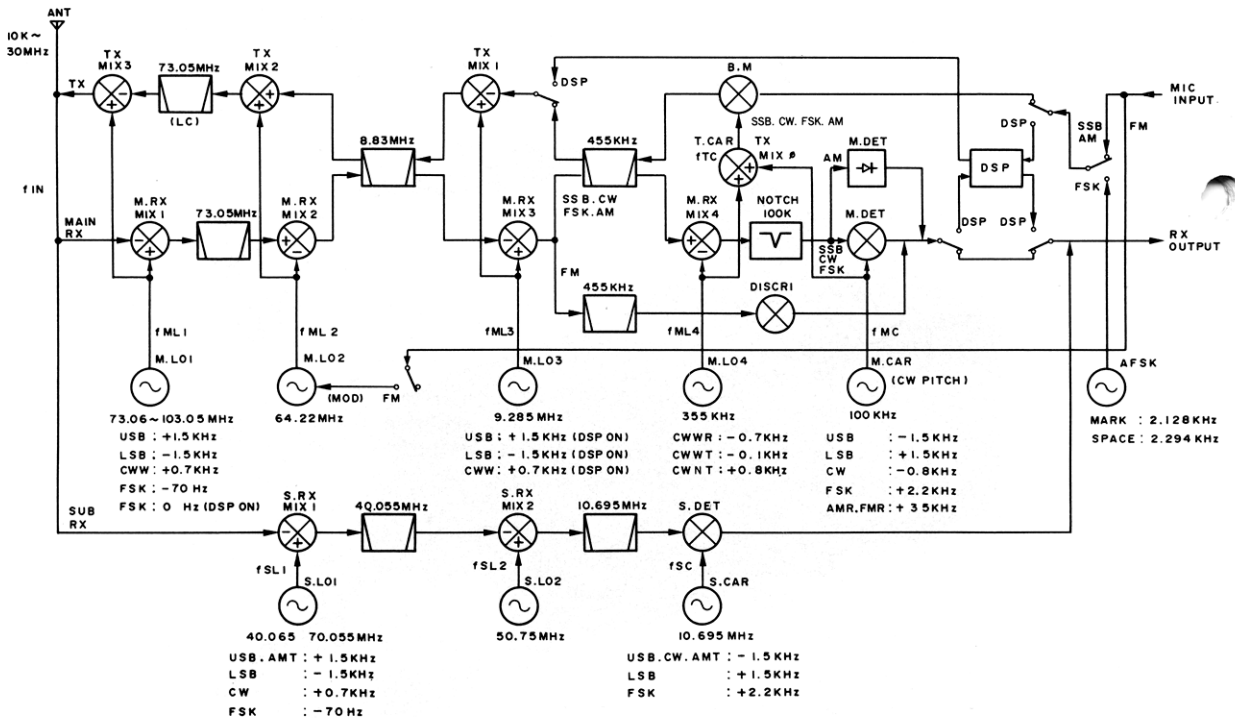
USB、LSB：キャリアポイント周波数

CW：送信キャリア周波数

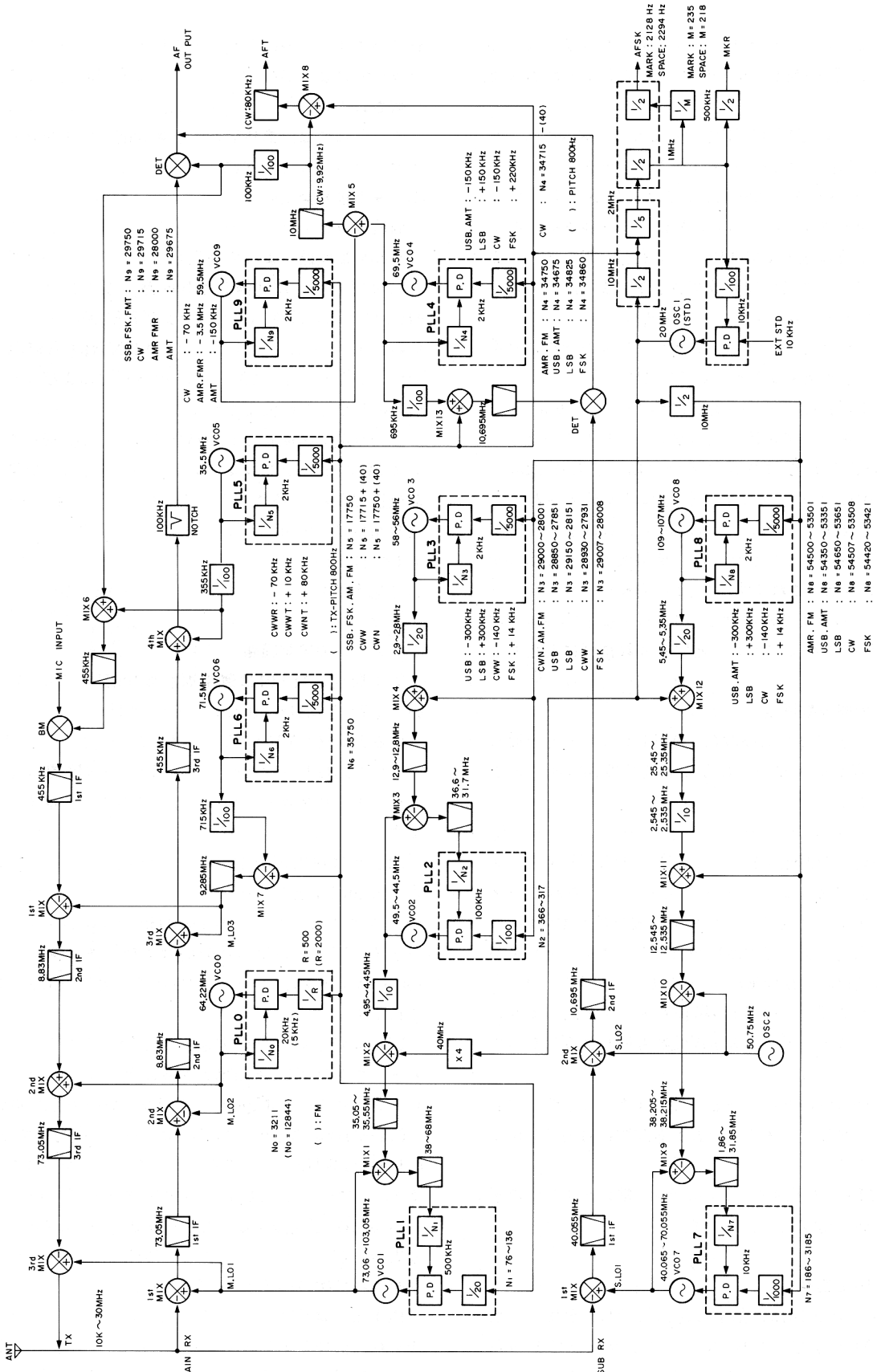
FSK：マーク送信周波数

AM、FM：IFフィルタ中心周波数

CWモードの受信はIFフィルタの中心で目的信号を受信したまま受信ピッチを変えることができるCWピッチ可変方式を採用しています。またサイドトーンも連動し



第44図 信号系周波数構成



第45图 PLL系周波数構成

て変化しますので、サイドトーンと同じピッチになるように目的信号を受信するとゼロインすることが出来ます。

FSKモードの送信はLSBで行っており、基準の f_{STD} から分周して作ったオーディオ信号(マーク信号:2128 Hz、スペース信号:2294Hz)によるAFSKとしています。またマーク、スペースの信号がIFフィルタの中心を通過するように送・受信共IFシフトを行っています。表示周波数はマーク送信周波数が表示されます。このために f_{ML1} をマーク信号分シフトしています。

FMモードの送信はVCO ϕ にマイクからの音声信号を加えて f_{ML2} を変調する方式としています。

AMおよびFMモードの受信はVCO 9により f_{MC} をシフトして、キャリアがIFに入らないようにしています。

またDSP-10が接続された場合には、送信時は f_{MC} と f_{ML4} がDSP-10から出力される信号に切り替えられますのでモード変更によるシフトは f_{ML3} で行われます。FSKモードではAFSKと異なり、IFに直接変調された信号がDSP-10から出力されますので、 f_{ML1} のモード変更によるシフトは行われません。DSP-10の基準は本体の基準の f_{STD} から供給されますので、運用周波数精度は変化しません。

(2) サブの周波数構成

SSBモードでの受信周波数はANTからの入力周波数 f_{IN} の受信音がゼロビートになる周波数関係は次式のようになります。

$$f_{IN} = f_{SL1} - f_{SL2} + f_{SC} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

f_{SL2} は水晶発振回路となっていますが f_{SL1} を発生させるPLL回路にキャンセルループとして入力されていますので、メインと同じように受信周波数は基準の f_{STD} とPLLの分周比によって周波数が決定されます。またSSBモードの送信および他モード(ただしAMおよびFMモードの時はサブ受信はOFF)の場合もメインと同じように決定され、各モードでの表示周波数も同じようになっています。

送信中は送信のモニターとして働きますのでサブの表示周波数と異なり、メインの表示周波数に対応する値にシフトします。

なおAMおよびFMモードの場合は、常にメインの表示周波数と同じ周波数となります。

7. 2 PLL回路

TS-950のPLL回路は基準の f_{STD} に20MHzを使い、10kHz~30MHzまでを10Hzステップでカバーする多重PLL(M.L01、S.L01)と、他の局発(M.L02~M.L04)およびキャリア(M.CAR、S.CAR)を発生するPLLで構成さ

れています。このPLLへの分周比データはマイクロプロセッサによって制御され、全て基準周波数により位相比較されている1クリスタル周波数管理方式となっています。それでは、**第45図**および**第46図**のPLLブロックダイヤグラムをもとに回路説明を行います。

(1) 基準信号発生回路

周波数コントロールの基本となる基準の f_{STD} は20MHzの水晶発振回路によって発生しています。この信号をもとに分周あるいは連倍して各回路へ振り分けられ、10MHzはPLLの基準信号 f_{REF} および各MIXの入力信号に使われます。そして、20MHzおよび40MHzも各MIXの入力信号となります。1MHzはAFSK信号およびマーカ信号の基準として使用されます。

この水晶発振回路はTS-950S DIGITALに使用されている(TS-950 S/Vはオプション)高安定温度補償型水晶発振器SO-2に置き換えることによって、TS-950の周波数精度は $\pm 0.5\text{PPM}$ 以内($-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$)というすばらしい性能が保証されます。このときの安定度は14MHz帯で最大でも $\pm 7\text{Hz}$ 以内という、プロ機に匹敵する高安定になっています。

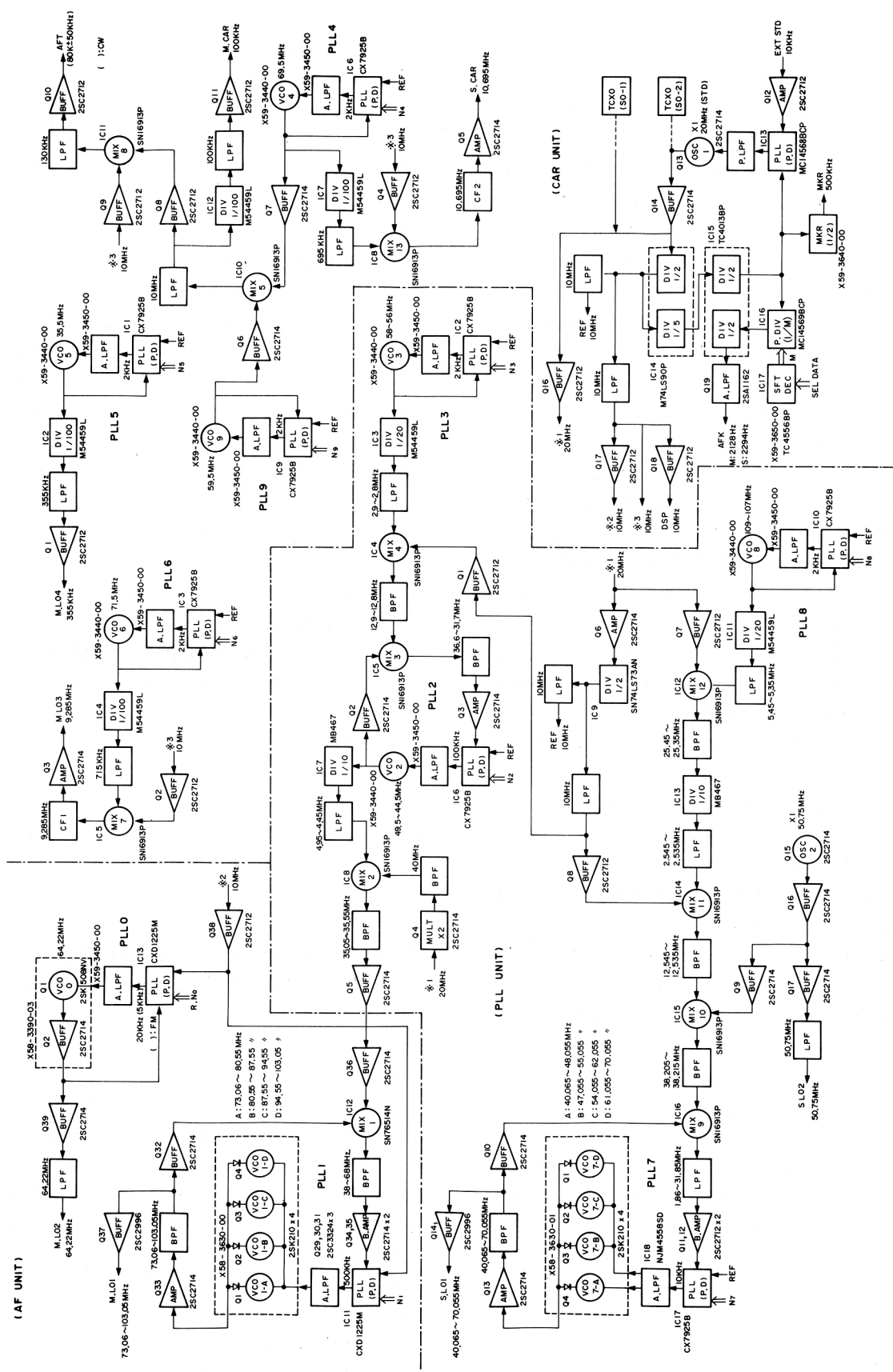
(2) メインの局発回路

第1局発のM.L01は運用周波数10kHz~30MHzに対応して73.06MHz~103.05MHzを10HzステップでカバーするデジタルVFOとなります。これには3つのPLLをアナログ的にリンクさせて、各PLLへの周波数設定データをマイクロプロセッサによって制御し、構成しています。

PLL 3は運用周波数の下位0.00kHz~9.99kHzに対応する10kHz幅を10Hzステップでカバーしています。VCO 3は2kHzステップの58MHz~56MHzを発振しています。PLL 3の出力は分周およびミキシングによって100Hzステップの信号に変換されて、次のPLL 2に供給されます。

PLL 2ではVCO 2の発振出力とPLL 3で作られた信号をミキシングし、その出力周波数を100kHzステップでロックさせています。これは運用周波数の中位0.00MHz~0.49MHzおよび0.50MHz~0.99MHzに対応する500kHz幅を10kHzステップでカバーすることを意味しています。したがって、VCO 2は100Hzステップの49.5MHz~44.5MHzで発振することになります。PLL 2の出力は分周およびミキシングによって10Hzステップの信号に変換されて次のPLL 1に供給されます。

PLL 1ではVCO 1の発振出力にPLL 3とPLL 2で作られた信号をミキシングし、その出力周波数を500kHzステップでロックさせています。これは運用周波数の上位30MHz幅を500kHzステップでカバーすることを意味



第46図 PLLブロックダイアグラム

します。したがってVCO 1は10Hzステップの73.06MHz～103.05MHzで発振することになります。またVCO 1は4つのVCOで構成され、各VCOの切り替えもマイクロプロセッサによって制御されています。

またPLLのループ定数はPLL 2およびPLL 3では応答速度を重視し、PLL 1ではC/Nを重視した設計となっています。さらにVCO 1はC/N特性を向上させるために、あらゆるノイズ対策を施した回路および構造となっています。

第2局発のM.LO2はIFの73.05MHzと8.83MHzとの変換に使われています。VCO ϕ は64.22MHzで発振しており、FMモードの送信時にはマイクから音声信号を加えてFM変調器として動作させています。モードによってPLLの比較周波数を変えるわけですが、FMモードの場合は、周波数の低いトーン信号(88.5Hzなど)による変調歪を改善しています。その他のモードの場合は、振動に対して強く、安定したループ系を構成しています。

第3局発のM.LO3はIFの8.83MHzと455kHzとの変換に使われています。VCO 6は71.5MHz付近で発振しており、周波数設定データによって2kHzステップで可変することが出来ます。そして、VCO 6とVCO 3において周波数のトラッキングをとることで、帯域可変機能およびキャリアポイントの微調整を行っています。PLL 6の出力は分周およびミキシングによって9.285MHz付近で20Hzステップの動作が出来る信号となります。

第4局発のM.LO4はIFの455kHzと100kHzとの変換に使われています。VCO 5は35.5MHz付近で発振しており、VCO 6と同様に2kHzステップで可変することが出来ます。VCO 5とVCO 6およびVCO 5とVCO 3において周波数のトラッキングをとることで、それぞれの帯域可変機能およびキャリアポイントの微調整を行っています。PLL 5の出力は分周により、355kHz付近で20Hzステップの動作が出来る信号になっており、CWモード時には周波数シフトも行っています。

これらの局発も第1局発と同様に周波数データをマイクロプロセッサにより制御しています。

(3) サブの局発回路

第1局発のS.LO1は運用周波数10kHz～30MHzに対応して40.065MHz～70.055MHzを10HzステップでカバーするデジタルVFOとなります。そして、2つのPLLをアナログ的にリンクし、途中に第2局発の周波数を入力させてキャンセルループを作り、各PLLへの周波数設定データをマイクロプロセッサによって制御しています。

PLL 8は運用周波数の下位0.00kHz～9.99kHzに対応する10kHz幅を10Hzステップでカバーしており、

VCO 8は2kHzステップの109MHz～107MHzで発振しています。そして、PLL 8の出力は分周およびミキシングによって10Hzステップの信号に変換されて次のPLL 7に供給されます。

PLL 7ではVCO 7の発振出力にPLL 8と第2局発とで作られた信号をミキシングして、その出力周波数を10kHzステップでロックさせています。これは運用周波数の上位30MHz幅を10kHzステップでカバーすることを意味しています。したがってVCO 7は10Hzステップの40.065MHz～70.055MHzで発振することになります。またVCO 7は4つのVCOで構成されており、切り替えはVCO 1と同様のデータにより制御されています。もちろんPLLのループ定数とVCO 7のC/N特性はメインの第1局発と同様の対応を行っています。

なお、サブの受信回路は送信時にはモニター回路と異なりますので、送信周波数と異なる場合には周波数シフトを行います。また、第2局発のS.LO2はIF40.055MHzとIF10.695MHzとの変換に使われており、50.75MHzの水晶発振回路によって発生しています。

(4) キャリア発振回路

メインのキャリアM.CARはPLL 4とPLL 9とのミキシングで構成し、サブのキャリアS.CARはPLL 4で構成しています。

PLL 4のVCO 4は69.5MHz付近で発振させて、周波数設定データによって2kHzステップで可変することが出来ます。PLL 4とPLL 3およびPLL 4とPLL 8の周波数設定データはマイクロプロセッサによって制御してシフトさせることで、それぞれのモード切り替えおよびサブのキャリアポイントの微調整を行っています。またCWモードの受信時にはPITCHコントロールによって周波数を可変し、サイドトーンと受信信号をあわせて手局にゼロインするようにしています。PLL 4の出力は分周およびミキシングによって、10.695MHz付近で20Hzステップの動作が出来るサブのキャリア信号となります。

PLL 9のVCO 9は59.5MHz付近で発振しており、周波数設定データによって2kHzステップで可変することが出来ます。PLL 9はPLL 4をメインのキャリアとして共通に使うために構成しており、AMおよびFMモードの受信時(キャリアのIFへの混入防止)とCWモード時には周波数シフトが行われます。

PLL 9の出力はPLL 4の出力とミキシングされて10MHz付近の信号となります。その後、さらに分周されて100kHz付近で20Hzステップの動作が出来るメインのキャリア信号となります。また10MHzの信号はCWモード時(800Hz PITCHの場合)は9.92MHzとなり、基準信号

の10MHzとミキシングされてAF VBTで使われる80 kHzのAFT信号に変換され、スイッチド・キャパシタ・フィルタのクロックとなります。

(5) 外部基準入力

TS-950は、内部の20MHzの水晶発振回路を電圧制御発振器(VCXO)として使用し、外部基準発振器によりロックすることも出来ます。それには背面パネルのEXT INPUTへ10kHz、 $1V_{P-P}/600\Omega$ (標準値)を入力し、切り替えスイッチをEXTにすると動作します。20MHzの基準を分周して作られた1MHzの信号は、PLLのICでさらに分周されて10kHzの信号となり、外部基準の信号と位相比較され、これによって基準の f_{STD} をロックします。ロック電圧は約2.5Vに調整しています。これによって運用周波数精度は外部の基準発振器の精度になります。

またオプションのSO-2(TS-950S DIGITALは内蔵)を取り付けた場合でも内部の切り替えスイッチをSOからOSCにすると外部基準発振器による動作が可能となります。

(6) マーカー信号とAFSK信号

基準信号発生回路で作られた1MHzの信号を分周して500kHz間隔の信号に変換します。これをマーカー信号として、標準電波にゼロインすることにより、基準の f_{STD} の校正が出来ます。

また1MHzの基準信号をプログラマブル分周器に入力し、ここでRTTYキーのマーク/スペースに連動して分周比を切り替え、AFSKの信号を作っています。これによって送信電波の信号周波数およびシフト幅共、基準の f_{STD} と全く同じ周波数精度で非常に安定になります。

8. デジタルコントロールシステム

TS-950のデジタル部は、8 bit CPU、32Kbyte ROM、8 Kbyte RAM、拡張I/O、外部A/D変換器、エンコーダ処理カスタムICなどから構成されています。第47図

さらに、蛍光表示管のドライブ用に8 bit CPU、表示処理カスタムICを用いて処理を分散させることによって、メインCPUの負担を軽減し、より多彩な機能を実現しています。

8. 1 メインCPU

メインCPUは、A/D変換器・シリアルポート内蔵の8 bit CPU μ PD78C10G(クロック周波数、約11MHz)を中心として、ROM(27C256A)、RAM(TC5564APL)、拡張

I/O(CXD1095Q、MB89363B)、外部A/D変換器(MB4056)、エンコーダ処理カスタムIC(LZ92K37)などから構成されて、各種情報の入出力を行っています。

RAMにはVFOのA/B、サブVFOデータ、モードデータ、FILTERデータ、100チャンネルのメモリー、11バンド分のアンテナチューナー・プリセットデータ、10バンド分のAIPデータなど多数の情報を記録し、リチウム電池によってバックアップしています。

I/OはCPUのポート、A/D変換器を含め、出力約70、入力約40の種類があり、PLL制御、サブCPUデータ出力、モード・バンド信号出力、SM-230(オプション)サブマーカー出力、アンテナ・チューナー制御、キースキャン入力などの制御を行っています。

8. 2 サブCPU

サブCPUは8 bit CPU HD643180、表示処理カスタムICなどから構成され、メインCPUからシリアルデータ(8 bit-104bit)を受信し、各コマンドに対応する処理を行います。

サブCPUは、蛍光表示管のダイナミックスキャン、レピーターサプトーンの合成、LED点灯、BEEP音合成、音声合成ユニット(オプションVS-2)コントロールの処理を受け持っています。蛍光表示管のダイナミックスキャンは表示のチラツキやムラをなくすために、特殊な時分割処理を行っています。

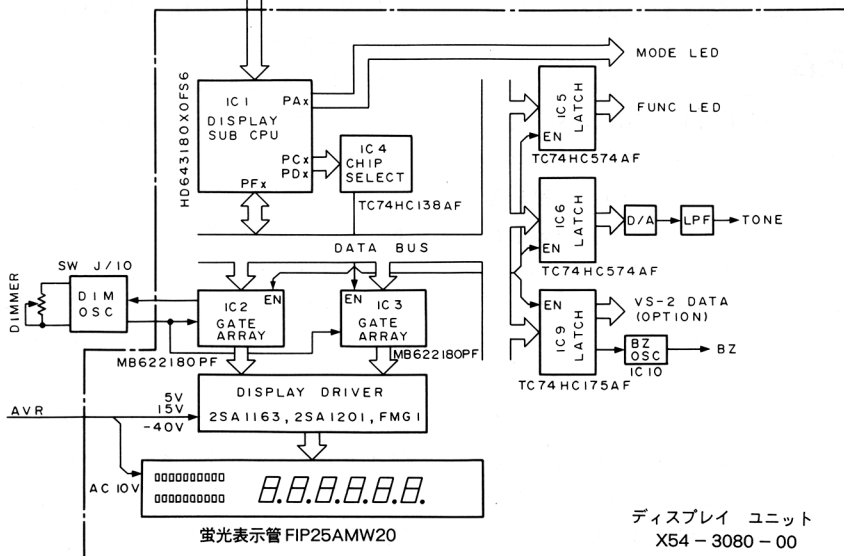
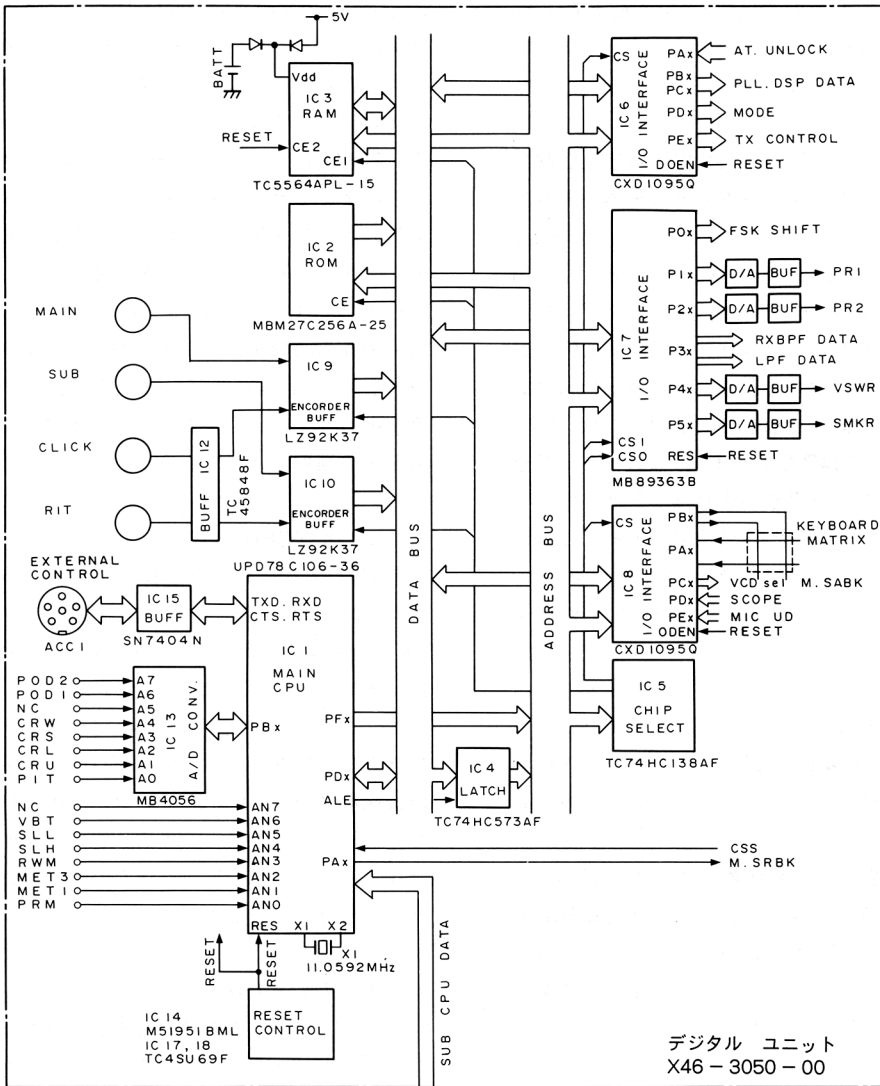
8. 3 ディスプレイ

ディスプレイはカスタム蛍光表示管を採用して、高精度デジタルバーメーター、3種類の同時表示、メイン7桁の運用周波数、サブ受信周波数、スプリット運用時の送信周波数、8.83MHzと455kHzのそれぞれ独立したフィルタ情報表示、シンプレックス/スプリット/メモリーの運用状態、TS-930/940で好評のアナログスケール、メモリーチャンネル、3桁のRIT/XITなどの表示をしています。

8. 4 エンコーダ

エンコーダはメインVFO用、サブVFO用には磁気式エンコーダを使用し、RIT/XIT用、M.CH/VFO.CHのサブツマミ用には接点式エンコーダを採用しています。

4つのエンコーダの出力はカスタムICによって磁気式エンコーダは4通倍、接点式エンコーダは2通倍されてカウントを行い、8 bit(符号付き)のデータに変換した後、処理されます。



第47図 TS-950デジタルコントロール部ブロック図

8. 5 アナログ・データ処理

メインCPUは8 bit A/D変換器によって14種類のアナログデータを取り込み、処理を行っています。

デジタルバーメーターはシグナル、パワー、コンプレッション、ALC、Ic(ファイナル)、反射波電圧(SWRはPOWERと反射波電圧で計算)の各種のアナログ情報を処理して表示しています。また、機能面においても混信除去のスロープ・チューンのハイ・カット/ロー・カット、VBT、ピッチをそれぞれ処理しています。その他にもアンテナチューナー制御、4つのキャリア補正ボリウム電圧によるキャリア補正も行っています。

8. 6 レピーターサブトーン

レピーターサブトーンは1750Hzを含めた39波が内蔵されています。更に、レピーターサブトーンの連続/バーストの切り替えも出来ます。

運用中のレピーターサブトーンはサブ受信周波数表示に周波数、連続/バーストが表示されTX VFO/SUBエンコーダーにより選択することが出来ます。

8. 7 オフセットトレース

レピーター運用時に、受信周波数と送信周波数のシフト幅を変えずに、送・受信の周波数を設定できるオフセットトレース機能を採用しています。

8. 8 メモリー

TS-950には合計100チャンネルのメモリーがあります。00チャンネルから89チャンネルは標準メモリー、90チャンネルから99チャンネルは区間指定メモリー(プログラマブルVFO)になっています。

標準メモリーはメモリーするときの運用状態により、コンプレックスメモリーとしても、スプリットメモリーとしても使用出来ます。

メモリーには周波数、モード、フィルタ情報がメモリーされます。標準メモリーをスプリットメモリーとして利用する場合には、レピーターサブトーン周波数も同時にメモリーすることが出来ます。

8. 9 スキャン

TS-950のスキャンは指定された範囲内の周波数をスキャンするプログラムスキャンとメモリーをスキャンするメモリスキャンがあります。プログラムスキャンは区間指定メモリーの下限周波数と上限周波数の間をスキャンします。90チャンネルから99チャンネルに異なる周波数範囲、モード、フィルタ情報をメモリーしておいて、必要な周波数範囲、モード、フィルタ情報のチャンネルのみスキャンさせることも出来ます。

メモリスキャンはメモリーされているチャンネルをスキャンします。メモリーされているチャンネルでもロックアウトすることによって、スキャンをスキップさせることが出来ます。メモリスキャンは0番台、10番台、……90番台の10グループにわけて必要なグループのみスキャンさせるグループスキャンも出来ます。

スキャン中にRIT/XITエンコーダーによりスキャンスピードを変えることも出来ます。

8. 10 POWER ON拡張機能

機能の拡張にTS-680/140で好評の、特定のキーを押しながらPOWERスイッチをONすることで、機能の拡張を行えるPOWER ON拡張機能を採用しました。

主なものは次のとおりです。

- FM** : VFOチャンネルエンコーダーの1 STEP 10K/5 K切り替え
- AM** : VFOチャンネルエンコーダーのBC帯、1 STEP 9 kHz ON/OFF
- FSK** : FSKシフト幅の設定
- SWR** : メーター・ピークホールドのON/OFF
- VOICE** : CWモールスによるアナウンス、各種警告モールスのアナウンスのON/OFF
- 0** (**29**) : アナログスケール1 MHz幅/100kHz幅の切り替え
- CLR** : 周波数10Hz表示のON/OFF

8. 11 パソコン・コントロール

TS-950は、オプションのレベルコンバーターIF-232Cを接続するだけで、パソコン・コントロールが可能となります。シリアルデータフォーマットは、4800ボー、スタート1 bit、データ8 bit、ストップ2 bitです。使用出来るコマンドは、いままでの機種(TS-940、TS-440、TS-680/140など)と同じ体系になっていますので、それらのソフトウェアがそのまま使用出来ます。また、セットにより異なる機能に関しては若干の変更が必要です。

コマンドについては、TS-950の外部コントロールコマンド解説書を、最寄りのサービスセンターでお買い求めの上、ご覧ください。

パソコン・インターフェースには次の37種類のコマンドが用意されています。

- AI : オートインフォメーションのON/OFF
- DN/UP : マイクロホンDOWN/UPと同機能
- DT : DATAモードのON/OFF
- FA/FB/FC : VFO A/VFO B/サブVFOの周波数設定および読みだし
- FL : FILTER設定および読みだし
- FR/FT : VFO A/VFO B/M. chの設定

- ID : セットIDコードNo.の読みだし
- IF : セットの状態の読みだし
- LK : F. LOCKのON/OFFおよび読みだし
- MC : メモリーチャンネルNo.の設定
- MD : モードの設定
- MR : メモリー内容の読みだし
- MW : メモリーへの書き込み
- MX : AIPのON/OFFおよび読みだし
- PT : ピッチの設定および読みだし
- RC : RIT/XIT周波数のクリアー
- RD/RU : RIT/XIT周波数のDOWN/UP
- RM : メーターの設定および読みだし
- RT : RITのON/OFF
- RX/TX : 送・受信状態の設定
- SB : サブ受信の設定および読みだし
- SC : スキャンのON/OFF
- SH/SL : スロープチューンの設定および読みだし
- SM : シグナル/POWERメーターの読みだし
- ST : STEPのON/OFF
- TN : レピーターサブトーン周波数の設定
- TO : レピーターサブトーンのON/OFF
- VB : VBTの設定および読みだし
- VR : 音声合成(オプション)の合成開始
- XT : XITのON/OFF

9. TS-950の機構構成



TS-950はマイクロコンピュータ技術の発展に伴い、多彩な機能と大型蛍光表示管の採用による集中管理を行っています。モードキー、ファンクションキー、テンキーには照光式タクトスイッチを採用し、視認性、操作性を徹底的に追求した最高級HFトランシーバーです。当社で長年培われたTS-930、940のHF技術を継承しつつ、さらにリフレッシュしたデザインと人間工学的に考えられたパネルレイアウトになっています。パネル色は落ち着いた感じのダークグレーを採用しています。また電源回路、オートアンテナチューナーを内蔵した高密度設計とともに、電源トランス、ファイナル部等の重量物を固定するシャーシ構造は耐衝撃性・振動性等に優れた筐体設計になっています。

セットサイズは高さ141mm×横幅402mm×奥行405mm(突起物は含まず)で固定機として十分満足していただけるサイズになっています。

9. 1 パネル面

パネルの材料は強化ABSを採用し、平均肉厚を4(通常は2~3mm)とすることで前面の強度を十分に確保しています。メインVFOのつまみを始め、回転ボリューム等のつまみには、メタリック系の処理をして、セット全体の質感を一層高めました。さらにKEY SPEED、MONI、DELAY、ANTI、GAINを前面に配し、プッシュロックボリュームを採用することでデザインを損うことなく操作性を大幅に向上させています。

9. 2 表示部

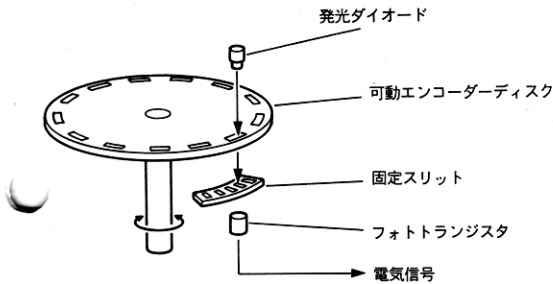
表示部は、各種の表示をひとつにまとめた大型蛍光表示管を採用していますので、運用状態の視認性の向上が計られています。この大型蛍光表示管を採用することで照明ランプが不要になり、ランプ切れの心配はなく、信頼性もさらに向上しました。フロントガラスはオリジナルのスモークドアクリルを使用し、表示部が見易くなっています。

9.3 VFO機構

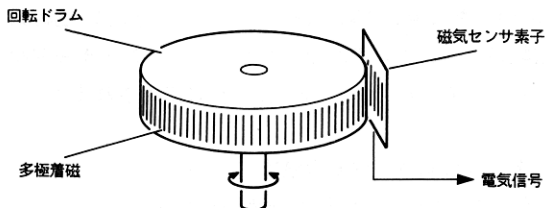
メインVFO・サブVFOには、今回初めて磁気エンコーダーを採用しています。TS-940では、発光ダイオードとフォトランジスタによって光学的にパルスをカウントするデジタルVFOになっていましたが(第48図)、今回採用した磁気エンコーダーは、着磁された磁気ドラムと、このドラムに近接して配置された着磁磁束を検出するための磁気センサ素子とからなっています。磁気ドラムは円筒の側面に磁性塗料を焼き付けたもので、多極着磁がなされています。また磁気センサ素子は磁気素子本体と電気回路を作るパターンとからなり、本体パターンはドラムの着磁パターンに対応した形状として、ドラムの回転量に従った出力信号が得られるように構成されています。動作原理としては、パターンに電流を通じるときの気抵抗が、これと直行する磁界によって減少する現象を利用しています。光学式エンコーダーに比較して優れている点は、

- ①半導体素子を検出部に含んでいないので安定している。
 - ②応答速度が早く高速回転の検出に有利である。
 - ③小型軽量化が図れる、
- 等です。(第49図)

メインツマミには、TS-440、680、790で使用されている可変トルク機構も装備しています。



第48図 光学式エンコーダー



第49図 磁気エンコーダー

9.4 ツマミ表示機構

TS-950では、照光式(LED付)タクトスイッチと透過型ツマミの採用によって、MODEキー、FUNCTIONキー、テンキーをLEDで透過させて運用上のポジションが一目で認識できるようになっています。BAND/KEYでは、通常はダイレクトでBANDの切り替えができるようになっており、周波数の入力等テンキーとして使用する場合は、ENTキーを押すとツマミが照光してBANDキーとの差別化を図り操作性を向上させています。

9.5 内部構造

本体内部は、重量物である電源トランス、ファイナル部、アンテナチューナー等のレイアウトを検討することにより、セット全体の重量バランスを出来るだけ均等化し、シャーシに加わる荷重を分散するようにしています。

シャーシには、TS-940で高い実績のある箱曲げ方式の構造を採用し、荷重分布を解析することによって最適の位置にL型アングルの補強を行い、十分な強度を得ています。シャーシ上面左側約1/3を電源部として、中央にファイナル部、右側にアンテナチューナーを配置するレイアウトにより、電源部とファイナル部の仕切板をLアングルとしてセットの前後方向の補強を行い、シャーシ下面には4種のユニットを配置して、中央部にセット左右方向の補強用Lアングルを取り付けて、構造体としては理想的な十字型補強を行っています。さらに、この下部のLアングルを下ケースにネジで固定することによって耐衝撃性、振動性に対する強度も得られています。

電源部のトランスも、衝撃、振動等の外力に対して強いEIコア型を採用し、各ユニットの配置にも検討を行い使用時の安全性をも考慮した構造となっています。

9.6 ファイナルと電源部の熱設計

ファイナル、電源部の冷却用には新しく低騒音、長寿命で風量の大きいブラシレスDCファンモーターを採用して、ファイナル部、電源部各々に最適な独立した放熱構造をとっています。

ファイナル部は、熱容量に余裕を持たせた新型の大型ヒートシンクにTS-940で実証されている高冷却のシャッター方式を効果的に組み合わせることにより、従来にも増して送信安定性及び信頼性を高めた放熱設計となっています。

電源部は、熱源のレイアウトと冷却方法を検討してブラシレスDCファンモーターのデュアル使用や、温度検出センサーなどによって、放熱にも、安全面から見ても万全な設計となっています。構造としては、内部に配置した放熱器に発熱体を集中して取り付け、これにファンモ

ーターによる送風で冷却を行う方式です。放熱器を冷却した空気はその後部にあるトランス側に流れ、背面に設けられたファンモーターによって外部へ排出されます。各ファンモーターは放熱器とトランスの温度検出を行い、設定温度になると動作するようになっています。

通常では行わない連続送信のようなヘビーデューティ使用時には、温度検出回路により設定温度以上になった場合は、ファンモーターを高回転で作動させ、さらに温度上昇が続いた場合は保護回路が働き送信出力を強制的に約半分にするなど、電源部の異常発熱に対しても万全な対応をしています。

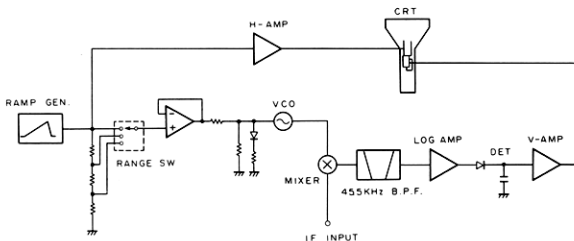
10. SM-230

最高級トランシーバーTS-950の性能・機能をさらに引き出すために、2波同時受信表示機能も搭載した高性能バンドスコープを開発いたしました。バンドスコープは、DXハンティングや能率の要求されるコンテストに大変有利です。加えてオシロスコープ部は高性能の10MHzトリガー掃引タイプのオシロスコープで、大型6インチブラウン管を使用し、より見やすく、より高性能を満たした充実したステーションモニターとしています。

10. 1 バンドスコープ

SM-230は最大±250kHzの広帯域に渡って、受信周波数の監視が出来る、バンドスコープを装備しています。また、近傍監視に便利な、±25kHz、±100kHzのバンド幅レンジと、さらに各バンド幅毎に、観測に適したスキキャンタイムをオートにもマニュアルにも選択できる、スキキャンタイム切り替え機能(各3レンジ)も備えています。

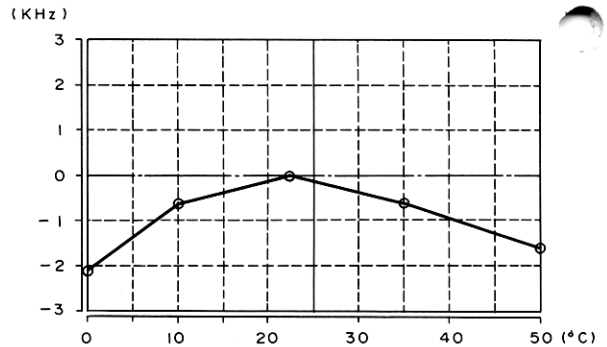
このバンドスコープは、第50図のような構成となっています。



第50図 ブロック図

ランプジェネレーターは、CRTの水平軸掃引信号と共に、掃引発振用ともなるノコギリ波を生成します。これをバンド幅によって振幅切り替えを行った後、可変容量ダイオードの非直線性を補正するためのダイオードアッテネーターに入力します。そしてこの信号は、掃引発振用VCOの可変容量ダイオードへ、バイアスを与えます。中心発振周波数8.375MHz、最大バンド幅時(±250kHz)8.125~8.625MHzを掃引するVCOにはコルピッツ型発振器を用いています。発振周波数の温度ドリフトは、精度の高い部品選定により非常に高い安定度を実現しています。

この掃引周波数のセンター周波数ドリフトを第51図に示します。



第51図 バンドスコープ センター周波数ドリフト

VCOから得られた周波数掃引信号は、TS-950のIF信号 $f_0=8.830\text{MHz}$ を復調するために、デュアルゲートFETで構成されたミキサーへ、IF信号と共に入力されます。復調された信号は、@455kHz、1kHzBWのバンドパスフィルタにより455kHz成分のみを取り出します。VCOは、8.125MHz~8.625MHzの掃引を行っていますから、455kHzに復調されるIF信号は

$$(8.125\text{MHz}\sim 8.625\text{MHz}) + 0.455\text{MHz} = 8.580\text{MHz}\sim 9.075\text{MHz}$$

つまり、 $8.830\text{MHz}\pm 250\text{kHz}$ の範囲が復調されるわけです。

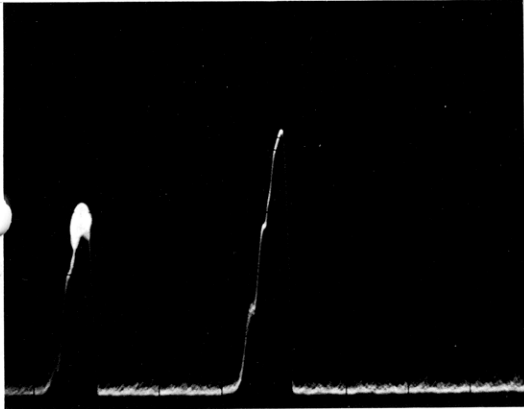
455kHz帯に復調されたIF信号は、増幅率約80dBの対数増幅器に入力されて対数増幅された後、ダイオード検波され、垂直増幅器からCRT偏向板に出力されます。

10. 2 2波同時受信表示機能

TS-950の2波同時受信マーカ機能をより使い易くするために、新開発の2波同時受信表示機能を採用しました。

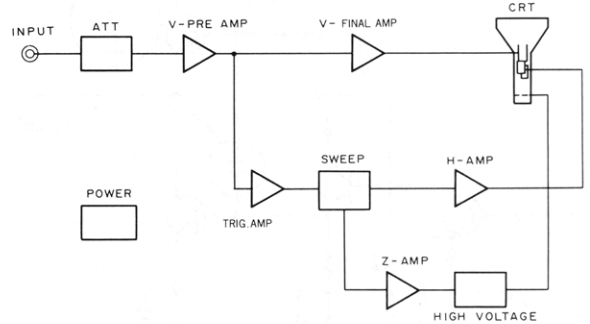
TS-950で受信しているメインの周波数は、SM-230のバンドスコープモードでは、常にCRT管面センターに表示されますが、TS-950本体の2波同時受信機能を動作させると、サブ受信周波数もバンドスコープ上で輝度変調されたマーカーとして、CRT上に表示されます。これにより、メイン及びサブの受信周波数を同時に周波数軸上で、簡単に確認することが可能となりました。写真1。

写真1



10. 3 オシロスコープ

本機のオシロスコープ部は、第53図のように構成されています。



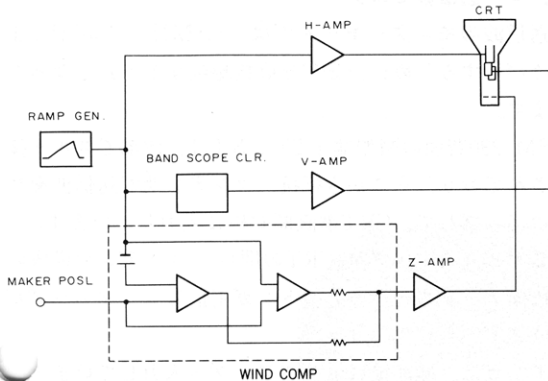
第53図

垂直入力BNCより入力された信号は、振幅調整用のアッテネーターを経た後、垂直プリアンプへ入力されます。

FETソースフォロアでインピーダンス変換をした後、バリアブル回路から、フィードフォワードアンプに入力されて、約28dB増幅されます。このアンプは、エミッタ接地帰還増幅器で高周波成分を増幅し、直流成分はオペアンプで増幅する構成になっています。これによってドリフトの少ない、広帯域アンプとなり、実力値で周波数特性はDC~25MHz(-3dB)、ドリフトは約50 μ V/°C、感度ドリフトは50°Cで1%以内です。

また、プリアンプの出力は、垂直ファイナルアンプと、トリガーアンプへ入力されます。

垂直ファイナルアンプは、偏向感度約10V/divを駆動するために、電源+100V動作の差動プッシュプルアンプ構成となっています。また、静電偏向型のCRTを使用しているために、ファイナルアンプの負荷は容量性になりますので本機では、高周波電流のドライブがこのアンプのポイントとなっています。SM-230では、DCバイアス電流の2倍まで高周波電流を駆動するために、電流ソース側のトランジスタのエミッタを容量接地し、ベース側を駆動する構成にしています。第54図。

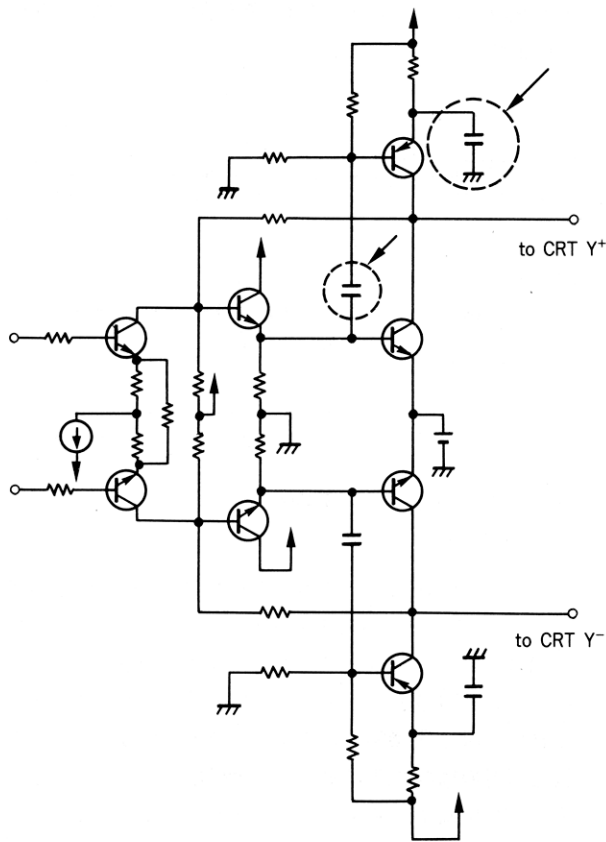


第52図

第52図に示す通り、VCOに掃引信号として供給されるノコギリ波は、同時にマーカー用のウインドコンパレータの入力として、TS-950からのマーカー位置情報として比較され、この出力をCRTへのアンプランキング信号に重畳することで、サブ受信周波数の周波数位置を表示しています。

また、ノコギリ波はCRT水平方向の掃引信号としても使用していますので、常に高精度でサブ周波数位置を示します。

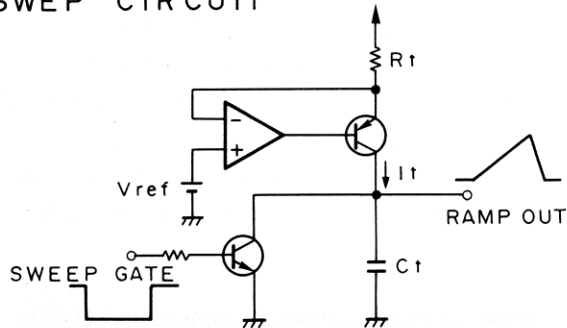
V-FINAL CIRCUIT



第54図 ファイナル回路略図

次にトリガアンプでは、垂直プリアンプからの出力を、TTLロジックレベルまで増幅しています。この時、任意の波形に同期させるためにクランプアンプ方式をとり、無調整でトリガリングするようになっています。掃引回路は、直線性の良い定電流充電方式をとって、掃引用ノコギリ波を生成しています。この回路は、基準電位に対して、定電流用トランジスタのエミッタを制御し、これによってエミッター電源間の電圧を安定化することで、高安定な電流を時定数コンデンサに供給しています。ここでオペアンプ、抵抗、コンデンサともに温度ドリフトの少ないパーツを厳選して使用していますので、温度ドリフトの少ない、校正された掃引用ノコギリ波が得られます。温度ドリフトの実力値は、0～50℃で約1.5

SWEEP CIRCUIT



第55図 掃引回路略図

%と非常に高安定となっています。

掃引回路(第55図)で生成されたノコギリ波は、水平アイナルアンプで、15V/divまで増幅され、CRTに供給されます。

CRTを駆動する高圧電源は、DC-DCコンバータで、-1.8KVに安定化された電源となっています。

10. 4 送信波モニター

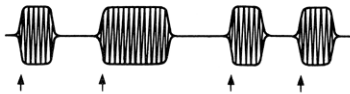
送信波のモニターモードでは、1.8MHz～150MHzまでカバーするために、CRTを直接駆動する方式となっています。

SM-230背面のM型端子TX ANTは、内部でスルー接続されており、そこから抵抗、コンデンサで送信波をピックアップして、CRT垂直偏向板に入力しています。

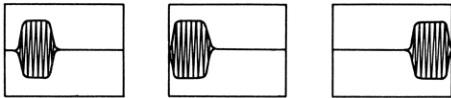
このピックアップ系(CRTの間)に、コンデンサ構成の6段階アッテネーターと、トリガ用信号ピックアップがあります。

トリガは、検波後にトリガアンプへ入力していますので、変調信号に対して同期するようになっています。

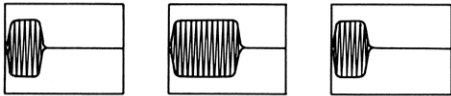
モニターモードでの掃引は、フリーラン掃引となっていますので、～100mS(～10Hz)間隔以上のトリガ信号に対しては、同期しにくくなっています。このため従来回路では、CWモードで電鍵を使用する時に、第56図のように掃引先頭が信号開始点とならず、短点・長点の判別が出来ない場合がありましたが、SM-230では、これを改善するために、リトリガブル回路を付加して、低速時の信号開始点=掃引先頭となるようにしています。



従来回路での波形



リトリガブル付連



第56図 電鍵波形

5 RTTYクロスパターン

RTTYの受信は、背面のマーク、スペース信号の入力端子へ信号を入力し、モードをX-TUNEにすることで観測が出来ます。

マーク、スペースそれぞれの信号は、どちらもオペアンプにより増幅して、ファイナルアンプを通し、管面に表示されます。

ゲイン、ポジションとも調整可能で、100Hz~10kHzまでは、振幅、位相ともトラッキングのとれた構成となっています。

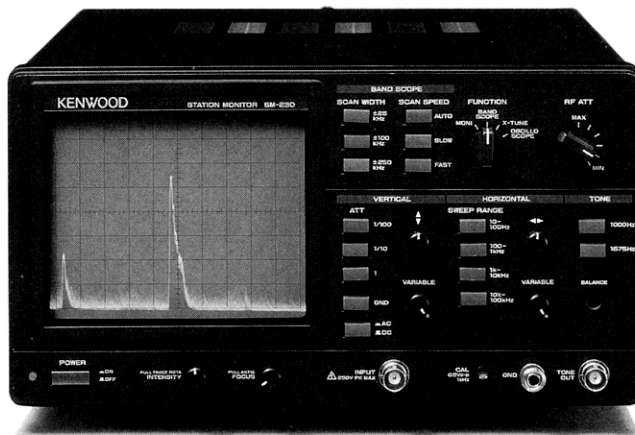
10.6 ツートーン発振器

ツートーン発振器はオペアンプによる、歪の少ないウィーンブリッジ発振回路を採用しています。発振周波数は、時定数用の部品にはドリフトの少ない部品を厳選してありますので、+50°Cで1%程度のドリフトであり、振幅もAGC回路のFETドレイン=ソース間の抵抗値をサーミスタで補正をかけ、+50°Cで1%程度にドリフトをおさえてあります。

10.7 CAL(校正出力)

CALは0.5Vp-p、1kHzの方形波出力で精度がそれぞれ3%、5%となっており、主に垂直軸感度、水平軸感度(プローブのある場合は、プローブの補正)に用います。

回路は、オシロスコープで実績のある、オペアンプによる方形波発振器の出力をダイオードでスイッチして、校正出力を得ています。この出力も+50°Cで1%程度のドリフトにおさえてあります。



定 格(TS-950)

仕 様		TS-950
周波数範囲	160mバンド	1.9075~1.9125MHz
	30mバンド	3.5~3.575MHz
		3.791~3.805MHz
	40mバンド	7.0~7.1MHz
	30mバンド	10.1~10.15MHz
	20mバンド	14.0~14.35MHz
	17mバンド	18.068~18.168MHz
	15mバンド	21.0~21.45MHz
	12mバンド	24.89~24.99MHz
10mバンド	28.0~29.7MHz	
電波型式	CW	
	SSB	
	AM	
	FSK	
	FM	
アンテナインピーダンス		50Ω
電源電圧		100V 50/60Hz
消費電力 (送信時最大)	TS-950S DIGITAL	700W以下
	TS-950S	670W以下
	TS-950V	270W以下
寸法(幅×高さ×奥行)mm		402×141×400
突起物を含む最大寸法		409×154×446
重量		約23kg
使用温度範囲		-10°C ~ +50°C
周波数安定度 (-10°C ~ +50°C)	TS-950S DIGITAL	±0.5×10 ⁻⁶ 以内
	TS-950S/V	±10×10 ⁻⁶ 以内
送信出力	TS-950S	100W (ただし28MHz帯は50W)
	TS-950V	10W
変調方式	SSB	平衡変調
	FM	リアクタンス変調
	AM	低電力変調
最大周波数偏移(FM)		±5kHz
不要輻射強度		-40dB以下
搬送波抑圧比	TS-950S DIGITAL	50dB以上
	TS-950S/V	40dB以上
不要側帯抑圧比	TS-950S DIGITAL	60dB以上
	TS-950S/V	50dB以上
送信周波数特性	TS-950S DIGITAL	200Hz~3100Hz (最大)
	TS-950S/V	400Hz~2600Hz (-6dB以下)
マイクロホンインピーダンス		500Ω~50kΩ

仕 様		TS-950
受信方式		クオドラプルコンバージョン方式
中間周波数	第1IF	73.05MHz
	第2IF	8.83MHz
	第3IF	455kHz
	第4IF	100kHz(FMを除く)
受信感度	SSB, CW, FSK (S/N10dB)	8dBμ(2.5μV)以下 (100kHz~150kHz)
		0dBμ(1μV)以下 (150kHz~500kHz)
		12dBμ(4μV)以下 (500kHz~1620kHz)
		-14dBμ(0.2μV)以下 (1.62MHz~28MHz)
	AM(S/N10dB)	-14dBμ(0.2μV)以下 (28MHz~30MHz)
		28dBμ(25μV)以下 (100kHz~150kHz)
		20dBμ(10μV)以下 (150kHz~500kHz)
		30dBμ(32μV)以下 (500kHz~1620kHz)
		6dBμ(2μV)以下 (1.62MHz~28MHz)
		6dBμ(2μV)以下 (28MHz~30MHz)
FM(12dB SINAD)	-6dBμ(0.5μV)以下 (28MHz~30MHz)	
スケルチ感度	SSB, CW, FSK, AM	16dBμ(6.3μV)以下 (100kHz~150kHz)
		8dBμ(2.5μV)以下 (150kHz~500kHz)
		20sBμ(10μV)以下 (500kHz~1620kHz)
		-6dBμ(0.5μV)以下 (1.62MHz~28MHz)
	FM	-6dBμ(0.5μV)以下 (28MHz~30MHz)
		-10dBμ(0.32μV)以下 (28MHz~30MHz)
スプリアスレスポンス (1.9~30MHz)	イメージ比	80dB以上
	IF妨害比	70dB以上
選択度(初期設定時)	SSB, CW, FSK	2.4kHz以上(-6dB)、 3.8kHz以下(-60dB)
	AM	6kHz以上(-6dB)、 15kHz以下(-60dB)
	FM	12kHz以上(-6dB)、 24kHz以下(-60dB)
RIX, XIT可変範囲		±9.99kHz
ノッチフィルター減衰量		45dB以上
低周波出力		1.5W以上 (8%10%歪時)
低周波負荷インピーダンス		8Ω

※測定法はJAJAで定めた測定法による。

定 格(SM-230)

電源 100V±10% 50/60Hz 29W
寸法及び重量 W260(260)×H141(155)×D400(427)mm
7.5kg ()内は突起物を含む最大寸法

モニター部

測定周波数 1.8~150MHz
感度 1.8~30 MHz 37dBm時 1 DIV以上
30~150MHz 41dBm時 1 DIV以上
最大通過電力 1.8~30 MHz 2 kW PEP
(ATT MAXにて最大 5 分)
30~150MHz 100W PEP

バンドスコープ部

入力中心周波数 8.83MHz
入力感度 10μVrms時 1 DIV以上
SCAN幅 ±25、100、250kHz切換 ±10%

ツートーン発振部

発振周波数 1000Hz、1575Hz ±10%
出力電圧 5 mVrms ±20%
出力インピーダンス 600Ω

垂直軸

入力感度 10mV~10V/DIV
(3レンジ、レンジ間微調整付)
入力インピーダンス 1MΩ 50pF以下
周波数特性 DC~10MHz (-3dB)
許容入力電圧 500Vp-pまたは250V(DC+ACピーク)

掃引回路

掃引周波数 10Hz~100kHz
(4レンジ、レンジ間微調整付)

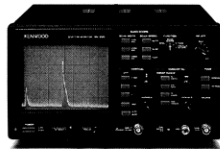
掃引方式 トリガ掃引

動作温度

仕様保証温度 10°C~35°C
動作温度 0°C~50°C

OPTION

ステーションモニター
SM-230 ¥139,000(税別)



外部スピーカー
SP-950 ¥13,000(税別)



TS-950S/V用デジタルシグナル
プロセッサ
DSP-10 ¥80,000(税別)
※TS-950S DIGITALには標準
装備されています。

TS-950S/V用温度補償型
水晶発振器ユニット
SO-2 ¥20,000(税別)
※TS-950S DIGITALには標準
装備されています。

HF帯リニアアンプ
TL-922 ¥285,000(税別)

音声合成ユニット
VS-2 ¥5,900(税別)

パーソナルコンピュータ用
インターフェース
IF-232C ¥9,900(税別)
通信用高級マイクロホン
MC-60S8 ¥12,400(税別)

卓上型エレクトレット
コンデンサーマイクロホン
MC-85 ¥17,900(税別)
卓上型エレクトレットコンデン
サーマイクロホン
MC-80 ¥8,630(税別)

アップダウンスイッチ付
ハンドマイク
MC-43S ¥3,100(税別)
オープンエア型ヘッドホン
HS-5 ¥5,800(税別)

軽量ヘッドホン
HS-6 ¥3,800(税別)

SSBフィルター
YG-455S-1 ¥19,000(税別)

TS-950S/V用
CWナローフィルター
YG-455C-1 ¥17,000(税別)
※TS-950S DIGITALには標準
装備されています。

TS-950S/V用
CWナローフィルター
YG-455CN-1 ¥19,000(税別)
※TS-950S DIGITALには標準
装備されています。

TS-950S/V用CWフィルター
YK-88C-1 ¥7,000(税別)
※TS-950S DIGITALには標準
装備されています。

HF用ローパスフィルター
LF-30A ¥4,900(税別)

TS-950徹底解説集

発行日：1989年9月1日

発行：株式会社ケンウッドコーポレートデザイン部©

〒150 東京都渋谷区渋谷2-17-5(シオノギ渋谷ビル)

印刷：セザックス株式会社

KENWOOD CORPORATION