

CQ Publishing Co., Ltd. 14-2 Sugamo 1-chome, Toshima, Tokyo 170, Japan

## 目次

- 39 市販のSSBトランシーバーに付加  
デジタル・ディスプレイ回路の作りかた ..... **JA6BI** 田縁 昭
- 44 フロント・エレクトリック  
DIGITAL-500 の表示回路 ..... **JA1FSL** 平川 定広
- 46 NECのCQ-110  
デジタル周波数カウンターの回路 ..... **JA2GUW** 小野 治
- 48 八重洲無線 FT-501  
デジタル周波数表示の回路 ..... **JA1HZ** 森井 欣央
- 54 市販の送受信機をデジタル化する  
アダプターの製作と設計の方法 ..... **JA1BUD** 西村 昭義
- 61 先が減らないハンダ・ゴテ
- 62 銀メッキのよごれ(硫化銀)をとる  
薬品につけるとハッチリ ..... **JA1BYL** 小坂 雅夫
- 65 4種類のメモリーを内蔵  
RFまわり込み対策つきエレキの製作 ..... **JA1DFQ** 近藤 隆
- 72 新しいアイデアによる  
スピーチ・プロセッサの実験 ..... **JA3DXT** 福田 昌彦
- 76 現在の法規のどこが問題か  
リピーターが実現しない理由は? ..... 利比田 公吉
- 80 技術的にも興味あるリピーターの動作
- 82 DX Around the World  
子ベットとタンザニアの消滅 ..... 82  
KP 6KRのドキュメント ..... 84  
局名はカードにはっきりと ..... 87
- 88 第1回A-Aコンテスト フォーンの部に参加して ..... **JA2AAQ** 横山 孝雄
- 90 JCCサービスなどの移動運用  
成功させるための10カ条 ..... **JA1UT** 林 義雄
- 93 海外からの話題
- 94 コンピューターが作る  
大圏コースのチャート ..... **WB5CBC** William D. Johnston
- 96 リレー・コイルにダイオードを入れる理由 ..... **JA1BHG** 岩上 篤行
- 98 コリンズ送信機の出力段  
高周波NF回路の調整法 ..... **JH1TKX** 海老沢 徹
- 106 コリンズのアマチュア無線用機器一覧表
- 108 CW受信用  
制御電源型アクティブ・フィルター ..... 山下 栄一
- 113 エレクトロニクスRTTYシリーズ(1)  
論理ICによるRTTY用CQ'er ..... **JA1BLV** 関根 慶太郎
- 124 市販フロント・エンドを利用, 144~146MHzをVXOで連続カパー  
IFを10.7MHzにしたシングルスーパー ..... **JA8BI/1** 大蔵 恭仁夫

制作協力

印刷 三晃印刷(株)  
井上印刷所  
写植 旬 タイピングヨシダ  
製本 旬 経文社 井上製本

表紙の説明

今の特集は“送受信周波数のデジタル表示”です。いままでの市販SSB/CWTランシーバーはアナログ表示がほとんどでしたが、これにアダプターを追加してデジタル表示にしようというわけです。表紙には 3.800, 7.050, 14.201 MHzを表示させました。JAIKSI, 宮内勝氏の撮影

- 129 アンテナ測定にぜひ必要  
高周波インピーダンス・ブリッジの製作……………JA2BKV 山口 史郎
- 134 デジタル・シンセサイザー方式  
VFO(600kHz~1.1MHz)の試作……………JA1OVU 石原 英治
- 139 ハム・コンサルタント
- 140 クラインシュミットのマシン  
どんな種類があるか……………JA1ACB 難波田 了
- 144 Antenna Scope
- 148 解放される75メーター・バンドの  
効果的な使いかた……………JA4BJO 松村 武明
- 152 TR-8200 の局発はシンセサイザー方式を採用
- 154 R-390Aにプロダクト検波回路をつけるには
- 156 通信型受信機R-390/URR  
局発の周波数構成と同調用ギア・システムについて・JR1QVW 大高 昌晶
- 163 TOKYO REPORT …………… W9PQN/JA1YSH Roy E. Waite
- 166 The Editor's Note (編集後記)

KEY CLICK

デジタルとアナログ……………	53
古い機器の回路図……………	105
リレー接点のスパーク止め(1)……………	112
432MHz トランスバーター用混合回路……………	123
新しい呼出符字列……………	138
リレー接点のスパーク止め(2)……………	143
2.78メートルの差……………	150
ハムの集まり……………	155

広告索引

表紙

福山電機工業……………	2
極東貿易(株)……………	3
八重洲無線(株)……………	4

目次

井上電機製作所……………	1
旭精鋼産業(株)……………	4

広告

クリエイト・デザイン(株)……………	7
ソニーサービス(株)……………	8
(株)ナガラ電子工業……………	9
日本電業(株)……………	10
アポロ(株)……………	11
(株)カツミ電機……………	12
安展工業(株)……………	13
日高電機(株)……………	14
世和興業(株)……………	15
(株)タニグチエンジニアリング……………	16
(有)クラニシ計測器研究所……………	16
江本アンテナ(株)……………	18

ハイモンドエレクトロ社……………	20
(株)アインズ……………	21
スタンダード工業(株)……………	22
(株)アンペール通信器……………	23
北辰産業(株)……………	24
ストレッチタワー……………	25
東京電子専門学校……………	26
無線従事者教育協会……………	27
三田電波(株)……………	28
ミスホ通信機(株)……………	28
杉原商会……………	29
有明無線……………	30
タマエレクトロニクス(株)……………	31
星電パーツ(株)……………	32
(株)トヨムラ……………	33
オスカーブロック電子(株)……………	34
横浜総合ハムセンター……………	34
(株)ヤマトムセン……………	35
(株)湘南FM……………	36
三協特殊無線(株)……………	36
(株)八光舎……………	37
信和通信機販売(株)……………	37
(株)ゼネラル……………	38
日本電子工学院……………	38

折込

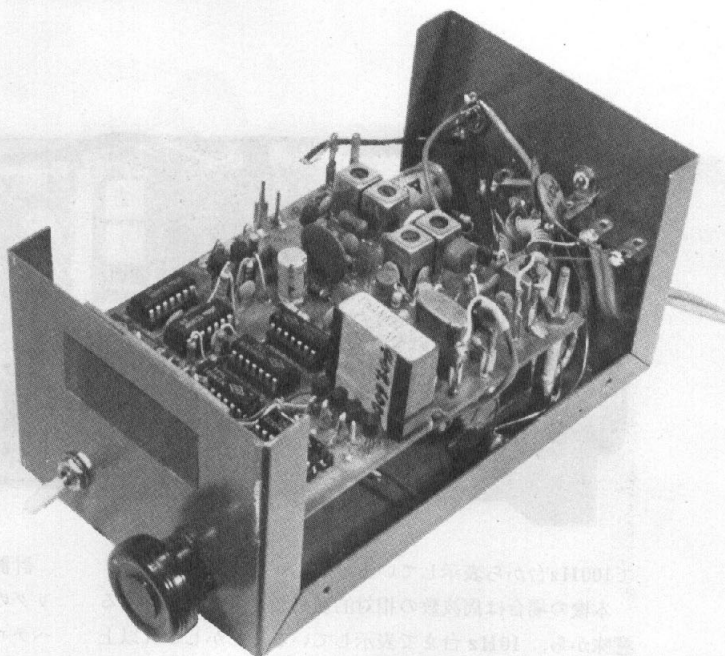


田 縁 昭\*

J A 6 B I

## 市販の SSBトラン

シーバーに付加



# デジタル・ディスプレイ回路の作りかた

## はじめに

送信機や受信機の周波数表示のデジタル化は表示が直接的で視差がない、精度がこれまでのアナログ式ダイアルに比較してずば抜けて良いなどの利点があり、我々にとってきわめて興味深い。実際すでに数社の製品が市場に出まわっている。しかしその反面、いままでのダイアルつきのリグで経験するような、“ダイアルのあの付近に珍局が出ている”といった概念的な感覚はうまくつかめない。そのためにDXハンティングの場合には、そのつど細かい数字を記憶しなければならず、迅速なオペレーションが望めないことになる。

そこでデジタルとアナログの両方の表示が可能であれば、つまり既存のダイアル表示のリグに周波数カウンターを付加して、運用周波数が高い精度で直読できたらと考えるのは、ハムをやっている人にとっていちどは考えてみる夢ではないだろうか。その夢を実現すべく、外づけの運用周波数直読カウンターを製作し、いささかの経験を待たので、その概要について述べ同好諸氏の参考に供したい。

## デジタル表示を行なう場合の問題点

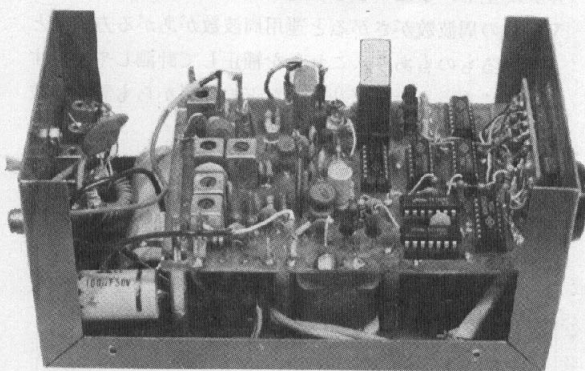
実際のハムのオペレーションに使用するデジタル表示については、単に周波数を測るのではない二、三の問題点があるため、それについてあらかじめ検討を加えて

おくことが必要である。

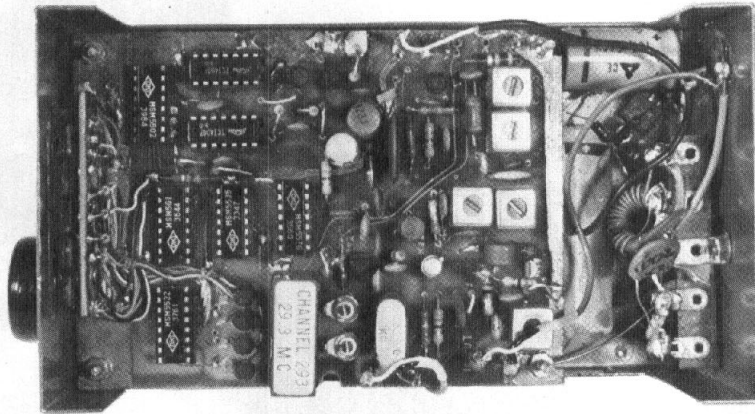
### ①周波数の読みとり精度

どの程度の精度にするかは、実際の運用にあたって、どの程度の周波数的余裕があるかによって決定される。これは電波型式によって異なるが、SSBの場合がもっとも精密さを要求される。いわゆるゼロインの状態では±100Hz程度の精度を要求されるが、数局でラウンドQSOをする場合にはさらに正確さを要求される。このことから最小桁は少なくとも100Hzは必要であるが、デジタル・カウンター特有の最小桁における1ビットの誤差があるために、さらにもう1桁精度をあげて10Hz台までカウントする必要がある。しかし10Hz台は表示を省略してもよく、FT-501では10Hz台までカウントし

右側がパネル前面、プリント基板の下に電源トランス



\* 熊本市大江2-1-10 大江住宅 456



プリント基板の上面、右上にある4個のIFTは2~2.6MHzのバンドパス・フィルター、CHANNEL 293 (29.3MC)の水晶片は基本波409.600kHzのもの、その右側にHC-6/U型の7500kHz水晶片がある

て100Hz台から表示している。

本機の場合は周波数の相対的変動などもチェックする意味から、10Hz台まで表示している。しかしこれ以上精度を上げて、完全に0Hzにゼロインすることは実際上不可能であるために無意味で、表示時間との関係もあり10Hz台までが適当と思われる。

### ②表示時間

表示時間は精度とのあいだに相互関係があり、精度を上げると、たとえば1Hz台までにするカウント時間が長くなり、ダイヤルを早く動かした場合は表示までに時間的な遅れを生じ実際的ではない。とくに細工をしなければ表示時間は10Hz台で0.2秒、100Hz台では0.02秒となる。

一方、表示時間が短かすぎると、VFOの変動がある場合には最小桁がチラチラして読みにくくなる。このようなことから10Hz台までで0.2秒くらいがもっとも適当と思われる。

### ③計測周波数

VFOの周波数を運用周波数での直接表示にするためには、VFOを直接計測する方法はほとんど不可能である。さらに後述のように、電波型式の変化で数kHzの差異が生じ、またVFOが逆ヘテロダインに、すなわちVFOの周波数がさがると運用周波数があがる方式をとっているものもあり、これらを補正して計測しやすくするためにも、またスプリアスなどの関係からも計測周波数を決定しなければならない。

〔第1表〕 TS-520の7MHz帯における周波数関係 (kHz)

	キャリア周波数	VFO周波数	中間周波数	ヘテロダイン周波数	運用周波数
LSB	3393.5	5501.5~4901.5	8895~8295	15895	7000~7600
USB	3396.5	5498.5~4898.5			

計測周波数の決定にはさらに二、三の要因が考えられ、リグの中間周波数、VFOの発振周波数、運用周波数、ヘテロダイン周波数、さらにはそれらの高調波関係、カウンター用ICの周波数特性などを考慮して決定されなければならない。

本機の場合はTS-520を使用しているため、いろいろ検討の結果、計測周波数は2000~2600kHzとして、MHz台はオーバーフローさせて表示しないこととした。表示は000.00kHz~999.99kHz（実際には600.00kHzまで）とすることとした。したがってヘテロダインのための周波数はVFOが5500~4900kHzであるため、7500±2kHzとすることにした。もしVFOが9200~8700kHzであれば11200kHzとすればよい。

### ④USB, LSB, CW運用時における表示周波数の補正

運用する電波の型式によってはキャリア周波数が異なり、したがって同一の運用周波数であってもVFOの周波数が数kHz異なることがある。アナログ表示の従来のダイヤルであれば、目盛りを読む位置をずらすことによって目的を達している。しかしデジタル表示の場合はそのような方法が使えないので、なんらかの方法でこれを補正する必要がある。

最近のデジタル表示のリグは、キャリアの周波数を一定とし、USBとLSBはフィルターを切り換えてこの点を解決している。しかし我々の手もとにあるほとんどのリグは、キャリア切り換え方式である。その解決法としては、前項で述べたヘテロダインに際して、その水晶発振周波数をVXOによって数kHz動かすことによって補正することができる。

たとえば本機を使用しているTS-520に例をとれば、7MHz帯におけるUSB, LSBの周波数関係は第1表のようになる。そこで計測周波数に変換するヘテロダイン発振の周波数は14MHzを例にとると第2表のようになる。つまり7501.5~7498.5kHzまでをVXOで変

T S -520						カウンター		
運用周波数	ヘテロダイン周波数	中間周波数	V F O周波数	キャリア周波数		ヘテロダイン周波数	計測周波数	表示周波数
14150	22895	8745	LSB 5351.5	LSB 3393.5	}	7501.5	2150.00	150.00
			USB 5348.5	USB 3396.5		7498.5		

〔第2表〕 14.150MHzのLSBとUSBで運用するときのカウンターのヘテロダイン周波数 (kHz)

化させればよい。

### ⑤バンド切り換え時における表示周波数の補正

前項で述べたと類似の関係がバンド切り換え時に生じる。その結果を私での3.5MHz帯を0として表わすと、第3表のような結果となる。

これは五十嵐明氏 (JA1SSL) の成績 (注1) と類似する。したがってこのぶんをも補正する必要がある。これはUSB, LSBの補正と同様な方法で、バンド切り換え時に補正すればよい。

### ⑥スプリアスの防止

デジタル・カウンターはパルスを取り扱いかい、カウント時間をスイッチングするために、その高調波をきわめて多量に出す。したがってそのスプリアスがカウンターの外に放射され、高感度の受信機に入感し妨害を生じることがある。具体的にはスイッチングのノイズが入りクリックのような雑音が入り、微弱な信号を受信している場合には明らかな妨害となる。

これを防止するには、カウンターのシールドを厳重にするか、パルスやスイッチングの電力量を妨害にならないまで少なくするか、いずれかの方法が必要である。そこで本機では、次項で述べるような関係もあって一般のカウンターに使用されているTTLにかわり、数十分の一から数百分の一の電力量であるC-MOS (注2) を使用することによってこの問題を解決している。

しかもC-MOSはカウンターの製作にきわめて便利なLSIの種類も多く、ICの数を少なくできる。そのほかのスプリアスとして、ヘテロダイン発振について考えなければならないが、本機では入力回路に7500kHzのトラップを挿入しているためか、とくに問題となるようなことはなかった。

### ⑦送信時の自局電波による誤動作の防止

前項とは逆に、自局の送信時の強力な電波によって、カウンターが誤動作することがある (注3)。ことに高い周波数まで動作する高感度のカウンターではこの危険性が大きい。このことは既存のカウンターを応用する場合に問題を生じるかも知れない。そのために本機では、前項で述べた理由とともに、TTLに比較して応答周波

数が低いC-MOSを使っている。

すなわち周波数特性が3.5MHz以下であればよい。幸いなことにC-MOSは電源電圧に対する自由度が高く、かつ電源電圧によって周波数特性が変えられるので、はなはだ都合である。本機では7Vで3MHzまで応答し、それ以上では不感となるので、その電圧で使用している。しかしこの電圧はICにより異なるので、個々にチェックする必要がある。

### 回路の構成

本機のブロック・ダイアグラムは、第1図のごとくである。カウンター部の回路構成はとくに従来のもの (注2) と変わった点はなく、詳細は紙面の関係もあり割愛する。ただ基準時間の分周回路のみが多少異なっているので補足する。

MSM5576は発周回路と2分周回路が12段入ったLSIで、9, 10, 11, 12段に出力が得られるようになっている。

そこで本機では409.600kHzを発振させ11段目より50Hzを出力し、これを7490と同一機能のMSM5535に入れ、 $\frac{1}{2}$ と分周しデューティ50%の5Hzを得て、これをゲート時間とする。もちろん1MHzあるいは100kHzから従来の方法で分周して、目的の基準時間を得てもよい。

このような場合も4桁のカウンターを使えばICの数が少なくなる。数字表示はLEDを使用し、MSM551でデコードした。C-MOSの詳細についてはトランジスタ技術1974年10月号を参照されたい。

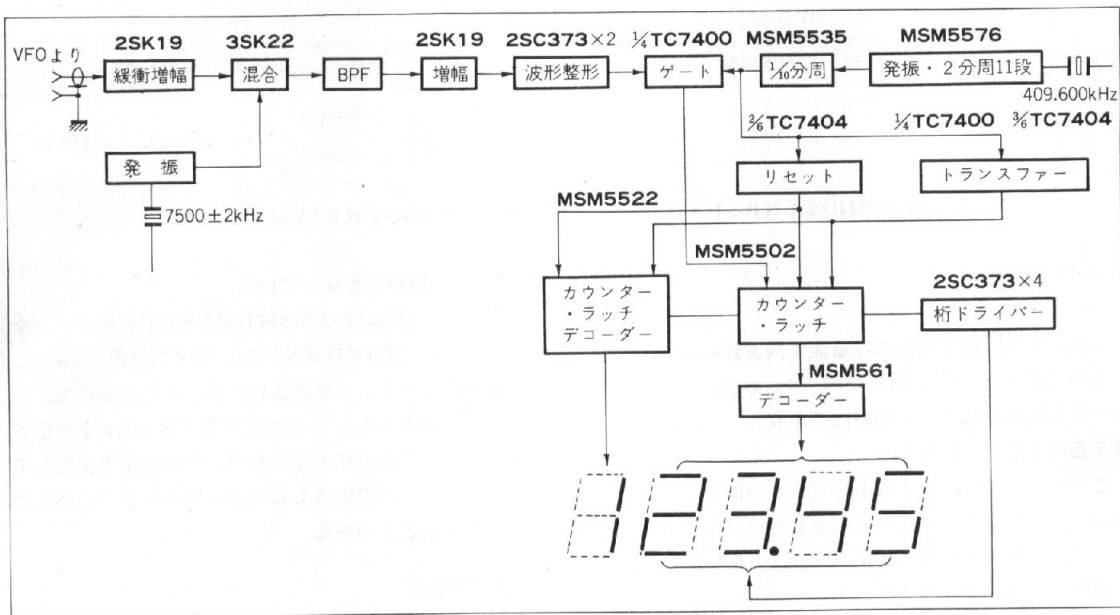
コンバーター部は2SK19で緩衝増幅したのち3SK22で混合する。この際、スプリアス防止のためG<sub>1</sub>に局発を、G<sub>2</sub>に信号を入れるようにした。

ついでスタガー同調としたバンドパス・フィルターを通し、2SK19で増幅し波形整形回路を通しカウンターに入力する。ヘテロダイン発振は7500kHzの水晶片に

〔第3表〕 各バンドにおけるヘテロダイン発振の偏差 (kHz)

3.5	7	14	21	28	28.5	29.1
0	-0.15	-0.09	+0.31	+0.01	+0.69	+0.54





〔第1図〕 自作したデジタル表示回路のブロック・ダイアグラム

10 $\mu$ Hと150pFのバリコンを直列に入れ、7501.8~7496kHz程度の周波数変化を得ている。本機では7500kHzと表示の水晶片を使用した。再現性を考えると7501.5kHzの水晶片がよいかも知れない。

電源はC-MOSを使用しているためとくに厳重な電圧管理は必要としないが、カウンターのMSM5502の動作周波数を考慮して7.0Vとした。ICが変われば電源電圧を変更する必要があるかも知れない。たとえばTC5001は周波数特性がよいので、もっと低い電圧でも良いと思う。消費電流はC-MOSを使用したため非常に少なく、LEDをも含めて約100mAである。

## 調 整

調整にはSG、パルポル、周波数カウンターがあれば望ましい。カウンターの部分は誤配線がなければ一応動作するはずである。Tr<sub>4</sub>ゲートのTPにSGを接続し、最大出力で周波数をあげて行きカウントの限界を知る。2.6MHzに達しなければ許容限度まで電源電圧をあげて、約3MHzくらいまでカウントするようにする。

つぎにSGの周波数をすでに較正済みの周波数カウンターで計測し、その値と同じになるよう基準時間用の発振回路のトリマーを調整する。もし1MHz、100kHzの水晶を用いた場合はJJYで較正してもよい。

カウンター部の調整が終了したらSGを本機の入力に接続し、ヘテロダインの発振を止めた状態で2~2.6MHzで動作するようにバンドパス・フィルタを調整する。スタガー同調であるから、バンド内を適当に分散して同調させればよい。パスバンド特性にかなりの凹凸が

あっても、波形整形回路で飽和してしまうので問題はない。十分な帯域がとれない場合は、結合容量を増加してみるのもひとつの方法である。本機の製作上、もっとも調整を要したのはこの部分であった。

つぎにヘテロダインの発振を行なわせ、VFO出力またはSGで5.5~4.9MHzを入力して、運用周波数に対応した表示が出ればほぼ完成である。出なければミクサーの注入電圧を増すか、バンドパス・フィルタを再調整してみる必要がある。最終的にはJJYに正確に較正されたマーカーで正確な運用周波数(たとえば21300.000kHz)を設定しておき、この周波数に一致した表示をするように、この場合であれば300.00となるようVXOのバリコンを調整する。

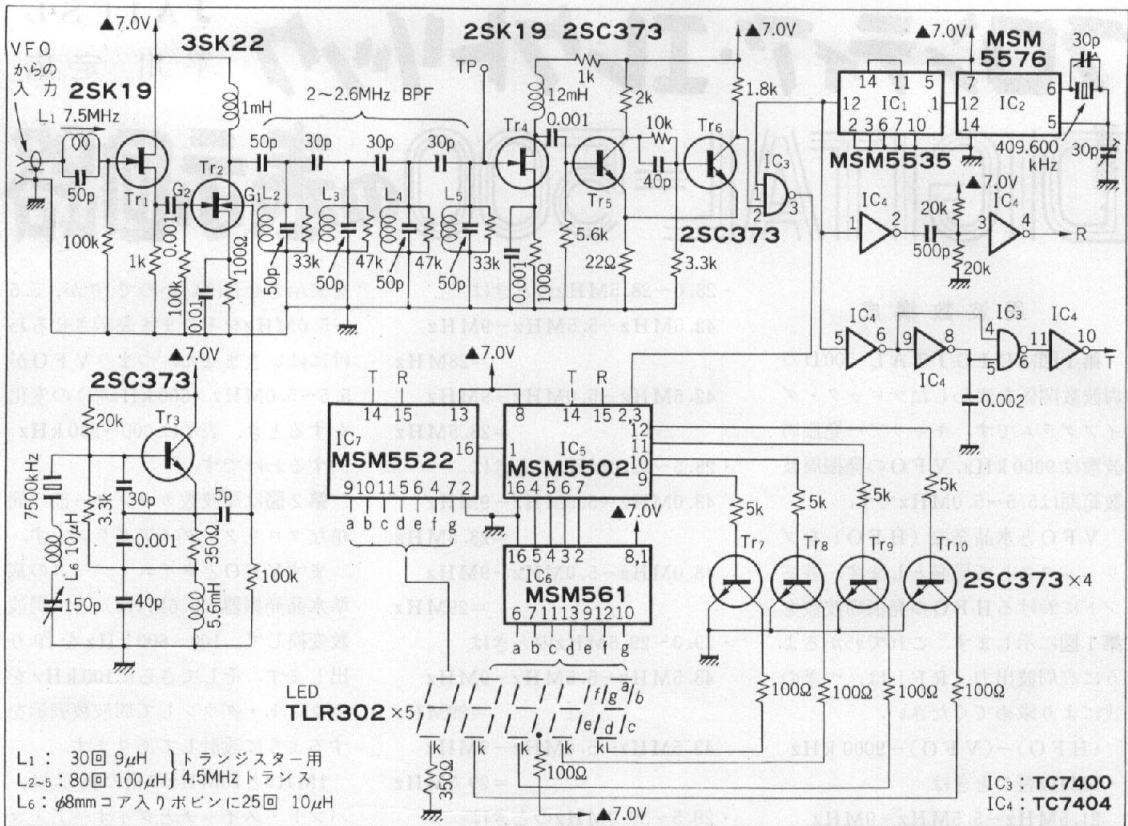
USB、LSB、CWに切り換えた場合にも同様に正確に周波数を設定しておき、これを表示するように補正をすればよい。バンドを切り換えた場合も同様な手順で行なう。

## おわりに

本機の製作にあたっては、ある程度試作的な部分もあるため、製作中あるいは使用中に一、二の問題点が認められたので、そのことについて述べ参考としたい。

第一はICの選択であるが、C-MOSを使うことに問題はないが、主要部分を沖電気のICを使用したため市場での入手難、カウンターの周波数特性が低いことから再現性に問題がある。

そのため本機で用いた周波数では、MSM5502より東芝のTC5501がすぐれており、入手も容易であるため、



〔第2図〕 TS-520と併用するデジタル表示回路の全回路、水晶発振周波数を変えれば他の機器にも使える

追試される場合はTC5001を使用されることを望む。

第二は基準周波数であるが、測定用のカウンターがなければ従来の方法、すなわち1MHzあるいは100kHzから4桁のLSIを使って分周するのが容易かも知れない。

第三に使用中に感じたことであるが、周波数の補正時にまずマーカーでゼロビートをとるのであるが、SSBの場合キャリアの位置がフィルターのパスバンド外となるため、ビート音が片ビートとなり0Hzの位置を決定することが困難で、正確な周波数を設定することがむずかしい。10Hz台まで表示しようとするとかかなりの困難さを否定できない。

そのためには周波数設定の際にゼロビートでなく適当な周波数、たとえば2000Hzをとり出し、これをTr<sub>4</sub>のTPから入力してカウンターに2000Hzを表示させ(実際の表示は00200となる)、正確な周波数を設定させるとよいであろう。

この場合はゼロビートの場合より2000Hz高いか低いかのいずれかであるので、USBであれば、たとえば300kHzの場合なら2000Hz低い298.00と表示するように補正すればよいことになる。したがってこの点については今後改良する必要がある。

参考文献

(注1) 五十嵐明 (JA1SSL), 尾木広司 (JH1WXT) : デジタルVFOの製作, Ham ライフ 1974年10月号

(注2) 高橋隆司 (JH1QZT), 簡易型周波数カウンターの製作, CQ ham radio 1974年5月号

(注3) Recent Equipment (Spectronics DD-1 Digital Display) : QST 1974年7月号

〔第3図〕 電源部の回路

