

ブロック別概説

2015年5月8日

【ANT回路】

入力アッテネーターは、0dB／-20dBの切り替えを付加しております。受信機の基本的なスペックは、ANT端子最大許容入力＝S9+50dB（-23dBm）にても、復調オーディオでIM3=-70dB確保出来ること。又実用感度=-110dBmに設定しております。-23dBmを超える信号が入力されたとしても、即座に飽和する訳ではありません、S9+60dBの信号でもIM3=-55dBと悪化しますが、実聴感では判りません。念のため、超ウルトラローカルのハイパワーを受信した時のために20dBアッテネーター切り替えを挿入しております。又受信機本体の動作確認や調整時に使用するためのSGを内蔵しており、本信号とANT信号との切り替えもANT回路で行っております。

Q3入力	ANT/SG切り替え
0V	ANT側
5V	SG側

Q8入力	ATTのON/OFF
0V	OFF
5V	ON

【BPF回路】

チェビシェフタイプの3ポールBPFです、アマチュア全バンド必要帯域幅のみの設計にすると、バンド間の挿入ロスが大きくなるため、3.5/7Mを基本に他バンドでは挿入ロスに大きな差分が出ないように帯域を設計しております。ある機種で4ポールの設計をしましたが、コイルを巻くのがしんどいため、3ポール設計にしております。実際は手巻きして、Lメーターで計測し、巻数を調整します。バンド切り替えのデコーダーは、74HC138を使用し、3bit入力で8ラインデコード出来ますから、8バンドまでの切り替えが可能です。

A入力	B入力	C入力	出力
0V	0V	0V	3.5M(⑮=0V)
5V	0V	0V	7M(⑭=0V)
0V	5V	0V	14M(⑬=0V)
5V	5V	0V	21M(⑫=0V)
0V	0V	5V	28M(⑪=0V)

【1stミキサー回路】

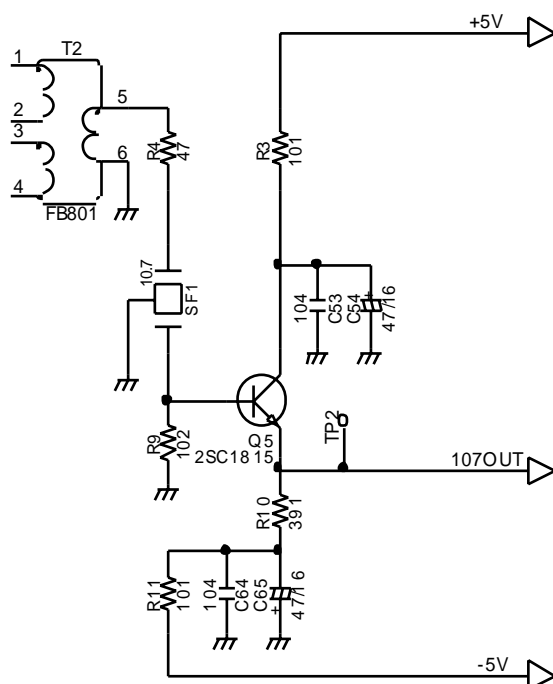
何も述べることはありません、今まで使用してきたプレッシーの高レベルミキサーです。変換利得が高いため、あえて高周波増幅回路を必要としません、本来はもう少し高い電圧駆動が望ましいですが、回路全体を±5Vのトラッキング駆動しているため10V駆動となります。本IC(SL6440C)は、非常に古く市場在庫も殆ど見かけなくなりました私の手持ち在庫も少なくなり、ミキサーICは計3個必要ですが、全て本ICとなると、不足なため他のミキサー(2ndミキサー)は別ICを使用することとしました。

全バンド(逆ヘテロは行っていません)

受信周波数 + 10.708MHz=VFO周波数 となります。

変換された信号10.7MHzは、セラミックフィルター(公称±12.5KHz)を使用します。送受信機に使われるフィルターは色んな種類がありますが、私が今までに経験した中ではメカフィルとかXTALフィルターは一般的に大きな入力レベルが扱えません。

勿論、歪=-50dBでもOKであれば、そんなに意識しなくても良いですが、その点セラミックフィルターは大入力にも良好な特性が維持されており、素晴らしいです。運よく今まで使用した128KHzフィルターや、今回のRockwell-collisのフィルターは大入力=OKです、誰か本フィルターは、メカニカルセラミックフィルターと言っておられた方がいましたが、正解かも知れません。



ミキサーの出力インピーダンスとR4で入力マッチング、R9で出力マッチングをとり、エミフォロ(Q5)で出力します。

【フィルターブロック】

受信帯域の切り替えは、Nar=2.5KHz、Mid=4.0KHz、Wid=10KHzで行います、好きなフィルターを使用しても良いですが、今回はCollinsの2.5KHz／4.0KHzと村田セラミック10KHz(±5KHz)を使用することにします。

A端子	B端子	出力
0V	0V	Nar(2.5KHz)
5V	0V	Mid(4.0KHz)
0V	5V	Wid(10KHz)

各フィルターを切り替えて、入力アンプの各VR1～VR3で出力レベルを合せる。

ISBモードでは、フィルターの切り替えは出来ない、Wid(±5KHz)固定での使用となる。又、送信機(TXB)と連動させておくと、EXTEND-MON=ONの時は、受信フィルター=Midであっても送信中=Widに変わります、受信状態に入ると元に戻ります。これは基本的には自分のモニター信号はWidで確認するのが基本ですが、通常フィルターでも確認したい時があるため、EXTENF=ON/OFF機能を付けています。SDR検波用は、10KHz(±5KHz)の1種類のみ使用します。

【2ndミキサー】

AN614を使用しています、AN612は内部にてバイアス生成していますが、本ICは外部からバイアス設定出来るようになっています、Plutoでも使用しましたが、以前からミキサー用として使用していました。AN612/614は、アナログテレビのI/Q変復調用に開発されたICで今では用途のなくなったICです。

本通り復調側

$10.708\text{MHz} + 455\text{KHz} \pm ((\text{フィルター帯域}) / 2) = 2\text{nd搬送周波数}$

例えば

LSBモード

Nar	$10.708 + 0.455 + (2 / 2.5\text{KHz}) = 11.16425\text{MHz}$
Mid	$10.708 + 0.455 + (2 / 4.0\text{KHz}) = 11.165\text{MHz}$
Wid	$10.708 + 0.455 + (2 / 10\text{KHz}) = 11.168\text{MHz}$

USBモード

Nar	$10.708 + 0.455 - (2 / 2.5\text{KHz}) = 11.16175\text{MHz}$
Mid	$10.708 + 0.455 - (2 / 4.0\text{KHz}) = 11.161\text{MHz}$
Wid	$10.708 + 0.455 - (2 / 10\text{KHz}) = 11.158\text{MHz}$

ISBモード

Wid	$10.708 + 0.455 = 11.163\text{MHz}$
-----	-------------------------------------

SDR復調側

455KHzを中心に、キャリアポイント=455KHz-5KHz=450KHzにて
モード/バンド関係なく、常にこの状態で復調されます。

$$10.708\text{MHz} + 455\text{KHz} = 11.163\text{MHz} (\text{搬送周波数})$$

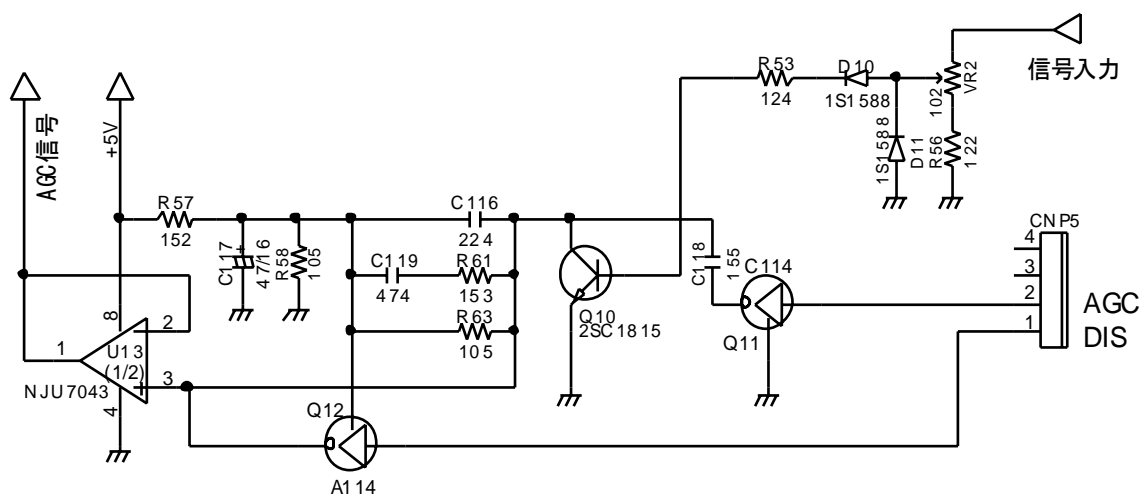
【IFアンプ】

アナデバのAD603を使用しています、以前、各局がシングルスーパー
受信機を製作された時にAD603を使用されたと思います、又以前
CQ誌にも発表された記事がありますが、複数個に対してNegative
制御端子を同時制御されて使用されていましたが、今回はメーカー
推奨通り、2個をカスケード接続し、Positive制御端子で40+40=80dB
の制御範囲でIFアンプを構成しました。

段間結合は、L/Cで300KHz~600KHzの帯域通過を行っています。
当初は、AGC=ON/OFFを設けていたのですが、運用開始するとOFF
モードで使用することはありません、よって、AGC=Slow/Firstの切
り替え機能としました。

SDR側のアンプも同じです、但し、AGC=Slowのみの1種類です。

AGC放電機能



本受信機は、1台で信号受信／モニター全てを行い、複数受信機を
必要としないを基本にしていますから、自分のエアーモニター信号
が最も強力に入ってきているはず（AGCが深くかかっている状態）
この状態から、受信状態に切り替わると、AGC=Slowで使用していま
すから、受信局が弱い局だと、感度が浮き上がってくるのに時間を
要し、相手局の頭がコピー出来ない時があります。（AKIさんの信号等）

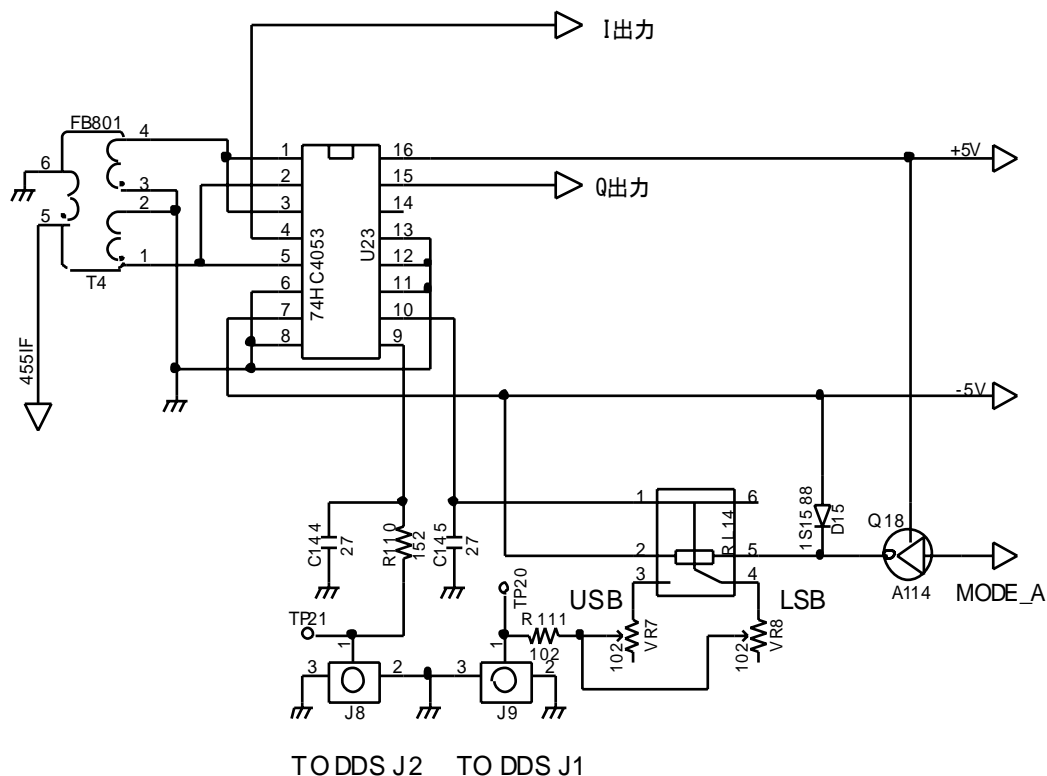
これを防ぐために、送信→受信に切り替わった時に、CNP5の①番が約50mS期間OVとなり、Q12＝ONさせ、AGC電圧＝2Vに放電させます。

【復調回路】

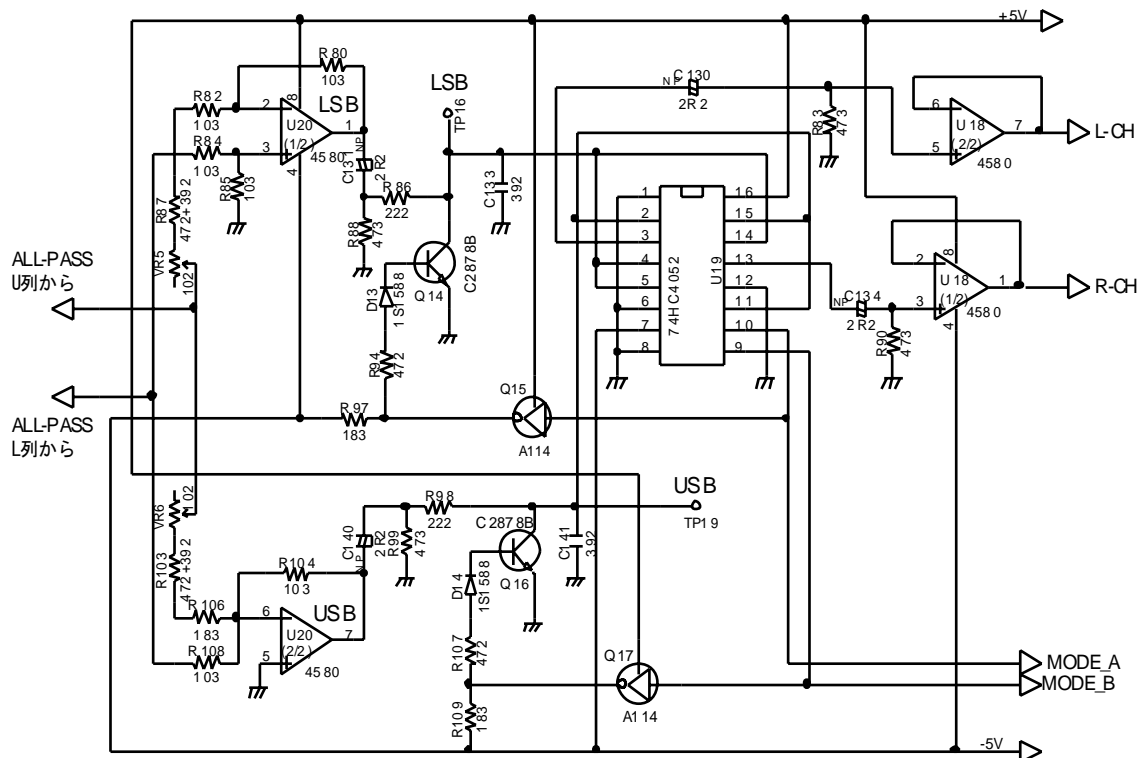
今回もPSN復調します。各局さんPSN受信機の原理原則を頭に叩きこんで下さいヨ、時折、チンプンカンな話を耳にしますが、製作者メンバーの中にはおられないと思いますが。

復調回路は、74HC4053のアナログSWを用いて、平衡入力／不平衡出力の構成で行います。今回はダイレクトと違い何処のバンド周波数でも、復調は常に455KHzですから、安定で一度調整すれば問題無しと思っていたのですが、LSBとUSBでは逆サイド調整位置が異なります何故か？ 復調キャリアが微妙に異なる($\text{Mid-LSB} = 455 + 2\text{KHz} = 457\text{Kz}$ 、 $\text{Mid-USB} = 455 - 2\text{KHz} = 453\text{KHz}$)ためと思っていたのですが、実験でLSB側もUSB側もキャリアは同じくして、どちらも455KHzで行っても同じでした。どうも側帯波側によって、4053での位相が微妙に差分を生じているのでは？ 位相だけが異なり、レベル(I/Qバランス)調整は、LSB側もUSB側も同じ位置にきます。

よって、位相調整のみLSB側とUSB側に独立して設け、I/Qバランスは、不要だが、VRを1個設けるだけですから、位相/振幅共に独立して設けることとしました。



MODE_A	MODE_B	モード	逆サイド位相調整
0V	0V	ミュート	
5V	0V	LSB	VR8
0V	5V	USB	VR7
5V	5V	ISB	



振幅バランスは

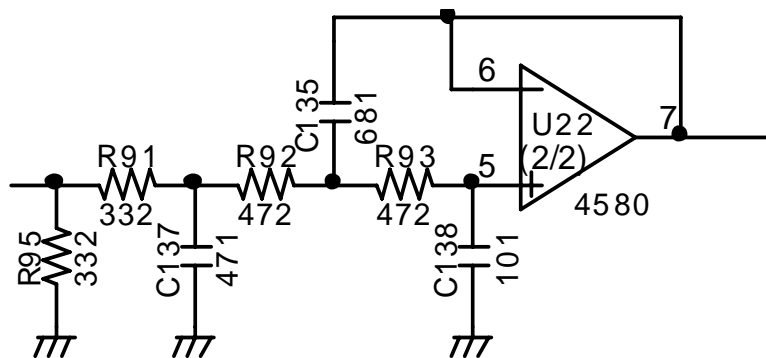
LSBモード=VR5

USBモード=VR6にて各逆サイド調整する。

【モード切り替え】

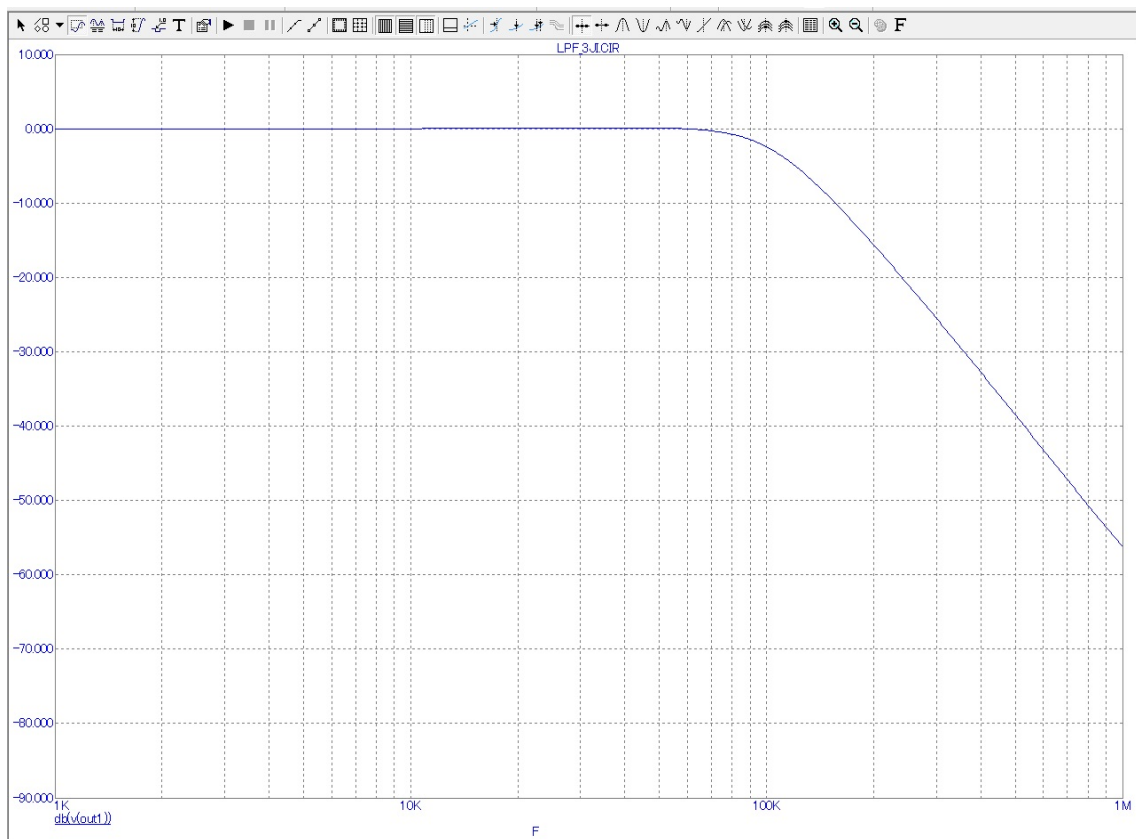
74HC4052で行っています、上記表のMODE_AとMODE_B信号でLSBモード=LSB信号をL-CH/R-CHに出力します、USBモード=USB信号をL-CH/R-CHに出力します、この時、LSB信号のミュート回路(Q14)と、USB信号のミュート回路(Q16)は、それぞれLSBモード=USBミュート、USBモード=LSBミュート回路が作動し、切り替え回路の74HC4052へは供給されないようになっております。ISBモード=LSB信号→L-CHへUSB信号→R-CHへ供給されます。

【復調回路のLPF】



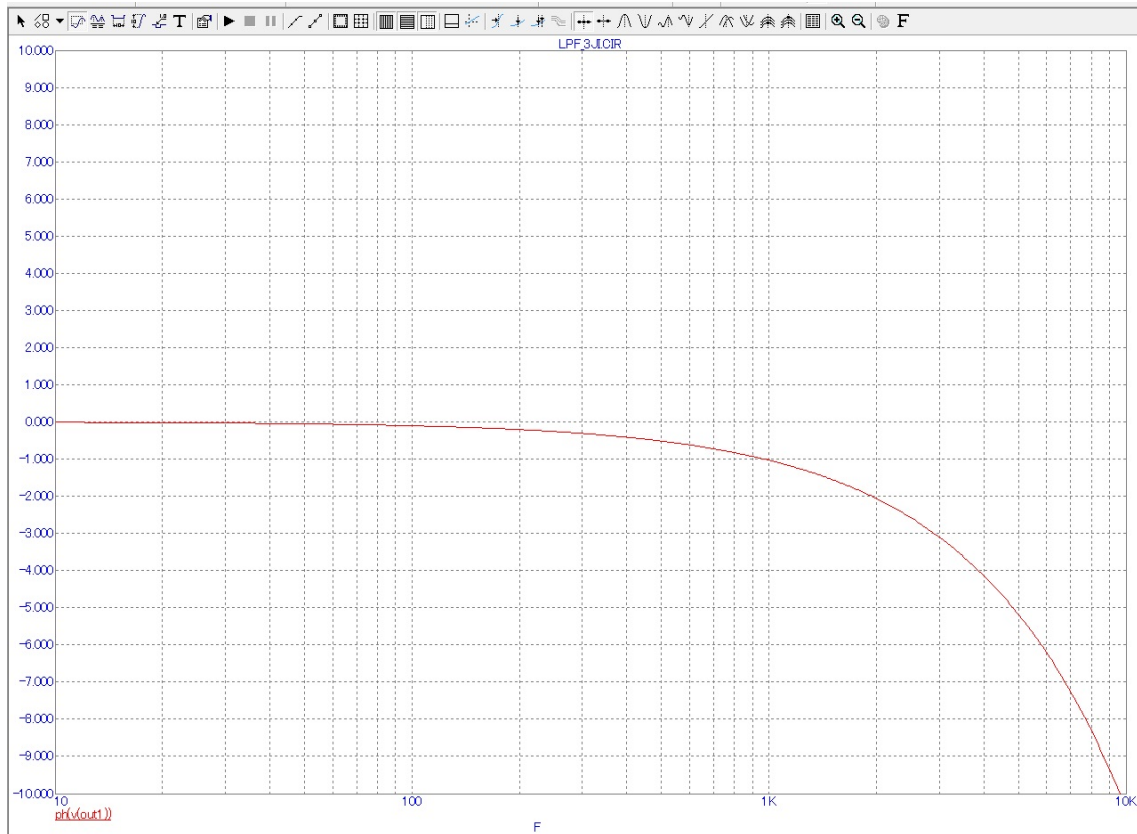
検波出力からオールパスを経由して、加減算にてLSB信号／USB信号を生成するまでは、C結合も高域での位相まわりもあってはならない、いわゆるオールパスの出力で必要とする帯域内で位相差分/振幅差分が発生すると、逆サイド発生の誤差分となる。復調回路は455KHzのスイッチで行うため、高調波除去フィルターが必要となります。このフィルターは上記の要因からカットオフは高く設定したいものです、かと言って高調波は除去する必要があるため、本回路は3次LPFで下記の特性となっております。

振幅特性(100KHz前後のカットオフ)



位相特性は下記のように回っていますが、問題なのはI信号ラインとQ信号ラインの位相差分ですから、可能であれば上と下でコンデンサ値が一致していれば良い、絶対値はズれていても値の差分が問題となる。

位相特性



しかし、原理原則から考えて、本システムはフィルタタイプ+PSN検波ですから、逆サイドの高域成分はフィルタにてカットされていますので、全く気にする必要はありません。ISBモードでも高域成分は殆ど気になりません。

本来は、TX-Uranusで使用したPSN3段で、SDR復調も本通り復調いけます。

【SDR復調】

FFTスペクトラムをモニターするための復調回路です、受信キャリアポイントから±5KHzの帯域が監視可能です。

受信ポイントから+5KHzシフトして復調するか、-5KHzシフトして復調するか、どちらでも可能ですが、モニター時に5KHz=キャリアポイントで、下側と上側に各5KHzでスペクトラム表示するが、視覚的にLSB信号=下側へ、USB信号=上側に出た方が見易いため、本機受信機は、+5KHzシフトしてLSB復調すると、逆スペクトラムとなるため、-5KHzシフトして常にUSB復調した信号をモニターします。

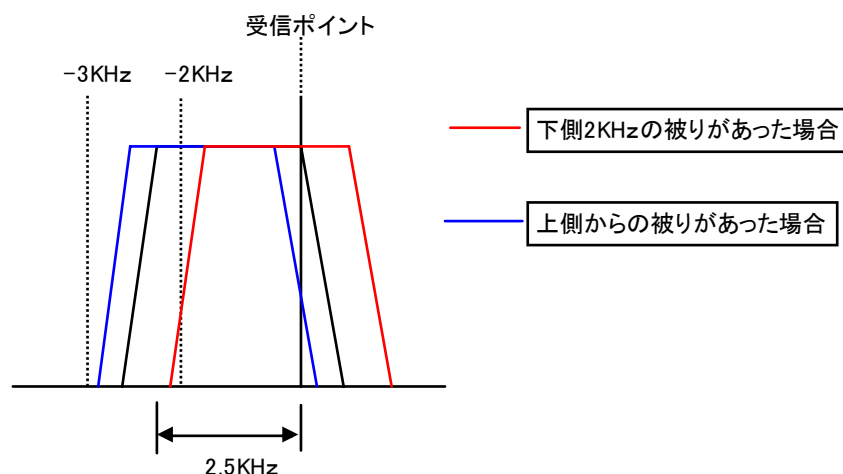
又、FFT画面操作で任意のスパンレンジにすれば、細かくも粗くも確認することが出来ます。

SDR=OFF状態にすると、背面より上記信号が出力されるのではなく本通り復調された(聴覚している信号)信号が背面出力されるため受信信号のベースバンド低域成分近傍を細かく確認したり、全体のスペクトラムを対数スケールで確認することが出来ます。

【IFシフト機能】

本機能は、混信受信を防ぐための機能で、フィルター帯域=Narで使用することが殆どである。下からの信号／上からの信号で挟まれた時に、±にキャリアポイントをシフトして防ぐ機能です。

挟まれた信号間隔=2.5KHz以上離れていることが条件となります。



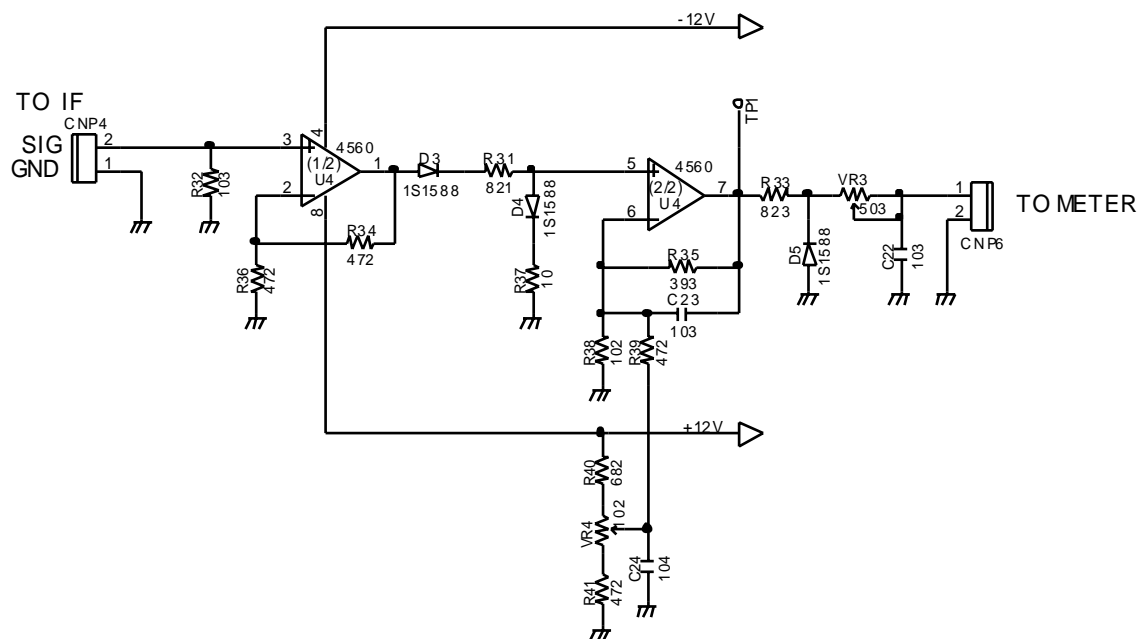
【AF AMP回路】

ヘッドホンAMPICには、電流帰還型の少し意識したTI社のTPA6120を使用してみた。±電源ですからOCL駆動可能ですが、ヘッドホンに優しく、C結ドライブしています。現状のプリント基板対応で数百mWドライブが可能です

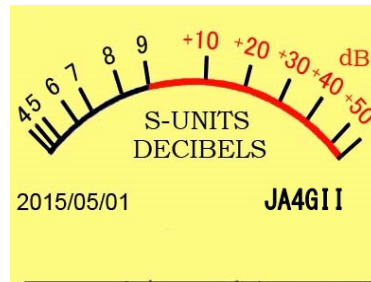
スピーカーAMPは、ナショセミのパワーオペアンプ(LM1875)を使用し、指定放熱器で数Wドライブが可能です。

Q1/Q3のミュート回路により、SP-MONスイッチ=OFFの時は、CNP1の④番=通常は+5Vであるが、送信状態となると④番=0VとなりQ1/Q3 = ON状態となりミュートが活性化し、パワーAMP入力には信号が入りません。よってハウリングはしませんが、ミュージック等のモニターを行う時は、SP-MONスイッチ=ON側にし、マスターベーションします。

【Sメーター駆動回路】



AGC電圧をダイオードの順電流-順電圧特性を利用して、疑似対数変換しメーターを駆動します、D3とD4は温度キャンセルするために入れています。VR4=メーターの低い方を合せます(オフセット調整) VR3=メーターの高い方を合せます、まずまずの精度で駆動出来る予定です。



【DDS回路】

DDS-IC=5個使用した贅沢設計になっております。

VFO=AD9854を使用、ここは周波数可変幅が一番広いため、12bitのDACで、48bitの周波数分解能を持ったDDSを使用します。AD9851を可変幅の広い場所に使用すると、本命キャリアの直ぐ側にオバケが寄ってくるポイントがあります。

今回使用するAD9851のキャリア生成は、限られた周波数範囲(フィルターの帯域幅とIFシフト量=±1KHz分のみ)での使用となります。

マスター基準クロック=27MHzのVCXOを使用し、外部からの基準クロック信号(10KHz)にロックさせます。

U15=AD9854	VFO用	J8
U4=AD9851	1stミキサー用	J3
U9=AD9851	SDRミキサー用	J4
U3=AD9851	455復調用(X4倍発振)	J1/J2
U13=AD9851	SG用(内臓発振器)	J7
J5/J6=450KHz	SDR復調用	J5/J6