

1. はじめに

無線機などを自作すると、いろいろなフィルタが必要になります。
 最近はフィルタデザイン/シミュレータプログラムがインターネットで容易に入手できます。また、LTspiceなどの使い良いシミュレータも無償で使用できます。それらを使ってBPFを設計してみました。今回使用のフィルタデザイン/シミュレータプログラムの種類や入手方法は(付 1.)に記しました。いくつかのBPFの設計と、ひとつ実際に作ってみました。ただしプログラムの使い方は述べてはいませんので、使い方自体は使用者が各自会得してください。

2. バンドパスフィルタ(BPF)の設計例

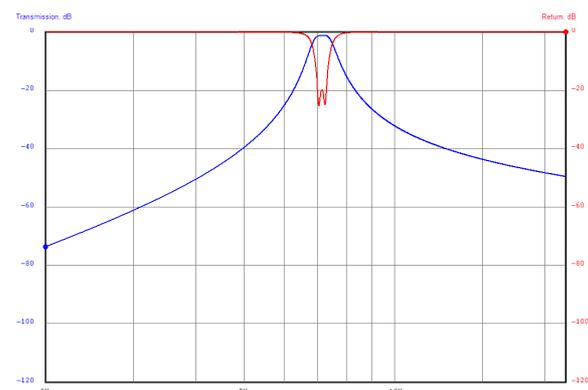
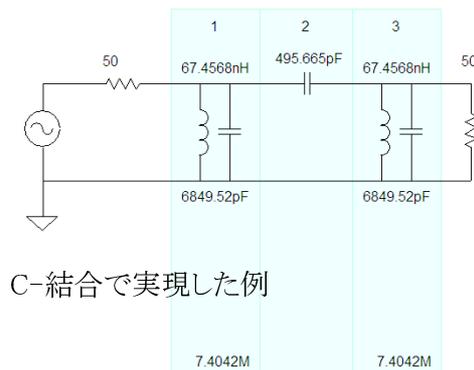
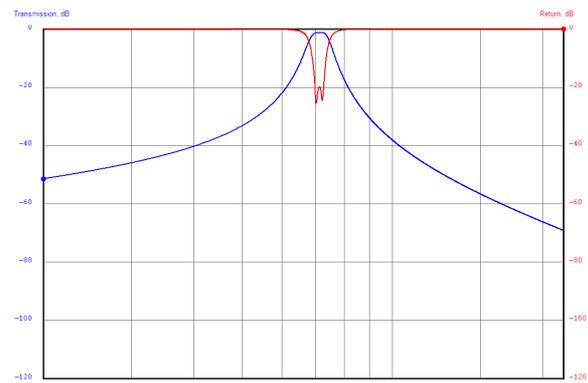
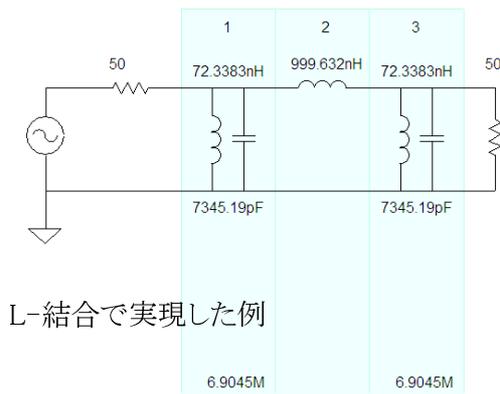
今回はBPFのみとします。一般にBPFを作る場合は次のようなパラメータを考慮して設計します。

- ・通過帯域内の特性 挿入損失、リップル、通過帯域の帯域幅。
- ・通過帯域外の特性 どの位通過帯域のエッジから離れたら、どの程度の減衰が必要か。
- ・入出力インピーダンス

フィルタデザイン/シミュレータプログラムに必要なパラメータを入力してフィルタの段数や値を得ます。

- ・中心周波数(Fc) 7150kHz
- ・通過帯域 300kHz (比較的狭帯域の例。Bw<10%~20%程度)
- ・通過帯域内リップル 0.05dB
- ・実現方法 並列共振回路を結合、Chebyshev タイプ
- ・段数 2段(共振回路が2個、本来は必要な特性にあわせて段数を決める)
- ・終端抵抗値 50 Ω

このような条件で設計させますと、次のようになりました。デザイン/シミュレータはElsieを使用。グラフ表示では 青線:通過特性 赤線:リターンロス です。



このような方法で理論的に正確なフィルタが作成できます。

しかし、内容を見ると今回のように実現しづらい値のコイルやコンデンサが出現することがあります。

このようなことはよく経験します。その場合は次のように処理します。

1) 通過帯域の幅を変えてみます。その結果、構成部品の値と通過帯域が許容できればそうします。

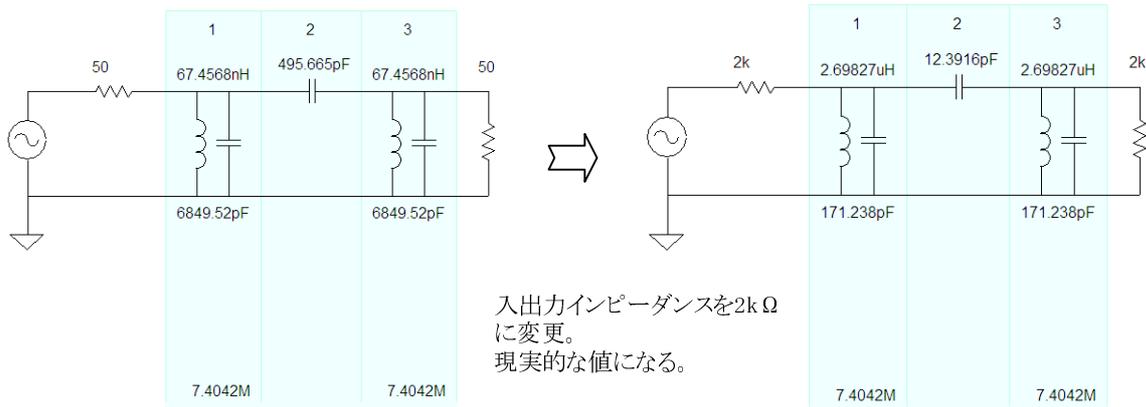
2) 入出力インピーダンスが50Ω等の低い値なので、そのような値が発生していることがあります。

その時は入出力インピーダンスを変更して、構成部品が実現可能な値になるように調整します。

シミュレーションを繰り返す必要がありますが、容易にできます。

3) 入出力インピーダンスを変更すると各部品の値は次のように変化します。ここではインピーダンスを高くします。(このタイプの回路の場合です。回路によって変わる場合があります)

同調コンデンサ => 小さく 同調コイル => 大きく 結合コンデンサ => 小さく



4) 変更したインピーダンスと50Ωをマッチングするために入出力部分を若干変えます。

直列にコンデンサを追加して実現します。

$$C_j = (1/\omega) * [\sqrt{1/(R_s * (R_p - R_s))}]$$

$$\omega = 2 * \pi * f \quad C_j \text{の単位は(F)}$$

あいまいさを避けるために式に()を多用しています。

Cp'はCjを追加した後の、補正されたCp。

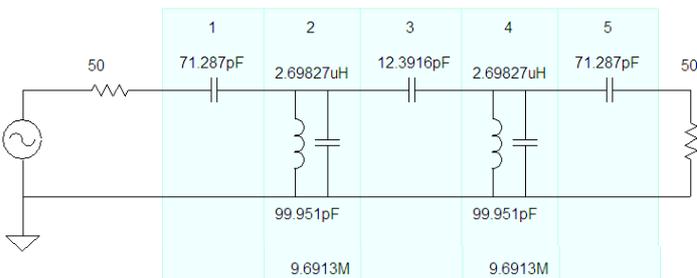
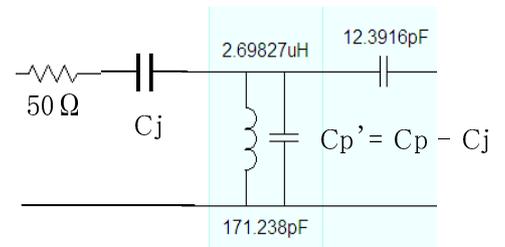
$$C_j = [1/(2 * \pi * 7150000)] * [\sqrt{1/(50 * (2000 - 50))}]$$

$$= 71.287\text{pF}$$

$$C_p' = C_p - C_j = 171.238\text{pF} - 71.287\text{pF} = 99.951\text{PF}$$

$$R_s \quad \longrightarrow \quad R_p$$

$$50 \Omega \quad \longrightarrow \quad 2k \Omega$$



Design data:
Bandwidth: 300k
Center: 7.15M
Family: Manual entry

Q values:
Inductors: 180
Capacitors: 2000

Maximum / minimum ratios:
Capacitors: 8.066
Inductors: 1



この回路の変更によって中心周波数より高い周波数では減衰特性がよりブロードなり、より低い周波数では減衰特性はよりシャープになります。これはコンデンサによるマッチングの影響です。

また、中心周波数付近の特性はほとんど変化がありませんが、少しは変わりますので問題がないか確認をしたほうが良いでしょう。

この特性変化が希望に沿わない場合は、コンデンサの代わりにコイルによるマッチングも可能です。しかし、コイルが増えるのはコストや手間の観点からあまり良い方法ではないかもしれません。

コイルを増やすのであればもっと別の構成のフィルタ回路にしたほうが効果的のような気がします。たとえば、もう1段同調回路を増すとかです。

5)コイルにタップを設けてインピーダンスマッチングを行う方法もあります。

50 Ω ⇒ 2k Ω なので インピーダンス比は2000/50=40です。タップでは巻数比はインピーダンス比の平方根になるので $\sqrt{40} = 6.324$ すなわち巻数比で0.158の所からタップを出せば良いでしょう。

この方法ですと当初から50 Ω で設計した場合と近い特性が得られます。

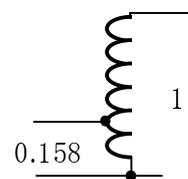
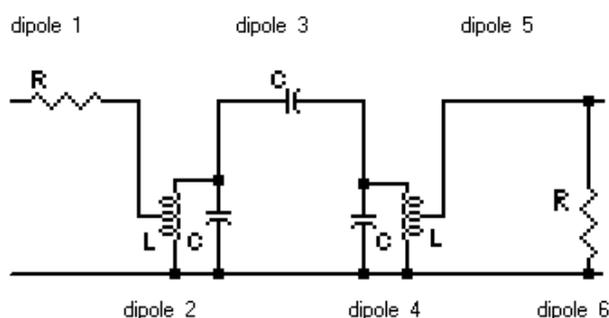
なお、タップを出すコイルはトロイダルコアを使うべきと考えます。トロイダルコアは結合係数が1に近くなるので巻き数とインピーダンスの比が計算に近くになります。

ソレノイドタイプ(7K,10Kボビン、空芯コイルなど)では1次と2次の結合が小さいものがある(形状などによって個別に違う)巻き数とインピーダンスの比が計算どおりにならない場合があります。

そのときは別の設計方法や試行錯誤が必要になります。

AADEのソフトウェアでシミュレーションを実施しました。

Elsieはお試し版なのでコイルにタップがある場合のシミュレーションができませんでした。



コイルのタップの様子
リンクにしても良い
数値は巻き数比

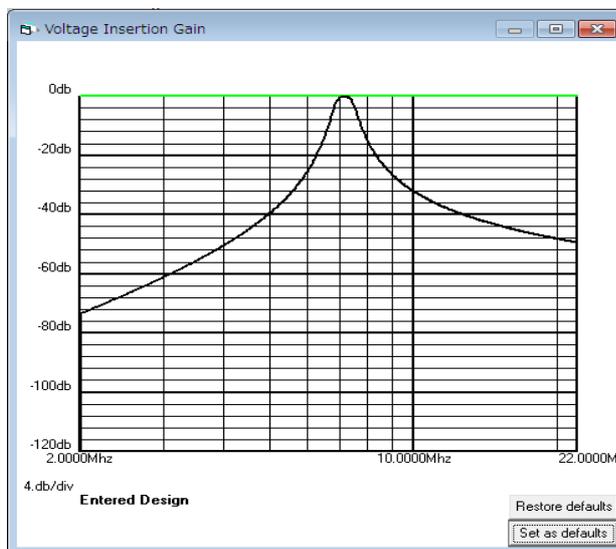
DIPOLE 1
R 1=50.

DIPOLE 2
C 2=171.238pF
L 2=2.698uHy
Qu~180.

DIPOLE 3
C 3=12.3916pF

DIPOLE 4
C 4=171.238pF
L 4=2.698uHy
Qu~180.

DIPOLE 6
R 6=50.



3. その他の回路

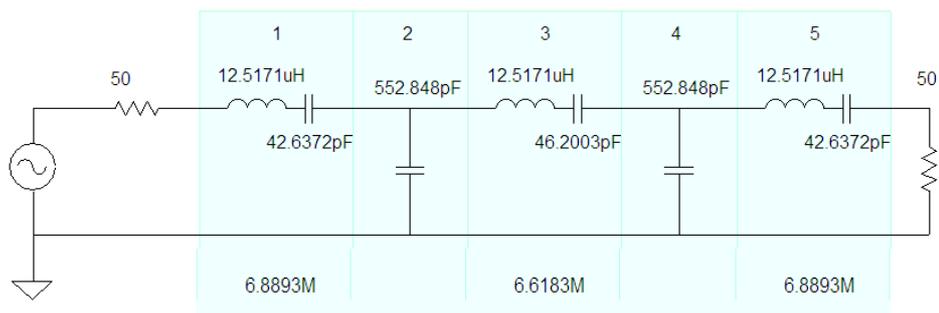
BPFを実現するための回路はいろいろあります。前項では並列共振回路を結合した例でした。他の実現方法のひとつである直列共振によるBPFも作ることができます。Elsieを使って Mesh capacitor-coupled bandpass を選択すれば設計できます。

7MHz 3段のBPFを設計してみました。(設計パラメータは下図のとおり)

例えば9MHzのIFの受信機のアンテナ入力フィルタとして、イメージ信号を除去するためには十分でしょう。構成部品の値については通過帯域幅を調整して現実的な値にしました。

(通過帯域を広くすると 同調コンデンサ=>大きく 同調コイル=>小さく なります)

さらに構成素子を丸めました。



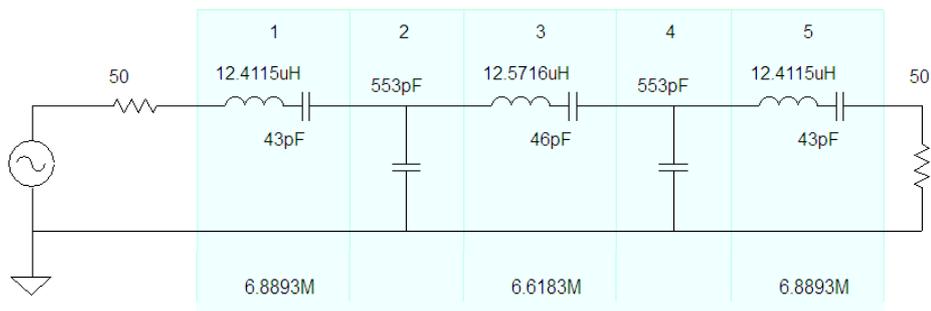
Design data:	Q values:	Maximum / minimum ratios:
Bandwidth: 400k	Inductors: 180	Capacitors: 12.966
Center: 7.15M	Capacitors: 2000	Inductors: 1
Family: Chebyshev		
Passband ripple: 0.01		



5. 3)項 (次ページ)
 $XL \approx 560 \Omega > 400 \Omega$ ですが
 まあ、良いことにします。

構成部品の値を丸めました。

コンデンサの値を丸め、直列共振の周波数は変えないように、コイルの値を変更しました。



4. 設計に当たっての留意点

フィルタを設計するにあたっての一般的な注意点です。

- 1) 今回は比較的狭帯域のBPFを作ってみました。バンド幅が中心周波数の10%~20%以下のものです。フィルタの構造では、前述の2つのタイプが一般的でしょう。
- 2) BPFでChebyshevの場合、通過帯域内リップルは0.05dB以下にすること。通過帯域内リップルはリターンロスに関係します。リターンロスは少なくとも20dB程度はほしいところです(VSWR≒1.2)。0.5dBなどとするとリターンロスが少なくなってVSWRが上がります。しかしその割には通過特性が極端に悪くは見えません。
- 3) 設計値には端数が出ることが多いのでL又はCのどちらかを近い値に丸めておいて、共振周波数が設計値になるように他方の値を修正します。共振していない部品は単に小数点以下を丸めます。それらの値をもう一度もとの回路に反映させてシミュレーションをおこない、結果を評価します。HFで、アマバンド程度の帯域では、ほとんど有意な違いは出ないと思います。
- 4) コイルのリアクタンスを50Ω~400Ωあたりになるように選ぶと作りやすい様です。(OMからご教授)
- 5) コイルのQを考慮します。

コイルのQは通過帯域の損失と通過帯域の肩のダレに影響を与えます。
阻止帯域(いわゆるスカート)には大きな変化は与えません。
トロイダルコアに巻いたコイルでしたら Q:100~200、7Kのボビンでは一般に50~110程度です。
巻き線、巻き方、コアの位置(7Kなど)、使用周波数などによって変わります。
設計プログラムは設計時にQを指定できますので、実際に近い特性をシミュレーションできます。
- 6) シミュレーションを行う場合にリターンロスも見ておくこと。通過帯域のエッジにおけるリターンロスは急激に変化する場合が多いので、リターンロスのエッジを通過帯域とすると良いようです。たとえばリターンロスが20dB以上を通過帯域とする等です。
- 7) BPFに比較的大きな入力レベルの信号が入力されると混変調歪が発生する場合があります。コイルに使用しているコアの形状や材質、大きさ、巻き数によって、発生量が変わります。従って、送信機のレベルの大きな段に高い選択度のフィルタを入れる場合には、実際にフィルタを作って歪のチェックを実施しておく必要があります。

フィルタを設計したらいろいろパラメータを変更してシミュレーションしてみてください。どのパラメータを変化させると、何がどう変わるかを見ておく参考になります。

Elsieでしたらその場で変更してPlotできます。

5. 結論

- 1) フィルタデザイン/シミュレータプログラムを使用して、希望の特性のBPFを作ることができました。
- 2) 私としてはフィルタを設計する場合は Elsie が良いと思います。ただし構成ブロック数の制限はありますがアマチュア用でしたら十分です。操作もこちらのほうが楽です。

ただ、Elsieお試し版ではコイルにタップをつかえることができませんでした。
設計されたフィルタを変形してその特性をシミュレーションする場合もElsieで容易に可能です。
Elsieもフルバージョン(有償)では、もっといろいろなことができるようです。
- 3) AADEもいろいろなフィルタが設計できますが、直列共振タイプは不可のようです。

構成部品の個数の制限が無く、またコイルにタップを付ける事ができます
- 4) Spiceはフィルタの構造を超えたシミュレーションが必要なときに使っています。

たとえば、入出力端子から、回路の途中にC結合が発生した場合を考えると、前記シミュレータでは不可能のようです。こんなときはSpiceを使います。頻度は多くありませんが、こんな結合が発生したら、特性はどうなるのかな・・・などです。

- 4) 今回は設計プログラムの機能の一部分しか使っていません。もっと機能はあるようですが、これだけでも十分役に立ちます。
- 5) 設計は容易にできますが、実現は結構手間がかかります。ChebyshevタイプのBPFのフィルタでは一般に組みあがってから調整が必要で、何らかの特性の測定装置が必須です。測定装置としてはスペアナとTG、FRMS、ネットアナ等です。さらにリターンロスも測定したい場合はリターンロスブリッジが必要です。無いと調整できません、ここが難点です。調整は出力レベルを見て最大に合わせれば終了というわけには行きません。通過特性あるいはリターンロスの形を見ながら調整します(減衰特性は設計どおりに近くなる)。測定器を使って調整すると、アマチュアレベルとしては十分に設計値と合ったフィルタになります。付 4. に実際に作ってみた時の様子を記しました。

6. 感想その他

- 1) フィルタをちゃんと設計しようとする結構大変ですが、これらのプログラムを使うことによって面倒な計算をしないで希望の特性のフィルタが設計できます。ありがたいことです。
- 2) コイルの分布容量はこれらのプログラムには考慮されていないようです。その項目を入力する場所がありません。でもオプションか何かで私の気がつかないところに有るのかもしれませんが。
- 3) コイルのQが特性に関係します。いままではコイルのQを定量的に扱えませんでした。勢いQは高いほうがいいやということになりました。これからは特性に対して適当なQという考え方ができそうです。送信機の段間などは少々Qが低くても何とかありますし、受信機の入力のフィルタはできるだけLossの少ないほうがよいので、高いQのコイルを使うとか適材適所ができます。
- 4) 適当な同調回路を並べて、Cなどで結合しロスとスプリアスが最小になるように調整する……そして減衰量が不足ならば同調回路を追加し、挿入損失が多ければアンプのゲインを上げる。これでももちろんOKで実用的には問題ないしそれもノウハウですが、環境が許せばパソコンなどを使って目的仕様どおりのフィルタを作るのも面白いのではないかと考えました。
- 5) 未だ勉強不足です。理論がついてゆきません。

付 1. フィルタデザイン/シミュレータプログラムについて

フィルタ設計プログラムは インターネットで Filter Design Program で検索すると、L-Cで構成されるフィルタを設計するためのプログラムはいくつかありました。みんな海外のもので、日本語でも少し検索しましたが、ActiveFilterやDigitalFilterについては多くの設計プログラムがあるようですが、L-C Filterは見つかりませんでした。(あまり真剣に見ていません 見逃しの可能性もあります)。

そして次の2種類をDownloadしました(AとB)。これらのプログラムは無償です。

A. AAE FILTER DESIGN AND ANALYSIS

B. Elsie (The Windows ® program for electrical filter design and ladder network analysis)

C. LTspice

取説(有ったかな?)もたいては読まずに使い始めたのですが、それぞれ特徴があっという間に面白いです。従って、本当に正しい使い方をしているのか、また、便利な機能を見逃している等の点についてはよく分かりません。取り扱いの試行錯誤は必要です。

また、HPの特性上無くなってしまう場合があります。2015.08.06 の時点ではA,B ともに存在しました。(実際にDownloadは行っていませんが、Downloadの項目までは行けました)

無くなってしまったら、ご勘弁を。

A. AAE

1)HomePageの先頭に行くと、オーナーの体調が悪いようで

Due to illness at this time business is currently suspended .

などを書いてあってdownloadできませんが、AAEで検索すると

AAE Filter Design and Analysis という項目が出てきますのでHPに行ってDLします。

2)パラメータを入力すると自動的にフィルタを作ってくれます。

3)既存のフィルタの解析は回路を手入力することで可能です。

B. Elsie

1)Elsieで検索すると

Elsie - electrical filter design program from Tonne Software という項目があるのでHPに移行しDLします。

いわゆるお試し版で構成ブロック数、機能に制限がありますが、我々が作る程度の性能では十分に使用できると思います。

2)いろいろなタイプのフィルタが作れます。

3)既存のフィルタの解析は回路を手入力することで可能ですが、お試し版ではコイルにタップをつけたフィルタの解析ができませんでした。また、お試し版では構成ブロック数に制限があるのであまり複雑なフィルタは解析できません。

4)素子の値の変更などはすぐにでき、プロットできますので、使い勝手が良いです。

C. LTspice

1)フィルタの解析はできますが、自動設計はできません。

2)コイルのQなどは、シミュレーション回路に意図的に組み込まないと、ただしい結果が得られません。

A.やB.はコイルのパラメータにあらかじめQを指定できるようになっています。

3)単純にフィルタのシミュレーションするだけならばA, Bがあれば十分ですが、浮遊容量の付加や迷結合の様子などを調べたいときには、こちらを使用すると便利です。

付 2. Elsie のおよその使用法

とても簡略した使用方法です。機能はもっとあると思いますが、私が現在使用している範囲です。

付 1. で示したHPをインターネット検索します。
そこからプログラムをダウンロード、インストール、スタートします。

スタート後の操作は概略次のようになります。

- 1) New Design、フィルタのデータがすでにあつて、それを利用する場合は Get old design。
- 2) Topology => 実現方法です。
- 3) Family => どんなfilterのタイプか。
- 4) 右側の列を記入。 バンド幅と中心周波数、フィルタ次数などを記入 k, Mなどの単位可。
2)、3)の指定によって記入する項目は変わります。
- 5) 入れ終わったら、上段の Schematicをクリックすると回路とデザインデータが表示。
- 6) Analysisをクリックし、解析パラメータを入力。 Q と ReturnLoss reference を確認。
- 7) Plotをクリックすると、特性を表示。 F特、リターンロスその他、左上のアイコン?で選択。
特性のグラフ上で右クリックをおこなうと、詳細なデータが数値で下部に表示される。
その他いろいろなことができる・・・らしい。
- 8) 気に入らなければ2)、3)でパラメータを変更。
- 9) 一部のパラメータを変更したい場合は、上段のEditを指定し、変更したいブロックをクリック、さらに何を変更したいかクリックすれば変更できます。
- 9) 6)のパラメータで、Plotの条件を変更すればいろいろな場合のプロットが可能。
- 10) 気に入るまで繰り返す。

ゲーム感覚で、いろいろと弄ってみると良いと思います。

付 3. コイルのインダクタンスの測定

どうすればコイルのインダクタンスをなるべく正しく測定できるでしょうか。

DipMeterなどで測定することは可能ですが、結合状態によって読み取り周波数が変わったり、Dipがヒステリシスを持ったりして、使った感じでは“接続されたコンデンサとの共振が読み取り周波数の近くにまあ、あるな”程度の感じです。コア入りのコイルのようにインダクタンスの調整ができる場合はよいのですが、トロイダルコアなどを使用しますとなるべく正確な値が知りたいということになります。

最近では正確な信号発生器(SG)、スペクトラムアナライザ(SPA)、トラッキングジェネレータ(TG)などが比較的容易に使用できますので、それらを使って測定します。

ネットワークアナライザ(NA)等が使えると非常に楽になります。

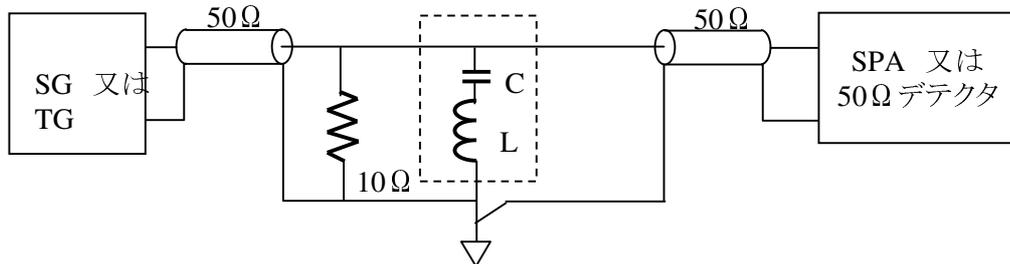
理論上正しい測定かどうか分かりませんが、実用上差し支えない測定方法だと思っています。

この方法はコイルの分布容量込みの値になるはずで、これがどのように影響するかよくわかりません。

1) 直列共振

- 適当なCを決めます。実際にフィルタに使う値かそれに近い値が良いと思います。
- LCで構成される共振周波数のあたりをスイープすると、共振点でDipするのでその周波数を知ります。
- その周波数とCの値から Lの値を算出します。

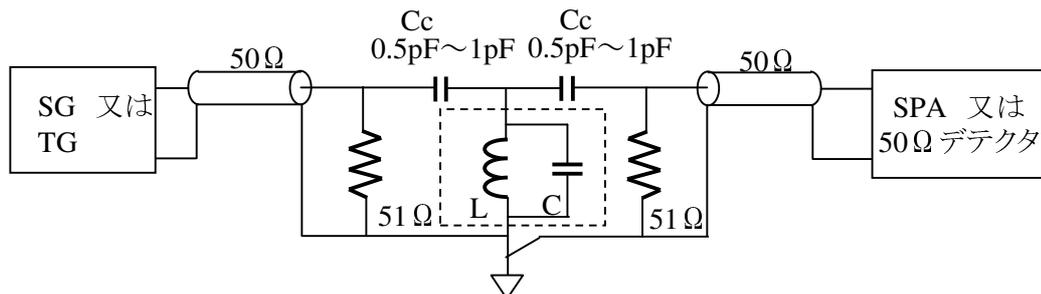
$$L = 1 / [(2 * \pi * F)^2 * C]$$



2) 並列共振

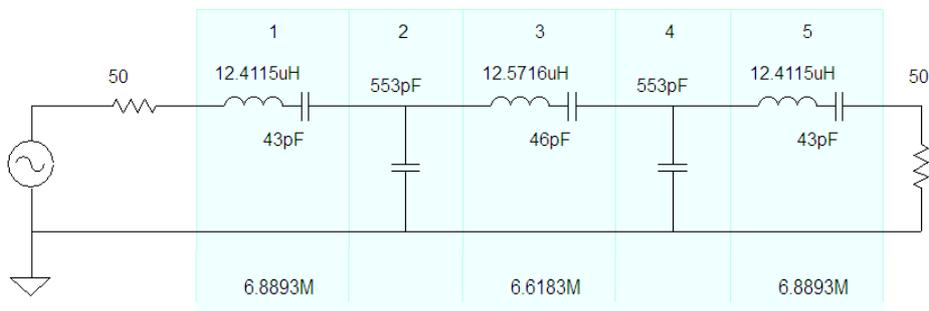
- 適当なCを決めます。実際にフィルタに使う値かそれに近い値が良いと思います。
- 微小容量Ccを用意する。C >> Cc とします。CcはCの1%以下で可能な限り小さい方が良いでしょう。
- LCで構成される共振周波数のあたりをスイープすると、共振点でPeakが発生するのでその周波数を知ります。
- その周波数とC'の値から Lの値を算出します。このときC'の値は2個のCcを含んでいるので2*Ccを加えます。

$$L = 1 / [(2 * \pi * F)^2 * C'] \quad C' = C + 2 * Cc$$



付 4. 直列共振型のBPFの試作

前出の直列共振型のBPFを実際に試作してみます。



付 4.1 BPFの製作

1) コイルを作ります。

Qは高いほうが良いので、トロイダル型のコアを使います。

コア: T50-6(キイロ) AL: 4 (nH/T²) …… トロイダル・コア活用百科

目標を12.5uHとすると巻き数Tは

$$T = \sqrt{(12.5\text{uH} / 4\text{nH})} = 55.90 \Rightarrow 56\text{回}$$

付 3. の方法で同調周波数を測定して計算すると インダクタンスが13.5uHなどと大きいのです。そこで1回ずつ巻き戻してインダクタンスを測定し、12.5uHに近い値にしますと54回巻きで下表のようになりました。50回あたりで1回の巻き数はおよそ0.4uHなので、12.5uH±0.2uH以内に或はその値に近くなったらそこでやめます。

下表で、#1と#2,3ではインダクタンスが少し違っています。#1は古いコア(20年前?) #2,3はここ1~2年前に2個同時に買ったものです。恐らく経時変化か、ロットの違いだと思います。電線は0.5mm φのウレタン線、T50コアに54回は一層には巻けないので重ねて巻きました。

番号 #	同調周波数 MHz	インダクタンス uH	Q MQ-161
1	6.715	12.483	130
2	6.760	12.318	130
3	6.760	12.318	130

2) コンデンサを合成します。

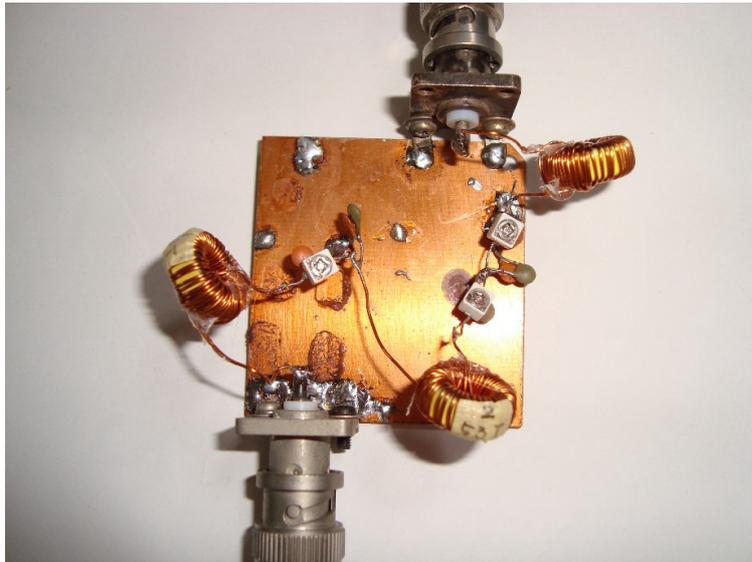
インダクタンスが固定されますので、周波数を調整するためには可変容量コンデンサが必要です。

a) 553pFは 470pFと82pFを並列に接続して552pFとします。

b) 43pF,46pFは 36pF+10pF(トリマコンデンサ)、39pF+10pF(トリマコンデンサ)としました。

3) 組み立て

回路図のように組み立てます。今回はデータ取りが目的のため、ありあわせの生プリント板に付けてあります。この程度の構造では阻止帯域の最大減衰量は取れない可能性があります。データを取ってから考えてみます。



写真

- コイルの間隔は十分取れている。
- GNDも十分。
- みてくれは・・・良くない。あくまでも実験。
- このトリマコンデンサは回しずらくてこずりました。 マイナスドライバで回せるタイプが良いようです。

付 4.2 調整

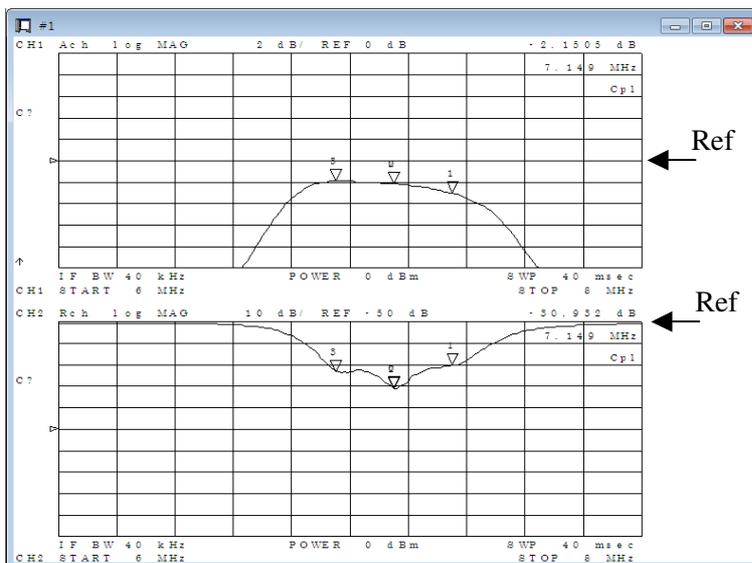
今回はネットアナとリターンロスブリッジが使えたので、通過特性とリターンロスが同時に表示できます。その状態で、

- 通過特性が7MHzあたりで減衰が最小になるようにトリマコンデンサを粗調整。
- リターンロスが通過帯域のバンドエッジで20dBより大きくなるようにトリマコンデンサを調整。

リターンロス調整は比較的クリチカルですぐに10数dB程度まで悪くなります。その割には通過特性は悪くなりません。リターンロスが大きい事は帯域内の整合が良く取れていることになります。トリマコンデンサをいろいろと調整して下図のようになりましたが、このようにすればうまく行くというような系統的な調整方法はいまだ見つかっていません(私が知らないだけ??)。

付 4.3 測定結果

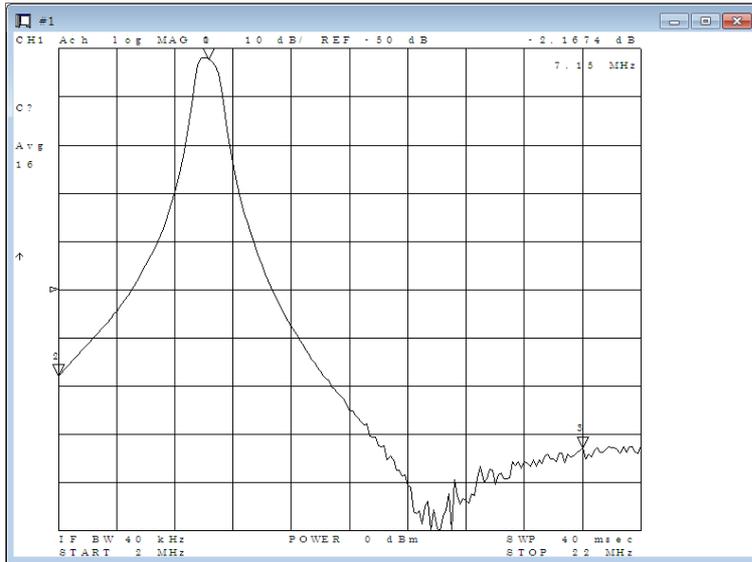
測定機器： ネットワークアナライザ(HP4396A 校正なし) + 自作リターンロスブリッジ



6MHz～8MHz

周波数 MHz	実測値 Q:130		設計値 Q:180	
	I.L. dB	R.L. dB	I.L. dB	R.L. dB
6.95	1.91	22.50	1.19	28.70
7.15	2.14	30.40	1.04	35.50
7.35	3.02	20.40	1.32	21.00

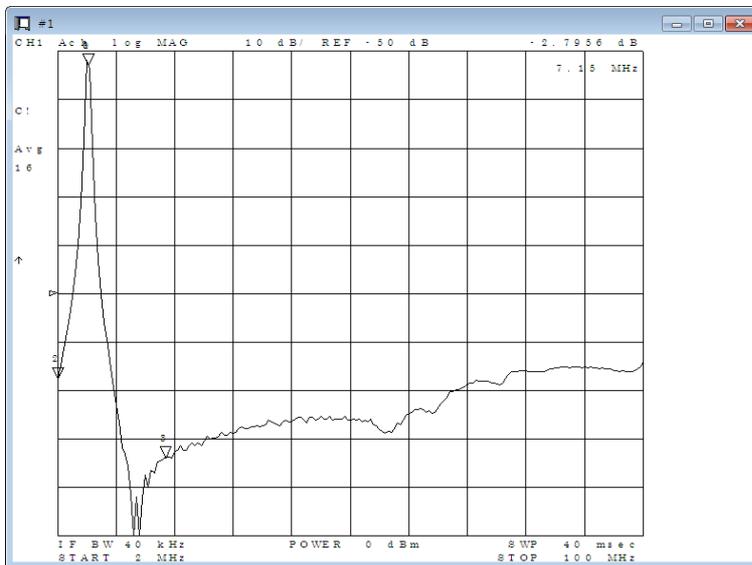
上図： 挿入損失 (I.L.)
下図： リターンロス (R.L.)



2MHz~22MHz

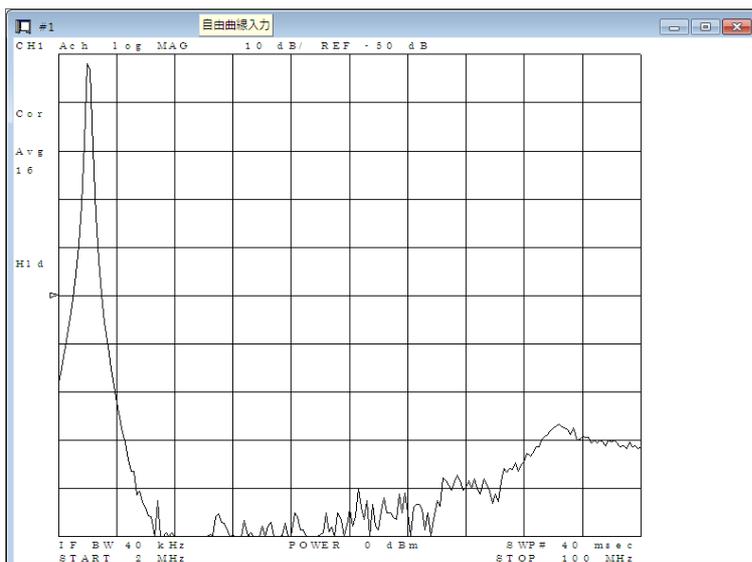
周波数 MHz	実測値	設計値
	I.L. dB	I.L. dB
2.00	67.5	69.5
12.00	74.0	71.8
20.00	84.0	102.0

- 15MHz付近にディップがあるために 12MHz付近は実測値のほうが減衰が大きい。
- 20MHzの減衰が小さいのは、何らかの結合が生じているためです。



2MHz~100MHz

- 測定範囲を広げて見ます。
- 15MHz付近のディップから右側、減衰がだんだん少なくなってきています。
- これは心配(予想)していたことです。迷結合が発生しています。



2MHz~100MHz

- 10cm*8cmくらいのアルミ板2枚で経路にシールド板として、手で持って立ててみました。阻止帯域の特性がずっと良くなります。
- 80dB程度以上の帯域外の減衰を得る為にはシールドが必要でした。 <50MHzでは何とか90dB以上確保。
- プリント板にしたときなどはどうなるか？

付 4.4 試作の評価など

- 1) R.L.を目安に調整したら、帯域内の周波数特性が若干設計値よりも悪く、帯域内のI.L.が若干多い結果になりました。アマチュア用では十分OKですが、プロでは少し不満と思います。
もっと設計値に近くしないとイケません。
- 2) 設計値のQは180でしたが、実際のコイルのQは130程度でした。コイルのQはコアや巻き線を吟味すれば180~200程度は可能です。
- 3) 阻止帯域、いわゆるスカート特性はこの程度の違いはOKです。迷結合による高い周波数の減衰が小さくなる件は別です。
- 4) コイルの分布容量が考慮されていません。このコイルの分布容量をQメータで測定すると、およそ3pFとなりました。直列共振の容量が43pFから考えて3pFは無視できない大きさですが、どう扱って良いかわかりません。また、設計プログラムもコイルの分布容量には言及していないようです。
何か私の知らない常識などがあるかも知れません。
- 5) コイルのQを高くとりたかったのでトロイダルコアを使いましたが、その割にはちょっとQが低めです。もうひとつ大きなサイズのコアを使うか、このコアを2個結合して巻くとよりQが高く取れます。
今回はこのままでよいと考えます。
- 6) トロイダルコアを使ったためにインダクタンスが設計値にならないので、無理にコンデンサで調整した影響が帯域内の特性に影響しているかも知れません。
可変インダクタンスのQの高めのコイルがあればもう少しよい結果が出た可能性があります。
コイルかコンデンサのどちらかを可変にしないと調整ができないので仕方ないです。
- 7) 阻止帯域での減衰を80dBとか100dBとか必要な場合は、GNDをしっかりとる事とシールドを行うことが必須のようです。100dBなどという各セクションをシールドしたようなカンに入れないとダメかも。
メーカーのBPF等の構造ではなかなか80dBは難しいような気がしますけどどうでしょうか？
あるいはひとつのフィルタで高性能を実現するのではなく、複数に分割してトータルで目的の特性を実現するのはそれはそれで良い方法と思います。

以上