

Qメータを作ってみる (part3 いろいろ考えるがいまいち)

2015.10.29 JA1VCW

1. はじめに

なんともしっくり来ないという感じなので、さらに少し進めてみました。
最終的にいまいちで、もう頭がまわりません。この状態で使います。

2. 何が違うんでしょうか

問題は MQ-161で $Q=277@7\text{MHz}$ と測定されるコイルを 自作Qメータでは $Q=222$ と測定されることです。インダクタンスや周波数によって差はいろいろですが、MQ-161と測定値の差が大きい箇所があります。

現在の回路で、理論的な回路と違う点を考えてみました。

- 1)バリコンのQが未だ低い。
- 2)バリコンの電圧を測定する検波器の入力インピーダンスが低い。
- 3)プログラムの不良。
- 4)構造的に何か問題がある。

3. 実験

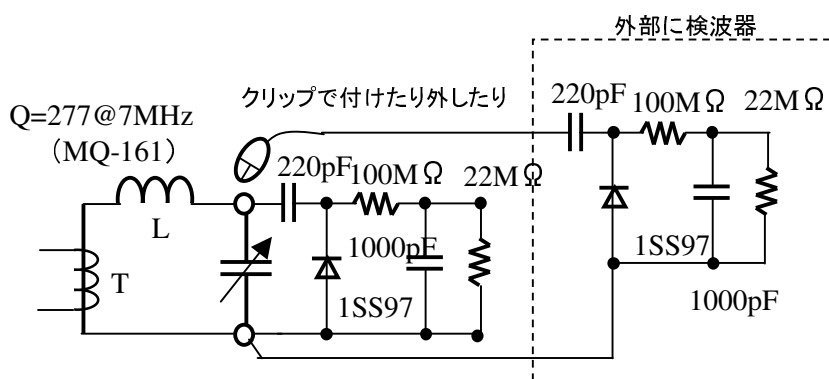
2. 項の各ポイントについて、可能なところを実験してみました。

3. 1 バリコンのQが未だ低い

バリコンの代わりにQの高そうな固定コンデンサを、種類を変えてテストする方法が考えられます。
手持ちのコンデンサでは、ディップマイカ、セラコンがありますが今回実施しませんでした。
それにバリコンはもうこれしか無いので、バリコンを使う限り改善のしようがありません。

3. 2 バリコンの電圧を測定する検波器の入力インピーダンスが低い

内蔵のダイオード検波器と同じものを、もうひとつ並列に接続してみます。
検波器が2個並列になるので、検波器側のインピーダンスは $1/2$ になるはずですが。
そのときにどうなるかを見ました。



測定結果

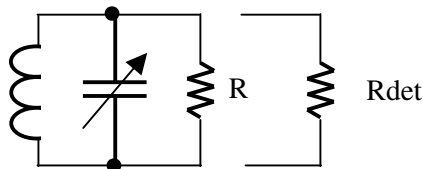
オリジナル					検波器並列				
	設定時 カウン	ピーク カウン	周波数 (kHz)	Q		設定時 カウン	ピーク カウン	周波数 (kHz)	Q
①	671	673	7001.4	222					
					②	465	669	6983.9	216
						670	668	7000	217
③	461	671	7017.5	222					
	673	678	7002.1	222					
					④	475	673	6984.6	216
						671	673	6999.3	217
⑤	462	678	7017.5	222					
	647	677	6999.3	222					

- ① スタート。 先ず通常に同調を取って測定。
- ② 検波器を並列に接続。 そのままQを測定
その後同調を取り直して測定
- ③ オリジナルに戻し そのままQを測定
同調を取り直して測定
- ④ ②と同様
- ⑤ ③と同様

前記の表のように何回かチェックしましたが、影響は－2.7%程度でした。

自作Qメータで測定したときに Q=222 であり、同じ構成の検波器を並列に接続したときにQ=216
なので、2.7 % Q が下がったことになります。 これを考えると、

1.5uH 7MHz
 $XL = 66 \Omega$



自作Qメータで Q = 222のとき
 $R = XL * Q = 14.652k \Omega$

注)

RdetがRに並列に接続されることによって
 Q が216に低下したとすると

Q = 216のとき

$R // R_{ext} = XL * Q = 14.256k \Omega$

$R_{det} = 527.472k \Omega$

すなわち検波器の入力抵抗は527k Ω となります。

注) 厳密な式ではないがQ>10では誤差が少ない。

自作Qメータ本体内の検波器も、外部につけた検波器もほとんど同じ回路なので入力抵抗は527k Ω 。
 もしQ = 277のコイルにQメータ本体の検波器が影響していると仮定しますと

Q = 277のコイルの並列抵抗は、 $R = XL * Q = 18.282k \Omega$

これに検波器の入力抵抗は527k Ω が並列になり、そのときのQは

$R // R_{det} = 18.282k \Omega // 527k \Omega = 17.672k \Omega \rightarrow Q = 268$

Q=277のコイルを自作のQメータで測定するとQ=268となって、3.2 % の測定値の低下になります。

この値は 277 $\rightarrow$ 222 の20%の低下よりも十分小さい。

従って検波器の及ぼす影響は少ないと考えます。

Part1_4.2項で、検波器の入力インピーダンスは5MΩ 必要などと書いてありますが、実際に測定したら500kΩ ということになりました。 矛盾が発生していますが理由が分かりません。 電気は正直なので私が何か間違っているのでしょうか。 同じ回路を並列に接続するとインピーダンスが半分になるはず・・・というのが違うのでしょうか？。 XLがpart1と違うのは承知しています。 ただ、途中の計算は間違っていないと思います。

3. 3 プログラムの不良

測定プログラムが正しいかどうかを調べる為に、Q メータとしての自動測定値と、手動で周波数を変化させて-3dBの周波数を測定して、計算がどの程度あっているかを調べました。

今回の測定でMQ-161と自作品との測定値の差が一番大きいのは、164641A-12 28uH の結果でした。MQ-161 で28uHを5.7MHzで測定したときの結果は Q=77 。

自作品 での測定値は Q=93 F=5969.505 kHz peakのカウント値=239 でした。

これをカウント値を見ながら、DDSの周波数を手動で変更してして値を求めたのが下図です。

- ・Peak付近は 238/239 のカウントの変化の周波数2箇所 (Peakに幅がある)
- ・3dBダウンのカウント値 => peakカウント/ $\sqrt{2}$ ここでは169カウントの±1カウントである170と168の変化の周波数4箇所

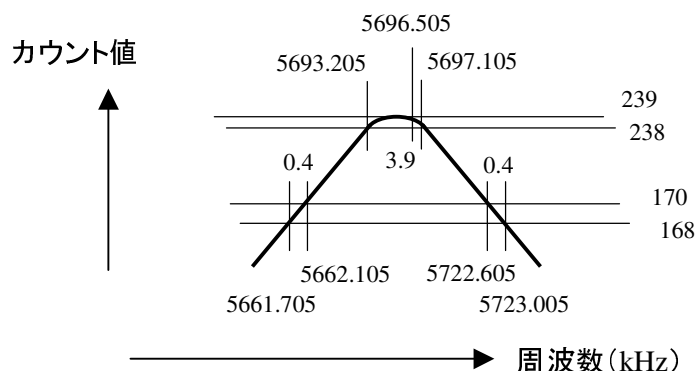
これらの値からQ の最大値、最小値を求めると

- ・Qmin : $5693.205 / (5723.005 - 5661.705) = 92.9$
- ・Qmax : $5697.105 / (5722.605 - 5662.105) = 94.2$
- ・誤差 : $(94.2 - 92.9) / [(94.2 - 92.9) / 2] = 0.014 = 1.4(\%)$

この程度の誤差が発生している可能性があります。

自動測定との差は許容できる範囲でしょう。 従って本来の測定である自動測定のプログラムは間違っていないと思います。

計算誤差(固定小数点演算)等を考慮してもMQ-161との誤差約25%(part2参照)は、これが主な原因とは思えません。



3. 4 構造的な問題

ユニットを箱に取り付けた場合と外に出して測定した場合に、5%以下程度の誤差を生じ、これも原因が分からなかったのですが、バリコンのアースポイントを変更したりして減らしたりしました。現在これ以上は対策方法を考え付きません。

4. 今回の結論

1)最終的に私の能力ではMQ-161との相関はpart2の結果より有意に良くはなりませんでした。

誤差はちょっと大きい感じです。

MQ-161が絶対に正しいかどうかということは分からないのですが、他に基準となる測定器は手元や近くに無く、また、Q が分かっているインダクタ などもないので、私には調べてみる方法も無いのでこのような結論にしかありませんでした。

2) $Q = f_c / B_w$ (−3dB) という、どこの教科書にも書いてあるQ の求め方でこんなに誤差が生ずるということは、もうどうしてよいのかわかりません。

3)測定器は数値を問題にする機械なので、値が正しくないと価値がありません。

いろいろなパラメータの違い(インダクタンスとか周波数など)に於いて正しい必要があります。なかなか難しいものだと思います。

そうは言っても、今回およその見当は付けられそうです。Q の違いなどは明確に分かります。

Q に影響を受ける回路としてはバンドパス・フィルタ等がありますが、Q が2割くらい違っていても、特性の変化はアマチュアレベルでは容認できるので良いことにします。

途中が空いて飛び飛びの作業でしたが、ずいぶんと長丁場になりました(約1.5年)。

これで、Q メータについての作業は休止します。 また、何か良いアイデアが出れば再開します。

付1. Q メータの違いによる測定値のちがい

インターネットを見ていましたら、このような発表を見つけました。

FCZのコイルのQ を測定したデータです。 FCZ研究所の発行している冊子に掲載されていました。メータによって測定値が変わるなあという感じはします。

各種測定器によるL1-3のQの値

コイル名	測定周波数 MHz	同調容量 pF	Q メータ				公称値
			デリカ651	YHP-4194A	MQ-161	MQ-171	
7S01	1	820	94	97	95		100
7S1R9	1.9	380	70	70.6	71		75
7S3R5	3.5	180	71	72.6	67		75
7S05	5	150	90	100	98		70
7S07	7	100	64	100	81		80
7S09	9	82	86	104	114		70
7S14	14	68	55	60.3	70		65
7S25	21	47	52	48.8	74	61	95
7S25	28	33	41	34.5	73	63	70
7S50	50	15				57	45
7S80	80	7				76	80
7S144	144	7				70	60