

1. 測定対象

136kHz 帯アンテナの共振コイルには、必要なインダクタンスを確保する他にアンテナ系の効率を下げないためにコイルの高周波抵抗分をできるだけ低くするつまりコイルの Q を高くすることが要求されます。

そのためには、実際に製作した共振コイルの Q の測定が不可欠です。そこで、測定対象を 136kHz 帯の共振コイルに特化した Q 確認器を製作します。

2. Q の測定原理

従来から用いられている Q メータでは、電圧上昇比法によって Q を測定します。すなわち、被測定コイルと内蔵可変キャパシタを直列共振させて、キャパシタの両端電圧と信号源電圧の比を求めて Q とします。測定精度を良くするために信号源の抵抗分を極めて低い値 (0.02 ~ 0.1 Ω) に抑える必要があり、そのための分圧と高周波電圧計が測定精度と測定範囲を決める要素になります。この測定法は、直列共振の動作原理をそのまま応用しており Q が直読できる単純さと簡便さが長所ですが、Q=500 以上では測定精度が低下します。

本稿ではこれとは異なり、コイルの共振とブリッジの平衡という 2 つの操作を経て Q を算出する高周波抵抗法を提案します。

図 1 において、コイルのリアクタンス X_l とキャパシタンスのリアクタンス X_c が相等しい直列共振状態となると、純抵抗分 R_l のみがブリッジの 1 辺に残留します。

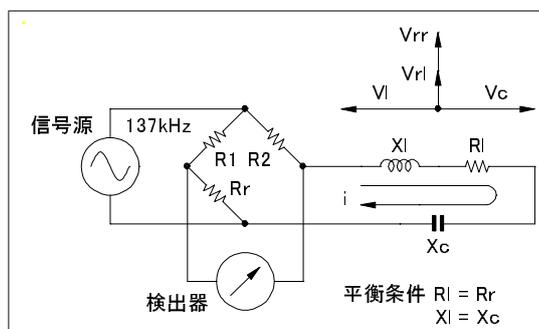


図 1: 高周波抵抗法による Q の測定原理

いまブリッジが平衡した状態では、 $R_l = R_r \times R_2 / R_1$ となります。

これを用いて、Q の定義にしたがい $Q = X_l / R_l$ から Q を計算します。

この測定法ではブリッジの抵抗値の精度以外には Q の測定値を低下させる要素がないので、Q=500 以上のコイルの測定に適します。

3. 具体的な Q 確認器の回路と測定法

実際に高周波抵抗法による Q の確認を行きましょう。

この測定法では、ブリッジを構成する R_1 、 R_2 および R_r が Q 測定の精度を決定します。絶対値の正しい抵抗器を安価に入手するのは難しいのですが、 R_1 と R_2 は選別して相対値を等しくします。また、 R_r は固定抵抗を用います。したがって、 R_l の測定は連続値ではなく特定の抵抗値のみとなりますので、回路全体を Q 確認器と呼びます。

実際の回路図は、図 2 です。

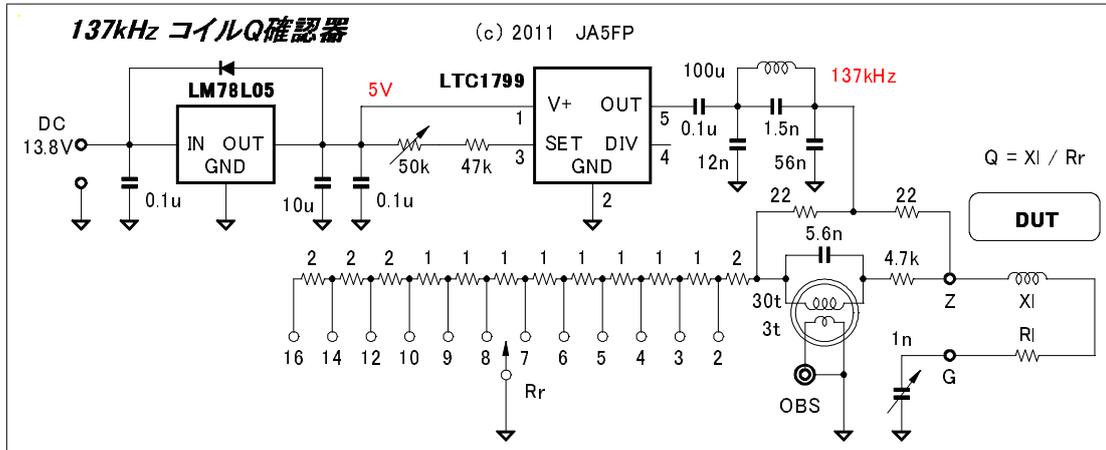


図 2: Q 確認器の構成

信号源は LTC1799 による 137kHz 矩形波発振器です。部品は秋月電子の LTC1799 モジュールを使うのが良いでしょう。

ブリッジの平衡状態検出器は外部に接続したオシロスコープまたは電子電圧計を用います。手元にある受信機もそれを低感度にすれば使えますが、一般には被測定コイルからの電波を受信してしまうので適当ではありません。

操作法は、上記の原理を参照すれば簡単です。検出器の振幅が最小となるように可変キャパシタンスの加減を行い、さらにその振幅が最小となる R_r の値を探します。 $R_2/R_1 = 1$ ですから、求めるコイルの Q は $Q = X_l/R_r$ と計算します。

例えば、 $3mH$ のインダクタンスのコイルが $R_r = 5\Omega$ である場合には、 $137kHz$ における Q は $Q = 3 \times 10^{-3} \times 860000/5 = 516$ です。