

# LA NOBILE ARTE DI: COSTRUIRE LE TRAPPOLE HF

Rev.3 del 31/10/2020

## Generalità

Con questo articolo vorrei descrivere la sequenza delle operazioni che solitamente svolgo quando costruisco le trappole per le bande HF. La descrizione della costruzione della trappola è anche lo spunto per divulgare alcune astuzie che molti OM fanno, per esperienza, e che si tramandano verbalmente. Ringrazio per questo gli amici OM: Franco IZ2HFG, Mario I3HEV, Mario IK4MTK e Paolo IK4PKK per i contributi, dati a vario titolo, al manoscritto.

L'articolo volutamente trascura gli aspetti teorici per lasciare più spazio alla tecnica costruttiva.

L'intenzione è quella di continuare con altri articoli simili, fatti sempre con l'intento di divulgare il più possibile l'esperienza accumulata in campo radioamatoriale.

## Principio di funzionamento

Il principio di funzionamento di una trappola è semplicissimo: si tratta di un circuito risonante di tipo parallelo cioè composto da un'induttanza L ed una capacità C collegati tra loro in parallelo, Figura 1. Questo oggetto costituisce un filtro passa banda, cioè presenta impedenze diverse a seconda della frequenza della radiofrequenza che l'attraversa.

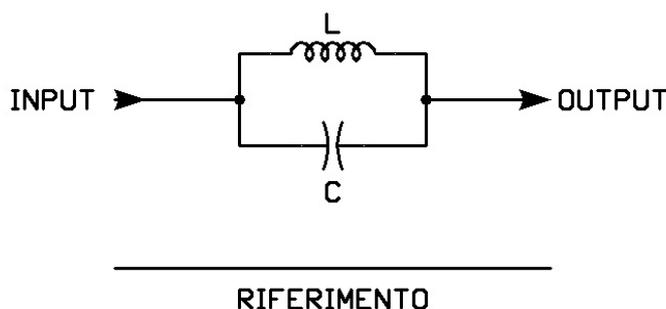


Fig. 1

Ora per chiarire meglio il concetto pensiamo di collegare tra l'INPUT ed il riferimento un generatore di radiofrequenza e tra l'OUTPUT ed il riferimento un voltmetro RF. Accendiamo il generatore e partiamo da una frequenza molto bassa. In questo caso la radiofrequenza sarà bloccata dal condensatore perché, alle frequenze basse, presenta un'impedenza capacitiva  $Z_C$  molto elevata:

$$Z_C = X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \quad (\text{La frequenza } f \text{ si esprime in Hz, la capacità } C \text{ in Farad}) \quad (1)$$

Nel contempo, però, la radiofrequenza potrà fluire attraverso l'induttore poiché, alle frequenze basse, l'impedenza  $Z_L$  che si presenta è molto bassa:

$$Z_L = X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \quad (\text{La frequenza } f \text{ si esprime in Hz, l'induttanza } L \text{ in Henry}) \quad (2)$$

Per cui l'impedenza complessiva presentata dalla trappola al passaggio della radiofrequenza (che è il parallelo di  $Z_C$  e di  $Z_L$ ) sarà molto bassa a causa della reattanza induttiva che cortocircuita il condensatore. In altre parole la radiofrequenza passerà attraverso l'induttanza quasi senza attenuazione perché questa è più permeabile del condensatore che in quel momento è un circuito aperto. Quindi, alle frequenze molto basse, prevale l'impedenza induttiva e noi vedremo sul voltmetro RF in OUTPUT praticamente tutta la radiofrequenza che mandiamo in INPUT. Mano a mano che

aumentiamo la frequenza del generatore vedremo gradatamente aumentare la rettanza induttiva  $X_L$  e contemporaneamente diminuire la reattanza capacitiva  $X_C$  finché le due rettanze saranno uguali.

La frequenza che causa l'uguaglianza delle due reattanze  $X_C = X_L$  viene detta **frequenza di risonanza  $f_0$** .

$$X_C = X_L = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (\text{La capacità in Farad e l'induttanza in Henry}) \quad (3)$$

Inoltre, alla frequenza di risonanza cessa l'egemonia della reattanza induttiva ed "appare" la sola componente resistiva (figura 2) che se ne era stata ben nascosta perché generata dagli elementi parassiti presenti sia nell'induttore (nel circuito magnetico e nel filo dell'avvolgimento per l'effetto pelle) sia nel condensatore (in misura minore come perdita nel dielettrico). La componente resistiva di solito è piuttosto elevata nel risonatore parallelo, per cui il voltmetro RF collegato all'OUTPUT segnalerà un brusco calo del segnale RF. In gergo si dice che si ha un "dip".



RIFERIMENTO

Fig. 2

La frequenza di risonanza  $f_0$  è un parametro molto importante ed è facilmente calcolabile mediante la nota formula:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \quad (\text{La frequenza } f \text{ è in Hz, la capacità } C \text{ in Farad e l'induttanza } L \text{ in Henry}) \quad (4)$$

Se aumentiamo ancora la frequenza oltre quella di risonanza noteremo che il voltmetro RF ricomincerà a risalire perché l'impedenza complessiva ritornerà a calare a causa del progressivo calo della reattanza capacitiva che, da ora in poi, prevarrà. Alle alte frequenze, cioè quelle molto più alte della frequenza di risonanza, la nostra trappola ritornerà ad essere un cortocircuito ed il voltmetro RF non segnalerà alcuna attenuazione.

Se vogliamo usare una metafora è come avere un tubo dove scorre l'acqua (ovvero la corrente di radiofrequenza) con un rubinetto al posto della trappola il cui volantino è comandato dalla frequenza della corrente che transita nel tubo. Mano a mano che ci si avvicina alla frequenza di risonanza vedremo che il rubinetto gradatamente si chiude da solo. Nel punto di risonanza sarà quasi completamente chiuso, passerà solamente un millesimo dell'acqua che solitamente passa quando si è lontani dalla risonanza. Passato il punto di risonanza l'acqua ricomincerà gradatamente a fluire sempre più copiosa fino al normale flusso.

Ecco perché la trappola spesso viene considerata un' "interruttore": infatti risulta un circuito aperto, o meglio presenta un'impedenza molto elevata, nell'intorno della frequenza di risonanza mentre è quasi un cortocircuito lontano da essa.

Per completezza devo però dire che ci sono altri due aspetti importanti che devono essere accennati. La fase della tensione RF che cade sulla trappola alle frequenze al di sotto della frequenza di risonanza è prossima ai  $90^\circ$  mentre per le frequenze molto al di sopra della frequenza di risonanza è circa  $-90^\circ$ . Infatti nel primo caso la maggior parte della corrente scorre nell'induttore mentre nel secondo caso scorre nel condensatore. Va da se che alla risonanza la tensione che cade sulla trappola ha fase  $0^\circ$  infatti la corrente e la

tensione si trovano perfettamente in fase. Questo lo dico perché spesso non è facile capire dal grafico dell'attenuazione qual' è il punto esatto di risonanza ma se si osserva la fase del segnale RF si vede bene il punto in cui attraversa lo zero (o, in altre parole, dove la componente reattiva dell'impedenza Z diventa nulla).

L'altro aspetto importante è la larghezza della banda B intorno alla frequenza di risonanza che risulta bloccata a meno di 3dB. Infatti, come vi ho anticipato, il passaggio dalla conduzione al blocco avviene più o meno gradualmente e ciò comporta che la radiofrequenza venga bloccata già prima di raggiungere la risonanza e continua ad essere bloccata ed anche dopo che si è passata. Convenzionalmente si dice che il segnale è già bloccato quando la sua attenuazione è 3dB inferiore a quella massima che si ha alla risonanza. Ovviamente di frequenze a 3dB ce ne sono due: una prima  $f_l$  ed una dopo  $f_h$  la frequenza di risonanza  $f_0$ . La distanza tra queste due frequenze si chiama banda passante B ed è espressa in Hz.

$$B = f_h - f_l \quad (5a)$$

Normalmente però si usa il **fattore di merito Q** (detto anche coefficiente di risonanza) per definire la banda passante B, a cui è legato mediante la seguente formula:

$$B = \frac{f_0}{Q} \quad (5)$$

$f_0$  è la frequenza di risonanza in Hz.

Dalla formula si capisce subito che la banda passante si allarga sempre di più con l'abbassarsi del fattore di merito Q. Quest'ultimo si potrebbe calcolare a priori con la formula inversa della 5:

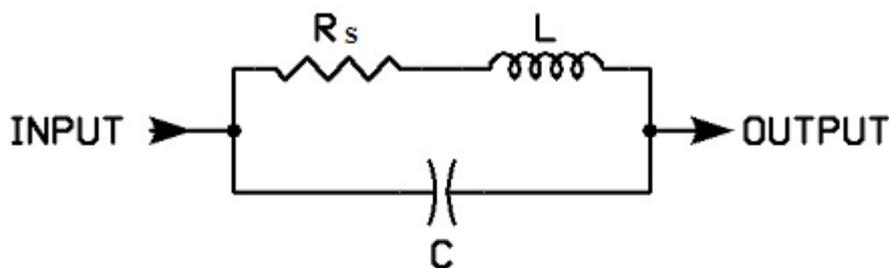
$$Q = \frac{f_0}{B} \quad (6)$$

Alla risonanza la parte resistiva che "appare" sola soletta tra l'INPUT e l'OUTPUT, di figura 2, è circa:

$$R_p \cong Q \cdot Z_0 = Q \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{La capacità in Farad e l'induttanza in Henry} \quad (7)$$

Mentre le perdite resistive  $R_s$ , pensate concentrate nell'induttore, ed in serie al solo induttore (figura 3) si possono calcolare con la seguente formula:

$$R_s = \frac{R_p}{Q^2 + 1} \quad (8)$$



RIFERIMENTO

Fig. 3

Il circuito di figura 3 è quello di una trappola realizzata con componenti reali. Rispetto al circuito ideale di figura 1 presenterà una frequenza di risonanza leggermente più bassa di quella teorica calcolata con la formula (4) e si comporterà ancora da trappola se il Q del

circuito è superiore a 10. Al di sotto di 10 il circuito diventa troppo lasco per avere ancora un bel "dip" di risonanza e per cui l'effetto "interruttore" non è ben netto nemmeno alla risonanza. Per riusare la metafora di prima il rubinetto quando è chiuso perde assai.

Quindi, se si usa la trappola in un'antenna ed il Q non è abbastanza alto, alla risonanza peserà anche il tratto di antenna a valle della trappola, oltre che quello posto prima, e di ciò se ne dovrà tenere conto quando si progetta l'antenna.

Per valori di Q superiori a 10, che sono la maggior parte dei casi, sarà possibile calcolare la resistenza di perdita in serie all'induttore  $R_s$  dall'impedenza  $Z_0$  di risonanza. La relazione approssimata, derivata dalla 8, è la seguente:

$$R_s \cong \frac{Z_0}{Q} \quad \text{in Ohm} \quad (9)$$

Per cui se volessimo fare una trappola per bloccare la banda degli 80m dovremmo centrarla sulla sua frequenza centrale  $f_0 = 3650$  KHz ed avere una banda passante  $B = 300$  KHz. Dalla formula (6) ne consegue che:

$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{3650}{300} \leq 12,16$$

il Q della trappola deve essere al massimo 12,16 altrimenti la banda passante risulterà troppo stretta per poter bloccare tutta la banda. Notate che il Q non è troppo alto e quindi l'effetto "bloccante" non sarà elevato, l'eventuale codino che segue la trappola, alla risonanza (cioè quando si lavora in 80m), sarà visto e parteciperà all'irradiazione.

In figura 4 vediamo il diagramma del Transmission Loss (TL) dell'esempio sopra.

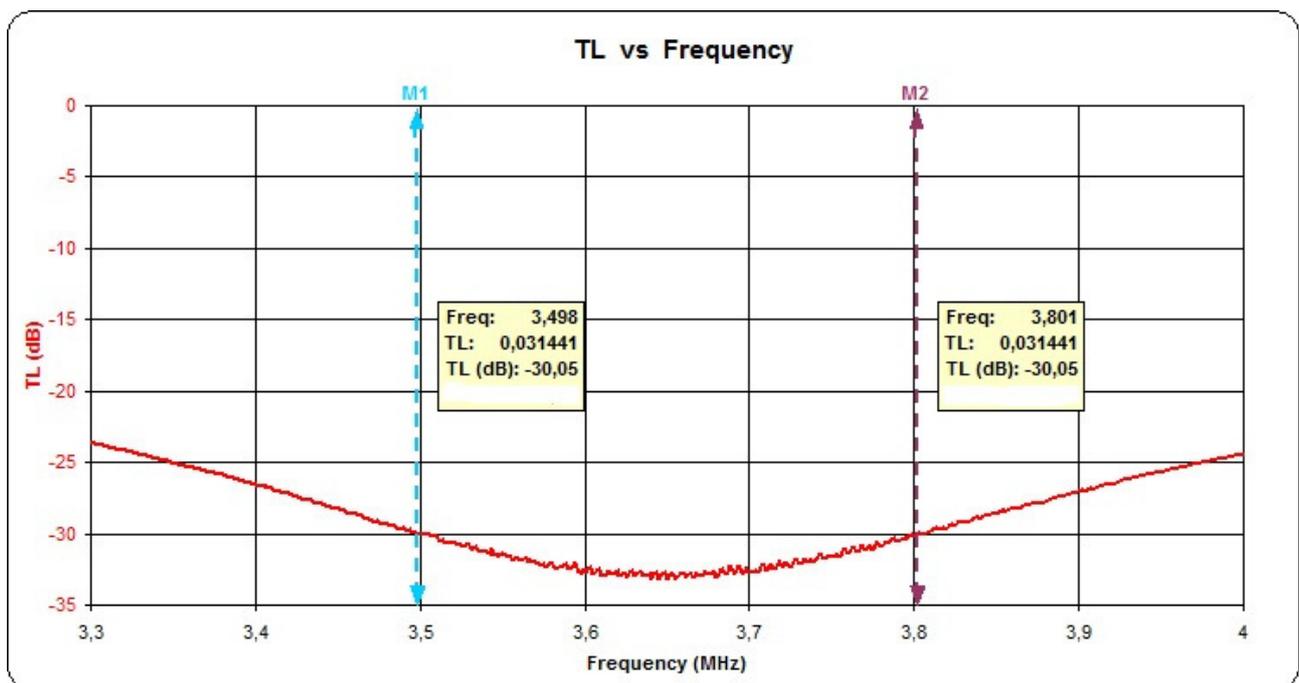


Fig. 4

Il TL rappresenta l'attenuazione della trappola in esame al variare della frequenza. Nel paragrafo taratura vedremo meglio come acquisire il grafico del TL con un VNA.

I cursori M1 ( $f=3498$  KHz e  $TL=-30,05$  dB) ed M2 ( $f=3801$  KHz e  $TL=-30,05$  dB) indicano i punti a +3dB dall'attenuazione della frequenza centrale che si trova esattamente a  $f_0=3650$  KHz e  $TL=-33$ dB. Quindi la banda passante è

$$B = f_h - f_l = 3801 - 3498 = 303 \text{ KHz} \quad (10)$$

Dalla (5) il Q misurato è:

$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{3650}{303} = 12,04$$

Che è perfetto perché risulta leggermente inferiore a quello massimo richiesto di 12,16 e superiore a 10.

## Dimensionamento

Dopo la doverosa premessa teorica dobbiamo necessariamente passare ai problemi reali: trovare i valori dei componenti L e C. Per fare questo dobbiamo riferirci alla formula (4) usata in modo inverso:

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 \cdot C} \quad (11)$$

Come potete vedere abbiamo l'apparente libertà di scegliere la capacità che vogliamo. Infatti la scelta della capacità vincola il valore dell'induttanza ed entrambi, entro certi limiti dovuti alla costruzione dell'induttore, danno origine ad un certo Q (vedi formula 8). Solitamente nelle bande HF si usano capacità intorno ai 50 ÷ 200 pF perché sono quelle che consentono di ricoprire meglio le bande HF di Nostro interesse senza compromettere troppo il Q delle trappole (il precedente esempio degli 80m è uno dei casi peggiori).

Poiché la formula è abbastanza complessa Vi consiglio di utilizzare "Radioutilitario", l'ottimo software scritto da I4JHG e disponibile in rete presso il sito dell'ARI di Scandiano [1], sotto il menù a tendina "Circuiti L C R" troverete la voce "Sintonia". Qui scegliete come "dati conosciuti" FREQUENZA e CAPACITÀ ed inserite la frequenza e la capacità che intendete usare, Figura 5.



Fig. 5

Nell'esempio di Figura 5 realizzo una trappola per la banda dei 20m, così ho messo la frequenza centrale della banda dei 20m (14,175 MHz) e la capacità da 47pF. Il programma mi dice immediatamente il valore dell'induttanza  $L = 2,679\mu\text{H}$ . Col valore dell'induttanza possiamo premere il tasto "Dati pratici costruzione bobine in aria", presente nella stessa finestra, e ricavare i dati costruttivi della bobina.

Alla pressione del tasto appare la finestra di Figura 6.

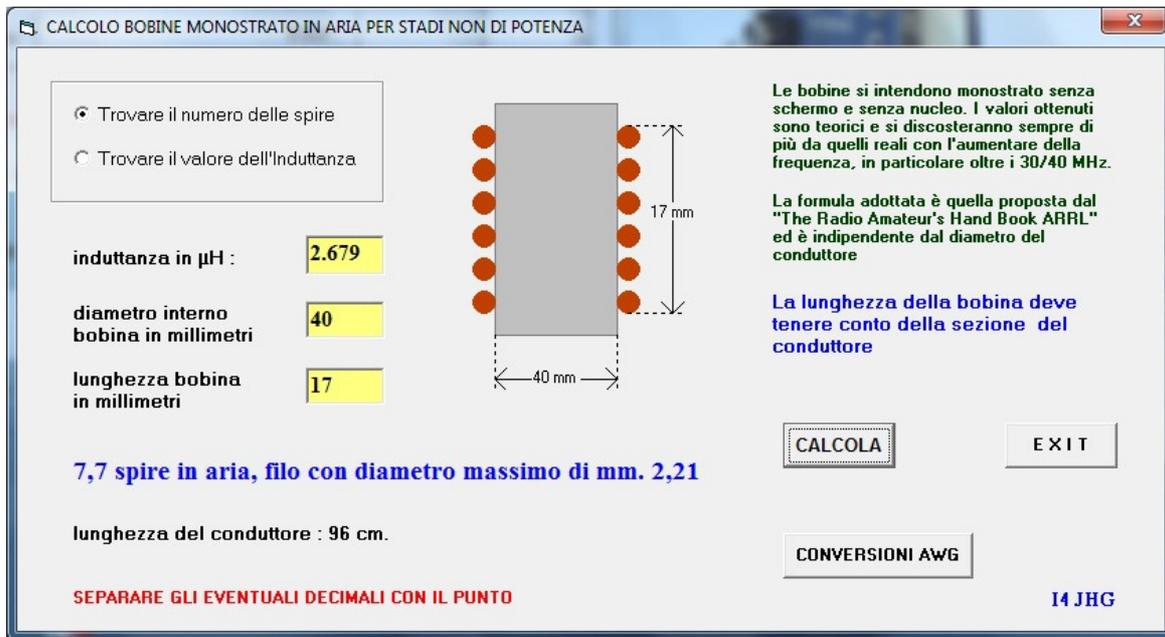


Fig. 6

Ovviamente a noi interessa trovare il numero delle spire, quindi, inseriamo nell'apposita casella il valore dell'induttanza, il diametro del supporto e mettiamo a caso la lunghezza dell'avvolgimento. Il programma risponderà col numero delle spire ed il diametro esterno massimo del filo che si può utilizzare, senza che si accavallino le spire. Questo diametro potrebbe essere molto distante dal filo che abbiamo a disposizione pertanto dovremo ricalcolare più volte, cambiando la lunghezza della bobina, finché il diametro massimo del filo non sarà vicino al diametro esterno (guaina compresa) di quello che vogliamo utilizzare.

Dopo un po' di prove avremo raggiunto il risultato voluto, così avremo il numero delle spire e sotto, in nero, anche quanto filo serve.

Il tutto risulta molto comodo e nella pratica molto accurato.

Faccio una parentesi sul diametro del filo da utilizzare. Come abbiamo visto nella sezione teorica l'induttanza è attraversata dalla corrente RF principalmente quando la trappola lavora nelle bande più basse rispetto a quella di risonanza. Mi spiego meglio: se facciamo un dipolo per i 40 ed i 20m la trappola dovrà bloccare la banda dei 20m, così il tratto di filo che segue la trappola (codino), che serve per far risuonare il dipolo anche in 40m, non sarà visto dalla radiofrequenza se, come in questo caso, il Q è abbastanza alto. Quando invece il dipolo lavora in 40m la trappola lascerà passare la corrente a radiofrequenza e questa sarà tutta sostenuta dall'induttanza perché alle frequenze più basse della risonanza la capacità ha un'impedenza più elevata dell'induttore.

E' evidente che nelle bande più basse della risonanza la trappola, comportandosi da induttore, contribuisce all'allungamento del tratto che segue la trappola. Allungamento che ha come vantaggio la riduzione della lunghezza fisica del tratto di antenna che segue ma ha lo svantaggio di ridurre la corrente nel tratto a valle e quindi d'irradiare meno RF. Questo perché il tratto d'antenna che segue è percorso da meno corrente ed il tratto mancante, "sostituito" dalla trappola, non c'è e quindi non può irradiare.

La sezione del filo dovrà, ovviamente, essere proporzionale alla corrente RF che circola alle frequenze più basse della risonanza ma non potremo usare fili di rame di diametro più grande di 2,5 mm perché risulterebbe molto rigido e la trappola troppo pesante.

In un dipolo (o una verticale) risonante che lavora in ambito amatoriale abbiamo, nel punto di alimentazione, una decina di ampère massimi (2,5KW su 25 Ohm), la trappola di solito è dislocata lungo l'antenna per cui la corrente diminuisce in relazione alla distanza del punto di alimentazione (aumenta di conseguenza la tensione) quindi per l'uso in QRO di solito si usano diametri del conduttore che vanno da 1mm a 2,5mm. La guaina poi

aumenta anche di molto il diametro esterno del conduttore ma se si usa un conduttore smaltato (quello usato per i motori elettrici) potremo minimizzarlo.

Tornando all'esempio, con una trappola siffatta, ci aspettiamo che il Q (formula 5) non sia superiore a:

$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{14175}{350} \leq 40,5$$

Che l'impedenza del condensatore e dell'induttore, alla risonanza, valgano (formula 3):

$$Z_0 = X_C = X_L = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{2,679 \cdot 10^{-6}}{47 \cdot 10^{-12}}} = 238,74 \quad \text{Ohm}$$

Lo stesso calcolo si può fare sfruttando "Radioutilitario" "Circuiti L C R" e poi "Reattanza", capacitiva.

Che la resistenza della trappola alla risonanza (formula 7) sia:

$$R_p \cong Q \cdot Z_0 = 40,5 \cdot 238,74 = 9668,97 \quad \text{Ohm}$$

E che la resistenza di perdita nell'induttore (formula 9) sia intorno ai:

$$R_s \cong \frac{Z_0}{Q} = \frac{238,74}{40,5} = 5,89 \quad \text{Ohm}$$

## Componenti e materiali

La costruzione della trappola richiede la scelta dei componenti e dei materiali migliori per l'uso aereo ed in esterno. Per cui bisogna fare molta attenzione al peso ed alla resistenza alle intemperie, oltre che ai parametri elettrici di funzionamento.

La scelta più importante è quella del condensatore che deve tenere la tensione e la corrente alla risonanza. La scelta è obbligatoriamente orientata sui condensatori knobdoor al titanato di bario ( $\text{TiBaO}_3$ ), Figura 7.



Fig. 7

I condensatori knobdoor sono caratterizzati da un'elevata robustezza meccanica e da eccellenti parametri elettrici. Infatti sopportano elevate tensioni di lavoro, che vanno dai 3,5 ai 10kV, ed elevate correnti. Inoltre presentano basse perdite, utili per avere elevate attenuazioni alla risonanza parallelo e (se usati con viti e rondelle INOX) sono completamente a-magnetici.

Alla risonanza la trappola si comporta come un circuito aperto e quindi la corrente I che transita è piuttosto bassa. Purtroppo la corrente che transita non è l'unica corrente in gioco. Infatti, l'induttore ed il condensatore alla risonanza (e solo allora) si palleggiano una corrente ben più alta di quella che transita attraverso la trappola ma questa corrente dà origine a una potenza di tipo reattivo, quindi non dissipativa, ma esaltata in proporzione diretta dal Q.

Detto ciò, non è molto semplice sapere quanto vale la potenza in gioco in una trappola perchè dipende dal Q e dal resto del circuito; quindi dall'utilizzo che se ne fa. Per esempio:

quando la si utilizza in un'antenna giocano molti fattori: posizione, potenza utilizzata e capacità d'irradiare dell'antenna stessa. Non esiste quindi una formula semplice per ottenere la potenza in gioco nella trappola, l'unica valutazione possibile è quella di considerare la trappola investita da tutta la potenza in entrata. E' sicuramente irrealistico ed in assoluto una condizione molto gravosa ma se il condensatore regge tutta la potenza in ingresso a maggior ragione reggerà quella dell'uso "ordinario".

Con le premesse fatte, per calcolare la tensione  $V_C$  ai capi del condensatore di una trappola alla risonanza, si può usare la formula che si usa per il condensatore nelle loop magnetiche:

$$V_C = \sqrt{P \cdot Z_0 \cdot Q} \quad (12)$$

In QRO si usano condensatori knobdoor da 3,5KV, da 5KV, da 7KV e da 10KV. Se utilizzate al massimo 100W non c'è problema alcuno già con 3,5KV. Ricordate però che le dimensioni fisiche dei condensatori (ed anche degli induttori) sono indicative della potenza che sono in grado di gestire: con più sono grossi con più reggono.

Alcuni OM non dispongono di condensatori knobdoor, quindi, la migliore alternativa è fare una trappola col cavo coassiale (tipo Kelemen). In questo caso la capacità e l'induttanza sono legate dai parametri caratteristici del cavo. L'isolamento in PTFE sopporta tensioni superiori ed ha perdite inferiori rispetto ai cavi con isolamento in PE. L'isolamento FOAM, invece, lo ritengo non adatto perché la schiuma isolante è morbida ed il conduttore centrale tende, col tempo e col caldo, ad avvicinarsi alla calza così da cambiare i parametri di funzionamento della trappola.

Per chi volesse cimentarsi nella costruzione delle trappole in cavo può benissimo farlo usando l'ottimo SW "Coaxtrap" di VE6YP, scaricabile dal suo sito <http://www.qsl.net/ve6yp/>.

Altri, principalmente i produttori di antenne commerciali, utilizzano come armature del condensatore parte del supporto della bobina e la sua schermatura esterna, in un connubio robusto e pratico da realizzare ma piuttosto difficile da dimensionare. I costruttori si riferiscono alla loro esperienza ed ognuno tiene gelosamente nascoste le tabelle di calcolo faticosamente ricavate.

L'altro dispositivo, tutto da costruire, è l'induttore. Questo oltre alla scelta del filo da avvolgere necessita anche del supporto.

Il filo da utilizzare migliore è quello smaltato per motori, a doppio strato di smalto, perché permette d'avere spire con la parte conduttrice la più vicina possibile e quindi, a parità di dimensioni, si ottengono induttanze più grandi ed induttori più leggeri. L'alternativa meno costosa ma più ingombrante e con forti perdite (Q bassi) è quella di utilizzare il filo per impianti elettrici N07V-K 1x1,5mmq o più, sconsigliata caldamente.

Nel Nostro caso, l'induttore deve avere una resistenza di perdita  $R_S = 5,89$  Ohm quindi dovremo usare del filo piuttosto grosso. Io ho scelto quello da 2,00 millimetri che esternamente è 2,17mm. E' il più grosso che ho a disposizione.

Particolare attenzione bisogna riservare anche al supporto in plastica. Personalmente uso materiali per l'edilizia/idraulica ove la robustezza, la resistenza alle intemperie ed il peso sono i parametri più importanti. La scelta cade quasi sempre su materiali che in acqua galleggiano (cioè hanno massa volumica inferiore a quella dell'acqua) come il tubo per gli scarichi grigio in polipropilene (PP) da 40, 50 e 75mm (noto col nome del costruttore Rehau) oppure il tubo in polietilene (PE) nero sottile (noto col nome del costruttore Geberit); entrambi hanno massa volumica rispettivamente 0,96 e 0,91 g/cm<sup>3</sup>, inferiore a quella dell'acqua. Fortemente sconsigliati sono i tubi in PVC bianco e rosso perché sensibili agli UV e con massa volumica di 1,60 g/cm<sup>3</sup>, molto superiore a quella dell'acqua, e con perdite in HF inaccettabili. Usatissimi sono anche i tubi in PE che contengono il silicone, ovviamente quando sono vuoti, perché sono molto sottili (e quindi leggeri) ma si trovano solo da 50mm.

I materiali suddetti li ho già testati e sono compatibili con la radiofrequenza, nel senso che non hanno perdite rilevanti.

## Costruzione

La realizzazione pratica inizia tagliando uno spezzone di tubo con la troncatrice (o con altro metodo). Lo spezzone di tubo deve prevedere almeno 30mm per parte, oltre la lunghezza dell'avvolgimento data da "Radioutilitario", per le viti di fissaggio e per gli amari dei conduttori che la sostengono.

Procurate bulloncini M4x16, dadi M4 e rondelle  $\phi 4$  in acciaio INOX, perché resiste meglio alle intemperie, non si ossida ed è amagnetico; anche se ha una resistività dieci volte più grande dell'ottone l'INOX è più stabile nel tempo, soprattutto se esposto alle intemperie.

Con due spezzone di filo argentato di grande sezione, intorno ai 2mm, realizzate due capicorda da collegare alle viti del condensatore knobdoor come in Figura 8.



Fig. 8

Alcune scuole di pensiero utilizzano le pagliette per fissare il condensatore nella parte centrale del tubo di supporto mentre altri saldano i reofori direttamente sulla testa del bulloncino INOX. Inutile dire che la brasatura a stagno riduce la resistenza di contatto tra il reoforo ed il bullone. Per saldare il reoforo alla testa del bulloncino occorre rendere rugosa la testa del bullone con una lima ed usare un saldatore di potenza elevata (100W) con la pasta salda. L'operazione richiede solo qualche minuto.

Tagliate e piegate il reoforo in modo che l'asse del condensatore cada in centro al tubo e saldate solo uno dei due bulloncini, l'altro lo preparerete stagnato ma lo salderete ad avvolgimento ultimato.

Ora fate una riga longitudinale col pennarello sul tubo e fate un solo foro da 4mm ad almeno 30mm dal bordo; quello dove inizia l'avvolgimento.

Tagliate uno spezzone di poco abbondante di filo smaltato, stiratelo con uno straccio tenendolo fermo in morsa da un capo, raschiate l'isolamento per circa 15mm, stagnate con poco stagno la parte nuda (quando lo stagno è ancora liquido pulitelo con uno straccetto, così ne resterà solo un velo) e con una pinza a becchi tondi create l'occhiello. Tagliate anche un pezzetto di nastro adesivo lungo una decina di centimetri e tenetelo a portata di mano.

Infilate il bulloncino nel foro, quello con la testa prestagnata ma senza il condensatore, ove inserirete anche l'occhiello del filo che avete appena fatto; serrate con rondella e dado. Avvolgete strette e serrate le spire previste da "Radioutilitario", arrotondate per eccesso, tenendo teso il filo, trattenuto dall'altro capo dalla morsa. Nell'esempio le spire saranno 8 anziché 7,1. Questo perché in fase di taratura è abbastanza semplice diminuire l'induttanza scostando le spire mentre è impossibile aumentarla senza aumentare le spire.

Una volta avvolte le spire necessarie fissate l'avvolgimento col nastro adesivo che avete preparato, in modo che non scappino, e tagliate il filo in eccesso di circa 15mm oltre la riga longitudinale che avete tracciato col pennarello. Raschiate, stagnate e fate un secondo occhiello. In corrispondenza dell'occhiello praticate il secondo foro, infilate il bulloncino col condensatore e fissate con rondella e dado. Completate l'operazione con la brasatura del secondo reoforo ed, una volta freddo, tirate i dadi con la chiave avendo cura di non tirarli troppo e di tenere ferma la testa attaccata al condensatore durante il serraggio.

Nei tratti di tubo ridondante praticate due fori per parte, con lo stesso diametro esterno del conduttore di sostegno, per fare l'entra ed esci e fissare il capocorda alla restante parte del bulloncino con un'altro dado e rondella.

A questo punto la trappola è fatta ed il risultato dovrebbe essere quello di figura 9.

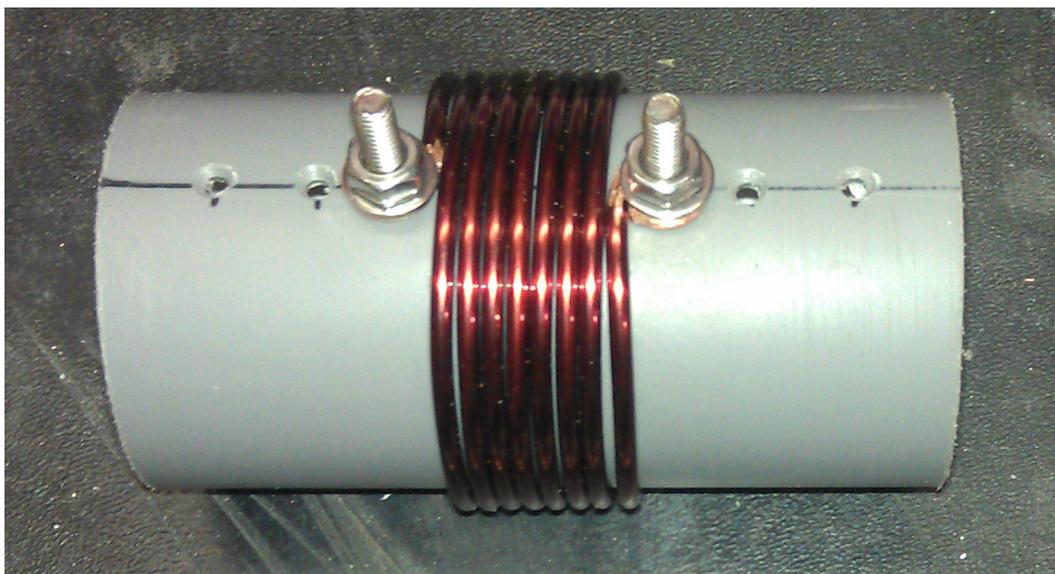


Fig. 9

### **Taratura**

L'ultimo atto è quello di sintonizzare la trappola sulla frequenza centrale della banda di lavoro richiesta. L'operazione di sintonizzazione avviene scostando tra loro, leggermente, le spire dell'induttore.

L'operazione deve essere condotta sospendendo e tenendo lontana la trappola da materiali ferromagnetici. Lo strumento di misura che uso è ovviamente costituito dal mio set-up (vedi bibliografia [2] ) e dal fedele MiniVNA calibrato ed impostato in "Transmission Mode" nella banda dei 20m. Il metodo indicato è particolarmente efficiente perché misura in continuo il TL (l'attenuazione) e permette di posizionare un cursore nel punto che si vuole raggiungere, figura 10.

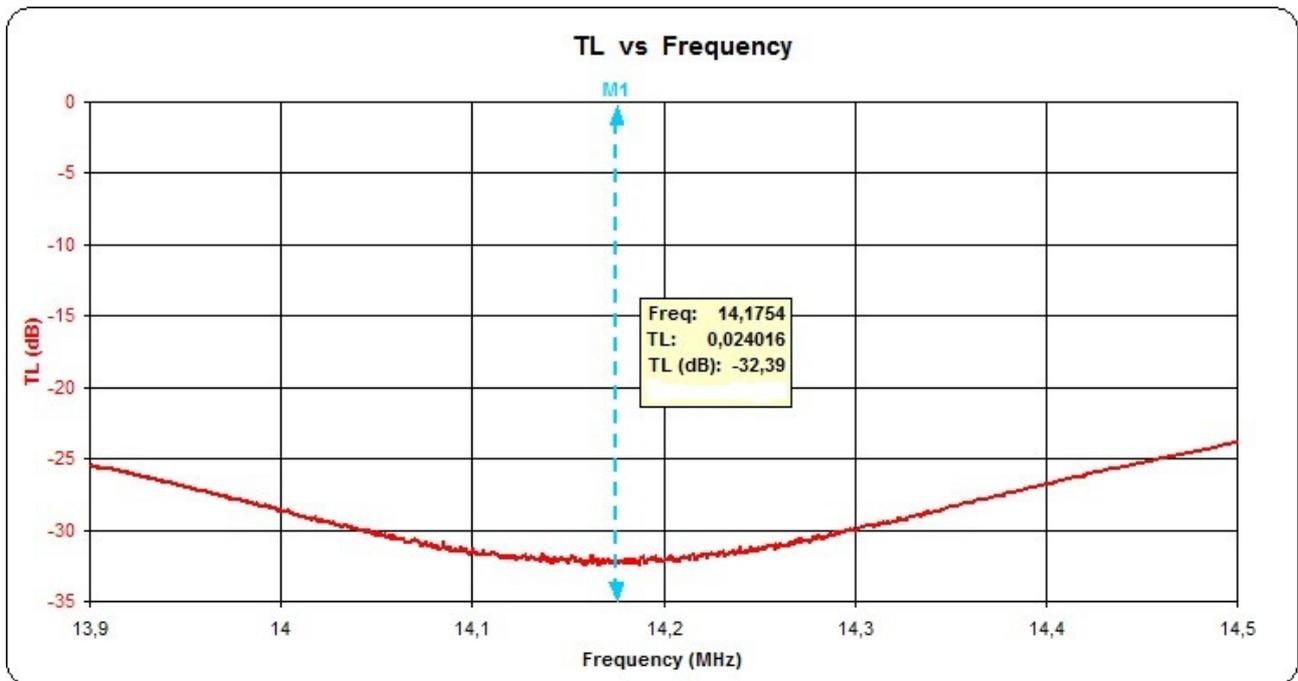


Fig. 10

Nulla vieta l'uso di altri metodi (come il grid-dip meter) purchè accurati e ripetibili. Una volta centrata la frequenza di risonanza sulla frequenza centrale della banda di lavoro occorre bloccare le spire della trappola. Il risultato finale dovrebbe essere come quello di figura 11.

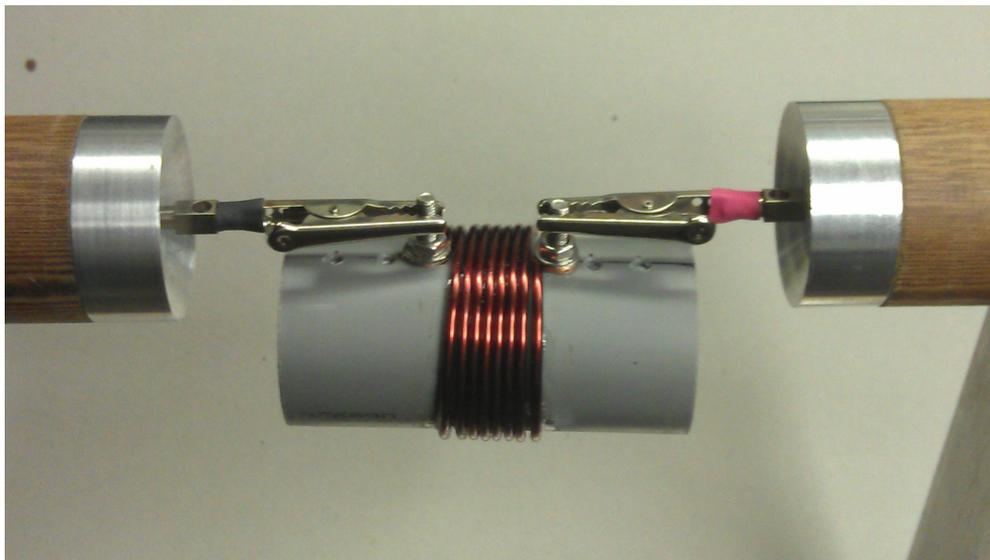


Fig. 11

Se le operazioni si sono svolte col MiniVNA, è possibile misurare la banda passante e poi calcolare il Q della trappola. Per fare ciò bisogna leggere l'attenuazione alla frequenza di risonanza (Figura 8) e trovare, con i cursori M1 ed M2, le due frequenze quasi simmetriche che hanno l'attenuazione inferiore di +3dB; figura 12.

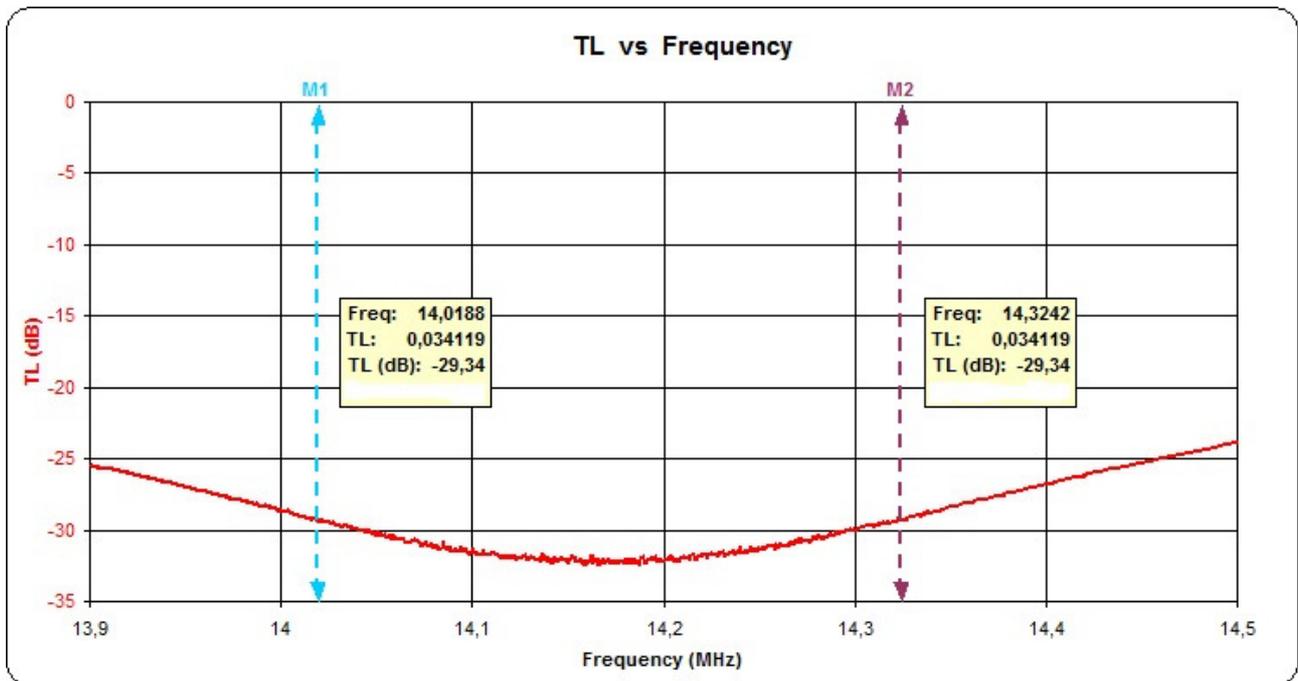


Fig. 12

Come vedete la trappola non ricopre perfettamente la banda di lavoro, ha un  $Q=46,3$ , un  $Q$  più alto del necessario (40,5), ma lavora in una banda abbastanza ampia da coprire la porzione di fonia dei 20m e va più che bene per l'uso che ne devo fare io.

Se avessimo voluto abbassare il  $Q$  avremmo dovuto aumentare le perdite  $R_p$ , utilizzando del filo un po' più piccolo di quello usato, o in modo più efficace, diminuire l'impedenza  $Z_0$ . Infatti dalla formula (7) si ricava:

$$Q = \frac{R_p}{Z_0}$$

Per diminuire l'impedenza  $Z_0$ , occorre aumentare la capacità  $C$  infatti è la sola capacità che influisce sulla banda passante. Infatti:

Infatti dalla (3)  $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$  e dalla (4)  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$  che sostituite nella (13) si ha:

$$B = \frac{f_0}{Q} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \frac{Z_0}{R_p} = \frac{1}{2\pi \cdot R_p} \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2\pi \cdot C \cdot R_p} \text{ Hz} \quad (13)$$

Purtroppo, a questo punto dell'opera, modificare qualcosa comporta il dover rifare tutto. A taratura ultimata bloccate le spire con qualche goccia di colla. Evitate di ricoprire le spire col nastro adesivo in PVC perchè introduce perdite e vi abbasserebbe il  $Q$  complessivo.

### Bibliografia

- [1] I4JHG, Radioutilitario, ARI Scandiano <http://www.ari-scandiano.org/portal/index.php>
- [2] IW2FND, Set-Up di misura per trappole, Radio Rivista 1-2013 ed. EDIRADIO
- [3] David Knight, G3YNH Components and materials <http://g3ynh.info/zdocs/comps/>