

## DIPOLO ROTATIVO 15/10M

Come ad ogni OM almeno una volta nell'arco dell'anno, frullano in testa le solite idee per migliorare il proprio parco antenne, magari aggiungendo qualcosina senza spendere tanto e senza stravolgere tutto il sistema possibilmente cimentandosi anche nell'autocostruzione.

Così guardando tra la fuffa ho trovato una serie di vecchi radiali di alluminio per una lunghezza totale di 6m che potevano adattarsi per la realizzazione.

### Progettazione:

Obiettivo, realizzare un dipolo rotativo caricato/trappolato per i 10 e 15 m, per l'esattezza quello dei 10 metri,  $\frac{1}{2}$  lunghezza d'onda senza accorciamento, con in serie una trappola che risuoni su i 28Mhz e che di conseguenza risulti essere un induttanza di valore appropriato tale da far risuonare il resto del dipolo su i 21Mhz a  $\frac{1}{2} \lambda$ .

Le misure sono :

Lunghezza max. braccio = 3M

#### Dipolo rotativo 28,3Mhz

$L \frac{1}{2}\lambda = 142,6/fc > 142,6/28,3 = 5m \gggg 2,5m \times$  braccio

#### Dipolo rotativo 21,1Mhz

$L \frac{1}{2}\lambda = 142,6/fc > 142,6/21,1 = 6,75m \gggg 3,37m \times$  braccio

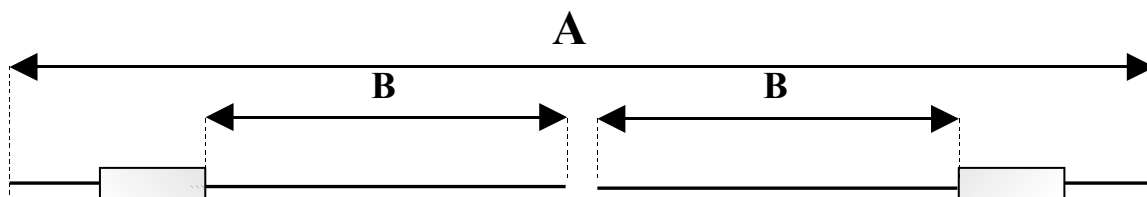


Fig.1

A questo punto è necessario trovare il valore della reattanza induttiva da inserire al termine di ogni braccio di 2,5m di valore tale da far risuonare il resto del dipolo di 50cm su i 21,1Mhz.

E' possibile ricavare tale valore sia con metodo analitico, un po' complesso, oppure più semplicemente attraverso un grafico riportato su RR8/96 nell'articolo di IK5BHN(ref.1).

La dimensione "A" del dipolo di 6m disponibile rispetto i 6,7m necessari per i 21Mhz corrisponde ad un accorciamento pari al 90% della lunghezza effettiva.

La dimensione "B" corrisponde al valore in percentuale di posizionamento dell'induttore rispetto la dimensione "A"; pertanto se la bobina si posiziona a 2,5m dal centro del dipolo il suo valore equivalente in percentuale rispetto la lunghezza di 3 m è di circa l'84%.

Nel grafico l'asse delle ascisse corrisponde alla quota "B" mentre sull'asse delle ordinate le curve corrispondenti all'andamento della reattanza induttiva in funzione della percentuale di accorciamento cioè la quota "A". Si ricava un valore di reattanza induttanza di circa 870 ohm.

E' necessario sottolineare che ci sono alcuni fattori da non sottovalutare quando si realizza una antenna di tipo raccorciata; primo tra tutti è la % di accorciamento, a discapito di una maggiore induttanza da inserire nel sistema per compensare tale riduzione, e pertanto indice di fattore di perdita irradiata e dissipata nel sistema.

Inoltre la posizione dell'induttanza, ad esempio allontanandola rispetto al ventre di corrente permette una minor perdita anche se c'è un incremento del valore della reattanza induttiva; altro fattore da considerare è il rendimento totale del sistema, cioè il valore di potenza espresso in % che viene irradiato, il quale è proporzionale alla somma tra la **resistenza di ingresso**, (che risulta inferiore a causa del fattore di accorciamento e dall'altezza della stessa rispetto al terreno), e alla **resistenza di perdita** (in cui entra in gioco anche il "Q" o fattore di merito), in

$$\text{sintesi } \eta = \frac{R_i}{R_i + R_p}$$

dove  $R_i$  = Res.ingresso dell'antenna( accorciamento + fattore altezza)

dove  $R_p$  = resistenza di perdita dato dal rapporto tra la reattanza e fattore di merito (X/Q)

Dopo queste brevi informazioni(ref.2) per verificare il valore ricavato ho utilizzato un software di simulazione che molti di voi conosceranno "EZNEC".

Pertanto ho simulato il sistema inserendo l'induttanza ricavata di 870 ohm nel semidipolo ad una distanza di circa 253 cm dal centro a  $f_c = 21,1\text{Mhz}$  ed ad un'altezza dal suolo di 11 m.

Dalla simulazione si è evidenziato che la risonanza avveniva intorno ai 20Mhz pertanto è stato necessario ridurre il valore dell'induttanza per spostare il centro banda fino a 21.1Mhz.

A questo punto è necessario fare una precisazione, sul fatto che una trappola in configurazione del tipo parallelo alla frequenza di risonanza, (la reattanza induttiva annulla il valore della reattanza capacitiva), presenta ai suoi capi una resistenza pura di valore altissimo, ma finito cioè dipendente dal “Q”, infatti  $Z = \text{reattanza}(X_c \text{ o } X_l) \cdot Q$ ;

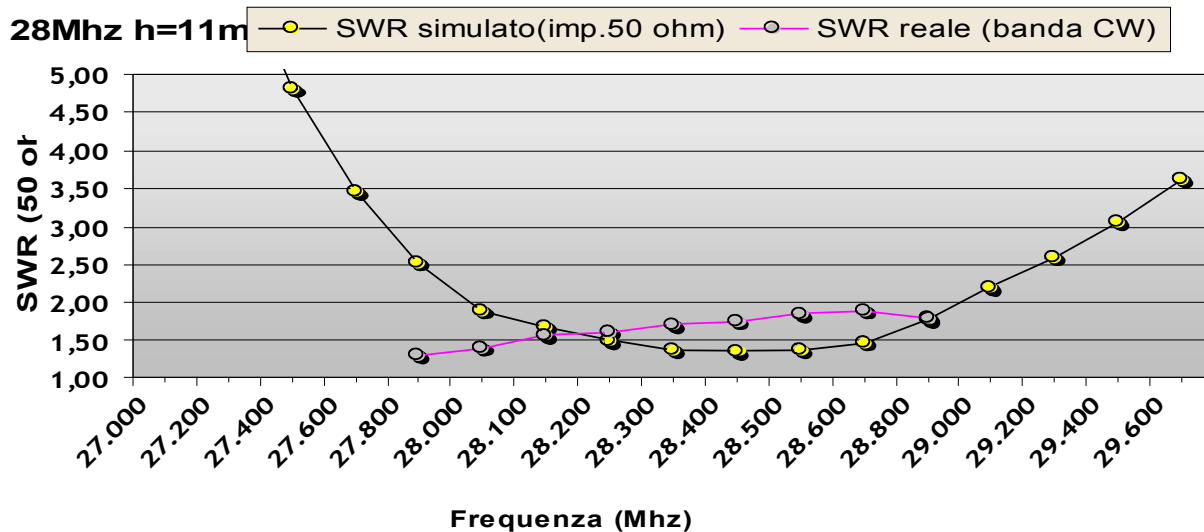


fig.2

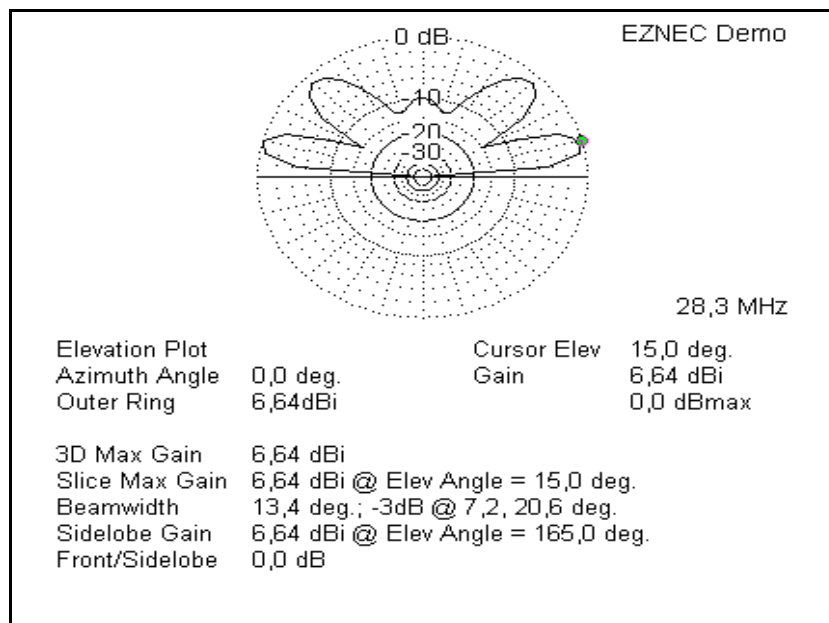


fig.3

pertanto anche in funzione della corrente che scorre sulla stessa, si può considerare discreto un valore resistivo intorno ai 15Kohm; valore che si cercherà di rispettare come limite minimo e che verrà confrontato, in fase di simulazione, con il valore reale ricavato per la realizzazione della trappola.

L'aggiustamento definitivo si è concluso con un compromesso, l'allontanamento della trappola rispetto la quota "B" e contemporaneamente l'aumento del valore della reattanza induttiva pertanto si è passati da 253cm a 266cm di "B" per allungare e far risuonare il dipolo a 28,3Mhz e contemporaneamente aumentato il valore dell'induttanza a 900 ohm a 21,1Mhz.

Da fig2 a fig.5 vengono riportati i rispettivi diagrammi di irradiazione con il valore dell'SWR simulato sulle 2 bande.

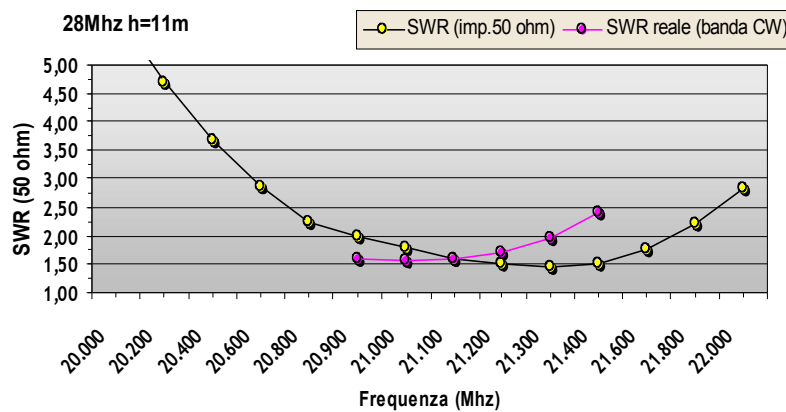


fig.4

Il passo successivo è stato quello di ricavare il valore di una reattanza capacitiva "-XC" in modo tale che in parallelo ad una reattanza induttiva "XL" a 21.1Mhz dia come risultato il valore di una reattanza induttiva di XL=900 ohm, e inoltre alla frequenza di 28.3Mhz il sistema LC trappolato sia risonante ed equivalente ad un circuito aperto.

Il tutto si traduce in un sistema di 2 equazioni con 2 incognite:

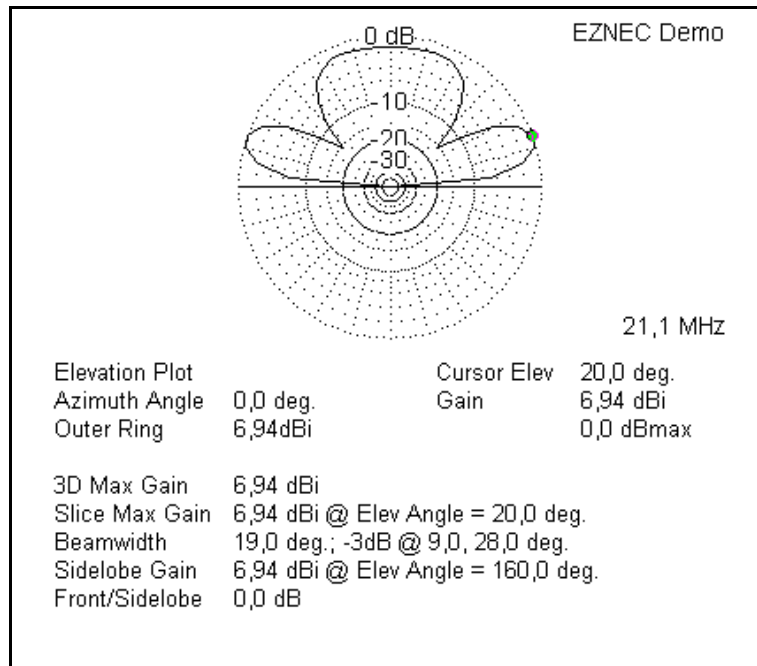


fig.5

**1°) Condizioni di Risonanza a 28.5Mhz**

**2°) Reattanza Equivalente a 21.1Mhz**

$$w_1 L = \frac{1}{w_1 C}$$

$$\frac{XL - XC}{XL - XC} = X_T \quad \text{da cui}$$

$$\frac{w_2 L - \frac{1}{w_2 C}}{w_2 L - \frac{1}{w_2 C}} = X_T$$

$$\gg \gg \frac{-\frac{L}{C}}{w_2^2 LC - 1} = X_T \gg \gg -\frac{Lw_2}{w_2^2 LC - 1} = X_T \quad \text{pertanto il sistema}$$

sarà

$$\left\{ \begin{array}{l} w_1 L = \frac{1}{w_1 C} \\ -\frac{Lw_2}{w_2^2 LC - 1} = X_T \end{array} \right.$$

dove  $w_1 = 2 \cdot \pi \cdot 28.3 \text{Mhz}$

$w_2 = 2 \cdot \pi \cdot 21.1 \text{Mhz}$

Dai calcoli il valore ricavato corrisponde a una capacità di circa 10,5 pF e un induttanza di 3 uH.

Con un altro tipo di simulatore e precisamente PSPICE, utilissimo per circuiti elettrici/elettronici di varia natura, ho potuto verificare la veridicità di tali valori. Infatti nel grafico di fig. 6 sono riportate due curve, la prima rappresenta rispettivamente i valori nominali della trappola, cioè 10,5pF e 3uH, e la seconda i valori della stessa introducendo una possibile e reale tolleranza del 10% per l'induttanza e 5% per la capacità.

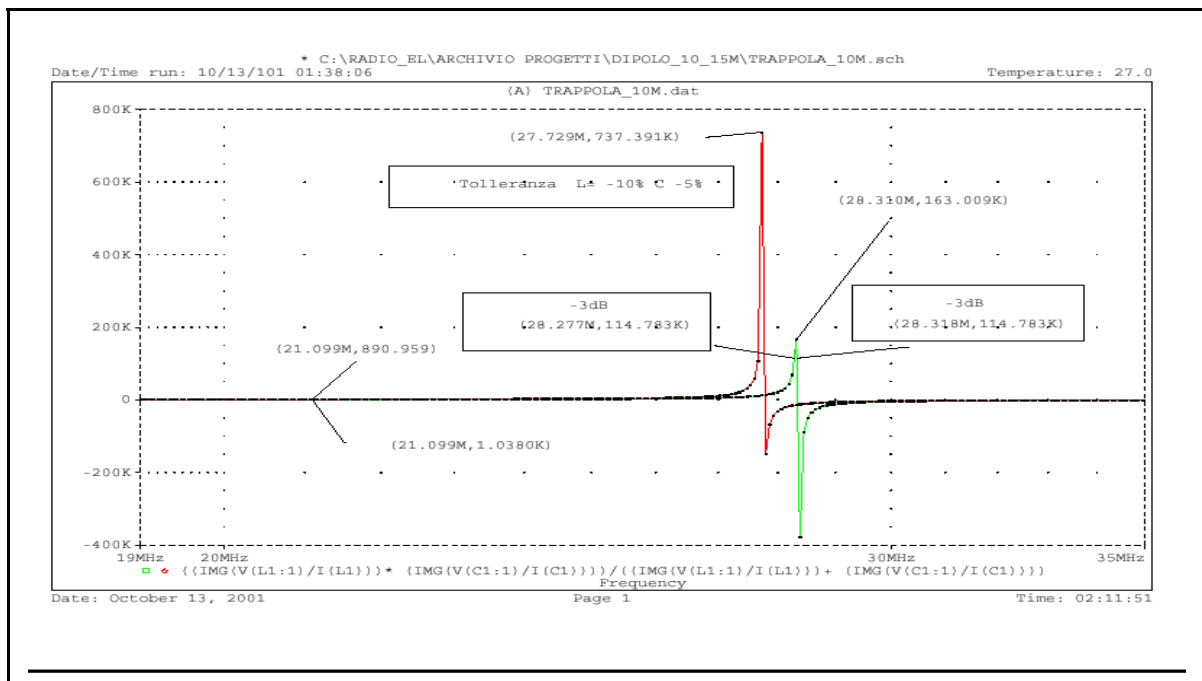


fig.6

Come si può notare dal grafico i valori di reattanza induttiva a 21.1Mhz risultano rispettati, inoltre viene evidenziato che anche con una tolleranza a dir poco “irrilevante” e sufficiente spostare anche di diversi khz il centro banda della trappola, come in questo caso a 27.729Mhz pertanto in fase di realizzazione è consigliabile prestare maggiore attenzione.

Nel grafico di fig.7 è riportata la risposta del livello di attenuazione in dB della trappola; in questo modo si può verificare la larghezza di banda o “Q” per poter calcolare e confrontare il valore della resistenza (preventivamente impostata intorno a 15Kohm) in condizioni di risonanza.

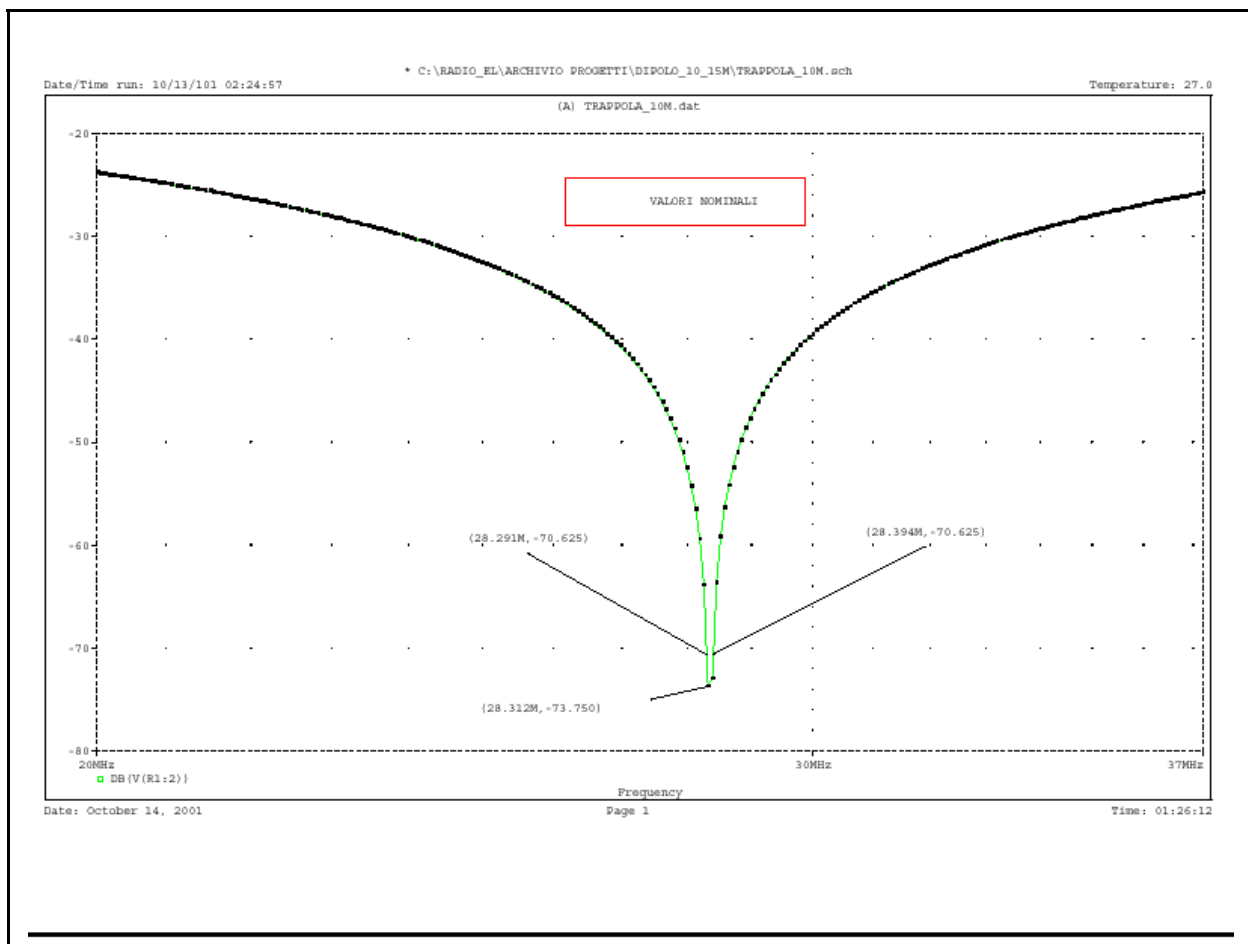


fig.7

Pertanto  $f_2 = 28.394\text{Mhz}$        $f_1 = 28.291\text{Mhz}$     e  $X_L$  a  $28.312\text{Mhz} = 513\Omega$

$$Q = \frac{f_0}{f_2 - f_1} = \frac{28.312}{28.394 - 28.291} \cong 283 \qquad Z = 513 \cdot 283 \cong 145\text{Kohm}$$

Il valore della resistenza alla frequenza di risonanza è circa 145Kohm valore ampiamente rispettato come menzionato precedentemente.

Il rendimento del dipolo a 28Mhz può considerarsi alto poiché non essendo un dipolo raccorciato le perdite ( $R_p$ ) possono essere imputate principalmente alla qualità di costruzione della trappola.

La trappola si presenta verso il dipolo, come una resistenza in serie, di valore molto alto alla f. di risonanza, ed inoltre posizionata in un ventre di tensione pertanto la corrente di perdita è trascurabile.

Discorso un po' diverso sulla banda dei 15 m dove le cose si complicano maggiormente; infatti l'induttanza e la capacità si trovano ad essere investite da un discreto ventre di corrente, e pertanto entrano in gioco le resistenze di perdita di tali componenti.

Infatti i modelli reali dell'induttanza e della capacità sono piuttosto complessi poiché presentano alle alte frequenze oltre al loro valore, ulteriori componenti

RLC che influenzano il risultato finale. Considerare tutte queste componenti per determinare analiticamente il valore reale dell'induttanza o capacità ad una determinata frequenza è abbastanza utopico, anche perché le variabili che entrano in gioco (perdite nel conduttore a RF, perdite nel dielettrico del supporto della bobina, perdita nei materiali circostanti l'induttore come la guaina che lo ricopre) sono troppe e non conosciute; la cosa migliore da fare sarebbe di misurare con un generatore di rumore il valore  $R \pm jX$  in modo tale da conoscere anche la parte resistiva ( $R_p$ ) che incide nel rendimento totale del sistema.

Nel caso specifico a causa dei valori molto bassi di induttanza e capacità da realizzare confrontabili con le tolleranze dello strumento in mio possesso non è stato possibile avere un valore alquanto omogeneo d'impedenza reale, pertanto ho potuto agire soltanto in modo empirico come descritto in seguito.

### Realizzazione:

La realizzazione delle trappole le ho effettuate con materiale anch'esso di recupero; era possibile realizzarle con il cavo RG58 che presenta per metro un valore di induttanza e capacità ben conosciuto, ma a seguito della loro realizzazione ho verificato che con potenze applicate in modo costante (es. trasmissione in cw), la frequenza di risonanza si spostava andando in deriva, per poi ritornare alla sua  $f_c$  di origine dopo alcuni secondi dalla conclusione della trasmissione.

A tal riguardo ho utilizzato per l'induttanza del semplice cavo ricoperto per impianti elettrici, e per la capacità un pezzetto di bassetta a doppia faccia in vetronite che si presta ottimamente grazie alle notevoli caratteristiche dielettriche e di rigidità dielettrica intorno ai Kv.

$$\text{Pertanto } L(\mu H) = \frac{\left(\frac{r}{2.54}\right)^2 \cdot n^2}{9 \cdot \left(\frac{r}{2.54}\right) + 10 \left(\frac{l}{2.54}\right)}$$

$l$  = lunghezza cm

$r$  = raggio in cm

$n$  = numero di spire

Per la capacità la formula risulta essere :

$$C = k \cdot 8.85 \cdot E - 2 \cdot \frac{S}{d}$$

dove  $k$  = costante dielettrica del materiale, in questo caso uguale a 4,6

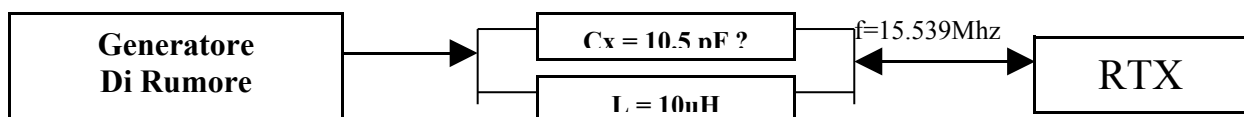
$S$  = superficie in  $\text{cm}^2$

$D$  = distanza tra i due piani in cm in questo caso per la basetta equivale a 1,6mm.

Induttanza 3 $\mu\text{H}$	Capacità 10 pF
Filo per impianti 1mm <sup>2</sup> Diametro supporto tubo x impianti 4 cm, n° 9 spire allargate leggermente tra di loro	Basetta vetronite doppia faccia Dimensione 20x18 mm

A seguito della realizzazione è consigliabile tarare i singoli componenti (capacità e induttanze) possibilmente con un capacimetro/induttanzimetro; in alternativa si può utilizzare un generatore di rumore, (che anche RR ha pubblicato in passato), ed un'altra capacità e induttanza di valore conosciuto.

Pertanto se si deve tarare la capacità incognita si mette in parallelo ad essa un induttanza di valore conosciuto, (che abbia però la frequenza di autorisonanza molto superiore a 28Mhz, cioè che possa lavorare bene a 28Mhz altrimenti il campione presenterà valori induttivi differenti a 21Mhz rispetto 28Mhz) con all'ingresso il generatore di rumore e all'uscita il vostro RTX.



La risonanza si avrà quando naturalmente reattanza induttiva e capacitiva si annulleranno e pertanto in ascolto sull'RTX non si sentirà più nessun rumore.

Per ricavare la frequenza di ascolto utilizzare:

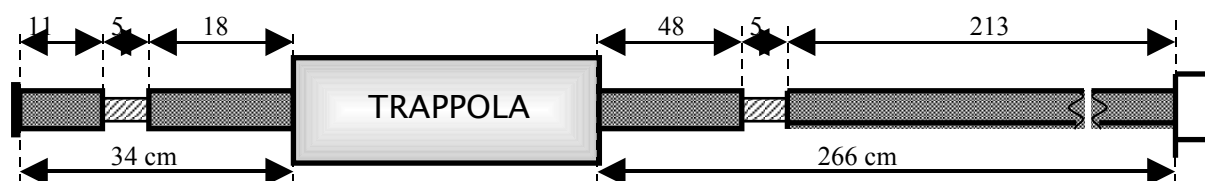
$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad \text{es: } C_x = 10,5\text{pf} \quad L = 10\text{uH} \quad f_{\text{ascolto}} = 15.539\text{Mhz}$$

Un ulteriore consiglio è quello di effettuare la taratura in modo singolo cioè ricavare sia induttanza che capacità separatamente per evitare che si possano sommare errori.

In seguito chi volesse fare un ulteriore prova dopo aver trovato induttanza e capacità mettendoli in serie e collegati al trasmettitore con un carico da 50 ohm si può testare la qualità della realizzazione.

Il condensatore data la dimensione ridotta l'ho inserito all'interno del supporto della bobina, comunque sono possibili altre alternative, e anche in questo caso RR

in passato ha mostrate diverse possibilità. Il disegno riportato è abbastanza esplicativo; comunque per la taratura finale c'è la possibilità di ridurre o aumentare leggermente la dimensione del dipolo per entrambe le bande.



Personalmente l'aggiustamento, per ottenere il ROS più basso, l' ho effettuato inserendo un balun anch'esso autocostruito e privilegiando le zone basse delle bande per utilizzarla al meglio in CW; comunque in linea di massima i valori sono stati abbastanza coerenti rispetto a quelli in fase di simulazione, anche perché eventuali ostacoli circostanti come antenne o grondaie possono condurre ad accoppiamenti di varia natura e pertanto variare leggermente l'SWR, soprattutto nel caso la si montasse ad un'altezza più bassa di quella ipotizzata.

Al di là del tipo di antenna costruita spero che l'argomento sia stato interessante, magari possa divenire stimolo per qualcuno per un'eventuale realizzazione, comunque se ci fosse qualche dubbio potete mandarmi un e-mail a [ik2yjd\\_2007@libero.it](mailto:ik2yjd_2007@libero.it) , 73 e buon dx.

Riferimenti:

- 1) ANTENNE 2°vol. Nerio Neri.
- 2) RADIOANTENNE Marino Miceli
- 3) ARRL HANDBOOK 2000
- 4) ARRL ANTENNA BOOK 1997
- 5) TECNOLOGIA DELLE COSTRUZIONI ELETTRONICHE ing. Lotti