

A.R.I. - Sezione di Parma

**ANTENNA VERTICALE
per i 7 MHz “corta”.**

Carlo Vignali, I4VIL

5 ottobre 2018

Disponendo di un'antenna verticale trappolata per i 14/21/28 MHz alla quale sono stati aggiunti diversi radiali con risultante buon funzionamento generale, vista la attuale scarsa propagazione sulle bande HF alte, si è voluto provare a farla funzionare nella banda dei 7 MHz con un conveniente sistema di adattamento.



Verticale tribanda
trappolata
commerciale per i
14 -21-28 MHz
con 5 radiali aggiunti

Il ROS a 7 MHz, misurato ai morsetti dell'antenna, è elevatissimo e non misurabile. Lo strumentino usato dà uguale indicazione per la "diretta" e la "riflessa".

Anche avendo moderni RTX con ATU incorporati, il matching effettuato al trasmettitore non elimina il ROS lungo la linea di discesa con conseguenti apprezzabili perdite lungo il cavo.

Occorre costruire un circuito di matching per la banda dei 40 metri e posizionarlo ai morsetti dell'antenna. Solo così si eliminano le onde stazionarie lungo la linea di discesa migliorando apprezzabilmente il rendimento globale.

Utilizzando un RF Analyzer si è provveduto a misurare l'impedenza all'ingresso dell'antenna alla frequenza di 7100 kHz.

E' risultata: $Z_L = 27.6 - j 317 \ \Omega$.

L'impedenza presenta una componente fortemente reattiva di tipo capacitivo.

Il disadattamento che si presenta con la linea di impedenza caratteristica $Z_0=50 \ \Omega$ è notevole.

Sulla linea si avrebbe un VSWR = 75 con una potenza riflessa dal carico-antenna di circa il 95%.

Non solo, ma la linea verrebbe sottoposta ad uno stress notevole. Le tensioni e le correnti, in alcuni punti, assumerebbero valori circa il doppio del normale in assenza di ROS, con notevole aumento delle perdite che ogni linea reale presenta.

Ricapitolando:

circa il 95% della potenza che arriva all'antenna (dopo l'attenuazione della linea) viene rispedito verso il TX. Percorrendo la linea (con alto valore di ROS) verso il TX viene ulteriormente attenuata. Se il TX non è dotato di ATU, è facile rimanga danneggiato e, comunque la potenza erogata è veramente minima.

Se il TX è dotato di ATU, la potenza riflessa che è rimasta viene rispedita verso l'antenna, sempre con notevole attenuazione della linea.

Occorre costruire un circuito di matching per la banda dei 40 metri e posizionarlo ai morsetti dell'antenna.

Solo così si eliminano le onde stazionarie lungo la linea di discesa migliorando apprezzabilmente il rendimento globale.

Tanti sono i sistemi di adattamento ed i modi per realizzarli.

Qui si è utilizzata la Carta di Smith che permette una scelta “visiva” del circuito di adattamento senza doversi impegnare in troppi conti “matematici” .

Calcolo del circuito di matching

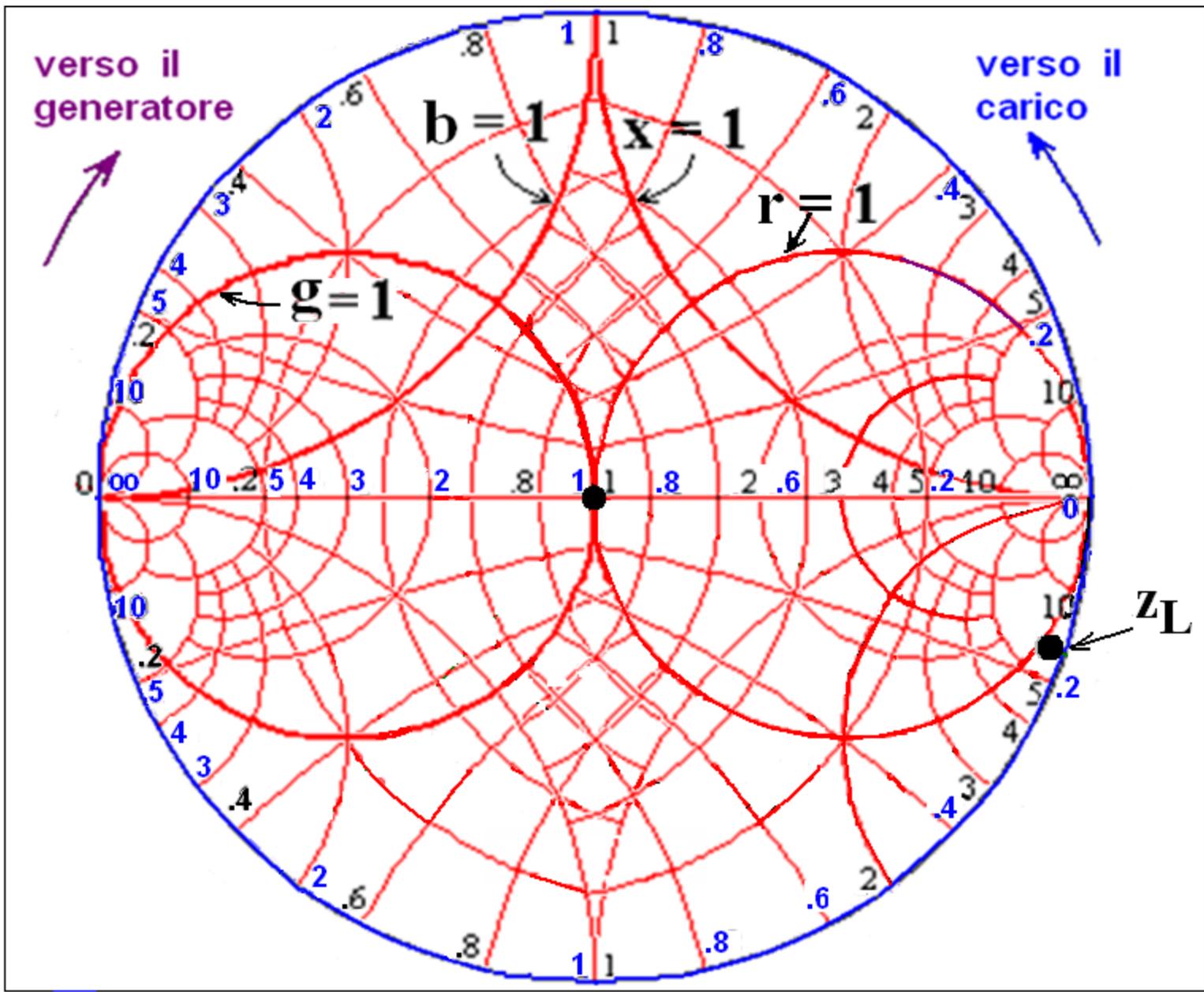
Per prima cosa si sceglie di normalizzare i valori delle impedenze a 50Ω .

Il valore dell'impedenza d'antenna diviene:

$$z_L = Z_L/50 = 0.552 - j 6.34.$$

Si riporta questo punto sulla Carta di Smith (punto z_L) .

Siamo nella parte inferiore della Carta di Smith, quella “capacitiva”.



Spostandoci da z_L sulla circonferenza $r = \text{costante}$ “verso il generatore” (ogni Carta di Smith lo riporta, spesso come “toward generator”) si incontra primariamente la circonferenza $g = 1$ nei punti P_1 e P_2 . Il punto P_1 ha impedenza ancora capacitiva (siamo sempre nella parte bassa della Carta) e, per neutralizzarla, avremmo bisogno di una reattanza induttiva in parallelo.

Si è preferito il punto P_2 che, mostrando reattanza induttiva, richiede, nel circuito di matching, un condensatore in parallelo alla linea per neutralizzarla, molto più facile da regolare finemente.

Il punto P_2 ha coordinate normalizzate: $y_2 = 1 - j 0.901$ ovvero $z_2 = 1/y_2 = 0.552 + j 0.498$.

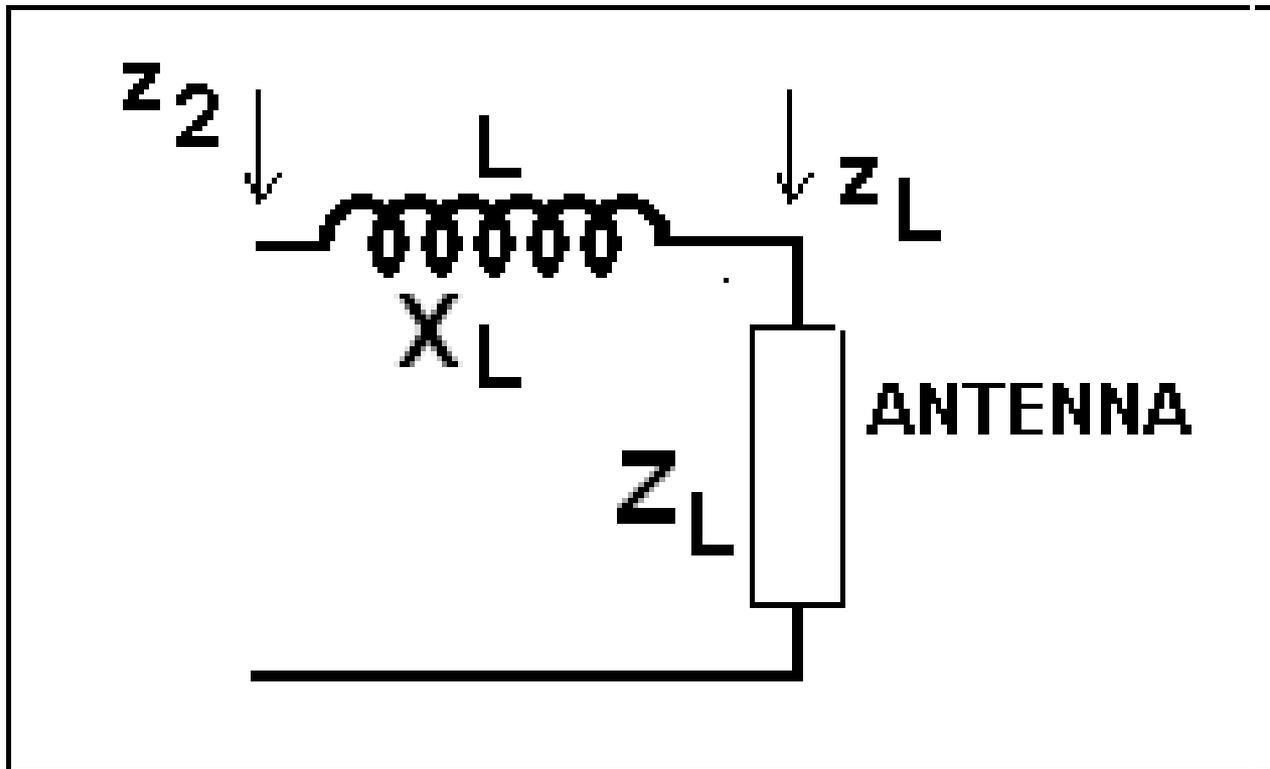
Passando dal punto z_L al punto P_2 , la parte resistiva, ovviamente, non è cambiata, proprio per il modo di procedere utilizzato, e la parte reattiva è passata da $-j 6.34$ a $+j 0.498$ con una variazione di :

$$x = j 0.498 - (-j 6.34) = +j 6.838$$

(induttiva, quindi).

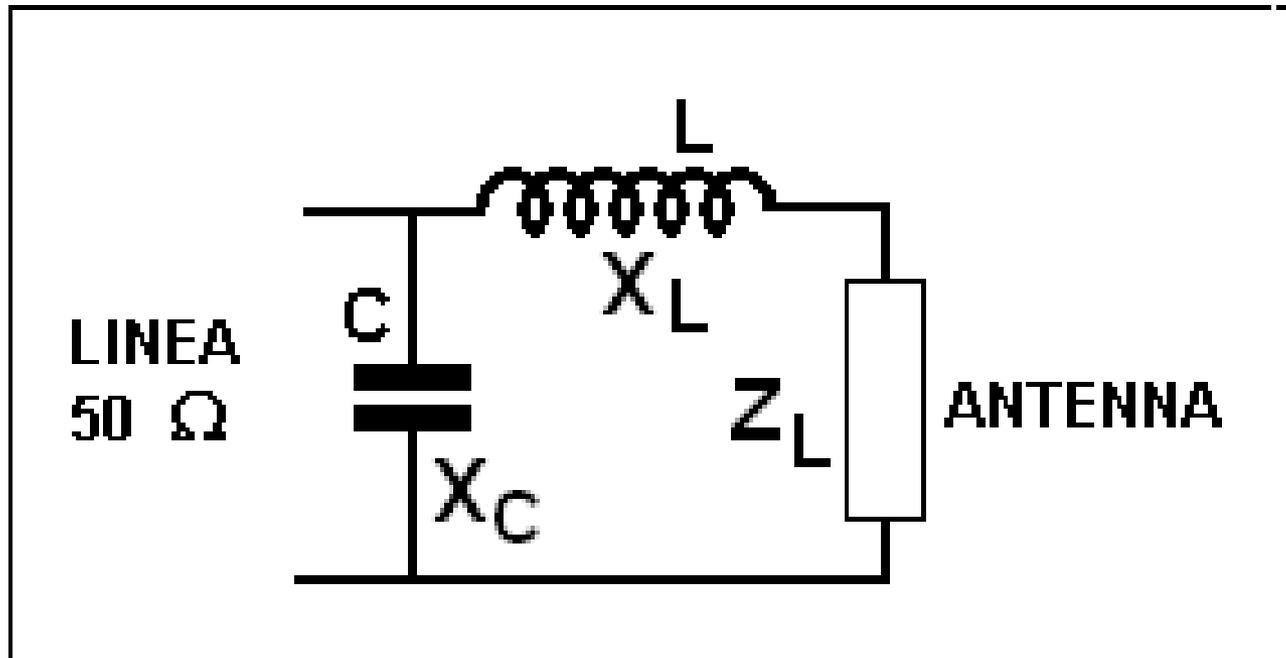
Ciò corrisponde ad una $X_L = x \cdot 50 = 342 \Omega$.

Nel circuito di matching occorre, per prima cosa, una induttanza posta in serie di valore $L = X_L / 2\pi f$ che, alla frequenza di lavoro $f = 7100 \text{ kHz}$, diviene: $L = 7.66 \text{ } \mu\text{H}$.



Il punto P_2 ($y_2 = 1 - j 0.901$) mostra una suscettanza induttiva normalizzata di $b = -j 0.901$ che può essere facilmente annullata spostandoci dal punto P_2 sino al centro della Carta sempre sulla circonferenza di conduttanza costante $g = 1$. Il Centro della Carta ha coordinate $g=1$ e $b = j0$. Occorre quindi mettere in parallelo al punto P_2 una suscettanza di segno contrario: $(j 0 - (-j 0.901)) = +j 0.901$.

Questa è ottenuta con una capacità di reattanza normalizzata: $x_C = 1/b$ ovvero $x_C = -j 1.11$.
Tralasciando il segno ed eliminando la normalizzazione, si ottiene $X_C = x_C \cdot 50 = 55.5 \Omega$.
Alla frequenza di lavoro, questo corrisponde ad una capacità $C = 1/2\pi f X_C = 4.04 \cdot 10^{-10} = 404 \text{ pF}$



Costruzione

Il circuito di adattamento costituito da un condensatore e un'induttanza è alloggiato in una semplice scatola di alluminio 5 x 5 x 12 cm con due connettori UHF di ingresso ed uscita.

L'induttanza da $7.66 \mu\text{H}$ è ottenuta con due avvolgimenti in serie recuperati dal cassetto e la capacità richiesta di 404 pF è ottenuta con diversi condensatori ceramici in parallelo da 1000 V lavoro.

I valori sono stati controllati con RLC meter .



Circuito di matching.
Nonostante il circuito sia alquanto arruffato, il funzionamento è risultato perfetto ed adatto ai comuni RTX di 100 W.

Verifica caratteristiche

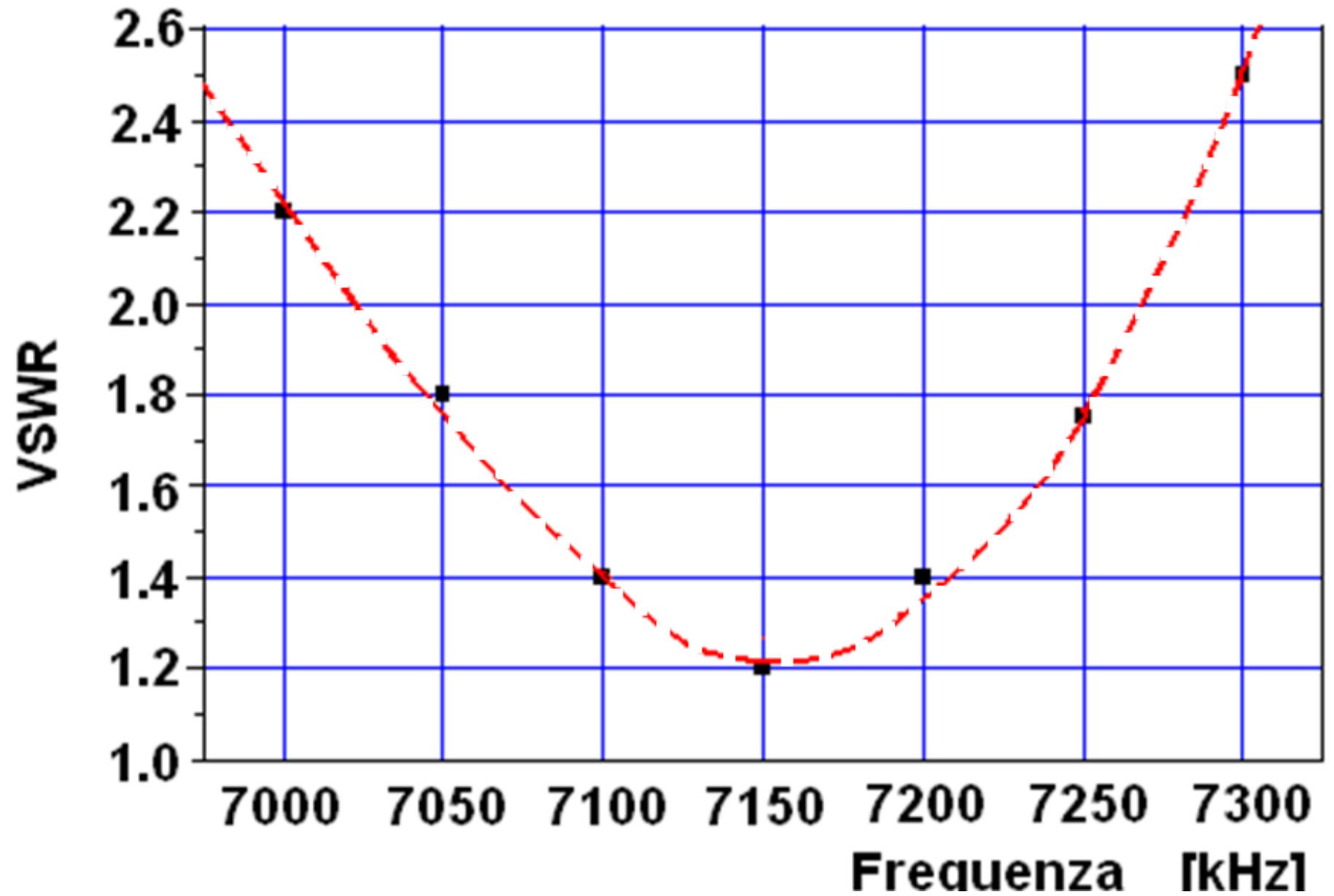
La scatola è sistemata direttamente sotto l'antenna e collegata al connettore UHF dell'antenna stessa con un "barilotto" UHF maschio-maschio.

Ovviamente, in questo modo, l'antenna diventa utilizzabile solo sulla banda dei 7 MHz.

La scatola è stata avvolta da qualche strato di polietilene da cucina per limitare i danni da pioggia e agenti atmosferici.

In sede di taratura e controllo è stato necessario aggiungere un condensatore di 15 pF in parallelo a quanto calcolato per portare il minimo di ROS proprio a centro banda 40 m fonia.

La risposta in frequenza è molto buona.



VSWR misurato all'ingresso del circuito di matching, sotto l'antenna.



RISULTATO
FINALE

Strumenti utilizzati

MFJ-226 Graphical Antenna Impedance Analyzer
GenRad 1689 Precision RLC Digibridge

Bibliografia

- [1] P.H.Smith, *Transmission Line Calculator* –
Electronics, Vol. 12,n 1, Jan.1939
- [2] P.H.Smith, *An Improved Transmission Line Calculator*
Electronics, vol. 17, n 1, Jan. 1944
- [3] *E.Limiti*, Eletttronica delle Microonde – Aracne (2007)
[www,aracneeditrice.it/pdf/9788854808539.pdf](http://www.aracneeditrice.it/pdf/9788854808539.pdf)
- [4] www.dartmouth.edu/~sullivan/colorsmith.pdf

Ringraziamenti

Si ringrazia la Sezione ARI di Parma che mette regolarmente a disposizione dei soci alcuni importanti strumenti che sono stati abbondantemente utilizzati in questo lavoro.