

DUPLEXER PER

PONTI RIPETITORI RADIOAMATORIALI



Figura 1

Questa volta mi soffermerò in particolare sui Duplexer, sperando di chiarire quali siano i fondamentali parametri da prendere in considerazione nella scelta del modello più adatto e focalizzerò l'attenzione su quelli prettamente Radioamatoriali cioè con shift rispettivamente di 600Khz per le VHF e 1.6Mhz per le UHF.

Tralascero invece di approfondire quelli per le bande oltre il Ghz, ad esempio per i 23cm e superiori o anche quelli di derivazione Civile, tipicamente progettati per shift di 4.6Mhz e realizzati con filtri ad Elica (figura 1) e quindi piccoli ed economici ma di prestazioni modeste se applicati all'ambito Radioamatoriale.

Per soddisfare le specifiche tecniche necessarie all'utilizzo in un Ripetitore Radioamatoriale è quindi necessario optare per modelli di Duplexer realizzati con filtri in Cavità ed in special modo di tipo "Notch" (figura 2) .

Questa tipologia di filtri in cavità dispone di due distinte regolazioni, una per selezionare la frequenza di Passa-banda e un'altra per quella di Elimina-banda detta anche di Notch (figura 3).

Se ben realizzati, questi filtri consentono di settare la frequenza di Notch anche molto vicina a quella di Passa-banda, quindi proprio quello che serve per un Duplexer Radioamatoriale che ha la necessità di Isolare la frequenza di Trasmissione da quella di Ricezione e viceversa.



Figura 2

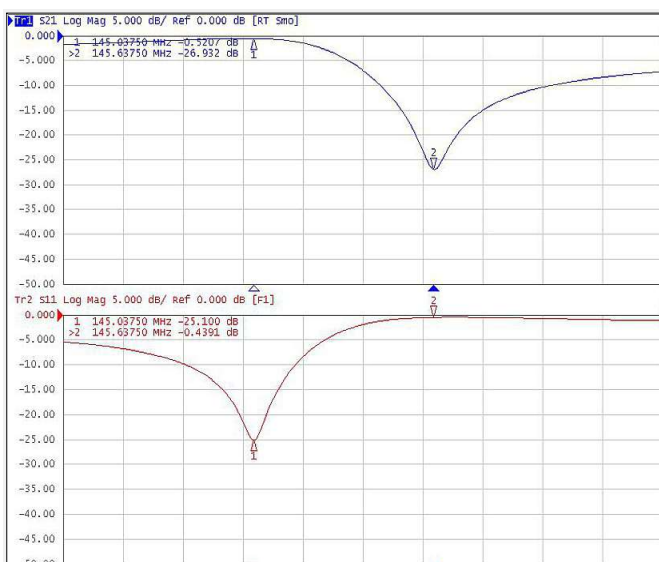


Figura 3

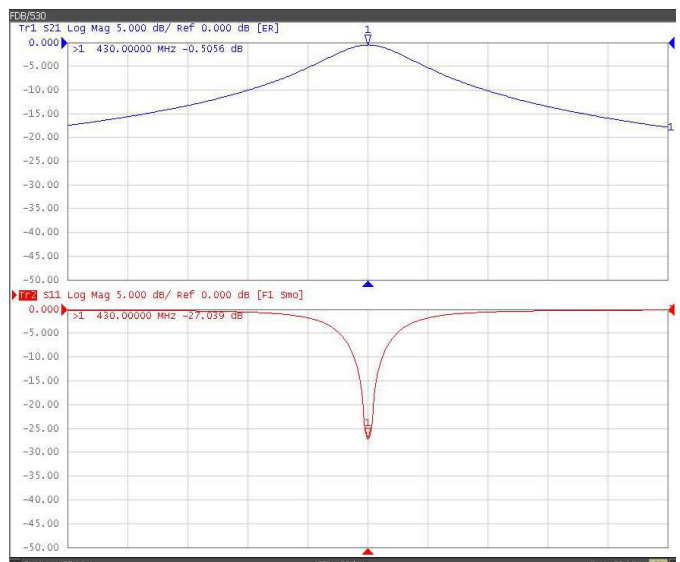


Figura 4

Nell'esempio si vede un classico report generato da un Network Analyzer , nella parte inferiore si trova la misura del Return-loss denominato "Reflection" ed espresso in "dB" mentre nella parte superiore ci sono le perdite di inserzione denominate "Transmission", sempre espresse in "dB", in entrambi i grafici in una scala di 5db/divisione. Nello specifico il Marker 1, nel centro del grafico, è riferito alla frequenza di Passa-banda mentre il Marker 2 , quello spostato verso destra, si riferisce alla frequenza di Notch.

Il filtro preso come esempio ha quindi una attenuazione di passaggio sulla frequenza primaria di -0.52dB, un Return-loss di -25dB e una attenuazione sulla frequenza di Notch di circa -27dB.

Si tratta di valori abbastanza usuali per questi tipi di filtro, voglio però far notare che trattandosi di valori espressi in “dB” spesso si fatica a comprendere di cosa si sta parlando.

Se trasformiamo i “dB” in “Volte”, cioè ad esempio di quale rapporto c'è fra l'energia che attraversa il filtro alle due frequenze di Passa-banda e di Notch troveremo che -0.52dB equivalgono a una perdita in potenza di circa il 15% mentre -27dB è un'attenuazione di ben 500 volte in potenza.

Sommando questi singoli valori con più filtri Notch in serie avremo che per la configurazione classica di 3+3 Notch si avrà una attenuazione di passaggio intorno a 2dB pari a una perdita di circa il 37% mentre l'effetto notch e quindi l'isolamento sulla frequenza reciproca sarà superiore a 90dB pari a un miliardesimo in potenza.

Parlando invece di Return-Loss il valore di -25dB corrispondono ad un rapporto di 1/20000 (un ventimillesimo) che in parole povere equivale a un VSWR praticamente perfetto.

Ovviamente basta molto meno per un buon funzionamento, ci si accontenta di solito di un Return-loss di almeno -20dB che equivalgono all' 1% di potenza Riflessa.

Se invece andiamo ad analizzare un Filtro Passa-banda in cavità (figura 4) avremo un classico grafico a campana, nell'esempio si tratta di un filtro con rapporto fra attenuazione e pendenza medio, vediamo che l'attenuazione di passaggio è di circa -0.5dB .

La scala delle frequenze (span) è di 20Mhz che corrispondono a 2Mhz al quadretto.

Se andiamo a confrontare le performance di questo filtro rispetto a quello precedente di tipo Notch, dove le due frequenze di Passa-banda e Notch distavano fra loro 1.6Mhz , vedremo che alla stessa distanza di 1.6Mhz dalla fondamentale di centro banda, cioè un po' meno di un quadretto (che è pari a 2Mhz), l'attenuazione del filtro è di soli circa -5db a fronte di un'attenuazione di passaggio ben superiore a quella del tipo Notch.

Per arrivare alla attenuazione di -27db del filtro di tipo Notch dovremmo mettere in cascata oltre 5 filtri in cavità Passa-banda.

Questo preambolo sui filtri è utile per comprendere i numeri in gioco e questo è indispensabile per scegliere quale tipo di approccio andremo a intraprendere, cioè se la nostra scelta sarà per utilizzare un'unica Antenna Ricevente - Trasmittente oppure se opteremo per separare le due Antenne potendo però risparmiare sul gruppo filtri.

Ecco l'elenco di pregi e difetti delle tipiche installazioni con Doppia e Singola Antenna.

Versione con 2 distinte Antenne per Ricezione e Trasmissione

- Le due antenne per TX e RX difficilmente possono essere uguali e bene disaccoppiate fra loro
- Il miglior disaccoppiamento si ottiene quando le antenne sono poste sullo stesso palo ma ad altezze diverse oppure piazzate a grande distanza fra loro.
- Se si intende utilizzare le economiche collineari di tipo verticale, il classico stilo più o meno lungo, non è possibile posizionarle entrambe sullo stesso sostegno in quanto questo tipo di antenna non accetta la presenza laterale ravvicinata del palo di supporto ma deve essere installata assolutamente sulla cima.
- Occorrono due cavi distinti, uno per ogni antenna e se si vuole mantenere una modesta attenuazione si deve spendere parecchio dovendo utilizzare quelli a bassa perdita, soprattutto se le antenne sono lontane fra loro.
- L'isolamento garantito da due antenne separate è molto difficile da prevedere e soprattutto non è costante nel tempo.

Versione a Singola Antenna per Ricezione e Trasmissione

- Il lobo di radiazione, così come il guadagno, sono i medesimi per TX e RX.
- Disporre di una singola antenna per TX e RX consente di poterla posizionare al meglio,

garantendo una migliore copertura del ripetitore.

- In questo caso, anche una economica collineare di tipo verticale, installata sulla cima del palo, può essere una giusta scelta.
- Potendo usare una singola antenna, anche la lunghezza del cavo coassiale di solito si accorcia e quindi si può pensare di utilizzarne un tipo meno costoso e comunque si risparmia potendo usare un unico cavo.

Ritengo quindi che difficilmente si potrà avere un reale risparmio economico nell'utilizzare due distinte antenne per TX e RX ed anzi si complicherà enormemente l'installazione.

Se poi le due antenne sono diverse fra loro oppure sono posizionate in modo da non garantire la stessa copertura o guadagno, l'effetto finale sarà di avere un Ponte ripetitore sbilanciato, cioè che funziona meglio o in trasmissione o in ricezione, mentre invece si dovrebbe mirare ad un giusto equilibrio.

Spesso questo difetto compare anche in quei ripetitori che hanno troppa potenza in trasmissione e quindi vengono ricevuti perfettamente dagli utenti che però faticano a transitare utilizzando apparati palmari o di bassa potenza. Questo problema viene spesso percepito come scarsa sensibilità del Ripetitore mentre invece potrebbe essere causato dall'utilizzo di antenne distinte per TX e RX, con quella di ricezione magari penalizzata o di guadagno inferiore oppure di una eccessiva potenza della sezione trasmittente.

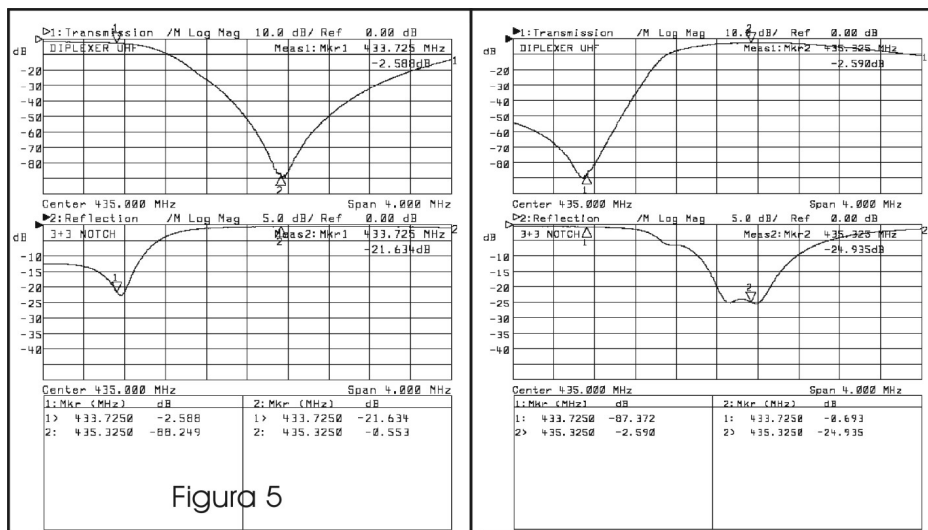


Figura 5

Conseguentemente alla scelta dell'antenna, singola o doppia, ne risulta il tipo di Duplexer da utilizzare. La configurazione ottimale per poter utilizzare una sola antenna si ottiene con la configurazione a 3+3 filtri tipo Notch, in grado di attenuare la frequenza reciproca, TX rispetto all'RX e viceversa, di oltre 90db, con perdite di passaggio intorno a -2db circa (figura 5).

Se poi si è certi di disporre di un Apparato Ripetitore con un trasmettitore pulitissimo e un ricevitore dotato di un Front End con grande dinamica, vi è la possibilità di optare per la configurazione a soli 2+2 filtri di tipo Notch per ramo, in grado di attenuare la frequenza reciproca, TX rispetto all'RX e viceversa di oltre 65db, con perdite di passaggio intorno a -1.5db circa (figura 6).

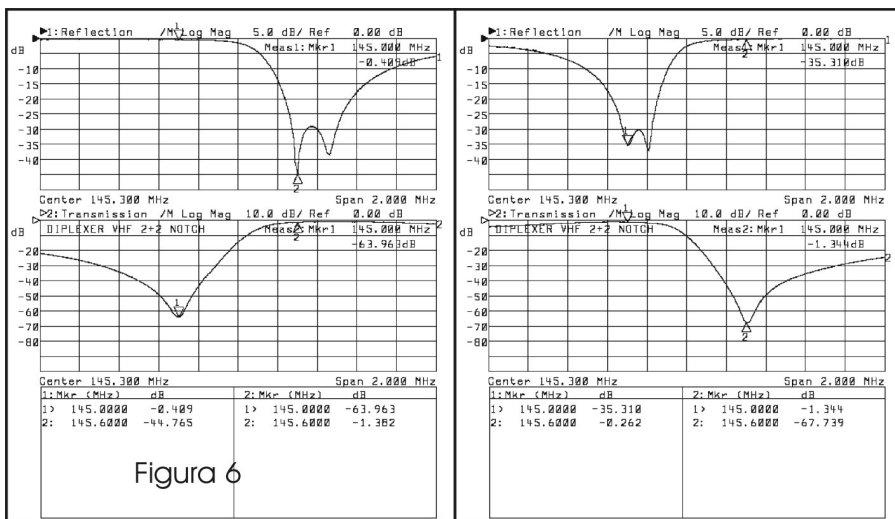


Figura 6

Ora voglio aprire una parentesi introducendo un nuovo parametro tecnico da prendere in considerazione nella scelta di un Duplexer e cioè l'effetto filtrante esteso al più ampio spettro radio e cioè di come si comporta nei confronti delle emissioni più o meno vicine alle frequenze utilizzate dal ripetitore.

Se il Ponte Ripetitore viene installato ad esempio in siti dove vi è la presenza di forti emissioni di apparati Broadcasting Radio e TV è assolutamente necessario prevedere l'inserzione di filtri Passa-banda per aumentare soprattutto l'immunità del ricevitore del Ponte stesso.

Una utile prova per stabilire l'effettiva necessità di ulteriori filtri consiste nel misurare il segnale che si ha ai capi del cavo di discesa dell'antenna del Ponte, prima di collegarla al Duplexer e alle apparecchiature in genere. Per mezzo di un analizzatore di spettro o anche solo di un Wattmetro, si potrà valutare il livello di captazione dei segnali presenti nel sito che a volte possono essere anche di parecchi Watt e quindi assolutamente dannosi per le apparecchiature del Ripetitore. Trovare ospitalità sulle strutture che già ospitano i ripetitori Radio -TV è molto facile e comodo ma se non ci si attrezza con le dovute contromisure di filtraggio l'insuccesso è quasi scontato. La banda FM broadcast degli 88 - 108Mhz è molto vicina a quella VHF Radioamatoriale e purtroppo i filtri Notch utilizzati nei Duplexer non hanno praticamente alcun effetto filtrante se non di pochi dB. Non serve nemmeno sperare che il Front End del ricevitore del Ponte Ripetitore sia in grado di filtrare adeguatamente questi forti segnali fuori banda. Stiamo parlando di livelli fortissimi, distanti qualche decina di Mhz dalle nostre frequenze, che arrivano quasi senza attenuazione al ricevitore, un disastro!

Anche per la banda UHF i problemi sono analoghi, qui però avremo spesso due fattori combinati, le emissioni del Broadcast FM con le classiche armoniche oltre alle emissioni in banda TV e che ora, con la migrazione al Digitale, creeranno ulteriori problemi.

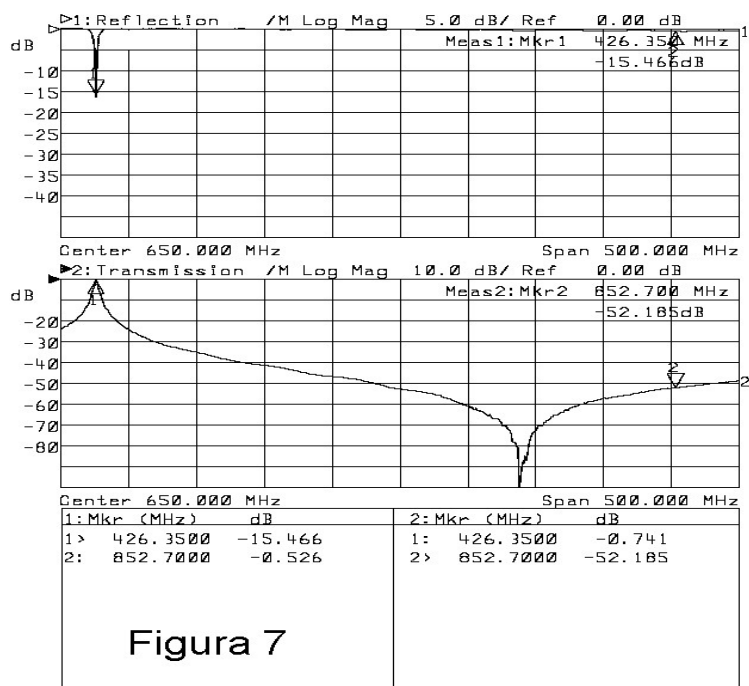


Figura 7

Come esempio voglio mostrare il comportamento di un classico filtro in Cavità passa-banda per le UHF (figura 7), il grafico analizza uno spettro di 500Mhz a partire da quello di taratura del filtro.

Come si può vedere le emissioni in banda TV sono attenuate di almeno 40 - 50dB o più.

L'effetto è di abbattere questi segnali indesiderati fra 10000 e 100000 volte, introducendo una modesta perdita di solo -0.7db . Si nota la classica risalita del filtro e si può considerare un andamento analogo anche per la porzione di spettro inferiore alla frequenza di sintonia.

Capisco che psicologicamente si cerchi sempre di avere il minimo di attenuazione introdotto dai filtri, così da non penalizzare la sensibilità del Ponte Ripetitore, ma se ci si trova costretti a coesistere con forti emissioni fuori banda captate dalla nostra antenna è indispensabile prevederli. Questo non vuol dire che sia sempre indispensabile, ad esempio si può provare a modificare anche di poco la posizione dell'antenna del Ponte, nel tentativo di ridurre al minimo i segnali indesiderati captati. Occorre quindi misurare questi livelli e poi agire di conseguenza, solo con la reale conoscenza dei parametri radio in cui andrà ad operare il Ponte Ripetitore saremo in grado di massimizzarne l'efficienza.

Concluderei parlando dei locali che andranno ad ospitare il Ripetitore e il Duplexer. Che i semiconduttori soffrano il troppo caldo è scontato ma anche il troppo freddo non è gradito, alcuni oscillatori smettono di oscillare, il guadagno di transistor e Fet si riduce, ecc. Purtroppo anche il Duplexer soffre molto gli sbalzi termici, si tratta è vero di un componente Passivo ma è pur sempre un oggetto che manipola segnali in un range di oltre 90dB, parliamo di un rapporto fra le potenze di oltre 1 000 000 000 (1 Miliardo) di volte.

Tutti sappiamo che i metalli hanno un certo coefficiente di dilatazione in base alla temperatura e quindi anche i nostri filtri saranno soggetti agli stessi effetti e quindi si dissintonizzeranno tanto più cambierà la temperatura rispetto a quella di quando sono stati tarati in laboratorio.

Filtri di maggiore qualità e prezzo subiranno meno questo effetto indesiderato, vi sono poi particolari tecniche costruttive che comportano l'uso di materiali con bassissimo coefficiente di dilatazione che consentono di realizzare filtri Compensati in Temperatura e che hanno una ridottissima deriva termica.

In alternativa si deve curare ventilazione e riscaldamento del locale che ospita gli apparati, riducendo il più possibile l'escursione termica, così come si fa per le nostre abitazioni, oppure accettare un certo degrado delle prestazioni globali. Per concludere, ricordate che i filtri sono elementi sensibili agli urti, anche se realizzati alla perfezione soffrono molto ad essere "sballottati" ad esempio da maldestri corrieri durante il trasporto. Se volete che il vostro Duplexer mantenga nel tempo le specifiche di fabbrica dovete trattarlo con il dovuto riguardo, cioè come se fosse un oggetto fragile e delicato. Solo così potrà funzionare per decenni senza alcuna manutenzione o ritaratura. Se è stato possibile applicare tutti questi suggerimenti probabilmente avrete migliorato prestazioni e affidabilità del Ripetitore, così come richiesto anche dagli utenti più esigenti.

Davide Ghelli, I4GZV