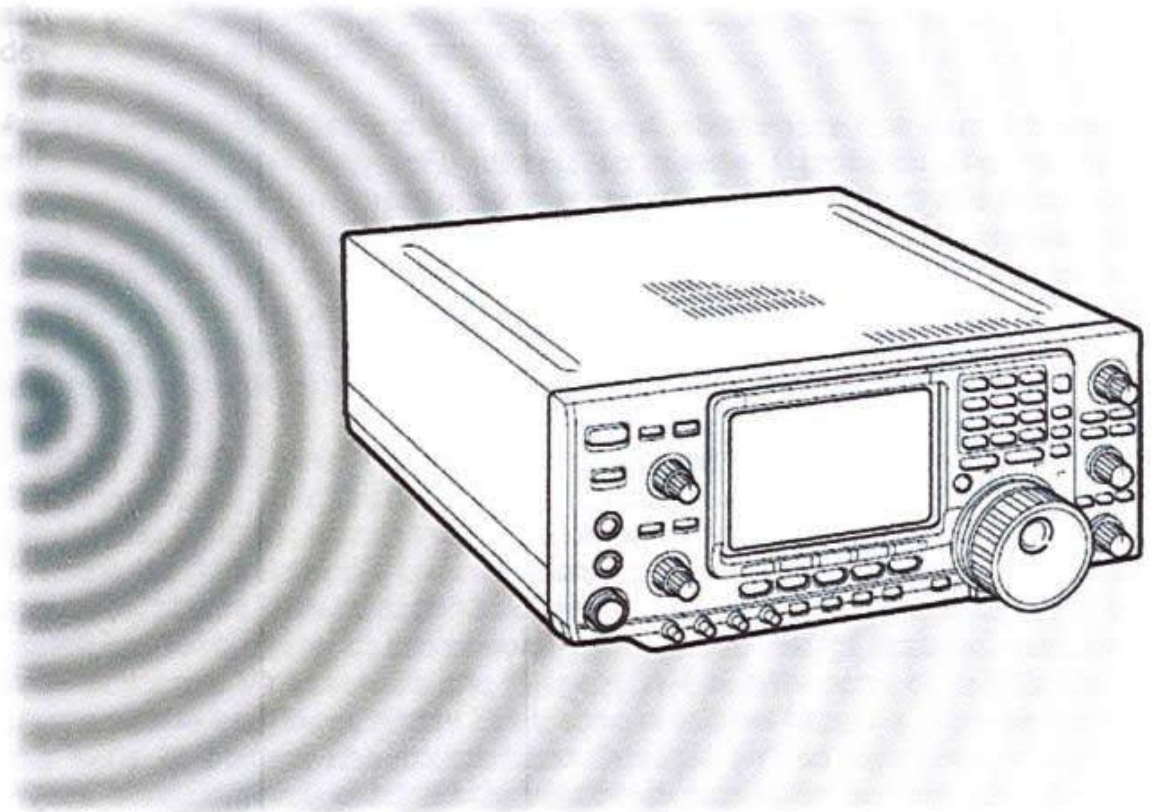
Ridurre le Interferenze HF



Guida pratica all'uso delle ferriti per Filtri di blocco e Balun

EUROCOM-PRO

Introduzione

Qualsiasi apparato radio che si trovi ad operare sulle bande HF, volendo indicare con questo termine un intervallo di frequenze esteso tra 1.8 e 70 MHz corrispondente allo spettro di interesse per ricevitori / trasmettitori d'uso radioamatoriale, inevitabilmente è soggetto ad una moltitudine di interferenze che ne degradano le prestazioni. Ciò di fatto limita a volte anche in modo notevole le doti di sensibilità e la capacità di elaborare i segnali di debole e media intensità al fine di rendere fruibile una comunicazione captata. Simili considerazioni valgono altresì per gli strumenti di misura ogniqualvolta, su questo range di frequenze, devono trattare segnali RF di ampiezza minima.

Appare importante chiarire che la presenza di interferenze non è un fenomeno che coinvolge solo le bande HF, tuttavia su queste i problemi che ne derivano assumono un maggiore impatto per la presenza concomitante di due fattori. Da una parte la relativa alta intensità dei segnali spurii generati dalle molte apparecchiature elettroniche oramai diffuse in ogni ambiente, incluso lo spazio domestico, che ricadono per la maggior parte su questo range di frequenze. Dall'altra la difficoltà di attenuare efficacemente i segnali indesiderati che interagiscono con le apparecchiature nel caso, abituale, l'accoppiamento sia di modo comune.

Il primo aspetto citato purtroppo evidenzia un trend di crescita inarrestabile. Sostanzialmente una gran parte dei circuiti elettronici dell'ultima generazione integra uno o più oscillatori i cui segnali in parte si propagano all'esterno divenendo interferenze. Alimentatori a commutazione, carica batterie, lampade LED, televisori, computer, allarmi, sistemi di condizionamento, sono un esempio concreto di oggetti tecnologici fonti dirette di componenti RF deleterie per gli apparati sensibili posti nelle vicinanze. Va osservato che i segnali che si diffondono da tali circuiti hanno caratteristiche multiformi. Alcuni infatti sono stabili nel tempo e si presentano come una serie di portanti che concentrano l'energia RF su frequenze discrete, altri invece sono mutevoli e ad ampio spettro al pari di un rumore che distribuisce l'energia RF su intere bande di frequenza.

Il secondo aspetto, legato alla natura prevalentemente di modo comune di alcuni segnali indesiderati, è tutt'altro che banale ed a volte non adeguatamente considerato dall'utente che si trova a dover proteggere un apparato da componenti di disturbo. Cosa significa dunque "modo comune" e per quale ragione risulta difficile attenuare tali segnali? L'espressione indica che le componenti si presentano non come differenza di potenziale tra due conduttori, ad esempio i terminali [+][–] di alimentazione oppure centrale e massa del cavo coassiale che veicola l'audio, ma tra questi ed un riferimento comune. L'accoppiamento con segnali di modo comune è significativo a partire dal MHz a salire, per interromperlo si deve obbligatoriamente attenuare dal punto di vista RF entrambi i conduttori del cavo che veicola l'interferenza. Questo compito non è semplice i normali filtri LC, ovvero realizzati da celle con induttanza e capacità, sono molto efficaci nell'isolare

dal punto di vista RF uno dei due conduttori ma non entrambi. La soluzione poggia dunque sull'utilizzo di componenti diversi, le ferriti. Avrete certo osservato che i produttori di computer ed accessori forniscono di sovente i cavi di connessione al monitor, stampanti, porte di comunicazione, ecc., con delle clips (nuclei cilindrici sui quali passa il cavo) che servono ad attenuare i segnali di modo comune lasciando inalterati i dati che devono essere trasferiti da e per il computer. Queste clips sono composte da ferriti che operano inserendo una elevata impedenza nel percorso dei segnali, solamente di modo comune - non differenziali, in un ampio intervallo di frequenze. Naturalmente vi è una regione di maggiore attenuazione, scegliere il componente più adatto alle proprie esigenze è quindi indispensabile. Purtroppo le caratteristiche tipiche di questi materiali e le necessità del mercato consumer fanno si che la maggior parte delle ferriti vengano oggi realizzate con l'obiettivo di agire a frequenze elevate avendo un picco di efficienza attorno 80~500 MHz, pertanto ben lontano dalle HF oggetto del nostro interesse.

Proprio per sopperire a tale mancanza questo kit propone una confezione di ferriti cilindriche tipo 175-285 appositamente sviluppate per agire al meglio sulle HF, componenti ideali dunque per la soppressione delle interferenze.

Caratteristiche delle ferriti

Genericamente questi componenti, dal tipico colore nero, sono dei nuclei di materiale ceramico dalle peculiari caratteristiche magnetiche. La composizione chimica determina il campo di frequenze nel quale trovano uso, le ferriti 175-285 ad esempio impiegano un particolare grado di combinazione nickel-zinco. Questi materiali quando posti in serie ad un conduttore elettrico esibiscono una alta impedenza dovuta alla somma di una parte induttiva ed una dissipativa, quest'ultima importante poiché consente di avere una funzione di filtro su un spettro di frequenze assai ampio. La figura 1 mostra l'impiego base di una ferrite cilindrica disposta su un conduttore con a seguire il modello elettrico, qui semplificato, ad essa equivalente.

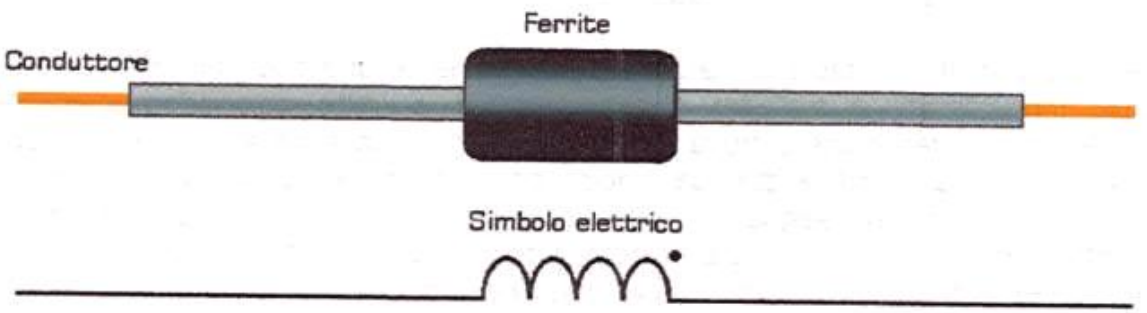


Figura 1. Uso di una ferrite e sua rappresentazione elettrica

L'immagine ha lo scopo di evidenziare che una ferrite, venendo un cavo elettrico inserito nel suo foro centrale, si comporta in prima approssimazione alla pari di un induttore posto in serie alla linea. Ricordiamo che l'induttore è un componente che nella continua ha impedenza nulla mentre questa sale progressivamente con la frequenza del segnale. L'effetto è dunque neutro se il cavo è di alimentazione oppure veicola un segnale audio, dunque di bassa frequenza, mentre diviene rilevante in campo RF. Utile a questo punto è prendere in considerazione una diversa situazione, con un cavo che ha al suo interno non uno ma due, od anche più, conduttori. La figura 2 mostra la disposizione fisica con a seguire il modello elettrico equivalente.

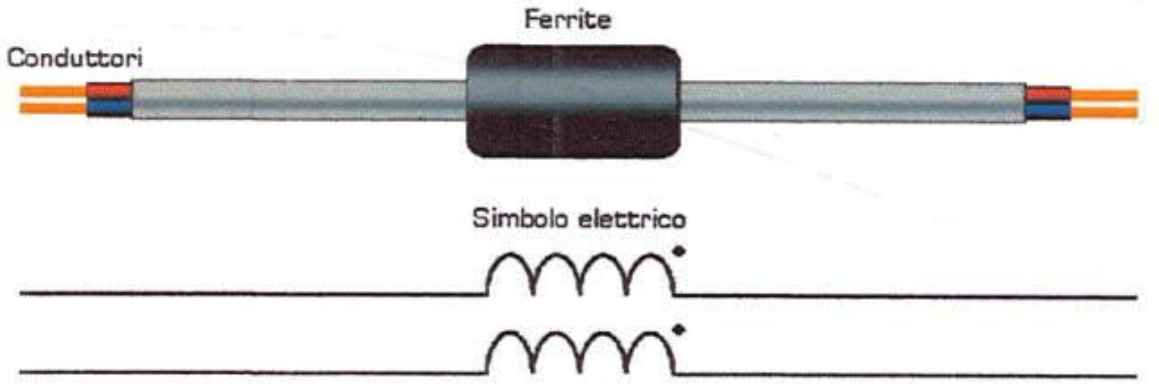


Figura 2. Uso di una ferrite in cavi multipolari e sua rappresentazione elettrica

Si noti il dettaglio rappresentato dal pallino che appare sul lato del simbolo che mostra l'induttore. Per entrambe le linee questo è sul medesimo lato, essendo inoltre il nucleo singolo dal punto di vista magnetico ciò sta ad indicare che il componente si dimostra equivalente ad un trasformatore. Essendo gli avvolgimenti o per meglio dire in questo caso il passaggio dei conduttori in fase tra loro il comportamento di questo schema è tale che un segnale differenziale ovvero di opposta polarità, come le linee [+][–] di alimentazione oppure centrale e massa di un cavo coassiale audio o di antenna, non subisce alcun effetto. Al contrario un segnale di modo comune, dunque che viene ad interessare entrambe le linee con uguale polarità, vede nel suo percorso l'alta impedenza creata dalla ferrite.

Possiamo affermare quindi che la presenza della ferrite è nulla per i segnali differenziali, di qualsiasi frequenza, mentre agisce al pari di un filtro con risposta passa-basso come blocco RF per i segnali di modo comune. Questi ultimi solitamente coinvolti nell'instradare le interferenze.

Come quantificare dunque l'effetto di blocco RF? Le ferriti infatti hanno prestazioni molto diverse le une dalle altre a seconda dei criteri di fabbricazione. Questo aspetto è importante, le ferriti non sono tra loro intercambiabili anche quando hanno dimensioni ed aspetto simile. Quello che ha valore è il comportamento elettrico ovvero l'andamento dell'impedenza in funzione della frequenza. Tanto

maggiore è la cifra, espressa in ohm (Ω), che misura l'impedenza ed in proporzione più elevata sarà l'attenuazione dei segnali RF. Il primo passo è quindi di avere a disposizione valori certi per l'intero campo di frequenze cui ci rivolgiamo. La figura 3 mostra la curva che distingue le ferriti modello 175-285 che trovate in questo kit, per apprezzare le loro ottime caratteristiche il grafico porta a comparazione anche la curva relativa alle tipiche clips che vengono usate in campo informatico / video.

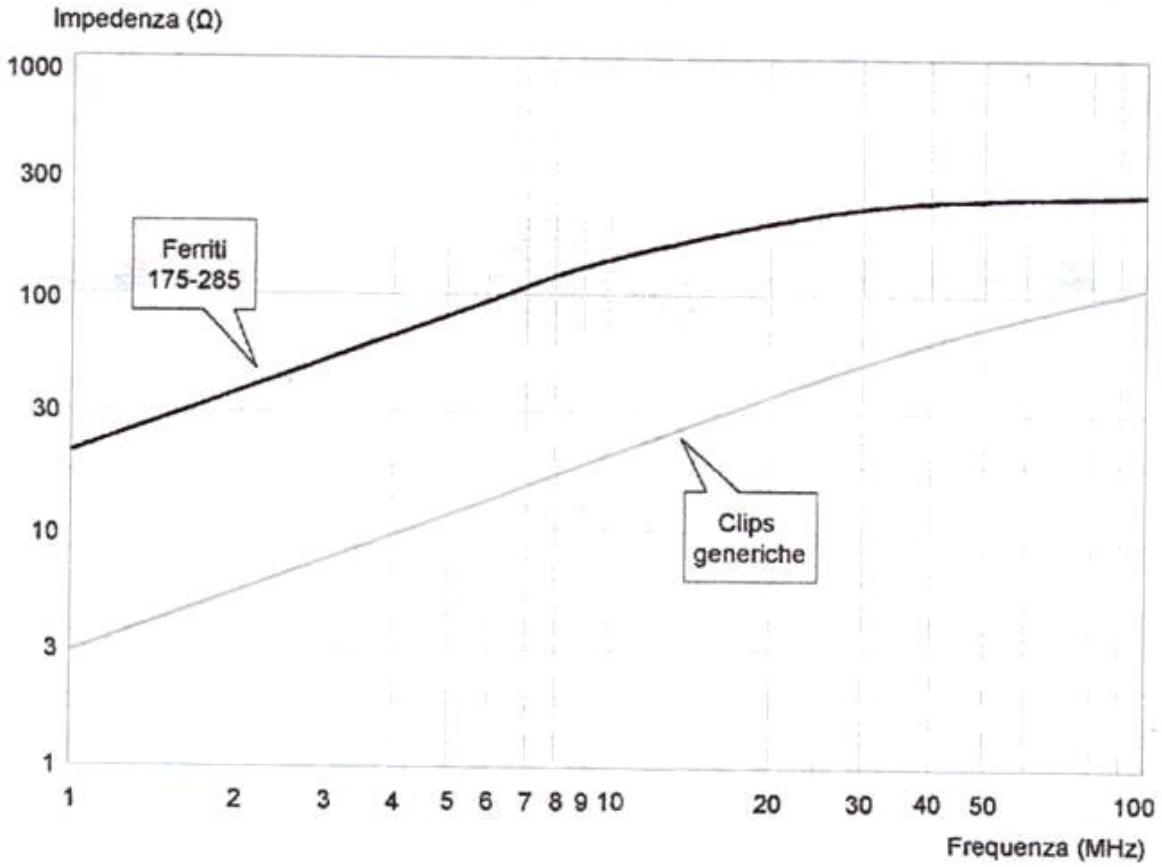
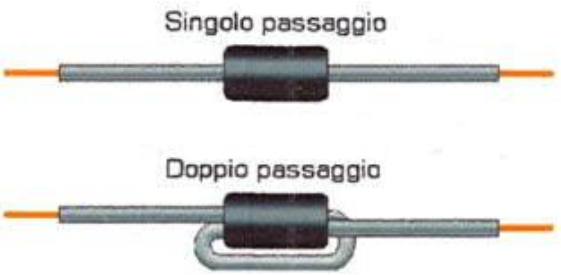


Figura 3. Impedenza in funzione della frequenza per ferriti 175-285 e clips generiche

La differenza è ben evidente, a soli 2 MHz ad esempio le ferriti cilindriche proposte in questo kit hanno una impedenza di circa 35 ohm da confrontarsi con i soli 5 ohm che tipicamente caratterizzano le clips usate nell'ambito consumer. Queste ultime infatti raggiungono valori elevati sulle bande oltre i 100 MHz risultando di fatto di minima efficacia sulle HF. Poniamo all'attenzione un altro aspetto importante. In prima approssimazione ponendo in serie più ferriti sul medesimo cavo l'impedenza aumenta in proporzione diretta con il numero dei nuclei che vengono usati. Ciò significa che occorrono 7 clips generiche in serie per raggiungere le prestazioni di un unico componente 175-285 su frequenze nell'ordine dei MHz. La superiorità del materiale con le quali vengono realizzati tali ferriti, specifiche per bande HF, risulta chiaro dal confronto.

I dati esposti si riferiscono al singolo attraversamento di un cavo entro il cilindro della ferrite. In alcuni casi in funzione dell'applicazione e del diametro del cavo si può effettuare anche un secondo transito con il vantaggio di aumentare in modo significativo l'impedenza e quindi il suo effetto. La figura 4 mostra la disposizione fisica di quanto esposto con a fianco i valori di impedenza dei componenti 175-285 per singolo e doppio passaggio.



Frequenza (MHz)	Singolo (ohm)	Doppio (ohm)
1	20	80
2	35	150
5	75	300
10	135	500
20	170	620
30	180	680
40	190	700
50	200	710
60	205	710
70	207	705
80	209	700
90	212	670
100	215	625

Figura 4. Impedenza in funzione del tipo di installazione per ferriti 175-285

Fate sempre riferimento alla tabella in quanto fornisce elementi essenziali per rendere ottimale l'applicazione delle ferriti come filtri di blocco verso le interferenze. Nel caso l'uso venga abbinato a cavi di alimentazione, tipicamente veicolo di una nutrita classe di segnali fonte di disturbi RF, poter effettuare due volte l'attraversamento del nucleo cilindrico che costituisce il componente porta l'impedenza a valori veramente elevati. Oltre 500 ohm sono garantiti nell'intera banda di 10-100 MHz mentre anche per frequenze inferiori le cifre sono sempre di tutto rispetto. Puntualizziamo che nel caso il diametro del cavo sul quale va installato il nucleo sia di pochi millimetri ed abbia sufficiente elasticità si possono utilmente avvolgere un paio di spire con tre attraversamenti complessivi della ferrite. L'impedenza in questo caso sale ulteriormente specie nella parte bassa delle HF andando invece riducendosi oltre i 45 MHz. Tale opzione è pertanto valida ma indica nello stesso tempo che incrementando il numero degli avvolgimenti il limite superiore di frequenze d'uso va abbassandosi.

Si è già indicato che tanto maggiore è la cifra, espressa in ohm (Ω), che misura l'impedenza sulla linea ed in proporzione più elevata sarà l'attenuazione dei segnali. Ora che sono state resi espliciti i numeri che contraddistinguono l'impedenza diviene possibile stimare l'attenuazione ovvero l'azione di filtro della ferrite. Per quale ragione "stimare" anziché calcolare l'attenuazione? In effetti non è possibile ricavare cifre precise sull'attenuazione dei segnali interferenti di modo

comune in quanto tra le variabili in gioco vi sono anche le impedenze effettive di terminazione dei cavi le quali sono a noi sconosciute. Ogni apparato, ogni linea, ogni connettore di ingresso / uscita è diverso sotto questo aspetto. Tuttavia ai fini pratici si rileva che le terminazioni di sovente hanno un valore compreso tra alcuni ohm ed alcune decine di ohm. In mancanza di dati certi si può dunque approssimare la realtà scegliendo un valore fittizio non lontano dai classici 50 ohm standard in ambiente RF. Chiarito questo aspetto proponiamo nella tabella che segue l'equivalenza tra caratteristiche della ferrite ed attenuazione ad essa imputabile.

Impedenza ferrite (ohm)	Prestazioni
0 • • • 15	Irrilevanti (attenuazione come blocco RF, < 3 dB)
• • • 50	Minime (attenuazione come blocco RF, 6~10 dB)
• • • 150	Discrete (attenuazione come blocco RF, 10~15 dB)
• • • 500	Buone (attenuazione come blocco RF, >15 dB)
• • • •	Ottime (attenuazione come blocco RF, >20 dB) Molto efficace anche come Balun per antenne

Dalla lettura della tabella si ricavano tre elementi di primaria rilevanza. Come prima cosa impedenze basse, tipicamente inferiori alla trentina di ohm, non hanno molto effetto nel ridurre i segnali di modo comune. Per questa ragione le ferriti non specifiche per HF, che propongono valori adatti solo oltre 10~20 MHz, si dimostrano prive di utilità pratica in queste bande. Come secondo appunto l'impedenza ideale dovrebbe essere di almeno 150 ohm o maggiore, l'effetto di attenuazione è buono e quindi l'obiettivo di minimizzare le interferenze è garantito.

Per finire un terzo aspetto, a partire da quattro / cinquecento ohm l'impedenza è adeguata anche per realizzare i balun ovvero gli adattatori da linea bilanciata a linea sbilanciata che servono ad alimentare le antenne di tipo simmetrico come i dipoli per fare un esempio. Quest'ultimo aspetto coinvolge in modo indiretto anche le strategie tecniche per controllare il propagarsi dei disturbi RF.

Come già puntualizzato ponendo in serie più ferriti sul medesimo cavo l'impedenza aumenta in proporzione diretta con il numero. Ciò significa che usando 4 o 5 pezzi di 175-285 con un singolo passaggio sul nucleo un buon, se non ottimo, blocco RF è realizzabile per l'intero segmento tra 1.5 e100 MHz. Prestazioni di assoluto rilievo dato l'esiguo costo dei componenti. Per ottenere lo stesso con clips in ferrite generiche si avrebbe necessità di almeno 35~60 pezzi posti in fila! Allo stesso modo usando tutte le 10 ferriti 175-285, sempre con un singolo passaggio sul nucleo, si ottiene un balun per le bande radioamatoriali tra 3.6 e 70 MHz con prestazioni ridotte, ma comunque acettabili, anche sui 1.8 MHz. Una soluzione efficace e di ingombro minimo che si rileva degna di attenzione nell'incontrare le esigenze degli appassionati di radio.

Naturalmente un conduttore può essere avvolto nel nucleo affinché l'attraversi più di una volta con il beneficio di un incremento di impedenza, ciò è possibile in funzione del diametro esterno del cavo. La figura 5 riporta le misure delle ferriti incluse in questo kit, a seguire in sintesi i punti salienti che ne caratterizzano l'impiego.

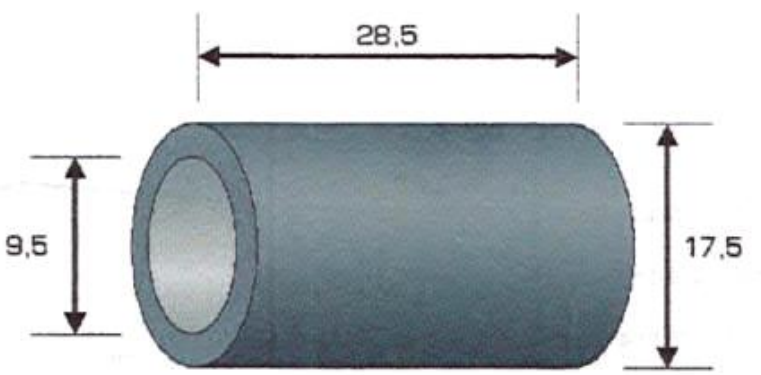


Figura 5. Misure in millimetri delle ferriti 175-285

- Elevata impedenza anche a frequenze di solo 1 MHz, ciò permette di realizzare filtri di blocco RF realmente utili per l'intera banda HF ed oltre.

- Un solo componente sostituisce minimo 7 clips generiche con un netto risparmio sia in termini di costi che di ingombro.

- Dimensioni del foro centrale compatibile anche con cavi di notevole sezione inclusi i coassiali d'antenna tipo RG8 / RG8mini / RG58 ed i cavi bipolari di alimentazione per grandi correnti impiegati negli apparati ricetrasmittenti.

- Possibilità di realizzare più avvolgimenti per incrementare l'efficacia come filtro senza apprezzabili fenomeni di saturazione magnetica grazie alle prestazioni del materiale ceramico utilizzato.

La riduzione delle interferenze RF tramite l'applicazione delle ferriti, siano esse di tipo 175-285 od altre, per essere efficace va attuata seguendo linee guida tecniche ben specifiche in base alle situazioni reali. Vi consigliamo dunque di leggere con attenzione la prossima sezione che fornisce informazioni preziose a riguardo.

Uso delle ferriti

I disturbi in alta frequenza possono giungere ad un apparato, creando deleterie interferenze, secondo modalità diverse. In particolare si distinguono due casi che vedono da una parte la fonte del disturbo direttamente connessa all'apparato, che pertanto risente dei segnali RF indesiderati dalla linea di collegamento elettrico che funge da tramite, e dall'altra una i più fonti di disturbo vicine ma fisicamente separate dall'apparato che in tal occasione risente dei segnali RF indesiderati captandoli dai collegamenti esterni al pari di antenne immerse nell'ambiente elettromagnetico circostante. La figura 6 mostra un apparato radio, ma uguali considerazioni si applicano per altri impianti, con le tipiche sorgenti possibili causa di interferenze.

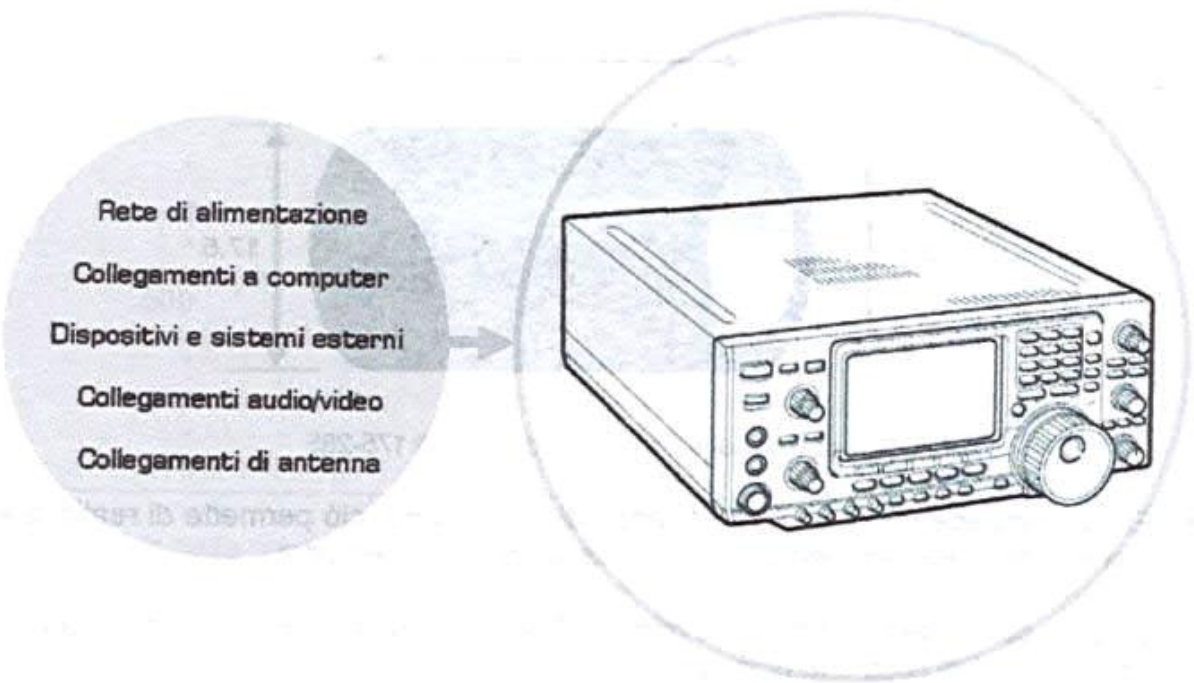


Figura 6. Principali punti di origine dei segnali RF indesiderati

Le soluzioni tecniche per i due scenari poc'anzi delineati sono almeno in parte diverse. Non sempre l'utente ha comunque informazioni per riuscire a discriminare la fonte ed il propagarsi dei segnali RF, consigliamo in tali circostanze di sperimentare le varianti alle opzioni proposte per verificare quale raggiunge i migliori risultati.

1. Filtro di blocco nell'alimentazione di rete

Gli apparati connessi all'alimentazione di rete, dunque alla tensione di 220 Volt AC, inevitabilmente sono interessati alle molte componenti di natura variabile che si sovrappongono alla linea di distribuzione a 50 Hz della potenza elettrica. Ogni sistema infatti che si trova in derivazione sulla medesima rete, come elettrodomestici e luci per citare due esempi, in base al proprio funzionamento interno od ai transitori di accensione e spegnimento genera segnali di disturbo che si propagano lungo la linea. La maggior parte dell'energia di tali segnali si concentra su frequenze relativamente basse ma una frazione significativa ricade nell'ambito RF. L'uso delle ferriti come filtro di blocco in tale applicazione è assai semplice, la figura 7 mostra possibili soluzioni pratiche in unione a cavi bipolari.

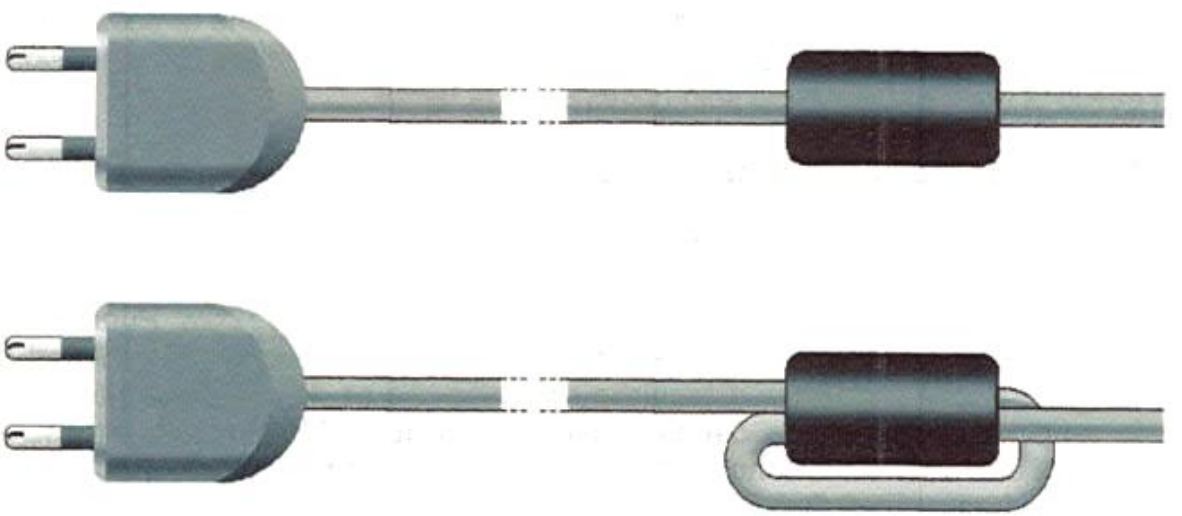


Figura 7. Utilizzo delle ferriti nelle linee bipolari di alimentazione a rete

Solitamente già una sola ferrite tipo 175-285 si dimostra sufficiente per attenuare le interferenze legate alla rete elettrica di alimentazione. Idealmente è preferibile realizzare un doppio passaggio del cavo entro il componente, qualora motivi di ingombro o scarsa flessibilità del cavo non rendano attuabile questa disposizione un solo passaggio è molte volte da ritenersi adeguato. Solo qualora i disturbi siano di grande ampiezza suggeriamo di inserire in serie due o più ferriti, tale eventualità nella pratica si dimostra poco frequente e ciò per merito dell'elevata impedenza della ferrite in relazione alle tipiche condizioni che caratterizzano le linee di distribuzione a 220 Volt. Da osservare, come reso anche dalla figura, che la posizione del componente lungo il percorso del cavo ha ridotta influenza sulle

prestazioni. Si può dunque scegliere la collocazione più comoda che normalmente coincide con l'inserire la ferrite vicino l'apparato piuttosto che dal lato della presa elettrica. Si ponga attenzione ad un aspetto. Qualora il cavo di alimentazione si componga di tre conduttori, ovvero una coppia bipolare per la tensione di rete ed un conduttore di terra, in diverse circostanze l'impiego di una ferrite come da figura 8 in serie a tutte le linee non porta a miglioramenti apprezzabili.

Figura 8. Errato utilizzo delle ferriti nelle linee tripolari di alimentazione a rete

Nella disposizione indicata la linea di terra vede infatti un incremento nella propria impedenza RF e questo non è desiderabile. Se l'utente si trova ad inserire un filtro di blocco su linee a tre poli consigliamo pertanto di effettuare un test e solo nel caso l'esito mostri una attenuazione dei disturbi la ferrite verrà installata in modo fisso. Allorché invece la riduzione dei disturbi sia minima avendone la possibilità si dovrà intervenire su uno spezzone del cavo separando i due conduttori in tensione da quello di terra ed inserendo solo i primi entro la ferrite.

2. Filtro di blocco nell'alimentazione continua

Gli apparati connessi ad un alimentatore esterno che fornisce tensione continua DC hanno il vantaggio di essere relativamente isolati dalla rete elettrica a 220 Volt venendo influenzati solo marginalmente dai disturbi che essa veicola. Purtroppo è divenuto predominante nei circuiti elettronici che compongono gli alimentatori di ultima generazione l'adozione di tecniche switching che se da una parte offrono un buon rendimento energetico dall'altra generano disturbi RF piuttosto intensi. A complicare la situazione vi sono anche le molte variabili che entrano in gioco, infatti per alcune frequenze i filtri inseriti entro gli alimentatori si dimostrano efficienti mentre non lo sono per altre frequenze. Anche le componenti di disturbo possono presentarsi in più forme come residui di tensione tra i terminali [+][–] od anche come segnali di modo comune. L'uso delle ferriti come filtro di blocco in tale applicazione è quindi articolato, la figura 9 mostra la soluzione base.

Figura 9. Utilizzo base delle ferriti nelle linee di alimentazione DC

In questa applicazione è difficile definire a priori il numero di ferriti ottimali, a volte una sola 175-285 si dimostra sufficiente per attenuare le interferenze ma non sempre è così. Si consiglia pertanto di effettuare delle prove comparative inserendo prima una, poi due, ed eventualmente tre ferriti verificando nel contempo il rendimento. Qualora l'adattamento ideale si abbia con due o più componenti è preferibile, come norma generale, impiegare una od al massimo due ferriti realizzando un doppio passaggio del cavo entro queste, la figura 10 mostra la soluzione definitiva.

Figura 10. Utilizzo delle ferriti nelle linee di alimentazione DC

La variante proposta massimizza il risultato diminuendo inoltre l'ingombro complessivo. Da osservare che la posizione del componente lungo il percorso del cavo può avere influenza sulle prestazioni. Di preferenza la collocazione migliore si ha quando le ferriti sono vicino l'alimentatore. Vi è comunque una eccezione, se i segnali di disturbo RF non sono generati dall'alimentatore ma captati dai cavi che lo collegano è preferibile sempre porre il filtro di blocco vicino l'apparato.

Dato che il collegamento tra alimentatore ed apparato veicola potenzialmente sia disturbi differenziali che di modo comune, con intensità relativa molto variabile in funzione della frequenza, vi può essere la necessità di intervenire con uno schema alternativo e più strutturato, la figura 11 mostra la nuova soluzione.

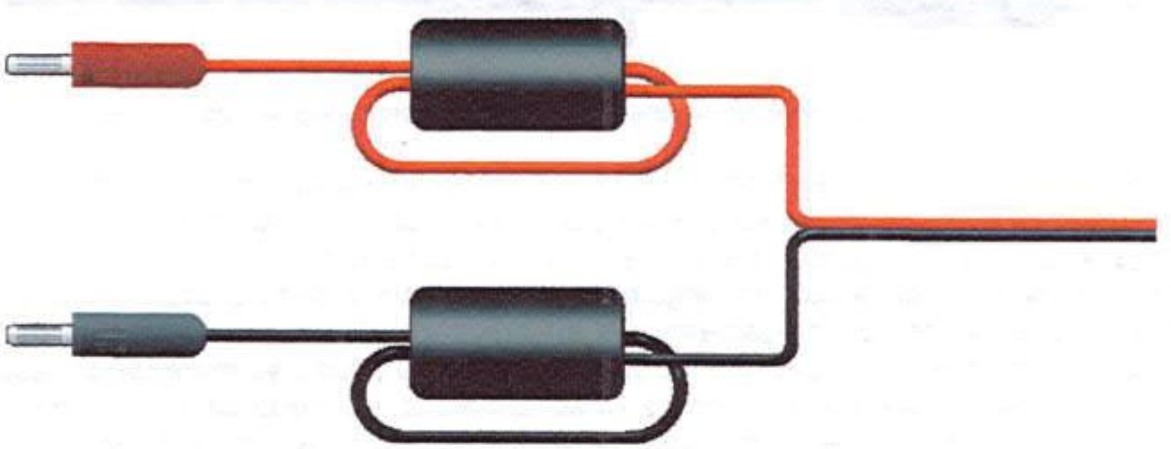


Figura 11. Utilizzo delle ferriti nelle singole linee di alimentazione DC

Come si osserva ogni conduttore, ovvero il terminale [+] e quello [–], è avvolto in una singola ferrite. In termini di prestazioni generali tale opzione si caratterizza a parità del numero di componenti per delle prestazioni ridotte rispetto quanto proposto nelle figure 9 e 10. L'attenuazione delle interferenze RF è pertanto minore in valore assoluto, tale svantaggio è però compensato dal fatto che l'effetto di filtro copre sia i segnali indesiderati di natura differenziale che di modo comune. Il tutto con una azione a larga banda che assicura l'operatività in ogni condizione d'uso. Si tratta pertanto di un compromesso che l'utente deve vagliare con attenzione, naturalmente qualora sussistano dei dubbi è preferibile prima di scegliere uno schema al posto di un altro realizzare nella pratica un test. Come nota integrativa puntualizziamo che solitamente avvolgere ogni singolo conduttore in una ferrite 175-285 diversa si dimostra una variante più favorevole quando l'ammontare della corrente DC non eccede come ordine di grandezza la decina di Ampere.

3. Filtro di blocco nelle linee audio / video / dati

Le connessioni tra apparati per lo scambio di segnali audio, video oppure dati si accompagnano spesso ad una serie di problematiche che a volte si manifestano con dei disturbi RF. Tali interferenze possono derivare per irradiazione dei cavi, è in parte un fenomeno associato alle linee per comunicazioni digitali come la USB per citare un esempio, od anche per induzione da fonti esterne soprattutto quando i collegamenti hanno lunghezza significativa. A livello di effetto pratico molto dipende anche dalla relativa disposizione dei cavi e dalla singola applicazione, l'intensità di tali disturbi è tipicamente assai variabile in base alla frequenza. L'uso delle ferriti come filtro di blocco in queste applicazioni è semplice ma sollecita dei test pratici per accertarsi di aver attuato la migliore soluzione. La figura 12 mostra la modalità base di impiego delle ferriti.

Figura 12. Utilizzo base delle ferriti nelle linee per lo scambio di segnali audio, video, dati

Solitamente una o due ferriti tipo 175-285 si dimostrano sufficienti per attenuare le interferenze tipicamente legate alle linee di comunicazioni tra apparati. Nel caso di linee video oppure digitali, se realizzate su cavo coassiale, è preferibile di norma usare lo schema base con un singolo passaggio entro il cilindro che compone la ferrite. Questo perché i piegamenti con stretto raggio di curvatura risultano poco agevoli con i coassiali video mentre nel contempo se attuati su materiali di bassa qualità possono alterare le proprietà di schermatura, ciò riguarda principalmente alcuni modelli di cavi per comunicazioni digitali di mediocre fattura. L'indicazione poc'anzi fornita non ha valore assoluto ma indicativo essendo da valutare in funzione dei materiali volta per volta. Per le linee audio o su conduttori non schermati è invece consigliabile realizzare un doppio passaggio del cavo entro la

ferrite, naturalmente qualora motivi di ingombro o scarsa flessibilità del cavo non rendano attuabile questa disposizione un solo passaggio è molte volte da ritenersi adeguato. La figura 13 mostra tale modalità.

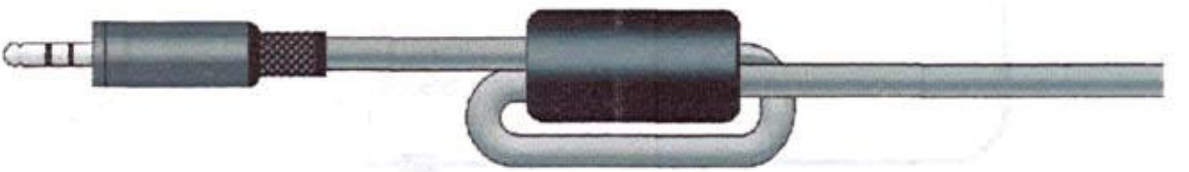


Figura 13. Utilizzo delle ferriti nelle linee per lo scambio di segnali audio

Solo qualora i disturbi siano di grande ampiezza suggeriamo di inserire in serie più di due ferriti, tale eventualità nella pratica si dimostra poco frequente. Da osservare che la posizione del componente lungo il percorso del cavo può influenzare le prestazioni. La collocazione migliore richiede di inserire il filtro di blocco vicino l'apparato che si desidera proteggere dalle interferenze.

Poniamo all'attenzione un diverso aspetto. Qualora i disturbi siano il risultato dell'interazione tra i diversi apparati a causa di un inadeguato collegamento di massa, tipicamente origine nei circuiti audio di ronzii o simili artefatti a bassa frequenza, l'impiego delle ferriti non porta ad alcun rimedio. Questi disturbi infatti non sono in ambito RF e pertanto ben lontano dal campo di azione che ci si è posto. Agli utenti che si trovano a fronteggiare problematiche di tale genere rammentiamo che la soluzione poggia nell'uso dei dispositivi *ground loop isolator* che interrompono la continuità elettrica nel collegamento di massa.

4. Filtro di blocco nelle linee di antenna

Gli apparati connessi ad una antenna esterna, quindi ricevitori, ricetrasmettitori ma anche strumenti di misura, dispongono di una porta di ingresso in alta frequenza molto sensibile e quindi potenzialmente in grado di percepire dei disturbi anche di minima intensità. Se da un lato è certo vero che la connessione fa uso di un cavo schermato che si dimostra efficace nelle sue caratteristiche non va dimenticato che i campi RF interferenti presenti nell'ambiente possono indurre lungo i conduttori d'antenna segnali di modo comune che non adeguatamente soppressi, per varie ragioni tecniche, divengono componenti differenziali ai capi del punto di ingresso nell'apparato andando a degradare la ricezione o la misura che si sta effettuando. Tale eventualità è oramai comune stante il fatto che una linea di antenna lunga solo alcuni metri ha una elevata probabilità di essere dislocata nelle vicinanze di fonti RF indesiderate quali elettrodomestici, computer, appliance domestiche e simili.

L'uso delle ferriti come filtro di blocco in tale applicazione è dunque molto importante essendo una barriera particolarmente efficiente nel ridurre il propagarsi dei segnali di modo comune. Per quanto indicato si deve aver cura di posizionare le

ferriti nell'immediata prossimità dell'apparato, la figura 14 mostra la disposizione ottimale.

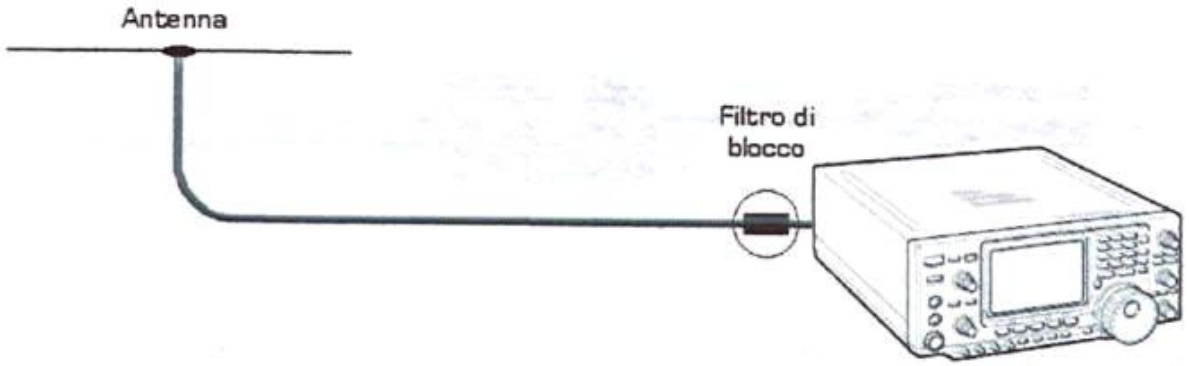


Figura 14. Posizione preferenziale delle ferriti nelle linee di antenna

Sotto l'aspetto pratico vi è in ogni modo a volte una complicazione nell'attuare questo schema a causa della necessità di inserire le ferriti su cavi che hanno già intestati dei connettori. Non sempre questo è un problema, anzi potendo agire su un terminale libero anche solo provvisoriamente è possibile eseguire delle concrete prove per determinare il numero di ferriti che offrono il migliore risultato e di seguito provvedere all'installazione definitiva del connettore. Oggettivamente in alcune applicazioni è invece più opportuno agire altrimenti. La soluzione più comoda sotto tale aspetto è la realizzazione su uno spezzone di coassiale del filtro di blocco che così prende la forma di un tratto di prolunga, con connettori, da inserire tra apparato e preesistente linea di antenna. Nelle HF questo sistema non comporta alcun inconveniente e nel contempo offre una ottima flessibilità d'uso. La figura 15 mostra la nuova soluzione.

Figura 15. Inserimento delle ferriti in un tratto di linea coassiale

Come guida generale tre o quattro ferriti tipo 175-285 si dimostrano sufficienti per attenuare in apprezzabile misura le interferenze legate alle linee di antenna per frequenze superiori a 5 MHz. Per coprire efficacemente anche la porzione inferiore delle HF un numero maggiore può essere talvolta consigliabile. Si noti che i coassiali impiegati per queste applicazioni, RG8, RG58, e simili, sono compatibili con le dimensioni del foro centrale delle ferriti rendendone immediata l'applicazione. Naturalmente anche qualora si facesse uso di coassiali di piccolo diametro, inferiori ai 5 millimetri, non si dovrà mai realizzare un doppio passaggio

entro il componente in quanto il ripiegamento a stretto raggio di curvatura deteriora la continuità di impedenza dei tipici cavi RF.

L'antenna in questo scenario non è solo un elemento esclusivamente passivo. Se adeguatamente terminata in effetti opera correttamente la propria funzione trasferendo da e per la linea di discesa esclusivamente le componenti di segnale desiderate. Ciò non è sempre vero naturalmente. Esempio classico è l'antenna dipolo che presenta al punto di alimentazione una terminazione bilanciata mentre il cavo che ad essa viene collegato essendo coassiale, un centrale ed un esterno diversi sotto il profilo elettrico, è di tipo sbilanciato. Per interfacciare adeguatamente queste modalità distinte si utilizza un Balun (*BALanced to UNbalanced teansfrormer*) ovvero un trasformatore da carico bilanciato e sbilanciato. Il dispositivo è utile per l'efficienza del sistema nel suo complesso ma ha dei risvolti pure sotto il profilo delle interferenze. In mancanza di un Balun infatti le componenti di modo comune captate dal cavo, i disturbi indotti cioè, giunti in antenna mutano in parte modalità propagandosi di seguito verso l'apparato e non più discernibili dai segnali desiderati. Le ferriti come soppressori delle componenti di modo comune possono realizzare un Balun a larga banda equivalente a tutti gli effetti ad un trasformatore RF con rapporto di impedenza 1:1 tra ingresso ed uscita. La figura 16 mostra la sua ideale collocazione nel punto di alimentazione dell'antenna.

Figura 16. Posizione delle ferriti per realizzare un Balun

Le ferriti in questa applicazione inserite nella linea di trasmissione formano una bobina di arresto con ingresso isolato dall'uscita, ovvero un trasformatore d'isolamento, così da ottenere la reiezione delle correnti parassite. Affinché il dispositivo operi correttamente l'impedenza dovuta alle ferriti deve essere molto maggiore di quella che contraddistingue la linea di trasmissione. Essendo quest'ultima i 50 ohm standard se ne ricava che usando tutte le 10 ferriti 175-285 si ottiene un Balun per le bande radioamatoriali tra 3.6 e 70 MHz con prestazioni ridotte, ma comunque adeguate, anche sui 1.8 MHz. Una soluzione pratica e di ingombro minimo.

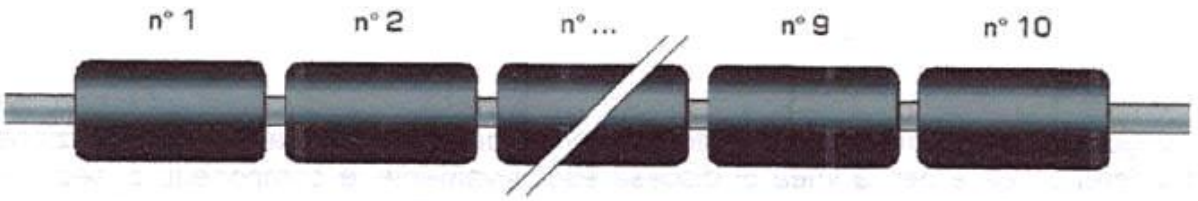


Figura 17. Inserimento delle ferriti per realizzare un Balun

Si puntualizza che non tutte le antenne necessitano di in trasformatore di isolamento, l'opzione proposta ha piena validità per i tipi che richiedono un adattamento da carico bilanciato e sbilanciato. In questo ambito l'uso delle ferriti va a sostituire altre classi di trasformatori che impiegano, ad esempio, avvolgimenti su toroidi.

Installazione delle ferriti

Questi componenti fanno uso di materiale ceramico, sono dunque di alta durezza ma relativa fragilità. Nell'installare le ferriti si dovrà fare in modo di attuare degli accorgimenti meccanici per mantenerle fisse nella posizione rispetto il cavo dove vengono inserite e nel contempo proteggerle da accidentali urti violenti con altri oggetti. Mantenere bloccati i componenti qualora il cavo effettui un doppio passaggio entro il foro centrale non comporta problematiche essendo quasi sempre garantito dalla tensione fisica tra le parti. Nel caso di un passaggio singolo invece vi è la possibilità che il cavo abbia un diametro ben inferiore rispetto l'alloggiamento lasciando uno spazio che va dunque riempito. Del comune nastro adesivo oppure uno spezzone avvolto di polietilene si dimostra perfettamente adeguato allo scopo. Dal lato esterno quando possibile si suggerisce l'impiego di guaina termorestringente con elevato rapporto pre/post riscaldamento. Questa opzione, eventualmente coadiuvata dalla precedente copertura della ferrite con lo stesso polietilene, oltre ad essere efficace come protezione consente una ottima resa estetica potendo scegliere liberamente il colore in base alle preferenze od alla tonalità del cavo.

Cura va posta poi nel caso si debba porre in serie due o più ferriti. Oltre agli accorgimenti sopra menzionati, tutti validi anche in tale diversa circostanza, è buona norma creare uno spazio tra i componenti che possa dare elasticità all'insieme a vantaggio sia dell'integrità dei materiali che delle operazioni legate all'impiego pratico. Allo scopo sono disponibili i feltrini circolari del diametro di 1.5~2 centimetri sviluppati quali accessori per l'installazione di materiale d'arredo, quindi di facile reperibilità. Collocando uno di questi tra ogni coppia di ferriti si determina una azione che ammortizza i movimenti creati da flessioni sul cavo o pressioni meccaniche esterne.