



Volfango Furgani

IMPEDENZA DI UN CAVO COASSIALE

25 October 2002

Domanda:

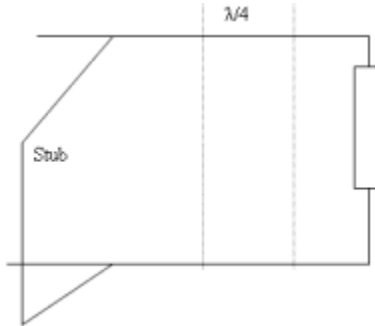
Sono un radioamatore e gradirei sapere da cosa è determinata l'impedenza di un cavo coassiale a 50 ohm, a 75 ohm a 93 ohm ecc. e nelle piattine bifilari a 300 ohm. Tenendo conto che i bocchettoni di collegamento fra cavi coassiali tra loro, con le antenne e con le uscite dei ricetrasmittenti sono ad impedenza caratteristica di 50 ohm ed effettiva mai garantita dai costruttori (vedere ad esempio il sito della Amphenol) quali problemi possono nascere dall'utilizzo di cavi coassiali che abbiano impedenza diversa dalle terminazioni (bocchettoni)? E', infine, possibile eliminare questo disadattamento di impedenza? Grazie per la risposta.

Risponde Volfango Furgani

L'impedenza caratteristica Z_0 di una linea dipende dalle dimensioni geometriche e dal tipo di isolante utilizzato. In ultima analisi Z_0 dipende dalla capacità e dall'induttanza calcolabili per unità di lunghezza. Una formula generale ed ingannevolmente semplice è: $Z_0 = \sqrt{L_0 / C_0}$. Il problema arduo è il calcolo di L_0 e C_0 . Ad esempio per un cavo coassiale $Z_0 = (1 / 2\pi) \sqrt{\mu/\epsilon \ln(a/b)}$ dove a è il diametro interno del conduttore esterno e b il diametro esterno del conduttore interno. μ ed ϵ sono le costanti magnetiche ed elettriche dell'isolante. $\ln$ è la funzione logaritmo di facile esecuzione con una calcolatrice scientifica. Il problema vero non sta, come lei dice, qui e nasce, invece quando si collegano linee od apparati con Z_0 diversi. La linea si dice adattata quando è chiusa su un carico pari all'impedenza caratteristica. In caso contrario, nel punto di discontinuità nasce un'onda riflessa che viaggia all'indietro verso il generatore. Se la linea è adattata possiamo dire che essa ne simula una di lunghezza infinita lungo la quale non si trovano occasioni di riflessione e la propagazione avviene con una sola onda diretta dal generatore al carico. Nel caso di disadattamento l'analisi matematica mostra che viene a crearsi lungo la linea un'onda stazionaria, con i punti di massimo e minimo della tensione e della corrente fissi lungo la linea. Quest'onda si può considerare parassita e dovrebbe essere rimossa perché, essendo basata sull'onda riflessa, impedisce ad una parte della potenza di raggiungere il carico. Inoltre può causare errori di misura e potrebbe giungere ad avere una ampiezza massima superiore a quella ammissibile dalla linea. L'operazione di adattamento consiste nell'aggiungere al carico un'impedenza tale che la complessiva sia pari a Z_0 . Esiste una semplice formula per calcolare

l'impedenza Z da aggiungere. Se 1) $Z = Z_0^2 / Z_L$, dove Z_L è l'impedenza del carico, il gioco è fatto. Magari. Le impedenze in alta frequenza hanno andamenti non intuitivi. Per dire, non è che se allungo la linea l'impedenza cresce. Può anzi scendere fino a 0. Beata matematica. Le cose sono sempre meno facili di come appaiono. Esistono molti metodi per realizzare una linea di lunghezza tale da dare l'impedenza voluta. Ne accennerò un paio

Adattamento a $\lambda/4$.



Si aggiunge un tratto di linea di lunghezza pari a $\lambda/4$ prima del carico in modo da eliminare, a sinistra del nuovo tratto di linea ogni riflessione. Il difficile è trovare un tratto di linea lungo $\lambda/4$ che abbia l'impedenza Z calcolabile con la formula 1). Inoltre tale adattamento è a banda stretta perché, a rigore è valida per la sola frequenza $f = c / \lambda$ dove c è la velocità della luce.

Adattamento mediante stub.

Ho disegnato una sola figura per mia comodità. I due metodi sono indipendenti. Lo stub è un tronco di linea che si inserisce in parallelo alla linea principale e può essere aperto od in corto come in figura. La distanza dello stub dal carico è il parametro che permette l'adattamento. Questa volta che servirebbero semplici, i calcoli sono invece difficili tanto che sono stati sviluppati metodi grafici la spiegazione dei quali richiede troppo spazio. E, francamente, troppo impegno. Capisco che non le sono stato di molto aiuto. Esiste una editoria sviluppata per radioamatori alla quale la rimando. Mi creda, di più non posso.

Volfango Furgani