

Parliamo di ROS

Analizziamo in questo articolo cosa sia il ROS lungo una linea

Paolo Lasagna

Tutto ha avuto origine un brutto giorno che, intento a dissaldare integrati da una piastra, decisi di accendere lo scanner per sintonizzarmi sul traffico locale degli OM sui 144 MHz.

La discussione in corso era molto accesa: Tizio affermava che la sua antenna presentava un ROS di 1,5, ma Caio replicava che tale ROS era elevatissimo perché la sua linea di trasmissione, che funzionava veramente bene, aveva un ROS *nullo*.

Come sempre accade in questi casi, intervenne un comune amico, Sempronio, il quale, deciso a porre fine ad una amicizia ventennale, si buttò in una

accanita discussione con Tizio e con Caio, affermando che entrambi avevano torto in quanto non si deve parlare di ROS ma di SWR...

Se qualche SWL (non confondetelo con SWR!) alle prime armi fosse stato all'ascolto, penso che avrebbe sicuramente gettato la spugna, cambiando hobby e dedicando il suo tempo libero alla collezione delle farfalle della Patagonia.

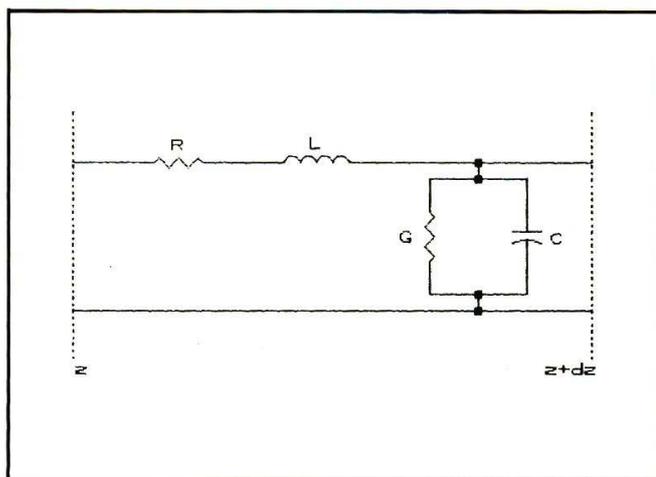
Vediamo allora se è possibile diradare un pochettino la nebbia che sempre ristagna su questo argomento.

Naturalmente, come si dice dalle mie parti, non voglio insegnare ai gatti ad arrampicarsi

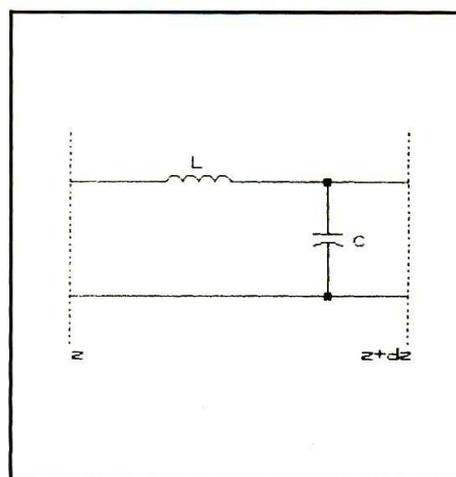
sugli alberi. I mostri sacri possono saltare a piè pari al prossimo articolo che la rivista propone. Vorrei tuttavia rivolgermi a tutti quegli amici che, mossi dallo spirito di intraprendenza e da una sana (spero...) curiosità, hanno deciso di continuare a leggere questo mio articolo. Partiamo dalle origini e vediamo di procurarci tutti quei mattoncini (o elementi base) che ci consentiranno poi di costruire la nostra casa (o meglio, di spiegare cosa sia il ROS).

Cominciate ad osservare la **figura 1**.

I quattro componenti che compaiono rappresentano lo schema elettrico *equivalente* di un



① Rappresentazione circuitale di un tratto infinitesimale di linea reale.



② Rappresentazione circuitale di un tratto infinitesimale di linea ideale.

tratto *infinitesimale* di linea di trasmissione a costanti distribuite.

Vediamo di spiegarci subito. Prendete un cavo coassiale, magari il classico RG58. Tagliatene un pezzettino corto corto, più che potete. Se ora vi chiedete quale sia il circuito che descrive il pezzetto di cavo cortissimo che avete in mano, allora la risposta vi è data dalla **figura 1**. La terminologia è la seguente: R: resistenza per unità di lunghezza (Ω/m); L: induttanza per unità di lunghezza (H/m); C: capacità per unità di lunghezza (F/m); G: conduttanza per unità di lunghezza (S/m); dz: indica invece il tratto infinitesimale di linea.

Intuitivamente R ha origine dalla resistenza che purtroppo troviamo in ogni conduttore, L è da attribuirsi al flusso magnetico, C ai cavi che corrono paralleli, mentre G descrive le perdite nel dielettrico (che in genere aumentano con la frequenza).

Nel caso di una linea ideale abbiamo la situazione di **figura 2** dove non si hanno termini di perdita o di attenuazione (in altre parole non si ha né R né G). Se ora voi decidete di scrivere le equazioni alle maglie ed ai nodi al circuito di **figura 1**, con qualche pagina di calcoli siete in grado di arrivare alla cosiddetta equazione d'onda (nella tensione o nella corrente).

Naturalmente i calcoli non li svolgeremo, essendo noi interessati all'aspetto pratico della questione; tuttavia se qualcuno ne fosse curioso mi potrebbe contattare.

Risolviendo l'equazione d'onda, per esempio nella tensione, troviamo due contributi di tensione: uno detto progressivo ed uno detto regressivo.

Il loro significato fisico è associato al nome. Se assumiamo che la tensione progressiva si muova dal generatore verso il

carico (equivalentemente dal TX verso l'antenna) allora possiamo identificare il primo termine della soluzione.

Analogamente avviene per il secondo termine della soluzione. Questa componente, ovviamente, si muove in senso *opposto*.

Il passo successivo sta nel sommare i contributi dati dalle due componenti. Se chiamiamo $V^+(z)$ la tensione progressiva e $V^-(z)$ quella regressiva in un certo punto z della linea, si avrà:

$$V(a) = V^+(z) + V^-(z)$$

Resta ancora da definire l'impedenza caratteristica Z_∞ della linea (per un cavo RG58 è 50Ω). Vale:

$$Z_\infty = \sqrt{L/C}$$

I mattoncini ci sono quasi tutti. Basta ora introdurre un altro parametro molto importante ai fini della comprensione del ROS. Il parametro che ci serve è il coefficiente di riflessione (di tensione) Γ , che è definito come segue:

$$\Gamma(z) = \frac{V^-(z)}{V^+(z)}$$

A questo punto possiamo partire con le interpretazioni fisiche del fenomeno.

Cominciamo subito col dire che se una linea è infinitamente lunga oppure se è terminata (chiusa) su un carico puramente resistivo di valore pari alla sua impedenza caratteristica Z_∞ , allora non si ha componente regressiva e quindi $\Gamma(z) = 0$.

Perché accade ciò? Spiegarlo con parole semplici non è poi così immediato. Vediamolo allora intuitivamente. Supponete di avere un impulso che viaggia lungo un cavo coassiale. In prima approssimazione questo impulso viaggia alla velocità della luce, ovvero a circa 300.000 chilometri al secondo (in realtà viaggia più lentamente in quanto ogni cavo coassiale ha un suo fattore di velocità, ma di questo

ne parleremo magari un'altra volta...).

Finché questo mio impulso non trova *cose strane* viaggia tranquillo dal generatore verso il carico. In questa situazione diremo di avere solo componente progressiva e quindi coefficiente di riflessione nullo.

Analizziamo ora le *cose strane*. Supponiamo di essere ai bordi di uno stagno e di gettare un sasso nell'acqua. Dal punto dove il sasso entra in acqua partono tanti cerchi concentrici che si allargano (propagano) e restano rotondi finché... Già, resterebbero tondi all'infinito (anche se poi inevitabilmente si attenuano fino a sparire) se non trovasse ostacoli.

In presenza di un ostacolo si *ri-flettono* in un qualche strano modo che dipende dalla geometria dell'ostacolo e vanno ad interferire con i cerchi che sono partiti dal sasso.

All'interno del cavo coassiale le cose vanno circa allo stesso modo. Gli ostacoli sono ora dati da salti di impedenza caratteristica della linea oppure da carichi non adattati (ovvero linea chiusa su resistenza di valore diverso da Z_∞).

Ovviamente tutto quanto vi ho detto ha alle spalle una buona trattazione matematica che spiega molto bene i fenomeni descritti, tuttavia non è questa la sede per entrarci nel merito. Possiamo comunque affermare che il nostro $\Gamma(z)$ ha come range di variazione per il modulo, l'intervallo (0,1). Naturalmente per come è stato definito si ha:

$$\begin{aligned} |\Gamma(z)| = 0 &\rightarrow \text{carico adattato} \\ |\Gamma(z)| = 1 &\rightarrow \text{riflessione totale} \end{aligned}$$

Nota: ho introdotto il concetto di modulo in quanto facendo il rapporto di due grandezze caratterizzate da un modulo e da una fase, ho ancora una grandezza in modulo e fase.

(Per i "Pierini" posso ancora aggiungere che il modulo rappresenta il valore massimo che la

grandezza può assumere, mentre la fase è legata alla periodicità della grandezza stessa che in genere è di tipo sinusoidale o esponenziale complesso).

A questo punto possiamo tranquillamente passare al ROS. Iniziamo a spiegare il significato dell'acronimo.

ROS = Rapporto di Onda Stazionaria.

E se ci parlano di SWR o di VSWR?

SWR = Standing Wave Ratio.

VSWR = Voltage Standing Wave Ratio.

Chi mastica un pochetto di inglese non ha problemi a capire che parliamo della stessa cosa. Talvolta viene preposta la lettera V (Voltage = Tensione) in quanto il ROS viene definito a partire dal coefficiente di riflessione di tensione. E già che ci siamo definiamo una buona volta questa enigmatica grandezza.

$$ROS = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Come si può vedere se ricordiamo le considerazioni precedentemente fatte per $|\Gamma|$ abbiamo che:

$$\begin{aligned} |\Gamma| = 0 &\rightarrow ROS = 1 \\ |\Gamma| = 1 &\rightarrow ROS \rightarrow \infty \end{aligned}$$

Quindi, per cortesia, non parlatemi di ROS = 0 perché non ha senso!

Ancora una volta vediamo gli aspetti pratici. Un ROS unitario caratterizza una linea di trasmissione praticamente perfetta, mentre un ROS maggiore di 3 (sugli strumentini commerciali siete già abbondantemente in zona rossa) sta ad indicarvi che molto probabilmente avete dimenticato di collegare il cavo di antenna, o che, dopo l'ultimo violento temporale, la vostra antenna è irrimediabilmente piegata in quattro...

Come si misura il ROS? Interponendo il ROSmetro, che è quello strumento atto a misurare le riflessioni sulla linea ed a

riportarvele su di una scala opportunamente tarata.

Potete acquistarne uno di tipo commerciale oppure autocostruirvelo seguendo uno dei tanti schemi apparsi sulla rivista (se non vado errato l'ultimo schema proposto è firmato da I6IBE che vi offre un rosmetro veramente economico. Il tutto è comparso su **CQ Elettronica** n. 11 del 1990).

A grandi linee penso di avervi detto tutto. Vorrei ancora proporvi la **tabella 1** dove vi indico i valori di potenza trasmessa e di potenza riflessa in funzione di un noto valore di ROS.

Per una maggiore comprensione ho scelto i valori percentuali e non i dB... in fin dei conti rappresentano poi la stessa cosa! Prima di concludere vorrei ancora ricordarvi che un ROS di 2,5 è sicuramente elevato, anche se significa avere *solo* il 18% di potenza riflessa...

Provate a chiedere ad un finale quanto gli piaccia un ROS di 2,5, sempre che non sia già defunto...

Tabella 1
ROS & potenze

ROS	Potenza trasmessa	Potenza riflessa
1	100%	0%
1,3	98%	2%
1,5	96%	4%
1,7	92%	8%
2	88%	12%
2,5	82%	18%
3	75%	25%
4	64%	36%
5	55%	45%
7	44%	56%
10	33%	67%
∞	0%	100%

Ed ora concludo per davvero, con la speranza di avere diradato un po' di nebbia sull'argomento, ma con la certezza di avere detto la mia in questa infinita discussione dal nome ROS ... Quanto fumo! Ci sarà dell'arROSto???

CQ