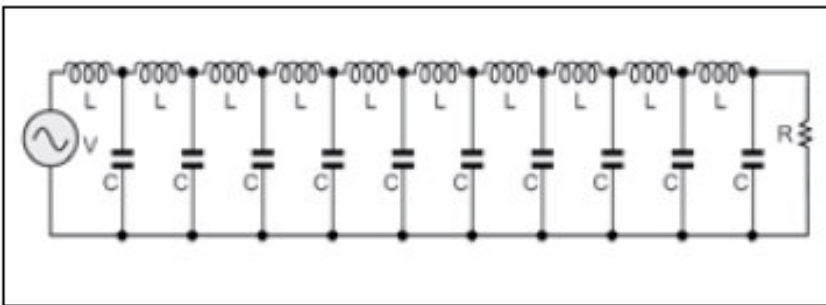


ANTENNE: qualche semplice principio di base

Ma la lunghezza del cavo ?

L'abitudine ormai ben consolidata che un'antenna debba venire alimentata con una linea dotata di ben **precisa impedenza caratteristica** sembra aver portato con sé (e non così di rado!) **anche la necessità che tale linea debba essere di lunghezza ben precisa**; vediamo invece come questa seconda caratteristica **non corrisponda ad alcuna esigenza d'impianto**.

In figura è indicato come una linea di trasmissione sia perfettamente rappresentabile con **una serie pressoché infinita di microscopiche celle L-C** poste fra un generatore (o antenna) ed un carico (supposto resistivo), o viceversa.



L'**impedenza tipica** di tale catena di celle può dimostrarsi che vale esattamente :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

(appunto, l'impedenza caratteristica); tale impedenza non dipende da quante di queste celle (che non rappresentano altro che tratti infinitesimi di linea) vengano prese in considerazione:

ciò vale a dire che questa catena può essere interrotta in qualsiasi punto inserendovi un'impedenza vera e propria Z_0 senza che si abbia nessun turbamento nel regime della linea stessa.

L'unica variante riguarda solamente le inevitabili (pur se modeste) perdite per resistenza ohmica, ma per queste considerazioni... ci pensa la **legge di Ohm!**

Il semplice dipolo

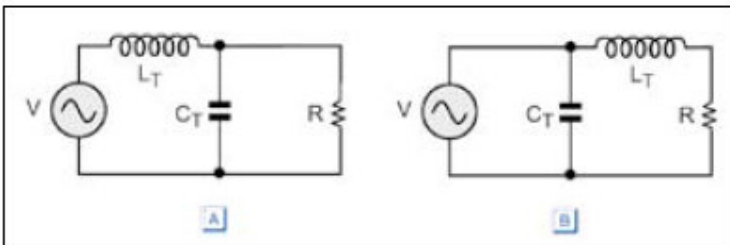
Si tratta (come ben sappiamo) del più classico e meglio conosciuto esempio di antenna esistente:

nacque con Hertz e ce lo troviamo ancora sui tetti delle nostre case; tuttavia vale qui la pena riprenderne brevemente qualche aspetto delle più elementari basi di realizzazione e funzionamento.

Il dipolo convenzionale consiste in un conduttore cilindrico (filare o tubolare) lungo circa **mezza lunghezza d'onda ed alimentato al centro**, ove è applicata una linea a bassa impedenza dalla quale è prelevata la forza elettromotrice captata per trasferirla ad un ricevitore o, viceversa, viene applicata la potenza generata da opportuno trasmettitore.

La lunghezza sarà comunque molto grande rispetto al diametro.

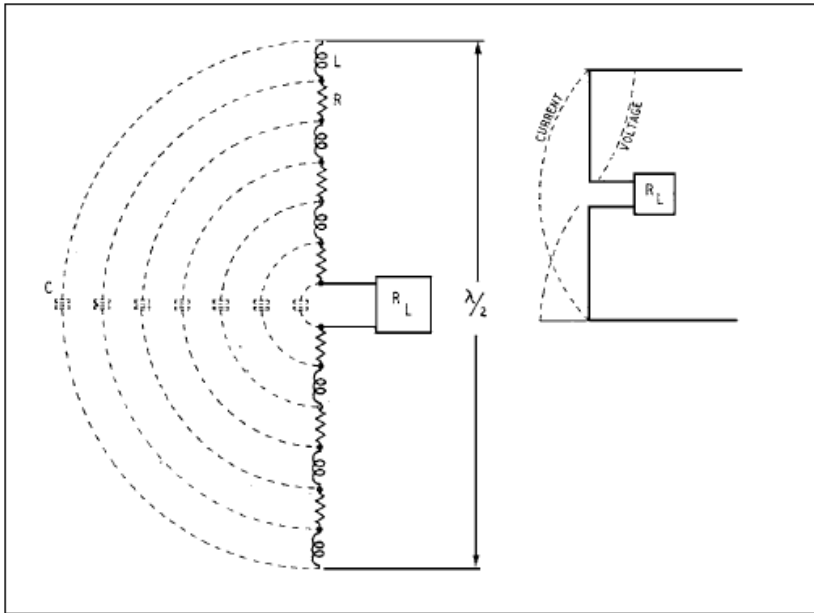
Anche in considerazione del fatto che siamo abituati a rappresentare **i circuiti risonanti (e il dipolo lo è)** come combinazioni di condensatori e bobine nel modo strettamente fisico in cui li conosciamo, il dipolo consiste né più né meno in una sorta di circuito risonante in cui capacità e induttanza (nonché resistenza) risultano fittamente e regolarmente distribuite come in figura



questa soluzione richiama automaticamente la **teoria delle linee di trasmissione**, ed infatti un dipolo può essere visto come una forma un po' speciale di linea, che possiede la sua ben precisa impedenza caratteristica nonché perdita di inserzione.

Considerando che il **campo elettromagnetico** prodotto è uniforme e che il suo vettore elettrico giace parallelo all'asse del dipolo stesso, l'ampiezza della forza elettromotrice presente fra gli estremi interni della linea (cioè i terminali di alimentazione) può venir calcolata con buon grado di approssimazione, come vari modi di sperimentazione possono confermare.

La **distribuzione di tensione e corrente** e corrente che ci si può aspettare su un dipolo è molto semplice, e viene evidenziata in figura:



non ci si aspetterà di trovare corrente che esca dalle estremità, come ci si può invece aspettare che queste risultino estremamente “calde” come tensione a RF localizzate; **al centro avremo quindi un massimo di corrente ed un minimo di tensione presenti.**

Il rapporto fra questi valori “equivarrà” ad un ben preciso valore di resistenza, equivalente ovviamente alla **R_o**.

Le onde stazionarie nei cavi RF

Ora che abbiamo rinfrescato le nozioni elementari a proposito del più classico tipo di antenna, dedichiamoci ai segnali elettrico, o meglio alle onde, che viaggiano su e giù lungo la linea di alimentazione di un’antenna, e vediamo se e come interferiscono fra di loro.

Questo, delle onde viaggianti e di quelle stazionarie, è un “**tormentone**” ricorrente per gli impianti d’antenna; infatti cominciamo col tener conto del fatto elementare che un’antenna, se non trasforma l’**onda viaggiante** che sta arrivando dalla sua linea di alimentazione (ci riferiamo sempre al caso di trasmissione) in **onda stazionaria**, non svolge il suo compito, che è quello di irradiare;

viceversa **la natura della linea non è quella di irradiare, bensì quella (unicamente!) di trasportare energia all’antenna;** un violino non suona se le sue corde non trasformano in onde stazionarie la vibrazione loro impressa, e non è l’archetto a vibrare, quindi a suonare!

Dopo queste banali esemplificazioni, cominciamo col tener conto di un certo ritardo di fase continuamente **crescente che si manifesta lungo la linea stessa**: ciò significa che se viene applicata una corrente alternata ad un’estremità della linea (da un’antenna o da un generatore) occorrerà un certo tempo perché essa raggiunga l’altra estremità.

L'altro aspetto importante è che, mentre la corrente sta viaggiando per la sua "strada", **il cavo** si presenta al generatore come una resistenza di valore

$$\sqrt{\frac{L}{C}}$$

(avendo come riferimento la fig. 1), valore corrispondente alla resistenza caratteristica R_0 :

trattandosi di resistenza (quanto meno, equivalente) **la corrente lungo la linea sarà in fase con la tensione.**

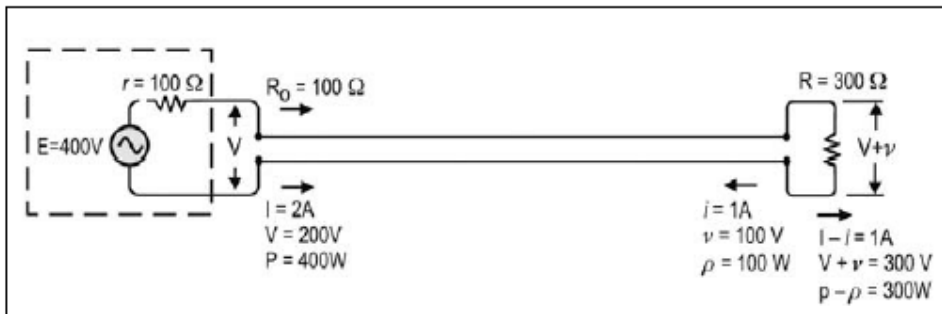
Se l'estremo lontano del cavo è chiuso su una resistenza di carico R di valore uguale ad R_0 , la V e la I in arrivo obbediscono alla **legge di Ohm** e la potenza che vi compete viene completamente assorbita dal carico.

Ma se R è (per esempio) più alta di R_0 , la tensione ai suoi capi aumenta rispetto al previsto, e così facendo ritorna una parte della corrente indietro verso il generatore.

Il rapporto fra il surplus di tensione v e la corrente riflessa i **deve risultare uguale ad R_0** ; possiamo così calcolare

$$\frac{i}{I} = \frac{v}{V} = \frac{R - R_0}{R + R_0}$$

Come nella figura sotto:



Esempio di un cavo, o linea di alimentazione qualsiasi, che unisce un generatore (entro il riquadro tratteggiato) ad un carico resistivo.

I , V e P sono i valori originali verso il carico
 i , v e p sono i valori riflessi dal carico

Nell'esempio, un generatore di 400 V con 100 ohm di resistenza interna, collegato tramite opportuna linea da 100 ohm di impedenza caratteristica, prevede di erogare 2 A a 200 V; però, arrivati dall'altra parte della linea, questa situazione trova un carico di 300 ohm, che evidentemente non va d'accordo con la prevista **situazione pari a 200 V / 2A.**

In pratica, nel tempo in cui la corrente ha raggiunto il valore di 1A, la tensione ai capi di R è salita a 30V, provocando così un valore extra di 100 rispetto al previsto, il che giustifica un surplus di corrente di 1A che però ritorna indietro lungo la linea.

Succede così che 100 W sono riportati al generatore, talché l'esatta **potenza d'uscita vale 400-100 =300 W**, esattamente quelli che vengono assorbiti dal carico.

E proprio questo ci sta ad indicare che esistono delle complicazioni nel **nostro "impianto"**, dovute al ritardo di fase del cavo; entriamo così, dal campo delle **onde viaggianti**, al campo delle **onde stazionarie**, che è come dire "riflesse", ed il punto focale ne è l'estremo di linea cui è collegato il carico, cioè è il "**punto di riflessione**".

Quando (come nel nostro esempio) R è maggiore di R_0 , questa inversione di direzione della corrente riflessa equivale ad una opposizione di fase rispetto a quella di partenza:

è come dire che la corrente risultante nel carico sarà inferiore all'originale(circa 1A).

Per quanto riguarda la tensione, essa pure risulta in opposizione rispetto il previsto, ma poiché essa va a sommarsi per via della resistenza più elevata, la tensione sul carico resistivo aumenta (300 V).

Questa non è la conclusione della possibile, situazione dell'esempio, bensì è solo l'inizio dei fenomeni, e si tratta comunque di un tentativo (semplificato) di spiegare la complessità del procedimento che, per **ben spiegare il tutto, richiederebbe calcolo vettoriale, differenziale e... così via!**

Fortunatamente, le approssimazioni che possiamo adottare nei nostri casi (in primis, il cavo che deve essere veramente di pessima qualità prima che la sua resistenza di perdita influisca sul **valore di R_0**) conducono a risultati sufficientemente vicini alla situazione ottimale.

Tratto da un vecchissimo trattato tecnico del grande maestro di noi tutti **Nerio I4NE !**



I4NE nel lontano 1972