

HamWeb - Long-wire e dintorni

Stavolta toccheremo un argomento molto caro ai radioamatori, specialmente se hanno un po' di spazio disponibile sul tetto: le antenne costituite semplicemente da lunghi pezzi di filo ('long-wire' per chi si è messo in tight). La fortuna di queste antenne è dovuta principalmente al fatto che, pur essendo semplici ed economiche, permettono di operare su bande molto ampie con buone prestazioni; ma cominciamo dall'inizio.

Le risonanze di un pezzo di filo

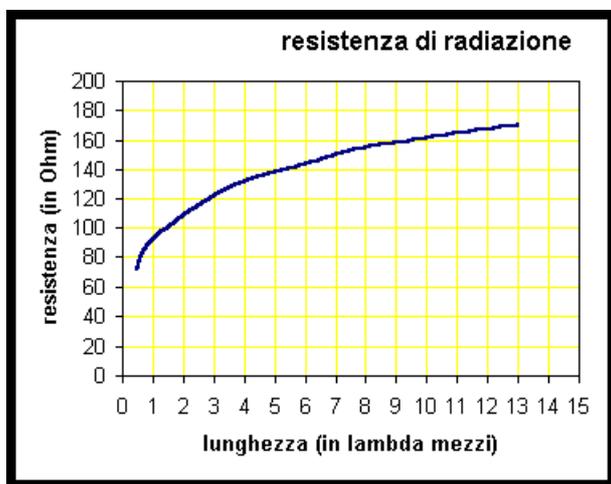
Se prendiamo un pezzo di filo, teso "nel vuoto" (si fa per dire!) tra due isolatori, certamente questo pezzo di filo presenta alcune risonanze caratteristiche. Determinare le frequenze di queste risonanze è cosa abbastanza semplice, come si può evidenziare con un semplice ragionamento.

Consideriamo il caso in cui in cui uno degli estremi è collegato al generatore; allora questo estremo presenta un certo valore di corrente, mentre l'altro presenta necessariamente uno zero; poiché la corrente si distribuisce sul filo in maniera (quasi) sinusoidale, e la distribuzione è ovviamente legata all'onda em presente sull'antenna, la distanza tra uno zero ed un massimo è o un quarto d'onda, o un quarto d'onda più un numero qualunque di mezza onde: in conclusione, un numero dispari di quarti d'onda; le frequenze di risonanza dell'antenna (i fisici le chiamano *autovalori*) sono quindi tutte quelle per le quali l'antenna ha una lunghezza pari ad un qualsiasi multiplo dispari di un quarto d'onda. Un'antenna di questo tipo viene tradizionalmente chiamata *Zeppelin*.

Il caso 'speculare' a questo è quello in cui viceversa entrambi gli estremi del filo siano aperti (cioè isolati); allora la corrente in entrambi questi punti deve essere zero. I due zeri della corrente distano tra loro mezza lunghezza d'onda, ovvero un suo multiplo; le frequenze di risonanza dell'antenna sono quindi tutte quelle per le quali l'antenna è lunga un numero intero di mezza onde, ossia un numero pari di quarti d'onda. Un'antenna di questo tipo prende nomi diversi a seconda di come sia collegata al generatore: se questo è collegato al centro, come si fa normalmente per un dipolo a mezz'onda, l'antenna si chiama *Levy*; se la linea è collegata con un solo conduttore ad un punto arbitrario dell'antenna, si ha una 'presa calcolata' o *Windom*, dal nome del radioamatore che l'ha inventata negli anni '30. Ma la nomenclatura non è esattamente universale: ad esempio, lo ARRL Handbook nelle edizioni meno antiche (la mia ultima è del 1989, la prima è un cimelio del '54) le chiama tutte *'Zepp'*.

Resistenza di radiazione

Prima di vedere una per una le varie soluzioni, ci soffermiamo ancora una volta sulla resistenza di radiazione; abbiamo detto più volte che questa cresce con la lunghezza. Il perché dovrebbe essere ormai chiaro, ora però è tempo di dire come varia; il grafico qui sotto (ripreso ed adattato da ARRL Handbook 1971) dà un'idea dell'andamento, mentre nella tabella sono riportati dei valori tipici approssimati.



| L (misurata in $\lambda/2$) | R[W] |
|------------------------------|------|
| 1 | 95 |
| 2 | 11 |
| 3 | 125 |
| 4 | 132 |
| 5 | 140 |
| 10 | 162 |

Ricordiamo ancora una volta che l'impedenza *non* è costituita dalla sola resistenza di radiazione, e dipende dal punto di alimentazione; ed inoltre che, anche per un'antenna in risonanza (per la quale la componente reattiva è zero) la resistenza vista in un punto diverso dal massimo di corrente è la resistenza di radiazione trasformata dall'andamento sinusoidale della corrente e della tensione. (quindi è sempre più alta).

Lobi di radiazione

I lobi di radiazione delle antenne a filo lungo sono sempre disposti a cono intorno alla direzione del filo, ma il loro numero, direzione (inclinazione) ed intensità dipendono dalla lunghezza dell'antenna relativamente alla lunghezza d'onda, quindi variano con la frequenza. In pratica, più questa è alta, più i lobi si 'schiacciano' lungo il filo, mentre a frequenze basse tendono ad essere trasversali rispetto ad esso. La presenza del suolo tende ad alzare ulteriormente i lobi di radiazione, che possono raggiungere angoli notevoli. Questo effetto viene di solito sfruttato sulle navi, in cui le antenne long-wire vengono tese tra albero e prua (e/o poppa), cosicché l'inclinazione del filo e quella del lobo si compensano tra loro, e l'irradiazione avviene (più o meno) in avanti. Le antenne così inclinate vengono comunemente chiamate *sloper*.

Antenne end-feed o Zeppelin

Un'antenna Zeppelin è un pezzo di filo alimentato ad un estremo con un solo conduttore della linea; poiché la linea di trasmissione, per non irradiare, deve necessariamente avere correnti globalmente uguali sui due conduttori, bisogna che il secondo conduttore sia messo a terra (una buona terra, che permetta alla corrente di passare senza dissipare tutta la potenza da trasmettere...).

Un'antenna Zeppelin è un pezzo di filo alimentato ad un estremo con un solo conduttore della linea; poiché la linea di trasmissione, per non irradiare, deve necessariamente avere correnti globalmente uguali sui due conduttori, bisogna che il secondo conduttore sia messo a terra (una buona terra, che permetta alla corrente di passare senza dissipare tutta la potenza da trasmettere...).

Per evitare la terra, si può anche lasciare che le correnti siano sbilanciate, e di conseguenza che la linea irradia come le pare, diventando di fatto parte dell'antenna stessa. L'impedenza di un'antenna Zeppelin può essere alta o bassa, secondo che la frequenza del generatore sia vicina o lontana da un autovalore (una risonanza) dell'antenna. Perciò l'uso di queste antenne richiede l'impiego di un adattatore d'impedenza ('accordatore') capace di equilibrismi notevoli; ma specialmente che sia in grado di gestire tensioni elevate senza conseguenze spiacevoli (scariche, dielettrici bruciaticci, ...).

In cambio, sono molto semplici da costruire, ed inoltre il fatto che la linea partecipi all'irradiazione le rende particolarmente efficienti, sempre che il vostro vicino, colpito da spasmi muscolari da carenza di calcio (od altra radiotelefecchia), non vi strozzi prima che ve la godiate... ;-)

Antenna a presa centrale ('center-feed') o Levy

Presentano sostanzialmente le stesse caratteristiche delle Zeppelin, a parte lo scambio delle frequenze di risonanza; l'alimentazione bilanciata al centro però garantisce che la linea si comporti da bravo ed onesto boy-scout, e non spifferi tutto al vicino di cui sopra, che così, forse, vi lascia vivere (ho detto: forse! Non mi assumo responsabilità...).

Antenne a presa calcolata ('off-center feed') o Windom

Consideriamo il solito pezzo di filo, ma stavolta colleghiamo l'alimentazione in un punto qualsiasi della sua lunghezza. Qui arriviamo ad un caso più interessante: infatti queste antenne hanno tutte le risonanze proprie di un radiatore con gli estremi isolati; però, in più, hanno anche un bonus: ciascuno dei due bracci in cui viene suddiviso il radiatore principale ha infatti le sue proprie risonanze, per cui l'antenna nel suo insieme presenta tre serie di (infinite) risonanze, dovute all'intero filo ed a ciascuno dei bracci.

Se le cose sono fatte per bene, le tre lunghezze sono incommensurabili (o circa...) tra loro, e quindi tutti i termini delle tre successioni sono distinti. Se poi le cose sono fatte ancora meglio, i termini stessi si intercalano in maniera tale che per ogni frequenza ci sia una risonanza lì vicino, pronta a fornire i propri servizi. Per fare le cose bene, chiaramente bisogna che la posizione della presa sia ben studiata (per questo motivo l'antenna è "a presa calcolata"); però c'è chi ormai l'ha fatto per noi: il risultato di questo studio, courtesy of Mr. Windom, è che la posizione per la presa che fornisce i migliori risultati è a circa il 36% della lunghezza totale.

Questa antenna fornisce prestazioni notevoli in termini di larghezza di banda, con impedenza che si mantiene ragionevolmente intorno ai 600 ohm, a partire dalla frequenza per la quale la lunghezza totale è mezza onda, in su; inoltre si tratta di un'antenna piuttosto efficiente, tanto che essa è stata ampiamente usata per le stazioni radio marittime e costiere.

Il suo unico difetto è che l'alimentazione è del tutto sbilanciata. Porre rimedio a questo difetto non è cosa immediata; infatti la Windom ha la peculiarità che le correnti nel punto di alimentazione vanno nell'antenna in direzioni opposte (escono entrambe dalla linea, e vanno una 'a destra' ed una 'a sinistra'). Se noi interrompiamo semplicemente l'antenna per collegarla alla linea, le due correnti così inviate all'antenna hanno la stessa direzione, perché sono opposte nella linea, e quindi l'intero comportamento dell'antenna cambia radicalmente. Inoltre, dato che i due conduttori sono di lunghezze diverse, le relative resistenze di radiazione sono ancora diverse, e così le impedenze viste.

Per ovviare a questo inconveniente, si usa attualmente alimentarla mediante uno speciale trasformatore, spesso chiamato 'balun' (ma non è un semplice balun!), dotato di un primario per la linea entrante e due secondari, ciascuno dei quali alimenta uno dei bracci; i due secondari vengono connessi tra loro al punto comune, che va a terra (*terra* ho detto! Sennò nisba DX...) ed inoltre sono formati da un diverso numero di spire, così da adattarsi meglio a ciascuno dei due radiatori.

E' doveroso però osservare che negli anni '50, che furono un periodo di grande gloria per queste antenne, l'alimentazione bilanciata veniva fornita semplicemente con una linea bifilare da 300 ohm (piattina TV!), che è circa l'impedenza vista se l'alimentazione è bilanciata. Ci si deve chiedere quindi quanto i costosi balun per Windom servano realmente a migliorare le prestazioni, e quanto invece migliorino la vita dei produttori di balun... tantopiù se consideriamo che un balun introduce delle perdite che, specialmente alle frequenze più alte, limitano il funzionamento e l'efficienza dell'antenna.

