

HamWeb - Antenne: folded dipole e ground-plane

Questa volta vedremo i due più comuni derivati del dipolo e le loro caratteristiche.

Folded dipole (dipolo ripiegato)

Il dipolo ripiegato è una delle antenne più usate, forse la più usata in assoluto, in quanto fa parte della stragrande maggioranza delle antenne Yagi-Uda per TV. Il principio di funzionamento è abbastanza semplice; se pensiamo un comune dipolo, e gli disponiamo parallelamente, molto vicino (di solito a centesimi di lunghezza d'onda) un altro dipolo cortocircuitato al centro, il secondo dipolo è percorso da una corrente indotta dal primo e, data l'estrema vicinanza, le due correnti sono praticamente uguali.

Da un punto molto distante quindi si vede il campo di due dipoli che irradiano nello stesso modo; poiché essi sono molto vicini e le loro correnti sono praticamente in fase, il campo totale è sostanzialmente la somma dei due campi. Poiché la potenza va con il quadrato del campo (come del resto va con il quadrato della tensione e della corrente), la potenza irradiata a parità di corrente è quattro volte maggiore di quella del dipolo singolo, e poiché $P=RI^2$, è evidente che si deve avere una resistenza di radiazione quadrupla rispetto a quella appunto del dipolo singolo.

Dal momento che quest'ultimo ha resistenza di radiazione intorno ai 72 W, si vede che il dipolo ripiegato ha resistenza di radiazione di circa 290 W, che normalmente si arrotondano a 300 W (il 3%, in elettronica, è una differenza trascurabile, salvo quando si tratti di costi di produzione...).

Il diagramma di irradiazione della struttura così ottenuta è praticamente uguale a quello del dipolo, perché sia la distanza che lo sfasamento tra le due antenne sono praticamente zero. In sostanza, si può pensare al dipolo ripiegato come ad una schiera formata da due dipoli (quasi) coincidenti.

Gli estremi dei due dipoli presentano sempre la stessa tensione, perché le alimentazioni sono in fase; quindi si può usare un conduttore metallico per collegare fisicamente gli estremi stessi, semplificando molto il mantenimento del parallelismo tra i due dipoli costituenti il sistema.

Perché usare il dipolo ripiegato? Ci sono parecchi validi motivi:

- la resistenza di radiazione elevata garantisce un'alta efficienza anche in presenza di perdite non proprio contenute, quindi si possono usare materiali così così senza perdere in qualità;
- nel caso di antenne a schiera end-fire, come le Yagi-Uda, la resistenza di radiazione si abbassa all'aumentare del numero di elementi, per cui usare un dipolo ripiegato mantiene più elevata la resistenza di radiazione finale, semplificando l'adattamento (e, come sopra, riducendo il fattore di perdita);
- la costruzione meccanica dà notevole robustezza all'assemblaggio, che risulta quindi più solido di altre antenne;
- la costruzione è semplice ed economica, perché si può ottenere da un unico profilato metallico piegato opportunamente (da cui il nome di dipolo ripiegato);
- il centro del dipolo cortocircuitato presenta sempre tensione nulla, quindi può essere messo a terra senza tante storie... in particolare, può essere avvitato senza problemi ad un tubo metallico (il 'boom' o 'boma' dell'antenna), cosa che non si può fare con il dipolo semplice;
- per potenze modeste, od antenne solo riceventi, si può utilizzare una discesa bilanciata in linea bifilare, usando la piattina in politene da 300 W, che ha perdite relativamente basse e costa poco (ma ormai è difficile da trovare!).

Per contro, deve essere abbastanza rigido, altrimenti i due dipoli si piegano ciascuno a modo suo ed il parallelismo va a farsi benedire; ovvero: provate a fare un dipolo ripiegato sugli 80 metri...

Antenne ad un solo braccio: la ground-plane

Se poniamo una lampada sopra uno specchio (perfetto), ad una certa distanza da esso, da sopra lo specchio vediamo due lampade; in maniera del tutto analoga, se appoggiamo verticalmente su uno specchio un braccio di dipolo (cioè uno stilo semplice), vediamo due bracci, cioè un dipolo intero.

Possiamo approfittare di questo fatto per realizzare un'antenna lunga solo la metà di quanto dovrebbe essere, usando uno specchio riflettente al posto dell'altra metà. Lo specchio in questione non è altro che un piano conduttore sufficientemente esteso; il più comune tra i piani conduttori è la terra, per cui questo viene spesso chiamato 'piano di terra'.

Il campo elettrico irradiato dal singolo braccio è la metà di quello complessivo prodotto dal dipolo, per cui la potenza irradiata dovrebbe essere un quarto; però lo specchio rimanda in su tutta la potenza che viene irradiata verso il basso (il mezzo lobo inferiore), perciò, nel complesso, la potenza irradiata *sopra* al piano di terra è la metà di quella prodotta da un dipolo intero a parità di corrente (mentre *sotto* al piano di terra è zero!).

Di conseguenza, la resistenza di radiazione è la metà di quella che del dipolo semplice, vale a dire circa 36 W (per questo motivo un tempo si

Di conseguenza, la resistenza di radiazione è la metà di quella che del dipolo semplice, vale a dire circa 36 W (per questo motivo un tempo si suggeriva di alimentare questo tipo di antenne con due cavi di impedenza caratteristica pari a 75 W in parallelo tra loro).

L'efficienza di queste antenne è quindi di principio relativamente più bassa di quella del dipolo semplice, a parità di materiali utilizzati. Ma la principale diminuzione d'efficienza è causata dalla qualità dello specchio impiegato; infatti, se questo non è perfettamente conduttore, la riflessione è solo parziale, ed una parte significativa della potenza va persa nello scaldare lo specchio stesso.

Per questo motivo si usano vari metodi per migliorare l'efficienza del piano di terra; nel caso di frequenze molto alte, è possibile usare un disco metallico solido, ma a frequenze basse le dimensioni rendono proibitiva questa soluzione (l'antenna ground-plane è spesso usata in onde medie e lunghe).

Allora si ricorre ad un insieme di conduttori, interrati o sospesi, che permettano di abbassare le perdite del terreno riducendone la resistenza elettrica; nelle esecuzioni professionali, i conduttori possono essere due-trecento, e talvolta di più, oppure può essere usata una rete metallica interrata a qualche centimetro di profondità. Nelle esecuzioni amatoriali, questo tipo di soluzione è chiaramente inattuabile.

Si deve quindi accettare un compromesso ragionevole, che si basa sul seguente ragionamento: alcuni radiali posti orizzontalmente e connessi elettricamente in un punto centrale, possibilmente spazati ad angoli regolari, costituiscono una linea di trasmissione radiale, cioè nella quale le onde em viaggiano in direzione radiale dal centro alla periferia e viceversa.

Se questa linea è lunga esattamente un quarto d'onda, si comporta come un trasformatore a lambda quarti, e fa vedere all'ingresso (cioè al centro) il reciproco dell'impedenza di carico; se la linea è aperta all'estremità, si vede il reciproco di un circuito aperto, cioè un cortocircuito (o quasi). Le perdite sono allora abbastanza contenute e il tutto può funzionare (relativamente) bene; naturalmente, sempre che i radiali siano in numero sufficiente a simulare decentemente una linea radiale... e tre non è un numero sufficiente!

C'è anche da dire che, poiché bisogna adattare l'impedenza dell'antenna ai fatidici 50-75 W, la resistenza introdotta dalle perdite del piano di terra, alzando l'impedenza totale, può far comodo, qualora l'efficienza non sia importante; ma non lamentatevi poi se il vicino col dipolo riceve benissimo la stazione DX che voi non sentite proprio.

Il lobo di radiazione di un dipolo disposto verticalmente è praticamente parallelo al suolo; quello della ground-plane è invece chiaramente rialzato, in quanto la potenza viene riflessa in su dallo specchio; per limitare questo inconveniente, si usa inclinare in giù i radiali rispetto all'orizzontale; con ciò, cambiando l'angolo di riflessione, si riesce ad abbassare il lobo fino a quella ventina di gradi circa che fa comodo per il DX; però, in cambio, si aumentano le perdite del piano di terra, che in effetti diventa più piccolo.

Le antenne ground-plane, se proprio non se ne può fare a meno, si possono anche accorciare, come nel caso dei dipoli caricati, al prezzo di una (rilevante) diminuzione dell'efficienza. L'accorciamento però si può applicare allo stilo verticale, ma se viene applicato ai radiali introduce una ulteriore perdita di qualità nel piano di terra (che già abbiamo visto essere più o meno insoddisfacente di suo), per cui è proprio meglio evitarlo.

