

# Antenne end fed

## teoria di funzionamento e ottimizzazione

**L**e antenne end fed, alimentate su un lato, sono molto popolari fra la popolazione radioamatoriale e SWL sia per la loro facilità di montaggio, richiedono solo due sostegni, sia per la loro economicità e anche per il fatto che sono multibanda. Bisogna, però, curare i dettagli del montaggio, lunghezza e trasformatore di impedenza per farle lavorare al massimo dell'efficienza.

Vediamo la teoria di funzionamento per poterla capire e adattarla alle nostre esigenze. Consideriamo un conduttore della lunghezza teorica di 20 metri di figura 1, la nostra antenna. Studiamo la distribuzione della corrente per le bande delle HF dei 40 metri, dei 20 metri e dei 10 metri.

Nella banda dei 40 metri, tratto blu, si comporta come una mezz'onda. Notiamo che il minimo di corrente si trova agli estremi, perciò avremo, in questi punti, massima impedenza circa 2500  $\Omega$  mentre la minima impedenza si trova al vertice del ventre di corrente circa 50  $\Omega$  che è situato esattamente a 10 metri dagli estremi, al centro. Per la banda dei 20 metri, tratto giallo, notiamo che il comportamento è a onda intera. La distribuzione della corrente mostra tre minimi ad alta impedenza

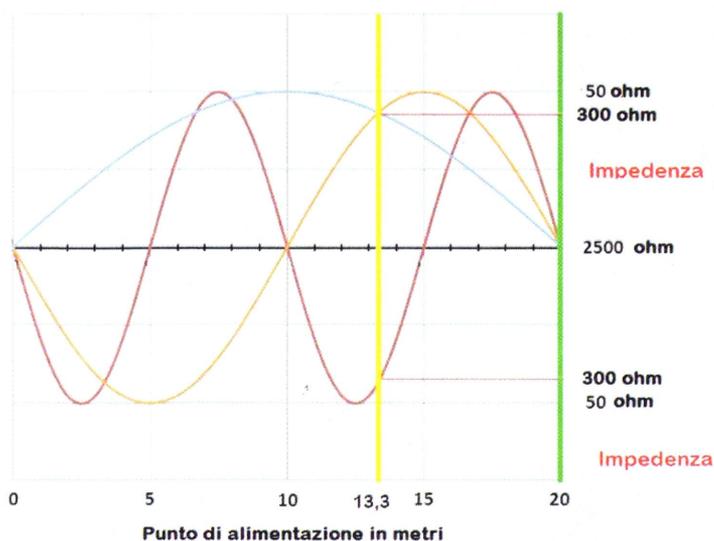
za circa 2500  $\Omega$ , agli estremi e al centro che corrispondono a tre nodi di corrente. Mentre abbiamo due ventri di corrente a 5 e 15 metri, entrambe semionde negativa e positiva, che corrispondono a bassa impedenza circa 50  $\Omega$ . Nella banda dei 10 metri, tratto rosso, abbiamo un comportamento simile. La corrente si distribuisce nel conduttore in due onde intere. Abbiamo cinque punti a corrente zero, corrispondente ai nodi di corrente dove abbiamo impedenza altissima, circa 2500  $\Omega$ . I ventri di corrente a bassa impedenza circa 50  $\Omega$ , invece, sono quattro.

Per nodo di corrente si intende il punto immaginario dove la semionda di corrente cambia segno, da positivo a negativo e viceversa e taglia la linea immaginaria del conduttore dell'antenna. Invece per ventre di corrente si intende il punto in cui la corrente ha la massima ampiezza, sia nel picco positivo sia nel picco negativo.

Dobbiamo ora ricercare un punto lungo il conduttore, seguendo le sinusoidi, dove la distribuzione delle correnti, per le tre bande, presenta la stessa ampiezza ovvero la stessa impedenza e dove è conveniente tagliare il conduttore per collegare il sistema di adattamento dell'impedenza con il cavo coassiale.

Notiamo che per le tre bande, considerate, abbiamo due punti in comune ad alta impedenza che sono ai due estremi con impedenza circa 2500  $\Omega$ . Mettendo un trasformatore in impedenza con rapporto di trasformazione 1:50 all'estremo corrispondente alla linea verticale verde, potremmo alimentare il conduttore con un cavo coassiale con impedenza 50 ohm collegato direttamente al ricetrasmittitore.

Esaminando il diagramma, di Figura 1, vediamo che c'è anche un altro punto in comune alle tre bande in cui troviamo la stessa impedenza e si trova a circa 13,3 metri dall'estremo non alimentato. In questo punto, evidenziato dalla linea verticale gialla, l'impedenza è di circa 300 ohm. Questa impedenza è teorica perché può variare in funzione dell'altezza, della disposizione del conduttore nello spazio, se orizzontale o inclinato o ripiegato e della presenza o meno di ostacoli o masse varie nei dintorni.



Dal diagramma di Figura 1, vediamo che, indipendentemente dal punto di alimentazione, il terminale non alimentato presenta sempre un nodo di corrente per tutte le bande di frequenza su cui lavora l'antenna. Questa condizione, del tipo di distribuzione della corrente lungo il conduttore dell'antenna, resta fissa indipendentemente dal punto di alimentazione.

Consideriamo ora il punto di alimentazione a 13,3 metri con resistenza di radiazione comune alle tre bande di 300  $\Omega$ : la possiamo adattare facilmente al cavo coassiale da 50  $\Omega$  di impedenza usando un trasformatore con rapporto di trasformazione 1:4, facilmente reperibile in commercio o autocostruito che presenta meno perdite di un trasformatore 1:50 anche di difficile reperibilità o costruzione. L'unico accorgimento da adottare per il trasformatore, specialmente se è costruito su toroide o bacchetta ferromagnetica, è la potenza massima che può sostenere che deve essere almeno il doppio della potenza di trasmissione per non saturare il nucleo e avere perdite di trasformazione per surriscaldamento.

L'accordo sulle altre bande potrebbe essere possibile agendo sull'accordatore del ricetrasmittitore che generalmente ha un intervallo di accordo da 15 a 150  $\Omega$ . Se l'accordatore interno non riesce ad accordare su altre bande perché l'impedenza è molto più alta o più bassa del suo campo di accordo, sconsiglio l'uso di accordatori esterni per accordare la end fed su bande diverse da quelle per cui è stato progettato perché significa che l'impedenza che presenta è molto diversa dai 300  $\Omega$  e non si coniuga con l'uscita dal trasformatore nel punto di alimentazione. In questa situazione l'energia riflessa verso il trasmettitore è molto alta riducendo enormemente la potenza irradiata e alzando il rapporto onde stazionarie.

Anche se l'accordatore esterno riuscisse ad accordare il cavo coassiale facendo vedere la linea adattata al trasmettitore, resterebbe comunque il forte disadattamento fra antenna e trasformatore che riduce drasticamente il rendimento del sistema radiante a causa dell'energia a radiofrequenza

che invece di raggiungere l'antenna ritorna indietro verso il trasmettitore. Se si desidera farla funzionare su altre bande bisogna ricalcolare la lunghezza del conduttore dell'antenna, disegnare le sinusoidi della distribuzione della corrente, tenendo presente che l'estremità libera ha un nodo di corrente con alta impedenza per tutte le bande considerate e cercare graficamente un punto comune in cui l'impedenza è circa 300  $\Omega$ .

Con questo sistema, se volessimo far funzionare la end fed sulle bande degli 80, 40 e 20 metri, dovremmo alimentare il conduttore, sempre con trasformatore 1:4, a una distanza di 26,8 metri dal terminale non alimentato.

Si potrebbe alimentare la end fed direttamente con una linea bilanciata, tipo la piattina bifilare ex discesa antenne televisive, visto che presenta un'impedenza di 300 $\Omega$ , collegando il lato caldo all'antenna e lasciando libero l'altro conduttore. Questo sistema però è sconsigliato, anche se la linea bilanciata ha meno attenuazione di un cavo coassiale, perché la piattina bifilare è di difficile gestione pratica durante la discesa, deve stare tesa e non attorcigliarsi anche nelle curve e attraverso il muro di casa, deve essere collegata a un accordatore separato dal ricetrasmittitore provvisto di uscita bilanciata a 300  $\Omega$  a cui va collegata. L'accordatore, poi, deve essere collegato al ricetrasmittitore con cavo coassiale il più corto possibile. L'unico vantaggio pratico di questo tipo di alimentazione dell'antenna è che l'accordatore può permetterle di lavorare anche su altre bande dove l'impedenza di radiazione è molto più alta o più bassa di 300  $\Omega$  perché l'accordatore ha un intervallo di accordo più vasto di quello del ricetrasmittitore, tenendo però presente la perdita di potenza irradiata a causa della potenza riflessa per disadattamento fra trasformatore e antenna. Questo sistema radiante è più impegnativo da gestire, specialmente per le nuove leve di radioamatori, per questo nella maggior parte dei casi si usa il trasformatore di impedenza e la discesa sbilanciata in cavo coassiale collegata direttamente al ricetrasmittitore curando l'adattamento fra trasformatore e antenna.

La prossima tabella mostra la percentuale di potenza riflessa, persa, in funzione del ROS e la quantità di potenza effettivamente irradiata. Il ROS fino a 1,5 è accettabile e tollerato dagli stadi finali dei ricetrasmittitori, righe in verde. Per ROS superiore a 1,5, righe in rosso, bisogna far intervenire l'accordatore interno delle radio altrimenti lo stadio finale va in auto-protezione diminuendo la potenza erogata. In pratica l'accordatore interno permette di accordare la linea coassiale per far lavorare la radio in sicurezza sull'intero segmento della banda in uso, perché, di solito, le antenne risuonano con resistenza di radiazione attorno ai 50  $\Omega$  su una porzione ristretta delle bande in cui lavorano.

ROS	Potenza riflessa %	Potenza inviata	Potenza irradiata
1,0:1	0	100 W	100 W
1,1:1	0,2	100 W	99,8 W
1,3:1	1,7	100 W	98,3 W
1,5:1	4	100 W	96,0 W
1,8:1	8,2	100 W	91,8 W
2,0:1	11	100 W	89,0 W
2,5:1	18,4	100 W	81,6 W
3,0:1	25	100 W	75,0 W
4,0:1	36	100 W	64 W
5,0:1	44,4	100 W	55,6 W
10:1	67	100 W	33,0 W

L'accordatore interno, comunque, non serve certo a far lavorare l'antenna su bande diverse da quelle per cui sono state progettate. Neppure gli accordatori esterni, anche se possono accordare disadattamenti attorno a ROS 10,0:1 perché in questo caso la potenza riflessa sarebbe maggiore di quella che raggiunge l'antenna.

Qualsiasi accordatore collegato fra lo stadio finale della radio e la linea di trasmissione, sia essa bilanciata o sbilanciata, adatta lo stadio finale alla linea e non la linea di trasmissione all'antenna.

#### Bibliografia:

<https://www.ariparma.it/risorse/articoli/Potenza%20diretta,%20riflessa%20e%20VSWR.pdf>