

Conoscere le antenne End Fed

by I3RKE

Un'antenna per le HF che attualmente sta conoscendo una certa popolarità, specialmente tra i radioamatori attivi nelle operazioni SOTA (Summit On The Air), è l'antenna EFHW (End-Fed Half-Wave). Una delle più vecchie antenne, conosciuta originariamente come la "Zepp", che è largamente usata oggi per le VHF/UHF nel suo travestimento come J-pole. Meccanicamente può essere conveniente connettere la linea di alimentazione ad un capo ed è anche facile prendere l'altro capo e sospenderlo su un punto sopraelevato, lasciando che la EFHW scenda in diagonale fino a terra dove si connette la linea di trasmissione. **Elettricamente, comunque, c'è molto di più di quel che appare e che può portare a certi risultati inaspettati.**

Alla fine

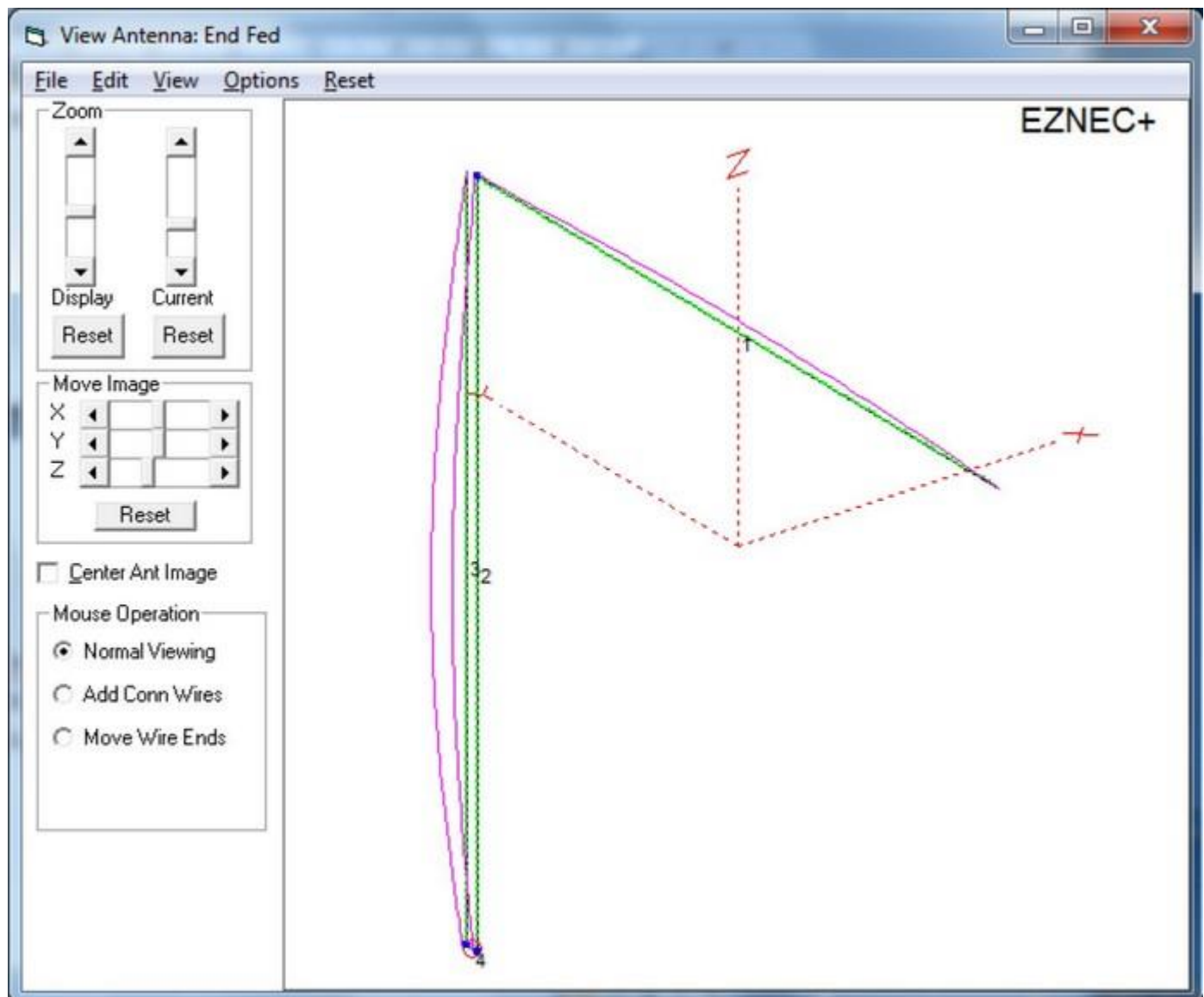
L'impedenza di un pezzo di filo lungo $\lambda/2$ varia da un minimo di 73 Ohm, quando l'alimentazione è al suo centro, ad un valore molto più grande quando l'alimentazione è ad un estremo. Le antenne OCF (Off Center Fed) traggono vantaggio da ciò localizzando il punto di alimentazione laddove si incontra un valore di impedenza mediamente alto e mediamente costante su diverse bande. Un trasformatore RF con un rapporto di trasformazione fisso piazzato in tale punto, può quindi creare un'impedenza compatibile con quella del cavo coassiale su diverse bande. **A prima vista, l'impedenza alla fine del filo dovrebbe essere infinita perché lì la corrente è zero. Nel mondo reale invece c'è un discreto ammontare di capacità tra l'antenna e qualsiasi cosa vicina che conduca elettricità.** Ciò provoca l'abbassamento dell'impedenza, specialmente all'estremo. Per esempio, a 14 MHz, 10 pF di capacità comportano circa 1,3 KOhm di reattanza. Non ci vogliono molti pF di capacità in parallelo ad un capo del filo per abbassare drasticamente l'impedenza. Già, ma capacità verso cosa? Verso materiali conduttivi che si trovino entro un $\frac{1}{4}$ ed $\frac{1}{2}\lambda$ dall'antenna. Ma anche capacità verso terra che, in un dipolo $\frac{1}{2}\lambda$ alimentato al centro è responsabile di quel po' di corrente che fluisce alle due estremità e che fa sì che l'antenna sembri più lunga elettricamente di quanto lo sia fisicamente. Tra parentesi è questo che spiega il perché nella letteratura si dica che la lunghezza che segue dal calcolo $\lambda=c/f$ debba poi essere raccorciata del 5% circa affinché risuoni.

Per una visione completa

Che altro c'è nelle vicinanze che conduce elettricità? La linea di trasmissione naturalmente! In assenza di misure concrete per prevenirla, ci sarà un copioso ammontare di corrente di modo comune che scorrerà sulla linea di trasmissione, sia di tipo coassiale che parallelo. Ma aspetta, ...non è forse bilanciata la linea parallela? Sì, ma solo per le correnti di modo differenziale. Insieme con le correnti uguali ed opposte che trasportano la potenza lungo la linea, ognuno dei due conduttori può captare correnti di modo comune come un qualsiasi altro conduttore e re-irradiare segnale proprio come ogni altra antenna. Per il cavo coassiale, il conduttore centrale e la faccia interna della calza sono schermate dal campo irradiato dall'antenna, ma la faccia esterna della calza è completamente esposta al campo e può quindi captare corrente di modo comune e re-irradiare segnale.

Infatti la corrente sul filo $\lambda/2$ deve comunque essere controbilanciata da una corrente di ritorno che si chiude tramite la corrente di spostamento verso terra o verso altro conduttore. Il concetto della chiusura della corrente di spostamento è la pietra miliare di tutto il lavoro di Maxwell e la sua teoria del campo elettromagnetico. La combinazione del filo dell'antenna e la calza del cavo coassiale, con il percorso della sua corrente di modo comune formano l'intero "sistema d'antenna". Questo è un concetto basilare, importantissimo per comprendere il funzionamento di ogni antenna. Anche tutto ciò che è attaccato alla massa del TX è parte attiva dell'antenna se non si attuano misure per attenuare le correnti di modo comune che fluiscono sulla calza. W7EL Dr. Roy Lewallen, nel manuale del suo simulatore EZNEC, spiega molto bene perché considerare l'intero sistema è importante. Se qualcuno volesse approfondire posso far avere una copia (in Inglese).

Riporto qui una simulazione, fatta con il simulatore di Roy, l'EZNEC+ v.6.0, di un'antenna End-Fed alimentata con una linea di trasmissione con conduttori paralleli che spero aiuti a capire. Ho usato la linea parallela per semplicità, ma come abbiamo visto prima non cambia se si usa un cavo coax, che è molto più complesso da simulare e potrebbe ingenerare confusione.



Il filo 1 è il conduttore lungo $\lambda/2$ che viene impropriamente detto "antenna", ma vedremo più avanti che non è così, i fili 2 e 3 sono la linea di trasmissione ed il filo 4 serve solo a piazzare al suo centro il generatore (che poi sarebbe il nostro TX). Quelle segnate in viola sono le distribuzioni delle correnti R_f di regime stazionario sui fili. Notate che, solo ad uno dei due fili della linea di trasmissione viene attaccato il carico (il filo lungo $\lambda/2$) mentre l'altro è lasciato aperto. Ci sono due correnti sulla linea di trasmissione (sono riportati solo i valori scalari e non la fase) che sono quasi della stessa grandezza. Le correnti differiscono di un valore pari alla corrente di modo comune, I_{cm} , che incrementa I_3 (corrente sul filo 3) e riduce I_2 (corrente sul filo 2), di modo che $I_{cm} = I_3 - I_2$, I_{cm} è anche il valore della corrente dell' "antenna". Dal punto di vista dei segnali irradiati la EFHW non è per niente una "End-Fed". Le correnti irradianti, senza le quali non ci sarebbe campo elettromagnetico irradiato (Vettore di Poynting), consistono in:

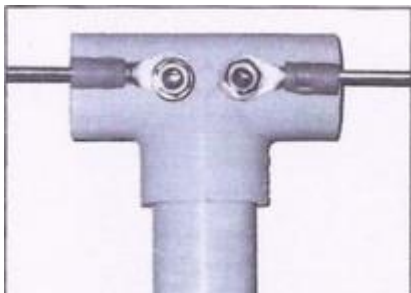
- A) una corrente sul filo d'antenna $\lambda/2$
- B) una corrente di modo comune sulla linea di trasmissione.

La EFHW è in realtà qualcosa di alimentato fuori centro (OCF). Come si può immaginare il diagramma di irradiazione è quasi omnidirezionale e non molto simile a quello di un classico dipolo. Ciò può essere meglio per una stazione portatile rispetto all'uso di altre antenne con punti di radiazione nulla lungo il proprio asse. Ciò nondimeno, l'utilizzatore dell'antenna End-Fed deve essere conscio di dove fluisce la corrente del sistema antenna.

Un'altra cosa da sapersi è che, se l'antenna è sbilanciata (e non c'è nulla di più sbilanciato di una End-Fed), qualsiasi cosa che vi è connessa e non è isolata da "chokes", deve essere considerata parte radiante del sistema antenna. Un tipico sistema d'antenna con EFHW, include non solo l'antenna e la linea di trasmissione, ma anche la connessione di terra, la radio e l'operatore che la tocchi. Operando in QRP le correnti RF di modo comune e le tensioni sulla radio possono essere non molto percepibili, ma sopra i 100W si possono creare tensioni Rf (alte abbastanza da provocare scottature) avvertibili in vari punti nel sistema, come nel microfono o nel tasto. Quando ciò accade, si possono muovere questi "hot spots" lungo il sistema semplicemente aggiungendo conduttori lunghi $\lambda/4$ su questi punti ad alta tensione. Siccome i punti caldi si muovono verso la fine di questi fili aggiunti, è bene assicurarsi che non vengano toccati da persone durante l'uso del TX.

Sperimentando il sistema d'antenna

Per riprodurre sperimentalmente gli effetti di cui sopra, si può costruire un semplice dipolo per i 2m fatto con due spezzoni di filo smaltato lunghi 48cm, fissati su del tubo plastico da impianti elettrici con in mezzo un raccordo a T rivolto verso il basso, come nella figura che segue.

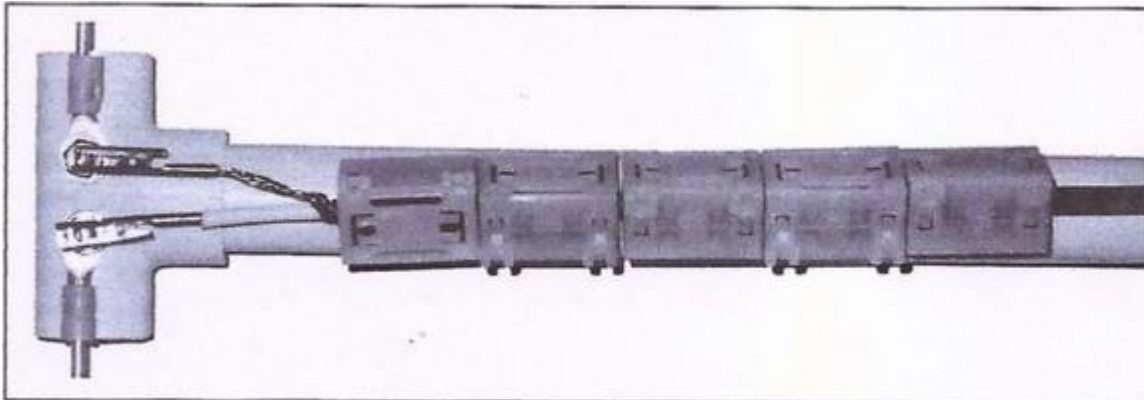


Prendete uno spezzone di 2-3 m di cavo coax RG-8X o RG-58 con il connettore adatto al vostro analizzatore d'antenna ad un'estremità e con 2 coccodrilli dall'altra parte per connetterlo al dipolo. Fissate con del nastro adesivo il cavo lungo il tubo verticale per almeno 1,5m. Questo stabilizza il sistema e lo tiene nella stessa configurazione durante l'esperimento (molto importante per la riuscita). Trovate un posto dove fissare l'antenna orizzontalmente sopra alla vostra testa di circa 60-70 cm e che sia libero da altri conduttori o superfici metalliche per almeno 2m tutto intorno. Usate il vostro analizzatore per trovare la frequenza più vicina possibile alla risonanza dell'antenna. Nel mio caso io ho trovato la risonanza a 145,15 MHz (potreste anche non essere in grado di trovare la risonanza ad $X=0$ a causa del set up o delle scarse prestazioni dell'analizzatore). Registrare il valore di R e di X letti dall'analizzatore, qualsiasi essi siano. Nel mio esperimento io ho trovato 43 +/- J20 Ohm a 145,15 MHz con 2,5m di cavo RG-8 (molti analizzatori d'antenna non mostrano il segno della reattanza, ma ciò non è importante per questo esperimento). Ora, toccate con le dita di una mano la parte esterna del cavo ed osservate la misura dell'impedenza sullo strumento mentre muovete la mano su e giù lungo il cavo, nel tratto tra il punto di alimentazione del dipolo e 50-60 cm verso il basso. Non vedrete grosse variazioni, ma solo pochi Ohm di differenza per R ed X.

Ciò perché la bassa impedenza sul punto di alimentazione maschera l'effetto della faccia esterna della calza.

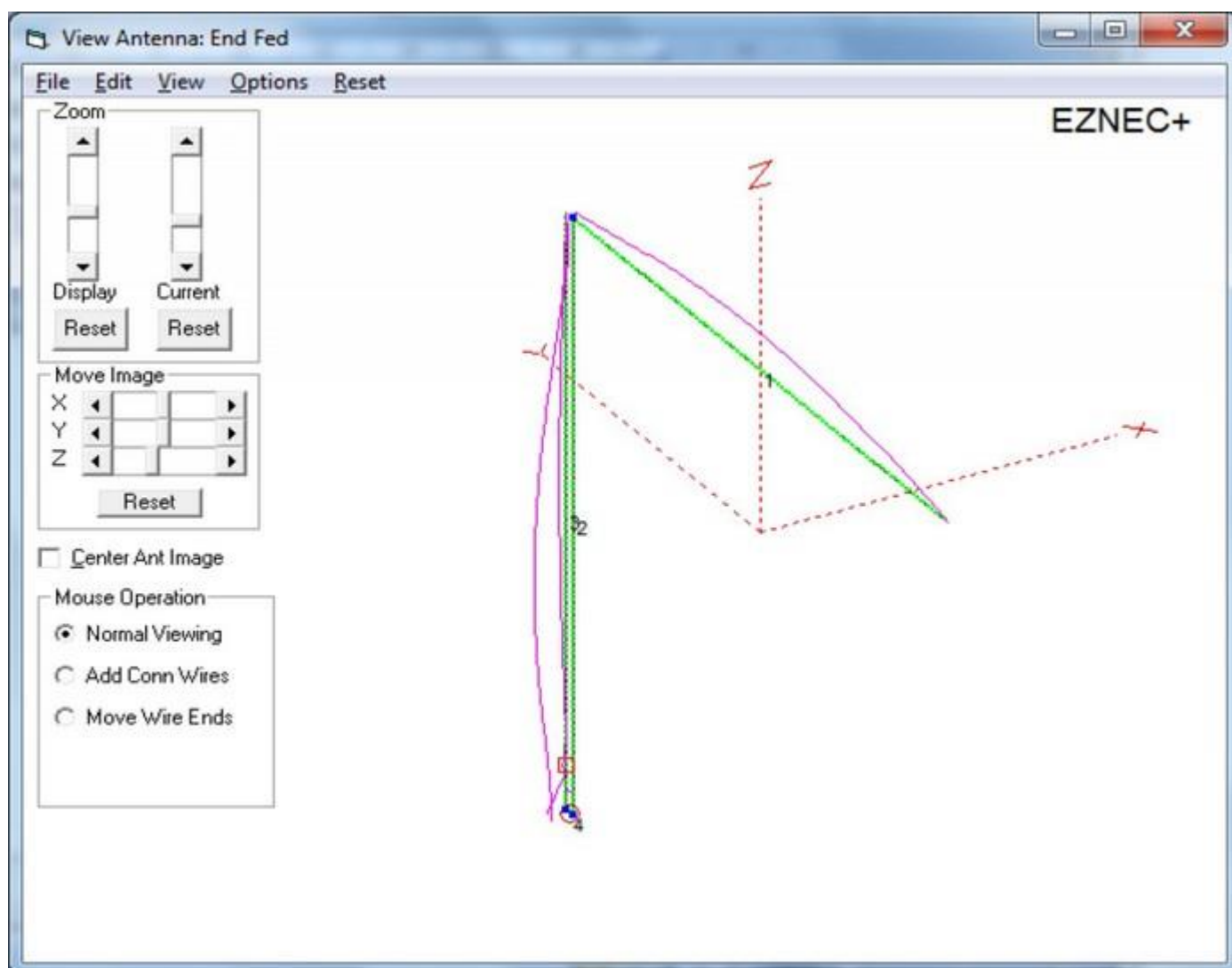
Per creare un punto di alimentazione dell'antenna ad alta impedenza (come nella End-Fed), sintonizziamo l'analizzatore 20–30 MHz più basso in modo che sul punto di alimentazione si misuri una R di circa 300/400 Ohm. Facciamo lo stesso esperimento di toccare la guaina del cavo coassiale osservando la misura sullo strumento. A 115 MHz, R varierà tra 290–390 Ohm ed X tra 0–115 Ohm e ciò è la prova che l'intero sistema d'antenna comprende il percorso della corrente di modo comune ed ogni impedenza aggiunta, come le dita.

Ora, inserite alcuni mantelli di ferrite sul cavo coassiale appena sotto al punto di alimentazione, meglio se di Mix #43, ma anche altro materiale avrà un certo effetto, magari minore. Come aggiungerete più mantelli ripetete l'esperimento delle dita e, quando avrete aggiunto 5-6 mantelli, la variazione dei valori di R ed X si ridurrà a +/- 10-20 Ohm.



La grande variazione di prima si spiega con la sensibilità di un punto ad alta impedenza alla presenza di altri conduttori connessi o nei paraggi dell'antenna. Si osserva anche l'effetto di aggiungere impedenza alla corrente di modo comune sulla calza isolando la superficie esterna del cavo con i mantelli di ferrite e quindi riducendo l'effetto del percorso delle correnti di modo comune sul sistema.

Fate attenzione però! Il vostro sistema EFHW può dipendere da quella corrente di modo comune per ridurre l'impedenza del punto di alimentazione. Senza quello, l'impedenza del punto di alimentazione sarebbe generalmente molto più alta e difficile da adattare. Potrebbe essere quindi molto più conveniente spostare il choke vicino al trasmettitore e lasciare che il cavo, tra il punto di alimentazione ed il choke irradi. Infatti se simuliamo questa condizione vediamo che la corrente sul filo aumenta rendendo l'antenna molto più efficiente.



Loads (R + j X)								
Load Edit Other								
Loads								
	No.	Specified Pos.		Actual Pos.		R	X	Ext Conn
		Wire #	% From E1	% From E1	Seg	(ohms)	(ohms)	
▶	1	3	93	92,5	93	0	10000	Ser
*								

73 de Leo I3RKE.

Bibliografia:

EZNEC user Manual by W7EL Roy Lewallen

H.Ward Silver, N0AX Hands-On Radio Experiments

Robert J. Zavrel, W7SX Antenna Physics

Scarica l'articolo come PDF

Ultimo aggiornamento 18 Agosto 2020