

## **Baluns: Dove usarli, quando usarli e come funzionano. by i3rke**

### **Premessa.**

In un mio precedente articolo sulle antenne End-Fed, abbiamo imparato a conoscere le correnti di modo comune ed a valutarne gli effetti sul nostro "sistema d'antenna". In questo scritto cercheremo di capire meglio come nascono e come si curano gli effetti (non sempre deleteri o indesiderati) di queste correnti.

E lo faremo da un punto di vista diverso rispetto al caso precedente, dove avevamo esaminato il fenomeno dal punto di vista del pick-up causato dal campo elettromagnetico. Ora lo faremo dal punto di vista del bilanciamento del sistema, ma la sostanza non cambia. Qui però non vogliamo trattare in modo estensivo come costruire un balun. Per questo rimandiamo alla copiosa letteratura esistente. Qui, una volta definita la tipologia, vogliamo capire quando e perché un balun è necessario o meno e se necessario come si testa e si applica.

### **Cosa fanno ?**

La parola stessa: Balun (Balanced – Unbalanced) ci dice cosa fanno questi dispositivi. Risolvono i problemi causati da uno sbilanciamento. Ma sbilanciamento di cosa? Per rispondere a questa domanda dobbiamo ancora una volta esaminare i flussi di corrente nelle linee di trasmissione. In un cavo coassiale le correnti sul conduttore centrale e sulla parte interna della calza sono uguali ed opposte ed il cavo non irradia perché i campi creati dalle due correnti sono confinati nello stesso spazio ristretto. A causa dell'effetto pelle (le correnti a radio frequenza che fluiscono su un conduttore, usano solo la parte superficiale del conduttore e lo spessore di questa superficie è tanto più sottile, quanto più elevata è la frequenza), la parte esterna della calza non è interessata al passaggio della corrente uguale ed opposta a quelle del conduttore centrale e rimane libera.

***Rimanendo libera è come se fosse un conduttore aggiunto nel punto dove la calza viene connessa al sistema antenna.***

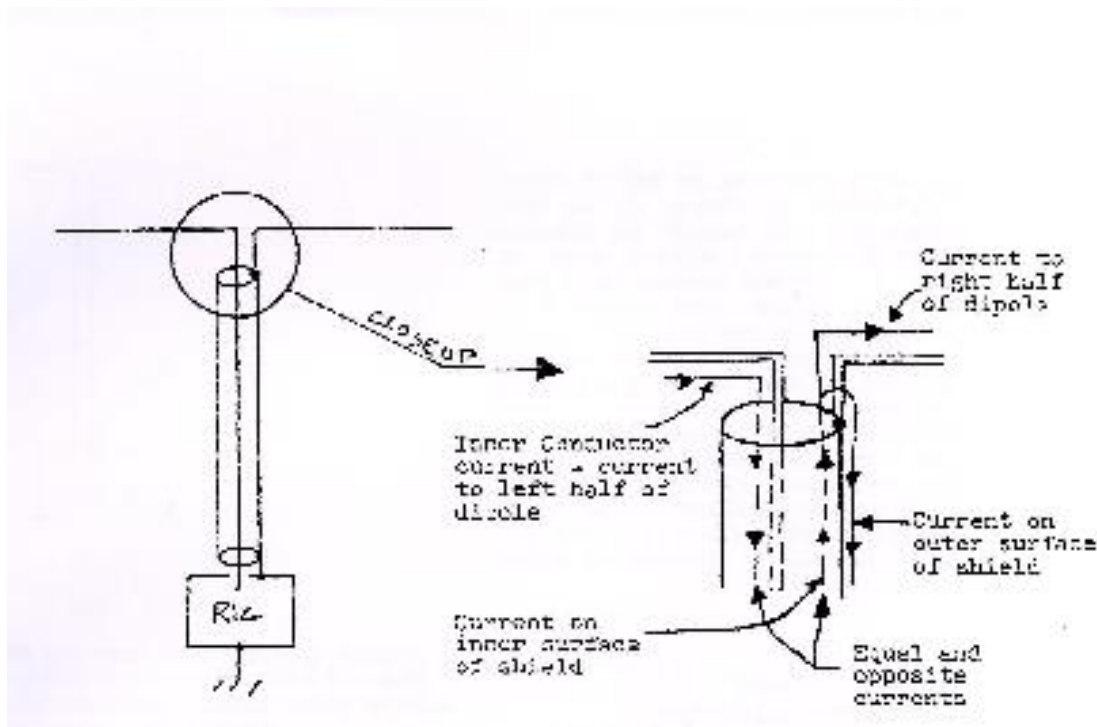


Fig. 1

Se la corrente sull' esterno della calza assume un valore non irrilevante, la linea di trasmissione si comporta come un' antenna, irradiando un campo elettromagnetico proporzionale alla sua intensità. Una linea bifilare ha un comportamento molto simile anche se fisicamente differente dal cavo coassiale ed anche per essa la radiazione è minima se le due correnti sui fili sono uguali ed opposte (a patto che la distanza tra i due fili sia molto minore della lunghezza d'onda). Tuttavia molti fattori possono causare uno sbilanciamento delle correnti, cioè renderle diverse da uguali ed opposte. Se le due correnti non sono uguali ed opposte significa che ci sarà un campo creato da quelle parte di corrente che scorre sulla linea, ma non è bilanciata. Tale corrente, che potremmo definirla come corrente sbilanciata, è nota come corrente di modo comune, di modo secondario o di antenna.

**Questa corrente, in entrambi i casi (coax o linea bilanciata), provoca distorsioni del diagramma di irradiazione, TVI, ritorno di RF nello shack. Questi sono i problemi che, secondo la letteratura e gli articoli che trattano i balun, si suppone vengano curati con lo stesso.**

Quello che non è chiaro è che tutti i suddetti problemi son causati da sbilancio di corrente. Naturalmente se lo sbilanciamento è lieve, un balun non è proprio necessario. Oppure, in tal caso, si potrebbe dire che un balun anche progettato e realizzato bene non risolve il problema.

### **Le cause dello sbilanciamento**

Con riferimento alla Fig. 1, se un' antenna bilanciata (per esempio un dipolo con i 2 rami esattamente uguali) viene alimentata con un cavo coassiale, la parte esterna della calza appare come un conduttore aggiunto connesso sulla parte destra dell' antenna che si aggiunge al semidipolo. La corrente sul centrale del cavo fluisce sul ramo di sinistra del dipolo. La corrente, uguale e contraria, sull' interno della calza fluisce parzialmente sul ramo di sinistra e parzialmente anche sull' esterno della calza. La proporzione in cui le due correnti si dividono dipende dall' impedenza relativa dei due percorsi. La corrente sull' esterno della calza è più intensa quando il suo percorso verso massa è pari ad un numero intero di mezze lunghezze d' onda in quanto, in tal caso, l' impedenza nel punto di origine è bassa. Se il TX si trova ad una distanza pari ad un numero dispari di quarti d' onda dalla terra effettiva, si trova su un punto di massima tensione e potrebbe dare noia all' operatore. In buona sostanza, ci sono altre combinazioni di lunghezze per le quali la corrente di sbilanciamento sarà trascurabile e quindi dove un balun non fa una differenza apprezzabile.

### **La cura**

Con una conclusione superficiale, si potrebbe dire che il problema si risolve alimentando l' antenna bilanciata con una linea bilanciata a fili paralleli. Purtroppo questo risolve il problema solo in modo illusorio.

Infatti, oltre ad avere il problema della transizione piattina – SO239, che tralasciamo per il momento,

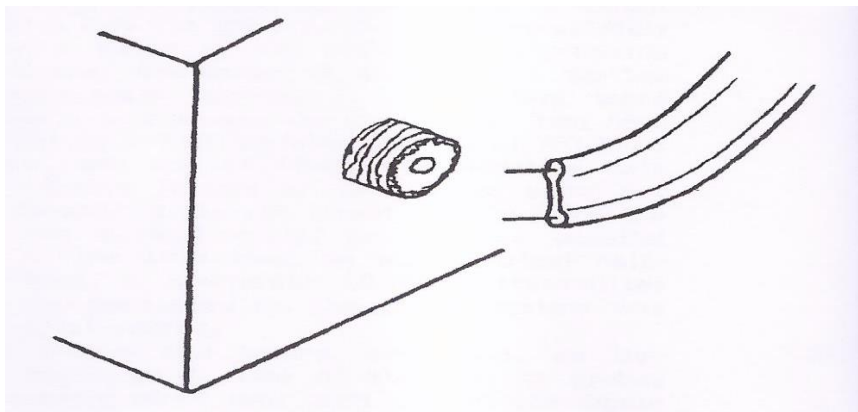
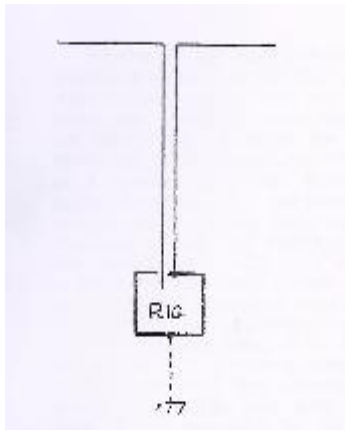


Fig.2

Avremo risolto il problema, se potessimo scollegare da terra la carcassa del nostro TX. Ma siccome ciò non è possibile per motivi di sicurezza elettrica,



finiremo per trovarci sempre nella situazione di aver aggiunto un conduttore dove il conduttore di destra della piattina è connesso alla carcassa.

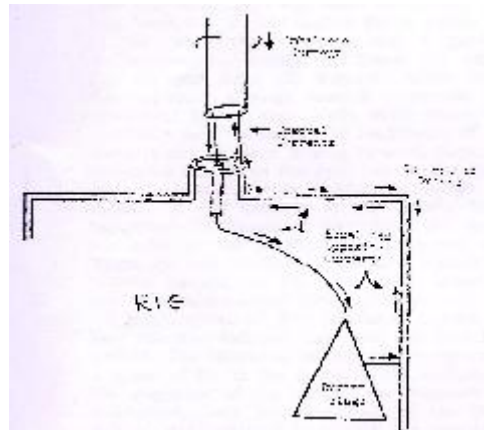


Fig. 3

Se la carcassa del TX potesse essere totalmente isolata da terra, le correnti sulla linea (sia bifilare che coassiale) sarebbero uguali ed opposte e la corrente di sbilanciamento ( o corrente di modo comune) sarebbe zero e la linea non irradierebbe. Pertanto possiamo concludere che entrambi i tipi di linea (coax e bifilare) possono essere sbilanciate se un percorso diretto verso terra è fornito da uno dei due lati ed entrambi bilanciati (non irradiante) se la corrente di sbilanciamento viene eliminata.

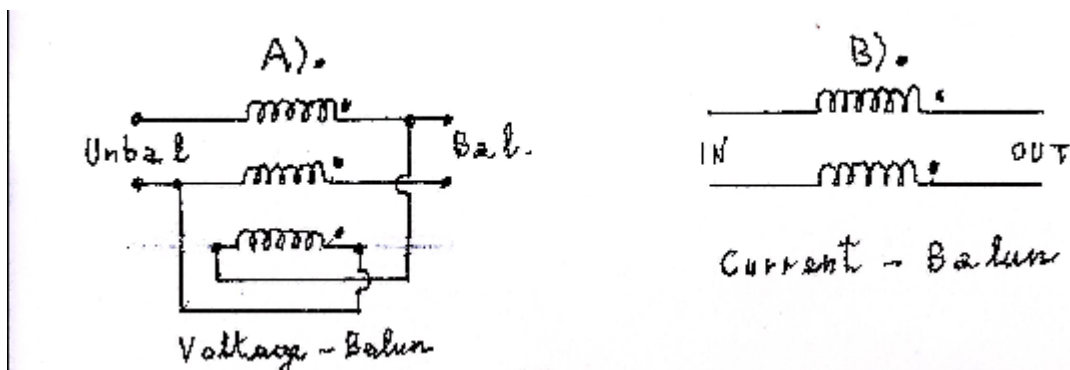
**Quindi siamo arrivati ad una importante conclusione: La linea di trasmissione irradia, cioè viene percorsa da correnti di modo comune, quando si crea uno sbilanciamento del sistema.**

Correnti di sbilanciamento possono anche essere causate da situazioni dove i due rami dell' antenna non sono precisamente simmetrici. Per esempio a causa di accoppiamenti con oggetti vicini, la piega verso terra e piccole differenze di lunghezza delle due metà. Un'altra causa potrebbe essere l' induzione. Quando il linea di trasmissione non è piazzata esattamente ad angolo retto rispetto all' antenna, una corrente viene indotta su di essa dal campo elettromagnetico emesso. Tale corrente appare come una corrente di modo comune. Alle UHF, dove il diametro del cavo coassiale è una frazione sostanziale della lunghezza degli elementi dell'antenna, è più difficile piazzare il cavo coassiale in modo simmetrico rispetto all'antenna, di quanto lo sia con una linea bifilare. Questa è talvolta la sola ragione di usare un balun.

### Il compito dei Baluns.

Noi vogliamo che il Balun faccia in modo che le due correnti sulla linea di trasmissione siano uguali in intensità ed opposte in fase, in modo che non ci sia corrente di sbilanciamento (di modo comune).

Ora proviamo a chiederci: Quanto bene e correttamente fanno il loro compito i tipi più popolari di balun ?

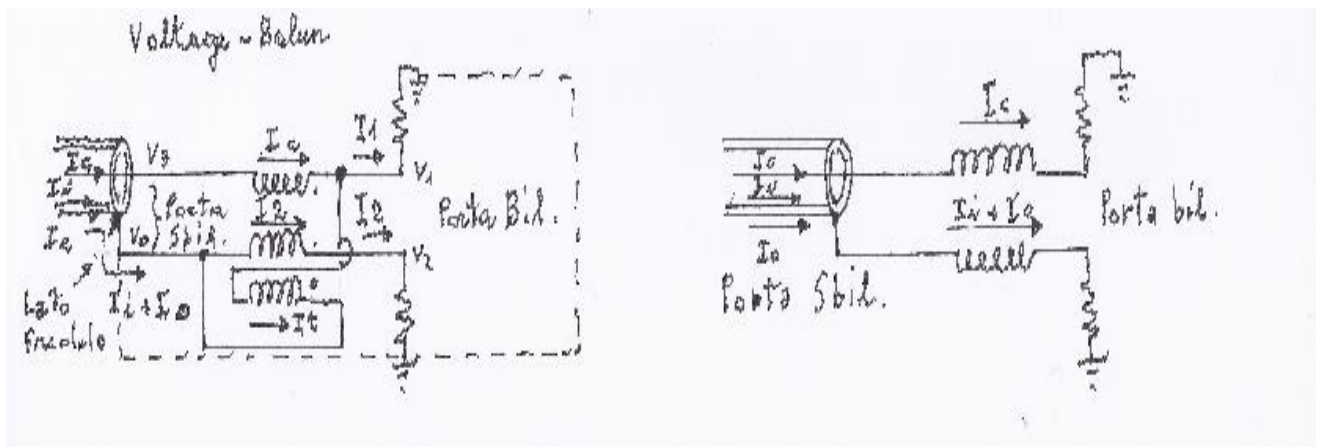


A). Uno dei tipi è noto come **Balun a trasformatore di tensione o balun con un avvolgimento terziario**. Questo tipo è conosciuto ed utilizzato per il pilotaggio di mixers bilanciati, amplificatori push-pull, etcc ed in effetti esso compie una conversione sbilanciata-bilanciata. Le tensioni sulla porta bilanciata sono forzate ad essere uguali ed opposte in fase, relativamente al lato freddo della porta sbilanciata.

Pertanto l'uso di questo tipo di balun risolve il problema della corrente di modo comune solo se l'antenna è perfettamente bilanciata. Non si guadagna nulla dal forzare che le tensioni sulle due metà dell'antenna siano uguali ed opposte, poiché il campo emesso dall'antenna è proporzionale alle correnti e non alle tensioni sul punto di alimentazione. **Chiameremo questo tipo: Voltage - Balun.**

B). Un altro tipo, che appare spesso nella letteratura, viene chiamato **Choke-Type-Balun**. In questo tipo le correnti sui conduttori di entrambe le porte sono necessariamente uguali per qualsiasi impedenza di carico risultando in serie. **Per questo motivo chiameremo questo tipo Current - Balun.** Intuitivamente questo tipo produce esattamente l'effetto che vogliamo. **Quando avvolto con cavo coassiale, può essere considerato un choke RF che agisce solo sulla parete esterna della calza**, riducendo così la corrente sulla stessa a valori molto bassi. Esattamente ciò che vogliamo faccia nel sistema antenna. Ovviamente la riduzione dipenderà dal valore della reattanza dell'avvolgimento. Valori dell'ordine di 3.000-10.000 Ohm sono congrui. Lo stesso effetto, di creare un valore di reattanza elevato che si opponga alle correnti che fluiscono sull'esterno della calza, si ottiene anche infilando sopra la guaina del cavo delle perline o toroidi di polvere di ferro o di ferrite di adeguato diametro il più prossimo possibile al diametro esterno del cavo.

Dobbiamo notare il fatto che, anche se il current balun è di mediocre fattura, non ci saranno effetti negativi sulle proprietà della linea di trasmissione (Impedenza, lunghezza elettrica, SWR). Mentre un voltage balun poco meno che perfetto può avere un profondo effetto sull'impedenza vista al suo ingresso a causa della presenza dell'avvolgimento terziario. Infatti questo tipo può essere avvolto in modo da realizzare anche una trasformazione di impedenza. Per funzionare bene il voltage balun deve essere avvolto in modo che il coefficiente di accoppiamento degli avvolgimenti sia molto prossimo ad 1 e ciò diventa problematico quando gli avvolgimenti sono trifilari e più.

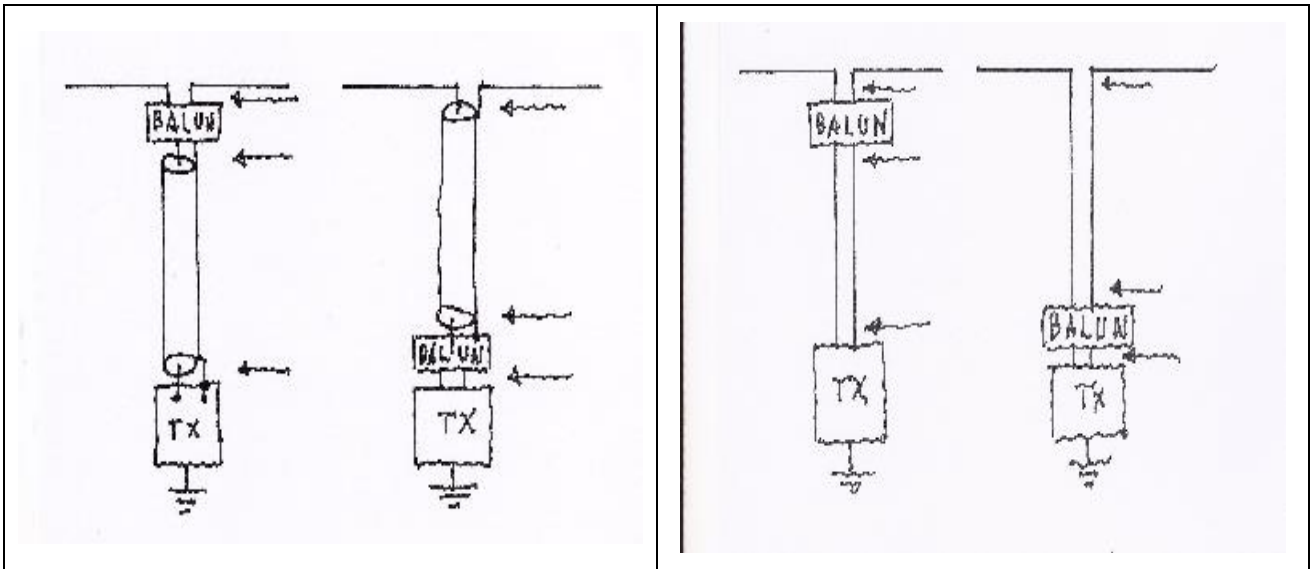


Nello schizzo qui sopra sono riportati i due test set per la verifica della bontà dei balun. In quello a Sx si testa il voltage balun e si prevede un piano metallico di massa dove si conetterà il lato freddo della linea sbilanciata (cavo) e le due resistenze all'uscita del balun. Il funzionamento è corretto quanto più saranno uguali le due tensioni  $V_1$  e  $V_2$ . In quello a Dx si testa il current balun. Il funzionamento è corretto quanto più uguali saranno le correnti misurate anche se le due resistenze non sono uguali.

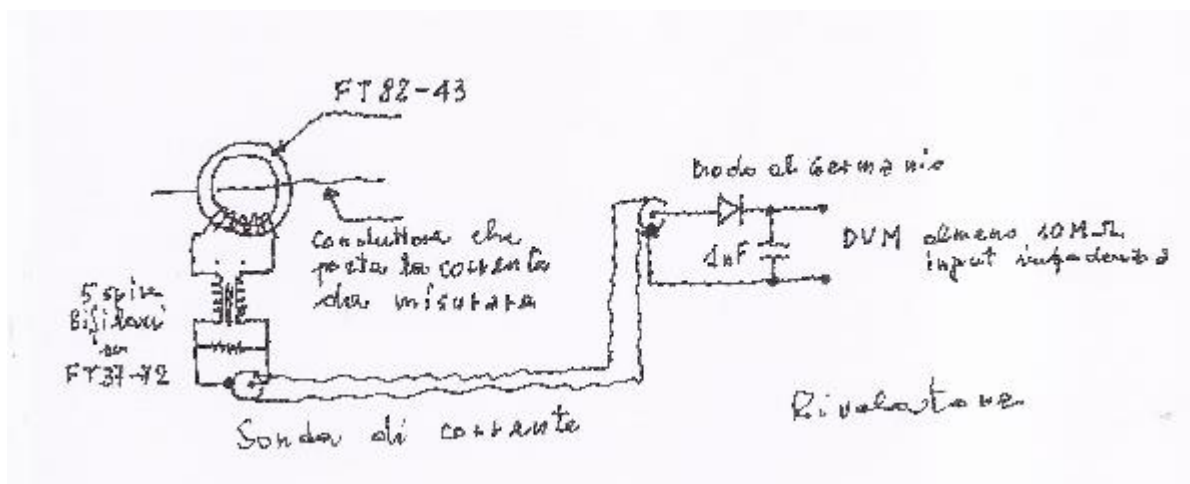
Roy Lewallen, W7EL ha anche testato sul campo, con delle prove pratiche e con misure delle correnti RF sui rami dell' antenna e sulla linea di trasmissione, la capacità dei due tipi di balun a risolvere i problemi di sbilanciamento. Le sue prove, molto lunghe ed esaustive e di cui qui farò un breve cenno, hanno determinato che il migliore è sempre in tutti i casi il Current Balun, salvo un solo caso, quello dell' antenna OCF chiamata Carolina Windom. Ma di questa parleremo poi.

Le prove sono state fatte su un dipolo per i 10m steso orizzontalmente a 3,65 m da terra ed alimentato al centro alternativemente con una piattina da 72 Ohm ed un cavo RG-59/U entrambi lunghi ½ lunghezza d' onda (circa 5m). Le due linee sono state connesse alternatamente ad un Tx posto sotto l' antenna con la carcassa connessa ad un terra efficiente.

L'antenna è stata connessa al Tx con la piattina e con il Balun posizionato in diverse posizioni e lo stesso esperimento è stato fatto con il cavo RG-59/U. In entrambi i casi il test è stato ripetuto con l' antenna resa asimmetrica (un ramo più lungo ed uno più corto).



Si sono misurate le correnti a RF sui due rami del dipolo e sulla linea di trasmissione con una sonda di corrente ed un rivelatore come da schema qui sotto:



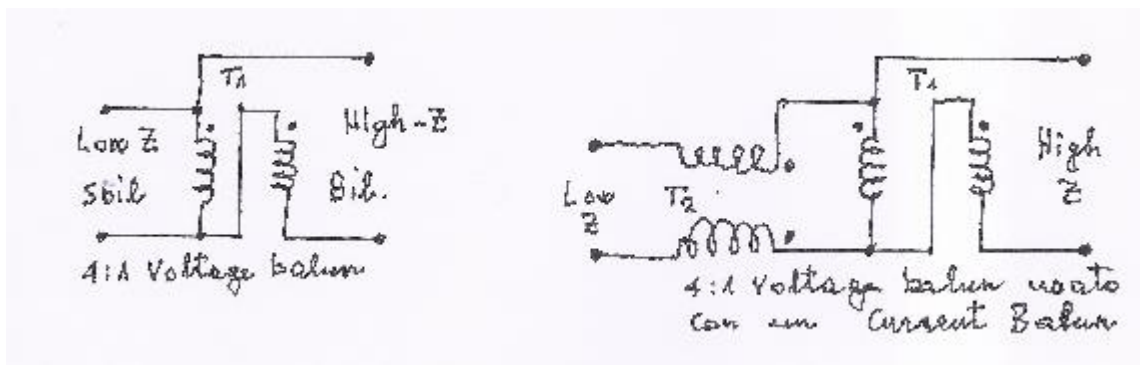
Questo strumentino, facile da costruire, con una accurata calibrazione, diventa un amperometro RF utilissimo nei test delle antenne filari. Infatti la misura della corrente RF sul radiatore costituisce un responso immediato e certo del buon funzionamento. Quanto più elevata è la corrente RF tanto più efficiente è l' antenna.

Tornando alle nostre valutazioni sui due tipi di balun e risparmiandoci la noia di riportare tutte le 24 misure fatte, possiamo concludere che:

- **Il Current Balun è indubbiamente quello che meglio risponde alle esigenze di minimizzare lo sbilanciamento del "sistema antenna" applicato su tutte e tre le posizioni.**
- **Il Voltage Balun risolve il problema solo quando i due rami dell' antenna sono perfettamente bilanciati e non ci sono altre cause di sbilanciamento.**

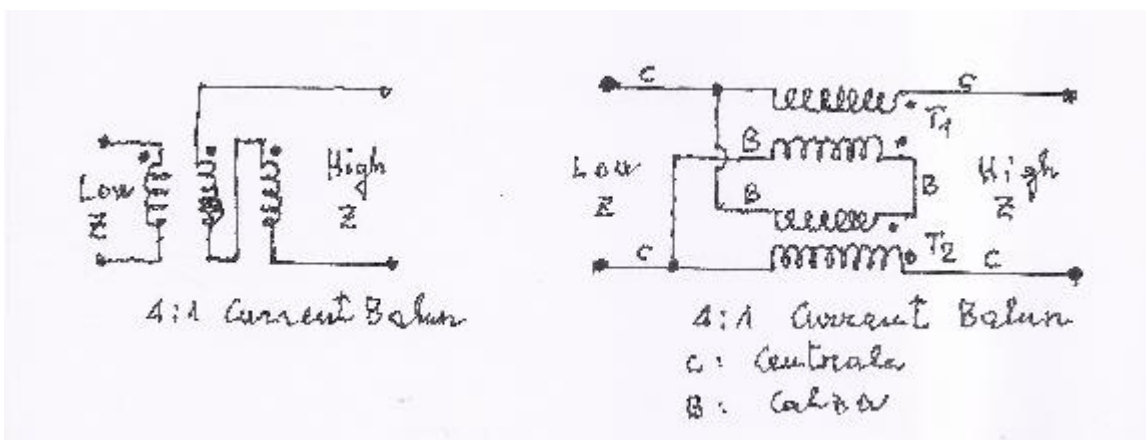
### Trasformazione di impedenza.

Ci sono casi in cui, oltre alla trasformazione da sbilanciato e bilanciato, c'è anche la necessità di operare una trasformazione di impedenza. In questi casi si ricorre a delle configurazioni ibride o a schemi specifici. Tra le configurazioni ibride ci sono:



Nella configurazione di Sx i due avvolgimenti risultano in serie sulla porta di uscita e quindi raddoppiando la tensione in uscita si fa una trasformazione pari al quadrato del rapporto delle tensioni. A Dx il Voltage balun 4:1 preceduto da un current balun si comporta a tutti gli effetti come un 4:1 Current Balun.

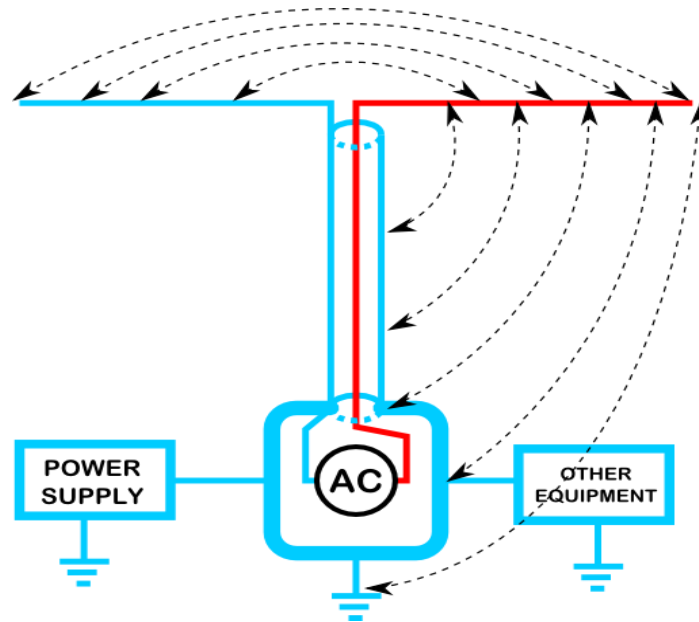
Ma esistono anche altre configurazioni specifiche quali:



Quello di Sx è un balun di tensione 4:1, ma con aggiunto un terzo avvolgimento diventa un balun di corrente 4:1. Un approccio più efficiente è quello a Dx realizzato con due toroidi distinti e che non devono accoppiarsi. Se questo tipo viene realizzato con cavi coassiali le parti esterne marcate C corrispondono al centrale del cavo, mentre le parti interne marcate B corrispondono alla calza del cavo. In questo caso il dispositivo viene anche definito come trasformatore a linee di trasmissione.

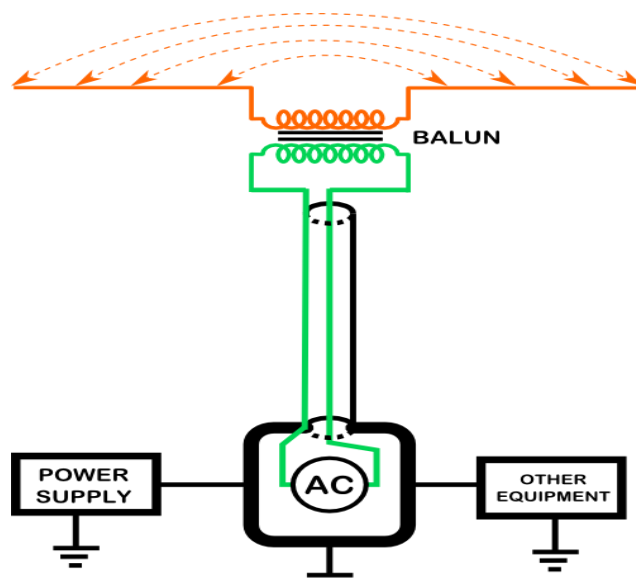
### Effetti collaterali (negativi)

Come abbiamo visto, lo sbilanciamento del circuito spinge la calza del coassiale e tutti i componenti collegati alla massa della radio ad irradiare. Se la calza del cavo coax è connessa direttamente ad uno dei 2 capi del dipolo la corrente di spostamento si chiude anche attraverso tutto ciò che è connesso con il semidipolo, la terra ed il contenitore metallico. Si crea così una corrente di modo comune (cioè non controbilanciata da una corrente uguale e di segno contrario che scorra sull'altro conduttore della linea).



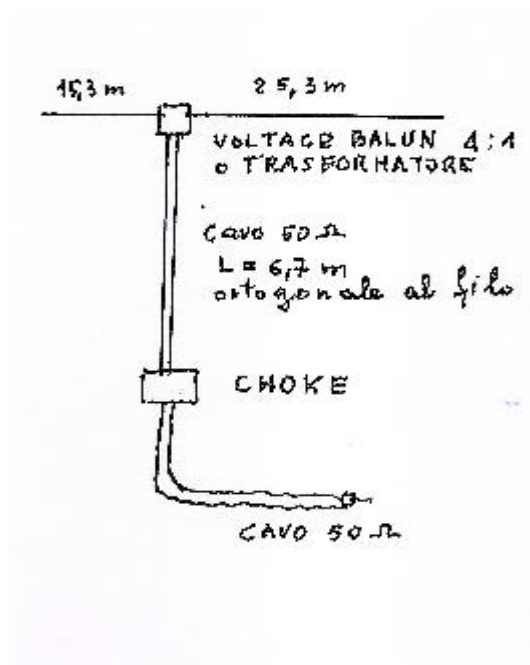
**Il principio di reciprocità ci insegna che, laddove un'antenna trasmette, anche riceve. Pertanto, tutti i punti del sistema che concorrono alla trasmissione partecipano anche alla ricezione.** Un sistema erroneamente realizzato andrà a ricevere segnale tramite il cavo coassiale e tutti gli altri componenti collegati alla massa, rischiando di captare solo rumore e nessun segnale utile. Questo tipo di effetto è particolarmente subdolo perché si manifesta semplicemente come una rumorosità dalle cause incomprensibili.

Se si usa un balun (qui esemplificato per facilità schematiche con un trasformatore) si interrompe il percorso della corrente di modo comune e la corrente di spostamento interessa solo il percorso tra i due semidipoli.



### Effetti collaterali (Positivi)

C'è anche modo di utilizzare la corrente di modo comune a proprio vantaggio. Due radioamatori del Nord Carolina WA4LVB e W4UEB negli anni 60 dello scorso millennio, hanno sperimentato una versione speciale di dipolo alimentato fuori centro e quindi molto sbilanciato, come da disegno:



Il punto di alimentazione viene scelto dove l'impedenza dell'antenna è circa 300 Ohm. Come sappiamo lo sbilanciamento provoca il fluire di corrente di modo comune sull'esterno della calza, se non si prendono misure per attenuarla. In questo caso, volutamente, sul punto di alimentazione del dipolo viene connesso un Voltage balun o un trasformatore RF 4:1 che non blocca la corrente di modo comune, ma la lascia fluire verso il basso lungo il cavo di 6,7m, alla fine del quale si connette un choke o Current Balun che impedisce alla corrente di entrare in stazione. Così, alle ottime caratteristiche di irradiazione ad angoli medio alti del dipolo orizzontale, viene aggiunta la componente a polarizzazione verticale molto utile nel DX in quanto produce un lobo con basso angolo di irradiazione. L'antenna diventa, in tal modo, buona sia per le medie che per le lunghe distanze. Personalmente, avendo sempre preferito utilizzare il traliccio per 1, 2 e talora 4 antenne per le VHF, ho utilizzato questa antenna, chiamata Carolina Windom, con piacere nelle HF.

73 de Leo, i3rke

Bibliografia: Roy Lewallen, EZNEC Manual, ARRL Antenna Book