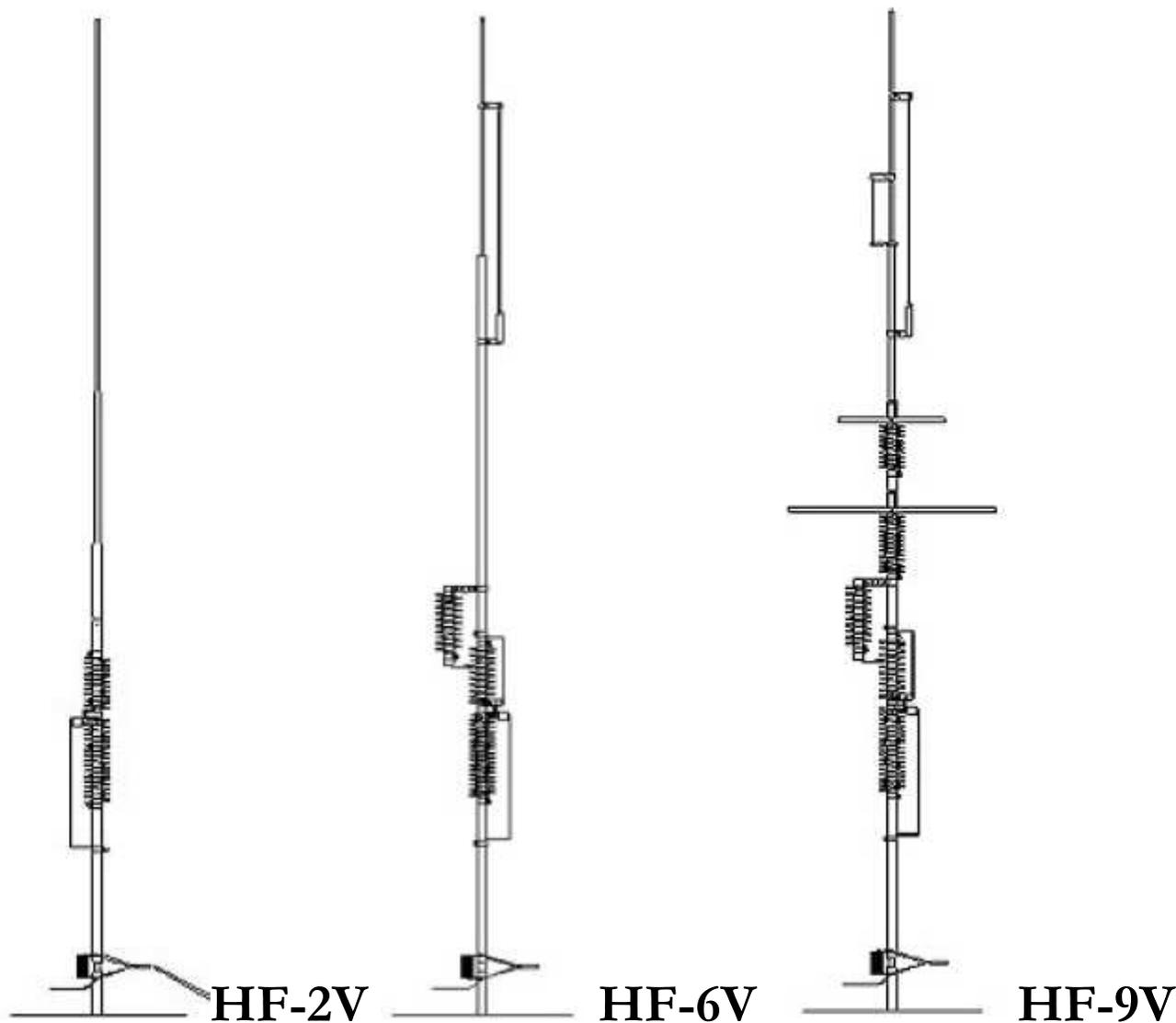


# EFFICIENZA DELLE ANTENNE VERTICALI & SCHEDA TECNICA ANTENNE BUTTERNUT di Alessandro Novelli - I6NOA



Perchè le antenne multibanda HF6V-X e HF9V-X della Butternut sono di gran lunga superiori ad altre verticali multibanda di equivalenti dimensioni, comunque esse siano progettate, o qualunque sia il numero di gamme offerte, o qualunque sia il loro prezzo?

E' molto semplice rispondere ad una tale domanda.

I progetti convenzionali fanno uso di circuiti basati su trappole per interrompere il flusso di corrente nelle porzioni superiori dell'antenna su tutte le bande, eccetto la più bassa in frequenza.

Il risultato è quindi una antenna che raggiunge il fatidico valore teorico di un quarto d'onda soltanto sui 10 metri. Sulle bande di frequenza più basse, invece, il carico cumulativo delle trappole relative alle frequenze più alte limita l'ammontare di conduttore utilizzabile per la risonanza, con la conseguenza che i valori di resistenza di radiazione sono progressivamente più bassi, anche su quelle bande in cui il conduttore disponibile ha una lunghezza maggiore di un quarto d'onda.

La resistenza di radiazione è quella porzione dell'impedenza totale dell'antenna nel punto di alimentazione che rappresenta la parte utile, ovvero la potenza effettivamente irradiata dall'antenna anziché persa in calore nelle trappole o nelle bobine di carica o nelle connessioni di terra.

**Il segreto dell'efficienza di una antenna verticale sta nel mantenere la resistenza di radiazione al valore più alto possibile in relazione alle perdite nella terra o nel conduttore.**

L'esclusivo sistema di Accordo a Reattanza Differenziale (Brevettato) della Butternut fa risuonare l'intero elemento radiatore dell'antenna verticale di 7.9 metri su tutte le gamme, con la sola eccezione dei 15 metri.

Ciò comporta una più alta resistenza di radiazione e conseguentemente una maggiore efficienza di quanto sia possibile ottenere con verticali convenzionali a trappole multiple della stessa lunghezza ed operanti sullo stesso piano di terra. Anche in 15 metri, comunque, la parte attiva delle verticali Butternut è significativamente maggiore (un intero quarto d'onda ed oltre) di qualsiasi altra antenna verticale con l trappole posta a paragone.

Vi sono poi molti altri vantaggi derivanti da una maggiore resistenza di radiazione ottenuta grazie ad elementi radianti più lunghi, tra cui sono di rilevante importanza una maggiore larghezza di banda entro valori di R.O.S. molto più contenuti ed una irradiazione maggiore del segnale ad angoli d'onda più bassi, ovvero quelli utili per i collegamenti DX.

Provate a paragonare la banda passante su una frequenza centrale e la resa in DX con segnali ad angoli bassi tra le verticali Butternut ed altre verticali trappolate multibanda: potrete constatare di persona che non c'è davvero paragone! Il segreto sta sempre nel tipo di progetto esclusivo, che offre maggiore resistenza di radiazione grazie all'impiego di circuiti L-C generatori di reattanza, ognuno costituito da conduttori avvolti in aria a forma di bobina, di diametro tale da essere auto-supportanti, e sistemati in opportuni punti dell'antenna con condensatori ceramici da ben 7500 Volts, per il maggiore Q possibile e le minori perdite possibili nel conduttore e nel dielettrico.

Grazie all'impiego del KIT TBR-160-S tutte le verticali Butternut possono essere fatte risuonare con successo anche sui 160 metri, ed il cambio di gamma da 10 a 160 metri non richiede ritarrature, ma è totalmente automatico.

La HF6V-X può operare, aggiungendo l'apposito KIT A-17-12, anche sui 12 e 17 metri.

Aggiungendo il KIT A-6 può operare anche sui 6 metri, diventando così una HF-9VX, che non è altro che una HF-6VX con i kit aggiuntivi forniti di serie.

## **NOTE SUI SISTEMI DI TERRA E SUI RADIALI**

### **a) MONTAGGIO A TERRA DELLE ANTENNE VERTICALI**

Una antenna verticale, nella sua forma più semplice, è elettricamente equivalente alla metà di un dipolo posta in verticale su una delle due estremità La terra, quando l'antenna venga montata in prossimità di questa, prende il posto della metà mancante del dipolo. Se la conduttività della terra varia da "decente" a "buona", allora un semplice paletto di rame o di buon conduttore conficcato nel terreno può costituire una presa di terra sufficientemente buona per le operazioni, con risonanza e buon valore di R.O.S.

In quasi tutti i casi l'efficienza di una antenna verticale sarà però maggiore se verranno usati dei radiali interrati per migliorare la conduttività del suolo.

Per le verticali montate direttamente a terra è importante ricordare:

1. Il diametro del conduttore dei radiali non ha rilevante importanza e può essere di qualsiasi lunghezza utile.

2. Non occorre che i radiali siano tutti della stessa lunghezza, nè che siano necessariamente stesi in linea retta. Non ha senso tagliare i radiali a lunghezze risonanti su una data frequenza, poichè una volta interrati la terra stessa li renderebbe non risonanti. E' in genere più conveniente fare dei solchi nel suolo e spingervi in dentro i radiali per alcuni centimetri, ma questi possono essere anche lasciati in superficie se non costituiscono un pericolo. Un grande numero di radiali lunghi sarà in genere più efficace di un basso numero di radiali corti al fine di ridurre le perdite dovute alla terra, però è anche in genere importante tenere presente che le maggiori perdite avvengono nella superficie più vicina alla base dell'antenna, dove il flusso di corrente è maggiore. E' quindi preferibile per tale ragione, data una certa quantità di conduttore

disponibile da collocare, usare un grande numero di radiali corti piuttosto che un minor numero di radiali lunghi. Per le operazioni multibanda in HF il miglior sistema di terra consisterà nel maggior numero di radiali della maggiore lunghezza possibile ammessa dalle circostanze. In alcuni casi si può utilizzare della rete metallica quale sostituto per i radiali e/o connessione di terra, con la rete che agisce come una armatura di un condensatore che si accoppia alla terra al di sotto dell'antenna. Va sottolineato che un paletto conficcato nel terreno può andare bene solo come presa di terra d.c. o come punto di attacco per i paletto conficcato nel terreno può andare bene solo come presa di terra d.c. o come punto di attacco per i radiali, ma è praticamente inutile al fine di ridurre le perdite del terreno relativamente alla radio frequenza, quantunque voglia essere conficcato profondamente.

### **EFFICIENZA DI UNA ANTENNA VERTICALE.**

L'importanza di ridurre le perdite nel sistema di terra può essere rilevato dall'esame dell'impedenza di una antenna verticale nel punto di alimentazione, che alla risonanza consiste in 3 componenti:

1) LA RESISTENZA DI RADIAZIONE DELL'ANTENNA

2) LA RESISTENZA DOVUTA ALLE PERDITE DEL CONDUTTORE

3) LA RESISTENZA DOVUTA ALLE PERDITE DEL TERRENO

Una antenna a quarto d'onda non caricata ha una resistenza di radiazione di 35 ohms, con perdite ohmiche o del conduttore relativamente trascurabili. Le perdite dovute invece alla elevata resistenza causata da terreno scarsamente conduttore possono essere molto elevate, se non vengono messe in opera delle misure atte a ridurle. In alcuni casi la resistenza R relativa alle perdite del terreno può essere anche superiore alla resistenza di radiazione dell'antenna stessa. Queste 3 componenti possono essere addizionate per arrivare all'impedenza di alimentazione di una antenna risonante (reattanza uguale a zero).

In termini di legge di Ohm, la resistenza di radiazione ( $R_r$ ) in un punto dell'antenna può essere vista come il rapporto tra il voltaggio (E) e la corrente (I) che scorre nell'antenna, quindi:  $R_r = E/I$ . Da ciò appare chiaro che se l'antenna è alimentata in un punto in cui la corrente è alta, come alla base, la resistenza di radiazione sarà bassa, e tanto più bassa quanto più corta è l'antenna.

Al fine di fornire un **esempio esplicativo relativo al calcolo dell'efficienza di un'antenna verticale**, consideriamo una perdita dovuta al terreno di 15 ohms, una perdita dovuta al conduttore pari a zero ohms ed una resistenza di radiazione pari al valore classico di una verticale a

quarto d'onda di circa 35 ohms. La impedenza nel punto di alimentazione sarà quindi pari a  $15+0+35 = 50$  ohms, e l'antenna sarà perfettamente accordata ad una linea di alimentazione a 50 ohms. Poichè la resistenza di radiazione è un indice della quantità di potenza applicata che viene consumata sotto forma di irradiazione utile anzichè dissipata in calore nella terra o nel conduttore, la resistenza di radiazione deve essere mantenuta quanto più alta sia possibile in relazione alla impedenza totale del punto di alimentazione, al fine di mantenere elevata l'efficienza totale del sistema. L'efficienza, espressa come valore percentuale, può essere calcolata dividendo il valore della resistenza di radiazione per quello della impedenza di alimentazione totale di una antenna risonante.

Quindi l'efficienza dell'antenna considerata poc'anzi sarà pari a  $35/50 = 70\%$ .

**Riducendo progressivamente la lunghezza di un conduttore al di sotto del quarto d'onda la resistenza di radiazione decresce rapidamente, ed aumentano le perdite dovute agli induttori richiesti per le cariche.**

Una verticale di lunghezza pari ad un ottavo d'onda caricata induttivamente avrà una resistenza di radiazione pari a circa 15 ohms, e perdite dovute alle bobine (o trappole nei sistemi multibanda) pari a circa 5 ohms.

Considerando lo stesso valore di prima, ovvero 15 ohms per le perdite ohmiche del terreno, avremo una impedenza nel punto di alimentazione pari a  $15+5+15 = 35$  ohms, e quindi una efficienza del  $15/35 = 43\%$ .

Dai precedenti calcoli risulta quindi chiaro come una antenna verticale più corta di un'altra risulti necessariamente meno efficiente di questa per un dato valore di perdite nel terreno. Per compensare quindi tali perdite sarà quindi necessario accrescere l'efficienza del sistema realizzando un più elaborato sistema di terra o di radiali. Se infatti dal precedente esempio si riuscisse a ridurre le perdite ohmiche del terreno da 15 a circa 0 ohms, ne deriverebbe una possibile efficienza di una verticale di un ottavo d'onda pari al 75%. Sfortunatamente per arrivare a tale valore occorrerebbero oltre 100 radiali di lunghezza pari al 75%. Sfortunatamente, per arrivare a tale valore occorrerebbero oltre 100 radiali di lunghezza pari a mezz'onda. Non essendo da tutti realizzare un tale sistema, nella pratica bisogna quindi rassegnarsi ad ottenere un valore di efficienza minore con verticali caricate. Nonostante comunque le loro limitazioni pratiche, antenne verticali anche raccorciate montate su un sistema di terra o di radiali non ideali sono spesso molto più efficienti nel traffico DX a lunga distanza rispetto a dipoli orizzontali, che devono essere montati alti da terra almeno mezz'onda per poter irradiare a bassi angoli, ovvero quelli richiesti per tale tipo di traffico. Se si pensa come tali misure siano pari a 20 metri per la banda dei 40 metri, 40 metri per quella degli 80 e ben 80 metri per quella dei 160, risulta chiaro come un dipolo su tali bande montato ad altezza inferiori risulti, rispetto ad una verticale, buono solo per traffico che involva alti angoli di radiazione, ovvero QSO locali o nell'ambito di poche centinaia di chilometri, oltre i quali i segnali irradiati e ricevuti da una verticale risultano progressivamente maggiori.

## **b) INSTALLAZIONI ELEVATE DAL TERRENO (su tetti, pali, tralicci, ecc.)**

Il problema delle perdite del terreno può essere evitato in qualche modo montando l'antenna ad una certa distanza dalla superficie del terreno, su un piano di terra artificiale costituito da radiali risonanti, solitamente realizzati con conduttori di lunghezza pari ad un quarto d'onda.

Generalmente quattro radiali risonanti costituiscono un sistema di piano di terra (ground-plane) con perdite molto basse, qualora la base dell'antenna si venga a trovare ad almeno mezz'onda da

terra. Tale sistema risulta quindi estremamente più favorevole, in termini di realizzazione pratica, rispetto a quello costituito da 100 radiali e montato sul terreno.

Per lo meno per le gamme alte fino ai 20 metri, quindi, dove mezza lunghezza d'onda è pari 5 a 10 metri, si può realizzare con tale sistema di montaggio un notevole miglioramento nell'efficienza della verticale considerata.

Per altezze della base inferiori a mezz'onda, ben probabili sui 40, 80 e 160 metri, sarà progressivamente richiesto un numero di radiali superiore a 4 per realizzare una conduttività maggiore, al fine di ridurre le perdite dovute al terreno sottostante l'antenna.

Anche con un numero di radiali relativamente basso, comunque, una antenna verticale sufficientemente elevata da terra potrebbe risultare più efficace rispetto ad un'altra montata a terra in quanto più alta sopra ostacoli, costruzioni ed altro e quindi più libera di irradiare e ricevere senza distorsioni o accoppiamenti alle strutture o altro.

**La lunghezza dei radiali risonanti per ciascuna banda può essere calcolata con la seguente formula:**

**Lunghezza (metri) = 73 / Frequenza in MHz.**

I radiali possono essere inclinati verso il basso fino a 45 gradi senza che vi siano significativi effetti sul rendimento o sull'operatività. I radiali per bande differenti dovrebbero essere separati tra loro per quanto possibile, e l'estremità distale di ciascun radiale isolata da eventuali supporti.

In genere possono essere impiegati 2 radiali per banda fino ai 40 metri, disposti a 180° l'uno rispetto all'altro. Ad altezze da terra non molto grandi questo sistema di radiali separati potrebbe anche costituire un sistema capacitivo verso terra tale da consentire operazioni anche in 80/75 metri con bassi valori di onde stazionarie, ma in genere è necessario almeno un radiale risonante su tale banda per ottenere bassi valori di r.o.s.

Un sistema di 12 radiali è molto buono, ma richiede almeno 12 punti di ancoraggio per le estremità distali dei radiali.

La BUTTERNUT, famosa produttrice di eccellenti antenne tra cui prestigiose verticali utilizzate in numerosissime spedizioni DX, ha sviluppato un radiale multibanda realizzato con una particolare piattina a 300 ohm, molto resistente, che risuona simultaneamente in 10, 15, 20 e 40 metri (KIT STR-II).

Quattro radiali siffatti offrono essenzialmente lo stesso livello di rendimento del sistema di 12 radiali precedentemente descritto, essendo separati gamma per gamma, ed hanno il vantaggio di richiedere soltanto 4 punti di aggancio delle estremità contro i 12 del sistema precedente.

Questi radiali multibanda, oltre al necessario per costituire 4 radiali per i 30 metri ed un radiale per gli 80 metri, sono raccolti nel KIT denominato STR-II, e possono essere acquistati dalla HARDSOFT PRODUCTS di Chieti.

Il kit di radiali STR-II è anche compreso nel KIT di montaggio a tetto per antenne verticali (RMK-II), prodotto dalla stessa BUTTERNUT, che include, oltre ai radiali, un tripode tralicciato di circa 70 cm., un tubo di supporto per l'antenna verticale e la viteria necessaria.

In alcuni casi problemi fisici legati allo spazio disponibile potranno imporre l'uso di un numero di radiali inferiore a 4. In genere viene raccomandato un numero di almeno 2 radiali risonanti per banda, disposti a 180 gradi l'uno rispetto all'altro, allontanandosi in due direzioni opposte.

Un sistema più semplice (e senza dubbio meno efficiente) è quello spesso proposto da costruttori di antenne, ovvero utilizzando un solo radiale per banda.

Tale sistema, sebbene funzionante in termini di risonanza, è per quanto possibile da evitare in termini di efficienza. Poichè viene usato un unico radiale risonante per ciascuna banda, l'antenna

irradierà energia polarizzata sia orizzontalmente sia verticalmente, ed il diagramma di radiazione non sarà completamente omnidirezionale.

Infatti, al fine di ottenere una vera azione da piano di terra riportato, e quindi una radiazione polarizzata prevalentemente verticalmente, è necessario impiegare non meno di 3 radiali per quanto possibile ugualmente spazati tra di essi.

A prescindere dal numero di radiali usati in antenne verticali, siano queste montate sul terreno o elevate da terra, tutti i radiali dovrebbero essere collegati in un punto che sia il più possibile vicino a quello di alimentazione dell'antenna da una connessione quanto più corta possibile.

In altre parole, supponendo di avere una verticale montata su un palo o supporto elevato o su un tetto, non si potrà portare un conduttore di terra unico dal punto di alimentazione alla base dell'antenna dalla calza del cavo coassiale ad un eventuale elaborato piano di terra o di radiali collocato sul terreno, in quanto il conduttore unico in questione diverrebbe parte dell'antenna stessa, disaccordando l'intero sistema sulla maggior parte delle bande, se non tutte.

**Come si fa quindi nei casi in cui non vi è sufficiente spazio disponibile per piazzare dei radiali?**

Essendo ben coscienti del fatto che qualcosa va perso in efficienza quando si sostituiscono ad un estensivo sistema di radiali dei sistemi alternativi, dopo lunga sperimentazione **la Butternut ha tirato fuori un sistema di contrappeso elettrico, denominato Kit CPK, ovvero un sistema di terra simulata che consente ad antenne verticali tipo HF6V-X ed HF9V-X (ma anche HF-2V), di operare con basso R.O.S. sulle relative bande di funzionamento.**

Tale sistema, consistente in un telaio di circa 3 metri di lato, costituito da 2 elementi in alluminio posti a croce e raccordati alle estremità da trecciola in rame speciale ricoperta, e dotato di un particolare choke alla base fatto con cavo coax RG-11/U a 75 OHM, consente alle verticali Butternut di rivaleggiare in termini di efficienza con qualsiasi altra verticale del commercio che abbia un sistema di terra basato su radialini corti, anche grazie alla elevata resistenza di radiazione dell'elemento verticale.

Il Kit CPK può essere teoricamente anche usato con verticali trappolate a quarto d'onda di altra marca, al fine di ottenere un basso R.O.S. e maggiore efficienza su tutte le gamme operative, ma poichè esso è stato studiato solo sulle verticali Butternut, non sono disponibili dal costruttore informazioni specifiche circa compatibilità e modalità di installazione alla base di altre antenne, che rimangono da verificare a cura del singolo sperimentatore (alcuni OM hanno però riferito di avere sperimentato il KIT CPK adattandolo a singolo sperimentatore (alcuni OM hanno però riferito di avere sperimentato il KIT CPK adattandolo a proprio modo alla base di verticali Hy-Gain, ECO, Cushcraft, KLM ed altre marche con notevole successo). Il Kit CPK non ha la pretesa di sostituire un eccezionale sistema di radiali, ma sicuramente aiuta a ridurre in maniera sostanziosa le perdite legate alla terra che in tanti casi fanno delle verticali, come vedremo in maggiore dettaglio nelle analisi riportate nel corso dell'articolo, dei sistemi radianti poco efficienti. Il Kit CPK è piuttosto un sostituto elettrico per la metà mancante di un dipolo, nel senso che i conduttori che costituiscono il sistema di contrappeso elettrico, in congiunzione con una linea di impedenza a 75 ohm fornita (usata o meno a seconda delle installazioni), contribuiscono a generare un valore di reattanza sufficiente a far risuonare l'intera struttura come se fosse una mezz'onda elettrica. Risultati ancora migliori si hanno ponendo la base dell'antenna abbastanza alta da terra.

## **TRALICCI E PALI METALLICI**

Qualora l'antenna sia supportata da un traliccio o da un palo metallico, tutti i radiali dovrebbero essere connessi al supporto nel punto di attacco della massa del cavo coassiale. Questo perchè una delle funzioni di un radiale risonante è quella di desintonizzare una struttura metallica usata come supporto per quelle correnti che diversamente potrebbero invece scorrere sulla struttura stessa e così trasformare l'antenna in una long-wire verticale con radiazione indesiderata ad alto angolo, pessimo per il DX (una cosiddetta scalda-nuvole!).

### **ALTRI SCHEMI DI MONTAGGIO**

In casi in cui una antenna verticale risonante non possa essere montata nè a terra nè usata con un piano di terra elevato, l'operazione può essere ancora resa possibile qualora la massa del cavo coassiale venga connessa ad una massa di metallo piuttosto grande che sia direttamente connessa o capacitivamente connessa alla terra, come ad esempio un sistema di aria condizionata o di riscaldamento centralizzato, oppure i tondini di ferro o le grandi masse ferrose e acciaiose delle armature dei palazzi.

Alcuni radioamatori hanno riferito di interessanti risultati ottenuti estendendo le loro antenne orizzontalmente o semi- verticalmente da grandi ringhiere o masse metalliche di balconi o terrazzi che svolgevano funzione di massa.

Si può inoltre considerare di estendere l'antenna da un balconcino o da una finestra qualora venga condotta dalla base dell'antenna una breve estensione di cavo o piattina di rame fino ad un tubo dell'acqua fredda o ad un radiatore che funga da massa. In caso tale connessione sia piuttosto lunga, potrebbe però essere necessario usare dei radiali accordati per ottenere la risonanza su una o più bande.

In tali installazioni occorre avere molta cura al fine di evitare contatti con cavi che portino tensione o che l'antenna cada sulle persone o sulle cose altrui.

### **INSTALLAZIONI CON CAMPER, ROULOTTES O ALTRI MEZZI MOBILI**

I principi di installazione delle antenne verticali su tali mezzi sono gli stessi delle altre installazioni, e fanno tutti capo alle stesse considerazioni:

La prima è quella di installare l'antenna lontano da ostacoli, inclusi gli stessi mezzi mobili.

La seconda è quella di installare un sistema di terra al di sotto della base dell'antenna che sia il più efficace possibile nel minimizzare le perdite da correnti a radio frequenza che scorrono nella terra.

Fortunatamente, le masse metalliche di caravans, campers, roulotte ed automobili possono essere usate con ottimi risultati come piani di terra, così come avviene per le piccole antenne da auto avvitate sui tetti. Tali carrozzerie metalliche possono essere viste come una armatura di un condensatore. Poichè anche le auto più piccole hanno una superficie metallica abbastanza ampia rispetto a tale funzione, e per di più in prossimità del terreno, la loro carrozzeria può essere considerata accoppiata capacitivamente al terreno sottostante, e quindi una vera e propria estensione del terreno stesso: una specie di collinetta, per quanto riguarda le radio frequenze, ma con coefficiente di conduttività molto maggiore della terra stessa.

Ovviamente tanto più grande sarà il veicolo, e quindi la massa metallica, maggiore sarà il rendimento della installazione. Sebbene in installazioni con mezzi mobili una antenna sia collocabile un po' dovunque e fatta funzionare con basso r.o.s., il posto migliore dove collocare una antenna è senza dubbio al centro del tetto metallico, ove essa non sia "coperta" da altre parti del veicolo. Nel caso di installazione di una lunga antenna verticale del tipo da base, però, ciò risulta abbastanza poco fattibile. Nella pratica, quindi, la cosa migliore da fare potrebbe essere

quella di installare l'antenna con la base all'altezza del tetto, ad esempio su un paletto di supporto collocato lungo uno dei lati maggiori del mezzo mobile, camper o altro. In tutti i casi l'antenna non dovrebbe essere allontanata o innalzata più di qualche centimetro dal tetto del mezzo mobile, al fine di rendere più corta possibile la connessione di massa tra il cavo coassiale alla base dell'antenna ed il tetto o carrozzeria del veicolo. Infatti tale connessione, se troppo lunga, potrebbe desintonizzare l'antenna. Naturalmente è anche bene assicurarsi che le varie parti della carrozzeria del veicolo siano elettricamente connesse tra di loro. Non è infrequente, infatti, il caso in cui parti metalliche verniciate prima del montaggio non assicurino una continuità elettrica, o parti non metalliche "spezzino" la continuità delle connessioni tra i metalli. Le discontinuità metalliche, inoltre, possono portare alla irradiazione di armoniche e TVI.

Qualora si utilizzi una verticale della BUTTERNUT, si tenga presente che il tubo inferiore di montaggio della base è perfettamente inseribile in un paletto che abbia un diametro esterno di 1.25 pollici ed uno spessore di 0,058 pollici. Altre verticali potrebbero richiedere altri accorgimenti di montaggio.

## **VERTICALI A "MEZZ'ONDA", "SENZA RADIALI" "CORTE AD ALTO GUADAGNO"**

### **ED ALTRE IDIOZIE PSEUDOTECNICHE**

**di Alessandro Novelli - I6NOA**

I paragrafi che seguono hanno l'intento di aiutare coloro che si accingono a considerare l'acquisto di una antenna verticale.

Al giorno d'oggi, infatti, a causa del basso livello di informazione tecnica che caratterizza il radiohobbysta, sia esso detentore di patente di radioamatore o meno, la pubblicità relativa ad alcuni tipi di antenne può permettersi di promettere miracoli ed altre cose del genere.

Un esempio eclatante è dato da alcune verticali super-raccorciate che vengono reclamizzate come aventi guadagni di 7-9 dB ed oltre, cosa spesso non facilmente ottenibile neanche con antenne direttive!!!

Naturalmente non viene MAI espressa, in tali casi, la modalità di misurazione di tali valori, nè viene fatto riferimento ad un modello preso a paragone (ad esempio un dipolo orizzontale a mezz'onda in spazio libero, inteso in genere come riferimento da alcune serie ditte produttrici ed espresso nei loro cataloghi).

Ancora più intrigante può essere la misura del guadagno riferita alla fonte cosiddetta isotropica, rispetto alla quale un dipolo a mezz'onda in spazio libero (quindi ideale) dovrebbe avere un guadagno di 2 dB.

**Poichè una antenna verticale a quarto d'onda dovrebbe avere +0.8 dB rispetto alla teorica fonte isotropica, non si capisce, nè viene spiegato, come una verticale super-corta possa avere un guadagno di 7-9 dBiso.**

Evidentemente il costruttore, in mancanza di una unità di misura campione, assume come fonte isotropica quella relativa ad una fonte d'acqua sorgiva, o una pozzanghera, o una stringa di scarpe bagnate. Ecco, forse in tale caso un guadagno di 9 dB ed oltre può essere spacciato per reale.

Nel frattempo però, in attesa che venga determinata una metodica universalmente valida per la misura dei "guadagni" delle antenne, la prestigiosa ARRL, associazione statunitense consorella della nostra ARI, non permette che su QST, la sua rivista organo ufficiale, appaiano le cifre relative ai guadagni citate dai costruttori, che non possono essere reclamizzate.

Chi ha quindi i numeri e la cultura adeguata potrà determinare quanto una antenna possa essere valida in base a parametri quali lunghezza del radiatore e numero di radiali nelle verticali a quarto d'onda, lunghezza del boom e numero degli elementi nelle direttive a seconda del tipo (quad, loop, yagi, ecc.) e così via.

Chi invece non ha velleità di approfondire tali nozioni, diventa inevitabilmente (e forse giustamente) preda di tali inserzioni pubblicitarie.

**Cercheremo quindi qui di seguito di dare una spiegazione di massima ad alcuni "fenomeni" ed aiutare coloro che non ne fossero in grado a calcolare, per quanto possibile, l'efficienza di una antenna verticale senza cadere in alcuni "tranelli" tesi ad arte.**

Negli ultimi anni hanno fatto la loro comparsa sul mercato alcune "nuove" verticali più o meno senza radiali. I loro produttori, forse al fine di risparmiare all'acquirente l'angoscia di domandarsi cosa succede alla loro preziosa radiofrequenza una volta che essa lascia l'antenna, semplicemente ignorano le perdite legate alla terra o non dicono nulla di utile (o di vero) circa tali perdite. La terra e le perdite ad essa legate sono però naturalmente sempre allo stesso posto, perciò è difficile capire come in tali antenne l'efficienza possa essere maggiore del 50% nella maggior parte delle installazioni vicino alla terra.

**Ma non sono queste antenne "mezze onde", e quindi più efficienti delle "quarto d'onda"?**

**Purtroppo la risposta in tali casi è no.**

Infatti in un caso, ad esempio, una cosiddetta "mezz'onda" è addirittura più corta di una "quarto d'onda" dello stesso fabbricante, un fatto davvero curioso che non trova spiegazione in alcun testo. Un altro fabbricante offre una antenna a "mezz'onda" per le HF non più alta di 3,80 metri, mentre ancora un altro produttore offre una semplice "quarto d'onda" in confronto alla quale le precedenti "mezze onde" sono infinitamente più corte, e che si vuole far credere che possa offrire il 90% dell'efficienza con appena 3 radiali, grazie al suo sistema di alimentazione posto centralmente, che si sostiene elevi la resistenza di radiazione simultaneamente all'eliminazione delle perdite della terra.

**Sfortunatamente, come può essere ben desunto dall'Antenna Book della ARRL, una tale tecnica produrrà una resistenza di radiazione molto più bassa di una antenna verticale a quarto d'onda della stessa altezza ed alimentata alla base.**

**Inoltre, per quanto riguarda le perdite della terra, non è chiaro come il punto di alimentazione di una antenna verticale possa modificare la conduttività del suolo al di sotto ed intorno ad essa.**

**Infatti le perdite della terra si trovano nel terreno, e NON nel conduttore.**

Una volta esplicitati questi concetti, esamineremo nel dettaglio alcune verticali del commercio per le quali alcune caratteristiche tecniche siano state importate direttamente dalla Terra Dei Sogni. Ciò che i fabbricanti di tali antenne hanno in comune è una evidente scarsa considerazione (ove non sia addirittura disprezzo) per l'intelligenza a livello base del radioamatore-tipo, e per le nozioni inconfutabili espresse nei testi tecnici, come ad esempio il quotato e già citato ARRL Antenna Book.

Un proverbio diceva che chi non aveva buon cervello doveva avere buone gambe.

In alcuni casi si potrebbe tranquillamente parafrasare tale proverbio dicendo che chi non ha buon cervello deve avere molti soldi, in quanto certe antenne costano davvero molto rispetto a ciò che danno.

Ciò non significa che chi adoperi certi prodotti non possa fare collegamenti, al contrario.

Infatti, quando le condizioni di propagazione sono buone si possono fare dei collegamenti DX anche con antenne estremamente corte o interne. Personalmente ricordo di aver fatto dei collegamenti accordando, un tempo, la classica rete del letto.

Però ciò non significa che tali antenne siano molto efficienti, e di questo l'incauto acquirente si rende conto soltanto quando al termine del picco del ciclo solare undecennale che rende possibili splendidi soltanto quando, al termine del picco del ciclo solare undecennale che rende possibili splendidi collegamenti sulle bande alte anche con basse potenze e piccole antenne, egli desidera entrare in competizione con altri desiderosi di collegare la medesima stazione DX, magari su gamme più basse, tipo 20, 40 o 80 metri, essendo la propagazione ormai irrimediabilmente chiusa o quasi sulle gamme più alte.

Colui che ha acquistato certe antenne "miracolose" durante il picco dell'attività solare, al momento del calo delle macchie solari comincerà a chiedersi se effettivamente tali miracoli siano sempre possibili, o se siano legati a fattori diversi.

Dopotutto, ha mai fatto paragoni diretti con altre antenne commutando ora l'una ora l'altra?

Ed inoltre, come mai l'amico con una verticale che costa molto meno ma più lunga e con un buon sistema di radiali, che prima rivaleggiava con lui sulle gamme alte quando le condizioni erano buone, ora passa sistematicamente sopra il suo segnale e collega il DX mentre lui continua senza speranza a chiamare e chiamare a vuoto?

**Entriamo un po' più nel dettaglio riprendendo ed approfondendo l'argomento legato alle perdite del terreno per le antenne montate a terra.**

Abbiamo visto che qualcuno ha cercato di riscrivere le leggi della fisica reclamizzando una antenna verticale operante "SENZA perdite legate al terreno".

Se ciò però fosse vero, tale fabbricante avrebbe vinto il premio Nobel per la Fisica, e l'intera industria delle stazioni Broadcasting sarebbe stata completamente rivoluzionata.

Purtroppo tale affermazione è completamente priva di fondamento, per una ragione davvero ovvia: le perdite legate al terreno risultano dalla Radio Frequenza che attraversa un terreno che, a seconda della conduttività che lo caratterizza, è più o meno fonte di attenuazioni.

Ovviamente, quindi, sono qualcosa di legato al terreno ed alle sue caratteristiche di composizione chimicofisica, non al conduttore che costituisce l'antenna.

**Leggendo l'Antenna Book scopriamo che nella media delle installazioni le perdite del terreno possono ridurre l'efficienza di una verticale del 50% o più, a meno che non vengano usati dei radiali in numero e lunghezza sufficiente a migliorare la conduttività del suolo al di sotto ed intorno all'antenna.**

Sembra però che i radioamatori debbano imparare di nuovo questa lezione basilare ogni circa 11 anni, quando il ciclo solare declina.

L'Antenna Book è abbastanza esplicativo circa il concetto secondo il quale per NON avere perdite legate al terreno occorrerebbe avere un numero di almeno 100 radiali di lunghezza pari ad almeno mezz'onda alla frequenza più bassa.

In genere circa 15 radiali di lunghezza pari ad  $1/8$  d'onda saranno sufficienti ad ottenere il 50% di efficienza, ma 2 soli radiali di tale lunghezza non supereranno il valore del 25% di efficienza, la quale sarà ancora minore se la lunghezza del radiatore verticale utilizzato sarà abbastanza inferiore al quarto d'onda.

Naturalmente il promettere miracoli, essendo redditizio, è rapidamente diventato popolare, al punto da indurre altri costruttori a farlo, senza naturalmente supportare tali promesse con argomentazioni tecniche, ma solo con semplici affermazioni pretestuose.

Un'altra antenna "senza radiali" viene pubblicizzata come un'antenna a "mezz'onda" su tutte le gamme da 10 a 40 metri, sebbene la sua lunghezza fisica (circa 7 metri) sia molto più corta di un reale ed onesto quarto d'onda su bande al di sotto dei 15 metri, e su tale banda venga usata solo una parte del conduttore radiante.

Eppure si afferma che tale antenna sia una "mezz'onda dall'eccezionale rendimento" nonostante essa abbia a mala pena la lunghezza di un quarto d'onda sulla maggior parte delle bande.

Dobbiamo quindi concludere che una antenna a reale quarto d'onda, se più alta della precedente, potrebbe avere un rendimento ancora migliore se la chiamassimo "mezz'onda"? E come la mettiamo con il fatto che non si possono usare altri radiali oltre a quelli corti forniti per compensare le perdite dovute al fatto che non si possono usare altri radiali oltre a quelli corti forniti per compensare le perdite dovute al terreno, altrimenti l'antenna viene disaccordata e non risuona più? Forse che tale antenna, contro tutte le leggi della fisica, compensi le perdite semplicemente chiamandosi "mezz'onda"?

**Prima di andare avanti, schiariamoci un po' le idee approfondendo il concetto di EFFICIENZA, parlando di RESISTENZA DI RADIAZIONE, PERDITE DEL TERRENO E PERDITE IN GENERALE.**

La **RESISTENZA DI RADIAZIONE** è la parte utile del segnale, ovvero la parte che viene irradiata. E', più tecnicamente, quella parte della impedenza totale dell'antenna nel punto di alimentazione che viene "perduta" perchè irradiata (esattamente ciò che vogliamo).

Ne possiamo concludere che non è esattamente una perdita, ma viene considerata e trattata come tale, e misurata in ohms per semplificare i calcoli.

La resistenza di radiazione di qualsiasi conduttore verticale dipende in primo luogo dalla sua lunghezza verticale (o altezza che dir si voglia, anche se impropriamente). Per la maggior parte delle verticali fatte con cavo o conduttori tubolari aventi la lunghezza di un quarto d'onda (circa 10 metri sui 40 metri), ovvero 90° elettrici, la resistenza di radiazione è di circa 35 ohms, come può essere desunto da una preziosa tabella presente anche sull'Antenna Book dell'ARRL.

Supponiamo di prendere una tale antenna ed alimentarla con cavo coassiale a 50 ohm, collegando la calza di tale cavo ad un paletto di circa 1,5 metri conficcato in un terreno di media conduttività alla base dell'antenna.

Effettuando una misura alla base dell'antenna, probabilmente avremo un R.O.S. di 1,7. Cosa dice questo valore di R.O.S. di 1,7 ?

Semplicemente che l'impedenza totale nel punto di alimentazione dell'antenna deve essere pari ad 1,7 moltiplicato per il valore della impedenza caratteristica della linea (50 ohms), ovvero 85 ohms. Sapendo quindi che la resistenza di radiazione di tale conduttore a quarto d'onda è, come desunto dalla Tabella succitata, pari a 35 ohms, effettuando la sottrazione 85-35 otterremo un valore di 50 ohms, ovvero il valore della resistenza legata alle perdite di vario tipo.

**NOTA BENE:** Naturalmente, **ciò che non è resistenza di radiazione è una perdita secca**, che non ci fa alcun bene ai fini dell'efficienza totale dell'antenna.

**L'EFFICIENZA** può quindi essere definita come **IL RAPPORTO TRA LA RESISTENZA DI RADIAZIONE DI UNA ANTENNA E LA SUA IMPEDENZA TOTALE NEL PUNTO DI ALIMENTAZIONE.**

Nel caso preso in esame precedentemente avremo quindi un valore di  $35/85 = 41\%$ , cioè più o meno quello che ci potremmo aspettare semplicemente applicando le informazioni contenute nell'Antenna Book circa i sistemi di antenna senza o con pochi radiali.

Attenzione, quindi, perchè **IL R.O.S. NON CI DICE NULLA CIRCA L'EFFICIENZA**

**DELL'ANTENNA. II SEGRETO**, quindi, se segreto può chiamarsi una informazione che è sui testi da oltre mezzo secolo, sta nel calcolare la probabile efficienza di un radiatore verticale conoscendo la resistenza di radiazione e l'impedenza nel punto di alimentazione prima di eventuali dispositivi che adattino tale impedenza a quella della linea per ottenere un R.O.S. di 1:1.

Tali valori, in genere, non sono resi noti dai fabbricanti perchè non è nel loro interesse farlo.

Il valore relativo alla resistenza di radiazione può essere facilmente desunto dalle tabelle pubblicate sugli Antenna Handbook, semprechè sia possibile desumere quanta parte di una antenna verticale trappolata, ad esempio, sia usata su una data banda. Nell'esempio precedente abbiamo considerato una verticale di lunghezza pari ad un quarto d'onda reale, in modo da poter usare il valore noto di 35 ohm relativo alla resistenza di radiazione da applicare alle formule.

Un altro valore noto è quello di 75 ohm, relativo alla resistenza di radiazione di una antenna di lunghezza veramente pari a mezz'onda intera, ovvero 20 metri sulla banda dei 40 metri.

Sappiamo però che tali lunghezze, essendo poco pratiche, sono ben distanti dall'essere caratteristiche di antenne commerciali, e quindi il valore relativo ad antenne raccorciate sarà ben più basso. Forse però i costruttori vorrebbero che si considerasse il valore di 75 ohm relativo alla mezz'onda intera per far credere che l'efficienza sia maggiore....

**Per summarizzare brevemente dunque i concetti basilari, diremo ancora che, perchè l'antenna verticale sia efficiente, la resistenza di radiazione deve essere mantenuta alta quanto più possibile, mentre la resistenza di perdita, che insieme alla resistenza di radiazione forma l'impedenza di ingresso di una antenna, deve essere mantenuta al più basso valore raggiungibile.**

La resistenza di radiazione dipende quasi interamente dalla lunghezza della struttura verticale, e decresce rapidamente al di sotto del quarto d'onda elettrico, anche quando tale antenna viene definita una "mezz'onda". La resistenza di perdita derivante da conduttori di diametro piuttosto grande (mezzo pollice o più) è abbastanza bassa, e può essere ignorata. Lo stesso non può essere detto delle perdite legate al terreno, che possono facilmente disperdere granparte della potenza da voi applicata.

Vi sono inoltre **ALTRE PERDITE** da tenere presenti, **cioè quelle dei conduttori delle TRAPPOLE**, circuiti accordati utilizzati per rendere un unico conduttore operante su un certo numero di bande di frequenza.

**Se non vi sono chiari i concetti espressi finora, tornate indietro e rileggeteli più volte fino a che non li avrete capiti a fondo.**

Oltre alla gratificazione di avere appreso appieno delle nozioni, avrete anche in mano (o per meglio dire in testa) gli strumenti che vi permetteranno di operare delle scelte sagge senza sperperare inutilmente dei soldi attratti da accattivanti pubblicità.

Ma torniamo alle nostre stupende verticali commerciali miracolose, ed in particolare a quella che prometteva di non avere perdite legate alla terra.

La soluzione che secondo la pubblicità consente a questa antenna di eliminare le perdite del terreno è quella del punto di alimentazione.

La maggior parte delle verticali a quarto d'onda intere o raccorciate sono solitamente alimentate alla base, un punto dove la corrente è alta ed il voltaggio è basso, ottimo per i cavi coassiali che hanno una impedenza piuttosto bassa.

Questa antenna è invece alimentata in un punto che si trova al centro del radiatore verticale, con il cavo di alimentazione che corre **INTERNAMENTE** alla metà inferiore del radiatore, riemergendo nella sua estremità inferiore.

Questa soluzione, si dice, dovrebbe fare in modo che la resistenza di radiazione salga a 50 ohms, simultaneamente cancellando le perdite del terreno così come farebbe un sistema che richiede generalmente, come abbiamo già visto, almeno 100 lunghi radiali.

Consequentemente, si dice, tale soluzione dovrebbe consentire a tale antenna di conseguire circa il 90% di efficienza, con buona pace di tutti coloro che vivono nel Mondo Dei Sogni.

Come abbiamo già visto, infatti, le perdite del terreno rimangono tali non essendo legate all'antenna ma alle caratteristiche del terreno stesso caratteristiche del terreno stesso.

Inoltre, alimentando una verticale di lunghezza pari ad un quarto d'onda al centro anziché alla base, la resistenza di radiazione si ABBASSA, anziché alzarsi come pubblicizzato.

A supporto di ciò quotiamo come sempre l'Antenna Book, nel quale si legge (traduzione):

**".....per avere un rendimento ottimale, una antenna raccorciata dovrebbe essere fatta non più corta di quanto le circostanze fisiche richiedano, dal momento che l'efficienza decresce rapidamente al decrescere della lunghezza dell'antenna. Ad esempio, una antenna alimentata al centro di lunghezza totale pari ad un quarto d'onda (metà lunghezza, quindi pari a  $45^\circ$  elettrici) ha una resistenza di radiazione pari a  $7 \times 2 = 14$  ohms, come può desumersi dalla Tabella 2."**

Questo estratto appare nel corso della discussione di antenne raccorciate ORIZZONTALI, la cui efficienza non è granchè ridotta da perdite del terreno ad altezze da terra superiori al quarto d'onda, al punto da avere punte di efficienza fino all'80% in progetti ben realizzati, anche in caso di resistenza di radiazione piuttosto bassa.

Ma le antenne VERTICALI non possono essere considerate sospese orizzontalmente al di sopra della superficie terrestre!

Il passaggio dell'Antenna Book esaminato descrive l'antenna verticale di cui parlavamo prima talmente bene che potremmo essere tentati di pensare che il suo progettista abbia dimenticato di stare lavorando con una verticale, e non con un dipolo orizzontale, ed abbia quindi semplicemente ignorato le perdite della terra che, in una antenna montata verticalmente, è l'altra estremità del dipolo.

Quando quindi le perdite del terreno sono venute a galla sotto forma di una impedenza di ingresso maggiore, il progettista ha forse pensato di trovarsi di fronte ad una maggiore resistenza di radiazione.

Ad ogni buon conto, essendo assodato che le perdite del terreno affliggono in maniera determinante l'efficienza di una verticale, facciamo un altro semplice esempio per osservare come questa "nuova rivoluzionaria tecnologia" possa funzionare nella pratica. Se la resistenza di radiazione dell'antenna in questione è, come visto, pari a soli 14 ohms invece dei 50 ohms anticipati, l'efficienza diventa pari a 14 diviso l'impedenza totale di alimentazione.

Ma qual'è l'impedenza totale di alimentazione?

Poichè le perdite del terreno sono sempre lì, mancando un cospicuo numero di radiali, e ciò può essere dimostrato, poichè il R.O.S. è pari ad 1:1.

Essendo la resistenza di perdita pari alla differenza tra il valore di impedenza di alimentazione totale e quello della resistenza di radiazione, abbiamo quindi la certezza che ci siano delle perdite, certamente venute da qualche parte, e che siano pari a  $50-14 = 36$  ohms.

Qualunque sia l'origine, una perdita è sempre una perdita. E l'efficienza del sistema non può essere migliore di  $14/50 = 28\%$ , ben distante dal 90% promesso dalla pubblicità del prodotto.

Al fine di fare buon uso per calcoli simili a quelli esposti delle Tabelle dell'Handbook citate in questo articolo, ricordatevi di convertire l'altezza dell'antenna che vi accingete a considerare in gradi elettrici: un quarto d'onda sarà quindi pari a  $90^\circ$ , mezz'onda a  $180^\circ$ , e così via.

**Ora che sapete come sfruttare questi dati, non dovrete avere problemi a fare i calcoli da soli.**

Chi ha letto l'articolo finora avrà quindi chiaro il concetto secondo il quale se l'antenna è molto corta al di sotto del quarto d'onda la resistenza di radiazione sarà conseguentemente più bassa, e qualsiasi altra resistenza di perdita nel circuito diventerà una parte sempre maggiore della impedenza totale d'ingresso dell'antenna.

Conseguentemente, anche l'efficienza sarà minore, a meno di non compensare le perdite e renderle più basse possibile.

Come? Prima dell'avvento delle antenne a "mezz'onda" e "senza radiali" ed altre miracolistiche invenzioni coloro che volevano incrementare l'efficienza di antenne corte avevano un solo modo: quello di incrementare il sistema di radiali, installandone parecchi e lunghi. A questo punto però succedeva un fatto strano: man mano che le perdite legate alla resistenza del terreno scendevano al di sotto dei 50 ohm, e quindi l'efficienza globale dell'antenna aumentava, anche l'impedenza totale di ingresso dell'antenna diminuiva al di sotto dei 50 ohm.

La conseguenza era un innalzamento del R.O.S..

La scelta era quindi tra un R.O.S. basso ed una buona efficienza, non conseguibili contemporaneamente, a meno di non installare un accordatore con tutte le ulteriori piccole perdite ad esso legate.

I fabbricanti vennero a trovarsi nel mezzo: se infatti avessero detto ai loro clienti di installare un grande numero di radiali o non avrebbero forse venduto l'antenna oppure, una volta vendutala, avrebbero avuto un gran numero di clienti a lamentarsi per il R.O.S. troppo alto.

Uno alla volta, quindi, i fabbricanti hanno in gran numero iniziato a dare sempre meno importanza alla riduzione delle perdite del terreno, ben sapendo che l'efficienza globale del sistema ne avrebbe sofferto, ma che una dozzina di ohms o più di resistenza di perdita nell'impedenza totale nel punto di alimentazione dell'antenna avrebbero messo fine ai reclami per l'alto R.O.S. Probabilmente molte delle antenne "senza radiali" e a "mezz'onda" hanno risolto il problema proprio in tale modo, cioè assicurandosi una buona parte di resistenza di perdita per portare l'impedenza d'ingresso più vicina ai 50 ohms, per la gioia di tutti coloro che pensano che basti avere un basso R.O.S. perchè l'antenna sia efficiente.

Ma forse stiamo solo assistendo alla continuazione di un lungo periodo di "rieducazione" di cervelli poco preparati, al termine del quale certi radioamatori saranno fermamente convinti che le perdite legate alla terra o altro sono qualcosa di positivo da coltivare.

Nelle spiegazioni di un fabbricante di un'antenna "senza perdite di terra" si legge (traduzione): .....un' antenna verticale multibanda deve necessariamente avere delle perdite di terra per poter funzionare a dovere! Ecco perchè una tale antenna, montata sul tetto (lontana dal terreno) avrà difficoltà ad operare bene su tutte le bande.....

Secondo tale concetto la sua antenna, avendo eliminato tali perdite, può invece operare tranquillamente sui tetti oltre che a terra.

Altri fabbricanti di "mezz'onde" senza-radiali forse non si spingono tanto in là nel vilipendere la teoria del funzionamento delle antenne, ma si sforzano di fare la loro parte cercando per quanto possibile di confondere le capacità critiche del mondo dei radioamatori.

Consideriamo ad esempio l'antenna a "mezz'onda" senza-radiali di cui abbiamo parlato precedentemente. Questa è essenzialmente un progetto che si basa sull'impiego di trappole multiple. Queste non sono altro che dei circuiti accordati in parallelo di tipo L-C inseriti lungo il conduttore verticale in vari punti, in cui hanno il compito di presentare una alta impedenza alla radiofrequenza in arrivo alla frequenza di risonanza della trappola. Per ogni banda viene impiegata una trappola, ed ognuna di tali trappole praticamente "blocca" lo scorrere di corrente oltre di essa su tale banda. In pratica, dunque, su una data banda viene impiegata solo la parte di conduttore che arriva fino alla trappola, mentre la parte al di sopra di questa è come se non esistesse. Sebbene dunque l'intera antenna sia alta circa 7 metri dal punto di alimentazione alla sommità del conduttore verticale, soltanto sui 40 metri viene sfruttata per intero tale lunghezza. Un quarto d'onda intero sui 40 metri, però, è pari a circa 10 metri, il che significa che su tale banda questa antenna è circa 3 metri più corta. Conseguentemente, la sua lunghezza elettrica sarà pari a circa  $60^\circ$ , e la resistenza di radiazione soltanto 13 ohms circa. I sette radialini che fungono da "counterpoise" alla base dell'antenna nel punto di alimentazione, lunghi appena 49 pollici, non possono certo garantire una irradiazione apprezzabile, anche perchè ogni corrente che scorra in ciascuno di essi sarà orizzontalmente polarizzata, e per giunta largamente cancellata da correnti uguali ed opposte negli altri radiali dal lato opposto dell'antenna.

Come fare per determinare l'efficienza di tale antenna, conoscendo con sufficiente approssimazione la resistenza di radiazione dalla lunghezza del conduttore impiegato, ma senza conoscere l'impedenza totale nel punto di alimentazione?

Il costruttore fornisce le curve del R.O.S. banda per banda, che è abbastanza vicino ad 1:1 alla risonanza. Potremmo usare queste informazioni, se non fosse stato utilizzato alla base dell'antenna nel punto di alimentazione un sistema di accordo toroidale a larga banda per ottenere un basso R.O.S. su molte bande.

Senza dubbio tale sistema di accordo è una buona idea, perchè almeno su una banda la somma combinata della resistenza di perdita e della resistenza di radiazione sarà talmente più grande di 50 ohms prima dell'accordo che non potremmo facilmente separare dall'insieme il valore della resistenza di perdita.

E' infatti molto più facile fare un calcolo sufficientemente accurato circa l'efficienza quando la somma della resistenza di radiazione e della resistenza di perdita è inferiore a 50 ohms.

Ciononostante cercheremo di farlo in 2 modi, e cioè usando:

- 1) Le informazioni sul R.O.S. fornite dal costruttore
- 2) L'osservazione contenuta nell'Antenna Book dell'ARRL, che dice che da una verticale a quarto d'onda intero con 2 radiali lunghi  $1/8$  d'onda ci si può aspettare una efficienza del 25%, e progressivamente inferiore man mano che l'antenna venga raccorciata.

Guarda caso i radialini usati nella verticale considerata nel nostro esempio e due radiali da  $1/8$  d'onda per i 30 metri hanno all'incirca la stessa lunghezza totale di conduttore, quindi i due sistemi dovrebbero essere all'incirca equivalenti.

Se la nostra verticale impiega sui 40 metri una lunghezza di circa 7 metri, ovvero  $60^\circ$  elettrici, la sua resistenza di radiazione sarà pari, come visto, a circa 13 ohms.

Se il R.O.S. è pari ad 1:1, la resistenza di perdita sarà pari a  $50-13 = 37$  ohms, con una conseguente efficienza di  $13/50 = 26\%$ , valore molto vicino alla verticale dell'antenna Book con due soli radiali da  $1/8$  d'onda sulla frequenza, ma ben 3 metri più alta di questa, per la quale quindi probabilmente l'efficienza sarà anche minore.

Sui 30 metri siamo ancora al di sotto di un quarto d'onda reale, poichè vengono usati solo circa 5.5 metri di conduttore, ovvero circa  $67^\circ$  elettrici, con una conseguente resistenza di radiazione su tale banda di circa 18 ohms.

Tenendo presente un basso valore di R.O.S., avremo per i soliti calcoli circa 32 ohms di resistenza di radiazione, con una efficienza di  $18/50 = 36\%$ , un valore un po' più alto di quello predetto dall'Antenna Book, che potrebbe però anche essere possibile in presenza di terreno a basse perdite, ovvero con conduttività molto buona.

Sui 20 metri la resistenza di radiazione ha un valore ben più elevato, di circa 35 ohms, in quanto la lunghezza complessiva del conduttore utilizzato su questa frequenza è finalmente un onesto quarto d'onda, ovvero  $90^\circ$  elettrici.

Il R.O.S. indicato è di 1:1, quindi l'impedenza totale di alimentazione dopo la trasformazione potrebbe ben arrivare fino a circa 55 ohms, con una efficienza del  $35/55 = 63.6\%$ .

Questo valore sembrerebbe in contrasto con quello del 25% espresso dall'Antenna Book, ma dobbiamo considerare che la resistenza totale prima del sistema di accordo doveva essere di circa 35 ohms più qualche altro valore sconosciuto di resistenza di perdita, e che il valore di R.O.S. riportato dal costruttore nasconde tutto eccetto circa 20 ohms della resistenza di perdita.

In ogni caso, se avevamo 37 ohms di resistenza di perdita di terra in 40 metri e 32 ohms in 30 metri, possiamo abbastanza tranquillamente estrapolare un valore di circa 30 ohms in 20 metri, nel qual caso la VERA efficienza sarà probabilmente più vicina a  $35/65 = 53.8\%$ .

Ricordiamoci però che in base ai dati dell'Antenna Book occorrono almeno 15 radiali da  $1/8$  d'onda (un sistema quindi ben più estensivo del sistema di radialini utilizzato) per ottenere una efficienza del 50% sistema quindi ben più estensivo del sistema di radialini utilizzato) per ottenere una efficienza del 50%.

Un valore quindi più basso di questo appare molto più ragionevole per la nostra antenna.

Sui 17 e 15 metri la resistenza di radiazione dovrebbe essere intorno ai 35-50 ohms con circa la stessa efficienza, o leggermente migliore, rispetto ai 20 metri.

Avvicinandoci ai 10 metri cominciamo a vedere un valore di efficienza che si potrebbe avvicinare al 100%, se non fosse per le perdite di terra. Sui 12 e 10 metri, infatti, la parte attiva del radiatore è pari a circa  $120^\circ$  elettrici. Neanche in tal caso possiamo quindi parlare di "mezz'onda" ( $180^\circ$ ), ma assumendo un valore fisso di resistenza di perdita di terra possiamo però ritenere valido un valore di efficienza leggermente superiore ad una antenna a quarto d'onda. Il valore di R.O.S. di 1:1 espresso dal costruttore ci crea però un problema: se la resistenza di radiazione di tale antenna di  $120^\circ$  di lunghezza è pari a 100 ohms, ciò vorrebbe dire che tale valore è pari alla impedenza totale nel punto di alimentazione! Cos'è che non va in tutto questo? Innanzitutto ciò vorrebbe dire che non vi è alcuna resistenza di perdita, e ciò è ovviamente impossibile, considerando lo scarso sistema di radialini utilizzato.

E' vero che l'area coperta da un sistema di radiali diviene maggiore al salire della frequenza, ma anche le perdite di terra diventano maggiori!

Dobbiamo quindi concludere che il circuito di accordo alla base dell'antenna non fa a meno di tale resistenza di perdita, nè la trasforma in qualcosa di utile.

Semplicemente esso trasforma l'impedenza di alimentazione totale (la resistenza di radiazione e quella di perdita) in un diverso valore a beneficio del R.O.S. e complicando a chi voglia saperne di più sulla efficienza globale il compito di identificare e separare i due valori usando le semplici tecniche precedentemente descritte.

Tutto ciò che il R.O.S. ci dice è il valore della impedenza totale di ingresso, ma se viene impiegato un sistema di accordo può anche non dirci molto.

Tocca quindi a noi cercare di identificare i corretti valori di resistenza di radiazione, resistenza di perdita di terra e resistenza di perdita da altre fonti.

Potremmo naturalmente accettare ciò che il costruttore ci dice e lasciar perdere tutti questi tediosi calcoli, spendendo tranquillamente una buona dose di denaro senza pensarci più, ma se ci soffermiamo a pensare che quel costruttore ha già cercato di nasconderci, come abbiamo visto, la verità circa l'altezza fisica di una antenna a mezz'onda, allora forse.....

Ricordiamoci che la parte utile di una antenna trappolata è quella fisicamente utilizzata su una data banda, ovvero la parte compresa tra il punto di alimentazione e la trappola relativa a tale banda: il resto dell'antenna al di sopra di tale trappola non serve minimamente!

Tali antenne trappolate verticali non sono necessariamente dei cattivi progetti. Sono semplicemente delle antenne poco efficienti, e lo stesso sarà vero anche di tutte le altre antenne verticali il cui progetto pretenda di ignorare le perdite legate alla terra.

Le affermazioni pubblicitarie relative ad "eccezionali performance a mezz'onda" ed altre amenità del genere lasciano ovviamente il tempo che trovano, alla luce di tali argomentazioni inconfutabili.

Un ultimo fatto curioso circa tale antenna che vale la pena di notare è che l'acquirente viene avvertito di NON tentare di aggiungere radiali a tale sistema, che verrebbe in tal modo disaccordato con conseguente incremento del R.O.S.

In base alla suddetta affermazione sembrerebbe che non ci sia altro modo di diminuire le perdite legate alla terra ed incrementare l'efficienza.

Ad alcuni sembrerebbe perlomeno strano ed un serio problema progettuale, soprattutto in un sistema che costa un occhio della testa.

Ma ad altri ciò non importerà affatto, almeno fino a quando grazie al ciclo solare favorevole potranno continuare a fare collegamenti sulle gamme al di sopra dei 20 metri.

Ma quando le bande alte saranno chiuse in virtù di un ciclo solare ormai ai livelli bassi, e l'efficienza dell'antenna avrà una importanza vitale per sconfiggere la competizione sulle bande dai 20 metri in basso, è certo che saranno costretti a considerare tale fattore, anche se sarà ormai troppo tardi.

Esaminiamo infine una verticale recentemente entrata a far parte della "famiglia" delle verticali a "mezz'onda senza-radiali".

Questa non è più alta di 3,70 metri ma incredibilmente, udite udite, raggiunge la "massima efficienza", almeno ciò promette il fabbricante (un GRANDE fabbricante di accessori per la stazione radio...), che fornisce insieme all'antenna una certa lunghezza di cavo coassiale a 50 ohm, affermando che "...una combinazione ottimale di cappello capacitivo e carica induttiva alle estremità porta ad un accordo perfetto con la linea a 50 ohm senza necessità di un accordatore che introduce perdite..."

Questa antenna è alimentata al centro, e il cavo coassiale fornito passa dentro la parte verticale inferiore dell'antenna fino al punto in cui si attacca alle due metà dell'antenna.

Oltre al radiatore verticale c'è un pezzo di tubo orizzontale di circa 1 metro variamente addobbato di bobine trappolate e cappelli capacitivi.

A prima vista sembrerebbe essere un singolo radiale risonante abbondantemente caricato di qualche strano genere, ma è probabilmente invece la parte inferiore di un elemento di dipolo piegato lateralmente per consentire al cavo coassiale di emergere dall'interno del pezzo verticale inferiore.

Proviamoci quindi, con la solita metodica, a dare una valutazione di questa "mezz'onda" frutto di una "rivoluzionaria tecnologia" che promette miracoli anche in questo caso.

Per una antenna alimentata al centro dovremo prendere in considerazione la metà della lunghezza totale del dipolo (circa 5 metri in questo caso), trovare la relativa resistenza di radiazione e quindi raddoppiarla.

Un radiatore verticale per i 40 metri di 2,5 metri di lunghezza sarà pari a circa 22° elettrici, con una resistenza di radiazione di appena 1.8 ohms.

Moltiplicato per 2 tale valore otterremo 3.6 ohms per l'intera antenna. Secondo il costruttore vi è un ottimo accordo per la linea coassiale a 50 ohms, quindi se ciò significa che il R.O.S. è uguale a 1:1, dovremmo quindi avere  $50 - 3.6 = 47.4$  ohms di resistenza di perdita.

E l'efficienza non sarà migliore di  $3.6/50 = 7.2\%$  !

Più che di efficienza di dovrà quindi parlare di INEFFICIENZA, altro che storie!

Però è anche vero che le nostre regole terrene forse non si applicano nel Mondo Dei Sogni a cui forse questi oggetti e le loro "performance" appartengono.

Questa antenna non lavora sui 30 metri, perciò consideriamo i 20 metri.

La lunghezza elettrica di ogni lato del dipolo è incrementato, ed è pari a circa 43.6° elettrici. Anche la resistenza di radiazione sarà maggiore, pari a 7.5 ohms moltiplicati per 2, ovvero circa 15 ohms.

La relativa efficienza sarà pari a  $15/50 = 30\%$  vale la pena di sottolineare che questo tipo di progetto non considera minimamente le perdite di terra, nè il costruttore ne fa minimamente menzione, evidentemente non ritenendole affatto un problema.

Anzi, egli ci dice ".....non sono mai richiesti nè terra nè radiali, perchè il sistema è talmente ben bilanciato che è stata radicalmente eliminata la necessità dei radiali, piani di terra ed altri contrappesi del genere.... non avrete quindi le perdite di terra che sono così comuni con le verticali a quarto d'onda....." Ah, no? Evidentemente questo fabbricante, esprimendo tali concetti, vuole far partecipi i suoi clienti di qualcosa che tutti hanno finora ignorato, e cioè che la terra in qualche maniera venga a sapere che tipo di antenna si trova sopra di essa, e regoli in accordo la sua conduttività variando la resistenza a valori ottimali...!!

Caro Lettore, se veramente riesci a credere anche a questo, allora puoi veramente credere a qualsiasi cosa ti venga raccontata, anche se da manicomio.....

Tornando all'antenna forse siamo stati anche un po' troppo generosi nei calcoli relativi ai 20 metri, in quanto probabilmente oltre i circuiti trappolati di accordo non scorre corrente su tale banda, quindi la lunghezza totale dell'antenna è probabilmente anche un po' inferiore a quella considerata, il che significa valori di resistenza di radiazione ed efficienza ancora più bassi. Ricordiamoci inoltre che l'Antenna Book predice il 25% di efficienza per un sistema a quarto d'onda reale con 2 radiali da 1/8 d'onda, che questa antenna non ha affatto.

Ma ciò sembra non importare.... alla reale prova di utilizzo, chi se ne accorgerebbe? Tanto il R.O.S. è sempre intorno ad 1:1.

Cosa si può dire dei 15 metri? Su questa banda la lunghezza totale del radiatore sembra essere di 110° gradi elettrici, ovvero 55° per la metà dell'antenna, il che significa una resistenza di radiazione di 11 ohms, ovvero 22 ohms per l'intera antenna.

L'efficienza è presto calcolata:  $22/50 = 44\%$

Sui 10 metri la lunghezza totale effettiva è quasi pari ad una mezz'onda, essendo di 148° elettrici. Ciò significa 74° per lato, con una resistenza di radiazione di 20 ohms, che moltiplicato per 2 porta quindi a 40 ohms per l'intera antenna.

Qui l'efficienza sarà del  $40/50 = 80\%$ .

Naturalmente che tali valori esistano realmente dipenderà soprattutto dalle perdite legate alla terra. Anche questa antenna, come le altre, pretende di essere "indipendente dalla terra", che in parole povere starebbe a significare che nessuna di tali antenne richiede una connessione alla terra di alcun tipo per operare con basso R.O.S..

Il che significherebbe anche doverle porre molto, molto in alto.

Però guarda caso nessuna antenna HF appartenente al mondo della realtà può essere piazzata talmente in alto da essere totalmente immune dalle perdite della terra (e qualsiasi tipo di terra porta con sé qualche sorta di perdita, specialmente se non vengono poste in essere delle misure atte a compensarle, tipo un sistema di radiali).

La propaganda anti-radiali ha raggiunto negli ultimi anni vertici clamorosi, fino al punto di demonizzarli al punto da definirli "inutili", "antiestetici" o "non convenienti", a seconda della teoria portata a supporto dei progetti di verticali "senza radiali".

L'assunzione di base, anche se non citata apertamente, che si cela dietro le antenne verticali cosiddette a "mezz'onda senza radiali", è probabilmente quella secondo la quale le verticali irradiano ugualmente male in tutte le direzioni, quindi perchè preoccuparsi dell'efficienza?

Un filo di logica qui potrebbe anche esserci, in quanto i fabbricanti negli ultimi vent'anni non hanno fatto altro che reclamizzare alcune antenne con lo slogan "lavora con o senza radiali di terra", quindi è entrato quasi nella logica comune il ritenere che i radiali non siano granchè necessari.

Qualche radioamatore ha anche pensato di compensare tali deficienze di efficienza di queste "mezz'onde" o altro "senza- radiali" aumentando la potenza con amplificatori lineari di un certo calibro, fino a che non si è trovato a competere nel tentativo di collegare una stazione DX con un altro radioamatore senza lineare con la sua brava antenna a quarto d'onda, alla base della quale questi ha installato, con spesa infinitamente minore, un cospicuo numero di radiali, ed ha magari collegato la stazione DX ben prima di lui passando sul suo segnale.....

Scoperto il "segreto", ha quindi a sua volta tentato di installare radiali per aumentare l'efficienza della sua "rivoluzionaria" antenna "perfettamente bilanciata", solo per scoprire con amarezza che i radiali disaccordavano la sua antenna rendendola inutilizzabile.....

Vorrei concludere affermando di essere completamente d'accordo con l'amico John, ON4UN, che nella sua edizione 1994 del libro LOW BAND DXing afferma che non è vero che una verticale richiede poco spazio al contrario!

Una verticale di spazio ne richiede tantissimo tutt'intorno alla base, per poter installare quel cospicuo numero di radiali di cui si è tanto parlato finora, grazie ai quali l'antenna avrà quell'efficienza elevata che ne giustifichi l'installazione, soprattutto se il fine ultimo è quello di ottimizzare il collegamento DX che richiede i bassi angoli di radiazione della verticale.

Se poi invece si vogliono fare solo collegamenti a breve distanza, allora il classico dipolino, anche basso, con il suo alto angolo di radiazione, può servire allo scopo... ma questa è un'altra storia, e ne parleremo un'altra volta.

## **BIBLIOGRAFIA**

- The ARRL Antenna Book - Varie edizioni by ARRL
- Low Band DXing - By John Devoldere, ON4UN - Ed.1994