

## A che distanza dal tetto vanno montate le antenne?

consigli per un'installazione a regola d'arte delle antenne a polarizzazione orizzontale

**A**BITATE in un condominio di sei piani ma avete il dubbio che l'antenna montata sulla vostra casa sia troppo vicina al tetto?

Vi piacerebbe sapere qual è l'altezza ottimale e scoprire, magari, di poter migliorare il vostro sistema anche di 5-6 dB?

O, ancora, avete la fortuna di abitare in campagna e non sapete se è la stessa cosa usare un traliccio di 20 metri che parte dal giardino o uno di 10 che parte dal tetto?

Leggete le prossime righe e scoprirete che non sempre è necessario ricorrere ad un'antenna più grande per farsi sentire meglio...

Il lavoro che sto per presentarvi è l'approfondimento di un articolo che ho avuto il piacere di vedere pubblicato su Radio Rivista 11/95.

Tutti sapete, infatti, che un'antenna HF posta a 30m dal suolo funziona meglio di una a 10m... Bene, l'articolo spiegava un modo molto semplice per calcolare il guadagno aggiuntivo di un'antenna in funzione della sua altezza rispetto al suolo e della sua polarizzazione.

Chi lo ha letto ha scoperto che, in alcune situazioni, è possibile migliorare il guadagno anche di 10/11 dB semplicemente variando la polarizzazione o l'altezza dell'antenna.

Mi hanno scritto in molti spingendomi a svilupparne meglio alcuni punti; durante il

lavoro ho portato anche qualche piccola correzione alle approssimazioni operate nelle formule, in maniera da avere dati più precisi e vicini alla realtà.

Soprattutto, però, sono riuscito a sviluppare un modello che tenga conto anche della presenza del tetto al di sotto dell'antenna.

Quanto influisce sulle prestazioni finali la presenza di un palazzo al di sotto dell'antenna?

Un traliccio che parte dal tetto va bene quanto uno che parte da terra?

Curiosi, eh?

Leggete le prossime righe, non è esclusa qualche sorpresa interessante...

### Guadagno in presenza di terreno o di geometrie più complesse L'effetto tetto

Lo sapete benissimo: il guadagno di un'antenna dipende dall'altezza a cui è posta e dalla presenza di eventuali "oggetti estranei" nelle immediate vicinanze, tetto compreso.

Purtroppo, però, il guadagno che ci dichiara il costruttore (a volte barando spudoratamente) è sempre riferito allo spazio libero: non potrebbe essere diversamente.

Quindi, siccome nessuno di noi abita in una stazione orbitante, si pone il problema di ricavare l'effettivo guadagno che la nostra antenna presenta quando è montata in

una situazione reale, e cioè in presenza di terreno e di altri elementi che possono essere non trascurabili (come il tetto di casa).

A noi, infatti, non interessa il guadagno nello spazio libero, che è un dato puramente teorico, ma il guadagno della nostra antenna, montata così com'è.

Il calcolo esatto è molto complicato ma, lavorando con un po' di formule e con qualche piccola approssimazione, è possibile mettere le cose in maniera da rendere tutto più semplice:

$$G_{\text{effettivo}} = G_{\text{spazio libero}} + G_{\text{addizionale}}$$

Il guadagno nella situazione reale, che noi chiameremo  $G_{\text{effettivo}}$  può essere calcolato sommando al guadagno nello spazio libero il **guadagno addizionale**. Quest'ultimo è diagrammato nelle figure 1.A ... 1.E e, ovviamente, dipende dall'altezza dell'antenna da terra e dalla sua distanza dal tetto oltre, ovviamente, che dall'estensione di quest'ultimo.

Vediamo di dare un'interpretazione ai dati ricavati.

Diamo uno sguardo alla figura 1.A: questa ci fornisce il guadagno addizionale per un'antenna a polarizzazione orizzontale montata su un traliccio che parte da terra.

Cosa ci dice? Qualcosa che sospettavamo: più l'antenna è alta e meglio funziona (beh, non credo sia una gran novità).

Se per esempio montiamo un dipolo a 0.5 lambda d'altezza questo avrà:

$$G_{\text{effettivo}} = 0 \text{ dBd} - 2 \text{ dB} = -2 \text{ dBd}$$

Proviamo ad alzarlo fino ad  $h_{\text{tot}} = 1 \text{ lambda}$  e si ha:

$$G_{\text{effettivo}} = 0 \text{ dBd} + 3.2 \text{ dB} = 3.2 \text{ dBd}$$

C'è, comunque, un'altezza oltre la quale le prestazioni tendono a peggiorare (a meno che non si usino antenne accoppiate), in perfetto accordo con quanto osservato da alcuni contest team americani.

Questi danarosi signori, infatti, hanno preso un bel malloppo di dollari, hanno alzato tralicci di 50-60m e ci hanno messo in cima le loro monobande per i 10, 15 e 20.

Bello.

Peccato si siano accorti che avevano segnali molto più forti dalle antenne montate

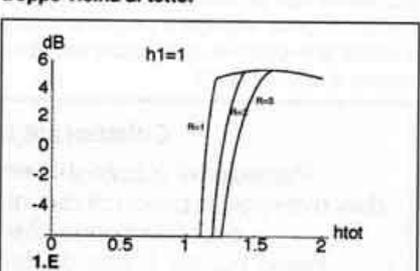
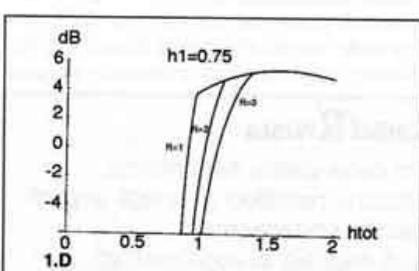
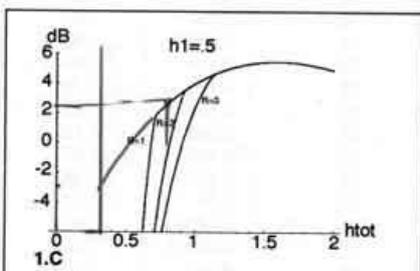
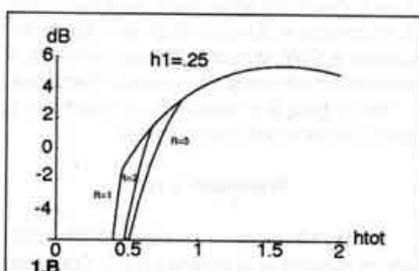
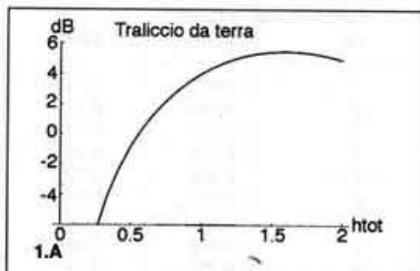


Fig.1.A ... 1.E: Guadagno addizionale per un'antenna a polarizzazione orizzontale: notare come le prestazioni peggiorano se l'antenna è troppo vicina al tetto.

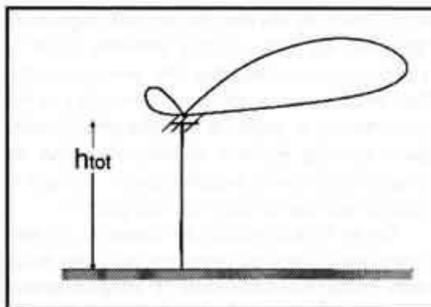


Fig. 2.A: traliccio che parte da terra.

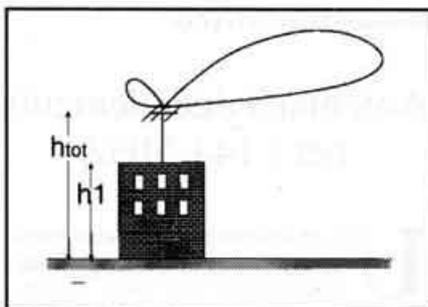


Fig 2.B: h\_tot è la stessa ma il traliccio parte da un tetto da cui l'antenna è sufficientemente distanziata.

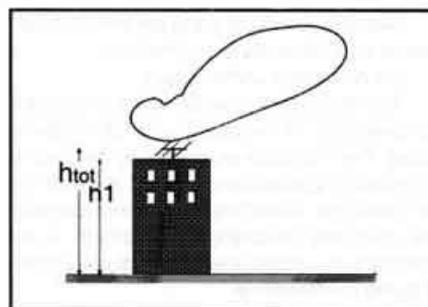


Fig 2.C: h\_tot non è variata ma l'antenna è troppo vicina al tetto.

su tralicci più bassi. Ci pensate alla faccia che avranno fatto?

Tanti mezzi e poco cervello: è triste pensare che riscuotano tanta ammirazione da parte di qualcuno.

Fin qui tutto chiaro. Cosa succede, però, se il traliccio su cui è montata l'antenna non parte da terra ma dal tetto del nostro palazzo?

Cos'è che conta: l'altezza dell'antenna rispetto al terreno o rispetto al tetto?

Nei grafici delle figg. 1.B ... 1.E sono stati riportati i valori di  $G_{\text{addizionale}}$  nel caso la nostra antenna sia montata su di un tetto:  $h_1$  è l'altezza del palazzo,  $h_{\text{tot}}$  è l'altezza dell'antenna rispetto al suolo ed  $R$  è il raggio del tetto (supposto circolare).

La conclusione che si riesce a ricavare da tali grafici è abbastanza semplice: **l'altezza che conta per determinare le prestazioni dell'antenna è quella rispetto al terreno (altezza del traliccio + quella del palazzo) purché vengano rispettate alcune condizioni.** L'antenna, cioè, deve essere montata ad una certa distanza dal tetto: tale distanza varia a seconda dell'estensione e dell'altezza del tetto rispetto al suolo.

In pratica si ha una specie di "effetto soglia": al di sopra dell'altezza critica l'antenna non "vede" il palazzo mentre al di sotto si ha un forte scadimento delle prestazioni.

L'altezza di soglia, come c'è d'aspettarsi, dipende dalla grandezza del tetto: più il tetto è grande e più abbiamo bisogno di allontanare l'antenna perché questa non ne risenta gli effetti.

Le figure 2.A ... 2.C illustrano la situazione.

In 2.A è mostrata un' antenna su di un traliccio che parte da terra; l'altezza è sufficiente: il lobo principale punta verso angoli prossimi all'orizzonte (da cui provengono buona parte dei segnali DX) e l'antenna concentra buona parte della potenza irradiata dove serve.

In 2.B l'altezza dell'antenna rispetto al suolo non è cambiata, l'unica differenza è che il traliccio parte dal tetto di una casa. Il tetto, però, è abbastanza distante dall'antenna: il diagramma di irradiazione ne risulta (quasi) inalterato (per angoli prossimi all'orizzonte).

In 2.C l'altezza dell'antenna rispetto al suolo è ancora la stessa. Stavolta, però, il tetto è troppo vicino all'antenna. Il risultato è che il diagramma di irradiazione ne risulta profondamente influenzato e le prestazioni dell'antenna sono più prossime a quelle di un'antenna bassa in cui buona parte della potenza è concentrata lontano dall'orizzonte, dove non serve (per il traffico DX).

Facciamo un esempio numerico:

Vogliamo montare la nostra nuova 3 elementi per i 14 MHz sul tetto del nostro condominio di sei piani. Il tetto ha la forma di un cerchio il cui raggio è 30m e per la 3 elementi

$$G_{\text{spazio libero}} = 5.5 \text{ dBd}$$

Supponiamo di cedere alla tentazione di usare un traliccio alto soli 3 m per reggere la nostra direttiva (un mio amico ha usato un palo di 60cm).

Andiamo a guardare i grafici di figura 1.E ( $h_1 = 1 \text{ lambda} = 20$  metri,  $R = 1.5 \text{ lambda} = 30$  metri e  $h_{\text{tot}} = 1.15 \text{ lambda} = 23$  m) e ci accorgiamo che:

$$G_{\text{addizionale}} = -6 \text{ dB}$$

Il conto è fatto:

$$G_{\text{effettivo}} = 5.5 \text{ dBd} - 6 \text{ dB} = -0.5 \text{ dBd}$$

Proviamo, adesso, ad usare un traliccio alto  $h_2 = 8$  metri: uno sguardo ai grafici e si ricava

$$G_{\text{addizionale}} = 5 \text{ dB}$$

$$G_{\text{effettivo}} = 5.5 \text{ dBd} + 5 \text{ dB} = 10.5 \text{ dBd}$$

situazione nettamente migliore di quella precedente.

Non avete capito male: siete riusciti a migliorare le prestazioni del vostro sistema di 11dB!

Questo è tutto.

Se non siete interessati a come funzionano le cose e al perché dell'andamento dei grafici che vi ho presentato potete fermarvi qui: adesso siete in grado di valutare la bontà di un'installazione HF a polarizzazione orizzontale e di decidere al meglio tra più alternative.

## Uno sguardo alla meccanica del problema

Sicuramente avrete sentito dire che un' antenna a polarizzazione orizzontale ha bisogno di essere montata ad una certa altezza:

non solo per essere libera da ostacoli, ma anche per avere un lobo di irradiazione sufficientemente basso da poter irradiare bene ad angoli prossimi all'orizzonte; sono questi, infatti, gli angoli da cui arriva la maggior parte dei segnali DX. Chi si interessa di antenne HF lo sa benissimo.

Meglio la nostra antenna irradia in queste direzioni e meglio ci faremo sentire dal nostro corrispondente.

Purtroppo, però, per gli angoli prossimi all'orizzonte, il diagramma di irradiazione del nostro sistema è fortemente dipendente dall'altezza a cui è montata l'antenna: capirete, quindi, come le prestazioni del nostro sistema siano notevolmente influenzate dall'altezza dell'antenna.

Se l' antenna è montata bassa il suo lobo principale sarà diretto troppo in alto, l'antenna, così, irradia male per angoli prossimi all'orizzonte: in pratica concentra la maggior parte della potenza irradiata dove non serve.

All'aumentare dell'altezza dell'antenna il lobo principale si abbassa e la percentuale di potenza irradiata verso angoli prossimi all'orizzonte aumenta, migliorandone le prestazioni.

Se, adesso, si viene a complicare la geometria del problema aggiungendo un cilindro di dielettrico al di sotto dell'antenna (niente paura... è il palazzo), il discorso, in linea di principio, non cambia.

Ciò che succede è che i diagrammi di irradiazione si "sporciano" e che la situazione non è descrivibile con la stessa semplicità, ma l'efficacia del sistema radiante resta ancora valutabile con la quantità di potenza trasmessa verso gli angoli di propagazione più probabili.

Per ottenere i grafici, quindi, ho trovato un'espressione dei diagrammi di irradiazione in funzione dei vari parametri. Ho così ricavato il guadagno medio per gli angoli di interesse nelle varie situazioni.

Nel caso di traliccio che parte da terra il calcolo dei diagrammi è abbastanza semplice: è possibile approssimare il terreno come un perfetto conduttore e utilizzare il teorema delle immagini. Qualche calcoletto per semplificare il fattore di array e il gioco è fatto. Chi fosse interessato alla parte matematica può dare un'occhiata a RR 11/95.

