

LE ANTENNE PER RADIOAMATORI

Tipologie, funzionamento, alimentazione, diagrammi di radiazione e applicazioni pratiche

Obiettivi e filo conduttore

- Riconoscere le principali famiglie di antenne.
- Capire il ruolo di frequenza, dimensioni, altezza e terreno.
- Collegare impedenza, ROS, linea, adattamento e rendimento.
- Confrontare omnidirezionali e direttive.
- Scegliere una soluzione in base a spazio e obiettivo operativo.

Idea guida

Non esiste un’antenna migliore in assoluto: esiste un sistema adatto allo scopo.

Metodo

Fisica essenziale → famiglie di antenne → alimentazione → propagazione → scelta pratica.

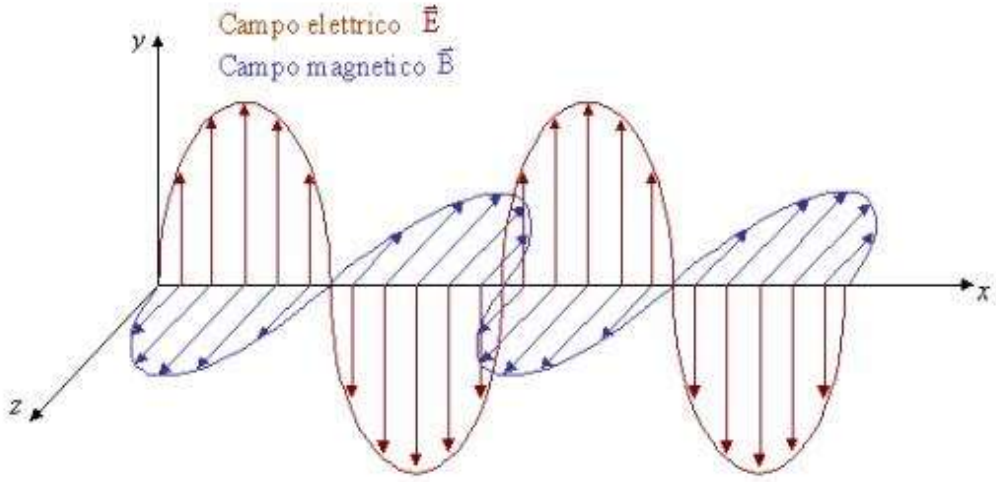
Che cos'è un'antenna?

Le antenne sono TRASDUTTORI: dispositivi in grado di convertire un segnale elettrico in onde elettromagnetiche (campi elettromagnetici) ed irradiarle nello spazio circostante o viceversa

Un campo elettromagnetico è composto da un campo elettrico e da un campo magnetico che si propagano su piani tra loro perpendicolari

Trasforma energia elettrica guidata in onda elettromagnetica e, in ricezione, fa l'inverso.

- In TX: correnti e tensioni RF generano campi elettrici e campi magnetici.
- In RX: l'onda induce tensione e corrente ai terminali.
- Geometria, frequenza e ambiente determinano il comportamento.



Come fa l'antenna a generare le onde elettromagnetiche?

- La corrente alternata a frequenza radio (RF) generata dal Trasmettitore viene applicata all'antenna

- La continua variabilità alla frequenza data della corrente elettrica, determina una continua variazione del campo magnetico e del campo elettrico

- Tale variazione genera un'onda detta appunto elettromagnetica.

Frequenza e lunghezza d’onda

$\lambda = c / f \approx 300 / f(MHz)$ [metri]

7 MHz

$\lambda \approx 42{,}9$ m
$\frac{1}{2}\lambda \approx 21{,}4$ m

14 MHz

$\lambda \approx 21{,}4$ m
$\frac{1}{2}\lambda \approx 10{,}7$ m

144 MHz

$\lambda \approx 2{,}08$ m
$\frac{1}{2}\lambda \approx 1{,}04$ m

La dimensione elettrica è il rapporto tra dimensione fisica e λ.

Distribuzione di corrente nel dipolo



Nel dipolo a ½λ la corrente è massima verso il centro e tende a zero alle estremità. La tensione è massima agli estremi.

Centro

Corrente alta • tensione relativamente bassa

Estremità

Corrente bassa • tensione alta

Conseguenza

L’impedenza dipende dal punto di alimentazione

¼λ, ½λ, ⅝λ e lunghezza elettrica

¼λ

Monopolo / verticale

½λ

Dipolo / EFHW

⅝λ

Verticale

n·λ

Più lobi e maggiore complessità

La lunghezza elettrica è influenzata anche da diametro del conduttore, isolanti, altezza e oggetti vicini.

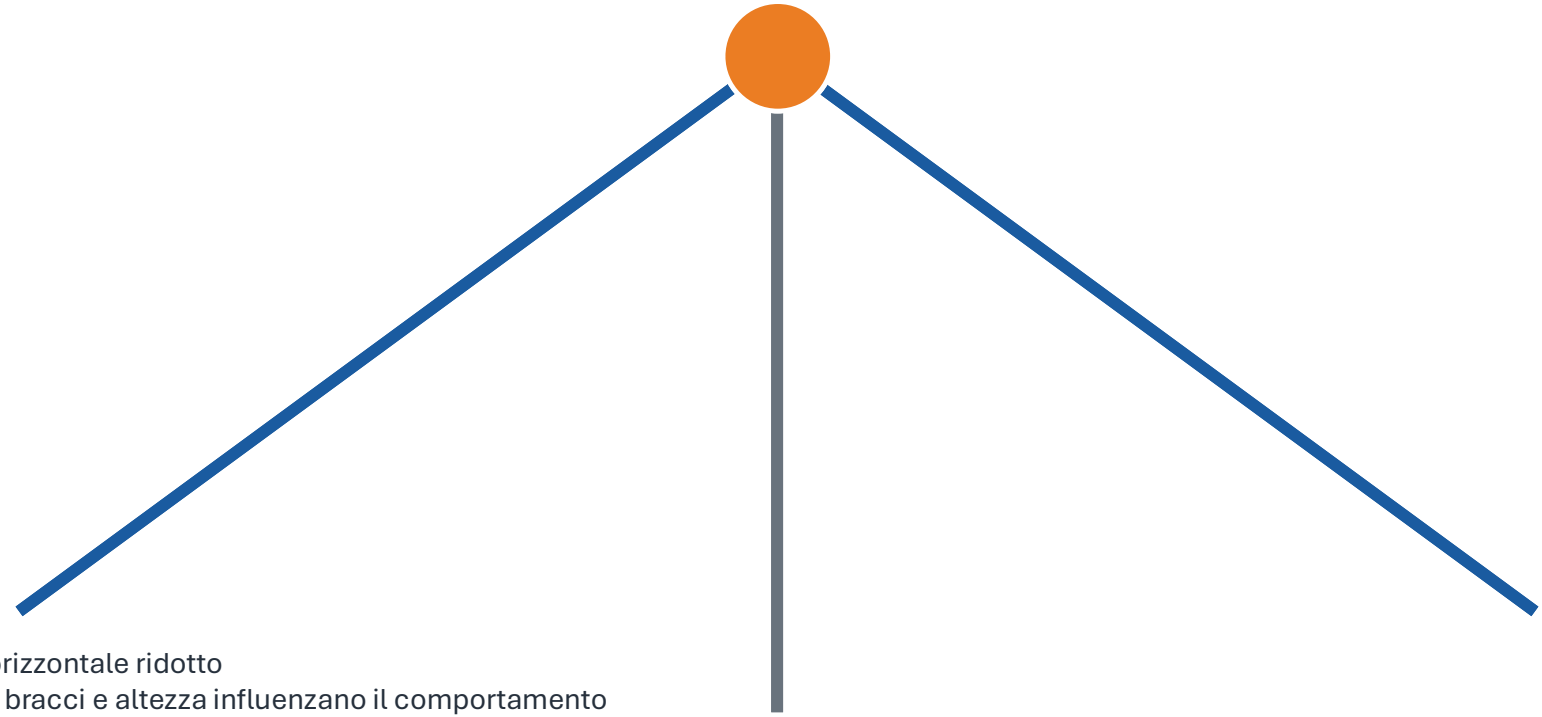
Dipolo a ½ onda

L ≈ 143 / f(MHz) metri (valore pratico iniziale)



- Alimentazione centrale bilanciata
- Polarizzazione legata all’orientamento
- Altezza e terreno modificano impedenza e diagramma

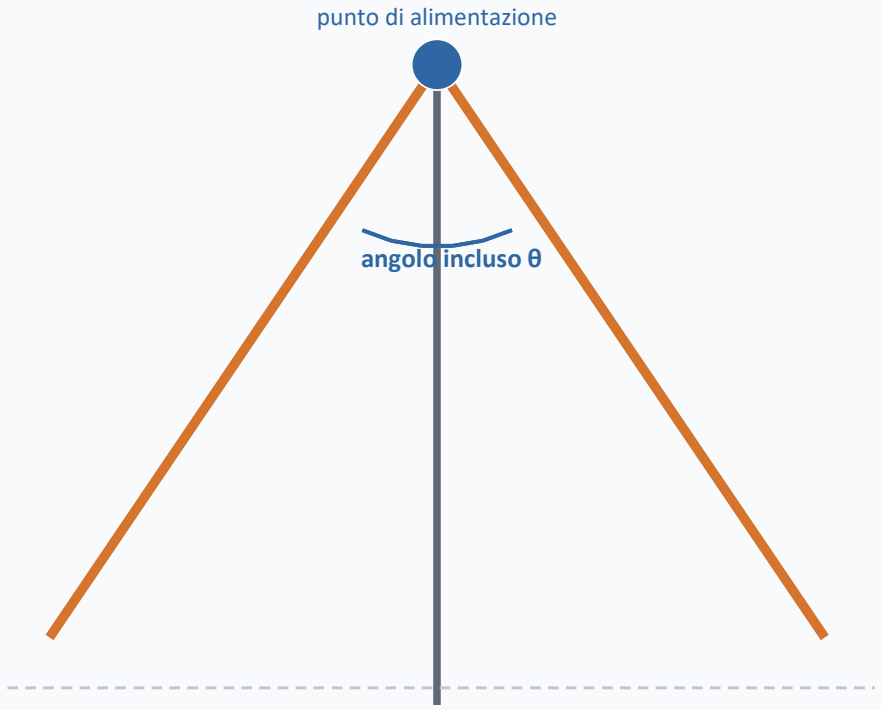
Inverted-V



- Ingombro orizzontale ridotto
- Angolo fra i bracci e altezza influenzano il comportamento
- Soluzione pratica per HF

Dipolo a V invertita

La stessa antenna λ/2 del dipolo, ma con i due bracci inclinati verso il basso



Variazione geometrica

Il dipolo classico è rettilineo (180°). Nella V invertita i due bracci formano un angolo θ, mantenendo la stessa lunghezza elettrica complessiva.

Effetto dell'angolo sull'impedenza

Riducendo l'angolo θ, l'impedenza al punto di alimentazione tende generalmente a diminuire. Il valore reale dipende anche da altezza, terreno, diametro del filo e ambiente. Per θ ≈ 90° un dipolo a V può risultare vicino ai 50 Ω, ma va sempre verificato nella propria installazione.

Vantaggi pratici

- Un solo punto alto: montaggio semplice su palo o albero.
- Richiede meno spazio orizzontale del dipolo rettilineo.
- Buona soluzione per stazioni domestiche e portatili.
- Può essere alimentato direttamente con coassiale da 50 Ω quando l'impedenza risulta compatibile.
- La geometria inclinata tende a rendere il comportamento in azimut più uniforme rispetto al dipolo orizzontale.

Nota: non esiste un'unica impedenza della V invertita; la geometria e l'installazione determinano il valore effettivo.

Dipolo a V invertita: radiazione e installazione

Diagramma qualitativo e confronto con il dipolo orizzontale

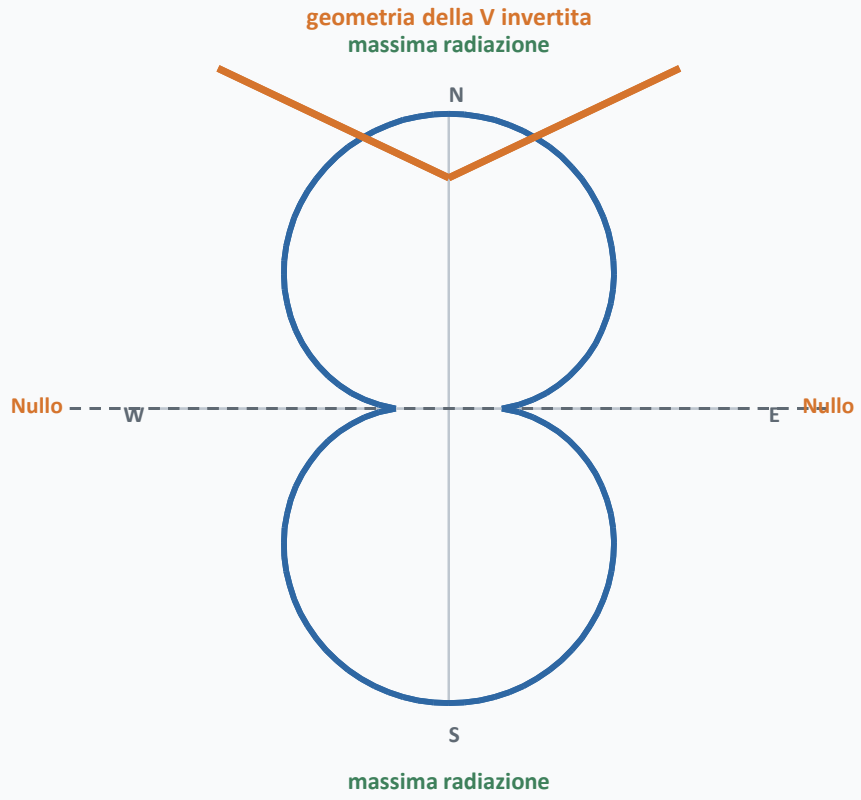


Diagramma qualitativo: l'inclinazione dei bracci
e il terreno modificano forma e direzione dei lobi.

Lobi di radiazione

In prima approssimazione conserva il carattere bidirezionale del dipolo. Con i bracci inclinati il campo vicino e il terreno modificano il diagramma; in azimut il pattern può risultare più uniforme rispetto al dipolo perfettamente orizzontale.

Altezza e angolo

L'altezza del punto di alimentazione e l'angolo θ sono determinanti. Bracci molto vicini alla verticale e installazioni basse possono aumentare l'interazione con il terreno e cambiare sensibilmente l'impedenza e i lobi.

Adattamento e uso

Per un dipolo a V destinato a una singola banda si ricerca il punto di risonanza regolando la lunghezza dei bracci. Se l'impedenza è prossima a 50 Ω, il collegamento è diretto con coassiale 50 Ω; altrimenti si può usare un adattamento. Un choke 1:1 sul coassiale aiuta a limitare le correnti di modo comune.

Dipolo HF a V diritta

Vertice basso, bracci verso l’alto

Che cosa mostra il confronto modellato con la V rovesciata (**L.B. Cebik W4RNL)**

RISULTATO CHIAVE

Più guadagno di picco nel modello, ma a un angolo di radiazione più alto: una configurazione più orientata all’NVIS che al DX.

NVIS = propagazione a incidenza quasi verticale

Fonte: L. B. Cebik, “A Potpourri of Bent Dipoles” · modelli sui 40 m

Impedenza: le V cambiano meno con l’altezza

Valori al punto di alimentazione nel modello sui 40 m, vicino alla risonanza a 7,15 MHz

88 Ω

Dipolo diritto

55 Ω

V rovesciata

46 Ω

V diritta

Cosa conclude l’autore

Nel confronto modellato, le configurazioni a V e a L hanno un’impedenza meno sensibile ai cambiamenti di altezza rispetto al dipolo diritto, soprattutto tra 0,25 e 1 λ. Avvicinando l’antenna al terreno, l’impedenza tende comunque a diminuire.

Fonte: L. B. Cebik, “A Potpourri of Bent Dipoles” · modelli sui 40 m

Guadagno e angolo: il compromesso decisivo

V DIRITTA | UPRIGHT-V

Picco di guadagno maggiore

Il massimo di radiazione si trova a un angolo sensibilmente più alto.

Candidata per NVIS

V ROVESCIATA | INVERTED-V

Angolo massimo più basso

Nel confronto dell'autore, la V diritta risulta più debole per la maggior parte dei collegamenti a salto.

Più indicata per molti percorsi DX

Non è una vittoria assoluta: la V diritta privilegia gli angoli alti, utili per collegamenti regionali via NVIS; il DX tende a richiedere radiazione a angoli più bassi.

Fonte: L. B. Cebik, "A Potpourri of Bent Dipoles" · modelli sui 40 m

Quando ha senso scegliere la V diritta?

Una scelta da valutare per NVIS e spazi stretti

NVIS / collegamenti regionali

L’angolo alto è il suo punto di forza quando serve irradiare verso l’alto.

DX / collegamenti a salto

Per la maggior parte dei percorsi DX, l’angolo più alto può penalizzare rispetto alla V rovesciata.

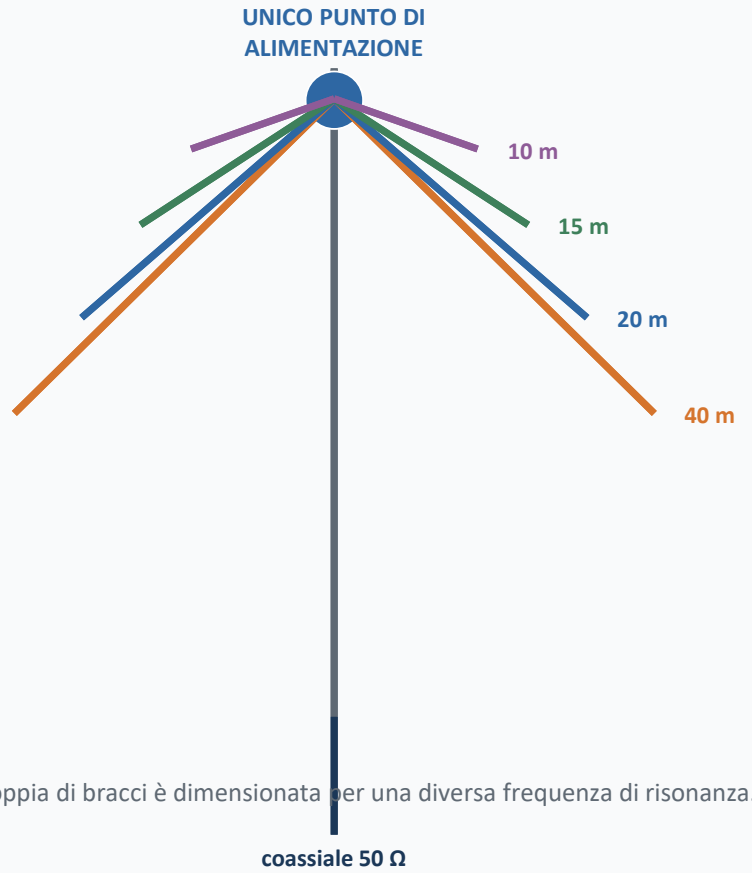
Ingombro del modello a 40 m

Cebik stima circa 21 m tra i supporti per il dipolo diritto e 15 m per la V diritta, con altezza massima dei fili fissata a 15 m.

Fonte: L. B. Cebik, “A Potpourri of Bent Dipoles” · modelli sui 40 m

Dipolo a ventaglio (Fan Dipole)

Più dipoli risonanti, bande diverse, ma un solo punto di alimentazione



Ogni coppia di bracci è dimensionata per una diversa frequenza di risonanza.

Principio di funzionamento

I dipoli sono collegati tutti allo stesso punto centrale. Ciascuna coppia di bracci è dimensionata per essere risonante su una determinata banda.

Un solo punto di alimentazione

Un unico cavo coassiale raggiunge il centro del ventaglio. Sulla singola banda, la corrente si distribuisce soprattutto sull'elemento più vicino alla risonanza.

Interazione tra gli elementi

Gli elementi sono conduttori vicini e quindi si influenzano reciprocamente. La presenza degli altri fili può spostare la frequenza di risonanza e modificare l'impedenza.

Taratura

Dopo il montaggio definitivo si rifinisce la lunghezza degli elementi misurando il ROS.

Fan Dipole: vantaggi, limiti e confronto

Una soluzione multibanda semplice e diretta

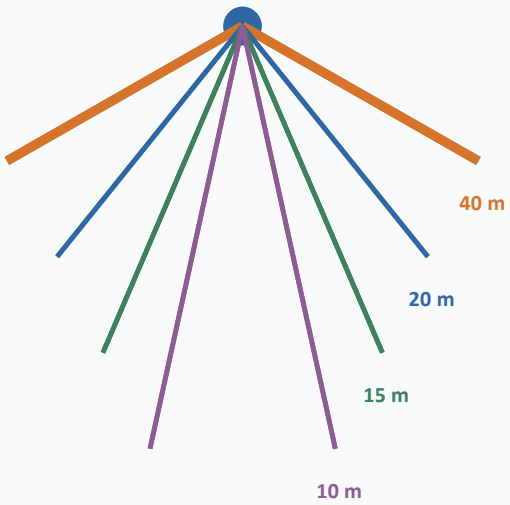
Vantaggi

- Un solo punto di alimentazione e un solo coassiale.
- Più bande risonanti senza accordatore, se ben progettato.
- Struttura semplice e poco costosa.
- Nessuna linea bifilare lunga come nella G5RV.
- Nessun trasformatore ad alta impedenza come nell'EFHW.

Svantaggi

- Occupa più spazio di un singolo dipolo.
- Gli elementi devono essere separati fisicamente.
- L'interazione rende il calcolo iniziale solo un punto di partenza.
- Le risonanze possono spostarsi dopo il montaggio.

Cosa succede sulle diverse bande?



Esempio: sui 40 m l'elemento da 40 m è quello maggiormente coinvolto.

Fan Dipole vs G5RV

Fan Dipole: più elementi risonanti e alimentazione diretta a 50 Ω quando l'impedenza lo consente.
G5RV: una sola struttura multibanda con linea di discesa/adattamento e spesso accordatore.

Fan Dipole vs EFHW

Fan Dipole: nessun trasformatore 49:1/64:1 e ogni banda ha il proprio elemento risonante.
EFHW: un solo filo principale e un trasformatore ad alta impedenza, con risonanze su più bande.

Adattamento e taratura

Il centro può essere collegato direttamente al coassiale se l'impedenza è compatibile. Altrimenti si può usare un adattamento. La taratura va eseguita una banda alla volta.

Choke 1:1

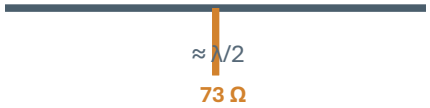
Consigliato sul coassiale per limitare correnti di modo comune.

Dipolo filare ripiegato

Una variante del dipolo λ/2: due conduttori paralleli collegati alle estremità

Come è fatto

Dipolo classico λ/2



Dipolo ripiegato λ/2



I due conduttori sono paralleli e collegati alle estremità: il sistema è bilanciato e forma un percorso conduttivo chiuso.

Vantaggi e svantaggi rispetto al dipolo classico

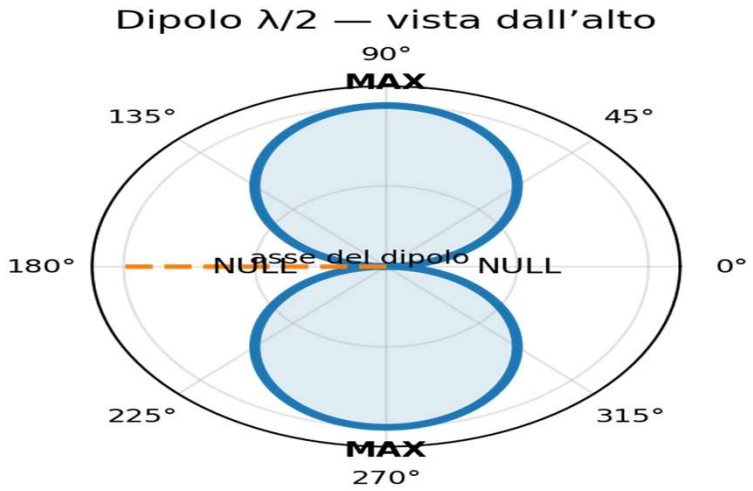
✓ Impedenza più elevata: tipicamente ≈ 300 Ω con conduttori uguali → agevole con linea bilanciata o trasformatore.
✓ Maggiore robustezza meccanica: i due fili si sostengono reciprocamente.
✓ Banda spesso più ampia del dipolo a filo sottile, a parità di condizioni.
✓ Può essere più tollerante ai disturbi elettrici locali rispetto a un dipolo aperto.

✗ Richiede più materiale e una struttura a due fili.
✗ L'adattamento a 50 Ω non è diretto: spesso serve un trasformatore 4:1 / 6:1 o un accordatore.
✗ Il vantaggio di "silenziosità" non è garantito: modo comune sul coassiale, altezza, terreno e sorgenti di rumore restano determinanti.

Radiazione, ricezione e adattamento

Il diagramma di radiazione resta quello tipico del dipolo λ/2

Lobi di radiazione — vista dall'alto



Massimo irraggiamento broadside (perpendicolare al filo)

• Nulli profondi lungo l'asse del dipolo

Adattamento

RTX 50 Ω — **6:1 ≈ 300 Ω** — **Dipolo ripiegato**

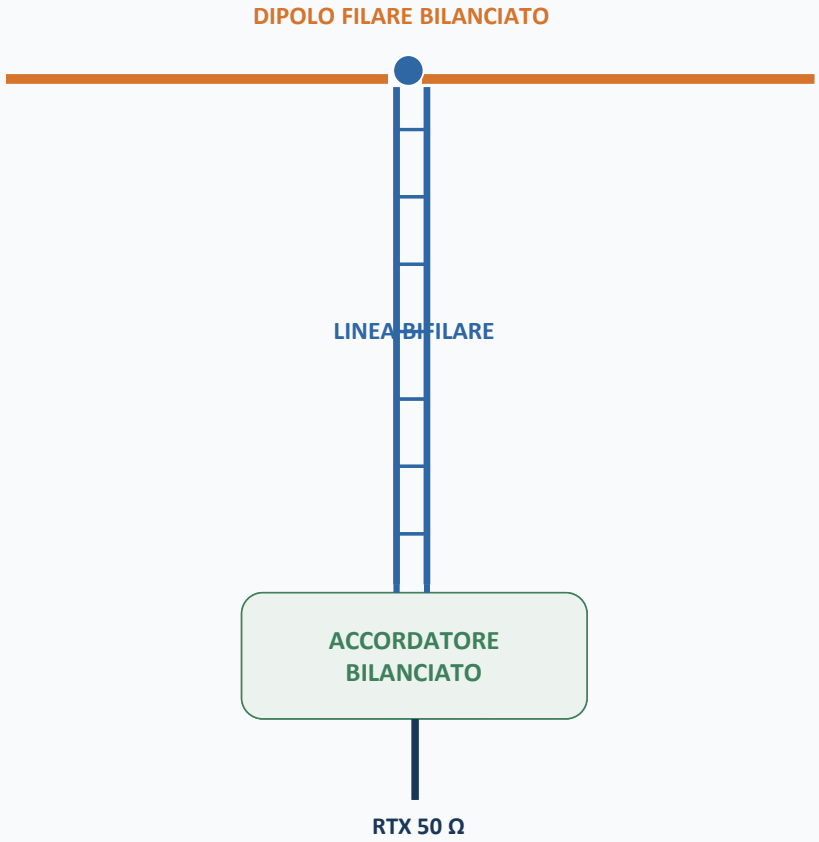
Per 50 Ω, un 6:1 è coerente con ≈300 Ω; un 4:1 è indicato quando l'impedenza reale del dipolo è vicina a 200 Ω. Un accordatore può compensare differenze residue.

Ricezione: perché può risultare "silenzioso"

• La struttura chiusa può ridurre, in alcune installazioni, la captazione di parte del rumore elettrico locale.
• È un effetto di modo comune/ambiente: non significa che tutte le antenne chiuse siano sempre più silenziose.
• Un choke 1:1 sul coassiale è utile per limitare correnti di modo comune e preservare il diagramma.

Dipolo Doublet

Struttura e principio di funzionamento



Che cos'è

Un Doublet è un dipolo bilanciato alimentato al centro con una linea bifilare. I due bracci sono simmetrici rispetto al punto di alimentazione.

Perché la linea bifilare?

Porta energia RF all'accordatore mantenendo una struttura bilanciata. Può presentare perdite molto contenute anche quando il ROS sulla linea è elevato, se la linea è di buona qualità e correttamente installata.

Catena di alimentazione

RTX 50 Ω → accordatore bilanciato → linea bifilare → Doublet. L'accordatore adatta l'impedenza variabile della linea ai 50 Ω del ricetrasmettitore.

Idea chiave

La linea bifilare è parte integrante del sistema di adattamento.

Doublet 80–10 m: come si sceglie la lunghezza

Si parte dalla banda più bassa e si lascia all'accordatore il compito di adattare le altre bande

Formula pratica per un dipolo λ/2

L ≈ 143 / f(MHz) [metri]

La formula fornisce la lunghezza totale del dipolo; poi si divide circa a metà per ottenere i due bracci.

1 — Banda di riferimento

Per coprire dagli 80 m ai 10 m si parte dagli 80 m, cioè dalla frequenza più bassa: circa 3,5 MHz.

2 — Calcolo

L ≈ 143 / 3,5 = 40,85 m totali.
≈ 20,425 m per ciascun braccio.

3 — Uso multibanda

Lo stesso filo diventa elettricamente più lungo alle frequenze superiori. Le impedenze cambiano; la linea bifilare + accordatore permettono di adattarlo.

Nota importante

40,85 m è un riferimento iniziale, non una misura obbligatoria: altezza, diametro del filo, terreno, oggetti vicini e lunghezza della linea possono modificare l'impedenza e il comportamento.

Doublet: SWR sulla linea e adattamento

Perché un ROS elevato sulla bifilare non equivale automaticamente a grandi perdite

Linea bifilare: impedenza e onde stazionarie



bassa alta media molto alta variabile

Il ROS può essere elevato perché la linea lavora lontano dalla sua impedenza caratteristica. In una bifilare a basse perdite, però, questo non significa automaticamente che la potenza venga dissipata.

Confronto qualitativo

Bifilare di buona qualità → perdite generalmente contenute.
Coassiale → a SWR elevato le perdite possono aumentare sensibilmente, soprattutto su linee lunghe e alle frequenze più alte.

Accordatore bilanciato

È la soluzione più coerente con la Doublet. Trasforma l'impedenza complessa presente all'ingresso della linea nel valore compatibile con i 50 Ω del ricetrasmettitore.

SWR sulla bifilare ≠ SWR al RTX

L'accordatore può far vedere al RTX un ROS basso anche quando sulla linea sono presenti onde stazionarie elevate. La linea deve però essere idonea alle tensioni e correnti presenti.

Installazione

La bifilare deve essere mantenuta lontana da metallo, grondaie, pali e altre superfici conduttive. La simmetria dei due conduttori è importante per mantenere il comportamento bilanciato.

Balun/choke

Se si passa da un sistema bilanciato a uno sbilanciato, occorre un adattamento appropriato per evitare correnti di modo comune.

Doublet: vantaggi, limiti e confronto

Quando scegliere una Doublet per una stazione multibanda

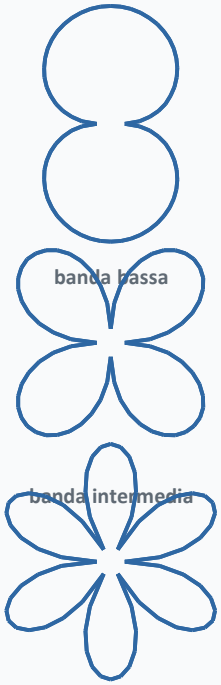
Vantaggi

- Un solo radiatore per molte bande.
- Lunghezza molto flessibile.
- Linea bifilare a basse perdite anche con ROS elevato.
- Nessun trasformatore 49:1/64:1.
- Elevata flessibilità con accordatore bilanciato.

Limiti

- Richiede una linea bifilare continua.
- Installazione più delicata del coassiale.
- Serve un accordatore adatto al bilanciato.
- Impedenza e diagramma cambiano molto con frequenza e lunghezza.
- Non è automaticamente 50 Ω.

Comportamento multibanda



Il diagramma cambia con la lunghezza elettrica.

Doublet vs G5RV

La G5RV è una configurazione specifica con lunghezze definite. La Doublet è più libera: la lunghezza dei bracci e della linea può essere scelta in funzione dell'installazione e delle bande.

Doublet vs EFHW

La Doublet usa alimentazione bilanciata e accordatore; l'EFHW usa un punto di alimentazione ad alta impedenza con trasformatore 49:1/64:1. Sono approcci diversi allo stesso obiettivo: ottenere più bande.

Quando conviene?

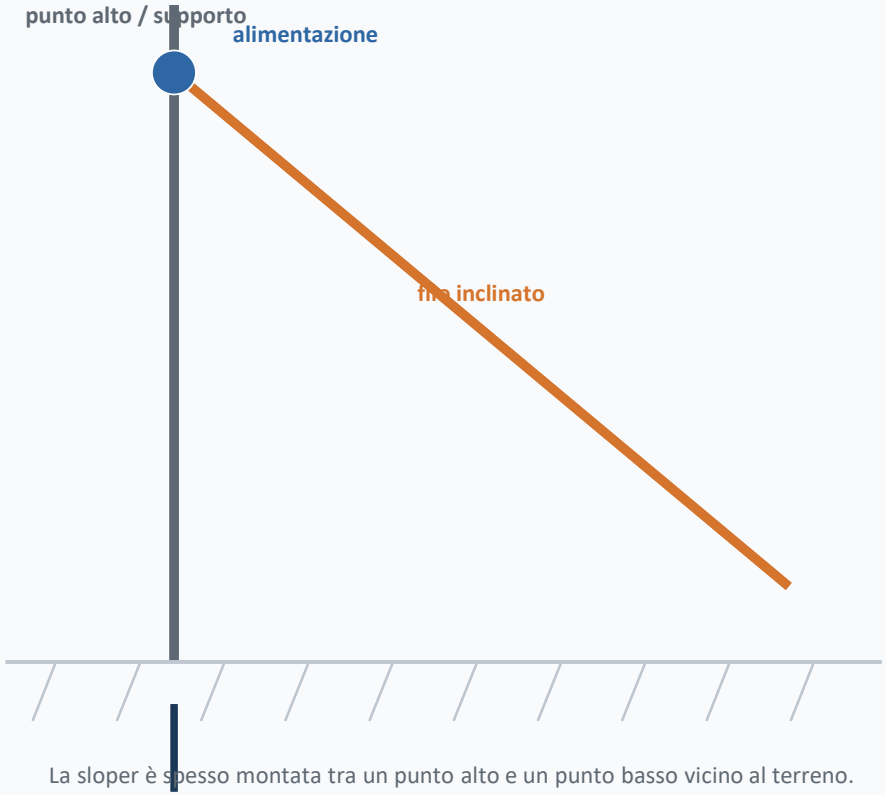
Quando si dispone dello spazio per un dipolo e si vuole una soluzione multibanda flessibile, efficiente e adattabile, soprattutto se si può installare correttamente la linea bifilare.

Idea chiave

La linea bifilare non è un semplice 'cavo': fa parte del sistema d'antenna e di adattamento.

Antenna Sloper

Un filo inclinato che sfrutta geometria, altezza e terreno per ottenere un comportamento direttivo



La sloper è spesso montata tra un punto alto e un punto basso vicino al terreno.

Geometria

La Sloper è un conduttore inclinato, normalmente alimentato vicino al punto alto e terminato verso il basso. Può essere una variante del dipolo o una configurazione di tipo λ/4, a seconda della realizzazione.

Perché è interessante?

L'inclinazione introduce un campo non simmetrico rispetto al terreno. L'altezza del punto di alimentazione, l'angolo del filo e la direzione verso il basso influenzano impedenza e diagramma di radiazione.

Direttività

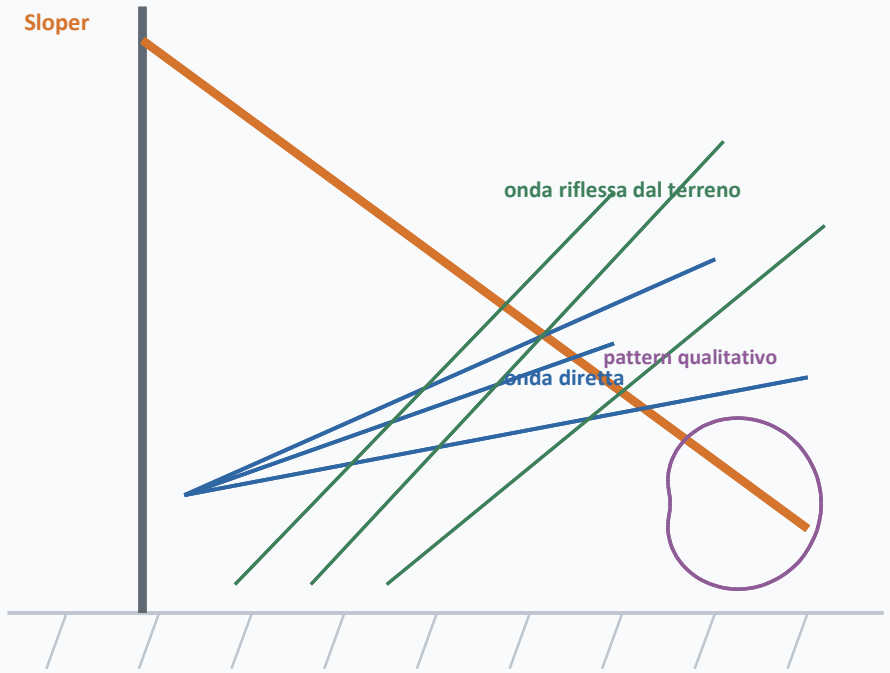
La Sloper può sviluppare un massimo di radiazione preferenziale nella direzione determinata dalla geometria e dal terreno. Non è però una direttiva 'pura': il risultato dipende fortemente dall'installazione.

Idea chiave

La direzione dei lobi nasce dall'interazione tra filo, terreno e strutture vicine.

Sloper: interazione con il terreno e diagramma

La geometria modifica la distribuzione delle correnti e il terreno contribuisce alla forma dei lobi



Le onde diretta e riflessa possono sommarsi o cancellarsi in funzione dell'angolo e della direzione, modificando i lobi.

Altezza del punto di alimentazione

Aumentando l'altezza rispetto alla lunghezza d'onda cambia l'angolo di elevazione dei lobi. Per il DX, un'installazione sufficientemente alta può favorire angoli bassi.

Terreno e riflessione

Il terreno riflette una parte dell'onda. Il campo risultante è la combinazione tra onda diretta e riflessa; il risultato dipende dalla conducibilità del terreno e dalla geometria dell'antenna.

Direzione preferenziale

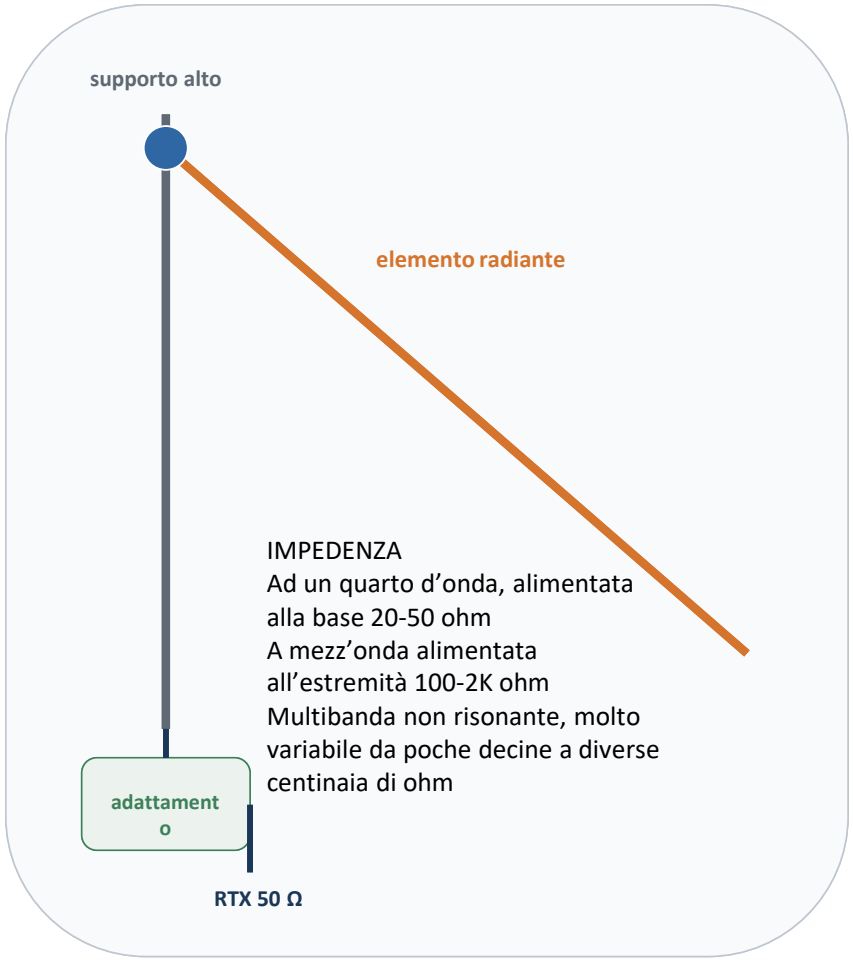
Una Sloper montata verso una determinata direzione può presentare un massimo di radiazione in quella direzione. La direttività può essere sfruttata per privilegiare una certa area di DX.

Attenzione

Il diagramma reale va considerato qualitativo finché non si conoscono altezza, terreno, lunghezza e strutture vicine.

Sloper: alimentazione, adattamento e applicazioni

Una soluzione pratica quando si dispone di un supporto alto e si vuole privilegiare una direzione



Alimentazione

La Sloper può essere alimentata con coassiale alla base del punto alto. L'impedenza dipende dalla configurazione; non esiste un valore universale.

Adattamento

Se l'impedenza non è vicina a 50 Ω si può usare una rete di adattamento o un accordatore, preferibilmente vicino al punto di alimentazione.

Choke 1:1

Un choke sul coassiale aiuta a ridurre le correnti di modo comune e impedisce che la discesa diventi involontariamente parte del radiatore.

Vantaggi

- Un solo punto alto.
- Installazione semplice.
- Possibile direttività utile per il DX.
- Adatta a supporti come tralicci o alberi.

Svantaggi

- Pattern dipendente dall'installazione.
- Terreno e strutture vicine influenzano molto il risultato.
- Può essere meno simmetrica del dipolo.

Confronto

Rispetto a un dipolo orizzontale, la Sloper può occupare meno spazio e sfruttare una struttura esistente, ma offre un comportamento più dipendente da terreno e supporto.

Idea chiave

La Sloper è interessante soprattutto quando la geometria viene scelta per favorire una direzione di propagazione.

LONG WIRE — principio, lunghezza e comportamento

Antenna filare a filo singolo, normalmente alimentata all’estremità

CHE COS’È

Una long wire è una filare con lunghezza elettrica significativa rispetto a λ. In pratica si parla spesso di “random wire” quando la lunghezza non è scelta per essere risonante su una sola banda.

LUNGHEZZA ELETTRICA

λ ≈ 300 / f(MHz) [m]

L/λ determina distribuzione di corrente, impedenza e diagramma di irradiazione.

• 0,5 λ: comportamento ancora relativamente ampio
• 1,5 λ e 2,5 λ: compaiono lobi più stretti e null più marcati

Lunghezze pratiche consigliate per random wire

Lunghezza	≈ piedi
≈ 8,8 m	29 ft
≈ 10,8 m	35,5 ft
≈ 12,5 m	41 ft
≈ 17,7 m	58 ft
≈ 21,6 m	71 ft
≈ 25,6 m	84 ft
≈ 32,6 m	107 ft
≈ 36,3 m	119 ft
≈ 45,1 m	148 ft
≈ 61,9 m	203 ft

Nota didattica

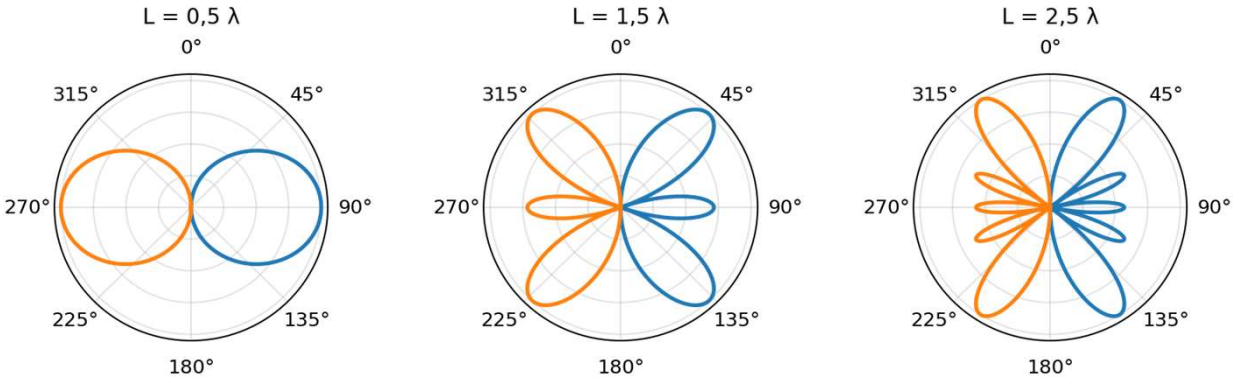
Queste lunghezze sono valori pratici usati con sistemi di adattamento 9:1. Non esiste una “lunghezza magica”: la scelta va verificata rispetto alle bande d’interesse e al sistema di terra/contrappeso.

Evitare, quando possibile, lunghezze che producono impedenze estreme su molte bande.

Per una long wire installata realmente, altezza, terreno, direzione del filo e presenza di contrappeso modificano sensibilmente impedenza e diagramma.

LONG WIRE — lobi, null e guadagno

Il diagramma non è fisso: cambia con L/λ, altezza, terreno e direzione del filo



COSA SUCCEDE AUMENTANDO L/λ

Aumentando la lunghezza elettrica compaiono più lobi e più direzioni di minima ricezione/trasmissione. I null possono diventare molto profondi: un segnale forte in una direzione può risultare debole o assente in un'altra.

NULL DI RICEZIONE = NULL DI TRASMISSIONE

Per reciprocità, il diagramma di ricezione e quello di trasmissione sono sostanzialmente gli stessi. Un null in una direzione è quindi penalizzante sia ascoltando sia trasmettendo.

MULTIPLI DISPARI DI λ/4

Con L ≈ λ/4, 3λ/4, 5λ/4… la corrente e la fase lungo il filo possono favorire lobi più concentrati: può aumentare il guadagno nella direzione dei lobi principali.

ATTENZIONE AL TERMINE "GUADAGNO"

Non significa che l'antenna guadagni in tutte le direzioni. L'energia viene concentrata: alcuni lobi aumentano, mentre altri diventano più deboli o presentano null. È quindi un guadagno direzionale.

I diagrammi sono qualitativi e rappresentano un filo sottile in spazio libero: un'installazione reale vicino al terreno può modificarli anche in modo marcato.

LONG WIRE — adattamento e alimentazione

Il trasformatore 9:1 riduce l'impedenza vista dal coassiale, ma non "rende risonante" il filo



9:1 UNUN (NON BALUN)

Un filo alimentato all'estremità può presentare impedenze molto alte e reattanze importanti. Un 9:1 trasforma idealmente Zin ≈ 450 Ω in circa 50 Ω; nella pratica l'impedenza varia con frequenza e lunghezza.

PERCHÉ SERVE SPESSO UN ACCORDATORE

Dopo il 9:1 resta normalmente una componente reattiva. L'accordatore compensa R + jX e consente al ricetrasmettitore di vedere un carico prossimo a 50 Ω. Il 9:1 non sostituisce l'accordatore.

CONTRAPPESO / MASSA RF

Il sistema di ritorno è parte dell'antenna. Un contrappeso troppo corto o imprevedibile può far circolare RF su calza e apparati. È utile un choke 1:1 lato coassiale, dopo il punto di adattamento, per limitare la corrente di modo comune.

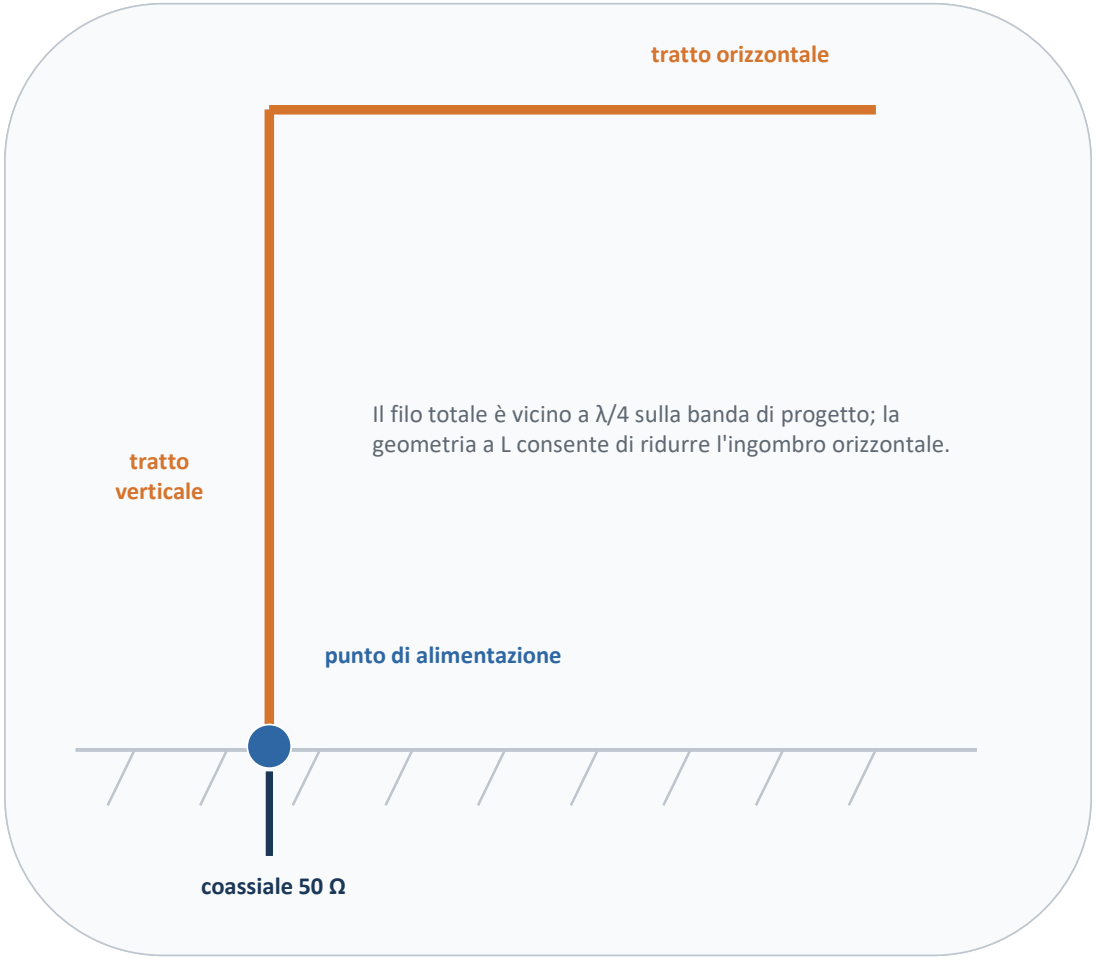
POLARIZZAZIONE E INSTALLAZIONE

Il filo può essere orizzontale, inclinato o quasi verticale. Altezza dal suolo e terreno determinano angolo di irradiazione e lobi. Cambiando orientamento cambiano anche le direzioni privilegiate.

Regola pratica: scegliere prima bande, spazio disponibile e direzione desiderata; poi scegliere una lunghezza che eviti impedenze estreme sulle bande principali e verificare con analizzatore + accordatore.

Antenna Inverted-L

Una verticale a quarto d'onda con il tratto superiore ripiegato orizzontalmente



Come funziona

La corrente RF è massima vicino al punto di alimentazione e diminuisce verso l'estremità del filo. La parte verticale produce la componente principale della radiazione; il tratto orizzontale contribuisce al campo e modifica il diagramma.

Dimensionamento

Per una Inverted-L a λ/4 si parte dalla lunghezza d'onda della banda più bassa desiderata. Come prima stima: L ≈ 71,5 / f(MHz) metri. La lunghezza reale va poi rifinita nell'installazione.

Perché è utile sulle bande basse?

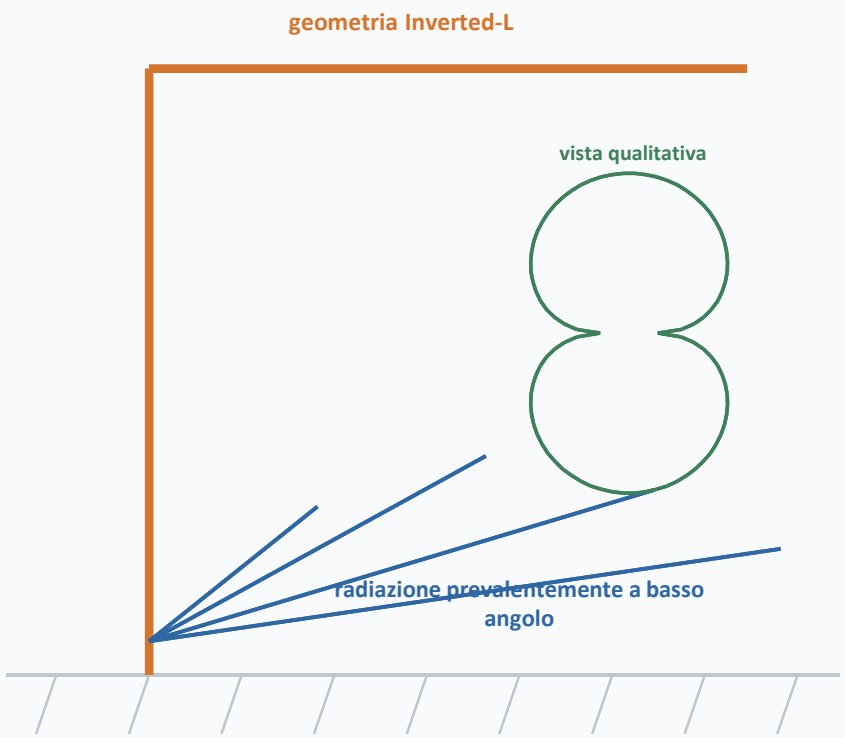
Un quarto d'onda a 80 m è circa 20 m; a 160 m è circa 40 m. Ripiegando il tratto superiore si può sfruttare un albero o un supporto alto limitando l'ingombro orizzontale.

Nota

La lunghezza λ/4 è elettrica: cappello capacitivo, terreno, altezza e oggetti vicini modificano la risonanza.

Inverted-L: radiazione e ruolo del terreno

La geometria non è equivalente a una semplice verticale ideale



La presenza del terreno e del tratto orizzontale modifica il diagramma rispetto a una verticale perfettamente simmetrica.

Lobi di radiazione

Una Inverted-L tende a favorire la radiazione a basso angolo, utile per il DX. Il tratto orizzontale introduce asimmetria e può modificare l'azimut dei massimi.

Il terreno è parte del sistema

Su una verticale a quarto d'onda il ritorno di corrente avviene attraverso terra, radiali o contrappeso. Le perdite del terreno possono ridurre l'efficienza e modificare l'impedenza.

Radiali e contrappeso

Un buon sistema di radiali o un contrappeso ben progettato migliora il rendimento. Con radiali risonanti o elevati la distribuzione delle correnti può cambiare sensibilmente.

Attenzione

Il diagramma reale dipende da altezza, rapporto tra i due tratti, terreno e oggetti vicini.

Inverted-L: adattamento, bande basse e versioni accorciate

Una soluzione pratica quando lo spazio verticale è disponibile ma quello orizzontale è limitato

Impedenza e adattamento

L'impedenza alla base non è un valore fisso: dipende da altezza, lunghezza dei tratti, terreno e sistema di radiali. Se non è vicina a 50 Ω si può usare un adattamento o un accordatore.

Esempio: 80 m

Per 3,5 MHz: λ ≈ 85,7 m e λ/4 ≈ 21,4 m. La formula pratica L ≈ 71,5/f dà circa 20,4 m come prima stima del filo totale, da rifinire sperimentalmente.

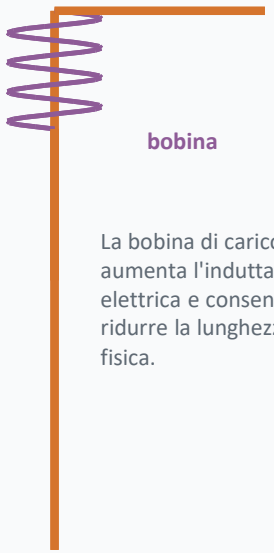
Esempio: 160 m

A 1,85 MHz, un quarto d'onda è circa 40,5 m. L'Inverted-L permette di distribuire questa lunghezza tra tratto verticale e tratto orizzontale, rendendo possibile l'installazione dove una verticale completa sarebbe impraticabile.

Bande basse

È particolarmente interessante su 80 e 160 m.

Versione accorciata



La bobina di carico aumenta l'induttanza elettrica e consente di ridurre la lunghezza fisica.

Contropartita: minore efficienza e banda più stretta, soprattutto se la bobina ha perdite.

Adattamento

Per una singola banda si può utilizzare una rete di adattamento alla base. Se si desidera coprire più bande, un accordatore remoto alla base può essere una soluzione molto pratica.

Vantaggi

- Struttura semplice e poco costosa.
- Richiede un solo punto alto.
- Ottima candidata per 80/160 m.
- Può produrre buona radiazione a basso angolo.
- Il tratto orizzontale facilita l'installazione in spazi stretti.

Svantaggi

- Richiede un buon sistema di terra/radiali.
- Il diagramma è asimmetrico.
- Il terreno può introdurre perdite importanti.
- Il tratto orizzontale può raccogliere rumore locale e modificare il pattern.

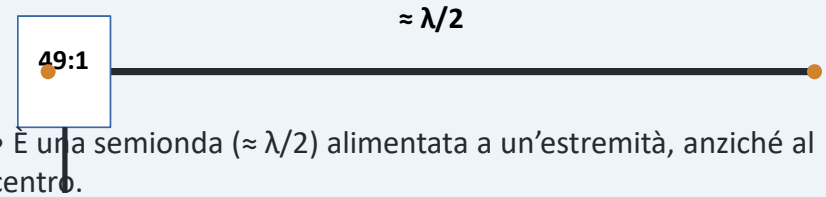
Idea chiave

Non è semplicemente una verticale piegata: è un sistema verticale + orizzontale + terra/contrappeso.

Antenna End-Fed Half-Wave (EFHW)

Alimentazione all’estremità • funzionamento multibanda • impedenza elevata al punto di alimentazione

Principio di funzionamento



• È una semionda (≈ λ/2) alimentata a un’estremità, anziché al centro.

• Nel punto terminale la corrente è minima e la tensione è massima → impedenza molto elevata.

• Un trasformatore 49:1 (≈ 1:49 in impedenza) o 64:1 porta l’impedenza verso un valore compatibile con un sistema a 50 Ω.

• La lunghezza elettrica è critica: estremità, altezza, terreno, isolatori e presenza del trasformatore modificano la risonanza.

Perché è multibanda?

• Una EFHW progettata per λ/2 presenta risonanze anche sulle armoniche dispari: 3λ/2, 5λ/2, 7λ/2…

• Esempio: una EFHW per 40 m (~20 m) è naturalmente adatta a 40, 15 e 10 m; altre bande possono essere utilizzabili con accordatore, ma non sono necessariamente risonanti.

49:1 oppure 64:1

49:1 → impedenza primaria dell’ordine di 2,4–2,5 kΩ.

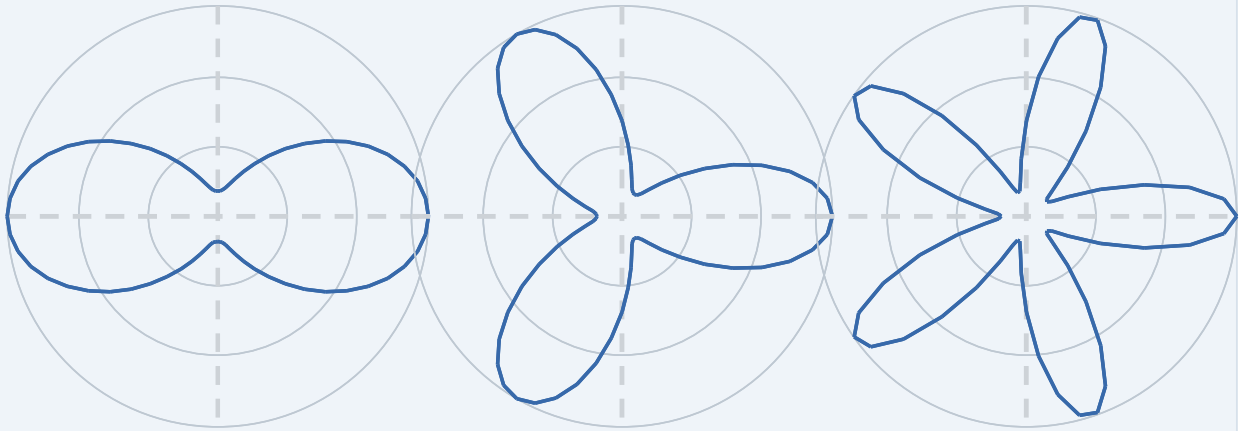
64:1 → circa 3,2 kΩ.

Sono valori nominali: l’impedenza reale dell’antenna dipende dalla geometria e dalla frequenza. Il rapporto non garantisce da solo 50 Ω.

Lobi, nulli e comportamento multibanda

Il diagramma di irradiazione cambia con la lunghezza elettrica: la stessa EFHW può diventare molto più direttiva sulle armoniche superiori.

Diagrammi qualitativi — vista dall'alto



≈ λ/2

lobi ampi • poca direttività

≈ 3λ/2

più lobi • nulli più marcati

≈ 5λ/2

molti lobi • forte dipendenza dall'azimut

I null sono direzioni nelle quali il campo irradiato è molto basso: in trasmissione possono creare "buchi" di copertura; in ricezione la reciprocità produce analoghi minimi di segnale.

Cosa succede salendo di frequenza?

La stessa lunghezza fisica diventa elettricamente più lunga. Compaiono più lobi e più nulli; il massimo di campo non è più necessariamente broadside. La direzione dei lobi dipende da orientamento del filo, altezza dal suolo e presenza di ostacoli/conduttori vicini.Il diagramma reale può discostarsi molto da quello teorico in spazio libero.Trasmissione e ricezione seguono lo stesso diagramma: l'antenna non "sceglie" direzioni diverse in TX e RX.

In una **end-fed** alimentata a un'estremità, distribuzione di corrente e tensione dipendono da **lunghezza elettrica e frequenza**. Nel caso tipico di un filo lungo circa **mezza lunghezza d'onda**:
All'estremità alimentata: la corrente è minima e la tensione è massima.
Verso il centro del filo: la corrente aumenta fino a un massimo, mentre la tensione diminuisce.
All'altra estremità: la corrente torna minima e la tensione è massima.
È l'andamento tipico di un dipolo a mezz'onda, ma alimentato in un punto di corrente minima (un'estremità).

Adattamento, contrappeso e versioni accorciate

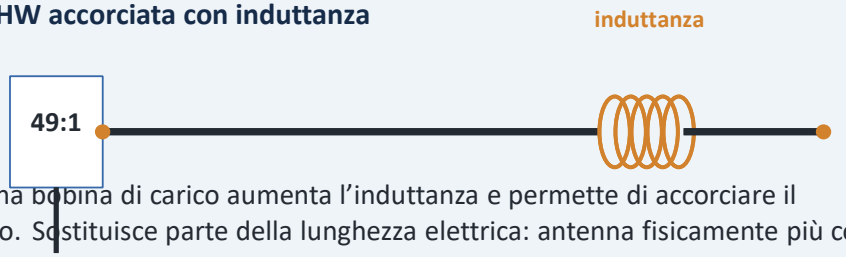
Il trasformatore è parte del sistema RF: la messa a punto richiede antenna, trasformatore, contrappeso/choke e, se necessario, accordatore.

Catena di alimentazione



- 49:1 o 64:1: trasformatore di impedenza, non “accordatore universale”.
- Un buon choke 1:1 sul coassiale limita la corrente di modo comune e rende più prevedibile il comportamento.
- Il contrappeso può essere molto corto rispetto al radiatore, ma la sua presenza e il percorso della corrente RF influenzano ROS e diagramma.
- Un ATU può essere utile sulle bande non perfettamente risonanti.

EFHW accorciata con induttanza



Una bobina di carico aumenta l’induttanza e permette di accorciare il filo. Sostituisce parte della lunghezza elettrica: antenna fisicamente più corta.

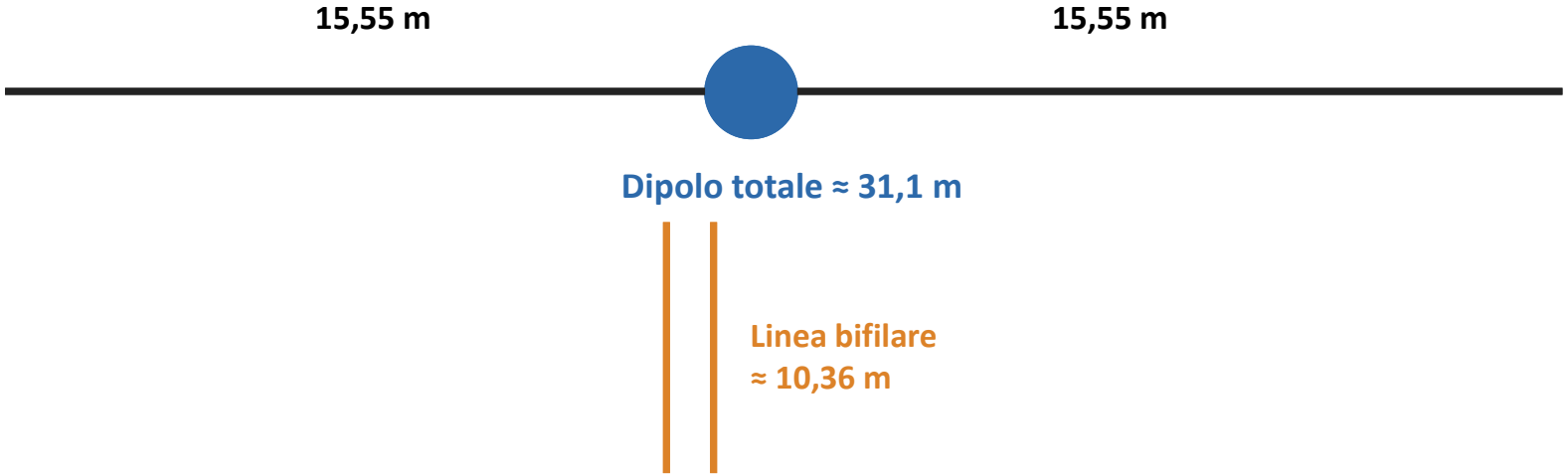
Controparte: minore efficienza, banda passante più stretta e perdite nella bobina.

Attenzione alle versioni multibanda

- Una bobina di carico “semplice” non mantiene automaticamente tutte le risonanze dell’EFHW originale.
- Per ottenere più bande con dimensioni ridotte si possono usare bobine, trap o configurazioni progettate specificamente per le bande desiderate.
- La taratura va fatta con l’antenna installata nella posizione definitiva.

G5RV per gli 80 m — dimensionamento e linea bifilare

La linea bifilare non è una semplice discesa: fa parte integrante del sistema di adattamento.



1. Calcolo dei bracci

Per la G5RV classica, la lunghezza teorica di ogni braccio è circa ¾ λ:

Lbraccio ≈ 0,75·c/f = 225/f(MHz) [m]

Esempio a 14,15 MHz:

225 / 14,15 ≈ 15,90 m per braccio.

La misura storica pratica è ≈ 15,55 m per braccio → 31,1 m totali.

2. Frequenza di progetto e funzionamento multibanda — La G5RV classica viene dimensionata sulla banda dei 20 m, con i due bracci da circa 15,55 m ciascuno (31,1 m totali). Questa è la dimensione fisica di progetto: non si ricalcolano i bracci per ogni banda. La stessa antenna risuona anche sui 40 m e sugli 80 m, grazie alla diversa lunghezza elettrica che assume alle varie frequenze. Sulle diverse bande cambiano impedenza e distribuzione delle correnti; la linea bifilare e l'accordatore consentono di adattarla al ricetrasmettitore.

3. Calcolo della scaletta

La lunghezza fisica dipende dal fattore di velocità (VF):

Lfisica = Lelettrica · VF

Esempio: se si vuole 0,50 λ a 14,15 MHz:

λ = 300/14,15 ≈ 21,20 m.

Con VF = 0,92 → Lfisica ≈ 0,50·21,20·0,92 = 9,75 m.

La G5RV classica usa invece ≈ 10,36 m (34 ft), valore pratico storico legato alla specifica linea.

La linea bifilare trasforma l'impedenza: la sua lunghezza e il suo VF devono quindi essere considerati insieme all'antenna e all'accordatore.

G5RV — bande, accordatore e guadagno

L'accordabilità non significa automaticamente massima efficienza su ogni banda.

Banda	Frequenza	Accordo	Nota
80 m	3,5–3,8 MHz	🟢 **Buono**	Banda fondamentale
40 m	7,0–7,2 MHz	🟢 **Buono**	Banda fondamentale
30 m	10,1–10,15 MHz	🟠 **Impegnativo**	Reattanza significativa
20 m	14,0–14,35 MHz	🟢 **Buono**	Banda fondamentale
17 m	18,068–18,168 MHz	🟠 **Impegnativo**	Reattanza elevata
15 m	21,0–21,45 MHz	🟠	Impedenza variabile
12 m	24,89–24,99 MHz	🟠	Accordo possibile
10 m	28,0–29,7 MHz	🔴 **Difficile**	Impedenza/tensione possono essere elevate

Accordatore consigliato

Preferibile un accordatore realmente bilanciato per linea bifilare.

Deve gestire impedenze e tensioni RF elevate.

Un accordatore a π è normalmente sbilanciato: va bene sul lato coassiale, ma non è la soluzione ideale per collegarsi direttamente alla bifilare.

Il balun 4:1 non è obbligatorio né universale.

Guadagno: G5RV vs dipolo

La G5RV NON ha un guadagno intrinseco maggiore del dipolo λ/2.

Dipolo λ/2: circa 2,15 dBi (0 dBd) in spazio libero.

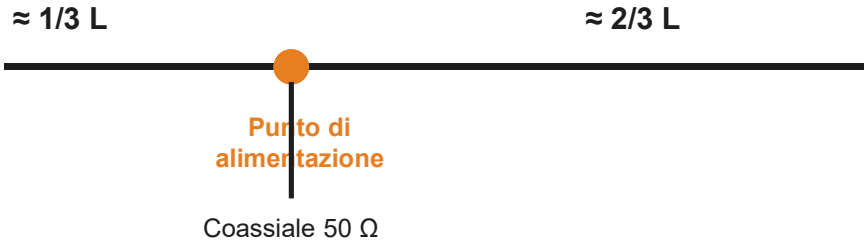
Alle diverse bande la G5RV può assumere diagrammi più direttivi e quindi avere lobi con guadagni diversi.

Il vantaggio principale è la possibilità di operare su più bande con linea bifilare + accordatore.

In sintesi: la G5RV è soprattutto un'antenna multibanda; la sua efficienza dipende anche da linea, accordatore, altezza e ambiente.
Per coprire anche i **160 m** si usa la versione **G5RV doppia** (*double-size*), con dimensioni circa:
filo radiatore totale: 62 m (204 ft), cioè circa 31 m per braccio;
linea bifilare di adattamento: circa 20,5 m (67,5 ft) in filo aperto; con altri tipi di linea la lunghezza cambia, per esempio circa 19 m con ladder line;
serve un **accordatore esterno**, preferibilmente collegato alla linea bifilare.

Windom / OCF — alimentazione fuori centro

Il principio è quello di un dipolo alimentato in un punto diverso dal centro.



1. Perché alimentarla fuori centro?

Nel centro di un dipolo λ/2 l'impedenza è tipicamente circa 70 Ω. Spostando il punto di alimentazione verso un'estremità, l'impedenza aumenta: in una OCF tipica il punto è circa a 1/3 della lunghezza totale e può trovarsi intorno a 200 Ω.

2. Lunghezza e frequenza di risonanza

Per un dipolo a mezza onda: $\lambda = c/f$

$L_{tot} \approx 0{,}95 \cdot \lambda/2 \approx 143 / f(MHz)$ [m]

Quindi: $f(MHz) \approx 143 / L_{tot}(m)$

La frequenza reale dipende da altezza, diametro del filo, isolamento, terreno e ambiente. Il valore 143 è quindi un punto di partenza per il dimensionamento.

3. Perché è multibanda?

Una OCF opportunamente dimensionata presenta più punti di risonanza sulle armoniche della lunghezza fondamentale. Per esempio, una antenna progettata sulla banda degli 80 m può essere utilizzata anche sui 40 m, 20 m e 10 m, con impedenze diverse nei vari punti di lavoro.
Per una Windom di circa **mezza lunghezza d'onda** alla frequenza considerata:
Al centro del filo: la corrente è massima e la tensione minima.
Agli estremi: la corrente è minima e la tensione massima.
Nel punto di alimentazione fuori centro: ci sono valori intermedi; spostando l'alimentazione dal centro, in genere aumenta l'impedenza rispetto a quella al centro.

Nota: "Windom" e "OCF dipole" sono spesso usati come sinonimi, ma la Windom storica era alimentata con un singolo filo; la moderna OCF usa normalmente un balun e cavo coassiale.

Windom / OCF — adattamento, balun e rendimento

Il rapporto del balun si sceglie in funzione dell'impedenza reale al punto di alimentazione.

Balun 4:1

Se al punto di alimentazione abbiamo circa 200 Ω:

200 / 4 = 50 Ω

È la soluzione più comune per una OCF progettata intorno ai 200 Ω. Preferibile un 4:1 di corrente (Guanella) al punto di alimentazione.

Balun 6:1

Se il punto di alimentazione è circa 300 Ω:

300 / 6 = 50 Ω

Può essere utile quando la geometria dell'antenna porta l'impedenza verso valori più elevati.

Regola pratica

Non scegliere 4:1 o 6:1 solo in base alla posizione geometrica. L'impedenza varia con frequenza, altezza e configurazione: il progetto o una misura con VNA permettono di scegliere il rapporto più adatto.

Esempio di adattamento



Rendimento e guadagno

La Windom/OCF non ha un “guadagno intrinseco” superiore a un dipolo λ/2. A parità di altezza, filo e perdite, il rendimento può essere comparabile; il diagramma di radiazione cambia con la banda e può presentare lobi più direttivi.

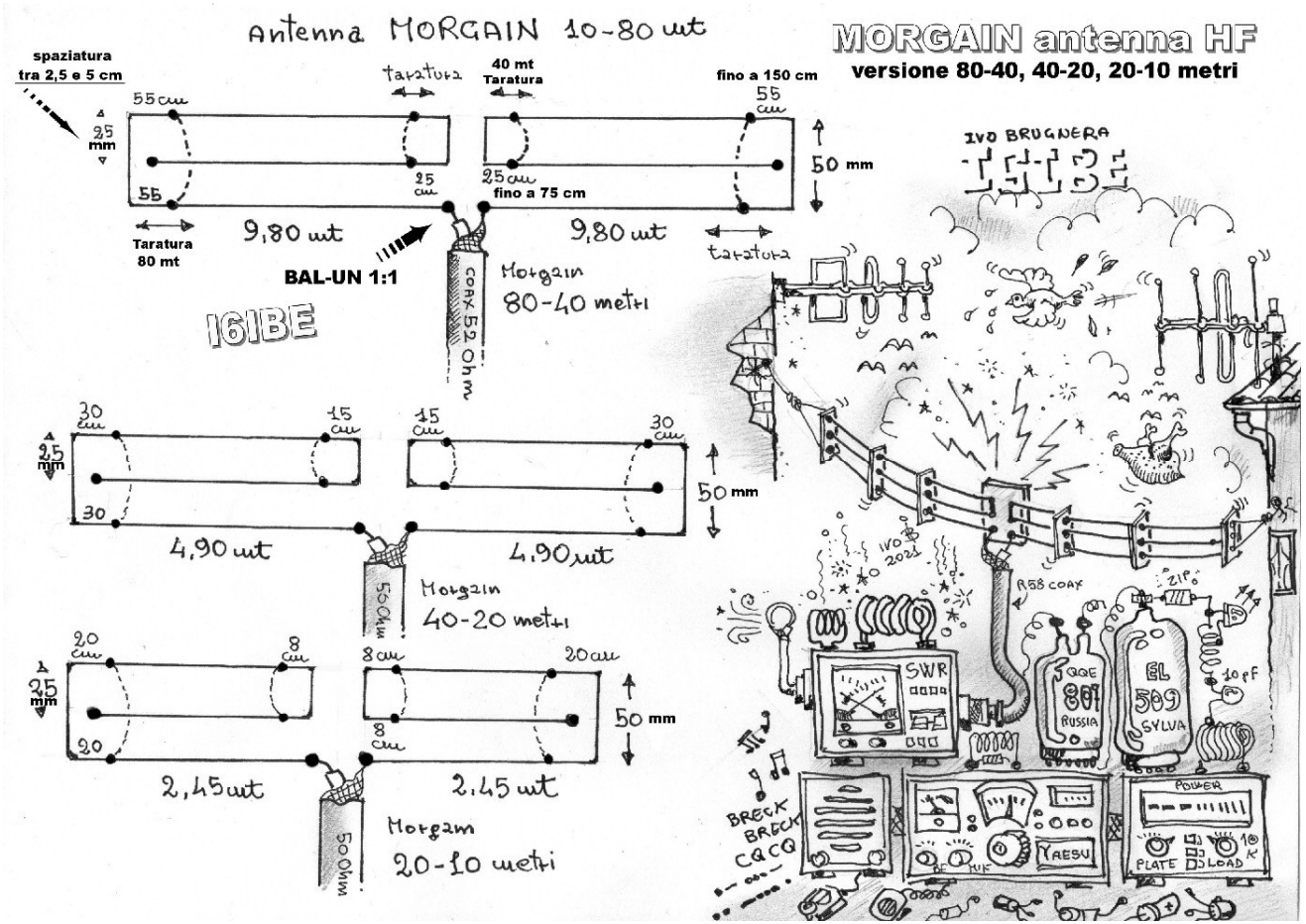
Attenzione alle bande

Sulle bande dove l'impedenza non è ben adattata il balun può vedere tensioni e correnti RF elevate. La scelta del balun deve quindi considerare potenza, frequenza, perdite del nucleo e capacità di sopportare lo SWR.

In sintesi: OCF → impedenza più alta del dipolo centrale → balun 4:1 (≈200 Ω) oppure 6:1 (≈300 Ω) → coassiale 50 Ω.

Morgain 40/80 m: geometria e punto di alimentazione

Configurazione di riferimento: circa 10 m per braccio, tre conduttori paralleli e ponticelli simmetrici



I ponticelli sono montati in modo SIMMETRICO sui due bracci.

È una particolare configurazione di antenna filare ripiegata, progettata per ottenere più condizioni di risonanza.

Un solo punto di alimentazione: la corrente percorre sezioni del conduttore con lunghezze elettriche differenti.

Le risonanze non sono semplicemente quelle di due dipoli indipendenti: accoppiamento e geometria fanno parte del funzionamento.

Le dimensioni vanno progettate per le bande desiderate e poi rifinite con la misura reale dell'antenna installata.

Cosa fanno i ponticelli?
Collegano tra loro i conduttori paralleli in punti prestabiliti.
Modificando il punto del ponte si modifica la lunghezza elettrica attiva e quindi la frequenza di risonanza.
I ponticelli della banda alta (40 m) sono più vicini al centro.
Quelli della banda bassa (80 m) sono più esterni.
Lo spostamento deve essere sempre simmetrico sui due bracci.

Alimentazione

Il punto centrale è normalmente alimentato con coassiale tramite un balun di corrente 1:1.

Dimensionamento: formula sì, ma i ponticelli si regolano sperimentalmente

La formula fornisce la lunghezza iniziale; la posizione definitiva dei ponticelli non è ricavabile con una sola equazione

1. Lunghezza fisica iniziale

$$L_{tot} \approx 143 / f_{(alta)} \ [m]$$

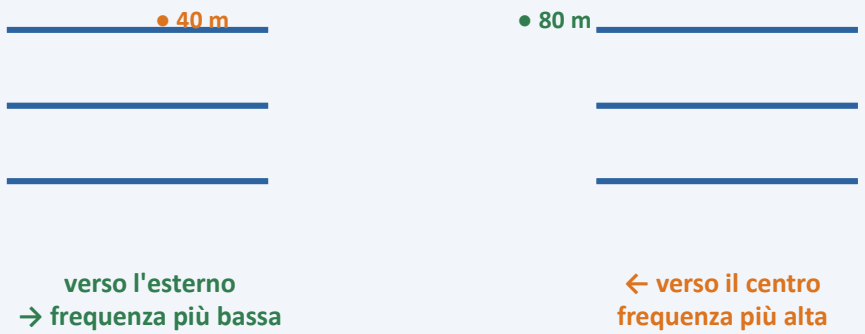
Per una Morgain 40/80:

$f_{alta} \approx 7{,}05$ MHz → $L_{tot} \approx 20{,}3$ m
→ circa 10,15 m per braccio

Molte realizzazioni pratiche usano circa 9,8–10,2 m per braccio.

La formula è un punto di partenza, non una quota definitiva: diametro del filo, spaziatura, altezza e ambiente modificano il risultato.

2. Taratura dei ponticelli



Preparare inizialmente ponticelli mobili con spilli.

Installare l'antenna alla quota e nella configurazione definitiva.

Regolare prima la banda alta (40 m), poi la bassa (80 m).

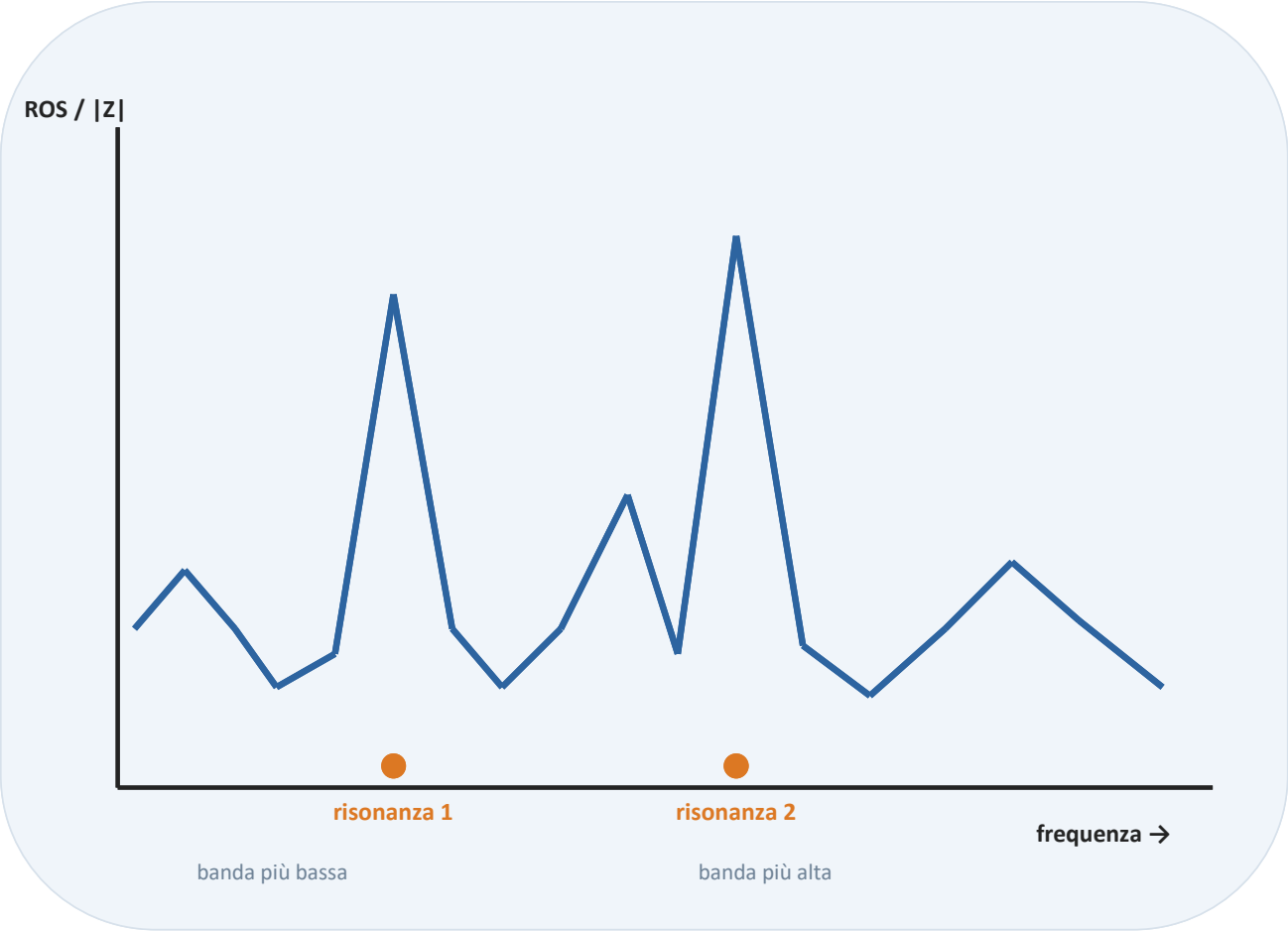
Spostare i ponticelli di pochi centimetri per volta e misurare il minimo di ROS.

Ripetere perché esiste una certa interazione tra le due regolazioni.

Dopo la taratura, sostituire i ponticelli mobili con collegamenti saldati e isolati.

Perché la Morgain può risuonare su più bande

La geometria produce più lunghezze elettriche efficaci e quindi più minimi di impedenza / ROS



Ogni risonanza corrisponde a una diversa condizione elettrica dell'intera struttura.

Le sezioni possono comportarsi, a seconda della frequenza, come parti radianti con distribuzioni di corrente differenti.

Le frequenze esatte dipendono da lunghezze, spaziatura, diametro del filo, altezza e ambiente.

Il grafico è concettuale: serve a mostrare la presenza di più risonanze, non valori di ROS reali.

Che impedenza troviamo al punto di alimentazione?

Non esiste un valore unico: la Morgain è sensibile alla geometria e all'installazione

Valore atteso: non 'magico' 50 Ω

≈ 50–75 Ω

**è un intervallo realistico per una realizzazione ben dimensionata,
ma non una specifica garantita.**

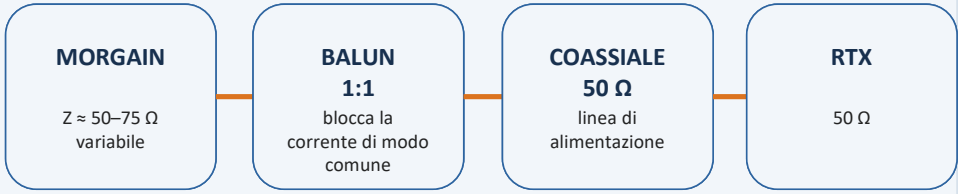
Una realizzazione pubblicata riporta 50 Ω come obiettivo al feed.

Misure reali riportano, per esempio, circa 50 Ω sugli 80 m e 60–70 Ω sui 40 m.

Spaziatura tra i fili, altezza dal suolo, angolo dei bracci, terreno e oggetti vicini possono modificare sensibilmente l'impedenza.

I ponticelli servono principalmente a spostare la risonanza; non sono un controllo indipendente dell'impedenza.

Adattamento al ricetrasmettitore



Se al punto di alimentazione siamo vicini a 50 Ω → nessun adattatore d'impedenza è normalmente necessario.

Se resta un disadattamento → accordatore d'antenna (preferibilmente vicino al feed o con linea dimensionata) può adattare la Morgain ai 50 Ω del RTX.

Nota: un balun 1:1 NON trasforma 70 Ω in 50 Ω. Il suo compito principale è il controllo delle correnti di modo comune.

Procedura pratica di costruzione e taratura

Un esempio 40/80 m completo: dimensionare → installare → misurare → spostare i ponticelli → fissare

1 DIMENSIONA

≈ 20 m totali
≈ 10 m/braccio
3 conduttori paralleli

2 COSTRUISCI

Distanziatori isolanti
Ponticelli mobili
Simmetrici

3 TARATURA

Prima 40 m
Poi 80 m
Spostamenti piccoli

4 ADATTAMENTO

Balun di corrente 1:1
Se necessario: ATU

Regola di taratura dei ponticelli

Risonanza troppo bassa	spostare il ponticello verso il centro	accorcia la lunghezza elettrica
Risonanza troppo alta	spostare il ponticello verso l'esterno	aumenta la lunghezza elettrica
40 m	ponticelli più vicini al centro	tarare per primi
80 m	ponticelli più esterni	tarare dopo i 40 m

ATTENZIONE **Le quote dei ponticelli (es. ~0,74 m e ~1,40 m dal centro) sono riferite a specifiche realizzazioni 40/80 m e vanno considerate come punti di partenza, non come legge universale.**

Morgain: vantaggi, limiti e confronto

Una soluzione multibanda interessante quando si vuole una struttura unica e un solo punto di alimentazione

Vantaggi

Un solo punto di alimentazione e una sola linea coassiale.

Più bande risonanti ottenute dalla stessa struttura fisica.

Può essere utile quando lo spazio disponibile è limitato rispetto alla realizzazione di più dipoli separati.

Una volta ottimizzata, può presentare buone condizioni di adattamento nelle bande previste.

Limiti

Il progetto geometrico è più delicato di un dipolo semplice.

Le risonanze interagiscono: modificare una sezione può spostare anche le altre.

Non è garantito un ROS basso su tutta la banda: può essere necessario un accordatore fuori dalle finestre progettate.

Altezza, terreno e oggetti vicini influenzano il risultato finale.

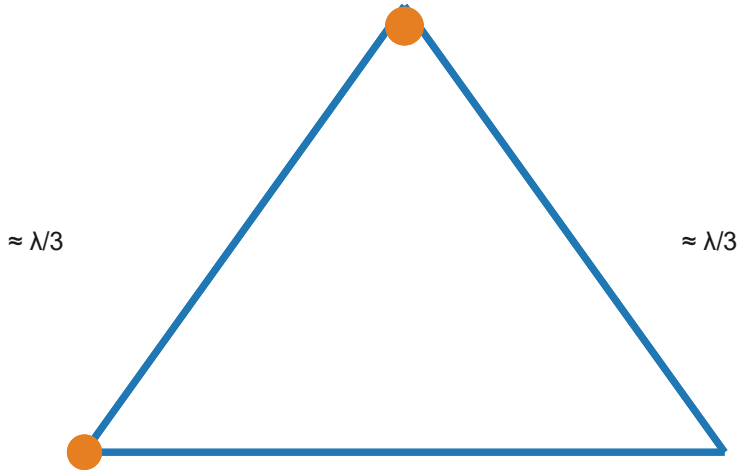
Confronto rapido

Morgain	Più risonanze	Geometria ripiegata / accoppiata
Fan Dipole	Più risonanze	Più dipoli sullo stesso feed
G5RV	Multibanda	Dipolo + linea bifilare
EFHW	Multibanda	Una lunghezza ≈ λ/2 + adattamento

Idea chiave La Morgain dimostra bene che una sola geometria può creare più condizioni di risonanza: è la distribuzione di corrente sull'intera struttura a cambiare con la frequenza.

Delta Loop filare — principio e dimensionamento

Un'antenna ad onda intera: il filo forma un circuito chiuso con perimetro circa λ.



Perimetro ≈ 1 λ
L ≈ 306 / f(MHz) [m]

Per una **delta loop equilatera alimentata al centro di un lato**, la corrente e la tensione variano lungo il filo come in un'antenna a loop risonante:
Corrente: è massima nel punto di alimentazione e tende a zero ai tre vertici.
Tensione RF: è minima nel punto di alimentazione e massima ai vertici.
La distribuzione è approssimativamente sinusoidale lungo il perimetro, con un'onda stazionaria che percorre l'intero anello.
Se l'antenna è alimentata **in un vertice**, il punto di alimentazione è in genere a bassa impedenza e lì la corrente è alta; alimentandola **al centro di un lato**, l'impedenza dipende dalla configurazione e può essere più alta o più bassa rispetto all'alimentazione al vertice.

1. Principio di funzionamento

La Delta Loop è un loop chiuso a onda intera. Il perimetro è circa una lunghezza d'onda. A parità di perimetro, la forma (triangolare, quadrata o rettangolare), l'altezza e il punto di alimentazione modificano impedenza e diagramma di radiazione.

2. Formula della risonanza

Per un primo dimensionamento: L ≈ 306 / f(MHz) [m]. Quindi f(MHz) ≈ 306 / L(m). Il valore reale va poi corretto per diametro del filo, altezza, terreno, isolamento e geometria.

3. Esempio — 40 m

A 7,10 MHz: L ≈ 306 / 7,10 ≈ 43,1 m di perimetro. Triangolo equilatero: ≈ 14,4 m per lato. Quadrato: ≈ 10,8 m per lato.

Delta Loop filare: forma, lunghezza e impedenza

Un'antenna a onda intera: la geometria e il punto di alimentazione sono determinanti

Dimensionamento di base

La circonferenza della loop è circa una lunghezza d'onda: $L \approx 306{,}3 / f(\text{MHz})$ [m].

Esempio a 7,1 MHz: $L \approx 43{,}1$ m.

Triangolo equilatero: lato $\approx L / 3$.

Quadrata: lato $\approx L / 4$.

La frequenza di risonanza reale dipende da altezza, filo, terreno e oggetti vicini.

⚠ Non esiste una sola impedenza

Il valore di 100–120 Ω è un ordine di grandezza utile per molte full-wave loop, soprattutto in condizioni favorevoli.

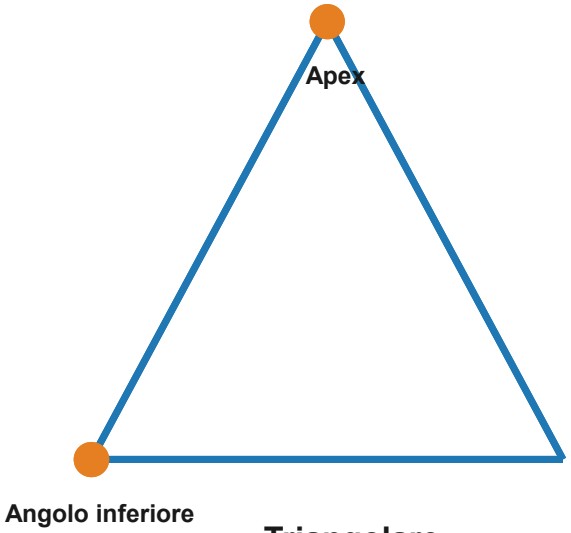
L'impedenza cambia con forma, altezza dal terreno, dimensioni del conduttore, ambiente e soprattutto punto di alimentazione.

Perciò non è corretto dire: «Delta Loop = 100 Ω» in ogni configurazione.

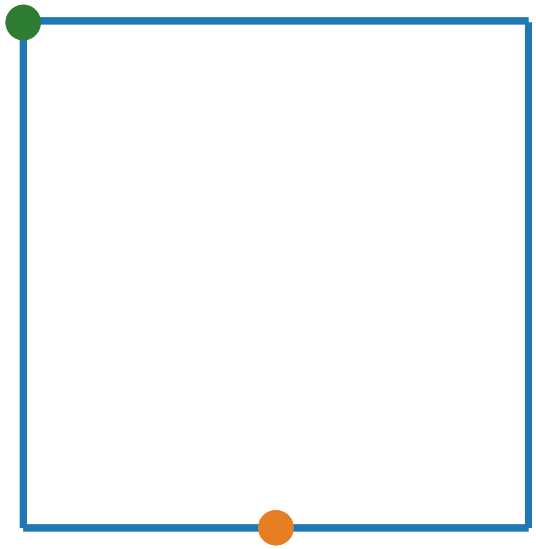
In installazioni reali si possono incontrare valori anche molto diversi: la misura o la simulazione è decisiva.

Delta Loop — triangolare e quadrata: dove alimentarla

Il punto di alimentazione determina impedenza, polarizzazione e quindi il sistema di adattamento.



Triangolare
Alimentazione all'apice o a un angolo



Quadrata
centro del lato o angolo

Triangolo — alimentazione

All'apice si ottiene una configurazione pratica molto usata; alimentando a un angolo inferiore si può ottenere polarizzazione prevalentemente verticale e basso amgolo di radiazione. L'impedenza non è un numero fisso: dipende da forma e altezza.

Quadrato — alimentazione

Al centro del lato inferiore si usa spesso per una configurazione a polarizzazione orizzontale. L'alimentazione all'angolo modifica la distribuzione di corrente e l'impedenza.

Regola importante

Non scegliere il balun solo perché la loop è triangolare o quadrata: il rapporto di trasformazione va scelto sulla reale impedenza misurata o modellata nel punto di alimentazione.

Delta Loop triangolare: dove alimentarla?

Lo stesso filo può presentare impedenze diverse spostando il punto di alimentazione

Alimentazione al centro del lato

Punto di massima simmetria della base.

Spesso si incontra un'impedenza dell'ordine di 100–120 Ω alla fondamentale, ma non è un valore garantito.

Una sezione λ/4 di coassiale da 75 Ω è una soluzione classica quando l'impedenza reale è vicina a 100–120 Ω.

In alternativa: trasformatore/balun scelto sul valore misurato.

Polarizzazione prevalentemente orizzontale

Alimentazione al vertice

Il punto di alimentazione non ha necessariamente la stessa impedenza del centro del lato.

Con geometria e altezza opportunamente progettate, il vertice può essere portato vicino a 50 Ω.

Non è corretto assegnare automaticamente 50–70 Ω a ogni Delta Loop alimentata al vertice.

La geometria va quindi progettata o simulata per ottenere l'adattamento desiderato.

Polarizzazione prevalentemente orizzontale

Regola pratica

Il punto di alimentazione è anche un elemento di progetto.

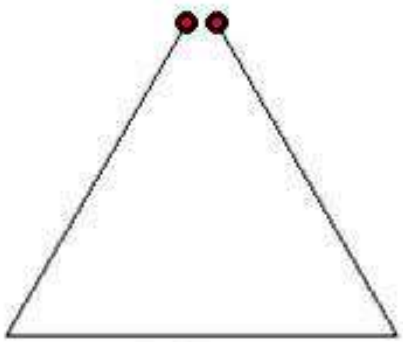
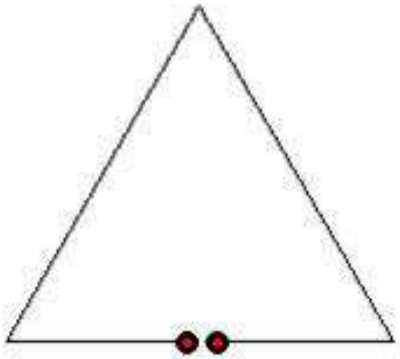
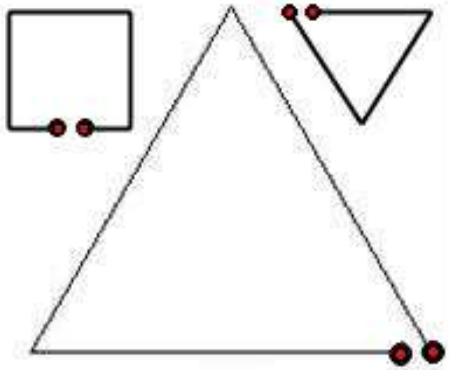
Spostandolo lungo il perimetro cambiano impedenza, corrente e caratteristiche di polarizzazione.

Prima si stabilisce il valore desiderato (es. 50 Ω o ~112 Ω), poi si sceglie il punto di alimentazione e l'adattamento.

Per una costruzione definitiva: misura con VNA oppure simulazione NEC.

Delta Loop triangolare: dove alimentarla?

I6IBE **Antenna DELTA LOOP** Polarizzazione e angolo di Radiazione

apice SOPRA, alim. SOPRA	apice SU alim. BASSO di LATO	apice SOTTO, alim. SOTTO	apice SOPRA, alim. ANGOLO
			
Polarizzazione **ORIZZONTALE**	Polarizzazione **ORIZZONTALE**	Polarizzazione **ORIZZONTALE**	Polarizzazione **VERTICALE**
Angolo di Radiazione **MEDIO ALTO**	Angolo di Radiazione **ALTO**	Angolo di Radiazione **MEDIO ALTO**	Angolo di Radiazione **BASSO**

Delta Loop quadrata: alimentazione e adattamento

Il punto di alimentazione modifica l'impedenza: non va usato un valore fisso per tutte le configurazioni

Centro di un lato

Per una square loop alla fondamentale può essere nell'ordine di 100–130 Ω in condizioni tipiche.

Ma il valore può cambiare molto con frequenza, altezza e installazione; sulle armoniche può diventare molto più alto.

Se Zant ≈ 100–120 Ω, uno spezzone λ/4 da 75 Ω realizza un buon adattamento verso 50 Ω.

Formula: $Z\lambda/4 = \sqrt{(Zant \cdot Z0)}$.

Polarizzazione prevalentemente orizzontale se lato superiore o inferiore; verticale se al centro di un lato verticale

Alimentazione al vertice / angolo

Il feedpoint può portare l'impedenza verso valori più vicini a 50–75 Ω, ma il risultato dipende dalla geometria.

Non si deve quindi dichiarare un valore universale di 50–70 Ω.

Se il valore misurato è già vicino a 50 Ω, è sufficiente un buon choke/balun 1:1 per limitare le correnti di modo comune.

Se è diverso, si sceglie l'adattamento in funzione del valore reale.

Polarizzazione generalmente mista, dipende dalla geometria e dalla distribuzione di corrente.

Esempio λ/4

Supponiamo Zant = 112 Ω e linea = 50 Ω.

$Z\lambda/4 = \sqrt{(112 \times 50)} \approx 75$ Ω.

Quindi un cavo coassiale da 75 Ω lungo λ/4 elettrica è adatto come trasformatore.

Lunghezza fisica ≈ 75 / f(MHz) × VF [m].

Il fattore di velocità VF dipende dal cavo.

Nota: 100–120 Ω è un valore indicativo, non una caratteristica intrinseca della forma Delta o quadrata.

Delta Loop — adattamento a 50 Ω e rendimento

Per un loop intorno a 100–120 Ω, il trasformatore λ/4 in 75 Ω è una soluzione semplice ed efficace.

1. Spezzone λ/4 in 75 Ω

Un trasformatore a quarto d'onda deve avere:
$Zt = \sqrt{(Zant \cdot Z0)}$

Per Zant ≈ 112 Ω e Z0 = 50 Ω:
$Zt \approx \sqrt{(112 \cdot 50)} \approx 74{,}8\ \Omega \rightarrow$ si usa 75 Ω.

2. Lunghezza fisica

Lo spezzone deve essere lungo elettricamente λ/4:

$Lstub \approx 75 \cdot VF / f(MHz)$ [m]

Esempio: VF = 0,66 a 7,10 MHz → ≈ 6,97 m.

3. Cosa fa lo spezzone?

Trasforma l'impedenza vista dal coassiale 50 Ω. È un adattamento selettivo: funziona al meglio vicino alla frequenza per cui è stato dimensionato. Dopo lo spezzone si può usare una normale linea coassiale da 50 Ω.

Esempio: 112 Ω → 50 Ω con ¼ λ di 75 Ω



Balun / trasformatore

Se il punto di alimentazione presenta, per esempio, ≈200 Ω, un 4:1 porta idealmente 200/4 ≈ 50 Ω. Ma una Delta Loop può avere 50–150 Ω o più a seconda della geometria: il rapporto va scelto sul valore reale. Un 1:1 current balun/choke può essere utile per impedire correnti di modo comune sul coassiale.

Rendimento e guadagno

Una full-wave loop può avere un guadagno di alcuni dB rispetto a un dipolo λ/2, ma non esiste un valore universale: altezza, forma, polarizzazione, terreno e banda cambiano il diagramma. Il vantaggio principale è la bassa corrente di perdita rispetto a un'antenna molto caricata e la possibilità di ottenere lobi favorevoli.

In sintesi: perimetro ≈ λ → punto di alimentazione scelto in base alla geometria → misura/modello dell'impedenza → 75 Ω λ/4 oppure balun/trasformatore con rapporto adeguato → 50 Ω.

HALF-SQUARE

Una filare semplice, con comportamento direttivo utile per il DX

COME È FATTA

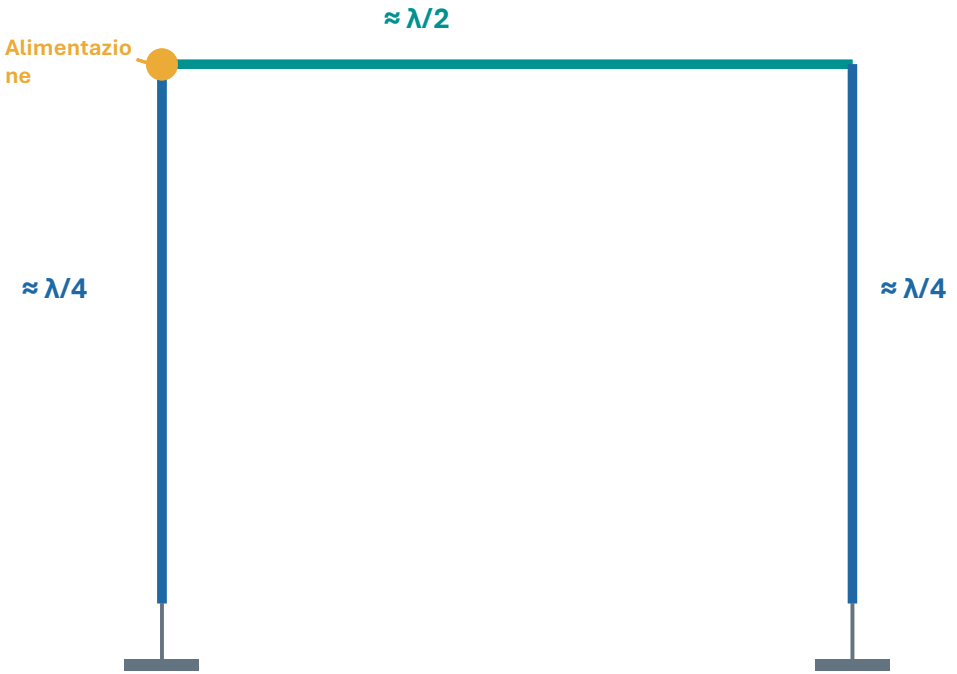
Due tratti verticali da circa λ/4, distanziati di circa λ/2, uniti in alto da un tratto orizzontale di circa λ/2.

Il risultato è una struttura a «Π» rovesciata: i due rami verticali contribuiscono alla radiazione utile e lavorano in fase.

PUNTI DI FORZA

- Polarizzazione prevalentemente verticale
- Massimi a basso angolo: interessante per collegamenti DX
- Costruzione economica, senza rotore
- Due direzioni principali opposte

SCHEMA COSTRUTTIVO (non in scala)

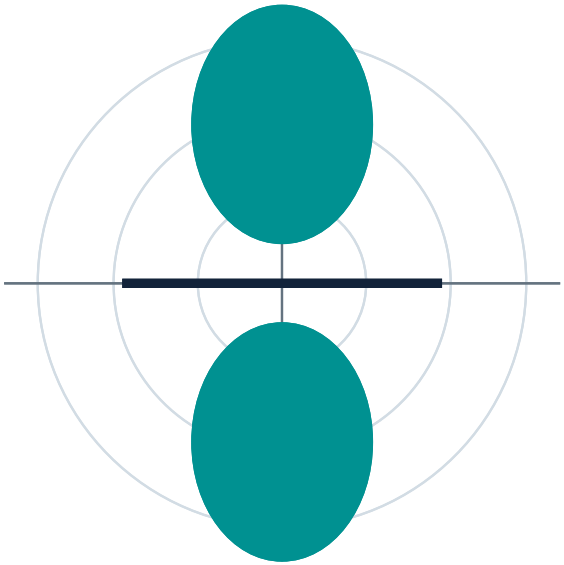


Per il collegamento coassiale: alimentazione a un angolo superiore; tenere il cavo lontano dal ramo verticale e usare un choke 1:1 per limitare correnti di modo comune.

DIAGRAMMI DI RADIAZIONE

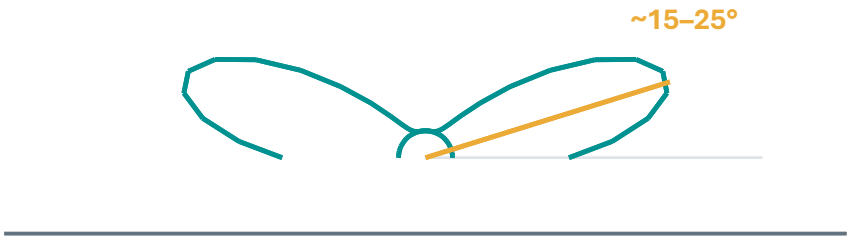
La geometria favorisce due direzioni broadside e un angolo di lancio relativamente basso

AZIMUT — VISTA DALL'ALTO



Massimo broadside (±90° rispetto al filo); nulli o minimi verso le estremità.

ELEVAZIONE — VISTA LATERALE



Lobo principale a basso angolo: valore indicativo, non universale. Altezza, terreno e dimensioni modificano l'elevazione e i lobi secondari.

Disegni schematici: servono a illustrare il comportamento tipico, non sono simulazioni calibrate di una specifica installazione.

DIMENSIONAMENTO, ALIMENTAZIONE E INSTALLAZIONE

Una buona Half-Square nasce da dimensioni corrette e da un'installazione simmetrica

DIMENSIONI IN PRIMA APPROSSIMAZIONE

λ (m) = 300 / f (MHz)

Tratto orizzontale ≈ 0,5 λ

Ogni ramo verticale ≈ 0,25 λ

Le misure finali vanno rifinite sul posto: diametro e isolamento del filo, altezza, terreno e oggetti vicini spostano la risonanza.

ESEMPIO PER I 20 METRI (14,2 MHz)

λ ≈ 21,1 m

Orizzontale: circa 10,6 m

Verticali: circa 5,3 m ciascuno

Ingombro tra i supporti: circa 10,6 m

Sono quote iniziali da cui partire, non misure garantite al centimetro.

ALIMENTAZIONE

Alimentare in un angolo superiore: l'impedenza è spesso vicina a 50–75 Ω nel progetto monobanda correttamente dimensionato. Misurare e rifinire con VNA/ROSmetro.

ORIENTAMENTO

Il piano della struttura contiene il filo orizzontale e i due rami verticali. I massimi sono in genere perpendicolari al piano/alla linea che unisce i rami: orientare i broadside verso le aree DX desiderate.

ATTENZIONI

- Tenere il cavo coassiale fuori dalla zona dei rami
- Choke 1:1 al punto di alimentazione
- Evitare alberi, grondaie e metalli vicini
- I tratti verticali possono avere RF elevata: mantenere distanze di sicurezza

Nota DX: il vantaggio non è una direttività rotativa né un enorme guadagno assoluto, ma la combinazione di polarizzazione verticale, due lobi opposti e ridotta radiazione ad alto angolo in installazioni adatte.

T2FD — TERMINATED TILTED FOLDED DIPOLE

Antenna filare a larga banda: semplicità di gestione in cambio di una parte di potenza dissipata

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

La T2FD è un dipolo ripiegato con due conduttori paralleli, collegati alle estremità. Un resistore non induttivo chiude il circuito in un punto opposto all'alimentazione.

PERCHÉ È A LARGA BANDA

La terminazione assorbe parte dell'energia RF e riduce le riflessioni lungo il filo: l'impedenza varia meno con la frequenza rispetto a un dipolo risonante.

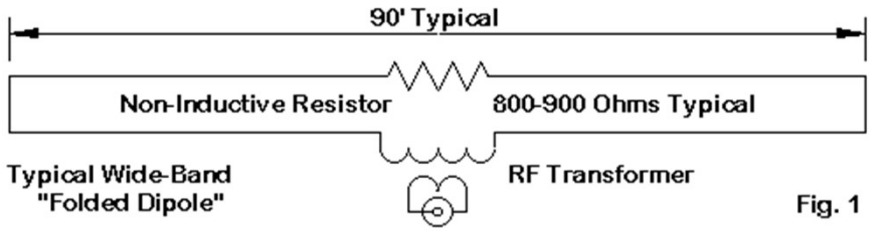
PUNTI DI FORZA

- Copertura di più bande senza accordare ogni singola risonanza
- Comportamento relativamente regolare su un'ampia gamma di frequenze
- Installazione inclinata o quasi orizzontale

LIMITE PRINCIPALE: una quota dell'energia viene trasformata in calore nel resistore.

SCHEMA ELETTRICO CONCETTUALE

Resistore terminale



Alimentazione al centro

La forma reale può essere rettangolare, inclinata o verticale; il disegno mostra solo il circuito dei due conduttori.

T2FD — TERMINATED TILTED FOLDED DIPOLE

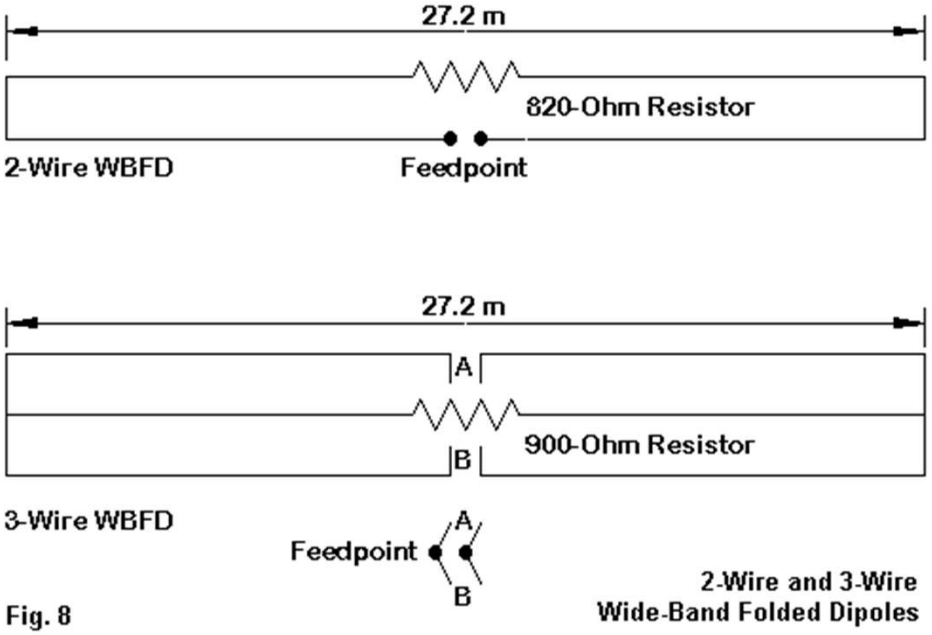


Fig. 8

2-Wire and 3-Wire
Wide-Band Folded Dipoles

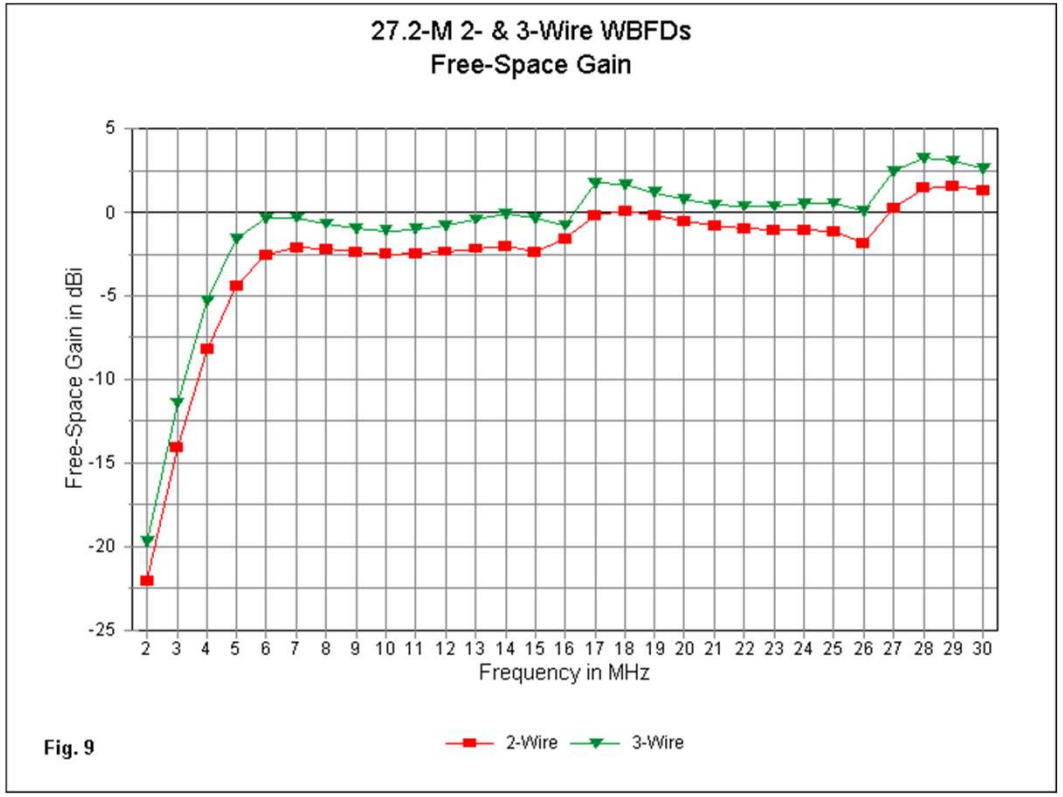


Fig. 9

DIMENSIONAMENTO, ALIMENTAZIONE E TERMINAZIONE

Le quote dipendono dalla frequenza minima desiderata e dal progetto scelto

DIMENSIONI DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Per una versione classica lunga:

$L \approx 150 / f_{min}$ (MHz) metri

Distanza fra i conduttori: $d \approx 3 / f_{min}$ (MHz) metri

Esempio con $f_{min} = 3{,}5$ MHz:

- Lunghezza totale ≈ 42,9 m
- Distanza fra i fili ≈ 0,86 m

Sono formule orientative per una famiglia di progetti, non quote universali. Versioni commerciali e modelli compatti possono avere geometrie diverse.

ALIMENTAZIONE E RESISTORE

- Il punto di alimentazione è al centro di un conduttore.
- L'impedenza dipende da geometria, distanza tra i fili e terminazione.
- Scegliere balun/trasformatore in base al progetto: non esiste un unico rapporto valido per tutte le T2FD.

- Il resistore è non induttivo e collegato tra i due lati nel punto di terminazione.
- Valori tipici sono nell'ordine di alcune centinaia di ohm; il valore corretto dipende dall'impedenza di progetto.
- Deve essere dimensionato per la potenza RF che dissipa e montato con adeguata ventilazione/protezione.

ATTENZIONE IN TX

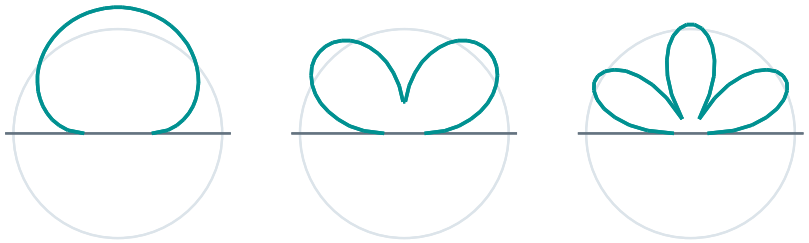
La resistenza può dissipare una frazione consistente della potenza trasmessa. A 100 W non basta un resistore da pochi watt: serve un assemblaggio non induttivo con potenza e dissipazione termica calcolate.

Per costruire: partire da un progetto documentato, verificare balun e resistenza previsti e misurare l'antenna nella sua posizione definitiva.

DIAGRAMMI DI RADIAZIONE E PRESTAZIONI REALI

La T2FD è a larga banda, ma il diagramma cambia con la frequenza e l'installazione

ESEMPI SCHEMATICI DI LOBI IN ELEVAZIONE



F_min **Banda media** **F alta**

Schema qualitativo: al crescere della frequenza possono comparire più lobi e nulli. Non sono diagrammi simulati né angoli garantiti.

COME INTERPRETARLA

- Non è omnidirezionale perfetta: il diagramma dipende da frequenza, orientamento, altezza e terreno.
- In installazioni inclinate può offrire una copertura azimutale utile per uso generale, ma i lobi non restano uguali su tutte le bande.

COMPROMESSO DI EFFICIENZA

Il resistore stabilizza il comportamento broadband ma dissipa potenza RF. Alle frequenze basse, se l'antenna è elettricamente corta, la quota dissipata può diventare elevata e il guadagno può essere inferiore a quello di un dipolo risonante.

USI TIPICI

Ricezione a larga banda, monitoraggio HF e trasmissione quando si privilegia la copertura di molte frequenze rispetto al rendimento massimo.

COBWEB: L’ANTENNA HF MULTIBANDA COMPATTA

Una soluzione filare per coprire più bande senza rotore e con ingombro contenuto

CHE COS’È

La Cobweb è una famiglia di antenne multibanda formata da più dipoli ripiegati, disposti a raggiera su una crociera e sagomati in modo da occupare un’area quasi quadrata.

CONFIGURAZIONE PIÙ DIFFUSA

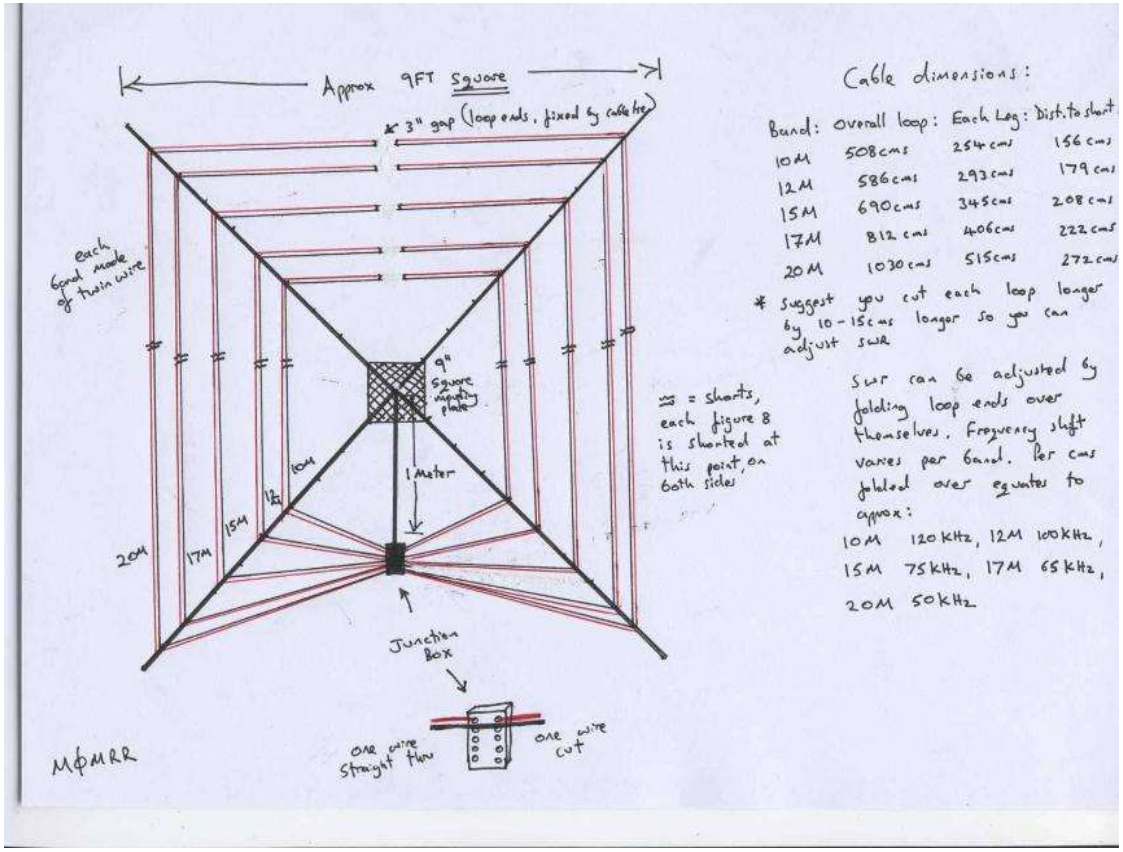
Cinque dipoli per 20, 17, 15, 12 e 10 metri. Ogni elemento è accordato sulla propria banda; il sistema viene alimentato da un unico cavo coassiale.

PERCHÉ È INTERESSANTE

- Un solo punto di sostegno centrale
- Ingombro tipico nell’ordine di 2,5–3 m per lato
- Nessun rotore necessario
- Copertura azimutale pressoché omnidirezionale

Nota: esistono versioni costruttive diverse; verificare sempre il progetto specifico.

SCHEMA DALL’ALTO — CROCIERA E DIPOLI RIPIEGATI



Schema concettuale: ogni circuito rappresenta un dipolo ripiegato per una banda.

GEOMETRIA E DIMENSIONAMENTO

Cinque dipoli accordati singolarmente: le lunghezze dipendono dal progetto e dal diametro del filo

BANDE DELLA VERSIONE CLASSICA

- 20 m — circa 14 MHz
- 17 m — circa 18 MHz
- 15 m — circa 21 MHz
- 12 m — circa 24,9 MHz
- 10 m — circa 28 MHz

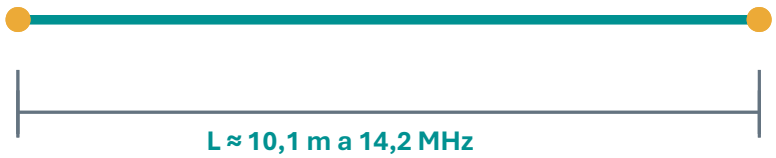
PRIMA STIMA PER UN DIPOLO

L totale (m) ≈ 143 / f(MHz)

La formula fornisce una stima per un dipolo a mezz'onda in filo; non è la quota definitiva della Cobweb, perché ripiegatura e accoppiamento modificano la risonanza.

Le misure finali vanno prese dal progetto scelto e rifinite con VNA/analizzatore d'antenna.

ESEMPIO: DIPOLO TEORICO PER I 20 M



NELLA COBWEB IL FILO VIENE RIPIEGATO

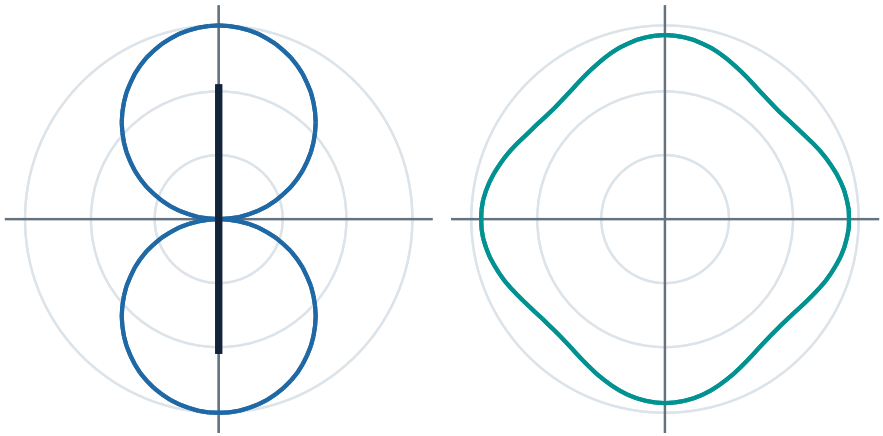


Il ripiegamento rende compatta la struttura; non trasforma automaticamente il dipolo in una direttiva.

DIAGRAMMA DI RADIAZIONE E POLARIZZAZIONE

La Cobweb punta alla copertura in tutte le direzioni, non al guadagno direttivo

AZIMUT — DIPOLO RETTILINEO E COBWEB

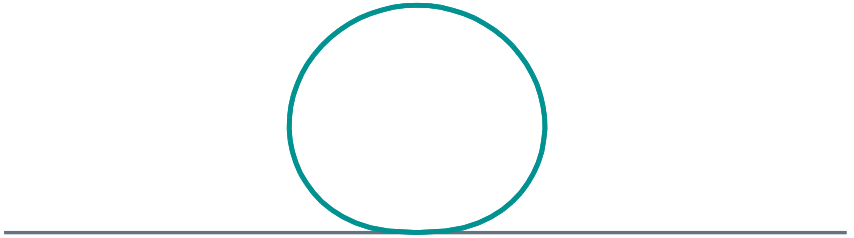


Dipolo rettilineo:
nulli lungo l'asse

Cobweb: copertura
quasi omnidirezionale

ELEVATION / POLARIZZAZIONE

La polarizzazione è prevalentemente orizzontale, come per un dipolo orizzontale. La forma ripiegata tende a rendere più uniforme il diagramma in azimut rispetto al dipolo rettilineo.



L'angolo di lancio dipende soprattutto dall'altezza elettrica sopra il terreno e dalla banda. Il disegno è concettuale: non esiste un unico diagramma d'elevazione valido per tutte le installazioni.

Non confondere omnidirezionalità con alto guadagno: la Cobweb privilegia semplicità e copertura, non la soppressione del lobo posteriore.

ALIMENTAZIONE, ADATTAMENTO E MESSA A PUNTO

Due famiglie costruttive: versione a filo singolo e Cobwebb tradizionale a conduttore bifilare

ALIMENTAZIONE COMUNE

I dipoli sono collegati in parallelo al punto di alimentazione, ma ciascuno è dimensionato per la propria banda.

VERSIONE A FILO SINGOLO (G3TXQ)

Il dipolo ripiegato può presentare un'impedenza bassa, spesso nell'ordine di 12,5 Ω. In un progetto di questo tipo si usa comunemente un balun di corrente 4:1 con rapporto di impedenza 1:4 per avvicinarsi ai 50 Ω del coassiale.

La trasformazione reale dipende dalla geometria.

COBWEB TRADIZIONALE

La versione classica associata al progetto G3TPW utilizza elementi in conduttore bifilare e uno specifico sistema di adattamento.Non occorre un ulteriore trasformatore 4:1

Non è corretto applicare automaticamente il balun 4:1 a tutte le Cobweb: seguire lo schema e i valori del progetto scelto.

CHOKE 1:1

È spesso utile vicino al punto di alimentazione per ridurre le correnti di modo comune sul coassiale.

PROCEDURA DI TARATURA

1. Montare l'antenna nella configurazione definitiva.
2. Misurare ROS e impedenza su ogni banda con VNA.
3. Correggere le lunghezze con piccoli interventi simmetrici.
4. Verificare anche la stabilità del diagramma e le interazioni fra elementi.

INSTALLAZIONE

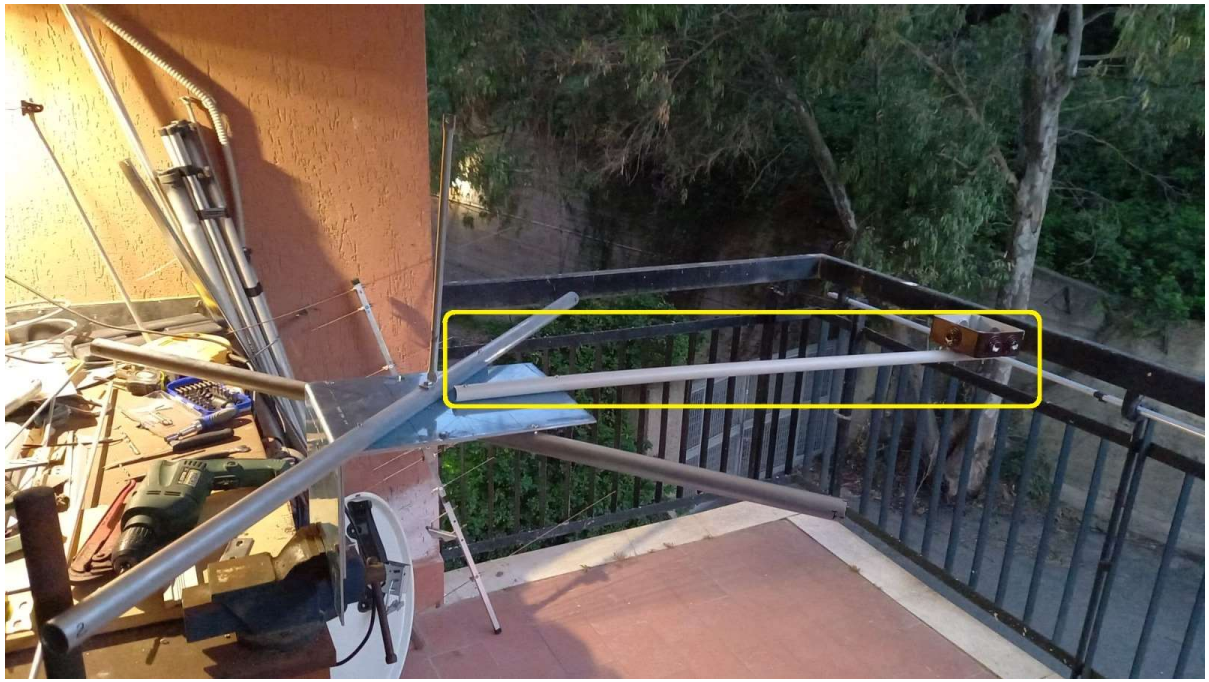
Usare bracci isolanti rigidi, mantenere simmetria e distanze dai metalli. La crociera centrale deve sostenere il carico del vento.

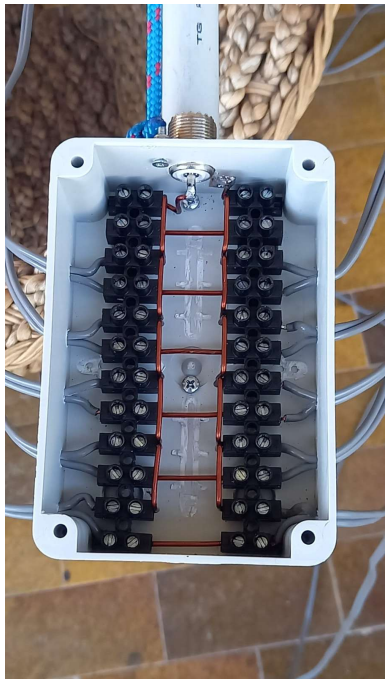
In sintesi: antenna multibanda compatta e pratica; per risultati affidabili occorre seguire un progetto specifico, non combinare quote e adattatori di versioni differenti.











HEXBEAM: UNA DIRETTIVA FILARE MULTIBANDA

Struttura a ombrello rovesciato, elementi in filo e sei bracci in fibra di vetro

CHE COS'È

La Hexbeam è una beam multibanda: per ogni banda usa un elemento alimentato e un riflettore. I fili sono sagomati e ripiegati per stare su una struttura compatta a sei bracci.

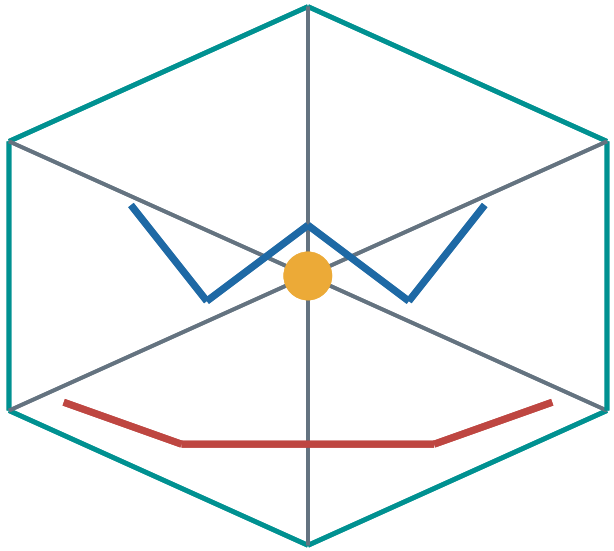
VERSIONE DI RIFERIMENTO

Le slide seguono il progetto broadband G3TXQ, diffuso nella realizzazione K4KIO: 20, 17, 15, 12 e 10 m; è possibile aggiungere i 6 m con il set di fili previsto.

PERCHÉ È APPREZZATA

- Direttività e F/B simili, in linea generale, a una Yagi a 2 elementi
- Un solo coassiale da 50 Ω
- Peso e carico al vento relativamente contenuti
- Nessuna trappola sulle versioni descritte

STRUTTURA CONCETTUALE — VISTA DALL'ALTO



Blu: irradiatore a «M» **Rosso: riflettore**

Schema semplificato: la disposizione esatta dei fili segue il progetto scelto.

COME È FATTA: TELAIO ED ELEMENTI

Sei bracci flessibili sostengono i fili; la geometria dei terminali è parte del progetto elettrico

TELAIO MECCANICO

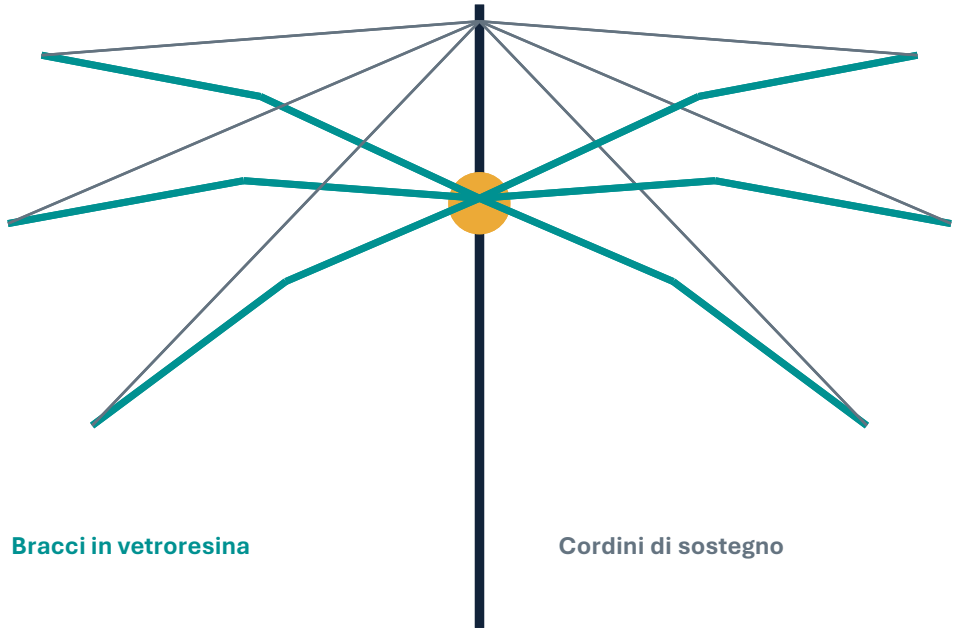
- Sei bracci in fibra di vetro fissati a un mozzo centrale
- Bracci piegati e sostenuti da cordini resistenti ai raggi UV
- Montanti e tiranti mantengono forma e simmetria
- Elementi in rame isolato, tipicamente AWG 14 o 16

GEOMETRIA ELETTRICA

Ogni banda si comporta come una beam a due elementi. L'irradiatore ha forma simile a una «M»; il riflettore avvolge i bracci posteriori con forma simile a una «U».

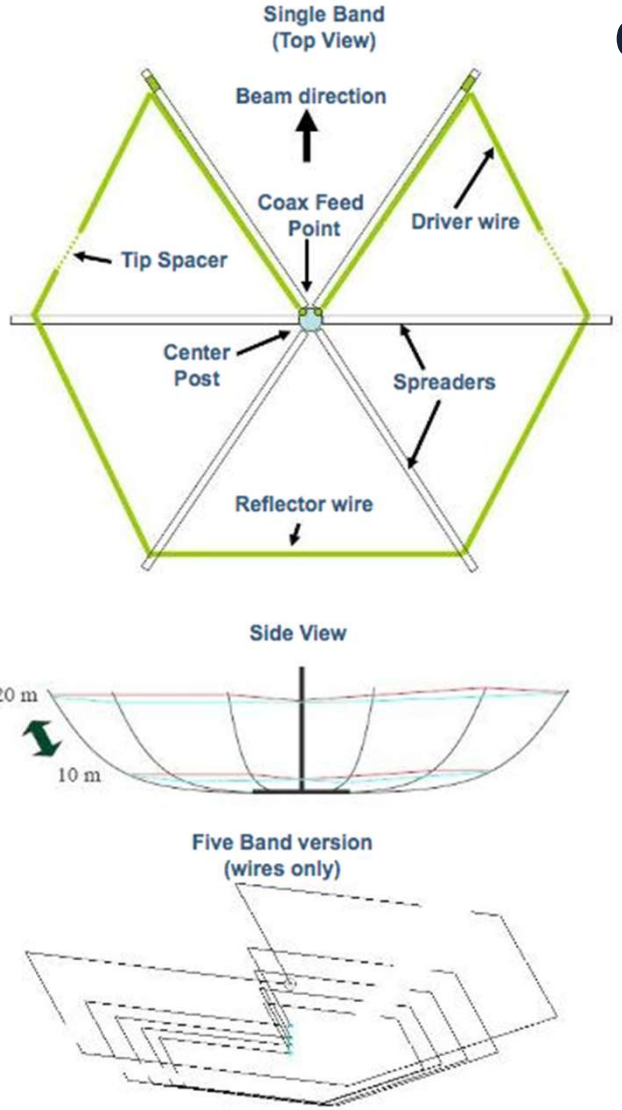
Non improvvisare distanze o cordini terminali: sono quote critiche.

VISTA LATERALE SCHEMATICA: OMBRELLO ROVESCIATO



Il disegno illustra il telaio e i tiranti; non è una dima di taglio né una tavola quotata.

COME È FATTA: TELAIO ED ELEMENTI





QUOTE ELETTRICHE: ESEMPIO G3TXQ BROADBAND

Valori di riferimento per filo di rame AWG 14/16 con isolamento PVC — non mescolare con quote per filo nudo

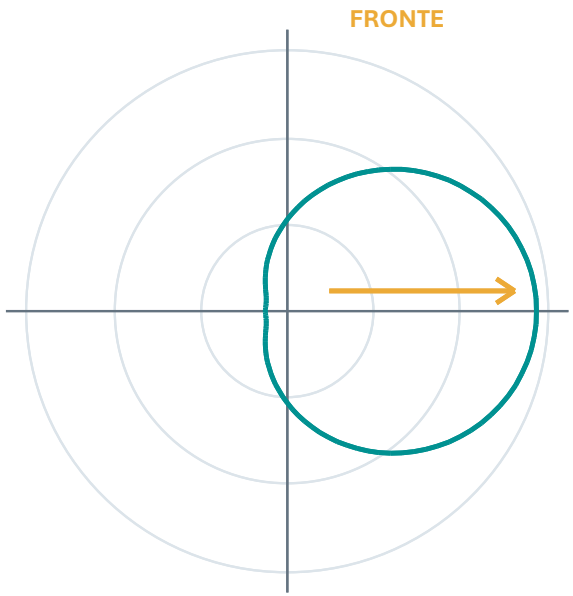
Banda	2 metà irradiatore (ciascuna)	Riflettore totale	Cordino terminale per estremità
20 m	5,42 m	10,24 m	0,61 m
17 m	4,20 m	7,96 m	0,47 m
15 m	3,58 m	6,81 m	0,41 m
12 m	3,02 m	5,75 m	0,34 m
10 m	2,64 m	5,06 m	0,30 m
6 m*	1,45 m	2,80 m	0,17 m

Nota di lettura: l’irradiatore è composto da due metà separate e alimentate al centro. Il “cordino terminale” è lo spacer isolante che collega le estremità dell’irradiatore a quelle del riflettore; non è filo radiante. *Il set per 6 m è opzionale. Le quote sono convertite da pollici e arrotondate: seguire le istruzioni originali e rifinire con misure RF.

DIAGRAMMA DI RADIAZIONE, GUADAGNO E F/B

Una beam a due elementi: il lobo principale è diretto verso l'irradiatore, il riflettore riduce la radiazione posteriore

AZIMUT — DIAGRAMMA POLARE SCHEMATICO



Il diagramma è illustrativo, non una simulazione NEC di una specifica installazione.

PRESTAZIONI DI RIFERIMENTO

Il progetto G3TXQ broadband/K4KIO riporta, in spazio libero e al massimo del lobo:

- Guadagno di picco: circa 5,5 dBi
- Rapporto fronte/retro (F/B): oltre 20 dB al punto ottimale
- ROS dichiarato < 2:1 su gran parte delle bande, con eccezioni alle estremità alte di 10 e 6 m

COSA SIGNIFICA F/B

Un F/B di 20 dB indica che il livello di potenza nella direzione posteriore è circa 100 volte inferiore rispetto al fronte, nella condizione di misura specificata.

Il guadagno e F/B variano con frequenza, altezza, terreno e accuratezza costruttiva.

ALIMENTAZIONE E ADATTAMENTO

Il progetto broadband è pensato per un unico coassiale da 50 Ω e per un buon compromesso su più bande

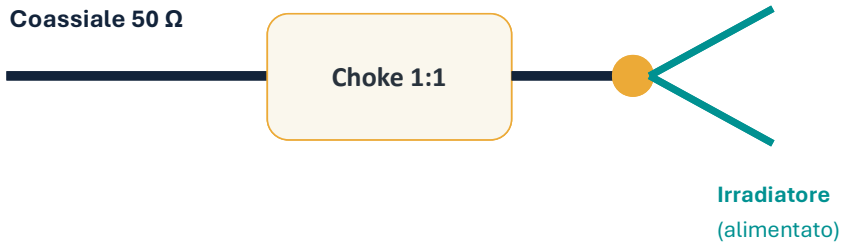
COME SI ALIMENTA

- Ogni banda ha il proprio irradiatore e riflettore
- Le metà dell'irradiatore terminano al punto di alimentazione
- I punti di alimentazione dei vari irradiatori sono collegati al sistema comune previsto dal progetto
- Il coassiale entra dal palo centrale e raggiunge il punto di alimentazione in alto

IMPEDENZA E ROS

La geometria broadband è progettata per mantenere un ROS contenuto su una porzione utile di ciascuna banda; non si deve presumere 50 Ω perfetti a ogni frequenza.

SCHEMA A BLOCCHI DELLA LINEA DI ALIMENTAZIONE



CHOKE DI MODO COMUNE

È normalmente consigliato vicino al punto di alimentazione per limitare la corrente RF sulla superficie esterna della calza e ridurre distorsioni del diagramma e RF in stazione. Seguire la soluzione e la posizione indicate nel progetto specifico.

Non confondere il choke 1:1 con un trasformatore di adattamento 4:1: il primo blocca il modo comune, non trasforma il rapporto d'impedenza.

COSTRUZIONE, MESSA A PUNTO E SICUREZZA

La simmetria meccanica e il controllo RF sono decisivi quanto le lunghezze dei fili

MATERIALI PRINCIPALI

- 6 bracci in fibra di vetro, sezionati o telescopici
- Mozzo centrale rigido e isolante
- Filo di rame flessibile AWG 14 o 16
- Cordini UV-resistant (Dacron/corda tecnica)
- Isolatori, guide filo e ferramenta anticorrosione
- Cavo coassiale 50 Ω e choke 1:1

Il telaio deve sostenere la tensione dei fili, il peso e il carico del vento.

SEQUENZA DI LAVORO

1. Preparare mozzo, bracci e tiranti.
2. Assemblare e controllare simmetria e angoli.
3. Installare per prima una banda seguendo le quote del progetto.
4. Aggiungere gli altri set rispettando distanze e piani previsti.
5. Sollevare l’antenna nella configurazione d’uso.
6. Misurare ROS/impedenza su tutte le bande con VNA.
7. Correggere solo piccoli tratti e in modo simmetrico.

ERRORI DA EVITARE

- Usare quote per filo nudo con filo isolato
- Mescolare geometria classica e broadband G3TXQ
- Cambiare i cordini terminali senza ricalcolo
- Aggiungere metallo vicino agli elementi
- Valutare il successo solo dal ROS: controllare anche F/B

SICUREZZA

Montaggio in quota e rotazione richiedono attenzione a vento, carichi, linee elettriche e stabilità del mast. Non lavorare vicino a linee elettriche.

Riferimenti tecnici: K4KIO, “Build your own Hex Beam” (Description, Overall, Specs, Assembly); Steve Hunt G3TXQ, progetto broadband Hexbeam.

Antenna Rybakov: la «canna da pesca»

Una verticale filare multibanda, leggera e adatta anche all’uso portatile

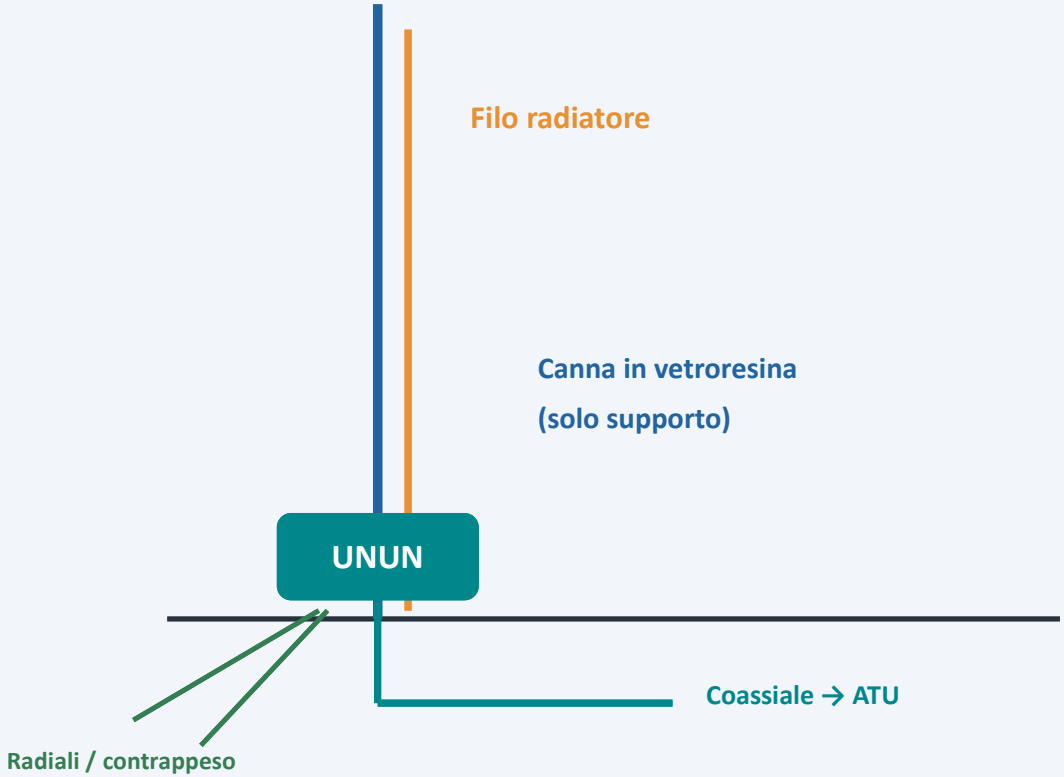
Il principio

Un filo verticale non risonante viene alimentato alla base tramite un UNUN. Un accordatore (ATU) completa l’adattamento alle diverse bande.

Perché piace

- Pochi materiali e montaggio rapido
- Ingombro ridotto e supporto telescopico
- Possibile funzionamento multibanda con accordatore

Schema funzionale semplificato



Dimensionamento di partenza

Non esiste una sola Rybakov «standard»: queste misure sono un punto di partenza da verificare sul posto.

Radiatore

- Variante comune: circa 9,4–9,8 m
- Altre realizzazioni usano 7,6–10 m
- Filo isolato flessibile lungo la canna

Supporto

- Canna telescopica in vetroresina
- Tipicamente 7–10 m
- Evitare canne in carbonio: conduttive

Contrappeso

- Iniziare con 2–4 radiali
- Provare lunghezze diverse, ad es. 4–10 m
- Disporli sul terreno o lungo superfici disponibili

Perché circa 9,6 m?

È una lunghezza pratica diffusa, non una legge fisica né una garanzia di buon adattamento su tutte le bande. Impedenza e rendimento dipendono da altezza, terreno, radiali, oggetti vicini e frequenza. Prima di fissare il filo definitivamente, misurare con analizzatore e provare l'accordatore sulle bande desiderate.

La canna sostiene il filo: non è l'elemento radiante, salvo configurazioni diverse.

Costruzione: materiali e montaggio

Una versione semplice, pensata per essere realizzata in autocostruzione

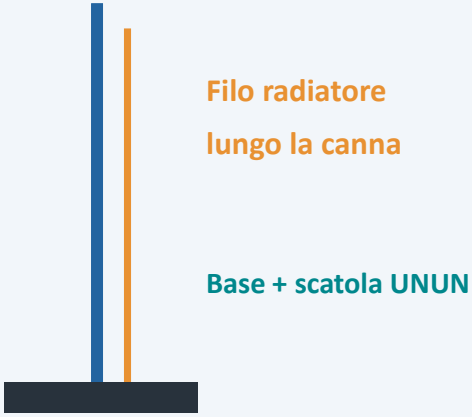
Materiale occorrente

- Canna in vetroresina e base stabile
- Circa 9,6 m di filo isolato (sezione indicativa 1–1,5 mm²)
- Scatola impermeabile per UNUN e connettori
- Connettore coassiale, morsetti e cavo
- Filo per radiali/contrappeso e fascette

Sequenza di montaggio

1. Fissare la canna con supporto stabile.
2. Legare il filo lungo la canna senza tenderlo eccessivamente.
3. Collegare il radiatore al terminale antenna dell'UNUN.
4. Collegare i radiali al terminale di ritorno RF.
5. Collegare il coassiale e prevedere un choke di modo comune.

Vista laterale indicativa



Accorgimenti pratici

- Lasciare un'ansa di filo per scaricare le trazioni.
- Sigillare la scatola senza intrappolare condensa.
- Tenere il punto di alimentazione lontano da metallo e grondaie.
- Non usare la canna in prossimità di linee elettriche.

UNUN, choke e accordatore: tre funzioni diverse

Non vanno confusi: ciascun elemento risolve un problema differente

UNUN 4:1 o 9:1

Trasformatore sbilanciato–sbilanciato che trasforma l'impedenza vista dal coassiale. Entrambi i rapporti sono usati nelle realizzazioni: non esiste un rapporto universalmente migliore. La scelta va verificata con misure.

Choke 1:1

Riduce la corrente di modo comune sulla superficie esterna del coassiale. Può diminuire RF in stazione e rendere il sistema meno dipendente dal percorso del cavo. Va dimensionato per bande e potenza.

ATU

L'accordatore porta l'impedenza al valore gestibile dal ricetrasmettitore. Un ROS basso dopo l'ATU non dimostra, da solo, che l'antenna irradi bene o che l'UNUN non sia sotto stress.

Nota costruttiva sull'UNUN

Numero di spire, tipo di toroide, disposizione degli avvolgimenti e potenza ammessa dipendono dal circuito scelto e dal materiale magnetico. Non copiare un numero di spire senza identificare nucleo e schema: controllare riscaldamento, perdite e comportamento sulle bande d'interesse.

Collaudo e uso in sicurezza

Verificare l’intero sistema, non soltanto il ROS

Procedura di verifica

1. Misurare l’impedenza alla base, se possibile con analizzatore.
2. Provare ogni banda con ATU e annotare frequenza, ROS e accordabilità.
3. Ripetere le misure dopo aver cambiato radiali o percorso del coassiale.
4. Controllare che UNUN e choke non si scaldino in trasmissione.

Limiti da ricordare

- ROS basso non significa automaticamente buon rendimento.
- Un singolo radiale può funzionare, ma il risultato può essere più sensibile all’installazione.
- Sulle bande basse servono compromessi maggiori con un radiatore corto.
- RF può comparire su coassiale, radio e oggetti vicini.

Sicurezza

Tenere antenna e cavi ben lontani dalle linee elettriche; abbassare la canna in caso di temporali o vento forte; fissare la base e verificare le sollecitazioni. Non trasmettere durante la regolazione manuale dei fili e rispettare le distanze di sicurezza RF.

Riferimenti: IW2MXE · QSL.net/IZ1DXS · Adventures in Amateur Radio (esempi pratici di costruzione)

Rybakov da 9,6 m: quali bande usare?

Valutazione indicativa per un radiatore verticale da 9,6 m con UNUN e accordatore; non è una garanzia di rendimento.

40 metri — favorevole

9,6 m sono vicini a ¼ d'onda sui 7 MHz. È una delle bande più naturali per questa lunghezza e può offrire un buon angolo per DX, se il sistema di ritorno RF è adeguato.

20 metri — possibile, ma da verificare

Il filo è vicino a ½ onda. La corrente alla base può essere relativamente bassa e l'impedenza elevata: l'accordabilità dipende molto da UNUN, ATU e radiali. Un ROS basso non prova da solo un buon rendimento.

17, 15 e 12 metri — interessanti

Il radiatore è elettricamente più lungo e il diagramma diventa più articolato. Possono essere bande utili, ma cambiano lobi e angoli di irradiazione.

30 metri

Può funzionare con ATU, ma l'impedenza e le perdite del sistema di adattamento sono determinanti. Da valutare con misure e prove sul campo.

10 metri e bande basse

Sui 10 m possono comparire lobi a elevazione più alta, quindi non sempre ideali per DX a lunga distanza. Sugli 80 m il radiatore è elettricamente corto: rendimento generalmente penalizzato rispetto a un'antenna dedicata.

In pratica: 40 m è il punto di partenza più convincente; 20–12 m possono dare risultati validi, ma dipendono da impedenza, perdite, altezza, terreno e contrappesi. Verificare ogni banda con analizzatore e prove reali.

Diagramma di radiazione e angolo di elevazione

La polarizzazione verticale può favorire i collegamenti DX, ma il diagramma cambia con la frequenza.

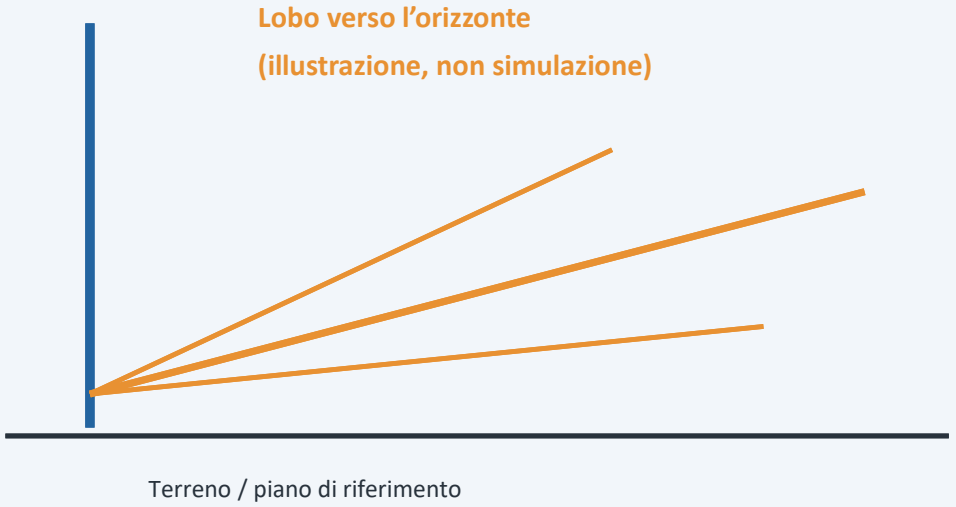
Che cosa aspettarsi

- In 40 m, un elemento verticale vicino a ¼ d'onda può produrre un lobo utile a bassa elevazione.
- Su 20–12 m il radiatore è più lungo in termini elettrici: possono formarsi più lobi e null.
- Il diagramma non resta uguale passando da una banda all'altra.

Angolo basso: utile per il DX

Un lobo principale a circa 15–30° può favorire collegamenti a lunga distanza in condizioni adatte. È un ordine di grandezza illustrativo, non un valore garantito per ogni installazione.

Esempio schematico: lobo a bassa elevazione



L'angolo reale dipende da altezza, terreno, radiali, oggetti vicini e impedenza della struttura. Un diagramma «basso» non garantisce da solo un segnale forte.

Radiali e contrappeso: quanto lunghi?

I radiali fanno parte del sistema d’antenna: non sono semplicemente una messa a terra di sicurezza.

Per iniziare

Per una prova portatile, predisporre almeno 2–4 radiali e confrontare le misure. Un solo filo di ritorno può funzionare, ma rende il sistema più sensibile al coassiale e all’ambiente.

Lunghezze pratiche

- 4–5 m: comodi e utili per iniziare sulle bande medio-alte.
- 7–10 m: più versatili sulle HF.
- Radiali più lunghi possono aiutare sulle bande basse, se c’è spazio.

Numero e disposizione

Più radiali distribuiti a raggiera tendono a rendere il ritorno RF più uniforme. In installazioni permanenti, molti radiali sul terreno possono essere più efficaci di pochi radiali perfettamente risonanti.

Devono essere risonanti?

Non necessariamente. Radiali appoggiati sul terreno o interrati superficialmente possono essere non risonanti; lunghezza, numero, contatto col terreno e disposizione influenzano comunque le perdite. Radiali elevati richiedono più attenzione al dimensionamento e al bilanciamento.

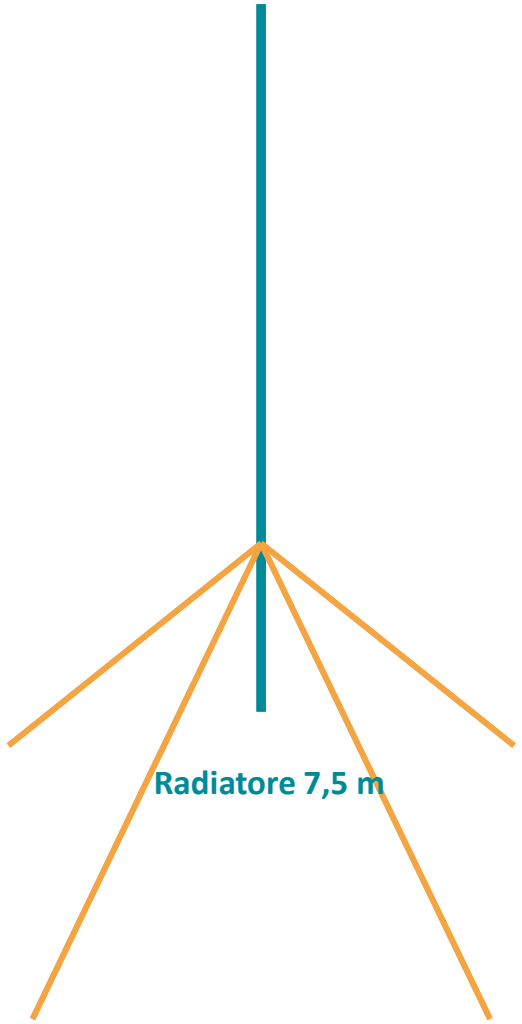
Metodo consigliato

Partire da 2–4 radiali di lunghezza diversa, misurare e annotare il risultato. Aggiungerne altri e ripetere il test mantenendo invariati gli altri elementi. Installare il choke sul coassiale quando necessario: non sostituisce i radiali.

Obiettivo: ridurre le perdite e limitare le correnti indesiderate sul coassiale, non inseguire una singola lunghezza «magica».

Verticale a 3/8 d’onda per i 20 metri

Progetto costruttivo basato sulle misure riferite dall’autore TIM G5TM
https://youtu.be/d36C8HkF6aM?is=hhiEPohFwM9dzQ9m



Il progetto in sintesi

10 m	7,5 m	1,7 m	45° circa
Palo in vetroresina	Filo radiante verticale	Lunghezza di ciascun radiale	Inclinazione dei radiali

Configurazione: verticale con piano di radiali inclinati

Base/punto di alimentazione a circa 2,5 m dal terreno

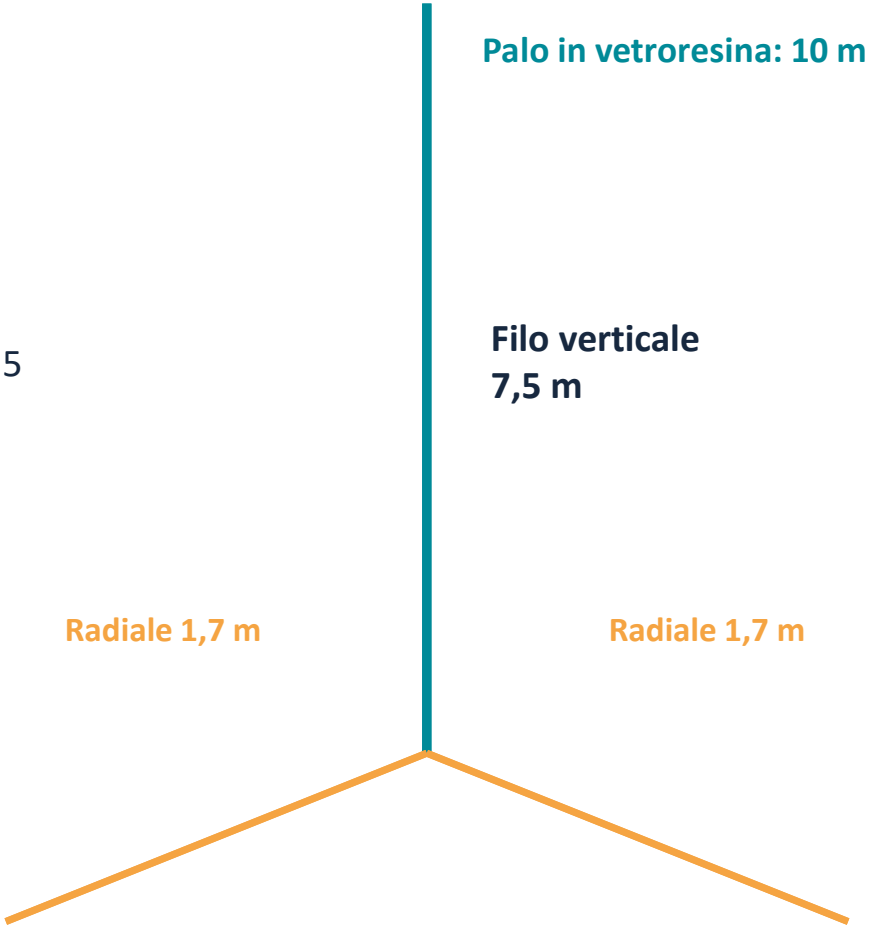
Unun/trasformatore d’impedenza 4:1 al punto indicato dall’autore

Obiettivo principale: funzionamento sui 20 m; l’autore riferisce ROS accettabile anche sui 10 m

Schema generale e geometria

Schema concettuale
(non in scala)

Punto di alimentazione a circa 2,5 m dal suolo



Perché viene definita 3/8 d’onda?

La lunghezza d’onda si calcola: λ = c / f

In forma pratica: λ (m) ≈ 300 / f (MHz)

A 14,1 MHz: λ ≈ 21,28 m; 3/8 λ ≈ 7,98 m

Il radiatore di 7,5 m è quindi vicino a 3/8 λ nella porzione bassa dei 20 m, ma non coincide esattamente con il valore teorico in quanto influenzato dalla lunghezza e dall’inclinazione dei radiali

La lunghezza elettrica effettiva dipende da diametro del filo, isolamento, ambiente e geometria

Sui 10m l’antenna funziona a 3/4 λ con un ROS accettabile di circa 2:1

≈ 7,98 m

3/8 λ a 14,1 MHz

≈ 7,50 m

Lunghezza del filo indicata

Differenza da verificare con misure sul campo

Radiali inclinati: disposizione e funzione

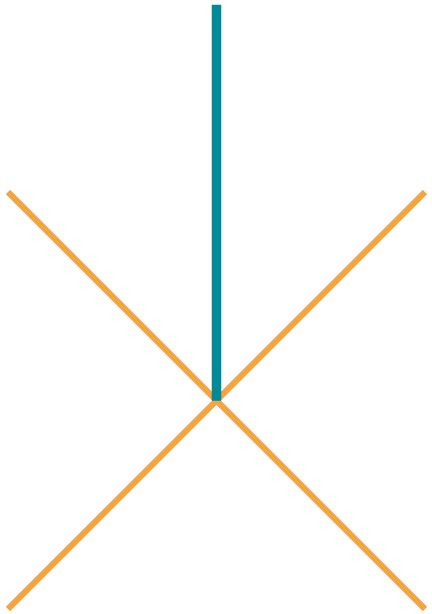
Lunghezza riferita: 1,7 m per ciascun radiale

Inclinazione: circa 45° rispetto all’orizzontale

I radiali formano il contrappeso RF e partecipano al sistema di alimentazione

Mantenere simmetria, connessioni elettriche solide e isolamento dagli elementi metallici vicini

Il numero dei radiali (minimo due) non è confermato dal solo fotogramma: va verificato nel video o nella costruzione originale



Vista schematica dall’alto/lato

Punto di alimentazione e balun 4:1

L’antenna al punto di alimentazione presenta una impedenza di circa 200 ohm .

Un Unun con un rapporto 4:1 trasforma idealmente l’impedenza al valore standard dei nostri ricetrasmettitori pari a 50 ohm.

Il trasformatore (unun) tuttavia non garantisce da solo ROS basso: l’impedenza dell’antenna dipende da frequenza, altezza e radiali

Usare un dispositivo adatto alla potenza e alla banda; curare impermeabilizzazione, scarico delle trazioni e isolamento



Palo da 10 m e altezza dal terreno

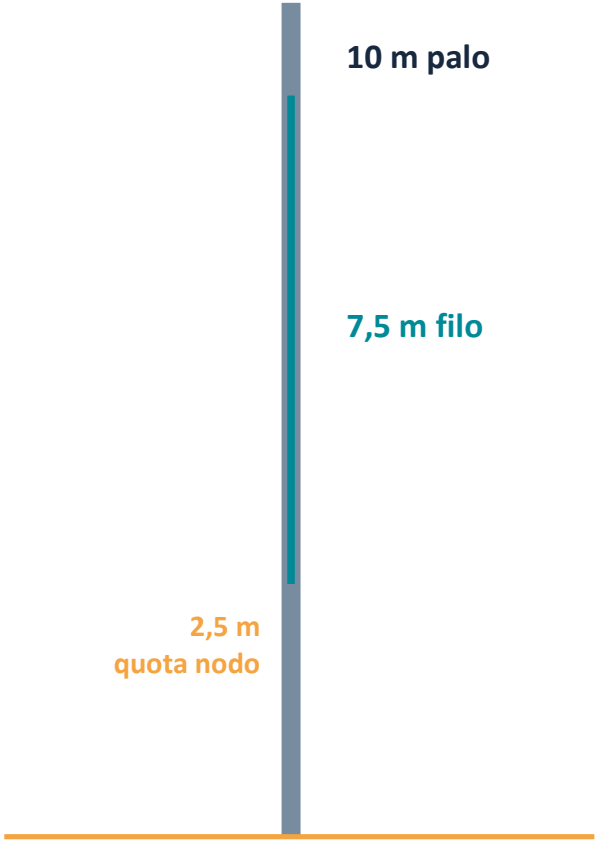
Palo consigliato: vetroresina, lunghezza complessiva 10 m

Radiatore: filo da 7,5 m fissato lungo il palo, senza contatti elettrici indesiderati con parti metalliche

Punto di alimentazione/piano radiali a circa 2,5 m dal terreno

Prevedere ancoraggi, protezione dal vento e fissaggi che non schiaccino il palo

La vetroresina deve essere integra e idonea all'esterno; il cavo coassiale va fissato senza caricare il punto di alimentazione



Funzionamento sui 20 m e sui 10 m

Banda principale dichiarata: 20 m (14 MHz)

L’autore riferisce ROS accettabile anche sulla banda dei 10 m (28 MHz)

Un buon ROS non dimostra da solo massima efficienza o buon diagramma di radiazione

Il comportamento sui 10 m può dipendere da risonanze, armoniche, impedenza al punto di alimentazione e radiali

Misurare il ROS lungo entrambe le bande e annotare frequenza di minimo e larghezza di banda

14 MHz

Banda dei 20 metri

28 MHz

Banda dei 10 metri

Risultato da verificare con analizzatore d’antenna

Procedura di costruzione consigliata

1. Preparare il palo e verificare la stabilità degli ancoraggi
2. Tagliare e misurare il radiatore a 7,5 m; lasciare margine per i fissaggi
3. Preparare radiali tutti uguali, da 1,7 m ciascuno
4. Montare il nodo di alimentazione a circa 2,5 m dal suolo, con il dispositivo 4:1 correttamente orientato
5. Disporre i radiali con inclinazione uniforme di circa 45°
6. Collegare il coassiale, impermeabilizzare il nodo e fissare il cavo
7. Misurare ROS/impedenza sui 20 m e 10 m prima di trasmettere a piena potenza


ASSOCIAZIONE
RADIOAMATORI
ITALIANI
Sezione di Messina
Grazie per l'attenzione
ANTENNA FILARE
L = circa 1/2 λ
BALUN 9:1
AL RICETRASMETTITORE
CON CAVO COASSIALE
BUONA
PROPAGAZIONE!
IQ9MK
FILO RAME
1 - 1,5 mm²
Progetto antenna
Lunghezza
Punti di fissaggio
Isolatori
Balun
Prova e ROS