



**A.R.I.**  
*Associazione*  
**Radioamatori**  
**Italiani**

Ente Morale D.P.R. 368/1958

A.R.I. Sezione di Bra

Vicolo Fossaretto n.7  
Casella Postale 22  
12042 Bra (Cuneo)



## ANTENNA AD ELICA QUADRIFILARE (QFH) PER V/UHF



*By Iw1DGG - Iw1FNW - Ik1OJP*



## Introduzione

Le antenne ad elica quadrifilare (QFH) sono largamente utilizzate per la ricezione di segnali da satellite che non richiedano grosse amplificazioni. In campo amatoriale sono usate soprattutto per la ricezione di satelliti meteorologici o di satelliti radioamatoriali i cui segnali sono sufficientemente alti da poter essere ricevuti senza antenne direttive. La QFH è infatti un'antenna che fornisce, sì un guadagno basso, ma allo stesso tempo un'ottima omnidirezionalità. Questo è utile perché si riescono a ricevere segnali dai satelliti durante praticamente tutto il loro passaggio senza bisogno di alcun puntamento.

Esistono anche altri tipi di antenne che possono svolgere questo compito, ma da confronti sui livelli di segnale ricevuto per una QFH ed altri tipi di antenne abbiamo visto che questa ha prestazioni molto migliori in termini di elevazione minima del satellite a cui è possibile decodificare il segnale. Per questo motivo, questi tipi di antenne sono anche ampiamente usate in campo professionale per la ricezione ad esempio dei satelliti GPS, o direttamente sui satelliti come antenne di trasmissione a larga copertura.

Il primo esemplare di QFH della nostra sezione è stato realizzato da Orlando IIURL, per la ricezione di satelliti meteorologici, seguito da un secondo esemplare per la banda VHF radioamatoriale per comunicare con la stazione spaziale internazionale. Su suo suggerimento abbiamo quindi realizzato diversi esemplari e cercato di raccogliere tutti i dati utili e documentare la realizzazione in italiano. Le informazioni necessarie sono state ottenute dal progetto di Paul Hayes e dal programma di calcolo di G4UNU al quale Paul Hayes fa riferimento.

## Materiale Necessario

Qui di seguito è elencato a grandi linee il materiale necessario per la realizzazione dell'antenna. La lista può non essere completa. Dipende un po' dalla vostra fantasia, se volete modificare o meno il design dell'antenna!

### Per l'antenna:

- Del tubo di rame da 10mm di diametro (per la lunghezza vedi oltre). Noi abbiamo utilizzato quello del gas a cui abbiamo sfilato il rivestimento in plastica.
- 10 giunti a 90 gradi da saldare, per il tubo da 10mm di diametro.
- Un tubo di plastica che abbia un diametro di circa 7-8cm e lungo almeno 1m-1,5m. Noi abbiamo utilizzato uno di quei tubi arancioni che si usano per gli scarichi delle acque bianche (tipo grondaia) lungo 1,5m e da 8cm di diametro. È ottimo perché non viene danneggiato dal sole essendo fatto apposta per stare all'esterno.
- Un barattolo di plastica che si infili nel tubo e che vada bene come tappo (servirà a proteggere il balun all'interno del tubo dall'acqua). Noi abbiamo utilizzato il fondo ritagliato di una bottiglia di Coca-cola piccola (quelle da 0,33).
- Un pezzo di compensato di 1cm di spessore (o panforte) che sarà utilizzato come sagoma per piegare il tubo. Per le dimensioni vedi sotto.

### Per il balun:

- Un pezzo di tubo di plastica rigido da 22mm di diametro esterno (quello per impianti elettrici va benissimo, anche se non è proprio 22mm).



- Un barattolo per rullini fotografici (l'ideale è uno di quelli neri con il tappo grigio piatto).
- Del filo di rame smaltato da 1mm di diametro (il diametro non è così importante, quello che serve è che si riesca a piegare facilmente ma non sia troppo piccolo).
- Un morsetto mammut piccolo (che stia nel barattolo per rullini).
- Un pezzo di vetronite non ramata o di plastica rigida e facilmente tagliabile grosso quanto il coperchio del barattolo per rullini.
- 2 viti M3 lunghe 25mm, con almeno 6 dadi, 6 rondelle normali e 2 rondelle con linguetta a saldare.

Nella foto sotto, potete vedere il tubo di rame, i giunti, il barattolo da usare come tappo, il tubo di plastica per la realizzazione del balun e la sagoma di panforte già tagliata.



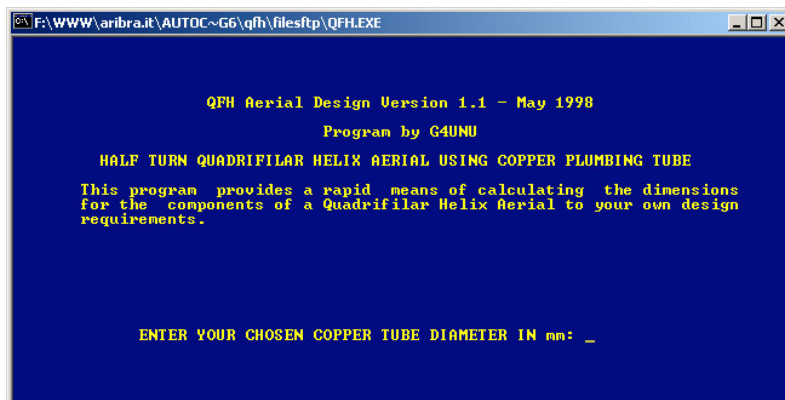
Figura 1: Parte del materiale necessario

## Calcolo dei parametri dell'antenna

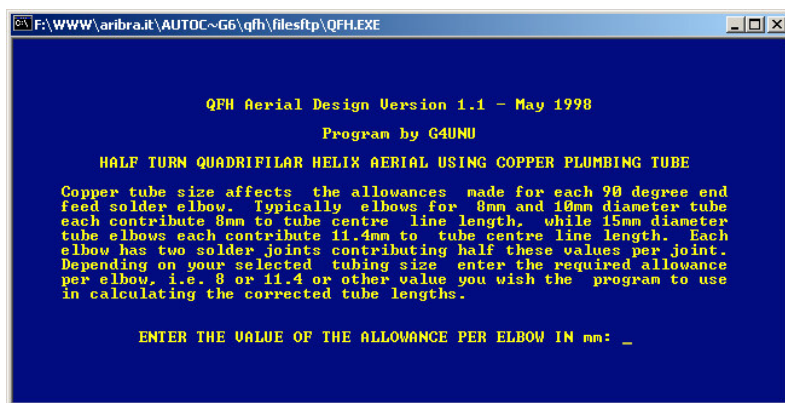
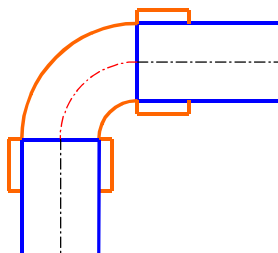
La prima cosa da fare è calcolare le dimensioni dell'antenna per la frequenza necessaria, usando il programma di G4UNU che potete trovare anche sul nostro sito. Il programma gira sotto Dos e i risultati vengono solamente stampati su stampante (non c'è un'uscita a video). Questo può essere un problema perché sotto Windows alcune stampanti in modalità Dos non funzionano. Al fondo del documento abbiamo allegato i risultati del calcolo per un'antenna a 137MHz e una a 144MHz.



La prima cosa che chiede il programma e' il diametro del tubo, nel nostro caso 10 (mm).

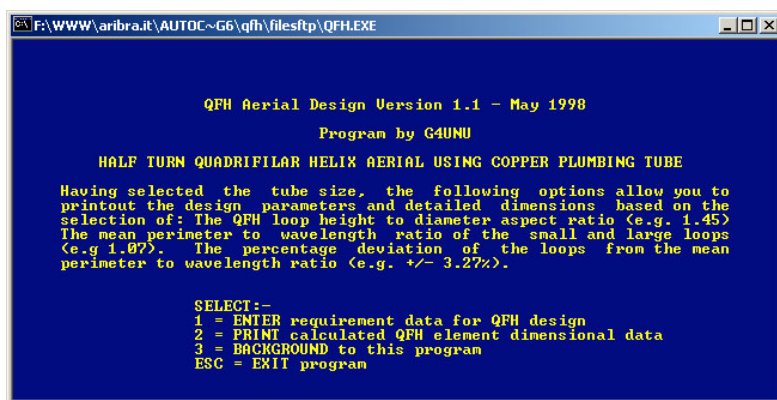


Il dato successivo da fornire è il contributo del giunto alla lunghezza totale del tubo. La figura sotto spiega cosa si intende per questo valore.



Come potete vedere, il giunto contribuisce alla lunghezza media del tubo (rappresentata dalla linea centrale tratteggiata) per un certo valore (rappresentato in rosso). Questo valore dipende di quanto i due tubi su infilano nel giunto e dalla dimensione del giunto stesso. Potete eventualmente cercare di misurarla con un metro flessibile ma dato che non è molto significativa rispetto alla lunghezza totale del tubo, potete seguire le indicazioni date dal programma e cioè per un tubo da 10mm, il valore più o meno è 8mm.

Nella schermata successiva vi viene richiesto se inserire i requisiti per l'antenna o stampare i risultati. La prima volta dovete rispondere con (1) e al termine dell'inserimento dei dati con (2) per la stampa finale.

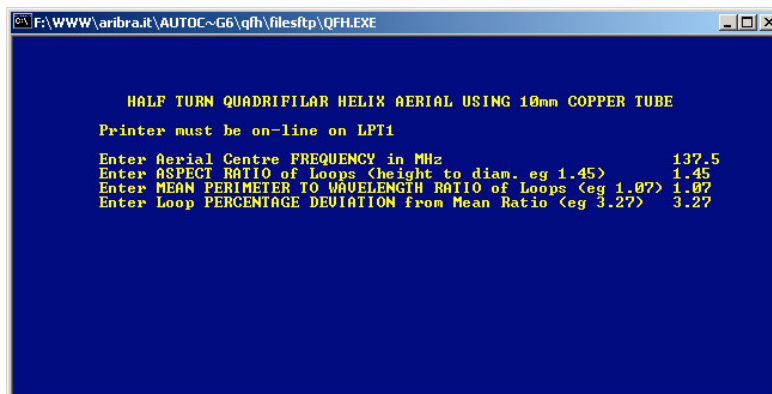






I dati da inserire sono mostrati nella finestra a fianco. L'unico dato significativo è la frequenza su cui deve essere accordata l'antenna. Per gli altri parametri, i valori indicati tra parentesi vanno bene. Ovviamente siete liberi di provare diverse soluzioni.

Una volta inseriti questi dati, potete stampare il risultato digitando (2) nella schermata precedente.



Il foglio dei risultati ha una prima sezione 'BASIC DESIGN CRITERIA' dove vengono riportati i parametri principali dell'antenna ed una seconda sezione 'DIMENSIONS' che raccoglie le dimensioni delle varie parti dell'antenna. Questa è a sua volta divisa in due parti ('SMALL LOOP' e 'LARGE LOOP') relative alle misure dell'anello piccolo e dell'anello grande dell'elica.

### Realizzazione dell'antenna

Per prima cosa occorre realizzare le sagome di compensato da poter essere utilizzate per piegare i tubi. Occorrono due sagome diverse per realizzare l'anello piccolo e quello grande dell'elica. Queste possono essere realizzare separatamente o in un unico pezzo sui due lati.



La sagoma è semplicemente un semicerchio il cui raggio (in mm) lo trovate tra i risultati del calcolo alla voce 'Formed radius for helix tube' al fondo delle due sezioni SMALL LOOP e LARGE LOOP. Ad es. per l'elica a 145MHz queste sono 322mm e 344mm rispettivamente.



A questo punto bisogna tagliare il tubo di rame da 10mm. Se il tubo è arrotolato occorre prima srotolarlo e fare in modo che sia il più dritto possibile. I pezzi da tagliare sono 8, cioè 4 per ognuno dei due anelli da realizzare. Le lunghezze sono riportate alle voci:

Diameter tube length less 8 mm

Helix tube length less 8 mm

La prima indica la lunghezza del braccio di raccordo (o il diametro) tra i due bracci dell'elica; la seconda la lunghezza di ognuno dei due bracci dell'elica. Come per il raggio della sagoma, le dimensioni sono riportate sia per l'anello piccolo, sia per l'anello grande. Di ogni pezzo devono esserne tagliati due esemplari, in totale cioè:

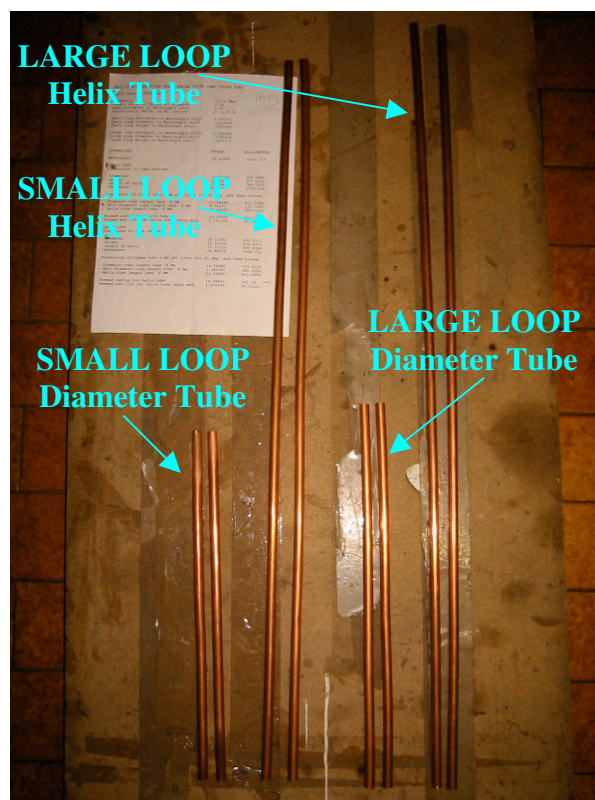
- due diametri piccoli
- due bracci dell'elica piccoli
- due diametri grandi
- due bracci dell'elica grandi

L'immagine a fianco mostra i pezzi tagliati con il foglio delle misure e l'indicazione di ogni pezzo.

NOTA: I bracci dell'elica (cioè i 4 pezzi lunghi) devono poi essere piegati. Se vengono tagliati subito della lunghezza giusta risulta poi un po' difficile riuscire a dargli la forma giusta fino alle estremità. Per questo motivo conviene lasciare 10cm in più per parte, ricordandosi di segnare la lunghezza giusta dove dovrà essere poi tagliato il tubo una volta piegato. Questi 10cm saranno utili come impugnatura per piegare il tubo.

Per ottenere dei tagli buoni sarebbe utile avere un taglia-tubi da idraulico, che non deforma il tubo tagliandolo. Altrimenti un seghetto da ferro va benissimo, ma alla fine il tubo dovrà essere limato un po' alle estremità in modo che entri senza problemi nei giunti.

A questo punto i 4 bracci dell'elica possono essere piegati facendo uso delle sagome (quella piccola per i 2 tubi più corti e viceversa) come mostrato da Marco Iw1DGG nella foto accanto. Se avete tagliato il tubo più lungo come indicato sopra non avrete problemi a fargli assumere la forma della sagoma fino alla lunghezza necessaria. Altrimenti l'ultimo pezzo del tubo sarà molto più difficile da piegare non avendo un punto su cui fare forza.







Una volta piegati i tubi in questo modo occorrerà dargli la forma a spirale. Questa parte è un po' più complicata non essendoci nessuno strumento utile al riguardo. Il sistema più semplice che abbiamo escogitato è il seguente.

Per prima cosa occorre fissare il tubo in una morsa, bloccandolo al centro e con le estremità rivolte verso l'alto, in modo che sia il più verticale possibile (vedi foto a fianco).

Quindi occorre tirare l'estremità alla propria sinistra verso di sé e spingere quella di destra dal lato opposto in modo che si vengano a trovare spostate rispetto alla posizione originale di una distanza pari al valore che trovate alla voce 'Formed end lift for helix tube (each end)' sul foglio dei risultati sia per l'anello grande che per quello piccolo.

La cosa è un po' complicata da spiegare e realizzabile molto approssimativamente. Lo schema sotto cerca di essere una spiegazione di quello che occorre fare.

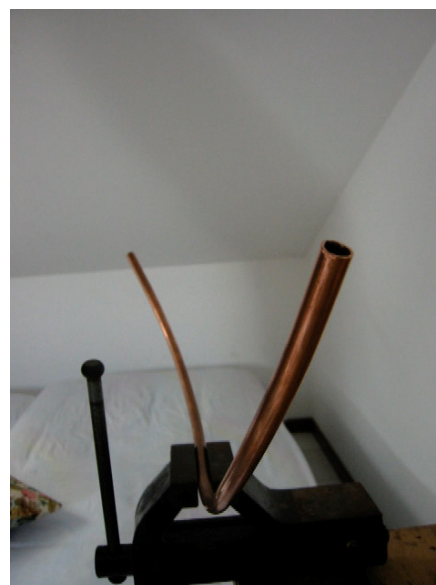


In pratica il tubo non deve essere ruotato attorno al suo asse ma deve essere piegato in modo da ottenere una seconda curvatura perpendicolare a quella data in precedenza. Paul Hayes nel suo manuale la spiega così (io l'ho capita li):

*'Iniziando dalla parte sinistra, stringete l'estremità del tubo con la mano sinistra. Piazzate la mano destra a circa 75mm da quella sinistra verso il centro del tubo. Tirate con la mano sinistra e allo stesso tempo tenete il tubo fermo con quella destra, fino a che il tubo non si è piegato di circa 10mm. Ripetete spostando la mano sinistra verso il centro del tubo fino a che non l'avete piegato tutto.'*

Ovviamente le lunghezze possono cambiare, ma comunque l'aggiustamento definitivo della curvatura si farà alla fine del lavoro. Il tubo piegato deve assomigliare alla foto a fianco.

Terminata la piegatura potete tagliare i 10cm eccedenti la lunghezza indicata dai calcoli.



Una volta piegati tutti i pezzi e tagliati della lunghezza opportune, le due semi-eliche possono essere assemblate utilizzando i giunti a 90°. Non c'è un metodo particolare per assemblare l'elica. In pratica c'è una sola combinazione che permette di collegare i pezzi insieme quindi, con un paio di tentativi, si riesce a trovare quella giusta. Indicativamente, partendo dalla base con uno dei due diametri, inserite i due giunti alle estremità (fissateli con un po' di nastro isolante). Dovranno essere



orientati con un angolo di  $90^\circ$  uno dall'altro. Quindi inserite i due bracci dell'elica: le 'gobbe dei due bracci devono essere rivolte in direzione opposta'. Quindi inserite gli ultimi due giunti e il secondo diametro. La foto a fianco mostra una parte l'assemblaggio dell'elica.

Per aiutarvi è utile tenere i pezzi insieme con del nastro isolante fissato in corrispondenza dei giunti. Questi devono permettere un certo movimento al tubo all'interno del giunto senza che però questo si sfilì. È infatti necessario allineare l'elica prima di passare alla saldatura.

Quello che occorre verificare prima della saldatura è che i due diametri di raccordo siano paralleli tra di loro, e che la loro distanza sia corretta. Per l'allineamento conviene tenere fermo uno dei due diametri con i piedi e, stando in piedi, verificare dall'alto se quello superiore è parallelo. In caso negativo, si può ruotare il diametro superiore deformando leggermente i due bracci dell'elica. Allo stesso tempo è possibile regolare la distanza tra i due diametri (indicata alla voce 'Height' nei risultati) tirando o spingendo il superiore con le mani.



Una volta formata l'elica (a grandi linee) è possibile passare alla saldatura. Questa deve essere fatta con un piccolo saldatore a gas ed a stagno. Prima conviene pulire il rame con della carta vetrata o pagliuzze di metallo e usare sufficiente pasta salda durante la saldatura.

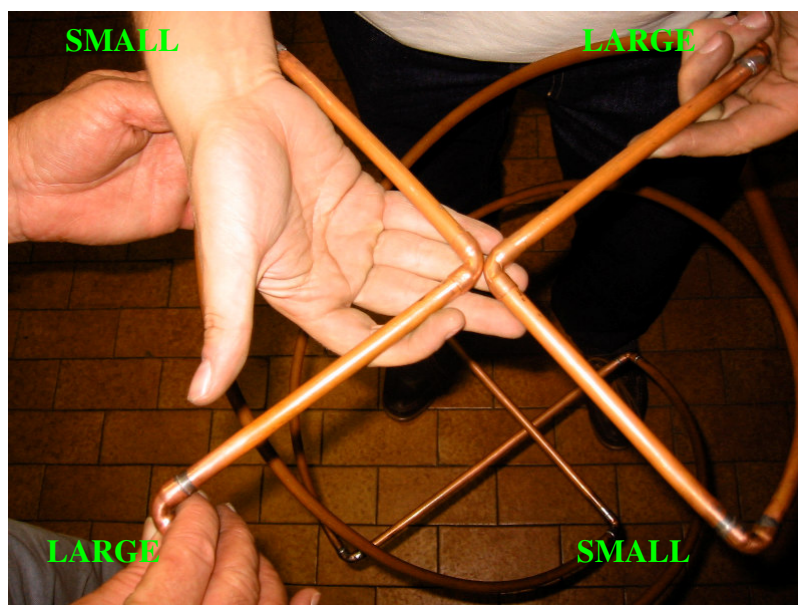
Prima di saldare, conviene bloccare la parte con una pinza autobloccante. Nel bloccare il giunto occorre verificare che i due tubi si raccordino esattamente a  $90^\circ$ . Se nel regolare questo angolo l'elica si deforma un poco, non è un problema. Verrà poi sistemata alla fine.





Una volta terminata la saldatura, sistemate l'elica verificando ancora il parallelismo tra i due diametri e la loro distanza come spiegato sopra. Una volta completate le due eliche occorre collegarle.

Per prima cosa, praticate un taglio largo due volte il valore che avete indicato al software di calcolo come contributo del giunto (cioè 8mm) in uno dei due diametri, per entrambe le eliche. Per far ciò trovate il centro del diametro e da ognuna delle due parti tagliate ad 8mm di distanza. Una volta praticati i tagli, unite le due eliche come in figura. Attenzione alla posizione reciproca tra l'elica piccola e quella grande. Se i giunti sono invertiti la polarizzazione risultante sarà invertita.



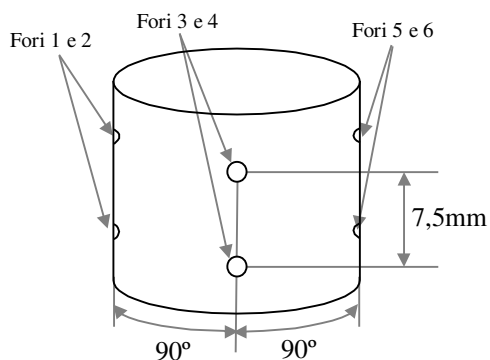
Saldate i giunti facendo in modo che le due eliche rimangano centrate, l'una rispetto all'altra. In pratica, occorre che i due diametri dalla parte opposta a quella a cui si salda si incrocino nel loro centro. Per aiutarvi potete appoggiare l'elica di piatto su un tavolo e sorreggere la più piccola con dei supporti in modo da mantenerla in posizione rispetto a quella grande durante la saldatura.





## Realizzazione del balun

Innanzitutto, occorre tagliare un pezzo del tubo da 22mm di diametro che sia lungo circa 2cm (la lunghezza non è importante per il funzionamento). Quindi occorre praticare 6 fori da 2mm di diametro, come dallo schema che vedete sotto.

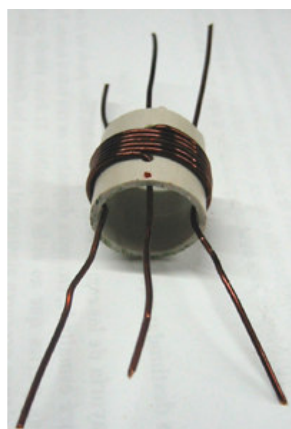
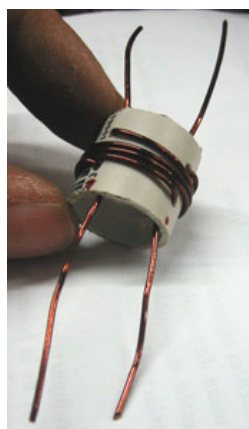
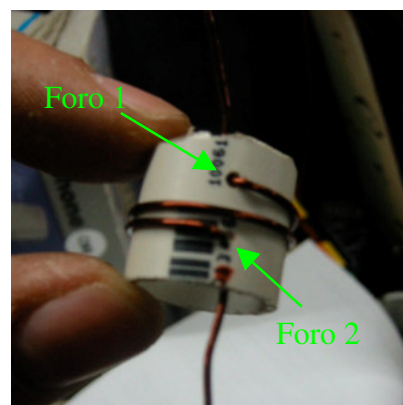


In pratica si devono fare due fori allineati separati di 7,5mm uno dall'altro, più o meno al centro del tubo. Successivamente, altre due coppie di fori, sempre allineati tra loro ed inoltre allineati ai primi due, ruotando il tubo di 90° in un senso e nell'altro rispetto alla posizione di partenza. Quello che dovrete ottenere è mostrato nella foto sopra, accanto allo schema.

Una volta praticati i fori, bisogna avvolgere i tre avvolgimenti di filo di rame smaltato.

Iniziando dalla coppia di fori 1 e 2, inserite il filo nel foro 1 dall'interno del tubo verso l'esterno e avvolgete due spire, piegando il filo verso destra all'uscita del foro, come dalla figura a fianco. Quindi reinserite il filo nel foro 2, facendo in modo che l'avvolgimento rimanga ben teso.

Quindi avvolgete altre due spire utilizzando le coppie di fori 3 e 4, e infine 4 e 5. Le spire dovranno inserirsi una in mezzo alle altre senza accavallamento dei fili. Il risultato che dovrete ottenere è mostrato nelle figure seguenti.





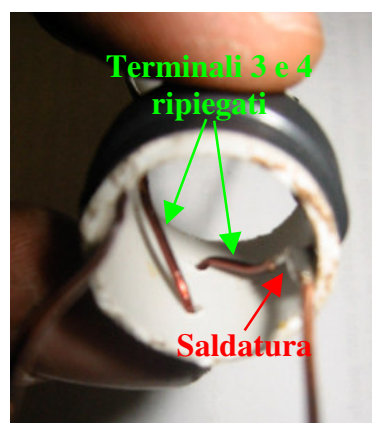
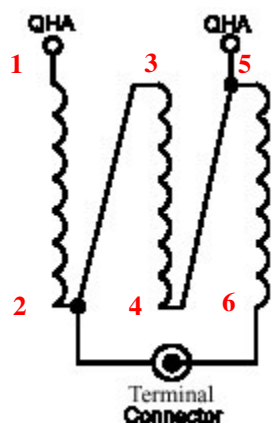


Per bloccare gli avvolgimenti in modo che non si spostino durante le lavorazioni seguenti, e perché non si rovinino con il tempo, potete avvolgerli con del nastro isolante, o meglio con dell'autoagglomerante.

Utilizzatene a sufficienza, dato che durante le saldature che si dovranno fare in seguito potrebbe sciogliersi per il calore.



Bloccati gli avvolgimenti nella posizione corretta, occorre effettuare il collegamento di quello centrale con due esterni. Lo schema per il collegamento è il seguente. La foto a fianco mostra come abbiamo realizzato in pratica i collegamenti. I terminali dei fori 3 e 4 sono stati tagliati e piegati all'interno del tubo, in modo da raggiungere rispettivamente il foro 2 ed il foro 5. Qui, dopo aver rimosso lo smalto su entrambi i fili, è stata eseguita la saldatura. L'unico svantaggio di questa soluzione è che si lavora un po' allo stretto (all'interno del tubo) e nel fare la saldatura, bisogna prestare attenzione a non sciogliere troppo la plastica del tubo stesso.



A questo punto i terminali 2 e 6 (quelli verso il connettore d'antenna), possono essere bloccati tramite il morsetto mammut, che, una volta terminato il montaggio dell'antenna, servirà per la connessione del cavo. Tagliate i due terminali molto corti in modo che il morsetto possa essere montato il più vicino possibile al balun, per poter essere racchiuso all'interno del barattolo per rullini da macchina fotografica. Ricordatevi anche di lucidare bene i due terminali, per privarli dello smalto isolante prima di fissarli al morsetto.



Per fissare il balun all'antenna occorre innanzitutto preparare il distanziale utilizzando la vetronite non ramata o il pezzo di plastica rigido.





Ritagliate un rettangolo di questo pezzo di vetronite/plastica, di una dimensione tale che possa essere incastrato all'interno del tappo del barattolo per rullini. Quindi praticate due fori da 3mm di diametro ad una distanza pari a circa una volta e mezza il diametro del tubo di rame utilizzato (per il tubo da 10mm di diametro, la distanza deve essere circa 15mm). Incastrate il pezzo all'interno del tappo del barattolo per rullini e praticate altrettanti fori nel tappo in corrispondenza di quelli sulla vetronite.



Montate quindi il tappo inserendo nelle due viti da 3mm, nell'ordine:

- la rondella con linguetta a saldare;
- il rettangolo di vetronite;
- il coperchio del barattolo
- una rondella normale;
- un dado per bloccare il tutto.

Nel fare questa operazione fate attenzione che tra le due viti non ci sia contatto elettrico, ad esempio a causa delle rondelle troppo vicine tra loro. Il risultato dal lato interno del tappo è mostrato nella figura a fianco.



Ora occorre saldare il balun, al tappo appena realizzato. Dovete semplicemente accorciare i due terminali non ancora collegati, in modo che sporgano non più di mezzo centimetro dal bordo del tubo di plastica e, dopo averli lucidati, saldateli alle due linguette delle rondelle che avete montato. Non ci sarà molto spazio per saldare ma con un po' di pazienza si dovrebbe ottenere un buon risultato.



A questo punto il balun è praticamente terminato. Collegate un cavo RG58 al morsetto tenendo presente che la calza del cavo va collegata al terminale uscente dal foro 2, mentre il centrale va collegato al terminale uscente dal foro 6. Il cavo dovrà poi essere inserito in un foro praticato alla base del barattolo per rullini, ed il tutto potrà poi essere chiuso utilizzando del silicone per sigillare



il barattolo. Per evitare che tirando il cavo si possa strappare all'interno del barattolo mettete una fascetta che ne impedisca di scorrere.

FASCETTA



Il balun così ultimato dovrà essere collegato all'antenna. Per fare ciò, praticate due fori da 3mm di diametro in centro ai due giunti a 90°, utilizzati per unire le due eliche (quella piccola e quella grande). Nei due fori inserite le viti e chiudete con due rondelle e due dadi, come mostrato nelle figure sotto.



Per evitare che i due giunti a 90° si tocchino, se sono troppo vicini dopo il montaggio, potete inserirvi in mezzo un sottile foglio di plastica o vetronite. È molto importante che questi non si tocchino assolutamente, altrimenti si mandano in corto le due linee di alimentazione dell'antenna, con le ovvie conseguenze che ciò comporta. Magari potete poi bloccare il foglio di plastica o vetronite con un po' di silicone.

L'antenna è ora completata. Quello che dovrete avere ottenuto è mostrato nella figura seguente.



Per il fissaggio, vi suggeriamo di utilizzare il tubo arancione per gli scarichi delle acque, inserendo il balun nella parte del tubo più larga. Per evitare che l'antenna si muova potete praticare 4 scassi nel tubo, in modo che i 4 bracci dell'elica vi si incastrino. Coprite quindi il tubo con un coperchio (ad es. il fondo di una bottiglia di plastica), e bloccate il tutto con abbondante nastro isolante o autoagglomerante.

I due bracci alla base dell'elica possono essere bloccati al tubo con delle fascette, in modo che si incrocino esattamente nel loro centro, e che la loro distanza dai bracci superiori sia quella indicata dai calcoli. Alternativamente, per una soluzione più robusta, potete praticare un foro al centro di ogni braccio e nel tubo arancione alla distanza opportuna dalla parte superiore e bloccare i bracci con delle viti passanti. Al momento non abbiamo fotografie dettagliate di questa parte del montaggio, ma non dovrebbe essere così complicata ed ognuno può provare la soluzione che più preferisce.

Per finire, alleghiamo nelle due pagine seguenti i risultati dei calcoli ottenuti per un'antenna a 137,5 MHz (per satelliti meteorologici) ed un a 145 MHz (per radioamatori).

A presto!

73 de Iw1fnw – Iw1dgg – Ik1ojp



# HALF TURN QUADRIFILAR HELIX AERIAL USING 10mm COPPER TUBE

## BASIC DESIGN CRITERIA

Frequency	137.5 MHz
Aspect ratio of Height to Diameter	1.45
Mean Perimeter to Wavelength ratio	1.07
Deviation of Perim. to Wl. ratios	+/- 3.27 %

Small loop Perimeter to wavelength ratio	1.035011
Small loop Diameter to wavelength ratio	.1649298
Small loop Height to wavelength ratio	.2391482

Large loop Perimeter to wavelength ratio	1.104989
Large loop Diameter to wavelength ratio	.1760808
Large loop Height to wavelength ratio	.2553172

DIMENSIONS	INCHES	MILLIMETRES
Wavelength	85.83909	2180.313

## SMALL LOOP Dimensions to tube centres

Diameter	14.15742	359.5985
Height	20.52826	521.4178
Length of helix	30.26478	768.7253
Perimeter	88.8444	2256.648

## Dimensions of tubes less 4 mm per joint for 90 deg. end feed elbows

Diameter tube length less 8 mm	13.84246	351.5985
Half diameter tube length less 8 mm	6.76375	171.7992
Helix tube length less 8 mm	29.94982	760.7253
Formed radius for helix tube	13.39292	340.1801
Formed end lift for helix tube (each end)	3.157105	80.19046

## LARGE LOOP Dimensions to tube centres

Diameter	15.11462	383.9112
Height	21.91619	556.6713
Length of helix	32.31101	820.6996
Perimeter	94.85125	2409.222

## Dimensions of tubes less 4 mm per joint for 90 deg. end feed elbows

Diameter tube length less 8mm	14.79965	375.9112
Half diameter tube length less 8 mm	7.242347	183.9556
Helix tube length less 8 mm	31.99605	812.6996
Formed radius for helix tube	14.29843	363.18
Formed end lift for helix tube (each end)	3.370559	85.61221

# HALF TURN QUADRIFILAR HELIX AERIAL USING 10mm COPPER TUBE

## BASIC DESIGN CRITERIA

Frequency	145 MHz
Aspect ratio of Height to Diameter	1.45
Mean Perimeter to Wavelength ratio	1.07
Deviation of Perim. to Wl. ratios	+/- 3.27 %

Small loop Perimeter to wavelength ratio	1.035011
Small loop Diameter to wavelength ratio	.1649298
Small loop Height to wavelength ratio	.2391482

Large loop Perimeter to wavelength ratio	1.104989
Large loop Diameter to wavelength ratio	.1760808
Large loop Height to wavelength ratio	.2553172

DIMENSIONS	INCHES	MILLIMET
Wavelength	81.39913	2067.53

## SMALL LOOP Dimensions to tube centres

Diameter	13.42514	340.998
Height	19.46645	494.447
Length of helix	28.69936	728.963
Perimeter	84.249	2139.92

## Dimensions of tubes less 4 mm per joint for 90 deg. end feed elbows

Diameter tube length less 8 mm	13.11018	332.998
Half diameter tube length less 8 mm	6.397609	162.499
Helix tube length less 8 mm	28.3844	720.963

Formed radius for helix tube	12.70018	322.584
Formed end lift for helix tube (each end)	2.993806	76.0426

## LARGE LOOP Dimensions to tube centres

Diameter	14.33282	364.053
Height	20.7826	527.877
Length of helix	30.63975	778.249
Perimeter	89.94514	2284.60

## Dimensions of tubes less 4 mm per joint for 90 deg. end feed elbows

Diameter tube length less 8 mm	14.01786	356.053
Half diameter tube length less 8 mm	6.851452	174.026
Helix tube length less 8 mm	30.32479	770.249

Formed radius for helix tube	13.55885	344.394
Formed end lift for helix tube (each end)	3.19622	81.1839