



ANTENNE SHARK

VHF

- 4 elementi
- 10 elementi
- 13 elementi
- 20 elementi

HF

- HF35
- 6 elementi 50 MHz

UHF

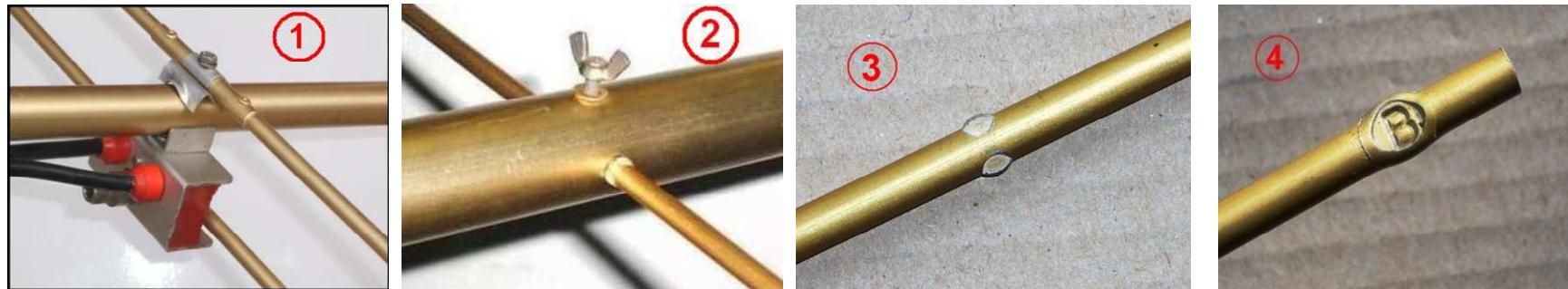
- 6 elementi
- 25 elementi

- ACCOPPIATORI
- COASSIALI VHF-UHF

Agli inizi degli anni '70 ho progettato e realizzato una serie di antenne VHF ed UHF per uso amatoriale con caratteristiche elettriche e meccaniche professionali. La serie, denominata "SHARK", fu commercializzata sotto il logo L ARET. Oltre le antenne venne prodotta la serie degli accoppiatori coassiali. Successivamente, nella metà degli anni '80, alle "SHARK" si aggiunse l'HF35, anche essa a livello professionale e destinata agli appassionati delle HF. Più tardi fece seguito la 6 elementi per i 50 MHz. La produzione delle "SHARK" e delle altre antenne venne sospesa alla fine degli anni '90.

Nel corso di tanti anni, chi ha conosciuto le "SHARK", l'HF35, la 6 elementi per i 50 MHz ha potuto constatare le eccezionali prestazioni, la semplicità di montaggio, nonché la notevole durata nel tempo delle caratteristiche elettriche e meccaniche. Infatti ogni singolo particolare è stato studiato e realizzato per la semplicità e rapidità necessaria ad evitare qualsivoglia errore. Per questi motivi sono state particolarmente apprezzate dagli appassionati di contest, field day, ecc.

Tutti i modelli per VHF ed UHF, così come la 6 elementi per i 50 MHz, hanno il dipolo di tipo ripiegato ed un connettore coassiale (1). Un balun (isolato in teflon per le serie UHF) già tagliato ed inglobato in resina speciale evita ogni incertezza sull'esatta lunghezza e l'ossidazione nei punti di contatto. Altre soluzioni, seppur più semplici ed economiche sono state scartate. Ogni elemento è provvisto di un originale sistema di fissaggio (2) con una battuta di arresto nel mezzo per l'esatta centratura (3). Inoltre una lettera alfabetica incisa mediante punzonatura alle estremità consente una rapida identificazione ed impedisce un inserimento nel verso errato (4).



I supporti per l'attacco al mast sono interamente in fusione d'alluminio, di eccezionale robustezza e praticità, in grado di stringere mast fino a 65 mm.

Altra caratteristica esclusiva è un trattamento galvanico (anodizzazione) delle superfici in alluminio, risolvendo definitivamente il problema della durata nel tempo anche in zone fortemente soggette alla corrosione come negli ambienti marini o industriali.

I possessori da decenni delle "SHARK" hanno sempre confermato la validità e l'importanza di tali accorgimenti.

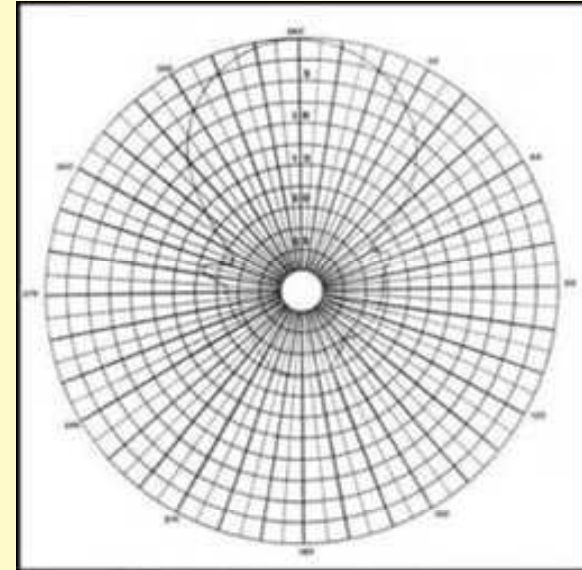
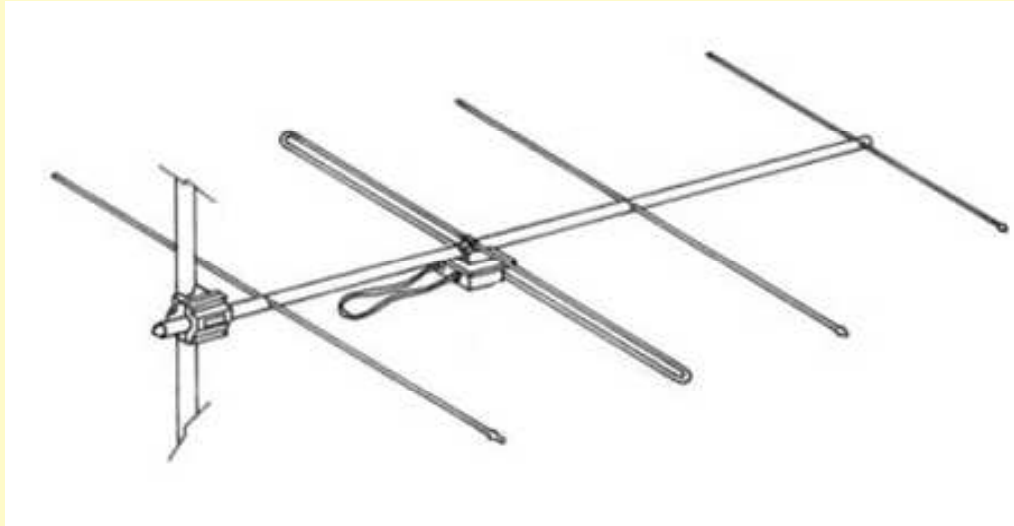
Ovviamente tutta la bulloneria è in acciaio inox e, ove non possibile, in ottone zincato. Solo le antenne "SHARK" racchiudono tutte queste caratteristiche ! iØNPN. Luigi



alcuni particolari delle antenne SHARK



SHARK 4 el. VHF

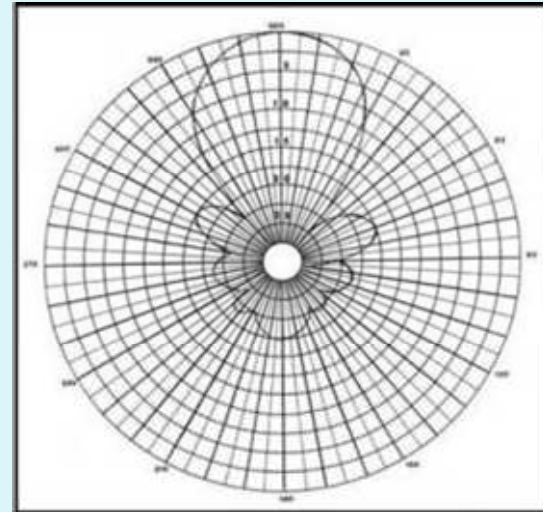
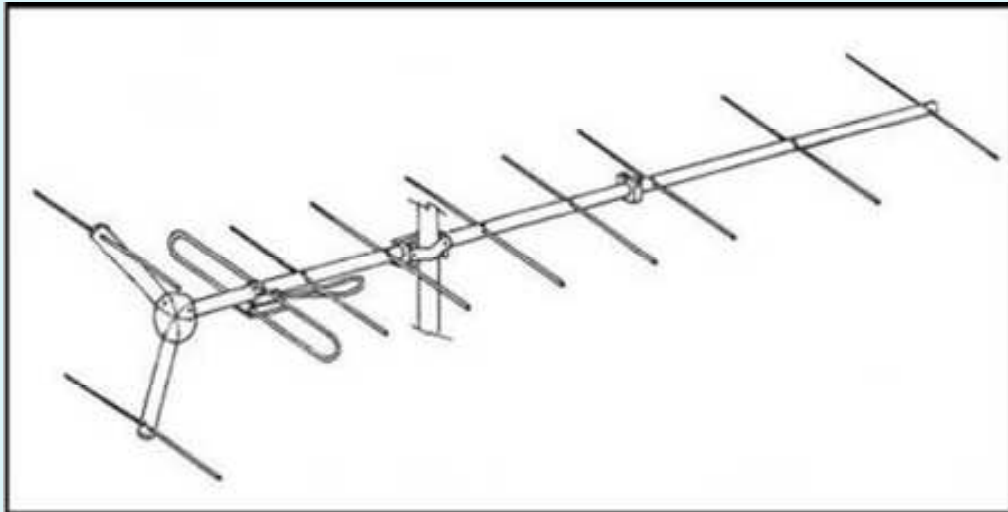


4 elementi Yagi

Gamma	144 – 146 MHz
Guadagno	8 db (10/iso)
Rapp. avanti –retro	20 db
Impedenza	50Ω
Polarizzazione	Vert – orizz.
Peso	1,3 kg
Lunghezza	1,3 m
Connettore	SO239

Buon guadagno, piccole dimensioni, rapidità di assemblaggio la rendono ideale per postazioni fisse e mobili, ponti ripetitori, imbarcazioni, roulettes, ecc.

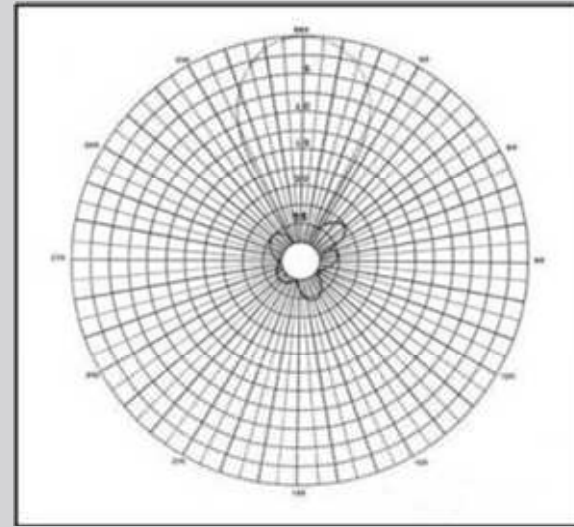
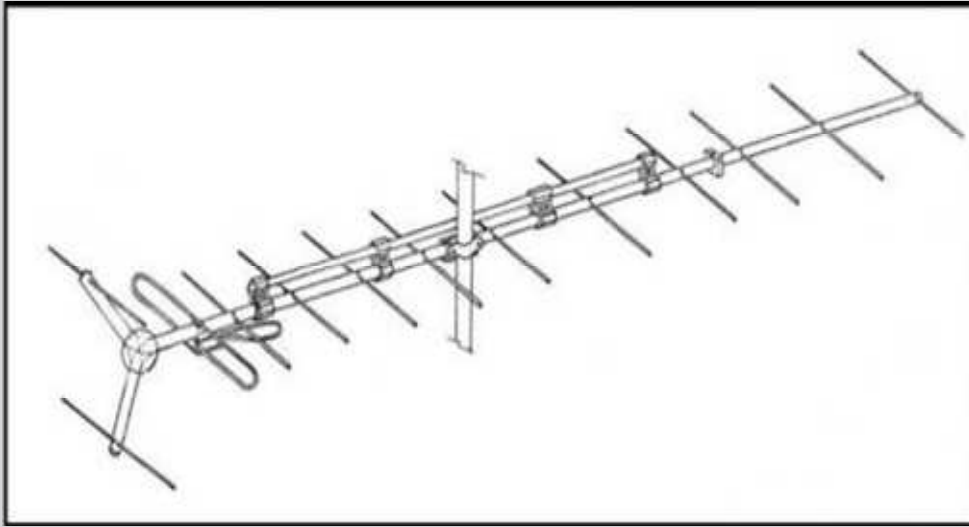
SHARK 10 el. VHF



10 elementi Yagi

Gamma	144-146 MHz	
Guadagno	13 db (15/iso)	Ottimo guadagno, robustissima, peso e dimensioni ridotte la rendono ideale per postazioni fisse e portatili. Unica nel suo genere può essere trasformata con apposito kit in 13 elementi, aumentando il guadagno di circa 2 db.
Apertura orizz.	2X18°	
Polarizzazione	orizz. – vert.	
Impedenza	50Ω	
Lunghezza	3,8 m	
Peso	3,2 kg	
Connettore	SO239	

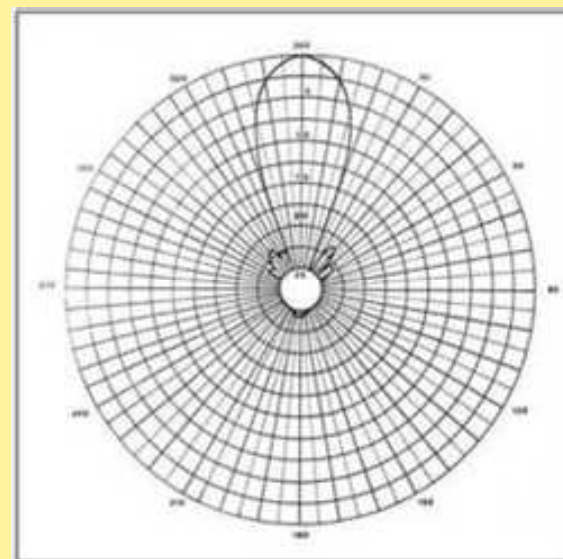
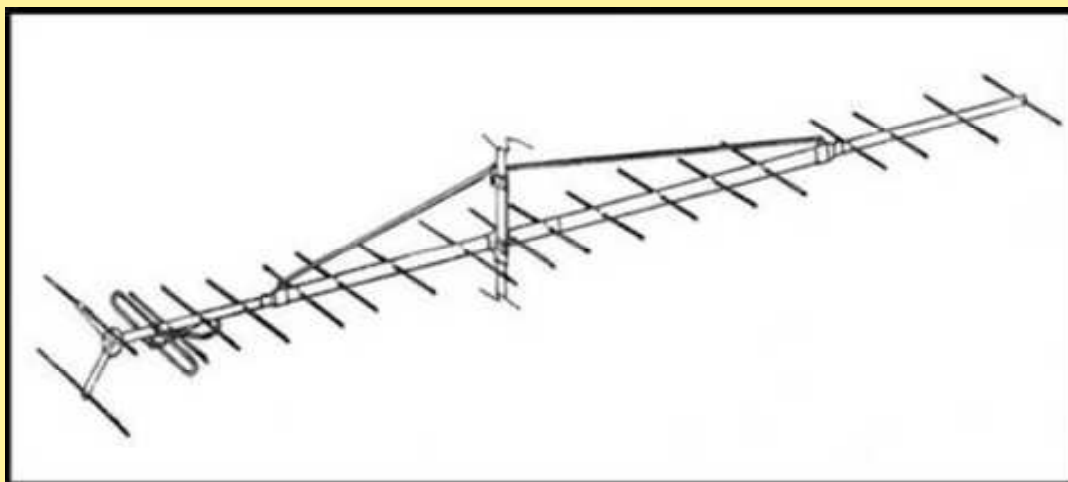
SHARK 13 el. VHF



13 elementi Yagi

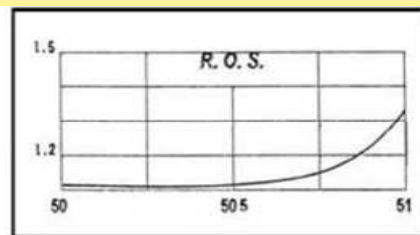
Gamma	144-146 MHz	
Guadagno	13 db (15/iso)	Elevato guadagno, robustissima, fascio stretto, peso e dimensioni contenute. Unica nel suo genere può essere trasformata in una 10 el. togliendo la parte centrale del boom con i tre elementi e la culla di rinforzo.
Apertura oriz.	2x16°	
Polarizzazione	orizz.-vert.	
Impedenza	50Ω	
Lunghezza	5,8 m	
Peso	5,5 kg	
Connettore	SO239	

SHARK 20 el. VHF



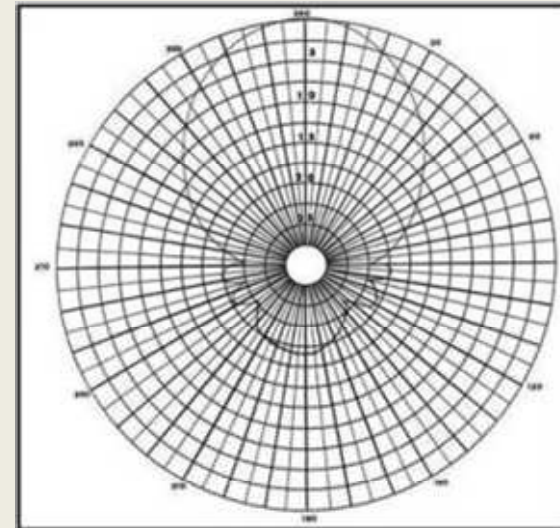
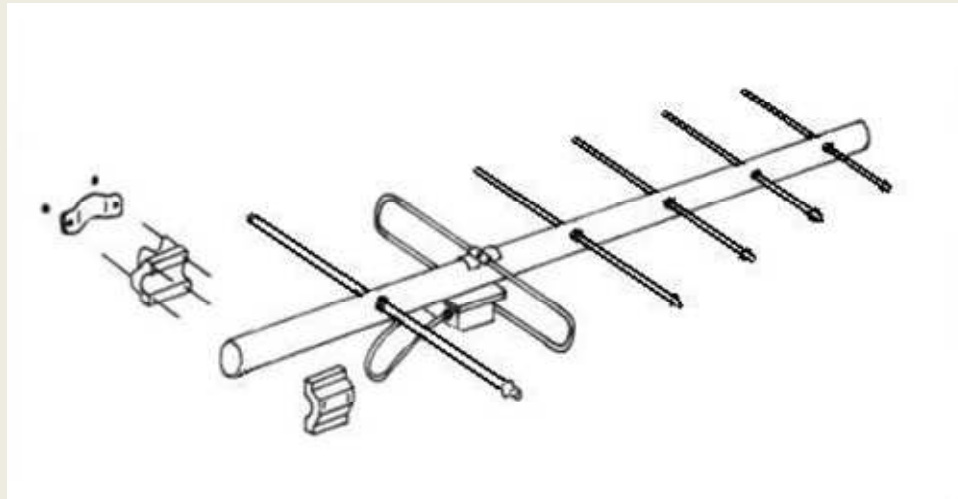
20 elementi Yagi

Gamma	144-146 MHz
Guadagno	16,8 db (18,8/iso)
Apertura oriz.	2x12°
Rapp. avanti-retro	31 db
Rapp. avanti-lato	50 db
Polariz.	orizz.
Impedenza	50Ω
Lunghezza	9,15 m
Peso	7,5 kg
Connettore	N



E' il TOP nella gamma delle grandi antenne per l'alto guadagno, fascio stretto, rapporto avanti-retro e avanti-lato. Ideale nelle zone di alta densità di radioamatori, in contest, via Luna. Migliora sensibilmente il rapporto segnale-rumore del sistema ricevente.

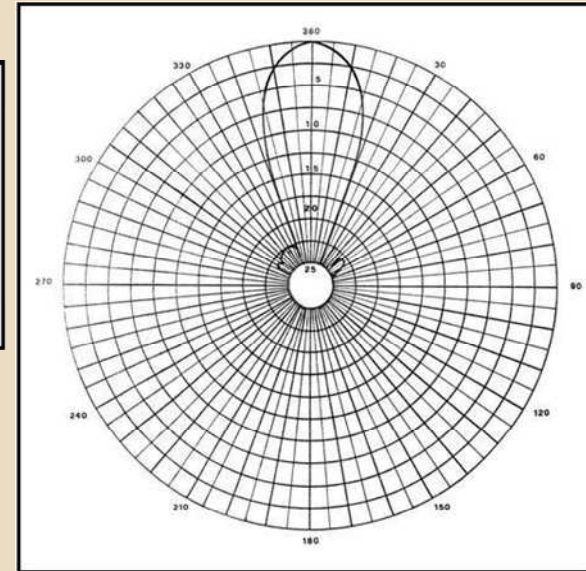
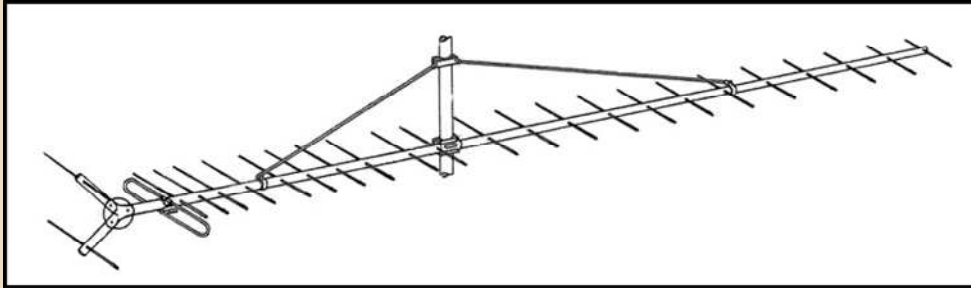
SHARK 6 el. UHF



6 elementi Yagi

Gamma	432-438 MHz	
Guadagno	10 db (12/iso)	Ottimo guadagno, piccole dimensioni,
Rapp. avanti-retro	20 db	ideale per postazioni fisse e portatili,
Polariz.	oriz. – vert.	ponti di trasferimento, imbarcazioni,
Impedenza	50Ω	roulottes. Il balun è in cavo coassiale
Lunghezza	1,05 m	isolato in teflon.
Peso	1 kg	
Connettore	N	

SHARK 25 el. UHF



25 elementi Yagi

Gamma 432- 438 MHz

Guadagno 17 db (19/iso)

Apertura oriz. 2 x 11°

Rapp. avanti-retro 42 db

Rapp. avanti-lato 55 db

Polariz. oriz.

Impedenza 50Ω

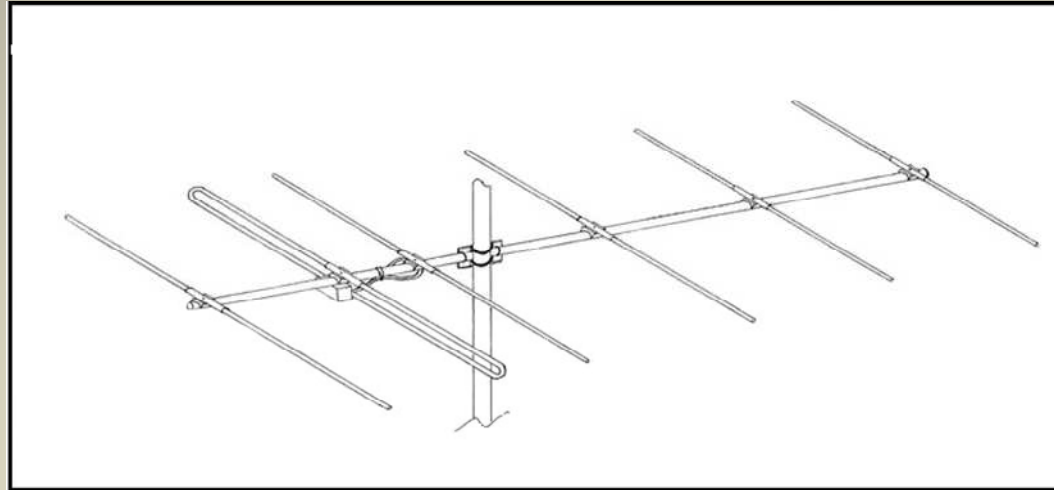
Lunghezza 5,45 m

Peso 4,5 kg

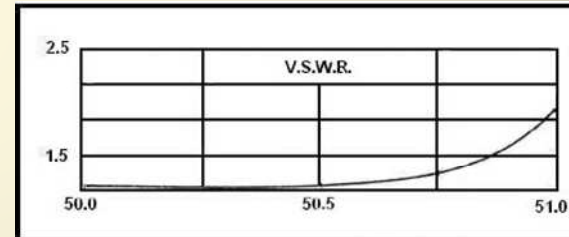
Connettore N

E' il TOP nelle UHF per l'alto guadagno e l'eccezionale apporto avanti-retro e avanti lato. Ideale per l'attività via Luna e via satellite. Il balun è in cavo coassiale isolato in teflon.

ANTENNA 6 el. 50 MHz



Gamma	50-51 MHz
Guadagno	10,1 db
Rap. avanti-retro	20 db
Impedenza	50Ω
Lunghezza	5,95 m
Peso	9 kg
Diametro boom	50x2 mm
Connettore	SO239



Assenza di tarature, dipolo ripiegato, balun in cavo coassiale, boom robusto che evita l'uso di culle o tiranti, bulloneria in acciaio inox, supporto per il boom in fusione d'alluminio.

ACCOPPIATORI COASSIALI



**MODELLI PER 2, 4, 6, 8 ANTENNE VHF-UHF
CON CONNETTORI SO239, "N", LC, 7/16**

**Realizzati in ottone cromato, linea interna argentata,
isolamento in teflon.**

ANTENNA HF 35

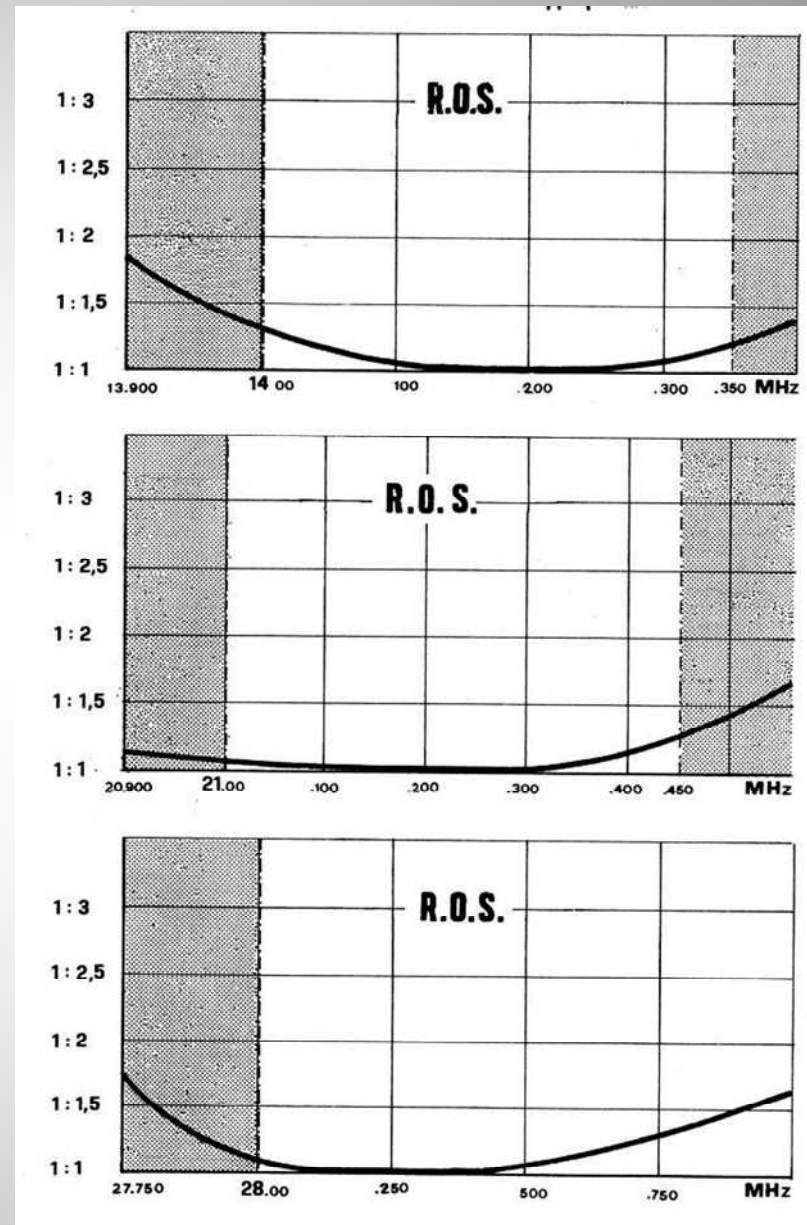
TRIBANDA PER 10, 15, 20 m SENZA TRAPPOLE !



- * 5 ELEMENTI
- * SOLO 4 METRI DI BOOM
- * MASSIMA LARGHEZZA DI BANDA
- * MASSIMO RENDIMENTO
- * MASSIMA POTENZA
- * ESECUZIONE PROFESSIONALE
- * FACILE DA ASSEMBLARE

CARATTERISTICHE TECNICHE

GUADAGNO 20 m	8 db
GUADAGNO 15 m	8 db
GUADAGNO 10 m	8,5 db
RAPPORTO AV.-RETRO	20 db
IMPEDENZA	50Ω
PESO	23 kg
POTENZA	4 kW



L'antenna HF35 è una direttiva **tribanda** caratterizzata da notevoli prestazioni elettriche e da una realizzazione meccanica accurata che la rendono adatta agli impianti dei radioamatori più esigenti.

E' costituita essenzialmente di 5 elementi in una configurazione particolare ove i 3 elementi più lunghi lavorano in 20, 15, 10 metri. Gli altri due fungono da **elemento-match** per i 15 metri (il più prossimo al dipolo-radiatore) e come elemento **match- direttore** per i 10 metri il più corto.

In 20 metri l'antenna si comporta come una monobanda ma ha in più il vantaggio di alimentare, tramite una opportuna linea di rifasamento, sia il **dipolo che il riflettore**.

In 15 metri gli elementi lavorano in $\frac{3}{4} \lambda$ e l'elemento-match, insieme alla alimentazione a T-match, adattano perfettamente l'impedenza alla linea di alimentazione a 50Ω .

In 10 metri gli elementi lavorano a lunghezza d'onda intera e sono alimentati ad una estremità, formando praticamente un ottimo sistema **collineare**.

Tutto questo porta ad una maggiore larghezza di banda, un ottimo adattamento d'impedenza e, grazie alla irradiazione più bassa sul piano verticale, un maggior guadagno.

Anche su questa antenna esistono dei circuiti L/C che però si presentano a costanti distribuite ad alto isolamento. Inoltre, questi circuiti non devono essere concepiti come le normali trappole perché **risuonano fuori dalle bande interessate**. Vengono a trovarsi nelle parte centrale degli elementi (nei pressi del boom) ed agiscono solo sulle bande dei 15 e 10 metri.

Realizzando alcune spire con lo stesso cavo di discesa, si forma un choke che evita l'impiego di qualsiasi balun in ferrite.

PARTICOLARI DELLA HF35



parte centrale degli elementi grandi



linea bifilare



giunzione elementi



supporto in fusione per elementi grandi

PER SAPERNE DI PIU':

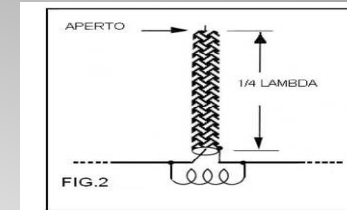
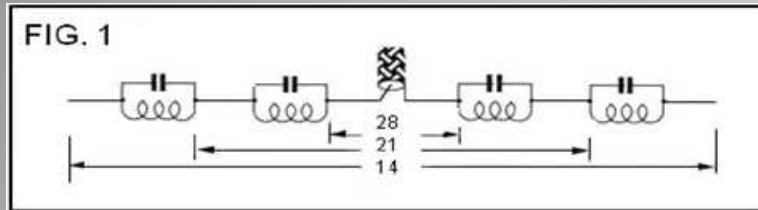
1) *ORIGINI E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO*

Alla soluzione del problema di una sola antenna direttiva per più frequenze, già si pensò decine di anni fa. Il sistema Yagi è tuttora il miglior compromesso tra guadagno, dimensioni, peso, resistenza al vento, facilità di realizzazione ed altro. Purtroppo non è facile ottenere il funzionamento su più frequenze con soluzioni elettriche e meccaniche senza sacrificarne le prestazioni.

Negli anni cinquanta si risolse il problema installando antenne direttive monobanda, sovrapposte sullo stesso mast e con discese separate o commutabili. Tale configurazione, chiamata ad albero di Natale, è tuttora usata e, seppur risolve il problema della multifrequenza, per contro comporta difficoltà per chi non ha spazi e strutture adeguate. Anche l'aspetto estetico per tale soluzione assume importanza, conseguentemente se per il radioamatore è gratificante ed oggetto di sovente contemplazione da rasantare l'estasi, per i vicini o condomini non sempre produce lo stesso effetto, anzi è quasi sempre l'esatto contrario. Fattore da non trascurare è la spaziatura delle antenne che dovrà rispettare condizioni tali da non alterare il lobo d'irradiazione sui due piani, quello orizzontale e verticale.

Altra soluzione adottata fu la versione cosiddetta "trappolata" W3DZZ (fig. 1) con le sue varianti, ancora oggi la più usata. Il principio di funzionamento di questo tipo è il seguente: per avere più frequenze, ad es. 14, 21, 28 MHz, la sola parte centrale dell'elemento viene fatto funzionare a mezz'onda per i 28 MHz. Un circuito risonante L/C parallelo a questa frequenza, comunemente chiamata trappola (una per ogni ramo dell'elemento), crea un blocco per i 28 MHz ma lascia passare i restanti 21 e 14 MHz. Un altro circuito risonante realizzato all'incirca come il primo ma risonante questa volta su 21 MHz, consente insieme al tratto centrale già funzionante per i 28 MHz ed il primo circuito risonante adottato, nonché l'aggiunta di un altro segmento dell'elemento, a risuonare sui 21 MHz. Per i 14 MHz invece, il funzionamento è dovuto a tutto l'elemento compresi i tratti intermedi, i circuiti risonanti e le aggiunte all'estremità.

Questo è in sintesi il principio di funzionamento W3DZZ e viene normalmente usato sia per il dipolo che per gli altri elementi (fig.1).



Se il sistema è idoneo a risolvere il problema del funzionamento multibanda, per contro si ha una riduzione di resa rispetto al rendimento di monobande correttamente installate. Infatti i vari circuiti risonanti introducono inevitabilmente delle perdite dovute alla dissipazione di potenza. In più, le trappole comportano un automatico accorciamento degli elementi rispetto a monobande prive di queste, con conseguente ulteriore perdita.

A tal proposito W6SAI in "Beam Ant. Handbook" afferma che negli elementi trappolati la lunghezza risulta inferiore di circa un 20% rispetto all'elemento a tutta lunghezza (8÷8,5 m contro i 10,5 sui 14 MHz), comportando un calo di circa il 36% del rendimento.

Considerato che in una classica tre elementi trappolata esistono complessivamente ben 12 trappole (due per ogni mezzo elemento), si dovrà aggiungere un'altra perdita del 20% come minimo e fintanto che le trappole sono ancora nuove o realizzate con ottimi materiali. Il tutto somma ad un 56% in meno, pari a 3,6 db. Quindi, in pratica, dei classici 100 W ne vengono irradiati soltanto 44 W.

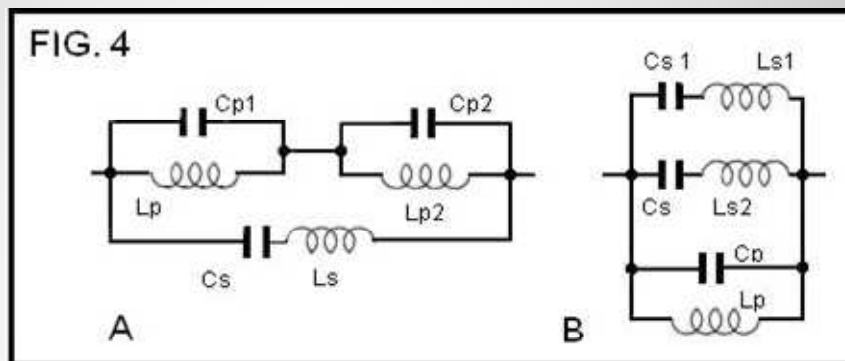
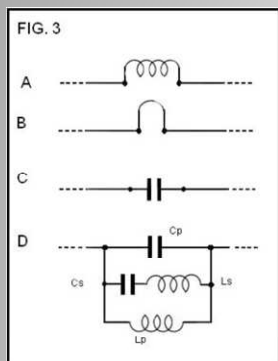
Anche la larghezza di banda risulta notevolmente ridotta essendo inversamente proporzionale al fattore di merito Q ed al numero delle trappole. Si aggiungano i problemi meccanici, la tenuta stagna alle intemperie, nonché una maggiore limitazione della potenza, si vedrà allora come il tutto non sia certamente da trascurare.

In passato furono tentate altre soluzioni per ottenere il funzionamento di direttive Yagi su più frequenze e con una sola linea di alimentazione. Una di queste è la tribanda di G4ZU ove un elemento a mezz'onda per i 21 MHz era stato fatto funzionare attorno ai 14 MHz con l'aggiunta di una induttanza al centro dell'elemento, sotto forma di bobina o loop di tipo hairpin. La bobina aveva solo metà dell'induttanza invece richiesta.

Uno stub con funzione di "commutatore automatico" era stato realizzato con una linea aperta e consistente in uno spezzone di cavo coassiale lungo un quarto d'onda, collegato in parallelo all'induttanza. Lo stub quindi doveva funzionare da cortocircuito elettrico quando l'antenna era usata sui 21 MHz. In effetti, uno stub in quarto d'onda si comporta alla risonanza come un cortocircuito (fig. 2).

Il funzionamento sui 28 MHz di questo sistema sembra non sia mai stato spiegato con chiarezza da G4ZU e l'effetto della capacità del cavo coassiale utilizzato per lo stub, anziché la funzione di cortocircuito, era stata molto probabilmente la causa del funzionamento su più frequenze. La sistemazione dello stub in cavo coassiale era stata fatta sull'elemento o all'interno dei tubi utilizzati per il boom.

L'accoppiamento delle L e C distribuite, insieme ad altri fattori, causò evidentemente la necessaria risonanza in 28 MHz. In tal senso, alcune prove possono essere facilmente ripetute nel seguente modo: partendo da un elemento lungo un $\lambda/2$, questo può essere accordato su una frequenza più bassa aggiungendo una induttanza al centro nel modo A o B, oppure su una frequenza più alta con l'inserzione di una capacità nel modo C (fig. 3).



Considerando ora il dipolo come un circuito risonante serie ($L_s + C_s$) e ponendo in parallelo una induttanza e una capacità ($L_p + C_p$), si viene a formare un sistema multibanda utilizzabile da 3,5 MHz a 30 MHz ($L_s + C_s$), dipendenti dai valori di C_p e L_p .

Come già detto, C_p era originariamente costituito dalla capacità del cavo coassiale. Ora sostituendolo con una capacità dello stesso valore si possono ottenere elementi tribanda (es. 21 e 14 MHz, oppure 21 e 28 MHz, finanche 170 e 180 MHz. Non conta il fattore velocità del cavo coassiale usato per formare C_p , bensì la sua intrinseca capacità.

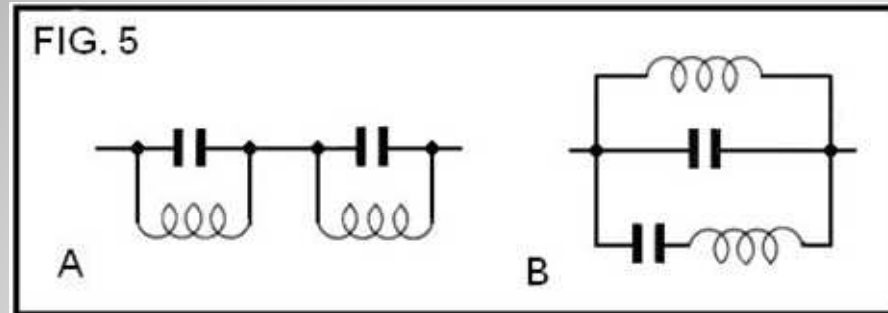
Per la L_p può essere utilizzata sia una bobina che altri sistemi, quali un loop di tipo hairpin, oppure una doppia linea in tubetto o tondino con una barretta di cortocircuito per una più agevole taratura.

Molto critica diviene la posizione di C_p , realizzato in cavo coassiale, in funzione della distanza dall'elemento, creando più risonanze dovute alla distribuzione dell'induttanza. Quindi, quanto accaduto si ripete e rende alquanto problematico l'accordo.

Dai risultati di G4ZU e su queste basi, VK2AOU (ex DL1EZ) cominciò una serie di prove finalizzate al sistema multibanda. Questi iniziò un sistema che fosse sintonizzabile su tre frequenze e che potesse essere convertito in un elemento d'antenna tribanda.

Per ottenere la risonanza su tre frequenze (14,2–21,3–28,6 MHz) senza le commutazioni di induttanza e capacità, necessitano tre induttanze e tre capacità (fig. 4).

Regolando contemporaneamente le tre induttanze e le tre capacità, le risonanze possono essere spostate su una vasta gamma di frequenze. Come già detto, un circuito risonante serie può essere sostituito da un dipolo per ottenere un elemento tribanda. Nella fig. 5 vi sono due diversi circuiti risonanti parallelo ed in serie tra loro.



La figura 5B mostra un circuito serie ed uno parallelo su frequenza diversa, il tutto al centro di un elemento. Questo “elemento tribanda può essere un radiatore di una ground plane, oppure un elemento di cubical quad.

Il dipolo può avere una qualsiasi lunghezza, da $\lambda/4$ ad onda intera. E' importante conoscere che i circuiti risonanti costituiti dalle induttanze e capacità in parallelo tra loro non sono accordati sulle frequenze di lavoro dell'antenna, quindi non dissipano energia e non sono soggetti a tensioni elevate perché non sono da confondersi con le trappole usate nel sistema W3DZZ. Questo è il vero sistema di un'antenna tribanda senza trappole.

Fino dagli anni '60 molti radioamatori di tutto il mondo hanno costruito l'antenna nella versione A in configurazione Yagi, ground plane, quad. E' stata descritta su diverse pubblicazioni australiane, tedesche, americane ed altre, ma sembra che non abbia interessato molto i costruttori di antenne, quasi certamente non per sue ottime caratteristiche, bensì per la maggior difficoltà dovuta alla notevole criticità dei circuiti e, soprattutto, attratti dalla più semplice ed economica versione W3DZZ.

Poi, negli anni '70 DJ2UT commercializzò l'antenna con successo sotto il nome di “True Gain” dopo aver esteso le prove di VK2AOU. Estese gli elementi dai due iniziali a cinque e li portò a tutta lunghezza per i 14 MHz, aumentandone così la resa e rendendola più competitiva con le altre antenne Yagi commerciali. Perfezionò anche l'adattamento di impedenza e la larghezza di banda alimentando pure il riflettore con una linea di rifasamento bifilare in aria.

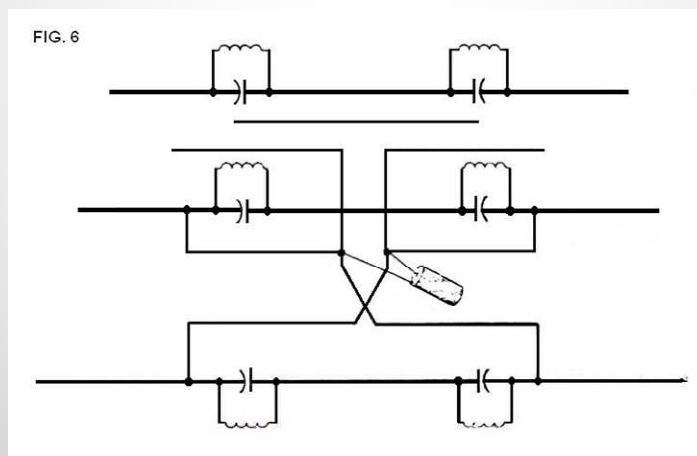
Vediamo ora come funziona complessivamente l'antenna sulle tre frequenze e la funzione dei vari elementi per risolvere anche il problema dell'adattamento d'impedenza con un solo cavo d'alimentazione.

Sui 14 MHz l'antenna è in pratica una monobanda con il riflettore alimentato in fase con il dipolo. Questo consente una spaziatura minore, similmente a come avviene nei sistemi end-fire.

Sui 21 MHz, essendo gli elementi più lunghi di quanto necessario ($0,75\lambda$), anziché farli lavorare a $0,5\lambda$, vengono alimentati ad una estremità formando un sistema collineare.

Anche per i 28 MHz si usa lo stesso principio dei 21 MHz. In questo caso però gli elementi lavorano ad onda intera. Ne consegue un eccellente guadagno ed una maggiore larghezza di banda. Pur essendo una direttiva molto corta (il boom è solo 4 metri), il guadagno è più elevato proprio per il funzionamento in collineare ove viene concentrato in modo considerevole il fascio d'irradiazione.

Per quanto concerne l'alimentazione con un solo cavo i problemi da superare consistevano nell'alta impedenza sui 21 e 28 MHz, considerando che questa avviene in un ventre di tensione con gli elementi a $0,75\lambda$ e 1λ . Ciò è stato risolto prelevando l'alimentazione con un T match sia sul dipolo che sul riflettore in un punto a più bassa impedenza. Inoltre l'aggiunta di un elemento parassita ha la doppia funzione di direttore e di elemento match, abbassando l'impedenza.



2) COME E' FATTA

Verso la metà degli anni '80, volendo realizzare una buona antenna per le HF, ho analizzato quasi tutti i tipi commerciali e non, ma alla fine la scelta è caduta su questo tipo anche per i risultati che a suo tempo caratterizzò la versione DJ2UT.

In primo luogo assumeva rilievo la realizzazione meccanica, particolarmente le induttanze dei circuiti risonanti che, come già detto risultano molto critiche, se si volevano ottenere risultati sicuri, stabili nel tempo e senza alcuna necessità di tarature.

L'obiettivo di creare un'antenna che oltre le caratteristiche elettriche contemplasse anche una estrema semplicità e facilità di assemblaggio, imponeva di dotarla di un boom composto di sole due parti, molto robusto (50 x 2 mm), facilmente aggiuntabile. In questo modo è stato evitato ogni effetto di torsione e/o flessione, senza la necessità di culle o sostegni di qualsiasi genere.

Come secondo passo ho realizzato i supporti in fusione d'alluminio per i tre elementi più lunghi. Dovevano possedere una estrema praticità e robustezza, scartando quindi le pur economiche soluzioni con i profilati metallici commerciali.

Per le induttanze, costruite in tubetto d'alluminio da 10 x 1 mm, la criticità è stata superata fornendole già nella esatta forma e misura. Le diverse dimensioni e la particolare forma impediscono ogni possibilità di scambio o di inserirle in modo non corretto. Anche la linea bifilare che unisce il dipolo al riflettore è già assemblata.

Le capacità, altro elemento critico, sono state realizzate mediante un conduttore, costruito appositamente, avente il centrale in rame di grosso diametro e l'isolante in polietilene compatto (in pratica è simile ad un cavo coassiale senza calza), di misure tali da essere inserito all'interno di un tubo di alluminio. Quindi il conduttore e il tubo d'alluminio costituiscono le due armature del condensatore, con un isolamento altissimo e, soprattutto, una grande stabilità nel tempo.

Gli elementi sono tubi d'alluminio anticorrosivo di sezioni fortemente a scalare. Ciò ha consentito di ottenere la robustezza necessaria, non disgiunta da elasticità, presentando così una trascurabile flessione verso il basso a tutto vantaggio delle caratteristiche elettriche oltre che meccaniche.

A proposito della semplicità di montaggio, con conseguente eliminazione dei sempre possibili errori, giova evidenziare che gli elementi più lunghi si compongono di soli tre segmenti per ogni ramo e facilmente identificabili. Inoltre, tutte le parti terminali (in totale 10) sono uguali e quindi da poterli inserire indifferentemente. La lunghezza di ogni elemento viene stabilita da una battuta d'arresto, rendendo praticamente inutile persino l'uso di un metro.

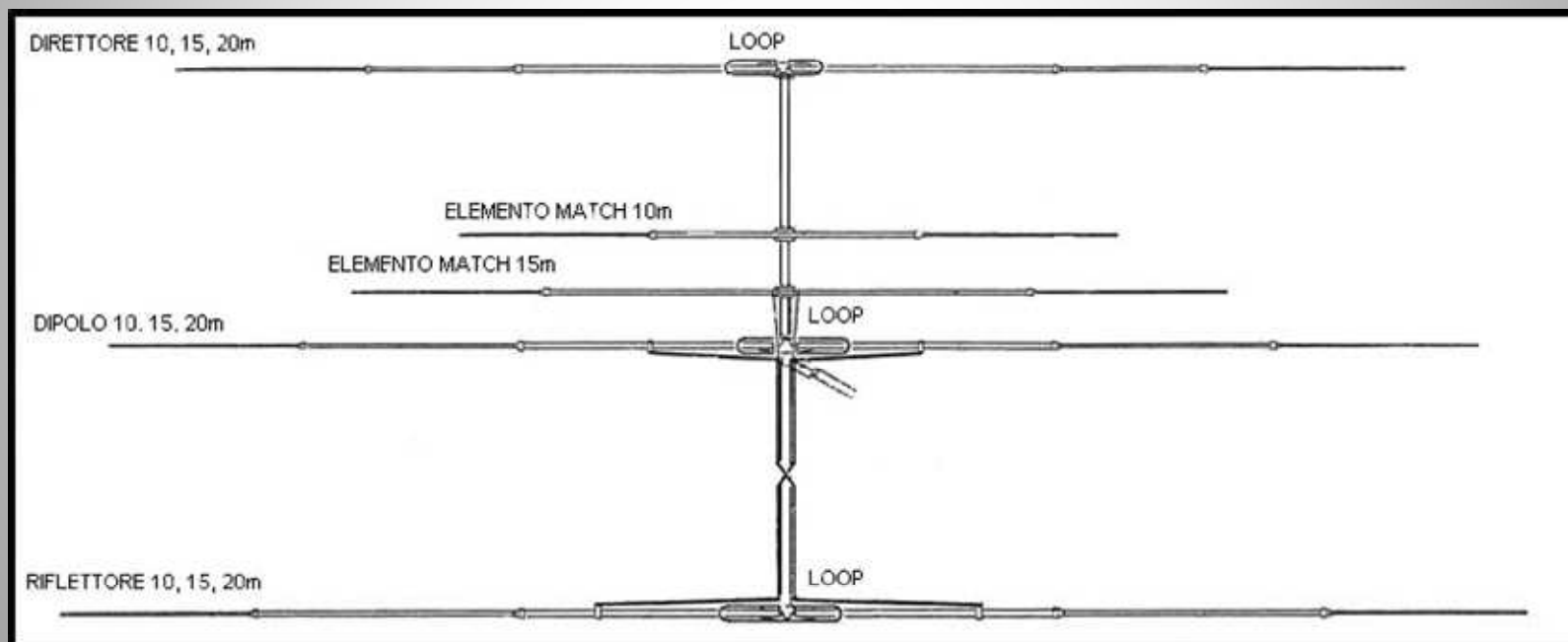
Ovviamente tutta la bulloneria è in acciaio inox e dove ciò non è stato possibile, per evitare il grippaggio tra materiali uguali, è stato utilizzato l'ottone zincato.

Essendo alimentata con unico cavo coassiale, alcune spire di questo costituiscono con semplicità una idonea impedenza di blocco per l'eventuale corrente RF sulla calza. Conseguentemente nessun balun o ferrite, con i problemi di saturazione per elevate potenze, diviene necessario.

La sperimentazione, grazie all'impiego di moderna strumentazione quale ad es. network analyzer, un tempo raramente disponibile, ha portato una prima ottimizzazione alla quale hanno fatto seguito ulteriori misure pratiche in spazio libero e adeguata altezza per la migliore lunghezza e spaziatura degli elementi.

Il R.O.S., grazie alla particolare configurazione e l'assenza di trappole si è dimostrato praticamente piatto sui tre segmenti di lavoro, dalla sezione CW al termine del settore SSB. Anche i test sulla massima potenza applicabile hanno dimostrato l'assenza di problemi pure con livelli di 5÷6 kW. I risultati ottenuti sono poi stati costantemente avvalorati dalle centinaia di radioamatori che hanno usato ed usano ancora questa antenna.

Uno speciale grasso conduttivo viene fornito a corredo onde prevenire l'ossidazione nei punti di contatto e nelle giunzioni degli elementi. Tutta l'antenna può essere assemblata con solo tre chiavi di tipo spaccato. Il tempo medio di circa 1÷2 ore anche per i meno esperti.



IØNPN Luigi Lodovichetti