

ANTENNE PER ONDE CORTE (HF)

PARTE SECONDA: tipologie ed antenne custom.

Ing. Francesco Zaccarini

Senza il telefonino, è possibile parlare a migliaia di km di distanza standosene comodamente seduti sulla panchina di un parco a Milano?

Le onde corte di fatto permettono di raggiungere una copertura globale della Terra senza la necessità di ponti radio o satelliti.

Da qui la loro importanza tattica nelle operazioni militari e civili in regioni del mondo remote o prive di infrastrutture di comunicazione.

In questo articolo, suddiviso in due parti, faremo una breve disamina di questo affascinante mezzo di comunicazione e delle antenne che vengono impiegate.

PARTE PRIMA:

Come funzionano le HF e da chi vengono efficacemente impiegate per comunicare nel nuovo millennio?

PARTE SECONDA:

Che tipologie di antenna vengono utilizzate in HF e da chi?

Possono essere sviluppate delle antenne custom per servizi di comunicazione in onde corte?

Sebbene questa banda di frequenza appartenga alla storia del wireless, nel campo delle antenne c'è ancora spazio per creatività ed innovazione, specie nel caso in cui si debba affrontare un progetto custom, con particolari specifiche date dal cliente.



1. Introduzione: le antenne per onde corte.

Questa seconda parte dell'articolo è dedicata ad una panoramica sulle antenne che vengono utilizzate in onde corte, considerando uno spettro piuttosto vasto, compreso in pratica tra 1.5 e 30 MHz. Su questo argomento si apre un vero e proprio mondo, nel quale storia e tradizione si fondono con tecnologie e innovazioni molto più recenti.

Vi possono essere numerosi modi con cui proporre una classificazione delle diverse tipologie di antenne HF, basati sulle caratteristiche elettriche, sulle dimensioni meccaniche o più semplicemente sulle condizioni di impiego.

Per questa disamina adotteremo invece un criterio molto più pratico, quello di suddividere i vari tipi di antenne a seconda di chi le utilizza e per quale scopo, considerando di conseguenza il tipo di installazione per cui sono state concepite: installazione fissa, su mezzi mobili (aerei, navi, mezzi terrestri) o per stazioni portatili (*manpack*). Con questa logica, si terrà indirettamente conto del costo e delle dimensioni delle antenne, che possono essere sia enormi, sia (quasi) tascabili in funzione proprio del loro utilizzo.

Viene perciò naturale chiedersi quanto interesse ci sia ancora per progetti di nuove antenne in questo storico settore delle radiocomunicazioni, con particolare riguardo a progetti di antenne su misura. Inoltre, che tipo di preparazione deve avere un fornitore per sviluppare prodotti custom in questa nicchia di mercato?

2. Le tipologie di antenne HF.

Se si adotta una suddivisione per categorie di utilizzatori, è possibile organizzare una suddivisione delle antenne come segue.

2.1. Stazioni broadcasting.

Queste stazioni di radiodiffusione trasmettono con potenze elevate e su frequenze ben definite, per cui dispongono di antenne enormi, essenzialmente di queste tipologie:

- Antenne verticali, singole o multiple (*phased array*), per la parte bassa delle HF;
- Antenne filiformi estese, come ad esempio le rombiche terminate;
- Dipoli o cortine di dipoli *broadside* (*curtain array*), sistemi fissi, rotanti o commutabili su direzioni antiparallele (**Figura 2.1**);
- Antenne rotative *endfire* (array logaritmici, **Figura 2.2**);

Queste sono antenne che derivano da progetti molto tradizionali, già in uso negli anni '20, mentre le antenne logaritmiche risalgono agli anni '50. Un notevole progresso è stato compiuto nella simulazione elettromagnetica di queste strutture, dato che le loro enormi dimensioni hanno sempre ostacolato una loro ottimizzazione sperimentale.

La parte più imponente di tali antenne è costituita dalle strutture, in genere tralicci, che sorreggono gli elementi radianti filiformi sospesi davanti ad un riflettore grigliato. Per tale motivo è indispensabile una progettazione meccanica a supporto di quella elettrica.

Non da ultimo è importante accennare all'interazione che tali antenne hanno sull'ambiente circostante, sia in relazione alle caratteristiche di radiazione che dipendono dalle caratteristiche del sito nel quale vengono installate, sia in considerazione dell'impatto elettromagnetico che tali stazioni emittenti hanno nei confronti della popolazione che risiede nelle vicinanze.


Figura 2.1

Antenna rotante RCA con due array broadside di 16 dipoli che coprono rispettivamente le sottobande 6÷16 MHz e 16÷26MHz. L'altezza di 80m ed il peso di 280 tonnellate ne fanno una delle più grandi antenne HF esistenti.


Figura 2.2

Antenna logaritmica di Radio Vaticana.

2.2. Radar OTH ed altre applicazioni militari (HAARP).

I radar *OTH* (*Over The Horizon*) sono installazioni militari il cui scopo è quello di rilevare bersagli volanti molto lontani, come ad esempio dei missili intercontinentali in volo. I sistemi operanti in onde corte utilizzano di solito degli array di dipoli broadside in polarizzazione orizzontale che sono supportati da strutture fisse, sempre di imponenti dimensioni.

Il più famoso radar OTH, simbolo della guerra fredda e oggi in rovina, è il *DUGA* sovietico (**Figura 2.3**). Costruito nei pressi di Chernobyl ed operante tra il 1976 ed il 1989, aveva un'altezza di 150 metri per una lunghezza di 700 metri. I dipoli, realizzati con una struttura a gabbia per aumentarne la larghezza di banda, sono alimentati mediante delle linee bifilari disposte verticalmente ed hanno una disposizione interlacciata per ottimizzare i lobi laterali. Questo tipo di utilizzo delle onde corte è ancora in essere anche da parte di altri governi, come il radar della U.S. Navy.


Figura 2.3

Array di dipoli del radar OTH russo DUGA.


Figura 2.4

Array del progetto HAARP.

Come altra applicazione di tipo militare (ed ora civile, gestito dall'Università dell'Alaska), citiamo le imponenti antenne del programma *HAARP* (*High Frequency Active Auroral Research*), situate in Alaska, per lo studio della ionosfera. L'impianto, costituito da un array a dipoli incrociati di 180 elementi disposti in 15 file per 12 colonne, puntato verso lo zenith, opera sui 10 MHz e viene attualmente utilizzato per ricerca sia in ambito civile che militare (**Figura 2.4**).

2.3. Radar costieri per osservazioni sulla dinamica oceanica.

L'utilizzo delle HF interessa anche i radar CODAR (*Coastal Ocean Dynamics Applications Radar*), dei sistemi che hanno lo scopo di mappare le correnti oceaniche di superficie utilizzando le riflessioni (*backscatter*) che le onde del mare provocano su di un'onda elettromagnetica incidente.

Dal momento che la propagazione avviene sulla superficie del mare, questa metodologia scientifica utilizza l'onda di terra e perciò si utilizzano antenne in polarizzazione verticale, tipicamente dipoli coassiali o monopoli di tipo *ground plane* (Figura 2.5).

Sulla stessa struttura (antenna ricevente) sono presenti anche due loop incrociati di piccole dimensioni rispetto alla lunghezza d'onda, posti all'interno di un radome plastico alla base dello stilo verticale.



Figura 2.5

Sistema CODAR di rilevazione della dinamica oceanica: in primo piano l'antenna ricevente, mentre sullo sfondo si intravede l'antenna trasmittente.

2.4. Comunicazioni militari.

Le radiocomunicazioni in ambito militare interessano due tipi di servizi:

- Comunicazioni strategiche;
- Comunicazioni tattiche tra stazioni fisse, mobili e portatili.

Sebbene le comunicazioni satellitari abbiano il vantaggio di una maggiore velocità e affidabilità, la militarizzazione dello spazio rende tale sistema potenzialmente vulnerabile. Inoltre, nelle comunicazioni tattiche, l'impiego del satellite può non essere sempre agevole a causa della conformazione del territorio, rendendo preferibile una comunicazione via onda di terra od in modalità NVIS, o a causa della posizione geografica, non servita dalla rete satellitare.

Così come ogni altro dispositivo od apparato, nell'impiego militare anche le antenne devono avere delle caratteristiche particolari, in cui spesso le prestazioni elettriche (efficienza e guadagno) sono meno importanti rispetto ad altre caratteristiche, quali ad esempio l'affidabilità e la facilità di impiego. Inoltre queste antenne devono essere in grado di operare su tutto lo spettro HF senza che l'operatore si debba preoccupare del loro adattamento, permettendo quindi l'impiego delle modalità *ALE* e *frequency hopping*.

La distinzione più appropriata tra le varie tipologie di antenne può essere condotta suddividendole in:

- **Antenne per stazioni fisse;**
- **Antenne navali;**
- **Antenne per aeromobili;**
- **Antenne per mezzi mobili terrestri;**
- **Antenne per operazioni portatili (*manpack*).**

Nelle **installazioni fisse** possono essere utilizzate antenne a larga banda di tipo filare oppure sistemi direzionali come gli array logaritmici, visti nel precedente paragrafo. Le antenne a larga banda di tipo filare sono in genere di due tipi: antenne *intrinsecamente* a larga banda (a ventaglio, *fan dipole* o *biconical dipole*, *diskone* o derivati, **Figura 2.6**) oppure antenne che fanno uso di elementi resistivi, quale ad esempio la **TFD** (*terminated folded dipole*, **Figura 2.7**), che può assumere varie configurazioni. In passato venivano anche utilizzate antenne direzionali terminate (tipo le *rombiche* o le *Beverage*) che si estendevano per parecchie lunghezze d'onda, tantoché si parlava addirittura di "guadagno per ettaro", alludendo alla superficie coinvolta nell'installazione dell'antenna.



Figura 2.6

Antenna diskone a larga banda per le HF.

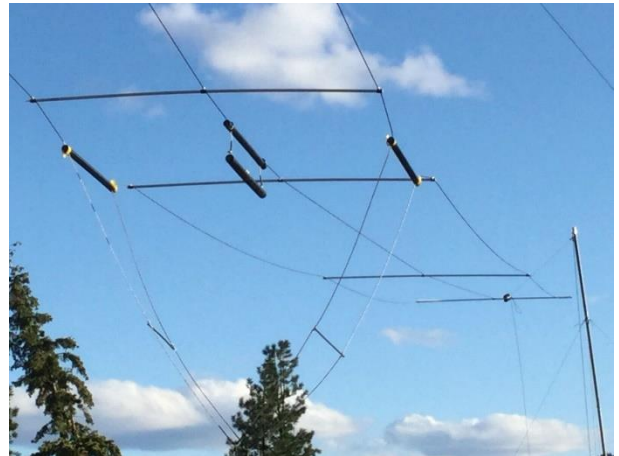


Figura 2.7

Antenna TFD, alimentata mediante linea bifilare: si noti al centro il resistore, che permette un adattamento a larga banda.

Nelle **installazioni navali** le antenne per onde corte possono essere suddivise in tre famiglie principali: antenne filiformi tese tra gli alberi della nave o configurate come degli stralli, antenne *disk-cage*, antenne a stilo o a frusta (monopoli).

Le antenne filiformi, sia del tipo a larga banda che a banda stretta, vengono generalmente sospese tra gli alberi della nave: le antenne a banda larga incorporano una rete di adattamento fissa, in genere costituita da resistori e/o trasformatori d'impedenza, che permette di avere un adattamento accettabile entro tutta la



Figura 2.8

Antenna disk-cage a larga banda.



Figura 2.9

Accordatore automatico posto alla base dell'antenna a stilo, che può essere anche di notevoli dimensioni.

banda operativa. Le antenne *disk-cage* (Figura 2.8) sono viceversa strutture intrinsecamente a larga banda molto simili alle *diskone*.

Viceversa, le antenne a banda stretta sono provviste di un accordatore automatico posto alla base dell'antenna (Figura 2.9). A quest'ultima categoria appartengono le antenne a stilo, realizzate con elementi conici in vetroresina nei quali è inserito un conduttore in rame, e sono disponibili con lunghezze variabili da circa 4 metri ad oltre 15.

Una moderna nave da guerra incorpora una serie di sistemi elettronici di comunicazione, monitoraggio e, per quanto grande sia la nave, numerose antenne devono coesistere in uno spazio relativamente ristretto (Figura 2.10).

Di conseguenza, nel progetto e nella installazione di un'antenna HF, è necessario condurre un attento progetto elettromagnetico, spesso considerando l'influenza dell'intera nave nell'analisi dell'antenna stessa.



Figura 2.10

Panoramica delle numerose antenne che coesistono a bordo di una nave militare.

Recentemente, grazie ai moderni tool di simulazione elettromagnetica, è possibile proporre soluzioni originali per ovviare ai problemi di installazione delle antenne. È questo il caso delle cosiddette *antenne strutturali*, ovvero di elementi radianti integrati in alcune strutture di coperta presenti sulle navi.

Unitamente alle antenne HF di ridottissime dimensioni (vedi foto di copertina), tali soluzioni possono essere una valida via di innovazione in applicazioni di questo tipo.

Nelle **installazioni a bordo di velivoli** vengono generalmente impiegate antenne che utilizzano un dispositivo di accordo automatico per poter essere utilizzate su tutto lo spettro HF. È possibile suddividere queste antenne in tre tipologie: *antenne filari (long wire)*, tese tra la fusoliera e la coda dell'aeromobile, antenne a *basso profilo*, antenne integrate (di solito nell'impennaggio di coda).

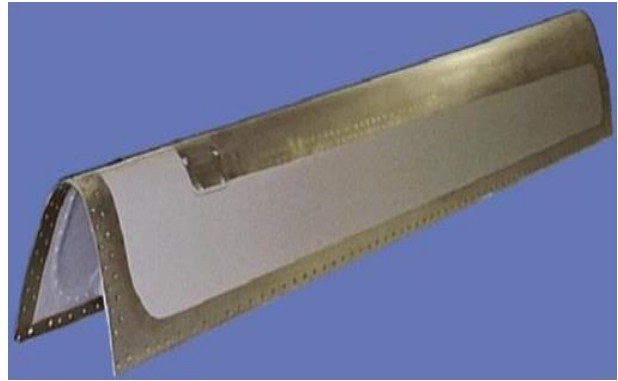
Le *antenne filari* esistevano già a bordo dei dirigibili sin dai primi decenni del secolo scorso, infatti con il termine *antenna Zeppelin*, o più brevemente *Zepp*, si intende un radiatore filiforme alimentato in tensione ad un'estremità (*end fed antenna*) mediante una linea di trasmissione ad alta impedenza, oggi sostituita da un accordatore automatico (**Figura 2.11**).

Le *antenne a basso profilo* sono di solito costituite da un conduttore rettilineo mantenuto parallelo alla fusoliera mediante dei supporti dielettrici, ed utilizzano quest'ultima come piano immagine.

Le *antenne integrate* sono invece dei conduttori inseriti nella struttura composita dell'impennaggio di coda (**Figura 2.12**), non visibili dall'esterno oppure parzialmente sporgenti.


Figura 2.11

Antenna long wire tesa tra la fusoliera ed il timone di coda.


Figura 2.12

Moderna antenna da integrare nell'impennaggio di coda, costituita da un supporto in vetroresina nel quale è inserito l'elemento radiante in lamina di alluminio.

Anche nelle **installazioni veicolari** le antenne utilizzano un accordatore automatico e, a seconda del tipo di elemento radiante, possono essere divise in antenne a frusta (*whip*), antenne a loop o semi-loop.

Le *antenne a frusta*, spesso con dimensioni imponenti rispetto al mezzo su cui sono installate, sono utilizzate in due modi: in posizione verticale per comunicazioni a media-lunga distanza oppure inclinate per sfruttare la modalità di propagazione NVIS (**Figura 2.13**). Di queste ne esistono di due tipi: quelle con accordatore automatico esterno e quelle provviste di accordatore integrato alla base, come ad esempio il sistema *Codan 9350* e *Barrett 910 o 2019*, spesso utilizzati sui mezzi fuoristrada delle organizzazioni umanitarie, come vedremo nel prossimo paragrafo.

Le *antenne a loop o a semi-loop*, che incorporano accordatori di antenna espressamente progettati per questo tipo di radiatori, vengono anch'esse generalmente utilizzate in modalità NVIS.


Figura 2.13

Antenna a frusta in posizione inclinata per il traffico NVIS


Figura 2.14

Antenna a loop.

L'ultima tipologia di antenne militari riguarda quelle utilizzate con gli **apparati portatili**, i cosiddetti "HF manpack". In questo caso le antenne si dividono in due categorie: le *antenne a frusta* (*whip antennas*) direttamente connesse all'apparato e le antenne dispiegabili (*deployable antennas*). Rispetto alle prime, le seconde non possono essere utilizzate in movimento ma vengono montate sul posto ogniqualvolta si renda necessaria un'antenna più performante.

Un apparato HF spalleggiabile come quello di **Figura 2.15** incorpora un accordatore d'antenna automatico molto veloce ed efficace, capace di sintonizzare uno stilo da 3 o 5 metri di lunghezza oppure un'antenna filare connessa all'apparato mediante un cavo coassiale. Nel caso di utilizzo con lo stilo, è possibile migliorare l'efficienza dell'antenna collegando un *contrappeso* ad un morsetto di massa, ovvero uno spezzone di filo di rame che viene disteso per terra.

Le *antenne dispiegabili* (**Figura 2.16**) sono in genere dipoli, loop o *long wire* che possono essere installate in varie configurazioni a seconda dell'ambiente operativo e del tipo di radiocollegamento richiesto: per le operazioni *NVIS* è possibile montare l'antenna molto bassa rispetto al terreno in modo da ottimizzare la radiazione verso lo zenith.



Figura 2.15

Esempio di manpack HF militare: un Tadiran PRC-2200 di fabbricazione israeliana. Si intravede la base dell'antenna sul fianco sinistro dell'apparato, dietro al microtelefono, mentre allo spinotto rosso, in alto a destra, è collegato il filo di contrappeso



Figura 2.16

Kit antenna a dipolo di corredo con l'apparato.

Nei dipoli a banda stretta, le due estensioni dell'antenna sono avvolte su dei rocchetti che permettono lo svolgimento parziale o totale del filo in modo da dimensionare l'antenna sulla frequenza operativa richiesta (**Figura 2.16**). Viceversa, le antenne a larga banda incorporano delle reti di adattamento resistive che permettono di usare l'antenna senza particolari accorgimenti, ovviamente pagando il prezzo di una minore efficienza.

2.5. Comunicazioni civili.

In questo paragrafo consideriamo le comunicazioni in onde corte legate a servizi quali:

- Comunicazioni tra navi e stazioni costiere, comunicazioni aria-terra dell'aviazione;
- Organizzazioni governative (ad esempio le ambasciate);
- Organizzazioni umanitarie che operano in zone disagiate (ad esempio la Croce Rossa);
- Reti radio per comunicazioni in aree remote, prive di infrastrutture di telecomunicazioni (ad esempio *VKS-737 Radio Network* e *Royal Flying Doctor Service* in Australia);
- Spedizioni scientifiche in aree remote del pianeta.

Pur trattandosi sempre di sistemi di comunicazione professionali che utilizzano antenne simili a quelle militari, nella maggior parte dei casi il budget è più ridotto. La necessità di operare su larghe bande di frequenza all'interno dello spettro HF è meno sentita, dato che questi servizi sono di solito allocati su di un numero limitato di frequenze ben definite. La modalità ALE richiede comunque una certa flessibilità operativa.

In questo ambito vale sostanzialmente quanto già detto nel paragrafo precedente, dove era stata fatta una sorta di classificazione delle antenne sulla base del loro tipo di installazione o di impiego.



Figura 2.18

Sistema "autotune" dell'azienda australiana Barrett, che monta uno stilo da 2 metri in testa al suo accordatore dedicato. Il sistema è installato su un Land Rover Defender 110, da noi utilizzato per i test sul campo delle nostre antenne HF.

remote, come ad esempio l'outback australiano, fanno uso di antenne più piccole rispetto a quelle militari (**Figura 2.13** e **2.14**). Il sistema di accordo automatico è parte integrante dell'antenna, costituita da uno stilo di circa 2 metri di lunghezza eventualmente sostituibile con un elemento radiante più lungo (3.5 metri) che può essere inclinato in posizione quasi orizzontale per collegamenti NVIS (**Figura 2.18**).

Esistono poi delle versioni "civili" dei sistemi veicolari di **Figura 2.14** che impiegano loop o semi-loop: un esempio è mostrato nella **Figura 2.19**, dove l'elemento radiante, quando non è utilizzato, può essere ripiegato sul tetto dell'autoveicolo con l'ingombro di un normale portapacchi.



Figura 2.17

Dipolo rigido a quattro estensioni, compreso di accordatore automatico, dell'azienda australiana Bushcomm.



Figura 2.19

Antenna a loop sintonizzabile montata sul tetto di un fuoristrada Hummer: versione "civile" dell'antenna di **Figura 2.14**.

Accenniamo quindi solamente a quanto vi sia di diverso rispetto al paragrafo precedente.

Nelle **installazioni fisse** viene fatto largo uso di antenne filari, sia a larga banda (**TFD**, **Figura 2.7**) che a banda stretta con accordatore automatico. Sistemi completi di accordatore sono anche forniti in configurazione autoportante, dove il dipolo (a due o quattro estensioni) è realizzato da elementi rigidi in alluminio o vetroresina (**Figura 2.17**).

Le **installazioni veicolari**, utilizzate sia dalle organizzazioni umanitarie come la Croce Rossa o anche da privati che si recano in zone disagiate o

Per quanto riguarda gli [apparati portatili](#), le antenne non cambiano sostanzialmente da quelle adottate in campo militare. Alcune aziende che producono questo tipo di radio, come ad esempio le australiane *Codan* e *Barrett*, hanno in catalogo anche versioni civili degli stessi apparati utilizzati dalle forze armate, mettendo in comune gli stessi accessori.

Non da ultimo accenniamo al fatto che le spedizioni scientifiche in zone remote della terra, non di rado utilizzano apparati (e di conseguenza antenne) presi dal mercato radioamatoriale, del quale parleremo nel paragrafo che segue.

2.6. Comunicazioni radioamatoriali.

I radioamatori sono da sempre assidui utilizzatori delle onde corte e dispongono di numerose “fettine” di banda nello spettro di frequenza da 1.8 MHz a 29.7 MHz, di conseguenza vengono quasi sempre utilizzate antenne a banda stretta, sia a singola banda che multibanda.

Oltre ad avere budget ben più modesti rispetto ai settori militare e civile, spesso devono operare su frequenze molto affollate dove un radiocollegamento diventa una lotta selvaggia tra molte stazioni che chiamano lo stesso corrispondente, il quale risponderà solo al segnale più forte (*pile-up*).

Pertanto se da un lato, in questo mercato, gli apparati ricetrasmittenti sono dotati di un’infinità di controlli e settaggi manuali, dall’altro risultano più limitati in termini di hardware e *duty-cycle*, essendo il loro costo paragonabile a quello di un qualsiasi altro elettrodomestico nero. Inoltre questi prodotti non devono sottostare alle stringenti normative presenti in ambito militare.

Le antenne utilizzate seguono la stessa filosofia, dove di solito vengono ricercate le prestazioni elettriche migliori, a scapito di una facilità operativa e/o affidabilità inferiore a quella di prodotti professionali. Inoltre, accanto a prodotti commerciali, non è raro imbattersi in antenne autocostruite seguendo criteri realizzativi alquanto vari e a volte curiosi.

Oltre alle antenne più semplici, quali dipoli o verticali monobanda o multibanda, si utilizzano antenne direttive, di solito delle Yagi a due o più elementi, od antenne da esse derivate, ovvero che non utilizzano dipoli bensì altre strutture come ad esempio il *loop* (antenne *cubiche* o *quad*). L’utilizzo delle log-periodiche è invece più raro dal momento che, a parità di superficie al vento, un’antenna Yagi multibanda presenta di solito un guadagno superiore.

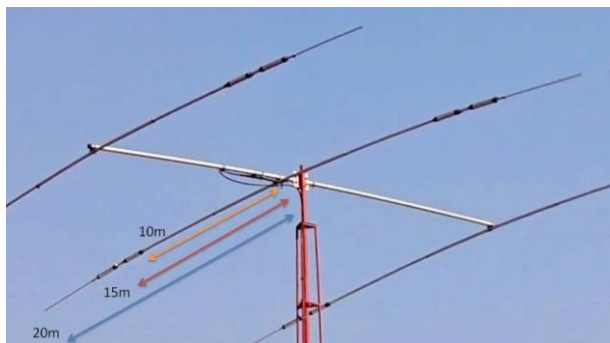
Tra le direttive multibanda, fino a qualche decennio fa erano molto diffuse le Yagi con *trappole* (circuiti risonanti in parallelo) per isolare le varie sezioni di ogni elemento in funzione della banda operativa (**Figura 2.20**).

Ultimamente sono altrettanto popolari le direttive multibanda senza trappole (*interlaced Yagi*, **Figura 2.21**), nonché le cosiddette *antenne dinamiche* (**Figura 2.22**), ovvero delle Yagi con elementi in nastro di rame di lunghezza regolabile che scorrono all’interno di tubi rigidi in vetroresina mediante un meccanismo motorizzato, comandato dalla postazione radio.

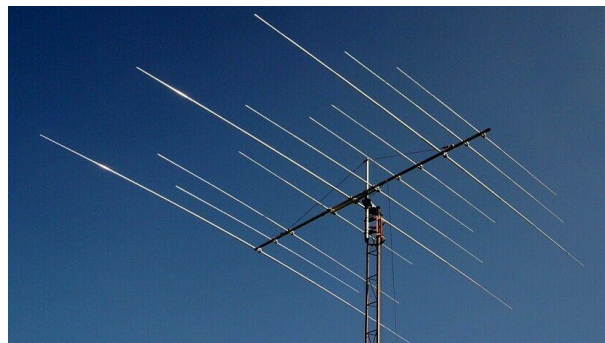
In questo modo è, in teoria, possibile regolare le dimensioni di ogni elemento dell’antenna Yagi (sia il radiatore che gli elementi parassiti), in modo da massimizzare le prestazioni dell’antenna su ogni singola frequenza di utilizzo.

Sebbene queste ultime risultino tecnicamente interessanti (nonché abilmente commercializzate a livello di marketing), il principio di funzionamento su cui si basano non viene utilizzato in ambito militare dove, per motivi di affidabilità, si preferiscono sistemi di accordo più “statici”. Le antenne dinamiche rimangono così dei prodotti, sofisticati ed esclusivi, del settore radioamatoriale.

È infine doveroso aggiungere che, al di fuori di questo specifico mercato, il termine *antenna dinamica* assume un significato diverso e molto più ampio.


Figura 2.20

Antenna Yagi con trappole in grado di operare su tre bande di frequenza: 10, 15 e 20 metri.


Figura 2.21

Antenna multibanda "interlaced Yagi".


Figura 2.22

Yagi a tre elementi dinamica.

Al centro di ogni elemento, in tubo di vetroresina, è presente un alloggiamento stagno nel quale trovano posto due rocchetti sui quali sono avvolte le bandelle di rame. Queste ultime, grazie ad un motorino elettrico, vengono svolte all'interno dei tubi in vetroresina per la lunghezza necessaria a sintonizzare gli elementi dell'antenna alla frequenza desiderata.

Un dispositivo di controllo, posto nella stazione radio, permette di selezionare la banda operativa.

3. Antenne custom per onde corte.

Sin qui appare chiaro come Il mondo delle onde corte faccia uso di antenne molto diverse, sia per quanto riguarda le dimensioni che le caratteristiche elettriche.

In settori particolari come quello militare, quando si è chiamati a sviluppare un'antenna che non esiste in commercio, l'esigenza di un nuovo prodotto deriva spesso da necessità di tipo meccanico e/o ambientale.

Questo ad esempio accade quando si adottano nuovi mezzi (veicoli terrestri, aerei o natanti) sui quali l'installazione di un'antenna standard non è praticabile: in **Figura 2.23** è mostrato il test di uno dei nostri prototipi di antenna HF nautica di ridotte dimensioni, rese necessarie dal tipo di natante sul quale tale prodotto verrà installato.

Se da un lato la lunga storia delle HF fa sì che ancora oggi vengano impiegati numerosi prodotti già noti negli anni '20 del secolo scorso, dall'altro i nuovi sviluppi tecnologici richiedono sempre più antenne nuove, innovative, che sfruttano principi operativi moderni, elementi radianti inediti.

Di conseguenza, più che in ogni altro settore applicativo, al progettista di antenne in onde corte è richiesta una vasta cultura tecnica sull'argomento, che spazia dalle origini della radiotelegrafia fino alle più recenti tecnologie integrate nel campo dell'*IoT*.

Sicuramente su questo aspetto ci torneremo con un articolo dedicato.

4. Conclusioni.

In questa seconda parte dell'articolo abbiamo riassunto le diverse tipologie di antenna che vengono utilizzate nelle bande HF, accennando ad antenne costruite con dimensioni e caratteristiche elettriche assai diverse.

La rinascita delle HF, iniziata con il nuovo millennio, ha velocemente attualizzato questo settore di mercato e la relativa ricerca e sviluppo nel campo delle antenne, tantoché sono ricomparsi numerosi articoli scientifici sull'argomento, segno che molte aziende ed istituzioni accademiche hanno ripreso ad occuparsene.

C'è quindi spazio per antenne su misura nelle onde corte? La risposta è certamente affermativa, ma in fase di progetto è quantomai necessario possedere una cultura tecnica multisetoriale in modo da poter attingere anche a soluzioni provenienti da applicazioni molto diverse.

Infatti, in una banda di frequenza così ricca di storia e tradizione, ricercare soluzioni nuove ed originali diventa una sfida ancora più interessante.

Di conseguenza, la professionalità ed i livelli di conoscenza richiesti ad un progettista di antenne che si occupa di questa specifica porzione di spettro è sicuramente diversa rispetto alle strade del wireless attualmente più battute.

Nella speranza che il mondo delle onde corte e delle relative antenne abbia destato interesse, quest'ultimo aspetto sarà oggetto di un prossimo approfondimento.



Figura 2.23

Test setup di un prototipo di antenna HF di ridotte dimensioni.

Tutte le informazioni e le esperienze riportate in questo articolo sono frutto dell'attività di progettazione, sviluppo e realizzazione di antenne custom professionali svolta da con il metodo.

Per domande, chiarimenti od approfondimenti in merito a questo o ad altri argomenti riguardanti le antenne professionali scrivi a bollini@elettromagneticservices.com

Grazie per il tempo che hai dedicato alla lettura di questo articolo.

Trovi l'elenco completo delle nostre pubblicazioni tecniche cliccando qui:

<https://www.elettromagneticservices.com/news>

Antenna Su Misura

by

ElettroMagnetic Services
SRL

Trasmettiamo la tua eccellenza!