

# HamWeb - Antenne ad onda progressiva

Questa volta è il turno di un tipo di antenne relativamente poco note nel mondo amatoriale, ma ampiamente utilizzate invece in ambiente professionale, per le loro prestazioni particolari, che vedremo nel seguito. Cominciamo dal capostipite della categoria, che è la:

## Linea monofilare terminata, ovvero antenna ad onda progressiva

Prendiamo un filo conduttore, di lunghezza qualunque, e tendiamolo tra due punti parallelamente piano di terra; abbiamo così realizzato un tratto di linea bifilare, in cui il secondo conduttore della linea non è altro che la riflessione nel terreno del filo teso: sulla tolda di una nave viene particolarmente bene, perché il piano è metallico, e tutt'intorno c'è il mare, che è un ottimo conduttore fino a frequenze abbastanza elevate.

La linea di trasmissione così ottenuta avrà una sua impedenza caratteristica, che si può calcolare dalle caratteristiche geometriche del sistema ma, trattandosi di una faccenda parecchio complicata, qui non la affrontiamo; quello che conta è il fatto che, se alla fine del pezzo di filo colleghiamo una resistenza di valore pari all'impedenza caratteristica della linea, la linea stessa risulta terminata e quindi non si ha riflessione di onde verso il generatore, che è ovviamente collegato all'altro capo. Sulla linea si ha quindi un'onda puramente progressiva, fatto che dà a queste il nome di "antenne [a filo] ad onda progressiva", per contrapposizione alle solite filari, che vengono invece dette "antenne ad onda stazionaria".

La principale conseguenza della presenza di un'onda puramente progressiva è il fatto che l'impedenza dell'antenna è costante ed insensibile alla frequenza del segnale applicato, per cui si tratta di un'antenna intrinsecamente a larga banda; per questo motivo le antenne di questo genere sono state ampiamente usate in quelle situazioni nelle quali con una sola antenna è necessario lavorare bande anche molto diverse (ad esempio, onde lunghe, medie e corte, come accade sulle navi).

I lobi di radiazione di questa antenna sono più o meno in numero pari al doppio del rapporto tra lunghezza dell'antenna e lunghezza d'onda e sono essenzialmente diretti come il filo, col quale formano però un certo angolo; in effetti l'angolo formato dal lobo principale di radiazione con il filo è dato da:

$$\vartheta = \frac{360^\circ}{2\pi\sqrt{n}}$$

dove  $n$  è il rapporto tra lunghezza dell'antenna e lunghezza d'onda; da questo si vede anche che più è lunga l'antenna, più è basso l'angolo di radiazione. Inoltre, se il rapporto  $n$  è elevato, il guadagno dell'antenna è circa proporzionale ad esso.

L'inconveniente principale di queste antenne è che presentano un'efficienza molto bassa, che si aggira intorno al 10%, in quanto una parte significativa della potenza va a dissiparsi sulla resistenza di terminazione; per questo motivo, originariamente era usata perlopiù come antenna ricevente in onde medie e lunghe.

## Combinazioni di antenne ad onda progressiva: l'antenna rombica

Per aumentare guadagno, direttività ed efficienza di un'antenna ad onda progressiva, è possibile realizzare una combinazione in serie od in parallelo di più antenne. Per capire come convenga realizzare una combinazione, consideriamo una singola filare di questo tipo; il lobo principale forma un cono intorno al filo e, come abbiamo visto, questo cono è prevalentemente diretto verso la terminazione (cioè ha la punta, che indica il minimo di irradiazione, verso il generatore, mentre la base, che indica il massimo, è perpendicolare al filo e rivolta verso la terminazione). Se prendiamo due di questi fili, disposti alla stessa altezza e parallelamente tra loro, i coni di irradiazione si sommeranno in direzione diagonale rispetto al filo; ma se invece, pur mantenendoli orizzontali, ruotiamo i fili in modo che formino tra loro un angolo pari all'angolo del cono di radiazione, i due lobi si sommeranno lungo l'asse del sistema, dando origine ad un lobo principale nel quale il campo è pari alla somma dei due campi, per cui la potenza è quadrupla.

Poiché la potenza non può spuntare dal nulla, deve venire a mancare da qualche altra parte; ed infatti, le parti dei coni che non sono parallele in buona parte si cancellano tra loro, cosicché la direttività dell'antenna aumenta notevolmente.

Se colleghiamo così quattro di queste antenne, formando un rombo, la potenza irradiata lungo il lobo principale, che è diretto lungo la diagonale maggiore del rombo, è 16 volte maggiore di quella che si avrebbe dal lobo principale di una singola antenna di questo genere; abbiamo quindi ottenuto un considerevole aumento del guadagno (cioè della potenza irradiata nella direzione del massimo), nonché della direttività (diminuzione della potenza irradiata nelle altre direzioni). Alla fine dell'antenna ci dovrà ancora essere un carico di terminazione, ma questa volta la potenza dissipata è una frazione del totale più piccola rispetto alla singola antenna, in quanto stavolta le antenne che si sono mangiate la loro fetta irradiandola sono quattro.

Ingombro permettendo, si possono ulteriormente aumentare sia il guadagno che la direttività e l'efficienza inserendo tra il primo rombo e la terminazione un altro rombo, e così via. Per ottenere un'efficienza ragionevole, ciascun braccio dell'antenna dev'essere lungo almeno quattro  $\lambda$ , per cui non si tratta esattamente di antenne ad ingombro ridotto... si tratta comunque di antenne 'di ripiego', la cui utilizzazione è consigliabile quando non sia possibile disporre di antenne più specifiche; inoltre, la potenza dissipata sul carico può essere tutt'altro che trascurabile, per cui il carico deve essere in grado di sopportarla.

## Altre antenne ad onda progressiva: la tromba

Esistono varie altre categorie di altre antenne ad onda progressiva, alle quali per ora accenniamo solamente: in particolare, è nota ai radioamatori l'antenna a tromba usata nel campo delle microonde. Si tratta sostanzialmente della stessa antenna già vista, ma in questo caso la linea di

Esistono varie altre categorie di altre antenne ad onda progressiva, alle quali per ora accenniamo solamente: in particolare, è nota ai radioamatori l'antenna a tromba usata nel campo delle microonde. Si tratta sostanzialmente della stessa antenna già vista, ma in questo caso la linea di trasmissione è sostituita da una guida d'onda, e l'impedenza di terminazione è rappresentata dalla resistenza caratteristica del vuoto (circa 377 ohm); per evitare eccessiva riflessione, si interpone tra l'apertura ed il "vuoto" un adattatore d'impedenza, che non è altro che una specie di tromba metallica collegata alla fine della guida. Poiché a queste frequenze è facile realizzare antenne molto più grandi della lunghezza d'onda (che è piccola!), con antenne di questo genere si possono facilmente raggiungere guadagni e direttività elevati.

