



L'antenna a telaio nella radiolocalizzazione

di IØAMS

Premessa:

La necessità di questo articolo sul funzionamento dell'antenna a telaio per l'impiego nella radiolocalizzazione, nasce da una radiocaccia a Roma nel parco di villa Pamphili, dove un collega, diversamente da tutti gli altri che utilizzavano antenne in ferrite, aveva preferito usare un ricevitore dotato di antenna a telaio, e ciò non è passato inosservato. Non avendo avuto modo e tempo sufficiente in quell'occasione di rispondere direttamente ad alcune domande sul funzionamento delle antenne a telaio, proverò a farlo ora. L'argomento sarà esposto in una forma che consentirà una facile lettura, pertanto saranno volutamente evitate formule e calcoli e i concetti di base saranno presentati in chiave descrittiva e figurativa.

L'energia può essere captata dal campo elettrico o dal campo magnetico.

Le antenne formate da conduttori aperti, le verticali, i dipoli e le yagi, per avere una buona efficienza nell'estrarre, dal campo elettromagnetico, l'energia che si presenta sotto forma di tensione ai suoi morsetti, debbono avere delle lunghezze rapportate alla lunghezza d'onda su cui dovranno poi lavorare. Una spira invece, o loop, si comporta diversamente, immersa nello stesso campo elettromagnetico, questa farà scorrere una corrente che sarà proporzionale all'intensità del campo, alla frequenza, al numero delle spire, al diametro del loop e al suo orientamento rispetto al

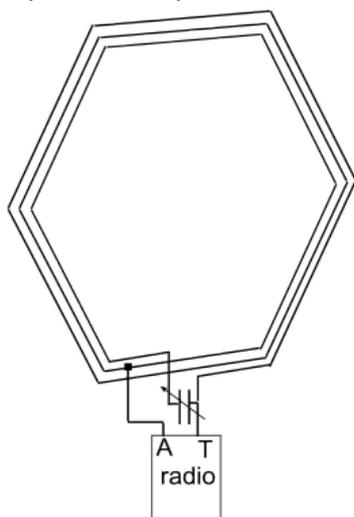


Fig.1

Schema antenna a telaio

campo elettromagnetico inducente. Quindi le antenne filari o a dipolo aperto e quelle verticali prelevano l'energia dal campo elettrico, mentre l'antenna a telaio o loop, la prelevano dal campo magnetico, per questa ragione le viene dato anche il nome di antenna magnetica.

Come vedasi dalla Fig.1, l'antenna a telaio è costituita in pratica come una bobina, formata da una o più spire, e possono essere suddivise in due categorie:

-antenne a telaio piccole, se la lunghezza del conduttore e le dimensioni geometriche sono $\leq \frac{1}{4} \lambda$, quindi trascurabili rispetto alla lunghezza d'onda;

-antenne a telaio grandi, se costituite da una sola spira la cui lunghezza è $\geq \frac{1}{2} \lambda$, quindi confrontabile con la lunghezza d'onda su cui esse debbono lavorare.

Per la radiocaccia si utilizzano antenne a telaio costruite in diverse forme, circolare, ottagonale, quadrate, le quali possono modificare l'efficienza ma non il diagramma di radiazione. I lati opposti dell'antenna sono percorsi da correnti con direzioni

L'antenna a telaio nella radiolocalizzazione

contrarie, precludendo di conseguenza ogni irradiazione nella direzione perpendicolare al piano del loop (i campi opposti si annullano), mentre è massima sui lati dell'antenna, dato che sono abbastanza distanti, quindi le loro radiazioni sono affetti da un valore, anche se minimo di differenza di fase.

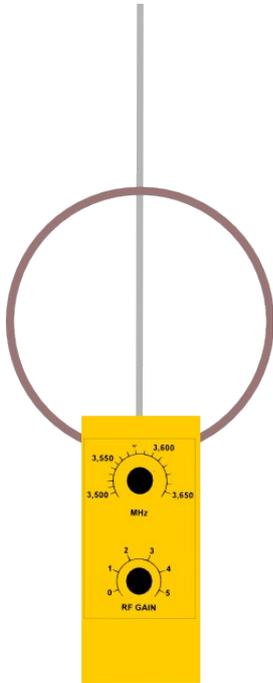


Fig.2

Rx ARDF in 80m

Il diagramma che ne scaturisce è simile a quello di un dipolo elementare cioè a forma di otto (bidirezionale), il lobo (A) della Fig.5.

Le antenne a telaio piccole vengono impiegate come antenne riceventi ed essendo maneggevoli hanno trovato un proficuo impiego anche nel campo della radiogoniometria, sfruttando le loro proprietà direttive. Le antenne a telaio grandi, cioè ad onda intera, vengono invece impiegate nel campo della ricetrasmissione e il loro diagramma di radiazione è massimo nelle due direzioni ortogonali al piano dell'antenna. L'aggettivo "piccole" in riferimento alle antenne loop è più che mai giustificato in quanto, per ricevere segnali nella lunghezza d'onda degli 80 metri, il diametro dell'antenna montata sui ricevitori per ARDF è di soli 20 cm circa, vedi Fig.2. Questo comporta una minore capacità di captazione per la ridotta area di cattura, che dovrà essere compensata da una buona amplificazione. Del resto questo tipo di antenna è praticamente una grande bobina per cui collegandoci un condensatore variabile di opportuna capacità si può portare in risonanza su una vasta gamma di frequenze con un fattore di merito molto elevato. Le proprietà direttive di questo tipo d'antenna si esaltano proprio quando la lunghezza complessiva del conduttore, che realizza le spire, va sotto il decimo della lunghezza d'onda.

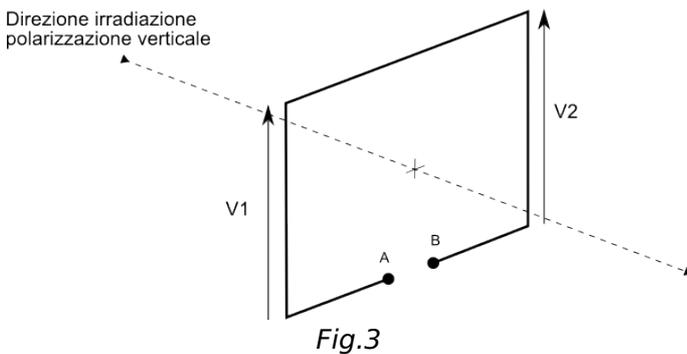


Fig.3

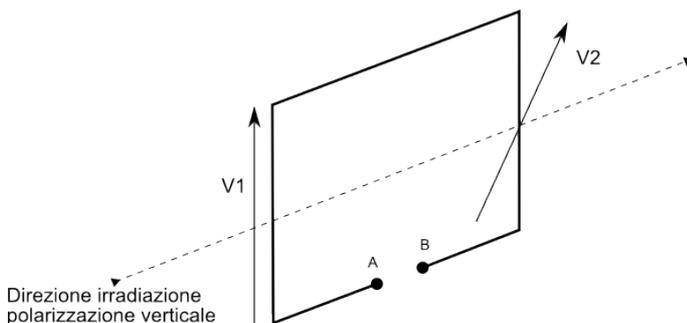


Fig.4

Per una maggiore evidenza riguardo i concetti che dirò appresso, prenderò in esame un'antenna a telaio quadrata. Quando un loop quadrato è investito in modo perpendicolare al suo piano da un'onda elettromagnetica polarizzata verticalmente (tutti i lati sono investiti dall'onda contemporaneamente), i suoi lati orizzontali non produrranno nessuna tensione indotta (dato che la polarizzazione dell'onda è verticale ed i lati sono orizzontali), mentre sui lati verticali si avranno tensioni indotte uguali e con fasi uguali (data la simmetria dei due lati), pertanto la loro somma ai morsetti di uscita A B è pari a zero, vedi Fig.3.

Se l'onda arriva invece lateralmente, cioè se la loop è messa di taglio verso la sua

L'antenna a telaio nella radiolocalizzazione

direzione di propagazione, i due lati orizzontali non presentano nessuna tensione indotta (per incoerenza di polarizzazione, come già detto sopra), mentre i lati verticali vengono investiti in tempi diversi per cui si sviluppano tensioni uguali ma con fasi diverse e la loro somma è diversa da zero, vedi Fig.4.

L'antenna a telaio presenta una direttività simile a quella di un dipolo con direzioni di massimo che giacciono in modo parallelo al piano del telaio stesso.

Un ricevitore, che usufruisce di una antenna a telaio, riceverà un segnale che sarà massimo, quando il piano del telaio si trova parallelo nella direzione del trasmettitore, vedi Fig.4, mentre sarà nullo quando il piano del telaio è posto perpendicolare alla direzione di propagazione, vedi Fig.3; questo ci permette di individuare la direzione di propagazione di un segnale radio.

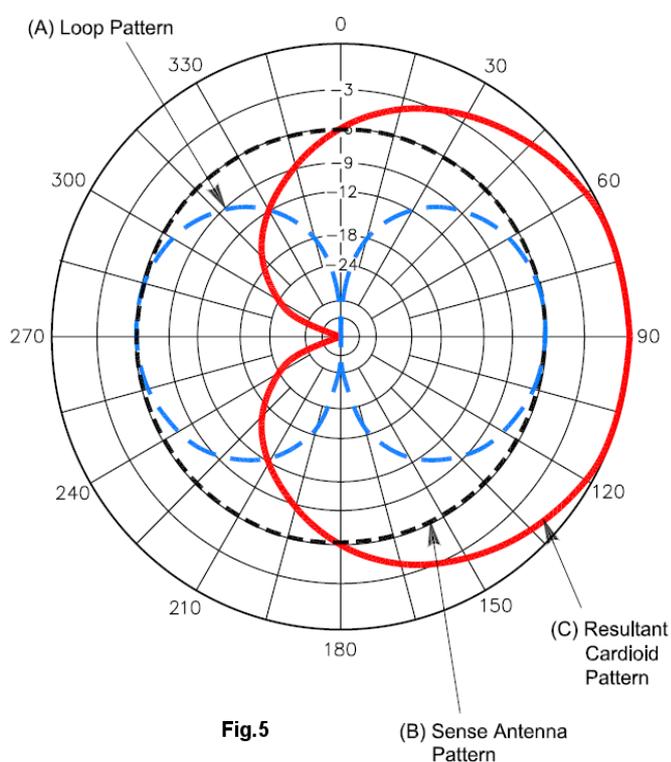


Fig.5

Per la forma molto arrotondata del diagramma di radiazione, la rilevazione, nella direzione del massimo segnale, è molto approssimata, mentre è di gran lunga più precisa nel rilevamento del nullo, dato che l'ansa del nullo del diagramma di radiazione è molto stretta e ben pronunciata, vedi il lobo (A) di Fig.5.

Data la bidirezionalità del lobo di radiazione si può avere il massimo o il nullo sia che il segnale arrivi dalla parte anteriore dell'antenna che dalla parte posteriore, in altre parole si viene direzionati sulle due direzioni di una retta ma non si comprende se il segnale viene dall'uno o dall'altro verso. Questo problema si risolve con l'aggiunta di una seconda antenna omnidirezionale a stilo verticale; il segnale ricevuto, vedi il lobo (B) della Fig.5, viene sommato a quello ricevuto dall'antenna a telaio, lobo (A), il quale può trovarsi in fase

e quindi sommarsi, oppure trovarsi in opposizione di fase e quindi sottrarsi. Per variare la fase basta ruotare l'antenna a telaio o entrambe le antenne, dato che solo il segnale dell'antenna a telaio ruoterà la fase, mentre rimarrà invariato quello ricevuto dallo stilo. La rotazione di mezzo giro produrrà uno sfasamento di 180° gradi. Il diagramma di radiazione risulterà di ampiezza maggiore da una parte e molto ridotto dall'altra, assumendo la forma di un cardiode, lobo (C), anziché di un otto, lobo (A), modificandosi così da antenna bidirezionale a monodirezionale. L'antenna a stilo (denominata antenna di verso) non è perennemente inserita, ma viene inserita dall'operatore, tramite un pulsante, ogni volta che deve rilevare il verso del segnale (dopo ovviamente aver rilevato la direzione). Questo collegamento a comando dell'antenna di verso è giustificato perché, essendo un'antenna omnidirezionale, il suo lobo sommato a quello del loop allargherebbe il lobo di radiazione, peggiorando la direttività; oltre a questo, peggiorerebbe anche il rapporto

L'antenna a telaio nella radiolocalizzazione

segnale/rumore sul ricevitore, questo perché un'antenna a telaio funzionando in corrente è molto più silenziosa di un'antenna a stilo che è un circuito aperto e funziona in tensione.

Le spire che realizzano l'antenna a telaio sono alloggiare all'interno di uno schermo, in genere realizzato tramite un tubetto di rame, ottone o di alluminio, modellato nella forma che si desidera dare al loop. Lo schermo permette di tenere il loop bilanciato, mantenendo la capacità tra i conduttori e la terra uniformemente distribuite, allontanando "l'effetto antenna" cioè il loop si comporterebbe come un'antenna verticale aggiunta, il cui lobo di radiazione, come spiegato precedentemente, si sommerebbe a quello ad otto della loop deformandolo. Inoltre lo schermo protegge il loop da campi elettrici interferenti. La presenza dello schermo non altera minimamente le prestazioni del loop, anzi le migliora, purché lo schermo non formi una spira chiusa altrimenti comprometterebbe il funzionamento dell'antenna stessa.

La ricerca goniometrica viene condotta in tre tempi:

1) Inizialmente la ricerca del segnale da misurare viene eseguita ruotando l'antenna a telaio nella posizione di massimo segnale ricevuto, come abbiamo visto questo avviene quando il piano del telaio risulta parallelo alla direzione del campo irradiato dal Tx nascosto.

2) Trovata la direzione si inserisce lo stilo, se il segnale aumenta la sorgente è di fronte all'antenna, se il segnale diminuisce è dietro la nostra antenna. Con queste due manovre abbiamo così determinato direzione e verso del segnale.

3) Ora che si conosce direzione e verso, si affina il puntamento attraverso il nullo, cioè ruotando il telaio nella posizione di ricezione nulla che corrisponde alla retta normale al piano del telaio o loop. Trovato il nullo sarà necessario prendere di mira un punto lontano per poi raggiungerlo nel minor tempo possibile. Durante la fase di avvicinamento la correttezza della direzione intrapresa ci farà progressivamente agire sull'attenuatore per diminuire il segnale che sta incrementando. Nella ricerca finale, se ci siamo mossi correttamente, dovremo essere confortati da un segnale mano a mano sempre più intenso che ci costringerà ad una attenuazione sempre maggiore; questo ci informerà della effettiva vicinanza della nostra volpe, e la direzione del nullo ci guiderà fino al suo ritrovamento.

Buona caccia "HI".

Antonio IØAMS