

Array di Antenne

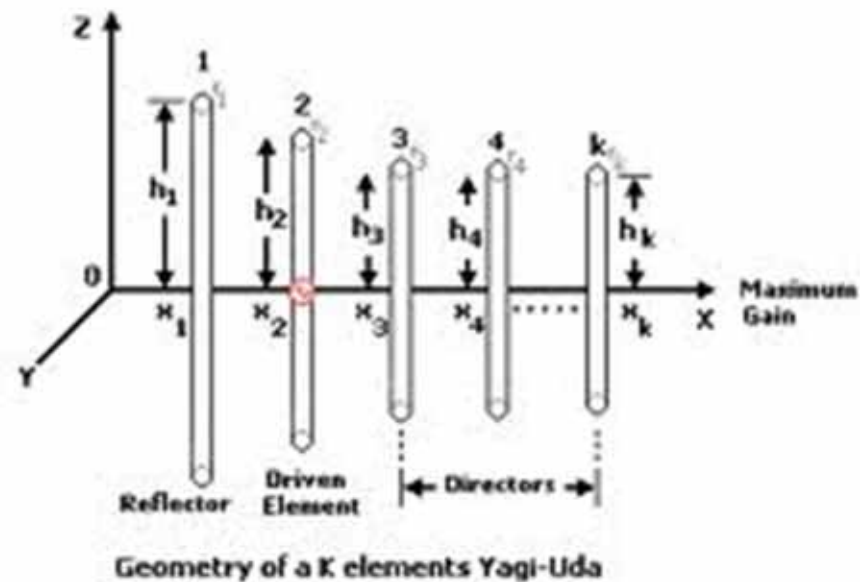
Antenne YAGI

Le antenne Yagi sono antenne utilizzate prevalentemente per ricezione di segnali TV.

Esse hanno lo svantaggio di avere bande molto strette, ma il vantaggio di garantire, per dimensioni ragionevoli della struttura, guadagni elevati ad un costo molto basso.

Sono costituite da un elemento attivo, un dipolo parassita da un lato (riflettore) ed uno o più dipoli parassiti dall'altro lato (direttori).

I dipoli parassiti sono cortocircuitati, e sono eccitati per accoppiamento elettromagnetico.

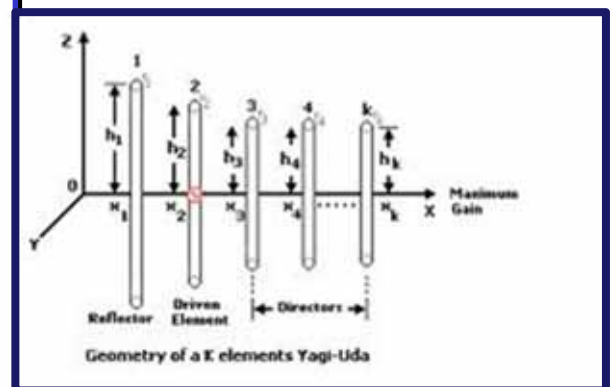
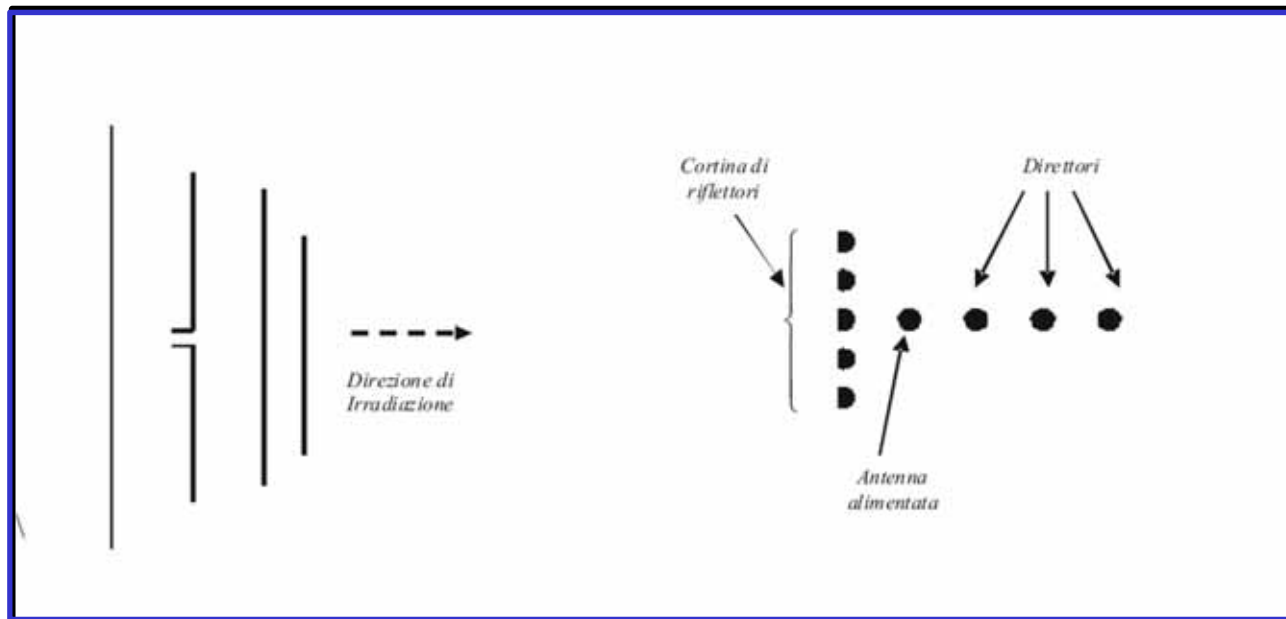


Array di Antenne

Antenne YAGI

Si usa talvolta una cortina di riflettori (disposta ortogonalmente all'asse dell'antenna) per aumentare la banda passante e per migliorare il rapporto fronte-retro (campo che viaggia in avanti/campo che viaggia indietro).

Non vi è invece effetto dall'inserire più riflettori parallelamente all'asse dell'array.

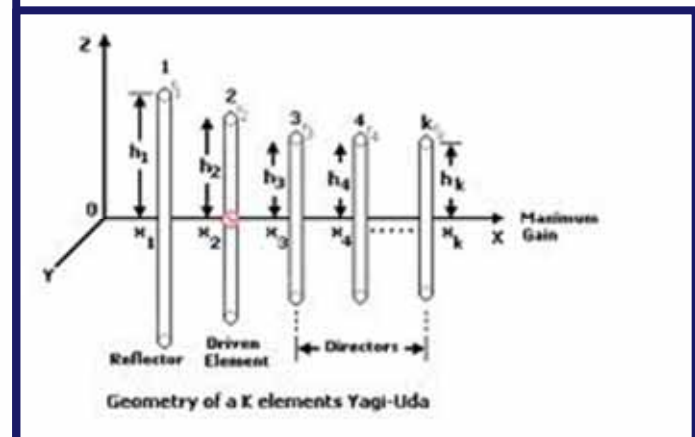
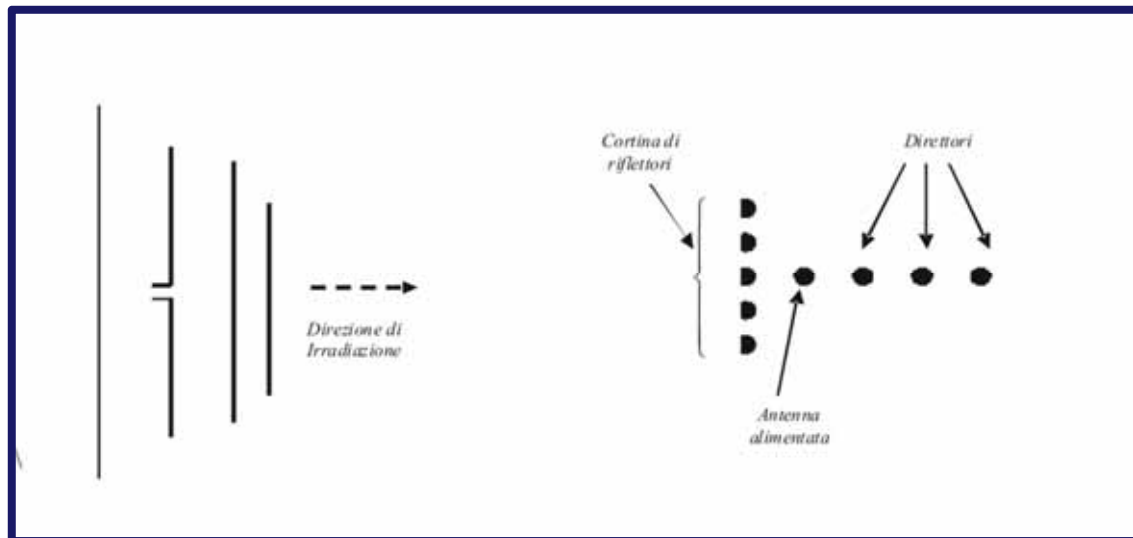


Array di Antenne

Antenne YAGI

Viceversa, le prestazioni dell'antenna aumentano al crescere del numero dei direttori (che sono rastremati, ossia sempre più corti, e che hanno lo scopo di aumentare il guadagno dell'antenna complessiva, rendendola “più grande”), ma di solito non si va oltre i 5 direttori in quanto i miglioramenti in prestazione sono irrilevanti oltre tale numero.

Ciò è dovuto al fatto che i direttori sono alimentati per accoppiamento elettromagnetico, e quindi più sono lontani dall'antenna alimentata e meno influiranno sul campo complessivo.

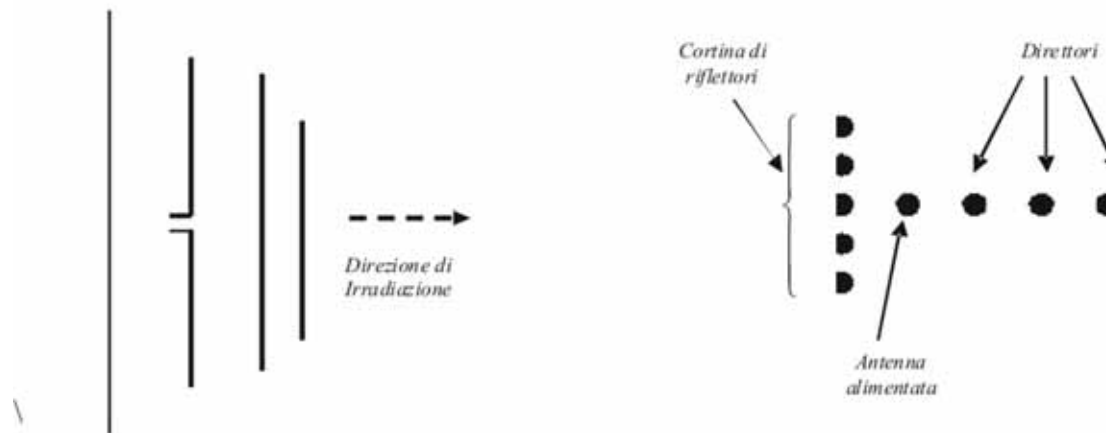


Array di Antenne

Antenne YAGI

In figura sono riportate la vista da un lato della configurazione standard e la vista dall'alto di quella con cortina di riflettori (A- elemento attivo, D- direttore, R- riflettore).

L'allineamento è di tipo endfire (ha un massimo di irradiazione nella direzione dell'asse dell'array, ossia per $\theta=90^\circ$), e si riesce ad avere un rapporto avanti-indietro F/B anche di 20-30 dB per antenne molto grandi.



Array di Antenne

Antenne YAGI

L'impedenza di ingresso del sistema è quella attiva, ossia l'impedenza di ingresso del sistema non è altro che l'impedenza che io misuro all'ingresso dell'unica antenna che è alimentata, ossia l'elemento attivo, ed è appunto l'impedenza attiva di questa antenna in presenza delle altre antenne parassite.



Array di Antenne

Antenne YAGI

Poiché le spaziature devono essere piccole, tale impedenza è molto più bassa di quella della antenna isolata (la parte di mutua impedenza che devo sommare all'impedenza propria di questa antenna è di segno opposto).

Si usa allora come elemento attivo un dipolo ripiegato (che ha una Z_{IN} elevata e prossima ai 300 Ohm), che garantisce, anche in presenza di accoppiamento, un'impedenza di ingresso tale da consentire un facile adattamento alla linea di alimentazione (che usualmente è a 75 Ohm).



Array di Antenne

Antenne YAGI

L'analisi di una antenna YAGI si può ottenere con tecniche standard.

In particolare, dato che le Yagi sono antenne costituite da elementi filiformi, si può usare il metodo dei momenti con una sola funzione sinusoidale di espansione su ogni antenna (o almeno su quelle parassite).

Il progetto, per le molte variabili in gioco, è invece molto più complesso.

Tuttavia, una buona prima approssimazione si può ottenere considerando inizialmente una antenna a due elementi ed aggiungendo poi gli altri elementi.

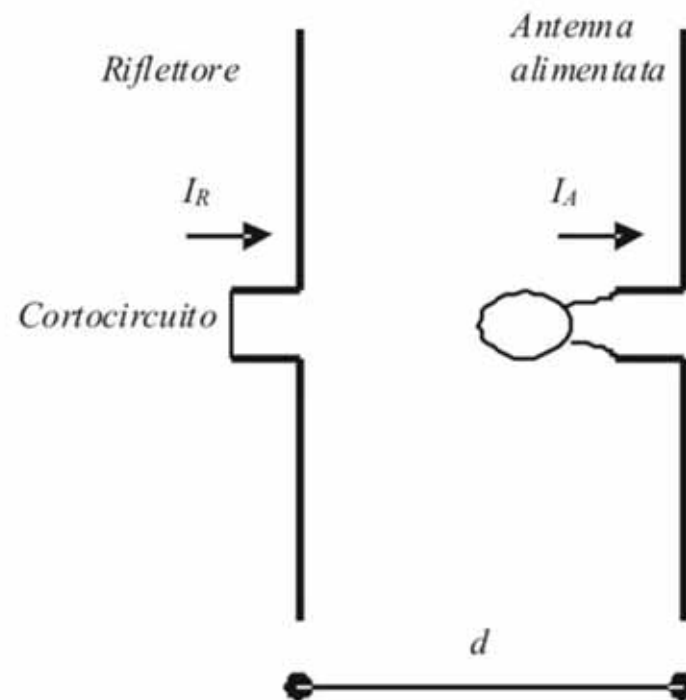


Array di Antenne

Antenne YAGI

Consideriamo quindi una Yagi a due soli elementi: un riflettore ed un elemento attivo.

Indichiamo col pedice R il riflettore, e col pedice A l'elemento attivo.



Array di Antenne

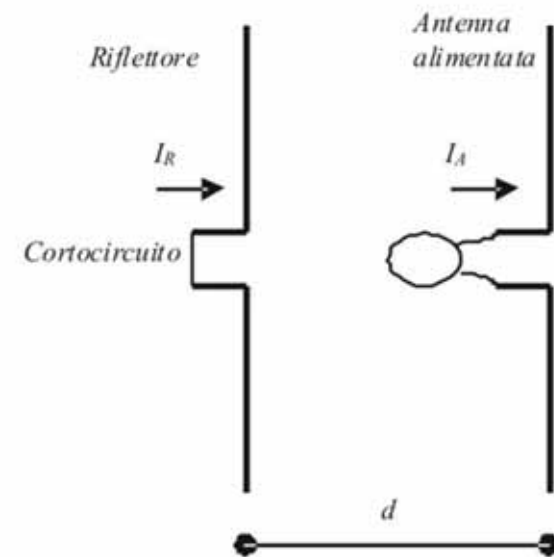
Antenne YAGI

Il sistema può essere rappresentato come una rete a due porte, ossia tramite una matrice di impedenze.

In tal caso, se abbiamo solo un riflettore ed un elemento attivo, si ottiene come corrente indotta sul riflettore (si noti che è cortocircuitato), a partire dalla relazione fra tensione e corrente di una rete due porte per il sistema di due antenne:

$$\begin{cases} V_A = Z_{AA} I_A + Z_{AR} I_R \\ V_R = Z_{RA} I_A + Z_{RR} I_R = 0 \end{cases} \Rightarrow I_R = -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} I_A$$

dove la corrente sull'elemento attivo I_A è fissata.

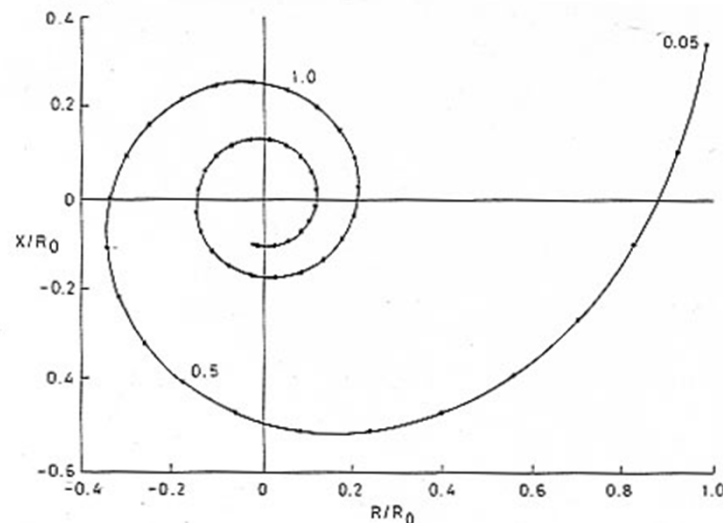


Array di Antenne

Antenne YAGI

Nella precedente espressione, Z_{RR} è l'impedenza dell'antenna isolata (sulla quale posso agire variandone la lunghezza), mentre Z_{RA} è l'impedenza mutua (dipendente sia dalle impedenze delle antenne isolate, sia dalla spaziatura).

E' evidente allora che per avere una elevata corrente I_R (e quindi un effettivo allineamento), la spaziatura deve essere piccola, ossia Z_{RR} deve essere paragonabile a Z_{RA} .



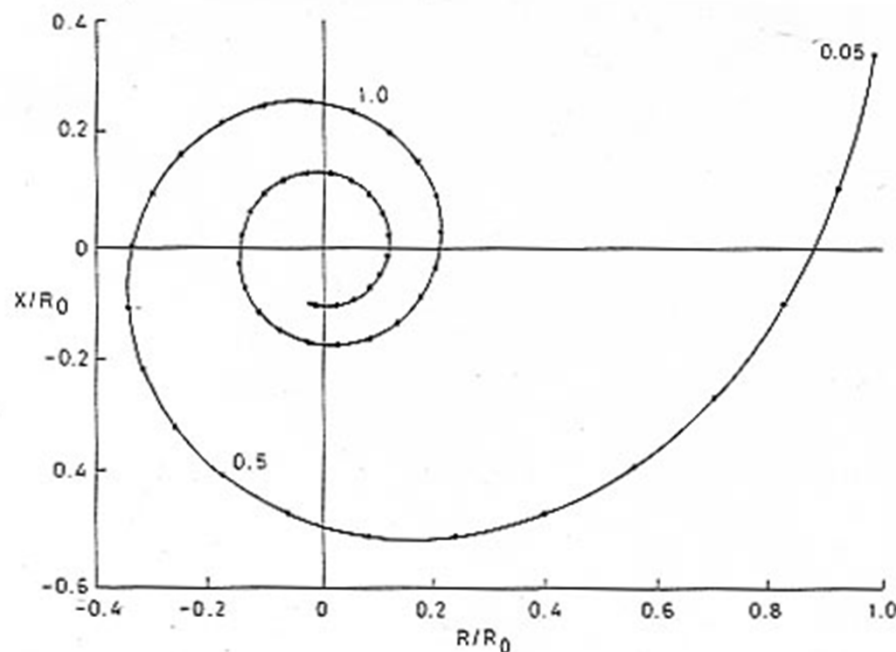
$$I_R = -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} I_A$$

Array di Antenne

Antenne YAGI

Valori tipici di tale spaziatura sono compresi fra 0.15λ e 0.25λ .

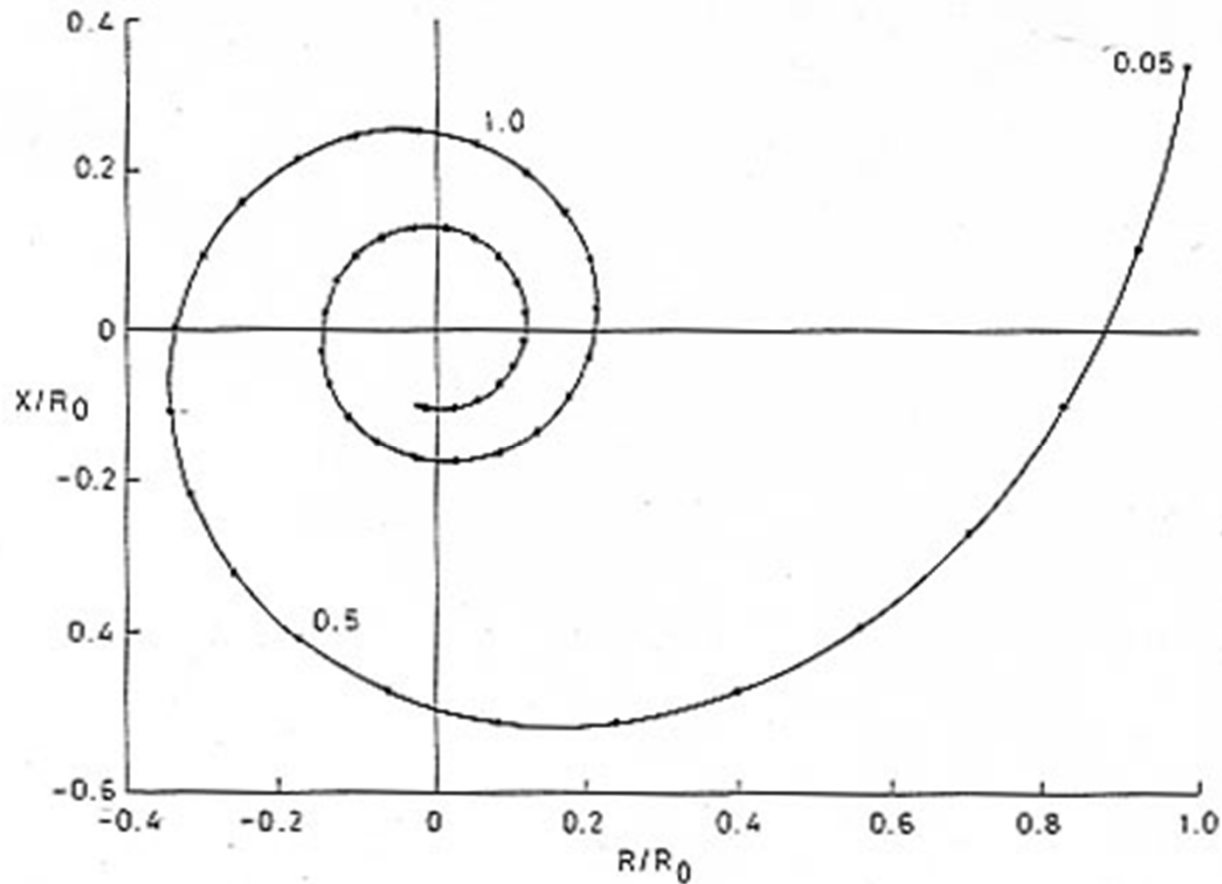
Tuttavia, oltre circa 0.18λ le ipotesi che possiamo fare a piccola spaziatura non valgono più, e quindi ci limiteremo qui a considerare spaziature piccole; inoltre, in presenza di molti direttori, oltre tale valore di spaziatura si ha un cattivo funzionamento dell'antenna.



Array di Antenne

Antenne YAGI

Il grafico seguente mostra l'impedenza mutua in funzione della spaziatura d , e, come si vede, tale impedenza varia con d in modulo e fase.

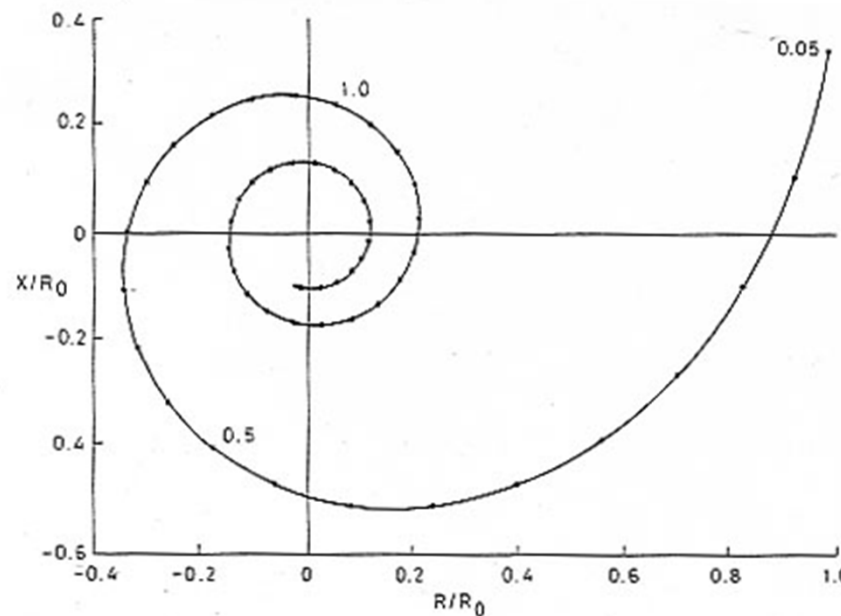


Array di Antenne

Antenne YAGI

Dal grafico della mutua impedenza tra due dipoli segue che per $d=0.15 \lambda$ la Z_m è reale e vale 65 Ohm, mentre è induttiva per spaziatore minori e capacitiva per spaziatore maggiori.

Quindi la zona che mi interessa è quella attorno a $d=0.15 \lambda$, nella quale l'antenna riflettore risulta essere eccitata, presentando una componente reattiva molto bassa.



$$I_R = -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} I_A$$

Array di Antenne

Antenne YAGI

Evidentemente, fissata la spaziatura, possiamo agire su modulo e fase di I_R tramite la lunghezza dell'antenna.

$$I_R = -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} I_A$$

Infatti, scelta la spaziatura fra le due antenne, ho praticamente fissato Z_{RA} e, fissata anche la corrente di alimentazione I_A , mi rimane da scegliere I_R , perché al variare di I_R cambia il fattore di allineamento e quindi il campo irradiato.

Posso cambiare tale corrente I_R variando l'impedenza di ingresso dell'antenna isolata Z_{RR} , ossia variando la lunghezza dell'antenna riflettore.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Per un dipolo prossimo a $\lambda/2$ si ha infatti che:

$$Z_{IN} \cong Z_0 - jZ_C \cot \text{an}(\beta_0 l)$$

dove $Z_0=73.1 \text{ Ohm}$ e $Z_C=\zeta /2\pi^*(\Omega-3.4)$, essendo $\Omega=\ln(2l/a)^2$ con a raggio dell'antenna.

Tuttavia, si riscontra sperimentalmente che per antenne esattamente a $\lambda/2$, la reattanza di ingresso X_{IN} è pari a circa 40 Ohm.

Allora, per far tornare i conti con l'utilizzo di queste espressioni per l'impedenza di ingresso, si introduce un termine correttivo $\Delta\varphi$ che fa sì che quando l'antenna è esattamente lunga a $\lambda/2$, la reattanza di ingresso X_{IN} sia pari a circa 40 Ohm e non valga zero (avrei $\cot \text{an}(\beta_0 l) = \cot \text{an}(\pi / 2) = 0$):

$$Z_{IN} \cong Z_0 - jZ_C \cot \text{an}(\beta_0 l + \Delta\varphi)$$

Array di Antenne

Antenne YAGI

Il valore di $\Delta\varphi$ nell'espressione della Z_{RR} può dunque essere calcolato imponendo che, per $2l=\lambda/2$ (e quindi per $\beta_0 l=\pi/2$), la reattanza sia di +40 Ohm:

$$Z_{RR} \cong Z_0 - jZ_C \cot an(\beta_0 l + \Delta\varphi)$$

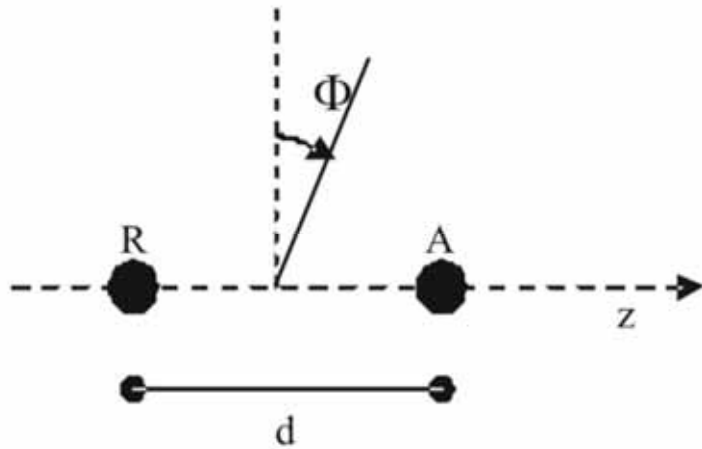
$$\begin{aligned} -Z_C \cot an(\pi / 2 + \Delta\varphi) = \\ = Z_C \tan(\Delta\varphi) \cong Z_C \Delta\varphi = 40 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \Delta\varphi = 40 / Z_C$$

Naturalmente, al crescere dello scostamento dalla risonanza, diminuisce anche il modulo delle correnti.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Per determinare il valore ottimale di I_R consideriamo le prestazioni in termini di campo incidente.



$$F(\Phi) = 1 + \frac{I_R}{I_A} e^{-j\beta_0 d \sin \Phi} \quad (\text{si è scelto il centro di fase in A})$$

$$F(\vartheta) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n e^{jn\beta_0 d \sin \vartheta}$$

$$N = 2 \rightarrow F(\vartheta) = a_0 \cdot 1 + a_1 \cdot e^{j\beta_0 d \sin \vartheta}$$

se metto il centro di fase in A:
 $n=-1,0$; $d=-d$; $a_0=1$; $a_1=I_R/I_A$
e quindi:

$$F(\Phi) = 1 + I_R / I_A e^{-j\beta_0 d \sin \Phi}$$

Si vuole ottenere un fascio di tipo endfire (con il massimo cioè per $\Phi=90^\circ$), con un certo guadagno ed un certo F/B ratio.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Dato che si vuole che l'allineamento abbia un massimo di irradiazione per $\Phi=90^\circ$, allora devo imporre che:

$$\left\langle \frac{I_R}{I_A} e^{-j\beta_0 d \sin \Phi} \right\rangle_{\Phi=90^\circ} = 2n\pi \quad \rightarrow \quad \left\langle \frac{I_R}{I_A} = \beta_0 d \sin(90^\circ) = \beta_0 d \right.$$

In pratica ho ritrovato la condizione per avere endfire per un allineamento uniforme ($\psi=\beta d$):

$$F(\Phi) = 1 + \frac{I_R}{I_A} e^{-j\beta_0 d \sin \Phi} = 1 + \left(\alpha e^{j\psi} \right) e^{-j\beta_0 d \sin \Phi}$$

max per $\Phi=90^\circ$ (endfire) $\rightarrow \psi=\beta_0 d$

Tuttavia sappiamo, dalla analisi di Hansen-Woodyard, che un incremento di tale fase produce un incremento di guadagno. Il valore di fase aggiuntiva in questo caso di array di pochi elementi non è 2.92, che vale solo per array grandi, ma va trovato sperimentalmente.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Il front-to-back-ratio F/B è espresso dalla relazione:

$$F / B = \left| \frac{F(90^\circ)}{F(-90^\circ)} \right|$$

ed è un importante parametro per la valutazione delle caratteristiche delle antenne Yagi.

Possiamo esprimere il rapporto fra le correnti come:

$$\frac{I_R}{I_A} = -\frac{Z_{RA}}{Z_{RR}} = -\frac{Z_{RA}}{Z_0 \left[1 - j \frac{Z_C}{Z_0} \cot \text{an}(\beta_0 l_R + \Delta\varphi) \right]} = \alpha e^{j\psi}$$

Posto $X = \frac{Z_C}{Z_0} \cot \text{an}(\beta_0 l_R + \Delta\varphi)$, si trova:

$$\alpha = \left| \frac{I_R}{I_A} \right| = + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1 + X^2}}; \quad \psi = \left\langle \frac{I_R}{I_A} \right\rangle = \pi + \langle Z_{RA} + \arctan X$$

Array di Antenne

Antenne YAGI

Quindi il fattore di array in funzione di X vale, in modulo:

$$|F(\Phi, X)| = \left| 1 + \frac{I_R}{I_A} e^{-j\beta_0 d \sin \Phi} \right| = \left| 1 + \frac{|Z_{RA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1+X^2}} e^{j(\pi + \angle Z_{RA} + \arctan X - \beta_0 d \sin \Phi)} \right|$$

A partire da questa espressione possiamo calcolare F/B(X) e la larghezza di fascio a 3 dB, pari a $2\Phi_3$, al variare di X. L'angolo a 3 dB, Φ_3 , è soluzione di:

$$|F(\Phi_3, X)| = \frac{\sqrt{2}}{2} |F(90^\circ, X)| \quad \rightarrow \quad |F(\Phi_3, X)|^2 = \frac{1}{2} |F(90^\circ, X)|^2 = \frac{1}{2} |F_{MAX}|^2$$

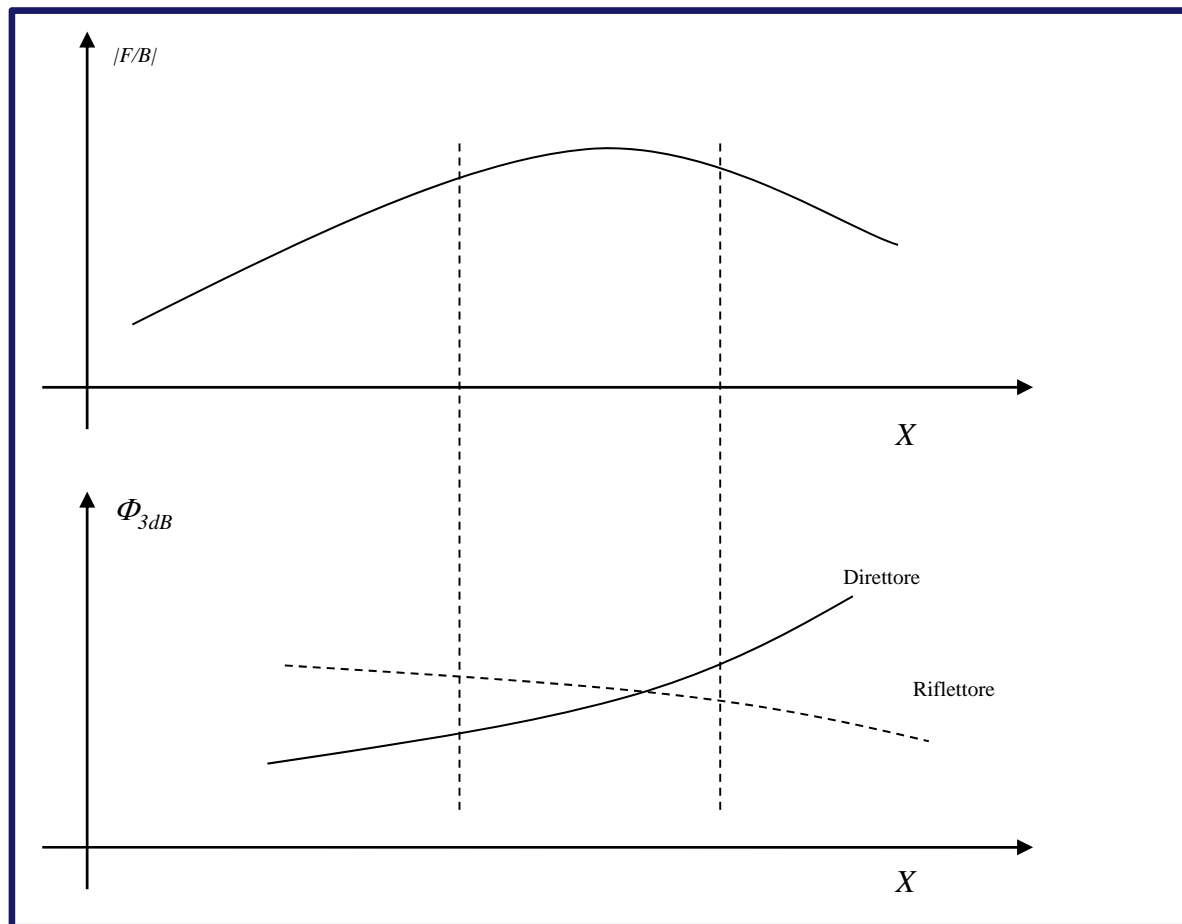
Sia l'angolo Φ_3 che la larghezza di fascio sono calcolati sul piano equatoriale.

Se F/B è abbastanza grande, la direttività risulta inversamente proporzionale a $2\Phi_3$.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Le curve tipiche di F/B e della larghezza di fascio per un sistema Yagi sono del tipo:



Array di Antenne

Antenne YAGI

Da tali curve scelgo il valore di X più opportuno (quello che mi permette di rispettare le specifiche su rapporto F/B e larghezza di fascio a 3 dB), che poi sostituirò nella relazione per ricavare il valore di lunghezza l_R corrispondente.

In figura sono riportati il F/B, e la larghezza di fascio, al variare di X , che deve essere sempre negativo per un riflettore. In tali grafici si è usata una spaziatura pari a 0.15λ , con la quale si ha $Z_{RA} = (0.9 - j0.09)Z_0$ dal grafico a spirale.

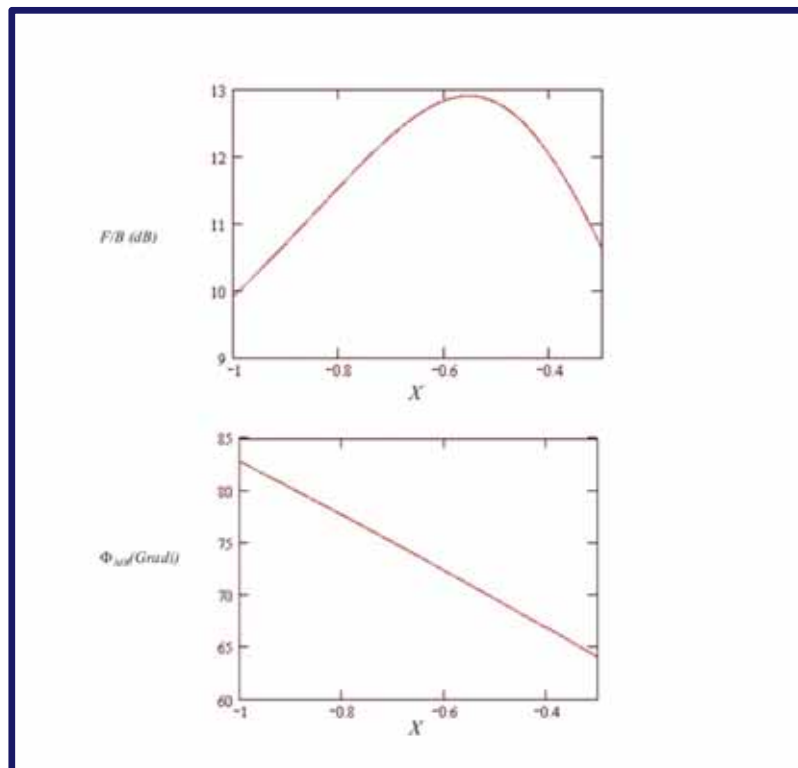
In realtà una migliore stima di tale mutua impedenza è stata ottenuta col programma NEC, e si è trovato che per due antenne esattamente a $\lambda/2$ con diametro di 5 mm si ottiene: $Z_{mutua} = 68 - j21.7 \text{ Ohm}$ e $Z_0 = 87 + j40 \text{ Ohm}$.

Quindi si sono utilizzati nella sintesi dell'antenna YAGI questi valori.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Il valore ottimale di X per ottenere un elevato rapporto F/B risulta $X_0 = -0.55$, con cui si ottiene $F/B = 12.9$ dB, $\Phi_M = 71^\circ$ (anche se valori di poco più grandi in modulo possono migliorare la larghezza di fascio senza modificare troppo il rapporto F/B).



Per $X_0 = -0.55$ e $Z_C = 348.7$ Ohm (con cui si ha $\Delta\varphi = 0.115$) si trova una semilunghezza elettrica dell'antenna riflettore pari a 91.24° , e quindi:

$$2l_R = 0.507\lambda$$

Il riflettore risulta sempre (o quasi sempre) più lungo di $\lambda/2$, e comunque più lungo dell'antenna alimentata.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Il progetto di una Yagi con un solo direttore è del tutto analogo. Risulta:

$$|F(\Phi, X)| = \left| 1 + \frac{I_D}{I_A} e^{j\beta_0 d \sin \Phi} \right| = \left| 1 + \frac{|Z_{DA}|}{Z_0} \frac{1}{\sqrt{1+X^2}} e^{j(\pi + \angle Z_{DA} + \arctan X + \beta_0 d \sin \Phi)} \right|$$

e quindi occorre solo prendere X positivo, e di conseguenza la lunghezza del direttore è sempre minore di $\lambda/2$, e comunque sempre minore dell'antenna alimentata.

Usando la stessa spaziatura (0.15λ) dell'esempio precedente, si trova $X_0=1.2$ con $F/B=6.15$ dB, larghezza di fascio $\Phi_M=71^\circ$.

.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Per quanto riguarda la lunghezza dell'antenna alimentata, si trova che la sua impedenza di ingresso vale:

$$Z_{IN}^A = Z_{AA} + Z_{RA} \frac{I_R}{I_A}$$

Nell'esempio analizzato con un solo riflettore si otterrebbe quindi:

$$Z_{IN}^A = Z_0 - jZ_C \cot \text{an}(\beta_0 l_A + \Delta\varphi) + Z_{mutua} 0.524 e^{j3.718}$$

da cui l_A può essere scelto per compensare la parte immaginaria di tale impedenza:

$$-Z_C \cot \text{an}(\beta_0 l_A + \Delta\varphi) + \text{Im}[(68 - j21.7)e^{j3.817}] = 0 \rightarrow \beta_0 l_A = 75.9^\circ$$

mentre la parte reale di Z_{IN}^A vale 65 Ohm.

.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Dato che Z_{IN}^A risulta sempre molto piccola, specie per Yagi a più elementi, tipicamente si utilizzano come elementi dei dipoli ripiegati, i quali hanno una Z_{IN} di circa 300 Ohm.

Infatti si è visto che:

$$V_A = Z_{AA} I_A + Z_{AR} I_R \rightarrow Z_{IN}^A = \frac{V_A}{I_A} = Z_{AA} + Z_{AR} \frac{I_R}{I_A} = Z_{AA} + Z_{AR} \left(-\frac{Z_{AR}}{Z_{RR}} \right) = Z_{AA} - \frac{Z_{AR}^2}{Z_{RR}}$$

e dato che di solito mi metto nella zona in cui $Z_{AR} \cong 70 \Omega$ (la zona prossima a 0.15λ), il rapporto è reale negativo.

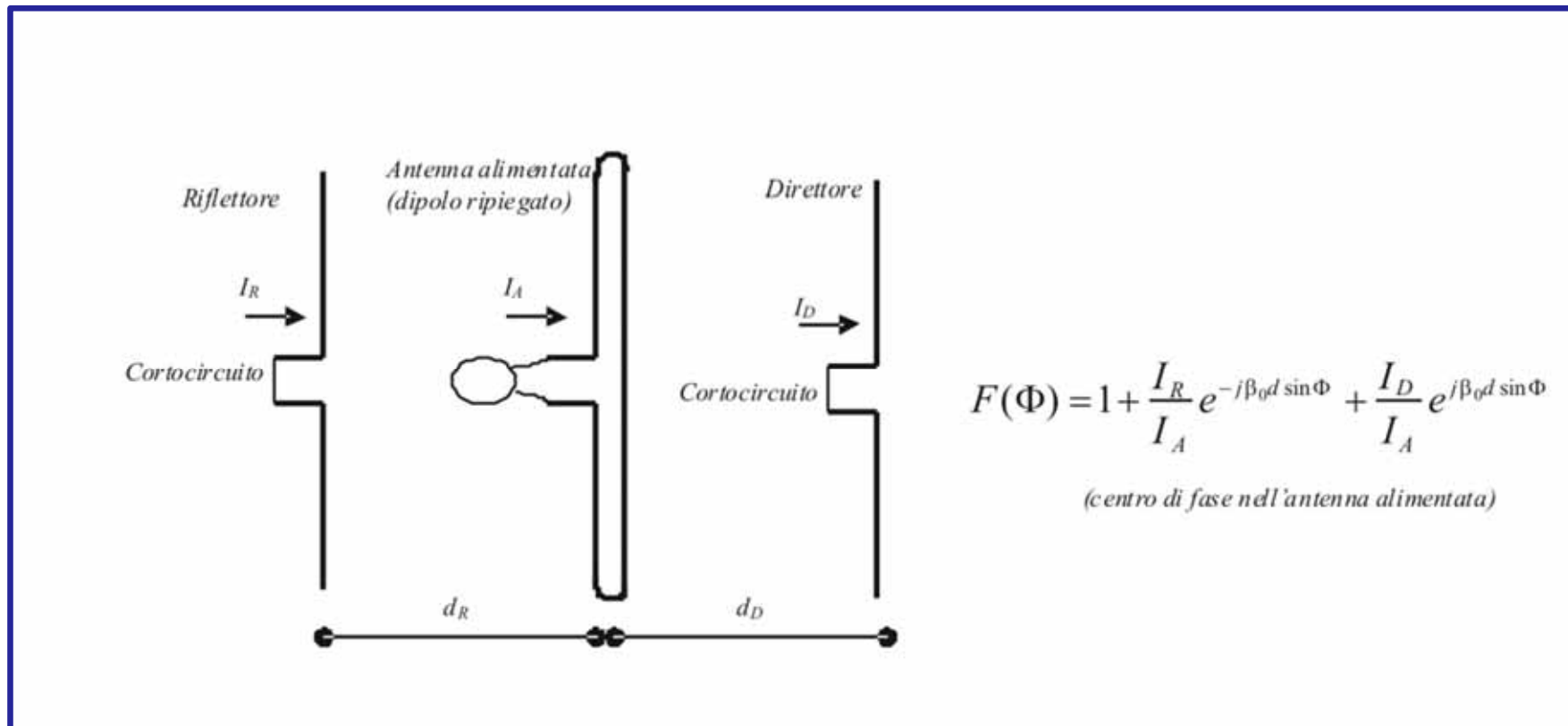
Se aggiungo anche i direttori, sottraggo a Z_{IN} ulteriori termini e la rendo ancora più piccola.

Per sollevare tale impedenza non uso quindi un dipolo come elemento attivo, in cui $Z_{AA}=75 \text{ Ohm}$, ma un dipolo ripiegato.

Array di Antenne

Antenne YAGI

Se volessi considerare un sistema con un riflettore ed un direttore, si avrebbe:



Array di Antenne

Antenne YAGI

E sempre utilizzando la matrice Z del sistema si avrebbe:

$$\begin{cases} V_A = Z_{AA}I_A + Z_{AR}I_R + Z_{AD}I_D \\ V_R = Z_{AR}I_A + Z_{RR}I_R + Z_{RD}I_D = 0 \\ V_D = Z_{AD}I_A + Z_{RD}I_R + Z_{DD}I_D = 0 \end{cases}$$

Il sistema così ottenuto è però eccessivamente complicato.

Per poterlo risolvere agevolmente si fanno delle ipotesi semplificative: si sceglie di trascurare il mutuo accoppiamento fra il riflettore ed il direttore (e quindi di trascurare Z_{RD}), dato che tale mutuo accoppiamento è sicuramente inferiore a quello tra riflettore ed antenna alimentata e tra direttore ed antenna alimentata; si suppongono inoltre tali mutui accoppiamenti uguali $Z_{DA}=Z_{RA}$.

Array di Antenne

Antenne YAGI

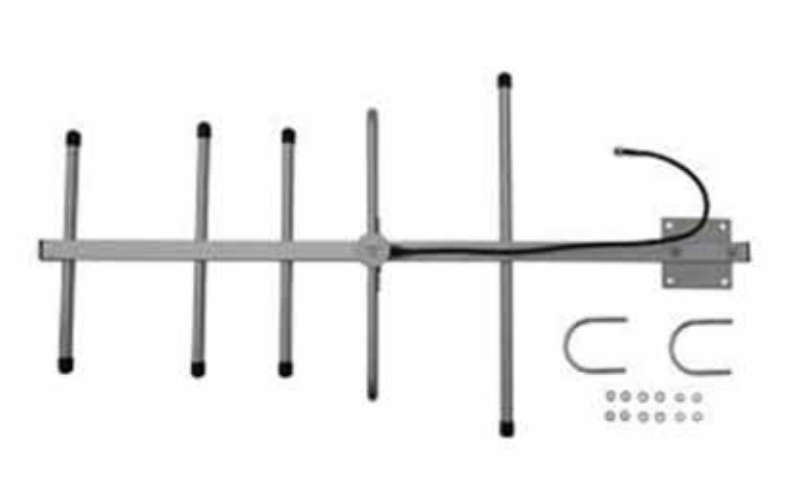
In tal modo si ottengono tutti i parametri del sistema, ossia: d , l_R , l_D , l_A .

Riassumendo, nelle antenne Yagi a due elementi, ho sostanzialmente tre parametri da scegliere: la spaziatura d , la lunghezza del riflettore/direttore l_R/l_D , e la lunghezza dell'antenna alimentata l_A .

- Anzitutto si sceglie la spaziatura d , che mi fissa il valore dell'impedenza mutua Z_{RA} o Z_{DA} fra i due elementi;
- in seguito si sceglie la lunghezza l_R/l_D che mi dia il valore desiderato di rapporto F/B e di larghezza di fascio (e quindi, in sostanza, di guadagno);
- infine scelgo l_A in modo che il sistema abbia una impedenza di ingresso reale, ossia che ai capi dell'antenna alimentata l'impedenza di ingresso sia reale.

Array di Antenne

Antenne YAGI



Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

Fino ad ora abbiamo visto antenne le cui proprietà dipendono dalla lunghezza d'onda, ossia dalla frequenza, e che presentano bande di funzionamento abbastanza strette.

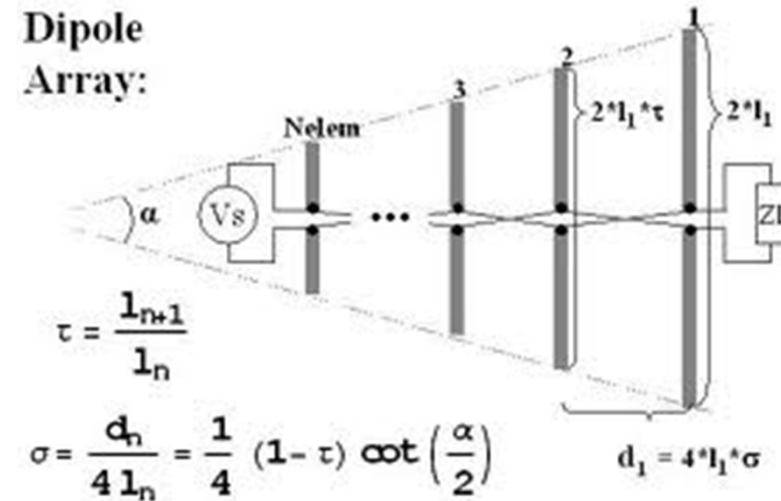
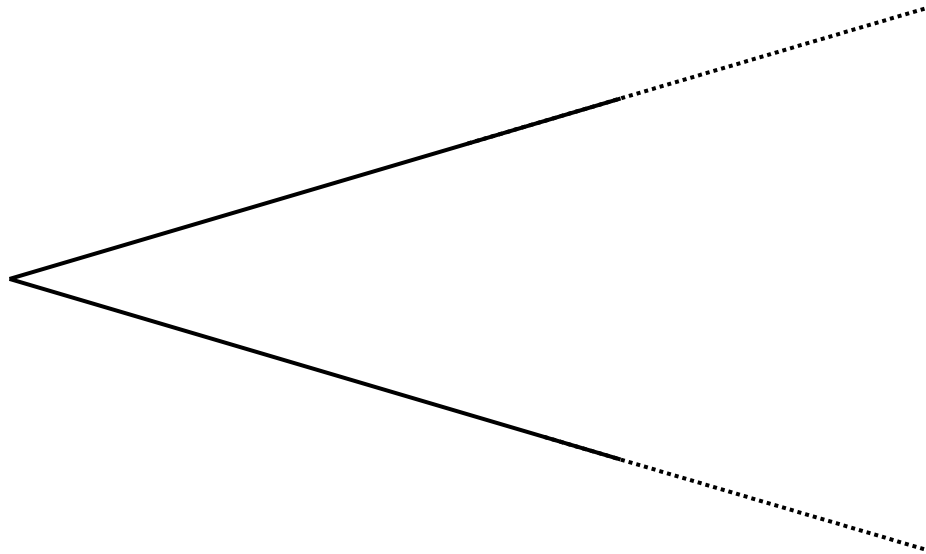
Esistono tuttavia particolari tipi di applicazioni che richiedono l'utilizzo di antenne che, pur presentando guadagni bassi, hanno una banda di funzionamento larga, ossia con un rapporto superiore a 10 fra frequenza massima e frequenza minima.

Vediamo quale è il principio di base per realizzare una tale antenna.

Consideriamo una struttura fatta ad esempio con un triangolo di metallo, e supponiamolo per il momento infinito (anche se questo ovviamente non è fisicamente possibile).

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche



Ora, se si moltiplicano tutte le dimensioni di questa struttura per una costante, si ottiene ancora la stessa struttura.

Questo fatto consentirebbe di utilizzare questo oggetto come antenna a larga banda, perché per questo tipo di strutture non esistono dimensioni caratteristiche e quindi la lunghezza d'onda non ha alcun effetto sulle proprietà dell'oggetto stesso.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

In sostanza si costruisce una struttura che scala periodicamente come la frequenza (e quindi la lunghezza d'onda) cambia.

Pertanto una data antenna che funziona in maniera soddisfacente ad una certa lunghezza d'onda λ_1 , funzionerà altrettanto bene ad una lunghezza d'onda λ_2 se le sue dimensioni sono scalate del fattore λ_2/λ_1 .

Antenne di questo tipo sono antenne di tipo conico o biconico, ma possono essere anche spirali.

Il concetto base è quindi che l'antenna deve essere autosimile.

Ovviamente questo è possibile solo per strutture infinite, mentre noi avremo a che fare con strutture finite, che perciò presenteranno una certa limitazione in banda.

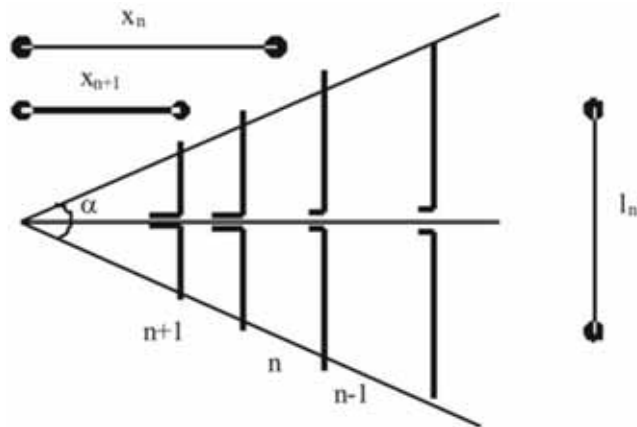
Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

Ci limiteremo qui a trattare un solo tipo di queste antenne, le antenne log-periodiche, molto utilizzate per la ricezione dei canali televisivi.

Esse sono in pratica costituite da un allineamento, costruito però sulla base del principio delle antenne autosimili.

Consideriamo allora due semirette, che formano un certo angolo α , e disponiamo le antenne in maniera tale che le loro estremità giacciono su queste semirette:



l_n è la lunghezza delle antenne, x_n la loro distanza dall'origine, d_n la spaziatura ed a_n il raggio di ogni antenna.

Io posso realizzare questa struttura in modo tale che:

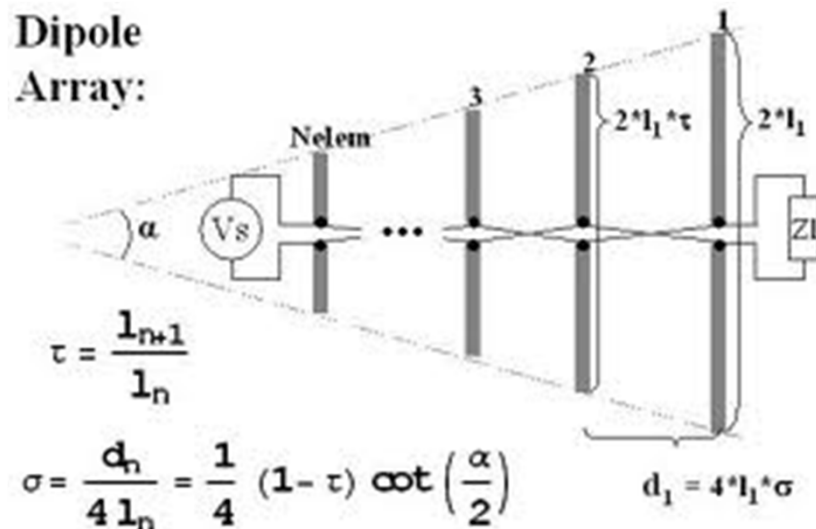
$$\frac{x_{n+1}}{x_n} = \frac{d_{n+1}}{d_n} = \frac{l_{n+1}}{l_n} = \frac{a_{n+1}}{a_n} = \tau \quad \forall n$$

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

La caratteristica di un tale allineamento è che se si moltiplicano tutte le sue dimensioni per τ_p , con p numero intero, la struttura si trasforma in una struttura uguale a se stessa.

In altri termini, se questa struttura funziona bene alla frequenza f_1 , essa funzionerà altrettanto bene alle frequenze $f_2 = \tau f_1$, ad $f_3 = \tau^2 f_1$ e così via.



Questa struttura non avrà ovviamente una banda infinita, in quanto non ha dimensioni infinite; però lavora bene in ampie bande di frequenza.

Se si sceglie il parametro τ in maniera opportuna, ossia in modo tale che le bande centrate alle varie frequenze f_1, f_2, f_3 , ecc. si sovrappongano, si riesce ad ottenere una banda complessivamente molto larga.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

Il valore τ viene detto log-periodo di questa antenna, perché in realtà, in termini di logaritmo della frequenza, questa struttura è una struttura periodica.

Infatti si ha:

$$\log f_n = \log f_1 + (n-1) \log \tau$$

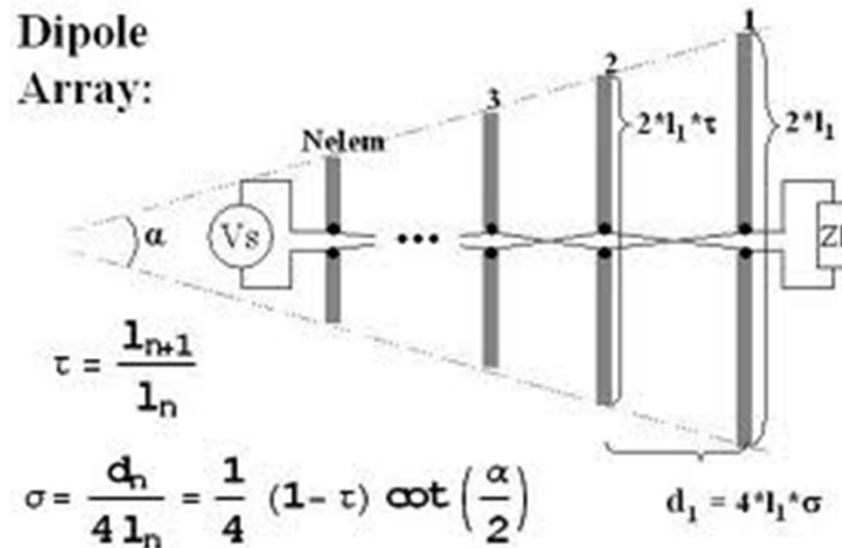
con

$$f_n = \tau^{n-1} f_1$$

dove i logaritmi delle frequenze di funzionamento sono spaziati di uno stesso periodo che è il $\log \tau$.

Poiché la struttura è finita, questo discorso non vale per ogni valore di n , ma solo per un certo intervallo.

Per determinarlo dobbiamo capire come funziona la nostra antenna. ³⁶



Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

Prendiamo una qualunque di queste frequenze, ad esempio f_1 ; molto probabilmente una di queste antenne sarà a $\lambda/2$ e quindi sarà perfettamente eccitata.

Le antenne più prossime avranno anch'esse una lunghezza vicina a $\lambda/2$, mentre quelle più lontane saranno di lunghezza molto diversa da $\lambda/2$ e quindi scarsamente eccitate.

Pertanto, ad una certa frequenza, solo alcune antenne sono eccitate, mentre le altre non lo sono.

Ovviamente l'antenna che è maggiormente eccitata cambia frequenza per frequenza.

E' ovvio poi che la minima e la massima frequenza di eccitazione dell'array sono legate alla prima ed all'ultima antenna.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

Più è grande il rapporto fra le dimensioni dell'ultima e della prima antenna, e più sarà grande la banda della struttura.

Questo rapporto è anche uguale (per la definizione di antenna log-periodica) al rapporto fra la distanza dell'ultima antenna dall'origine e della prima antenna dall'origine.

Perciò, più è grande la lunghezza dell'antenna log-periodica, più è grande la banda a cui questa antenna funziona.

Quindi è possibile variare la banda di funzionamento variando la lunghezza complessiva.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

Se invece si fissano tutti i parametri, tranne τ , e si aumenta τ a piacere, ossia si inseriscono altre antenne lasciando invariata la lunghezza complessiva, si ottiene un andamento più regolare della risposta dell'antenna.

Questo perché l'antenna lavora meno bene negli intervalli tra le frequenze di funzionamento; quindi aumentando le antenne si riducono in pratica tali intervalli ottenendo un andamento migliore e più regolare della risposta.

In pratica i parametri veri della mia antenna sono: il numero totale di antenne n , la lunghezza totale, l'angolo α , il parametro $\sigma = d_n / l_n$.

Questi parametri sono sufficienti a determinare un allineamento log-periodico.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

Si noti che questo allineamento è sostanzialmente di tipo endfire.

Non sarà un allineamento di molte antenne, dato che solo alcune di esse funzioneranno ad una data frequenza, ma le antenne eccitate irradieranno come un endfire.

Perché ciò avvenga è necessario che le tensioni di alimentazione di ciascuna antenna siano opposte in segno con quelle delle antenne adiacenti.

Se le spaziature sono abbastanza piccole questo si può fare collegando le antenne a cavi invertiti.

Il fatto che le antenne irradianti siano molto poche fa sì che un'antenna log-periodica abbia una direttività molto bassa (2-4 dB) rispetto ad un allineamento uniforme di pari lunghezza.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

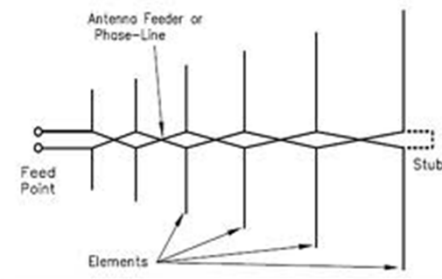
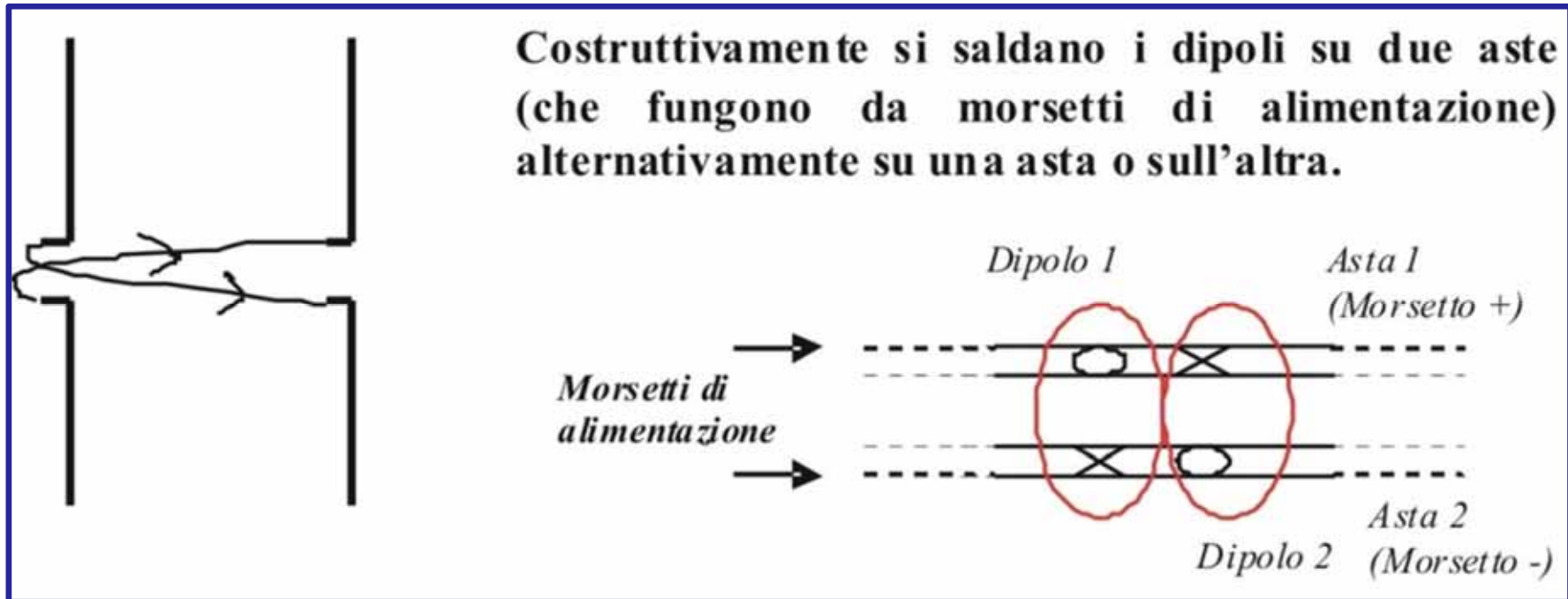


Fig 1—The basic components of a log periodic dipole array (LPDA). The forward direction is to the left in this sketch. Many variations of the basic design are possible.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

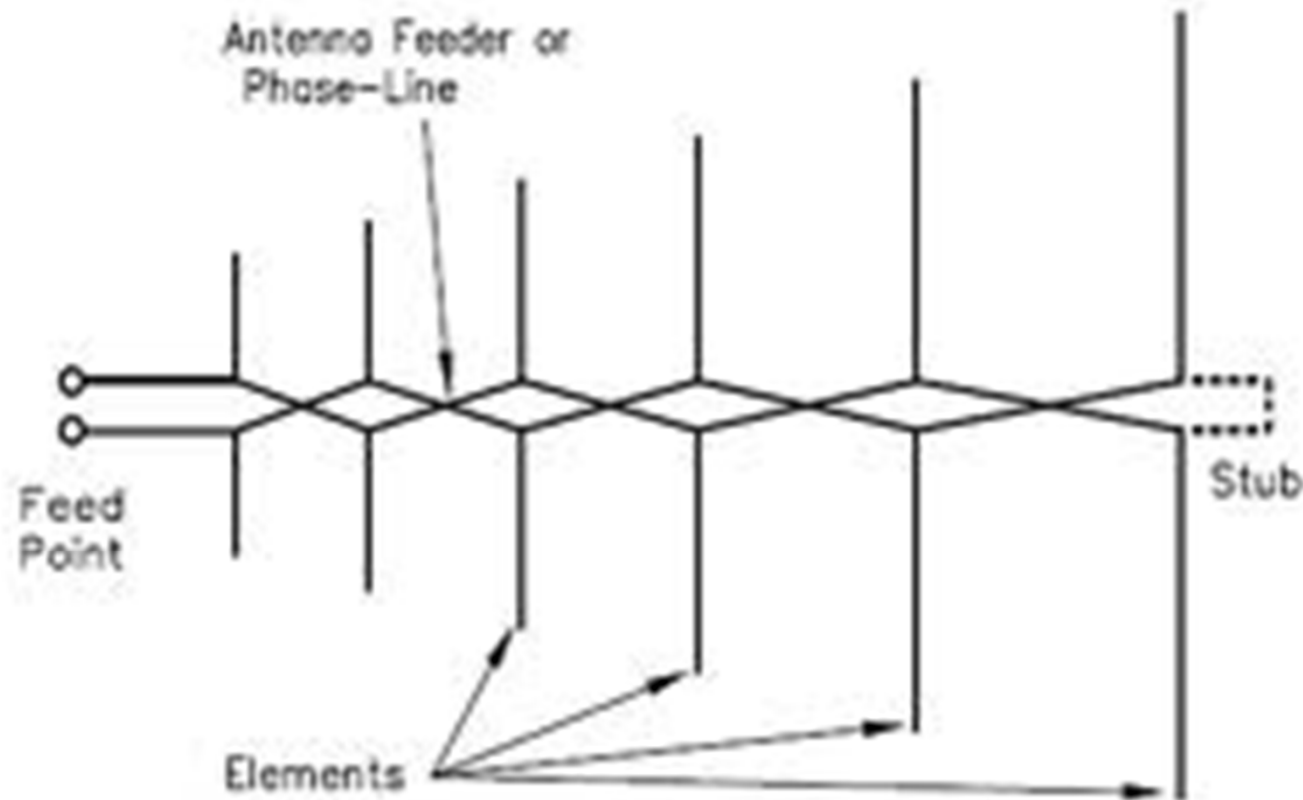
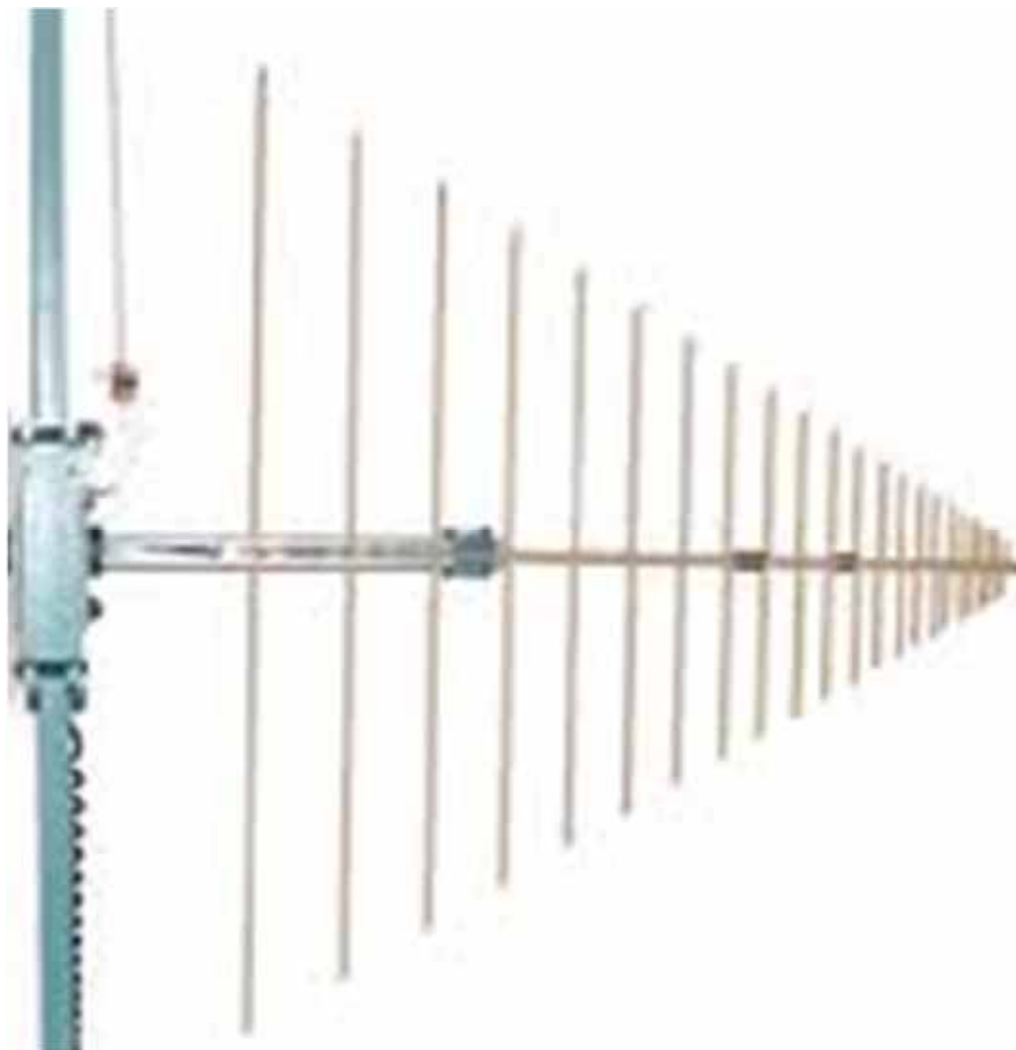


Fig 1—The basic components of a log periodic dipole array (LPDA). The forward direction is to the left in this sketch. Many variations of the basic design are possible.

Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche



Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche



Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche



Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche



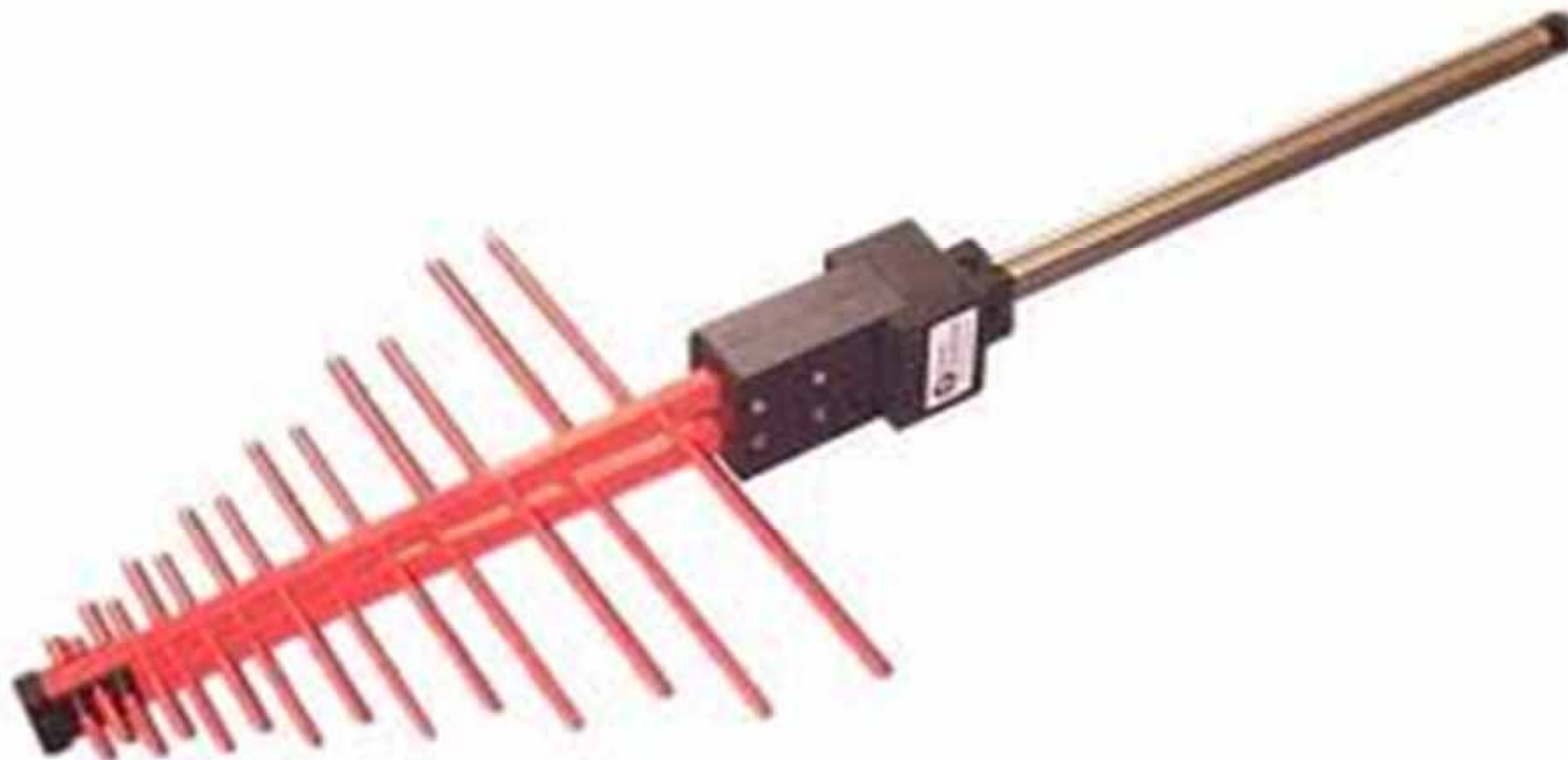
Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche



Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche



Array di Antenne

Antenne Log-Periodiche

