

## Esperimenti di Bruno, antenna per i 2-6-10-15-20 m. poco ingombrante anche da balcone!

Di Bruno Repetto I1RPX



L'antenna è alimentata alla base con un SO239, il tubo di alluminio è lungo m. 1,50 quindi risuona sia in  $3/4$  d'onda per i 2 m. che  $1/4$  in 6 m. le tre bobine su i 10-15-20 i radialini lunghi 20 cm. per gli accordi sulle varie bande, per un buon funzionamento è consigliabile aggiungere un filo di rame lungo almeno 5 m. come radiale. Per chi vuole costruirsi un mini dipolo può costruirsi un'altra antenna e abbinarla sul piano orizzontale, alimentata al centro!!!!



La piastra di base è di ferro 15x15 cm. l'isolante un profilo di nailon di 25mm. filettato e avvitato sulla base lungo quanto basta per essere inserito dentro il tubo di alluminio, il tubo di alluminio di 25 mm. di diametro lungo 1,50 m., il **profilo di nailon che sostiene le bobine** è 25 mm. di diametro lungo 35. cm. 5 cm. circa

ridotto per essere inserito nel tubo. Dimenticavo i radialini lunghi 20 cm. 6 mm. di diametro per la taratura sulle varie bande



# Parliamo di antenne "piccole"

Di Claudio Re

**Di antenne si trova scritto di tutto . A proposito ed a sproposito .**

Proverò tramite un percorso logico a chiarire i concetti di base nella maniera più banale , descrittiva e pratica possibile .In particolare verrà posto l'accento su **antenne piccole rispetto alla lunghezza d'onda**. La antenne piccole rispetto alla lunghezza d'onda sono quelle più "intriganti" , e sulle quali c'è la maggiore confusione .

L' " Eldorado " di queste antenne sarebbe una antenna efficiente , piccola ed a larga banda .

Vedremo alla fine che ci sono dei limiti fisici precisi ed invalicabili .

La conclusione sarà che un' antenna piccola può essere efficiente solo a spese delle larghezza di banda. oppure visto al contrario , una piccola antenna con una banda larga non potrà essere efficiente .

Ma andiamo per ordine .

I due parametri a cui chiunque fa almeno riferimento quando si parla di antenne sono :

- **Guadagno**

- **Larghezza di Banda**

Allora perche' abbiamo parlato di **efficienza** ?

Perche' il **Guadagno Totale (Gt)** e' in realta' composto da due termini , il **Guadagno di Direttivita'** e l'**Efficienza ( $\eta$ )** .

$$G_t = G_d \eta$$

Normalmente quando le antenne non sono corte rispetto alla lunghezza d'onda l'Efficienza e' almeno superiore al 90 % per cui neanche facciamo differenza e **assumiamo che il Guadagno Totale sia praticamente uguale al Guadagno di Direttivita'** :

$$G_t \approx G_d$$

Pero' in realta' con antenne piccole rispetto alla lunghezza d'onda ,per semplici ragioni fisiche che vedremo in seguito , l'efficienza e quindi il Guadagno Totale , calano a dismisura .

Tanto per dare un'idea , antenne con dimensioni di un decimo di lunghezza rispetto al dipolo standard a mezza lunghezza d'onda ,pur discretamente dimensionate , possono avere efficienze dell' ordine del 10% ,se non meno .

Cio' vuol dire che il Guadagno Totale crolla a 10dB in meno rispetto al massimo possibile .

Una domanda sorge spontanea : che cos'è il **Guadagno di Direttivita'** ?

E' l'attitudine di un'antenna nel concentrare l'irradiazione di energia nello spazio .

Come riferimento , si prende un'antenna che irradia uniformemente nello spazio ( Radiatore Isotropico ) .

Il **Radiatore Isotropico** , per definizione, ha un Guadagno di Direttività di 0dBi ( dove i sta per isotropico ) .

**A questo punto un'altra domanda sorge spontanea : quale e' la differenza di Guadagno di direttivita' tra un dipolo a mezz'onda ed un dipolo molto corto ?**

La risposta è visualizzata nella tabella :

Gain of dipole antennas		
length L in $\lambda$	Gain	Gain(dBi)
<< 0.5	1.50	1.76
0.5	1.64	2.15

La differenza è talmente bassa che non ne parleremo più . Ognuno può assumere il valore che gli e' piu' " simpatico " . Le differenze sono irrisionarie .....

La naturale conclusione è che per antenne piccole rispetto alla lunghezza d'onda i soli parametri che contano e su cui si può lavorare sono **Efficienza ( $\eta$ )** e la **Larghezza di Banda ( $B_o$ )**

Ovviamente ora dovremo parlare di efficienza e quali sono i parametri che la determinano .

**Prima però pensiamo bene cosa è un'antenna :**

L'antenna e' ( in trasmissione ) una "macchina" che trasforma la potenza applicata parte in Potenza Irradiata sotto forma di campo elettromagnetico ( $P_r$ ) , tramite la Resistenza di Radiazione , parte in calore ( $P_d$ ) tramite la Resistenza di Perdita ( in ricezione vale il discorso reciproco, ma nulla cambia ).

Se un'antenna trasforma tutta la potenza applicata al suo ingresso in campo elettromagnetico avra' una efficienza del 100% .

Se un'antenna trasforma tutta la potenza applicata in calore avra' una efficienza dello 0% .

Partiamo con un caso semplificato :

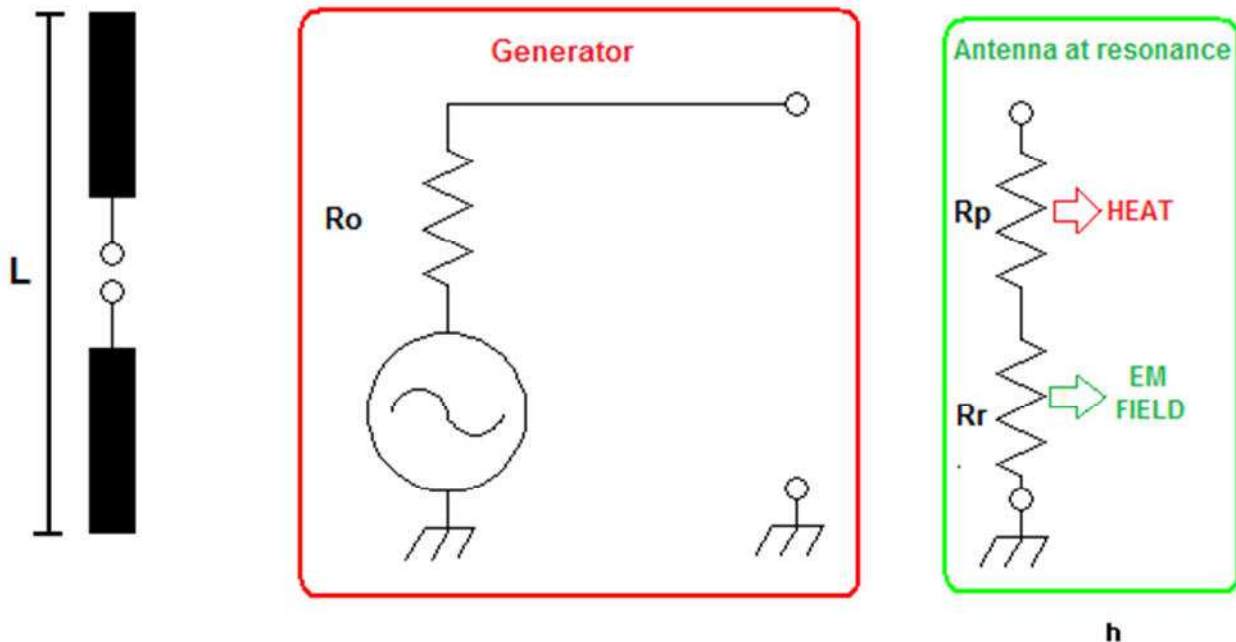
Una antenna risonante e perfettamente adattata :

L'efficienza e' data dal rapporto tra la Potenza Irradiata (  $P_r$  ) e la potenza di alimentazione (  $P_i$  ).

$$\eta = P_r/P_i$$

La stessa formula si puo' riscrivere con dati di ingresso diversi : la Resistenza di Radiazione ( $R_r$ ) e la Resistenza di perdita ( $R_p$ )

$$\eta = R_r/(R_r+R_p)$$



Casi limite :

- Se la resistenza di perdita e' pari a zero , l'efficienza e' pari al 100 %
- Con qualsiasi Resistenza di Perdita , se la Resistenza di Radiazione tende a zero , l'efficienza tende a zero .

Fin qui tutto semplice e non estremo .Con una resistenza di Radiazione dell' ordine dei 50 Ohm e resistenza di perdita dell'ordine degli Ohm e' facile capire come avere una efficienza molto elevata e' semplice .

Ma cosa accade al valore della Resistenza di Radiazione di un'antenna quando diventa piccola e cioe' la sue dimensioni rispetto alla lunghezza d'onda sono basse e cioe' il rapporto  $L/\lambda$  e' basso ?

Dove :

$L$  = Lunghezza fisica dell' antenna

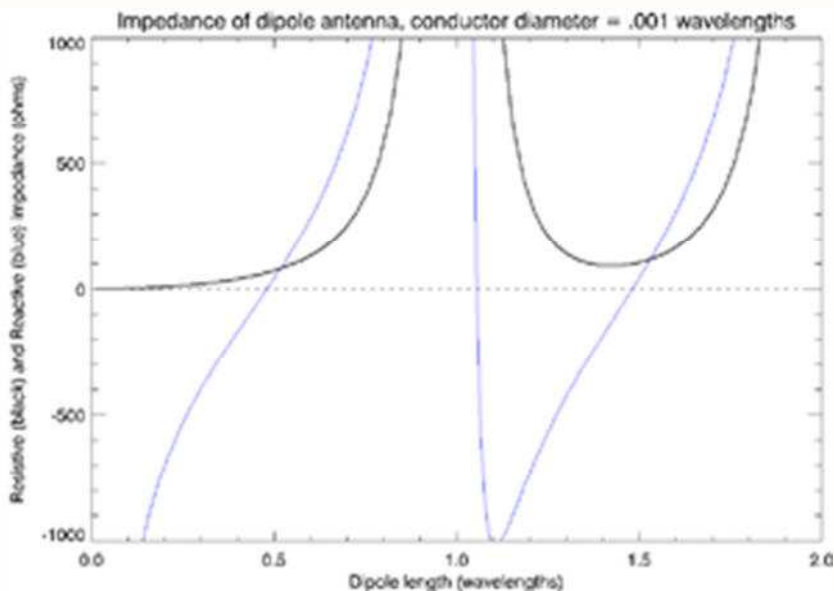
$\lambda$  = Lunghezza d'onda

Succede che la Resistenza di Radiazione scende a precipizio verso valori molto bassi seguendo il **quadrato del rapporto  $L/\lambda$**  .

Analizziamo un dipolo corto :

$$R_r = (\pi Z_0/6) (L/\lambda)^2 = 197(L/\lambda)^2$$

Ad esempio se  $L/\lambda = 1/20$  ( un decimo della lunghezza di un dipolo a mezz'onda ) la Resistenza di Radiazione crolla a valori inferiori a 0.5 Ohm !



[https://en.wikipedia.org/wiki/Dipole\\_antenna](https://en.wikipedia.org/wiki/Dipole_antenna)

Il tutto si può ben vedere nel grafico dove la Resistenza di Radiazione viene espressa dalla linea nera. Con un valore di  $L/\lambda$  di 0.5 ( mezza lunghezza d'onda ) si ha la risonanza , nessuna componente reattiva ( linea blu che passa per lo zero ) .

Per valori di  $L/\lambda$  inferiori , la Resistenza di Radiazione crolla e le Resistenze di perdita , che prima erano percentualmente trascurabili , si fanno pesantemente sentire abbassando l'efficienza .

Ma c'è anche di peggio : l'antenna non è più risonante , diventa anche estremamente reattiva (capacitiva) e l'unica maniera per riportarla alla risonanza è quella di controbattere la reattanza capacitiva con una induttiva in serie ( una bobina ) .

La bobina avrà una sua resistenza serie di perdita  $R_s$  che ci sommerà ulteriormente alla preesistente resistenza di perdita , anzi ,a conti fatti predominerà sul totale facendo crollare ulteriormente l'efficienza.

### **Che cosa si può fare per aumentare l'efficienza ?**

Abbassare la resistenza  $R_s$  di perdita della bobina , aumentando il Q della stessa .

Supponiamo per assurdo di " super raffreddare " la bobina per fare crollare la  $R_s$  ed aumentare a dismisura il Q della bobina .

Visto che la capacità della antenna sarà praticamente perfetta ,il circuito equivalente dell' antenna sarà un circuito risonante con Q di svariate migliaia e quindi l'antenna ( una volta adattata in qualche modo la

Bassa resistenza di Radiazione con l'alimentazione ) avrà un' alta efficienza , ma la banda impiegabile sarà quasi sicuramente così bassa da non essere in pratica impiegabile .

### **Per i loop cambia qualcosa ?**

Sostanzialmente no .

Un loop ha un comportamento duale rispetto ad un dipolo .

Le leggi fisiche rimangono uguali .

### **CONCLUSIONI PER ANTENNE CORTE RISPETTO ALLA LUNGHEZZA D'ONDA :**

**1) Un antenna corta non può concentrare più di tanto l'irradiazione per cui il Guadagno di Direttività è praticamente uguale a quello di un dipolo a mezza lunghezza d'onda e non e' quindi una variabile vera.**

**2) Un antenna corta sarà tipicamente con bassa efficienza .Si può aumentare l'efficienza solo a scapito della banda passante . Non e' quindi possibile avere un antenna piccola efficiente ed a larga banda. Se l'antenna ha larga banda , necessariamente l'efficienza sarà molto ridotta . Ying-Yang ....**

Per semplicità ho trattato di antenne a dipolo e quindi sostanzialmente "filari" .

Ragionamenti su loop sono duali e come tali , analoghi .

Un'antenna può però riempire una superficie o meglio uno spazio .

C'è chi si e' domandato se ci sono e quali siano i limiti fisici che stabiliscono le barriere insuperabili del prodotto Guadagno di direttività' , Efficienza , Banda , di un antenna all'interno di un volume sferico di raggio pari ad "a" .

Questo problema fu risolto in passato da un matematico di nome Chu con la famosa , semplice ed elegante legge di Chu che rappresenta in questo campo una sintesi mirabile simile al principio di Einstein che stabilisce che la velocità della luce e' un limite insuperabile ( attenzione : se si vuol trasmettere informazione ... ) .



<http://www.air-radio.it/>