



1Q5PJ

Stasera parliamo di

Low Band e Progetto «BB - Tamerici » Parte 2°

23/06/2023 © ARI Sezione di Pisa - i5WHC

Premessa

L'esperienza maturata con l'attività svolta presso la postazione delle «Tamerici» ci ha portato a ritenere che la postazione abbia delle ottime caratteristiche in particolare per il traffico sulle Bande Basse.

Questo aspetto unito ad una disponibilità di spazi di cui difficilmente è possibile disporre in area urbana ci ha spinto, come consiglio, a lanciare una iniziativa orientata a valutare la disponibilità dei soci a costituire un «Team» per lo sviluppo, la realizzazione e la sperimentazione di sistemi di antenna (e non solo) da testare in occasione della partecipazione a contest e/o in altre occasioni.

A sostegno di questa iniziativa abbiamo deciso di organizzare alcune «serate a tema» in cui saranno affrontate tutta una serie di argomentazioni tecniche propedeutiche allo sviluppo del «Progetto Tamerici»



1Q5PJ

2° Parte

Antenne separate per Ricezione e Trasmissione



Abbiamo visto la volta scorsa come, in HF ed in particolare per il DX sulle bande basse, vi è una sostanziale differenza tra le caratteristiche ottimali di un sistema radiante in TX rispetto ad un sistema radiante ottimale in RX

In TX la condizione ottimale è quella che permette di concentrare la maggiore quantità di energia nella fascia ottimale dell'angolo di take-off (0°-20°)

In RX l'esigenza è invece quella di ottenere il migliore rapporto segnale/rumore

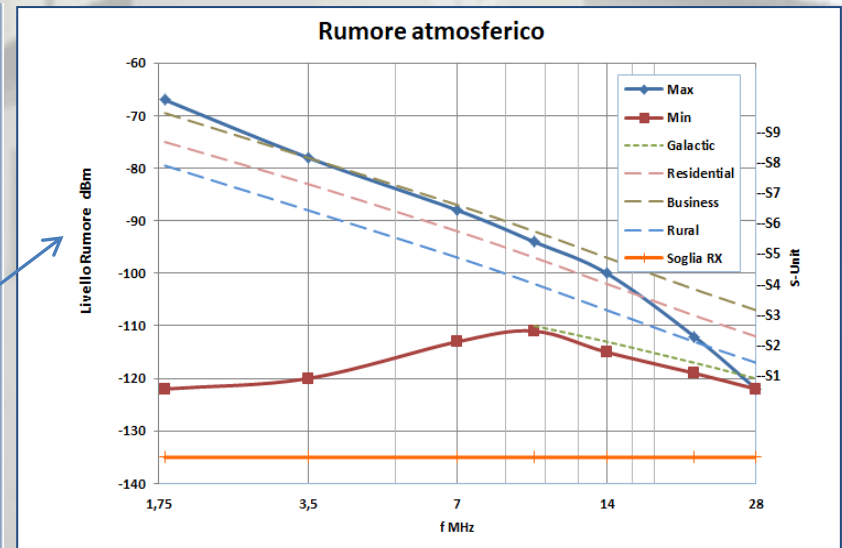
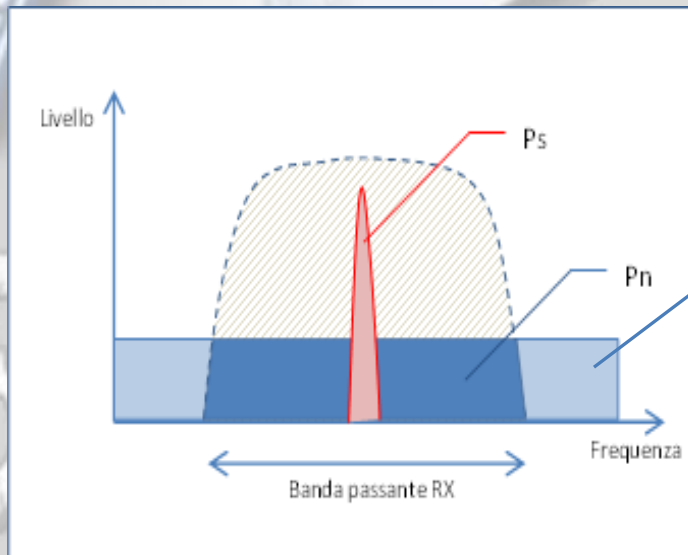
Non sempre questi due aspetti coincidono

Vediamo come questa differenza si riflette sulle caratteristiche di un sistema radiante ottimale in RX

1Q5PJ

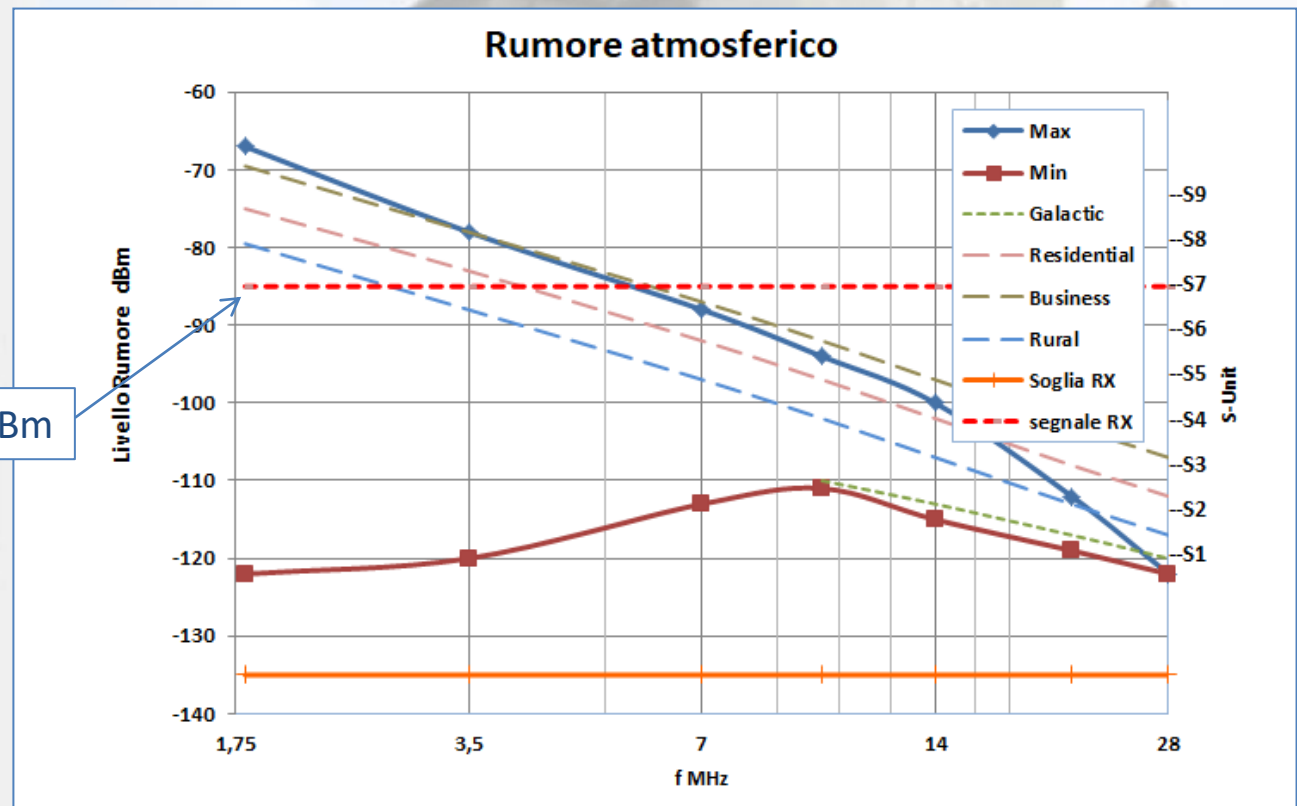
Come abbiamo detto in RX l'obiettivo primario è quello di ottenere il migliore rapporto segnale rumore.

Come è noto in HF e soprattutto sulle «bande basse» il rumore prevalente è quello «esterno», rumore che sovrasta il livello di rumore interno del ricevitore fino ad oltre 50-60dB



Facciamo un esempio:

la linea rossa tratteggiata nel grafico rappresenta un segnale con un livello di -85dBm (S7) questo segnale sebbene sia superiore alla soglia di rumore del ricevitore di ben 50dB risulterà ascoltabile solo se il livello del rumore esterno è minore di tale valore (sopra i 7MHz)



-85dBm



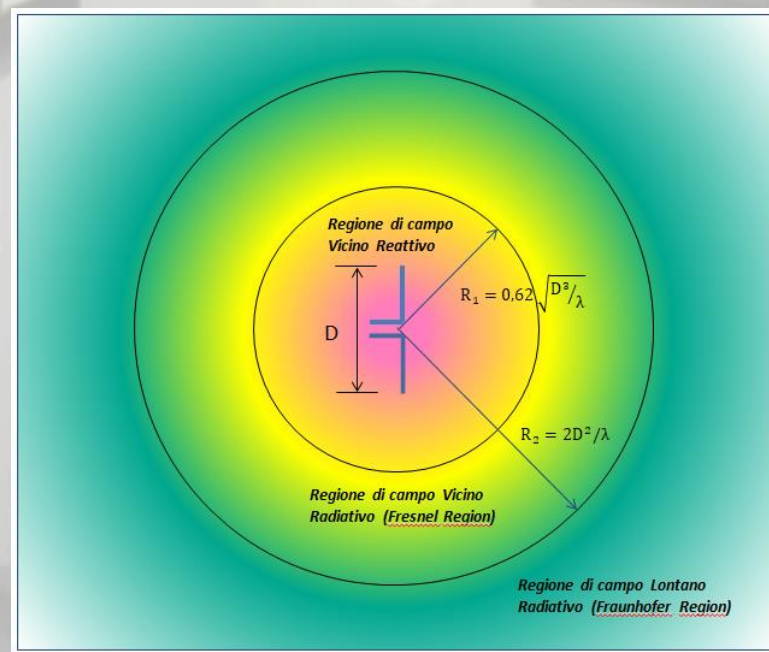
Per migliorare il rapporto S/N non è sufficiente quindi aumentare semplicemente il guadagno della nostra antenna.

L'aumento generalizzato di guadagno porterebbe ad un incremento sia del segnale utile ma anche del rumore in ingresso senza che questo porti un apprezzabile miglioramento del rapporto S/N

L'unica strategia che può portare ad un incremento del S/N è quella di disporre di un sistema di antenna in cui la conformazione del lobo di radiazione sia tale da presentare un massimo nella direzione del segnale utile e una marcata attenuazione in tutte le altre direzioni.

Ovviamente perché ciò avvenga devono essere verificate alcune condizioni:

- Il rumore prevalente deve essere quello di origine naturale o, se artificiale, generato a grande distanza e che arriva alla nostra antenna per onda spaziale
- Se il rumore prevalente ha origine da una specifica direzione questa deve essere diversa da quella da cui proviene il segnale utile
- Il rumore prevalente non deve essere rumore artificiale generato nelle immediate vicinanze dell'antenna (regione di Fresnell) o che si propaghi per onda di terra





In queste condizioni una adeguata forma del lobo di radiazione permette di ridurre il contributo del rumore esterno. Questo risultato può essere ottenuto con l'impiego, ad esempio, di una antenna direttiva con lobo stretto e un buon rapporto F/B .

Purtroppo sulle «bande basse» la realizzazione di una «direttiva» con queste caratteristiche è cosa particolarmente impegnativa e per i motivi già visti richiederebbe comunque, nel caso ad esempio di una Yagi, di essere installata ad altezze «impossibili».

Anche la realizzazione di un «vertical array» non è cosa semplice per le dimensioni e gli spazi necessari

....anche se



1Q5PJ

23/06/2023



OH8X

...anche se qualcuno lo ha fatto

Bande Basse e progetto Tamerici - © i5WHC



Ma per l'OM medio l'unica possibilità rimane quindi quella di ricorrere a sistemi di antenna a «**bassa efficienza**» come gli «**small vertical array**», a sistemi appartenenti alla famiglia delle «**Traveling Wave Antennas**» tra queste la più nota è la *Beverage*, o quelli appartenenti alla famiglia degli «**Elongated Terminated Loops**» come ad esempio la *K9AY Loop*.

La particolarità di questi sistemi d'antenna è quella di essere relativamente facili da realizzare e di presentare una direttività marcata a fronte però di una bassissima efficienza, cosa che si traduce in un livello di segnale in RX di alcune decine di dB inferiore a quello di un'antenna tradizionale ma che, per le caratteristiche del lobo di radiazione che questa tipologia di antenne presentano, sono in grado di portare ad un incremento del S/N dell'ordine di 6-10 dB rispetto ad un dipolo



Come abbiamo già visto, le prestazioni di un'antenna in TX dipendono dalla capacità dell'antenna stessa di irradiare la massima potenza nella direzione del nostro corrispondente e con un angolo di radiazione adeguato per la distanza da coprire, questa capacità dell'antenna è espressa numericamente dal valore in dB del **guadagno** che l'antenna presenta in quella specifica direzione e per quel specifico angolo di radiazione

Analogamente in RX è possibile esprimere numericamente la maggiore o minore capacità dell'antenna di migliorare il rapporto S/N del segnale che stiamo ricevendo.

Rapporto che, ripetiamolo ancora, è indipendente dal maggiore o minore guadagno assoluto dell'antenna.

Il parametro che esprime questa capacità dell'antenna si chiama **RDF (Receiving Directivity Factor)**



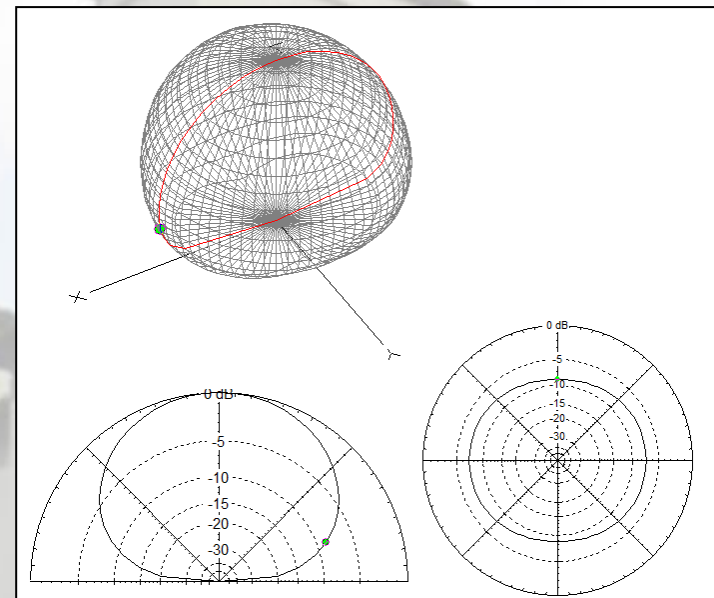
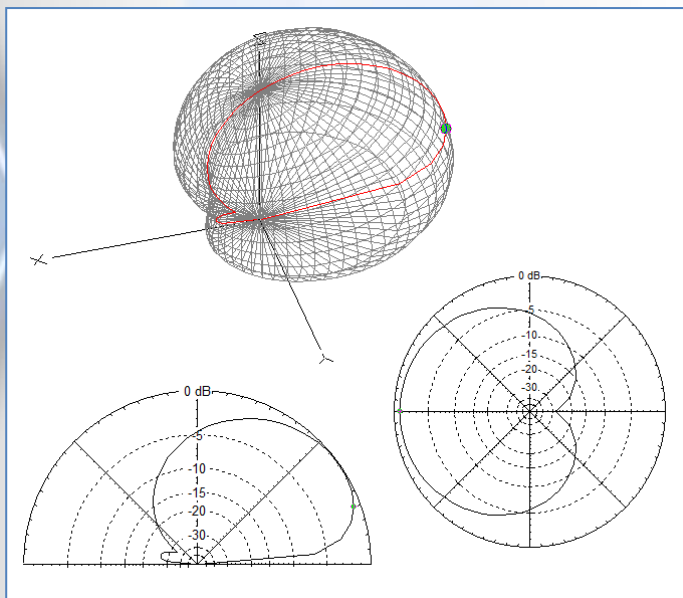
RDF (Receiving Directivity Factor)

Come abbiamo già accennato il miglioramento del S/N in RX può essere ottenuto facendo in modo che la nostra antenna abbia il maggior guadagno «relativo» nella direzione del segnale utile (*Max Gain@20°*) e il più basso guadagno medio relativo all'intero solido di radiazione (*Average Gain*) questo indipendentemente dal valore assoluto di tale guadagno.

In questo modo si massimizza il rapporto tra l'intensità del segnale utile che arriva da una specifica direzione, e con uno specifico angolo di take-off, e l'intensità del rumore le cui componenti sono invece generalmente distribuite in tutte le direzioni.

$$\text{RDF (dB)} = \text{Max Gain@20° (dBi)} - \text{Average Gain (dBi)}$$

RDF (Receiving Directivity Factor)



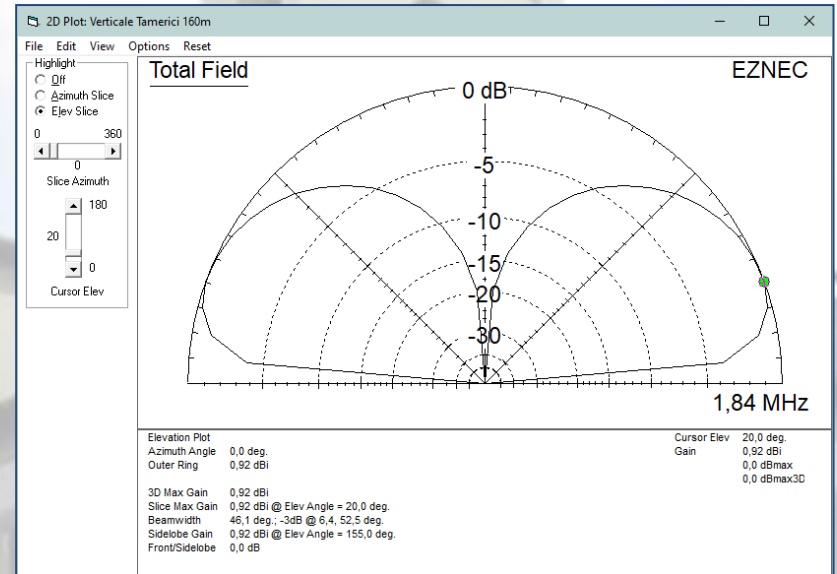
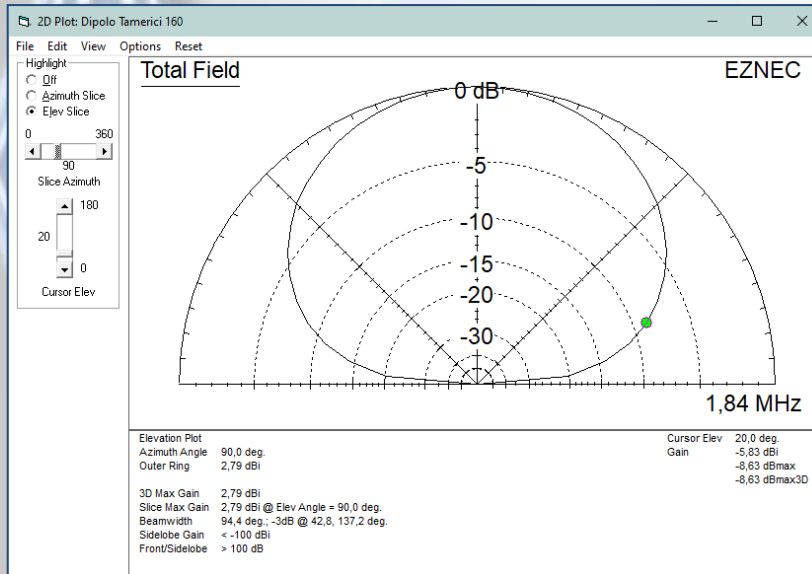
il parametro RDF esprime infatti la differenza in dB tra il valore del guadagno dell'antenna nella direzione del lobo principale riferito ad uno specifico angolo di radiazione (tipicamente 20°) e il valore del guadagno complessivo medio dell'antenna riferito all'intero solido di radiazione :

$$\text{RDF (dB)} = \text{Max Gain@20° (dBi)} - \text{Average Gain (dBi)}$$

RDF (Receiving Directivity Factor)

Antenna	Gain @ 20deg.	Average Gain	RDF @ 20deg.	Front/Back - Side	-3dB Beamwidth
3 element Yagi @ $1/4\lambda$ high	6,6	-1,37	7,97	8,1 dB	68 °
3 element Yagi @ $1/2\lambda$ high	10,9	-0,94	11,84	12,3 dB	69 °
3 element Yagi @ 1λ high	12,1	-1,12	13,22	11,1 dB	66 °
$\lambda/2$ dipole @ $1/8\lambda$ high	-1,97	-2,9	0,93	6,3 dB F/Side	97 °
$\lambda/2$ dipole @ $1/4\lambda$ high	1,35	-1,16	2,51	10,2 dB F/Side	85 °
$\lambda/2$ dipole @ $1/2\lambda$ high	6,4	-1,12	7,52	13,3 dB F/Side	82 °
$\lambda/2$ dipole @ 1λ high	7,6	-1,01	8,61	18,5 dB F/Side	79 °
Inverted vee dipole @ $1/8\lambda$ high	-4,57	-5,39	0,82	1,45 dB F/Side	360 °
Inverted vee dipole @ $1/4\lambda$ high	-1,75	-2,67	0,92	1,9 dB F/Side	360 °
Inverted vee dipole @ $1/2\lambda$ high	4,5	-1,14	5,64	8,5 dB F/Side	94 °
$\lambda/4$ vertical with 16 $\lambda/4$ radials	0,16	-4,96	5,12	N.A.	N.A.
2 x $\lambda/4$ vertical array @ $1/8\lambda$ spaced	4,22	-5,35	9,57	24,5 dB	132 °
4 square $\lambda/4$ vertical array @ $1/8\lambda$ spaced	6,8	-3,9	10,7	25,5 dB	99 °
Receiving Antenna					
K9AY loop	-25,6	-32,8	7,2		163 °
Elongated Loop (Flag, pennant,...)	-29,7	-37,1	7,4		146 °
$1/2\lambda$ Beverage	-20,28	-24,8	4,52		132 °
1λ Beverage	-14,31	-22,95	8,64		85 °
$1,5\lambda$ Beverage	-10,88	-21,72	10,84		55 °
$1,75\lambda$ Beverage	-6,5	-17,66	11,16		64 °
2 Broadside $1,75\lambda$ Beverages $0,75\lambda$ spacing	-3,49	-16,97	13,48		32 °

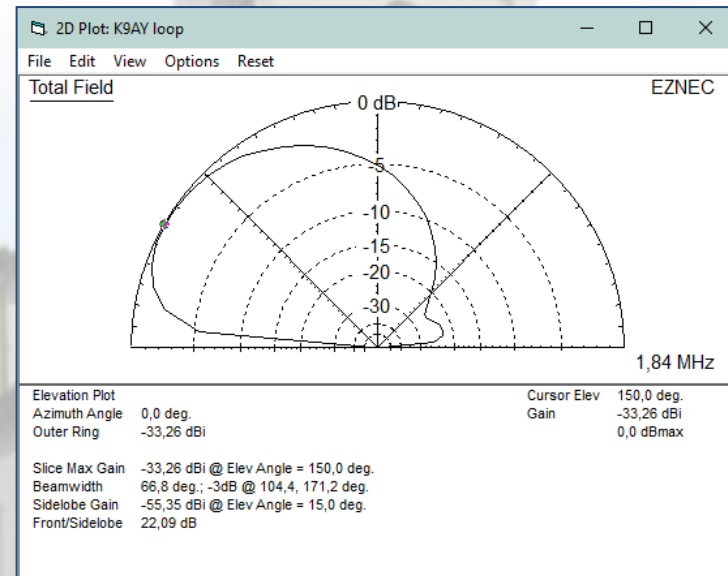
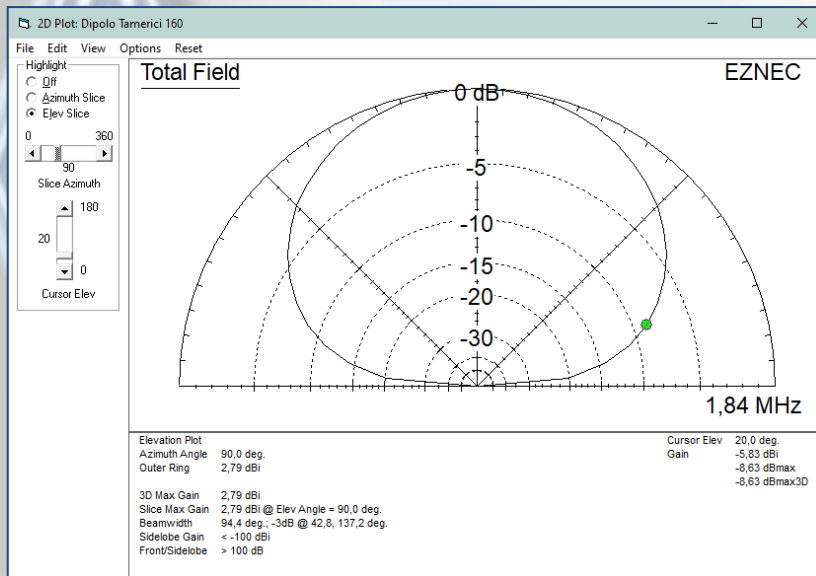
RDF (Receiving Directivity Factor)



Avevamo visto la volta scorsa che il dipolo 160 attualmente installato alle Tamerici presenta un Average Gain = -4,72dBi e un Max Gain@20° = -5,83dBi. La Verticale che avevamo ipotizzato di testare in 160 presenta invece un Average Gain = -4,11dBi e un Max Gain@20° = +0,92dBi :

$$\text{RDF}_{(\text{dipolo})} = -1,11\text{dB} \quad \text{RDF}_{(\text{verticale})} = +5,03\text{dB} \quad \text{Diff.} = 6,14\text{ dB}$$

RDF (Receiving Directivity Factor)



Se invece confrontiamo i valori di RDF del Dipolo con quello una antenna per sola RX quale ad esempio la K9AY il risultato è ancora più sorprendente:

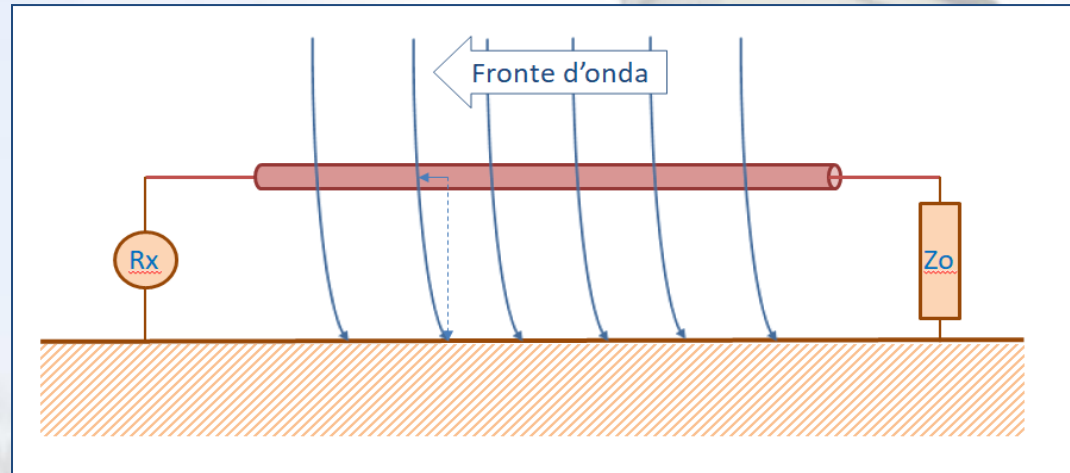
$$\text{RDF}_{(\text{dipolo})} = -1,11\text{dB} \quad \text{RDF}_{(\text{K9AY})} = +7,2\text{dB} \quad \text{Diff.} = 8,31\text{dB}$$



Vediamo adesso nel dettaglio qual sono i principi su cui si basano queste tipologie di antenne

1Q5PJ

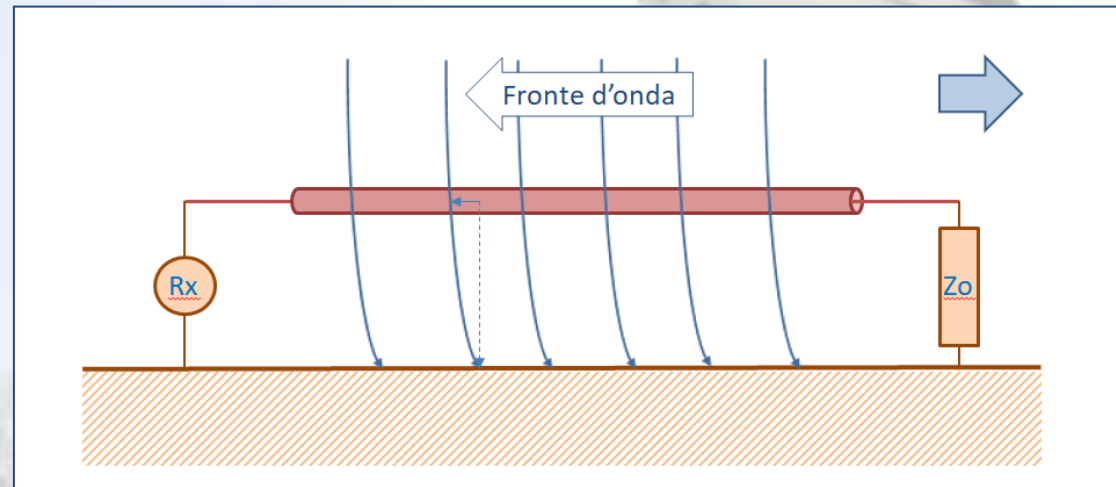
«Traveling Wave Antennas»



A causa delle diverse costanti dielettriche dei mezzi, la velocità di propagazione di un'onda EM nell'aria e sul suolo è diversa, ciò determina una inclinazione delle linee di forza del campo elettrico in prossimità del suolo che generano una corrente indotta nella «linea» la cui ampiezza varia in funzione dell'angolo di incidenza del fronte d'onda rispetto all'asse della linea e della lunghezza della linea stessa dando così origine all'effetto di direttività

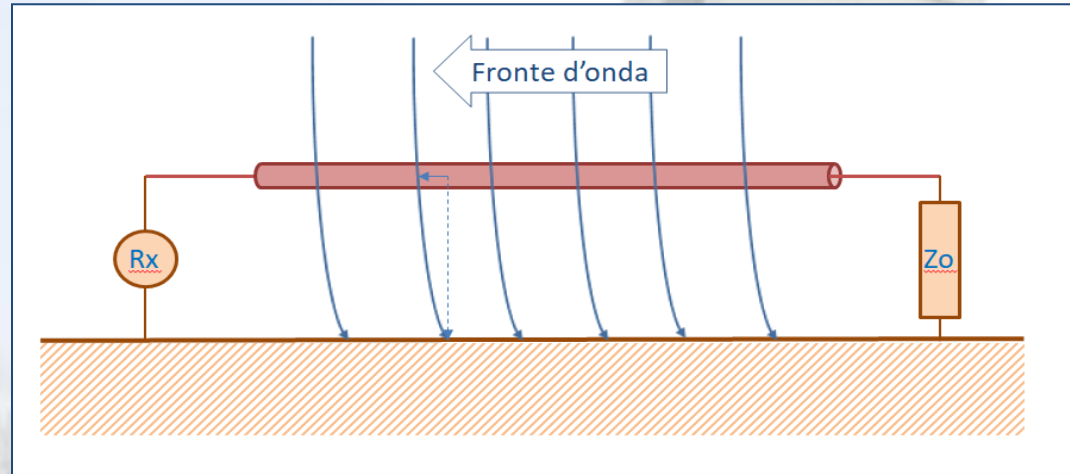


«Traveling Wave Antennas»



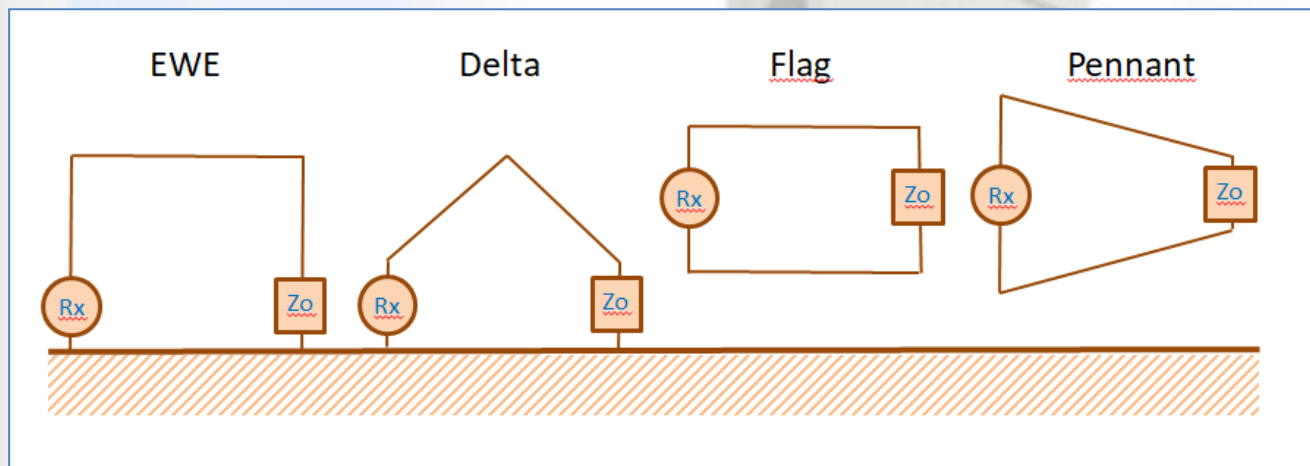
Poiché di fatto si tratta di una linea terminata sulla propria impedenza caratteristica, le correnti indotte nel conduttore che scorrono nella direzione della terminazione (Z_o) si dissipano su di essa e, non essendoci riflessione in quanto la linea è terminata sulla propria impedenza, non raggiungono il ricevitore mentre lo raggiungono le correnti indotte nel verso opposto. Per questo motivo il lobo principale di queste antenne si presenta nella direzione del punto di terminazione.

«Traveling Wave Antennas»



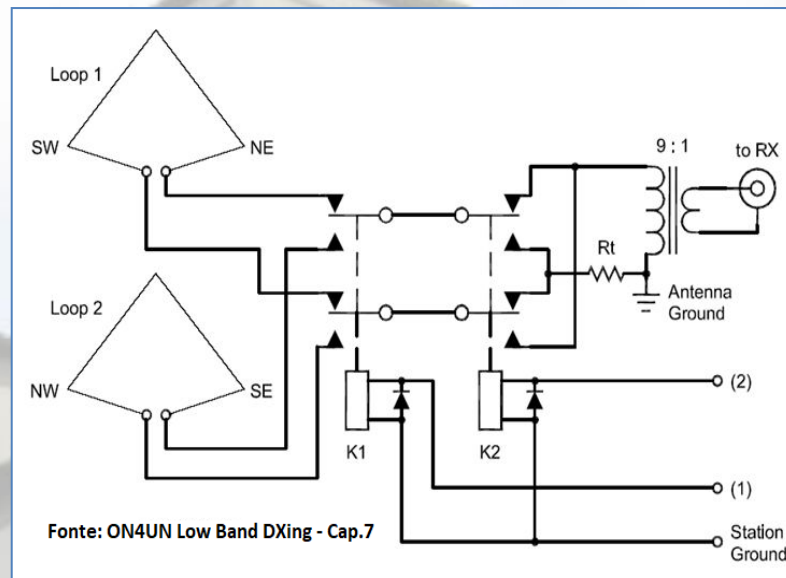
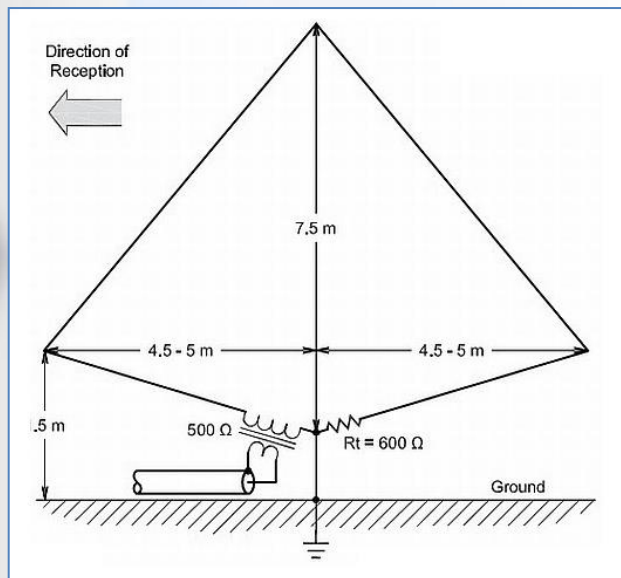
A parità di tutte le altre condizioni il livello di segnale che si ottiene in Rx è determinato, oltre che dalla lunghezza, dalle caratteristiche dielettriche del terreno, un terreno con scarse caratteristiche dielettriche presenterà una velocità di propagazione minore e di conseguenza si produrrà una maggiore corrente indotta. Inoltre per ottenere un significativo effetto di direttività la «linea» dovrà avere una lunghezza di almeno 1λ - $1,5\lambda$

«Elongated Terminated Loops»



Appartengono invece a questa categoria le varie EWE, DELTA, FLAG, PENNANT, e tutte le loro varianti, si tratta sostanzialmente di loops o semi-loops «rettangolari» ovvero che hanno due lati verticali (o inclinati) e uno o due lati orizzontali con il punto di alimentazione posto su uno dei due lati verticali e l'impedenza di terminazione posta sul lato opposto. Una variante molto interessante di questa tipologia di antenne è quella presentata su QST di settembre 1997 da Garry Breed K9AY.

«Elongated Terminated Loops»



La versione proposta da Garry Breed K9AY è una evoluzione della EWE in cui i due lati verticali sono stati inclinati e, dal lato superiore, fatti convergere simmetricamente in un unico punto così come, dal lato inferiore, il punto di alimentazione e l'impedenza di terminazione sono collegati a terra in un unico punto centrale. Questa configurazione ha il vantaggio di poter facilmente invertire la direzione del lobo scambiando le connessioni tra punto di alimentazione e terminazione e, installando due loop perpendicolari tra loro, si possono coprire quattro diverse direzioni

«Elongated Terminated Loops»

Vediamo su quale principio si basano :

Anche se all'apparenza sembrano molto simili il principio di funzionamento delle «Elongated Terminated Loops» è completamente diverso dal quello di una «Beverage».

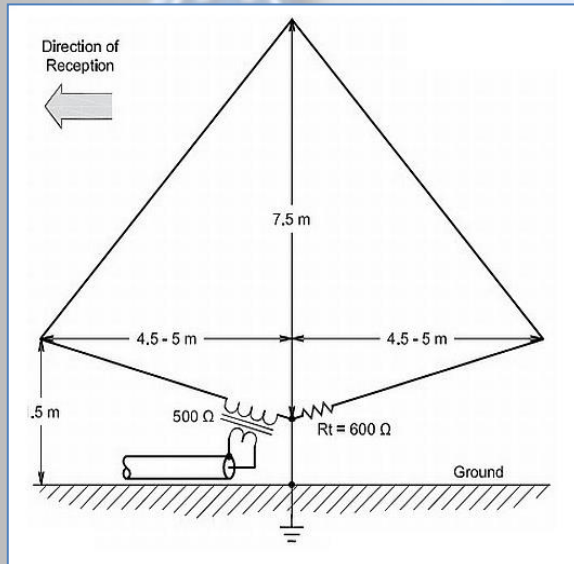
Basta osservare ad esempio che la Beverage ha il lobo di ricezione orientato verso il carico mentre le ETL hanno il lobo di ricezione in direzione del punto di alimentazione.

Una seconda importante differenza sta nel fatto che una Beverage dà migliori risultati su un terreno di scarse caratteristiche dielettriche a causa della maggiore differenza di velocità di propagazione tra aria e suolo mentre le ETL , che come vedremo sono sostanzialmente dei mini-vertical-array, hanno migliori prestazioni su terreni di buone caratteristiche dielettriche.

«Elongated Terminated Loops»

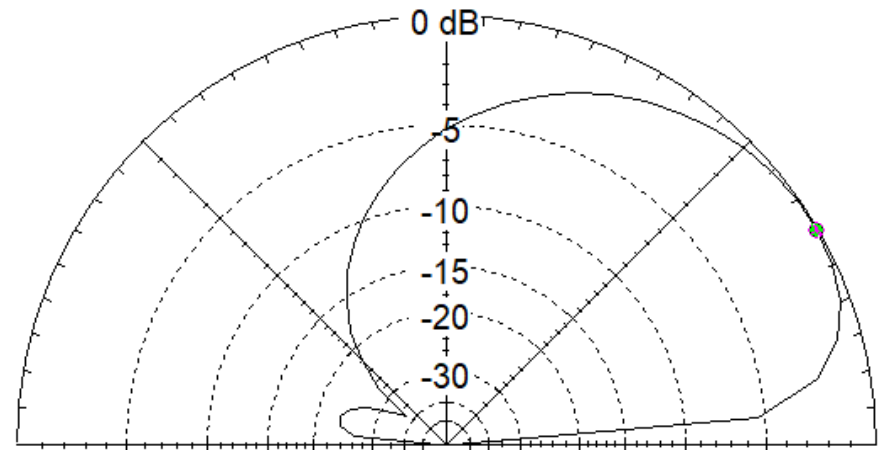
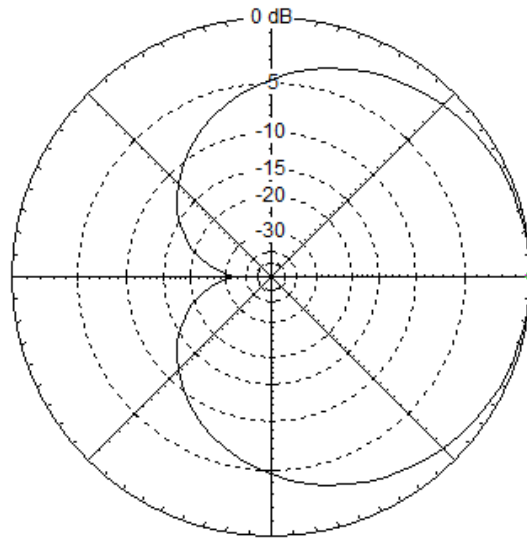
Vediamo di capire meglio come funziona questa antenna :

I due tratti verticali si comportano come due stili verticali «corti» ma essendo connessi «in serie» il verso della corrente che li percorre è «opposto» dando origine ad uno sfasamento di 180° il tratto orizzontale si comporta come linea di alimentazione e la componente di radiazione orizzontale è annullata dalla riflessione sul terreno, inoltre il tempo di propagazione sulla linea «orizzontale» sommato allo sfasamento dovuto all'impedenza di terminazione e al verso opposto della corrente fa sì che tra i due elementi verticali ci sia una differenza di fase tale da determinare il classico lobo a «cardioide» tipico del «vertical array».



«Elongated Terminated Loops»

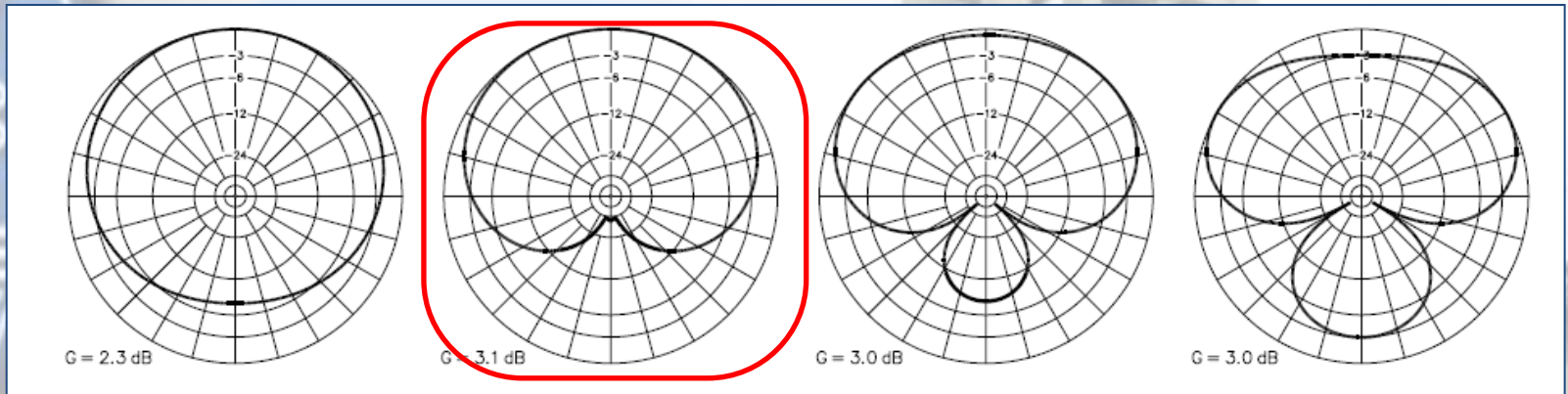
Vediamo su quale principio si basano :



Lobo a «Cardioide» tipico del vertical array

«Elongated Terminated Loops»

Vediamo su quale principio si basano :

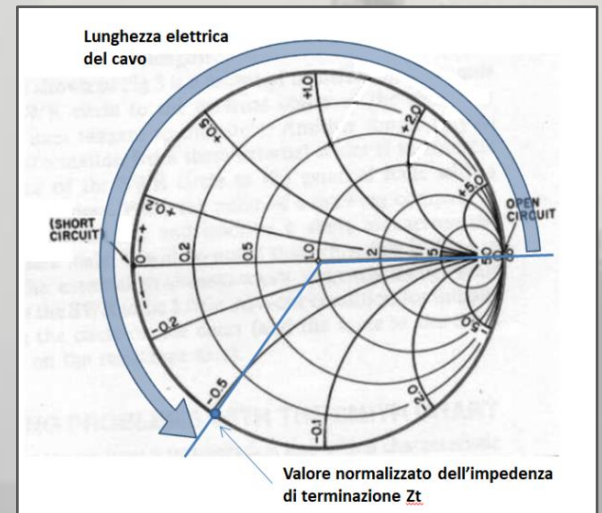


Il valore dello sfasamento e quindi le caratteristiche del lobo dipendono in larga misura dal valore dell'impedenza di terminazione che deve essere aggiustata per la migliore conformazione del lobo e per la maggiore «profondità» del «null»

«*Elongated Terminated Loops*»

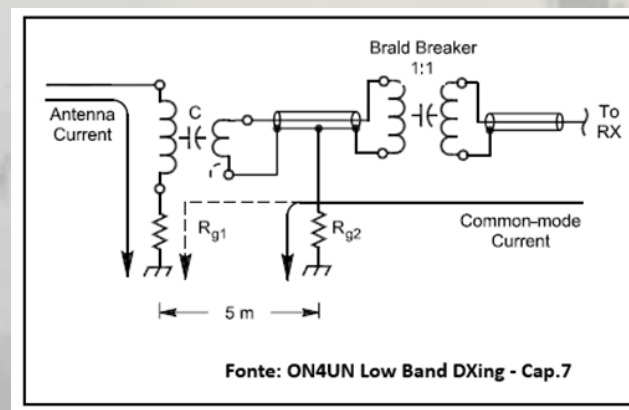
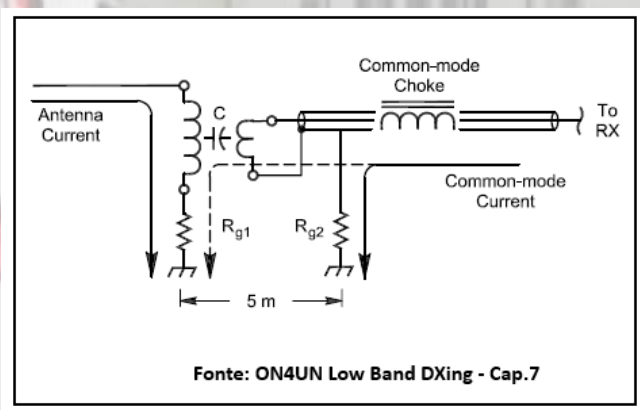
Particolare attenzione deve essere posta nell'utilizzo di antenne per sola ricezione, anche in conseguenza del loro guadagno negativo le caratteristiche del lobo, che ne determinano le particolari prestazioni in ricezione, possono essere totalmente compromesse dalla presenza a breve distanza di un'altra antenna risonante sulla stessa frequenza (antenna TX) e con la quale possono determinarsi fenomeni di mutuo accoppiamento.

E' assolutamente necessario in questo caso che venga effettuato il "*detuning*" dell'antenna trasmittente durante la ricezione pena la perdita totale delle prestazioni dell'antenna ricevente.



«Elongated Terminated Loops»

Una ulteriore attenzione deve essere posta anche nella posa e nella connessione alla linea coassiale di alimentazione che deve essere posata il più possibile “a terra” in modo da minimizzare gli effetti di “*common-mode current*” che possano percorrere la parte esterna della calza del cavo coax portando rumore indesiderato all’ingresso dell’antenna, una precauzione utile potrebbe essere quella di inserire lungo la linea di alimentazione a distanza di alcuni metri dall’antenna un “*common mode choke*” o meglio ancora un “*braid breaker*” collegando a terra la calza del cavo all’uscita del dispositivo dal lato antenna.



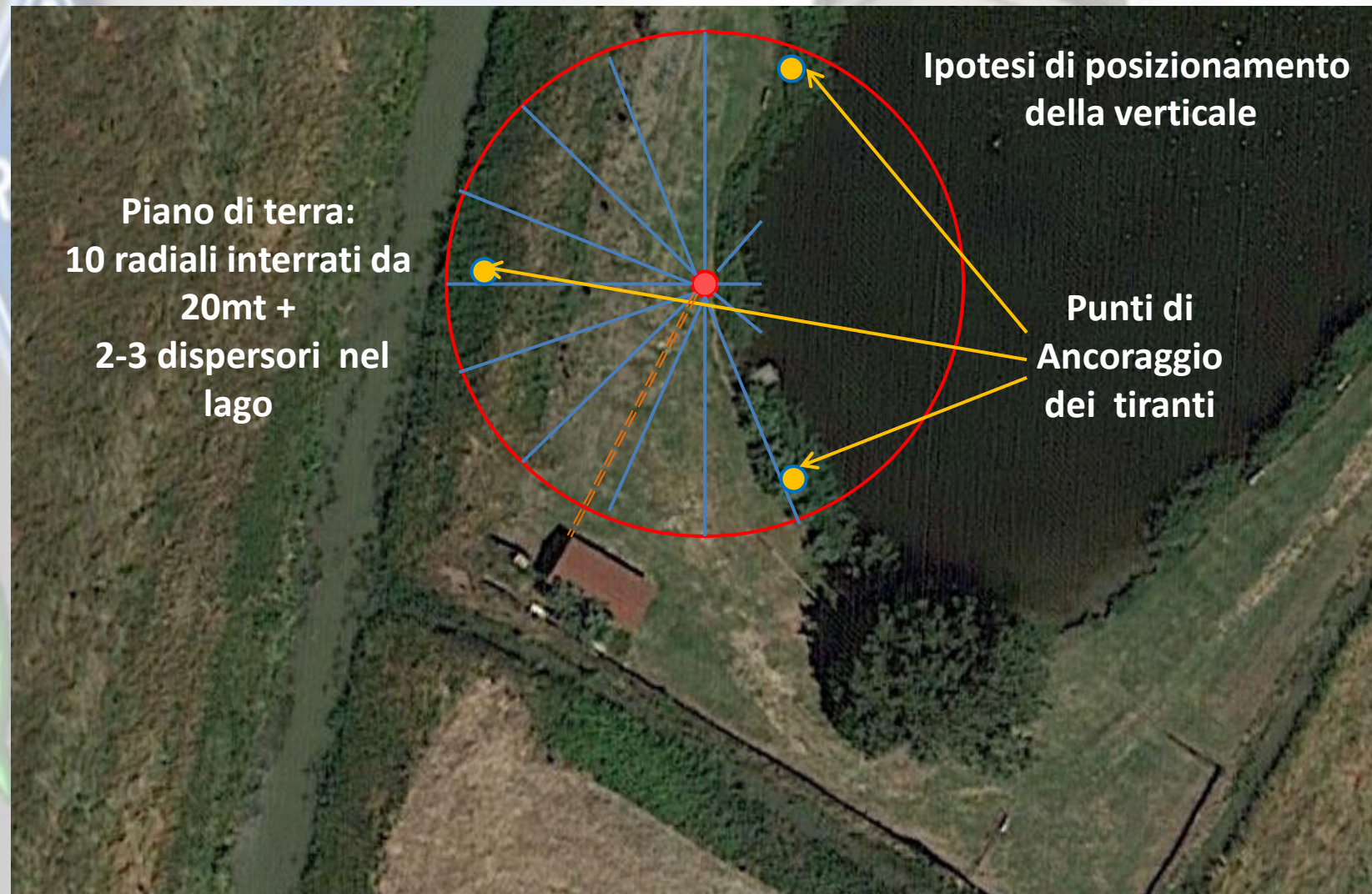


1Q5PJ

Dopo aver analizzato la parte teorica proviamo a passare ora alla parte pratica

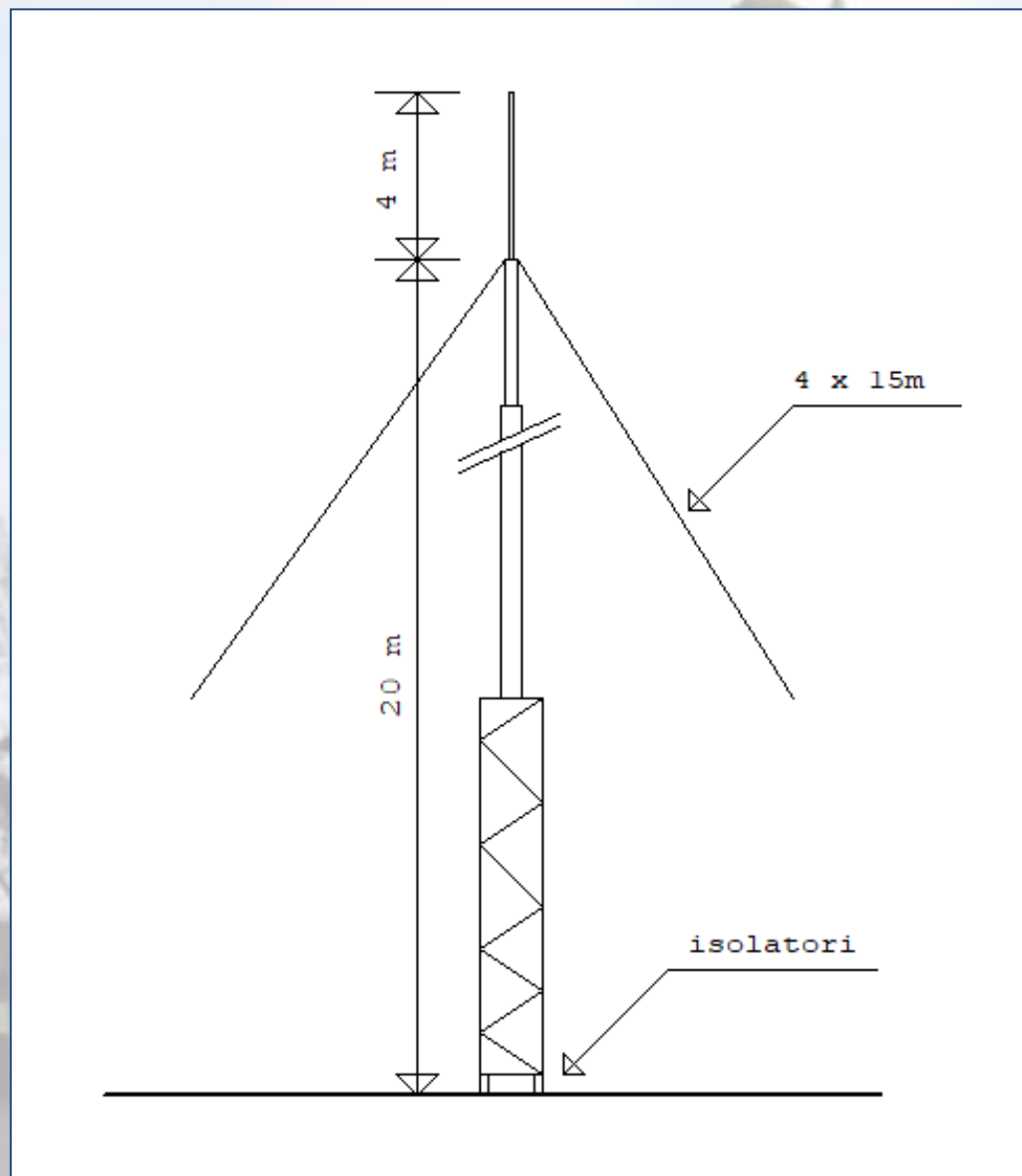
Nelle slide successive sono riportate alcune ipotesi di interventi da poter realizzare presso la postazione delle Tamerici e sui quali cominciare a ragionare:

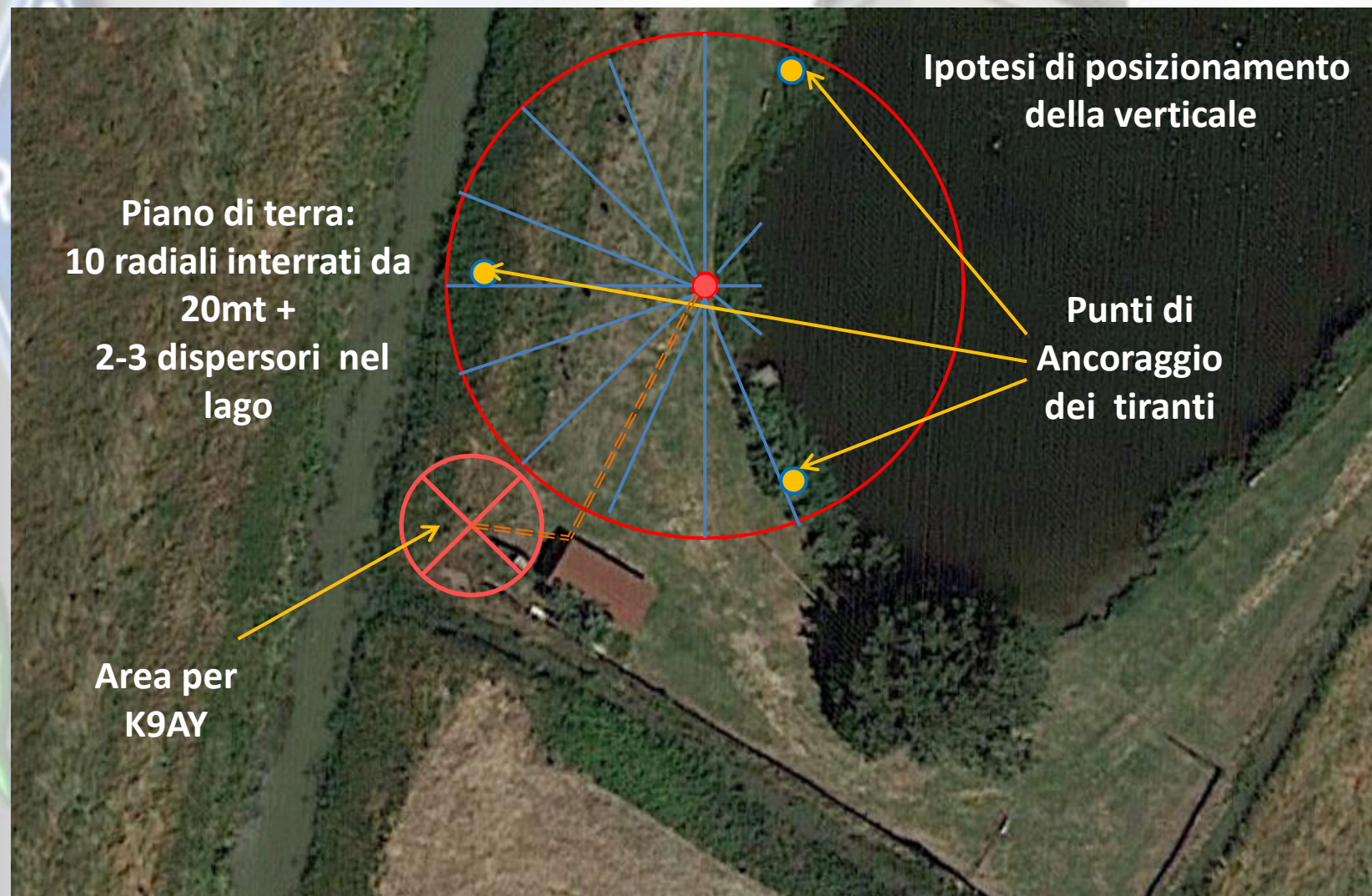
- **Verticale TX per 80 e 160**
- **K9AY per RX 80 e 160**

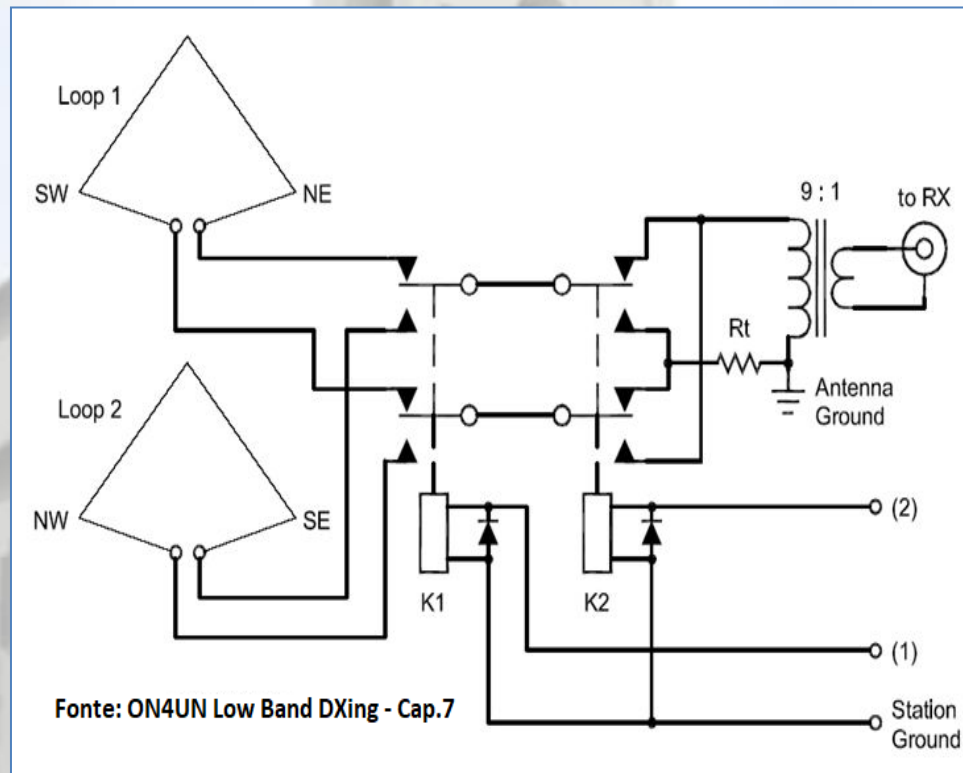
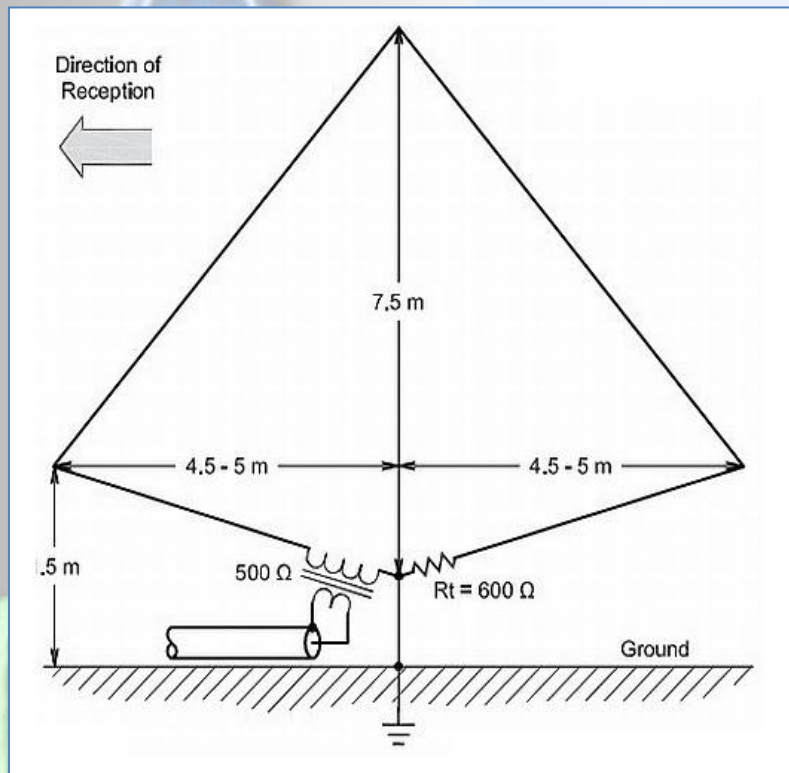




IQ5PJ



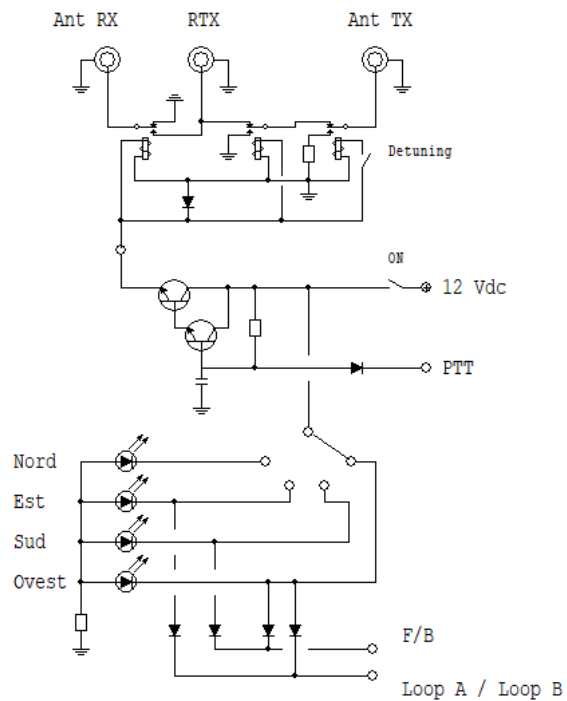




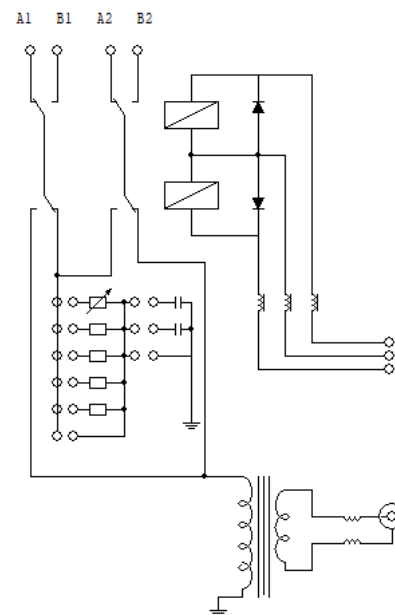


1Q5PJ

K9AY Schema Unità di controllo



K9AY Schema Unità Esterna





1Q5PJ

Grazie