

# STACKING DIS-SIMILAR YAGIS AND LOOP YAGIS

(Distanziamento di yagi e loop-yagi per bande diverse)

*Libera traduzione di iz0cvn Claudio e iz0cyf Massimo da un lavoro di k1whs Dave*

**Una delle domande più frequenti sulle antenne oggi è:**

**"Come devo distanziarle tutte queste antenne VHF e UHF sul mio traliccio o torre?"**

Il problema è che la maggior parte dei radioamatori già fortunati ad avere un traliccio, provano a riempirlo con svariate antenne dalle HF fino alle UHF e oltre... tutte su un unico palo (mast) poi, come se non bastasse, ci appendono diverse antenne filari sulla struttura già pesantemente caricata. Quindi, come è possibile pianificare un simile setup senza compromettere gravemente le prestazioni delle antenne installate?

La risposta può essere trovata osservando le schede tecniche e facendo alcuni semplici calcoli.

Per prima cosa dobbiamo capire alcune cose sulle antenne:

- ogni antenna ha un'area di raccolta per catturare le onde elettromagnetiche presenti, la cui intensità si misura in microvolt per metro.(uV/m.)
- un'antenna con più elementi può intercettare più energia semplicemente occupando più area fisica, concetto che sembra abbastanza semplice da comprendere!

L'area di cattura (collecting area) di qualsiasi antenna è chiamata anche apertura.

In genere, l'apertura della maggior parte delle antenne direzionali VHF amatoriali è maggiore del profilo frontale fisico. Ad esempio, le Yagi hanno un'apertura molto più grande del loro profilo.

Gli "Half-Waves Array" raggruppamento di dipoli a mezz'onda come le collineari, hanno aperture più piccole che si estendono appena oltre la loro struttura fisica, mentre le antenne paraboliche hanno aperture leggermente più piccole delle dimensioni fisiche del piatto o parabola.

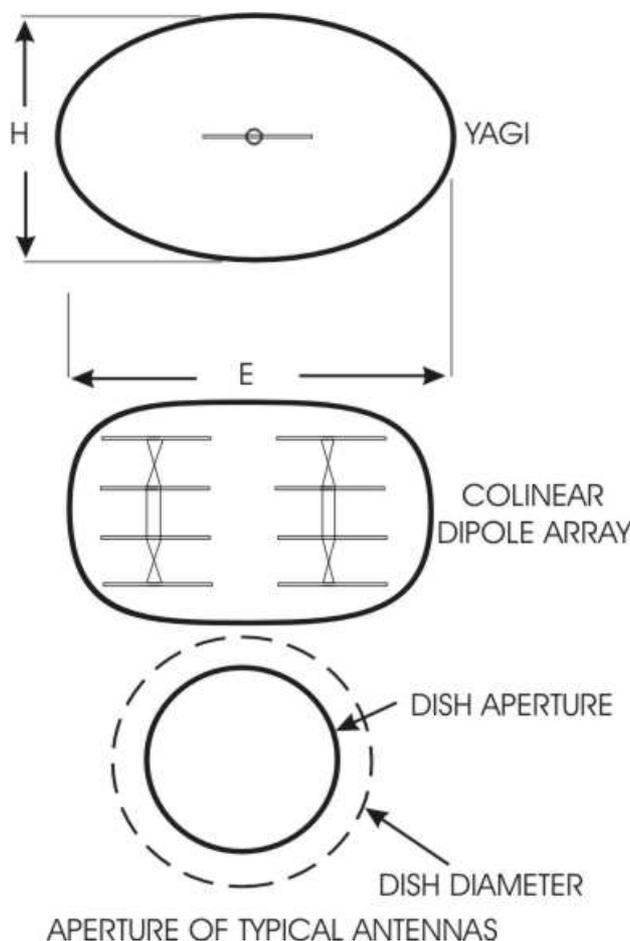
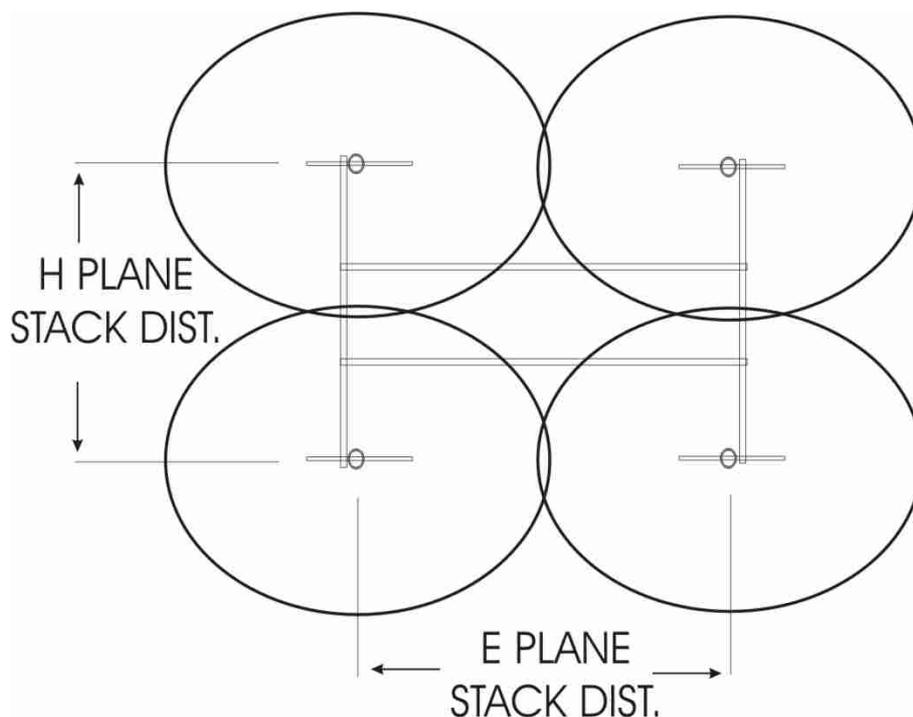


FIGURA 1.

Se un'antenna è posizionata su un mast, purché non ci sia nulla all'interno dell'area di apertura, quell'antenna funzionerà normalmente. Se stai montando due antenne per ottenere più guadagno, dovresti allinearle in modo che le loro aperture si tocchino senza sovrapporsi. Questa disposizione produce un effetto di massimo guadagno, le due aperture si fonderanno in un'unica grande apertura con il doppio dell'area frontale di ogni singola antenna, il raddoppio dell'area produrrà un aumento tipico di 3 dB per ogni antenna aggiunta.

È possibile accoppiare più antenne su piani verticali e orizzontali; una disposizione tipica da DXer per un sistema di antenne ad alto guadagno è un array a quattro (o quad-array), questo sistema combina più antenne sui piani E e H, come mostrato di seguito (figura 2). Si noti che le aperture si stanno semplicemente toccando. Se le aree di apertura vengono sovrapposte con distanze di accoppiamento più ridotte, la capacità di raccolta si riduce, compresi i lobi laterali.



A TYPICAL FOUR STACK YAGI ARRAY

FIGURA 2.

Ora cerchiamo di capire come fornire le misure di “stacking”(distanziamento) adeguate per tutte le nostre antenne. Solitamente queste informazioni sono sempre riportate sul foglio delle specifiche tecniche di ogni singola antenna.

Per le antenne polarizzate orizzontalmente, la misura per il distanziamento verticale viene definita piano **H** o piano del campo magnetico; mentre il piano del campo elettrico **E** si estende lungo l'asse degli elementi e quindi nel caso di yagi polarizzate orizzontalmente, questa sarebbe la dimensione di stacking da un lato all'altro, come mostrato in **figura 2**. Le Loop yagi (quelle con gli elementi ad anello) sono leggermente diverse in quanto non hanno elementi lineari a bacchetta, ma anche ad esse si applicano le stesse regole. Dalle figure si può vedere che la distanza di stacking è esattamente il diametro dell'apertura della singola antenna, mentre la metà della distanza di stacking è il raggio apparente dell'apertura. Si noti inoltre che per le yagi (non loop) la dimensione dell'apertura del piano E è leggermente più ampia del del piano H.

***Come si arriva a trovare una misura di spaziatura adeguata per antenne di bande diverse?***

Se si distanziano due antenne per bande diverse è necessario osservare la distanza di stacking per ciascuna antenna, quindi si dovrebbero posizionare in modo che nessuna apertura “veda” l'apertura dell'altra antenna.

### Facciamo un esempio:

Desideriamo inserire sullo stesso mast una DSFO144-12 (**Yagi 144 MHz**) insieme a una DS222-10RS (**Yagi 220 MHz**). La distanza di stacking della 144-12 (piano H) è 10ft 8" (**325 cm**) mentre per la DS222-10RS è 74"(circa **188 cm**). Prendi la metà della distanza di sovrapposizione per l'antenna a frequenza più bassa e hai l'estensione del limite di apertura per quell'antenna. In questo caso è 64"(**162,5 cm**), poi fai lo stesso per l'altra antenna. La distanza corretta per l'interazione zero, quindi è 64 più 37 pollici o 101" (**256,5 cm**) di spaziatura totale. Il calcolo è abbastanza semplice e in questo modo non è possibile che un'antenna sia disturbata dall'altra.

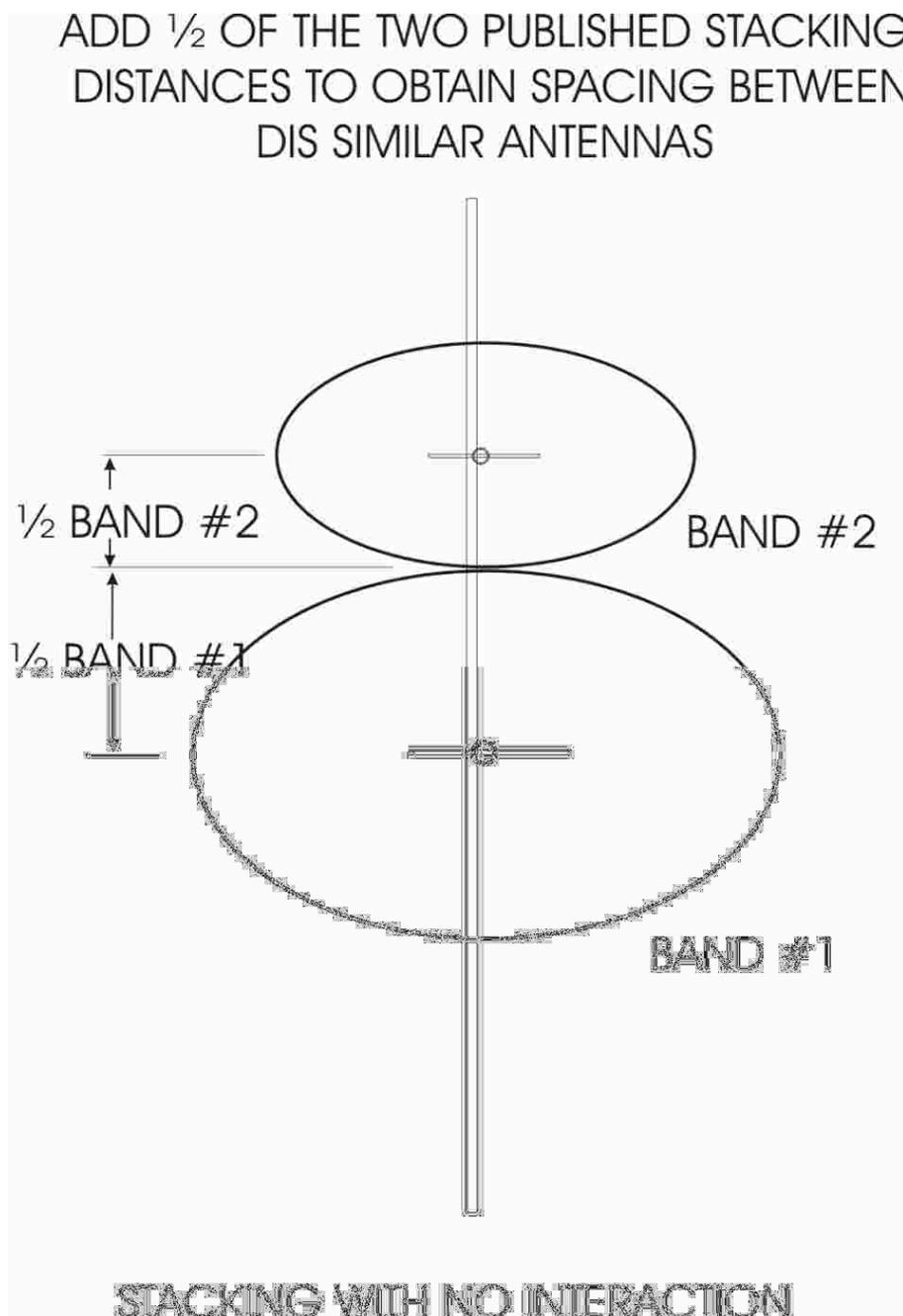
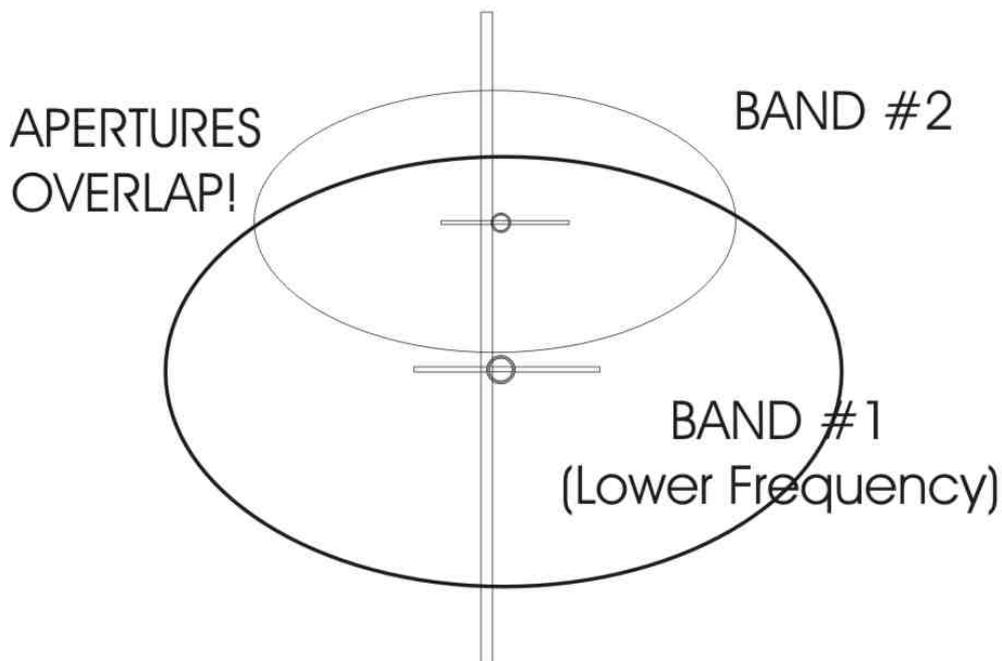


FIGURA 3.

Generalmente applicando questo metodo l'argomento si potrebbe esaurire subito, ma tuttavia esiste la possibilità che ci consente di spingersi oltre i precisi valori numerici e ci permette di posizionare l'antenna più piccola in modo che la sua apertura si avvicini alla posizione fisica dell'antenna a frequenza più bassa, il tutto mantenendo quasi lo stesso risultato.

Certo, ci sarà una leggera interazione ma andiamo a vedere effettivamente quanto è:

## STACKING WITH SOME PENALTY



BAND #2 WILL WORK PERFECTLY.  
BAND #1 WILL HAVE A MINOR REDUCTION  
IN PERFORMANCE

FIGURA 4.

L'antenna a frequenza più alta, (BAND # 2) non ha assolutamente alcun metallo all'interno della sua apertura e funzionerà perfettamente; mentre quella a frequenza più bassa (BAND # 1) ora ha del metallo all'interno della sua di apertura ma la dimensione è piccola!

Poichè l'apertura della yagi a frequenza più bassa è relativamente grande si verificherà solo un "danno" molto minore, basta rispettare la distanza di sovrapposizione per l'antenna a frequenza più alta. Se si trattasse poi di una long-yagi, questa potrebbe anche avere una apertura più grande.

Nel caso mostrato sopra, la metà di 74" (circa **188 cm**) è 37" (circa **94 cm**) per la DS222-10RS. Questo risultato è molto inferiore alla nostra spaziatura di 101" (**256,5 cm**) dell'esempio precedente, per questo la yagi 222 sarà "contenta", mentre la 144 "borbotterà" un pò per la piccola ostruzione nella sua grande apertura, ma in pratica si tradurrà solamente come una minima interazione con la DSFO144-12.

Il motivo è spiegato dal fatto che con l'apertura maggiore della yagi 144 è possibile introdurre più "metallo" in quello spazio, con un risultato di minore interferenza rispetto a un'antenna con apertura più piccola.

La DS222-10RS in realtà riempie solo una piccola parte dell'apertura a 144 MHz ed è possibile eseguire un calcolo approssimativo misurando l'area di blocco della DS222-10RS; considerando i vari elementi da 24" - il boom da 1 e 1/4" di diametro - la piastra di fissaggio sul mast - l'area dell'elemento radiante - il cavo coassiale e per ultimo ma non meno importante il mast principale su cui tutto è montato... alla fine diventano tutti fattori che riducono la raccolta di quei piccoli "microvolt per metro".

L'area di blocco che viene vista è una piccola percentuale dell'apertura totale della DSFO144-12. diciamo che è il 3% dell'area più grande. Il rapporto tra blocco e apertura può essere espresso come una perdita in decibel. Se il 97% dell'apertura non viene toccato (cioè non bloccato), confrontandolo con il 100% dell'area di apertura e senza blocchi, si ottiene una perdita di soli 0,15 dB. Un'idea approssimativa della potenziale perdita può essere stimata in questo modo confrontando il rapporto di blocco e convertendolo in una quantità di decibel, ad esempio:

Un blocco dell'area del 50% è una perdita di 3 dB.

Di seguito, un'installazione tipica di antenne 144, 222 e 432 su un mast da 13 piedi (3,96 mt).

In questo caso, l'intrepido DXer ha deciso di impilare due yagi DSFO144-12 e di montare 222 e 432 nel mezzo da qualche parte. Ecco in **figura 5** come si potrebbe fare.

Si noti che abbiamo cercato di tenere le antenne lontane l'una dall'altra e ci siamo persi con la 222 yagi di un solo pollice (2,4 cm!) cioè a 47" (119,4 cm) di distanza invece di 48" (121,8 cm)

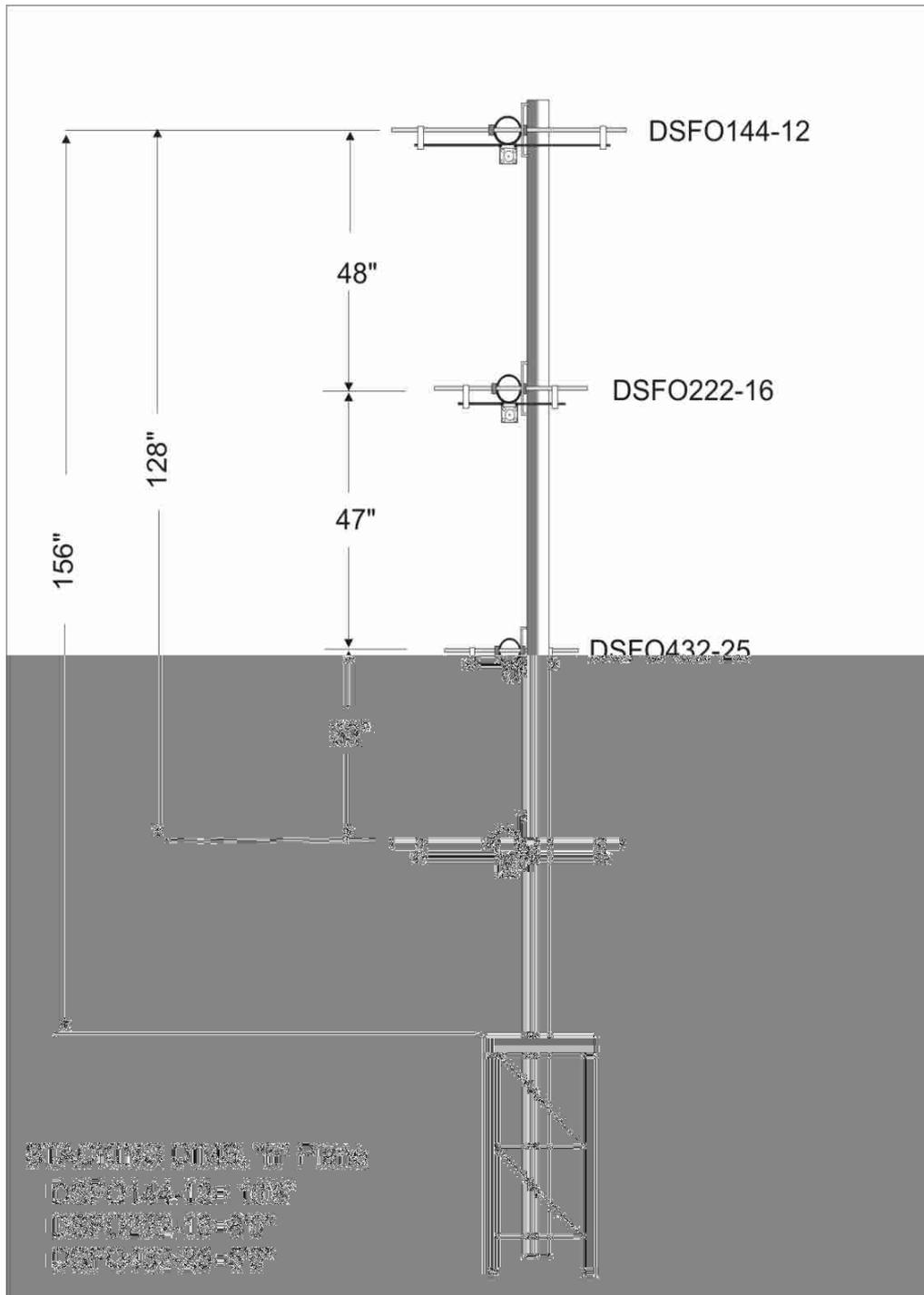


FIGURA 5.

Tutto bene direte, ma non contento voglio montare antenne dai 50 fino ai 1296 Mhz sulla mia torre e ho solo un mast da 13 piedi (**3,96 mt**) disponibile. Per poter soddisfare questa esigenza dobbiamo fare le cose sul serio e chiederci quanto sia importante la nuova banda. Se pretendi di installare tutte quelle antenne devi giocoforza “imbrogliare” un po’ di più!

Supponiamo che non puoi adattare tutte le antenne rimanenti nello spazio assegnato, cosa si può fare? Il seguente compromesso produrrà un po’ più di “sofferenza” perchè l’unica possibilità sarà quella di sacrificare la distanza minima di apertura anche per l’antenna più piccola.

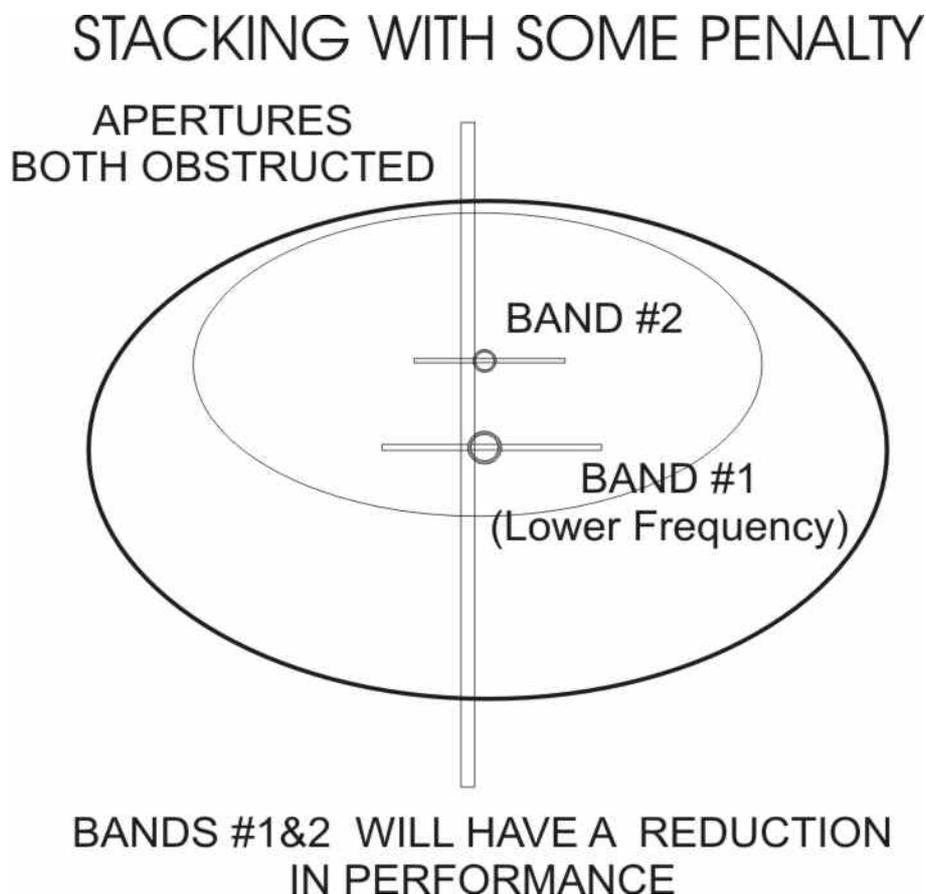


FIGURA 6.

Nel caso di **figura 4** la DS222-10RS era a 37" (**94 cm**) di distanza dalla DSFO144-12, se riduciamo quella spaziatura al di sotto di 37" (**94 cm**) le stesse regole si applicheranno anche qui in **figura 6** con l’antenna più piccola che ora ha un’antenna più grande che sporge nella sua area di cattura e quindi più blocco.

Come risultato, l’antenna più piccola sarà maggiormente penalizzata perchè la 144 (**Band#1**) è un’antenna con area di cattura più grande rispetto all’area di cattura della DS222-10RS (**Band#2**) su cui si intromette. (**figura 6**)

Tuttavia, se calcoli i numeri e misuri tutto il blocco, finirai comunque con una cifra che è una frazione di un decibel di perdita e con un certo degrado dei lobi di radiazione.

Ma questo è il piccolo prezzo da pagare per l’aggiunta di una ulteriore banda sulla tua torre.

Certo che un EMEer preferirebbe morire piuttosto che rinunciare a 0,4 dB, ma per chi predilige attività tropo-scatter o un meteor-scatter 0,4 dB è come non perdere nulla!

Nella mia esperienza, a meno che non sia possibile passare immediatamente da una situazione all’altra, la differenza di 1 dB non è eclatante, forse 2 dB si noterebbero appena e probabilmente solo durante un periodo di alcune settimane di osservazione potresti essere in grado di percepire la perdita di quel singolo decibel!

La banda dei 6 metri (50 MHz) pone il problema più grande in qualsiasi installazione nota come: ad "Albero di Natale" perchè essendo la banda VHF più bassa ha l'apertura più grande, a seguire un esempio di tipica installazione:

La DS50-5 (5 Elementi Yagi) vuole circa 19 piedi (5,8 mt) di "stacking" con un raggio di circa 9 1/2 piedi (2,9 mt). Il modo migliore per pianificare lo stack è di posizionare le yagi a frequenza più alta vicino alla yagi 50 MHz mantenendo però la yagi a 50 MHz fuori dall'apertura dell'antenna a frequenza più alta. Ciò assicurerà il perfetto funzionamento delle yagi a frequenza più elevata.

La yagi a 144 MHz si sposta il più lontano possibile in cima all'albero per mantenere la massima separazione tra 144 e 432 MHz onde evitare problemi di accoppiamento armonico.

Naturalmente, le yagi 432 e 222 si trovano all'interno dell'apertura di 50 MHz mentre la 144 no, quindi le due piccole yagi difficilmente bloccheranno quella dei 50 MHz.

Ho incluso alcune misure per mostrare il processo ed ho anche inserito le dimensioni di apertura approssimative per illustrare la tecnica. (figura 7)

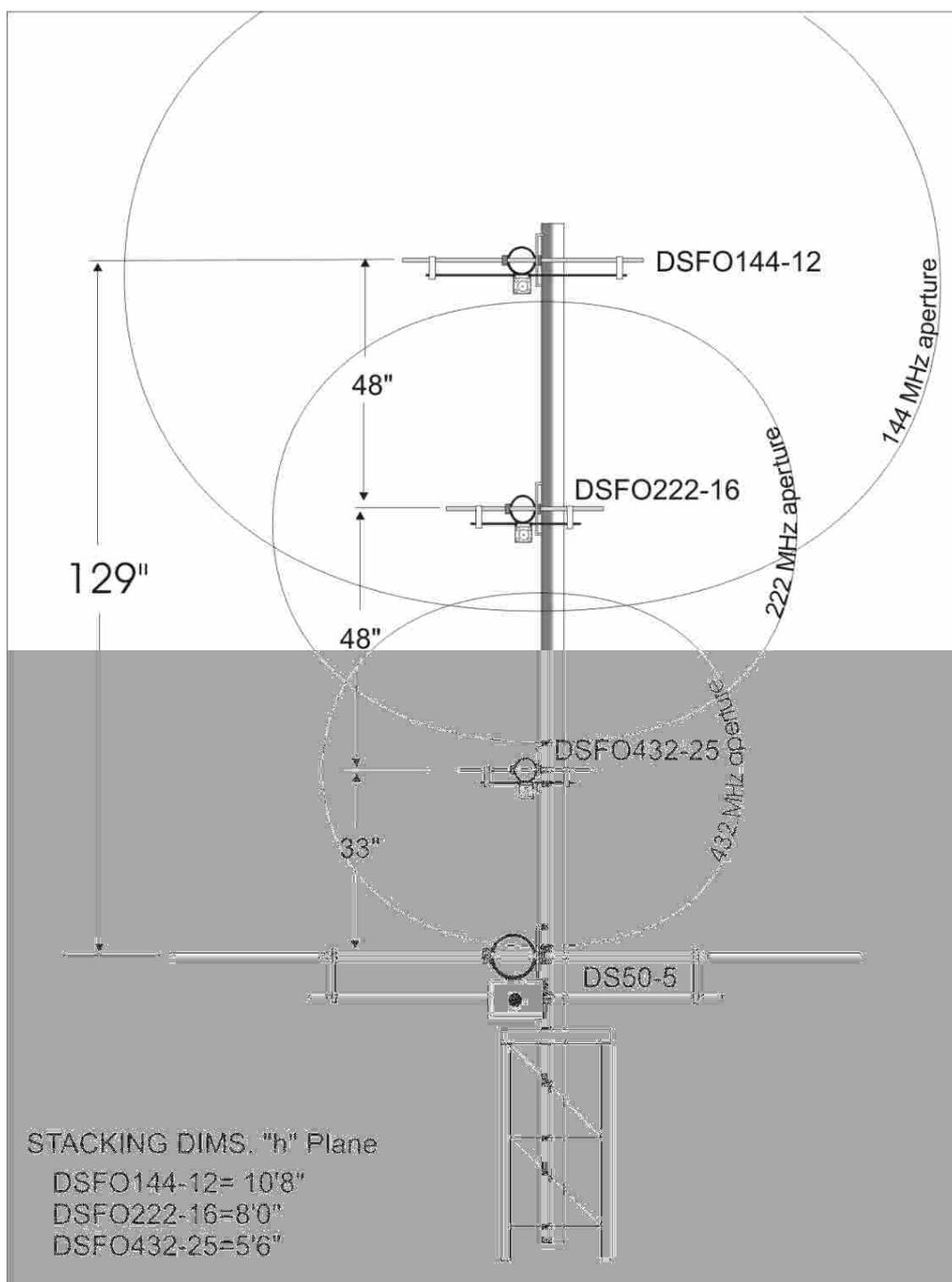


FIGURA 7.

Per una yagi 222 o 432 montata sopra l'antenna dei 50 MHz, non c'è abbastanza metallo presentato dagli elementi dell'antenna stessa (per la loro spaziatura) tale da creare un piano di massa, quindi queste antenne funzioneranno normalmente se vengono rispettate le distanze minime e non ci dovrebbe essere alcuna inclinazione del fascio su 432 o 222 MHz a causa della posizione vicina dell'antenna dei sei metri (50Mhz).

Le piccole lunghezze d'onda a 222 o 432 MHz rendono trasparenti le spaziature di diversi "piedi" tra gli elementi della 50 MHz quando posizionate sotto le yagi a frequenza più alta e questo è da considerarsi cosa buona!

Una volta per un contest VHF, installai provvisoriamente una Cushcraft 220B-4.2-WL (222 MHz yagi) a circa 12" (**30,5 cm!**) sopra al boom da 34 piedi (**10 mt!**) della yagi dei sei metri. Nonostante la ridotta spaziatura entrambe le antenne funzionavano molto bene, anche se sono sicuro che la 220B perse qualche decimo in dB di guadagno, nonostante l'SWR non fosse variato. Il setup mi sembrò buono e mi consentì ogni sorta di DX; quel fine settimana ascoltai la Florida in tropo dal Maine e lavorai la maggior parte della costa orientale fino in Georgia!

Ora francamente non consiglierei mai questa spaziatura, ma in caso di estrema necessità, dimostra che si potrebbe comunque fare per cavarsela in circostanze particolari.

C'è anche da notare, che la yagi con la frequenza più alta essendo posizionata più in basso e vicina alla base della torre, avrà bisogno di un cavo coassiale più corto, quindi mantenendo più basse le perdite di linea sui 432 Mhz dove è più necessario; mentre l'antenna dei 144 MHz stando nella parte più alta dello stack può tollerare una maggiore lunghezza del cavo a parità di perdite.

Se si desidera inoltre aggiungere antenne per le bande ancora più alte, queste si potranno posizionare vicino alla base dell'albero e spostare 432 e 222 MHz sopra di loro.

La **figura 8** mostra una tipica installazione con l'aggiunta di quattro loop-yagi; possiamo osservare che su un albero di 15 piedi (circa **4,6 mt**) abbiamo installato la bellezza di antenne per otto bande di frequenza, il tutto, rinunciato a veramente poco.

Volendo spingerci oltre è possibile ridurre ulteriormente la lunghezza del MAST per questa disposizione: spostare la DSFO144-12 più vicino alla DSFO222-16, ma sempre a 64" (circa **1,6 mt**) di distanza dalla DSFO432-25.

L'unica antenna a rimetterci sarà la yagi 222 perché ora c'è un yagi a 144 MHz all'interno della sua apertura, facendo così avresti la possibilità di ridurre la lunghezza dell'albero di oltre due piedi (**61 cm**). Beh! Non male avere otto bande su un mast lungo meno di 13 piedi (circa **3,9 mt**)!!

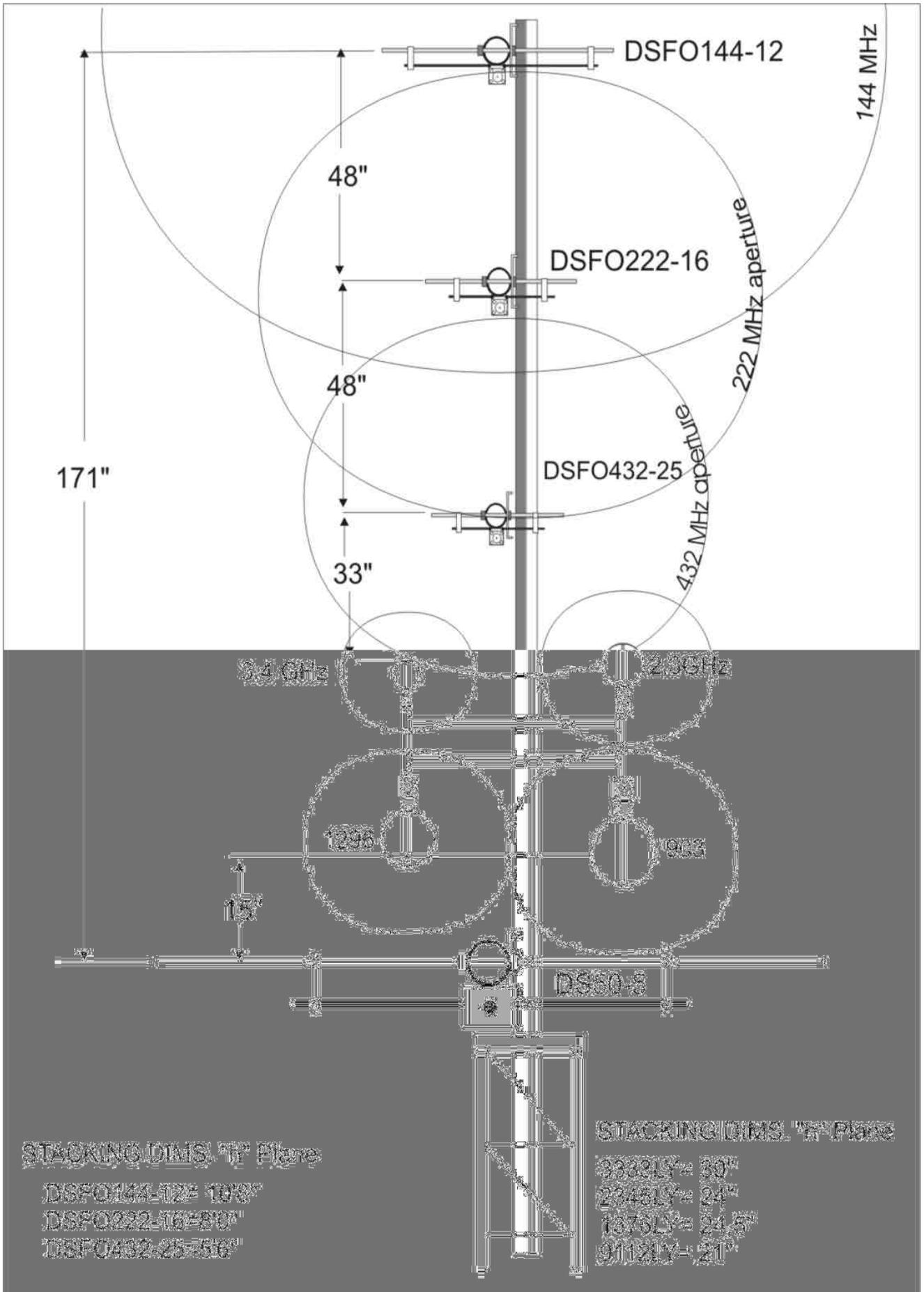


FIGURA 8.

Uno sguardo ravvicinato alla figura sopra (**figura 8**) mostra anche che la massa del traliccio è all'interno dell'apertura della yagi dei sei metri, questo potrebbe essere un potenziale problema. A seconda della quantità di masse metalliche presenti nella parte superiore del traliccio, potrebbe crearsi un po' di degrado dovuto al blocco che queste masse possono generare. Con le torri radioamatoriali tipiche questo blocco è minimo per i sei metri o antenne HF situate subito sopra alla torre, mentre un array a 900 MHz o 432 MHz potrebbe subire un notevole degrado delle prestazioni, quindi si deve evitare di posizionare nelle immediate vicinanze della testa del traliccio antenne UHF o loop yagi per microonde in quanto la loro apertura potrebbe essere gravemente "bloccata".

### *Quindi cos'altro dovremmo evitare?*

Quelle dannate antenne paraboliche, già, le parabole possono essere un notevole limite, perchè a differenza delle yagi che producono un minimo blocco, esse appaiono come grossi blocchi solidi di metallo per le antenne a frequenza più bassa. Una parabola di tre o quattro piedi (90/120 cm di diametro) è un' enorme area di blocco! Si possono facilmente perdere diversi dB su banda UHF se tale parabola venisse montata accanto a una yagi UHF e in tutto questo il funzionamento della parabola non verrebbe minimamente condizionato. (vedi la **figura 9**)

Lo stesso si può dire per scatole metalliche e custodie resistenti alle intemperie come quelle che possono contenere transverters per microonde o amplificatori di potenza. Qualsiasi scatola di metallo che si trova all'interno dell'apertura di una loop-yagi per microonde causerà problemi.

Ad esempio, ho provato a montare un transverter 3456 MHz con associato un amplificatore da 45 watt vicino alla mia loop yagi 3456 MHz ed ho potuto misurare gli effetti di questa scatola su una gamma di antenne.

Non appena la scatola ha iniziato ad entrare nell'area di apertura della 9112LY (112 elementi loop yagi) ho potuto constatare la riduzione del guadagno, avvicinandola ancora di più e con la scatola completamente all'interno dell'area di cattura ho iniziato a vedere un importante calo del guadagno di circa 1 o 2 dB, questo calo si è riscontrato poi abbastanza conforme con i miei calcoli.

Alla fine ho finito per montare la scatola lateralmente per ridurre il footprint e l'ho abbassata di 14"(circa 35 **cm**) sotto la loop yagi.

Si fa fatica a ottenere guadagno a quelle frequenze, la perdita della linea di alimentazione è alta e anche i relè coassiali sono una fonte di perdita. La potenza RF è difficile da trasportare, quindi, perché sprecare il guadagno dell'antenna duramente ricercato per causa di una scatola di metallo posizionata male?

Perché buttarlo via?

Il punto da ricordare è la dimensione relativa dell'ostruzione rispetto all'area calcolata dell'apertura dell'antenna; a 3456 MHz l'apertura si riduce ulteriormente e le scatole di metallo a parità delle loro dimensioni fisiche, appariranno per l'antenna a 3456 MHz sempre più grandi!

Quindi, constatato quali danni provocano questi ingombranti ma necessari contenitori metallici, eviteremo di installare il "preamplificatore", il "transverter", l' "amplificatore di potenza" o altri tipici dispositivi esterni, vicinissimo alle nostre antenne ...nonostante la tentazione sia forte!

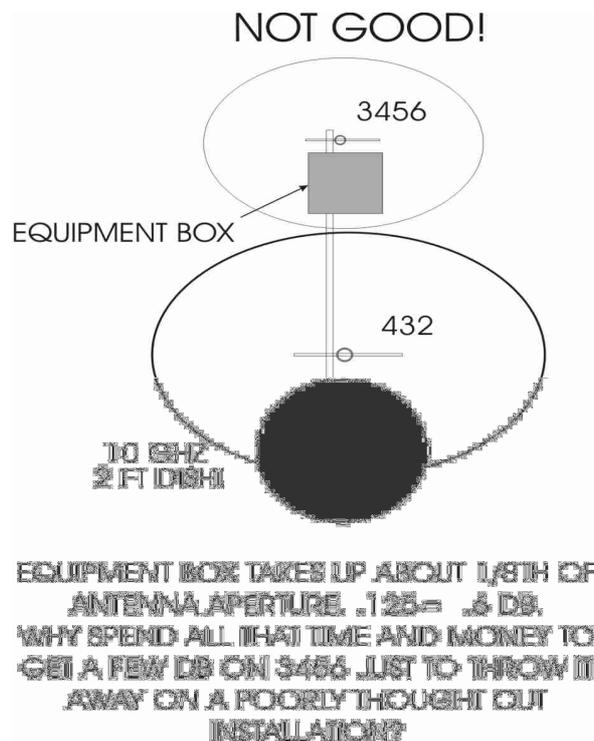


FIGURA 9.

**Quindi quali sono gli effetti da vedere quando le antenne si trovano troppo vicine?**

Bene, la prima cosa che si degrada è il diagramma di radiazione. Questo di solito non viene notato dall'operatore occasionale; i lobi laterali che normalmente sono a -25 dB possono salire fino a -19 dB (a meno che questo effetto non possa tornare comodo per l'operatore).

Per le variazioni di VSWR (ROS) potresti non accorgertene subito a meno che tu non abbia un analizzatore d'antenna (VNA) per misurarlo. Infatti, usando il tipico "VSWR-meter" da radioamatore o "rosmetro/wattmetro", percepiremmo solo cambiamenti "importanti" dei valori di VSWR e solamente nell'istante di misura di una singola frequenza, con il VSWR-meter non è possibile misurare contemporaneamente il comportamento dell'antenna sull'intera banda di frequenza.

Il mio parere è che se noti un cambiamento di VSWR, le antenne interagiscono sicuramente.

Ho provato a osservare varie loop-yagi su una gamma di antenne e volutamente ho cercato di avvicinare altre loop-yagi delle diverse bande, mentre osservavo la banda passante dell'antenna sotto test.

Con una loop yagi lunga 12 piedi (circa 3,6 mt), potrei portare un'altra antenna (frequenza diversa) entro circa 7 o 8 pollici (17-20 cm) (bordo loop / bordo loop) prima di vedere la banda passante o l' SWR essere disturbato!

Questa è una buona notizia per quelli che amano installare così tante antenne da "oscurare il sole"! Purchè non siano armonicamente correlate e si trovino su bande diverse è possibile installarle e con poche possibilità che qualcosa vada storto.

*A questo punto dovremmo aggiungere alcuni avvertimenti su altri effetti correlati.*

**Primo avvertimento - come già' osservato in precedenza:**

qualsiasi banda che sia armonicamente correlata può causare molti problemi quando le aperture si invadono. Mi vengono in mente 144 e 432 MHz idem per 432 e 1296 MHz. È una buona idea tenere queste antenne oltre le loro dimensioni di apertura. Alcuni radioamatori hanno riportato cattive interazioni tra tali combinazioni di antenne, ad esempio, una volta avevo otto yagi NBS-4.2 per i 432 montate in mezzo a quattro yagi per i 144 montate su un telaio ad "H".

Le yagi per i 144 erano le LPY di Oliver Swan, entrambi gli array funzionavano molto bene. Ricordo di aver sentito gli echi in CW a 432 ricevuti dalla luna un giorno al suo sorgere e questo ai tempi delle cifre del rumore di 2 dB!! La linea di alimentazione era un economica hardline per CATV da 3/4" 75 ohm e trasformatori adattatori a 50 ohm.

Ovviamente il sistema 432 non si era molto degradato, l'array 432 era all'interno dell'apertura delle yagi 144 e l'apertura 432 si estendeva leggermente oltre le yagi a 144 MHz.

### **Secondo avvertimento - considera l'accoppiamento di basso livello tra yagi:**

Solo perché due antenne possono coesistere l'una con l'altra non significa che l'energia dell'una non troverà la sua strada nell'altra. Ho fatto alcuni test con alcune antenne non simili e ho scoperto che a una distanza di circa 3 piedi (91 cm), si poteva stimare una perdita di accoppiamento di 30 dB tra i punti di alimentazione dell'antenna.

Cosa significa questo? Significa che 100 watt immessi nella tua DS222-10RS possono generare 100 milliwatt di energia a 222 MHz e finire sul connettore nel tuo bel ricetrasmittitore HF/VHF costato circa 3000\$!! Immagina le conseguenze!

Ora la perdita è maggiore per la spaziatura verticale rispetto alla spaziatura affiancata per le yagi, ma c'è ancora abbastanza energia che migra su questi stacks yagi a distanza ravvicinata tale da poter causare guasti di ogni tipo. È sempre una buona idea fare una verifica dopo aver assemblato l'array. Trasmittendo su una banda alla volta, la soluzione è semplice, scollegare le linee di alimentazione da qualsiasi preamplificatore o apparato radio quando non sono effettivamente in uso. Ciò può essere realizzato con i relè coassiali, più l'installazione è sicura, meno problemi si incontreranno.

Alcuni problemi si presentano per causa dell'energia RF che scende dalle linee di trasmissione, sono quei misteriosi guasti del preamplificatore o il peggioramento della sua figura di rumore e nei casi più gravi si annoverano anche frontend "fritti"!

Visto che siamo in tema, anche le antenne filari che hai attaccato alla stessa torre possono causare problemi, assicurati che tutti i preamplificatori montati sulla torre abbiano un bypass adeguato sulle linee di alimentazione CC per evitare che l'energia RF-HF entri nel preamplificatore o nell'alimentatore, se queste precauzioni non vengono implementate si possono verificare guasti.

1 KW in 80 metri può produrre grandi tensioni indotte sulle linee CC dei preamp. dei rotor, ecc.

I diodi di protezione sull'inversione di polarità notoriamente montati nei circuiti di alimentazione del preamplificatore, possono iniziare a fungere da raddrizzatori generando una tensione anomala al punto da far scoppiare i sensibili transistor FET in un millesimo di secondo!

Ho sempre controllato le mie antenne per l'accoppiamento incrociato dopo un'installazione, un buon misuratore di potenza per microonde è uno strumento eccellente per eseguire i test.

Accendi la tua stazione sui sei metri e controlla tutte le altre linee per l'eventuale ritorno di potenza RF. Aumenta la potenza lentamente per non avere sorprese e danneggiare il tuo strumento di misura. È buona norma per motivi di sicurezza mettere un attenuatore davanti alla testina di misura. Dovresti poter misurare da 30 a 50 dB di isolamento su tutte le bande, questa misura dovrebbe essere fatta anche con le antenne su diversi pali e torri, in tal caso è necessario ruotare ciascuna antenna e trovare il punto con il massimo trasferimento di energia.

Potresti rimanere sorpreso dai risultati, ho visto oltre 1 watt a 222 MHz scendere dalla linea di alimentazione dei 144 MHz! Inutile dire che ho subito acquistato e installato un buon filtro!!

Se non si dispone dei mezzi per misurare tali livelli di potenza, dovremmo supporre di avere oltre 100 milliwatt sulle altre linee di alimentazione e di conseguenza pianificare di scollegare le linee quando non vengono effettivamente utilizzate, oppure installare il filtro o altri dispositivi di protezione.

Spero che questa discussione ti abbia aiutato a comprendere le caratteristiche delle installazioni multiple di antenne. Molte brutte situazioni che possono sorgere possono essere evitate attraverso una buona pianificazione iniziale e seguendo queste semplici raccomandazioni.