

Antenne: qualche dato interessante

• IK8ESU, Domenico Caradonna •

In campo amatoriale è sempre valido il principio — non codificato ma dimostrato! — che una buona antenna costituisce il migliore amplificatore RF, specialmente perché è estremamente efficace sia in trasmissione che in ricezione.

CALCOLO TEORICO DEL GUADAGNO

Il guadagno di un'antenna o di un sistema di antenna, dipende dalla spaziatura o dall'area di cattura, per cui più tale superficie di captazione risulta ampia, tanto maggiore deve essere la spaziatura, per ottenere che le aree di cattura di ogni singola antenna non si sovrappongano con effetti deleteri di modifica dell'impedenza caratteristica di ognuna e di quella complessiva del sistema.

Questo effetto noto come "mutua impedenza" è, pertanto, direttamente proporzionale al grado di accoppiamento delle antenne.

È possibile calcolare il guadagno di un'antenna dalla sua ampiezza di irradiazione orizzontale e verticale, come mostrato nel nomogramma di figura 1.

Questo nomogramma è stato calcolato assumendo che non ci siano perdite di accordo o di altra natura, così che il guadagno reale fornito da un'antenna sarà leggermente minore.

Nel caso di un'antenna yagi il guadagno dipende principalmente dalla sua lunghezza; ciò, comunque, non è più vero come lo è stato in passato, dal momento che adesso è possibile calcolare le dimensioni ottimali di spaziatura degli elementi utilizzando un

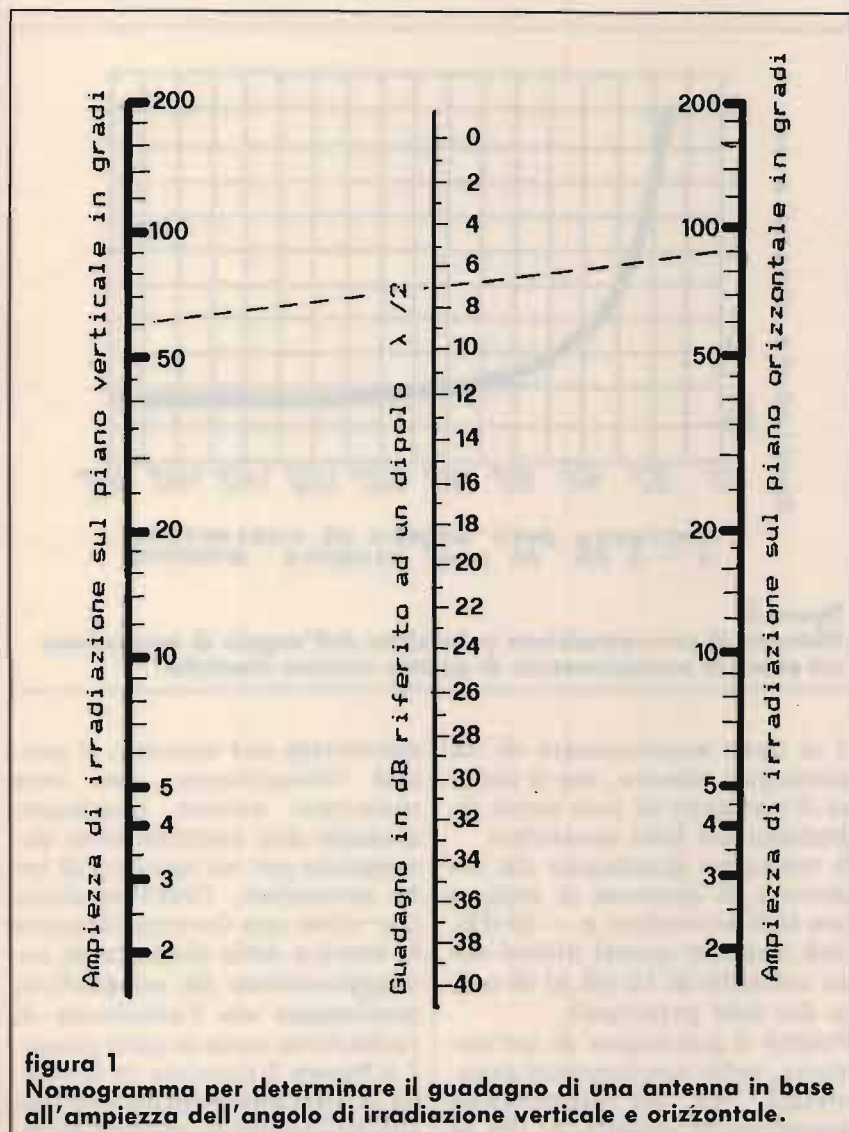


figura 1
Nomogramma per determinare il guadagno di una antenna in base all'ampiezza dell'angolo di irradiazione verticale e orizzontale.

computer.

Ciò ha permesso riduzioni considerevoli delle dimensioni complessive delle antenne yagi senza perdita di guadagno.

In particolare, in VHF, UHF ed oltre le dimensioni delle antenne sono ridotte e consentono di realizzare dei sistemi irradianti, anche complessi, con notevolissime caratteristiche di guadagno, con relativo basso angolo di radiazione, come, ad esempio, nelle comunicazioni EME (Earth-Moon-Earth).

ACCOUPLAMENTO DI ANTENNE

Un altro modo di incrementare il guadagno di un'antenna è di accoppiarne alcune identiche, sia sul piano verticale (**sovrapposizione**) che orizzontale (**affiancamento**), riducendo così l'angolo di radiazione in quel piano.

In teoria è possibile incrementare di **3 dB** il guadagno di una singola antenna quando è adottata una corretta spaziatura.

Partendo da un minimo di due antenne sovrapposte, la distanza ottimale tra esse varia da **0,75** a **2 λ** in funzione degli elementi (minimo 4, massimo 10).

Sfortunatamente, quando due o più antenne (sempre in numero pari) sono sovrapposte, si genera un certo ammontare di lobi secondari (laterali rispetto a quello principale), cosicché è necessario ottenere un compromesso sia per quel che riguarda la riduzione del guadagno, per avere il minor numero di lobi secondari, sia per accettare un certo numero di lobi secondari per raggiungere il massimo guadagno.

In altri termini, nella sovrapposizione di antenne, adottando spaziature modeste (ma sempre nei limiti sopra indicati, per evitare un dannoso effetto di mutua impedenza),

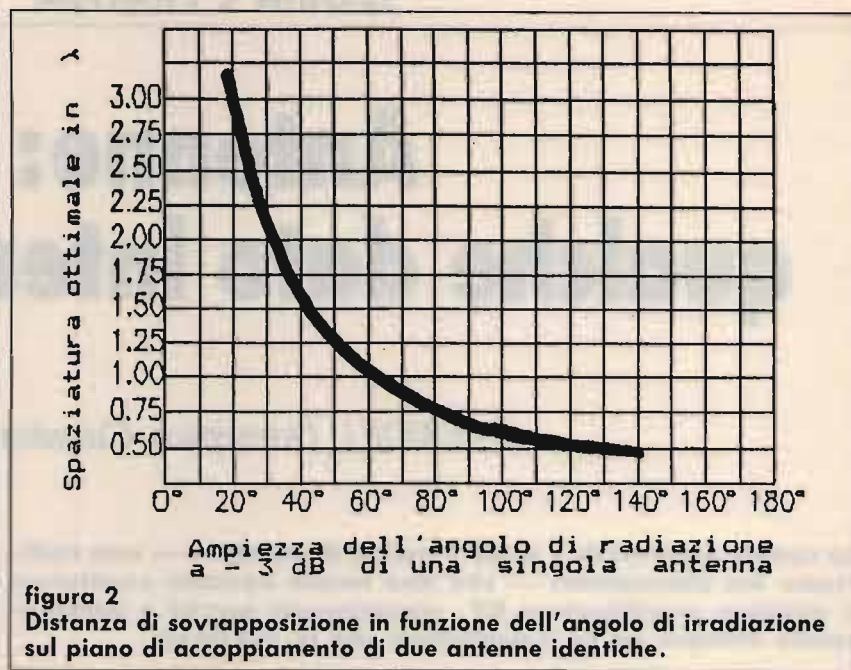


figura 2
Distanza di sovrapposizione in funzione dell'angolo di irradiazione sul piano di accoppiamento di due antenne identiche.

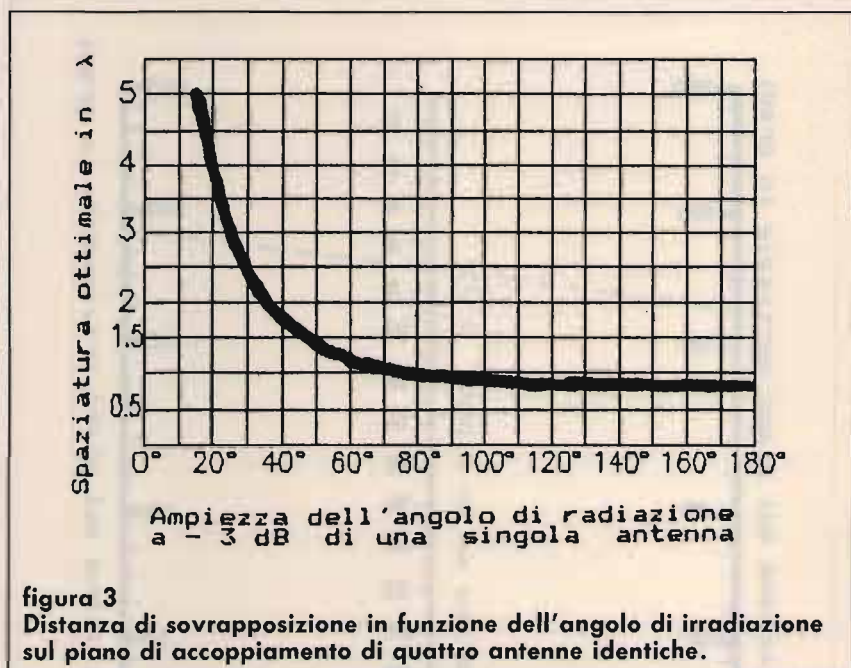


figura 3
Distanza di sovrapposizione in funzione dell'angolo di irradiazione sul piano di accoppiamento di quattro antenne identiche.

ci si deve accontentare di un guadagno minore, ma si ottiene il risultato di una netta riduzione dei lobi secondari.

Il massimo guadagno da un sistema di antenna si ottiene con lobi secondari a -10 dB, cioè quando questi ultimi sono soltanto di 10 dB al di sotto dei lobi principali.

Poiché il guadagno di un'antenna, nelle applicazioni amatoriali, ha un'importanza maggiore di quanto lo sia la

direttività del sistema, e poiché virtualmente non sarà mostrato nessun guadagno quando due antenne sono accoppiate per un minimo di lobi secondari, l'informazione che viene ora fornita consente la lettura della distanza di sovrapposizione da un grafico, qualunque sia l'ampiezza di radiazione nota in quel piano. La **figura 2** fornisce la distanza di sovrapposizione per due sistemi identici, mentre la fi-

gura 3 mostra un grafico simile, da utilizzare per la sovrapposizione di quattro antenne identiche su di un unico piano.

ADATTAMENTO

Presumendo che due antenne singole sono progettate per essere alimentate a bassa impedenza, il modo più semplice di interconnetterle, sovrapposte, ad una comune linea di alimentazione consiste nell'alimentare ciascuna antenna con un cavo coassiale di uguale lunghezza (multiplo di 1/2 onda elettrica).

Questi due alimentatori vengono, poi, connessi in parallelo e l'impedenza risultante di $Z \times 0,5$, viene incrementata al valore richiesto da un trasformatore ad 1/4 d'onda.

L'impedenza di questo trasformatore ad 1/4 d'onda può essere calcolata utilizzando la formula

$$Zl = \sqrt{Za \times Zf}$$

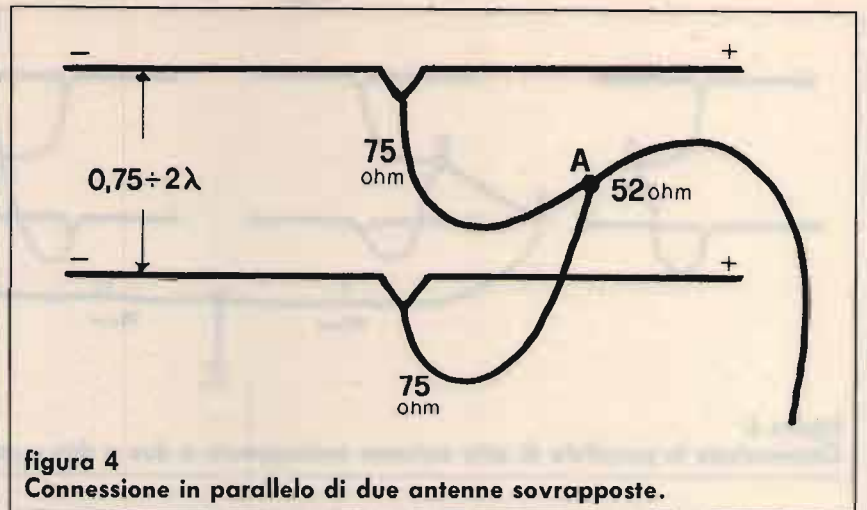


figura 4
Connessione in parallelo di due antenne sovrapposte.

Dove Zl è l'impedenza della linea $\lambda/4$, Za è l'impedenza caratteristica delle antenne connesse in parallelo e Zf è l'impedenza caratteristica del cavo alimentatore.

Praticamente, per accoppiare due antenne con impedenza di 52 ohm si devono utilizzare due tratti di cavo a 75 ohm lunghi multipli dispari di quarti d'onda, per cui nel

punto di giunzione della linea di alimentazione si avrà sempre 52 ohm.

In questo caso, la trasformazione viene fatta in salita da 52 a 104 ohm, che, in un accoppiamento in parallelo, danno 52 ohm.

Applicando la formula indicata ($\sqrt{Za \times Zf} = Zl$), avremo $\sqrt{104 \times 52} = 73$ ohm, come illustrato graficamente nella fi-

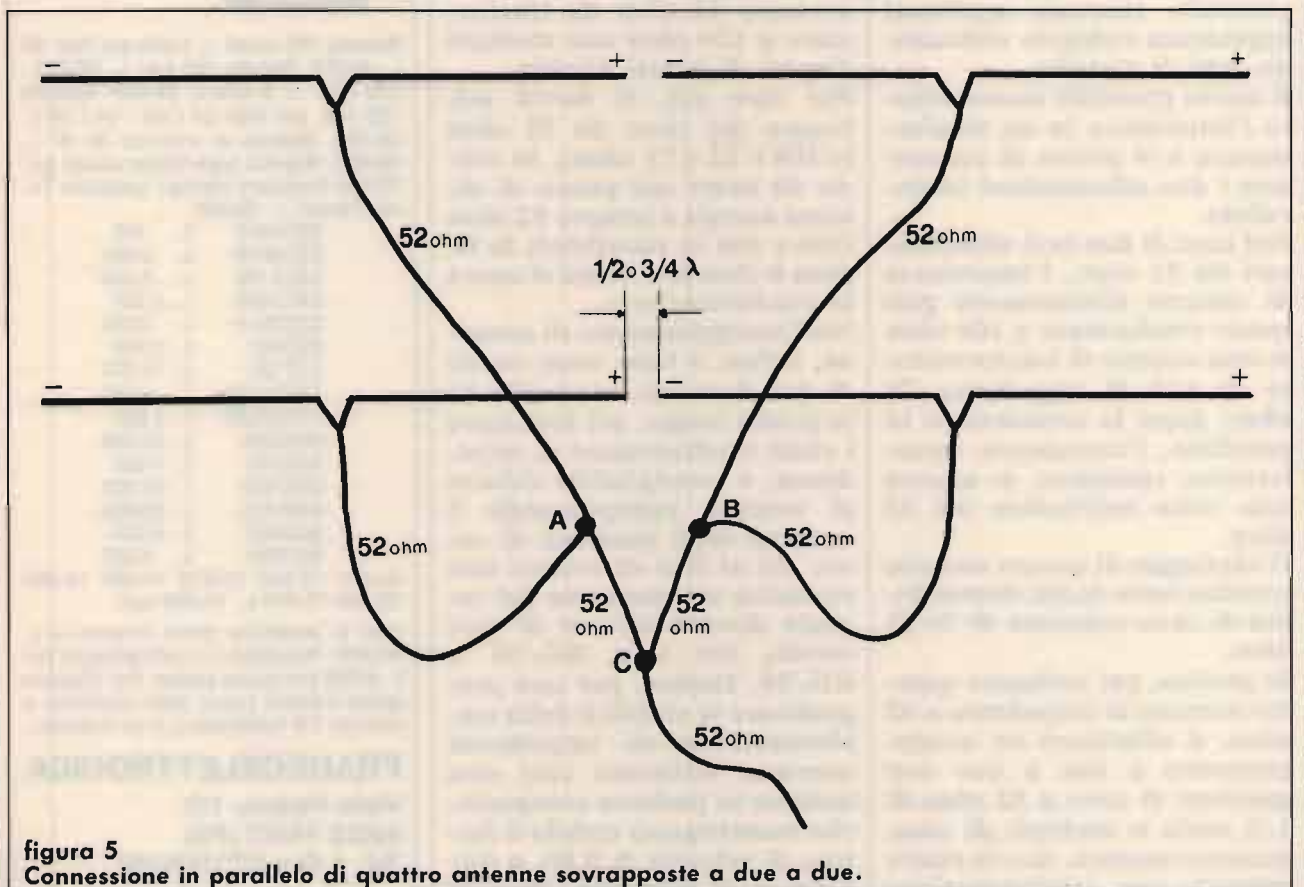


figura 5
Connessione in parallelo di quattro antenne sovrapposte a due a due.

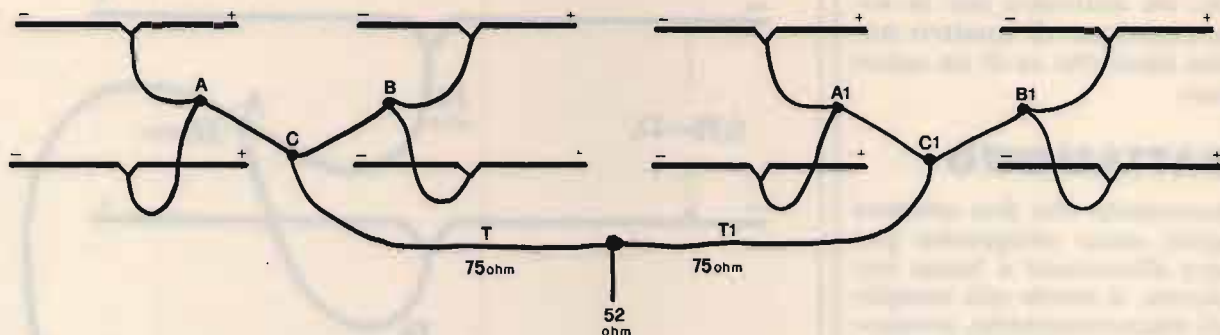


figura 6
Connessione in parallelo di otto antenne sovrapposte a due a due e collegate in due gruppi di quattro.

figura 4.

Nel caso di quattro antenne o più, si è visto che è meglio interconnetterle in gruppi di due antenne alla volta e poi collegarle ciascuno di questi gruppi nello stesso modo.

La difficoltà principale consiste nell'ottenere l'impedenza corretta per il trasformatore $\lambda/4$; comunque, la maggior parte dei fabbricanti fornisce anche i richiesti cavi di accoppiamento ed è naturalmente possibile ricavare qualsiasi impedenza richiesta utilizzando tubi di metallo.

È anche possibile incrementare l'impedenza in un trasformatore $\lambda/4$ prima di connettere i due alimentatori in parallelo.

Nel caso di due cavi alimentatori da 52 ohm, l'impedenza di ciascun alimentatore può essere trasformata a 104 ohm in una sezione di trasformatore di $\lambda/4$ di impedenza 75 ohm; dopo la connessione in parallelo, l'impedenza caratteristica risultante è ancora una volta nell'ordine dei 52 ohm.

Il vantaggio di questo metodo consiste nella facile disponibilità di cavo coassiale di 70-75 ohm.

In pratica, per collegare quattro antenne di impedenza a 52 ohm, si effettuerà un accoppiamento a due a due con spezzoni di cavo a 52 ohm di $1/2$ onda o multipli di essa; successivamente, dovrà essere operata una trasformazione

di impedenza da 26 ohm ($52 + 52$ ohm in parallelo) a 104 ohm ($\sqrt{104 \times 26} = 52$ ohm).

Nel punto C di connessione del cavo di alimentazione si otterranno, naturalmente, ancora 52 ohm; il tutto è visibile in figura 5.

Procedendo oltre, per accoppiare otto antenne (4 + 4) a 52 ohm, si dovrà operare la medesima trasformazione adottata per le 2 + 2, con la differenza che nei punti C e C1 si avranno 52 ohm da trasformare a 104 ohm con multipli dispari di quarti d'onda.

Per fare ciò, si dovrà utilizzare del cavo da 75 ohm ($\sqrt{104 \times 52} = 73$ ohm), in modo da avere nel punto di discesa ancora e sempre 52 ohm (104 + 104 in parallelo); la figura 6 chiarisce come si opera la trasformazione.

Nell'accoppiamento di antenne, infine, è bene tener conto di due elementi essenziali: A) in primo luogo, nel realizzare i citati trasformatori di impedenza, è consigliabile ridurre al minimo indispensabile il numero degli spezzoni di cavo; ciò al fine di evitare una eccessiva attenuazione del segnale dovuta all'uso di cavi sottili, del tipo RG/58 o RG/59. Inoltre, per non pregiudicare la stabilità della trasformazione di impedenza operata, utilizzare cavi con isolante in politene compatto, che mantengono stabile il fattore di velocità di 0,66, a differenza di altri tipi che non

danno affidabilità sotto questo aspetto; B) fare attenzione al rispetto della fase, quando si effettuano gli accoppiamenti, collegando i radiatori delle antenne tutti dallo stesso lato, come visibile nelle figura 4, 5 e 6.

CQ

NEW

Basetta 160 canali + 5 alfa per Alan 48 L. 48.000. Basetta 160 can. L. 38.000 - 120 can. + 5 alfa L. 38.000. Basetta 120 can. per Alan 34 / 68 / 44 / 48 L. 25.000. Basetta di potenza 30 W L. 59.000. Basetta espansione canali per 77/102 President Herbert Lafayette Texas Hawaii L. 39.000.

- 2SC1815 L. 300
- 2SC2078 L. 3.000
- 2SC2166 L. 3.500
- 2SC1969 L. 5.500
- 2SC2314 L. 2.000
- 2SD837 L. 2.000
- LC7120 L. 10.000
- TA7217AP L. 3.500
- TA7205AP L. 3.000
- MN3008 L. 25.000
- MN3101 L. 4.000
- MRF422 L. 55.000
- MRF455 L. 28.000
- MC3357 L. 4.500
- MC3361 L. 4.500

Quarzi 15.810 14.910 14.460 14.605 10.240 15.370 L. 10.000 cad.

Non si accettano ordini inferiori a L. 50.000. Spedizioni in contrassegno più L. 8.500 per spese postali. Per ricevere gratis il listino prezzi delle modifiche e ricambi CB telefonateci il Vs indirizzo.

FRANCOELETTRONICA

Viale Piceno, 110
61032 FANO (PS)
Tel. e Fax 0721/806487