

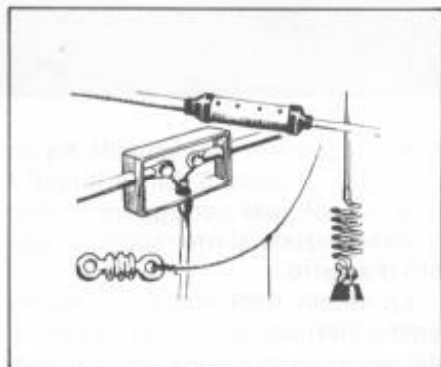
UNA 12 ELEMENTI PER IL DX IN 144 mettendo d'accordo semplicità ed efficienza

di Riccardo Bozzi IK5CON

Certamente l'elemento che più determina le prestazioni complessive di una stazione di radioamatore è l'antenna. È noto il detto «antenna da 100 dollari e trasmettitore da 10»; oppure un «Big Gun», cioè un radioamatore molto capace e competente, si distingue per avere un'eccellente impianto d'antenna. Non tutti i radioamatori possono comunque permettersi un impianto d'antenna ideale, composto da pregevoli monobanda o dal classico 'quattro per...'; questo per problemi di installazione e di... moneta. Comunque, ogni radioamatore, che si accinga a realizzare 'ex novo' un impianto d'antenna o a revisionare il vecchio, esamina con attenzione, non solo il prezzo, ma soprattutto le caratteristiche tecniche e le prestazioni che ogni Costruttore dichiara; questo perché, logicamente, ognuno di noi pretende il massimo dall'impianto d'antenna. Purtroppo se vi è un parametro estremamente difficile da controllare è proprio quello dell'effettivo guadagno d'antenna. La misura assoluta del guadagno di un'antenna è difficile da quantificare e soprattutto da effettuare se privi della necessaria esperienza e di sofisticate attrezzature. Per tutti coloro che volessero accostarsi a questi problemi, consiglio di consultare i testi riportati in bibliografia (in particolare 1).

La grande massa di dati circolanti e spesso contraddittori, nonché la effettiva mancanza di studi specifici, ha spinto il Governo Americano a compiere una ricerca sulle antenne di tipo Yagi-Uda, affidandola per conto del National Bureau of Standards, a Peter Vlezbicke (2).

Lo studio fu portato a compimento nel dicembre 1976 e si basò prin-



cipalmente su di un modello di yagi risuonante alla frequenza di 400 MHz. Lo studio fu successivamente integrato con elaborazioni matematiche ed i risultati forniti dal computer sono stati utilizzati per realizzare antenne che hanno confermato tutti i dati teorici. Su questo studio di capitale importanza sono stati editi numerosi articoli (3-4-5) che, forti di questa indagine tecnica, propongono la realizzazione di antenne Yagi con prestazioni di tutto rispetto e, soprattutto, aventi una serie di parametri che non sono il semplice frutto di 'pubblicità a fini commerciali'. Tutto questo è una notevole base di partenza per realizzare un'antenna dalle prestazioni certe; infatti il principale freno all'autocostruzione d'antenne è sempre stato il dubbio di realizzare qualcosa che poi fosse inferiore (come prestazioni) ad un equivalente modello commerciale. Altro ostacolo è certamente l'assemblaggio meccanico, croce e delizia di ogni OM.

Questo scoglio è stato superato, quando l'amico Tommaso Carnacina I4CKC ha proposto sulle pagine di Radio Kit un sistema intelligente

e valido per ancorare gli elementi dell'antenna al boom (6).

Questo sistema consta essenzialmente di 'blocchetti' in PVC aventi un foro quadrato $1,5 \times 1,5$ cm adatto ad essere utilizzato con boom quadrato di questa sezione, ed un foro di 5 mm di diametro, normale al foro quadrato e situato superiormente a questo. L'utilizzazione di questi 'blocchetti di PVC' o meglio di questi "moduli", permette di realizzare velocemente antenne multielementi con un minimo dispendio di fatica e denaro.

Purtroppo questi moduli hanno una grossa limitazione. Se effettivamente il loro utilizzo è estremamente agevole, occorre sottolineare che il foro per il boom di $1,5 \times 1,5$ non permette di utilizzare del tubo quadrato d'alluminio sufficientemente robusto per costruire delle Yagi di lunghezza (e quindi di prestazioni) elevate. Anche avendo l'accortezza di rinforzare il tutto con una culla, non risolve del tutto il problema della fragilità meccanica al di là di certe dimensioni, senza contare che con un boom di soli 1,5 cm di lato non ci si può permettere di eseguire grossi lavori di meccanica per non rischiare, forando e serrando troppo un tubo così esiguo, di trovarsi il tutto... adeguatamente sezionato!

Premesso questo, ho esaminato attentamente i vari modelli che lo studio NBS propone come standard base. Infatti ben sei sono le antenne Yagi - Uda che, con adeguati parametri di correzione, possono essere realizzate. Sinteticamente le possibilità sono:

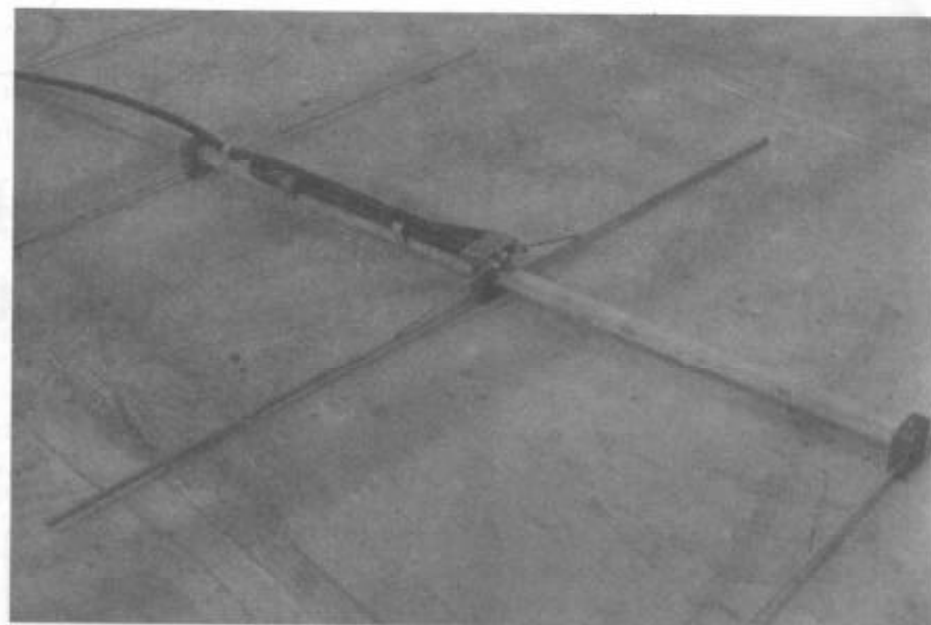
Lunghezza del boom in λ Guadagno effettivo
in dB rispetto al
dipolo semplice

0.4 λ (3 elementi)	7.1
0.8 λ (5 elementi)	9.2
1.2 λ (6 elementi)	10.2
2.2 λ (12 elementi)	12.25
3.2 λ (17 elementi)	13.4
4.2 λ (15 elementi)	14.2

Aggiungendo un riflettore del tipo trigonale, è possibile ottenere un ulteriore incremento di 0.75 dB sul guadagno totale. Tuttavia dalle prove fatte dal NBS, si è constatato che un effettivo vantaggio lo si ha solo per i modelli più lunghi, ossia per quelli con boom di 3.2 e 4.2 lunghezze d'onda.

Dalla tabella sopra riportata è intuitivo che, per lo meno in gamme 'basse' come i 144 MHz, non è possibile realizzare antenne lunghe 3.2 λ (circa 6,5 metri) e 4.2 λ (circa 8,8 metri), utilizzando un boom di tubo quadro di 1,5 cm di lato, adatto, cioè, ai moduli CKC. Da prove fatte sulla flessibilità di un tubo quadro di sezione 1,5 cm ho dedotto che l'antenna più convenientemente realizzabile è quella lunga 2.2 λ , ossia circa 4,6 metri.

Nello studio originale NBS, si è preso come riferimento un diametro degli elementi pari a 0.0085 λ ; utilizzando un apposito diagramma (1) è possibile ricalcolare la lunghezza degli elementi in funzione di una qualsiasi lunghezza d'onda e di un qualsiasi diametro degli elementi stessi. Il foro dei moduli CKC, adat-

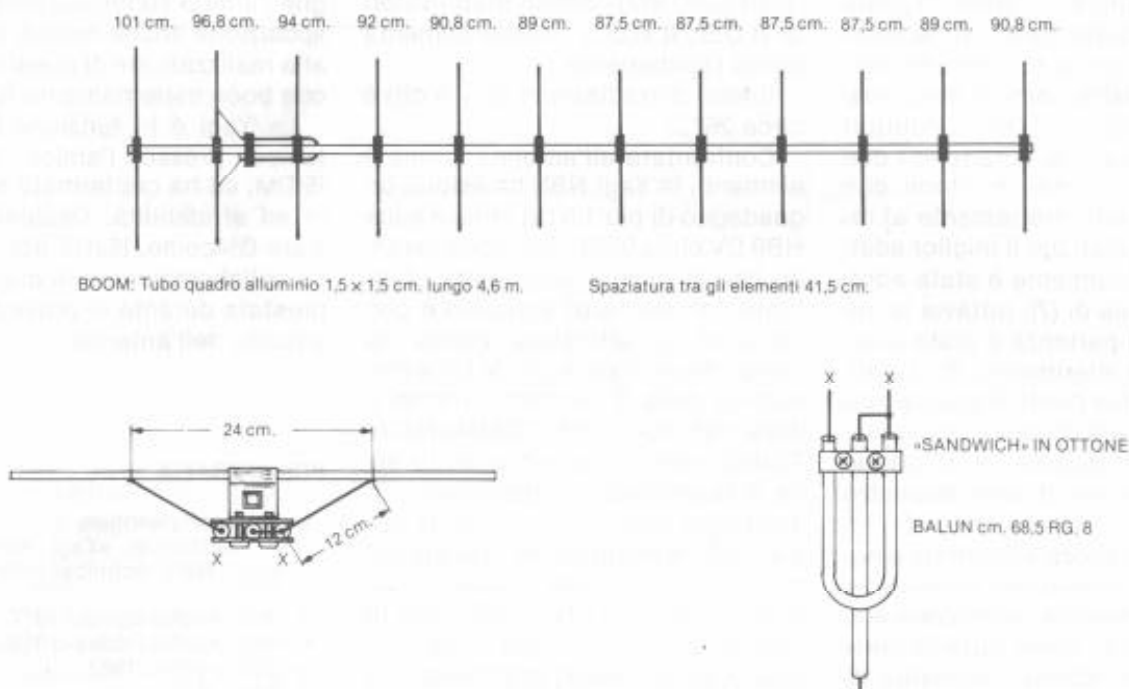


to ad accogliere gli elementi, ha un diametro di circa 5 mm e quindi i miei calcoli, per correggere il dato di base iniziale si riferiscono a questo diametro.

Lo studio NBS prende in esame anche l'influenza che ha il diametro del boom sulla lunghezza degli elementi, apportando correzioni, in fase di calcolo, in funzione del diametro del boom stesso. Se, tuttavia, gli elementi sono elettricamente isolati dal boom metallico, non è necessaria alcuna correzione. Devo comunque sottolineare che in fase di verifica delle prestazioni ho riscontrato alcune anomalie. Infatti l'antenna da me realizzata è stata calcolata per una frequenza di risonanza pari a 144.350 MHz e, nonostante che gli

In fotografia è ben visibile il radiatore con relativo adattatore a 'delta' nonché il balun (68,5 cm). I moduli sono stati fissati al boom con viti autofilettanti in acciaio inox. Anche gli elementi sono tenuti in sede con lo stesso metodo. La spaziatura per tutti gli elementi è normalizzata in 0.2 λ , 41,5 cm.

elementi fossero isolati, perché montati sui moduli CKC in PVC, ho riscontrato uno spostamento della frequenza di risonanza verso l'alto di circa 500 kHz, come se gli elementi fossero virtualmente più corti del dovuto, ovvero come se fossero montati direttamente su un boom metallico. Per questo, consiglieri, per gli amanti della sperimentazione, di calcolare la risonanza dell'antenna di circa 200/300 kHz più in



basso della frequenza di risonanza desiderata, questo per lo meno in 144 MHz.

Scelta la lunghezza ottimale per la 'nostra' yagi, ho accuratamente calcolato le dimensioni del riflettore, del radiatore e dei direttori, secondo la tabella sotto riportata:

- lunghezza del boom: 4,6 m
 - lunghezza del radiatore: 96,8 cm, diametro 6 mm
 - lunghezza del riflettore: 101 cm, diametro 5 mm
 - lunghezza del direttore n. 1: 94 cm
 - lunghezza del direttore n. 2: 92 cm
 - lunghezza dei direttori n. 3 e n. 10: 90,80 cm
 - lunghezza dei direttori n. 4 e n. 9: 89 cm
 - lunghezza dei direttori n. 5, n. 6, n. 7, n. 8: 87,5 cm
- La spaziatura è per tutti di: 41,5 cm.

Il diametro dei direttori è di 5 mm, ed il materiale è alluminio.

Per quanto riguarda il radiatore, questo è stato realizzato in ottone. È da notare che tutte, o quasi tutte, le antenne del tipo Yagi hanno i direttori di lunghezza decrescente; lo studio del NBS ha rilevato che ciò non è sempre vero, quindi lunghezze apparentemente 'strane' per gli ultimi direttori, non sono errori di stampa.

Lo studio effettuato dallo NBS non menziona i sistemi di adattamento fra linea di alimentazione e radiatore. Le realizzazioni che sono state proposte dai vari articolisti che hanno attentamente esaminato i risultati dello studio NBS, sono orientate sull'adattamento a «delta». Onestamente non ho avuto l'occasione di verificare diverse soluzioni rispetto a quella proposta.

Probabilmente la scelta del 'delta match' è stata dettata più per motivi di realizzazione pratica che da 'sofferti studi'. È comunque assodato che l'alimentazione di una qualsiasi antenna tramite una linea bilanciata crea meno grattacapi che se venisse adoperata una corrispondente alimentazione sbilanciata. Infatti il 'delta' è un sistema simmetrico d'alimentazione (ovviamente adoperando il necessario balun a $\lambda/2$), e chi non conosce i numerosi problemi (specialmente in HF) derivati dall'irradiazione del cavo di discesa. Effettivamente il sistema del delta + balun offre valide garanzie per quanto riguarda la simmetria del lobo e le problematiche legate all'irradiazione della linea di discesa, tuttavia occorre considerare anche il rovescio della medaglia. È noto che il sistema a delta è necessariamente un adattamento da alta a bassa impedenza; non è infrequen-

te il caso di variazioni di R.O.S. e impedenza in presenza di umidità atmosferica.

Detto questo, per quanto riguarda il dimensionamento dell'antenna, è bene accennare alla parte meccanica.

Il boom è stato ricavato da un tubo quadro di 1,5 cm di lato. Questo è una barra standardizzata di 6 metri e, ricavato il boom vero e proprio, il resto è stato utilizzato per la culla di rinforzo.

Questa è stata ancorata, tramite rivettatura in alluminio, al boom utilizzando una serie di 8 rettangoli d'alluminio di dimensioni 2,5 x 7 cm e 1,5 mm di spessore. Calcolato il baricentro dell'antenna si è provveduto a reperire un giunto del tipo utilizzato per le antenne televisive commerciali e, forato il boom, è stato adeguatamente applicato. Questo tipo di giunto è facilmente reperibile presso tutti i rivenditori di materiale TV e permette di utilizzare dei mast sino a 48 mm di diametro.

Come accennato, il sistema di adattamento fra linea di trasmissione e radiatore è ottenuto tramite balun e delta match. La realizzazione pratica è stata fatta serrando le parti terminali del balun, realizzato con RG 8 a/U, e la parte iniziale del cavo di discesa, in un «sandwich» di due rettangoli d'ottone. Il tutto è stato direttamente fissato sulla parte in-

feriore del modulo in pvc che sorregge il radiatore in ottone, tramite due viti autofilettanti in acciaio inox. La fotografia n. 1 è molto eloquente e mostra come è stato realizzato il prototipo. Dai conduttori centrali del cavo si dipartono i due adattatori, anch'essi in ottone, che saranno saldati direttamente al radiatore e regolati per il miglior adattamento. Inizialmente è stata adottata la formula di (7), tuttavia la miglior base di partenza è stata prendendo come riferimento (8). La distanza tra i due punti di ancoraggio sul direttore è di circa 24 cm, la lunghezza delle bacchette di ottone circa 12 cm ed il loro diametro 3 mm.

Per quanto sopra accennato è necessario, a montaggio ultimato e dopo la necessaria ottimizzazione, spalmare molto bene tutte le parti del balun con adesivo sigillante di tipo siliconico.

La veloce realizzazione e le ottime prove, condotte velocemente, appena terminato il montaggio, mi hanno spinto ad effettuare alcune misure più accurate, con riferimento ad alcuni metodi utilizzati ormai da molti OM (9-10).

L'antenna è stata collocata a circa 30 m su di un tetto a terrazza prospiciente il mare e come termine di riferimento sono state utilizzate un HB 9CV ed una Tonna 9 elementi.

I risultati delle prove sono stati:

R.O.S. a 144.100 MHz = 1:1,9
 R.O.S. a 144.350 MHz = 1:1,6
 R.O.S. a 144.850 MHz = 1:1,3
 R.O.S. a 145.500 MHz = 1:1,7

Al di fuori dei limiti estremi nei quali sono stati determinati i valori di R.O.S., il R.O.S. stesso aumenta molto rapidamente.

Il lobo d'irradiazione (a -3 dB) è circa 26° .

Confrontata all'antenna Tonna 9 elementi, la Yagi NBS ha esibito un guadagno di più 1,5 dB circa e sulla HB9 CV circa 9 dB. Ora, considerando che le misure sono state effettuate con un certo scrupolo e con attrezzatura affidabile anche se non professionale, e che le Ditte produttrici della 9 elementi (Tonna) e della HB 9CV (VHF COMMUNICATIONS) sono certamente molto serie e responsabili e dichiarano un guadagno rispettivamente di 14 dBi e 4,5 dB, la misurazione rilevata sul prototipo Yagi NBS appare certamente efficace e i 12,25 dB (circa 16 volte in potenza e circa 4 volte in tensione) ci sono effettivamente tutti.

Da quanto sopra esposto è evidente che l'impegno 'finanziario' e il tempo speso sono veramente esigui; se poi vi sommiamo le eccellenti prestazioni, rilevate anche dalle prove effettuate, non c'è dubbio che tutto parli a favore di questa efficiente Yagi.

Come più volte ripetuto, il vero limite alla realizzazione di queste antenne, realizzate con i moduli CKC, sono proprio quest'ultimi. Se, infatti, si vuole realizzare antenne ad alto guadagno e quindi con una lunghezza di boom elevata, occorre necessariamente adoperare un tubo quadro con sezione di almeno 2/2,5

cm di lato: forse leggendo queste righe l'amico Tommaso metterà a disposizione anche moduli più adatti alla realizzazione di queste antenne con boom estremamente lunghi.

La Yagi è in funzione da molto tempo presso l'amico Massimo I5IDM, ed ha confermato prestazioni ed affidabilità. Desidero ringraziare Giacomo, I5JUX per la preziosa collaborazione e la disponibilità prestata durante le prove di messa a punto dell'antenna.

BIBLIOGRAFIA

- 1) UHF compendium.
- 2) P. Vierzbieckie, «Yagi Antenna Design» NBS technical note 688 dec. 1976.
- 3) Ham Radio, agosto 1977.
- 4) Ham Radio, febbraio 1980.
- 5) QST, agosto 1982.
- 6) Radio Kit
- 7) ARRL Antenna Book, pp. 5,13.
- 8) Radio Handbook 21 ed. pp. 26,10 W. Orr W6SAI.
- 9) QST ottobre 1977, agosto 1981, novembre e dicembre 1982.
- 10) Ham Radio, marzo 1978.



TORINO Punto vendita



SITELCO
Via dei Mille - Tel. 8398189

ROMA Punto vendita



TODARO & KOWALSKY
Via Orti di Trast. 84 - Tel. 06/5895920