

Antenna MOXON da radiocaccia per i 2 metri

di IKØDWJ - Email: ik0dwj@qsl.net

Durante le esercitazioni didattiche di radiolocalizzazione nel bosco di S. Angelo alle pendici del M. Fogliano, vicino Vetralla, ho potuto verificare l'incidenza dell'impatto che un'antenna può avere in un equipaggiamento leggero da radiocaccia, determinandone così i suoi quattro requisiti fondamentali: l'efficienza, la *leggerezza*, l'*impugnatura bilanciata* e l'*ingombro minimo*, al fine di avere una giusta direttività senza appesantire il braccio e risultare d'impaccio negli spostamenti su terreni impervi e in spazi limitati da rami e cespugli. Il guadagno frontale tipico di un'antenna yagi 3 elementi è considerata la configurazione minima che concilia efficienza e libertà di movimento, ma ciò perde d'importanza se si dovessero impiegare dispositivi riceventi specifici per la radiocaccia come lo "sniffer" o i misuratori di campo autocostituiti con amplificazione del livello del segnale ricevuto di tipo esponenziale. Nel tentativo di rendere più maneggevole una normale 3 elementi yagi, soprattutto per ovviare al problema dell'ingombro e della piegatura degli elementi durante la ricerca delle volpi, sono stati utilizzati per la sua costruzione elementi flessibili a nastro metallico ricavati da un flessometro di larghezza standard di 25 mm e ottimizzati su un boom ridotto rispetto ai canonici $0,3\lambda$ e un adattatore d'impedenza hairpin. Denominata semplicemente "antenna metro", soddisfa gli scopi previsti, tuttavia presenta anche degli inconvenienti, gli elementi flessibili sono soggetti a sbandierare se investiti da un vento anche moderato, un maggior rapporto fronte/retro lo si è ottenuto a scapito del guadagno frontale, inoltre l'impiego del balun 1:1 a choke ne rende leggermente difettoso il puntamento perché il suo effetto simmetrizzante non è ottimale. Tutto questo mi ha indirizzato verso un'antenna yagi 2 elementi che essendo più corta ne riduceva sia i compromessi costruttivi sul boom sia l'obbligo di usare elementi a nastro e avrebbe pertanto offerto

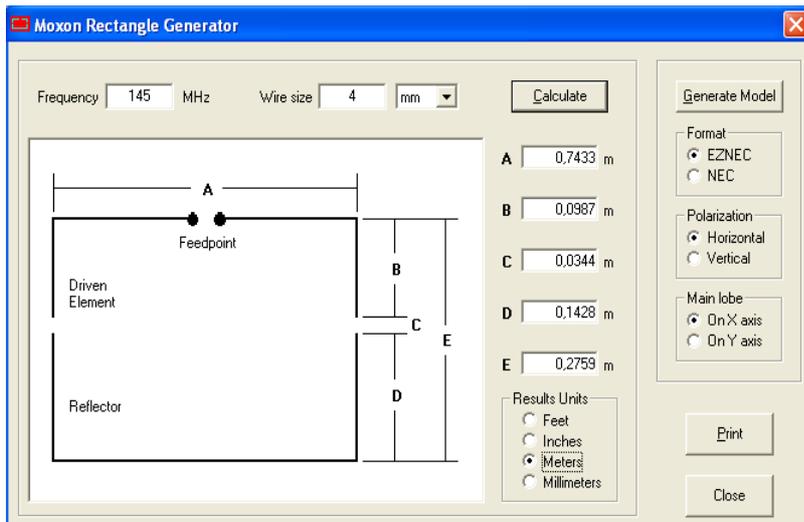


La mia 2 elementi yagi da radiocaccia sui 2 m, con dipolo ripiegato realizzato tramite una piattina bifilare da 300Ω .

un margine superiore nella ottimizzazione del guadagno frontale, infine l'utilizzo di un balun più appropriato avrebbe risolto con maggiore efficacia la dissimmetria dei lobi. Da questi presupposti sono derivate un paio di versioni di 2 elementi yagi ottimizzate, una con dipolo ripiegato formato da una piattina "twin lead" da 300Ω e l'altra con una scaletta "ladder line" da 450Ω , utilizzando il classico balun coassiale 4:1. Provate sia nella configurazione iniziale con il riflettore e poi anche con il direttore, dando questa la migliore risposta, infatti il corpo dell'operatore può interagire simulando il riflettore, aumentandone così l'efficienza. Poi ho avuto l'occasione di provare un'antenna con una adempienza simile ma più compatta, la moxon, la cui caratteristica di avere un'impedenza prossima ai 50Ω resistivi e di usare solo un balun 1:1 me la faceva preferire. Non mi rimaneva che costruirla e confrontarla sul campo con la mia 2 elementi yagi con direttore visibile nella foto a sinistra.

Cercando in rete maggiori informazioni sulla moxon, ho trovato un programma specifico di calcolo dimensionale chiamato "MoxGen",

scaricabile da qui: <http://moxonantennaproject.com/design.htm>



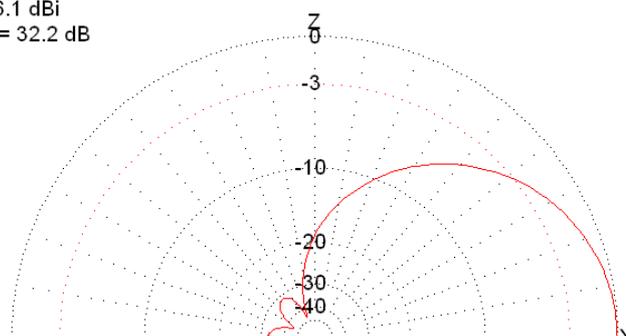
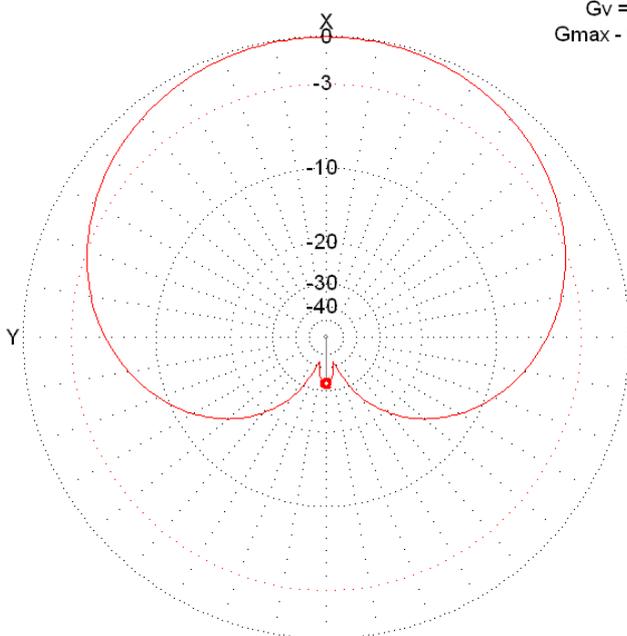
Videta di calcolo del programma MoxGen.

L'antenna che viene calcolata da questo programma è ottimizzata, non ha bisogno di aggiustamenti. Per gli elementi ho utilizzato dei tubetti di ottone da 4 mm di diametro. Inserendo la frequenza di lavoro e la sezione del tubetto in millimetri, come vedesi nella interfaccia grafica utente a sinistra, si ottengono le misure indicizzate da corrispondere poi alle relative quote dimensionali dello schema grafico relativamente predisposto che ne semplifica la costruzione. Le misure ottenute in spazio libero con il programma MoxGen sono state poi riportate per una verifica

su MMANA, uno tra i migliori programmi di analisi antenne, i cui sottostanti diagrammi polari ne hanno confermato le prestazioni, come anche le prove strumentali in una situazione di terra reale.

+90 dg

Azimuth angle = 179 dg
Gv = -26.1 dB
Gmax - Gv = 32.2 dB



Ga : 6.04 dBi = 0 dB (Polarizzazione Verticale)
Gh : 3.89 dBd
F/B: 25.41 dB; Posteriore: Azimut 60 gradi, elevazione 60 gradi
Freq: 145.000 MHz
Z: 48.729 - j6.754 Ohm
ROS: 1.1 (50.0 Ohm),
Elev: 0.0 gradi (Spazio libero)

Come si nota nella foto successiva con "sniffer" installato, e come già in altre mie realizzazioni di antenne per radiocaccia, per il sistema di fissaggio sul boom degli elementi ho utilizzato rispettivamente una guida per supporti Gewiss art.50609 ancorata su un supporto a collare GW 50608 fissato su un tubo rigido Ø 32 mm, lungo 45 cm, e fascette per cablaggi per il fissaggio dei tubetti di ottone sulle guide mediante basette GW 52226. Infine per il sostegno dello sniffer sono stati utilizzati due supporti a collare Fischer SCN32, vedi in dettaglio più avanti. Per l'impugnatura ho utilizzato un tubo isolante termico in polietilene dello spessore di 6 mm e Ø interno di 30 mm che rende una presa comoda e sicura.



La Moxon di IKØDWJ pronta per la radiocaccia.



La maneggevolezza di una Moxon da radiocaccia è eccellente.

Qui di seguito la descrizione delle fasi di autocostruzione

Taglio a misura dei tubi di ottone

Nel prototipo avevo tagliato a misura i tubetti di ottone in 7 parti, due pezzi di lunghezza “A” (vedi dati dimensionali), due di lunghezza “B” e due di lunghezza “D”. Il tubetto “A” destinato al dipolo l'ho tagliato ulteriormente in due parti accorciati di 3 mm ciascuno per creare i punti di saldatura del balun. Nella versione successiva, vedi foto sopra, anziché la saldatura agli angoli ho optato per la piegatura dei tubi di ottone con una tecnica derivata da quella utilizzata sui tubi PVC nel campo elettrico, adoperando, al posto della molla piega tubi, un filo di nylon da 3 mm che si è infilato in modo preciso nel tubo di ottone da 4 mm. Dopo la piegatura a mano eseguita con la semplice pressione delle dita dei pollici sul tubo, il lungo filo di nylon è stato sfilato e in parte riutilizzato per creare il supporto distanziatore (isolante) del tratto “C” rinfilandolo quanto basta. Per renderlo stabile l'ho poi bloccato sul tubo di ottone con pinza crimpatrice, come si può notare dalle foto.

Sistema adottato per la saldatura nel prototipo

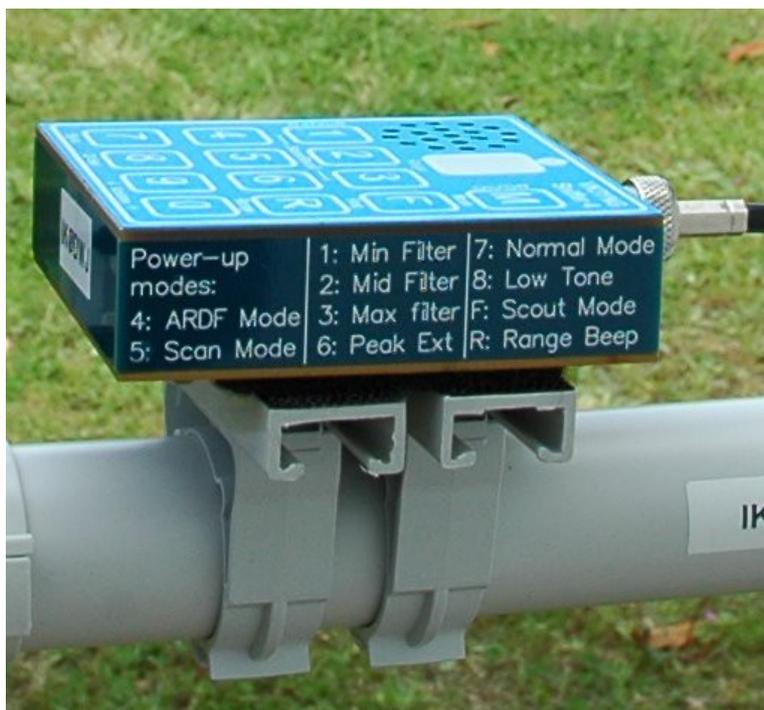
Per il riflettore ho preso il tubetto “A”, quello intero, e ho saldato con lo stagno alle estremità ad angolo i rispettivi tubetti “D”.

Per migliorare la tenuta della saldatura ho infilato all'interno dei tubi un angoletto realizzato con filo di rame di circa 3 mm di diametro, ricavato da uno spezzone di corda di rame da 50 mm². Ho saldato anche gli altri tubetti “B” rispettivamente alle estremità delle due sezioni del tubo “A”, preventivamente tagliato al centro per formare i due bracci del dipolo. Nella versione definitiva invece i tubetti sono stati tagliati solo in 4 pezzi leggermente più lunghi e tagliati poi a misura solo dopo la piegatura nella modalità specificata. In particolare anche il riflettore è stato diviso in due bracci e poi ricollegati mediante capicorda a occhiello, questo solo per favorire la messa in asse delle due piegature laterali, ma anche perchè i tubetti da 4 mm di ottone erano disponibili solo nella lunghezza di un metro e quindi sarebbero risultati troppo corti per il riflettore, infatti $A+2D=0,7433+(2 \times 0,1428)=1,029$ m

Supporto per lo sniffer

Il supporto è stato previsto a misura per lo sniffer, utilizzando due collari Fischer NC32 e due pezzi della guida per supporti Gewiss tagliati alla misura di 7 cm ciascuno.

Poi ho incollato rispettivamente sopra le guide, sagomando con le forbici, il velcro maschio, ottenendo alla fine quello che si vede nel particolare ingrandito dell'immagine a lato dove è stato già applicato sopra lo sniffer. Alla base sui due lati dello sniffer erano stati incollati rispettivamente una striscia di velcro tipo femmina; essi dovranno risultare paralleli al



boom e ortogonali alle due guide di appoggio. La tenuta del velcro è formidabile. Questo sistema è efficace anche per fissare tenacemente altri dispositivi ausiliari, per esempio un trasmettitore audio bluetooth per dotare lo sniffer di una cuffia senza fili, ma altre applicazioni sono possibili secondo le proprie necessità.

Balun coassiale 1:1 e sistema di connessione

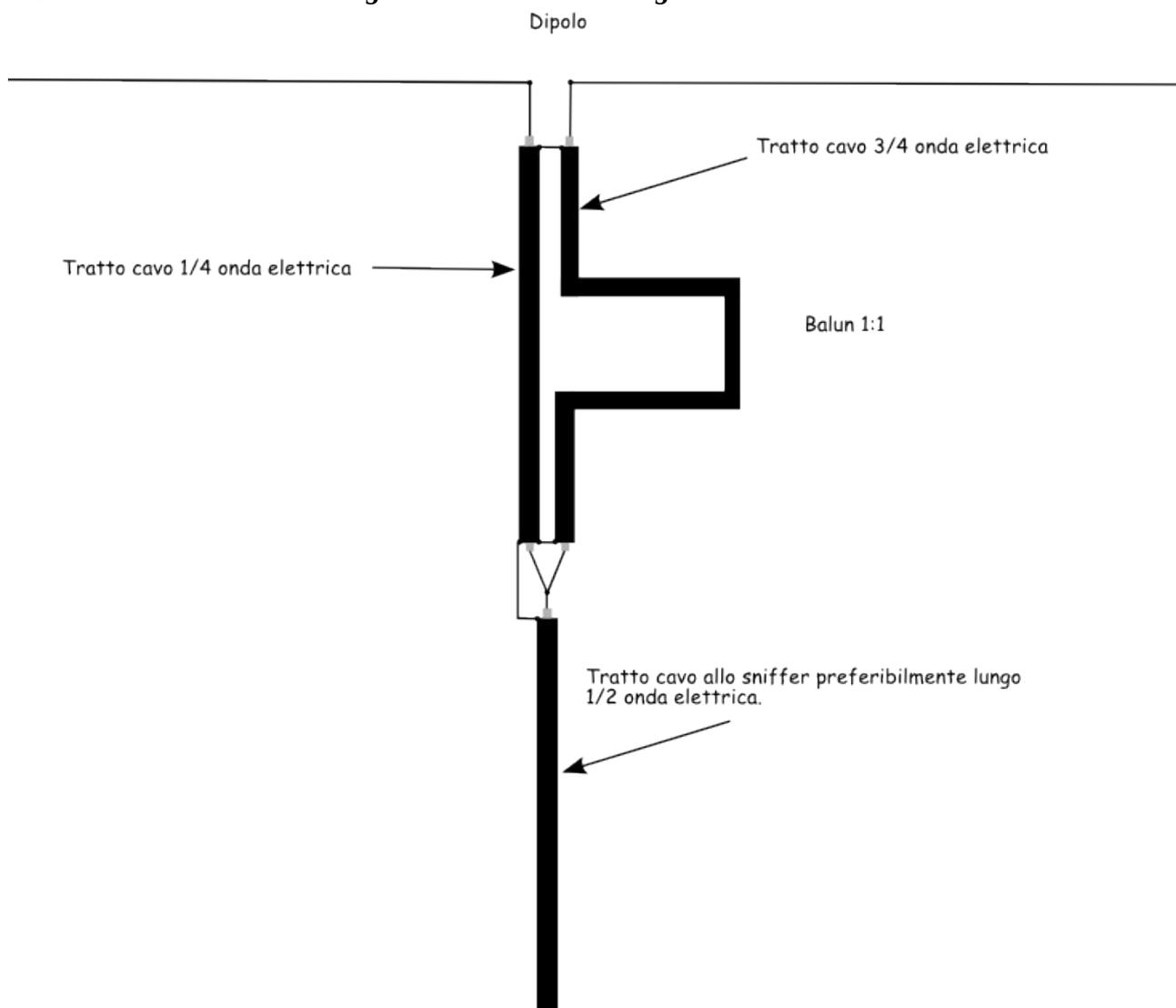
Dato che l'antenna è bilanciata, per evitare deformazioni nel lobo di radiazione o ricezione che è lo stesso, ho utilizzato un balun coassiale 1:1 realizzato con due spezzoni di cavo RG58, uno lungo 1/4 d'onda e l'altro lungo 3/4 d'onda, poi moltiplicati rispettivamente per il fattore di velocità del cavo. Il balun fa sì che nel punto centrale di collegamento al dipolo si sviluppino due tensioni in opposizione di fase, una in ritardo di 90 gradi e l'altra sfasata in ritardo di 270 gradi.

L'antenna è stata calcolata sulla frequenza dei 145 MHz, questi sono i dati dimensionali e costruttivi del balun suddetto:

Lunghezza spezzone da 1/4 = $[(300/145) \times 0,66] / 4 = \mathbf{0,341 \text{ m}}$

Lunghezza spezzone da 3/4 = $[(300/145) \times 0,66 \times 3] / 4 = \mathbf{1,024 \text{ m}}$

Il balun coassiale 1:1 va collegato come da schema seguente:



Il balun è stato alloggiato dentro il boom di PVC Ø 32 mm.

Test effettuati su campo aperto a un'altezza da terra di 1,5 metri

Strumenti utilizzati e misure comparative rispetto altre tipologie di antenna

- Come generatore di segnale uno dei trasmettitori utilizzati per le volpi con potenza out di 0,15 W.
- L'analizzatore di spettro di un misuratore di campo per i vari livelli di segnale rispetto un dipolo di riferimento appositamente predisposto.
- Ponte riflettometrico e un generatore di rumore RF per la misura del return loss.

Misure effettuate relative alla Moxon con balun coassiale 1:1			
Return Loss	Guadagno	Rapporto Fronte/Lato	Rapporto Fronte/Retro
25 dB	4 dBd	7 dB	25 dB

Misure effettuate relative alla 2 elementi yagi, usando una piattina "twin lead" da 300 ohm come dipolo ripiegato e balun coassiale 4:1			
Return Loss	Guadagno	Rapporto Fronte/Lato	Rapporto Fronte/Retro
~12 dB⁽¹⁾	4 dBd	8 dB	15 dB

Misure effettuate relative alla 2 elementi yagi, usando una piattina "ladder line" da 450 ohm come dipolo ripiegato e balun coassiale 4:1			
Return Loss	Guadagno	Rapporto Fronte/Lato	Rapporto Fronte/Retro
20 dB	4 dBd	7 dB	12 dB

Misure effettuate su una 3 elementi yagi, usando una piattina "twin lead" da 300 ohm come dipolo ripiegato e balun coassiale 4:1			
Return Loss	Guadagno	Rapporto Fronte/Lato	Rapporto Fronte/Retro
34 dB	7 dBd	10 dB	20 dB

⁽¹⁾ Portata volutamente la risonanza leggermente più in basso da un direttore più lungo di quello calcolato, ciò ha influito negativamente sul return loss ma ha permesso di passare da un rapporto F/R di 12 a 15 dB, e un rapporto F/L da 7 a 8 dB, rimanendo praticamente invariato il guadagno rispetto al dipolo di riferimento.

Da questo si evince che una moxon è preferibile rispetto una 2 elementi yagi per alcune ragioni: per una maggior compattezza (dato per me essenziale) e per il maggior rapporto F/R rispetto tutte le antenne di riferimento considerate. Per contro la 2 elementi con il dipolo twin lead e direttore leggermente allungato, ha dimostrato un minimo vantaggio rispetto la moxon di solo 1 dB sul rapporto F/L. La 3 elementi yagi studiata per il massimo guadagno è superiore anche nel rapporto F/L sia alle 2 elementi che alla moxon, ma ciò avviene al prezzo di un maggiore ingombro, purtuttavia il rapporto F/R risulta nettamente inferiore ad una moxon.

Sul campo è la dinamica dello strumento preposto alla misurazione del livello di segnale a consigliare la scelta di un'antenna. Se si fa affidamento su un RTX portatile da palmao o scanner, allora una 3 elementi yagi può essere effettivamente la configurazione minima. Con dispositivi dedicati invece, una moxon o una due elementi yagi possono risultare le antenne ottimali, offrendo un peso e ingombro minori. La minor efficienza nel guadagno in avanti rispetto alla 3 elementi yagi si traduce in una maggiore trasportabilità, minor disturbo nei movimenti, affaticamento minore durante la radiolocalizzazione e di conseguenza un miglior recupero fisico post esercitazione.

La 2 elementi yagi con dipolo ripiegato twin lead, come si vede nella foto a pag. 1, sebbene di pochissimo più pesante della moxon, sembra in mano pesare di meno perché perfettamente equilibrata, l'impugnatura è effettuata nel baricentro tra la distanza che separa il dipolo e il direttore. La moxon invece che è più compatta risulterebbe penalizzata nelle prestazioni con una impugnatura simile, pertanto è stata effettuata all'esterno della sagoma dell'antenna e questo ne sbilancia un po' il peso.

Conclusioni

La 3 elementi yagi (antenna metro) è più idonea o meglio è la configurazione d'antenna minima in radiocacce a piedi dove si pensa di utilizzare un apparato ricevente portatile normalizzato, dotato di uno strumento s-meter standard, dove il livello in tensione del segnale ricevuto deve raddoppiare per ottenere l'incremento di un punto della scala S, il che equivale a dire anche che la densità di potenza misurata si è quadruplicata. Nella pratica quando su un s-meter si ha l'incremento di segnale di un punto, per esempio da S5 a S6, significa che si è dimezzata la distanza dalla volpe che si sta cercando. Un s-meter standard è pilotato da un dispositivo regolato da una funzione di tipo logaritmica il cui incremento o decremento viene indicato su una scala lineare oppure viceversa, dunque offre una scarsa dinamica e una scala compressa che di fatto lo rende "cieco" o almeno non sono apprezzabili alla nostra vista le sue minime variazioni intermedie di livello del segnale ricevuto, la cui conseguenza poi è la nostra indecisione sulla direzione da prendere. Per questi motivi poter disporre di un'antenna direttiva il cui lobo sul diagramma d'irradiazione risulti il più affusolato possibile, significa che è più direttiva e più lo è più riduce questo problema da cui ne consegue il vantaggio di un maggiore apprezzamento per il maggior spostamento dell'indice. Una 4 elementi yagi per esempio messa di fianco verso la direzione della volpe può presentare circa 12 dB di attenuazione che fanno decrementare di due punti S lo strumento del portatile, mentre una moxon che sul fianco offre solo circa 7 dB il suo effetto è meno appariscente perché ne fa decrementare solo uno. Il discorso cambia con l'uso di ricevitori dedicati dotati di s-meter ad ago spostato da un dispositivo ad altissima dinamica ossia che gli fa avere uno spostamento angolare di tipo esponenziale e quindi nettamente maggiore, allora questi problemi di apprezzamento delle variazioni vengono meno e cambiano le priorità, cosicché dove si possa supporre che reggere per un lungo periodo un'antenna con impugnatura bilanciata possa stressare meno il braccio, allora ecco che un'antenna meno direttiva come la 2 elementi yagi può essere preferibile e sufficiente, al limite anche rispetto a una moxon che sebbene è più piccola ha però un'impugnatura meno bilanciata. Personalmente a prescindere dalla considerazione appena esposta, dato che uso un ricevitore specializzato per la radiocaccia come quello che si vede in questo articolo che mi fa apprezzare uditivamente con cambi lineari di tonalità le variazioni di segnale anche a livelli inferiori ad un 1 dB senza problemi di compressione della misura anche sui segnali molto forti che richiedono un'attenuazione oltre gli 80 dB e fino a 135 dB, ho dato la mia preferenza alla moxon, proprio per il miglior rapporto fronte/retro rispetto le antenne qui provate e la maggiore compattezza rispetto la 2 elementi yagi, caratteristiche per me irrinunciabili soprattutto in zone di radiocaccia prettamente boschive.