

Antenna a 4 dipoli collineari verticali per UHF

ricostruzione dei collegamenti e misure col miniVNA Tiny

Introduzione

L'antenna in questione è una schiera di quattro dipoli semiripiegati, allineati sul piano verticale ed alimentati in fase tramite una rete in cavo coassiale. I dipoli possono essere montati rivolti tutti sullo stesso lato, ottenendo un guadagno nella direzione preferenziale di circa 8 dBd, mentre montandoli attorno al sostegno, orientati in quattro direzioni diverse, il guadagno che si ottiene scende a circa 4 dBd, ed il diagramma di radiazione diviene omnidirezionale. Nei due casi, il diagramma di radiazione nel piano verticale rimane stretto.

L'antenna è piuttosto robusta, fisicamente a terra per una certa protezione dalle scariche atmosferiche e la banda utile è molto ampia rendendola adatta a tutta la banda dei 70 cm ed oltre.

Funzionamento

Il dipolo semiripiegato utilizzato è qualcosa di simile al normale e ben noto dipolo ripiegato utilizzato in molte altre antenne. È realizzato con un profilato d'alluminio a "U" da 40×12 mm. Così facendo ed a causa del fatto che sono montati ad una distanza di circa $0,06\lambda$ dal sostegno, l'impedenza al punto d'alimentazione che il dipolo in questione assume è di circa 200^1 ohm. La fondamentale differenza è che il semiripiegato può essere alimentato in modo sbilanciato collegando il cavo coassiale tra il punto di sostegno dove è posto a terra ed alla parte ripiegata che va ad alimentare il dipolo vero e proprio. Le correnti si sommano nel nodo in modo tale che non c'è la necessità di un balun per ridurre la corrente di modo comune, sebbene un balun potrebbe essere utile a ridurla nel caso di imperfezioni nella costruzione.

Alimentando in parallelo i dipoli, l'impedenza al punto d'alimentazione dell'antenna assume il valore di circa 50 ohm. Alimentandoli in fase, il guadagno assunto nella direzione preferenziale è di circa 8 dBd. Inoltre il lobo principale del diagramma di radiazione è allineato all'orizzonte. Questo è dovuto al sistema d'alimentazione in fase dei quattro dipoli.

L'alimentazione in fase dei dipoli è realizzata con del cavo coassiale RG59B/U da 75 ohm d'impedenza caratteristica. Sono tratti di cavo lunghi multipli di $\frac{1}{2}$ onda che collegano i dipoli in parallelo a gruppi di due dimezzando ogni volta l'impedenza, poiché un tratto di linea di trasmissione lunga $\frac{1}{2}$ onda riporta all'altro capo la stessa impedenza che trova ad un estremo. Pertanto, nel punto dove sono collegati in parallelo i due cavi che provengono dai dipoli si ha un'impedenza di 100 ohm. Ponendo in parallelo due gruppi di due dipoli tramite altri due tratti di cavo lunghi $\frac{1}{2}$ onda, si avranno alla fine 50 ohm dove si collegherà la linea di trasmissione verso la radio. Quest'ultimo è il "punto d'alimentazione" dell'antenna. Contrariamente a quanto si vede nel disegno in Fig. 5, i tratti di cavo sono stati giuntati direttamente, saldandoli e nastrandoli adeguatamente i giunti e ricoprendoli con tubo termorestringente munito di colla a caldo all'interno. Tutto ciò evidentemente per questioni di economia, evitando un certo numero di connettori coassiali. Anche sui dipoli, i cavi sono saldati ad apposite sedi e ricoperti con una fusione di resina a caldo. I giunti sono stati tenuti corti il più possibile ed è stato ripristinato il dielettrico e lo schermo con un sottile nastro di rame.

¹ Si ricorda che la resistenza al punto d'alimentazione non è necessariamente corrispondente alla resistenza di radiazione. Infatti se in un dipolo aperto lungo $\frac{1}{2}$ onda, alimentato al centro, la resistenza di radiazione corrisponde alla resistenza al punto d'alimentazione (≈ 73 ohm). In un dipolo ripiegato, a causa della trasformazione che avviene per come è costruito, la resistenza al punto d'alimentazione diviene circa 300 ohm, mentre la resistenza di radiazione rimane ≈ 73 ohm.

Misure

Le misure sono state eseguite con l'analizzatore vettoriale di reti (in breve: VNA) modello *miniVNA Tiny*, recentemente acquisito dall'ARI Sezione di Udine ed a disposizione dei Soci che ne avessero bisogno. Il VNA era collegato direttamente al punto d'alimentazione dell'antenna, non è stato quindi necessario sottrarre dalle misure l'eventuale linea di trasmissione.

Come si nota, l'antenna ha una banda passante utile piuttosto ampia. Questa caratteristica è dovuta in massima parte allo spessore dei dipoli, circa 40 mm. Questa dimensione, (circa $0,05 \lambda$) che corrisponderebbe a circa 2 metri di diametro nel caso di un dipolo per i 40 metri, tende a diminuire la variazione della reattanza, ed in generale la variazione dell'impedenza in funzione della frequenza, aumentando così la banda utilizzabile².

Come si nota nel grafico della Fig. 2, l'impedenza (sempre al punto d'alimentazione) a 430 MHz è circa $54 -j8$ ohm (punto n°1) scende a $52 -j0$ ohm a 432,5 MHz, risale a $54 +j7$ ohm a 435 MHz per portarsi a $66 +j9$ ohm a 440 MHz. Variazioni queste del tutto insignificanti, giacché portano ad un ROS sulla linea di trasmissione non superiore a $1,5^3$.

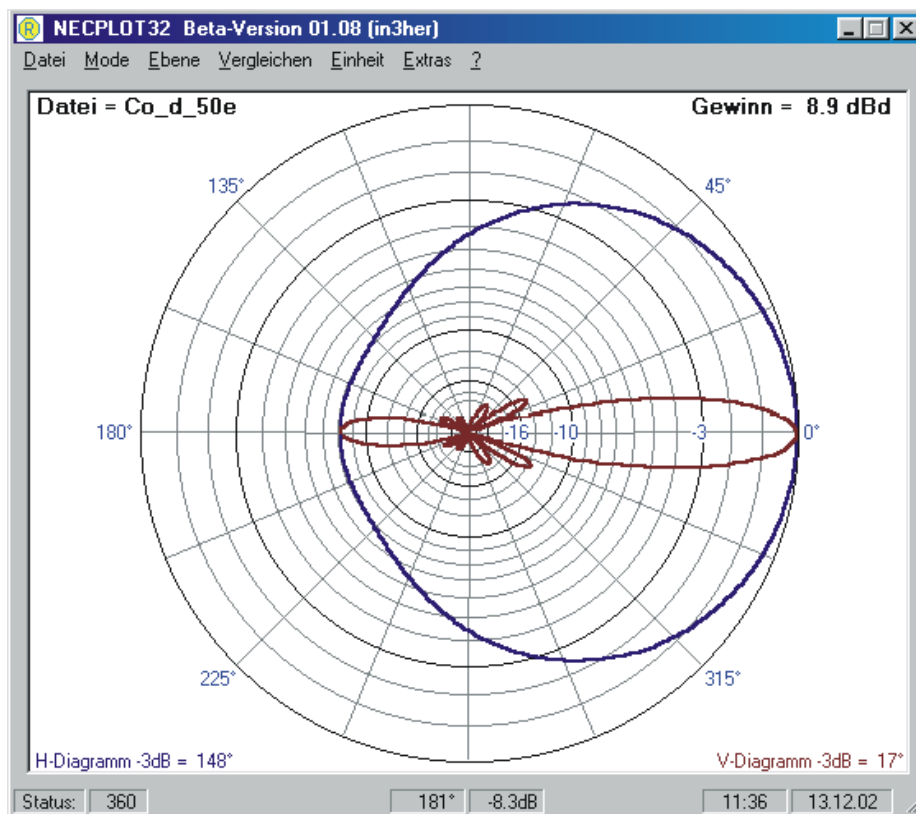


Fig. 1 – Diagramma di radiazione dell'antenna coi quattro dipoli installati tutti da un lato del sostegno. In blu il diagramma sull'orizzonte, in marrone nel piano verticale. (grafico della Sez. ARI di Brunico, grazie)

² Un'antenna di grosso spessore, com'è noto, ha variazioni dell'impedenza in funzione della frequenza molto più limitate rispetto ad una di conduttore molto sottile. Caratteristica questa sfruttata molto spesso nelle costruzioni professionali, anche in unione ad un certo grado di compensazione.

³ Coloro che non stanno più nella pelle perché non vedono ancora la curva del ROS, sono invitati a dare un'occhiata alla Fig. 3. Rammentando, peraltro, che il valore del ROS (come anche il numero di contatti radio effettuati) non è assolutamente l'indicazione del sicuro funzionamento di un'antenna, è solo la misura più economica ed immediata che si può eseguire, ed avendo a disposizione un VNA, è sicuramente l'ultima misura da eseguire. O anche, non eseguirla affatto. Beninteso tutte queste misure vanno prese "cum grano salis" sapendo ciò che si sta facendo. È perfettamente inutile leggere $50+j0$ ohm misurando un'antenna qualsiasi mentre questa è in realtà più un carico fittizio che un radiatore. (CFA, verticali miracolose a larga banda, ecc.)

4 x half folded dipole UHF collinear antenna
 Rs=Series resistance in Ohm Xs=Series reactance on Ohm

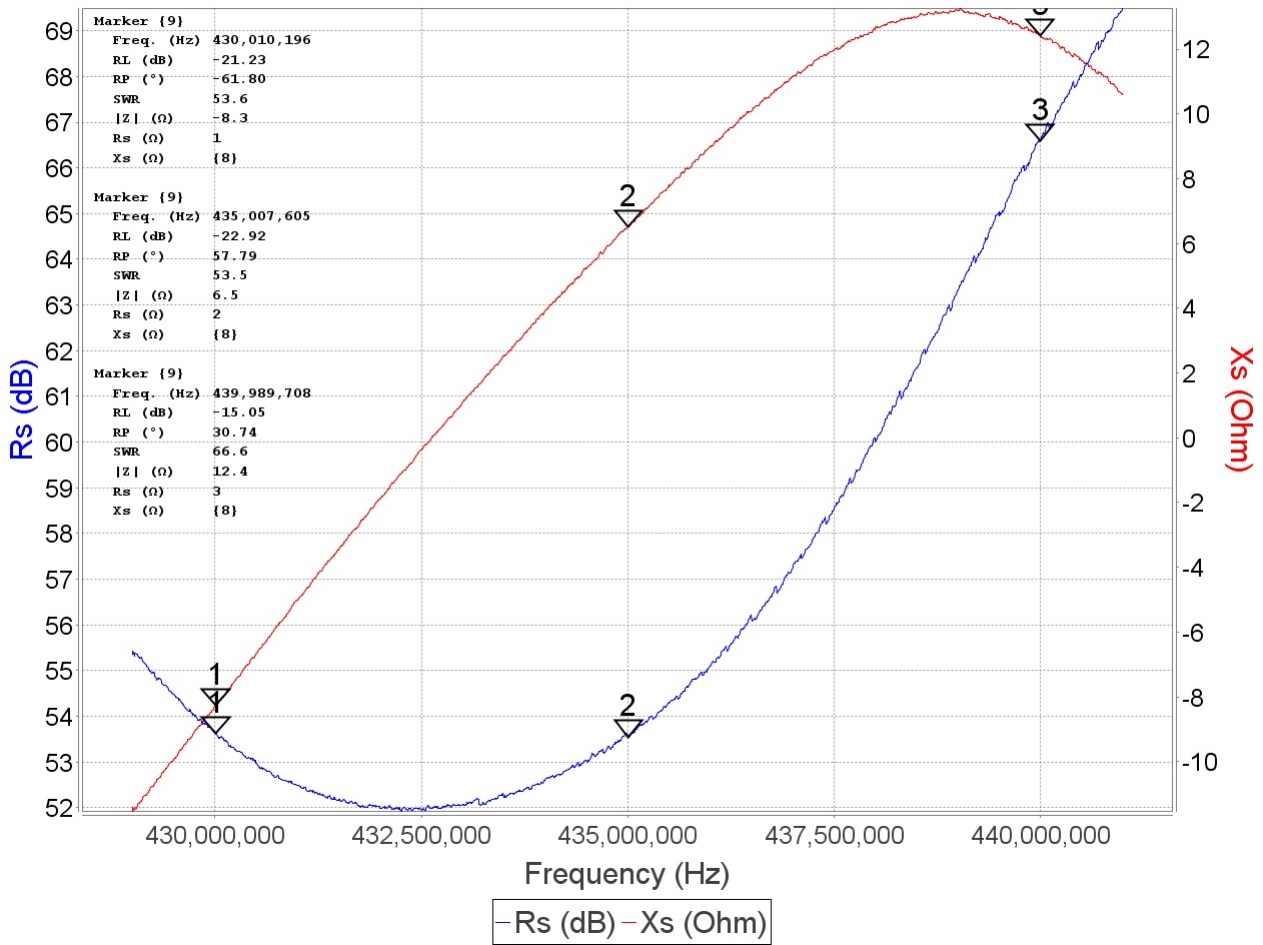


Fig. 2 – Andamento della resistenza (Rs) e della reattanza (Xs) al punto d'alimentazione. (Xs, rosso, curva superiore. Rs, blu, curva inferiore. NOTA: trascurare i dati dei "Marker" stampati nella parte sinistra della figura, sono errati dal programma)

4 x half folded dipole UHF collinear antenna
 SWR=Standing wave ratio Xs=Series reactance on Ohm

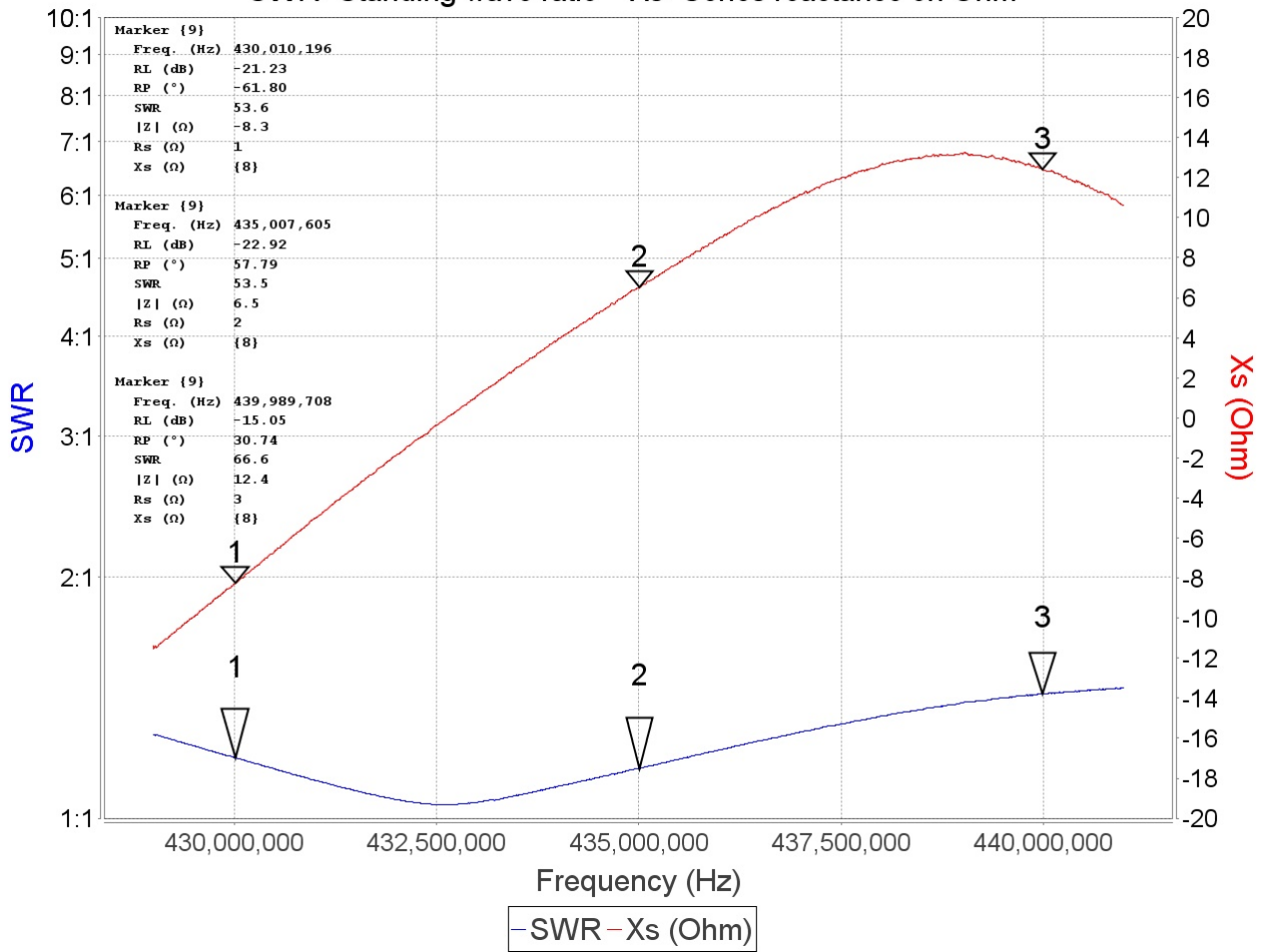


Fig. 3 - Andamento del ROS (SWR) e della reattanza (Xs) al punto d'alimentazione.
 (Xs, rosso, curva superiore. ROS, blu, curva inferiore)

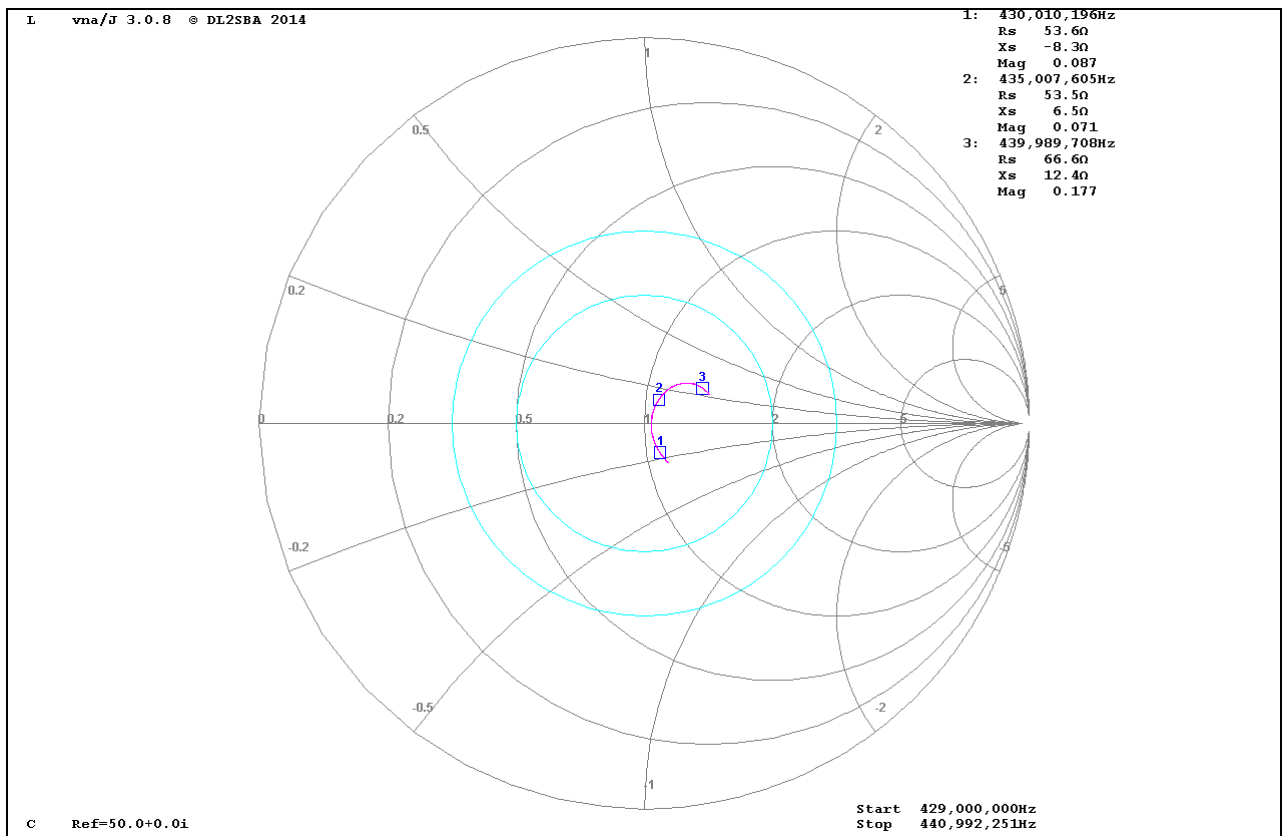


Fig. 4 – Diagramma di Smith dell’antenna, vedere la tabella nella parte destra in alto della figura per i dati dei tre punti caratteristici. Il cerchio azzurro più interno rappresenta un valore del ROS, qualsiasi valore d’impedenza che ricade all’interno di questo cerchio dà un ROS non superiore a 2.

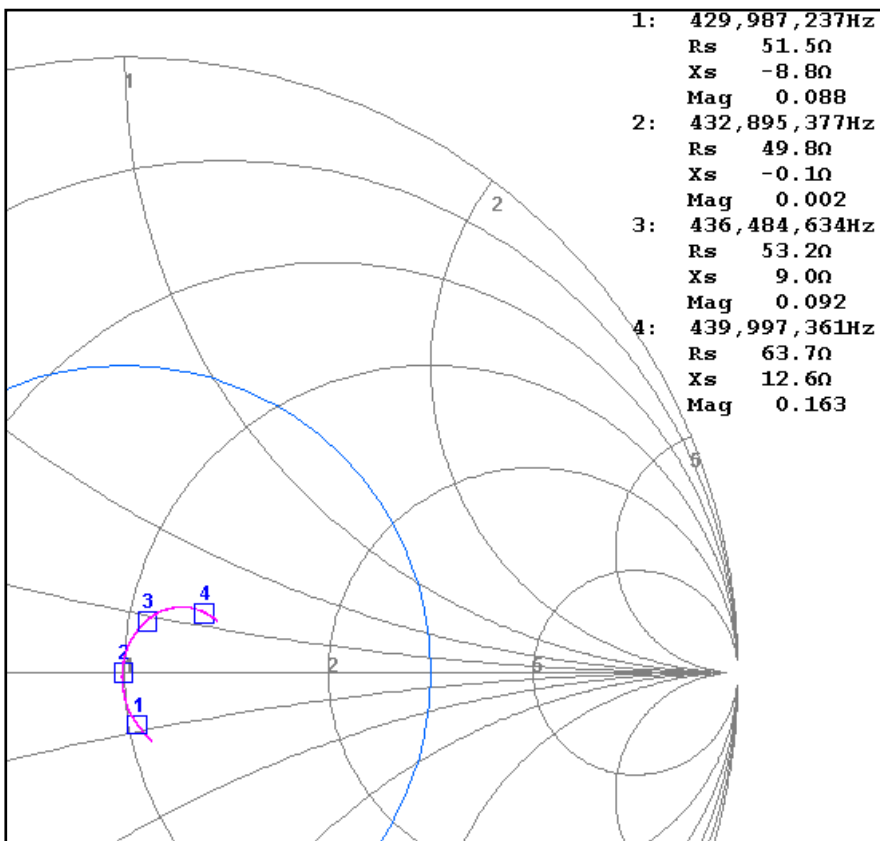


Fig. 4b – Dettaglio del diagramma di Smith con quattro punti caratteristici

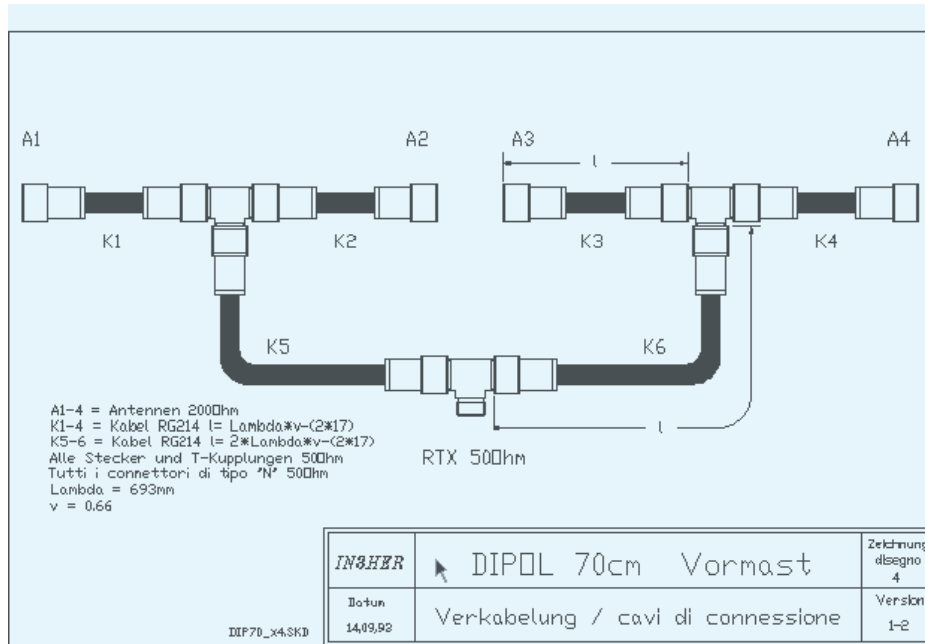


Fig. 5 – Rappresentazione dei cavi di collegamento tra i dipoli. Solo per esempio, al posto dei connettori ci sono dei giunti saldati ed impermeabilizzati. (disegno di Raimund IN3HER della Sez. ARI-DRC di Brunico, grazie)

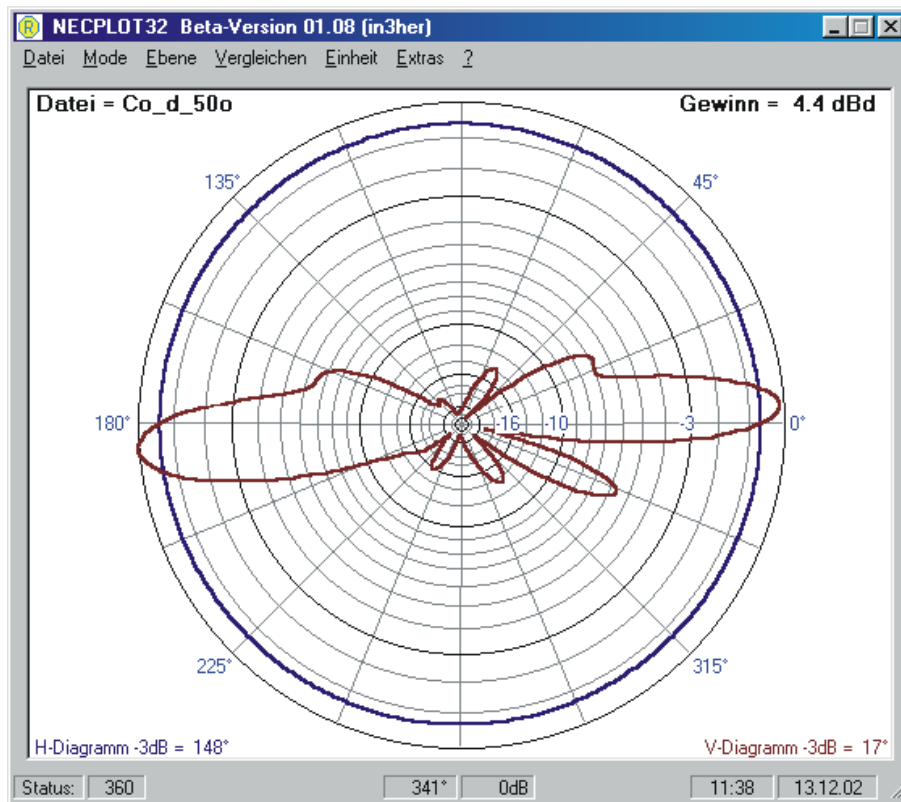


Fig. 6 - Diagramma di radiazione dell'antenna coi quattro dipoli installati distribuiti attorno al sostegno. In blu diagramma sull'orizzonte, in marrone nel piano verticale. (grafico della Sez. ARI di Brunico, grazie)

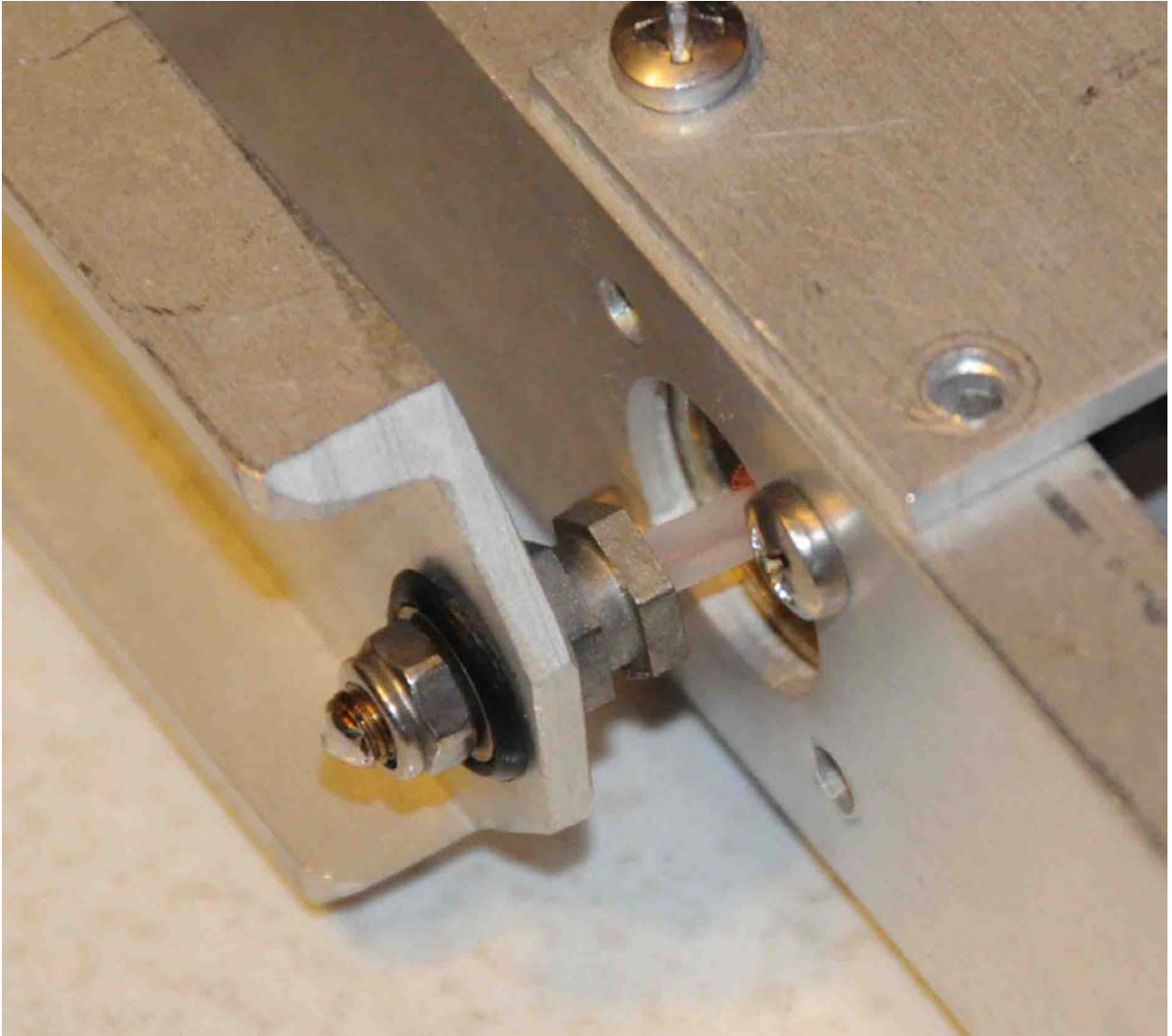


Fig. 7 – Particolare del punto d'alimentazione di un dipolo, mancante della fusione di resina a caldo.

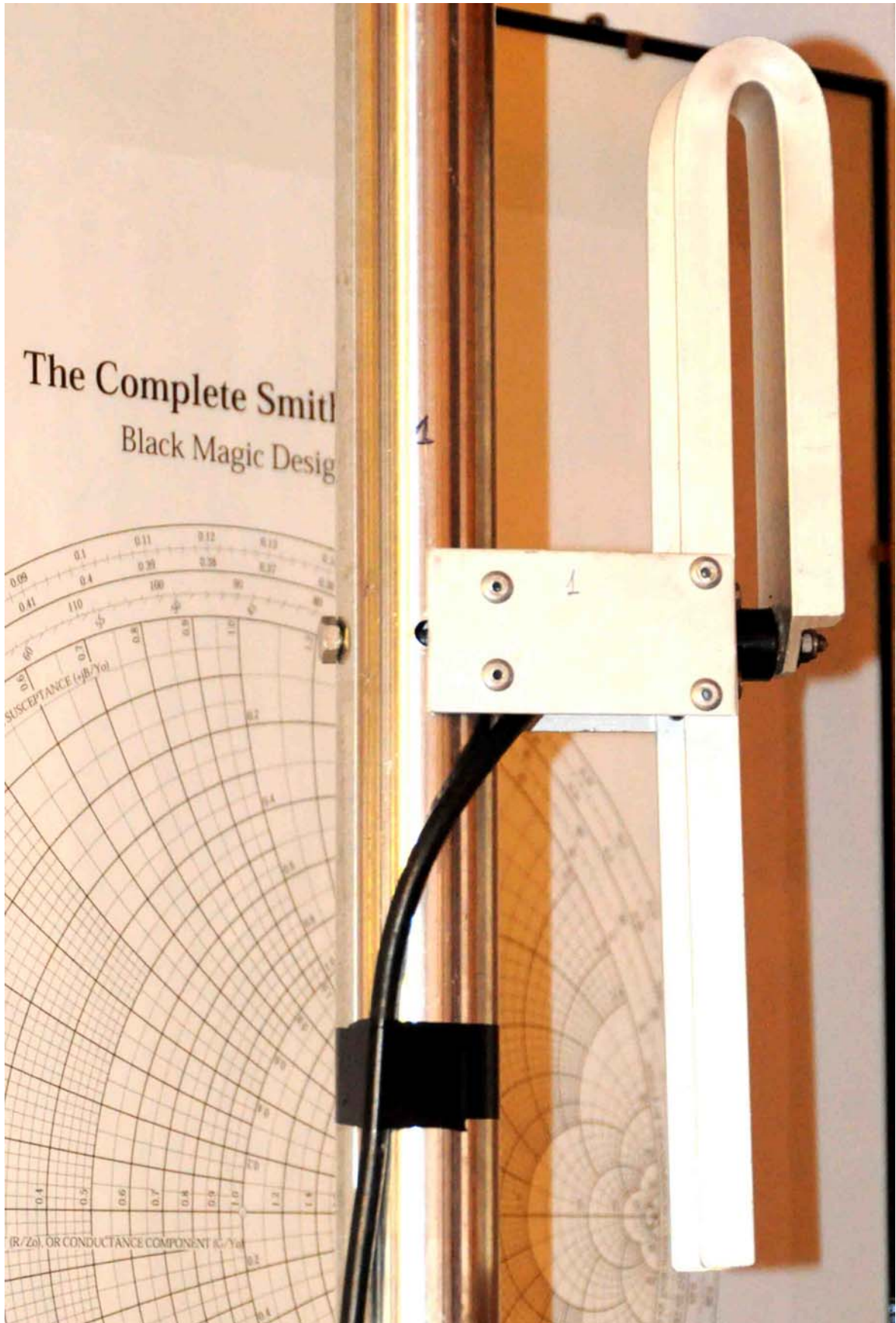


Fig. 8 – Particolare di un dipolo montato sul sostegno



Fig. 9 – Vista d'insieme dell'antenna

Riferimenti:

Raimund Eisenstecken, IN3HER; Robusta antenna verticale per 70 cm facilmente realizzabile. Sez. ARI-DRC Brunico.

Johnson, R. C.; Antenna Engineering Handbook, 3ed; McGrawHill Inc.

Owen Duffy; Half Folded Half Wave Dipole; article now offline.