

## MISURATORE DI GUADAGNO DELLE ANTENNE (IK0BDO)

( rev. 2 11/2010 by ik0bdo<chiocciola>libero.it )

L'articolo che segue prende origine da uno mio precedente, pubblicato su RadioRivista 05/1999 a pag.25 e seguenti, ed il particolare dal banco di misura "di seconda generazione".

Dall'esperienza fatta su un precedente banco di misurazione di antenne basato sul collegamento fisico, tramite cavo, fra le due postazioni, quella trasmittente e quella ricevente, che implicava notevoli limitazioni di utilizzo e di attendibilità di misura ho sviluppato il misuratore di guadagno di antenne che sto per descrivere.

Anche questo strumento, come il precedente, si basa sul paragone contemporaneo fra due antenne, una di guadagno noto ed una sotto analisi. L'antenna di riferimento può essere un dipolo, nel qual caso il guadagno della seconda antenna può essere assimilato al guadagno letto rispetto alla prima, più il guadagno del dipolo sull'isotropico, oppure si può paragonare un'antenna rispetto alla seconda, e vedere quale di queste si comporta meglio (in dB).

Potevo utilizzare un classico apparato, e rilevare il livello dello S-Meter relativo al segnale proveniente dall'antenna sotto misura rispetto a quello dell'antenna di riferimento. Un beacon o un segnale fisso, proveniente da una certa direzione, poteva essere il mio punto di riferimento. Ma:

- Chi mi garantiva la precisione di indicazione dell'S-Meter ?
- Se utilizzavo il segnale audio in uscita dall'apparato, come fare a bloccare il controllo automatico di guadagno ?
- Se fossi riuscito a quanto sopra, chi mi garantiva costanza nella propagazione e nell'intensità effettiva del beacon o del segnale che ricevevo ?

A volte nei giornali a fumetti viene disegnata la classica lampadina sopra la testa dell'inventore

.....

Dovevo campionare i due segnali ad una velocità tale per cui il controllo automatico di guadagno dell'apparato non fosse in grado di seguire le differenze dei segnali provenienti dalle due antenne. Con un tale ritmo, anche gli altri due punti sarebbero stati risolti automaticamente.

Supposi che alternando i segnali provenienti dalle due antenne, perché sempre di due antenne si parla, quella in prova e quella di riferimento, alternarli 100 volte al secondo, il CAG della parte ricevente dell'apparato non sarebbe stato in grado di cambiare le carte in tavola. Come potevo fare, però, a commutare le due antenne 100 volte al secondo?

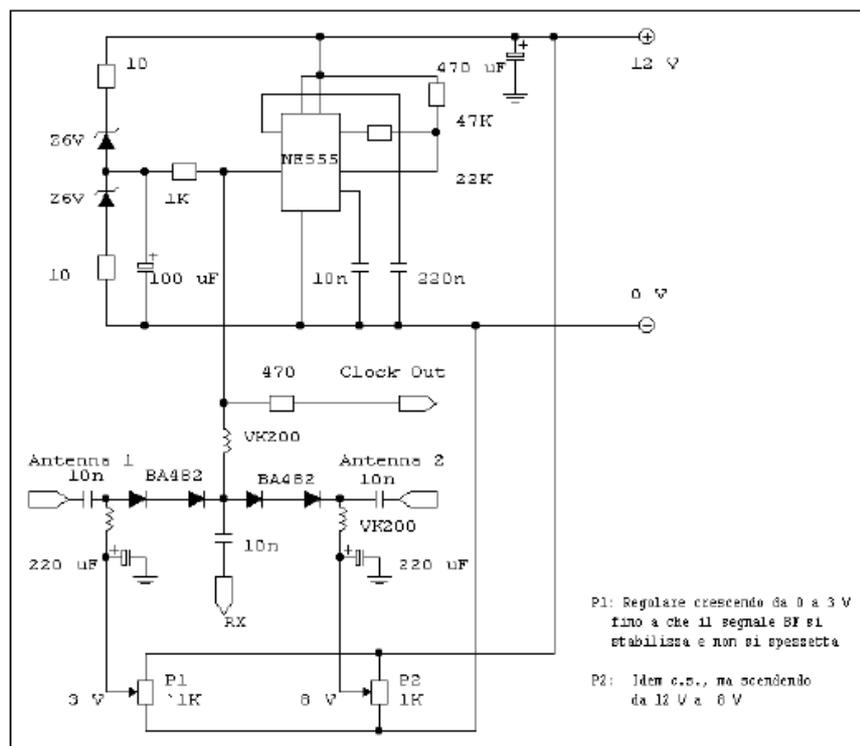


Figura 1 - Unità di captazione dei segnali delle due antenne

Il reed relay utilizzato nel banco di prima generazione, per quanto veloce potesse essere, non sarebbe stato in grado di seguirmi. Pensai quindi ai diodi pin, che pur introducendo un'attenuazione, se questa fosse stata uguale per entrambe le vie, avrebbero potuto risolvere il problema.

Quindi occorreva:

- Costruire un timer ad onda quadra, frequenza 100 Hz, col cui segnale pilotare un commutatore di antenna a diodi pin, a cui collegare le due antenne, quella in prova e quella di riferimento.
- Ricevere un beacon

- c) Applicare il segnale audio dell'apparato ad un oscilloscopio e misurare il livello picco-picco della nota nei due semiperiodi di commutazione delle due antenne. Effettuando il rapporto e trasformando tale valore in dB, avrei ottenuto il guadagno in dB da sommare a quello dell'antenna di riferimento.

In effetti il banco di seconda generazione e' partito così, pochi mesi dopo il termine delle prove del primo strumento.

Qualche problema l'ho avuto con la capacità interna del diodo pin BA482. Costruendo il commutatore di antenna con un solo diodo per braccio, il segnale che passava per il diodo pin, anche quando questo era interdetto, non era trascurabile e mi falsava la misura.

Il problema è stato quasi risolto utilizzando due diodi pin in serie fra loro per ogni braccio.

La perdita di segnale, specie in UHF non è trascurabile, ma qui non si tratta di effettuare un QSO.

L'isolamento fra le due porte, inoltre, è risultato essere (in UHF) 22 dB, valore non entusiasmante, ma considerato che questo relè elettronico commuta 100 volte al secondo, e considerato che le due antenne da paragonare possono avere una differenza di guadagno ben inferiore a questo valore, posso considerare questa soluzione più che soddisfacente.

Questo non entusiasmante isolamento fra le due porte a radiofrequenza determina in effetti una lettura peggiorativa di guadagno dell'antenna (Yagi) sotto misura se viene riferita ad un dipolo, collegato sull'altra porta. Infatti il segnale captato dal dipolo, (circa + 2dBi), rispetto ad una classica Yagi (+ 12dBi), può risultare evidentemente falsato dal segnale indotto nella porta di riferimento dall'antenna in prova. Per questa ragione è preferibile usare, come antenna di riferimento un'antenna con guadagno noto di almeno 6-7 dBi.

Se avete interpretato correttamente il concetto esposto sin qui, avrete capito che la misura viene effettuata in bassa frequenza e non in radio frequenza, ma sempre con un segnale audio determinato da un differente segnale a RF, attraverso un ricevitore con guadagno costante e sufficientemente lineare, perché lontano dalla saturazione.

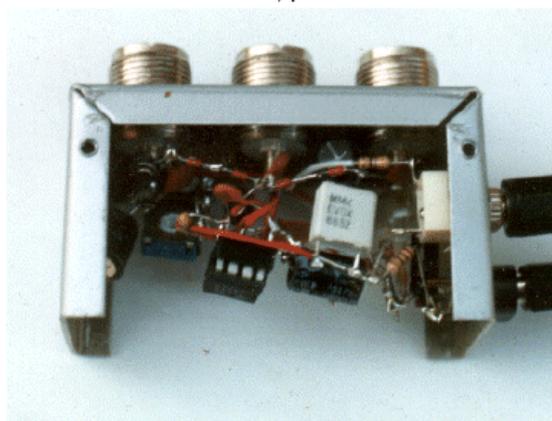


Figura 2 - L'unità di captazione

Per il fatto che lo switch di antenna commuta le due porte 100 volte al secondo, il segnale che si ascolta, quando si riceve il beacon, non e' nota pulita, bensì una nota trillata a 100 Hz, il cui livello di trillo è tanto più evidente quanto maggiore è la differenza di guadagno fra le due antenne. Se le due antenne, di prova e di riferimento, avessero lo stesso guadagno, la nota tornerebbe ovviamente ad essere pulita.

L'S-Meter dell'apparato indica una risultante dei due segnali provenienti dalle due antenne. Il segnale audio cambia di conseguenza, ma il rapporto fra i due semiperiodi, dato che il controllo automatico di guadagno dell'apparato, pur adeguandosi alla somma dei due segnali, non riesce a variare 100 volte al secondo rappresenta sempre, salvo saturazioni che con la ricezione di un beacon non si dovrebbero

manifestare, la differenza di livello fra i due segnali.

Un'ulteriore prova può essere effettuata, a riprova di quanto sopra, derivando con un connettore

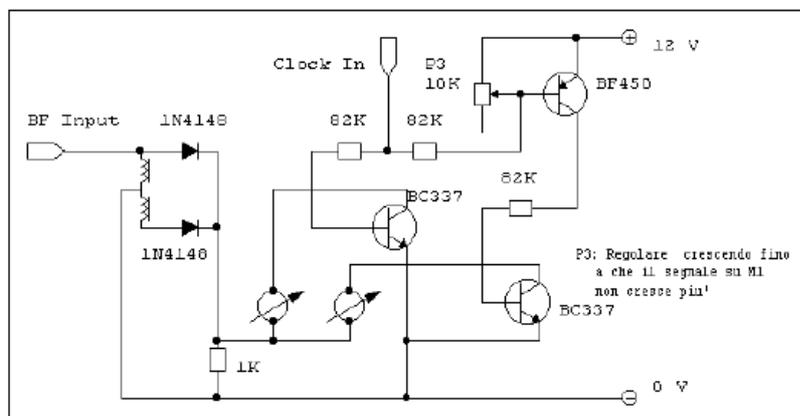


Figura 3 - Unità di misura coi due VU meter tarati in dB

a T un solo segnale sue entrambe le porte dello switch ad alta velocità. Il segnale di battimento in uscita dall'apparato sarà una perfetta nota musicale ed entrambi gli strumenti, che vedremo appresso, indicheranno lo stesso valore. Per la regolazione dello switch a diodi pin occorre un oscilloscopio.

Con riferimento alla Fig. 1, P1 va regolato partendo con il cursore da zero e crescendo man mano fin quando il segnale audio

dall'apparato si stabilizza e non si frammenta. La tensione risultante sul cursore dovrebbe essere intorno ai 3 volt.

P2 va regolato con la stessa logica, ma partendo da 12 volt anziché da zero, diminuendo la tensione sul cursore fino a quando il segnale audio in uscita dal ricevitore è stabile e non spezzettato. Si dovrebbe ottenere una tensione intorno ad 8 volt.

Fare attenzione che il negativo dell'alimentazione non va collegato a massa, per via del partitore presente all'ingresso, e lasciare modo di collegare a massa i connettori coassiali. Occorre isolare, quindi, il connettore di alimentazione dei 12 V rispetto alla scatola. E' implicito, quindi, che la batteria che alimenta questo strumento non deve essere la stessa che alimenta l'apparato ricevente.

Questo commutatore elettronico ad alta velocità è realizzato in una scatola di alluminio di dimensioni 7 x 3,5 x 4 cm. utilizzando come sempre connettori PL (foto di Fig. 2).

## L'UNITÀ DI MISURA

Un simile strumento, pur funzionando in casa, non era adatto ad un uso in portatile. Infatti mentre tutto è alimentato a 12 volt, l'oscilloscopio richiedeva l'energia di rete.

Occorreva quindi un sistema di rilevazione che non richiedesse l'uso di un oscilloscopio.

Pensa che ti ripensa, ho realizzato un sistema indicatore con due identici strumenti tipo VU-meter, tarati in dB, ognuno dei quali prende in considerazione il segnale audio relativo solamente al semiperiodo di funzionamento di ogni antenna.

Se si osserva il circuito, ogni strumento ha il ritorno verso massa tramite un transistor BC337. Quando il primo e' in conduzione, ovvero nel semiperiodo positivo dell'onda quadra generata dal NE555 che pilota il commutatore di antenna a diodi pin, il secondo, che ha l'ingresso ulteriormente

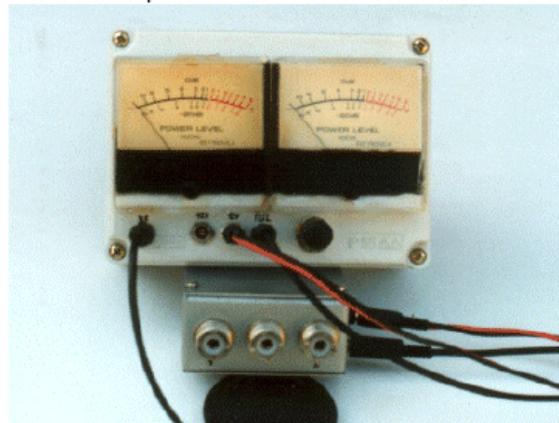


Figura 4 - L'unità di misura

sfasato di 180° da un transistor BF450, è interdetto. Ne consegue che nel semiperiodo successivo la situazione è rovesciata: il primo strumento non trova il ritorno verso massa, mentre il secondo, sì. Quindi i due strumenti funzionano alternativamente, 100 volte al secondo, misurando così ognuno l'uscita relativa ad ogni antenna.

Il potenziometro P3, posto sul pannello sotto gli strumenti, va regolato aumentando la tensione di polarizzazione del BF450 fin quando l'indicazione del relativo strumento (M1) si stabilizza. Insistere ulteriormente può portare solo a false misurazioni.

Il trasformatore che si trova all'ingresso della BF può essere un qualsiasi mini trasformatore per circuiti in push-pull a transistor, sia quelli

utilizzati all'ingresso dello stadio come quelli posti in uscita. Il suo scopo è solo quello di sfasare di 180° il segnale di bassa frequenza per poter poi raddrizzare entrambe le semi onde.

Va notato che non esiste alcuna capacità di filtro, in quanto è sufficiente ottenere un valore medio dal segnale audio. Si sintonizza il segnale ricevuto non per il massimo sull'S-Meter, ma per la massima deviazione contemporanea dei due strumenti.

I due strumenti ed il relativo circuito sono stati alloggiati nella solita scatola stagna da interno per impianti elettrici, stavolta di dimensioni 15 x 11 x 7 cm. (vedi Fig. 4).

## I BEACONS

La caratteristica peculiare di un autocostruttore incallito (tirchio dirà qualcuno) e' quello di esaurire tutte le risorse del materiale già disponibile in casa, prima di andare ad comperare o, peggio, ordinarne altro. Per tale ragione i beacons per i 144 e 432 MHz sono, in particolare il secondo, piuttosto inusuali.

Beacon VHF a 144.156 MHz: Quello dei 144 e' stato realizzato intorno ad un quarzo che feci tagliare anni or sono a 72 MHz e che mai utilizzai. Facendo i salti mortali sono riuscito a farlo oscillare intorno a 72,075 potendo così uscire, con la seconda armonica, in banda VHF CW. So di essere fuori norma, ma sia l'uso estremamente raro di tale attrezzo, sia la sua potenza, intorno ai 10 milliwatt, spero mi giustifichino e il sottoscritto non venga messo all'indice.

Beacon UHF a 432.360 MHz: Per quello dei 432 MHz, la situazione e' ancora più anomala. Di quarzi adatti allo scopo non ne avevo nemmeno uno disponibile. Ne avevo solo uno la cui undicesima (letto bene, undicesima) armonica si piazzava a 432,360 MHz quindi, questa volta, in banda SSB. Riuscire a catturare questo segnale infinitesimo, filtrarlo ed amplificarlo e' stato duro, ma poi qualche frazione di milliwatt deve essere uscita, tant'e' che un segnale sull'ordine del S5-S6 ad un paio di chilometri di distanza, siamo riusciti a captarlo.

Le antenne irradianti: e' da ridere. Visto che i beacons sarebbero stati messi in macchina, lasciata incustodita in un parcheggio di un supermercato, le antenne dovevano essere notate il meno possibile. Quindi: l'antenna dell'autoradio originale dell'auto messa su in verticale, su di essa infilato lascamente un tubetto di plastica e su di esso, sorretti da due mollette per i panni due dipoli per le due frequenze. I dipoli, in filo flessibile isolato, sono sorretti da due tubettini in plastica ancora più fini.

L'alimentazione e' in RG174 (in 432 MHz, orrore !), lunghi un paio di metri, quel tanto che basta per collegare i due dipoli ai due beacons, attraverso la fessura del finestrino. Di adattamento e/o simmetrizzazione non se ne parla; tanto della pulizia del lobo d'irradiazione che ce ne importa ?

Questo e' quanto. L'assieme per i 144 risponde perfettamente ai requisiti, mentre quello dei 432 andrebbe un po' potenziato.

L'esperienza mi ha detto che con segnali sull'ordine del S9, quindi quasi senza fruscio, le misure di guadagno effettuate col banco di "seconda generazione" sono molto stabili e piacevoli da effettuare. Quindi per i 432 MHz occorrerebbe un beacon dell'ordine di qualche milliwatt, ma un quarzo che sia sottomultiplo pari di 432 MHz (x2 o x3 xN\_volte) chi me lo da ? Se non trovo volontari, mi toccherà ordinarlo.

## I RISULTATI DELLE MISURE

Abbiamo approfondito le nostre analisi, basate sull'utilizzo di questo strumento, ed abbiamo misurato, rispetto a dipoli in VHF e UHF, come pure paragonando fra loro le seguenti antenne:

in VHF: Dipolo aperto, 9 TONNA, 9HJNGold, 5HJNGold

in UHF: Dipolo aperto, 9HJN-U, 13BDO, 16JXX, 21TONNA

Misure effettuate da I0HJN e IK0BDO in Giugno 2002

Freq. MHz	Antenna da misurare	Dati YO G in dBd	Antenna di Rif.to	Dati teorici G in dBd	Dati misurati Delta G in dB
144	9HJNGold	11,66	Dipolo	0	+ 8,3
	9HJNGold	11,66	9 Tonna	10,36	+ 0,5
	5HJNGold	9,33	Dipolo	0	+ 7
432	9HJN-U	11,31	13BDO	13,25	0
	9HJN-U	11,31	16JXX	14,39	- 2
	16JXX	14,39	21 Tonna	15,03	- 1

I risultati, considerati che sono stati ottenuti mediante uno strumento prettamente amatoriale, sono stati estremamente positivi anche per chi, come I0HJN, è alle sue prime realizzazioni nel campo delle antenne Yagi per V-UHF.

Ritengo che apprezzare un decibel di differenza, anche se con un errore di 0,5 - 1 dB verso il teorico ( o sul professionale da decine di migliaia di euro ) sia un risultato più che soddisfacente.

## CONCLUSIONI

Le misure effettuate verso il dipolo risentono dello scarso isolamento offerto dai diodi pin fra i due segnali delle antenne sotto prova. Per eseguire quindi una misura di Guadagno in dBd è necessario che l'antenna di riferimento abbia un Guadagno noto di almeno 5-6 dBd. A seguito delle misure effettuate e dei risultati ottenuti ci si è ripromessi di costruire una 3 elementi in 144 da usare come riferimento per una più corretta valutazione delle antenne multielementi da contest

Questo strumento, a tanti anni di distanza, è ancora perfettamente funzionante ed è a disposizione dei colleghi che volessero effettuare prove comparative su Yagi da loro costruite.

Sarebbe altresì auspicabile ricevere un riscontro da chi ha intrapreso una realizzazione simile, prendendo lo spunto da questa mia idea.

Questo articolo è stato infatti visitato in rete un numero notevole di volte, ed anche nella sua versione in lingua inglese, immessa dal collega Roberto I0QM.

<http://www.i0qm.org/pdf/Automatic%20Antenna%20Gain%20Comparator.pdf>

Per maggiore esattezza e comprensibilità, riporto qua sotto lo schema aggiornato, comprensivo di tutte le modifiche effettuate, in primo luogo allo scopo quella di **poter alimentare con la stessa batteria sia l'apparato ricevente che questo strumento.** L'obiettivo è stato raggiunto disaccoppiando con idonei condensatori, per quanto riguarda la componente continua, sia l'ingresso del segnale audio che i collegamenti a radiofrequenza .

Rev. 2 18/11/2010

