MISURE A RADIOFREQUENZA CON UNA SEMPLICE SONDA PER IL TESTER DIGITALE - di *IØXJ Giovanni Paternostro*

g.paternostro1@virgilio.it

La sonda per misure a RF da abbinare al tester digitale è uno degli strumenti autocostruibili con "mezzi OM".

Oggi quasi tutti hanno un tester digitale, strumento poco costoso che ha l'alta impedenza dei vecchi voltmetri elettronici e può sostituirli.

Per rispondere alla domanda del collega autocostruttore, che parlando di strumenti e misure, chiedeva: " come fa chi ha solo un tester e un saldatore ? " - in un week–end puoi costruirti la sonda qui descritta e scoprirai un mondo nuovo per le misure a radiofrequenza, ad esempio: per il collaudo di amplificatori e attenuatori, per misure di potenza di TX QRP, per verificare se il tuo oscillatore locale genera i 500 mV previsti come ingresso per il mixer, etc.

UN PO' DI STORIA...

In un vecchio libro di John Rider del 1951 ho trovato una delle prime descrizioni della sonda (o probe, in inglese) da abbinare al voltmetro elettronico – VTVM – Vacuum Tube Volt Meter- come da figura 1 e schema 2 allegato, a quei tempi si preferivano i diodi "vacuum state" e nella sonda era montata un valvola miniatura.

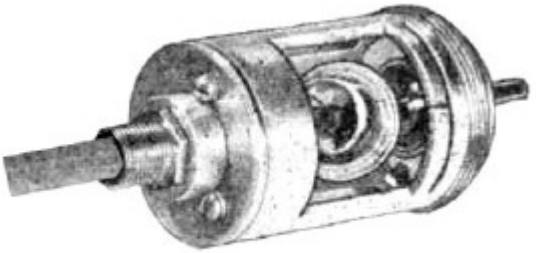


Fig. 1 - La sonda parzialmente aperta

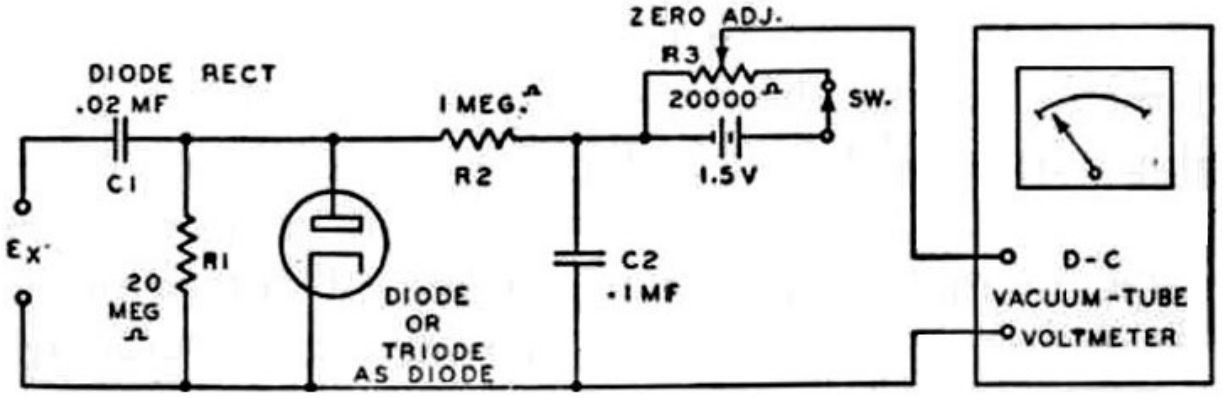
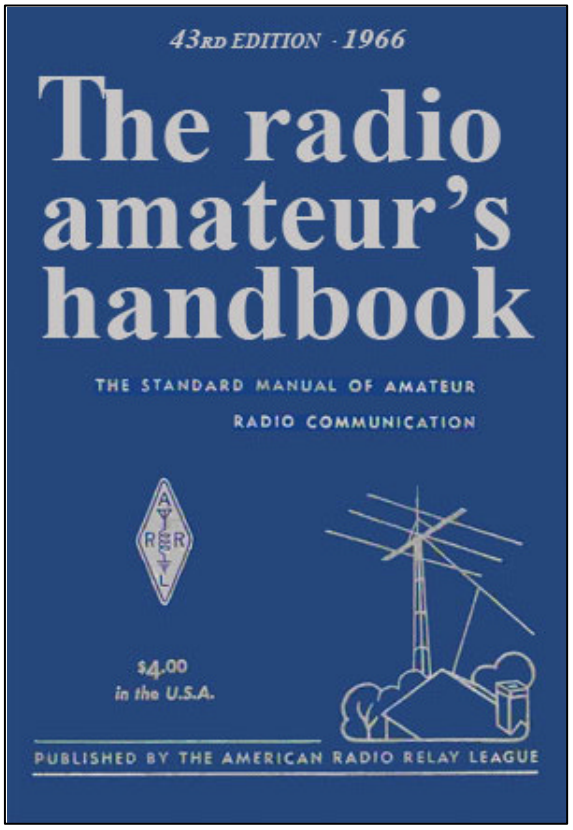


Fig. 2 : Lo schema del circuito della sonda con il collegamento allo strumento in tensione continua



Nel mio Handbook ARRL del 1966 c'è la descrizione e schema come da fig.3, in questo caso si parla di diodo "solid state", il classico 1N34 al Germanio, ma lo schema d'inserzione è con il catodo al negativo come per i diodi a valvola, raddrizzando così le semionde negative e quindi occorre invertire la polarità dello strumento.

Questa particolarità circuitale si trova ancora nell'Handbook ARRL del 1992, mentre nell'edizione 2008 ho visto che il diodo è stato "rigirato", dando così tensioni raddrizzate positive in uscita.

Lo stesso schema è riportato nell'ultima parte del libro di John Rider, dove sono citati con vantaggi e svantaggi anche i diodi al germanio, rispetto a quelli a valvola considerati professionali.

Nel 1969 alla fiera di Pescara acquistai il primo numero di Nuova Elettronica ed un circuito stampato per costruire un voltmetro elettronico a fet - secondo la scritta sulla copertina ***"Con un FET il vostro tester diventerà un VOLTMETRO elettronico"*** – con lo scopo di utilizzarlo con una sonda per le misure a RF .

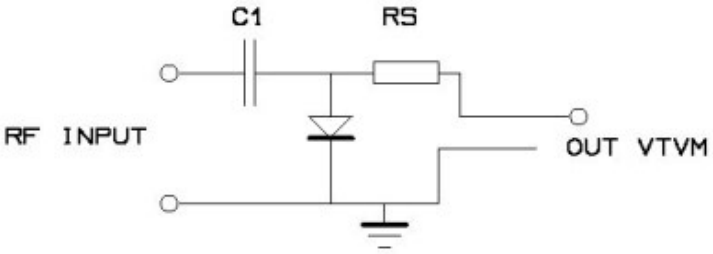


Fig. 3 - La sonda descritta nel manuale

Sul retro della rivista trovo annotati i prezzi dei fet di allora: 2N3819 Lire 550, TIS 34 Lire 650... circa 10 euro di oggi.

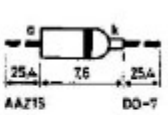
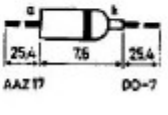
Acquistai il fet più economico, tanto lavorava in continua ed effettivamente con la sonda autocostruita riuscii a fare le misure a radiofrequenza per il mio TX SSB "under construction", ma con un problema: poichè il circuito con un solo fet non era bilanciato, l'azzeramento variava con la temperatura ed era una seccatura doverlo sempre ritoccare.

Su QST di gennaio 1982 venne presentato da G. Collins, K1CV un circuito bilanciato che utilizza un doppio IC con ingresso a FET, superando l'inconveniente suddetto. Questo circuito si trova anche sull'Handbok 1992 che è nella biblioteca di Sezione, (oltre che nella mia) e visto che si tratta di uno schema relativamente semplice può essere autocostruito da chi voglia avere la lettura analogica o abbinarlo al classico tester ICE. Il circuito integrato previsto LF 353 N è sostituibile con il TL082.

(E' anche possibile utilizzare direttamente il tester analogico da 20.000 ohm x volt sulla portata 10V, come illustrato nel seguito- Teoria, es. 3, se si ritiene utile la portata suddetta).

Parlando del diodo rettificatore per la sonda, quelli da me utilizzati sono al germanio, e mentre scrivo queste note mi rendo conto che stanno diventando obsoleti, sostituiti dai moderni diodi al silicio tipo Schottky, ma che presentano una tensione di soglia superiore e quindi sensibilità inferiore, tranne alcuni tipi speciali "low barrier" per microonde, che però sono un po' sprecati per questa applicazione.

Fortunatamente si trovano ancora sulle schede surplus, in vecchi televisori e autoradio a componenti discreti (i tipi più diffusi sono : OA95, AA118, AA119, AAZ17) e dovrebbero essercene ancora nei negozi di ricambi - sono inoltre ancora nel catalogo RF-Elettronica alla voce DIODI –pag. A13 vecchi diodi al germanio - e uno dei tipi che ho provato fino a 2 GHz, è l'AAZ15 quotato a circa 1 euro. Un altro tipo che, sulla base delle caratteristiche, sembra interessante è l'AA144.

AAZ15 switch germanium gold bonded	I_F = 140 I_{FRM} = 250 V_R = 75 V_{RRM} = 100	T_j = 85 T_{stg} = +85	0.45	T_j = 60°C <0.15 0.1 <0.40 10 <1.07 250	T_j = 60°C <30 1.5 <80 50 <300 100	C_d < 2 pF Q_s < 1800 pC	
AAZ17 switch germanium gold bonded	I_F = 140 I_{FRM} = 250 V_R = 50 V_{RRM} = 75	T_j = 85 T_{stg} = +85	0.45	T_j = 60°C <0.15 0.1 <0.40 10 <1.07 250	T_j = 60°C <30 1.5 <300 50 <500 75	C_d < 2 pF Q_s < 900 pC	

A proposito dell'AAZ15 ricordo un episodio dei primi anni '70: stavo facendo la tesi nel laboratorio di misure dell'Università e nel vicino laboratorio di microonde stavano sperimentando un rivelatore di campi elettromagnetici, costituito da un dipolo con un diodo al centro e l'indicatore costituito da un normale tester: malgrado si trasmettesse con un generatore di potenza fino a circa 10W a 2 GHz e una piccola Yagi alla distanza di circa un metro, l'indicatore non dava segni di vita. C'era collaborazione e prestito di strumenti tra i vari laboratori, constatai che veniva utilizzato come rivelatore un normale diodo al silicio con soglia elevata, mentre quelli al germanio in dotazione erano montati in appositi portadiodi, su strumenti del valore di milioni di allora, e non si potevano utilizzare.

L'indomani portai in laboratorio un AAZ15 al germanio che rivelò perfettamente i 2 GHz, facendo tutti contenti, tranne il professore che mi invitò a seguirlo nel suo ufficio. Qui mi disse che l'avevo messo in imbarazzo perché l'università non poteva né acquistare né accettare in dono il diodo, perché avrebbe compromesso l'integrità dei giudizi.....Erano altri tempi, e visto il modesto valore del diodo, mi accordai per prendere in cambio alcuni altri componenti di valore equivalente che si trovavano nei cassetti del laboratorio e servivano per la tesi.

Di questi AAZ15 ne avevo acquistati 4 per farci un modulatore bilanciato per SSB, in quanto era l'equivalente europeo del tipo 1N270, utilizzato per questo scopo come da testi USA e credo anche nelle apparecchiature Collins.

Su internet ho visto che il tipo 1N270, insieme con il classico 1N34 viene ancora prodotto dalla AMERICAN MICROSEMICONDUCTOR INC.- **www.americanmicrosemi.com**

UN PO' DI TEORIA

Per una tensione alternata, senza ulteriori precisazioni, s'intende normalmente il valore EFFICACE, o in inglese RMS, definito come quel valore che provoca gli stessi effetti fisici (ad es. termici) di una tensione o corrente continua.

Se l'onda è sinusoidale, come avviene generalmente, si può definire il rapporto tra il ***valore di picco*** e il ***valore efficace*** della sinusoide, tramite la radice quadrata di 2, pari a circa 1,41, cioè:

Veff = Vpicco/1,41

(a volte volte si parla di valore ***picco-picco*** della sinusoide – ad. esempio se si fa la misura con un'oscilloscopio e si prende la distanza verticale tra due picchi – in questo caso, essendo due i picchi, occorre dividere per il doppio, cioè 2,82 , per ottenere il valore efficace).

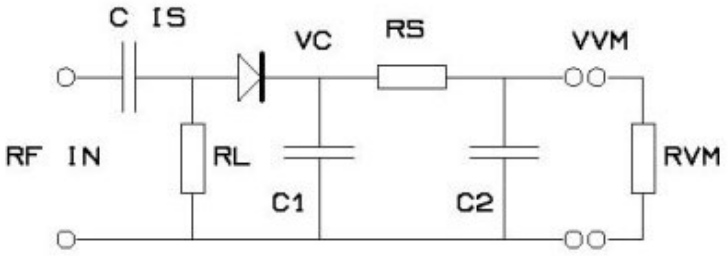


Fig. 4 - Sonda con rettificatore a semionda

Consideriamo ora lo schema di fig. 4 e immaginiamo che al posto della resistenza RL ci sia il secondario di un trasformatore: si riconosce che la parte a destra di RL non è altro che lo schema di un semplice alimentatore con raddrizzatore ad una semionda.

Osservando ora il disegno di fig 5 (tratto sempre dall'interessante libro di di John Rider) si vede che il condensatore C1 si caricherà alla tensione di picco, e si scaricherà lentamente per effetto del carico negli intervalli tra le semionde – se la resistenza di carico è molto elevata, e per i nostri voltmetri qui parliamo di Megaohm, ai capi del condensatore il valore di tensione sarà praticamente pari al valore di picco.

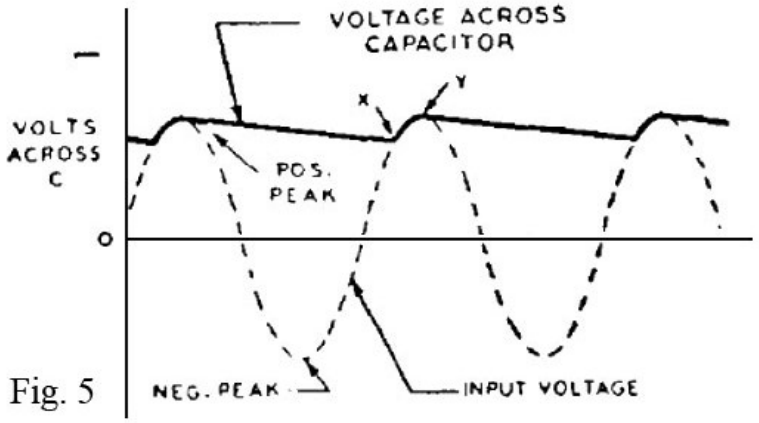


Fig. 5

Occorre ora passare dal valore di picco al valore efficace, a tale scopo osserviamo che nella fig. 4, Rs la resistenza della sonda che serve ad isolare il carico, costituisce con la resistenza d'ingresso del tester Rvm anche un partitore di tensione.

Per il partitore di tensione è nota la relazione: Vvm = Vc Rvm /(Rs+Rvm)

imponendo che sia : Vvm = Vc /1,41

e risolvendo una semplice equazione che non trascrivo per non far addormentare anche l'ultimo lettore rimasto (chi fosse interessato può sempre chiedermi lo sviluppo dei calcoli),

si ottiene: **Rs = 0, 41 Rvm**,

cioe' la resistenza della sonda deve essere 0,41 (per la precisione 0,414) volte la resistenza interna del voltmetro del tester.

Esempi pratici:

- 1 Resistenza interna del mio tester Tecno Power : Rvm = 10 Megaohm →

  Rs = 0,414 x 10 = 4,14 [Megaohm]
- 2 Resistenza interna del mio tester FERM : Rvm = 1 Megaohm →

  Rs = 0,414 x 1 = 0,414 [Megaohm] = 414 kiloohm
- 3 Resistenza interna del mio tester ICE su portata 10 V : Rvm = 200 kiloohm →

  Rs = 0,414 x 200 = 82,8 [kiloohm]
- 4 Resistenza interna dei VTVM anni '60 : Rvm = 11 Megaohm →

  Rs = 0,414 x 11 = 4,55 [Megaohm] che sull'Handbook ARRL è approssimata con il valore commerciale di 4,7 Megaohm.

Rettificatore shunt

Tornando ora allo schema dell' Handbook ARRL di fig.3 esso è costituito da un rettificatore shunt, anziché in serie come nello schema di fig. 4.

Il vantaggio principale è che il condensatore C1 si comporta sia da condensatore d'isolamento per la corrente continua (funzione che nello schema 4 è svolta dal Cis sull'input RF) sia anche si carica alla tensione raddrizzata, sempre che Rs sia di valore sufficientemente elevato.

Quindi il numero dei componenti è inferiore, in particolare il condensatore suddetto che nei circuiti a valvole doveva essere per tensioni relativamente alte, non occorre inoltre la resistenza di chiusura RL, in quanto il circuito si chiude sullo strumento in uscita come indicato nello schema di Fig. 6.

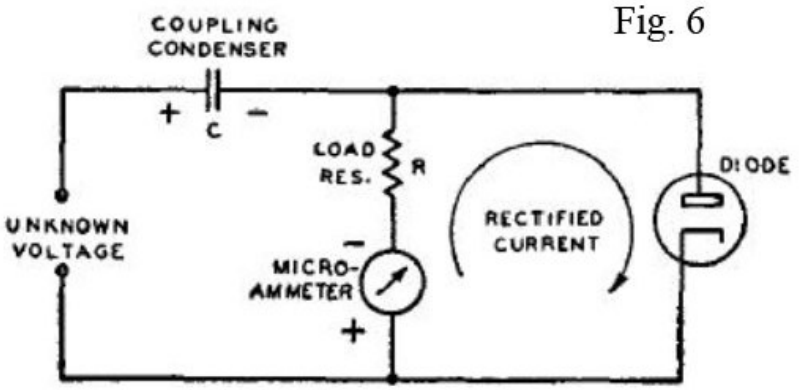


Fig. 6

Mancherebbe un condensatore di filtro per la radiofrequenza, funzione che nello schema di fig. 4 è svolto sia da C1 che da C2, in realtà nello schema di fig. 3 ci sono sia la capacità intriseca del diodo, sia quella del cavetto schermato sull'uscita. (Per confrontare sperimentalmente queste problematiche, ho costruito anche la sonda a rettificatore serie di fig. 4)

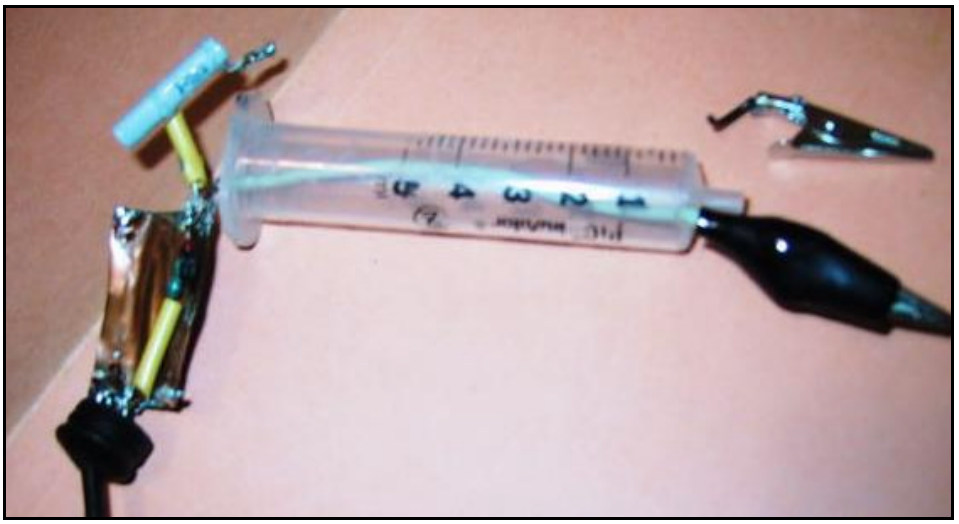
REALIZZAZIONE

Per le mie sonde ho adottato :

- per il tester 1, il tipo shunt di fig. 3 con Rs formata da 3,3 Megaohm+820 kiloohm =4,12 Megaohm nominali, C1 è pari a 100 pF / 600 V
- per il tester 2, il tipo serie di fig. 4 con Rs formata da 270 kiloohm +150 kiloohm =420 kiloohm nominali, Cis è pari a 1000 pF/ 600 V- C1 e C2 sono da 10 nF/bassa tensione, RL = 10 kiloohm, non critica.

Consiglio di misurare i resistori e scegliere quelli la cui resistenza effettiva, sommata come sopra, si avvicina al valore teorico (V. paragrafi precedenti).

Per il contenitore l'Handbook ARRL adotta uno zoccolo completo di schermo per valvola, materiale ormai obsoleto e ingombrante; durante una brutta influenza con complicazioni, ho adocchiato le siringhe da 5 ml dei medicinali che purtroppo dovevo iniettarmi, e ho subito pensato a farci una sonda RF, ricavando una risorsa OM anche da un evento negativo.



Se le utilizzate nuove, come vi auguro, buttate immediatamente l'ago senza pensare di farci un puntale - è troppo sottile e finireste per pungervi. Oggi le apparecchiature sono alimentate a bassa tensione e al posto del puntale si può mettere una pinzetta miniatura a coccodrillo. Se dovesse capitarvi di lavorare su un apparecchio valvolare, prima di posizionare la sonda spegnetelo, staccate la spina e cortocircuitate con un cacciavite ISOLATO i condensatori d'alimentazione.

Come schermo si utilizza un rettangolino di sottile lamierino di rame o di ferro stagnato (di una vecchia batteria da 9V); per la sonda shunt di fig.3 si saldano su di esso i ritorni del diodo, il filo di massa e la calza del cavetto schermato per il tester, mentre per la sonda serie di fig. 4 si saldano i ritorni di RL, C1, C2, il filo di massa e la calza del cavetto schermato per il tester.

Conviene isolare tutte le saldature volanti con tubetti plastici.

Si pratica un forellino sul lato del contenitore e si infila il filo di massa. All'estremo libero del condensatore C1 per la sonda shunt di fig.3 o del condensatore Cis per la sonda serie di fig.4, dopo averlo infilato nel foro centrale (in origine destinato all'ago), si salda un filo flessibile, più lungo di quanto servirà alla fine. Conviene rinforzare la saldatura con un tubetto plastico o "sterling" per ragioni meccaniche.

Si ripiega ora a "C" il lamierino di schermo, facendo attenzione che non tocchi le parti all'interno, e utilizzando i due fili della sonda si tira all'interno, come se fosse una nave in bottiglia. Si tagliano i fili a misura e si saldano alle estremità le pinzette miniatura a coccodrillo.

Come tappo posteriore si utilizza il gommino tratto dal pistone della siringa, dopo averlo forato al centro per far passare il cavetto schermato che porterà il segnale al tester.

IMPIEGO

Il campo d'impiego delle sonde così realizzate è tra circa 20-:-30 V e circa 300 mV .

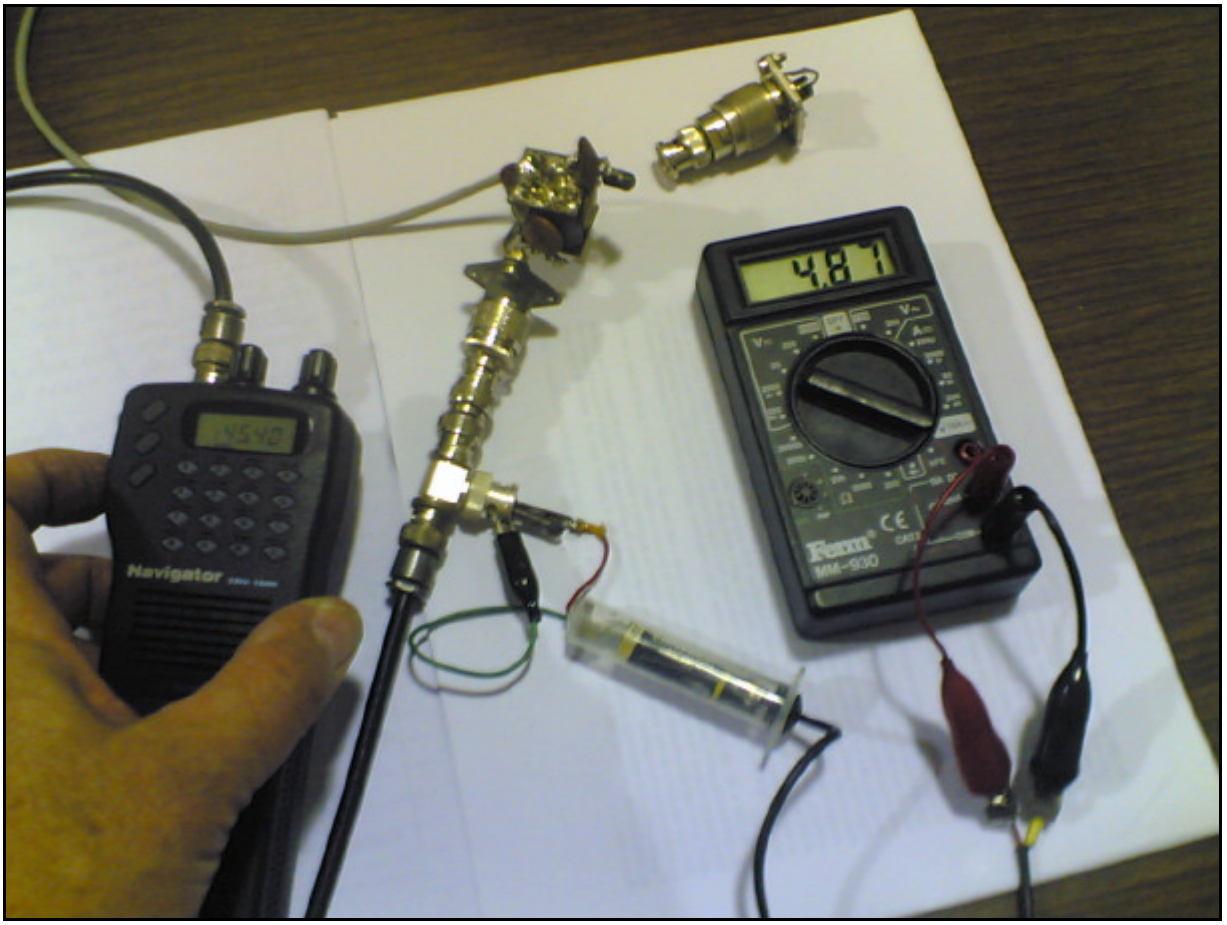
Il limite superiore è dato dalla tensione picco-picco (circa 2,82 volte il valore efficace in lettura), che non deve superare quella massima ammissibile per il diodo. (60 V per l'1N34, 75 V per l'AAZ15, 90 V per lo 0A95, 100 V per l'1N270), il limite inferiore è dato dalla soglia del diodo, che fortunatamente nei diodi al germanio è bassa e con curva arrotondata (circa quadratica) consentendo di fare letture fino a qualche decina di mV, anche se non più affidabili (sotto i 250 mV sono più basse di circa 20% -:- 30% rispetto al valore presunto). Sull'Handbook ARRL 2008 sono previsti metodi per amplificare e linearizzare questa zona della curva, ma riterrei preferibile oggi utilizzare direttamente un amplificatore logaritmico quale l'AD8307 – Vedi ad es. la bibliografia web nell'ultima parte del mio articolo "Il bigino della radiocaccia" su questo stesso sito.

Come detto nell'introduzione, la sonda RF a me è stata utilissima per verificare se il mio oscillatore locale generava i 500 mV previsti come ingresso per il mixer. In un particolare tipo di circuito la tensione dell' oscillatore locale scendeva troppo quando chiusa su 50 ohm, mentre non c'erano problemi con un mixer che aveva un'impedenza d'ingresso di circa 500 ohm.

Un altro impiego è insieme con un carico da 50 ohm da circa 2W, per verificare la potenza d'uscita di un TX QRP. Se i terminali del carico non sono accessibili, si può utilizzare un connettore a T passante, collegando la sonda all'estremo libero del T. La fotografia mostra la misura della potenza del portatilino del nostro Presidente. Si leggono 4,87 V su 50 ohm.

Facendo il quadrato della tensione si ottiene 23,7 , che diviso per 50 dà : 0, 47 W.

Descrivere in dettaglio tutte le applicazioni richiederebbe un altro articolo – potrà essere eventualmente oggetto di un incontro tecnico in sezione con esempi.



Misura della potenza d'uscita di un piccolo TX: si nota la sonda collegata al T - BNC

iØXJ Giovanni Paternostro

g.paternostro1@virgilio.it