

Valutazione di un trasformatore di impedenza

- Un utile impiego per il VNA di N2PK -

La valutazione di un trasformatore di impedenza può essere effettuata in diversi modi: con l'analizzatore vettoriale di reti (VNA) progettato da Paul Kiciak N2PK (1) è possibile misurare i principali parametri di riferimento velocemente e con adeguata accuratezza. Il VNA è costituito sostanzialmente da due generatori di segnale sincronizzati e due ricevitori in grado di fornire misure dell'ampiezza e della fase del segnale ricevuto. In uno dei due ricevitori viene iniettato il segnale prodotto da un generatore, funzionando quindi come riferimento, mentre il secondo fornisce informazioni sul segnale che attraversa l'oggetto sotto analisi (DUT) consentendo di caratterizzare la sua risposta in funzione della frequenza (guadagno o attenuazione etc.). Inserendo tra la porta del generatore e quella del ricevitore una "testina" di misura come ad esempio un ponte di Wheatstone o un accoppiatore direzionale si possono avere informazioni sul rapporto di trasformazione, sul valore di SWR in forma numerica e con alcuni accorgimenti in forma grafica (2).

In questo articolo viene descritto come si è operato e vengono commentati i risultati.

L'oggetto sotto inchiesta è un trasformatore di impedenza 4:1 realizzato in modo semplice ed economico con i comuni manicotti di ferrite per soppressione dei disturbi (tanto per intenderci quei tubetti di ferrite lunghi 5cm con diametro esterno di 20 mm e foro di diametro 10 mm che si trovano spesso nelle fiere per pochi spiccioli).

Il trasformatore consiste di due avvolgimenti bifilari realizzati con la piattina multipolare (quella dei cavi flat) su due distinti nuclei; il diametro del conduttore è di 0,7 mm. Nella figura 1 è mostrato l'oggetto mentre in figura 2 è raffigurato lo schema elettrico.

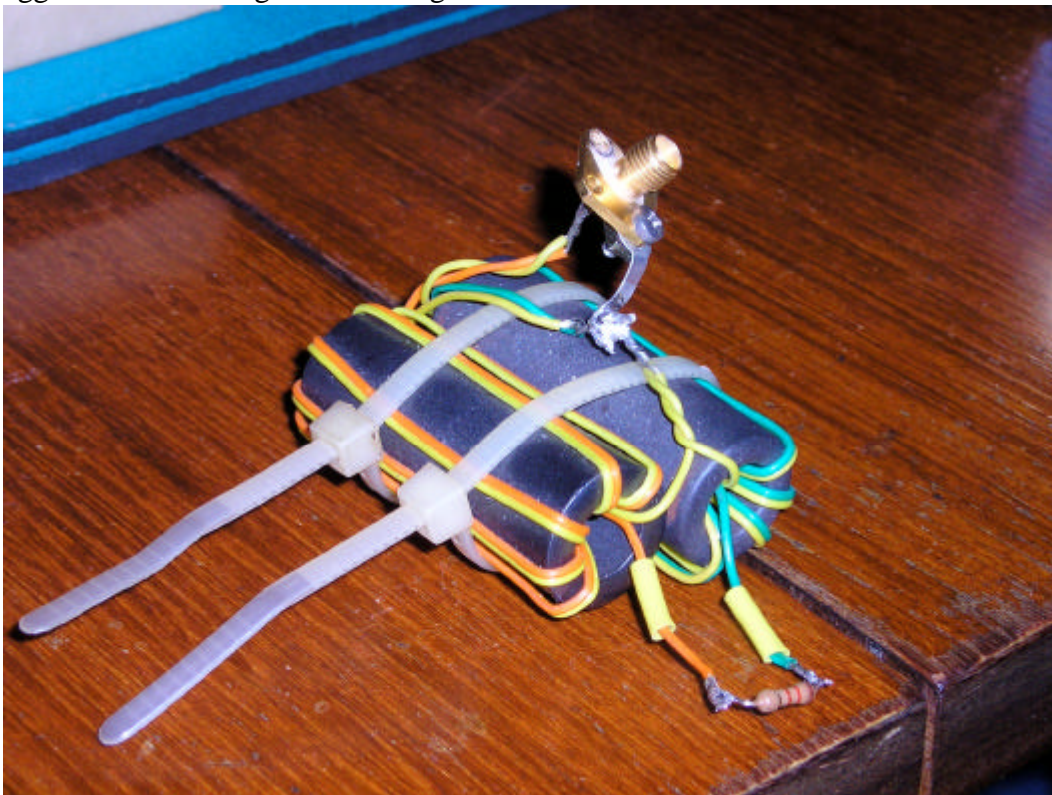
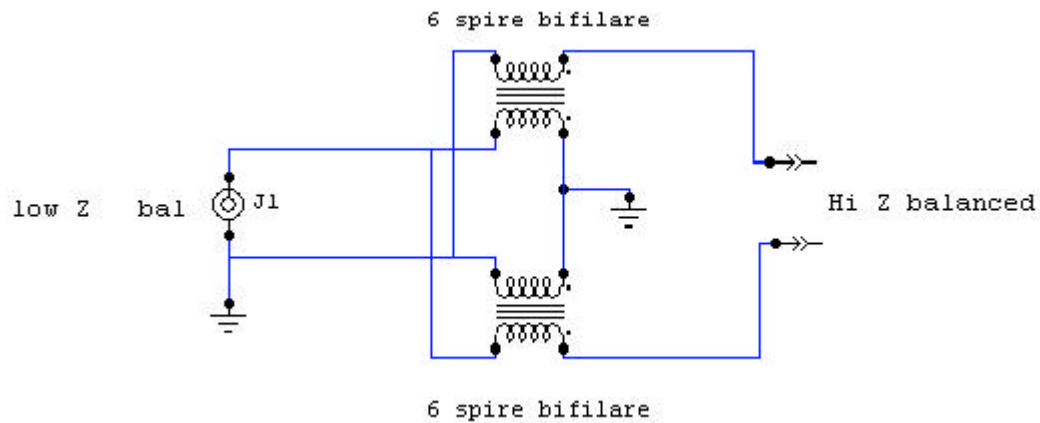


Fig. 1



Per valutare le caratteristiche di trasformazione, ai terminali dell'uscita ad alta impedenza, è stata saldata una resistenza da $\frac{1}{4}$ di W del valore nominale di 220Ω : tale resistenza era stata precedentemente caratterizzata (sempre con il VNA ed un ponte di Wheatstone) risultando praticamente "pura" nel campo di frequenze in esame ($50 \text{ kHz} \div 60 \text{ MHz}$) con valori resistivi da 212 a 214Ω e reattivi compresi tra $+j5$ e $-j5 \Omega$.

La caratterizzazione della resistenza, così come la risposta del trasformatore, è stata condotta con un ponte resistivo per radiofrequenza collegato al VNA: lo schema del ponte è quello classico di Wheatstone, raffigurato in figura 3 e schematizzato in figura 4. Il ponte, con alcune limitazioni in frequenza può essere realizzato con resistenze in carbone, montato in aria ed impiegato insieme ad un ricevitore calibrato ed un generatore di segnali (vedi fig.5)

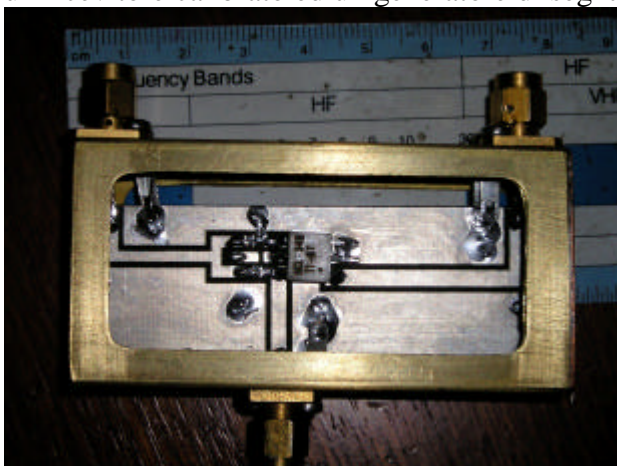


Fig. 3
Fig. 5

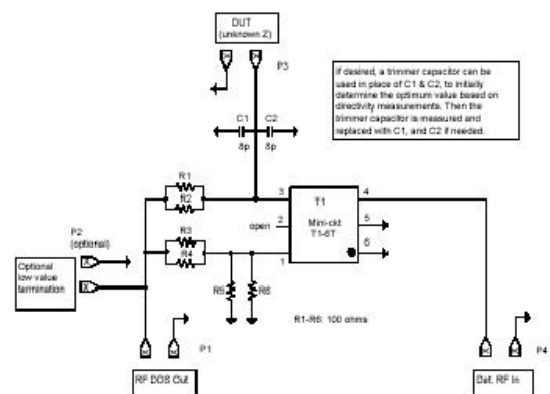
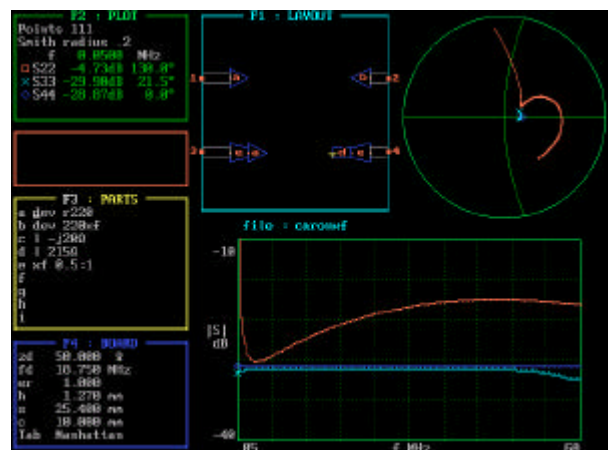


Fig. 4
Fig. 6



In figura 6 si vede la curva ottenuta con Puff (3) che confronta la risposta reale dell'oggetto (curva rossa) con quella teorica della resistenza (reale) con un trasformatore ideale (curva azzurra) e di una resistenza ideale con un trasformatore ideale (curva bleu).

Nel campo di frequenze compreso tra poco più di 1 MHz fino a 60 MHz il rapporto di trasformazione è effettivamente 4:1 e con un carico di 215 Ω si ottengono all'uscita del trasformatore circa 53 Ω di impedenza (Return loss di almeno 20 dB).

In figura 7 si vede l'esecuzione della misura (VNA + ponte + trasformatore)



Fig. 7

Il metodo più facile per valutare le perdite di un trasformatore è quello di connetterne due uguali (cioè trasformare da 50 a 200 Ω e poi di nuovo da 200 a 50 Ω) ed attribuire ad un trasformatore metà della perdita totale. In figura 8 si vedono i due trasformatori accoppiati ed inseriti tra la porta generatore e quella detector del VNA. In figura 9 viene riportata in grafico la curva di attenuazione dei due trasformatori in cascata.



Fig. 8

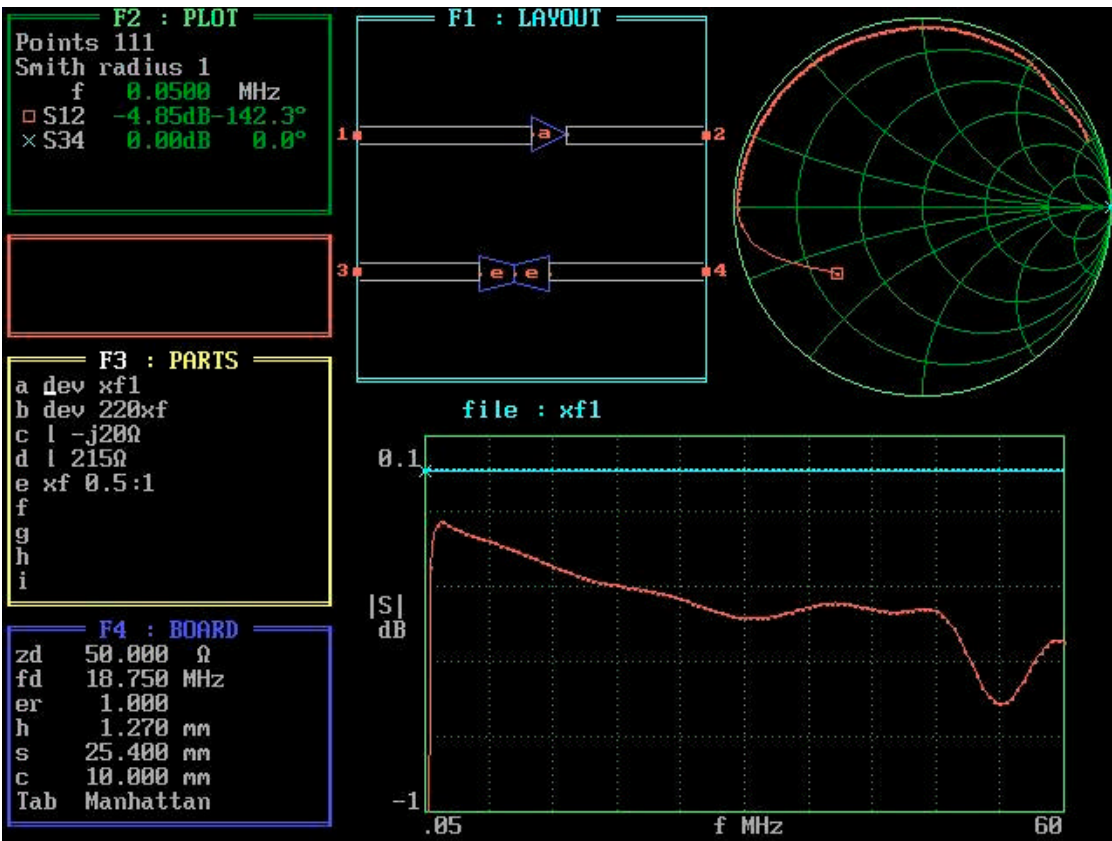


Fig. 9

Nel campo di frequenze comprese tra 1 e 60 MHz, la perdita di inserzione di un trasformatore è inferiore a 0,5 dB. I due trasformatori così accoppiati inseriti tra un carico fittizio a bagno d'olio e il TRX HF seguito da amplificatore lineare non hanno mostrato aumento di temperatura dopo circa 10 minuti con 500 W RF applicati.

- (1) <http://users.adelphia.net/~n2pk/VNA/>
- (2) Con il software di N2PK, i dati originati durante le analisi con il VNA sono raccolti in file di testo insieme ad alcune elaborazioni. Dalle misure di riflessione i dati raccolti nelle colonne "rho" e "deg" sono assimilabili ai parametri di diffusione S11 e sono dunque importabili ed utilizzabili con il programma Puff se raccolti in un file "device"; per maggiori informazioni sono disponibile via mail.
- (3) Puff è un tutorial software realizzato dal CIT e dalla Cornell University per analizzare e simulare reti; il software è disponibili in diverse versioni DOS o Windows da varie fonti.
- (4)

