

Trasformatore di impedenza RF con rapporto multiplo 6,4,2 a 1

IU4RTQ- Claudio

Dovendo realizzare un trasformatore di impedenza RF per le bande HF utilizzabile da 7 a 30 MHz, semplice da utilizzare e soprattutto per uso ad ampia casistica, ho deciso di scrivere questi appunti sulla mia realizzazione. Per ottenere un trasformatore ad ampia "casistica d'uso" ho voluto realizzare un oggetto con più possibilità di adattamento dell'impedenza, mediante la predisposizione di più rapporti di trasformazione. **Tutto ciò che troverete qui, non vuole essere nè un manuale, nè la verità scolpita sulla roccia, quindi sono pronto a critiche e discussioni, che sono le benvenute.**

Dopo varie prove basate su "sensazioni" relative al tipo di materiale più idoneo per il toroide e altri ragionamenti legati al valore induttivo che inevitabilmente il trasformatore introduce, sono giunto a questa realizzazione, che di seguito ho verificato con il fantastico NANOVNA (*santo subito*).

Materiale del toroide: In un primo momento avevo considerato il diffusissimo amidon T200/2, ma da prove e misure eseguite e riportate in altra relazione, ho capito essere poco adatto per un trasformatore larga banda, soprattutto sotto ai 14 MHz.

Il materiale che ho identificato è il 43, quindi ho utilizzato il toroide FT240/43. Per il rame ho utilizzato un filo smaltato da 0,75 mm.

Schema elettrico: qui "si gioca facile" perché in definitiva il trasformatore è un semplice unbalanced-unbalanced. In pratica ho realizzato un "autotrasformatore" con un capo collegato alla massa del connettore del cavo che va al TX, poi 4 spire e il collegamento al centrale del cavo del TX, poi a seguire due spire e una presa, poi altre due spire e una presa, e di nuovo 2 spire e una presa. In pratica sono in totale 10 spire. Ho deciso di inserire **solo 4 spire** al primario perché ho visto che il carico "a vuoto" in questo modo non scende troppo alle frequenze più basse, cioè il trasformatore non finisce per diventare lui stesso un inutile carico, permettendo al contempo un valore induttivo non follemente elevato alle frequenze più alte. Ho scelto una configurazione ad "autotrasformatore", mettendo cioè le spire del primario in comune con quelle del secondario in base ad una semplice considerazione che si basa sul fatto che "ogni spira" determina inevitabilmente una induttanza supplementare. Così facendo, con il primario in comune, ci sono in totale meno spire (4) e a mio avviso è meglio. Unica pecca, naturalmente, è il fatto che non vi è isolamento galvanico tra entrata ed uscita, ma nel mio caso d'uso non è importante.

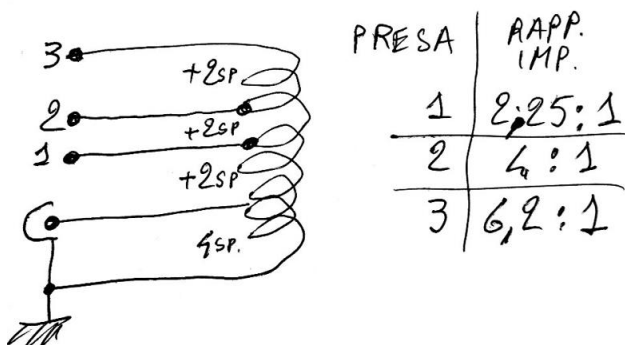
Rapporti di impedenza teorici:

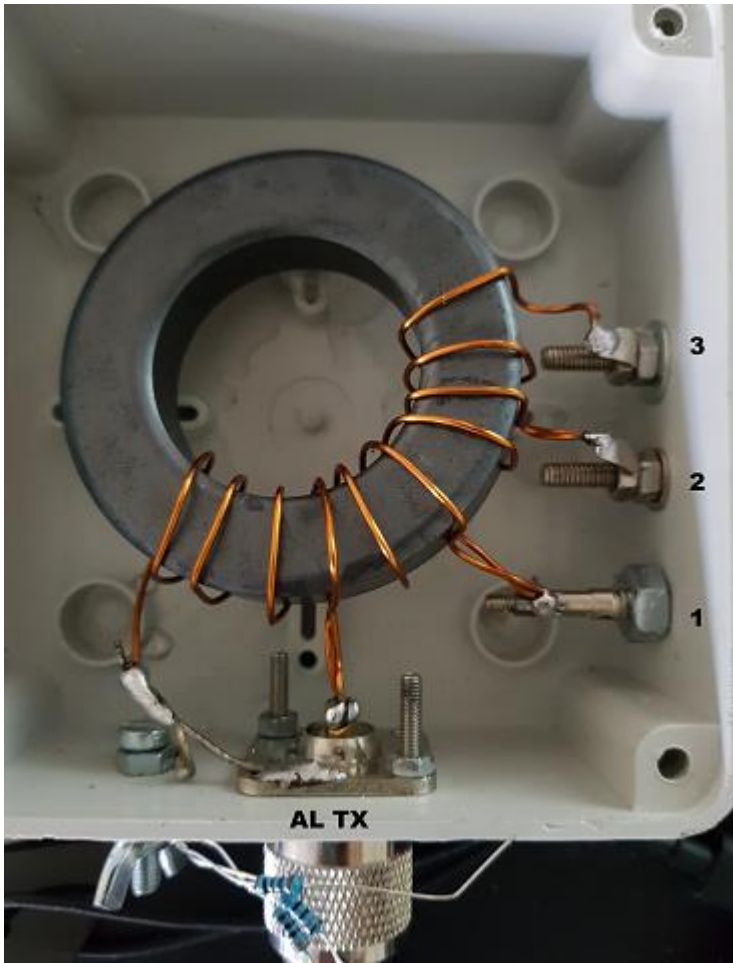
primario: 4 spire iniziali

presa 1: Primario +2 spire: $(6/4)^2 = 2,25:1$

presa 2 : Primario +4 spire: $(8/4)^2 = 4:1$

presa 3: Primario +6 spire: $(10/4)^2 = 6,2:1$





MISURE RILEVATE

Da buon “par.. ehm.. somaro”, metto subito “le mani avanti”, ma non tanto per gli errori introdotti dal fantastico NanoVNA, quanto per il fatto che le resistenze da me inserite per il test sono inevitabilmente collegate con un cavetto di una decina di centimetri. Ciò comporta errori, in particolare alle frequenze più alte. Ritengo comunque indicative tutte le misure che qui riporto. Mi sono fermato a 14 MHz perché è ovviamente la frequenza più utilizzata e di interesse. A 18 MHz non noto sostanziali differenze.

Rapporti rilevati:

presa	Carico inserito	Impedenza misurata 7 MHz	Impedenza misurata 14 MHz	Rapporto resistivo 7 e 14 MHz
1 (2.25:1)	100 ohm	42 +j14	44 +j24	2,38 2,27
2 (4:1)	180 ohm	42+ j20	45 +j36	4,29 4,00
3 (6,2:1)	330 ohm	50 +j24	54 +j47	6,6 6,1

Il rapporto di trasformazione conferma i rapporti di trasformazione calcolati per le tre prese, con un errore di +0,4

Impedenza misurata mettendo a vuoto e in corto il lato "antenna" :

condizione	freq	impedenza
Aperto (no carico)	7 MHz	700 + j212
Aperto (no carico)	14 MHz	436 -j433
Corto presa 1	7 MHz	0,3 + j13
Corto presa 1	14 MHz	0,7 +j27
Corto presa 2	7 MHz	0.4 +j20
Corto presa 2	14 MHz	1+ j40
Corto presa 3	7 MHz	0,57 +j26
Corto presa 3	14 MHz	1,5+j54

Queste misure servono a mio avviso per valutare meglio quelle che sono "perdite" dovute a fattori di accoppiamento (per le prove in cc) e in misura molto minore della resistenza dell'avvolgimento. In tal senso credo sia evidente la perdita di circa 1 ohm riportata al primario, nel caso peggiore. E' una perdita tutto sommato *quasi* trascurabile.

La prova con "aperto" serve a mio avviso per valutare le perdite a vuoto. In sostanza in questo caso si vede che la resistenza di carico parassita oscilla tra i 430 e i 700 ohm lato TX.

Con 430 ohm, ammesso che la misura non abbia errori madornali dovuta al fatto che il nanovna è progettato per lavorare nell'intorno dei 50 ohm, circa il 10% della potenza (50/436) potrebbe essere dispersa in calore sugli avvolgimenti.

Ciò si traduce, durante una trasmissione SSB con P=100W, in una potenza media dispersa di qualche W durante la trasmissione, con picchi di 10 W.

A tutto ciò andrebbero aggiunte altre perdite qualora si utilizzino potenze maggiori per via della eventuale saturazione magnetica del nucleo. Su questo io non ho fatto prove, ma ho la sensazione che questo tipo di toroide possa tranquillamente reggere qualche centinaio di W in modulazione SSB. Personalmente non andrei oltre i 50-100W in AM e 200W in SSB. Ho la sensazione che tanti radioamatori abbiano "cotto il pollo" per questi motivi.

'73

IU4RTQ Claudio Giuliani