

Domenico Marini • I8CVS

E-mail: domenico.i8cvs@tin.it

Misura del ROS di ingresso sui preamplificatori RF

Premessa

Tutti i preamplificatori di antenna sono caratterizzati dalla Cifra di Rumore NF in dB (Noise Figure in Inglese) detta anche in gergo "Figura di Rumore" e dal guadagno G in dB ma poco o nulla viene detto sul ROS (SWR o VSWR) che detti preamplificatori presentano in ingresso.

Anzi nei discorsi che si sentono in aria in genere viene citato solo il guadagno G con frasi tipiche, "Il mio nuovo preamplificatore ha un guadagno di 20 dB e ora sento benissimo", senza pensare che quasi certamente il miglioramento ottenuto è merito della sua Cifra di Rumore NF più bassa di prima e non tanto del guadagno G.

Ma esiste un terzo parametro molto importante, consciamente o involontariamente ignorato anche dai costruttori commerciali di rispetto, che caratterizza un preamplificatore di antenna e che riguarda il ROS o VSWR di ingresso.

Cosa è il ROS di ingresso

Ogni preamplificatore RF di antenna ha una rete di adattamento fra l'impedenza Z_{in} di 50 Ω applicata al suo connettore di ingresso e la base o il gate del transistor o GaAsFET che sia.

Questa rete, costituita da induttanze e capacità, deve essere "opportunamente adattata" alla base del transistor o al gate del GaAsFET, ossia all'ingresso del dispositivo attivo, per ottenere alla sua uscita il minimo di rumore, ossia il minimo di NF come mostra sinteticamente la rete di adattamento a blocchi (Matching Network adjusted for minimum NF) di **Fig. 1**.

Per rete "opportunamente adattata" non si intende che il dispositivo attivo "veda" un'impedenza uguale al coniugato della sua impedenza di ingresso (Z_{in}) ma che il dispositivo attivo "veda" l'impedenza che produce il minimo di NF, (Z_{minNF}), ossia il minimo rumore.

L'impedenza Z_{minNF} del dispositivo attivo non è mai uguale all'impedenza di ingresso Z_{in} ma è normalmente molto diversa sia in parte resistiva che reattiva.

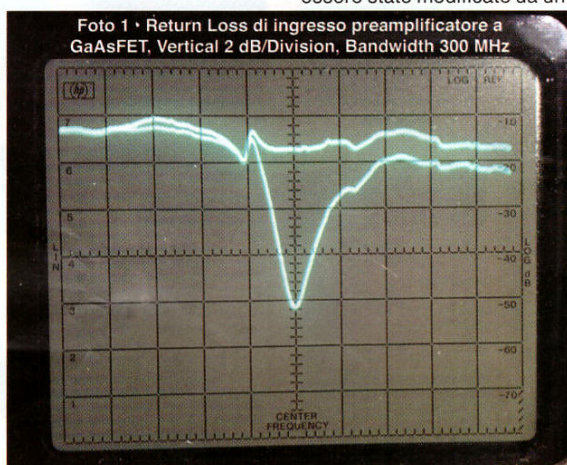
La conseguenza di questa differenza è che l'impedenza al connettore di ingresso di un preamplificatore opportunamente adattato per la più bassa Cifra di Rumore NF non appare di valore 50 Ω e quindi il preamplificatore nel peggiore dei casi può avere un ROS di ingresso molto elevato che può arrivare anche a 8 o 9 il che corrisponde a un Return Loss, abbreviato RL, di appena ≈ 2 dB.

Questo ROS così elevato, guardando dall'antenna che è il generatore da 50 Ω , verso il preamplificatore che è un carico diverso da 50 Ω , di norma non provoca un effetto peg-

giorativo sulla NF totale del ricevitore solo perché il preamplificatore è montato in antenna vicino al dipolo con pochi centimetri di cavo coassiale e quindi le perdite addizionali dovute a un ROS elevato sul cavo sono minime.

Tuttavia, se inseriamo fra antenna e preamplificatore un filtro molto selettivo a molti poli e fianchi ripidi allora si possono creare dei problemi perché questi filtri sono tarati su 50 Ω puramente resistivi in entrata e in uscita ma in questo caso siccome il preamplificatore non rappresenta un carico con impedenza di ingresso 50 Ω le curve caratteristiche di risposta del filtro entro la sua banda passante verranno alterate e le perdite di inserzione aumenteranno in conseguenza.

Un problema analogo si presenta usando i normali duplexer che si inseriscono fra antenna e preamplificatore perché questi sono formati da filtri passa-alto e passa-basso con fianchi molto ripidi e sono tarati su 50 Ω puramente resistivi ma noi li usiamo senza preoccuparci delle loro reali curve di risposta solo per il fatto che ignoriamo come queste curve, nel peggiore dei casi, potrebbero essere state modificate da un ROS di 8 o di 9 presente all'ingresso del preamplificatore.



La misura del ros di ingresso su un preamplificatore a GaAsFet

La misura del ROS di ingresso, oggetto di questo articolo, è stata fatta su un preamplificatore a GaAsFET 2SK571 in cavità per 70 cm autocostituito e precedentemente tarato per la più bassa NF con un PANFI (Precision Automatic Noise Figure Indicator), DJ9BV ottenendo NF = 0.4 dB e guadagno G = 20 dB.

Va precisato che dopo aver tarato il preamplificatore per la più bassa NF il valore del ROS che andremo a misurare resterà un

parametro immutabile e quindi tale misura sarà un utile esercizio puramente accademico su cui spremere le meningi.

I vari "step" da eseguire per la misura del ROS di ingresso sono i seguenti:

- 1) Misurare strumentalmente il Return Loss RL in dB.
- 2) Partendo dal Return Loss RL in dB misurato calcolare analiticamente il relativo coefficiente di riflessione ρ (pronuncia RHO).
- 3) Ottenuto il coefficiente di riflessione ρ calcolare analiticamente il relativo ROS o VSWR.

Ho eseguito la misura del ROS di ingresso con due Set-Up diversi:

Il Set-Up Nr. 1, schematizzato a blocchi in **Fig. 2** usa il ponte riflettometrico del ROS pubblicato da I5TDJ su RadioRivista 5/88 e ristampato su RR 9/2013 più un Tracking Generator HP8444A con

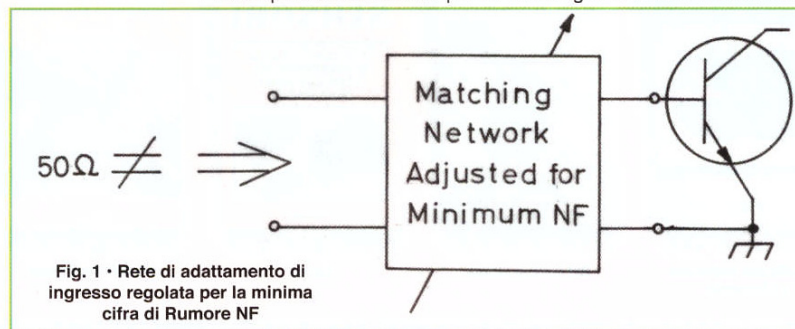


Fig. 1 • Rete di adattamento di ingresso regolata per la minima cifra di Rumore NF

Analizzatore di Spettro HP8555A. Il Set-Up Nr. 2, più semplice, schematizzato a blocchi in Fig. 3 ma che fornisce misure altrettanto precise, usa il detto ponte riflettometrico del ROS con un Generatore di Segnali HP8640B e un normale RX per 70 centimetri dotato di classico S'meter a indice tarato in 6 dB per punto S.

Misura col Set-Up nr. 1

La Fig. 2 mostra lo schema a blocchi dove il Tracking Generator centrato su 432 MHz e attenuato di 10 dB alimenta con -20 dBm la porta J1 del ponte riflettometrico (V.S.W.R. Bridge).

La potenza incidente W_i presente sulla porta J2 corrisponde alla potenza di -20 dBm iniettata su J1 meno 6 dB, ossia $W_i = -20 - (-6) = -14$ dBm in quanto il ponte riflettometrico è un divisore a -6 dB.

La porta di riferimento J4 del ponte riflettometrico è chiusa su una terminazione da 50 Ω della migliore possibile qualità su cui l'ingresso del preamplificatore sarà comparato.

La porta J3 del ponte riflettometrico è collegata all'ingresso dell'Analizzatore di Spettro mediante un attenuatore da -10 dB che serve a far vedere 50 Ω a J3.

Un relay coassiale o un semplice commutatore coassiale è connesso col comune alla porta J2 del ponte riflettometrico in modo tale che commutando J2 sul contatto normalmente aperto NO il ponte invii la potenza incidente W_i alla porta J3 e da qui all'Analizzatore di Spettro che tratterà una retta orizzontale sulla parte superiore dello schermo larga 300 MHz e centrata su 432 MHz come si vede in Fig. 2 e in Foto 1.

Quando il relay coassiale viene commutato sul contatto normalmente chiuso NC la porta J2 del ponte riflettometrico viene collegata sull'ingresso del preamplificatore e quindi il ponte misura su J3 la

curva della potenza riflessa W_r larga 300 MHz e centrata su 432 MHz come si vede in Fig. 2 e Foto 1.

L'analizzatore di Spettro è settato in Verticale a 2 dB per divisione per cui come si vede dal reticolo della Foto 1 la differenza fra la retta W_i della potenza incidente e la curva W_r della potenza riflessa è 6.8 dB di return-loss RL. Per ricavare il coefficiente di riflessione ρ partendo dal return-loss RL basta usare la formula:

$$\rho = 10^{(-RL / 20)} = 10^{(-6.8 / 20)} = 0.457$$

Per ricavare il ROS avendo il coefficiente di riflessione ρ basta usare la formula:

$$ROS = (1 + \rho) / (1 - \rho) = (1 + 0.457) / (1 - 0.457) = 2.68$$

Per visualizzare contemporaneamente le due tracce della potenza incidente W_i e di quella riflessa W_r come in Foto 1 bisogna settare l'analizzatore di spettro HP8555A con la memoria impostando i seguenti valori:

INPUT ATTENUATOR = 10 dB
BANDWIDTH = 300 MHz
VIDEO FILTER = 10 kHz
WRITING SPEED = STD
SCAN MODE = SINGLE
LOG REF LEVEL = 2 dB Vertical/Division

Misura col Set-Up Nr. 2

La Fig. 3 mostra lo schema a blocchi dove il Generatore di Segnali HP8640B centrato su 432 MHz e attenuato di 40 dB col suo

SCHEMA A BLOCCHI SET-UP MISURA ROS DI INGRESSO PREAMPLIFICATORE RF 432MHz

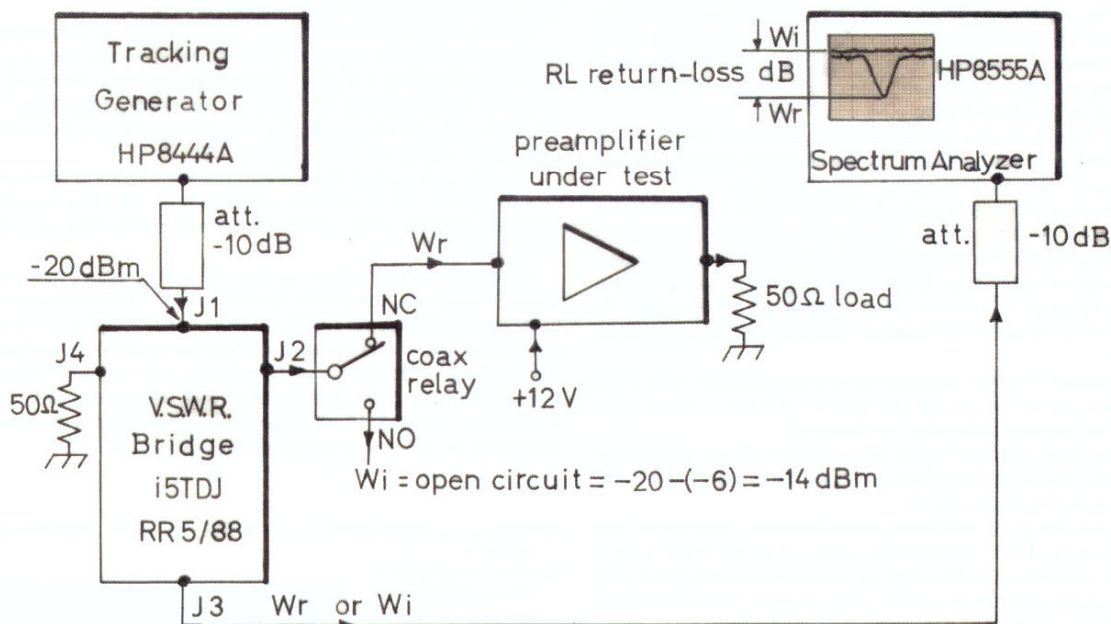


Fig. 2 - Schema a blocchi set-up misura ROS di ingresso preamplificatore RF a 432 MHz

attenuatore interno alimenta con -40 dBm la porta J1 del ponte riflettometrico (V.S.W.R. Bridge).

La potenza incidente W_i presente sulla porta J2 corrisponde alla potenza di -40 dBm iniettata su J1 meno 6 dB, ossia $W_i = -40 - (-6) = -34$ dBm in quanto il ponte riflettometrico è un divisore a -6 dB.

La porta di riferimento J4 del ponte riflettometrico è chiusa su una terminazione da 50 Ω della migliore possibile qualità su cui l'ingresso del preamplificatore sarà comparato.

La porta J3 del ponte riflettometrico è collegata all'ingresso di un ricevitore per 432 MHz mediante un attenuatore con scala calibrata da 0 a 10 dB che serve a far vedere 50 Ω a J3 e all'ingresso del ricevitore oltre a settare con precisione sullo S-meter la potenza incidente W_i e la potenza riflessa W_r .

E' bene che l'attenuatore da 0 a 10 dB sia del tipo a variazione continua e non a gradini di 1 dB che nella misura di W_i e W_r introdurrebbe inevitabilmente un errore di lettura di ± 1 dB.

Un attenuatore a T per 50 Ω da DC a 1 GHz con variazione continua e scala graduata da 0 a 10 dB adatto a questo scopo è il modello 2971 della Weinschel Engineering facilmente reperibile nel surplus.

Un relay coassiale o un semplice commutatore coassiale è connesso col comune alla porta J2 del ponte riflettometrico in modo tale che, commutando J2 sul contatto normalmente aperto NO, il ponte invii la potenza incidente W_i alla porta J3 e da qui al ricevitore il cui attenuatore calibrato all'ingresso verrà regolato per indicare sullo S-meter una potenza incidente W_i di S-9 + 20 dB come si vede in Fig. 3.

Quando il relay coassiale viene commutato sul contatto normalmente chiuso NC la porta J2 del ponte riflettometrico viene collegata sull'ingresso del preamplificatore e quindi il ponte misura su J3 la potenza riflessa W_r centrata su 432 MHz e lo S-meter accuserà una piccola deviazione all'indietro verso inizio scala come si vede sull'indice tratteggiato in Fig. 3.

Se lo S-meter è tarato in dB la variazione dell'indice fra la potenza incidente W_i e la potenza riflessa W_r è direttamente proporzionale al valore di return-loss RL in dB come indica la Fig. 3.

Siccome il return-loss di un preamplificatore RF è normalmente molto basso, per ottenere una misura sufficientemente precisa e apprezzabile del return-loss è preferibile aprire col relay coassiale il preamplificatore dalla porta J2 del ponte riflettometrico e prendere nota precisa della indicazione W_i che assumerà l'indice dello S-meter nonché il valore in dB segnato dall'attenuatore calibrato da 0 a 10 dB.

Commutando il relay coassiale sul preamplificatore l'ago dello S-meter accuserà una piccola deviazione all'indietro verso inizio scala posizionandosi sulla potenza riflessa W_r .

A questo punto bisogna diminuire il valore in dB dell'attenuatore in modo tale da sovrapporre l'indice dello S-meter sulla indicazione precedentemente trovata per W_i .

La variazione in dB dell'attenuatore calibrato, letta fra le due indicazioni di W_i e W_r , rappresenta il return-loss RL in dB e se le operazioni saranno state condotte con precisione la variazione letta sull'attenuatore calibrato in questo caso risulterà molto prossima a un return-loss di 6.8 dB.

Come abbiamo precedentemente visto sull'analizzatore di spettro e anche già calcolato, avendo misurato un return-loss di 6.8 dB otterremo un coefficiente di riflessione $\rho = 0.457$ e un ROS = 2.68.

MISURA ROS DI INGRESSO PREAMPLIFICATORE RF CON S-METER DEL RICEVITORE

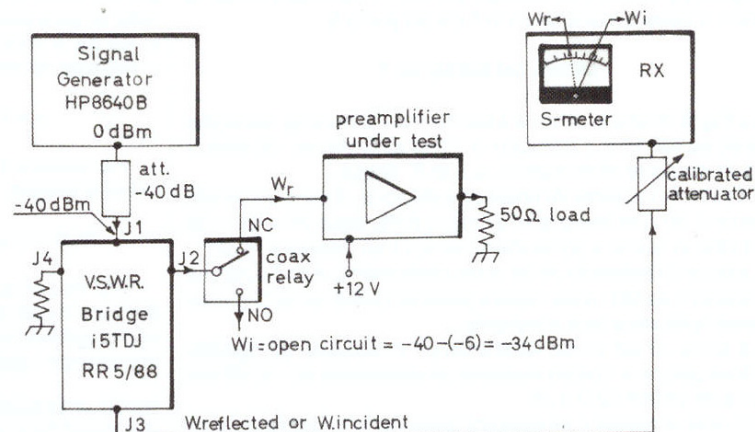


Fig. 3 - Misura ROS di ingresso preamplificatore RF con S-meter del ricevitore

Conclusione

Un ROS = 2.68 all'ingresso del preamplificatore considerando che la misura viene fatta su un GaAsFET è più che soddisfacente e non darà problemi qualora il preamplificatore sia montato direttamente in antenna con pochi centimetri di cavo coassiale dal dipolo. Anche usando mezzi semplici come un comune Generatore di Segnali calibrato e un normale Ricevitore si possono effettuare misure di return-loss RL comparabili a quelle ottenute usando strumenti più sofisticati come un Tracking Generator e un Analizzatore di Spettro ma il cuore di tutta la misura è il ponte riflettometrico progettato da I5TDJ e pubblicato inizialmente su RR 5/88 di cui è stata fatta una ristampa su RadioRivista 9/13.

Questa misura consente di fare anche un'utile verifica sulla taratura dello S-meter del ricevitore secondo le norme standard adottate dalla IARU Regione 1 le quali stabiliscono che per i ricevitori oltre i 144 MHz l'indicazione di S-9 deve corrispondere a una potenza di -93 dBm applicati all'ingresso del ricevitore e che ogni punto S fino a S-9 deve valere una differenza di 6 dB.

Questa verifica può essere effettuata applicando direttamente all'ingresso del ricevitore la potenza di -93 dBm regolando opportunamente l'attenuatore interno del Generatore di Segnali HP8640B.

Se lo S-meter segna S-9 vuol dire che lo strumento è tarato e che anche l'impedenza di ingresso del ricevitore è 50 Ω ma siccome è difficile che tale impedenza sia 50 Ω è improbabile leggere S-9 e quindi bisogna fare la verifica inserendo l'attenuatore da 10 dB all'ingresso del ricevitore. L'attenuatore da 10 dB serve a far vedere al ricevitore l'impedenza di 50 Ω e aumentando il livello del segnale da -93 dBm a -83 dBm, ossia di 10 dB in più per compensare l'attenuazione introdotta, se lo S-meter è tarato deve segnare S-9.

Bibliografia

- 1) Ponte per la misura del R.O.S. di Piero Moroni, I5TDJ RadioRivista 5/88 e 9/2013.
- 2) Measurement of the input matching with the aid of a Directional Couplet Bridge by Michael Martin, DJ7VY, VHF Communications 3/83 pagg. 158-162.



Vi è piaciuto questo articolo?
Se sì potete votarlo on-line visitando il nostro sito www.ari.it