

I Radioamatori e la Figura di Rumore

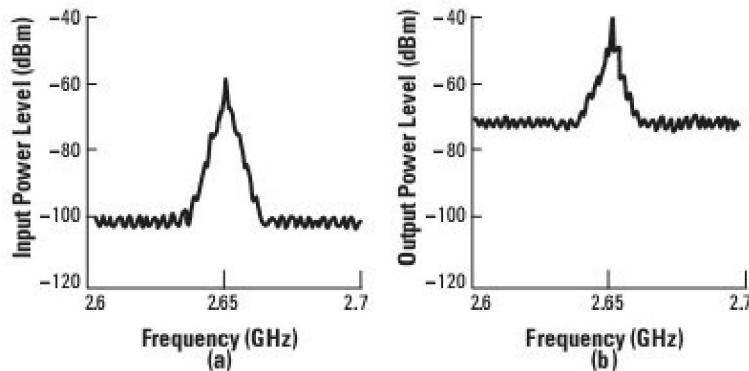
Per un Radioamatore che si dedica alle bande alte, dalle VHF in su, l'incontro con i preamplificatori da montare nelle immediate vicinanze dell'antenna e' inevitabile. Molti autocostruttori hanno iniziato la loro "carriera" nel campo RF proprio realizzando un preamplificatore a basso rumore.

Questo brevissimo articolo non intende trattare l'argomento "Figura di Rumore" in modo accademico, la letteratura in merito e' vastissima, data la fondamentale importanza dell'argomento per il mondo delle radiocomunicazioni.

Piu' che altro il tentativo e' quello di rendere comprensibile anche a chi non mastica molta matematica ed e' allergico alle formule, cosa accade quando si inserisce un preamplificatore tra antenna e ricetrasmittitore e di fornire un metodo di taratura per farlo funzionare al meglio, senza necessariamente spendere diversi Keu in strumentazione professionale.

Le caratteristiche principali di un preamplificatore (come di qualsiasi altro amplificatore) sono:

- Guadagno, ovvero quante "volte" il segnale di uscita e' piu potente di quello in ingresso
- Dinamica, ovvero la potenza massima in ingresso che puo' essere amplificata senza generare inconvenienti (=distorsione)
- Figura di Rumore, ovvero quanto l'introduzione del preamplificatore "sporca" il segnale.



In figura (a) si vede un segnale che ha una potenza di -60dBm (un miliardesimo di Watt) ed il rumore che ha potenza -100dBm, si nota che la distanza tra segnale e rumore e' di 40dB.

In figura (b) abbiamo lo stesso segnale dopo che e' passato attraverso un amplificatore con guadagno pari a 20dB, il segnale e' aumentato da -60 a -40dBm, ci dovremmo aspettare che anche il rumore aumenti di 20dB passando da -100 a -80dB, in realta' il rumore aumenta un po' di piu', peggiorando di fatto la distanza tra il segnale e il rumore di fondo, che in questo caso e' scesa a circa 30dB.

La misura di questo peggioramento e' proprio il Fattore di Rumore (F) o, nella sua versione logaritmica, la Figura di Rumore (NF) dell'amplificatore utilizzato.

In letteratura ho trovato un po' di confusione tra F e NF, per essere chiari considero F come il "rapporto tra il rapporto del segnale/rumore in ingresso e quello in uscita" mentre NF e' la stessa cosa espressa in dB. $NF = 10 \log(F)$

Un pensiero lecito potrebbe essere "Se il preamplificatore in ogni caso sporca il segnale, che beneficio ho ad utilizzarlo?"

La risposta e' che l'attenuazione del cavo coassiale tra antenna e ricetrasmittitore e' spesso piu' deleteria, per quanto riguarda il rapporto Segnale/Rumore, di quanto non possa essere l'introduzione di un LNA (Low Noise Amplifier, amplificatore a basso rumore).

Il Fattore di Rumore (F), di una stazione radioamatoriale completa, e' la combinazione dei contributi di rumore di ogni amplificatore che si trova sul percorso della radiofrequenza. Oltre all'LNA posizionato sotto l'antenna, ci sono diversi amplificatori all'interno del ricetrasmittitore a cominciare dal front-end e per le varie conversioni di frequenza.

I vari contributi di rumore pero', fortunatamente, contribuiscono solo in minima parte al Fattore complessivo. Quello che conta davvero e' il Fattore del primo amplificatore posto subito dopo l'antenna, al quale vanno sommati gli F dei vari stadi (-1) e **divisi per il prodotto dei Guadagni degli stadi precedenti**.

Ad esempio un amplificatore con F pari a 1.5 posto subito dopo un LNA con guadagno G di 18db e $F = 1.1$, contribuisce al rumore complessivo con un valore di $(1.5-1)/18 = 0.027$. Il Fattore di rumore complessivo sara' di $1.1+0.027 = 1.127$, praticamente quasi invariato.

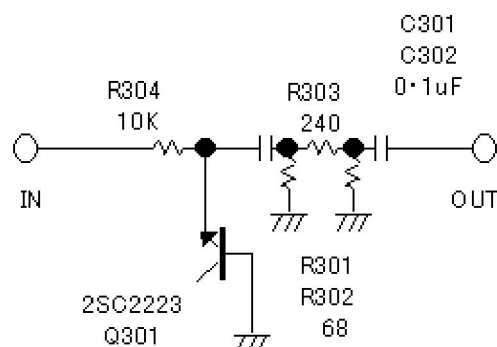
Questo spiega l'importanza di avere un primo stadio con un'ottimo F.

Di progetti per autocostruirsi un LNA sono pieni gli handbook e anche in rete se ne trovano moltissimi, le differenze sostanziali riguardano il tipo di dispositivo utilizzato, GaAsfet E-PHEMT ecc.

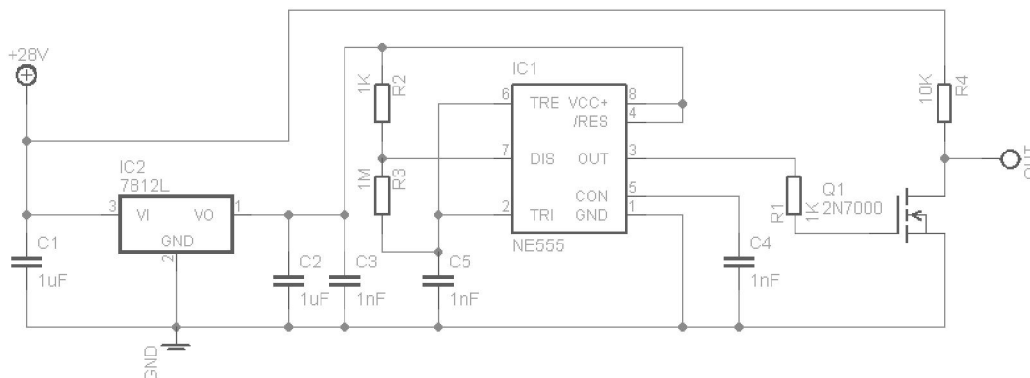
In linea di principio all'ingresso del dispositivo tutti i progetti hanno un filtro abbastanza blando o un risonatore che permette di adattare i 50 Ohm dell'antenna all'impedenza d'ingresso del transistor minimizzando l'attenuazione (qualsiasi perdita PRIMA del transistor va a peggiorare F in maniera significativa). Quasi tutti i preamplificatori hanno la possibilita' di "tarare" questa parte di circuito attraverso l'uso, ad esempio, di trimmer capacitivi.

Ecco un semplice metodo per ottenere il minimo F (o NF).

Occorre prima di tutto realizzare un generatore di rumore, di solito si usa una giunzione di un diodo o di un transistor polarizzata inversamente, la tensione inversa di calibrazione standard e' di 28V. Anche questi generatori di noise si trovano abbondantemente in rete o sui libri, in figura un esempio.



Occorre inoltre generare un'onda quadra 0-28V che "accenda e spenga" il generatore di rumore con una frequenza in banda audio, 7-800Hz vanno piu' che bene. Io ho utilizzato un NE555 che pilota un mosfet 2N7000, ma e' solo una delle n alternative.



Bisogna collegare in sequenza:

Alimentatore 28V DC à generatore 700Hz à generatore noise à preamplificatore à Ricevitore

Il ricevitore e' una qualsiasi radio capace di ricevere in **AM** sulla banda d'interesse del preamplificatore. Se tutto funziona si ascoltera' una nota a 700Hz.

L'intensita' della nota rispetto al fondo di rumore e' in diretta relazione con il fattore Y che si trova nelle varie formule. Per chi non e' curioso basti sapere che maggiore e' l'intensita' della nota rispetto al rumore di fondo, minore e' il Fattore di Rumore del preamplificatore sotto esame.

Possiamo quindi utilizzare la scheda audio del pc ed un programma per analizzare lo spettro audio, ce ne sono svariati, Spectran, Spectraplus, TrueRTA, Sample Champions, SpecLab ecc.

Tutti sono piu' o meno gratuiti tranne Spectran di I2PHD e IK2CZL, che invece e' gratuito per davvero.

Per minimizzare il Fattore di Rumore si agisce sulla taratura del circuito d'ingresso del preamplificatore e sul punto di polarizzazione del dispositivo, facendo in modo che il picco a 700Hz sia il piu' alto possibile rispetto al fondo di rumore. Spessissimo il punto di miglior F non coincide con il punto di massimo guadagno.

In medio stat virtus, come al solito.

