

Rumore di città, di campagna

l pro e i contro di un preamplificatore

Premessa

Può sembrare strano, ma uno dei problemi per chi opera in modo -A da 29.3 a 29.5 MHz, è stabilire se le prestazioni del proprio R miglioreranno o meno con l'uso di un preamplificatore a basso rumore. A volte il preamplificatore giova, e a volte no ma ciò non deve essere un fatto verificabile a posteriori. Quanto è ottenibile lo si può accertare con semplici calcoli e giacché i concetti di base sono applicabili dalle HF alle SHF, un'analisi del problema sembra opportuna.

Concetti generali sul rumore

In ogni sistema ricevente la cifra di rumore totale dovrebbe essere tanto bassa che la sensibilità del ricevitore venga limitata soltanto dal rumore esterno raccolto dall'antenna. La cifra di rumore NF in dB, il fattore di rumore F, la temperatura di rumore T in gradi Kelvin, esprimono tutti la stessa cosa in termini diversi: la potenza di rumore generata dal nostro ricevitore rispetto a uno ideale che di rumore non ne produrrebbe affatto. Questi parametri sono legati fra loro dalle seguenti relazioni:

$$NF_{dB} = 10 \log F; F = 10^{\frac{NF}{10}}; T = (F-1) \times 290^\circ K$$

Esempio: un ricevitore con cifra di rumore NF = 3dB ha un fattore di rumore

$$F = 10^{\frac{3}{10}} = 2 \text{ (volte peggio di uno ideale).}$$

Un ricevitore con fattore di rumore 2 ha una cifra di rumore NF = 10 log 2 = 3 dB.

Un ricevitore con fattore di rumore 2 ha una temperatura equivalente di rumore $T = (2-1) \times 290^\circ K = 290^\circ K$.

Si ricorda che $290^\circ K$ o gradi Kelvin, equivalgono alla temperatura ambiente di 17° Centigradi (definizione IEEE). Siccome $273^\circ K = 0^\circ$ Centigradi, $273^\circ K + 17^\circ C = 290^\circ K$.

Il nostro ricevitore da NF = 3dB produce da solo tanto rumore quanto ne produrrebbe una resistenza da 50 Ohm posta a temperatura ambiente e collegata all'ingresso adattato di un ricevitore ideale. Cosa succede però se al nostro ricevitore «reale» da NF=3dB colleghiamo un carico adattato in ingresso che può essere la stessa resistenza da 50 Ohm o un'antenna?

Se colleghiamo la resistenza, la temperatura di rumore totale sarà la somma dei $290^\circ K$ a cui si trova la resistenza più i $290^\circ K$ generati dal ricevitore, ossia circa $600^\circ K$. Se invece colleghiamo un'antenna, nonostante l'impedenza sia sempre 50 Ohm e questa si trovi a temperatura ambiente, le cose andranno ben diversamente perché la temperatura equivalente di rumore esterno raccolta dall'antenna non è $290^\circ K$ ma varia enormemente con la frequenza da ricevere e col luogo in cui è installata l'antenna. L'entità di questo rumore si può leggere dal diagramma di Fig. 1. In ascissa troviamo le frequenze da 1 a 100 MHz, in ordinata di destra ci sono le temperature equivalenti di rumore e sull'ordinata di sinistra c'è il corrispondente fattore di rumore F_A dovuto al solo contributo di antenna. Il tutto è riferito a tre condizioni diverse di rumore:

1 - **Galactic noise:** linea tratteggiata, riscontrabile solo in zone di aperta campagna lontane da centri abitati.

2 - **Suburban man made noise:** rumore prodotto dalle attività industriali e riscontrabile in zone di periferia.

3 - **Urban man made noise:** rumore presente in una grande metropoli.

Dopo questa necessaria premessa vediamo cosa succederebbe a ognuno di noi se ci trovassimo in queste tre diverse situazioni. Ci proponiamo di ricevere il downlink degli RS e A08 modo-A da 29.3 a 29.5 MHz con un ricevitore normale la cui sensibilità standard è di 0.5 microvolt per 10 dB di S+N/N e poi con lo stesso RX munito di preamplificatore da NF = 2.5 dB.

Il ricevitore, da solo, con banda passante di 2.1 kHz nei punti a -3dB ha un NF = 11.8 dB (evitiamo di dimostrarlo). Applicando le relazioni citate, la sua temperatura equivalente di rumore è $T = 4089^\circ K$. Generalmente nella parte alta dei 10 metri i ricevitori sono sordi, la sensibilità di 0.5 microvolt per 10dB di S+N/N non viene

raggiunta e RX vecchioti o starati hanno cifre di rumore NF che toccano 20dB. Con NF = 20dB, $T = 28710^\circ K$. Vediamo dunque se la scarsa sensibilità di questo RX venga limitata o meno dal rumore esterno e se per migliorare le cose sia necessario o no un preamplificatore a bassa cifra di rumore. Purtroppo subentra un'altra variabile, infatti le cose cambiano a seconda che l'OM viva in campagna o in metropoli. Analizziamo questi due casi estremi ma poi ognuno ripeterà i calcoli secondo la propria situazione geografica utilizzando i valori del rumore esterno interpolando il grafico di fig. 1

Caso A - In piena campagna, a 30 MHz, un'antenna diretta all'orizzonte, lontana da centri urbani, raccoglie un rumore galattico di circa $25000^\circ K$. Il nostro OM di campagna, beato lui, attacca l'antenna al ricevitore senza preamplificatore. La potenza di rumore all'uscita del suo RX è data dalla seguente equazione:

① $P_n = KTB$ dove:

P_n = Potenza di rumore in Watt

K = Costante di Boltzmann = 1.38×10^{-23} Watt /Hz $^\circ K$ (ossia per ogni Hz e per ogni grado di temperatura)

T = Temperatura di rumore totale (quella esterna più quella del ricevitore in $^\circ K$)

B = Banda passante del ricevitore in Hz

Sostituendo i numeri si ha:

$$\textcircled{2} P_{n1} = 1.38 \times 10^{-23} \times (25000^\circ K + 28710^\circ K) \times 2100 \text{ Hz} = 1.55 \times 10^{-15} \text{ Watt}$$

Il nostro OM monta un preamplificatore che gli abbassa la cifra di rumore totale del sistema a NF = 2,5 dB cui corrisponde una temperatura di rumore $T = 223^\circ K$. La nuova potenza di rumore all'uscita del ricevitore sarà:

$$\textcircled{3} P_{n2} = 1.38 \times 10^{-23} \times (25000^\circ K + 223^\circ K) \times 2100 \text{ Hz} = 0.73 \times 10^{-15} \text{ Watt}$$

Su qualunque segnale, con lo stesso rumore esterno raccolto dall'antenna il miglioramento in rapporto S/N fra RX da solo e RX più preamplificatore sarà:

$$\textcircled{4} \frac{1.55 \times 10^{-15}}{0.73 \times 10^{-15}} = 2.15 \text{ volte e in dB : } 10 \log 2.15 = 3.2 \text{ dB}$$

Con l'uso del preamplificatore il nostro OM vedrebbe il suo S meter *ballonzolare* gagliardamente di mezzo punto in più rispetto a prima su qualsiasi segnale di RS o A08. Così poco? In questo tipo di lavoro 3 dB possono rappresentare il fare o non fare un DX quando

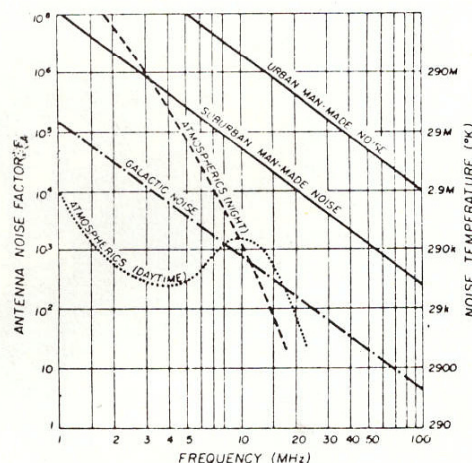


Figura 1 - La sensibilità di un ricevitore è limitata dalla temperatura di rumore esterno raccolto dall'antenna che varia con la frequenza e col luogo in cui si riceve

i segnali sono deboli al sorgere e al tramonto dei satelliti e si possono lavorare le stazioni più lontane.

Se il nostro OM di campagna realizzasse poi un'antenna direttiva per 10 metri orientabile anche in elevazione, la temperatura di rumore a 30 MHz con l'antenna puntata sul «cielo freddo», si fa per dire, scenderebbe a circa 10000 °K.

Sostituendo nella ⑤ 10000 °K a 25000 °K, il rapporto S/N, come ognuno potrà verificare, migliorerà di ben 7 dB contro i 3,2 dB il che rappresenta un bel passo avanti.

Sarà altrettanto favorito un OM che vive nel bel mezzo di una grande città come Milano, Roma o Napoli? Facciamo i conti.

Caso B - Un OM metropolitano vuole usare il suo RX senza preamplificatore. Dal diagramma di Fig. 1 vede che la retta «Urban man made noise» a 30MHz fa raccogliere alla sua antenna un rumore esterno pari a quello prodotto «se fosse possibile», da una resistenza da 50 Ohm riscaldata alla impressionante temperatura di 29 M °K, ossia a 29.000.000 °K! La potenza di rumore sarà:

$$\textcircled{5} P_{n1} = 1,38 \times 10^{-23} \times (29 \times 10^6 \text{ °K} + 28710 \text{ °K}) \times 2100 \text{ Hz} = 8,412 \times 10^{-13} \text{ Watt}$$

Siccome il nostro OM riceve i segnali molto forti di stazioni un po' da tutto il mondo che gli arrivano in 10 metri ma niente RS e A08, pensa di migliorare il ricevitore. Bisogna ammettere che in casi del genere ci si arrabbia e si vuole risolvere subito il problema anche perché un altro OM appena fresco di licenza traffica sugli RS con un dipolo e 10 watt in 2 metri (però... abita in campagna). Non c'è tempo di costruire il preamplificatore e anzi c'è di mezzo il prestigio di una lunga carriera radiantistica con decine di diplomi. Rapida telefonata al fornitore e il giorno dopo il preamplificatore è montato addirittura sul tetto proprio sotto la beam. I risultati sono tuttavia negativi, l'S meter è inchiodato su S9 ma di RS, nulla da fare. Senza perdere la calma questa volta si decide a fare due conti e si accorge che usando il preamplificatore la potenza di rumore è:

$$\textcircled{6} P_{n2} = 1,38 \times 10^{-23} \times (29 \times 10^6 \text{ °K} + 223 \text{ °K}) \times 2100 \text{ Hz} = 8,404 \times 10^{-13} \text{ Watt}$$

Il miglioramento in rapporto S/N da RX senza preamplificatore, a RX con preamplificatore risulta:

$$\textcircled{7} \frac{8,412 \times 10^{-13}}{8,404 \times 10^{-13}} = 1 \text{ e passando ai dB, } 10 \log 1 = 0 \text{ dB (il miglioramento è 0)}$$



AMSAT-ITALIA

L'AMSAT - Italia è la sezione italiana dell'AMSAT-Usa i cui scopi, in collaborazione con l'ARI, sono di promuovere lo sviluppo e l'esperienza nelle telecomunicazioni via satelliti di amatore.

AMSAT - Radio Amateur Satellite Corporation P.O. Box 27 Washington D.C. 20044 Usa.

AMSAT-Italia: P.O. Box 014 - 04026 Minturno (Latina).

Dopo aver speso i soldi invano comincia a riflettere e gli appare subito evidente che in città la temperatura esterna di rumore ($29 \times 10^6 \text{ °K}$) limita qualunque sensibilità del ricevitore e a nulla vale inserire un preamplificatore a basso rumore. L'abbassamento delle temperature di rumore da 28710 °K a 223 °K non ha significato quando ciascuno di detti valori andrà sommato all'enorme $29 \times 10^6 \text{ °K}$ che da solo governa tutta la situazione di rumore nell'etere e nell'interno delle parentesi tonde dell'equazione. In queste condizioni si dice che il ricevitore è «sky limited». Ossia limitato nella sua sensibilità dal rumore esterno. Purtroppo per migliorare le cose non c'è nulla da fare e l'uso del preamplificatore terrà soltanto l'S meter più in su ma sarà tutto rumore. Abbiamo trattato i due casi limite esacerbando di proposito. Fortunatamente, anche in città il rumore varia in funzione delle attività umane e ci sono momenti in cui si abbassa tanto che un RX da circa 8dB di NF è più che soddisfacente per il modo-A. Bisogna concludere che la banda dei 10 metri è un po' infelice per chi vive in aree urbane. Se osserviamo la Fig. 1 vediamo che oltre i 100 MHz tutte le rette che rappresentano i tre tipi di rumore tendono verso valori più bassi. Per fare un esempio, a 435 MHz una modesta antenna installata in campagna e puntata sul cielo non raccoglierà rumore molto superiore a una temperatura equivalente di 290 °K. In città il rumore sarà leggermente superiore e in ogni caso è più probabile che sia la temperatura di rumore in un ricevitore mediocre a limitare la sensibilità del sistema che non il rumore esterno raccolto dall'antenna. Chi vive in città dovrebbe pensare di più a utilizzare OSCAR-8 modo-J che si riceve in 70 cm anche perché oggi giorno coi Ga-As Fet su queste frequenze si raggiungono cifre di rumore di 0,5dB e tutti i problemi tecnici sono superabili.

Per chi è in condizioni di sfruttare bene un preamplificatore per 10 metri eccone in queste pagine uno di sicuro affidamento.