

Alcune note per il progetto di un ricevitore per onde corte: scelta dei valori di MDS e DR

Scelta del valore del minimo segnale ricevibile

Un criterio per "fissare" il valore del minimo segnale ricevibile [MDS] di un ricevitore per comunicazioni, potrebbe essere quello di far sì che il valore di [MDS] sia dipendente dal valore (espresso in decibel [dB]) del rapporto $[F_{am}]$ tra il valore medio (avente probabilità di non esser superato per un definito valore percentuale del tempo) della potenza del rumore radioatmosferico $[N_{am}]$ ed il valore della potenza del rumore di origine termica $[N_t]$ (calcolato per il valore di temperatura assoluta pari a 290 K, equivalente a circa 17 gradi celsius).

La **Figura 1** - ricavata dal documento CCIR report 332 - riporta, in funzione del valore $[f]$ della frequenza di ricezione, il valore (riguardante il periodo estivo, tra le ore 20 e le ore 24) di $[F_{am}]$ avente probabilità 20%.

Dalla curva in esame, si ricava - per le bande amatoriali delle onde corte, aventi frequenza inferiore a 15 MHz - la seguente tabella:

f (MHz)	3,5	7	10	14
F_{am} (dB)	20	27	25	(25)

Per la banda dei 14 MHz, il valore del rapporto $[F_{am}]$ è minore del valore - che indicheremo con $[F_{gm}]$ - determinato dal rumore $[N_g]$ di origine galattica: nella tabella è riportato, all'interno delle parentesi tonde, il valore di $[F_{gm}]$.

Per un dato valore $[f]$ della frequenza di ricezione, il valore della potenza del rumore radioatmosferico ricevuto $[N_{am}]$ (espresso in decibel riferiti alla potenza di un milliwatt $[dB_{mW}]$) sarà funzione dei valori di $[F_{am}]$ e del valore $[B]$ della banda passante (espressa in hertz) del ricevitore:

$$N_{am} = -174 + 10 \cdot \log_{10}(B) + F_{am}$$

Supposto che si usi, per ricevere la telegrafia, un ricevitore avente banda passante $[B]$ pari a 0,5 kHz, il valore della corrispondente potenza del rumore radioatmosferico ricevuto $[N_{am} B=0,5 \text{ kHz}]$ (dedotto dai valori di $[F_{am}]$ e di $[B]$) sarà funzione del valore $[f]$ della frequenza di ricezione:

f (MHz)	3,5	7	10	14
$N_{am} B=0,5 \text{ kHz}$ (dB_{mW})	-127	-120	-122	(-122)

Ricordiamo che il valore del minimo segnale ricevibile [MDS] è, per definizione, pari al valore $[S]$ della potenza del "segnale utile"

(presente all'ingresso del ricevitore) che è eguale al valore della potenza $[N]$ del "rumore (di origine termica)" generato internamente dal ricevitore.

Una osservazione: è bene tener presente che il rumore interno del ricevitore (N) non ha la stessa composizione spettrale del segnale utile (S):

- l'andamento spettrale del rumore di origine termica (N) è simile a quello di un "rumore bianco", limitato - in frequenza - dalla larghezza di banda del filtro di media frequenza che precede il rivelatore;

- l'andamento spettrale del segnale utile (S) è simile a quello di un segnale "monocromatico", la cui frequenza è pari alla differenza tra la frequenza del segnale utile (traslato nella banda del canale di media frequenza) e la frequenza dell'oscillatore locale di "battimento".

Come detto, si può stabilire che il valore di [MDS] corrisponda al valore $[N_{am}]$ della potenza del rumore radioatmosferico ricevuto.

Qualora il "rumore" abbia andamento spettrale simile a quello di origine termica, la condizione $[S_{cw} = N_{am} B=0,5 \text{ kHz}]$ può esser sufficiente per la ricezione del segnale "utile", emesso sotto forma di telegrafia Morse (con velocità, probabilmente, non superiore a 75 caratteri al minuto); si potrebbe - quindi - stabilire, per la ricezione della telegrafia, la

specificazione seguente:

f (MHz)	3,5	7	10	14
$S_{cw} = N_{am} B=0,5 \text{ kHz}$				
= MDS (dB_{mW})	-127	-120	-122	(-122)

Supposto che si usi, per ricevere la fonia (emessa sotto forma di una sola banda laterale), un ricevitore avente banda passante (B) pari a 2 kHz, il valore della corrispondente potenza del rumore radioatmosferico ricevuto ($N_{am} B=2 \text{ kHz}$), dedotto dai valori di $[F_{am}]$ e di $[B]$, sarà funzione del valore $[f]$ della frequenza di ricezione:

f (MHz)	3,5	7	10	14
$N_{am} B=2 \text{ kHz}$ (dB_{mW})	-121	-114	-116	(-116)

In fonia, per avere una comprensibilità sufficiente, è necessario che il rapporto $[(S+N)/N]$ sia pari o superiore a 10 dB: ne viene che il valore della potenza del segnale $[S]$ supererà di 9 volte il valore della potenza del rumore $[N]$. Di conseguenza, sarà:

$$10 \cdot \log_{10}(S/N) = 10 \cdot \log_{10}(9) = 9,5 \text{ dB}$$

Il valore $[S_{ssb}]$, espresso in $[dB_{mW}]$ del segnale "utile" per il quale $[(S+N)/N = 10 \text{ dB}]$, sarà funzione del valore $[f]$ della frequenza di ricezione:

f (MHz)	3,5	7	10	14
S_{ssb} (dB_{mW})	-111,5	-104,5	-106,5	(-106,5)

Come si può vedere, il valore del segnale utile $[S_{cw}]$ è circa 15 dB inferiore al valore del segnale utile $[S_{ssb}]$: ciò dovrebbe orientare, in modo netto, la scelta del modo di emissione per i collegamenti a lunga distanza.

Scelta del valore del campo dinamico [DR] per i prodotti di intermodulazione del terzo ordine

Un'altra rilevante specifica del ricevitore è il valore del campo dinamico [DR] per i

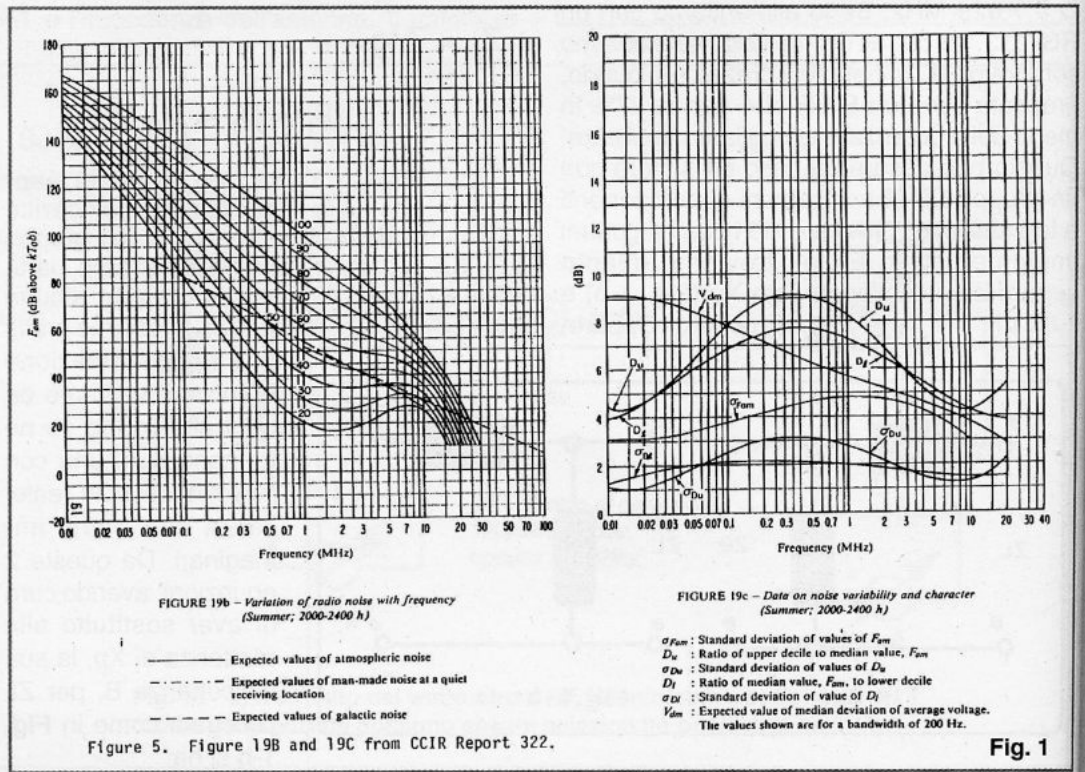


Fig. 1

prodotti di intermodulazione del terzo ordine (questa caratteristica è denominata - nella letteratura in lingua inglese - come la dizione "third order intermodulation dynamic range").

Per scegliere il valore di [DR], si potrebbe stabilire che quando trasmettono - sulla banda su cui opera il ricevitore - due stazioni "vicine", il ricevitore non deve creare prodotti di intermodulazione del terzo ordine aventi potenza pari, o superiore, al valore del minimo segnale ricevibile [MDS].

Per "fissare" qualche valore numerico, supponiamo che le due stazioni "vicine" operino, in telegrafia, sulla banda dei 7 MHz; che il valore della potenza dei trasmettitori sia pari a 50 watt; che l'antenna collegata all'ingresso del ricevitore, e le antenne delle due stazioni "vicine", siano dei dipoli; che tra il ricevitore ed entrambe le stazioni, esista una distanza pari a 5 km.

Nel caso in esame, il valore dell'attenuazione del segnale, nello spazio libero, è dato dalla relazione:

$$L = -36,7 - 20 \cdot \log_{10}(d) - 20 \cdot \log_{10}(f)$$

Dove: (L) è il valore della attenuazione, espressa in dB;

(d) è il valore della distanza, espressa in km;

(f) è il valore della frequenza, espressa in MHz.

Ne viene che, nel caso in esame:

$$\begin{aligned} L &= -36,7 - 20 \cdot \log_{10}(d) - 20 \cdot \log_{10}(f) = \\ &= -36,7 - 20 \cdot \log_{10}(5) - 20 \cdot \log_{10}(7) = \\ &= -36,7 - 14 - 16,9 = -67,6 \text{ dB} \end{aligned}$$

Si può osservare che ben difficilmente può sembrare applicabile, pur se le stazioni sono "vicine", l'ipotesi di "propagazione nello spazio libero". In generale, sono interposti (tra trasmettitori e ricevitore) degli "ostacoli"; di conseguenza, in generale, il valore della attenuazione dei segnali emessi, sarà diverso dal valore calcolato.

Ora, 50 watt corrispondono a $5 \cdot 10^4$ milliwatt; di conseguenza, il valore di questa potenza, espresso in decibel riferiti alla potenza di un milliwatt [dB_{mW}], sarà pari a:

$$P = 10 \cdot \log_{10}(5 \cdot 10^4) = 10 \cdot 4,7 = 47 \text{ dB}_{mW}$$

Ne viene che, all'ingresso del ricevitore, i due segnali emessi - dalle stazioni "vicine" - avranno potenza pari a:

$$P+L = 47 + (-67,6) = -20,6 \text{ dB}_{mW}$$

Ammesso che il ricevitore sia stato progettato secondo le considerazioni precedentemente fatte (sul valore del rumore radioatmosferico), il suo valore di MDS, sarà pari circa -120 dB_{mW}.

Affinché nel ricevitore non compaiano prodotti di intermodulazione del terzo ordine aventi potenza pari al valore di MDS - è necessario che il valore di "dynamic range" [DR] del ricevitore sia pari, o superiore a:

$$DR = (P-L) - MDS = -20,6 - (-120) = 99,4 \text{ dB}$$

Come si può vedere, un valore di "dynamic range" (DR) dell'ordine dei 100 dB dovrebbe esser ritenuto "necessario", anche se - a breve distanza - non sono presenti dei trasmettitori di grande potenza.