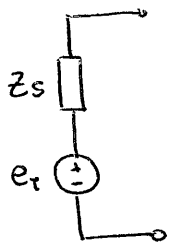
METRICHE DI UN SISTEMA

Rumore termico di un'impedenza Z_S:



$S_V = 4KTR_S \quad \left[\frac{V^2}{Hz}\right]$ Densità spettrale di potenza di rumore di R_S

$S_A = \frac{S_V}{4R_S} = KT \quad \left[\frac{W}{Hz}\right]$ Densità spettrale di potenza disponibile di rumore termico

Il rumore termico è AWGN:

- additivo;
- Bianco;
- Gaussiano.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 328 9837745

DINAMICA

$D = P_{MAX}/_{MDS}$

P_{MAX}: Potenza massima che possiamo accettare in ingresso al sistema per mantenere la distorsione al di sotto di una certa soglia.

MDS: Minimum Detectable Signal
È quel livello di segnale che eguaglia la potenza complessiva di rumore nella banda di interesse.

La dinamica di un LNA è fissata da 1dBCP

SENSIBILITÀ (di un Ricevitore)

Potenza in antenna minima per ottenere un certo SNR.

Nei sistemi numerici si valuta BER al posto di SNR.

BER: Bit Error Rate.

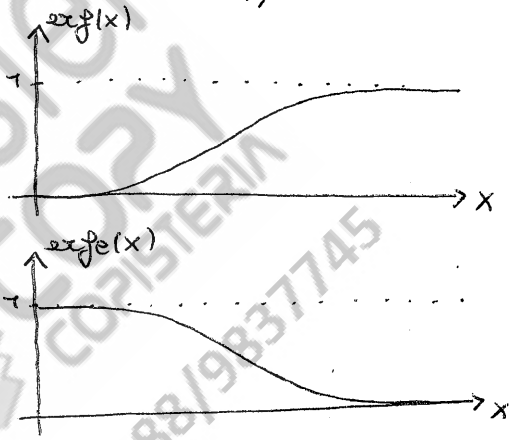
MASTER COPY
Tel. 050 831 2126
Cell. 328 9837745

In caso di AWGN:

$$BER = \frac{1}{2}\,\mathrm{erfc}\left[\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right]$$

$$\mathrm{erfc}(x) = 1 - \mathrm{erf}(x)$$

$$\mathrm{erf}(x) = \frac{2}{\pi}\int_0^x e^{-x^2}\,dx$$



E_b: Energia per bit

$P = 1$ Watt, $B_{RATE} = 1000$ bit/sec

$\Rightarrow E_b = 1$ mW

N_0: densità spettrale di potenza di rumore unilatera

$$\left[\frac{W}{Hz}\right] = \left[\frac{J}{}\right]$$

Se $\frac{E_b}{N_0} \to 0 \Rightarrow BER = \frac{1}{2}$: stessa probabilità di ricevere 0 o 1.

Se $\frac{E_b}{N_0} \uparrow \Rightarrow BER \downarrow$

$P_{AIN} = E_b \cdot B_{RATE}$

$N_0 = K_T \cdot NF$ (Densità spettrale di potenza di rumore in ogni riportata in IN).

$$SNR = \frac{P_{AIN}}{N_0 \cdot B_{ch}} = \frac{P_{AIN}}{K_T \cdot NF \cdot B_{ch}} = \frac{P_{AIN}}{P_{NOISE}}$$

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{P_{AIN}}{B_{RATE} \cdot K_T \cdot NF} = SNR \cdot \frac{B_{ch}}{B_{RATE}}$$

$$\to BER = \frac{1}{2}\,\mathrm{erfc}\left[\sqrt{SNR \cdot \frac{B_{ch}}{B_{RATE}}}\right]$$

LINK BUDJET : Dimensionamento del collegamento.

Equazione del collegamento :

$$P_{RX} = P_{TX} \cdot \frac{G_{TX} \cdot G_{RX} \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 \cdot R^2} \cdot \frac{1}{F_M}$$

P_{RX} è la potenza disponibile in ingresso a LNA, ovvero la potenza disponibile in antenna se è presente adattamento e.c.

F_M : Fattore di Perdita

$F_M = 1$ nel vuoto

$F_M = 1 \div 10$ in atmosfera

$F_M = 10 \div 100$ indoor

$F_M > 1000$ in presenza di ostacoli

VALUTARE LA DINAMICA DI UN SISTEMA

Un RF ci troviamo spesso a lavorare con dinamiche estremamente estese. (10^6)

Per un ricevitore Rx :

$$P_{RX} \sim \left(\frac{1}{R}\right)^2 \rightarrow D = \frac{P_{RX\,MAX}}{P_{RX\,min}} = \left(\frac{R_{MAX}}{R_{MIN}}\right)^2$$

In questo caso sto valutando la dinamica per un segnale modulato ad inviluppo costante.

nel caso di segnale modulato AM :

$$D = \frac{P_{RX\,MAX}}{P_{RX\,min}} = \left(\frac{R_{MAX}}{R_{min}}\right)^2 \cdot \left(\frac{V_{AMAX}}{V_{AMIN}}\right)^2$$

Per un radar FMCW : $P_{RX} \propto \sigma / R^4$

$$D = \frac{P_{RX\,MAX}}{P_{RX\,min}} = \left(\frac{R_{MAX}}{R_{min}}\right)^4 \cdot \frac{\sigma_{MAX}}{\sigma_{MIN}}$$

master COPY COPISTERIA 06/8312126 368/9837745

METRICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLA LINEARITA'

Consideriamo un sistema non lineare senza memoria.

$$V_u(t) = a_0 + a_1 V_i(t) + a_2 V_i^2(t) + a_3 V_i^3(t) + \dots$$

$$V_i(t) = A\cos(\omega_a t) + B\cos(\omega_b t)$$

$B = \emptyset$; $A \neq \emptyset$:

a_0 è eliminabile con l'inserimento di una capacità

$$a_1 V_i(t) = a_1 A\cos(\omega_a t)$$

$$a_2 V_i^2(t) = a_2 A^2 \cos^2(\omega_a t) = a_2 A^2 [1 + \cos(2\omega_a t)] \cdot \frac{1}{2}$$

$$= \left[a_2 A^2 + a_2 A^2 \cos(2\omega_a t) \right] \cdot \frac{1}{2}$$

($a_2 A^2$: DC; $a_2 A^2 \cos(2\omega_a t)$: FUORI BANDA)

$$a_3 V_i^3(t) = a_3 A^3 \cos^3(\omega_a t) = \frac{a_3 A^3}{2} \cos(\omega_a t)[1 + \cos(2\omega_a t)]$$

$$= \frac{a_3 A^3}{2}\cos(\omega_a t) + \frac{a_3 A^3}{4}\cos(3\omega_a t) + \frac{a_3 A^3}{4}\cos(\omega_a t)$$

($\frac{a_3 A^3}{4}\cos(3\omega_a t)$: FUORI BANDA)

$$\omega_a \rightarrow V_u(t) = a_1 A + \frac{1}{2} a_3 A^3 + \frac{1}{4} a_3 A^3 = \left(a_1 A + \frac{3}{4} a_3 A^3 \right) \cos(\omega_a t)$$

di cui risulta che se segno di a_3 ha andamento $< \emptyset$ per via degli effetti di saturazione di Pout all'aumentare di P_{AIM}.

$A = \emptyset$; $B \neq \emptyset$:

il discorso è analogo al precedente

$$\omega_b \rightarrow V_u(t) = \left(a_1 B + \frac{3}{4} a_3 B^3 \right) \cos(\omega_b t)$$

master COPY CONSTERIA 050/8312126 388/0837745

$A \neq \phi$, $B \neq \phi$:

$$a_1 v_i(t) = a_1 A \cos(\omega_A t) + a_1 B \cos(\omega_B t)$$

$$a_2 v_i^2(t) = a_2 \left[A \cos(\omega_A t) + B \cos(\omega_B t) \right]^2$$

$$= a_2 \left[A^2 \cos^2(\omega_A t) + B^2 \cos^2(\omega_B t) + 2AB \cos(\omega_A t) \cos(\omega_B t) \right]$$

$$= a_2 A^2 \cos^2(\omega_A t) + a_2 B^2 \cos^2(\omega_B t) + 2 a_2 AB \cos(\omega_A t) \cos(\omega_B t)$$

↑ 1. COMP. DC + 1. COMP. FUORI B. | ↑ 1. COMP. DC + 1. COMP. FUORI B. | ↑ 2 COMP. FUORI B.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

$$a_3 v_i^3(t) = a_3 \left[A \cos(\omega_A t) + B \cos(\omega_B t) \right]^3$$

$$= a_3 \left[A^3 \cos^3(\omega_A t) + 3A^2 B \cos^2(\omega_A t) \cos(\omega_B t) + 3AB^2 \cos(\omega_A t) \cos^2(\omega_B t) + \right.$$

$$\left. + B^3 \cos^3(\omega_B t) \right]$$

$$= a_3 A^3 \cos^3(\omega_A t) + 3 a_3 A^2 B \cos^2(\omega_A t) \cos(\omega_B t) + 3 a_3 AB^2 \cos(\omega_A t) \cos^2(\omega_B t) +$$

$$+ a_3 B^3 \cos^3(\omega_B t).$$

$$a_3 A^3 \cos^3(\omega_A t) = \frac{a_3 A^3}{2} \cos(\omega_A t) + \frac{a_3 A^3}{4} \cos(3\omega_A t) + \frac{a_3 A^3}{4} \cos(\omega_A t)$$

↑ FUORI BANDA

$$a_3 B^3 \cos^3(\omega_B t) = \frac{a_3 B^3}{2} \cos(\omega_B t) + \frac{a_3 B^3}{4} \cos(3\omega_B t) + \frac{a_3 B^3}{4} \cos(\omega_B t)$$

↑ FUORI BANDA

$$3 a_3 A^2 B \cos^2(\omega_A t) \cos(\omega_B t) = \frac{3}{2} a_3 A^2 B \left[1 + \cos(2\omega_A t) \right] \cos(\omega_B t)$$

$$= \frac{3}{2} a_3 A^2 B \cos(\omega_B t) + \frac{3}{2} a_3 A^2 B \cos(2\omega_A t) \cos(\omega_B t)$$

$$= \frac{3}{2} a_3 A^2 B \cos(\omega_B t) + \frac{3}{4} a_3 A^2 B \cos(2\omega_A - \omega_B)t + \frac{3}{4} a_3 A^2 B \cos(2\omega_A + \omega_B)t$$

↑ POSSIBILMENTE IN BANDA | ↑ FUORI BANDA