

Esercizio no.1

soluzione a pag.3

In un quadripolo la potenza del segnale di ingresso $S_i=3\text{dB}$ $B=5\text{MHz}$ $F=20\text{dB}$ $T=30^\circ\text{C}$.
Calcola il rapporto segnale rumore in uscita.

$$R \left(\frac{S_o}{N_o} = 137\text{dB} \right)$$

Esercizio no.2

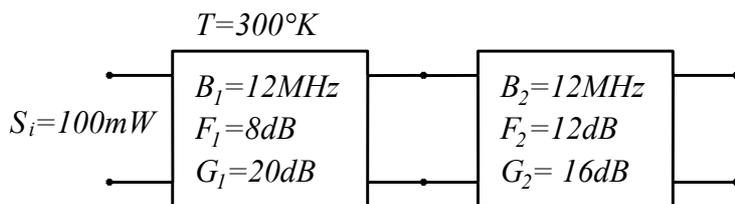
soluzione a pag.3

In un quadripolo la potenza del segnale di ingresso $S_i=2\text{dB}$ $B=10\text{MHz}$ $F=6\text{dB}$ $T=27^\circ\text{C}$
calcola il rapporto segnale rumore in uscita.

$$R \left(\frac{S_o}{N_o} = 130\text{dB} \right)$$

Esercizio no.3

soluzione a pag.4



Due quadripoli sono collegati in cascata come indicato:

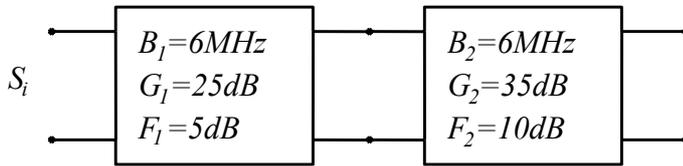
All'ingresso è applicato un segnale di potenza $S_i=100\text{mW}=0,1\text{W}$, calcola:

- La temperatura equivalente di rumore all'ingresso di ogni singolo quadripolo.
- La temperatura equivalente di rumore dell'intera cascata di quadripoli.
- La figura di rumore dell'intera cascata di quadripoli.
- La potenza di rumore disponibile in ingresso.
- Il rapporto segnale/rumore in ingresso.

$$R \left(T_q = 1634^\circ\text{K}; \quad F_T = 6,44; \quad N_i = 5 \cdot 10^{-14}\text{W}; \quad \frac{S_i}{N_i} = 130\text{dB} \right)$$

Esercizio no.4

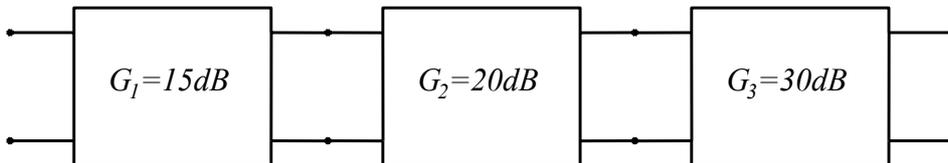
soluzione a pag.5

Alla temperatura $T=27^\circ\text{C}$.Determina la potenza del segnale di ingresso S_i affinché $S_3/N_3=80\text{dB}$.

$$R \left(S_i = 6,6 \mu\text{W} \right)$$

Esercizio no.5

soluzione a pag.6

Sapendo che $S_i/N_i = 60\text{dB}$ e con $F=3\text{dB}$ per i tre componenti $T=25^\circ\text{C}$ trova:

- 1) La temperatura esterna in ingresso alla cascata di quadripoli.
- 2) Il rapporto segnale/rumore in uscita dalla linea.

$$R \left(T_q = 307,5^\circ\text{K}; \quad \frac{S_o}{N_o} = 57\text{dB} \right)$$

Esercizio no.1:soluzione

$$S_i = 3dB \rightarrow S_i = 10^{3/10} = 2W$$

$$N = kBT$$

$$N_i = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 303 = 2090,7 \cdot 10^{-17} \cong 2 \cdot 10^{-14} W$$

calcoliamo il rapporto segnale/rumore in ingresso.

$$\frac{S_i}{N_i} = \frac{2}{2 \cdot 10^{-14}} = 10^{14} \rightarrow \frac{S_i}{N_i} (dB) = 10 \lg 10^{14} = 140dB$$

$$F = 10^{20/10} = 10^2 = 100 = \frac{S_i / N_i}{S_o / N_o} \rightarrow \left(\frac{S_o}{N_o} \right) = \frac{10^{14}}{2} \cong 137dB$$

Esercizio no.2:soluzione

$$S_i = 2dB \rightarrow S_i = 10^{2/10} = 1,58W$$

$$N = kBT$$

$$N_i = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 300 = 4140 \cdot 10^{-17} \cong 4,14 \cdot 10^{-14} W$$

calcoliamo il rapporto segnale/rumore in ingresso.

$$\frac{S_i}{N_i} = \frac{1,58}{4,14 \cdot 10^{-14}} = 0,38 \cdot 10^{14} \rightarrow \frac{S_i}{N_i} (dB) = 10 \lg 0,38 \cdot 10^{14} = 135,8dB$$

$$F = 10^{6/10} \cong 4 = \frac{S_i / N_i}{S_o / N_o} \rightarrow \left(\frac{S_o}{N_o} \right) = \frac{0,38 \cdot 10^{14}}{4} \cong 130dB$$

Esercizio no.3:soluzione

a) Riscriviamo i valori per le figure di rumore

$$F_1(dB) = 8dB = 10 \lg F_1 \rightarrow F_1 = 10^{8/10} = 6,3$$

$$F_2(dB) = 12dB = 10 \lg F_1 \rightarrow F_1 = 10^{12/10} = 15,8$$

otteniamo le temperature equivalenti di rumore per ciascun quadripolo

$$T_{q1} = T(F_1 - 1) = 300(6,3 - 1) = 1590^\circ K$$

$$T_{q2} = T(F_2 - 1) = 300(15,8 - 1) = 4440^\circ K$$

b) Si calcola la temperatura equivalente di rumore dell'intera cascata di quadripoli:

considerando che per il guadagno G vale la regola:

$$G(dB) = 10 \lg G \rightarrow G = 10^{G(dB)/20} \rightarrow G_1 = 10^2 = 100$$

$$T_q = T_{q1} + \frac{T_{q2}}{G_1} = 1590 + \frac{4440}{100} = 1634^\circ K$$

c) Si calcola la figura di rumore dell'intera cascata di quadripoli.

$$F_T = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} = 6,3 + \frac{15,8 - 1}{100} = 6,44$$

d) Si calcola la potenza di rumore disponibile in ingresso.

$$N = kBT$$

$$N_i = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 300 = 4968 \cdot 10^{-17} \cong 5 \cdot 10^{-14} W$$

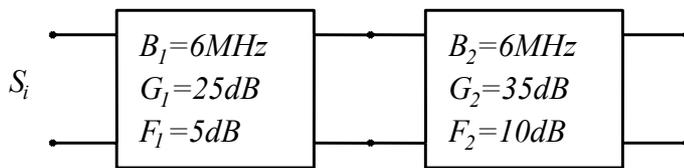
e) Calcoliamo il rapporto segnale/rumore in ingresso.

$$\frac{S_i}{N_i} = \frac{0,1}{5 \cdot 10^{-14}} = 0,02 \cdot 10^{14} = 2 \cdot 10^{12} \rightarrow$$

$$\frac{S_i}{N_i}(dB) = 10 \lg 2 \cdot 10^{12} = 10 \lg 2 + 10 \lg 10^{12} = 123dB$$

Esercizio no.4:soluzione

$T=27^{\circ}\text{C}$ determinare la potenza del segnale di ingresso S_i affinché $S_3/N_3=80\text{dB}$.



Ricordando che per il guadagno di potenza in dB vale: $G(\text{dB}) = 10 \lg G$

$$G_1 = 10^{25/10} = 316,22 \quad G_2 = 10^{35/10} = 3162,2$$

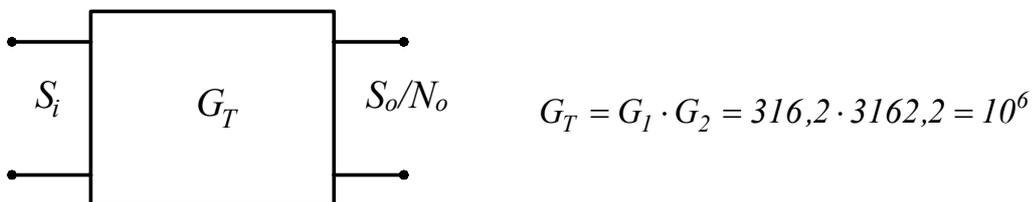
$$F_1 = 10^{5/10} = 3,16 \quad F_2 = 10^{10/10} = 10$$

$$T_{q1} = T(F_1 - 1) = 300(3,16 - 1) = 648^{\circ}\text{K}$$

$$T_{q2} = T(F_2 - 1) = 300(10 - 1) = 2700^{\circ}\text{K}$$

$$T_q = T_{q1} + \frac{T_{q2}}{G_1} = 648 + \frac{2700}{316,2} = 656,53^{\circ}\text{K}$$

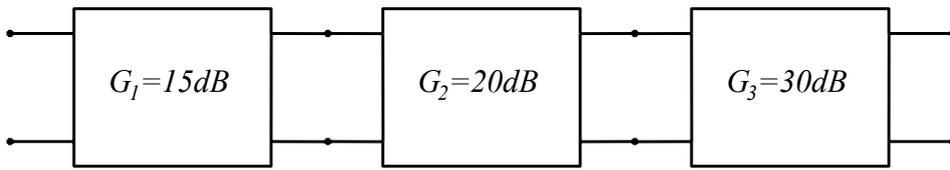
Possiamo ora pensare ad un unico quadripolo con le seguenti caratteristiche:



$$S_o = G_T S_i \quad N_o = G_T k B (T + T_q) \quad \text{sapendo che } \frac{S_o}{N_o} = 80\text{dB} = 10^8$$

$$10^8 = \frac{G_T S_i}{G_T B k (T + T_q)} = \frac{S_i}{5 \cdot 10^6 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot (300 + 656,53)} \rightarrow 6600 \cdot 10^{-9} = S_i$$

$$S_i = 6,6 \cdot 10^{-6} \text{ W} = 6,6 \mu\text{W}$$

Esercizio no.5:soluzione

Sapendo che $S_i/N_i = 60dB$ e con $F=3dB$ per i tre componenti $T=25^\circ C$ trovare:

- 1) La temperatura esterna in ingresso alla cascata di quadripoli.
- 2) Il rapporto segnale/rumore in uscita dalla linea.

$$F_1 = 10^{3/10} = 2 = F_2 = F_3$$

$$G_1 = 10^{15/10} = 31,6 \quad G_2 = 10^{20/10} = 100 \quad G_3 = 10^{30/10} = 1000$$

Le temperature equivalenti in ingresso ai singoli quadripoli:

$$T_{q1} = T(F_1 - 1) = 298(2 - 1) = 298^\circ K = T_{q2} = T_{q3}$$

La temperatura equivalente in ingresso alla cascata:

$$T_q = T_{q1} + \frac{T_{q2}}{G_1} + \frac{T_{q3}}{G_1 G_2} = 298 \cdot \left(1 + \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_1 G_2} \right) = 298 \cdot \left(1 + \frac{1}{31,6} + \frac{1}{3160} \right) = 307,5^\circ K$$

$$F = F_1 + \frac{(F_2 - 1)}{G_1} + \frac{(F_3 - 1)}{G_1 G_2} = 2 + \frac{(2 - 1)}{31,6} + \frac{(2 - 1)}{3160} \cong 2$$

$$F = \frac{S_i / N_i}{S_o / N_o} \rightarrow 2 = \frac{10^7}{S_o / N_o} \rightarrow \left(\frac{S_o}{N_o} \right) = \frac{10^6}{2} = 57dB$$