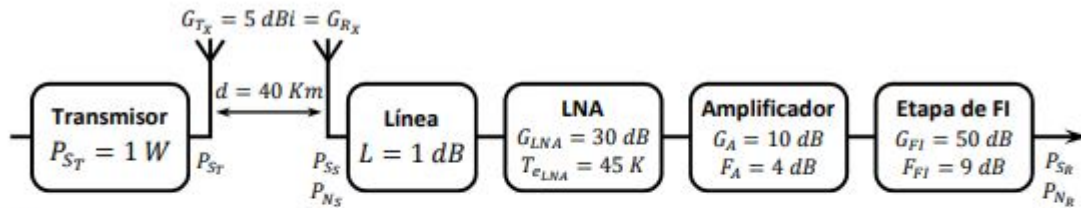


Ejercicio 3

El siguiente sistema de microondas realiza una transmisión en 2,5 GHz con 4 MHz de ancho de banda.



Se pide:

- Determinar la cifra de ruido total de la cadena receptora.
- Calcular las potencias de señal y de ruido en la antena receptora y en la salida de la etapa de FI, si el sistema opera a temperatura ambiente, la transmisión se realiza en espacio libre y se utiliza 1 W de potencia de transmisión.
- Recalcular los valores del inciso b) si se invierten las posiciones de la línea y amplificador de bajo ruido (LNA).
- Recalcular los valores del inciso c) si ahora el ancho de banda equivalente de ruido es un 20% mayor.
- Recalcular los valores del inciso d) si ahora la densidad de potencia de ruido en la entrada es de 10^{-21} W/Hz.

	G[dB]	G[veces]	F[dB]	F[veces]	T_e [°K]
Línea	-1	0,8	1	1,26	75,4
LNA	30	1000	0,63	1,155	45
AMP	10	10	4	2,51	438
FI	50	100000	9	8	2030

a)

$$T_e = (F - 1) \cdot T_0 \rightarrow F = \frac{T_e}{T_0} + 1$$

$$F_T = F_{línea} + \frac{F_{LNA} - 1}{G_{línea}} + \frac{F_{AMP} - 1}{G_{LNA} \cdot G_{línea}} + \frac{F_{FI} - 1}{G_{AMP} \cdot G_{LNA} \cdot G_{línea}}$$

$$F_T = 1,26 + \frac{1,155 - 1}{0,8} + \frac{2,51 - 1}{1000 \cdot 0,8} + \frac{8 - 1}{10 \cdot 1000 \cdot 0,8} = 1,46$$

b)

En la antena receptora

$$A_t = \left(\frac{4\pi \cdot d \cdot f}{C} \right)^2 = \left(\frac{4\pi \cdot 40 \times 10^3 \cdot 2,5 \times 10^9}{3 \times 10^8} \right)^2 = 1,75 \times 10^{13} = 132,44 \text{ dB}$$

$$S_R|_{dBm} = P_{S_t} + G_{ATx} + G_{ARx} - A_t = 30dBm + 5dB + 5dB - 132,44dB = -92,44dBm = 5,75x10^{-13}W$$

$$N_R = k.T.B = 1,38x10^{-23} \frac{J}{\check{z}K} . 290\check{z}K . 4x10^6 Hz = 1,6x10^{-14}W$$

$$SNR_r = \frac{S_R}{N_r} = \frac{5,75x10^{-13}W}{1,6x10^{-14}W} = 35,687 = 15,52dB$$

A la salida de la etapa FI:

$$T_e = (F - 1).T_0 = (1,46 - 1).290\check{z}K = 133,4\check{z}K$$

$$N_{o_{FI}} = k.(T_i + T_e).B_N.G = 1,38x10^{-23} \frac{J}{\check{z}K} . (133,4\check{z}K + 290\check{z}K) . 4x10^6 Hz . 80x10^6 = 1,86x10^{-6}W$$

$$S_o = S_i.G = 5,75x10^{-13}W . 80x10^6 = 45,68x10^{-6}W$$

c)

$$F = F_{linea} + \frac{F_{AMP} - 1}{G_{linea}} + \frac{F_{LNA} - 1}{G_{linea}.G_{AMP}} + \frac{F_{FI} - 1}{G_{linea}.G_{AMP}.G_{LNA}}$$

$$F = 1,26 + \frac{2,51 - 1}{0,8} + \frac{1,155 - 1}{0,8.10} + \frac{8 - 1}{0,8.10.100000} = 3,15$$

$$T_e = (F - 1).T_0 = (3,15 - 1).290\check{z}K = 623,5\check{z}K$$

$$N_r = k.T.B = 1,38x10^{-23} \frac{J}{\check{z}K} . 290\check{z}K . 4x10^6 Hz = 1,6x10^{-14}W$$

$$S_r = -102,4dBm$$

$$N_o = k.(T_i + T_e).B_N.G = 1,38x10^{-23} \frac{J}{\check{z}K} . (290\check{z}K + 623,5\check{z}K) . 4x10^6 Hz . 80x10^6 = 4x10^{-6}W$$

$$S_o = S_r.G = 5,75x10^{-13}W . 80x10^6 = 46x10^{-6}W$$

d)

$$B'_N = B_N . 1,2$$

$$N'_o = k.(T_i + T_e).B'_N.G = N_o . 1,2 = 4,8x10^{-6}W$$

$$S'_o = S_o = 46x10^{-6}W$$

e)

$$N''_o = k.(T_i + T_e).B'_N.G = (k.T_i + k.T_e).B'_N.G = (N_0 + k.T_e).B'_N.G$$

$$N''_o = \left(10^{-21} \frac{W}{Hz} + 1,38x10^{-23} \frac{J}{\check{z}K} . 623,15\check{z}K \right) . 4x10^6 . 1,2 . 80x10^6 = 3,7\mu W$$

Los valores de S_r y S_o no se modifican.