

Ejercicio 1

Para un amplificador con 50 dB de ganancia y 20 KHz de ancho de banda equivalente de ruido, se pide:

- Calcular la potencia de señal a la entrada del amplificador, expresada en dBm, para lograr una relación señal a ruido de salida de 20 dB. Asumiendo que se trata de un amplificador ideal no ruidoso que opera a temperatura ambiente ($T_i = 290K$).
- Calcular el factor de ruido y la temperatura equivalente de ruido del amplificador real ruidoso, si al ensayar el mismo a temperatura ambiente se obtuvo una potencia de ruido a su salida de $72 \cdot 10^{-12}$ Watts.
- Calcular la relación señal a ruido a la salida del amplificador real utilizando la cifra de ruido obtenida en el inciso b), cuando se le inyecta una señal con una potencia de $8 \cdot 10^{-15}$ W.
- Calcular la relación señal a ruido a la salida del amplificador real, expresada en decibels, operando a una temperatura de entrada de 580K cuando se le inyecta una señal con la misma potencia del inciso c). Indique si es posible utilizar la cifra de ruido obtenida en el inciso a) de manera directa.

a)

$$SNR_o = \frac{SNR_i}{1 + (F - 1) \cdot \frac{T_o}{T_i}}$$

Como el amplificador es ideal: $F = 1$

Entonces: $SNR_o = SNR_i$

$$SNR_o = SNR_i = \frac{G \cdot S_i}{G \cdot N_i}$$

$$N_i = k \cdot T \cdot B_N = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K} \cdot 290K \cdot 20KHz = 8 \cdot 10^{-17} W$$

Dado que:

$$SNR_i = 20dB = 100$$

Entonces:

$$S_i = 100 \cdot N_i = 100 \cdot 8 \cdot 10^{-17} W = 8 \cdot 10^{-15} W = -110,9dBm$$

b)

$$N_o = 72 \cdot 10^{-12} W$$

$$N_i = 8 \cdot 10^{-17} W$$

$$SNR_o = \frac{S_i \cdot G}{N_o} = \frac{8 \cdot 10^{-15} \cdot 10^5 W}{72 \cdot 10^{-12} W} = 11,1$$

$$SNR_o = \frac{SNR_i}{1 + \frac{T_e}{T_i}}$$

Cuando $T_i = T_0$:

$$F|_{T_i=T_0} = 1 + \frac{T_e}{T_i}$$

Entonces:

$$SNR_o = \frac{SNR_i}{F} \rightarrow F = \frac{SNR_i}{SNR_o} = \frac{110}{11,1} = 9$$

$$F = 1 + \frac{T_e}{T_0} \rightarrow T_e = (F - 1) \cdot T_0 = (9 - 1) \cdot 290\text{K} = 2320\text{K}$$

c)

$$SNR_i = \frac{S_i}{N_i} = \frac{S_i}{k \cdot T \cdot B_N} = \frac{8 \times 10^{-15} W}{8 \times 10^{-17} W} = 100$$

$$SNR_o = \frac{SNR_i}{F} = \frac{100}{9} = 11,1$$

d)

$$SNR_o = \frac{SNR_i}{1 + (F - 1) \cdot \frac{T_0}{T_i}} = \frac{100}{1 + (9 - 1) \cdot \frac{290\text{K}}{580\text{K}}} = 20 = 13\text{dB}$$