

Ejercicio 3: Ruido [2.5 puntos]

Datos dados:

$P_{n_out} = 72 \times 10^{-12} \text{ W}$
 $\eta_{in} = 12 \times 10^{-21} \text{ W/Hz}$
 $G = 50 \text{ dB}$
 $BW = 20 \text{ Hz}$
 $T_0 = 290 \text{ K}$

a) Calcular la figura de ruido F del amplificador

Paso 1: Convertir ganancia de dB a lineal

$$G = 10^{(G_{dB}/10)}$$
$$G = 10^{(50.0/10)} = 100000$$

Paso 2: Calcular potencia de ruido de entrada

$$P_{n_in} = \eta_{in} \times BW$$
$$P_{n_in} = 1.20 \times 10^{-20} \text{ W/Hz} \times 2.00 \times 10^4 \text{ Hz} = 2.40 \times 10^{-16} \text{ W}$$

Paso 3: Aplicar definición de figura de ruido

$$F = P_{n_out} / (G \times P_{n_in})$$
$$F = 7.20 \times 10^{-11} / (100000 \times 2.40 \times 10^{-16}) = 3.00$$

Paso 4: Convertir a dB

$$F_{dB} = 10 \log_{10}(F)$$
$$F_{dB} = 10 \log_{10}(3.00) = 4.77 \text{ dB}$$

Respuesta: $F = 3.00$ (lineal) = 4.77 dB

✓ Dimensiones correctas: $[W] / ([1] \times [W]) = [1]$ ✓

b) Calcular la temperatura de ruido equivalente T_e

Paso 1: Aplicar relación entre figura de ruido y temperatura

$$T_e = T_0 \times (F - 1)$$
$$T_e = 290.0 \text{ K} \times (3.00 - 1) = 580.00 \text{ K}$$

Respuesta: $T_e = 580.00 \text{ K}$

✓ Dimensiones correctas: $[K] \times [1] = [K]$ ✓

c) Calcular la figura de ruido total del sistema en cascada

Paso 1: Aplicar fórmula de Friis para dos etapas idénticas

$$F_{total} = F_1 + (F_2 - 1) / G_1$$
$$F_{total} = 3.00 + (3.00 - 1) / 100000 = 3.0000$$

Paso 2: Convertir a dB

$$F_{total_dB} = 10 \log_{10}(F_{total})$$

$$F_{\text{total_dB}} = 10 \log_{10}(3.0000) = 4.77 \text{ dB}$$

Respuesta: $F_{\text{total}} = 3.0000$ (lineal) = 4.77 dB

✓ Friis formula aplicada correctamente ✓

d) Calcular la temperatura de ruido total T_{total}

Paso 1: Aplicar relación entre figura de ruido y temperatura

$$\begin{aligned} T_{\text{total}} &= T_0 \times (F - 1) \\ T_{\text{total}} &= 290.0 \text{ K} \times (3.00 - 1) = 580.01 \text{ K} \end{aligned}$$

Respuesta: $T_{\text{total}} = 580.01 \text{ K}$

✓ Dimensiones correctas: $[K] \times [1] = [K]$ ✓

e) Calcular el SNR a la salida

Paso 1: Calcular potencia de señal a la salida

$$\begin{aligned} S_{\text{out}} &= G \times S_{\text{in}} \\ S_{\text{out}} &= 100000 \times 1.00\text{e-}15 \text{ W} = 1.00\text{e-}10 \text{ W} \end{aligned}$$

Paso 2: Calcular SNR a la salida

$$\begin{aligned} \text{SNR}_{\text{out}} &= S_{\text{out}} / P_{\text{n_out}} \\ \text{SNR}_{\text{out}} &= 1.00\text{e-}10 / 7.20\text{e-}11 = 1.39 \end{aligned}$$

Paso 3: Convertir a dB

$$\begin{aligned} \text{SNR}_{\text{dB}} &= 10 \log_{10}(\text{SNR}) \\ \text{SNR}_{\text{dB}} &= 10 \log_{10}(1.39) = 1.43 \text{ dB} \end{aligned}$$

Respuesta: $\text{SNR}_{\text{out}} = 1.39$ (lineal) = 1.43 dB

✓ Dimensiones correctas: $[W] / [W] = [1]$ ✓