

## 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

$$F\_dB = 10 \log(F)$$

$$F\_dB = 10 \log(3.00) = 4.77 \text{ dB}$$

**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

$$F_{total\_dB} = 10 \log(F_{total})$$

$$F_{\text{total\_dB}} = 10 \log(3.0000) = 4.77 \text{ dB}$$

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

✓ Friis formula aplicada correctamente ✓

#### d) Calcular la temperatura de ruido total $T_{\text{total}}$

**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] × [1] = [K] ✓

#### e) Calcular el SNR a la salida

**Paso 1:** Calcular potencia de señal a la salida

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

**Paso 2:** Calcular SNR a la salida

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

**Paso 3:** Convertir a dB

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

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

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