

Trabajo Práctico N°4

Señales, Sistemas y Ruido en Sistemas de Comunicación

Ejercicio Integrador

Se está diseñando la etapa de entrada para un nuevo osciloscopio de alta sensibilidad. El objetivo es capturar y analizar señales muy débiles provenientes de un sensor. La señal del sensor tiene una Densidad Espectral de Potencia (DEP) conocida, idéntica a la presentada en el Ejercicio 1 del TP4.

Para que el conversor Analógico-Digital (ADC) del osciloscopio funcione correctamente, la señal debe ser amplificada y filtrada, garantizando una Relación Señal/Ruido (S/N) mínima de 30 dB en la entrada del ADC.

La arquitectura propuesta es la siguiente:

Sensor -> Preamplificador -> Filtro Pasabajos -> Amplificador Principal -> ADC

Parámetros del Sistema:

- Señal de Entrada: La descrita por la DEP de la Figura 1 del TP4 (pico de 10 W/MHz en $f=0$, ancho de banda de 10 MHz total, de -5 a +5 MHz).
- Filtro Pasabajos: Se considera un filtro ideal con un ancho de banda de 3 MHz (corta todas las frecuencias por encima de 3 MHz). Para este análisis, se puede suponer que el filtro es "perfecto" y no añade ruido propio.
- Amplificador Principal: Tiene una ganancia de potencia fija de 40 dB y una Figura de Ruido de 9 dB.
- Preamplificador: El equipo de ingeniería debe decidir entre dos modelos:
 - Opción A (Estándar): Ganancia de Potencia = 20 dB, Figura de Ruido (F) = 6 dB.
 - Opción B (Bajo Ruido): Ganancia de Potencia = 20 dB, Temperatura de Ruido Equivalente (T_e) = 175 K.
- La temperatura ambiente de referencia para los cálculos es $T_0 = 290 K$.

Se pide realizar un análisis técnico completo para determinar qué preamplificador se debe instalar para cumplir con los requisitos de diseño. Dicho análisis debe incluir:

1. Análisis de la Señal
 - a. Calcular la potencia total de la señal que entrega el sensor (Potencia de Entrada).
 - b. Calcular la potencia de la señal a la salida del filtro pasabajos, justo antes de entrar al Amplificador Principal.
2. Análisis de Ruido del Sistema

- a. Convertir la Figura de Ruido (en dB) de ambos amplificadores a su factor lineal (F) y luego a su Temperatura de Ruido Equivalente (T_e).
 - b. Utilizando la formula de Friis, calcular la Temperatura de Ruido Equivalente Total (T_{sys}) del sistema en cascada (Preamplificador A + Amplificador Principal), referida a la entrada del Preamplificador.
 - c. Calcular la potencia total de ruido a la salida de todo el sistema.
3. Cálculo de Rendimiento
 - a. Calcular la potencia de la señal en la salida de todo el sistema.
 - b. Calcular la Relación Señal/Ruido (S/N) en dB a la salida. ¿Cumple la opción propuesta con el requisito de 30 dB?
 4. Recomendación Final y Límite Teórico
 - a. Si la primera opción elegida no fue suficiente, repetir los cálculos de ruido y S/N para la otra opción.
 - b. Redactar una recomendación técnica clara, justificando la elección del preamplificador. Explicar brevemente por qué la primera etapa es la más crítica para el rendimiento de ruido del sistema.
 - c. Con la configuración final elegida, ¿cuál sería la capacidad teórica máxima del canal (en Mbps) según el Teorema de Shannon, considerando el ancho de banda útil de la señal?