

## Trabajo Práctico N°4

### Señales, Sistemas y Ruido en Sistemas de Comunicación

#### Ejercicio 1

La Densidad Espectral de Potencia de una señal a la entrada de un receptor tiene la forma que se muestra en la Figura 1. La frecuencia está expresada en MHz y la DEP en W/MHz. Se pide:

- Calcular la potencia total de la señal de entrada.
- La señal pasa a través de un amplificador con una ganancia de potencia de 20 dB. Graficar la forma de la DEP a la salida del amplificador y calcula la nueva potencia total.
- Después del amplificador, a la señal se introduce un filtro pasabajos ideal con un ancho de banda de 3 MHz (corta todas las frecuencias por encima de 3 MHz). Calcular la potencia de la señal a la salida del filtro.

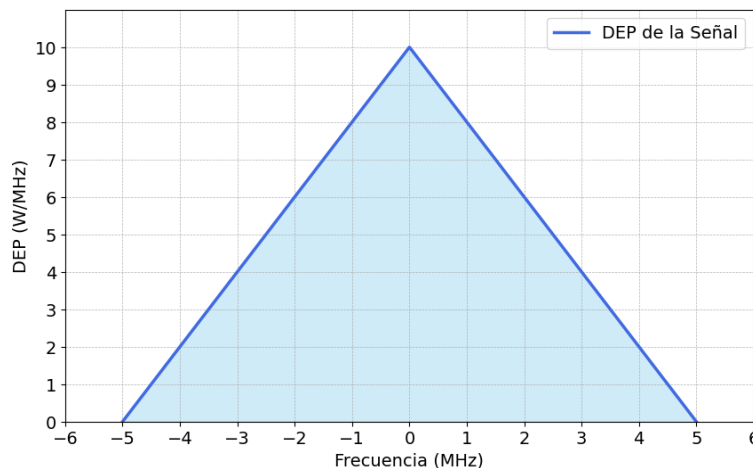


Figura 1: Densidad Espectral de Potencia (DEP) de la señal a la entrada del receptor

#### Ejercicio 2

Un receptor digital busca un pulso con la forma de la plantilla (o patrón)  $p[n] = [1, 2, 1]$ . La señal recibida, que puede contener ruido, es  $r[n] = [-1, 0, 1, 2, 1, 0, -1]$ . Para encontrar el pulso, el receptor calcula la correlación cruzada entre la señal recibida y la plantilla.

- Calcular la salida del correlador con para cada posible alineación de la plantilla con la señal. Mostrar los resultados en una tabla.
- ¿En qué posición se muestra el valor máximo de correlación? ¿Qué indica este resultado sobre la señal recibida?

### Ejercicio 3

Un amplificador tiene un factor de ruido de 6 dB, un ancho de banda de ruido de 600 kHz y una resistencia de entrada de 75  $\Omega$ . Calcular el valor RMS de la señal de entrada que proporcionaría una razón señal a ruido igual a uno en la salida cuando el amplificador se conecta a una entrada de 75  $\Omega$  a 275 K.

### Ejercicio 4

Un amplificador multietapas tiene ganancias de potencia por etapas de  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ , etc. y factores de ruido  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , etc., respectivamente. Mostrar que el factor de ruido global es:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots$$

Y que, por lo tanto, la primera etapa es la más significativa en la determinación del factor de ruido global si  $G_1 \gg 1$ .

### Ejercicio 5

El receptor de un satélite de transmisiones geoestacionario a 2 GHz consta de un preamplificador de antena con una temperatura de ruido de 127 K y una ganancia de 20 dB, seguido de un amplificador con un factor de ruido de 12 dB y una ganancia de 80 dB. Calcular el factor de ruido global y la temperatura de ruido equivalente del receptor.

### Ejercicio 6

Se quiere diseñar un amplificador de alta impedancia con etapas en cascada. La ganancia de potencia de la primera etapa está fija en 20 dB. Las siguientes etapas tienen control de ganancia, aunque la máxima potencia por etapa es de 20 dB. La máxima ganancia neta de potencia del amplificador debe ser tal que el nivel de potencia del ruido térmico generado internamente sea de 20 mW en la salida. Determinar el número mínimo de etapas requeridas si  $T_e = 600$  K y  $B = 10$  MHz.

### Ejercicio 7

Si el receptor del ejercicio 5 tiene un ancho de banda de 1 MHz, la ganancia de la antena receptora es de 40 dB, su temperatura de ruido es de 51 K, la ganancia de la antena del satélite es de 6 dB y las pérdidas de trayectoria calculadas son de 190 dB. ¿Cuál es la mínima potencia de transmisión del satélite requerida para conseguir una razón S/N de 14 dB en la salida del receptor?

### Ejercicio de Investigación (opcional)

Como un adelanto a conceptos que se profundizarán en asignaturas posteriores, el Teorema de Capacidad de Canal de Shannon establece el límite máximo de la velocidad de datos, medido en bits por segundo (bps), que se puede transmitir sin errores sobre un canal con un ancho de banda y una relación señal/ruido (S/N) específicos. Se pide:

- a) Investigar y explicar con sus propias palabras la fórmula de la capacidad de Shannon:

$$C = B * \log_2(1 + S/N)$$

---

**COMUNICACIÓN DE DATOS (IC323)**

---

- b) Calcular la capacidad teórica máxima (en Mbps) para un canal de WiFi que opera con los siguientes parámetros:
- Ancho de banda (B) = 20 MHz
  - Relación Señal/Ruido (S/N) = 21 dB
- c) Investigar la velocidad de datos (tasa de transferencia) real que ofrece un estándar WiFi común (ej. 802.11n o 802.11ac) bajo condiciones de S/N similares.
- d) Comparar el resultado teórico del punto b con el valor real del punto c. Explicar brevemente por qué existe una diferencia (conocida como “Shannon Gap”) y qué factores del mundo real (modulación, codificación, etc.) impiden alcanzar el límite teórico.