

PEC 1

Presentación

La PEC1 corresponde a la evaluación continua del módulo 1 de la asignatura Electrónica de Comunicaciones.

Competencias

- Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.
- Capacidad para evaluar las ventajas y los inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.

Objetivos

El objetivo de la PEC1 es el de evaluar el ruido y la distorsión en una cabecera de radiofrecuencia:

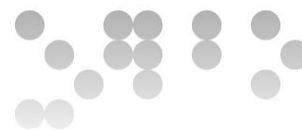
1. Cuantificando el ruido térmico que afecta los sistemas de radiocomunicaciones.
2. Analizando el efecto de la distorsión.
3. Evaluando la distorsión en un sistema formado por cuadripolos en cascada.

Descripción de la PEC

La PEC1 consta de cuatro ejercicios basados en los conceptos que se trabajan al Módulo 1 de la asignatura.

Recursos

Para resolver la PEC1 hará falta que hayáis estudiado el Módulo 1 de la asignatura y hayáis entendido los ejemplos que hay. También es importante que hayáis resuelto las actividades que se plantean. Para la resolución de algún ejercicio de la PEC1 será necesaria la instalación del entorno que



ofrece la UOC para utilizar Matlab. En el apartado Recursos de la asignatura encontraréis la información necesaria para la instalación.

Básicos

Como material básico disponéis del Módulo 1 de los materiales didácticos, así como todas las explicaciones y aclaraciones que el profesor colaborador haya publicado en el aula.

Complementarios

A pesar de que no será necesario para el desarrollo de la PEC, podéis utilizar como material complementario cualquiera de los enlaces a páginas webs y libros de la bibliografía indicados en el Aula. Como material básico, dispondréis de una guía para la instalación de Matlab, así como la colección de problemas.

Criterios de valoración

Ejercicio 1: 2.5 puntos

Ejercicio 2: 2.5 puntos

Ejercicio 3: 2.5 puntos

Ejercicio 4: 2.5 puntos

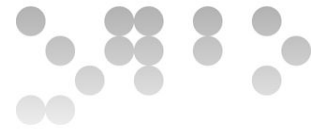
Formato y fecha de entrega

Podéis presentar la PEC en formato Acrobat (pdf).

La fecha límite de entrega de la PEC1 es el miércoles, día 20 de Marzo a las 23:59h de la noche. Indicad el documento con vuestro nombre y primer apellido con el formato siguiente: apellido_nombre_PEC1.

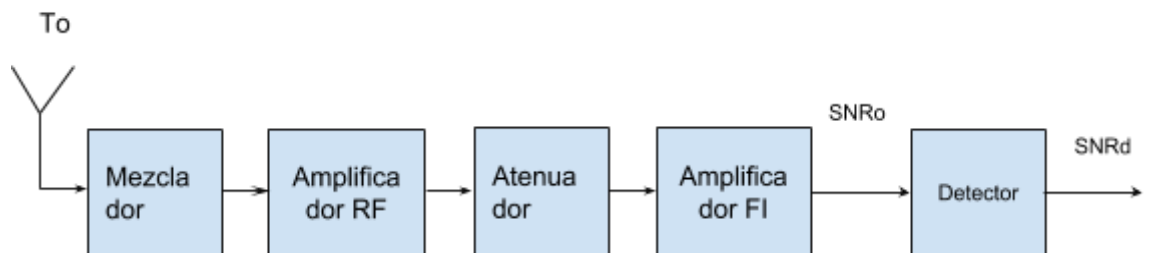
Vuestro nombre tendrá que aparecer a cada página (por ejemplo en una cabecera).

Se pide una presentación correcta de las resoluciones recomendando un editor de ecuaciones para la escritura de expresiones matemáticas o hacerlas a mano y escaneada.



Ejercicios

- Se desea implementar un receptor para una red Bluetooth, como la mostrada en la figura. Dicho receptor emplea canales de 1MHz de ancho de banda. Se requiere para su correcta operación una relación señal-ruido de 30 dB en su entrada para operar correctamente. Dicho sistema opera a temperatura ambiente T_o , siendo la temperatura de antena $T_A = 300K$.



- Calcular el factor de ruido del receptor. (Nota: 25% problema)
- Calcula la sensibilidad a la entrada del detector. Recordar que $V_i = V_e \sqrt{2}$ (Nota: 25% problema)
- Si a la entrada del receptor se le acopla una señal interferente de -30 dBm de potencia. Calculad el margen dinámico libre de espurios. (Nota: 25% problema)
- Calculad el mínimo punto de intercepción de 3er orden a la entrada del amplificador de FI que nos garantice que la potencia del espurio a la salida esté por debajo del nivel de ruido. Comenta el resultado obtenido. (Nota: 25% problema)

Datos:

Amplificador de RF: $IP_{iRF} = 11 \text{ dBm}$, $G_{RF} = 15 \text{ dB}$, $NF_{RF} = 1,4 \text{ dB}$

Amplificador de FI: $G_{FI} = 60 \text{ dB}$, $NF_{FI} = 18 \text{ dB}$

Mezclador: $IP_{iM} = 24 \text{ dBm}$, $G_M = 6 \text{ dB}$, $NF_M = 13 \text{ dB}$

Detector: $SNR_{0min} = 30 \text{ dB}$

Impedancia de entrada: $R = 50 \Omega$

Atenuador: 3 dB



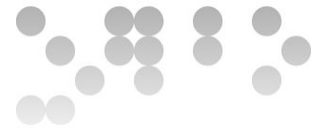
2. Queremos estudiar los productos de intermodulación que se generan al aplicar simultáneamente dos señales de frecuencias cercanas f_1 y f_2 como los siguientes.

$$x_1(t) = 0,5 \sin(\omega_1 t)$$
$$x_2(t) = 0,5 \sin(\omega_2 t)$$

en un sistema no lineal con característica

$$y(t) = 10 \cdot x(t) + 2 \cdot x^2(t) + 20x^3(t)$$

- Obtén la expresión matemática de los productos de intermodulación que aparecen a la salida. (Nota: 50% problema)
- Representa gráficamente el módulo de los productos de intermodulación en frecuencia. (Nota: 25% problema)
- Supongamos que la frecuencia para la señal $x_1(t)$ es de 4.5 KHz y de $x_2(t)$ es de 2.5 KHz. Indica la frecuencia central y ancho de banda del filtro paso banda para detectar dichas señales. Indica potenciales restricciones en la implementación de dicho filtro. Indica la importancia de cada uno de ellos remarcando los más perjudiciales y el porqué. (Nota: 25% problema)



3. Sea una antena instalada sobre un edificio de 30 m de altura. Sabemos que, a temperatura ambiente T_0 , la relación señal-ruido a la salida de la antena vale 35 dB. La señal se llevará el registro de comunicaciones del edificio, que se encuentra justo en la planta baja, en vertical. La señal llega por un cable que atenúa 0.5 dB/m y pasa por dos amplificadores A1 (con figura de ruido $F_1 = 2$ dB y ganancia $G_1 = 30$ dB) y A2 (con figura de ruido $F_2 = 10$ dB y ganancia $G_2 = 20$ dB).

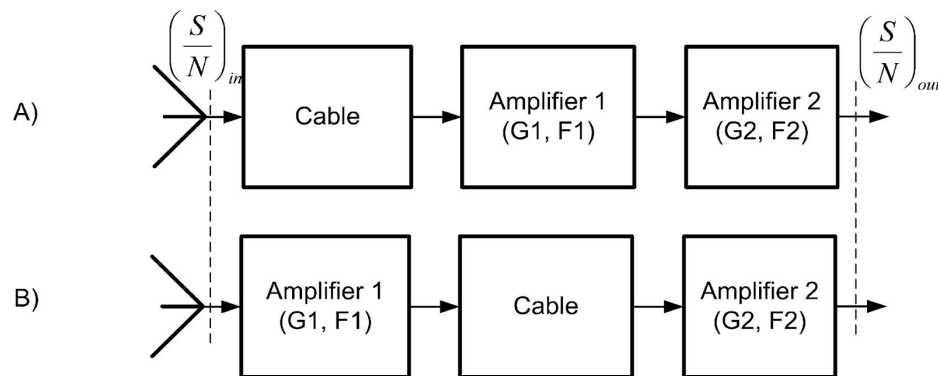
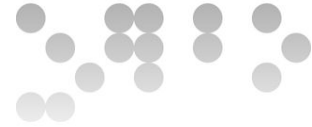


Figura 1

Cuál es la relación señal-ruido que tendremos a la salida del registro de comunicaciones, a temperatura ambiente T_0 , si:

- La secuencia de conexión de los elementos es: antena-cable-A1-A2 tal y como se representa en la figura 1-A). (Nota: 25% problema)
- Situamos justo a la salida de la antena el amplificador A1, a modo de preamplificador, para tener la siguiente secuencia de elementos: antena-A1-cable-A2 tal y como se representa en la figura 1-B). (Nota: 25% problema)
- A la vista de los resultados anteriores, ¿qué reglas de diseño puedes extraer? Si todas las secuencias de conectividad entre el cable y los amplificadores fueran posibles. ¿Cuál es la combinación que nos daría una peor relación señal-ruido en la salida? ¿Cuánto valdría? (Nota: 25% problema)
- Supongamos ahora que el cable se sustituye por un sistema radio sobre fibra, en los que los amplificadores ya tienen en cuenta el proceso de conversión electro-óptica. En este caso, la atenuación del cable pasa a ser de 0.02 dB/m repite el cálculo del apartado c) (Nota: 25% problema)



4. Los ingenieros de AENA tienen que presentar un documento técnico sobre la característica entrada-salida no lineal del amplificador actual de un receptor para futuras mejoras. Por eso, usarán MATLAB para calcular y representar el punto de interceptación de segundo orden de las ecuaciones P_0 y P_3 . Utilizad las funciones plot, xlabel, ylabel y legend para una buena representación.

Considerad un dispositivo con característica entrada-salida de la forma:

$$y(t) = a_1 x(t) - a_3 x^3(t) \quad \text{y teniendo en cuenta la potencia de entrada como } P_i = A^2/2 \text{ (W)} \quad (1)$$

Sabemos que cuando la señal de entrada es del tipo $x(t) = A \cos(\omega_i t)$ la salida coge la forma:

$$y(t) = a_1 x(t) - a_3 x^3(t) = a_1 A \cos(\omega_i t) - a_3 A^3 \cos^3(\omega_i t) \quad (2)$$

La potencia de salida de la señal y del armónico se relacionan según las expresiones:

$$P_0(\text{dBW}) = G(\text{dB}) + P_i(\text{dBW})$$

$$P_3(\text{dBW}) = G_3(\text{dB}) + 3P_i(\text{dBW})$$

- a. Representa, utilizando MATLAB, en escala log-log las ecuaciones $P_0 = G_1 + P_{in}$ y $P_3 = G_3 + 3P_{in}$ con $a_1 = 11$ y $a_3 = 7$ para el margen de potencia de entrada (P_i) comprendido entre -20 y 20 dBW. Dibuja las líneas en verde y con un color diferente marca el punto de interceptación. (Nota: 50% problema)

El receptor tiene una figura de ruido de 7 dB, un punto de compresión a 1 dB de 25 dBm a la salida, un punto interceptación de tercer orden a la salida de 35 dBm y una ganancia de 40 dB. Si el receptor tiene una temperatura equivalente a la entrada del receptor $T_a = 150\text{K}$. Assume un ancho de banda de 100 MHz y:

- b. Calcula la potencia de ruido a la salida. (Nota: 25% problema)
- c. Calcula el margen dinámico. (Nota: 25% problema)