

Comunicaciones Eléctricas I

Examen parcial 1 — EL5513

Práctica de examen con respuestas

1 Ejercicios Espectro-Legislación-Proba-PSD

1. La duración de una llamada telefónica hecha a una compañía se denota con la variable aleatoria continua T . Es modelada por la función de densidad de probabilidad:

$$f(t) = \begin{cases} kt, & 0 \leq t \leq 10s \\ 0, & \text{resto} \end{cases}$$

Elija la combinación de valores correctos de k y $P(T > 6)$:

- a) $k = \frac{1}{10}$, $P(T > 6) = 0,64$
- b) $k = \frac{1}{10}$, $P(T > 6) = 0,36$
- c) $k = \frac{1}{50}$, $P(T > 6) = 0,64$
- d) $k = \frac{1}{50}$, $P(T > 6) = 0,36$

Solución: Ver respuesta en [10.1.1](#)

2 Haykin 4ta ed (Ejemplo 1.2)

2. Considere una señal senoidal con fase aleatoria definida por $X(t) = A \cos(2\pi f_c t + \Theta)$, donde A y f_c son constantes y Θ es una variable aleatoria *distribuida uniformemente* en el intervalo $[-\pi, \pi]$ tal que:

$$f_{\Theta}(\theta) = \begin{cases} \frac{1}{2\pi}, & -\pi \leq \theta \leq \pi \\ 0, & \text{resto} \end{cases}$$

→ Calcule su función de autocorrelación $R_X(\tau)$.

Solución: Ver respuesta en [10.2.1](#)

3 Ejemplo - Amplificadores en cascada [\[click aquí para fuente\]](#)

3. Tomando en cuenta las especificaciones de la tabla 1:

- Calcule el $SNR_{o_{dB}}$ del diagrama de amplificadores en cascada de la figura 1.
- Calcule el $SNR_{o_{dB}}$ del diagrama de amplificadores en cascada de la figura 2.

Parámetro	[dB]	[Unidad lineal]
NF_1	0,32	-
NF_2	8	-
F_1	-	1,076
F_2	-	6,309
G_1	20,5	112,20
G_2	20	100
SNR_i	100	-

Table 1: Especificaciones de los amplificadores para el ejercicio.

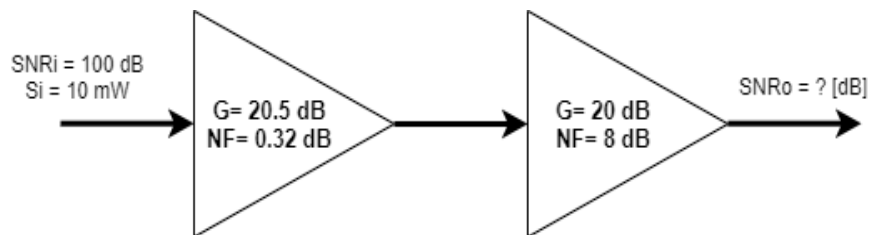


Figure 1: Amplificadores en cascada.

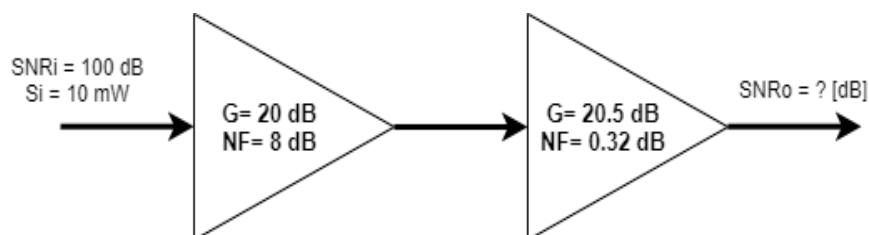


Figure 2: Amplificadores en cascada.

Solución: Ver respuesta en [10.3.1](#)

4 Parcial 1 1S08

4. Se tiene la siguiente señal: $x(t) = e^{-at}u(t)$ para $a > 0$
- Calcule la autocorrelación de la señal.
 - Dibuje la autocorrelación de la señal.
 - Calcule la densidad espectral de energía de la señal $x(t)$.
 - Calcule la densidad espectral de potencia de la señal $x(t)$

Solución: Ver respuesta en [10.4.1](#)

5. Se requiere implementar un enlace de transmisión de datos bidireccional con una frecuencia de operación aproximada de 10 Ghz. La distancia entre las antenas A y B es de 3 Km.

Las características de los equipos con los cuales se cuenta hasta el momento son las que se encuentran en la tabla [2](#).

Calcule:

- La factibilidad del enlace en la dirección $A \rightarrow B$
- Determine la potencia de transmisión necesaria para el transmisor B de manera que en ambas direcciones del enlace se tenga el mismo margen de trabajo respecto a la sensibilidad del receptor.

	Estación A	Estación B
Potencia de Transmisión	$10\sqrt{10}$ mW	
Sensitividad de Recepción	-90 dBm	-85 dBm
Ganancia de antena	24 dB	17 dB
Pérdidas del cable	3dB	2 dB

Table 2: Tabla para el ejercicio 4.

Solución: Ver respuesta en [10.4.2](#)

6. Se tiene una combinación de 2 resistencias en paralelo de $5,6\text{ k}\Omega$ y $1\text{ k}\Omega$ a una temperatura de 300 K a la entrada de un amplificador con las siguientes características:

- $G = 8\text{ dB}$
- $Z_{in} = 1\text{ M}\Omega$ libre de ruido.
- $Z_{out} = 50\Omega$ libre de ruido.
- $B = 500\text{ kHz}$
- Ruido del amplificador $20\mu\text{V}_{RMS}$ referidos a la entrada.
- A la salida del amplificador hay una resistencia de $Z_{in} = 1\text{ M}\Omega$, también a 300 K

Calcule la potencia de ruido a la salida del amplificador debido a:

- a) Las resistencias de entrada.
- b) El amplificador.
- c) La resistencia de salida.
- d) Calcule además el voltaje de ruido eficaz a la salida del amplificador

Solución: Ver respuesta en [10.4.3](#)

5 Parcial 1 2S08

7. Se requiere verificar la posibilidad de establecer un enlace punto a punto entre las estaciones A y B . En ambos lados se cuenta con antenas de 15 m de altura, y se quiere trabajar a una frecuencia de 900 MHz . La distancia entre los puntos será la máxima posible, considerando un terreno plano y bajo condiciones normales. En la estación A se cuenta con una antena de ganancia 10, potencia de transmisión de 100 mW y una sensibilidad de -89 dBm . En la estación B se tiene una antena de ganancia 14 dBi , 0.003W de potencia de transmisión y una sensibilidad de 6 pW . Calcule:
- a) La máxima distancia de transmisión.
 - b) Factibilidad del enlace en la dirección $A \rightarrow B$
 - c) Factibilidad del enlace en la dirección $A \leftarrow B$

Solución: Ver respuesta en [10.5.1](#)

8. Se tienen las siguientes señales de entrada: $x(t) = A\cos(\omega_1 t) + B\cos(\omega_2 t)$ y $y(t) = C\cos(\omega_3 t)$. Asuma que $\omega_3 \gg \omega_1$, $\omega_3 \gg \omega_2$ y $\omega_2 \gg \omega_1$. Estas señales se aplican a un multiplicador de señales.
- a) Dibuje el espectro de salida.
 - b) Determine si las señales $x(t)$ y $y(t)$ se distorsionan al multiplicarse
 - c) Si $x(t)$ se aplica a ambas entradas del multiplicador, dibuje el espectro de salida.
 - d) Para el punto c) anterior, determine si $x(t)$ se distorsiona.

Solución: Ver respuesta en [10.5.2](#)

9. Se requiere diseñar un modulador DSB-SC que genere una señal $\phi(t) = km(t)\cos(\omega_c t)$ donde k es una constante de amplitud y $m(t)$ es la señal moduladora cuyo espectro se muestra en la figura 15. Además se muestra el modulador a usar, cuyo oscilador local genera una señal $\cos^3(\omega_c t)$. Se puede usar cualquier tipo de filtro.
- Explique cómo es posible obtener la señal $\phi(t)$ con las condiciones dadas.
 - Especifique el filtro a usar.
 - Dibuje los espectros de señales en los puntos b y c de la figura 15, indicando claramente las bandas de frecuencia ocupadas por esas señales.
 - ¿Cuál es el mínimo valor de ω_c a usar? Justifique.
 - Si la señal del oscilador fuera $\cos^2(\omega_c t)$, ¿El circuito diseñado anteriormente funcionaría?
 - Si la señal del oscilador fuera $\cos^n(\omega_c t)$ para $n \geq 2$, ¿El circuito funcionaría para cualquier valor de n ? Explique.

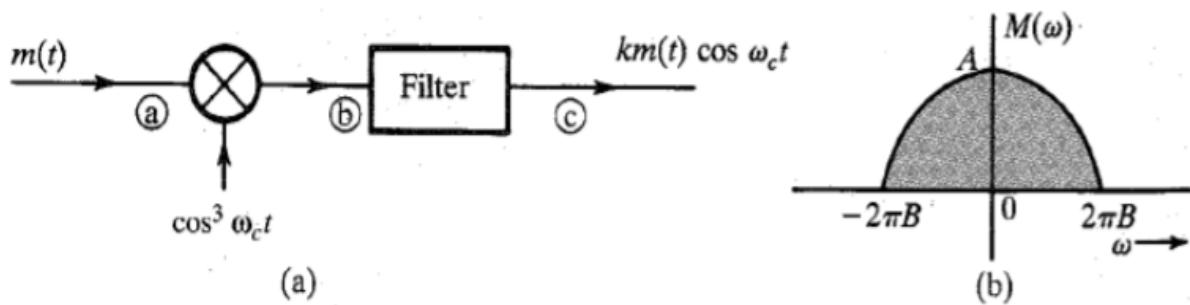


Figure 3: Esquema de modulador y espectro de la señal $m(t)$.

Solución: Ver respuesta en [10.5.3](#)

6 Parcial 1 2S2017

10. El diagrama e bloques mostrado en la figura 5 tiene un elemento no lineal de la forma $v_{out}(t) = a_1 v_{in}(t) + a_3 v_{in}^3(t)$. Note el sumador. En la figura también se muestra el espectro de la señal en banda base $X(f)$.

- Haga un bosquejo de $V_{out}(f)$ para la señal de entrada $x(t)$.
- Calcule los parámetros del oscilador y el filtro (en relación al ancho de banda de la señal en banda base) para producir una señal DSB con frecuencia de portadora f_c .

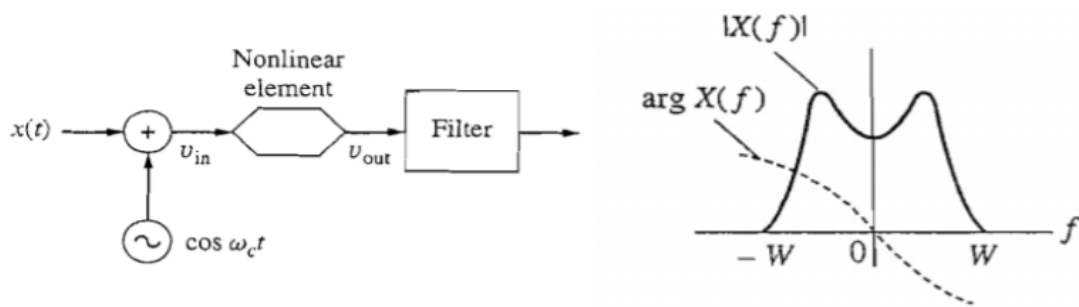


Figure 5: Diagrama de bloques con elemento no lineal y espectro de la señal de entrada.

Solución: Ver respuesta en [10.6.1](#)

7 Parcial 1 1S2018

11. Una variable aleatoria X tiene una función de densidad de probabilidad

$$f_X(x) = k(1 - x^2)\text{rect}\left(\frac{x}{2}\right), \text{ donde } \text{rect}\left(\frac{x}{2}\right) \text{ es:}$$

$$\text{rect}\left(\frac{x}{2}\right) = \begin{cases} 1, & \text{si } |x| < \frac{a}{2} \\ 0, & \text{si } |x| > \frac{a}{2} \end{cases}$$

El valor de k es:

- a) $\frac{4}{3}$
- b) $\frac{3}{4}$
- c) $-\frac{4}{3}$
- d) $-\frac{3}{4}$

Solución: Ver respuesta en [10.7.1](#)

12. Un transmisor AM (DSB-LC) es modulado por una señal de prueba:

$$m(t) = -10 - 5\text{sen}(2\pi f_m t) \text{ [V]}$$

donde la frecuencia moduladora es de 10kHz, la sensibilidad de amplitud k_a es $\frac{1}{15} \text{ [V}^{-1}\text{]}$. La amplitud de la portadora es de 100 V. La señal se aplica a una carga de 50Ω . Suponga que $f_c \gg f_m$.

- a) Determine la ecuación de la señal modulada $s(t)$ de la forma más compacta.
- b) Haga un bosquejo de la señal modulada en el tiempo, para $0 < t < 200\text{s}$.
- c) Calcule el porcentaje de modulación.
- d) Haga un bosquejo de la magnitud del espectro bilateral de $s(t)$ y calcule la potencia de todas las componentes espectrales.

Solución: Ver respuesta en [10.7.2](#)

13. Una señal aleatoria de telégrafo, $X(t)$, caracterizada por la función de autocorrelación:

$$R_X(\tau) = e^{-2v|\tau|}$$

donde v es una constante positiva, se aplica a la entrada del filtro pasa-bajas RC mostrado en la figura 8.

- Determine la respuesta en frecuencia del filtro pasa-bajas, $H(f) = \frac{V_{out}}{V_{in}}$
- Determine la densidad espectral de potencia del proceso aleatorio a la entrada del filtro pasa-bajas, $S_X(f)$.
- Determine la densidad espectral de potencia del proceso aleatorio a la salida del filtro pasa-bajas $S_Y(f)$.

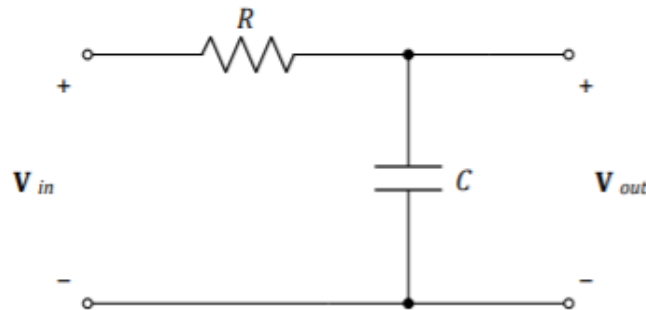


Figure 8: Filtro pasa-bajas RC.

Solución: Ver respuesta en [10.7.3](#)

8 Parcial 1 1S2020

14. Un computador deja de funcionar si dos componentes llamados C_A y C_B fallan simultáneamente.

La probabilidad de que C_A falle es de 0,005. Sin embargo, la probabilidad de que C_B falle se amplifica por un factor de 4 si C_A ha fallado.

Calcule:

- a) La probabilidad de que la computadora deje de funcionar.
- b) La probabilidad de que C_A falle si C_B ha fallado.

Solución: Ver respuesta en [10.8.1](#)

15. Un proceso aleatorio $X(t)$ presenta una función de autocorrelación:

$$R_X(\tau) = \frac{A^2}{2} \cos(2\pi f_0 \tau)$$

- a) Determine y bosqueje la densidad espectral de potencia del proceso $X(t)$.
- b) Determine la potencia promedio del proceso $X(t)$.
- c) Si el proceso $X(t)$ pasa por un bloque derivador con respecto al tiempo, determine la densidad espectral de potencia a la salida del derivador.

Solución: Ver respuesta en [10.8.2](#)

16. Un amplificador que está a 290 K tiene una ganancia de 24 dB, una figura de ruido de 5 dB y un ancho de banda equivalente de ruido de 5 MHz. La entrada del amplificador se conecta a una resistencia de 100 Ω y esta a tierra. La resistencia está acoplada a la entrada del amplificador y es calentada hasta 200 °C.

Calcule:

- a) La temperatura equivalente de ruido en Kelvin.
- b) La densidad espectral de potencia de ruido total a la entrada del amplificador en $\left[\frac{W}{Hz}\right]$.
- c) La cantidad total de potencia a la salida del amplificador en Watts.

Solución: Ver respuesta en [10.8.3](#)

17. La densidad espectral de potencia de un proceso aleatorio $X(t)$ se muestra en la figura 9; está formado por la superposición de un $\delta(f)$ y un pulso triangular de altura unitaria y base $2f_0$.

a) Determine y bosqueje la función de autocorrelación, $R_X(\tau)$ de $X(t)$.

Sugerencia: Recuerde los pares de transformadas

$$\begin{aligned} \delta(t) &\Leftrightarrow 1 \\ \begin{cases} 1 - \frac{|t|}{T} & \text{si } |t| < T \\ 0 & \text{si } |t| \geq T \end{cases} &\Leftrightarrow T \text{Sa}^2(fT) \end{aligned}$$

b) ¿Cuál es la potencia de CD y CA contenidas en el proceso $X(t)$?

c) ¿Qué frecuencia de muestreo tomará muestras de $X(t)$ con la mínima correlación?

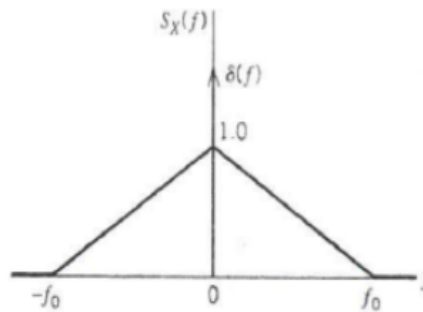


Figure 9: Densidad espectral de potencia de $X(t)$.

Solución: Ver respuesta en [10.8.4](#)

18. Sea la variable aleatoria $X = \frac{N^2}{2}$, donde N es un número aleatorio entero cuyo valor es equiprobable en el rango $-1 \leq N \leq 3$.

Calcule:

- a) $F_X(0)$
- b) $P(2 < X \leq 3)$
- c) $P(X < 2)$
- d) $P(X \geq 2)$

Solución: Ver respuesta en [10.8.5](#)

19. Suponga que el tono $x(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t)$ se aplica a un sistema no lineal cuya característica está dada por $y(t) = 2 \cdot x(t) - 3 \cdot x^3(t)$.

a) Escriba $y(t)$ como una suma de cosenos de la forma:

$$y(t) = a_1 \cdot \cos(\omega_0 t) + a_2 \cdot \cos(2\omega_0 t) + a_3 \cdot \cos(3\omega_0 t) + \dots$$

b) Calcule la distorsión de la segunda armónica y exprese la como un porcentaje para $A = 1$.

c) Calcule la distorsión de la tercera armónica y exprese la como un porcentaje para $A = 1$.

Solución: Ver respuesta en [10.8.6](#)

20. La señal moduladora multi-tono $m(t) = 3k_a(\cos(8\pi t) + 2\cos(20\pi t)) [V]$ es la entrada proporcionada a un transmisor AM (DSB-LC). La frecuencia de la portadora es de 1 kHz y su amplitud A_c .

a) Calcule el rango numérico de k_a para que NO haya sobre-modulación. Exprese el rango como: $k_a = [k_{a_{min}} - k_{a_{max}}]$

b) Al hacer una representación en series de Fourier de la señal modulada, esta queda expresada como una suma de tonos de distintas frecuencias. Escriba la expresión total de la señal.

c) Calcule la suma de potencia de TODAS las bandas laterales en *Watts*. Asuma $A_c = 9$ y utilice el valor de $k_{a_{max}}$ calculado en el punto *a*.

d) Calcule la potencia total de la portadora en *dBW*. Asuma $A_c = 9$.

e) Calcule la eficiencia de potencia de la señal modulada y exprese la como un porcentaje.

Solución: Ver respuesta en [10.8.7](#)

21. Un receptor heterodino de onda corta AM, como el mostrado en la figura 10 ha sido diseñado para recibir señales en la banda de $[3550 - 5750]$ kHz. La frecuencia del oscilador local se selecciona de manera que sea mayor que la frecuencia de banda a demodular. La frecuencia intermedia utilizada es de 475 kHz.
- Calcule el rango de frecuencias del oscilador local en kHz. Exprese el rango como $f_{LO} = [f_{LO_{min}} - f_{LO_{max}}]$ kHz.
 - Calcule el rango de frecuencias imágenes en kHz para las frecuencias de oscilador local calculadas en a). Exprese el rango como $f_{img} = [f_{img_{min}} - f_{img_{max}}]$ kHz.
 - ¿Cuál es la frecuencia intermedia mínima para que no haya una frecuencia imagen en el rango de la banda de frecuencias? Exprese su respuesta en kHz.
 - Por medio de filtrado es posible prevenir la presencia de frecuencias imagen en la señal demodulada. Si a usted se le permite agregar un filtro en el diagrama mostrado del receptor, ¿En qué sección lo haría y qué especificaciones de frecuencia tendría este filtro?

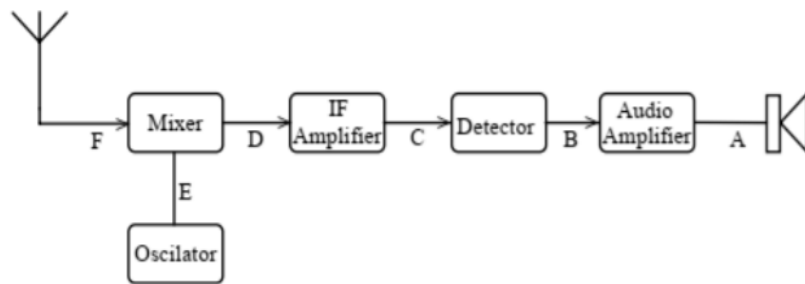


Figure 10: Diagrama de bloques del receptor heterodino para el ejercicio 21.

Solución: Ver respuesta en 10.8.8

22. Sea la variable aleatoria $X = \frac{N^2}{2}$, donde N es un número aleatorio entero cuyo valor es equiprobable en el rango $-1 \leq N \leq 3$.

Calcule:

- $F_X(0)$
- $P(2 < X \leq 3)$
- $P(X < 2)$
- $P(X \geq 2)$

Solución: Ver respuesta en 10.8.9

9 Parcial 1 2S2020

23. Se mide la corriente en un alambre delgado de cobre en miliamperios. En la figura 11 se presenta la función de probabilidad acumulada (CDF) de las mediciones realizadas.

Con base en la CDF, determine las opciones verdaderas.

- a) El 50% de las mediciones fueron menores a 10 [mA].
- b) El 75% de las mediciones fueron mayores a 15 [mA].
- c) El 100% de las mediciones fueron iguales a 20 [mA].
- d) Ninguna de las opciones es correcta.

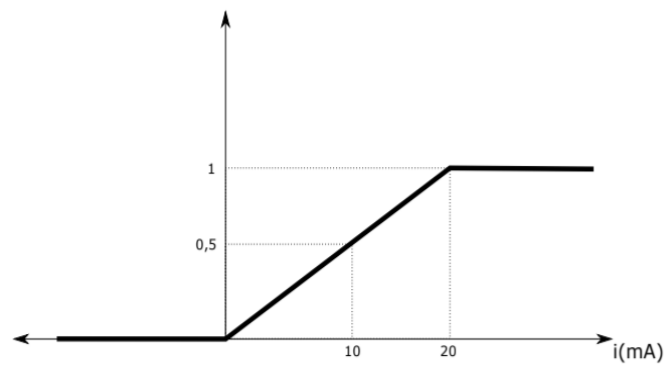


Figure 11: CDF para el ejercicio 23.

Solución: Ver respuesta en [10.9.1](#)

24. Se tienen dos amplificadores, llamados A y B. La temperatura equivalente de ruido para A es igual a 150K, y para B es de 400K. Ambos poseen una ganancia de 3 dB y se encuentran a temperatura ambiente (290K). Si ambos amplificadores se conectan en cascada, seleccione de las siguientes opciones la que considere correcta.
- a) Conectar el amplificador A de primero en la cascada proporcionará los mejores resultados en términos del factor de ruido del sistema.
 - b) Conectar el amplificador B de primero en la cascada proporcionará los mejores resultados en términos del factor de ruido del sistema.
 - c) Se obtendrá el mismo resultado en términos del factor de ruido del sistema, independientemente si se conecta A o B primero en la cascada.
 - d) No es posible conectar en cascada los amplificadores A y B, bajo ninguna configuración.

Solución: Ver respuesta en [10.9.2](#)

25. La densidad de potencia unilateral para un ruido blanco está dada por $S_w(f) = \frac{1}{100}$. Si este ruido se hace pasar por un filtro con frecuencia central de 10 kHz, con un ancho de banda de 1 kHz y amplitud unitaria, ¿Cuál sería el valor de la potencia promedio de salida del filtro debido al ruido?

Solución: Ver respuesta en [10.9.3](#)

26. El cuerpo humano emite un total de 50 dBm de radiación térmica. La fuente de ondas de radio más poderosa que se conoce es la galaxia *Cygnus A*, con un nivel de potencia de 420 dBm. ¿En cuántos órdenes de magnitud supera la emisión de potencia de *Cygnus A* a la de un ser humano?

Solución: Ver respuesta en [10.9.4](#)

27. Un transmisor Bluetooth de 10 [m] de alcance, tiene una potencia de 4 dBm. ¿Cuántos dBm debería tener el transmisor si se desea duplicar la potencia del mismo?

Solución: Ver respuesta en [10.9.5](#)

28. Usted está a cargo de un grupo de ingenieros recién graduados en entrenamiento para su empresa, la cual fabrica sistemas de alta frecuencia. Uno de los ingenieros bajo entrenamiento le muestra el resultado de una prueba de dos tonos en un sistema cuya relación entrada-salida es:

$$y(t) = a_1x(t) + a_2x^2(t) + a_3x^3(t)$$

Resulta que, por un error de diseño, el coeficiente a_3 es mucho más grande de lo anticipado; sin embargo, el ingeniero bajo entrenamiento le indica que, en realidad, esto no es un problema ya que los productos de intermodulación impares de suma caen fuera de la banda de interés y se pueden filtrar. Usted, ¿comparte el optimismo del joven ingeniero? Justifique su respuesta.

Solución: Ver respuesta en [10.9.6](#)

29. La ITU (*International Telecommunication Union*) define regiones de transmisión por todo el orbe, por ejemplo, en la región 1 se puede transmitir AM en la banda de 148,5 - 283,5 kHz mientras que en la región 2 se utiliza la banda 520 - 1610 kHz. Suponiendo que dos receptores de AM (a la misma temperatura y con una resistencia de entrada de 150Ω) se tienen a disposición en las regiones mencionadas anteriormente, ¿cuál estaría sujeto a una mayor tensión efectiva de ruido en la entrada? Justifique su respuesta.

Solución: Ver respuesta en [10.9.7](#)

30. Una portadora con amplitud $A_c = 100\text{ [V]}$ es modulada en amplitud por un coseno de 1 kHz. Determine la amplitud del espectro de las bandas laterales de la señal modulada si el índice de modulación es de 0,75.

Solución: Ver respuesta en [10.9.8](#)

31. Clasifique la siguiente señal como señal de energía o señal de potencia. Justifique matemáticamente su respuesta.

$$x(t) = \begin{cases} 3 & |x| < 3 \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$

Solución: Ver respuesta en [10.9.9](#)

32. Clasifique la siguiente señal como señal de energía o señal de potencia. Justifique matemáticamente su respuesta.

$$x(t) = A\cos(2\pi f_0 t + \theta)$$

Solución: Ver respuesta en [10.9.10](#)

33. La función de autocorrelación de cierto proceso aleatorio $X(t)$ está dada por:

$$R_X(\tau) = \frac{A^2}{2} \cos(2\pi f_o \tau)$$

Calcule la potencia promedio del proceso.

Solución: Ver respuesta en [10.9.11](#)

34. Una señal pasa-banda $x(t)$ de ancho de banda de 2 krad/s centrada en $\omega = 10^5$ rad/s, pasa a través de un filtro con respuesta en frecuencia:

$$H(\omega) = \frac{a}{a+j\omega}; \quad a = 10^3 \text{ y } \omega = 2\pi f$$

- Expresar la respuesta de frecuencia en funciones de magnitud y fase.
- Determine el tiempo de retardo del filtro si el mismo se define como $t_d = \frac{-d\theta_H(\omega)}{d\omega}$
- Se considera que el filtro es libre de distorsión si sobre la banda de la señal $x(t)$ se da una variación de menos del 2% en la magnitud de la respuesta en frecuencia y de menos del 4% en el tiempo de retardo; sabiendo eso, ¿la señal $x(t)$ pasará sin distorsión a través del filtro?

Solución: Ver respuesta en [10.9.12](#)

35. En un sistema de modulación de amplitud, el mensaje está dado por la señal que se muestra en la figura 12 y la portadora tiene una frecuencia de 1 kHz. La salida del modulador está dada por:

$$s(t) = 2[b + 0.5m(t)]\cos(2\pi t_c t)$$

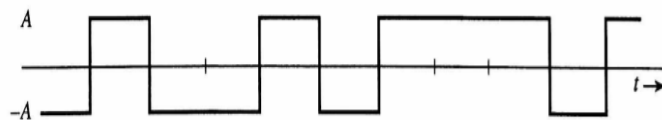


Figure 12: Señal $m(t)$ del ejercicio 35.

- Determine la potencia promedio de la señal modulada en función de b y A .
- Si $b=A$, determine el índice de modulación y la razón entre la potencia promedio de las bandas laterales y la potencia promedio de la señal modulada (esta razón se conoce como eficiencia de potencia de la modulación).
- Determine el valor mínimo de b para que la señal de AM pueda ser demodulada con un detector de envolvente. Calcule también el índice de modulación y la eficiencia de potencia de la modulación para el valor encontrado de b .
- Proponga un diseño para el sistema (a nivel de bloques) que permita implementar $s(t)$. El mejor diseño es el que logre la modulación solicitada con el sistema más sencillo.

Solución: Ver respuesta en [10.9.13](#)

36. En la figura 13.a se presenta la transformada de Fourier de un mensaje $m(t)$. Esta señal se aplica al sistema mostrado en la misma figura para obtener la señal $y(t)$. Considere $f_c \gg W$ y filtros ideales.

- Obtenga una expresión para $X(f)$ y gráfiquela como un espectro bilateral.
- ¿A qué tipo de modulación corresponde $x(t)$?
- Grafique $Y(f)$ como un espectro bilateral y comente la utilidad de ese espectro.
- Si $m(t) = \cos(2\pi f_m)$ [V], calcule la potencia normalizada de $x(t)$ y $y(t)$.

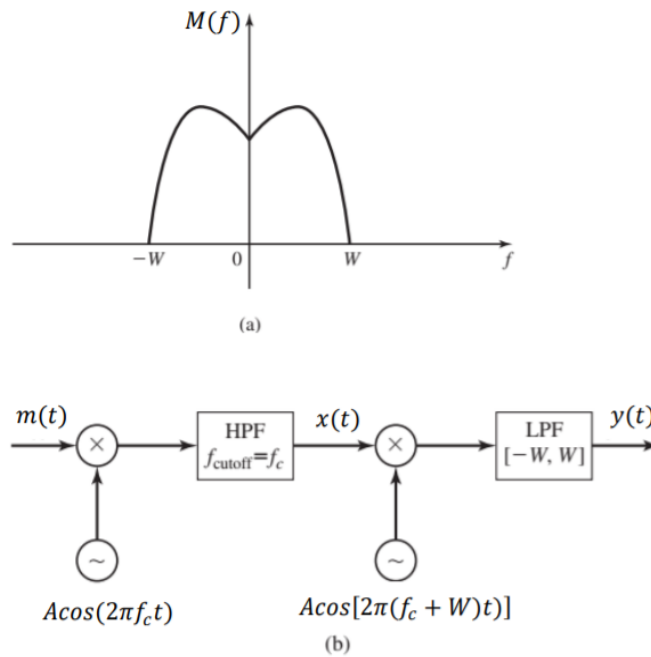


Figure 13: Señal $M(f)$ y sistema del ejercicio 36.

Solución: Ver respuesta en [10.9.14](#)

10 Respuestas

10.1 Ejercicios Espectro-Legislación-Proba-PSD

10.1.1 Ejercicio 1

Opción C.

10.2 Haykin 4ta ed (Ejemplo 1.2)

10.2.1 Ejercicio 2

$$R_X(\tau) = \frac{A^2}{2} \cos(2\pi f_c \tau)$$

10.3 Ejemplo - Amplificadores en cascada

10.3.1 Ejercicio 3

a) $SNR_o = 99,47 [dB]$

b) $SNR_o = 92 [dB]$

*OJO: Se tienen dos formas de calcular el SNR_o con estos dispositivos en cascada.

Uno es mucho más laborioso que el otro.

10.4 Parcial 1 1S08

10.4.1 Ejercicio 4

a) $R_x(\tau) = \frac{e^{-a|\tau|}}{2a}$

b) Dibujo de la función anterior. Ver figura 14.

c) $\frac{1}{a^2 + \omega^2}$

d) Cero.

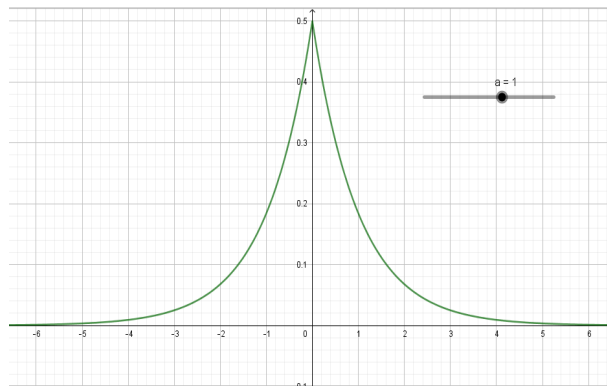


Figure 14: Generado en Geogebra.

10.4.2 Ejercicio 5

- a) $-71dB > -85dBm$ Link factible
- b) 10 mW

10.4.3 Ejercicio 6

- a) $44,26 \times 10^{-18} \text{ W}$
- b) $2,52 \times 10^{-15} \text{ W}$
- c) $414 \times 10^{-21} \text{ W}$
- d) $4,8 \times 10^{-8} V_{RMS}$

10.5 Parcial 1 2S08**10.5.1 Ejercicio 7**

- a) 31,9 km
- b) $-77,6 \text{ dBm} > -82,2 \text{ dBm}$ Enlace factible.
- c) $-92,83 \text{ dBm} > -89 \text{ dBm}$ Enlace NO factible.

10.5.2 Ejercicio 8

- a) Es un espectro bilateral, cuya parte positiva se compone de cuatro funciones delta dirac con las siguientes características:
Frecuencia $\omega_3 - \omega_2$ con altura $\frac{\pi BC}{2}$ Frecuencia $\omega_3 - \omega_1$ con altura $\frac{\pi AC}{2}$ Frecuencia $\omega_3 + \omega_1$ con altura $\frac{\pi AC}{2}$ Frecuencia $\omega_3 + \omega_2$ con altura $\frac{\pi BC}{2}$
- b) $x(t)$ y $y(t)$ se distorsionan
- c) Es un espectro bilateral, cuya parte positiva se compone de cuatro funciones delta

dirac con las siguientes características:

- Frecuencia $2\omega_1$ con altura $\frac{\pi A^2}{2}$
- Frecuencia $\omega_2 - \omega_1$ con altura πAB
- Frecuencia $\omega_2 + \omega_1$ con altura πAB
- Frecuencia $2\omega_2$ con altura $\frac{\pi B^2}{2}$
- Otra función de frecuencia cero con altura $\pi(A^2 + B^2)$

d) $x(t)$ sí se distorsiona.

10.5.3 Ejercicio 9

- Al desarrollar $m(t)\cos^3(\omega_c t)$ se ve cómo con la adición de un LPF o BPF se puede filtrar el término de frecuencia $3\omega_c$
- El filtro debe ser, preferiblemente, un BPF con frecuencia central ω_c con ancho de banda de $4\pi B$
- Ver figura 15.
- $2\pi B$ para evitar superposición espectral en la componente CD.
- el circuito NO funcionaría bajo esta condición ya que en el espectro ni siquiera existiría una réplica en la frecuencia deseada.
- Funcionaría para "n" impar.

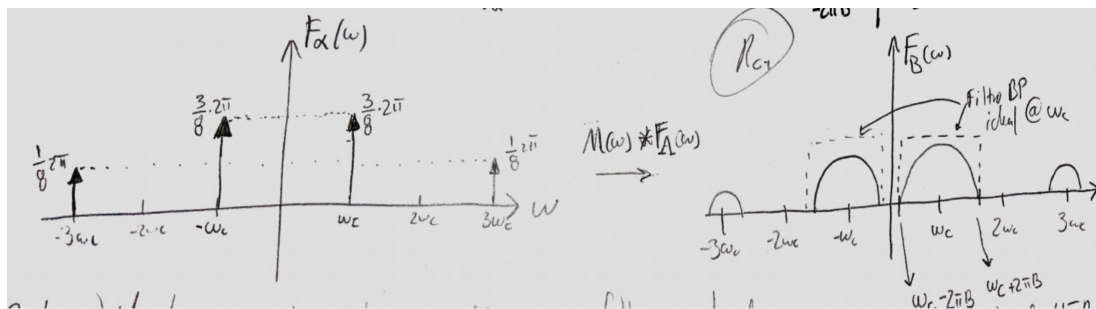
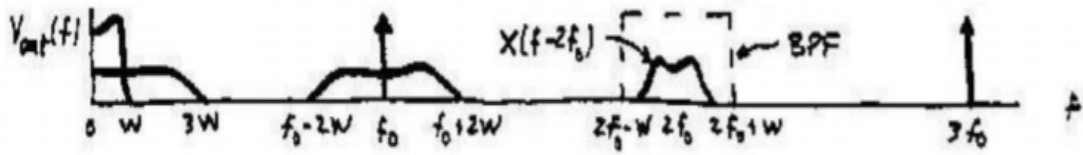


Figure 15: Espectros en el sistema de modulación.

10.6 Parcial 1 2S2017

10.6.1 Ejercicio 10

- Ver figura 16
- $3W < \omega_c$
BPF @ $2\omega_c$ con $AB=2W$

Figure 16: Espectro de $V_{out}(f)$.

10.7 Parcial 1 1S2018

10.7.1 Ejercicio 11

Opción B.

10.7.2 Ejercicio 12

- $s(t) = \frac{100}{3}[1 - \sin(\omega_m t)] \cdot \cos(\omega_c t)$
- Ver figura 17.
- $|k_a m_{MAX}(t)| = \left| \frac{1}{5}(-10 - 5) \right| = 1 \rightarrow 100\%$
- Potencia de portadora:
 $\left(\frac{50}{3}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{50} = 2,77 \text{ [W]}$
 Potencia de bandas laterales:
 $\left(\frac{25}{3}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{50} = 0,694 \text{ [W]}$

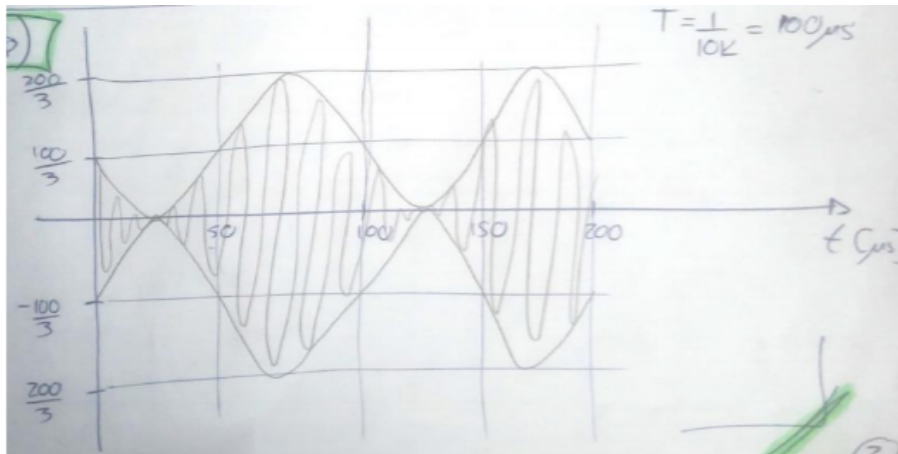


Figure 17: Bosquejo de la señal modulada del punto b.

10.7.3 Ejercicio 13

- $H(f) = \frac{1}{1 + j2\pi fRC}$
- $S_X(f) = \frac{V}{v^2 + \pi^2 f^2}$
- $S_Y(f) = \frac{V}{[1 + (2\pi fRC)^2](v^2 + \pi^2 f^2)}$

10.8 Parcial 1 1S2020**10.8.1 Ejercicio 14**

- a) $P(C_F) = 0,0002$
- b) $P(C_{AF}|C_{BF}) = 0,04$

10.8.2 Ejercicio 15

- a) $S_X(f) = \frac{A^2}{4} \cdot [\delta(f + f_0) + \delta(f - f_0)]$
- b) $P_{prom} = \frac{A^2}{2}$
- c) $S_Y(f) = A^2 \pi^2 f^2 \cdot [\delta(f + f_0) + \delta(f - f_0)]$

10.8.3 Ejercicio 16

- a) $T_{eq} = 626,4 [K]$
- b) $S_n = 15,18 \times 10^{-21} [\frac{W}{Hz}]$
- c) $P_{out} = 19,05 [pW]$

10.8.4 Ejercicio 17

- a) $R_X(\tau) = 1 + f_0 Sa^2(f_0 \tau)$
- b) $P_{CD} = 1 W$
 $P_{CA} = 1 + f_0$
- c) Las muestras con mínima correlación se pueden tomar con $f_s = \frac{f_0}{n}$, tomando así los mínimos de la función $Sa^2(f_0 t)$ con n entero.

10.8.5 Ejercicio 18

- a) $F_X(0) = 0,2$
- b) $P(2 < X \leq 3) = 0$
- c) $P(X < 2) = 0,6$
- d) $P(X \geq 2) = 0,4$

10.8.6 Ejercicio 19

- a) $\left(2A - \frac{9A^3}{4}\right) \cdot \cos(\omega_0 t) - \frac{3A^3}{4} \cdot \cos(3\omega_0 t)$
- b) 2-HD%=0%
- c) 3-HD%=300%

10.8.7 Ejercicio 20

- a) $k_a = [0 - \frac{1}{9}]$
- b) Frecuencias de los tonos: $-1010, -1004, -1000, -996, -990, 990, 996, 1000, 1004, 1010 [Hz]$
- c) $P_{SB} = 11,25 [W]$
- d) $P_{CdBW} = 16,07 [dBW]$
- e) $\eta_{\%} = 21,74\%$

10.8.8 Ejercicio 21

- a) $f_{LO} = [4025 - 6225] \text{ kHz}$
- b) $f_{img} = [4500 - 6700] \text{ kHz}$
- c) $f_{IF_{min} > 1100} \text{ kHz}$
- d) Se debe colocar al inicio para únicamente dejar pasar las frecuencias de interés. Se coloca en **F**.

10.8.9 Ejercicio 22

- a) $F_X(X \leq 0) = 0.2$
- b) $P(2 < X \leq 3) = 0$
- c) $P(X < 2) = 0.6$
- d) $P(X \geq 2) = 1 - P(X < 2) = 0.4$

10.9 Parcial 1 2S2020

10.9.1 Ejercicio 23

Opción a).

10.9.2 Ejercicio 24

Opción a).

10.9.3 Ejercicio 25

$$P = 20 [W]$$

10.9.4 Ejercicio 26

37 órdenes de magnitud.

10.9.5 Ejercicio 27

7 dBm

10.9.6 Ejercicio 28

No, ya que ese mismo coeficiente también multiplica a los productos de intermodulación impares de diferencia que caen cerca de la banda de interés y estos no son fáciles de filtrar.

10.9.7 Ejercicio 29

El de la región 2, ya que tiene un mayor ancho de banda.

10.9.8 Ejercicio 30

$$\frac{\mu A_c}{4} = 18,75 [V]$$

10.9.9 Ejercicio 31

Es una señal de energía.

10.9.10 Ejercicio 32

Es una señal de potencia.

10.9.11 Ejercicio 33

$$P_X = \frac{A^2}{2}$$

10.9.12 Ejercicio 34

a) $|H(\omega)| = \frac{a}{\sqrt{a^2 + \omega^2}}$

$\theta_H(\omega) = -atan(\frac{\omega}{a})$

b) $t_d = 100ns$

c) Pasará sin distorsión.

10.9.13 Ejercicio 35

- a) $P_s = 2b^2 + \frac{A^2}{2}$
- b) $\frac{P_{sb}}{P_s} = 0.2$
- c) $\frac{P_{sb}}{P_s} = 0.5$
- d)

10.9.14 Ejercicio 36

- a) $X(f) = \frac{A}{2}M(f + f_c)u(f + f_c) + \frac{A}{2}M(f - f_c)u(f - f_c)$
- b) Corresponde a una modulación SSB.
- c)
- d) $P_y = \frac{A^2}{16} [W]$