

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TEORÍA DE COMUNICACIONES 1**

**2do. Examen**

**(Primer semestre 2017)**

**Indicaciones generales:**

- El examen está compuesta por dos partes cuyas instrucciones se detallan a continuación:
  - Primera parte:
    - Duración: 50 minutos
    - Materiales permitidos: sólo útiles de escritorio
  - Segunda parte:
    - Duración: 120 minutos
    - Materiales permitidos: sólo está permitido el uso de tablas de transformadas, integrales y derivadas así como calculadoras no programables.
- Está prohibido el préstamo de útiles de escritorio, calculadoras o el material del curso (apuntes, cuadernos, fotocopias, separatas, etc.)
- Tomar el cuadernillo que se le entregará para cada parte del examen
- La presentación, la ortografía y la gramática influirán en la calificación.

**Primera parte (10 puntos)**

1. Desarrolle el caso de la generación directa de FM. Explique a través de un diagrama de bloque y de un diagrama circuital sencillo del VCO. (2 puntos)
2. Explique por qué es importante considerar que el filtro a la entrada del demodulador es ideal durante el análisis de los sistemas de comunicación en presencia de ruido. (1 punto)
3. Explique el efecto umbral en las técnicas AM-DSB-LC y en FM, por qué y cuándo se produce y cómo afecta en la comunicación. (2 puntos)
4. Explique por qué se realiza la heterodinización. (0.5 puntos)
5. Indique las unidades de los siguiente términos: (Total 3 puntos, 0.25 cada respuesta correcta)
  - a.  $SNR_o$
  - b. Frecuencia Instantánea
  - c.  $m_p$
  - d.  $\beta$
  - e.  $\Delta\omega$
  - f.  $N$
  - g.  $\gamma$
  - h. Fase instantánea
  - i. DEP
  - j.  $K_f$
  - k.  $K_p$
  - l. DEE
6. En una modulación de FM, cuya portadora, sin modular, es de 3V de amplitud, se conocen las amplitudes de los armónicos significativos (representación bilateral). Estas son: 1º: 1.74V - 2º: 1.05V; - 3º: 0.39V; y - 4º: 0.09V. Averiguar la amplitud de la portadora modulada, sin recurrir a las tablas de funciones de Bessel. (1.5 puntos)

**Segunda parte** Responda las siguientes preguntas (10 puntos)

FM DPM

- 1,5 1. Para un sistema de comunicación con ruido blanco de canal con  $DEP = 10^{-10}$ , y la señal de información  $f(t)$  con un ancho de banda de 15 kHz en banda base, se

encuentra una  $SNR_o$  de 28dB. Se sabe que  $\frac{f(t)^2}{m_p^2} = \frac{1}{9}$  y  $\beta = 2$ . (4 puntos)

$SNA = \frac{A^2}{N(0.16)}$

- Determine la potencia del ruido de salida  $N_o$
- Determine la potencia de la señal de salida  $S_o$
- Determine la potencia de la señal recibida  $S_i$
- Determine la potencia transmitida si la función de transferencia del canal es

$|H_c(\omega)| = 10^{-3} \cdot \left(\frac{1}{A}\right) \cdot 10^3$

$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{30 \text{ kHz}}{15 \text{ kHz}}$

2. Se desea generar una modulación en frecuencia de banda ancha con las siguientes características:

- Frecuencia de señal portadora 5 MHz desviación en frecuencia de 80 kHz
- Se dispone de un modulador de banda angosta para lograr lo anterior, el cual tiene las siguientes características: frecuencia de la señal portadora 5 MHz desviación de frecuencia de 20 kHz.

Proporcionar el diagrama de bloques para la obtención de la modulación en frecuencia de banda ancha a través del uso de multiplicadores, mezcladores de frecuencia y filtros. Considerar que se tienen bloques multiplicadores de frecuencia hasta por un valor máximo de x5. Explicar el proceso y los valores usados. (3 puntos)

- 7,55 3. La señal de entrada de un receptor FM consiste en una portadora sin modular acompañada de una señal sinusoidal interferente. El nivel de la señal interferente está 20 dB por debajo del nivel de la señal portadora, siendo la separación entre ambas señales de 15 kHz. Suponiendo que el receptor utilice un discriminador ideal de frecuencias con sensibilidad de 0.2 V/kHz, determinar la tensión de salida del receptor. (3 puntos)

(SUGERENCIAS:

- Considere que la señal sinusoidal interferente tiene la forma:  $X \cos[2\pi(f_c + \Delta f)t]$  donde  $X$  es la amplitud de la interferencia,  $f_c$  es la frecuencia de la portadora y  $\Delta f$  es la posición relativa de la interferencia respecto a la portadora.
- Si determina el valor de frecuencia a la salida use el conversor para hallar la función de voltaje)

Profesores del curso: Angelo Velarde

San Miguel, 8 de julio de 2017

X3

X2

X5

X5

X5



## Fórmulas

Ruido en sistemas de comunicación analógicos:

Modelo de ruido pasabanda en el tiempo:

$$n(t) = n_c(t) \cdot \cos(2\pi f_c t) + n_s(t) \cdot \sin(2\pi f_c t)$$

1) AM DSB-SC  $f_{DSB-SC}(t) = \sqrt{2} f(t) \cos(2\pi f_c t)$

$$SNR_o = \frac{\overline{f(t)}^2}{NB}$$

2) AM DSB-LC  $f_{DSB-LC}(t) = [A + f(t)] \cos(2\pi f_c t)$

$$SNR_o = \frac{\overline{f(t)}^2}{2NB}$$

3) AM SSB-SC  $f_{SSB}(t) = f(t) \cdot \cos(2\pi f_c t) \mp \hat{f}(t) \cdot \sin(2\pi f_c t)$

$$SNR_o = \frac{\overline{f(t)}^2}{NB}$$

4) PM  $f_{PM}(t) = A \cos[\omega_c t + k_p f(t)]$

$$SNR_o = \frac{k_p^2 \overline{f(t)}^2 A^2}{2NB}$$

5) FM

$$f_{FM}(t) = A \cos[\omega_c t + k_f \int f(t) dt]$$

$$SNR_o = \frac{3k_f^2 \overline{f(t)}^2 A^2}{8\pi^2 NB^3}$$

$f(t) = a \cos(\omega t)$

Coeficientes de las funciones de Bessel de 1er. Orden											
$\beta$	$J_0$	$J_1$	$J_2$	$J_3$	$J_4$	$J_5$	$J_6$	$J_7$	$J_8$	$J_9$	$J_{10}$
0	1										
0.2	0.99	0.1									
0.4	0.96	0.2	0.02								
0.6	0.91	0.29	0.04								
0.8	0.85	0.37	0.08	0.01							
1	0.77	0.44	0.11	0.02							
1.2	0.67	0.5	0.16	0.03	< 0.01						
1.4	0.57	0.54	0.21	0.05	< 0.01						
1.6	0.46	0.57	0.26	0.07	0.01						
1.8	0.34	0.58	0.31	0.1	0.02						
2	0.22	0.58	0.35	0.13	0.03	< 0.01					
2.2	0.11	0.56	0.4	0.16	0.05	0.01					
2.4	0	0.52	0.43	0.2	0.06	0.02					
2.6	-0.1	0.47	0.46	0.24	0.08	0.02	< 0.01				
2.8	-0.19	0.41	0.48	0.27	0.11	0.03	< 0.01				
3	-0.26	0.34	0.49	0.31	0.13	0.04	0.01				
3.2	-0.32	0.26	0.48	0.34	0.16	0.06	0.02				
3.4	-0.36	0.18	0.47	0.37	0.19	0.07	0.02	< 0.01			
3.6	-0.39	0.1	0.44	0.4	0.22	0.09	0.03	< 0.01			
3.8	-0.4	0.01	0.41	0.42	0.25	0.11	0.04	0.01			
4	-0.4	-0.07	0.36	0.43	0.28	0.13	0.05	0.02			
4.2	-0.38	-0.14	0.31	0.43	0.31	0.16	0.06	0.02	< 0.01		
4.4	-0.34	-0.2	0.25	0.43	0.34	0.18	0.08	0.03	< 0.01		
4.6	-0.3	-0.26	0.18	0.42	0.36	0.21	0.09	0.03	0.01		
4.8	-0.24	-0.3	0.12	0.4	0.38	0.23	0.11	0.04	0.01		
5	-0.18	-0.33	0.05	0.36	0.39	0.26	0.13	0.05	0.02	< 0.01	
5.2	-0.11	-0.34	-0.02	0.33	0.4	0.29	0.15	0.07	0.02	< 0.01	
5.4	-0.04	-0.35	-0.09	0.28	0.4	0.31	0.18	0.08	0.03	< 0.01	
5.6	0.03	-0.33	-0.15	0.23	0.39	0.33	0.2	0.09	0.04	0.01	
5.8	0.09	-0.31	-0.2	0.17	0.38	0.35	0.22	0.11	0.05	0.02	< 0.01
6	0.15	-0.28	-0.24	0.11	0.36	0.36	0.25	0.13	0.06	0.02	< 0.01
6.2	0.2	-0.23	-0.28	0.05	0.33	0.37	0.27	0.15	0.07	0.03	< 0.01
6.4	0.24	-0.18	-0.3	-0.01	0.29	0.37	0.29	0.17	0.08	0.03	0.01
6.6	0.27	-0.12	-0.31	-0.06	0.25	0.37	0.31	0.19	0.1	0.04	0.01
6.8	0.29	-0.07	-0.31	-0.12	0.21	0.36	0.33	0.21	0.11	0.05	0.02
7	0.3	0	-0.3	-0.17	0.16	0.35	0.34	0.23	0.13	0.06	0.02
7.2	0.3	0.05	-0.28	-0.21	0.11	0.33	0.35	0.25	0.15	0.07	0.03
7.4	0.28	0.11	-0.25	-0.24	0.05	0.3	0.35	0.27	0.16	0.08	0.04
7.6	0.25	0.16	-0.21	-0.27	0	0.27	0.35	0.29	0.18	0.1	0.04
7.8	0.22	0.2	-0.16	-0.29	-0.06	0.23	0.35	0.31	0.2	0.11	0.05
8	0.17	0.23	-0.11	-0.29	-0.11	0.19	0.34	0.32	0.22	0.13	0.06
8.2	0.12	0.26	-0.06	-0.29	-0.15	0.14	0.32	0.33	0.24	0.14	0.07
8.4	0.07	0.27	0	-0.27	-0.19	0.09	0.3	0.34	0.26	0.16	0.08
8.6	0.01	0.27	0.05	-0.25	-0.22	0.04	0.27	0.34	0.28	0.18	0.1
8.8	-0.04	0.26	0.1	-0.22	-0.25	-0.01	0.24	0.34	0.29	0.2	0.11
9	-0.09	0.25	0.14	-0.18	-0.27	-0.06	0.2	0.33	0.31	0.21	0.12