



**Ingeniería Informática**

**Medios de Transmisión (MT)**

## **Problemas del tema 6**

**Transmisión digital a través de  
canales de banda limitada**

Curso 2008-09

10/12/2008

# Enunciados

1. Suponga que un diskette floppy pesa 100 gramos y que permite almacenar 6400 kbits de información. Suponga que un Castromil transporta 10 kg de estos floppies desde La Coruña hasta Vigo a una velocidad media de 80 km/h. Suponiendo que la distancia entre Vigo y La Coruña es de 160 km, determine la velocidad de transmisión en bits por segundo que tendría el Castromil.
2. Se quiere transmitir un texto a la velocidad de 800 caracteres por segundo. Los caracteres se representan en binario por medio de un código ASCII de 7 bits al que se le añade un octavo bit por cada carácter para detección de errores. Se emplea un sistema de transmisión de 16 niveles.
  - a) ¿Cual es la velocidad de bit?
  - b) ¿Cual es la velocidad de símbolo?
3. Se quiere transmitir un mensaje de 100 caracteres alfanuméricos en 2 seg. utilizando un código ASCII de 7 bits al que en cada carácter se le añade un octavo bit para detección de errores. Se emplea un sistema de transmisión de 32 niveles.
  - a) Calcule la velocidad de símbolo y la velocidad de bit necesaria.
  - b) Repita el apartado anterior para sistemas de transmisión de 16, 8, 4 y 2 niveles.
4. Considere una señal analógica cuyo ancho de banda es 4 KHz. Para transmitir esta señal empleando un sistema de transmisión digital se muestrea y se codifica cada muestra con 16 bits.
  - a) ¿Cual es la velocidad de bit resultante?
  - b) Si se utiliza un sistema de transmisión de 4 niveles, ¿Cual es la velocidad de símbolo resultante?
5. ¿Cual es el ancho de banda mínimo necesario para alcanzar la velocidad de 10 Mb/s con un sistema de transmisión banda base de 16 niveles?
6. Una señal de voz comprendida entre 300 y 3300 Hz se muestrea a 8000 Hz y se codifica con 16 bits.
  - a) ¿Cual es el ancho de banda mínimo que se necesita para transmitir esta señal empleando un sistema de transmisión binario en banda base?
  - b) Repita el apartado anterior en el caso de que la voz se codifique con 8 bits.
7. Se desea transmitir una señal analógica a través de un canal banda base con un ancho de banda de 100 KHz empleando un sistema de transmisión binario. Para ello la señal se muestrea y se codifica con 5 bits.
  - a) Calcule la máxima velocidad de bit que puede emplearse.
  - b) Calcule el ancho de banda máximo que puede tener la señal analógica para poder ser transmitida.

- c) Repita los dos apartados anteriores si se emplea un sistema de transmisión de 8 niveles.
8. (Diciembre 95) Una señal analógica de 8 KHz de ancho de banda se digitaliza muestreándola a la frecuencia de Nyquist y codificándola con 8 bits.
- a) Determine el ancho de banda del canal para transmitir esta señal en tiempo real empleando un sistema de transmisión 4-PAM.
- b) Si se almacenan 4 segundos de esta señal en un fichero, determine el tiempo que tarda en transmitirse dicho fichero por un canal de 4 KHz de ancho de banda utilizando un sistema de transmisión PAM binario.
9. (Marzo 95) Se desea transmitir una señal analógica de banda limitada a  $f_a$  Hz a través de un canal banda base con un ancho de banda de  $f_c = 100$  KHz empleando un sistema de transmisión PAM con 8 niveles. Para ello la señal se muestrea a la frecuencia de Nyquist y se codifica con 5 bits.
- a) Calcule la máxima velocidad de bit que puede alcanzarse en el sistema de transmisión.
- b) Calcule el ancho de banda máximo que puede tener la señal analógica para poder ser transmitida.
10. (Febrero 96)
- Una señal analógica de ancho de banda 4 KHz se digitaliza muestreándola a la frecuencia de Nyquist y codificándola con 16 bits.
- a) Determine el ancho de banda del canal para poder transmitir esta señal en tiempo real utilizando una modulación 16-PAM.
- b) Si se almacenan 2 segundos de esta señal en un fichero, determine el tiempo que tarda en transmitirse dicho fichero por un canal paso bajo de 8 KHz de ancho de banda utilizando un sistema de transmisión binario.
11. (Marzo 96) Una señal analógica de 8 KHz de ancho de banda y duración 8 segundos se digitaliza muestreándola a la frecuencia de Nyquist y codificando cada muestra con 8 bits.
- a) Calcule el número de bits que ocupa esta señal.
- b) Determine el tiempo que se tardará en transmitirla utilizando un sistema de transmisión 8-PAM y un canal paso banda de 128 KHz.
- c) Determine el número de niveles que debe tener un sistema de transmisión PAM para transportar la señal en 8 segundos a través de un canal paso bajo de 16 KHz.
12. (Junio 96)
- Una señal de TV (video) con un ancho de banda de 6 MHz se desea transmitir en forma digital en tiempo real para lo cual se digitaliza muestreándola a la frecuencia de Nyquist y codificando cada muestra con 8 bits.

- a) Calcule la probabilidad de error del sistema de transmisión si comete 10.000 errores al día funcionando ininterrumpidamente
- b) Determine el ancho de banda de un canal paso banda para poder transmitirla con un módem que utiliza una modulación PAM de 8 niveles.
- c) Determine el numero de niveles que debe tener un sistema de transmisión PAM para poder transmitirla a través de un canal paso bajo de 3 MHz.

13. (Septiembre 96)

Un ordenador dispone de un fichero con una capacidad de 1.024.000 bits para almacenar una señal analógica.

- a) Determine el máximo ancho de banda que puede tener la señal analógica para poder almacenar 4 segundos, muestreando a la frecuencia de Nyquist y codificando con 8 bits.
- b) Este fichero se desea enviar a otro ordenador para lo cual se utiliza un sistema de transmisión banda base binario. ¿Cual es el mínimo ancho de banda que debe tener el canal para trasladar el fichero en 4 segundos?
- c) Si se dispone de un canal paso bajo con un ancho de banda de 32 KHz, determine el mínimo número de niveles que debe tener un sistema de transmisión banda base para poder enviar el fichero en 4 segundos.
- d) ¿Cuanto tiempo se tardaría en enviar el fichero a través de un canal telefónico de 3 KHz, utilizando un modem con modulación PAM de 4 niveles?

## TEMA 6: Soluciones

1.  $V_b = \frac{800}{9} 10^3 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$
2. a)  $V_b = 6400 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$   
b)  $V_s = 1600 \frac{\text{símbolos}}{\text{seg}}$
3. a)  $V_b = 400 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$   
 $V_s = 80 \frac{\text{símbolos}}{\text{seg}}$   
b)

$M = 16$	$V_b = 400 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$	$V_s = 100 \frac{\text{símbolos}}{\text{seg}}$
$M = 8$	$V_b = 400 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$	$V_s = \frac{400}{3} \frac{\text{símbolos}}{\text{seg}}$
$M = 4$	$V_b = 400 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$	$V_s = 200 \frac{\text{símbolos}}{\text{seg}}$
$M = 2$	$V_b = 400 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$	$V_s = 400 \frac{\text{símbolos}}{\text{seg}}$
4. a)  $V_b = 128,000 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$   
b)  $V_s = 64,000 \frac{\text{símbolos}}{\text{seg}}$
5.  $B_{min}(Hz) = \frac{10}{8} \text{ MHz}$
6. a)  $B_{min}(Hz) = 64 \text{ KHz}$   
b)  $B_{min}(Hz) = 32 \text{ KHz}$
7. a)  $V_b = 200,000 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$   
b)  $f_x = 20,000 \text{ Hz}$   
c)  $V_b = 600,000 \frac{\text{bits}}{\text{seg}}$   
 $f_x = 60000 \text{ Hz}$
8. a)  $B = V_s/2 = 32 \text{ KHz}$   
b) Tiempo= 64 seg
9. a) B=600 KHz  
b) Tiempo=60 KHz
10. a) B=16 KHz  
b) Tiempo=16 seg
11. a) N bits=1024000 bits

- b) Tiempo=8/3 seg
- c) N Niveles=16 niveles

12. a)  $Pe = \frac{10000}{96,10^6,24,60,60}$

- b) B=32 MHz
- c) N Niveles= $2^{16}$  niveles

13. a)  $B_{max} = 16$  KHz

- b)  $B_{min} = 128$  KHz
- c) N Niveles=16 niveles
- d) Tiempo =  $\frac{512}{6}$  seg