

TRANSMISIÓN DE DATOS 2006/07				
Examen Final Extraordinario			8 de septiembre de 2007	
			Calificación	
Apellidos, nombre				
DNI				

**Lea atentamente estas instrucciones y no de la vuelta a esta hoja hasta que se le indique**

Este examen consta de tres partes con cuestiones breves de carácter teórico-práctico y ejercicios prácticos:

La primera parte (Fundamentos) tiene un valor sobre la nota total del examen es de **2 puntos** como máximo. Es imprescindible obtener **al menos 1 punto** en esta parte para que se evalúe el resto del examen.

La segunda parte (Codificación de Fuente) tiene un valor sobre la nota total del examen es de **4 puntos** como máximo. Es imprescindible obtener **al menos 2 puntos** en esta parte para que se evalúe el resto del examen.

La tercera parte (Codificación de Canal) tiene un valor sobre la nota total del examen es de **4 puntos** como máximo. Es imprescindible obtener **al menos 2 puntos** en esta parte para que se evalúe el resto del examen.

**No se permite el uso de ningún tipo de calculadora.**

**La duración del examen es de 150 minutos.**

## Formulario

$$\log_2 a = 3,32 \log_{10} a$$

# 1. Fundamentos (2 puntos)

## 1.1. Fundamento de la compresión (0,5 puntos)

¿Qué condiciones tiene que cumplir la entropía  $H$  de una fuente, que emite secuencias de  $n$  símbolos de un alfabeto de  $N$  símbolos, para que pueda haber compresión? Razone su respuesta.

## 1.2. Límites de la comunicación (0,5 puntos)

Sea una fuente con entropía  $H$  (bits/símbolo) y frecuencia de símbolo  $f_s$  (símbolos/segundo), que se transmite por un canal con capacidad  $C$  (bits/segundo). Siendo un codificador de fuente que logra una tasa binaria  $R=0.8 H f_s$  ¿en qué condiciones se logrará recuperar la fuente sin error? Razone su respuesta.

Sea un codificador de fuente con pérdidas que logra una tasa binaria  $R_1=R(D_1)$ , siendo  $R(D)$  la función tasa distorsión para esa fuente y un canal de transmisión de capacidad  $C$  (bits/segundo). ¿En qué condiciones se logrará recuperar la fuente con una distorsión acotada y cuál sería el valor de dicha distorsión?

**1.3. Capacidad de Información (1 punto)**

Demostrar razonadamente la capacidad de información del canal binario simétrico

## 2. Codificación de fuente (4 puntos)

### 2.1. Codificación extensión de fuente Huffman (0,4 puntos)

Sea un fuente sin memoria con entropía  $H=0.7$  bits/símbolo y frecuencia de símbolo  $f_s=8000$  símbolos/segundo. ¿Qué orden de extensión de fuente asegura una codificación Huffman sin pérdidas para una tasa binaria menor o igual a 6400 bits/segundo? Razone su respuesta.

### 2.2. Codificación LZW (0,4 puntos)

¿Cuál es el tamaño (en bits) de cada símbolo de salida (asumiendo codificación binaria de longitud fija de los mismos) de un codificador LZW (Lempel-Ziv-Welch) siendo la fuente de entrada de 7 símbolos y el diccionario de 16 entradas? ¿Tras cuántos símbolos de salida se tendrán que usar estrategias de actualización (vaciado) del diccionario? Razone sus respuestas.

### 2.3. Codificación aritmética (0,4 puntos)

En un codificador aritmético ¿cuál es el factor del codificador que limita el número de símbolos de la fuente que se puede codificar en un símbolo de salida? Razone su respuesta.

### 2.4. Cuantificación (0,8 puntos)

La fórmula de la distorsión (D) de un cuantificador uniforme se puede escribir

$$D = \int_{-\infty}^{a_0} (x - \hat{x}_1)^2 fdp(x)dx + \sum_{i=1}^N \left( \int_{a_{i-1}}^{a_i} (x - \hat{x}_i)^2 fdp(x)dx \right) + \int_{a_N}^{\infty} (x - \hat{x}_N)^2 fdp(x)dx$$

Indique razonadamente lo que representa cada término del sumatorio, así como los parámetros de la fórmula ( $a_i$ ,  $x^i$ , N)

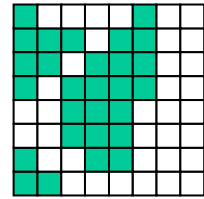
Sea la siguiente fórmula

$$D_1 = \int_{-\infty}^{a_1} (x - \hat{x}_1)^2 fdp(x)dx + \sum_{i=2}^{N-1} \left( \int_{a_{i-1}}^{a_i} (x - \hat{x}_i)^2 fdp(x)dx \right) + \int_{a_{N-1}}^{\infty} (x - \hat{x}_N)^2 fdp(x)dx$$

¿Son D y D1 equivalentes? Razone su respuesta

### 2.5. *Codificación sin pérdidas (1 punto)*

Sea la imagen de 64 píxeles binarios de la figura la cual se quiere codificar sin pérdidas mediante el encadenamiento de una extensión de fuente tipo RLC (Run-Length Coding) y una codificación Huffman. La extensión RLC considerará solamente carreras de hasta 4 símbolos e incluirá un símbolo EOF (End Of File). El código Huffman estará perfectamente adaptado a esa fuente (en una caso real a cada realización de la fuente).



Calcular el código binario resultante teniendo en cuenta que 0,4 puntos de este problema se corresponden a obtener la extensión de fuente óptima para la imagen ejemplo

## **2.6. Cuantificación no uniforme (1 punto)**

Diseñe **los cuantificadores no uniformes** de 5 bits tipo G.711 y calcule para cada uno de ellos la palabra codificada asociada a la muestra  $V_1 = 0,3$  UTN así como el error de reconstrucción (en UTN).

### **3. Codificación de canal (4 puntos)**

#### ***3.1. Decodificación sistemática de códigos lineales (0,5 puntos)***

¿Qué ha ocurrido, si se ha producido un error de transmisión y el síndrome que se calcula en decodificación es nulo? Razone su respuesta.

¿En qué caso si un síndrome no es nulo, el error detectado se puede corregir haciendo uso de decodificación sistemática mediante la matriz estándar? Razone su respuesta.

#### ***3.2. Codificación de errores a ráfagas (0,5 puntos)***

Sea un código de bloque  $(n,k)$  con  $d_{\min}=10$ . Los errores aleatorios del canal tienen una probabilidad de error de bit despreciable, pero los errores a ráfagas suelen tener una duración media de 7 bits. Indique si el código de bloque descrito es apropiado para este canal y en caso negativo, indique que se podría hacer para mejorarlo sin cambiar el código de canal y sin aumentar la tasa de codificación de canal. Razone su respuesta.



### 3.3. *Códigos convolucionales (0,5 puntos)*

Dibujar la máquina de estados correspondiente al código definido por las siguientes secuencias generadoras:

$$g1=[111111] \quad g2=[101010] \quad g3=[010101] \quad g4=[110011]$$

sabiendo que el código tiene 8 estados. Razone su respuesta.

### 3.4. *Códigos convolucionales: función de transferencia (0,5 puntos)*

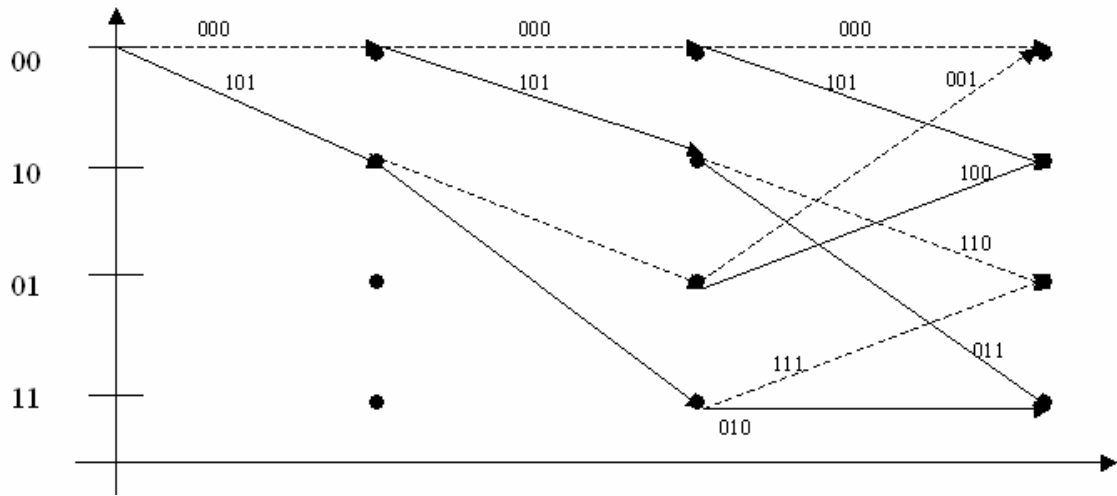
Sea un código convolucional cuya función de transferencia es  $T(D,N,J)=D^5NJ^3+\{D^0N^pJ^{3+q}\}^n$  con  $p \geq 1$  y  $q > 1$  ¿Cuánto valen en este código  $k$  y  $L$ ? Razone su respuesta.

### 3.5. *Códigos combinados (0,5 puntos)*

Siendo un sistema de codificación de canal basado en dos códigos lineales en paralelo  $CL1(n1,k)$  y  $CL2(n2,k)$ , ¿qué ventaja tiene que estos códigos sean sistemáticos? Razone su respuesta.

### 3.6. Códigos convolucionales (1,5 puntos)

Sea el código convolucional definido por el siguiente diagrama Trellis.



¿Cuánto valen para ese código convolucional los parámetros  $k$  y  $L$ ? Razone su respuesta.

Codificar la secuencia de información  $X=\{1011\}$

Si se recibe la secuencia 101101100010001000. Decodifique la secuencia de información recuperada mediante el algoritmo de Viterbi.





