

TRANSMISIÓN DE DATOS 2011/12		
Control Intermedio		10 de noviembre de 2011
		Calificación
Apellidos, nombre		
DNI		

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

El examen consta de doce ejercicios teórico-prácticos. Todos los ejercicios tienen el mismo valor.

No se permite el uso de libros, ni de apuntes.

No se permite hacer preguntas durante el examen: la correcta interpretación del enunciado es parte de la solución del examen.

Es necesario el uso de calculadora en algún ejercicio del examen.

La duración del examen es de 90 minutos.

**Formulario**

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

Función densidad de probabilidad de una variable aleatoria gaussiana de media cero:

$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi\sigma^2)}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

$$\hat{x}_i = E[x | x \in [a, b]] = \frac{\int_a^b x fdp(x) dx}{\int_a^b fdp(x) dx}$$

## 1. Entropías

Dibuje el diagrama de Venn y deduzca las fórmulas de entropías, entropías condiciones, entropía conjunta e información mutua, que se pueden deducir de él.

Dibuje el diagrama de Venn y deduzca las fórmulas anteriores para el caso en que las variables aleatorias  $X$  y  $Y$  sean independientes.

## 2. Fundamento de la compresión: teorema codificación de fuente

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

### 3. Codificación sin pérdidas: codificación Huffman

Demuestre razonadamente los límites de la longitud media de un código Huffman.

Demuestre razonadamente en que caso se cumple que la longitud media del código es igual a la entropía de la fuente.

### 4. Codificación sin pérdidas: códigos universales

¿Cuál es el tamaño (en bits) de cada símbolo de salida (asumiendo codificación binaria de longitud fija de los mismos) de un codificador LZ (Lempel-Ziv) 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.

¿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.

## 5. Codificación sin pérdidas: codificación aritmética

Codifique la secuencia ACABA con un codificador aritmético, asegurando que funciona tanto transmitiendo el valor del intervalo inferior como el superior. No se hará uso de información adicional ni se utilizará la extensión con el símbolo EOF.

Codificación:

Decodificación en caso de transmisión del intervalo inferior:

Decodificación en caso de transmisión del intervalo superior:

Comente los resultados:

## 6. Codificación sin pérdidas: códigos universales

Decodique la secuencia 214358 transmitida mediante un código universal. Los símbolos del alfabeto de la fuente son {A, B, C}. Nota: mantenga ese orden a la hora de inicializar el diccionario.

## 7. Teoría Tasa-Distorsión

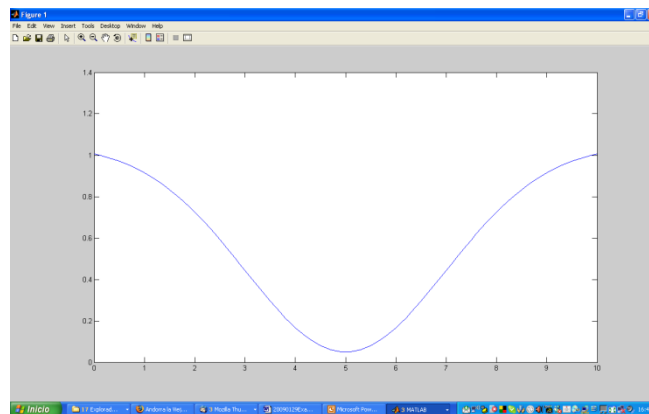
Dibuje (aproximadamente) la forma que tiene cualquier función tasa-distorsión (Distorsión en abscisas y Tasa en ordenadas). Indique en la gráfica: la región de trabajo de los codificadores de fuente, el punto de tasa igual a la entropía de la fuente, el punto de tasa igual a  $\log_2 N$  (siendo  $N$  el tamaño del alfabeto de la fuente) y el punto de distorsión máxima. Razone cada uno de las soluciones dadas.

## 8. Cuantificación: diseño de cuantificador óptimo

Calcule razonadamente el valor de reconstrucción óptimo (en función de los correspondientes valores de decisión) en un cuantificador dado para una señal con función densidad de probabilidad (fdp) uniforme en todo el rango del cuantificador ( $[-V_{sc}, +V_{sc}]$ ).

## 9. Cuantificación no uniforme

Diseñe razonadamente una aproximación a un cuantificador no uniforme robusto (recuerde que tipo de codificador especifica la recomendación G.711) de 8 bits para una variable aleatoria con función densidad probabilidad (fdp) similar a la que se muestra en la figura. Se especificarán los valores de decisión y reconstrucción. *Nota: el eje x va desde 0 a 10, con simetría alrededor del 5.*



## 10. Cuantificación PCM uniforme

Sea un cuantificador uniforme sin corte central de 5 bits por muestra con valor de sobrecarga 2 voltios. Cuantificar y reconstruir las siguientes muestras:  $V_1=1,8$  voltios y  $V_2=0,4$  voltios. Para cada muestra indique palabra código generada, valor de reconstrucción y error de reconstrucción.

## 11. Cuantificación PCM no uniforme

Diseñar un cuantificador PCM tipo G.711 con 5 bits (1 bit para signo, 2 bits para segmentos y 2 bits para cuantificación uniforme dentro de cada segmento). Cuantificar y reconstruir las siguientes muestras:  $V_1=1,8$  voltios y  $V_2=0,4$  voltios, siendo el valor de sobrecarga 2 voltios. Para cada muestra indique palabra código generada, valor de reconstrucción y error de reconstrucción.



## 12. Codificadores transformacionales: codificación JPEG

Dibuje el esquema de codificación transformacional utilizado en el modo *baseline* del estándar JPEG y describa cada uno de los módulos y técnicas utilizadas en los mismos.





