



## Teoría de la Información y la Codificación

### Grado en Ingeniería Informática

#### Ejercicios del Tema 4

1. ¿Qué es la redundancia? (PISTA: Revisar el tema 1)
2. ¿Qué tipos de errores conoce? Explique en qué consiste cada tipo de error. Exponga un ejemplo de cada uno.
3. ¿Qué es un código de bloque? Explique la diferencia entre un código de bloque y un código uniforme, apoyándose de un ejemplo.
4. Dibuje el diagrama del modelo de un sistema para detección de errores, y explique cada una de sus componentes.
5. ¿Qué es una matriz de codificación? ¿Para qué se utiliza? Exponga un ejemplo de matriz de codificación para un canal con ruido, distinta de los ejemplos expuestos en clase.
6. ¿Qué es un canal determinista? Exponga un ejemplo de canal de este tipo, distinto de los ejemplos expuestos en clase.
7. ¿Qué es un canal sin pérdida? Exponga un ejemplo de canal de este tipo, distinto de los ejemplos expuestos en clase.
8. ¿En qué se diferencian los canales deterministas de los canales sin pérdida? Ayúdese de los ejemplos expuestos en los ejercicios anteriores para dar su respuesta.
9. ¿Qué es un canal sin ruido? Exponga un ejemplo de canal de este tipo, distinto de los ejemplos expuestos en clase.
10. ¿Qué es un canal simétrico? Exponga un ejemplo del diagrama de un canal simétrico donde tanto la fuente como el destino tienen un alfabeto de 4 símbolos. Escriba también la matriz de codificación. Indique las suposiciones realizadas para construir dicha matriz, si ha debido de tomar alguna.
11. ¿Qué es un canal inútil? Exponga un ejemplo del diagrama de un canal de este tipo donde tanto la fuente como el destino tienen un alfabeto de 4 símbolos. Escriba también la matriz de codificación. Indique las suposiciones realizadas para construir dicha matriz, si ha debido de tomar alguna.
12. ¿Qué es la distancia de Hamming? Exponga un ejemplo.
13. ¿Qué es la distancia de un código? Exponga un ejemplo con un código inventado con  $k=5$  palabras, donde cada palabra tenga  $n=8$  bits.
14. Describa el Teorema de Hamming para detección de errores. Para el código expuesto en el ejercicio anterior, indicar cuántos errores de un bit se asegura poder detectar en una palabra mal recibida.
15. Basándose en el Teorema de Hamming para detección de errores, diseñe un código binario que permita detectar 3 errores y que tenga  $k=8$  palabras.
16. Basándose en el Teorema de Hamming para detección de errores, diseñe un código ternario que permita detectar 3 errores y que tenga  $k=8$  palabras. Utilice los dígitos 0, 1 y 2 para describir los trits del código.
17. Suponga la siguiente matriz de codificación entre una fuente F (filas) con alfabeto {A, B, C} y un destino D (columnas) con alfabeto {1, 2}:



	1	2
A	0.1	0.9
B	0.9	0.1
C	0.9	0.1

Asumiendo que la fuente emite A con probabilidad  $P(F=A)=0,5$ , que emite B con probabilidad  $p(F=B)=0,3$  y que emite C con probabilidad  $p(F=C)=0,2$ , responda a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuál es la probabilidad de que D perciba un 1? ¿Y de que perciba un 2?
  - ¿Cuál es la entropía de la fuente? ¿y la del destino?
  - ¿Cuál es la información mutua?
- Supongamos un canal binario simétrico por el que se pueden transmitir bits con una probabilidad de error de  $p=0.25$ . ¿Cuál sería la capacidad del canal? ¿Cuántas unidades de tiempo necesitaríamos para enviar 1 bit de información?
  - Enuncie el Teorema de Shannon para codificación con ruido.
  - Suponiendo que codificamos un código uniforme con 4 símbolos (00, 01, 10, 11), ¿sería posible transmitir este código tal cual por el canal del ejercicio 18, según el Teorema de Shannon, y poder recuperar la información en el destino?
  - Genere un código binario uniforme para codificar un alfabeto de la fuente de 4 símbolos, con palabras de longitud  $n$  (a escoger) que, según el Teorema de Shannon, pueda utilizarse para recibir el mensaje en el destino correctamente, en el escenario del ejercicio 18, y que asegure detectar 2 errores.
  - ¿Qué son los bits de paridad? ¿para qué se utilizan? ¿Cuál es la diferencia entre paridad par y paridad impar? Dibuje el esquema para detección de errores con bits de paridad, explicando sus componentes.
  - Exponga un ejemplo de bits de paridad para codificar la palabra (00110101), indicando qué valor debería tomar el bit de paridad en caso de usar paridad par y cuál valor en caso de utilizar paridad impar.
  - ¿En qué consiste la paridad bidimensional HVC? ¿Qué es un código  $P(m,k)$ ? Exponga un ejemplo de codificación HVC con  $m=2$  para transmitir el mensaje (11010110).
  - Introduzca 2 errores aleatorios de un bit en el mensaje del ejercicio anterior. Indique el procedimiento para detectar los errores, utilizando dicho ejemplo.
  - ¿Qué es un código de verificación de cuenta fija? Exponga un ejemplo de código de verificación de cuenta fija que permita detectar 1 error si el código tiene  $M=2$  palabras.
  - ¿Cómo se decodifica un código de verificación de cuenta fija? ¿Cómo se detectan errores? Exponga un ejemplo con una de las palabras del código diseñado en el ejercicio anterior.
  - ¿Es posible diseñar un código de verificación de cuenta fija que permita detectar 3 errores? Justifique su respuesta y, si es posible, ponga un ejemplo de un código que cumpla con esta condición.
  - Explique cuál es la correspondencia entre un polinomio de grado  $n$  con coeficientes en  $Z_2$  (valores  $\{0, 1\}$ ), y un código binario.
  - ¿Qué es un código CRC? ¿En qué se basan los códigos CRC?
  - ¿Qué es un polinomio generador?
  - ¿Cómo se decodifica y detectan errores en el receptor, usando un código CRC?
  - Supongamos que deseamos enviar el mensaje 1101 codificado en un código CRC con polinomio generador  $p(x)=x^4+1$ . ¿Cuántos bits tendrá el código CRC que se enviará? ¿Cómo se codifica el mensaje en el código CRC? Calcule el código CRC que se enviaría.

*ugr***Universidad de Granada**Departamento de Ciencias de la Computación  
e Inteligencia Artificial

34. Introduzca un error de 1 bit en el código calculado en el ejercicio anterior. Explique y calcule cómo el receptor detectaría el error en el mensaje.

*ugr*

**Universidad de Granada**  
Departamento de Ciencias de la Computación  
e Inteligencia Artificial



## Evaluación

Los ejercicios se realizarán individualmente, no siendo posible en grupos de alumnos. Deberán estar correctamente resueltos, incluyendo explicaciones, definiciones, fórmulas o ejemplos adicionales que se estimen oportunas para que la solución del ejemplo sea autoexplicativa y autocontenida. Deberán utilizar un lenguaje técnico apropiado, adaptado al nivel de la asignatura. Con estas pautas, los ejercicios se evaluarán atendiendo a los siguientes criterios:

- **Calificación NO APTO:** El ejercicio no está resuelto, no se responde a todo lo que se requiere o está mayormente incompleto.
- **Calificación APTO:** El ejercicio está resuelto, pero contiene fallos o no profundiza en la respuesta a la pregunta con el detalle requerido.
- **Calificación DESTACA:** El ejercicio está resuelto con la profundidad requerida y no tiene errores, o contiene mínimos fallos menores (tipográficos, etc.).

Una calificación **NO APTO** supone que el ejercicio se evalúa con 0 puntos. La calificación **APTO** indica que el ejercicio se evalúa con la mitad de su valor. Por último, la calificación **DESTACA** otorga la máxima calificación del ejercicio.

**La detección de copia en algún ejercicio supondrá la calificación de 0 en todos los ejercicios entregados.**

Considerando estos criterios de calificación, la puntuación de cada ejercicio se muestra en la siguiente tabla:

Ejercicio	Puntuación	Ejercicio	Puntuación
1	0,2	18	0,2
2	0,2	19	0,2
3	0,2	20	0,2
4	0,2	21	0,2
5	0,2	22	0,2
6	0,2	23	0,3
7	0,2	24	0,5
8	0,3	25	0,5
9	0,3	26	0,3
10	0,3	27	0,3
11	0,3	28	0,3
12	0,3	29	0,3



ugr

**Universidad de Granada**

Departamento de Ciencias de la Computación  
e Inteligencia Artificial



<b>13</b>	0,3	<b>30</b>	0,3
<b>14</b>	0,3	<b>31</b>	0,3
<b>15</b>	0,3	<b>32</b>	0,3
<b>16</b>	0,3	<b>33</b>	0,5
<b>17</b>	0,5	<b>34</b>	0,5