TEMA 3.
DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE ERRORES EN LA CODIFICACIÓN

1. **SISTEMAS DE DETECCIÓN DE ERRORES.**
   1. **Control de paridad.**
      - A nivel de carácter.
      - A nivel de bloque.
   2. **Control polinómico. CRC.**
- **SISTEMAS AUTOCORRECTORES.**
  - **Código de Hamming.**

DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE ERRORES EN LA CODIFICACIÓN

- Posibles fuentes de errores:
  - Durante transmisión de la información.
  - Durante proceso almacenamiento.
  - Durante recuperación información.
- Detección de errores.
  - Se añade información adicional que permita deducir los posibles errores que se han producido.
  - Cuanta mas información redundante, mas probable detectar fallos.
- Tipos:
  - Sólo detección.
  - Detección más corrección.

1. SISTEMAS DE DETECCIÓN DE ERRORES: CONTROL DE PARIDAD

1. Control a nivel de caracter:

- A la unidad mínima con la que se trabaja (8 bits), se le añade un bit más de forma que el número total de 1's más el bit añadido sea par ó impar.
- Fallo detectable si éste tiene lugar en un sólo bit.

Datos	Bit de paridad
10110110	1
00110110	0

Ejemplo: Paridad par

2. Control a nivel de bloque:

- Además de añadir un bit a nivel de caracter, se añade un bit a nivel de bloque.
- Más fácil de detectar los fallos

1001001	**1**
1010110	**0**
0011101	**0**
1111001	**1**
1111011	**0**

Ejemplo: Paridad par

1. SISTEMAS DE DETECCIÓN DE ERRORES: CONTROL POLINÓMICO

- Permite la adaptación a determinados tipos de fallos típicos en trasmisión.
  - Ej. Detección de errores múltiples en bits consecutivos.
- A la secuencia de bits a transmitir (n bits) se le asocia un polinomio M(x) de grado n-1.
  - Ej. Secuencia 10100011 ➔ $M(x) = x^7 + x^5 + x + 1$
- Con los coeficientes se trabaja en álgebra de módulo 2. $x^i + x^j \begin{cases} x^i + x^j & i \neq j \\ 0 & i = j \end{cases}$
- Es lo mismo sumar que restar, ya que $x^i + x^i = 0$ ➔ $x^i = -x^i$.
- La información a transmitir es $T(x) = x^r \cdot M(x) + R(x)$
  - R(x) es el control cíclico redundante, y se obtiene como el resto de $x^r \cdot M(x) / P(x)$
  - P(x) es el polinomio generador, y es conocido por emisor y receptor
  - 'r' es el grado de P(x), r < grado(M(x)).
- El receptor, al recibir T(x) deber hacer T(x)/P(x).
  - Si el resto es nulo, existe una gran probabilidad que no haya habido error.
  - Si el resto no es nulo, ha existido error.
- Las posibilidades de detección de errores dependen del grado y estructura del polinomio generador P(x).

2. SISTEMAS DE CORRECIÓN DE ERRORES: CÓDIGO HAMMING

- Permiten no sólo detectar, sino también corregir el error que se produzca.
- El sistema funciona sólo si hay fallo en un único bit.
- Para transmitir 'm' bits, es necesario intercalar en la secuencia 'p'bits redundantes:

  $2^p >= m + p + 1$

- Estos 'p' bits de paridad se intercalan entre los bits de datos en posiciones de potencias exactas de dos: Posiciones 1, 2, 4, 8, 16, 32, etc.
- Los 'm' bits de datos se colocan en las posiciones restantes.
- **Ejemplo:** Tenemos que enviar 4 datos $d_1d_2d_3d_4$ ➔ m = 4 ➔ p = 3.

  La secuencia a enviar será de la forma $p_1p_2d_1p_3d_2d_3d_4$

  Si los datos a enviar son 1001, el mensaje a transmitir será 0011001 con paridad PAR.

POS	BIT	BINARIO	PARIDAD		
1	p_1	001	-	-	x
2	p_2	010	-	x	-
3	d_1	011	-	x	x
4	p_3	100	x	-	-
5	d_2	101	x	-	x
6	d_3	110	x	x	-
7	d_4	111	x	x	x
			p_3	p_2	p_1

2. SISTEMAS DE CORRECIÓN DE ERRORES: CÓDIGO HAMMING

- Si se recibiera la cadena 0001001, para comprobar si se ha producido fallo o no, se comprobarían los bits de paridad mediante la misma tabla.

POS	BIT	BINARIO	PARIDAD			
1	p_1	001	-	-	x	0
2	p_2	010	-	x	-	0
3	d_1	011	-	x	x	0
4	p_3	100	x	-	-	1
5	d_2	101	x	-	x	0
6	d_3	110	x	x	-	0
7	d_4	111	x	x	x	1
			0	1	1	

- Si todas las paridades hubieran sido 0, no hay error.
- En este caso, existe un error, y además se encuentra en la posición 3 (posición 011), por lo tanto, la cadena original era 0011001
- El código Hamming no se usa habitualmente (sólo corrige errores en 1 bit y añade mucha información redundante) excepto en aplicaciones críticas.