

1.5 Técnicas de comunicaciones de datos

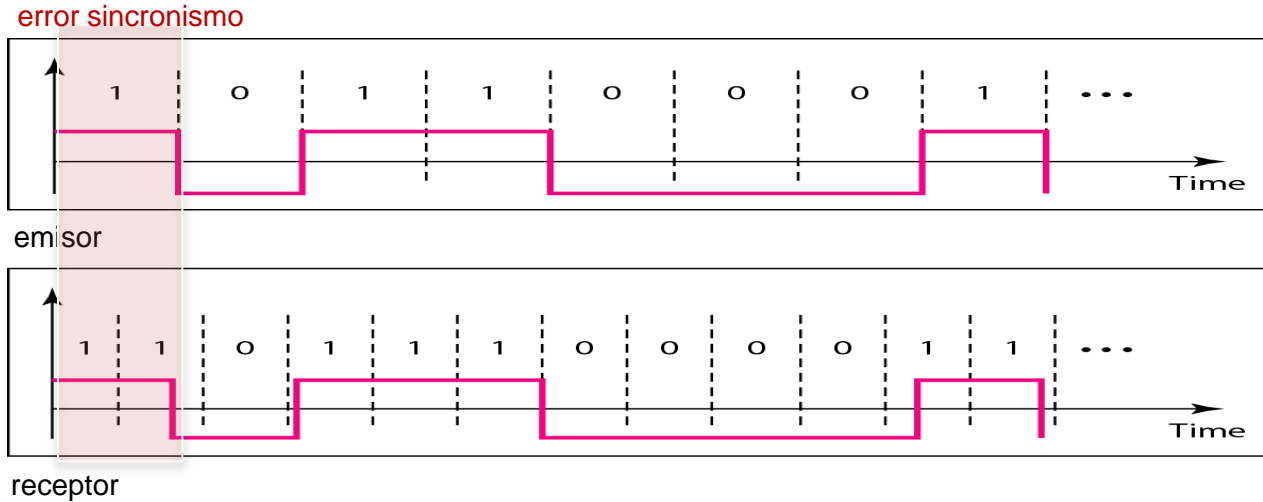
- 1.5.1 Sincronización. Transmisión síncrona y asíncrona
- 1.5.2 Control de errores
 - 1.5.2.1 Detección y retransmisión (ARQ)
 - 1.5.2.2 Corrección directa (FEC)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

1.5.1 Sincronización



La **sincronización** consiste en permitir que los tiempos de funcionamiento de dos sistemas disjuntos lleven el mismo ritmo, de forma que puedan realizar tareas complementarias de forma coordinada simultánea. En éste proceso de sincronización se pueden distinguir:

Sincronización a nivel de bit: Debe reconocerse el comienzo y el fin de cada bit.

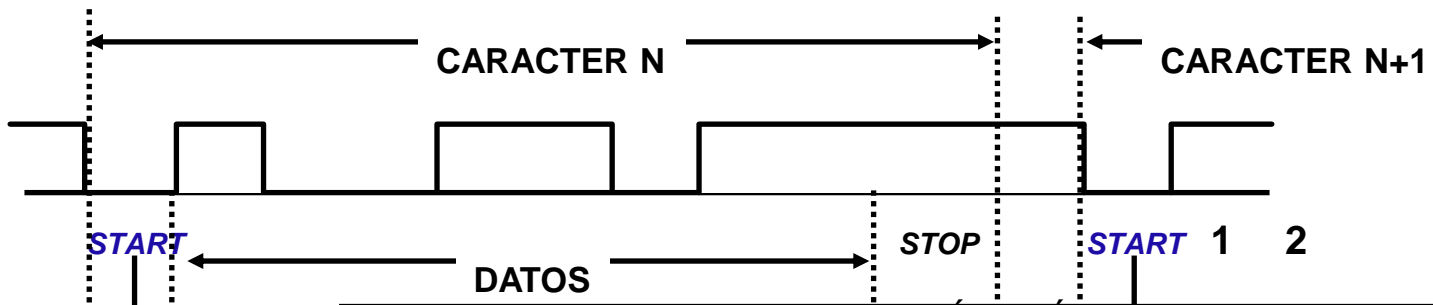
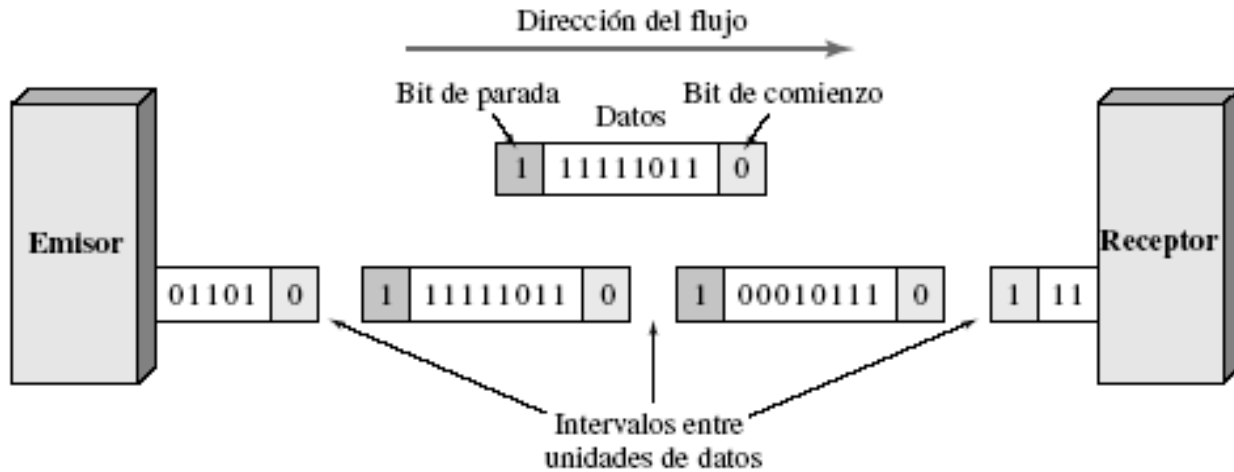
Sincronización a nivel de carácter o palabra: Debe reconocerse el comienzo y el final de cada unidad de información, como puede ser un carácter o una palabra transmitida.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Transmisión Asíncrona

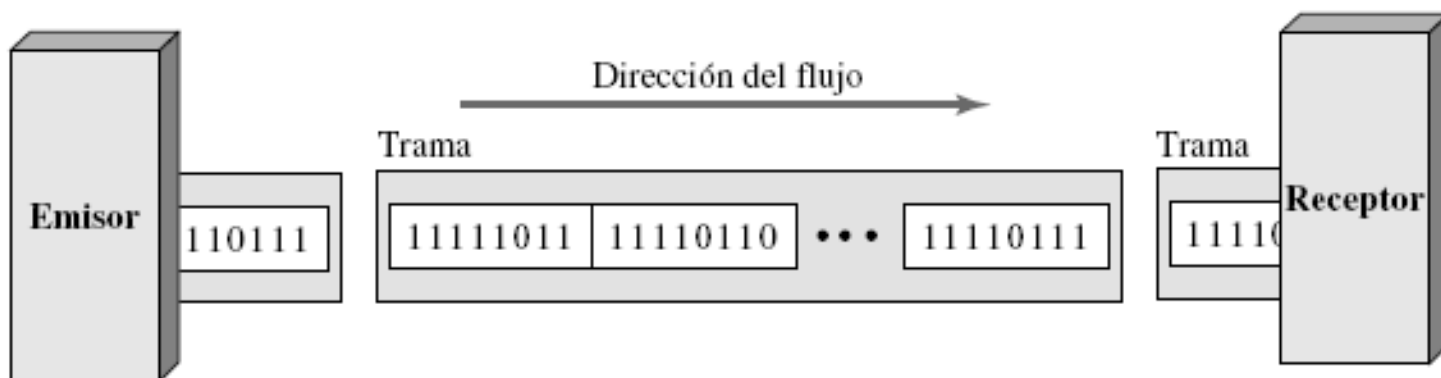


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Transmisión Síncrona



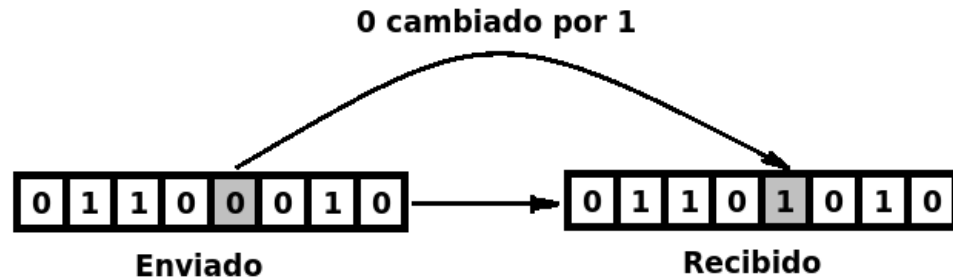
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

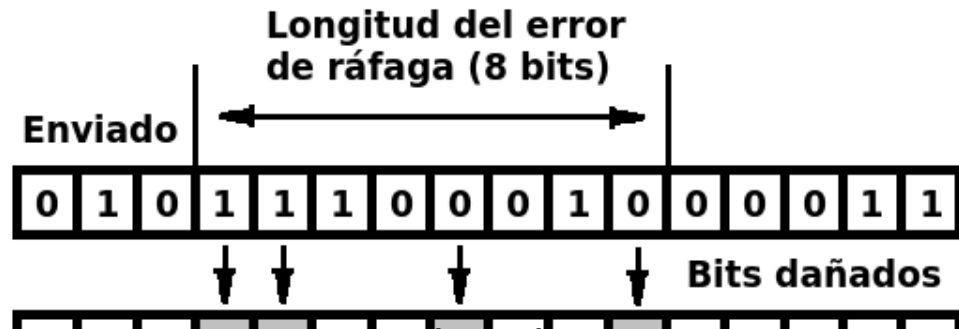
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Control de Errores

Errores de bit



Errores de ráfagas



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Control de Errores

Métodos

ARQ (*Automatic Repeat Request*)

- Sólo detectan errores de transmisión (bits cambiados)
- Requieren menos información adicional o redundancia
 - » *Códigos de paridad*
 - » *Polinómicos o CRC (Cyclic Redundancy Check)*
- Utilización en los protocolos de comunicaciones (TCP)

FEC (*Forward Error Correction*)

- Detectan y corrigen errores de transmisión (bits cambiados)
- Requieren mucha información adicional o redundancia
- Utilización en redes móviles (GSM, 3G)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Control de Errores

ARQ-Detección de Errores

- La protección de errores consiste en la adición de **redundancia** a los mensajes para detectar errores y la recuperación se realiza mediante retransmisión
- Técnicas de detección de errores:
 - **Comprobación de la paridad**
 - **Comprobación de redundancia cíclica (CRC)**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

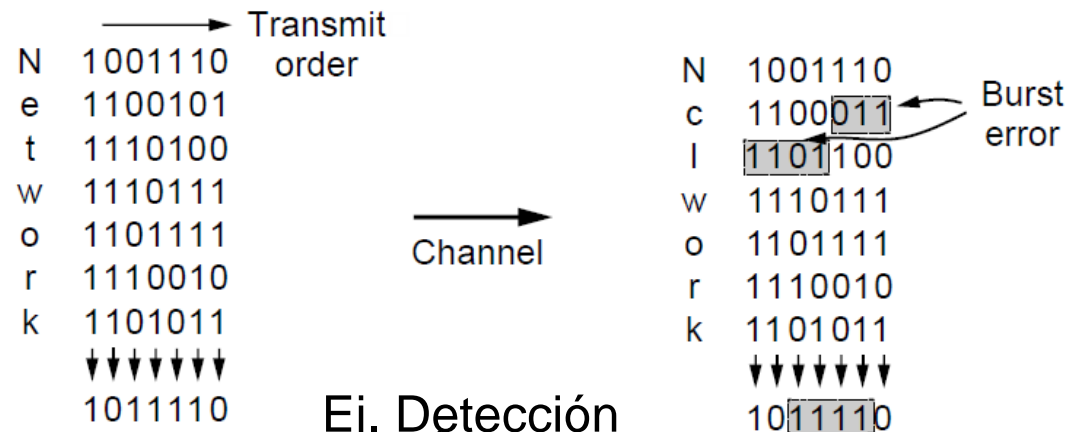
Control de Errores

Comprobación de la Paridad

- Añadir un bit de paridad al final del bloque de datos
 - **Paridad impar:** El valor del bit añadido se determina de modo que el número total de 1's sea impar
 - **Paridad par:** El valor del bit añadido se determina de modo que el número total de 1's sea par

Errores detectados:

- Número impar de errores



Ej. Detección

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Control de Errores CRC

- Dado un mensaje de m bits, el emisor genera una secuencia de r bits (SVT)
- La trama resultante ($m+r$ bits) será divisible por algún número determinado
- El receptor divide la trama por ese número y si no hay resto, se supone que no hay errores
- **Códigos polinómicos:**
 - Representa las ristas de bits como polinomios con coeficientes

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Control de Errores CRC

- Sea:

- $M(x)$: mensaje original (m bits)
- $G(x)$: polinomio generador de grado r ($r+1$ bits)
- $T(x)$: mensaje a transmitir ($m+r$ bits)

- En emisión:

$$T(x) = M(x) \cdot x^r + R(x) \quad \text{siendo} \quad R(x) = \text{mod} \left(\frac{M(x) \cdot x^r}{G(x)} \right)$$

- En recepción:

$$R'(x) = \text{mod} \left(\frac{T(x)}{G(x)} \right)$$

Si $R'(x) = 0$, no hay errores

Si $R'(x) \neq 0$, hay errores

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Control de Errores CRC

■ Errores detectados:

- Errores de un único bit
- Errores dobles, siempre que $G(x)$ tenga al menos tres 1's
- Número impar de errores, siempre que $G(x)$ tenga el factor $(x+1)$
- Ráfagas de errores de longitud menor que la longitud de $G(x)$
- La mayoría de las ráfagas de longitud mayor

■ Polinomios generadores frecuentes:

- CRC-12: $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$
- CRC-16: $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$
- CRC-CCITT: $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Control de Errores CRC

$$M(X) = X^6 + X^3 + 1$$

$$G(X) = X^3 + X + 1$$

1001001000

1011

1011

1010110

001000

1011

001110

1011

01010

1011

00010 = R(X)

$$M(X) = 1001001$$

$$M(X) * X^3 = 1001001000$$

$$T(X) = 1001001010$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Control de Errores CRC

$$\begin{array}{r}
 1001\ 00\ 10\ 1\ 0 \\
 1011 \\
 \hline
 001000 \\
 1011 \\
 \hline
 001110 \\
 1011 \\
 \hline
 01011 \\
 1011 \\
 \hline
 00000 = R'(X) \longrightarrow \text{CORRECTO!!!}
 \end{array}$$

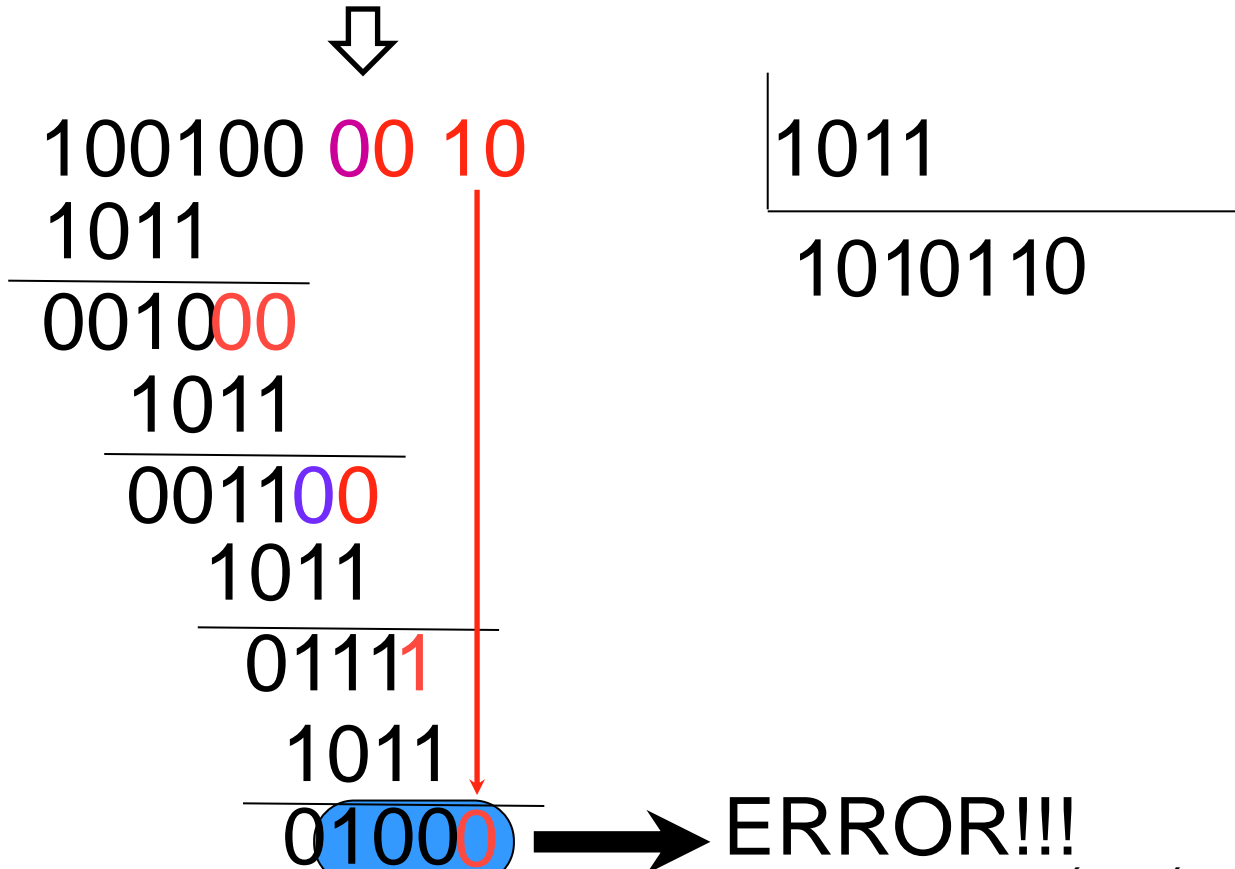
$\overline{1011}$
 1010110

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Control de Errores CRC



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Control de Errores

FEC-Corrección de Errores

- La protección de errores consiste en la adición de **redundancia** a los mensajes para detectar y corregir errores
- Técnicas de corrección de errores:
 - **Códigos de la paridad**
 - **Códigos de Hamming**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Control de Errores

FEC (*Forward Error Correction*)

- **Códigos de paridad**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | Row parities |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | | | | | | | | Column parities |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |

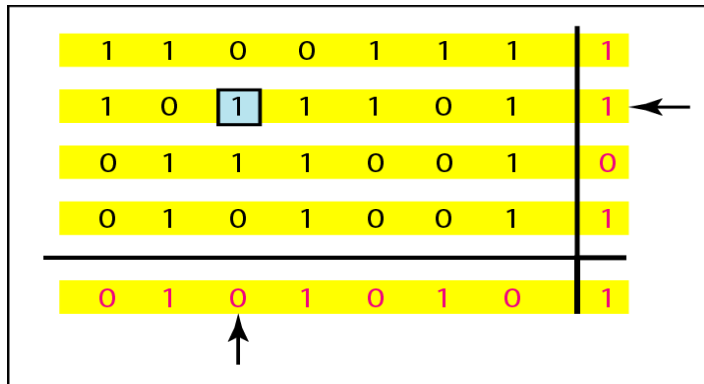
a. Design of row and column parities

Cartagena99

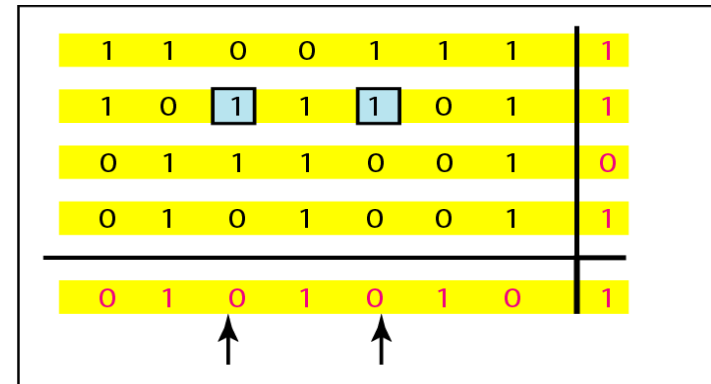
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

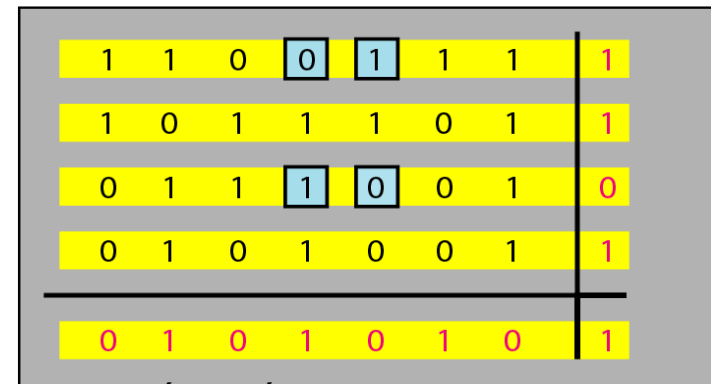
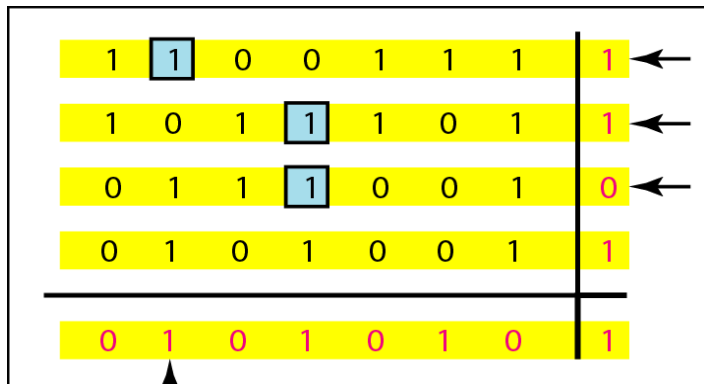
FEC (Forward Error Correction)



b. One error affects two parities



c. Two errors affect two parities



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

[Programario]

Control de Errores

FEC (*Forward Error Correction*)

Detectan y corrigen errores de transmisión (bits cambiados)

Requieren mucha información adicional o redundancia

- La **distancia de Hamming** $d(v_1, v_2)$ de dos secuencias binarias v_1 y v_2 de r bits consiste en un valor numérico que indica el número de bits en los que v_1 y v_2 no coinciden
- **Mínima distancia de Hamming**
 - » se pueden detectar hasta t errores, siendo $t = d_{min} - 1$
 - » se pueden corregir hasta t errores, siempre que $d_{min} \geq 2t + 1$

| Palabra | Código |
|---------|--------|
| 000 | 000111 |
| 001 | 001100 |
| 010 | 010001 |
| 011 | 011010 |

d (mínima) = 3

Detecta hasta dos bits erróneos

Corrige 1

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99