Funciones que deben desempeñar todas las redes

- **Control de error**

Necesarias para recuperar de pérdida o deterioro de datos. Algunos de los principales algoritmos son:

+ Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC)

+ Suma de comprobación (Checksum)

+ Código de Hamming

+ Bit de paridad

*Fuente:Stallings W. (2004). Protocolos y Arquitectura. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 27-57).USA: Pearson Education.

Control de error

- **CRC (Comprobación de Redundancia Cíclica)**

+ Creado por Wesley Patterson en 1961

+ Utilizado para detectar errores en la transmisión de datos digitales (ej. Ethernet)

Trama Ethernet

6 bytes	6 bytes	2 bytes	46 - 1500 bytes	4 bytes
Dirección MAC Destino	Dirección MAC Origen	Longitud	Info. capas superiores o Datos	CRC

Imagen: http://www.mailxmail.com/curso-redes-area-local-conmutadas/tipos-conmutacion-lan

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Aritmética en GF(2)

Mod 2 5 mod 2= 1

A={0,1} -1 mod 2= 1

a+(-a) mod n=0

1+1 mod 2 = 0

A	B	A+B	A-B	A xor B
0	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0

$$\begin{array}{r|l} & 2 \\ \hline 2 & 5 \\ & 1 \end{array}$$

Control de error

- **CRC- Algoritmo (Cálculo):**

+ Dado M(x)= mensaje de tamaño m bits de longitud

+ n = número de bits de paridad añadidos al mensaje para formar la trama T(x)

+ T(x) = Trama de información de tamaño m+n bits, formada a partir de

$$\mathrm{T(x)} = 2^n M(x) + FCS$$ **; donde**

+ FCS = Secuencia de comprobación de la trama, obtenida del residuo (n bits) de

$$\frac{2^n M(x)}{P(x)}$$

+ P(x) = Polinomio generador de la FCS de tamaño n+1 bits y grado n

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Multiplicación por 2^n

$2_{10} = 10_2$, si aplicamos << 1

$4_{10} = 100_2$, si aplicamos << 1

$8_{10} = 1000_2$, si aplicamos << 1

$16_{10} = 10000_2$, si aplicamos << 1

....

$(2^n)_{10} = (1x10^n)_2$, si aplicamos << n

Control de error

- CRC- Algoritmo (Ejemplo): **Dado el mensaje M(x)= “1011100111” y P(x)= “11001”, generar la trama T(x) a ser transmitida.**

1. Entonces, $2^4(1011100111)$ = 10111001110000;

2. Ahora vamos con el término FCS = residuo de $\frac{2^n M(x)}{P(x)}$

```
              1101100001
        ___________________
11001  | 10111001110000
         11001
         -----
         011100
           11001
           -----
           0010101
               11001
               -----
               011001
                 11001
                 -----
                 0000010000
                      11001
                      -----
                      01001  ---> FCS
```

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Control de error

- **CRC- Algoritmo (Ejemplo): Dado el mensaje M(x)= "1011100111" y P(x)= "11001", generar la trama T(x) a ser transmitida.**

1. **Entonces, $2^4(1011100111)$ = 10111001110000;**

2. **Ahora vamos con el término FCS = residuo de $\frac{2^n M(x)}{P(x)}$**

3.

$$\begin{array}{r} 10111001110000 \\ +\quad 1001 \\ \hline 10111001111001 \end{array}$$

4. T(x)= 10111001111001

$$\begin{array}{r|l} & 1101100001 \\ \hline 11001 & 10111001110000 \\ & \underline{11001} \\ & 011100 \\ & \quad\underline{11001} \\ & \quad 0010101 \\ & \qquad \underline{11001} \\ & \qquad 011001 \\ & \qquad\quad \underline{11001} \\ & \qquad\quad 0000010000 \\ & \qquad\qquad\qquad \underline{11001} \\ & \qquad\qquad\qquad 0\boxed{1001} \longrightarrow \text{FCS} \end{array}$$

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Control de error

- **CRC- Algoritmo (Verificación):**

+ Dado T(x)= Trama de información de tamaño m+n bits, se realiza la siguiente operación:

$\frac{T(x)}{P(x)}$; **donde**

Residuo = 0 => Trama sin errores
Residuo != 0 => Trama con errores

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Control de error

- **Procedemos a realizar la operación** $\frac{T(x)}{P(x)}$

```
             1101100001
       ___________________
11001 | 101111001111001
        11001
        011100
          11001
          0010101
             11001
             011001
               11001
               0000011001
                      11001
                      00000  ──→ Residuo=0
```

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Control de error

- **Supongamos que T(x) sufriera una distorsión y quedara como T(x) =** *10111001111111*
- **Procedemos a realizar la operación** $\frac{T(x)}{P(x)}$

```
             1101100001
       ┌──────────────────
11001  │ 10111001111111
          11001
          011100
           11001
           0010101
             11001
             011001
              11001
              0000011111
                   11001
                   00110   → Residuo != 0
```

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Control de error

- (Ejemplo 2): **Dado el mensaje M(x)= "11101000100", generar la trama T(x) a ser transmitida.**

P(x) = $X^4 + X^2 + 1$

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Control de error

- **2.** Ya con **M(x)= "11101000100", P(x)= "10101" y n=4, obtenemos T(x) mediante** $\mathrm{T}(x) = 2^n M(x) + FCS$
- $2^n M(x)$ **= 111010001000000;**

2.Ahora vamos con el término FCS = residuo de $\frac{2^n M(x)}{P(x)}$

```
  111010001000000
+            1000
  ---------------
  111010001001000
```

```
                1101000101
        ------------------
10101 | 111010001000000
        10101
        -----
        010000
         10101
         -----
         0010100
           10101
           -----
           000011000
                11001
                -----
                00001000  ⟶ FCS
```

4. T(x)= 111010001001000

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.

Control de error

- **(Ejercicio classroom):**
- **Dado M(x)= “1100010110101” el mensaje a ser transmitido usando CRC como esquema de detección de error, cuyo P(x)= $X^6 + X^5 + X^3 + X + 1$. Calcule T(X) y Verifique su respuesta.**

*Fuente:Stallings W. (2004). Control de Enlace de Datos. En Comunicaciones y redes de computadores. (pp. 181-220).USA: Pearson Education.