

# Sistemas Digitales

## Multiplicación Digital

Prof. Luis Araujo

Escuela de Ingeniería Eléctrica



# Multiplicación Binaria

Tabla de Multiplicación

X	Y	X * Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$\begin{array}{r} 11 \\ \times 13 \\ \hline 33 \\ 11 \\ \hline 143 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1011 \\ \times 1101 \\ \hline 1011 \\ 0000 \\ 1011 \\ 1011 \\ \hline 10001111 \end{array}$	<p>multiplicando</p> <p>multiplicador</p> <p>multiplicandos desplazados</p> <p>producto</p>
---	--	---

# Multiplicación Productos Parciales

11	1011	multiplicando
× 13	× 1101	multiplicador
<hr/>	0000	producto parcial
	1011	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	01011	producto parcial
	0000↓	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	001011	producto parcial
	1011↓↓	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	0110111	producto parcial
	1011↓↓↓	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	10001111	producto

# Multiplicación con signo

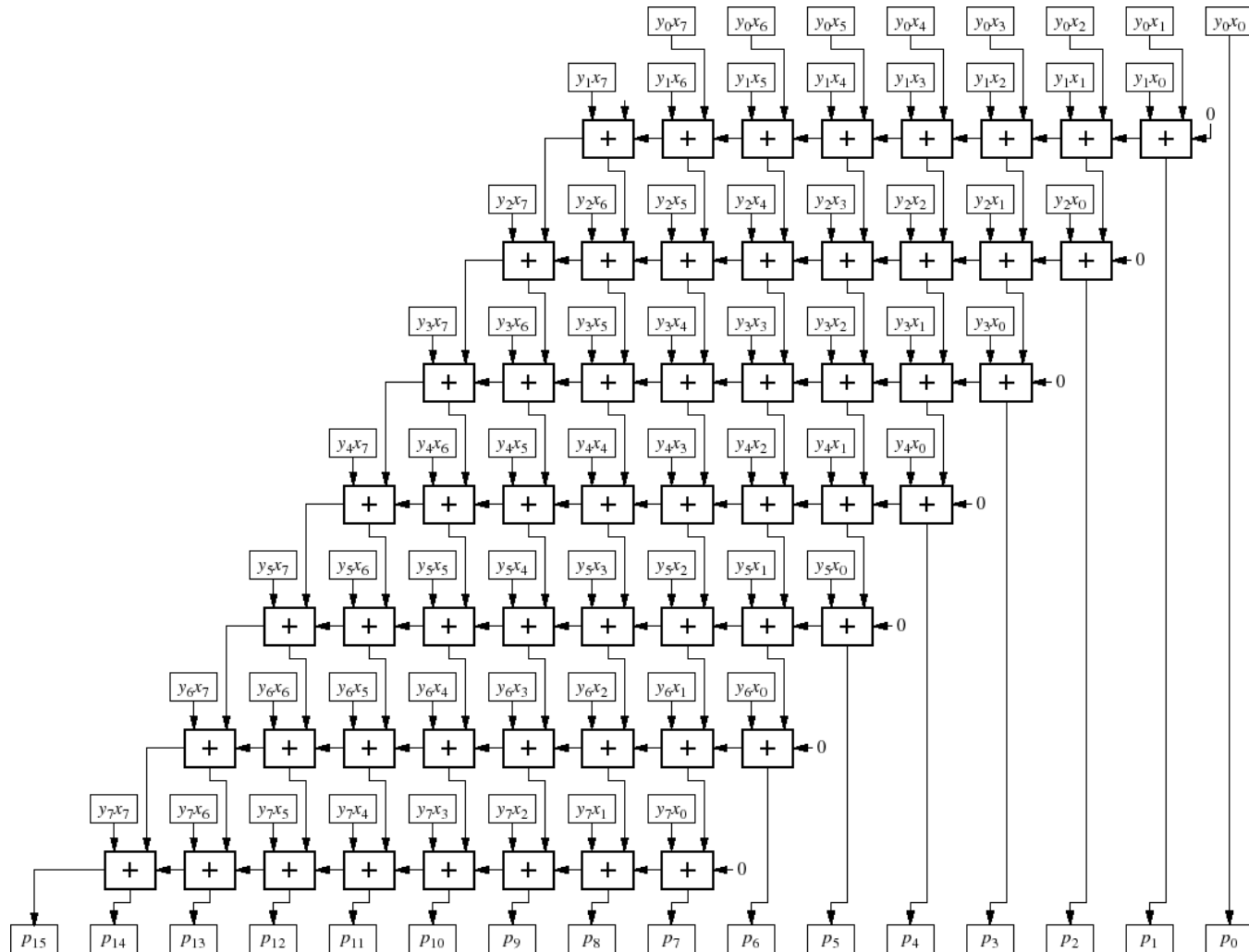
$-5$	$1011$	multiplicando
$\times -3$	$\times 1101$	multiplicador
<hr/>	$00000$	producto parcial
	$11011$	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	$111011$	producto parcial
	$00000\downarrow$	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	$1111011$	producto parcial
	$11011\downarrow\downarrow$	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	$11100111$	producto parcial
	$00101\downarrow\downarrow\downarrow$	multiplicando convertido a negativo y desplazado
	<hr/>	
	$00001111$	producto

# Multiplicación con signo

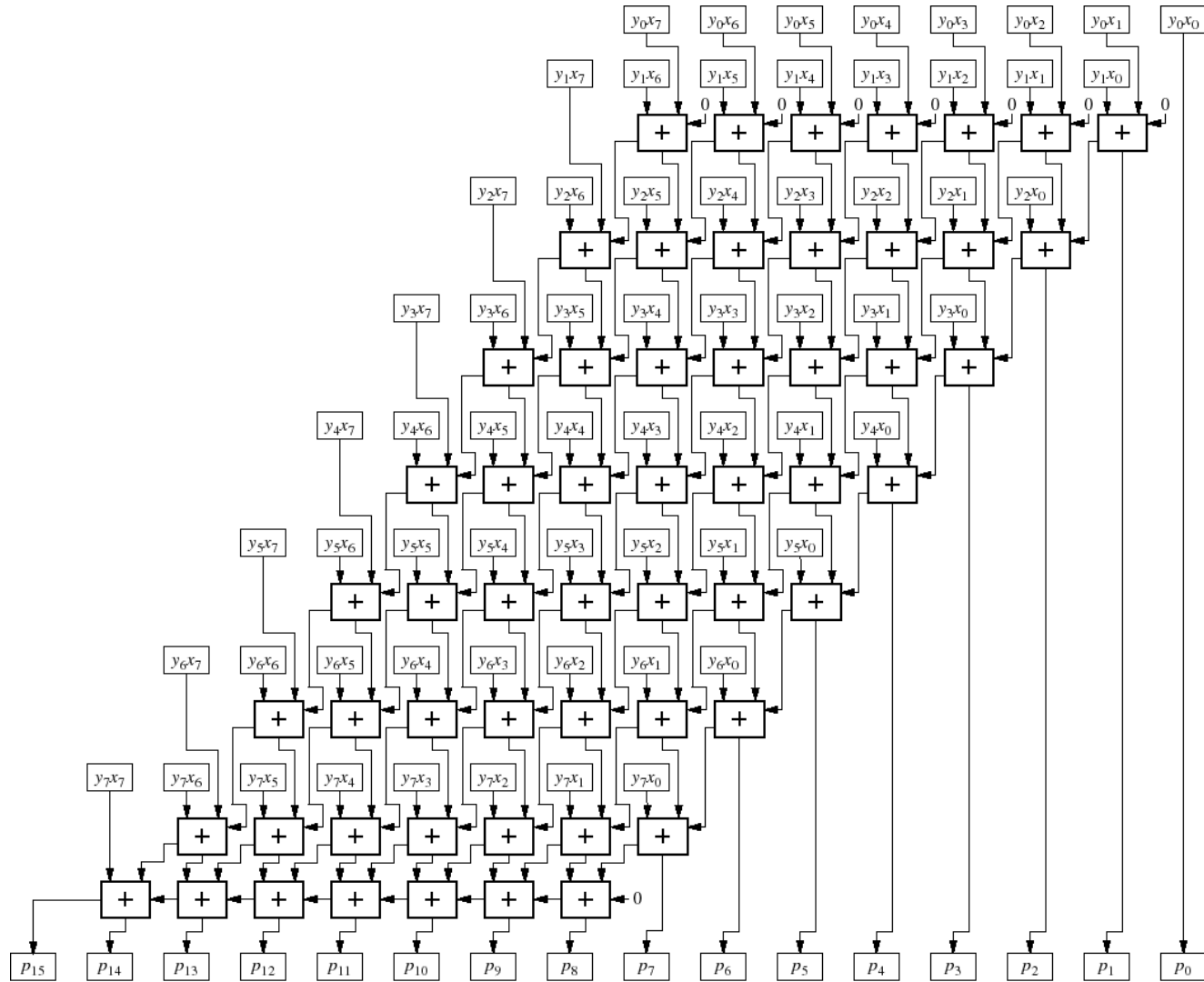
$-5$	$1011$	multiplicando
$\times -3$	$\times 1101$	multiplicador
<hr/>	$00000$	producto parcial
	$11011$	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	$111011$	producto parcial
	$00000\downarrow$	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	$1111011$	producto parcial
	$11011\downarrow\downarrow$	multiplicando desplazado
	<hr/>	
	$11100111$	producto parcial
	$00101\downarrow\downarrow\downarrow$	multiplicando convertido a negativo y desplazado
	<hr/>	
	$00001111$	producto



# Multiplicación 8x8



# Multiplicación 8x8





# Código Hamming

- Detecta y corrige error en un bit
- Para una palabra de código:
  - $(2^i - 1)$  total de bits
  - $i$  bits de paridad
  - $(2^i - 1 - i)$  bits de información
  - Ejemplo: si  $i = 3$ 
    - $(2^3 - 1) = 7$  bits
    - 3 bits de paridad
    - $(2^3 - 1 - 3) = 4$  bits de información

# Código Hamming

- Los bits de la palabra de código se enumeran ( $j$ ) de 1 a  $(2^i - 1)$
- Si la posición es potencia de 2 corresponde a un bit paridad ( $P_j$ ), en caso contrario corresponde a un bit de información ( $I_j$ ).
- Ejemplo:  $i = 3$

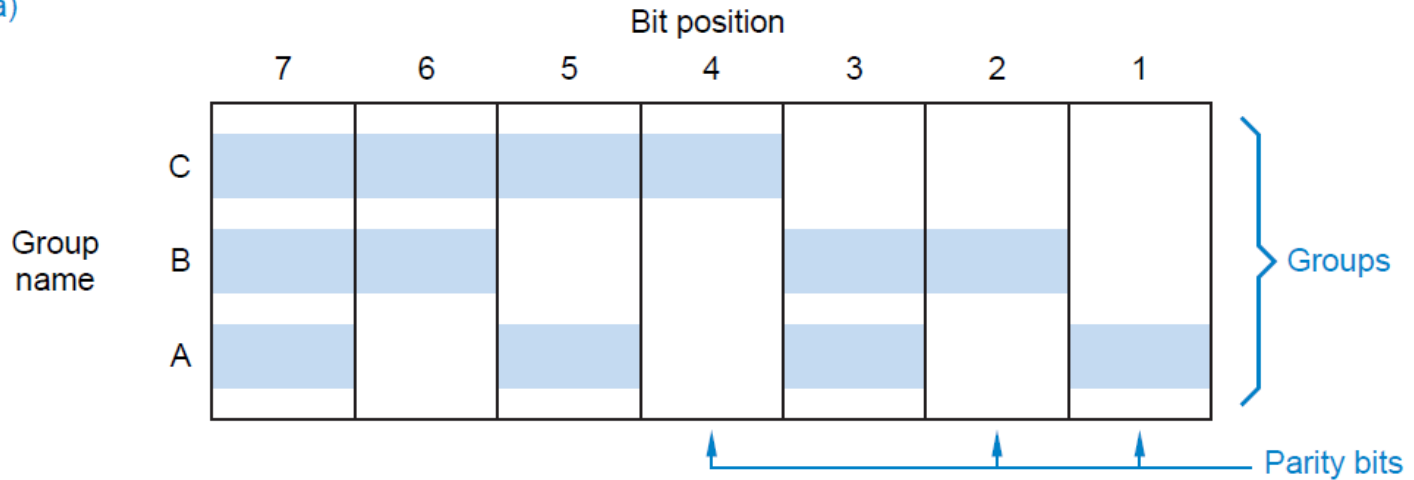


# Código Hamming

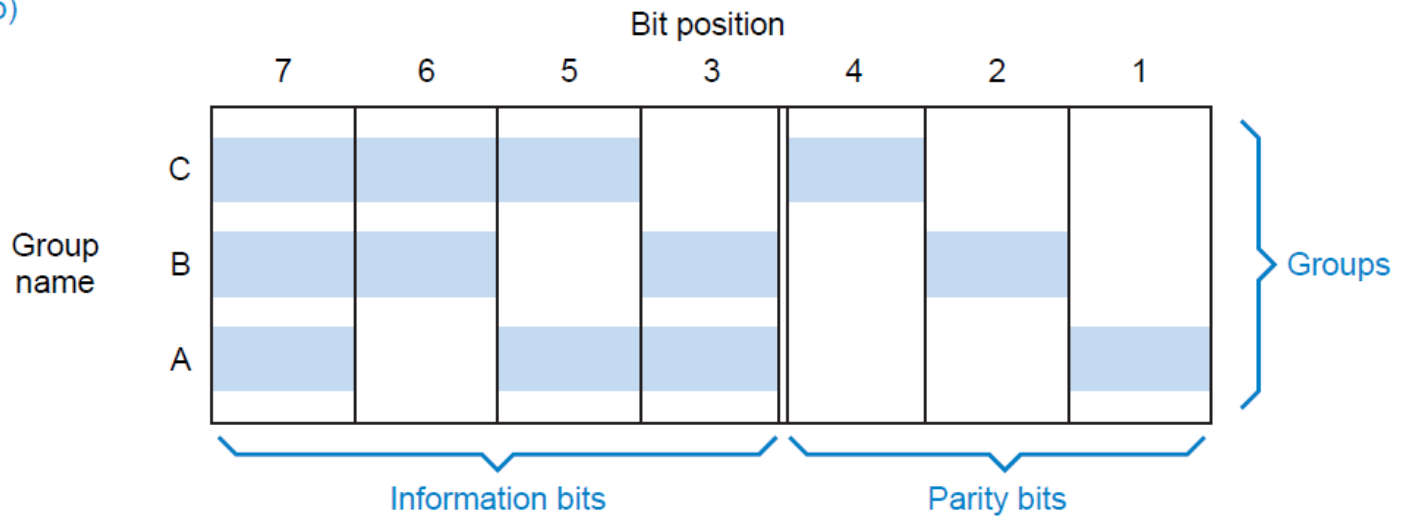
- Cada bits de Paridad ( $P_j$ ) se agrupa con los bits de información ( $I_j$ ) cuya numeración ( $j$ ) tiene un 1 en la misma posición del bit de paridad cuando se expresa en binario.
- Ejemplo:  $i = 3$ 
  - $P_1$  (001)  $\rightarrow$   $I_3$  (011),  $I_5$  (101),  $I_7$  (111)
  - $P_2$  (010)  $\rightarrow$   $I_3$  (011),  $I_6$  (110),  $I_7$  (111)
  - $P_4$  (100)  $\rightarrow$   $I_5$  (101),  $I_6$  (110),  $I_7$  (111)

# Código Hamming

(a)



(b)



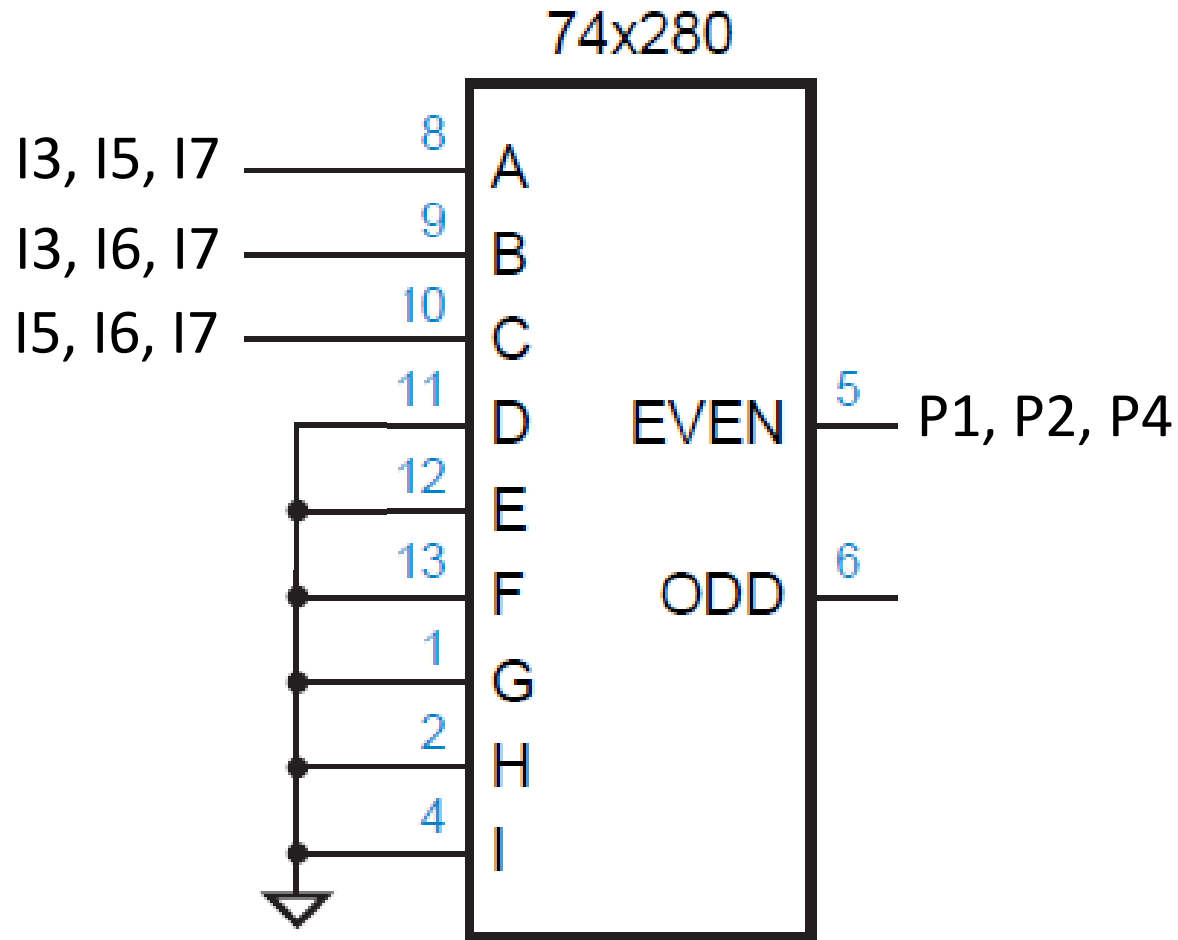
# Código Hamming

---

Information Bits	Parity Bits	Total Bits
1	2	3
$\leq 4$	3	$\leq 7$
$\leq 11$	4	$\leq 15$
$\leq 26$	5	$\leq 31$
$\leq 57$	6	$\leq 63$
$\leq 120$	7	$\leq 127$

---

# Código Hamming (Transmisor)



# Código Hamming (Receptor)

