



Università degli studi di Parma  
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Politecnico  
di Milano



---

# Aritmetica e architetture

---

Cenni al problema della moltiplicazione

---

# Moltiplicazione



- La moltiplicazione di numeri senza segno si esegue con lo stesso metodo usato per la moltiplicazione decimale
- Il prodotto di due numeri binari di  $n$  e  $k$  bit è un numero binario di  $n+k$  bit
- Ad esempio:

$$\begin{array}{r} 1101 \times \\ 1011 = \\ \hline 1101 \\ 1101 \\ 0000 \\ 1101 \\ \hline 10001111 \end{array} \quad \begin{array}{l} \longrightarrow \text{Moltiplicando } M = 13 \\ \longrightarrow \text{Moltiplicatore } Q = 11 \\ \\ \longrightarrow \text{Prodotto } P = 143 \end{array}$$



- La moltiplicazione si effettua quindi
  - ▶ Sommando diversi termini
  - ▶ Opportunamente allineati
- Ogni termine è il prodotto tra
  - ▶ Il moltiplicando  $M$
  - ▶ Un bit  $q_i$  del moltiplicatore  $Q$
- I prodotti parziali sono calcolabili in modo semplice:
- Se  $q_i=1$ 
$$PP_i = M \times q_i = M \times 1 = M \quad \text{cioè} \quad (m_0, m_1, \dots, m_n)$$
- Se  $q_i=0$ 
$$PP_i = M \times q_i = M \times 0 = 0 \quad \text{cioè} \quad (0_0, 0_1, \dots, 0_n)$$

# Moltiplicatori: Combinatori

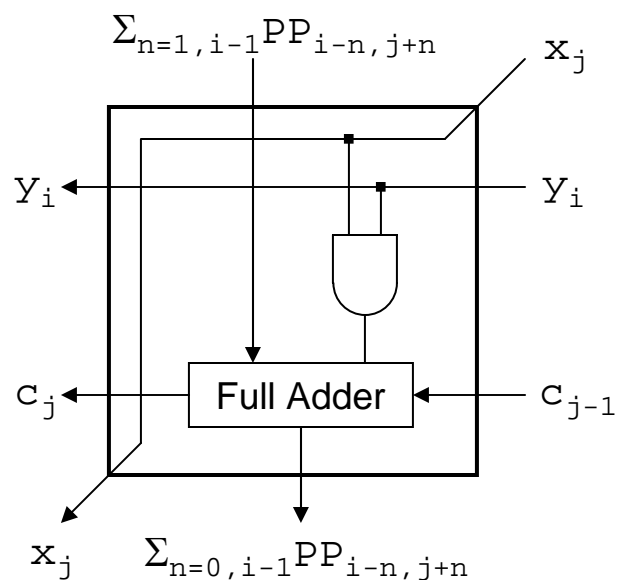


## ● Prodotto di due numeri positivi di 3 bit

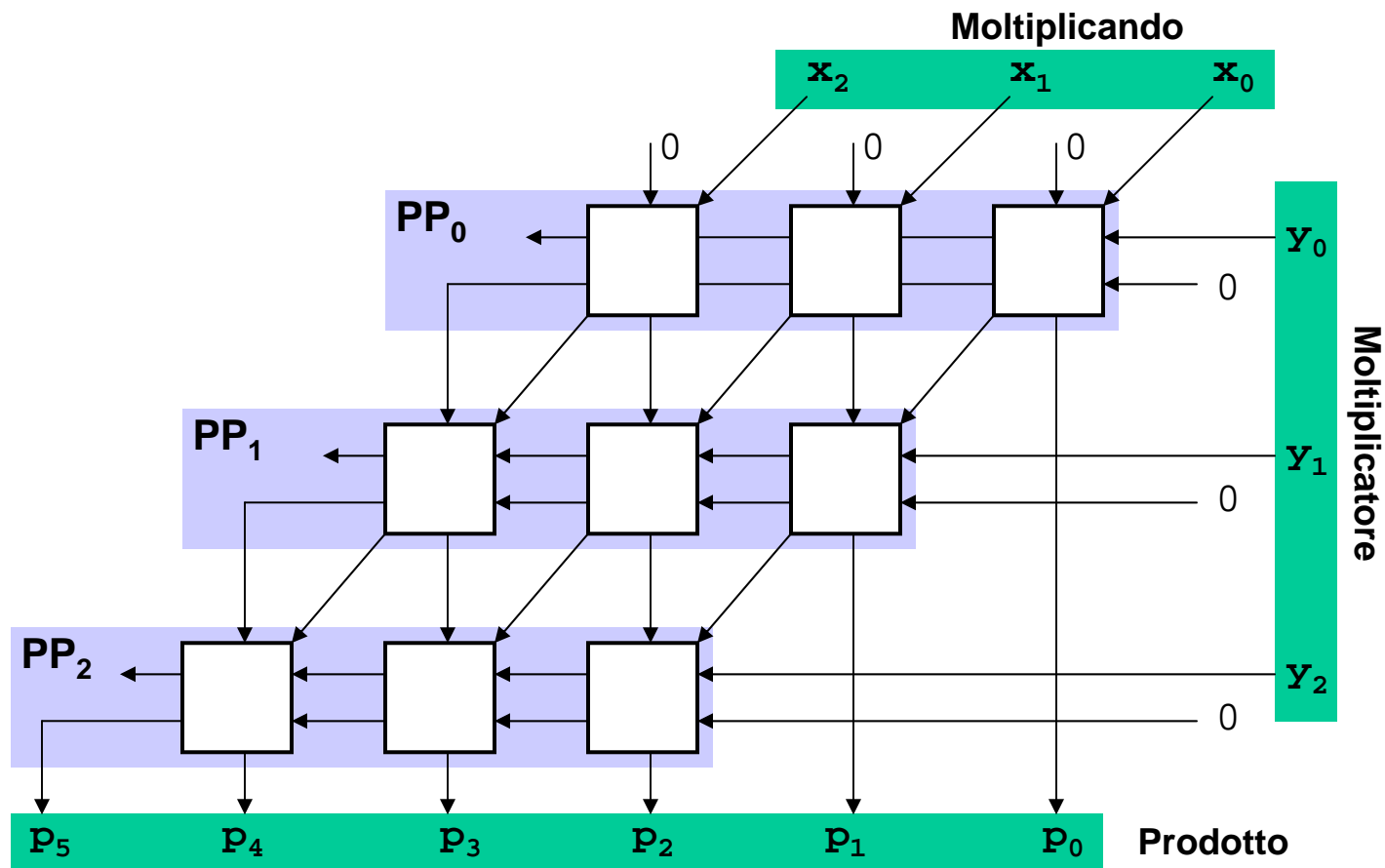
Moltiplicazione bit a bit

			$\mathbf{x}_2$	$\mathbf{x}_1$	$\mathbf{x}_0$	$\times$
			$Y_2$	$Y_1$	$Y_0$	$=$
<hr/>						
			$Y_0\mathbf{x}_2$	$Y_0\mathbf{x}_1$	$Y_0\mathbf{x}_0$	
		$Y_1\mathbf{x}_2$	$Y_1\mathbf{x}_1$	$Y_1\mathbf{x}_0$		
	$Y_2\mathbf{x}_2$	$Y_2\mathbf{x}_1$	$Y_2\mathbf{x}_0$			
<hr/>						
			$PP_{02}$	$PP_{01}$	$PP_{00}$	
		$PP_{12}$	$PP_{11}$	$PP_{10}$		
	$PP_{22}$	$PP_{21}$	$PP_{20}$			
<hr/>						
$p_5$	$p_4$	$p_3$	$p_2$	$p_1$	$p_0$	

Multiplier Cell



# Moltiplicatori: Combinatori





- Moltiplicazione sequenziale tra due numeri di  $n$
- I passi da eseguire sono:
  1. Inizializza a zero un registro accumulatore A
  2. Inizializza a zero un bistabile C per il riporto
  3. Salva nei registri Q e M moltiplicatore e moltiplicando
  4. Se il bit meno significativo di Q vale 1
    - Somma A ed M
    - Memorizza il risultato in A
  5. Shift a destra del registro [C; A; Q] di una posizione
  6. Ripeti dal punto 4 per  $n$  volte
  7. Preleva il risultato dal registro [A; Q]



- Architettura per la moltiplicazione sequenziale

Moltiplicatore sequenziale

