
Caratteristiche Area/Ritardo

Maurizio Palesi

Motivazioni

- L'ottimizzazione di un circuito comporta normalmente un compromesso tra
 - Prestazioni (ritardo di propagazione)
 - Area (o costo)
 - Potenza dissipata
 - Testabilità
 - ...

Ottimizzazione Logica a Due Livelli

- Faremo riferimento all'ottimizzazione logica a 2 livelli (somma di prodotti o prodotti di somme)
 - Ha un impatto diretto sul progetto di macrocelle basate su PLA
 - Rappresentano le componenti fondamentali delle logiche multi-livello
 - Rappresenta un modo formale per elaborare la rappresentazione di sistemi che possono essere descritti mediante funzioni logiche

Copertura

- La *copertura* di una funzione Booleana è l'insieme degli implicant che coprono tutti i mintermini
- La *copertura minima* è la copertura di minima cardinalità
- Non è detto che la copertura minima sia quella a minore costo
 - Dipende dallo stile di implementazione
 - ✓ PLA: riduzione dei termini prodotto e poi riduzione dei letterali
 - ✓ Complex Gates: più sensibile alla riduzione dei letterali
- L'*obiettivo* dell'ottimizzazione logica a due livelli è quello di *determinare la copertura minima*

Risultati Ottenibili

■ Circuiti a 2 livelli e 1 uscita

- Metodo esatto per identificare gli implicant primi essenziali (mappe di Karnaugh)
- Metodo esatto o approssimato per identificare una copertura ottima (metodo di Quine-McCluskey)

Risultati Ottenibili

■ Circuiti a 2 livelli e più uscite

- Metodo approssimato per trovare una copertura ottima (identificazione esatta degli implicant essenziali di ogni singola uscita)
- Ottimizzazione congiunta per sfruttare i termini prodotto condivisi

Risultati Ottenibili

- Circuiti **multilivello** a **una o più uscite**
 - Numerosi metodi approssimati per esplorare le diverse alternative area/ritardo
 - Sintesi ottima a due livelli di porzioni del circuito

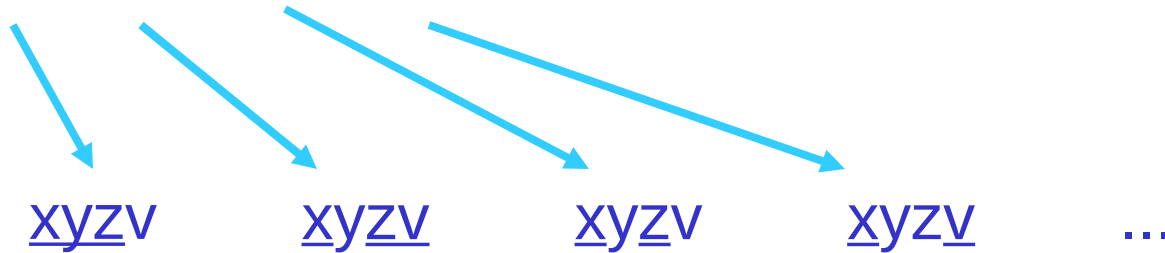
Relazione tra Area e Ritardo

- Per le realizzazioni a due livelli (somma di prodotti o prodotti di somme) è chiara

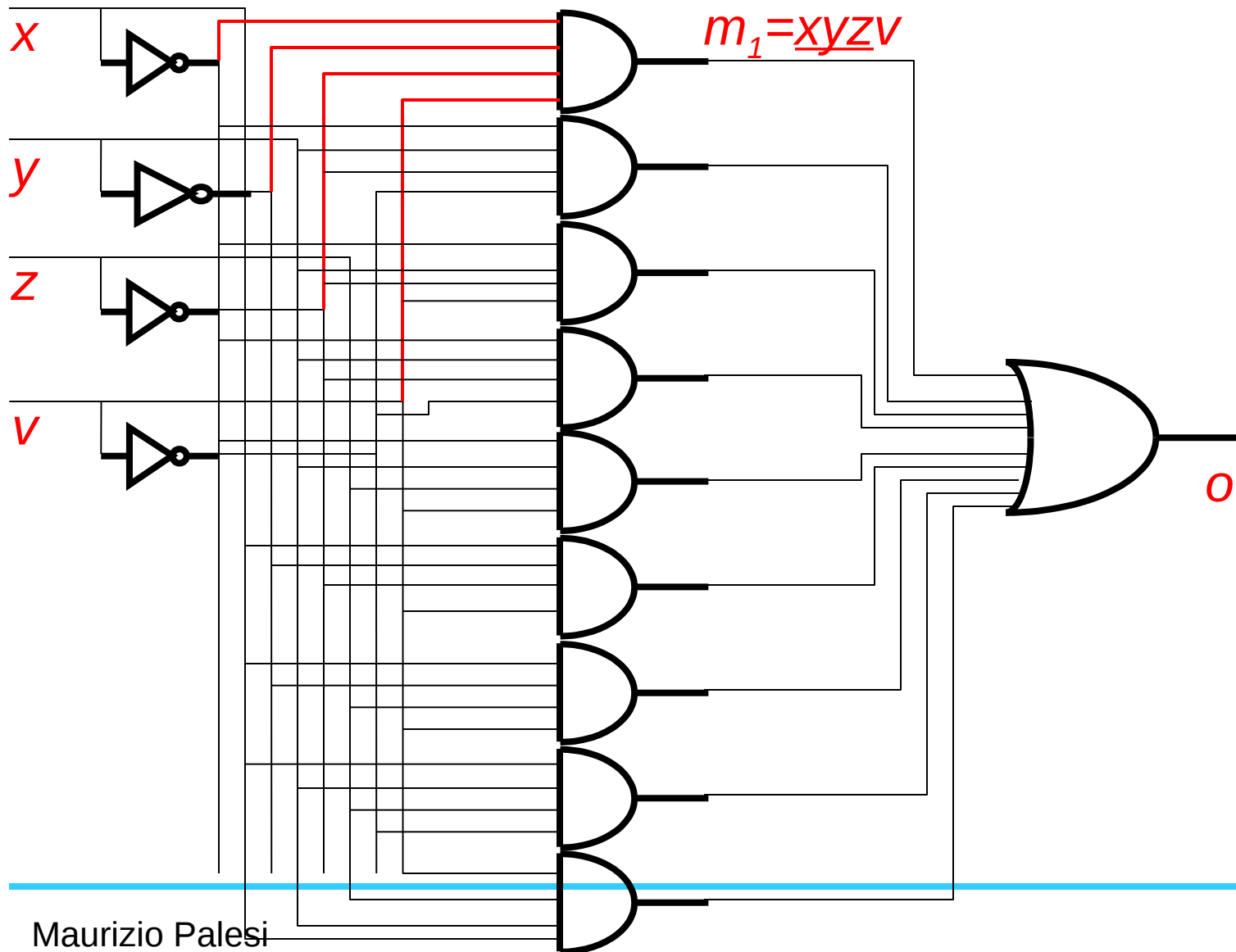
- Esempio:

$$0 = f(x, y, z, v) =$$

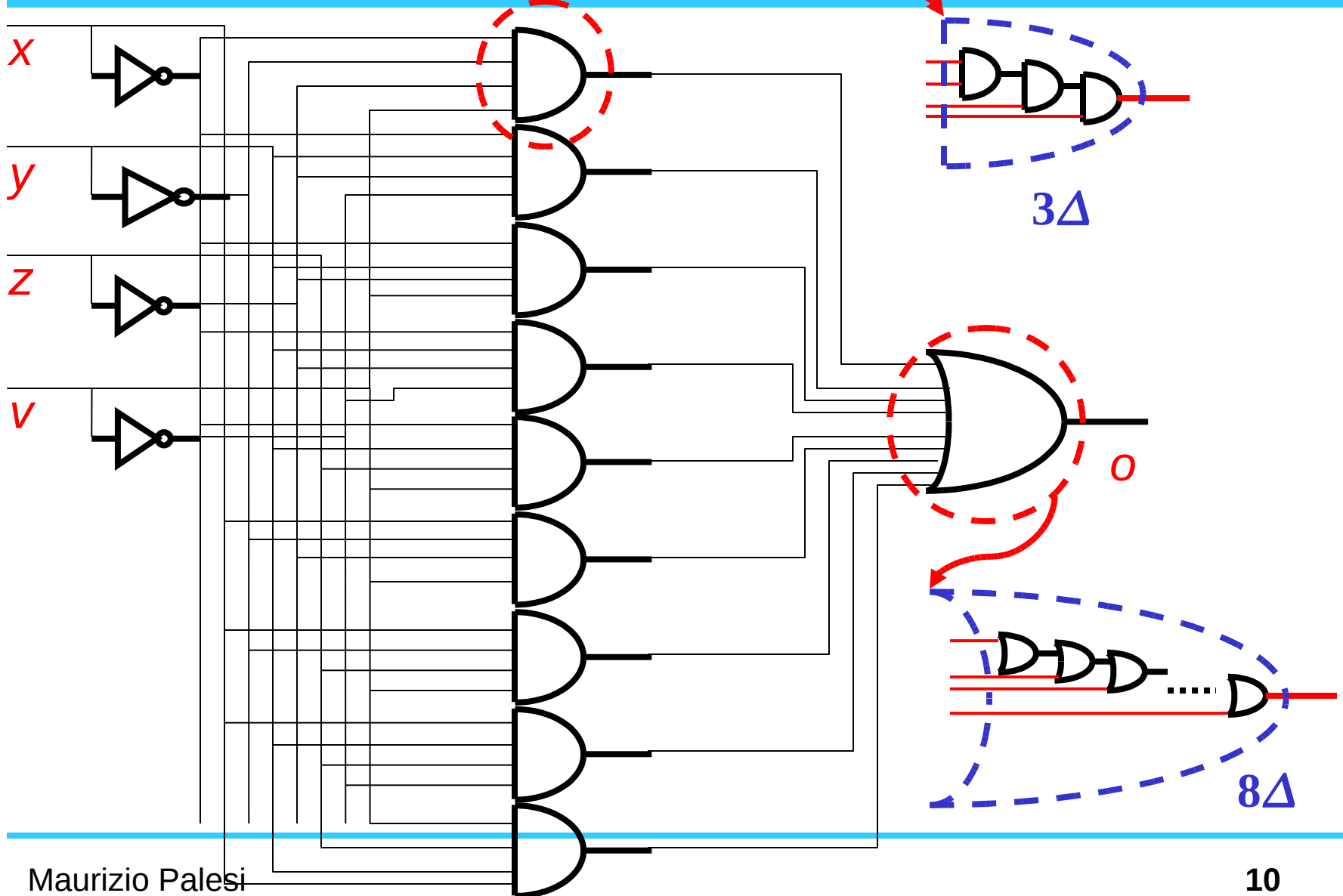
$$\{m_1, m_4, m_5, m_6, m_7, m_9, m_{11}, m_{14}, m_{15}\}$$



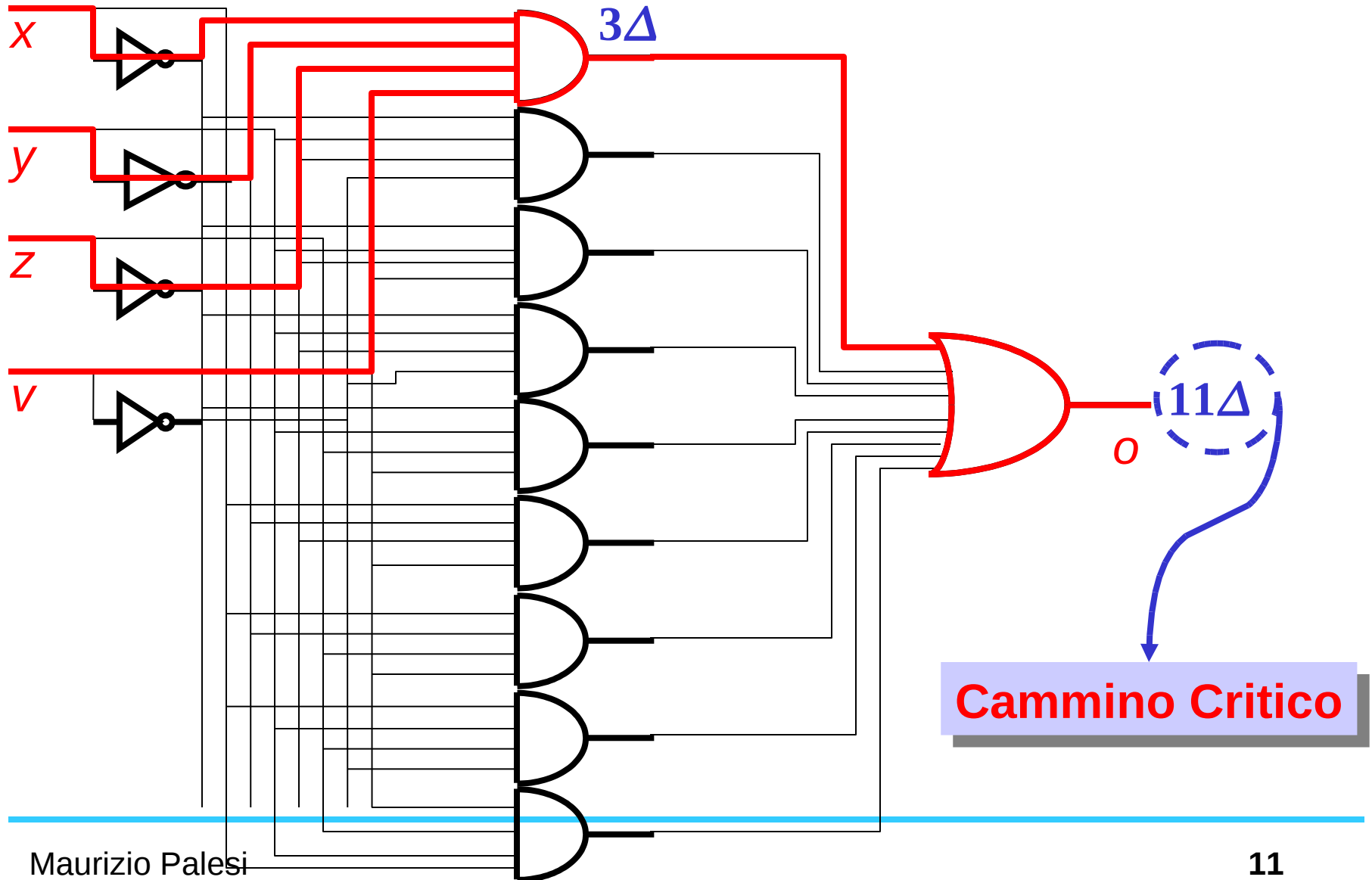
Relazione tra Area e Ritardo



Relazione tra Area e Ritardo



Relazione tra Area e Ritardo



Relazione tra Area e Ritardo (Ottimizzazione dell'Area)

■ Si considerino i mintermini:

→ $m_4 = \underline{x}y\underline{z}v$

→ $m_5 = \underline{x}y\underline{z}v$

→ Due prodotti (2 porte AND a 4 ingressi)

■ Però possiamo:

→ $\underline{x}y\underline{z}v + \underline{x}y\underline{z}v = \underline{x}y\underline{z}(\underline{v} + v) = \underline{x}y\underline{z}$

→ Un prodotto (1 porta AND a 3 ingressi)

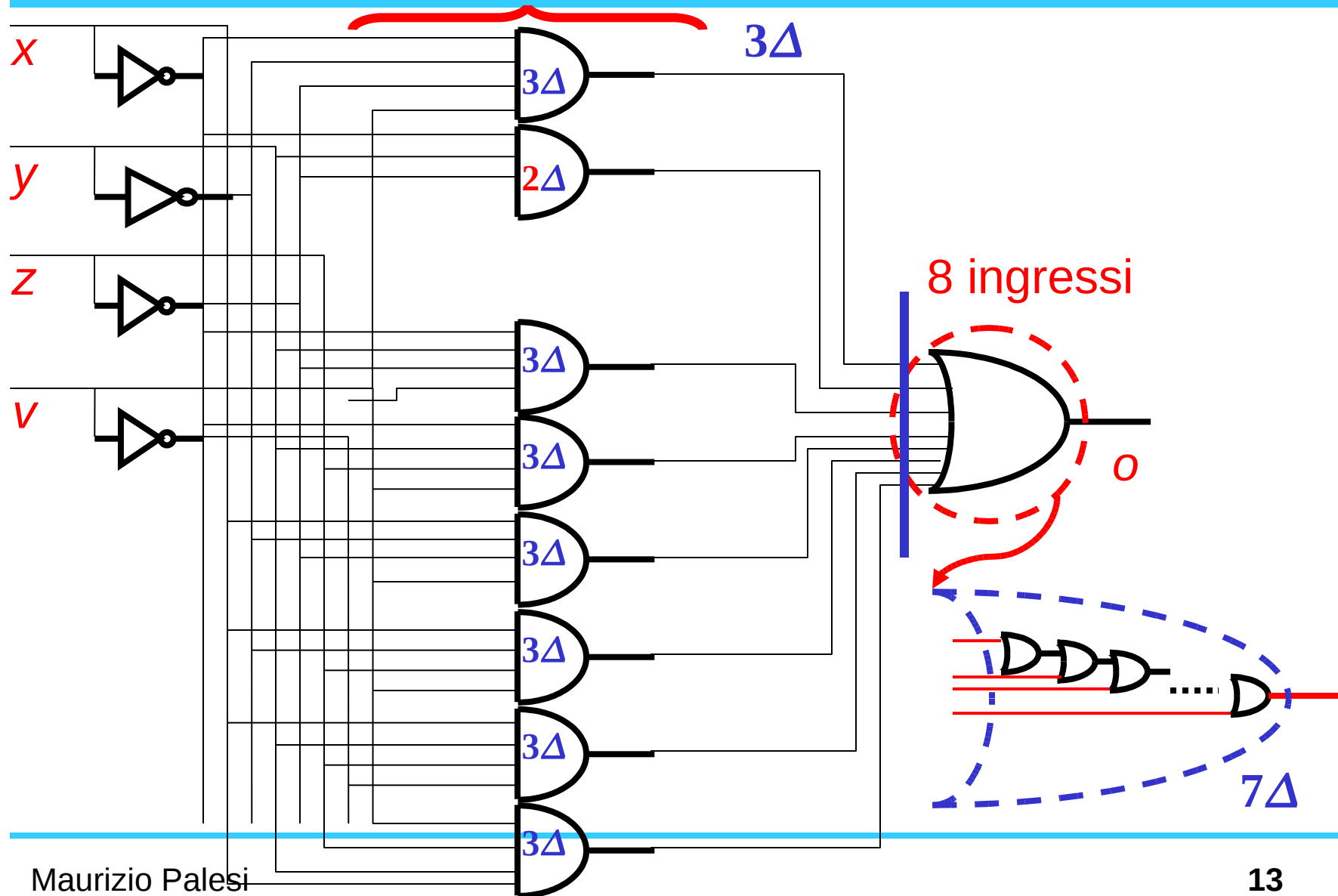
✓ Ottimizzazione in area (1 porta in meno)

✓ Nessuna ottimizzazione in ritardo per il primo livello (i restanti mintermini contengono tutti i letterali)

→ Inoltre la porta OR diventa a 8 ingressi

✓ Ottimizzazione in ritardo nel secondo livello (7Δ)

Relazione tra Area e Ritardo (Ottimizzazione dell'Area)



Riepilogo

- In un circuito a due livelli (somma di prodotti)
 - La riduzione del numero di prodotti riduce sia l'**area** che il **ritardo**
 - Eliminazione di un letterale
 - ✓ Riduce il numero di ingressi nella porta AND (riduzione di **area**)
 - ✓ Riduce il ritardo di un solo segnale che arriva agli ingressi della OR ma non è detto che riduca il ritardo del cammino critico

Ottimizzazione

- L'ottimizzazione dei circuiti a due livelli segue quindi il criterio molto semplice di identificare la *copertura minima*
 - Alla copertura minima corrisponde il circuito a due livelli di *area minima* e *ritardo minimo*
- Note
 - I circuiti a due livelli sono difficilmente realizzabili dal punto di vista tecnologico
 - ✓ Area e velocità inadatte per circuiti di grosse dimensioni
 - ✓ Si usano invece circuiti multilivello per i quali la struttura non è nota a priori ma è il risultato del processo di ottimizzazione

Ottimizzazione

- Gli obiettivi dell'ottimizzazione logica a due livelli e multi-livello sono differenti
 - Per logica a due livelli rappresentata come somma di prodotti
 - ✓ Area e ritardo sono proporzionali alla dimensione della copertura
 - ✓ Ottenere una copertura minima corrisponde ad ottimizzare sia area sia in ritardo
 - Per logica multi-livello
 - ✓ Implementazione ad area minima non corrisponde a implementazione a ritardo minimo e viceversa (es. addizionatori)
 - ✓ Compromesso tra area e ritardo

Ottimizzazione Area/Ritardo

Logica a 2 Livelli



Ottimizzazione Area/Ritardo

Logica Multi-livello

