



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

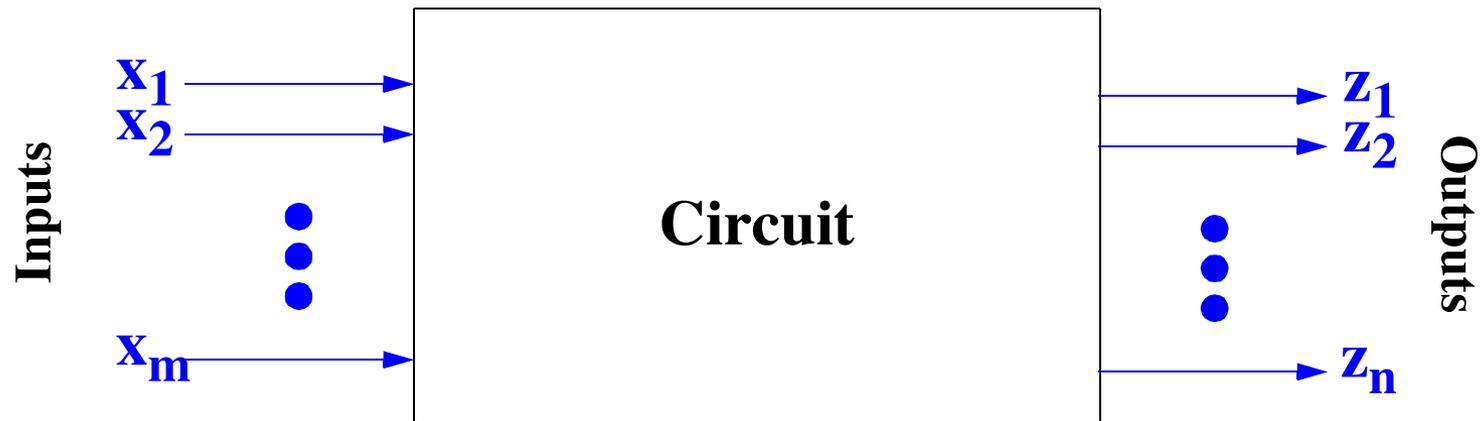
Fondamenti di Informatica

Circuiti Logici

Prof. Raffaele Pizzolante

A.A. 2016/17

Circuito Logico



- Il **cuore** di un **sistema digitale** è il **circuito logico digitale**
 - Progettato a partire da **porte logiche**
 - Collegate tra loro per formare **circuiti più grandi**
 - Combinati per realizzare circuiti di grande importanza pratica nell'architettura del computer

Porte Logiche

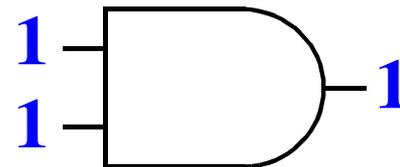
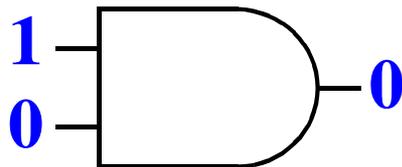
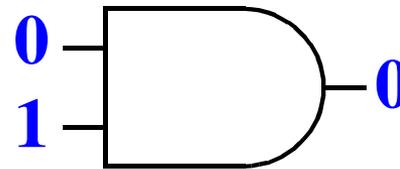
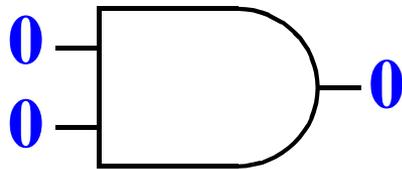
- **Elementi base** utilizzati per **creare circuiti digitali**
 - **Qualsiasi circuito** può essere **implementato usando solo porte logiche**
 - AND, OR e NOT
- Dispositivi elettronici che implementano semplici funzioni booleane
- Ciascuna **porta** ha il proprio **simbolo logico** che permette a funzioni complesse di essere rappresentate mediante un **diagramma logico**
- La **funzione di ciascuna porta** può essere rappresentato da una **tavola di verità** o utilizzando una **espressione booleana**

Funzione AND: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	x_2	$x_1 \times x_2$ (AND)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Simbolo logico

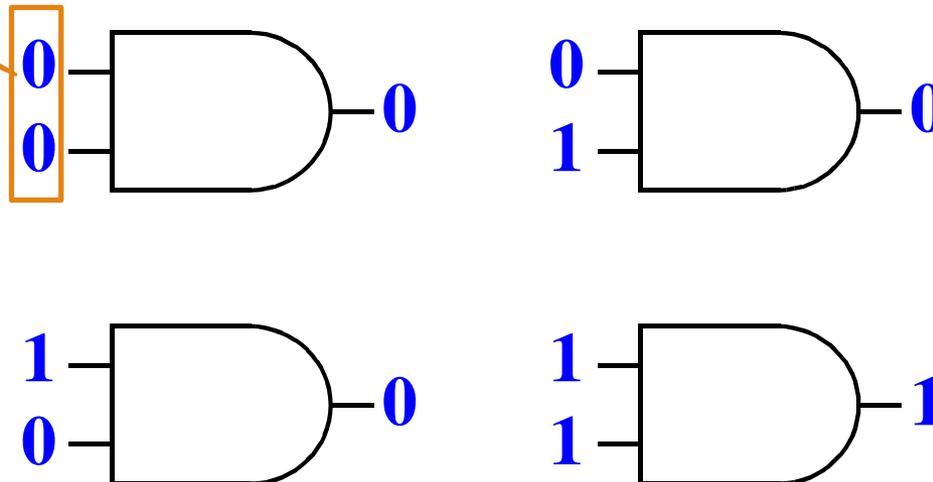


Funzione AND: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	x_2	$x_1 \times x_2$ (AND)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Input



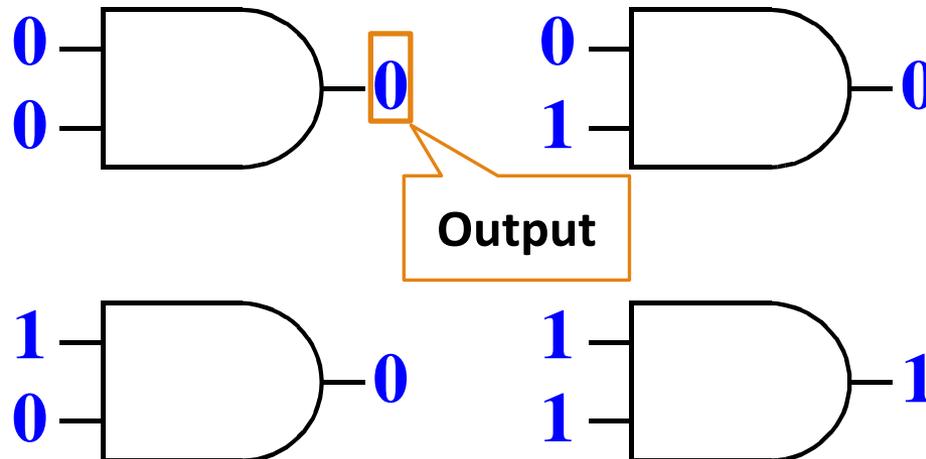
Simbolo logico

Funzione AND: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	x_2	$x_1 \times x_2$ (AND)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Simbolo logico

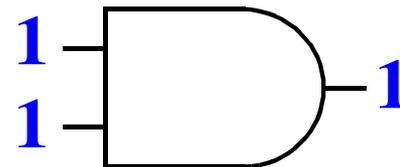
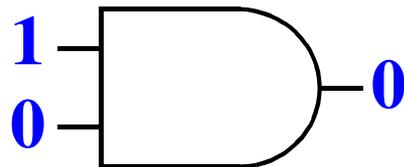
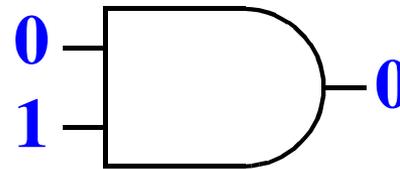
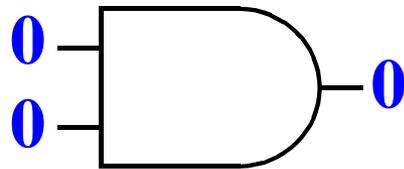


Funzione AND: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	x_2	$x_1 \times x_2$ (AND)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Simbolo logico



Espressione booleana

$$x_1 \times x_2$$

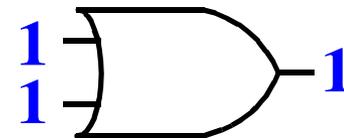
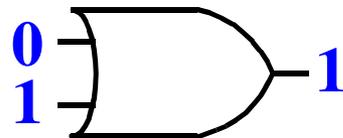
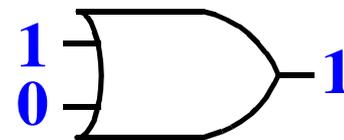
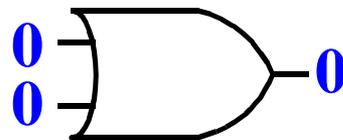
oppure

$$x_1 x_2$$

Funzione OR: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	x_2	$x_1 + x_2$ (OR)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Simbolo logico

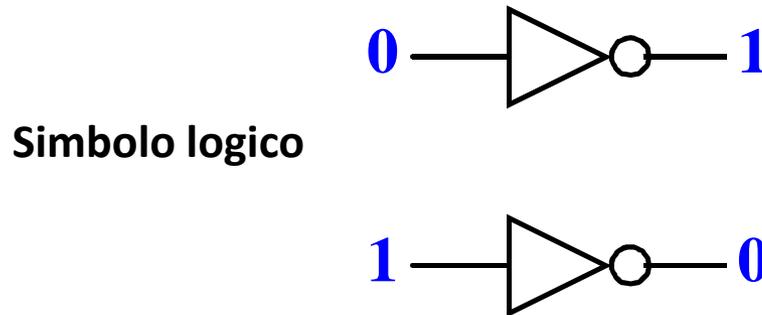
Espressione booleana

$$x_1 + x_2$$

Funzione NOT: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	$\overline{x_1}$ (NOT)
0	1
1	0



Espressione booleana

$$\overline{x_1}$$

AND, OR e NOT

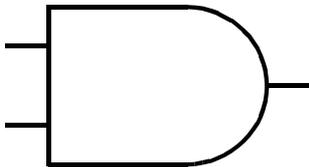
Riepilogo Porte Logiche

AND

Tavola di Verità

x_1	x_2	$x_1 \times x_2$ (AND)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Simbolo logico



Espressione booleana

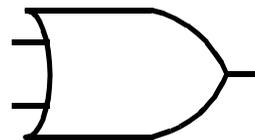
$$x_1 \times x_2 \text{ oppure } x_1 x_2$$

OR

Tavola di Verità

x_1	x_2	$x_1 + x_2$ (OR)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Simbolo logico



Espressione booleana

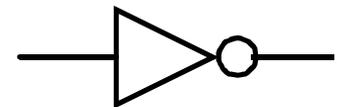
$$x_1 + x_2$$

NOT

Tavola di Verità

x_1	$\overline{x_1}$ (NOT)
0	1
1	0

Simbolo logico



Espressione booleana

$$\overline{x_1}$$

Altre Porte Logiche...

...Porta NAND

NAND = NOT AND



(a) Circuit symbol

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(b) Truth table

$$C = \overline{A \times B}$$

(c) Boolean expression

Altre Porte Logiche...

...Porta NOR

NOR = NOT OR



(a) Circuit symbol

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

(b) Truth table

$$C = \overline{A + B}$$

(c) Boolean expression

Altre Porte Logiche...

...Porta XOR



(a) Circuit symbol

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(b) Truth table

$$C = A \oplus B$$

(c) Boolean expression

Altre Porte Logiche... ...Porta Esclusiva NOR

NOT XOR



(a) Circuit symbol

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

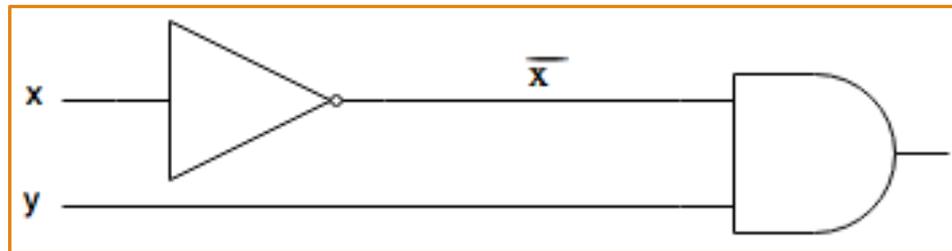
(b) Truth table

$$C = \overline{A \oplus B}$$

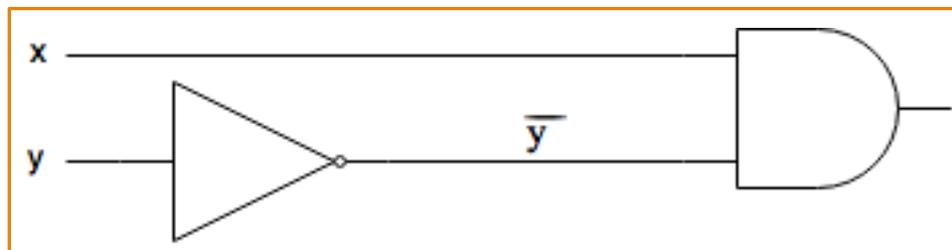
(c) Boolean expression

Esempio 1: dalla Funzione al Circuito

- Circuito per la funzione $\bar{x} \times y$

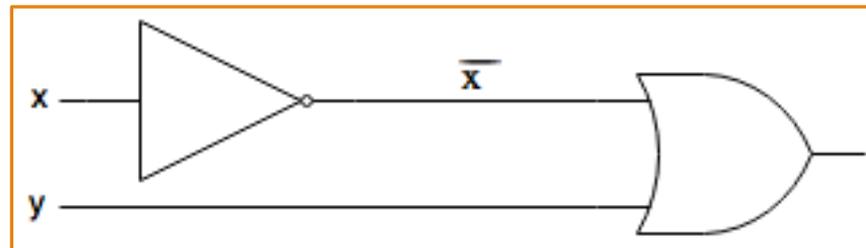


- Circuito per la funzione $x \times \bar{y}$

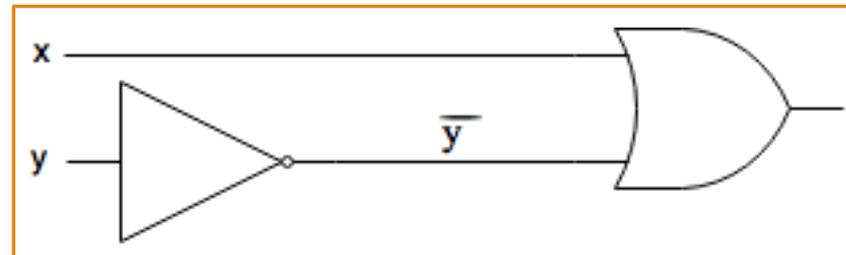


Esempio 2: dalla Funzione al Circuito

- Circuito per la funzione $\bar{x} + y$

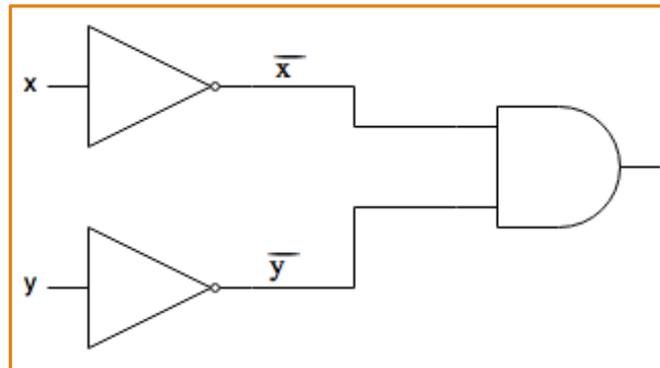


- Circuito per la funzione $x + \bar{y}$

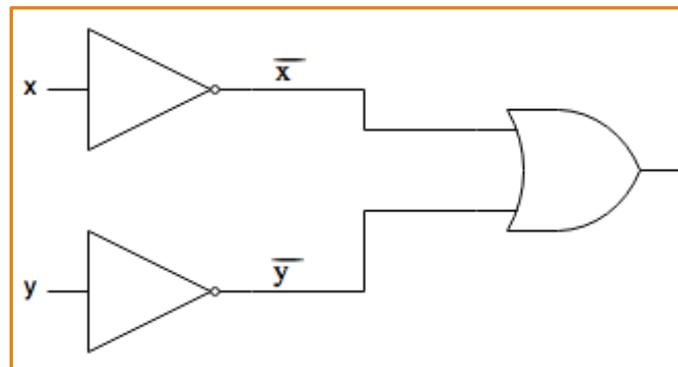


Esempio 3: dalla Funzione al Circuito

- Circuito per la funzione $\bar{x} \times \bar{y}$



- Circuito per la funzione $\bar{x} + \bar{y}$



Dalla Funzione al Circuito

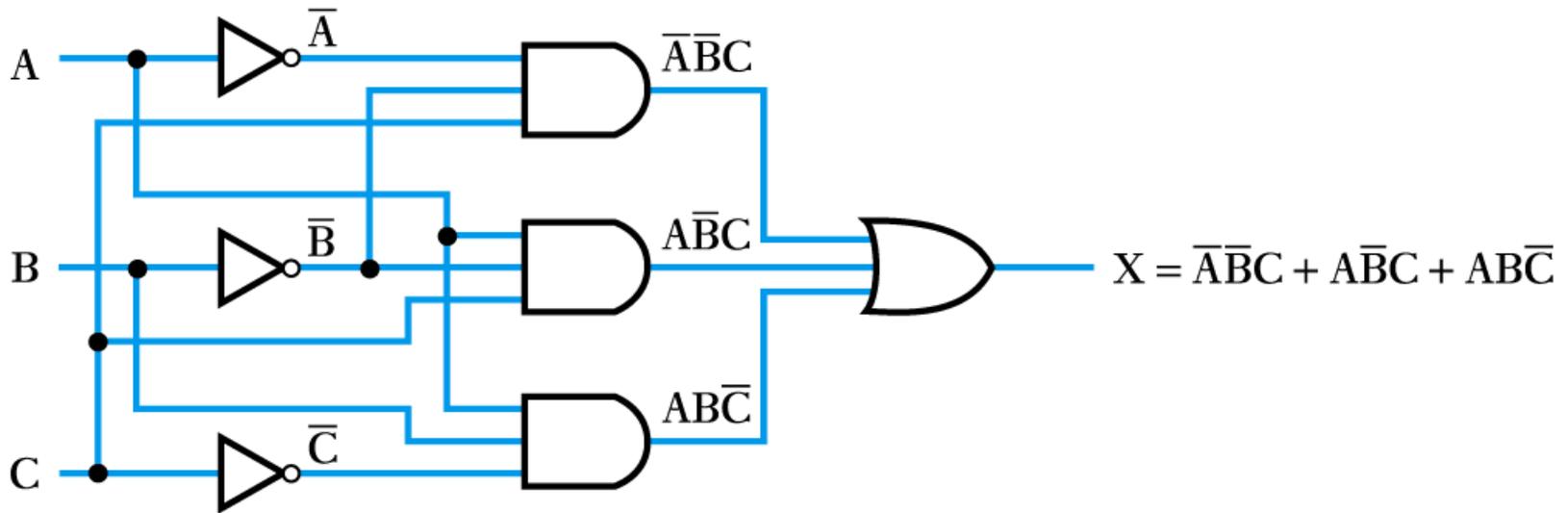
Esempio 4

$$X = \bar{A} \bar{B} C + A \bar{B} C + A B \bar{C}$$

Dalla Funzione al Circuito

Esempio 4

$$X = \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}C + ABC\bar{C}$$



Dalla Funzione al Circuito

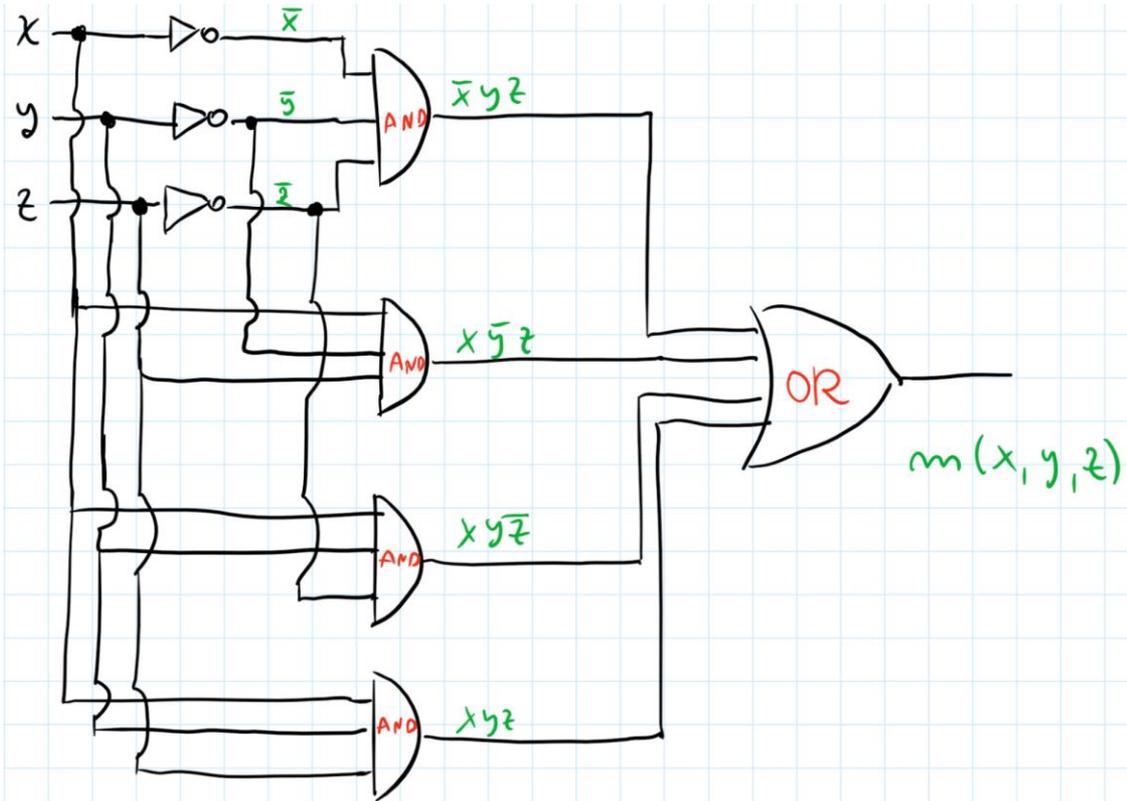
Esempio 5

- $m(x, y, z) = \bar{x}yz + x\bar{y}z + xy\bar{z} + xyz$

Dalla Funzione al Circuito

Esempio 5

- $m(x, y, z) = \bar{x}yz + x\bar{y}z + xy\bar{z} + xyz$



Dalla Funzione al Circuito

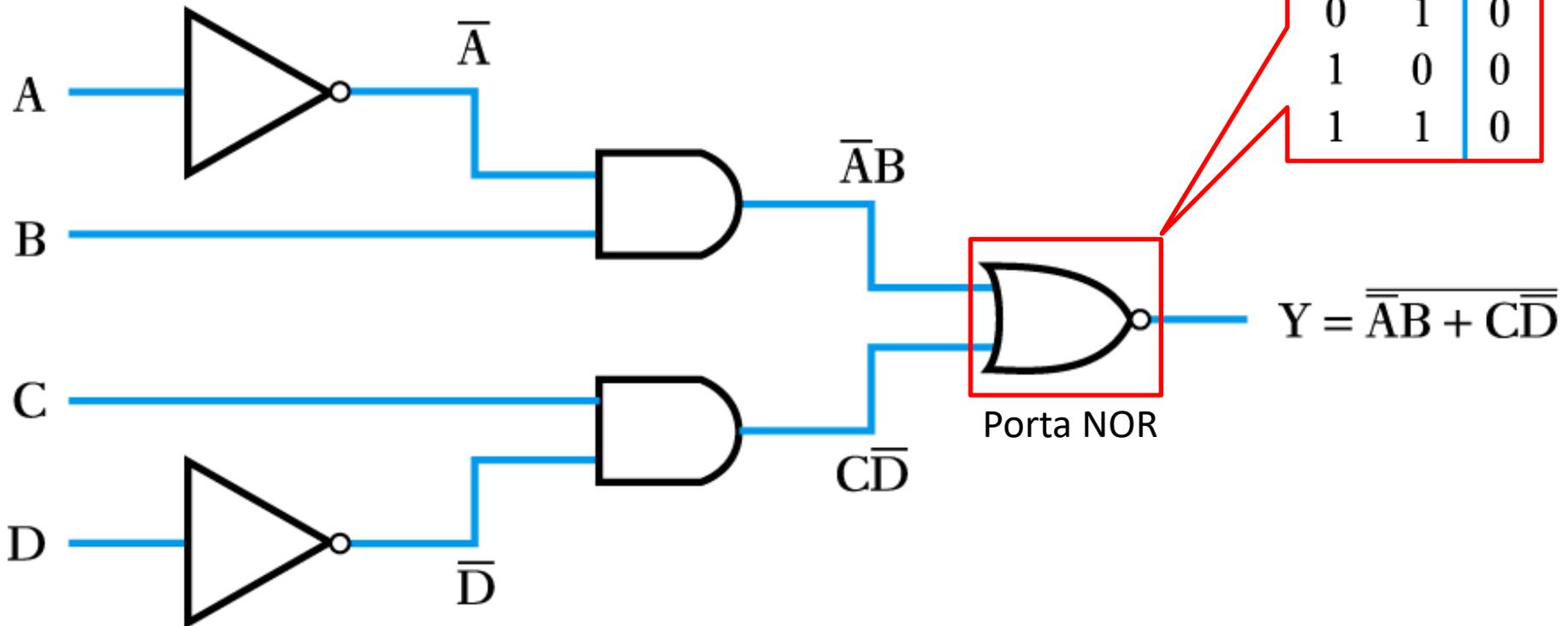
Esempio 6

$$Y = \overline{\overline{AB} + \overline{CD}}$$

Dalla Funzione al Circuito

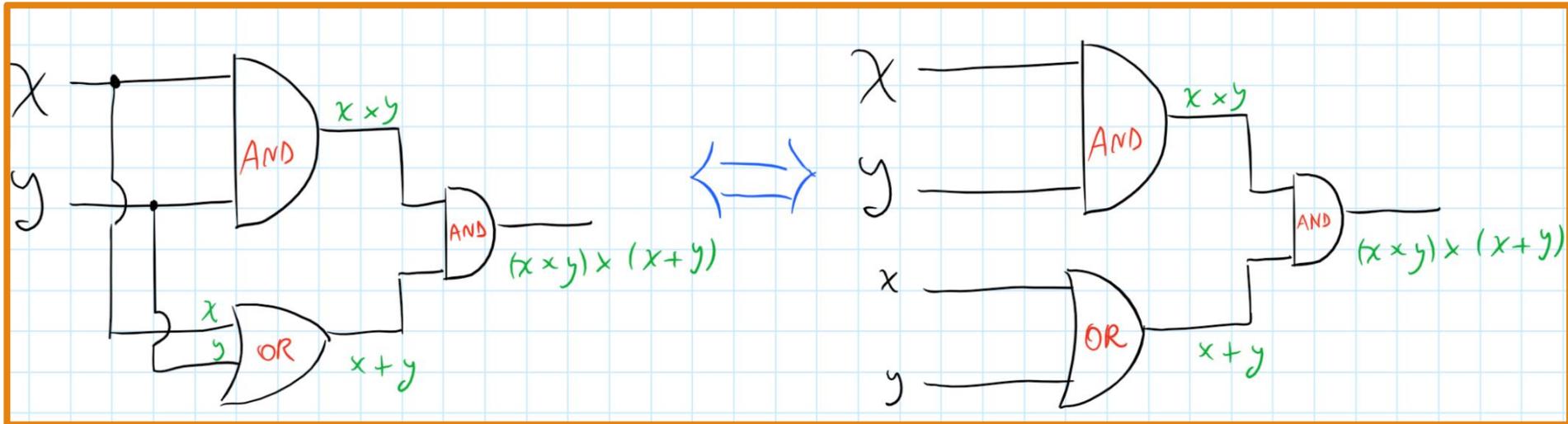
Esempio 6

$$Y = \overline{\overline{A}B + C\overline{D}}$$



Nota sulla rappresentazione

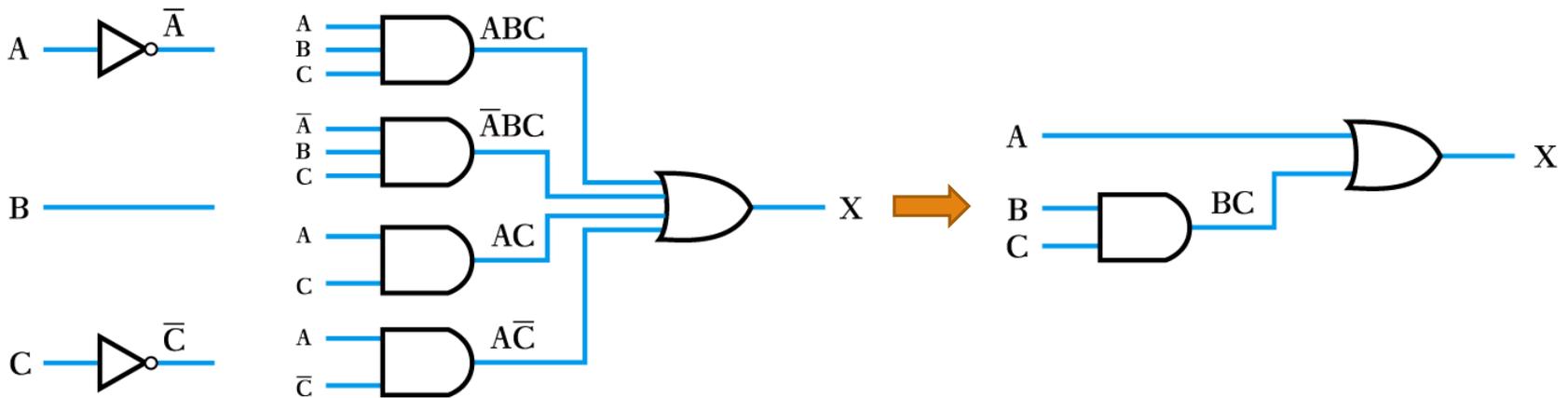
Due metodologie valide di rappresentazione di un diagramma logico. Entrambi i diagrammi logici rappresentano la medesima funzione booleana.



Dalla Funzione al Circuito

Esempio 7 (*Semplificazione funzione*)

$$X = ABC + \bar{A}BC + AC + A\bar{C} \longrightarrow X = BC + A$$



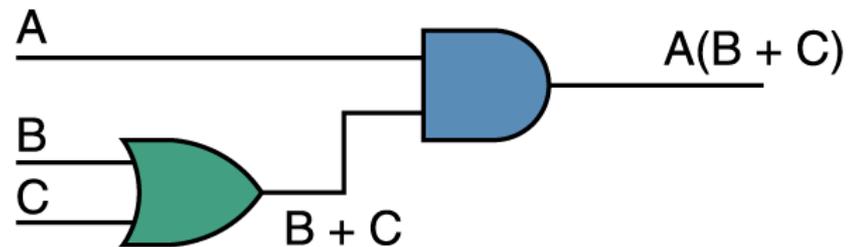
Dal Circuito alla Funzione

- Procedere progressivamente dagli input verso l'output aggiungendo a turno le espressioni logiche all'output di ciascuna porta logica
 - Esempio su slide «Esercizi svolti in aula (*penna digitale*)», associate alle slide di questa lezione

Funzione \rightarrow Tavola di Verità \rightarrow Circuito

- Si consideri la seguente funzione: $A(B + C)$

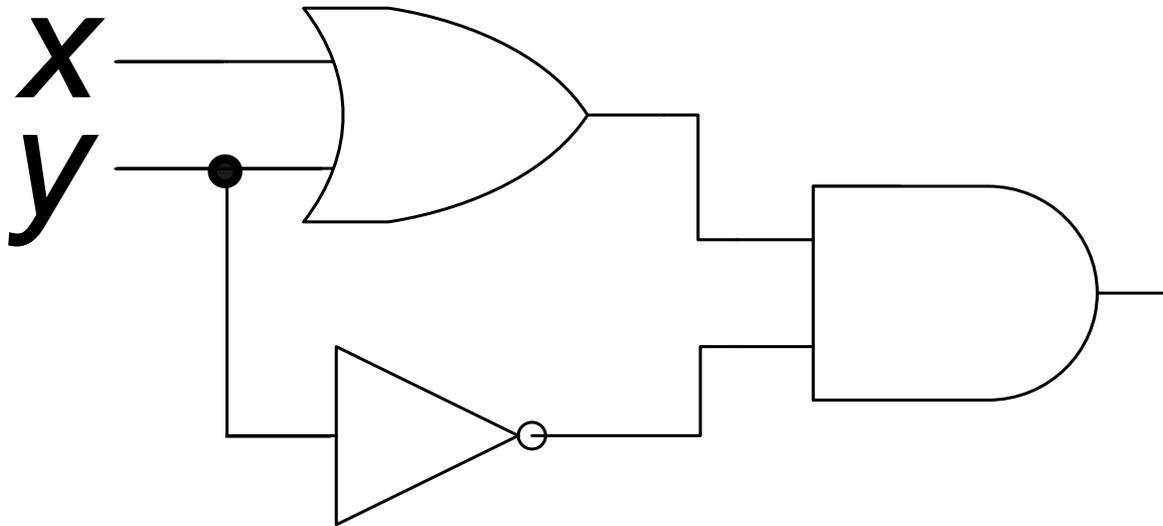
A	B	C	B + C	A(B+C)
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1



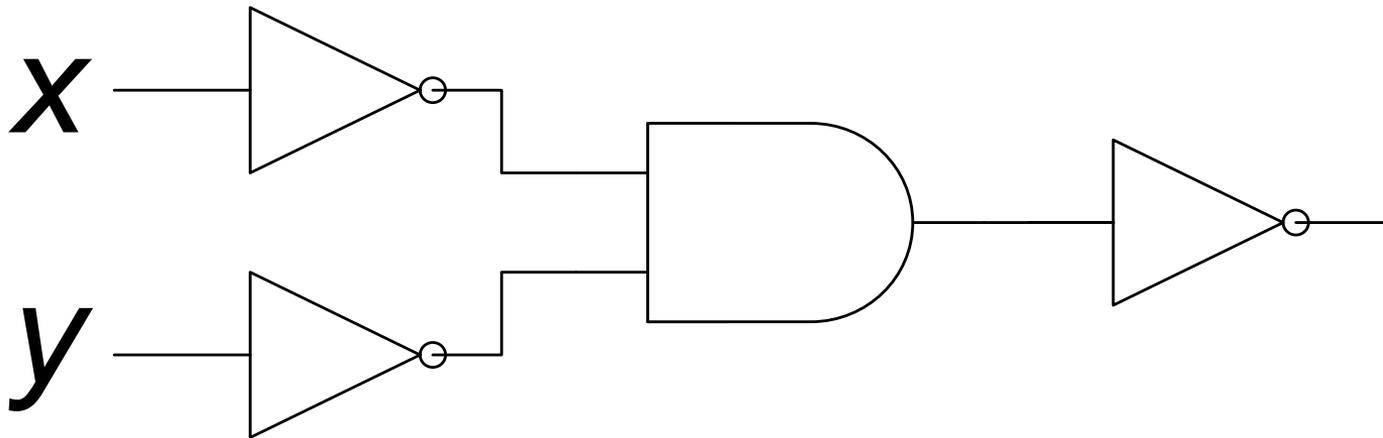
Ricapitolando...

- Abbiamo visto che una **funzione logica** (ma anche un **circuito logico**) può essere **definita in due modi**
 - **Tavola di Verità**
 - **Porte Logiche**
- Perché abbiamo bisogno di tutte queste diverse rappresentazioni?
 - Alcune sono più facili di altre per cominciare a progettare un circuito
 - Di solito si comincia con la tavola di verità
 - Si deriva un'espressione booleana da essa (magari esemplificata)
 - Si trasforma l'espressione booleana in un circuito

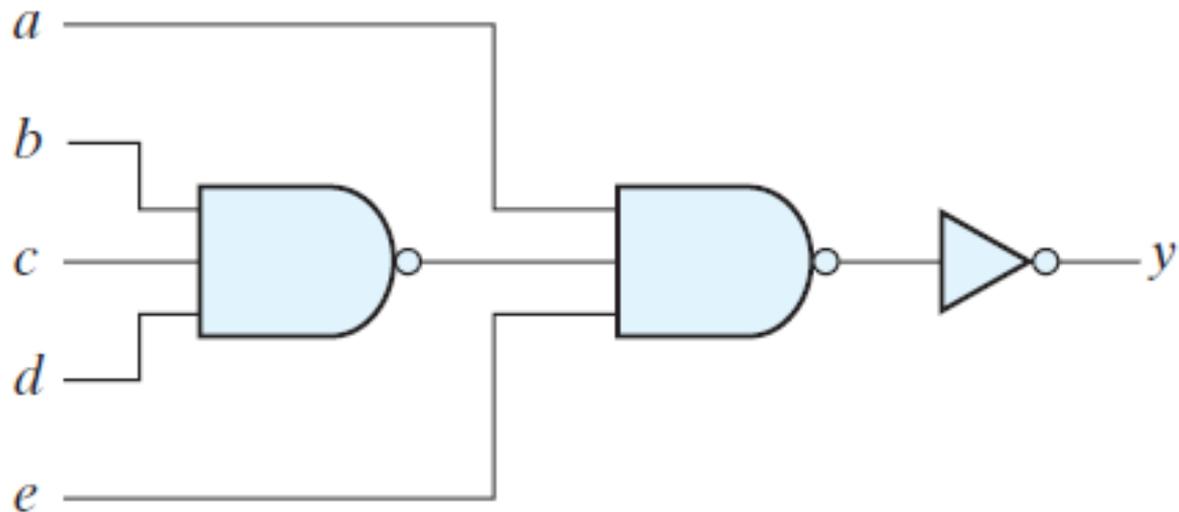
Esercizio 1: trovare l'output del seguente circuito (tavola di verità e funzione)



Esercizio 2: trovare l'output del seguente circuito (tavola di verità e funzione)



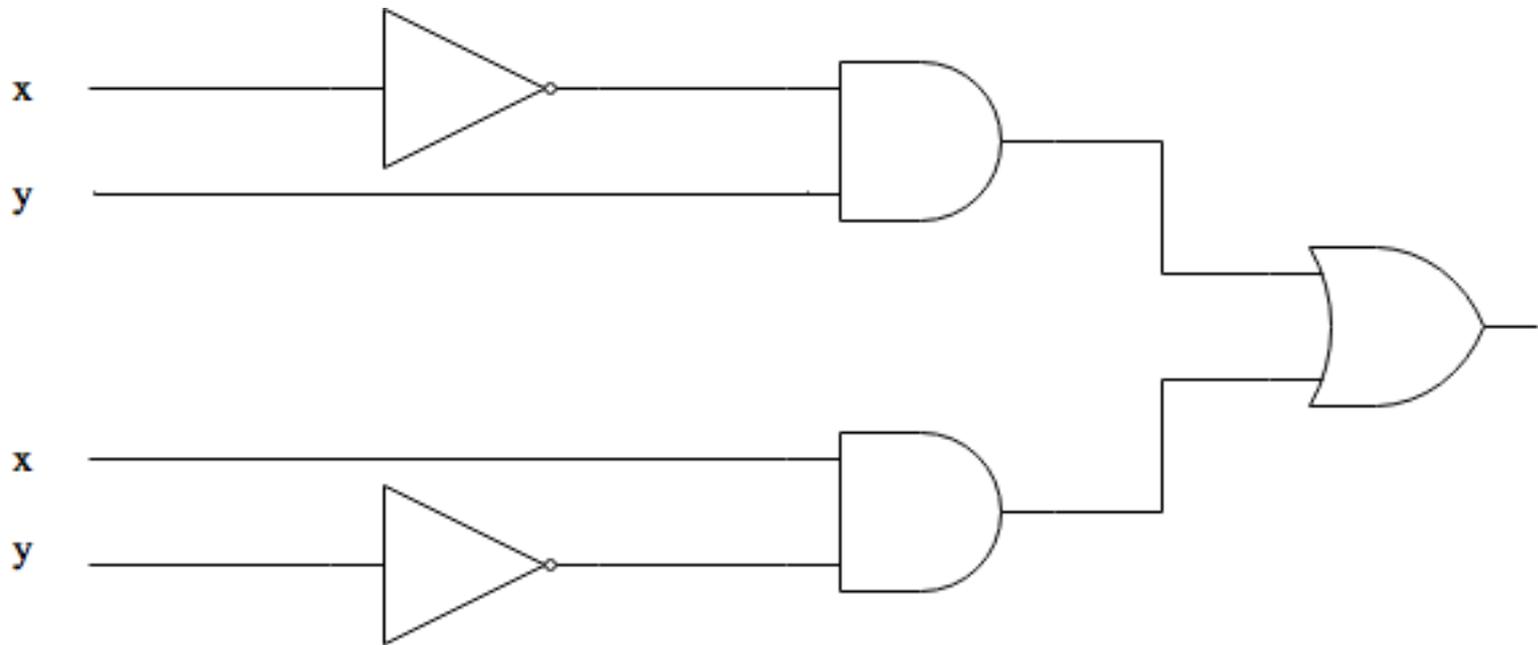
Esercizio 3: trovare l'output del seguente circuito (funzione)



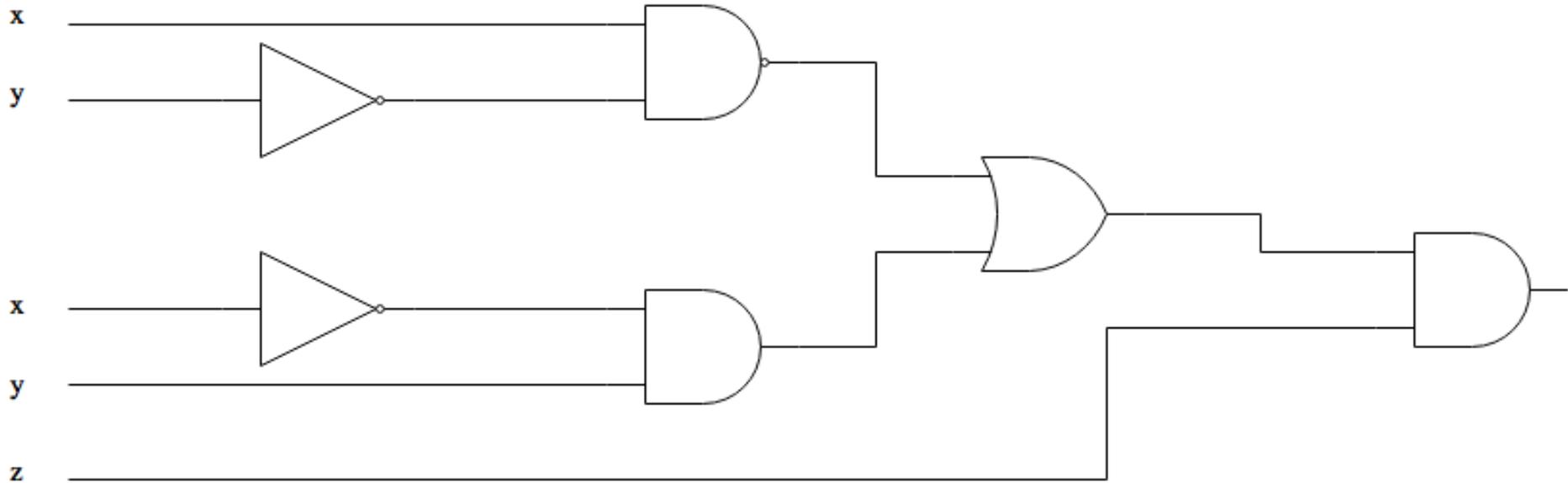
Esercizio 4: progettare il circuito per ciascuna delle seguenti espressioni

- $\bar{x} + y$
- $\overline{(x + y)}x$
- $\overline{(x + y)(xy)}$
- $xy + x(\overline{y + \bar{z}})$

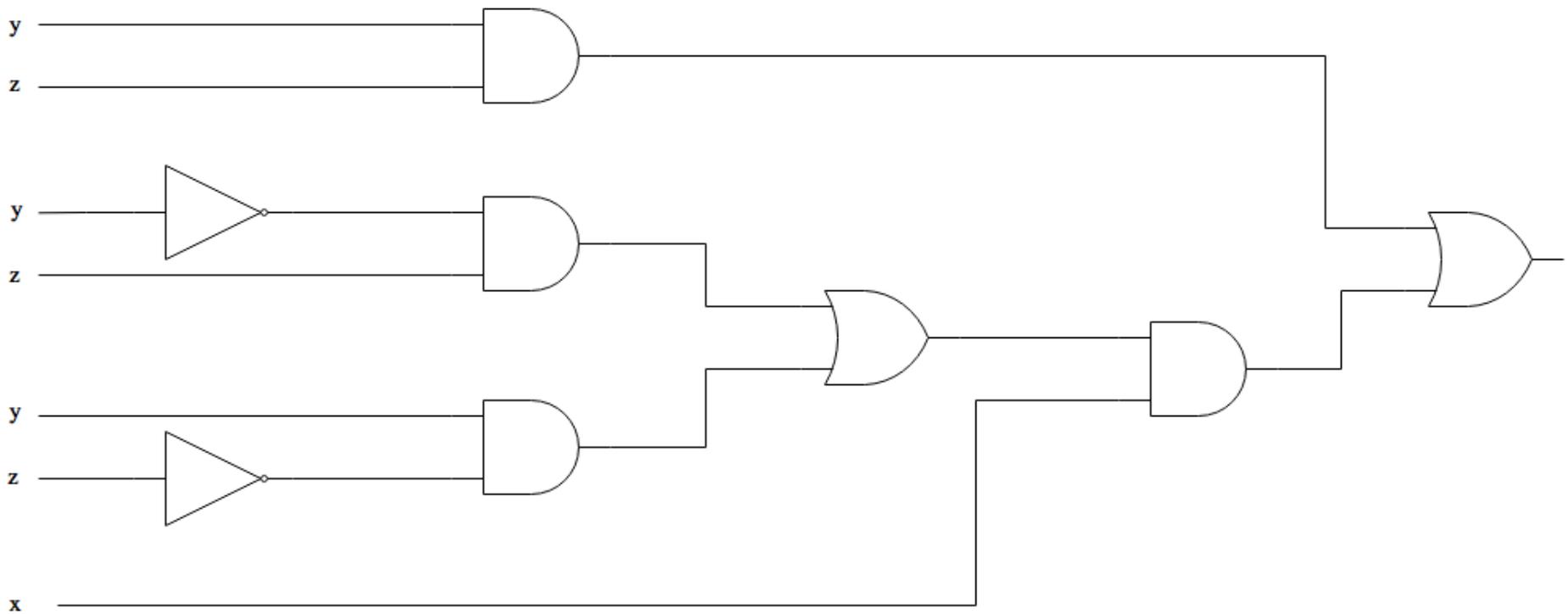
Esercizio 5: trovare l'output del seguente circuito (funzione)



Esercizio 6: trovare l'output del seguente circuito (funzione)



Esercizio 7: trovare l'output del seguente circuito (funzione)



Riferimenti

- **Libro di testo**

- Capitolo 3
 - Paragrafo 4

- **Altri riferimenti**

- <http://www.di.unito.it/~piccolo/teach/AA1516/Lezioni/Lezione2.pdf>
- <http://liceocuneo.it/basteris/wp-content/uploads/sites/3/CIRCUITI20DIGITALI1.pdf>
- <http://bias.csr.unibo.it/maltoni/arc/Dispense/LogicaDigitale.pdf>
- http://people.unipmn.it/bobbio/DIDATTICA/ARCH1_00/ALDISP_00/varbol00.pdf