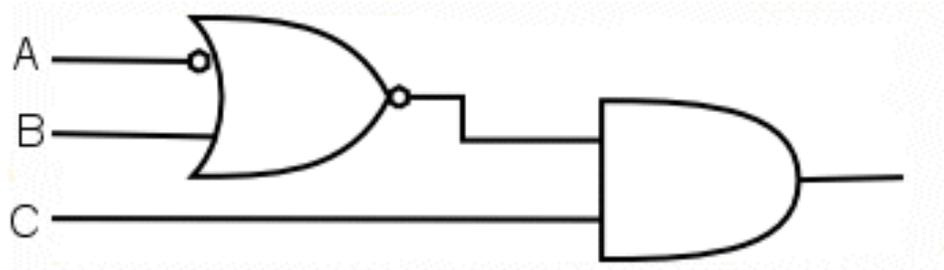


Reti combinatorie: porte logiche, tabelle di verità e circuiti notevoli

Esercitazione 2
Architettura degli elaboratori

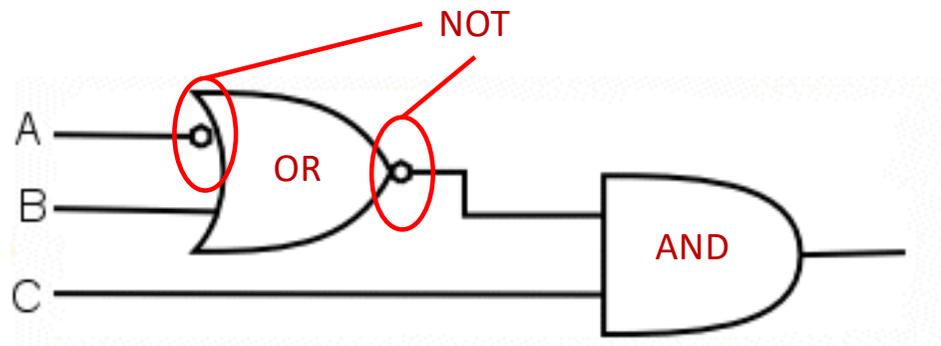
Esercizio 1

Quale funzione logica è implementata dal circuito rappresentato nella seguente figura?



Esercizio 1 – soluzione

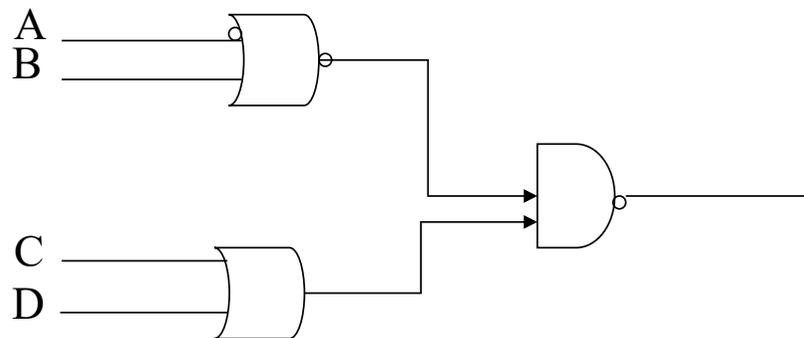
Quale funzione logica è implementata dal circuito rappresentato nella seguente figura?



$(\text{not}(\text{not}(A) \text{ or } B)) \text{ and } C$

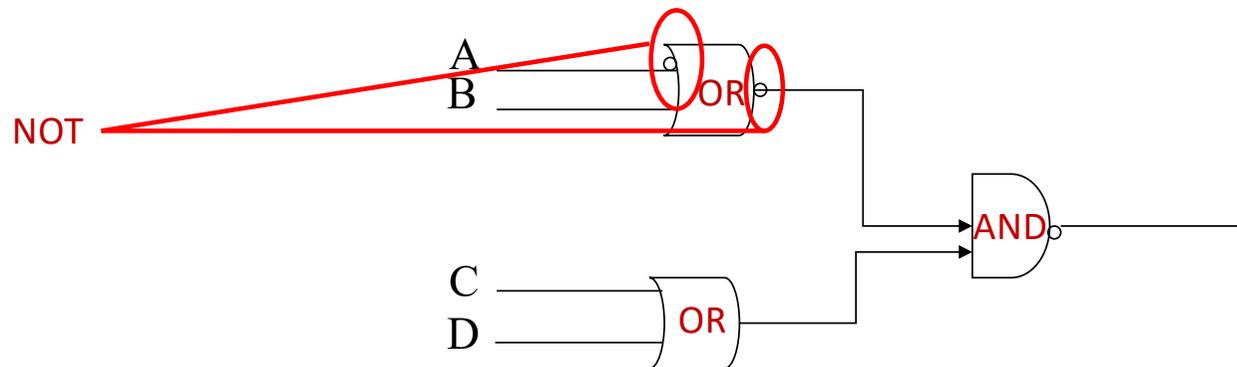
Esercizio 2

Quale funzione logica è implementata dal circuito rappresentato nella seguente figura?



Esercizio 2 – soluzione

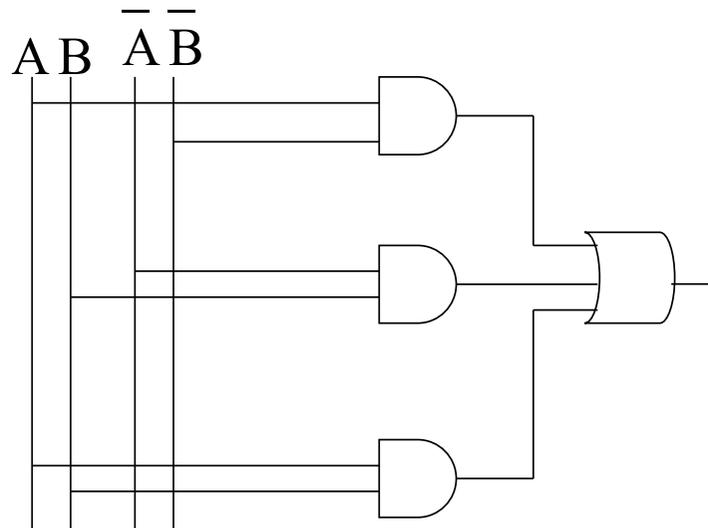
Quale funzione logica è implementata dal circuito rappresentato nella seguente figura?



$\text{not}(\text{not}(\text{not}(A) \text{ or } B) \text{ and } (C \text{ or } D))$

Esercizio 3

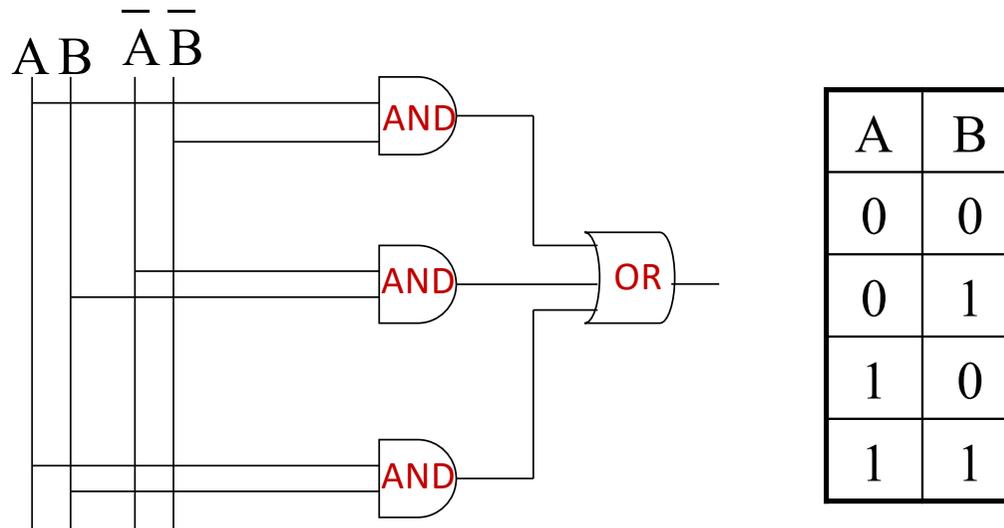
Dato il seguente circuito a 2 ingressi e 1 uscita e la tabella di verità rappresentante tutte le configurazioni di ingressi, qual è la sequenza di valori in uscita?



A	B
0	0
0	1
1	0
1	1

Esercizio 3 – soluzione

Dato il seguente circuito a 2 ingressi e 1 uscita e la tabella di verità rappresentante tutte le configurazioni di ingressi, qual è la sequenza di valori in uscita?



Per il primo output, quando gli input sono $A=0$ e $B=0$, abbiamo $(0 \text{ AND } 1) \text{ OR } (1 \text{ AND } 0) \text{ OR } (0 \text{ AND } 0)$ e quindi output 0;
Per il secondo, quando sono $A=0$ e $B=1$, abbiamo $(0 \text{ AND } 0) \text{ OR } (1 \text{ AND } 1) \text{ OR } (0 \text{ AND } 1)$ e quindi output 1; e così via ...

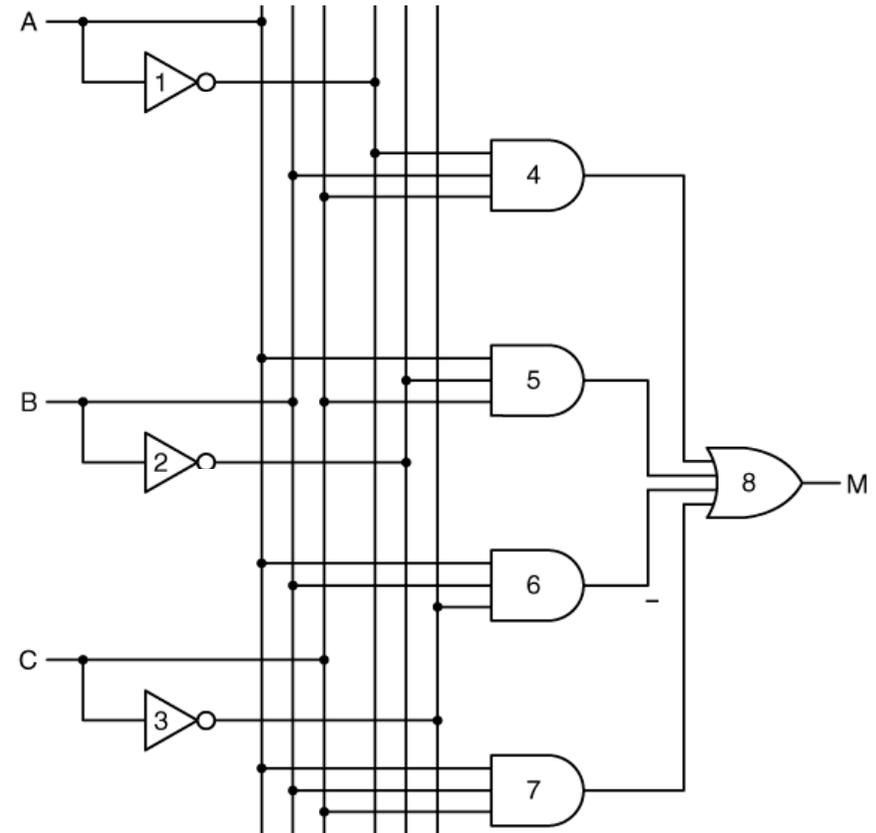
Sequenza di valori in uscita $\rightarrow [0,1,1,1]$

Esercizio 4

Dato il seguente circuito a 3 ingressi (A,B,C) e 1 uscita (M) e la tabella di verità rappresentante tutte le configurazioni di ingressi, qual è la sequenza di valori in uscita?

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

(a)



(b)

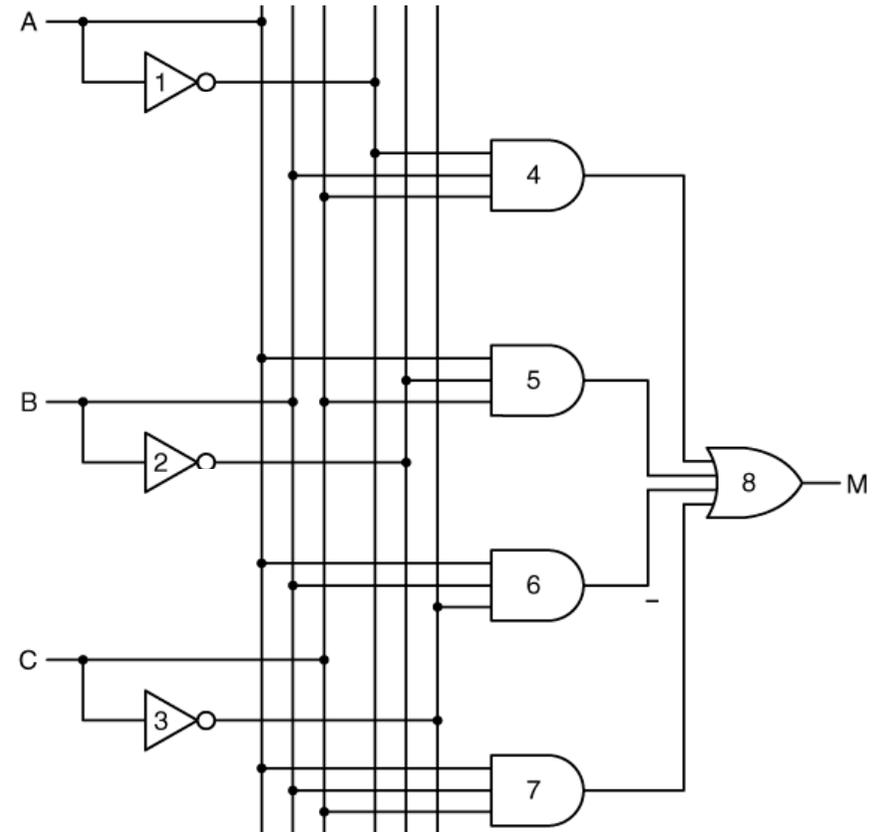
Esercizio 4 – soluzione

Dato il seguente circuito a 3 ingressi (A,B,C) e 1 uscita (M) e la tabella di verità rappresentante tutte le configurazioni di ingressi, qual è la sequenza di valori in uscita?

$M = [0,0,0,1,0,1,1,1]$

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

(a)



(b)

Esercizio 6 – Universalità NAND

Rappresentare le porte NOT, AND e OR con solo porte NAND

Esercizio 6 – Universalità NAND

Rappresentare le porte NOT, AND e OR con solo porte NAND

Suggerimento:
utilizzare le proprietà
dell'algebra booleana

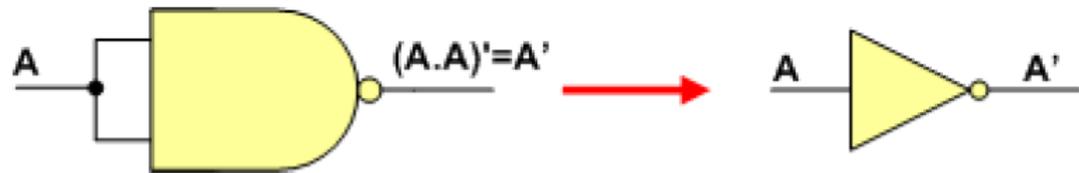
Basic Identities of Boolean Algebra				
1.	$X+0 = X$	2.	$X \cdot 1 = X$	
3.	$X+1 = 1$	4.	$X \cdot 0 = 0$	
5.	$X+X = X$	6.	$X \cdot X = X$	
7.	$X+\bar{X} = 1$	8.	$X \cdot \bar{X} = 0$	
9.	$\overline{\bar{X}} = X$			
10.	$X+Y = Y+X$	11.	$XY = YX$	Commutative
12.	$X+(Y+Z) = (X+Y)+Z$	13.	$X(YZ) = (XY)Z$	Associative
14.	$X(Y+Z) = XY+XZ$	15.	$X+YZ = (X+Y)(X+Z)$	Distributive
16.	$\overline{X+Y} = \bar{X} \cdot \bar{Y}$	17.	$\overline{X \cdot Y} = \bar{X} + \bar{Y}$	DeMorgan's

Il **principio di dualità** afferma che data una eguaglianza se ne ottiene un'altra sostituendo l'operatore AND (*) con l'operatore OR (+), 1 con 0 e viceversa. e.g. le relazioni 1 e 2 sono duali; in generale, per ogni riga della tabella tutte le coppie di relazioni (della colonna di sinistra e della colonna di destra) sono duali

Esercizio 6 – soluzione

Rappresentare NOT, AND e OR con solo NAND

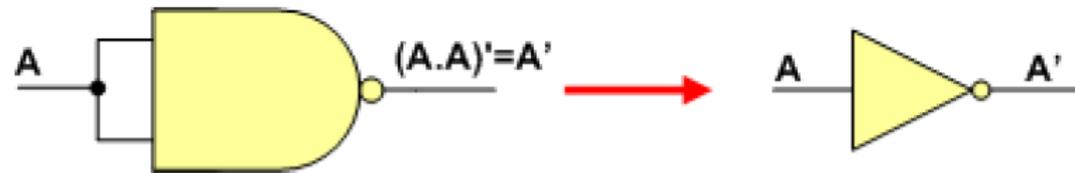
$$\text{NOT}(x) \stackrel{(6)}{=} \text{NOT}(\text{AND}(x,x)) \stackrel{\text{per definizione di NAND}}{=} \text{NAND}(x,x)$$



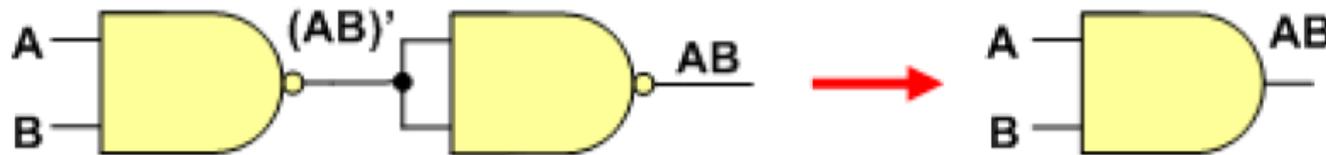
Esercizio 6 – soluzione

Rappresentare NOT, AND e OR con solo NAND

$$\text{NOT}(x) \stackrel{(6)}{=} \text{NOT}(\text{AND}(x,x)) \stackrel{\text{per definizione di NAND}}{=} \text{NAND}(x,x)$$

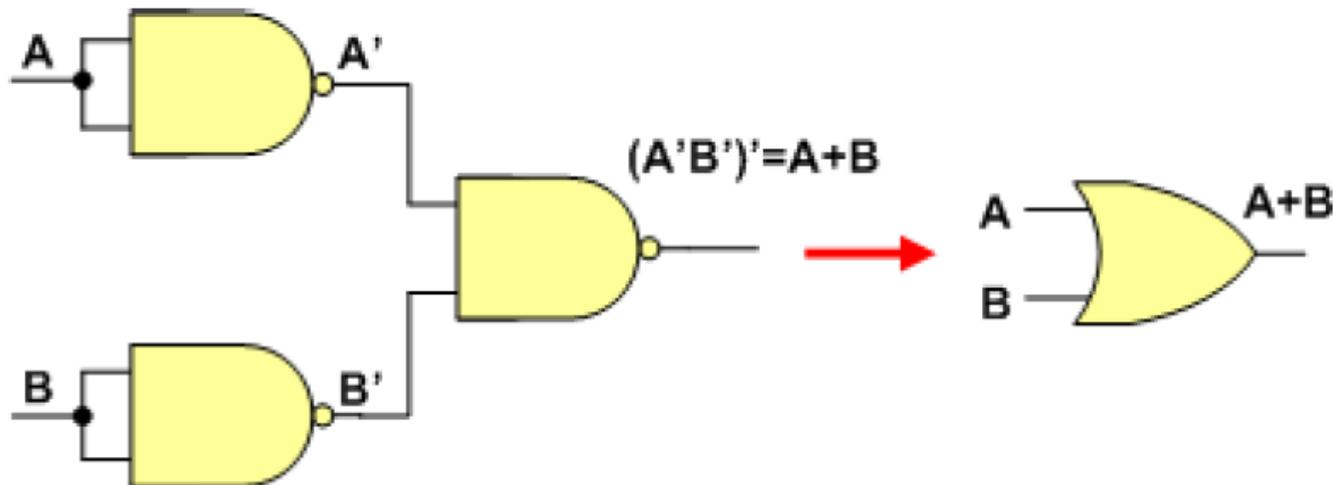


$$\text{AND}(x,y) = \stackrel{(9)}{\text{[nego due volte] NOT(NOT(AND(x,y)))}} = \text{NOT(NAND}(x,y)) = \text{[def NOT sopra] NAND(NAND}(x,y), \text{NAND}(x,y))$$



Esercizio 6 – soluzione

$$\begin{aligned} \text{OR}(x,y) &= \\ [\text{De Morgan}] &= \text{NOT}(\text{AND}(\text{NOT}(x),\text{NOT}(y))) \\ &= \text{NAND}(\text{NOT}(x),\text{NOT}(y)) \\ &= \text{NAND}(\text{NAND}(x,x),\text{NAND}(y,y)) \end{aligned}$$



Esercizio 7

La tabella di verità rappresenta una funzione logica a tre ingressi che può essere vista come somma di prodotti (detta anche OR di AND)

- Qual è la funzione corrispondente all'uscita D?
- Disegnare il circuito con porte logiche corrispondente

Ingressi			Uscita
A	B	C	D
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Esercizio 7 – soluzione

La tabella di verità rappresenta una funzione logica a tre ingressi che può essere vista come somma di prodotti (detta anche OR di AND)

- Qual è la funzione corrispondente all'uscita D?
- Disegnare il circuito con porte logiche corrispondente

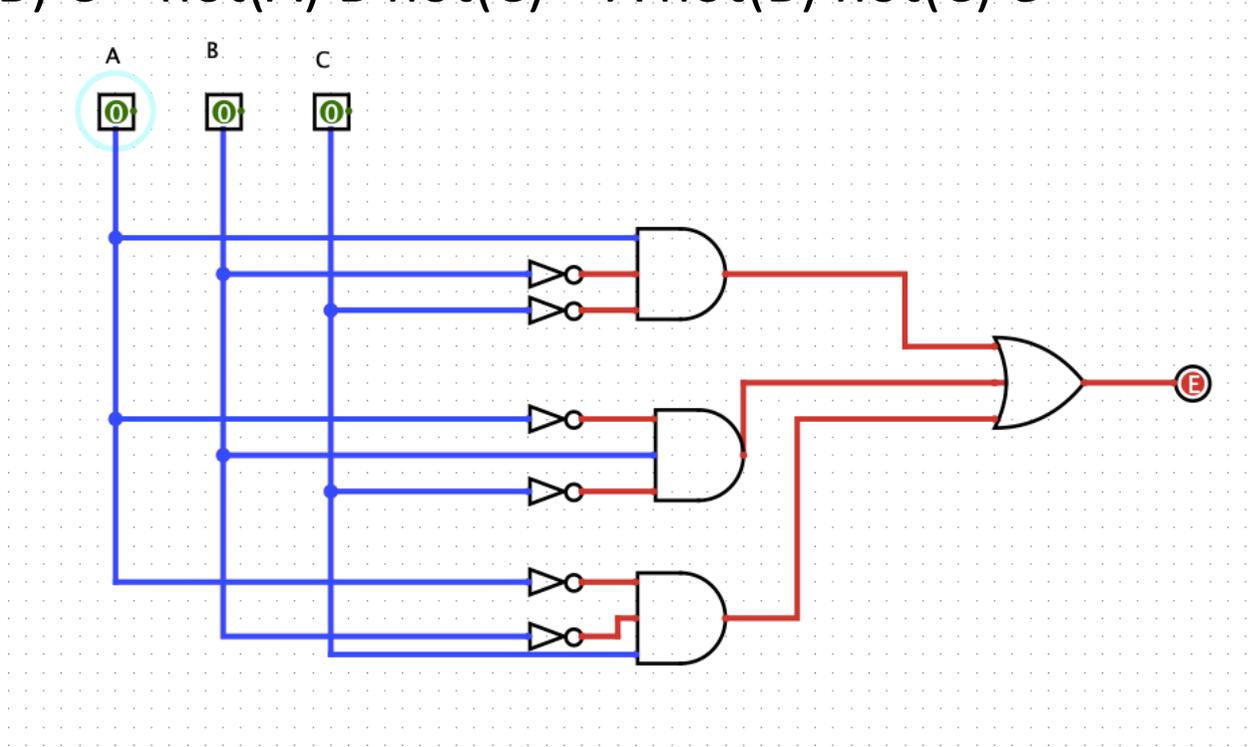
Metto in OR (+) tutte e sole le righe della tabella che corrispondono ad un'uscita 1, considerando il valore negato quando uguale a 0 e non negato quando uguale a 1 →

Ingressi			Uscita
A	B	C	D
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$$\text{not}(A) \text{ not}(B) C + \text{not}(A) B \text{ not}(C) + A \text{ not}(B) \text{ not}(C)$$

Esercizio 7 – soluzione

Il circuito con porte logiche corrispondente alla funzione logica $\text{not}(A) \text{not}(B) C + \text{not}(A) B \text{not}(C) + A \text{not}(B) \text{not}(C)$ è



Esercizio 8

- La tabella di verità rappresenta una funzione logica a quattro ingressi che può essere vista come somma di prodotti (detta anche OR di AND)
- Qual è la funzione corrispondente all'uscita E?

Ingressi				Uscita
A	B	C	D	E
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Esercizio 8 – soluzione

- La tabella di verità rappresenta una funzione logica a quattro ingressi che può essere vista come somma di prodotti (detta anche OR di AND)
- Quale è la funzione corrispondente all'uscita E?

Mettendo in OR (+) solamente le righe in corrispondenza di output E =1, abbiamo

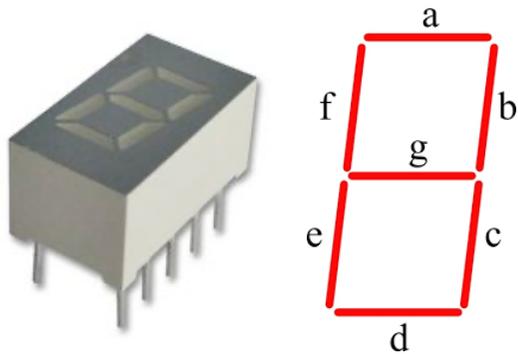
$$E = \text{not}A \text{ not}B C \text{ not}D + \text{not}A \text{ not}B C D + \text{not}A B \text{ not}C \text{ not}D + \text{not}A B C D + A \text{ not}B \text{ not}C D + A \text{ not}B C D + ABCD$$

Ingressi				Uscita
A	B	C	D	E
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Esercizio 9

Disegnare un circuito che, dato un segnale binario in ingresso, faccia in modo che su un *display a 7 segmenti* si accendano:

- solo i segmenti verticali, se l'input è a 1
- solo i segmenti orizzontali, altrimenti
- “punto” (h, non presente nelle immagini sotto!) sempre spento



Un display a 7 segmenti ha 8 input, ciascuno corrispondente ad uno dei segmenti che può essere acceso (a,b,c,d,e,f,g) e uno al punto (h)

Esercizio 9 – soluzione

Compiliamo la tabella di verità

- Input 1 → accende i segmenti verticali
- Input 0 → accende i segmenti orizzontali
- Punto (output h) sempre spento

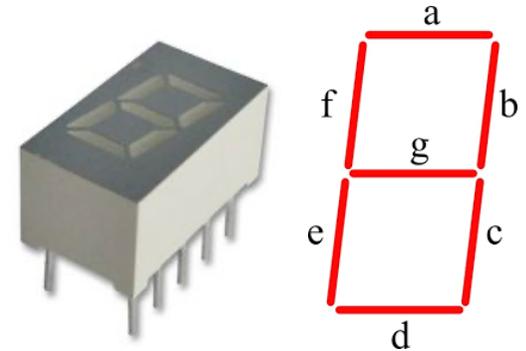


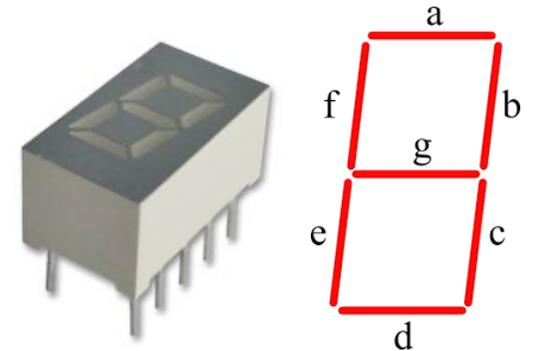
Tabella di verità

input	a	b	c	d	e	f	g	h
0	1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0

Esercizio 9 – soluzione

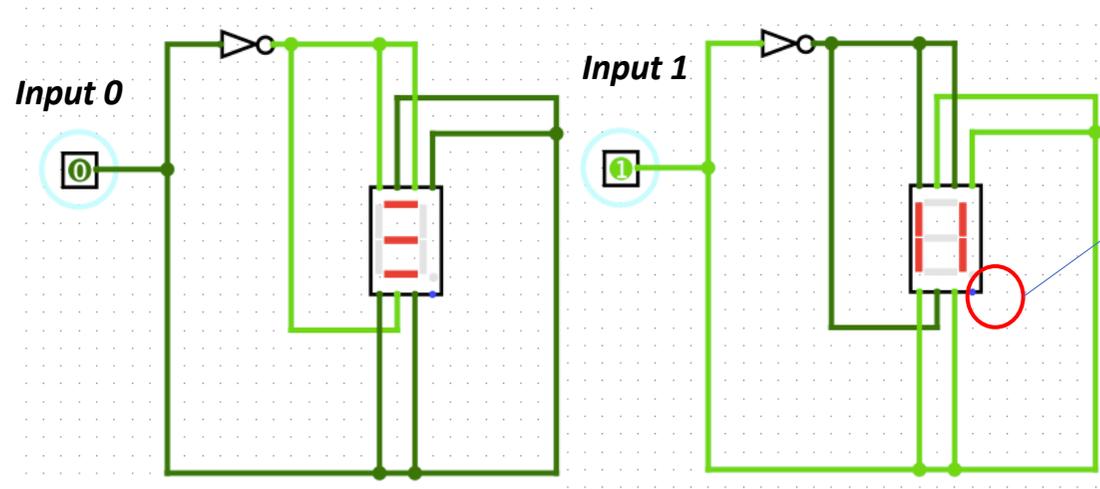
Tabella di verità

input	a	b	c	d	e	f	g	h
0	1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0



Circuito

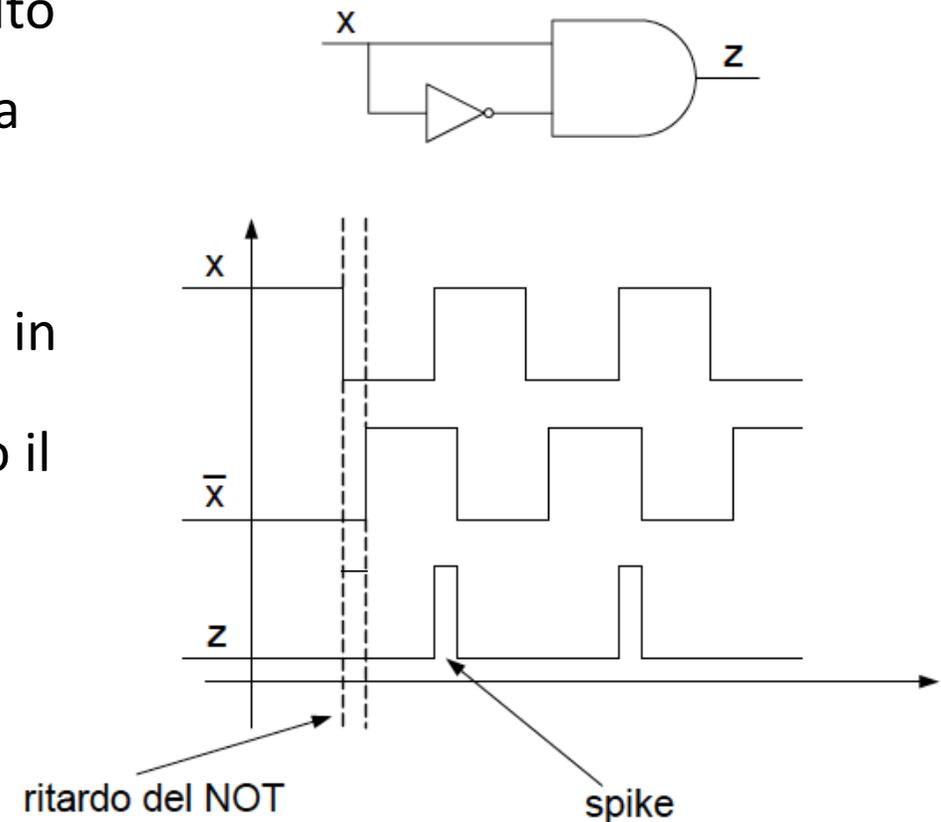
disegnato (con Logisim - <https://sourceforge.net/projects/circuit>) collegando gli ingressi che determinano uscite 1. È costituito semplicemente da una porta NOT con un solo ingresso (binario) e 7 uscite – una per ciascun output del display



Pin di output corrispondente a h – qui non collegato all'input perchè sempre a 0

Osservazione

- Bisogna ricordare che, in un circuito reale, i segnali impiegano un tempo (anche se molto breve) per attraversare una porta e la commutazione del segnale prodotta da una porta non è istantanea
- Quindi, anche se in teoria $x \text{ AND } \text{not}(x)$ è sempre uguale a 0, nella realtà esiste un intervallo di tempo (anche se molto breve) in cui non è così
- Nella figura sono rappresentati ad esempio il circuito corrispondente a $z = x \cdot \bar{x} = 0$ e l'andamento temporale del suo valore di output



Esempi di quiz

Esercitazione 2
Architettura degli elaboratori

Quiz 1

Che cos'è un multiplexer?

1. Un dispositivo logico che ha come uscita uno dei valori di ingresso, scelto a caso
2. Un dispositivo logico che ha come uscita il valore risultante dall'AND dei valori in ingresso
3. Un dispositivo logico che dati n ingressi ha come uscita 2^n valori
4. Un dispositivo logico che ha come uscita uno dei valori di ingresso, scelto attraverso un segnale di selezione

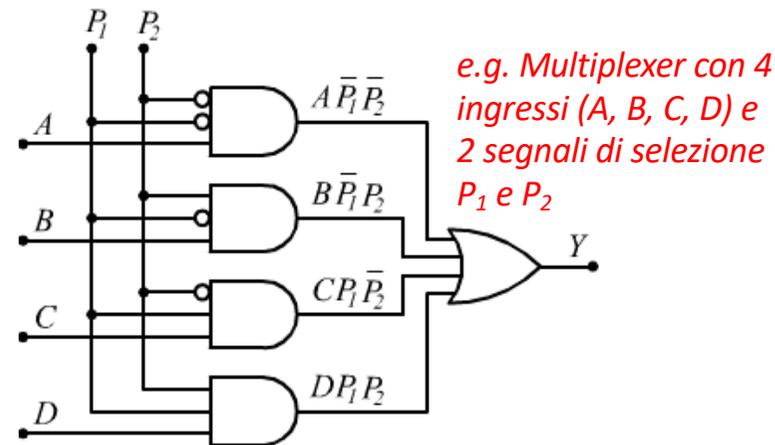
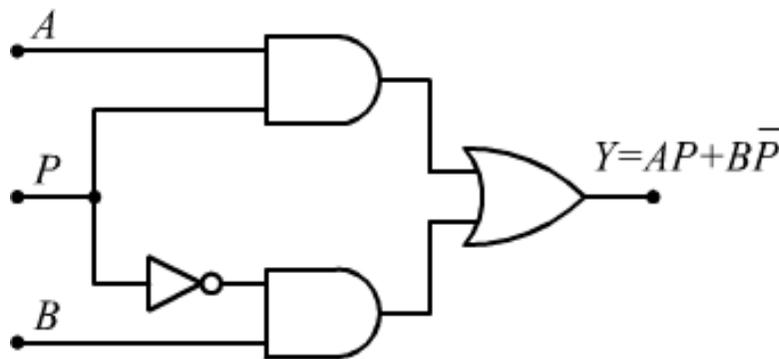
Quiz 1 - soluzione

Che cos'è un multiplexer?

1. Un dispositivo logico che ha come uscita uno dei valori di ingresso, scelto a caso
2. Un dispositivo logico che ha come uscita il valore risultante dall'AND dei valori in ingresso
3. Un dispositivo logico che dati n ingressi ha come uscita 2^n valori
4. **Un dispositivo logico che ha come uscita uno dei valori di ingresso, scelto attraverso un segnale di selezione**

e.g. Multiplexer con 2 ingressi (A e B) e 1 segnale di selezione P

P	Y
0	B
1	A



Quiz 2

Si consideri un multiplexer a 32 ingressi, quanti ingressi di selezione deve avere?

1. 32
2. 4
3. 3
4. 5
5. 8

Quiz 2 – soluzione

Si consideri un multiplexer a 32 ingressi, quanti ingressi di selezione deve avere?

1. 32

2. 4

3. 3

4. 5

5. 8

Ricordiamo che la relazione tra il massimo numero di ingressi selezionabili (n) con m segnali/ingressi di selezione è

$$m = \log_2 n \text{ ovvero } n = 2^m$$

Quindi gli ingressi di selezione per un multiplexer a 32 ingressi sarà m tale che $2^m = 32$, ovvero $m=5$

Quiz 3

Che cos'è un decoder?

1. Un dispositivo logico che ha come uscita un valore random su n bit
2. Un dispositivo logico che ha come uscita il valore risultante dall'AND dei valori in ingresso
3. Un dispositivo logico che dato un ingresso su n bit ha 2^n possibili valori in uscita, uno solo essendo attivo in un certo momento
4. Un dispositivo logico che ha come uscita uno dei valori di ingresso, scelto attraverso un segnale di selezione

Quiz 3 – soluzione

Che cos'è un decoder?

1. Un dispositivo logico che ha come uscita un valore random su n bit
2. Un dispositivo logico che ha come uscita il valore risultante dall'AND dei valori in ingresso
3. Un dispositivo logico che dato un ingresso su n bit ha 2^n possibili valori in uscita, uno solo essendo attivo in un certo momento
4. Un dispositivo logico che ha come uscita uno dei valori di ingresso, scelto attraverso un segnale di selezione

Quiz 4

Si consideri un decoder con 1024 possibili uscite; su quanti bit è rappresentato il suo ingresso?

1. 32
2. 128
3. 10
4. 5
5. 1

Quiz 5

Che cosa sono i dispositivi ROM?

1. Dispositivi per la memorizzazione che possono essere letti e scritti
2. Dispositivi per la memorizzazione che possono solo essere scritti
3. Dispositivi per la memorizzazione che possono solo essere letti, possono essere scritti una sola volta durante la loro fabbricazione
4. Dispositivi per la memorizzazione che possono solo essere letti, possono essere scritti più volte utilizzando tecniche speciali (uso di ultravioletti)

Quiz 5 – soluzione

Che cosa sono i dispositivi ROM?

1. Dispositivi per la memorizzazione che possono essere letti e scritti
2. Dispositivi per la memorizzazione che possono solo essere scritti
3. Dispositivi per la memorizzazione che possono solo essere letti, possono essere scritti una sola volta durante la loro fabbricazione
4. Dispositivi per la memorizzazione che possono solo essere letti, possono essere scritti più volte utilizzando tecniche speciali (uso di ultravioletti) – vero, solo nel caso di EPROM (Erasable Programmable ROM)

Quiz 6

Quali delle seguenti operazioni sono eseguite dalla ALU?

1. Solo addizioni
2. Addizioni e sottrazioni
3. Addizioni, sottrazioni, operazioni logiche (AND, OR, NOT, ecc.)
4. Nessuna delle altre risposte

Quiz 6 – soluzione

Quali delle seguenti operazioni sono eseguite dalla ALU?

1. Solo addizioni
2. Addizioni e sottrazioni
3. Addizioni, sottrazioni, operazioni logiche (AND, OR, NOT, ecc.)
4. Nessuna delle altre risposte

Quiz 7

Quali delle seguenti componenti hardware vengono utilizzate per costruire la ALU (presentata nella lezione)?

1. Porte logiche AND e OR
2. Multiplexer e decoder
3. Porte logiche AND e OR, multiplexer e inverter
4. Porte logiche AND e OR, multiplexer
5. Porte logiche AND e OR, multiplexer, decoder e inverter
6. Nessuna delle altre risposte

Quiz 7 – soluzione

Quali delle seguenti componenti hardware vengono utilizzate per costruire la ALU (presentata nella lezione)?

1. Porte logiche AND e OR
2. Multiplexer e decoder
3. Porte logiche AND e OR, multiplexer e inverter
4. Porte logiche AND e OR, multiplexer
5. Porte logiche AND e OR, multiplexer, decoder e inverter
6. Nessuna delle altre risposte