

Abilità Informatiche

Luigi Catuogno

[luigi.catuogno@uniparthenope.it]

Corso di Laurea in Economia & Commercio - Anno Accademico 2022-23

1

Libro di testo

[IdB]

Dennis P. Curtin, Kim Foley, Kunal Sen, Cathleen Morin

Informatica di base

VII edizione (2016), MacGraw Hill Education

ISBN: 978-88-386-1537-5

2

Altro materiale di utile consultazione

[Sli]

Slides, appunti e altro materiale distribuito dal docente

[Misc]

Altra fonte diversamente specificata di volta in volta

3

Algebra di Boole e Circuiti Digitali

4

Algebre di Boole

Tipo di dato Booleano

I dati di tipo booleano possono assumere solo due valori: 1 o 0 (*True* o *False*)

Nei sistemi di calcolo, i dati di tipo booleano sono generalmente utilizzati per:

1 Esprimere il valore di una *condizione binaria*

Per esempio:

Una domanda a cui si risponde con sì o no...

Un evento che si è o meno verificato...

Una situazione che sussiste oppure no...

D'ora in avanti, per compattezza, utilizzeremo la notazione 1/0

5

Algebre di Boole

Esempio:

Misure «booleane» in un ambiente:

$$\text{stato_finestra} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

$$\text{stato_stufa} = \begin{cases} 0 & \text{se è spenta} \\ 1 & \text{se è accesa} \end{cases}$$

$$\text{stato_porta} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

6

Algebre di Boole

Esempio:

Misure «booleane» in un ambiente:

$$\text{stato_finestra} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

$$\text{stato_stufa} = \begin{cases} 0 & \text{se è spenta} \\ 1 & \text{se è accesa} \end{cases}$$

$$\text{stato_porta} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

In tale ambiente, in funzione di questi dati, è possibile rilevare ulteriori «informazioni di stato»:

$$\text{corrente_aria} = ?$$

$$\text{spreco_energetico} = ?$$

$$\text{fa_caldo} = ?$$

7

Algebre di Boole

Esempio:

Misure «booleane» in un ambiente:

$$\text{stato_finestra} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

$$\text{stato_stufa} = \begin{cases} 0 & \text{se è spenta} \\ 1 & \text{se è accesa} \end{cases}$$

$$\text{stato_porta} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

In tale ambiente, in funzione di questi dati, è possibile rilevare ulteriori «informazioni di stato»:

$$\text{corrente_aria} = 1$$

*Se la finestra è aperta **e** la porta è aperta*

$$\text{spreco_energetico} = 1$$

*Se la stufa è accesa **e** la porta **0** la finestra sono aperte*

$$\text{fa_caldo} = 1$$

*Se la stufa **non** è accesa*

8

Espressioni Booleane

9

Espressioni Booleane

Operatori booleani:

Date due valori booleani v_1 e v_2

Precedenza



NOT	NOT v_1	Vale 1 se v_1 è 0
AND	v_1 AND v_2	Vale 1 se v_1 e v_2 sono entrambe 1
OR	v_1 OR v_2	Vale 1 se almeno una tra v_1 e v_2 è 1

10

Espressioni Booleane

Tavole di verità

v_1	v_2	v_1 AND v_2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

v_1	v_2	v_1 OR v_2
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

v_1	NOT v_1
0	1
1	0

11

Espressioni Booleane

Sono espressioni booleane:

Le costanti: 1,0 (o *True*, *False*)

Singoli dati a valori booleani: a, b, c pari a 1 o 0

Coppie di dati e/o costanti *congiunte* da un operatore a valori booleani:

a AND 1, b OR a , NOT 1, 1 AND c , ...

Coppie di espressioni a valori booleani *congiunte* da un operatore a valori booleani:

a AND (1 OR b), c OR (a AND b), (NOT a) AND (b OR NOT c), ...

12

Espressioni booleane

Esempio:

Misure «booleane» in un ambiente:

$$\text{stato_finestra} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

$$\text{stato_stufa} = \begin{cases} 0 & \text{se è spenta} \\ 1 & \text{se è accesa} \end{cases}$$

$$\text{stato_porta} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

In tale ambiente, in funzione di questi dati, è possibile rilevare ulteriori «informazioni di stato»:

```
corrente_aria = 1  Se...
                stato_finestra = 1
                AND
                stato_porta = 1
```

```
corrente_aria =
  = stato_finestra AND stato_porta
```

13

Espressioni booleane

Esempio:

Misure «booleane» in un ambiente:

$$\text{stato_finestra} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

$$\text{stato_stufa} = \begin{cases} 0 & \text{se è spenta} \\ 1 & \text{se è accesa} \end{cases}$$

$$\text{stato_porta} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

In tale ambiente, in funzione di questi dati, è possibile rilevare ulteriori «informazioni di stato»:

```
spreco_energetico = 1  Se...
                    stato_stufa = 1 AND
                    ( stato_porta = 1 OR
                    stato_finestra = 1 )
```

```
spreco_energetico = stato_stufa AND
  (stato_porta OR stato_finestra)
```

14

Espressioni booleane

Esempio:

Misure «booleane» in un ambiente:

$$\text{stato_finestra} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

$$\text{stato_stufa} = \begin{cases} 0 & \text{se è spenta} \\ 1 & \text{se è accesa} \end{cases}$$

$$\text{stato_porta} = \begin{cases} 0 & \text{se è chiusa} \\ 1 & \text{se è aperta} \end{cases}$$

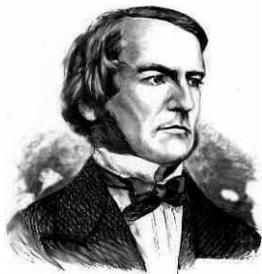
In tale ambiente, in funzione di questi dati, è possibile rilevare ulteriori «informazioni di stato»:

$$\text{fa_caldo} = 1 \quad \text{Se...} \\ \text{NOT stato_stufa} = 1$$

$$\text{fa_caldo} = \text{NOT stato_stufa}$$

15

Algebre di Boole



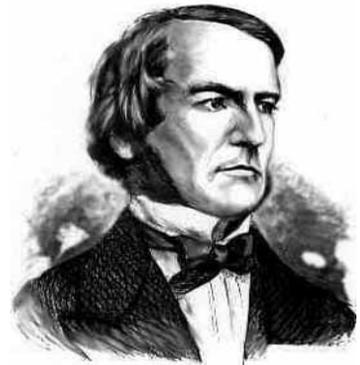
- Introdotta da George Boole (1815-1864) nel 1854 come strumento per la soluzione matematica di problemi di logica
 - *An investigation into the laws of thought on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities (1854)*

16

16

George Boole (1815-1864)

- George Boole, autodidatta, fu pensatore geniale ed eclettico. Al suo talento e al suo lavoro si devono la nascita della moderna logica matematica e dell' Informatica;
- Morì di polmonite l'8 dicembre 1864, a soli 49 anni d'età.



17

George Boole (1815-1864)

- Pare che, diversi giorni prima, si fosse recato al *Queens' College Cork*, dove insegnava, sotto una pioggia intensa, che avesse tenuto la sua lezione con indosso gli abiti inzuppati d'acqua e che con essi sarebbe rincasato al termine della lezione.
- Ammalatosi, le sue condizioni peggiorarono rapidamente portandolo alla morte.



18

Espressioni booleane: esempi

19

Espressioni booleane: esempi

In un menù mi interessano le pietanze che abbiano tra gli ingredienti il pomodoro o la zucca. Data una pietanza X estratta dall'elenco...

`X_mi_interessa = X_ha_pomodoro OR X_ha_zucca`

supponiamo che X = Penne allo scarpariello allora:

`X_ha_pomodoro=True, X_ha_zucca=False`

quindi:

`X_mi_interessa=True`

20

Espressioni booleane: esempi

*In un menù mi interessano le pietanze che abbiano tra gli ingredienti il pomodoro o la zucca.
Data una pietanza X estratta dall'elenco...*

`X_mi_interessa = X_ha_pomodoro OR X_ha_zucca`

qupponiamo che X = Pizza bianca con crema di zucca:

`X_ha_pomodoro=False, X_ha_zucca=True`

quindi:

`X_mi_interessa=True`

21

Espressioni booleane: esempi

Esercizio:

- 1 Sulla falsariga degli esempi precedenti, calcolare il valore di X_mi_interessa per le seguenti pietanze: «Grigliata mista», «Penne in vellutata di zucca e pomodorini»

22

Espressioni booleane: esempi

Intendo acquistare una penna a scatto con inchiostro nero. Supponiamo che il negoziante mi proponga la penna X

`X_mi_interessa = X_inchiostro_nero AND X_a_scatto`

`X_inchiostro_nero=False, X_a_scatto=False`



quindi:

`X_mi_interessa=False`

23

Espressioni booleane: esempi

Intendo acquistare una penna a scatto con inchiostro nero. Supponiamo che il negoziante mi proponga la penna X

`X_mi_interessa = X_inchiostro_nero AND X_a_scatto`

`X_inchiostro_nero=True, X_a_scatto=False`



quindi:

`X_mi_interessa=False`

24

Espressioni booleane: esempi

Esercizio:

- 2 Sulla falsariga degli esempi precedenti, calcolare il valore di `X_mi_interessa` per le seguenti penne, specificando il valore degli operandi



25

Espressioni booleane: esempi

In un menù mi interessano le pietanze che non siano piccanti

```
X_mi_interessa = NOT piccante
```

supponiamo che X = Pizza alla diavola

```
X_piccante=True
```

quindi:

```
X_mi_interessa=False
```

26

Algebre di Boole

Tipo di dato Booleano

I dati di tipo booleano possono assumere solo due valori: 1 o 0 (*True* o *False*)

Nei sistemi di calcolo, i dati di tipo booleano sono generalmente utilizzati per:

- 1** Esprimere il valore di una *condizione binaria*
Per esempio:
Una domanda a cui si risponde con si o no...
Un evento che si è o meno verificato...
Una situazione che sussiste oppure no...
- 2** Rappresentare il risultato delle *espressioni logico-relazionali*

27

Espressioni logico-relazionali: esempi

28

Espressioni logico-relazionali: esempi

Se ci interessa rilevare il caso che l'età X di un individuo sia compresa tra un minimo di 18 anni e un massimo di 66, occorrerà verificare che:

$$X \geq 18 \text{ e } X \leq 66$$

Siano entrambe vere, cioè che l'espressione logico-relazionale

$$X \geq 18 \text{ and } X \leq 66$$

Abbia risultato True

29

Espressioni logico-relazionali: esempi

se il nostro canone di bellezza prevede che gli individui dell'altro sesso debbano avere gli occhi castani oppure verdi, le caratteristiche dei candidati dovranno far sì che la seguente espressione:

$$\text{occhi} == \text{castani or occhi} == \text{verdi}$$

Abbia risultato True

30

Espressioni logico-relazionali: esempi

Esercizio:

- 3 Scrivere una espressione logico-relazionale che restituisca True nei giorni pari diversi dal giovedì.

*giorno == martedì **or** giorno == sabato*

31

Espressioni logico-relazionali: esempi

Esercizio:

- 4 Se il nostro canone di bellezza prevede che gli individui dell'altro sesso debbano essere non più bassi di 1.85m e avere gli occhi azzurri, oppure essere più bassi di 1.85 e avere gli occhi verdi, scrivere l'espressione logica nei termini di **altezza** e **occhi** che risulti vera nei casi appena descritti.

32

Espressioni logico-relazionali: esempi

Esercizio:

- 4 Se il nostro canone di bellezza prevede che gli individui dell'altro sesso debbano essere non più bassi di 1.85m e avere gli occhi azzurri, oppure essere più bassi di 1.85 e avere gli occhi verdi, scrivere l'espressione logica nei termini di **altezza** e **occhi** che risulti vera nei casi appena descritti.

*(altezza \geq 1.85 **and** occhi = azzurri)*

33

Espressioni logico-relazionali: esempi

Esercizio:

- 4 Se il nostro canone di bellezza prevede che gli individui dell'altro sesso debbano essere non più bassi di 1.85m e avere gli occhi azzurri, oppure essere più bassi di 1.85 e avere gli occhi verdi, scrivere l'espressione logica nei termini di **altezza** e **occhi** che risulti vera nei casi appena descritti.

*(altezza \geq 1.85 **and** occhi = azzurri)*

or

*(altezza $<$ 1.85 **and** occhi = verdi)*

34

Esercizio

- 5 In un museo, i visitatori che hanno un'età compresa tra i 18 e i 65 anni pagano il biglietto d'ingresso a prezzo intero. Gli altri pagano un prezzo ridotto. Si scriva un'espressione logico-relazionale che abbia risultato True, se l'utente in esame ha diritto alla tariffa ridotta.

35

Funzioni booleane

36

Algebra di Boole

NOTA

Precedentemente, abbiamo introdotto informalmente il «tipo di dati booleano» composto dalle costanti Vero e Falso su cui erano definiti gli operatori AND, OR e NOT. Qui di seguito, in una discussione più astratta, utilizziamo i valori 1 e 0 in luogo di True e False mentre gli operatori sono sostituiti rispettivamente con i simboli $*$, $+$ e \neg .

37

Funzioni booleane:

- Una funzione in n variabili booleane $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}$ può essere definita:
 - Con un'espressione booleana
 - $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_1 + (x_2 * \dots) + x_n$
 - Mediante una «tavola di verità»

x_1	x_2	...	x_n	y
0	0	...	0	1
...
1	1	...	1	0

38

Funzioni booleane

- La tavola di verità mostra il risultato di una espressione booleana in corrispondenza di ciascuna configurazione dei valori che la compongono.
- Conosciamo già le tavole di verità delle espressioni composte dagli operatori AND, OR e NOT

x_1	x_2	$x_1 * x_2$	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	x_1	$\neg x_1$
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1		
1	1	1	1	1	1		

39

Funzioni booleane: un esempio

- L'espressione $y = (x_1 * (x_2 + \neg x_3))$ ha la seguente tavola di verità:

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

40

Funzioni booleane: un esempio

- Un esempio di utilizzo pratico:
 - Una persona può andare in pensione ($y = 1$) se:
 - Ha raggiunto l'età massima (x_1)
 - Ha raggiunto l'età minima (x_2) e ha un ammontare sufficiente di contributi versati (x_3)

$$y = ?$$

41

Funzioni booleane: un esempio

- Un esempio di utilizzo pratico:
 - Una persona può andare in pensione ($y = 1$) se:
 - Ha raggiunto l'età massima (x_1)
 - Ha raggiunto l'età minima (x_2) e ha un ammontare sufficiente di contributi versati (x_3)

$$y = (x_1 + (x_2 * x_3))$$

42

Funzioni booleane: un esempio

- L'espressione $y = (x_1 + (x_2 * x_3))$ ha la seguente tavola di verità:

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	?
0	0	1	?
0	1	0	?
0	1	1	?
1	0	0	?
1	0	1	?
1	1	0	?
1	1	1	?

43

Funzioni booleane: un esempio

- L'espressione $y = (x_1 + (x_2 * x_3))$ ha la seguente tavola di verità:

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

44

Esercizio



- ...poi la torta di mele.
- Ma la torta la voglio riscaldata e non ci voglio il gelato sopra, ma lo voglio al lato, ma che sia fragola non di crema, se è possibile, sennò niente gelato ma solo panna ma panna vera! Se è in lattina allora niente.*
- Neanche la torta?
- No, la torta la prendo, ma non riscaldata.

Harry ti presento Sally (*When Harry met Sally*), USA 1987, diretto da Rob Reiner, scritto da Nora Ephron, con Billy Crystal, Meg Ryan, Carrie Fischer.

45

Esercizio

- Scriviamo l'espressione booleana per la «Torta di mele riscaldata»:
 - Due possibilità alternative:
 - Gelato alle fragole [*se possibile*]
 - [*sennò*] Panna «vera»

46

Esercizio

- Scriviamo l'espressione booleana per la «Torta di mele riscaldata»:
 - Due possibilità alternative:
 - Gelato alle fragole [*se possibile*]
 - [*senno*] Panna «vera»

$$\begin{aligned} \text{Torta_di_mele_riscaldata} &= \\ &= (\text{Gelato_di_fragole} + (\neg \text{gelato_di_fragole} * \text{panna_vera})) \end{aligned}$$

47

Esercizio

Scriviamo la tavola di verità per la funzione «Torta di mele riscaldata» $f(x_1, x_2)$ dove gli operandi rappresentano rispettivamente il gelato di fragole e la panna vera.

Ricordiamo che $f(x_1, x_2) = x_1 + (\neg x_1 * x_2)$

x_1	x_2	$f(x_1, x_2)$
0	0	

48

Esercizio

Scriviamo la tavola di verità per la funzione «Torta di mele riscaldata» $f(x_1, x_2)$ dove gli operandi rappresentano rispettivamente il gelato di fragole e la panna vera.

Ricordiamo che $f(x_1, x_2) = x_1 + (\neg x_1 * x_2)$

x_1	x_2	$f(x_1, x_2)$
0	0	0
0	1	

49

Esercizio

Scriviamo la tavola di verità per la funzione «Torta di mele riscaldata» $f(x_1, x_2)$ dove gli operandi rappresentano rispettivamente il gelato di fragole e la panna vera.

Ricordiamo che $f(x_1, x_2) = x_1 + (\neg x_1 * x_2)$

x_1	x_2	$f(x_1, x_2)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

50

Funzioni booleane

- Abbiamo visto intuitivamente come compilare la tavola di verità valutando un'espressione booleana
- Il procedimento per estrarre l'espressione a partire dalla sua tavola di verità è un po' più complicato...

51

Circuiti logici

52

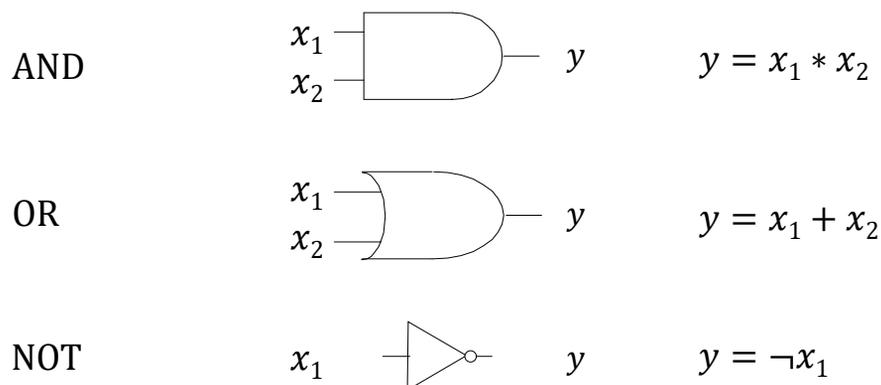
Circuiti logici

- I circuiti logici sono circuiti elettronici nei quali una grandezza elettrica ai morsetti di ingresso e di uscita può assumere solo due valori, convenzionalmente rappresentati con i due elementi dell'algebra di Boole **0** ed **1**
- In elettronica digitale si studia come realizzare circuiti elettronici per i quali il legame tra ingressi e uscite corrisponde a quello delle operazioni fondamentali AND, OR e NOT dell'Algebra di Boole
- Un circuito è descritto dalla funzione $y = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ dove:
 - y rappresenta il valore in uscita
 - x_1, x_2, \dots, x_n quelli in ingresso

53

53

Porte logiche (gate)



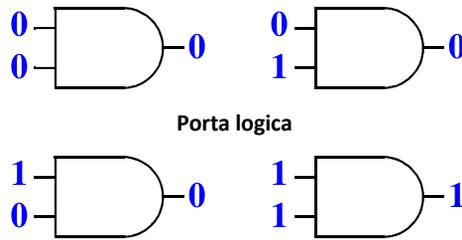
54

54

Funzione AND: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	x_2	$x_1 \text{ AND } x_2$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

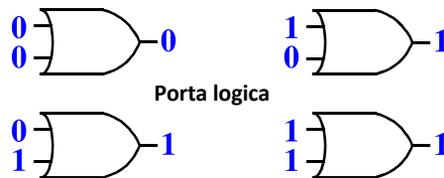


55

Funzione OR: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x_1	x_2	$x_1 \text{ OR } x_2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

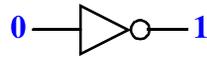


56

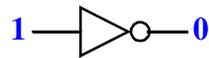
Funzione NOT: Tavola di Verità e Porta Logica

Tavola di verità

x	$NOT\ x$
0	1
1	0



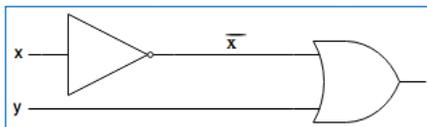
Porta logica



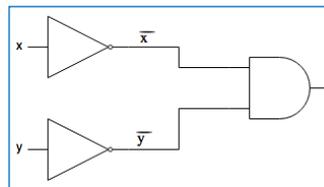
57

Funzioni booleane e circuiti logici

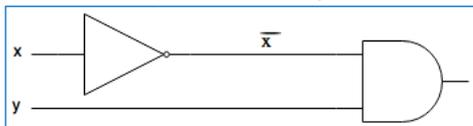
Circuito per la funzione $\bar{x} + y$



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

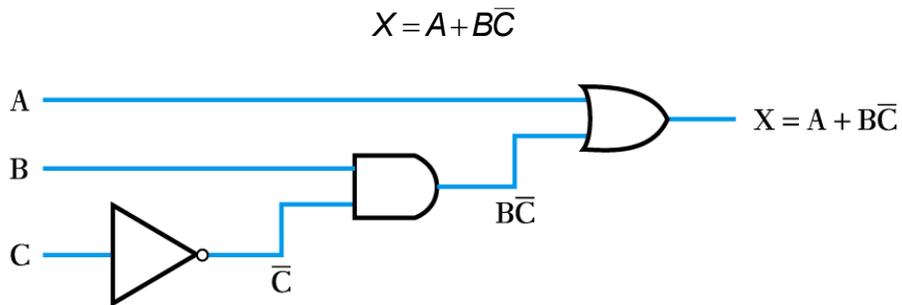


Circuito per la funzione $\bar{x}y$



58

Funzioni booleane e circuiti logici



59

Altre porte logiche

- Per motivi di ottimizzazione, talvolta è conveniente costruire circuiti che utilizzano porte logiche «alternative».
- Nella pratica, è molto frequente l'uso delle porte:
 - NAND (= Not AND)
 - NOR (= Not OR)
 - XOR (= eXclusive OR)
- Tutte queste porte possono essere «realizzate» con dei circuiti che impiegano le tre porte classiche.

60

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

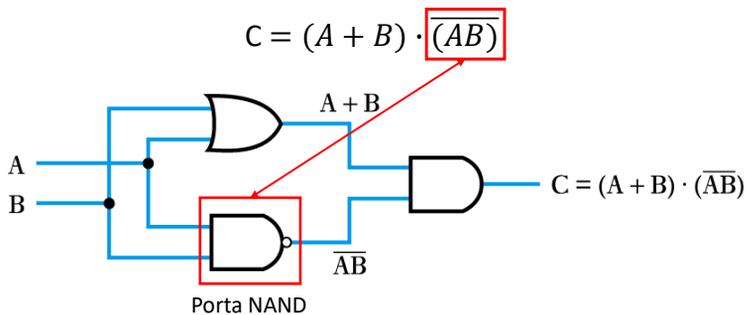
(b) Truth table

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

(c) Boolean expression

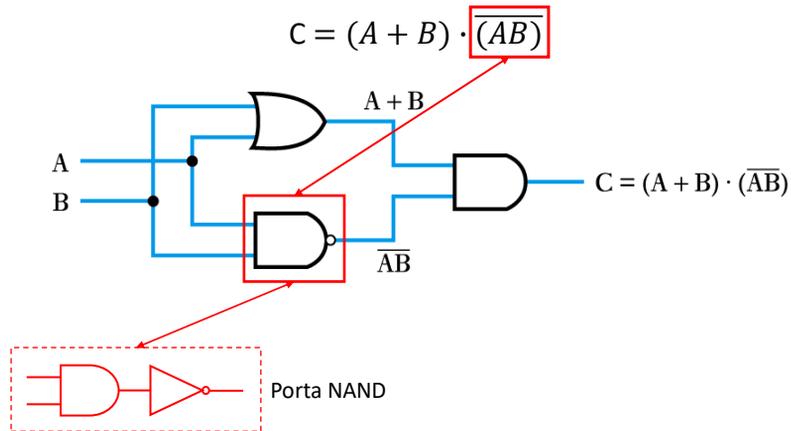
61

Funzioni e circuiti logici



62

Funzioni e circuiti logici



63

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

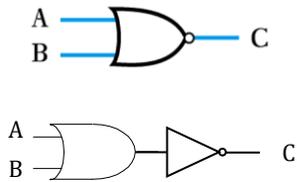
(b) Truth table

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

(c) Boolean expression

64

Altre Porte Logiche: Porta NOR



65

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

66

Mappe

Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati

67

Mappe

[Idb] Cap. 2: sezioni 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 e 2.7

68

Approfondimenti (*facoltativi*)

[Misc] La celebre ordinazione della torta nel film [«Harry ti presento Sally»](#)
<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=wc0vOkW6-90/>

Un video umoristico di [Don McMillan](#) sulla porta logica «Marriage»
https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=zE55_TLgRec