# Logica Booleana e Circuiti

Walter Cazzola

Dipartimento di Informatica e Comunicazione
Università degli Studi di Milano

# Logica Booleana

## Variabili Proposizionali

- Sono degli oggetti che possono assumere uno e uno solo tra i due valori di verità VERO (o True, o 1) e FALSO (o False, o 0).
- Nel seguito le indicheremo usando le lettere minuscole dell'alfabeto latino, mentre useremo i simboli "**1**" e "**0**" per indicare i valori di verità.

# Logica Booleana

## Connettivi e Formule

- I connettivi indicano operazioni logiche tra variabili proposizionali:
  - congiunzione (e, and, $\wedge$)
  - disgiunzione (o, or, $\vee$)
  - negazione (non, not, $\neg$)
- Utilizzando variabili e connettivi (e rispettando opportune regole di sintassi) è possibile costruire formule booleane.

# Logica Booleana

## Tavole di Verità

- Sintetizzano i valori assunti da una formula booleana al variare dei possibili assegnamenti di valori di verità per le variabili proposizionali che compaiono nella formula stessa.
- Hanno tante righe quanti sono i possibili assegnamenti (2 elevato al numero di variabili), mentre il numero di colonne dipende dalla complessità della formula.

# Logica Booleana

## Tavole di Verità

### Congiunzione

| a | b | $a \wedge b$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

**Nota.** True = 1, False = 0.

# Logica Booleana

## Tavole di Verità

### Congiunzione

| a | b | a∧b |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

### Disgiunzione

| a | b | a∨b |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

**Nota.** True = 1, False = 0.

# Logica Booleana

## Tavole di Verità

### Congiunzione

| a | b | $a \wedge b$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

### Disgiunzione

| a | b | $a \vee b$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

### Negazione

| a | $\neg a$ |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

**Nota.** True = 1, False = 0.

# Logica Booleana

## Implicazione

Chiamiamo implicazione tra $a$ e $b$ il risultato della formula $(\neg a \vee b)$.

Per brevità la formula è associata ad un connettivo rappresentato dal simbolo $\longrightarrow$.

| a | b | ¬a | ¬a∨b |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |

a $\longrightarrow$b è vera a meno che $a$ sia vero e $b$ sia falso.

# Logica Booleana

$$f = (a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow a).$$

| a | b | $a \rightarrow b$ | $b \rightarrow a$ | f |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

# Logica Booleana

$f = (a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow a)$.

| a | b | $a \rightarrow b$ | $b \rightarrow a$ | f |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

$f = ((a \rightarrow b) \wedge a) \rightarrow b$.

| a | b | $a \rightarrow b$ | $(a \rightarrow b) \wedge a$ | f |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Nota.** f è una tautologia.

# Logica Booleana

Un Esercizio. Tavola di Verità per $(a \wedge b) \vee \neg c$.

| 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 |

# Logica Booleana

## Un Esercizio. Tavola di Verità per $(a \wedge b) \vee \neg c$.

| a | b | c | ¬c |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

# Logica Booleana

Un Esercizio. Tavola di Verità per $(a \wedge b) \vee \neg c$.

| a | b | c | $\neg c$ | $a \wedge b$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

# Logica Booleana

Un Esercizio. Tavola di Verità per $(a \wedge b) \vee \neg c$.

| a | b | c | $\neg c$ | $a \wedge b$ | $(a \wedge b) \vee \neg c$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$\neg a$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$\neg a \quad \neg b$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$\neg a \quad \neg b \quad \neg c$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?
$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ a

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ a $\neg b$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $a$ $\neg b$ $\neg c$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $(a \wedge \neg b \wedge \neg c)$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $(a \wedge \neg b \wedge \neg c)$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $(a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ a

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $(a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ a b

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga $i$ per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $(a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ a b c

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $(a \wedge \neg b \wedge \neg c)$ $(a \wedge b \wedge c)$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

Quale formula calcola f?

$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c) \vee (a \wedge \neg b \wedge \neg c) \vee (a \wedge b \wedge c)$

# Logica Booleana

## Dalla Tavola di Verità alla Formula.

| a | b | c | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

### Algoritmo di Carnot

Per ogni riga *i* per cui **f** vale 1:

- per ogni variabile **v** la considero:
  - negata se l'input è 0;
  - non negata altrimenti;
- $\mathbf{f}_i$ è la congiunzione ($\wedge$) degli input:

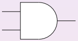
**f** è la disgiunzione ($\vee$) degli $\mathbf{f}_i$ costruiti.

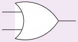
Quale formula calcola f?

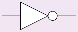
$(\neg a \wedge \neg b \wedge \neg c) \vee (a \wedge \neg b \wedge \neg c) \vee (a \wedge b \wedge c)$

# Circuiti Logici

Sono particolari rappresentazioni di formule booleane, tramite le seguenti porte logiche:

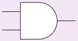
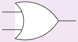
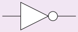
AND: 

OR: 

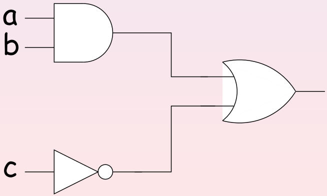
NOT: 

# Circuiti Logici

Sono particolari rappresentazioni di formule booleane, tramite le seguenti porte logiche:

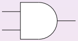
AND:  OR:  NOT: 

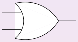
**Esempio di circuito.**

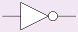


# Circuiti Logici

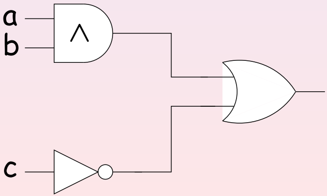
Sono particolari rappresentazioni di formule booleane, tramite le seguenti porte logiche:

AND: 

OR: 

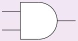
NOT: 

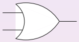
**Esempio di circuito.**

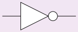


# Circuiti Logici

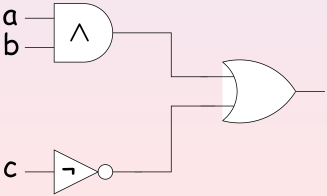
Sono particolari rappresentazioni di formule booleane, tramite le seguenti porte logiche:

AND: 

OR: 

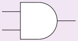
NOT: 

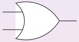
**Esempio di circuito.**

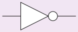


# Circuiti Logici

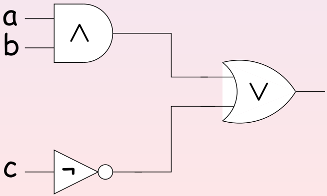
Sono particolari rappresentazioni di formule booleane, tramite le seguenti porte logiche:

AND: 

OR: 

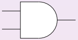
NOT: 

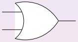
**Esempio di circuito.**

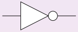


# Circuiti Logici

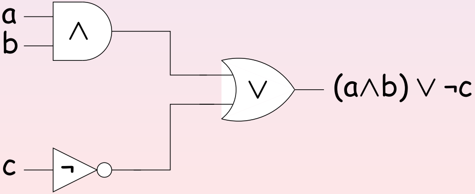
Sono particolari rappresentazioni di formule booleane, tramite le seguenti porte logiche:

AND: 

OR: 

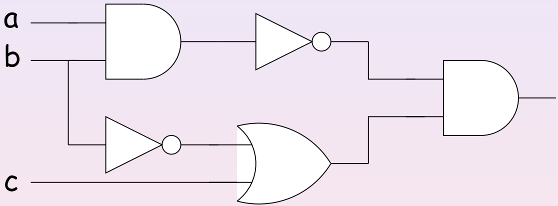
NOT: 

**Esempio di circuito.**



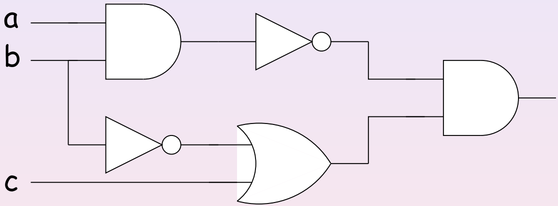
# Circuiti Logici

Un altro esempio di circuito.



# Circuiti Logici

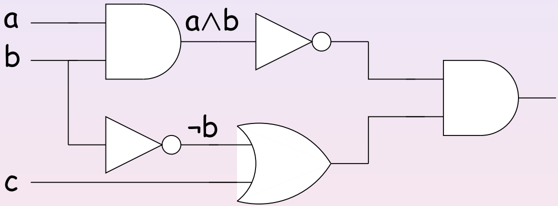
Un altro esempio di circuito.




Che funzione calcola?

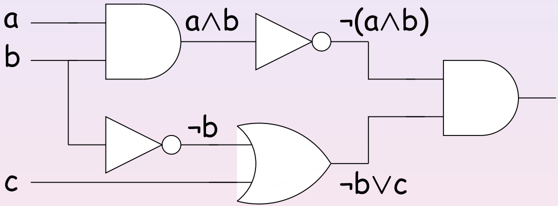
# Circuiti Logici

Un altro esempio di circuito.



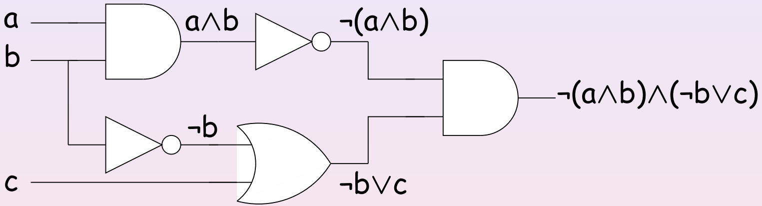
# Circuiti Logici

Un altro esempio di circuito.



# Circuiti Logici

Un altro esempio di circuito.



# Circuiti Logici

**Tavola di Verità per $\neg(a \wedge b) \wedge (\neg b \vee c)$.**

| 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 |

# Circuiti Logici

**Tavola di Verità per $\neg(a \wedge b) \wedge (\neg b \vee c)$.**

| a | b | c | $a \wedge b$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

# Circuiti Logici

**Tavola di Verità per $\neg(a \wedge b) \wedge (\neg b \vee c)$.**

| a | b | c | $a \wedge b$ | $\neg(a \wedge b)$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

# Circuiti Logici

Tavola di Verità per $\neg(a \wedge b) \wedge (\neg b \vee c)$.

| a | b | c | $a \wedge b$ | $\neg(a \wedge b)$ | $\neg b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

# Circuiti Logici

Tavola di Verità per $\neg(a \wedge b) \wedge (\neg b \vee c)$.

| $a$ | $b$ | $c$ | $a \wedge b$ | $\neg(a \wedge b)$ | $\neg b$ | $\neg b \vee c$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

# Circuiti Logici

Tavola di Verità per $\neg(a \wedge b) \wedge (\neg b \vee c)$.

| a | b | c | $a \wedge b$ | $\neg(a \wedge b)$ | $\neg b$ | $\neg b \vee c$ | $\neg(a \wedge b) \wedge (\neg b \vee c)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |