



# Elettrotecnica

## Parte 1: Concetti Fondamentali

Prof . Ing. Giambattista Gruosso, Ph. D.

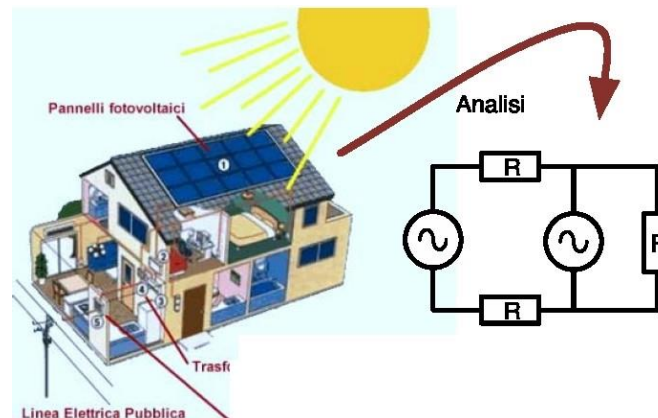
Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria

# Concetti Fondamentali

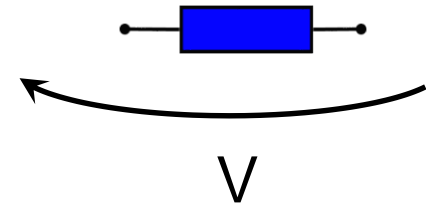
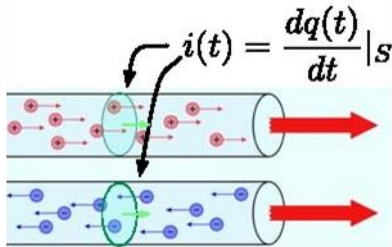
L'Elettrotecnica è la disciplina ingegneristica che studia, attraverso opportuni "modelli", il comportamento elettrico di oggetti fisici reali.

E' possibile rappresentare un oggetto fisico, anche molto complesso, mediante uno o più "elementi idealizzati" detti "componenti".

Una "rete elettrica " o un "circuito elettrico" è una struttura più o meno articolata ottenuta dall'interconnessione di più componenti che consente di descrivere in maniera rigorosa l'insieme di quei fenomeni (macroscopici) che coinvolgono le cariche elettriche e le loro interazioni all'interno dell'oggetto reale.



# Grandezze Descrittive



## Intensità di Corrente:

Quantità di carica che attraversa la sezione del conduttore nell'unità di tempo. Si misura in Ampere [A]

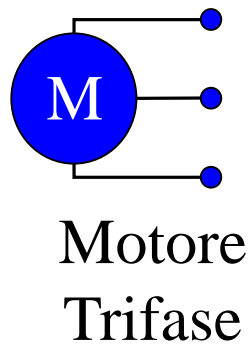
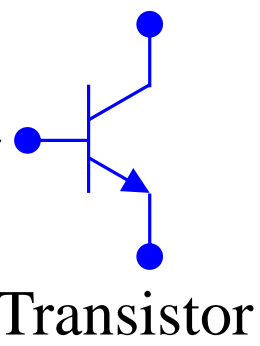
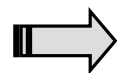
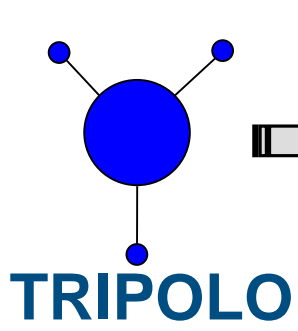
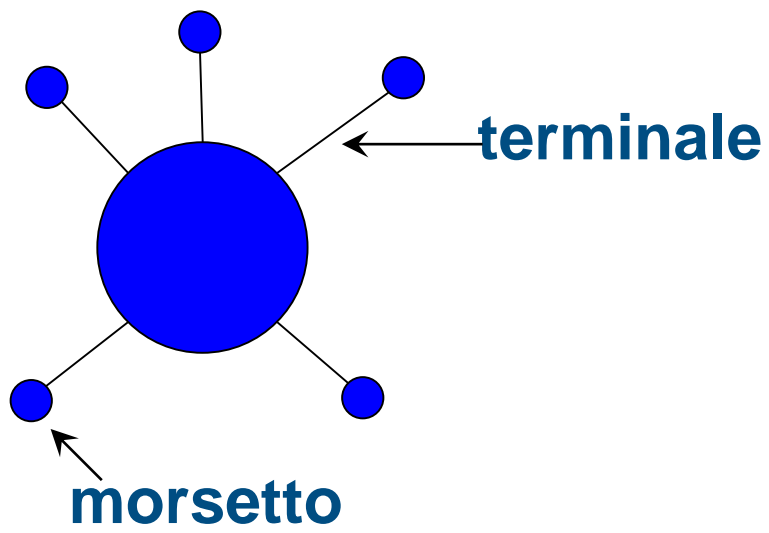
$$I = \frac{dQ}{dt}$$

## Differenza di Potenziale:

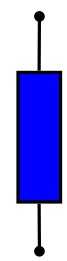
Lavoro che il campo elettrico compie nel portare una carica unitaria da un nodo del circuito ad un altro. Si misura in Volt [V]



# Componenti



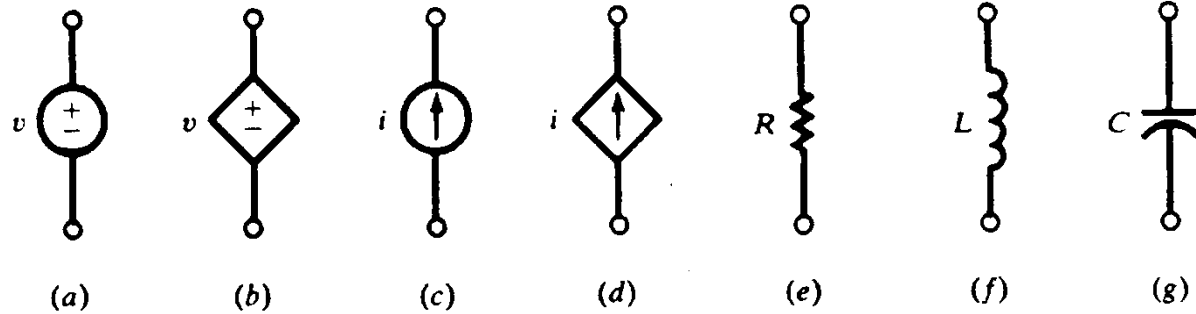
## BIPOLO



# Componenti Fondamentali

Elementi attivi

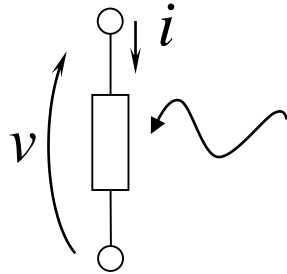
Elementi Passivi



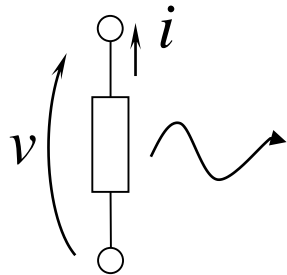
Elementi  
Indipendenti

Elementi  
dipendenti

# Convenzione dei Bipoli



convenzione degli utilizzatori

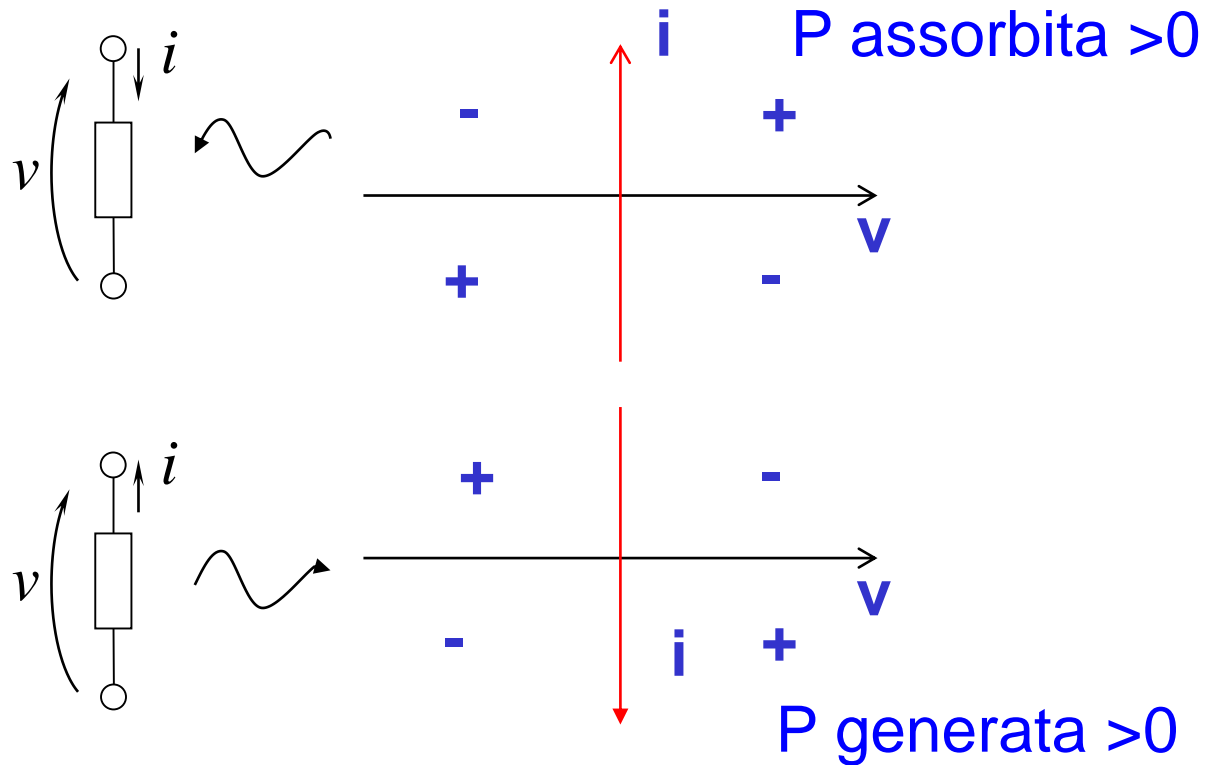


convenzione dei generatori

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \quad \text{Watt [W]}$$

Quale differenza?

# Convenzione dei Bipoli

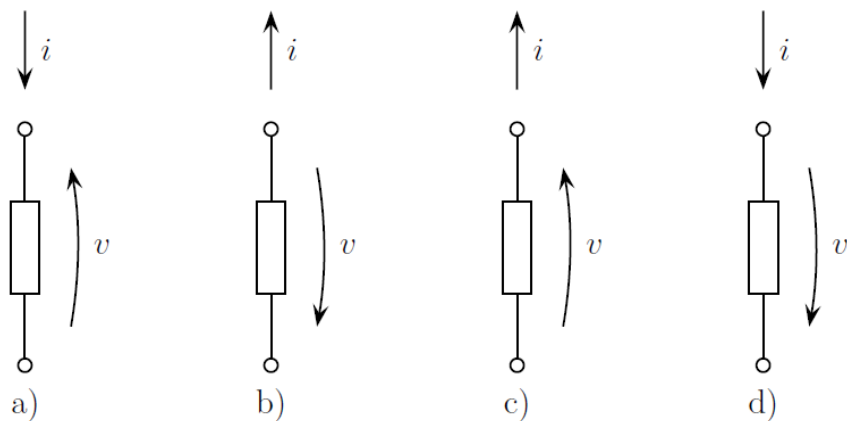


# Quali convenzioni sono queste?

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Grusso

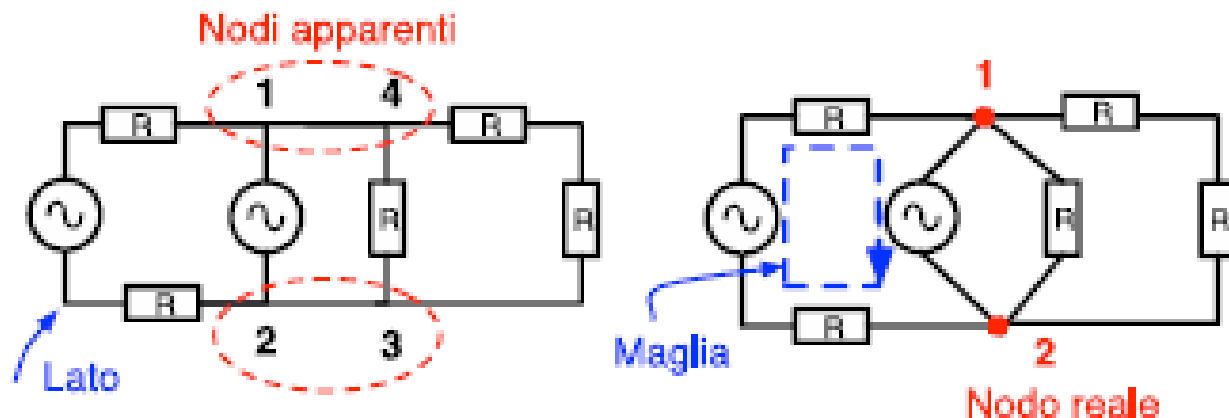


Utilizzatori

Generatori



# Definizione di Nodi e Lati



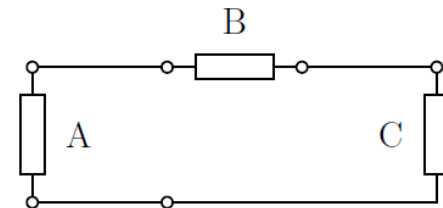
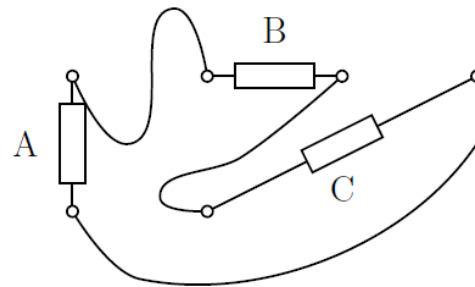
- ❑ Il Nodo è il punto del circuito in cui convergono due o più terminali (o morsetti), il numero di nodi di una rete è solitamente indicato con  $N$
- ❑ Il Lato è l'insieme di bipoli connessi a formare un percorso continuo che consente di collegare un nodo ad un altro nodo, il numero di lati è solitamente indicato con  $L$
- ❑ La Maglia è un percorso chiuso, che si svolge sui lati del circuito, avente inizio e termine nello stesso nodo ed in cui due e solo due lati coincidono" in ciascun nodo.

# NB: non conta come si effettua il disegno del circuito

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Guosso



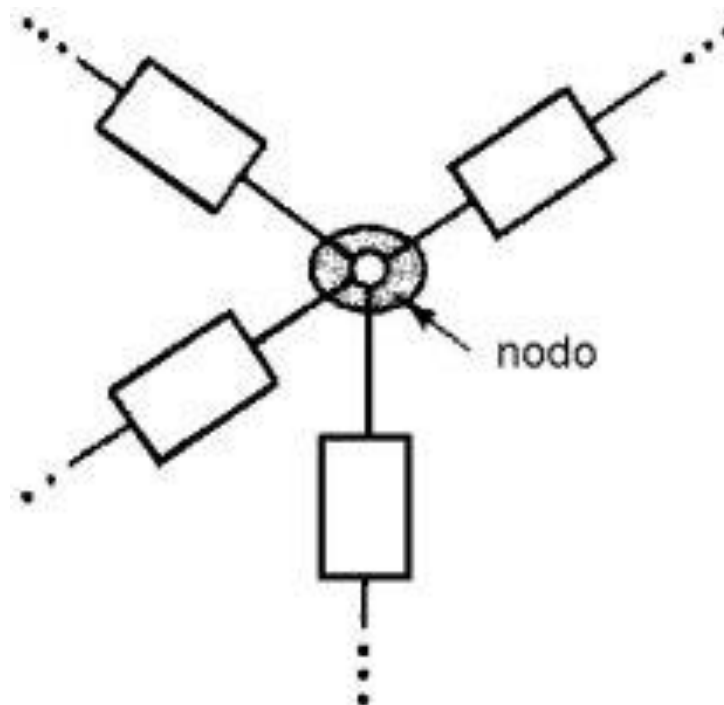
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle correnti

POLITECNICO DI MILANO

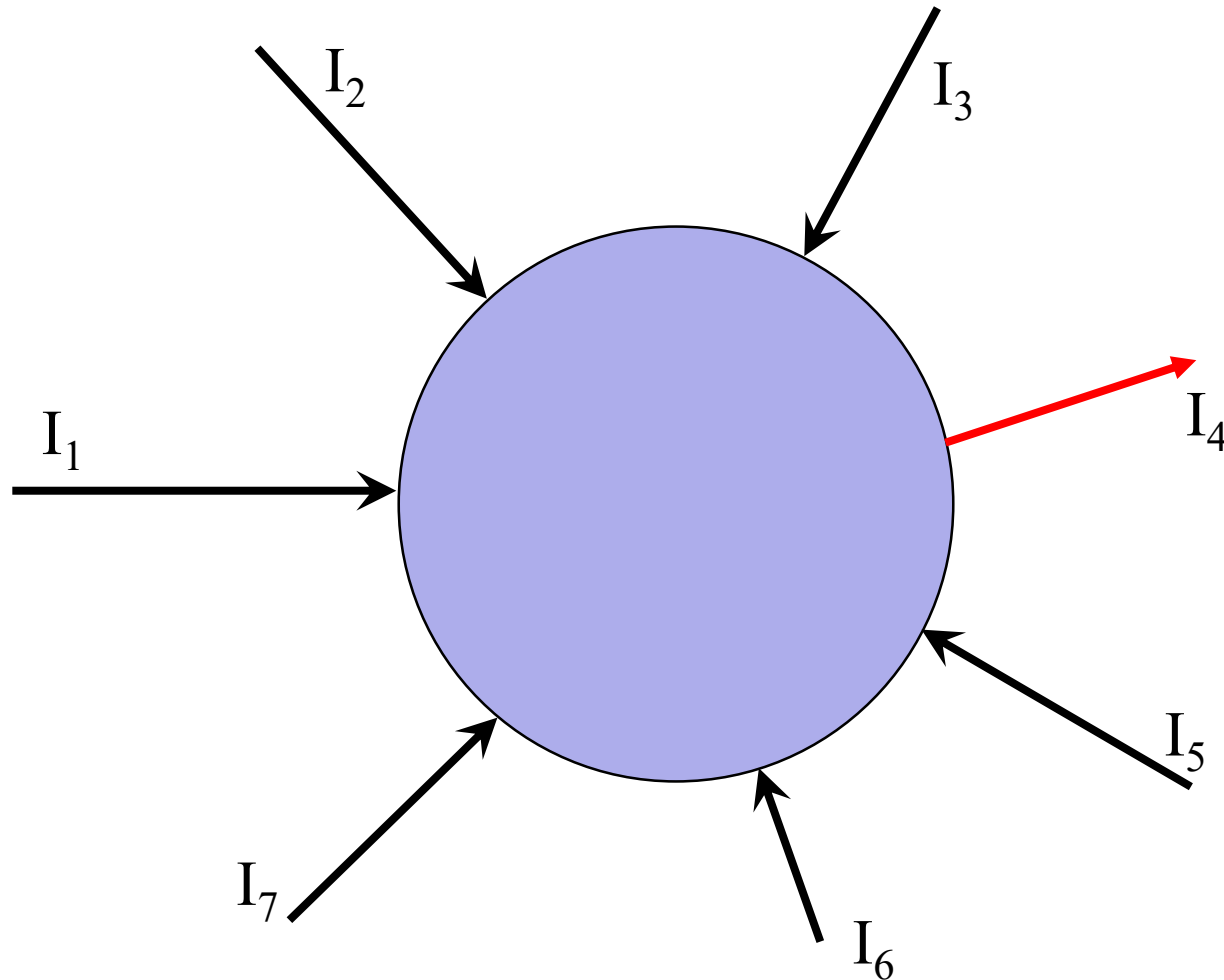


Prof. G. Grusso



# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle correnti



$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 + I_5 + I_6 + I_7 = 0$$

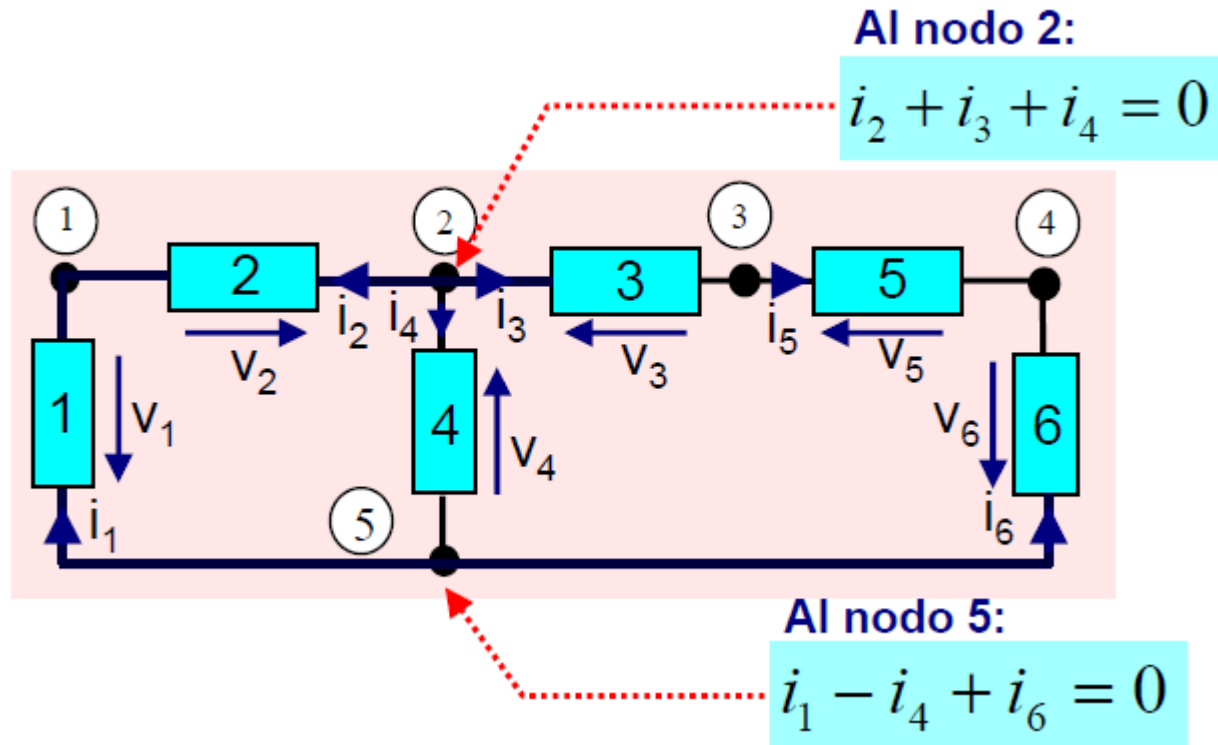
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Correnti

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Gruosso



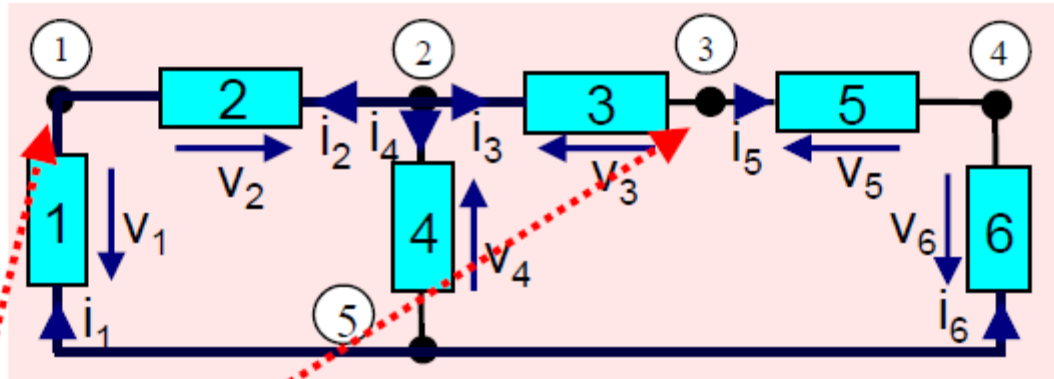
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Correnti : pseudonodi

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Gruosso



Al nodo 1:  $i_1 + i_2 = 0 \rightarrow i_1 = -i_2$

Al nodo 3:  $i_3 - i_5 = 0 \rightarrow i_3 = i_5$

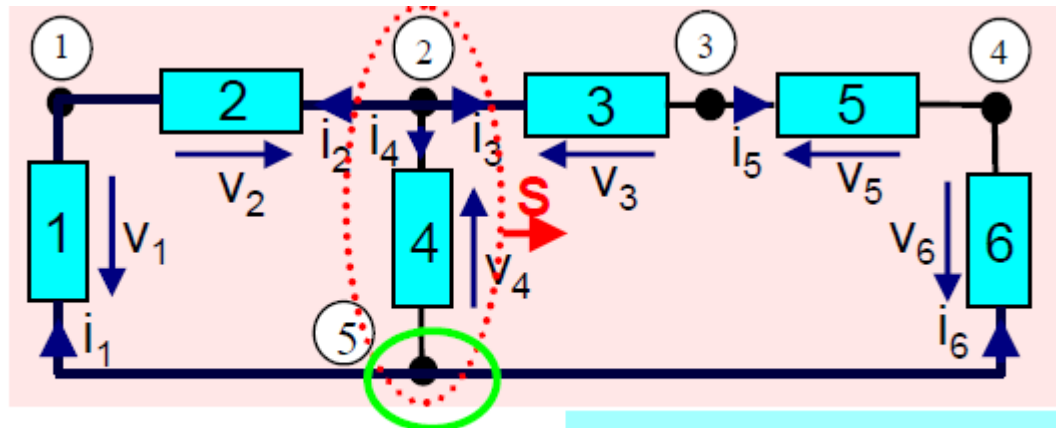
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Correnti : Estensione concetto di nodo

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Gruosso



Su **S** (include i nodi 2 e 5):  $i_1 + i_2 + i_3 + i_6 = 0$

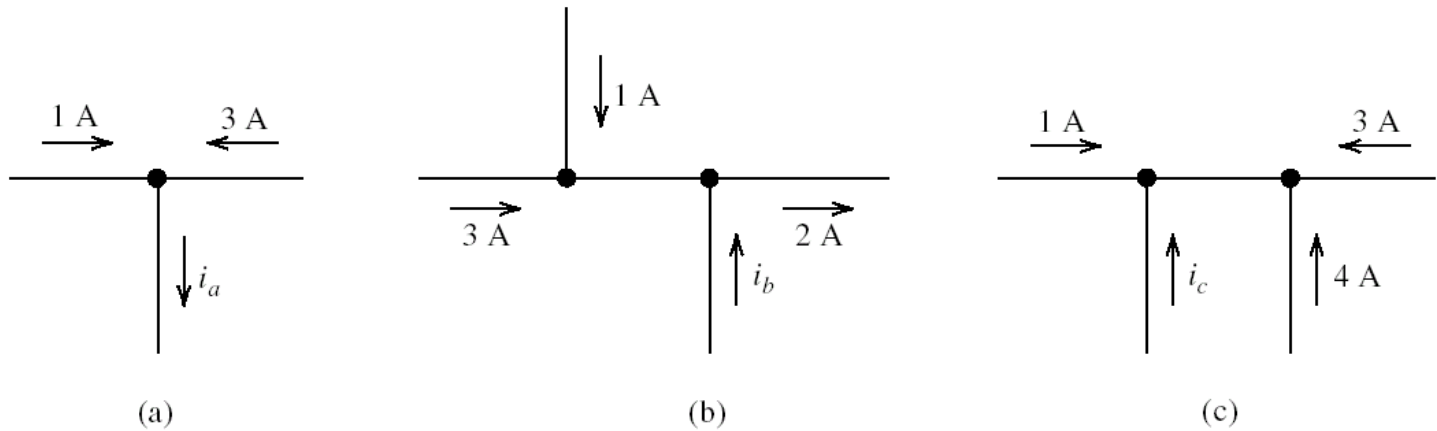
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Correnti : Estensione concetto di nodo

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Guosso





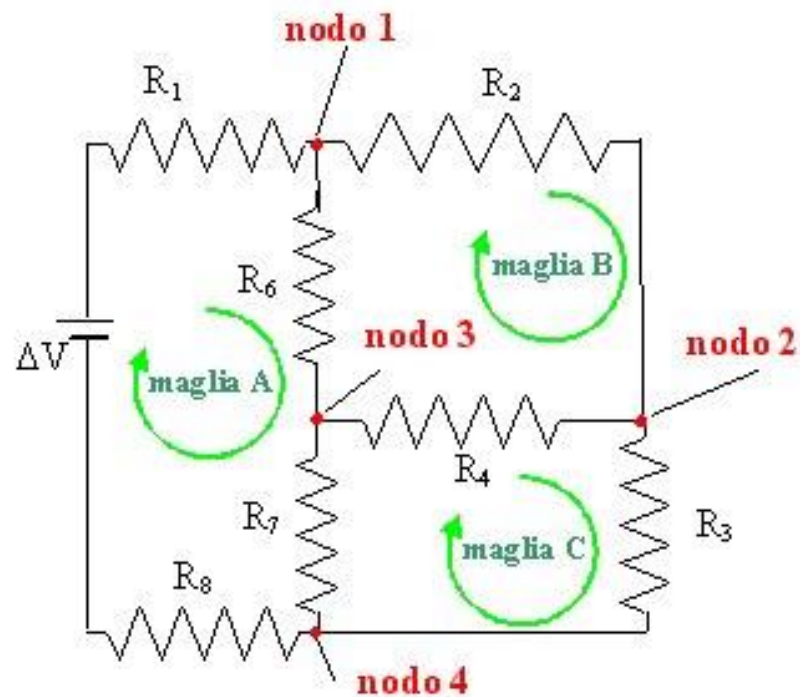
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Tensioni

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Grusso



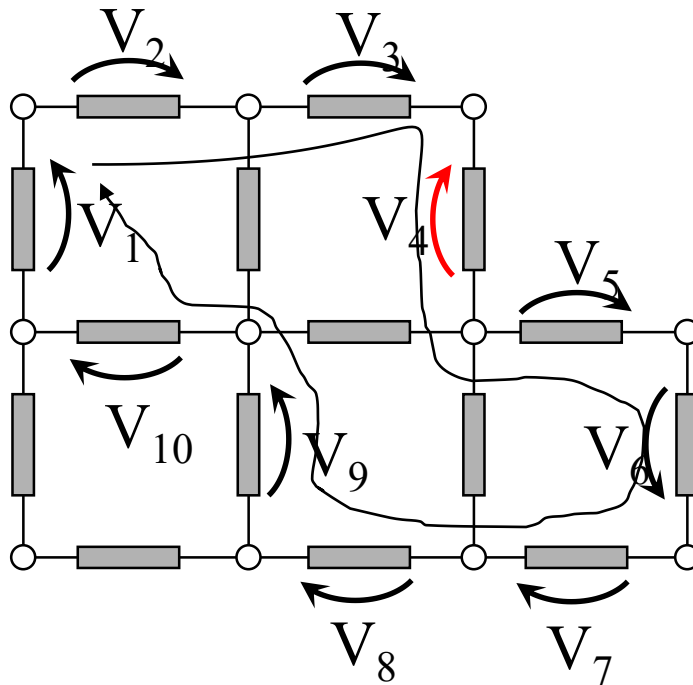
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Tensioni

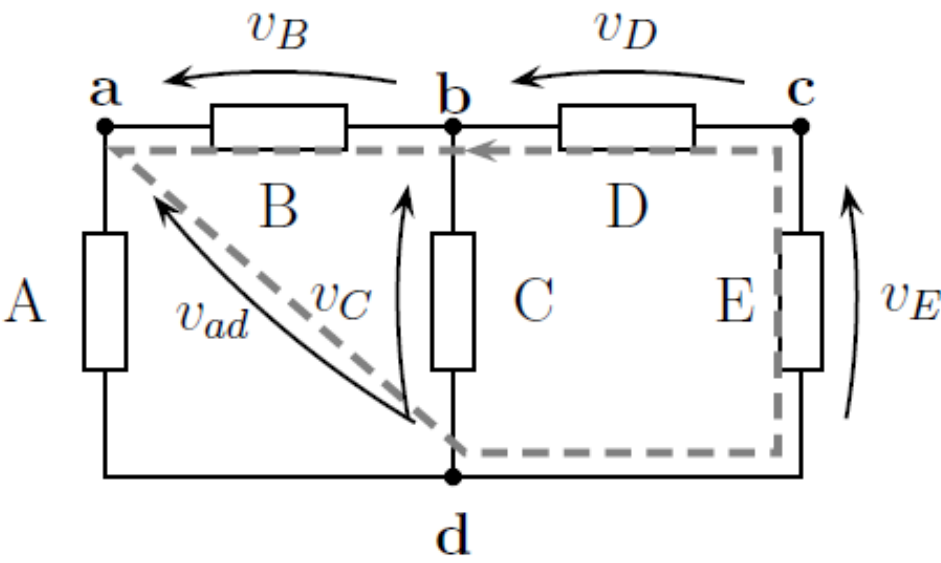
POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Grusso



$$V_1 + V_2 + V_3 - V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} = 0$$



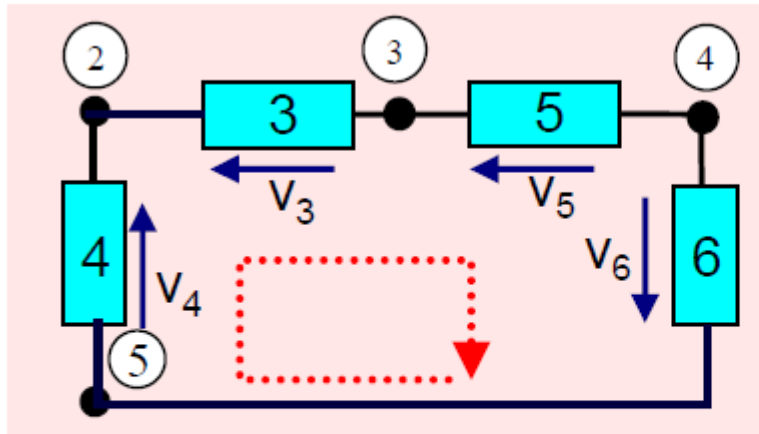
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Tensioni

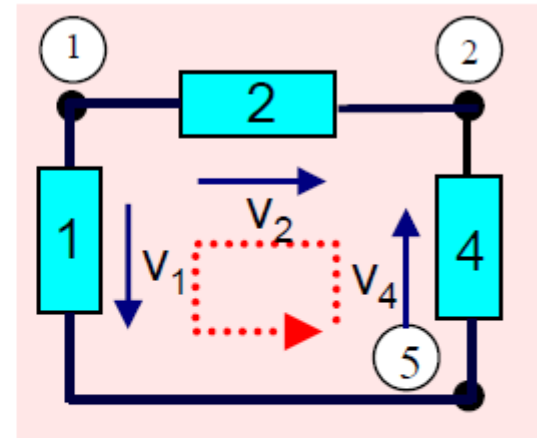
POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Gruosso



$$v_4 - v_3 - v_5 + v_6 = 0$$



$$v_4 - v_2 + v_1 = 0$$

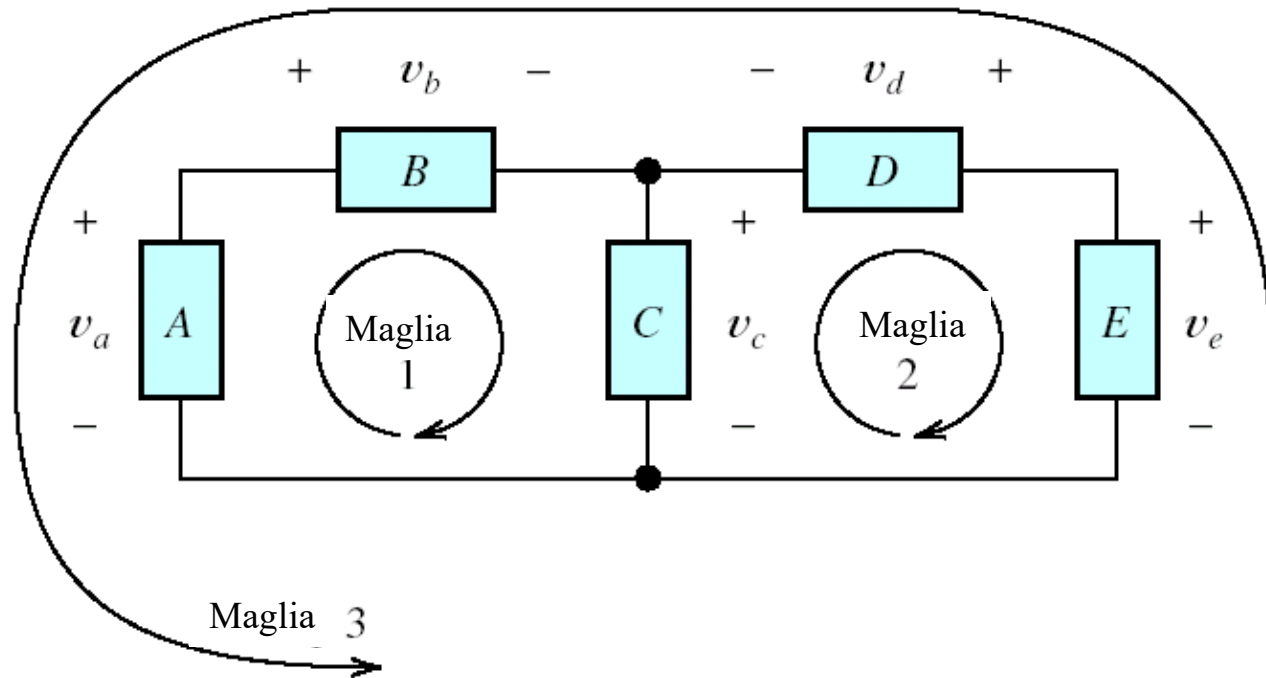
# Leggi Fondamentali

## Legge di Kirchhoff delle Tensioni

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Grusso



# Leggi Fondamentali

POLITECNICO DI MILANO



**Le LKC e LKT non dipendono dalla struttura interna dei componenti, ma solo dal modo in cui essi sono collegati (topologia del circuito).**

**Si tratta di equazioni lineari, algebriche ed a coefficienti costanti.**

Prof. G. Gruosso

# Leggi Fondamentali

## Teorema di Conservazione della potenza (Teorema di Tellegen)

POLITECNICO DI MILANO



Siano:

$\{i_k\}$  un sistema di correnti soluzione di un circuito

$\{v_k\}$  un sistema di tensioni soluzione dello stesso circuito

Risulta:

$$\sum_k v_k i_k = 0$$

$$\sum_k P_k = 0$$

# Leggi Fondamentali

Una equazione di un sistema si dice indipendente quando non contiene informazioni già contenute in altre equazioni del sistema.

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0 \quad (a)$$

$$x_2 - 3x_3 = 0 \quad (b)$$

$$x_1 + 2x_2 - x_3 = 0 \quad (a) + (b)$$



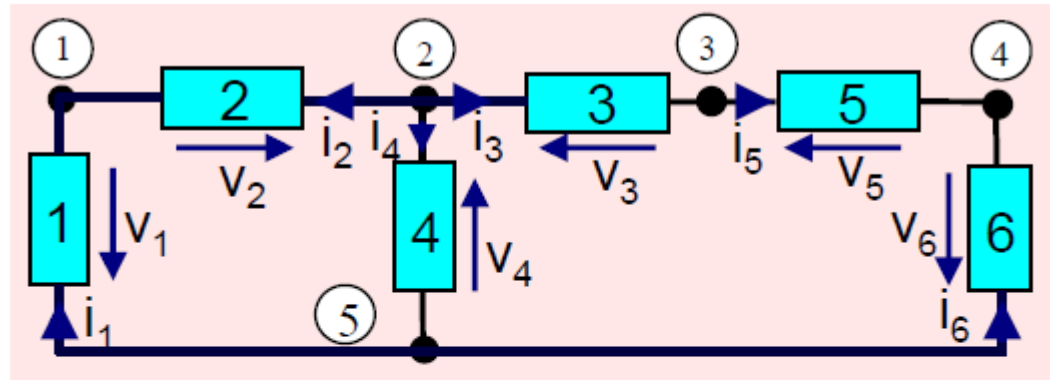


# Leggi Fondamentali

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Gruosso



Legge di Kirchhoff per le correnti: se ne possono scrivere almeno tante quanti sono i nodi.

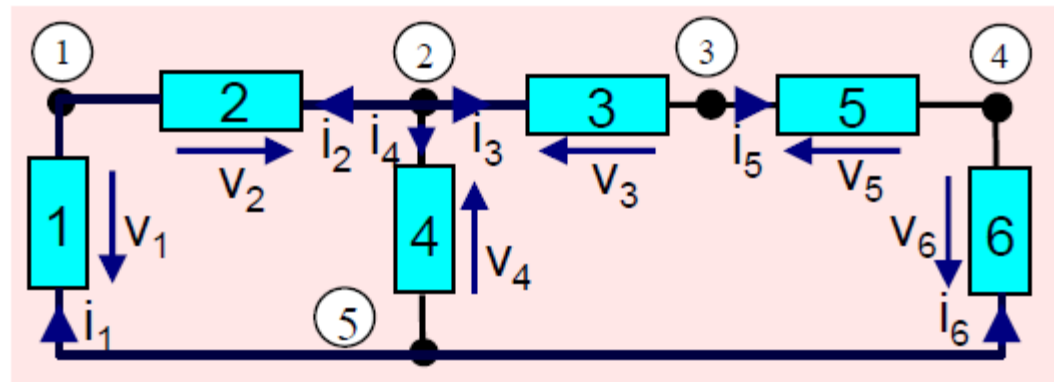
Legge di Kirchhoff per le tensioni: se ne possono scrivere tante quante sono le maglie.

# Leggi Fondamentali

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Gruosso



**Non tutte le LKC sono indipendenti**

nodo 2:  $-i_1 + i_3 + i_4 = 0$

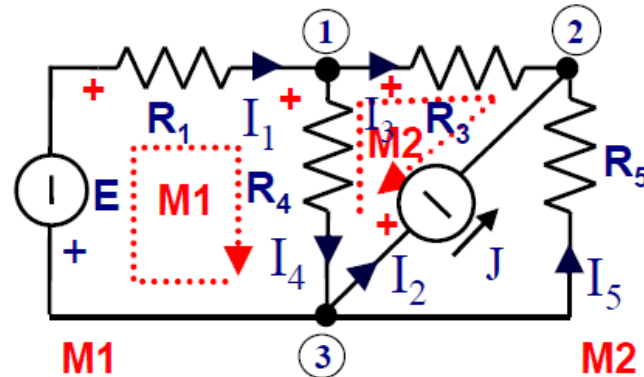
nodo 5:  $i_1 - i_3 - i_4 = 0$



**Equazione non indipendente**

# Leggi Fondamentali

Non tutte le LKT sono indipendenti

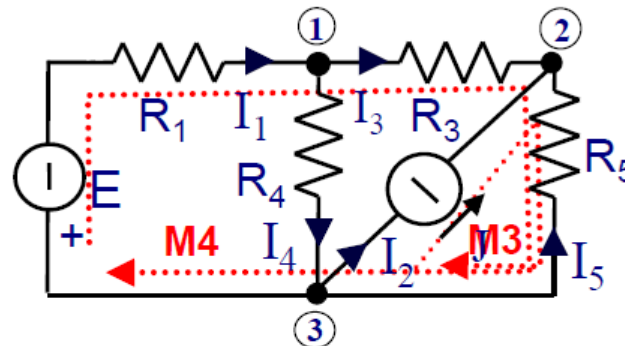


**M1**

$$-V_E - V_{R1} - V_{R4} = 0$$

**M2**

$$-V_{R3} + V_J + V_{R4} = 0$$



**M3**  $-V_j + V_{R5} = 0$

**M4**  $-V_E - V_{R1} - V_{R3} + V_{R5} = 0$



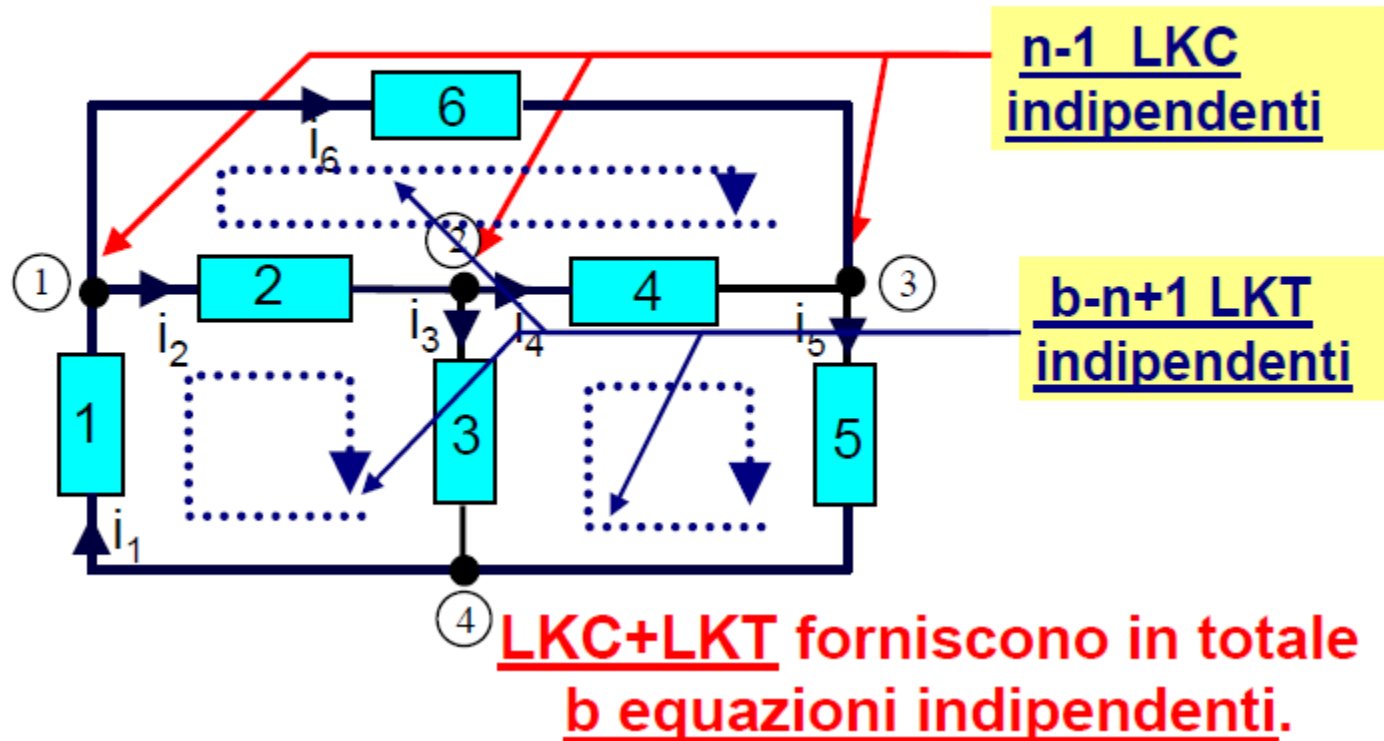
# Leggi Fondamentali

POLITECNICO DI MILANO



Prof. G. Guosso

In un circuito con  $n$  nodi e  $b$  lati si possono scrivere:



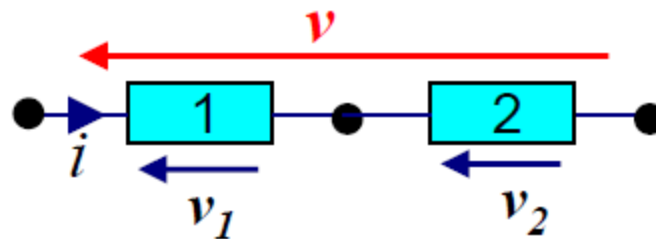
# Collegamenti tra i bipoli

POLITECNICO DI MILANO



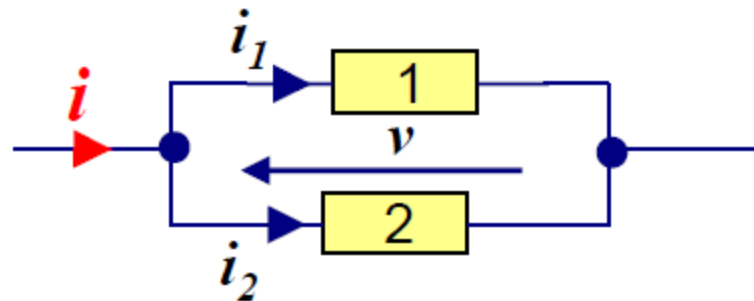
Prof. G. Gruosso

## Collegamento in serie



$$\begin{cases} i_1 = i_2 = i \\ v = v_1 + v_2 \end{cases}$$

## Collegamento in parallelo



$$\begin{cases} v_1 = v_2 = v \\ i = i_1 + i_2 \end{cases}$$