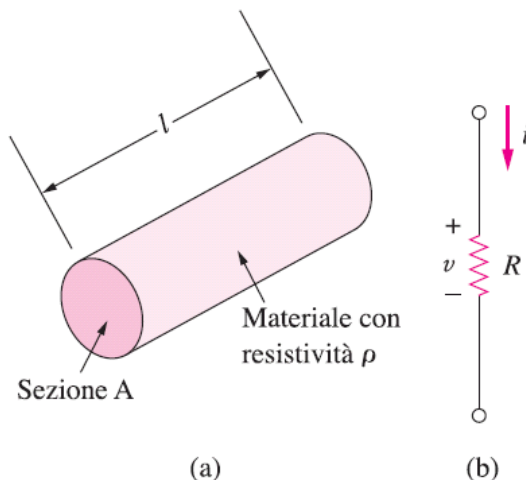


# Leggi fondamentali

# Legge di Ohm

La **legge di Ohm** afferma che la tensione  $v$  su un resistore è direttamente proporzionale alla corrente  $i$  che scorre nel resistore.



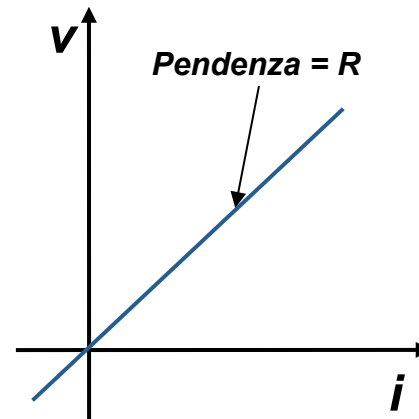
$$R = \rho \frac{l}{A} \quad [\Omega]$$

$\rho$ : resistività del materiale [ $\Omega \cdot \text{m}$ ]

$l$ : lunghezza del materiale [m]

$A$ : sezione del materiale [ $\text{m}^2$ ]

$$v \propto i \quad \Rightarrow \quad v = iR$$



# Legge di Ohm

La **resistenza R** di un elemento denota la sua proprietà di opporsi al passaggio di corrente elettrica e si misura in **ohm ( $\Omega$ )**.

$$R = \frac{v}{i} \qquad \left[ 1\Omega = \frac{1V}{1A} \right]$$

La **conduttanza G** è la capacità di un elemento di condurre la corrente elettrica e si misura in **siemens (S)**.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{i}{v} \qquad \left[ 1S = \frac{1A}{1V} \right]$$

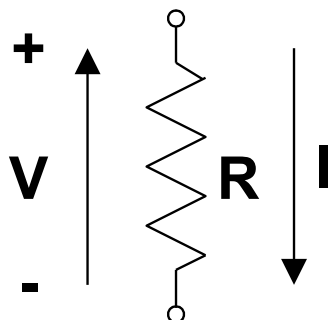
# Legge di Ohm

N.B. I versi della tensione e della corrente ai capi di un resistore possono essere scelti arbitrariamente!

Non c'è una scelta giusta e una sbagliata!

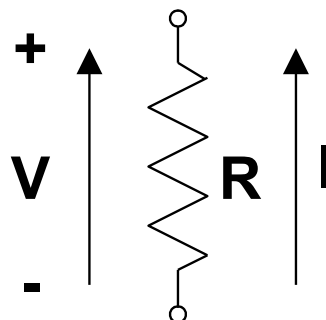
L'importante è applicare la legge di Ohm col segno corretto!

Convenzione  
degli utilizzatori



$$V=RI$$

Convenzione dei  
generatori

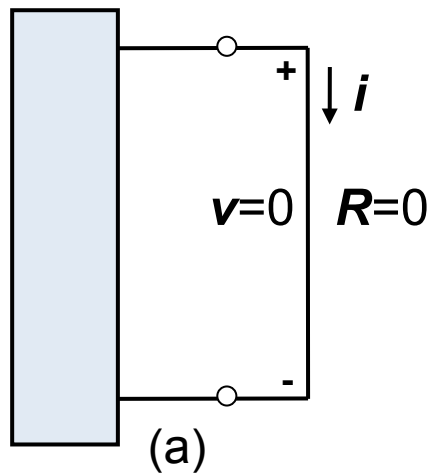


$$V=-RI$$

Di solito, si preferisce utilizzare la convenzione degli utilizzatori in modo tale da avere un segno positivo nella legge di Ohm.

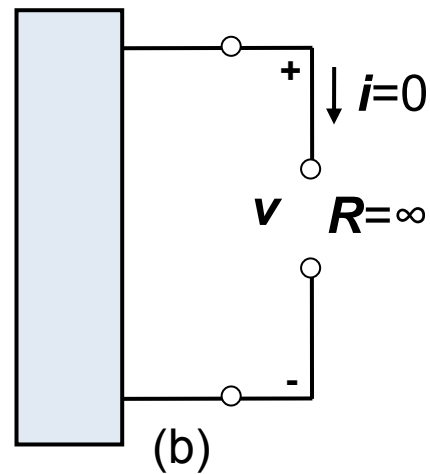
# Circuito aperto e corto circuito

**Corto circuito**



$$v = iR = 0$$

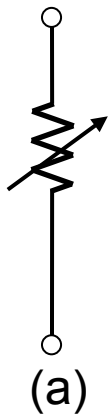
**Circuito aperto**



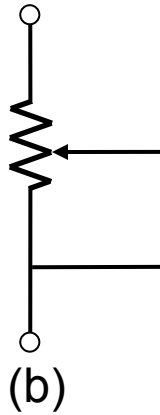
$$i = \lim_{R \rightarrow \infty} \frac{v}{R} = 0$$

# Resistori

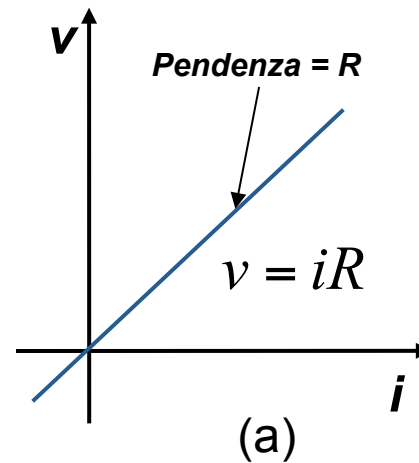
Resistore  
variabile



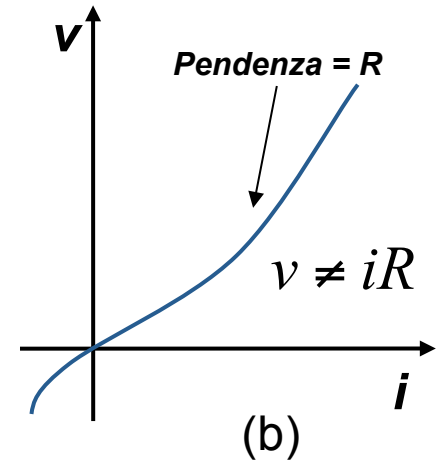
Potenziometro



Resistore lineare



Resistore non lineare

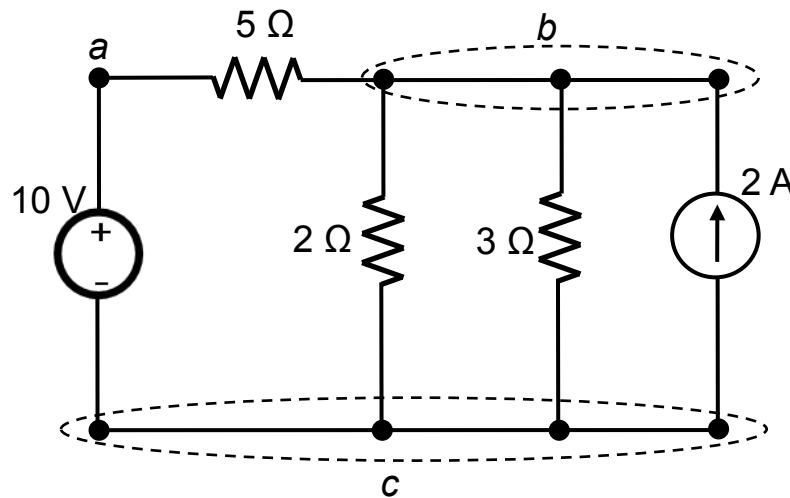


# Nodi, rami e maglie

Un **ramo** rappresenta un singolo elemento attivo o passivo, quale ad esempio un generatore di tensione o un resistore.

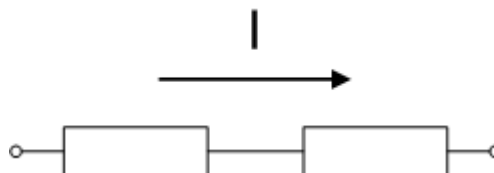
Un **nodo** è il punto di connessione di due o più rami.

Una **maglia** è un qualunque percorso chiuso in un circuito.

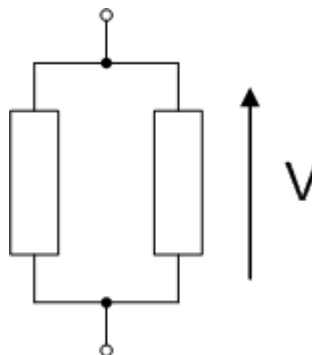


# Collegamenti serie e parallelo

Due o più elementi sono detti in **serie** se sono concatenati, cioè condividono a due a due un nodo in maniera esclusiva, e quindi sono percorsi dalla stessa corrente.



Due o più elementi sono detti in **parallelo** se sono collegati alla stessa coppia di nodi, e quindi hanno la stessa tensione.





# Legge di Kirchhoff delle correnti (KCL)

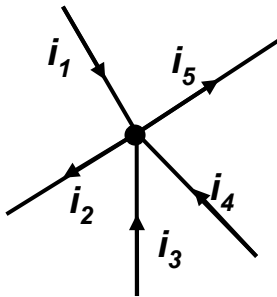
Dalla legge di conservazione della carica deriva la prima legge di Kirchhoff

La legge di Kirchhoff delle correnti (KCL) stabilisce che la somma algebrica delle correnti che entrano in un nodo (o in una superficie chiusa) è zero.

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0$$

N: rami connessi al nodo

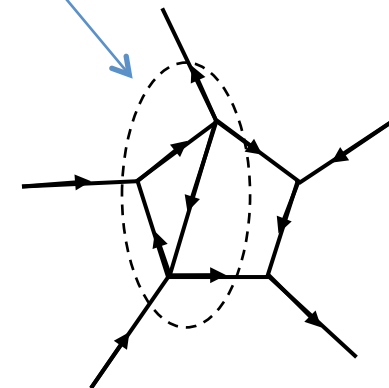
$i_n$ : n-esima corrente che entra o esce dal nodo



$$i_1 - i_2 + i_3 + i_4 - i_5 = 0$$

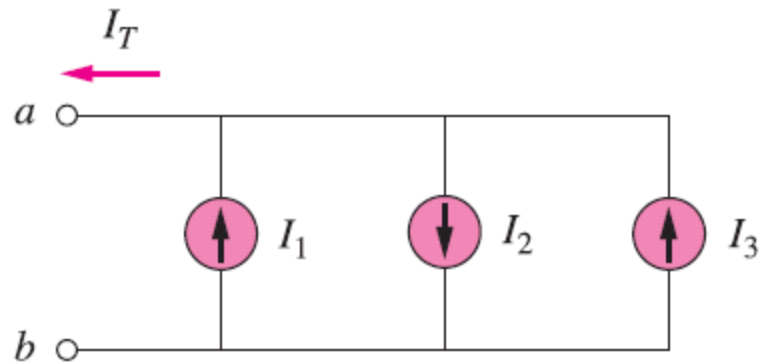
$$\Rightarrow i_1 + i_3 + i_4 = i_2 + i_5$$

Superficie chiusa

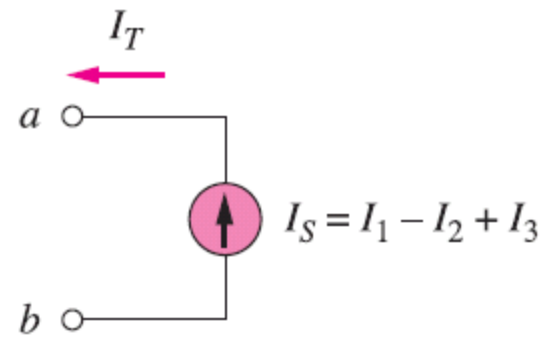


Somma delle correnti entranti = Somma delle correnti uscenti

# Generatori di corrente in parallelo



(a)



(b)

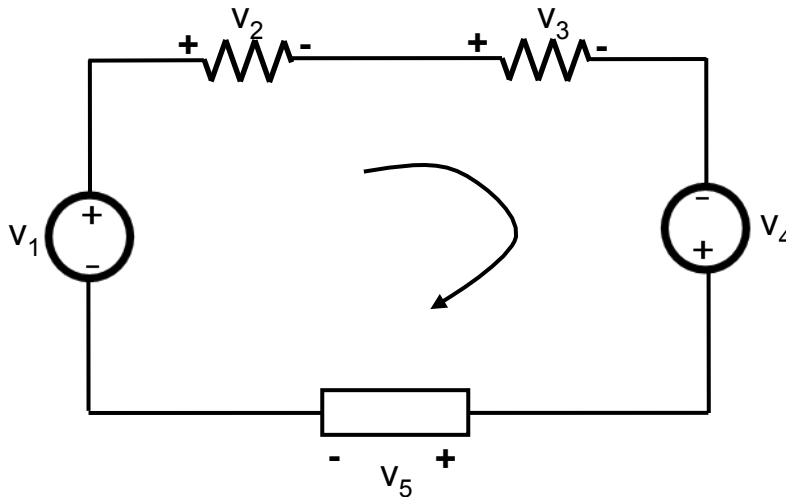
# Legge di Kirchhoff delle tensioni (KVL)

Dal principio di conservazione dell'energia deriva la **seconda legge di Kirchhoff**

La **legge di Kirchhoff delle tensioni (KVL)** stabilisce che la somma algebrica delle tensioni lungo un percorso chiuso (o maglia) è zero.

$$\sum_{m=1}^M v_m = 0$$

M: numero di tensioni (o rami) nella maglia  
 $v_m$ : m-esima tensione

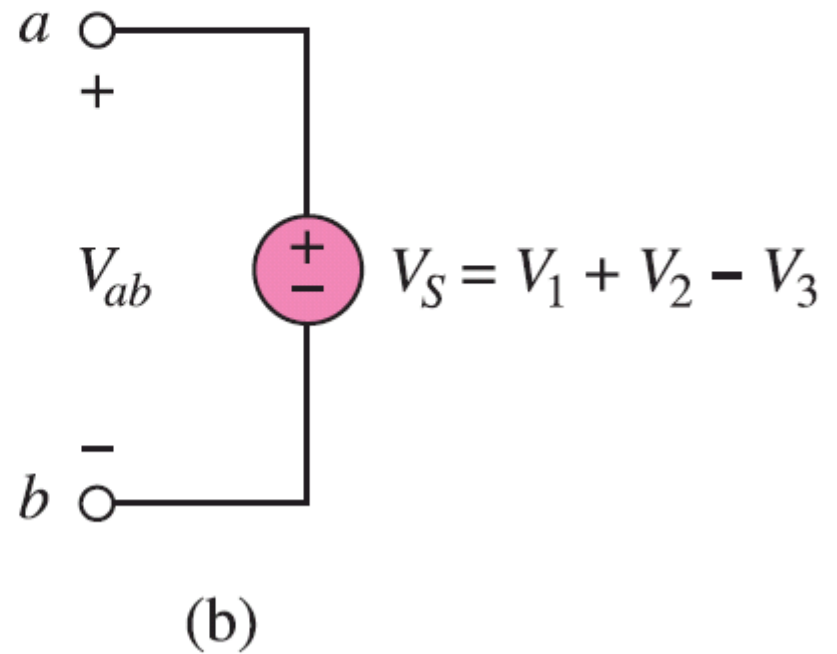
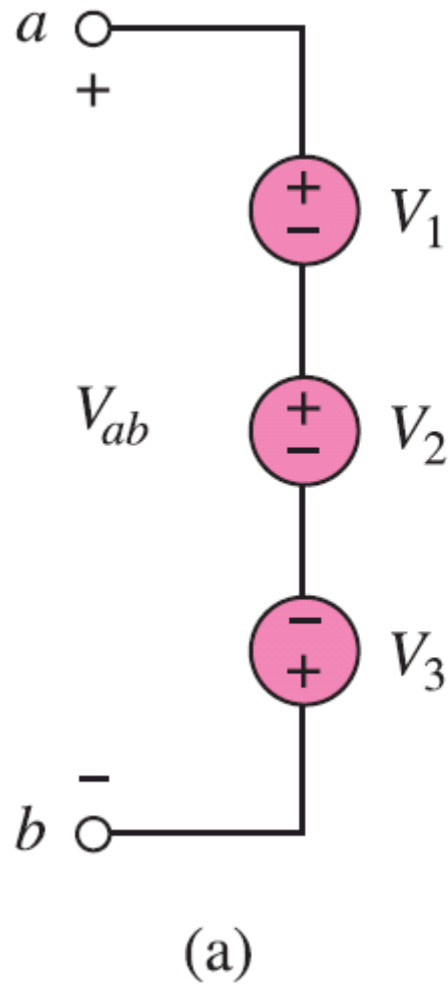


$$-v_1 + v_2 + v_3 - v_4 + v_5 = 0$$

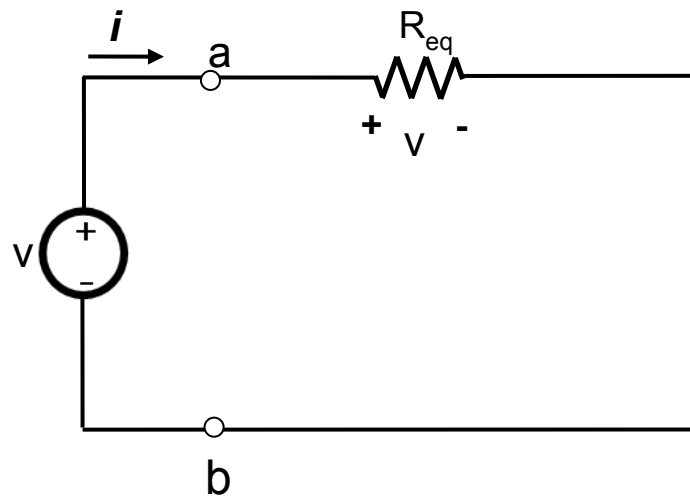
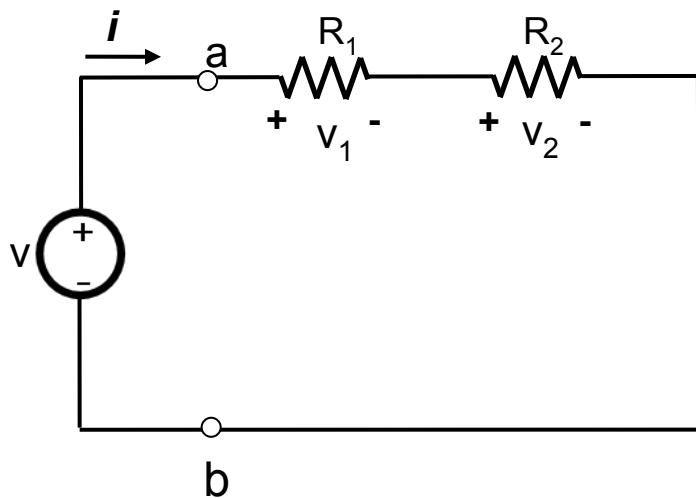
$$\Rightarrow v_1 + v_4 = v_2 + v_3 + v_5$$

Somma delle cadute di tensione = Somma degli aumenti di tensione.

# Generatori di tensione in serie



# Resistori in serie

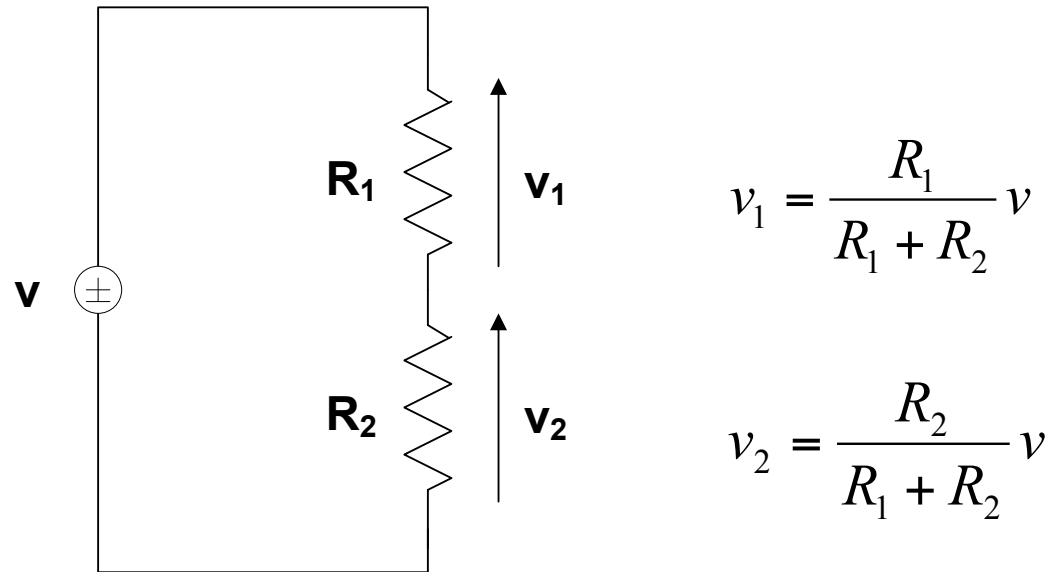


$$\begin{cases} v = v_1 + v_2 = i(R_1 + R_2) \\ v = iR_{eq} \end{cases} \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2$$

La resistenza equivalente di un numero qualsiasi di resistori collegati in serie è pari alla somma delle singole resistenze.

$$R_{eq} = R_1 + R_1 + \cdots + R_N = \sum_{n=1}^N R_n$$

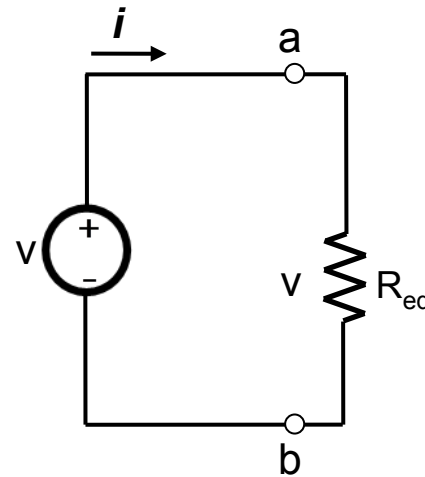
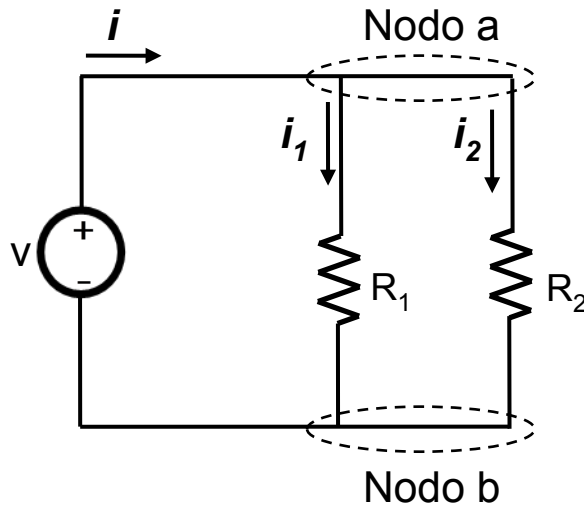
# Partitore di tensione



La tensione ai capi di una serie di resistori si ripartisce in maniera direttamente proporzionale alle loro resistenze.

$$v_n = \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n} v$$

# Resistori in parallelo



$$\begin{cases} i = i_1 + i_2 = \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} \\ i = \frac{v}{R_{eq}} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

La resistenza equivalente di due resistori collegati in parallelo è pari al prodotto delle resistenze diviso la loro somma.

$$\frac{\min(R_1, R_2)}{2} \leq R_{eq} < \min(R_1, R_2)$$

# Resistori in parallelo

Per N resistori in parallelo:

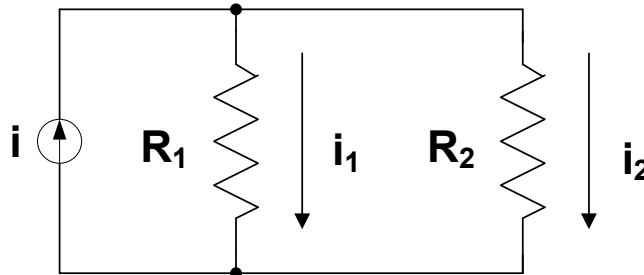
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_N}$$

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \cdots + G_N$$

La conduttanza equivalente di resistori collegati in parallelo è pari alla somma delle singole conduttanze.



# Partitore di corrente



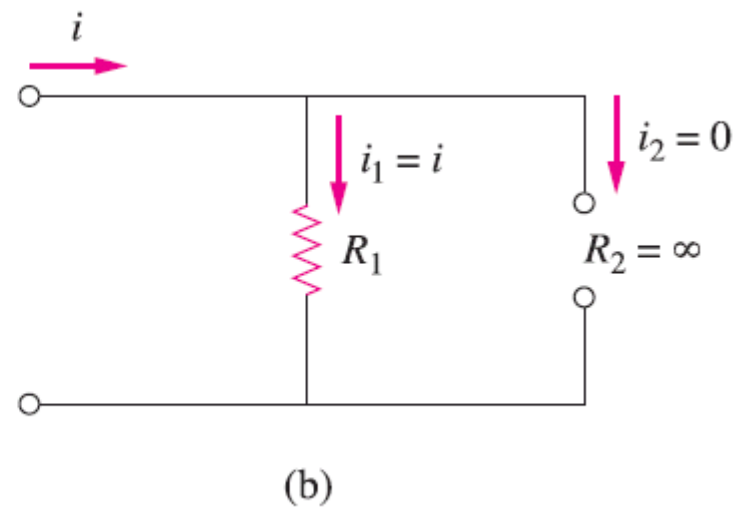
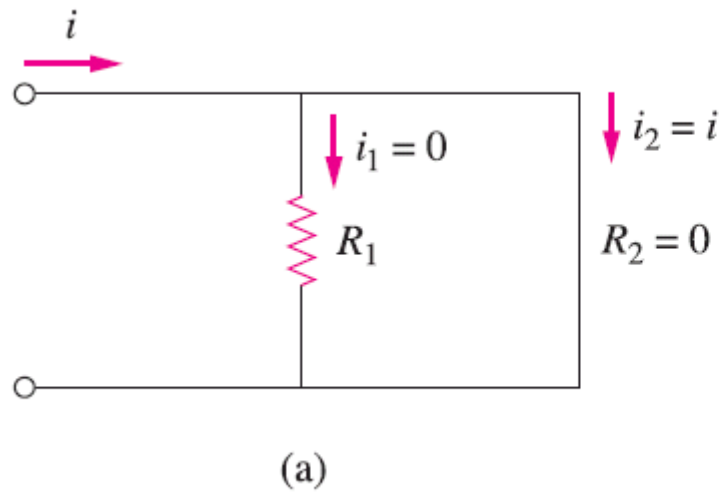
$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i = \frac{G_1}{G_1 + G_2} i$$

$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i = \frac{G_2}{G_1 + G_2} i$$

La corrente entrante in un parallelo di resistori si ripartisce in maniera inversamente proporzionale alle loro resistenze.

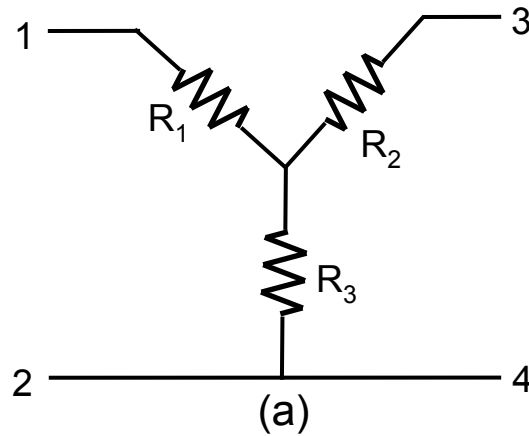
$$i_n = \frac{G_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} i$$

# Partitore di corrente

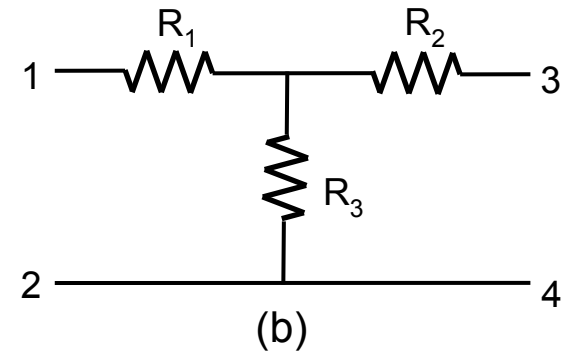


# Trasformazioni stella-triangolo

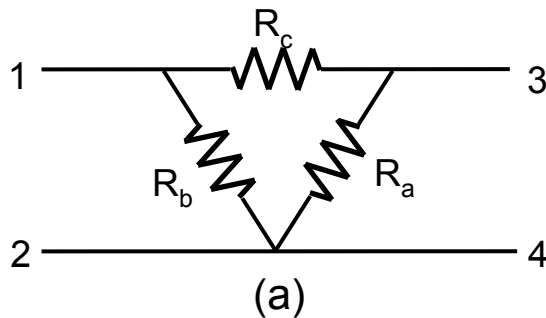
**STELLA**



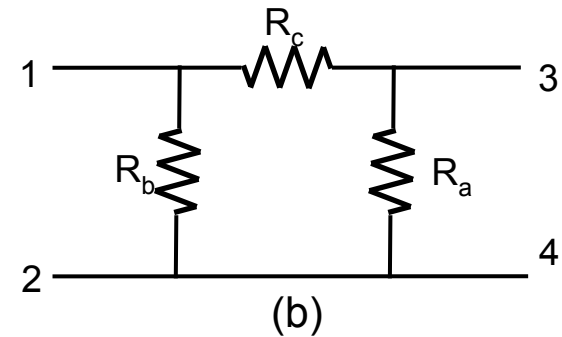
**T**



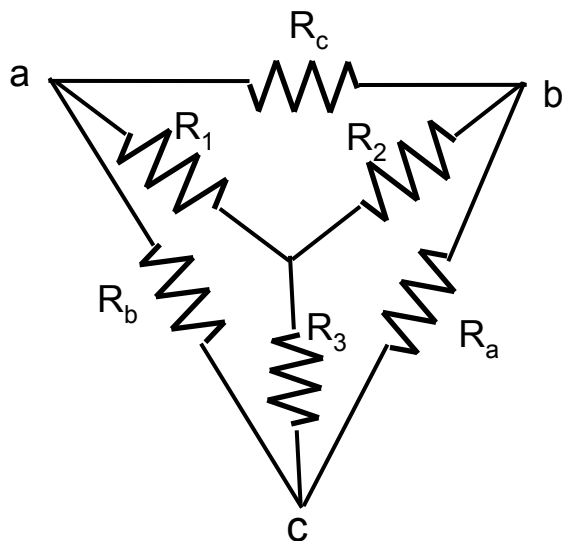
**TRIANGOLO**



**$\Pi$**



# Trasformazioni stella-triangolo



$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_a = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$$

$$R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_b = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}$$

$$R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_c = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$$

Ciascun resistore della rete a **stella** è il prodotto dei resistori nei due rami adiacenti delle rete a triangolo, diviso per la somma dei tre resistori del triangolo.

Ciascun resistore della rete a **triangolo** è pari alla somma di tutti i prodotti dei resistori della stella presi a due a due, divisa per il resistore ad esso opposto nella stella.

$$R_Y = \frac{R_{\Delta}}{3} \rightarrow R_{\Delta} = 3 R_Y$$