

# Generatore di fem

Dispositivo capace di mantenere un d.d.p. costante ai capi di un conduttore percorso da corrente.

**fem** come lavoro svolto sull'unità di carica si misura in **Volt**

Lavoro può essere di diversa natura: meccanica(dinamo, alternatori..), chimica(pile, accumulatori)  
luminosa(celle voltaiche)

Passaggio di corrente ---> dissipazione per effetto Joule; il generatore fornisce questa energia

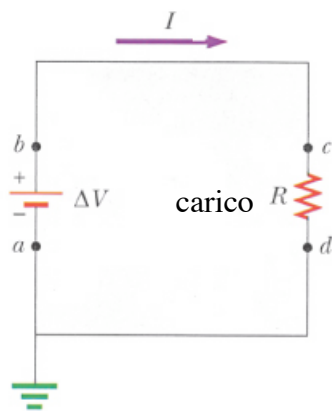
a,b morsetti del generatore

Se  $I=0$   $\Delta V = \text{fem}$  tensione a circuito aperto

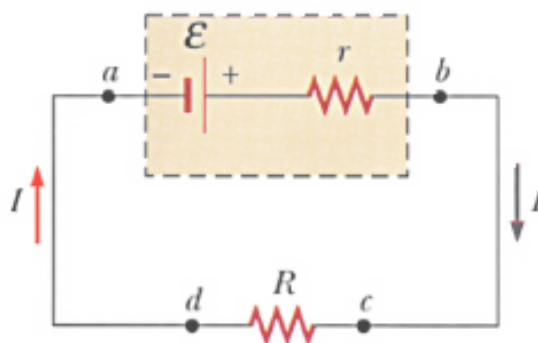
$$V_b - V_a = \Delta V = \mathcal{E} - Ir \quad I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$$

$$P = I\mathcal{E} = I^2R + I^2r$$

pot	carico	res
batt	est	int



Generatore reale  $r \neq 0$



Adattamento carico

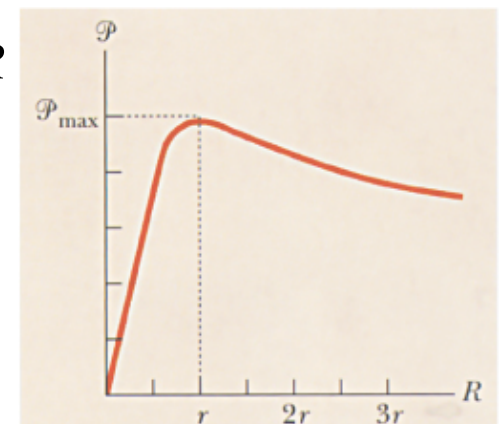
Max potenza trasferita a carico?

$$r = R$$

$$W_R = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{(r + R)^2} R$$

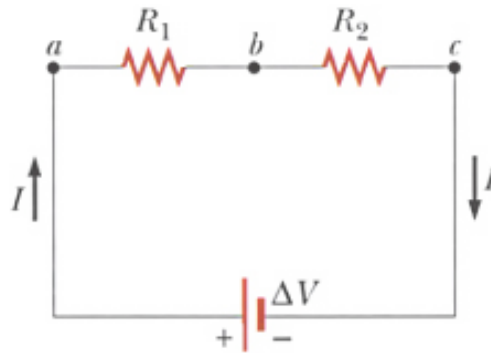
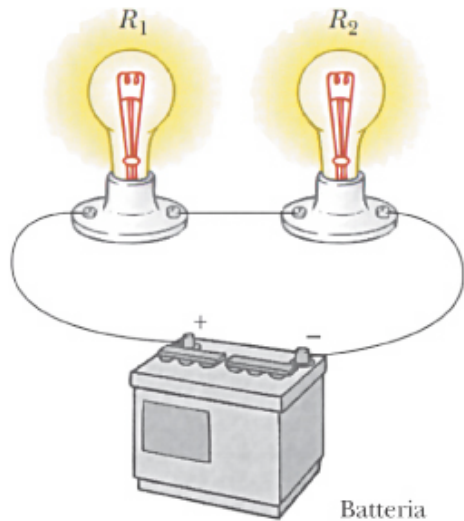
$$dP/dR = 0 \rightarrow r = R$$

$$P(r=R) = \mathcal{E}^2 / 4r$$

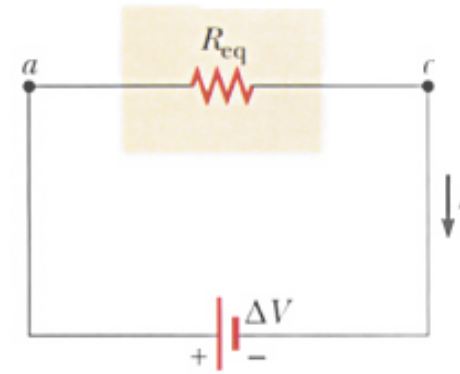


Ettore Focardi

# Collegamento di resistenze in serie



(b)



(c)

Corrente che attraversa  $R_1$  è la stessa di quella in  $R_2$

$$V_a - V_b = I R_1$$

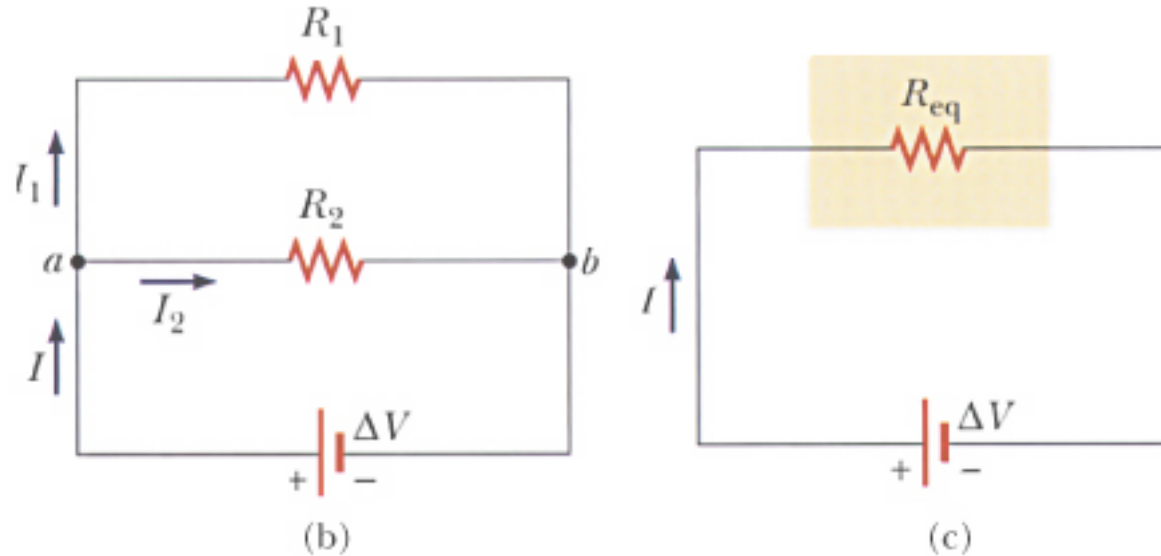
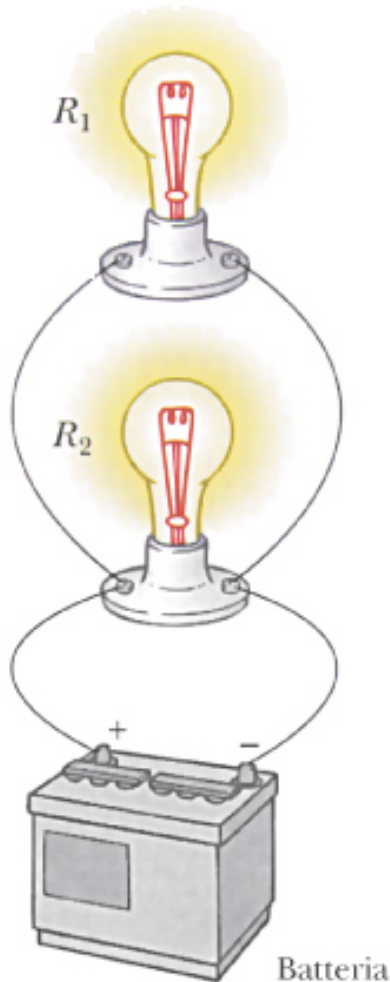
$$V_b - V_c = I R_2$$

-----

$$V_a - V_c = I (R_1 + R_2) \quad \text{---->} R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$R_{eq} = \sum R_i$$

# Collegamento resistenze in parallelo



$R_1, R_2$  sono collegate ai morsetti della batteria, quindi la d.d.p. ai loro capi è uguale

In a, prima legge di Kirchhoff  $\rightarrow I = I_1 + I_2$

$$I_1 = (V_a - V_b) / R_1$$

$$I_2 = (V_a - V_b) / R_2$$

$$I_1 + I_2 = I = (V_a - V_b) \left[ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right] = (V_a - V_b) \left[ \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \right]$$

$$1/R = I / (V_a - V_b)$$

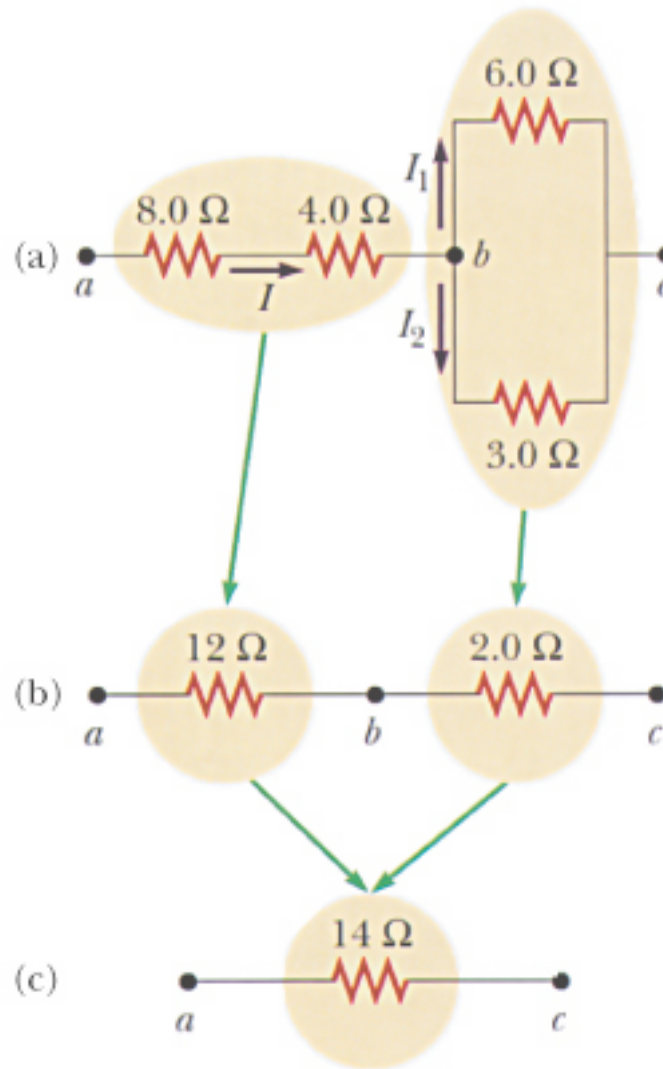
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$R_{eq} < \text{sia di } R_1 \text{ che di } R_2$

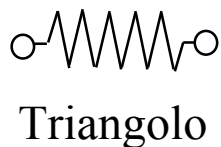
$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum \frac{1}{R_i}$$

# Calcolo resistenza equivalente

$$8\ \Omega + 4\ \Omega$$

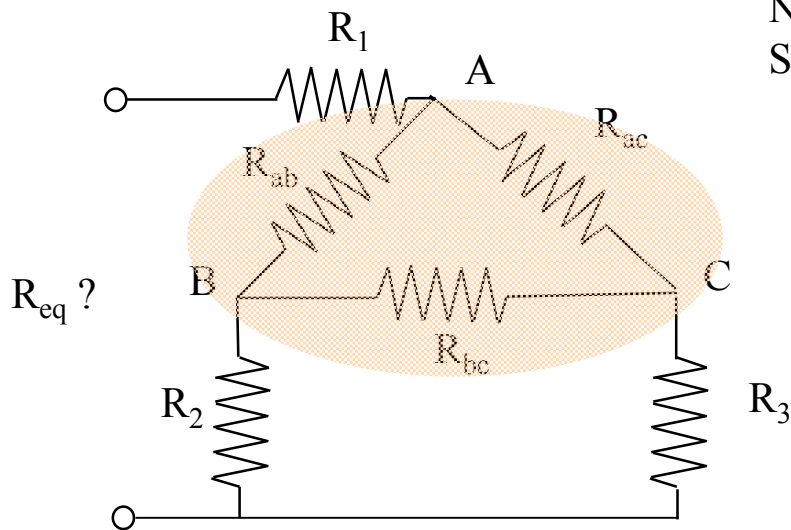


$$\frac{1}{6}\ \Omega^{-1} + \frac{1}{3}\ \Omega^{-1} = \frac{1}{2}\ \Omega^{-1}$$

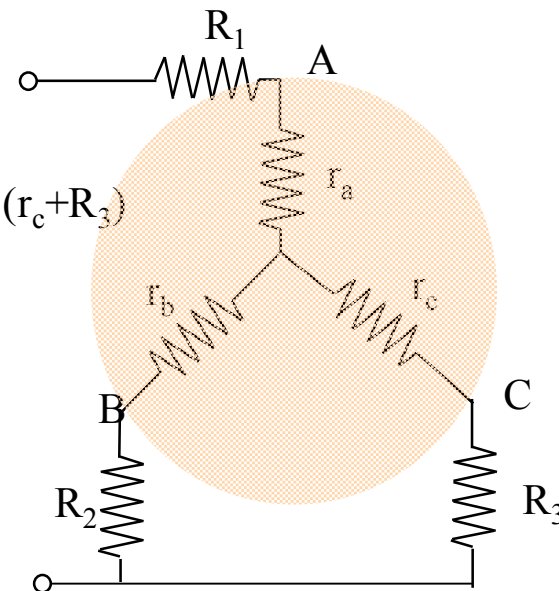


# Altre topologie di connessione

Non si può considerare come combinazione di serie e paralleli  
Soluzione?



$$R_{eq} = R_1 + r_a + (r_b + R_2) \parallel (r_c + R_3)$$



Si sostituisce al triangolo di resistenze una stella di resistenze che permette una risoluzione con serie e paralleli

Resistenze tra nodi AB, BC, CD uguali nei due casi

Resistenza tra A e C

$$R_{ac} \parallel (R_{ab} + R_{bc}) = r_a + r_c$$

Resistenza tra B e C

$$R_{bc} \parallel (R_{ab} + R_{ac}) = r_b + r_c$$

Resistenza tra A e B

$$R_{ab} \parallel (R_{ac} + R_{bc}) = r_a + r_b$$

$$\frac{R_{ac}(R_{ab} + R_{bc})}{R_{ac} + R_{bc} + R_{ab}} = r_a + r_c$$

$$\frac{R_{bc}(R_{ab} + R_{ac})}{R_{ac} + R_{bc} + R_{ab}} = r_b + r_c$$

$$\frac{R_{ab}(R_{ac} + R_{bc})}{R_{ac} + R_{bc} + R_{ab}} = r_a + r_b$$

ricavando  $r_a, r_b, r_c$  si ha:

Trasformazione stella-triangolo

$$r_a = \frac{R_{ab}R_{ac}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$$

$$r_b = \frac{R_{ab}R_{bc}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$$

$$r_c = \frac{R_{bc}R_{ac}}{R_{ab} + R_{ac} + R_{bc}}$$

# Circuiti in corrente continua

**Circuito elettrico** è un insieme di elementi collegati tra loro per trasferire energia elettrica.

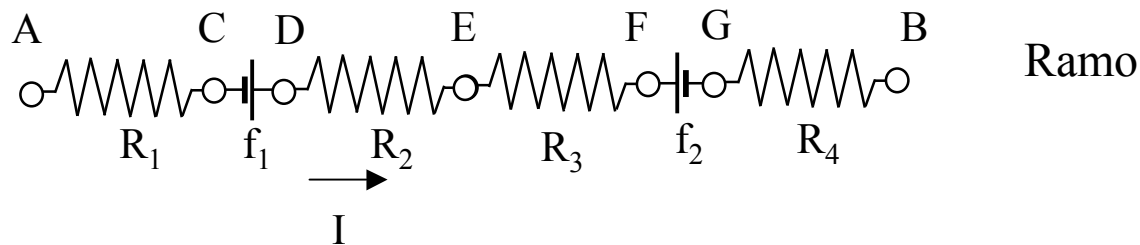
Costituenti:

1) **Elementi passivi**: dissipano od immagazzinano energia (resistori, condensatori, induttori)

2) **Elementi attivi**: forniscono energia agli elementi passivi (generatori tensione e corrente)

Elementi dei circuiti in corrente continua sono resistori e generatori di tensione (due terminali)

**Leggi dei circuiti in corrente continua derivate da conservazione della carica e dell'energia.**



Per scrivere l'equazione del ramo si fissa un verso positivo per circolazione corrente e si considera l'andamento lungo il ramo della d.d.p. Passaggio da un capo all'altro di R implica una caduta di potenziale IR. Passaggio tra morsetti di un generatore di fem implica un salto pari a  $f > 0$  se tende a far passare I nel verso scelto.

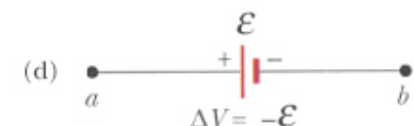
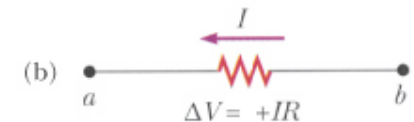
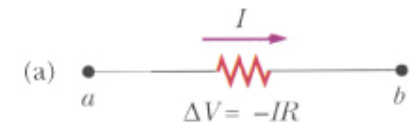
$$V_B = V_A - I R_1 + f_1 - I R_2 - I R_3 - f_2 - I R_4$$

**Legge di Ohm generalizzata**

Ramo A  $\rightarrow$  B

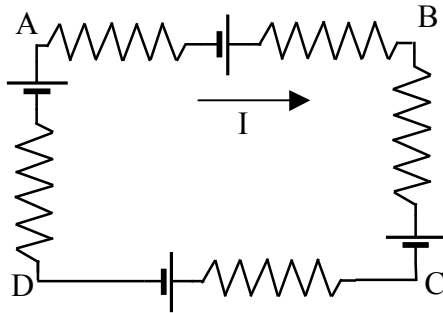
$$V_A - V_B + \sum_{\text{gen}} f_i = \sum_{\text{ramo}} I R_i$$

Ettore Focardi



# Seconda legge di Kirchhoff

Un insieme di rami che formano una linea chiusa costituisce una **maglia**.

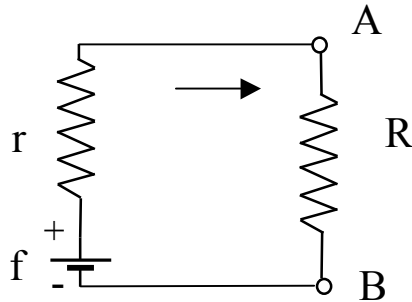


$$\sum f_i = \sum I R_i$$

Seconda legge di Kirchhoff

In una maglia la somma algebrica delle cadute ohmiche è uguale alla somma algebrica delle fem eventualmente presenti nella maglia

Es.



$$\sum f_i = f = \sum I R_i = Ir + IR = I (r + R)$$

da cui 
$$I = \frac{f}{r + R}$$

$$V_A - V_B = IR = \frac{R}{r + R} f < f$$

Una struttura di maglie aventi in comune rami e nodi costituisce una **rete**

# Analisi reti lineari

Risolvere una rete vuol dire trovare le correnti circolanti, una volta nota la configurazione topologica della stessa rete e le caratteristiche degli elementi passivi (R) e attivi (gen).

Metodo **analisi per maglie**:

- 1) Si individuano i percorsi chiusi (maglie) realizzati con i rami della rete con le condizioni:
  - ogni ramo in almeno una delle maglie scelte
  - maglie scelte tali che le loro equazioni siano indipendenti (ogni maglia con almeno un ramo non compreso in altre maglie)

$$\text{n. maglie indipendenti} = \text{Rami} - \text{nodi} + 1$$

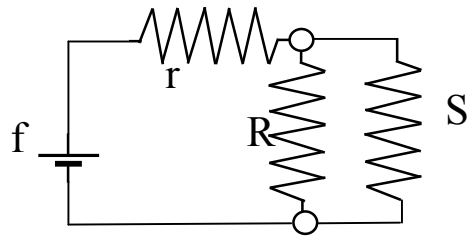
- 2) Si assegna un verso positivo di I ad ogni maglia
- 3) Si applicano le leggi di Kirchhoff di maglie e nodi
- 4) Si ricavano le correnti (una per maglia) e quindi le correnti per ogni ramo; se la corrente di maglia è negativa il suo verso è opposto a quello scelto come positivo

La linearità delle leggi di Kirchhoff implica correnti funzioni lineari delle fem --->

La corrente che passa in un ramo di una rete può essere espressa come  $\sum$  di correnti che circolerebbero se ogni fem operasse singolarmente (**Principio di sovrapposizione**)

# Shunts

Un resistore aggiunto in parallelo ad un altro fa aumentare la corrente totale nel circuito.  
Alla fine la corrente che scorre nel resistore iniziale si riduce (viene deviata in parte).



Prima di inserire lo shunt S la corrente in R è:  $i_0 = \frac{f}{r + R}$   
Inserito S la corrente aumenta ad  $i_1$ :

$$i_1 = \frac{f}{r + \frac{R \cdot S}{R + S}}$$

$$\Delta V_R = i_1 \cdot \frac{R \cdot S}{R + S}$$

la corrente in R sarà:

$$i_R = \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{1}{R} i_1 \cdot R_p = \frac{f \cdot R_p}{R[r + R_p]} = i_0 \frac{r + R}{r + R_p} \frac{R_p}{R}$$

Ma  $R_p < R \rightarrow \frac{r + R}{r + R_p} < \frac{R}{R_p}$  quindi il fattore moltiplicativo  $< 1$ , cioè  $i_R < i_0$

Il resistore S è chiamato resistenza di shunt e serve a proteggere l'elemento 'shuntato' da una corrente eccessiva.

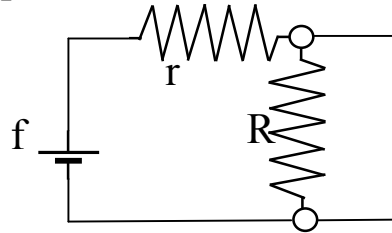
Se  $R \ll$  altre resistenze (caso resistenza interna amperometro), aggiunta di S dà  $i_1 \sim i_0$  ma divisa tra R ed S  
Si può calcolare facilmente il valore dello shunt necessario per ridurre di un fattore m la corrente  $i_R$

In  $R \parallel S$  è  $\Delta V = i_R R = i_S S = (i_1 - i_R) S$   $i_R(R + S) = i_1 S$  se vogliamo  $i_R = i_0 / m$   $(i_0 / m)(R + S) = i_1 S$  e con  $i_1 \sim i_0$

$S = R / (m - 1)$  quindi si può variare la portata dello strumento, renderlo capace di misurare correnti più elevate di quelle che sopporterebbe da solo.

# Cortocircuiti, fusibili

Se in parallelo ad R si pone una resistenza di valore molto basso (es. cavo di rame), alla biforcazione praticamente tutta la corrente passa per il nuovo ramo: il cavo di rame cortocircuita la resistenza



$$i_0 = \frac{f}{r + R}$$

$$i_1 = \frac{f}{r}$$

Se R limitava la circolazione di corrente, il cortocircuito costringe il generatore a far circolare più corrente

Per proteggersi dai danni di un cortocircuito gli apparecchi elettrici montano in serie alla linea di alimentazione un **fusibile**, elemento più debole degli altri (si danneggia prima degli altri).

Il fusibile più semplice è un pezzo di **filo conduttore sottile** (resistenza più elevata degli altri elementi)

Se la corrente supera il valore per cui il fusibile è predisposto il surriscaldamento per effetto Joule lo fonde interrompendo il circuito.

Se il meccanismo che interrompe il collegamento è reversibile(es. elettromagnetico o dilatazione termica...)è facile ripristinare il fusibile dopo il sovraccarico.