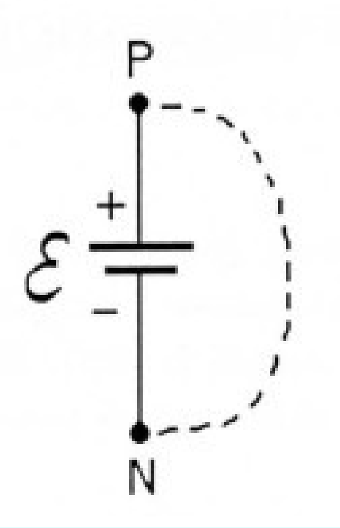
Generatore di f.e.m. in condizioni statiche



$$\int_{P_{esterno}}^{N} \vec{E}\cdot d\vec{P} = \int_{P_{esterno}}^{N} \vec{E}_e\cdot d\vec{P} = \varphi_P - \varphi_N = \mathcal{E}$$

$$\int_{N_{interno}}^{P} \vec{E}\cdot d\vec{P} = \int_{N_{interno}}^{P} (\vec{E}_e + \vec{E}_g)\cdot d\vec{P} = \int_{N_{interno}}^{P} \vec{E}_e\cdot d\vec{P} + \int_{N_{interno}}^{P} \vec{E}_g\cdot d\vec{P} =$$

$$= \varphi_N - \varphi_P + \int_{N_{interno}}^{P} \vec{E}_g\cdot d\vec{P} = 0$$

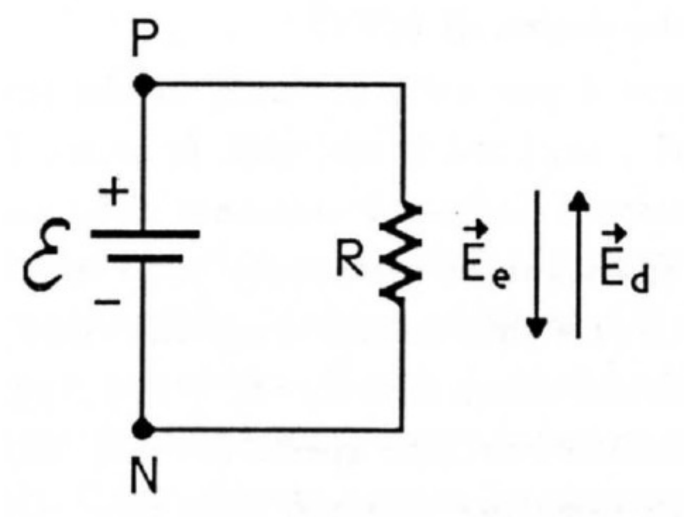
Conduttore in condizioni statiche

$$\vec{E} = \vec{E}_e + \vec{E}_g = 0$$

$$\int_{N_{interno}}^{P} \vec{E}_g\cdot d\vec{P} = \mathcal{E} \xrightarrow[\vec{E}_g \text{ all'esterno del generatore è nullo}]{} \oint \vec{E}_g\cdot d\vec{P} = \mathcal{E} \longrightarrow \oint \vec{E}\cdot d\vec{P} = \mathcal{E}$$

In condizioni statiche E_g si oppone, all'interno del generatore, ad E_e ma non fa lavoro

Generatore di f.e.m. chiuso su un conduttore



Esterno $\vec{E}_e + \vec{E}_d = 0$

$$\int_{P_{est}}^{N} \vec{E}_e \cdot d\vec{P} + \int_{P_{est}}^{N} \vec{E}_d \cdot d\vec{P} = 0$$

$$\varphi_P - \varphi_N = \mathcal{E} = -\int_{P_{est}}^{N} \vec{E}_d \cdot d\vec{P}$$

$\varphi_P - \varphi_N$ uguaglia il lavoro resistente sulla carica unitaria dovuto alle forze di attrito nel conduttore

Interno dovrà sempre essere $\vec{E}_e + \vec{E}_g = 0$

ma ora il campo E_g compie il lavoro ε sulla carica unitaria per portarla da N a P

E_g può essere dovuto ad effetti elettrochimici (pile)
oppure elettromeccanici (dinamo)

Generatore reale di f.e.m.

La fem fornita non è però indipendente da I e si ha ε' = ε - Δϕ (I)

In molti casi Δϕ (I) è dovuta a effetto ohmico (dissipativo) e quindi, all'interno del generatore, avremo $\vec{E}_e + \vec{E}_g + \vec{E}_d = 0$

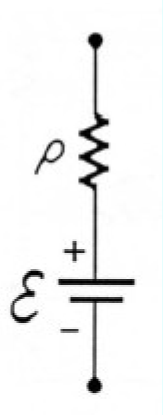
Facendo la circolazione sul circuito completo

$$\int_{N_{int}}^{P} \vec{E}_e \cdot d\vec{P} + \int_{N_{int}}^{P} \vec{E}_g \cdot d\vec{P} + \int_{N_{int}}^{P} \vec{E}_d \cdot d\vec{P} + \int_{P_{est}}^{N} \vec{E}_e \cdot d\vec{P} + \int_{P_{est}}^{N} \vec{E}_d \cdot d\vec{P} = 0$$

= 0

$$\mathcal{E} = -\int_{N_{int}}^{P} \vec{E}_d \cdot d\vec{P} - \int_{P_{est}}^{N} \vec{E}_d \cdot d\vec{P}$$

$$\mathcal{E} = I(\rho + R)$$



ρ rappresenta la cosidetta "*resistenza interna del generatore*"

Ai capi del generatore avremo $\mathcal{E}' = \mathcal{E} - I\rho$

Generatori stabilizzati di fem di alcuni V → ρ < 1 Ω

Pile → ρ variabile tra 0.1 Ω (AA alkaline e NiMH) e circa 30 Ω (ZnC)

Alimentatori di tensione continua

Regolazione tensione

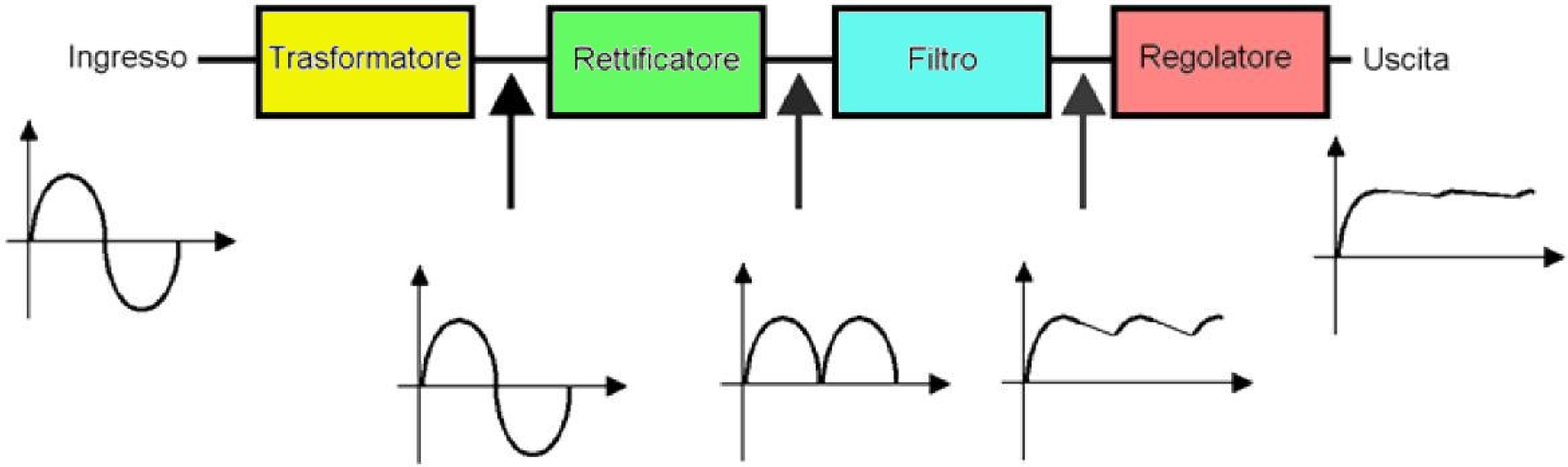
Regolazione corrente

Range:
20V-1.5A
35V-0.85A

Set massima corrente

uscita

Alimentatore stabilizzato
Principio di funzionamento



- Ingresso: tensione alternata di rete (220V – 50 Hz)
- Trasformatore: riduzione in ampiezza del segnale di ingresso
- Rettificatore: elimina le parti negative del segnale di ingresso
- Filtro: prima approssimazione del segnale ad un valore costante
- Regolatore: minimizzazione dell'ondulazione residua
- Uscita: tensione continua di valore indicato nel display

Alimentatore stabilizzato Caratteristiche

- Funzione: alimentatore di tensione costante
- Range: 20V (1.5A max) oppure 35V (0.85A max)
- Ondulazione residua e rumore: <200 µV rms, < 2mV pp
- Accuratezza: +- 0.5% + 2 digit
- Risoluzione: 100 mV

E' possibile trasformare l'alimentatore di tensione costante in un alimentatore di corrente costante regolando la manopola “current” ad un valore inferiore a quello corrispondente alla tensione applicata (in tali condizioni si spenge la spia CV accanto al display e si accende quella CC)

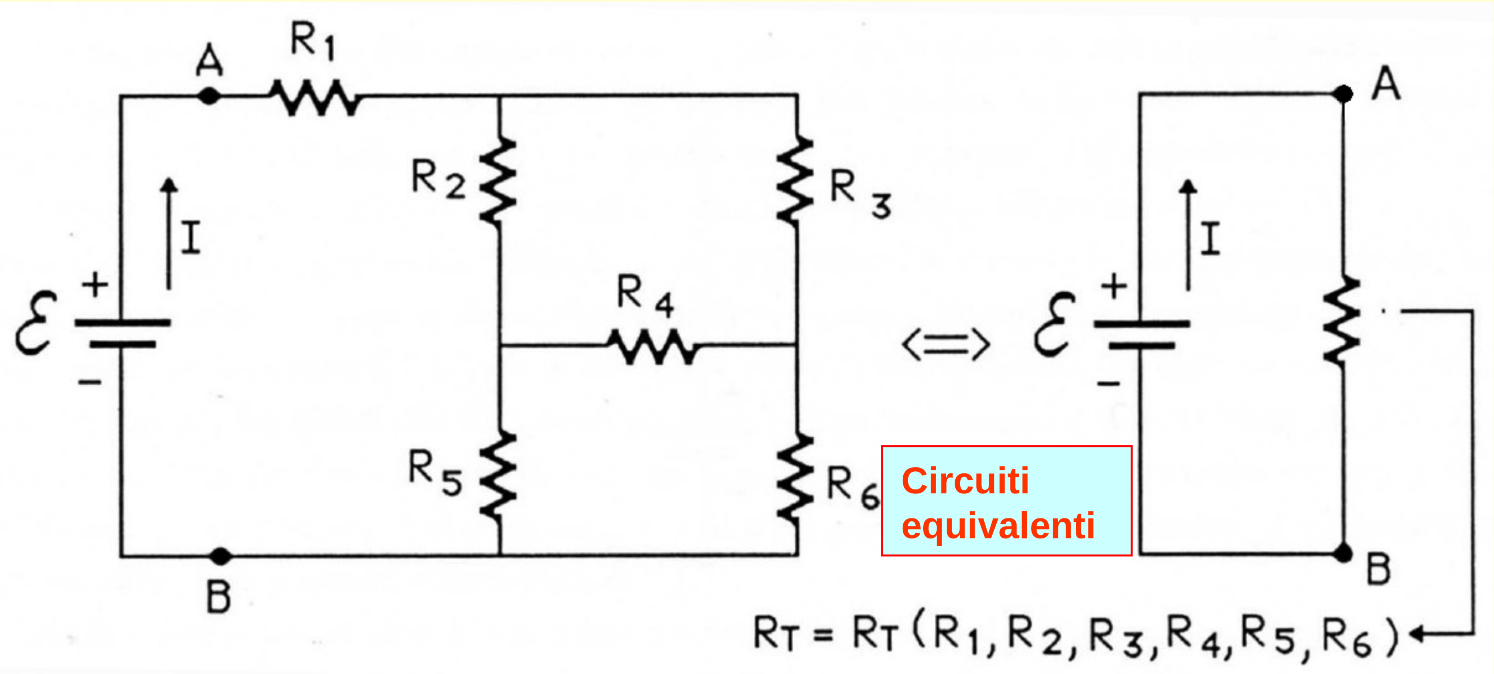
- Funzione: alimentatore di corrente costante
- Range: 1.5A (20V max) oppure 0.85A (35V max)
- Ondulazione residua e rumore: <200 µA rms, < 1mA pp
- Accuratezza: +- 0.5% + 2 digit
- Risoluzione: 10 mA

Collegamento resistori

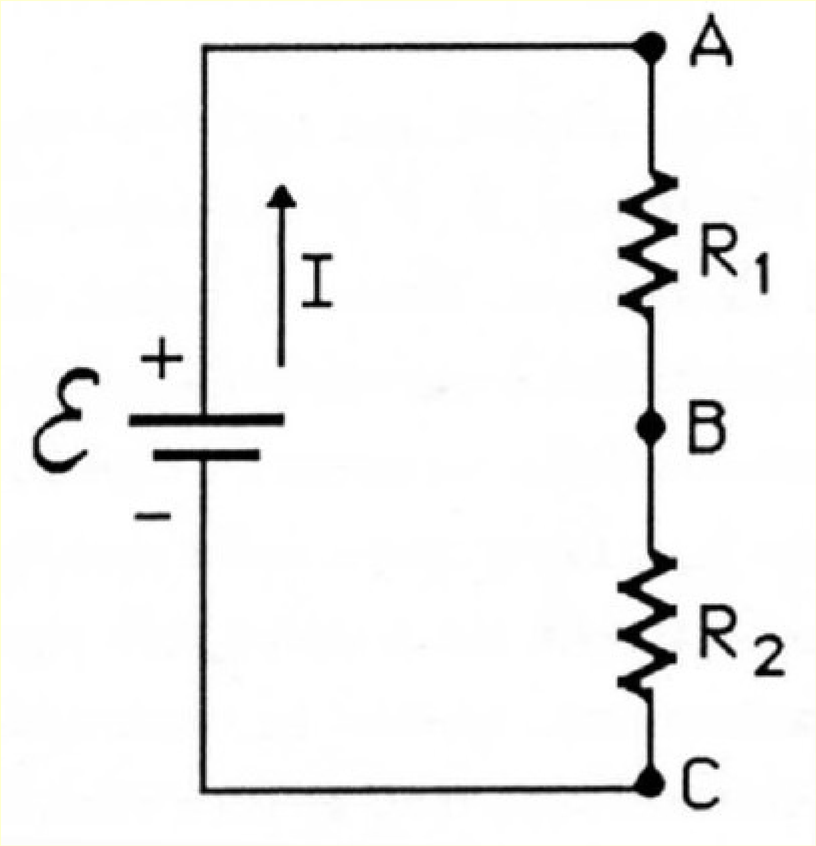
Resistore = conduttore che presenta tra due estremi una resistenza R,
è fornito di due reofori di resistenza trascurabile rispetto a R
= elemento circuitale passivo, lineare e bilaterale

Circuiti equivalenti

Circuito composto di più resistori → tra due suoi terminali è possibile determinare una resistenza equivalente R_T per la quale si può scrivere $R_T = \varepsilon / I$ dove ε è la ddp applicata ai terminali da un generatore e I la corrente da esso fornita.



Resistori in serie



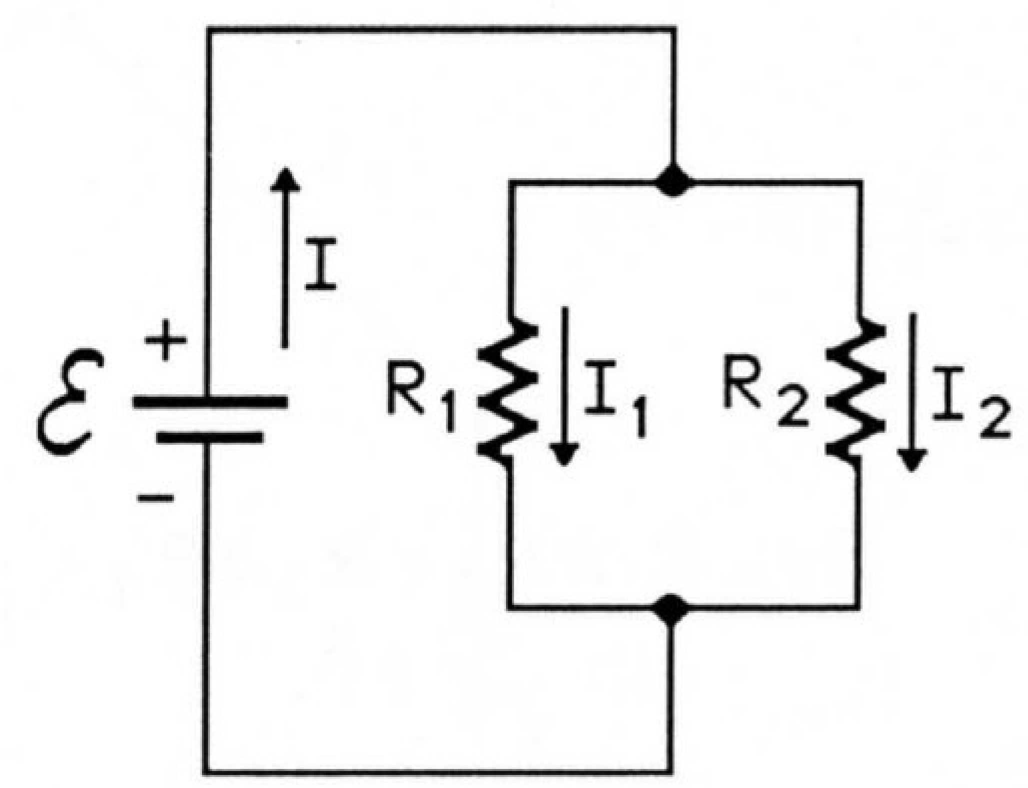
Per la legge di Ohm avremo:

$$\begin{cases} V_A - V_B = IR_1 \\ V_B - V_C = IR_2 \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = V_A - V_C = I(R_1 + R_2)$$

$$R_T = R_1 + R_2$$

Resistori in parallelo



Per la legge di Ohm avremo:

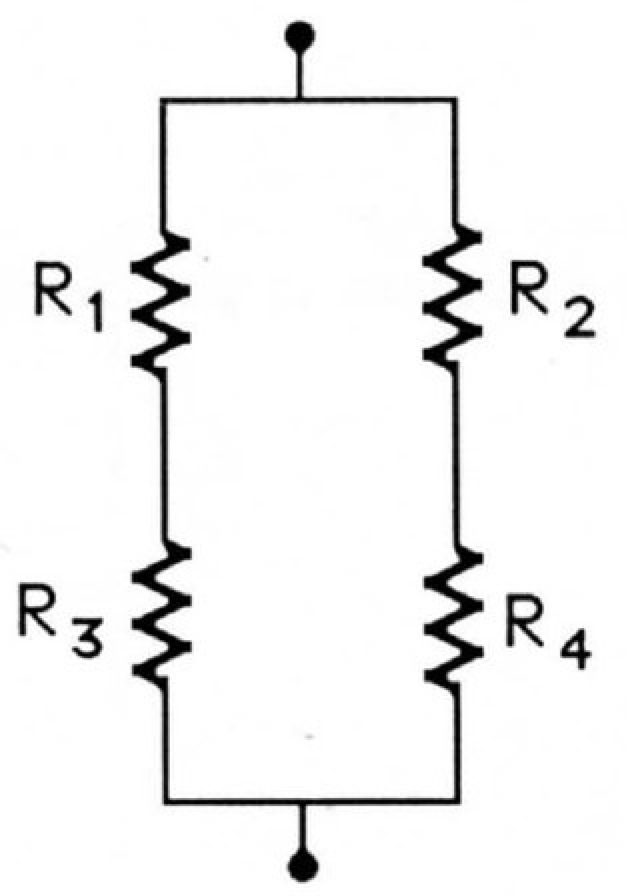
$$\begin{cases} \dfrac{\mathcal{E}}{R_1} = I_1 \\ \dfrac{\mathcal{E}}{R_2} = I_2 \end{cases}$$

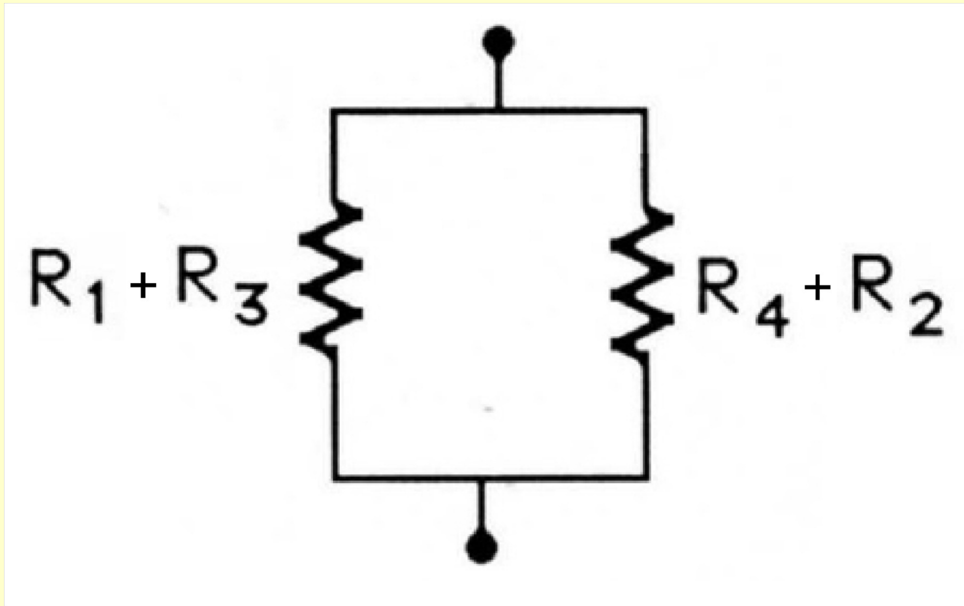
$$\mathcal{E}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = I_1 + I_2$$

$$\mathcal{E} = (I_1 + I_2)\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = (I_1 + I_2)\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

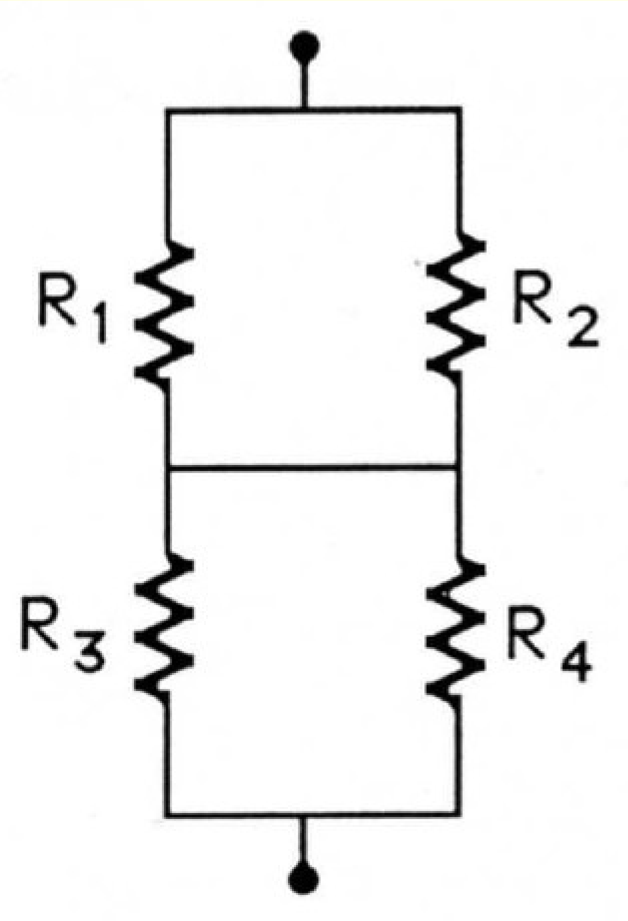
Applicazioni

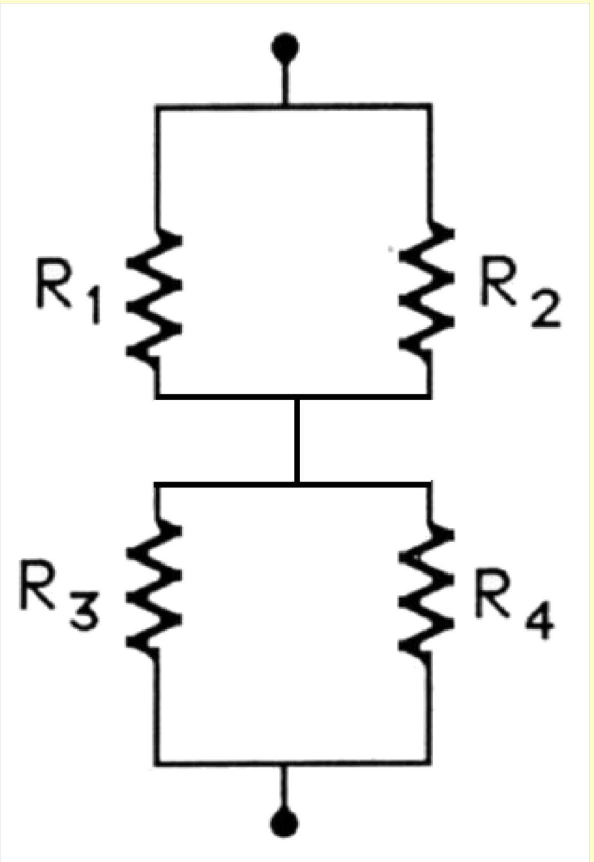




$$R_T = (R_1 + R_3) // (R_2 + R_4) = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

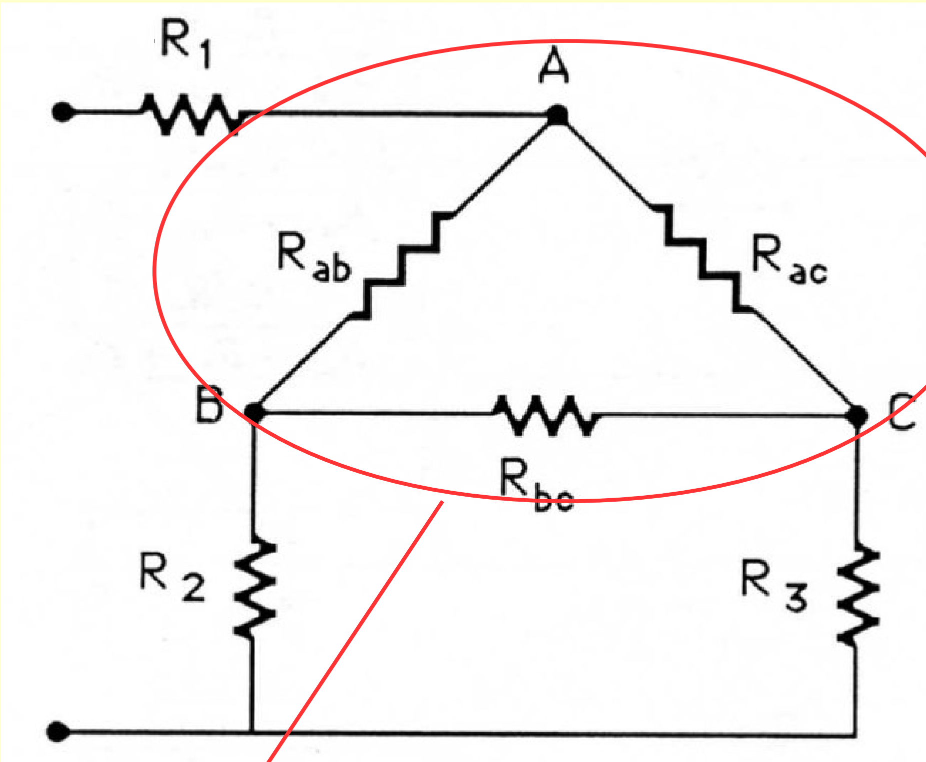
Applicazioni

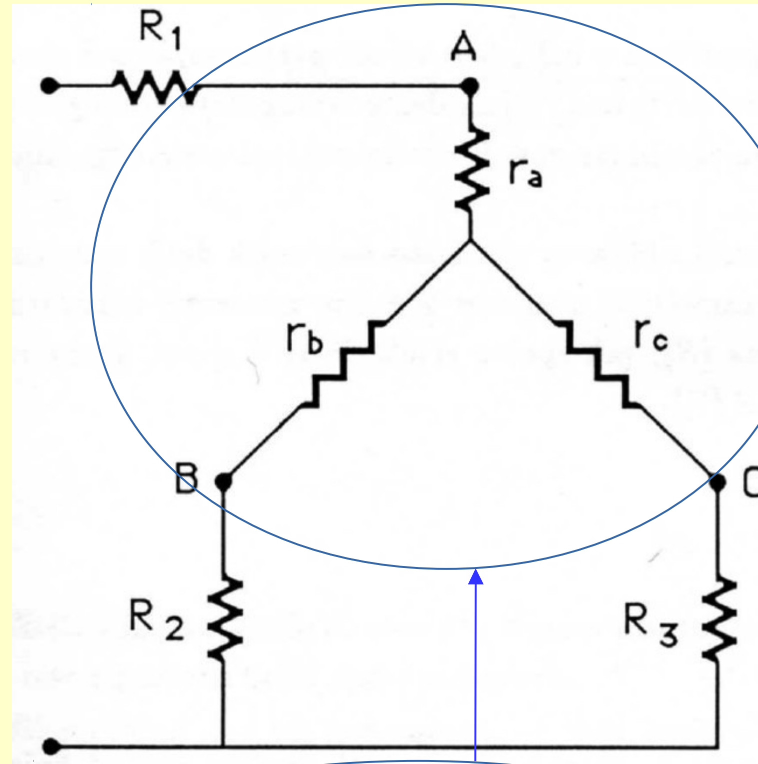




$$R_T = R_1 // R_2 + R_3 // R_4 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

Applicazioni





Resistenza fra A e C: $R_{ac} \parallel (R_{ab} + R_{bc}) = r_a + r_c$

Resistenza fra B e C: $R_{bc} \parallel (R_{ab} + R_{ac}) = r_b + r_c$

Resistenza fra A e B: $R_{ab} \parallel (R_{ac} + R_{bc}) = r_a + r_b$

trasformazioni triangolo stella

$$R_T = R_1 + r_a + (r_b + R_2) // (r_c + R_3)$$

trasformazioni stella triangolo

$$\frac{1}{R_{ab}} = \frac{\frac{1}{r_a r_b}}{\frac{1}{r_a} + \frac{1}{r_b} + \frac{1}{r_c}}$$

$$\frac{1}{R_{ac}} = \frac{\frac{1}{r_a r_c}}{\frac{1}{r_a} + \frac{1}{r_b} + \frac{1}{r_c}}$$

$$\frac{1}{R_{bc}} = \frac{\frac{1}{r_b r_c}}{\frac{1}{r_a} + \frac{1}{r_b} + \frac{1}{r_c}}$$

trasformazioni triangolo stella

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

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

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

Leggi di Kirchhoff

Definizioni

Circuito: insieme di conduttori che si chiude su se stesso, comprendente uno o più generatori di fem

Rete: insieme di circuiti collegati tra loro (lineare se conduttori ohmici e fem costanti)

Nodo: punto della rete in cui si incontrano tre o più conduttori

Ramo: conduttore fra due nodi

Maglia: successione chiusa di rami (ognuno percorso una sola volta)

La prima legge di Kirchhoff o dei nodi

La somma algebrica delle correnti che si incontrano in un nodo è nulla

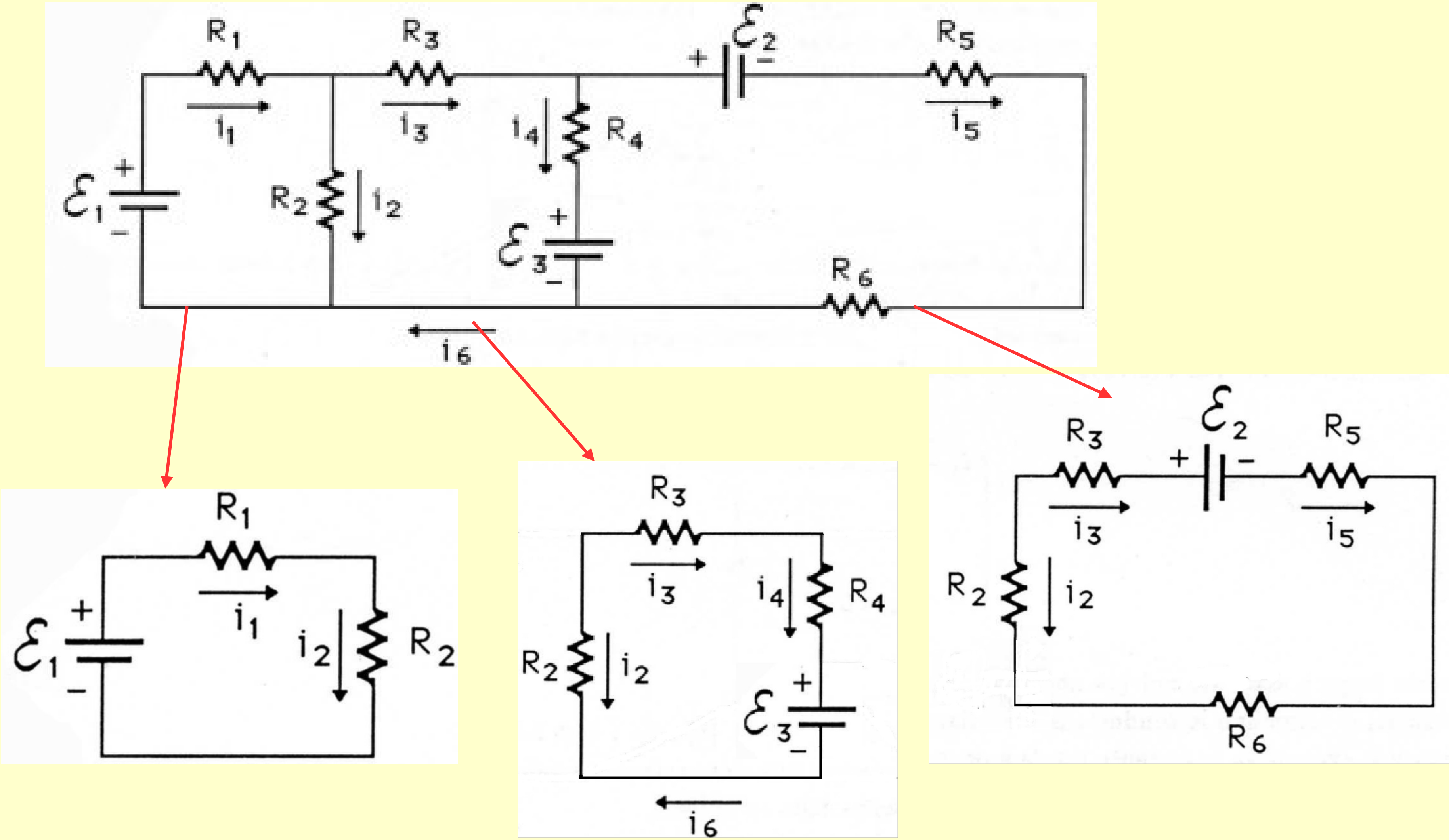
(discende dalla condizione di stazionarietà → div $\vec{j}$ = 0 → flusso di $\vec{j}$ su superficie chiusa contenente il nodo = 0)

La seconda legge di Kirchhoff o delle maglie

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

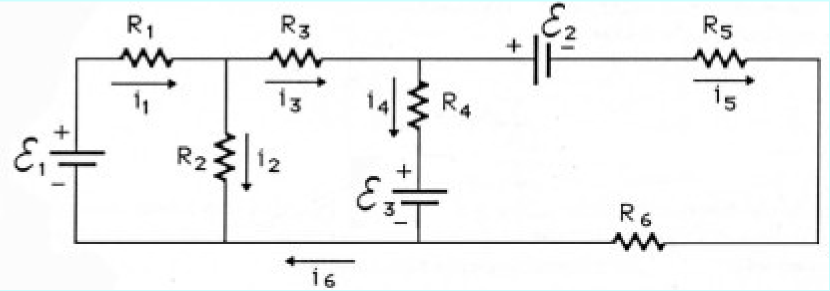
(discende dal fatto che il campo $\vec{E}_e$ all'esterno dei conduttori è conservativo e quindi vale la relazione $\oint \vec{E}_e \cdot d\vec{P} = 0$)

Applicazioni



Risoluzione di un circuito

Determinazione delle correnti, in valore e segno, nei vari rami del circuito

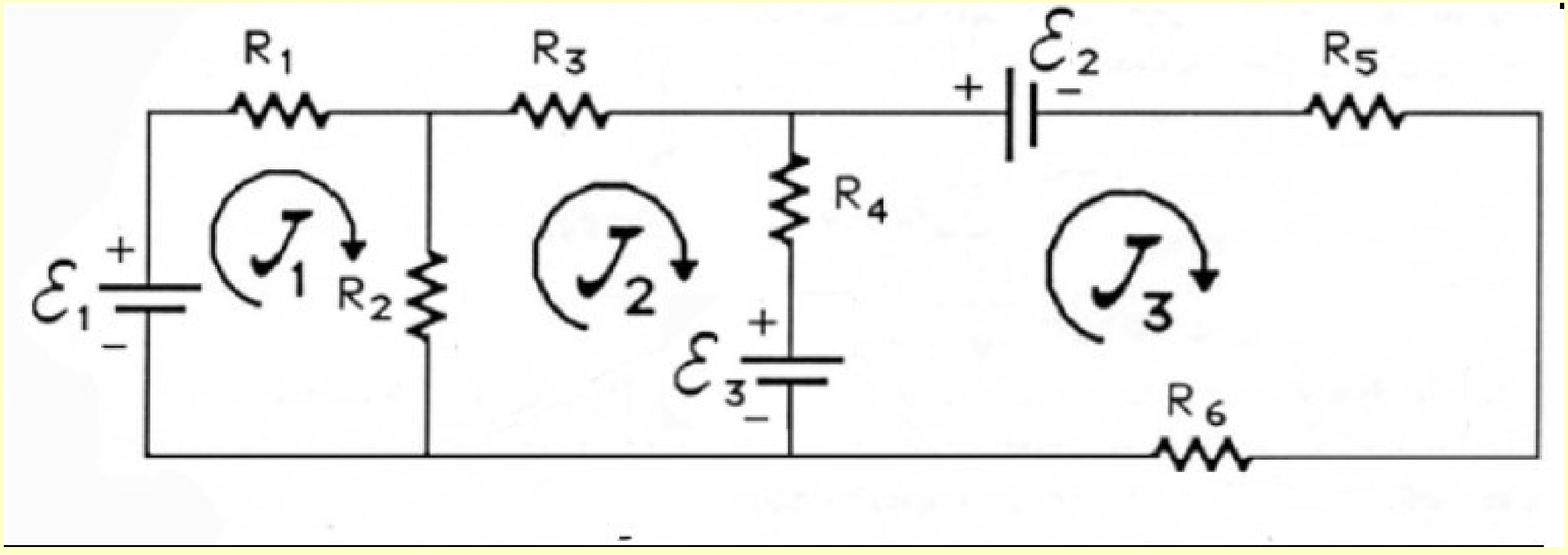


Regime stazionario → Leggi di Kirchhoff

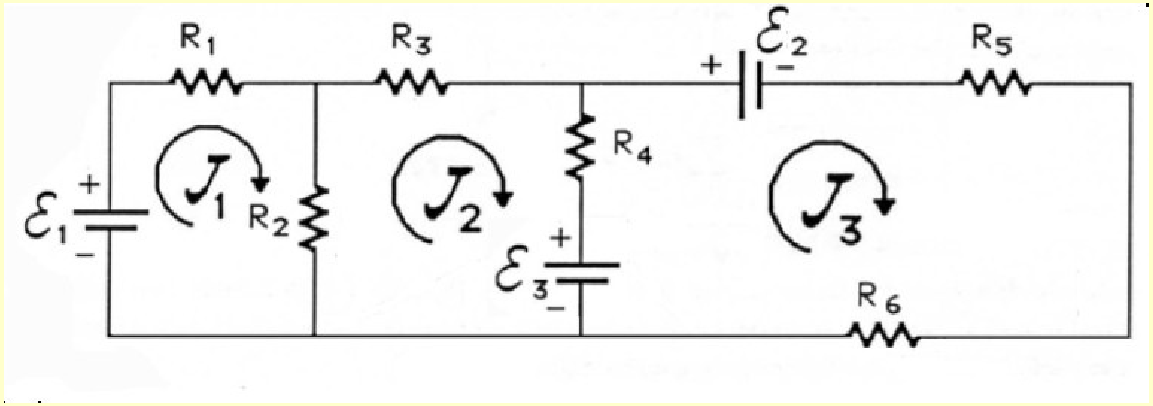
- **I legge → $\Sigma\, i_k = 0$ ad ogni nodo**
- **II legge → per ogni maglia :**
  - **a) scelta senso positivo di percorrenza**
  - **b) cadute ohmiche positive quelle prodotte da correnti concordi con senso positivo**
  - **c) fem positive quelle attraversate da – a + dal senso pos.**
  - **d) $\Sigma\, i_k R_k = \Sigma\, \mathcal{E}_j$**
- **Risultato: n equazioni > m correnti incognite (equazioni non indip.)**
- **Metodo delle correnti di maglia: permette di ottenere m equazioni indipendenti**

Metodo delle correnti di maglia

a) scelta dello senso positivo di percorrenza delle correnti in tutte le maglie
b) selezione delle maglie "reali" ovvero delle maglie costituite da un insieme chiuso di rami individuabili all'interno della rete senza la soppressione di alcun ramo
c) definizione delle "correnti di maglia", una per ogni maglia reale
(le correnti di ramo coincideranno con quelle di maglia se il ramo farà parte di una sola maglia oppure saranno date dalla somma algebrica delle correnti di maglia delle due maglie che lo hanno a comune)



Metodo delle correnti di maglia



$$\begin{cases} R_1 J_1 + R_2(J_1 - J_2) = \mathcal{E}_1 \\ R_2(J_2 - J_1) + R_3 J_2 + R_4(J_2 - J_3) = -\mathcal{E}_3 \\ R_4(J_3 - J_2) + R_5 J_3 + R_6 J_3 = \mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_2 \end{cases}$$

$$\mathcal{J}_k = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1,k-1} & \mathcal{E}_1 \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & & & \vdots & \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{n,k-1} & \mathcal{E}_n \dots & a_{nn} \end{vmatrix}}{Det(a_{kl})} = \frac{\mathcal{E}_1 Det M_{1k}}{Det(a_{kl})} \cdot (-1)^{1+k} + \dots + \frac{\mathcal{E}_n Det M_{nk}}{Det(a_{kl})} \cdot (-1)^{n+k}$$

Se ci fosse solo $\mathcal{E}_k$ avremmo $J_k = \mathcal{E}_k \mathrm{Det}\, M_{kk} / \mathrm{Det}(a_{kl}) = \mathcal{E}_k / R_{Tk}$
e quindi i termini $\mathrm{Det}\, M_{kk} / \mathrm{Det}(a_{kl})$ rappresentano l'inverso della resistenza equivalente a tutto il circuito vista da $\mathcal{E}_k$ tra i suoi terminali quando gli altri generatori siano tutti cortocircuitati.

Principio di sovrapposizione

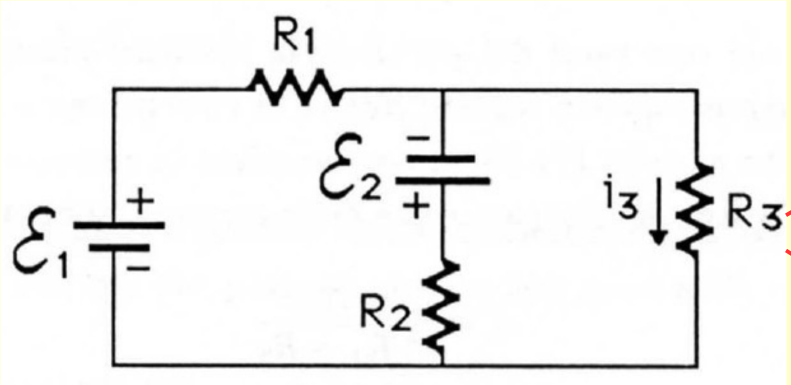
In base a quanto visto nella applicazione del metodo delle maglie avremo in generale

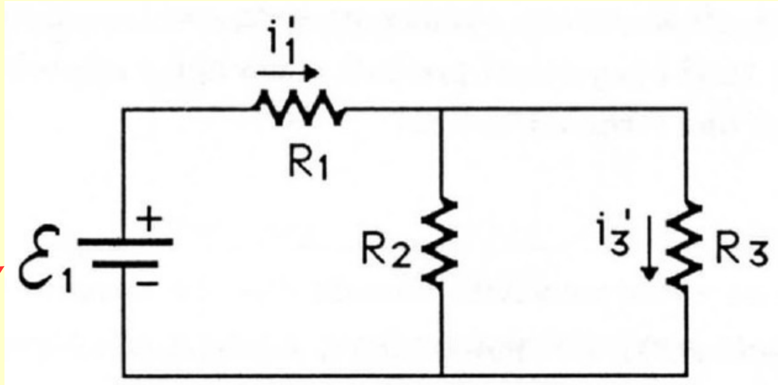
$$i_r = C_{1r}\mathcal{E}_1 + \ldots + C_{nr}\mathcal{E}_n = \sum_{s=1}^{N} C_{sr} e_s$$

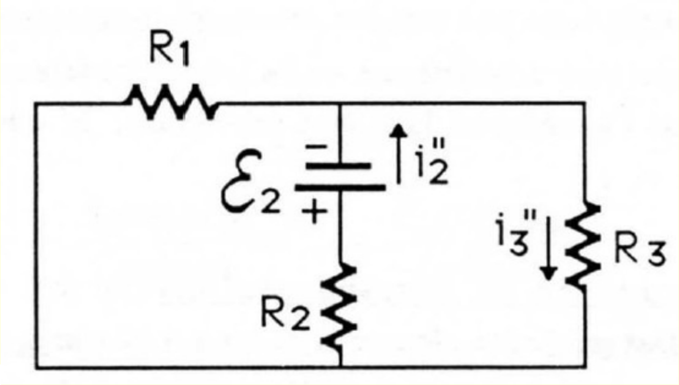
con ε_i somma algebrica delle fem presenti nella maglia i-esima e e_s fem dei generatori presenti nella rete. Da questa segue il

Principio di Sovrapposizione: “La corrente totale attraverso ogni elemento di una rete lineare avente generatori indipendenti, è uguale alla somma algebrica delle correnti prodotte nell'elemento da ciascun generatore agente separatamente”

Applicazione







$$i_3 = i_3' + i_3'' = \frac{\mathcal{E}_1 R_2 - \mathcal{E}_2 R_1}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

(stesso risultato ottenibile con il metodo delle maglie)