PRINCIPI FONDAMENTALI

RETI ELETTRICHE

La CORRENTE ELETTRICA è originata da un moto di cariche elettriche ed è $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = [A]$, cioè la carica che attraversa un componente di un circuito nel Δt. SE HA VERSO ⊕ $\Rightarrow I > 0$

La TENSIONE è L compiuto per spostare una carica tra 2 punti del circuito;

$L = qV_{ab} = [V]$

BIPOLI ELETTRICI

$\Delta V = V^+ - V^-$ detta anche tensione

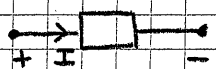


"scatola" con due terminali dotata di ΔV e I.

Le leggi che legano V tra i morsetti del bipolo e I che attraversa i terminali, sono: $v(t) = F[i(t)]$; $i(t) = G[v(t)]$.

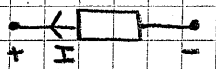
In elettrotecnica ci sono 2 sistemi di riferimento:

- ASSOCIATI (DEI CARICHI)



Se $P > 0 \Rightarrow$ P viene ASSORBITA dal bipolo

- NON ASSOCIATI



Se $P > 0 \Rightarrow$ P viene CEDUTA/EROGATA verso l'esterno dal bipolo

L'energia è legata a p da: $W(t) = \int p(t)\,dt$

Caratteristiche dei bipoli:

1) LINEARITÀ: un bipolo si dice lineare se la curva rappresentativa della sua equazione costitutiva è una retta passante per l'origine; cioè se F e G sono lineari

(funzione lineare: $f(rx+y) = rf(x) + f(y)$)

2) PASSIVITÀ: un bipolo si dice passivo se per ogni t $w(t) \geq 0$; cioè se la w calcolata con riferimenti associati è ≥ 0 in ogni istante

($W(t) = \int_{-\infty}^{t} p(\tau)\,d\tau$)

3) TEMPO INVARIANZA: un bipolo si dice tempoinvariante se la curva rappresentativa della sua equazione costitutiva non varia nel t; cioè se F e G non variano nel t.

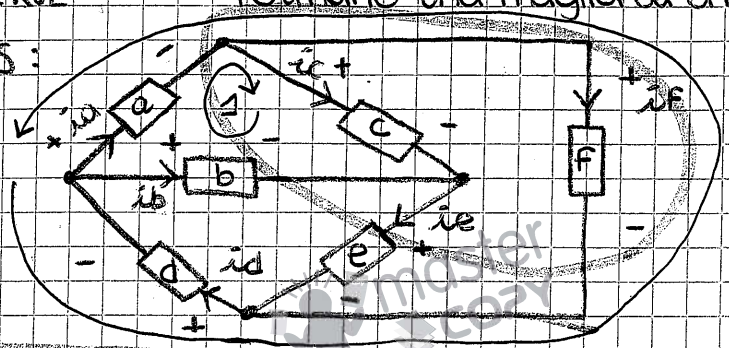
4) MEMORIA: un bipolo si dice con memoria se F e G dipendono da t.

PRINCIPI DI KIRCHHOFF

I PRINCIPIO: la somma algebrica delle correnti appartenenti ai rami che tagliano una superficie chiusa è zero; $\sum_k i_k(t) = 0$.
I KCL

II PRINCIPIO: la somma algebrica delle cadute di tensione dei rami che formano una maglia di un circuito elettrico è zero; $\sum_{jk} v_{jk}(t)$
II KVL

ES:



master COPY

APPLICO I: $i_F + i_c + i_b - i_e - i_F = \emptyset$

APPLICO II: ① $V_c - V_b + V_a = \emptyset$ ② $-V_b - V_F + V_a = \emptyset$

SE LA CORRENTE ESCE DAL − È ⊕, SE ESCE DAL + È ⊖

Topologia delle reti:

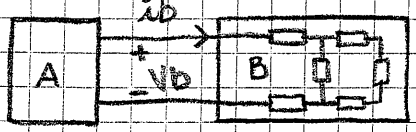
- NODO: punto di incontro tra 3 o più bipoli;
- RAMO: connessione tra 2 nodi;
- MAGLIA: percorso chiuso all'interno del circuito.

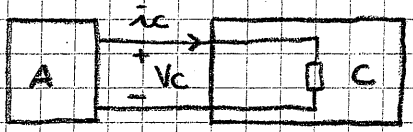
RISPOSTA DI UN CIRCUITO

Spesso, ciò che va trovato in un circuito sono solo alcune grandezze, come I o V di alcuni rami; si parla di GRANDEZZE DI USCITA della rete. L'andamento delle uscite di una rete viene indicato come risposta di un circuito.

CIRCUITO EQUIVALENTE

Si tratta di sostituire un circuito complesso con uno più semplice.



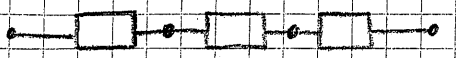


Sono equivalenti se $i_b = i_c$ e $V_b = V_c$.

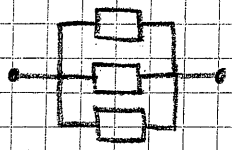
In generale, due circuiti sono equivalenti se hanno le stesse equazioni identificative, per esempio $V_b = F(i_b)$; $V_c = F(i_c)$

Esistono 4 collegamenti per semplificare i circuiti:

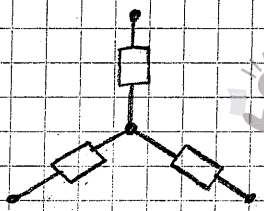
1) COLLEGAMENTO IN SERIE



2) COLLEGAMENTO IN PARALLELO

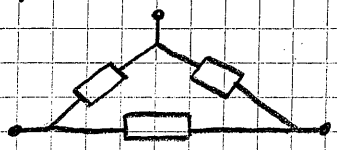


3) COLLEGAMENTO A STELLA



master copy

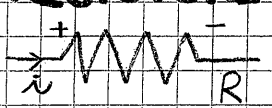
4) COLLEGAMENTO A TRIANGOLO



master copy

CIRCUITI RESISTIVI

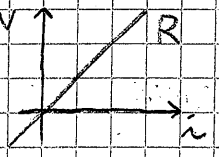
RESISTORE

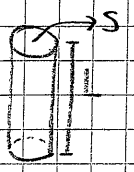


I LEGGE DI OHM

$$v(t) = R\,i(t)$$

↘ RESISTENZA [Ω]





$$R = \rho\frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma S}$$

RESISTIVITÀ ↙ ↘ CONDUCIBILITÀ

$$i(t) = \frac{1}{R}v(t) = G\,v(t)$$

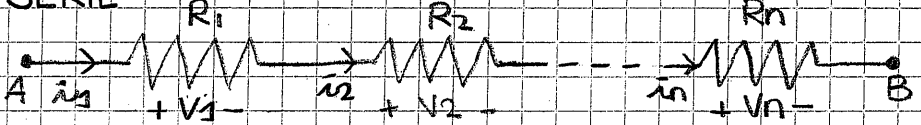
↘ CONDUTTANZA $[\Omega^{-1}] = [S] = [\mho]$

$$p(t) = v(t)\,i(t) = R\,i^2(t) = G\,v^2(t)$$ PASSIVITÀ

SE LA POTENZA VIENE TRASFORMATA IN Q SI PARLA DI EFFETTO JOULE

COLLEGAMENTI TRA RESISTORI: SERIE, PARALLELO, TRIANGOLO, STELLA

SERIE

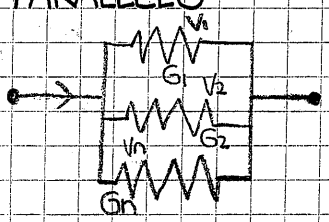


$$i_1 = i_2 = \dots = i_n = i$$

$$V_{AB} = V_1 + V_2 + \dots + V_n = R_1 i + R_2 i + \dots + R_n i = \left(\sum_k R_k\right) i$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

PARALLELO



$$V_1 = V_2 = \dots = V_n = V$$

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_n = G_1 V + G_2 V + \dots + G_n V = \left(\sum G_K\right) V$$

$$= \underbrace{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}\right)}_{G_{eq}} V$$

• CASO PARTICOLARE: se ci sono solo 2 resistori

$$\Rightarrow G_{eq} = G_1 + G_2 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

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

CIRCUITO APERTO:

Se $R \to +\infty$

$\Rightarrow G \to \emptyset$ $\quad i = Gv \Rightarrow i = \emptyset$



CORTOCIRCUITO:

Se $R \to \emptyset$

$\Rightarrow G \to +\infty$ $\quad v = Ri \Rightarrow v = \emptyset$

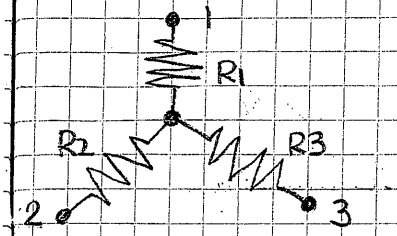


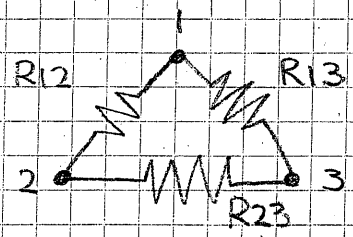
RESISTORE CON CORTOCIRCUITO:



$i = 0$

STELLA → TRIANGOLO





$$R_{12} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{R_3} \qquad R_{23} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{R_1}$$

$$R_{13} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{R_2}$$

master COPY

TRIANGOLO → STELLA

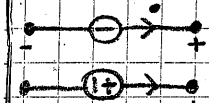
$$R_1 = \frac{R_{13} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}} \qquad R_2 = \frac{R_{12}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}} \qquad R_3 = \frac{R_{13}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$$

- **CASO PARTICOLARE**: se le R sono tutte uguali (R_S, R_T)

$S \rightarrow T$: $R_T = 3R_S$

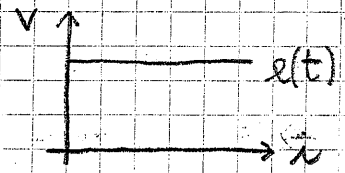
$T \rightarrow S$: $R_S = \frac{R_T}{3}$

GENERATORE IDEALE DI TENSIONE



È un componente che impone una tensione ai suoi morsetti indipendentemente dal valore di i che lo attraversa.

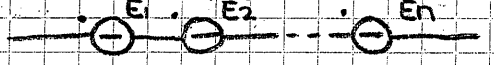
$P = v(t)\,i(t) = e(t)\,i(t)$



Se $e(t) = cost = E \Rightarrow$ 

se $e(t)$ è sinusoidale $\Rightarrow$ 

Questi generatori si possono collegare solo in serie, quindi

$E_{eq} = E_1 + _ + E_n$ 

Si possono collegare in parallelo $\Leftrightarrow$ le tensioni sono uguali.

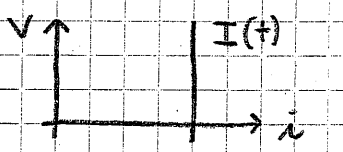
GENERATORE IDEALE DI CORRENTE



È un componente che impone una corrente nel ramo dove è posto, indipendentemente dal valore di V ai suoi morsetti.

$P = v(t)\,i(t) = v(t)\,I(t)$

In questo caso, $I > 0$ SE ESCE VERSO +



Questi generatori si possono collegare solo in parallelo, quindi

$I_{eq} = I_1 + _ + I_n$ 