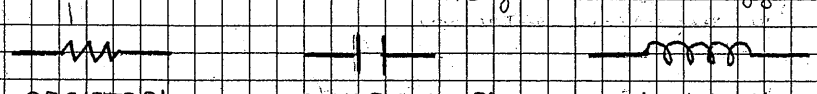
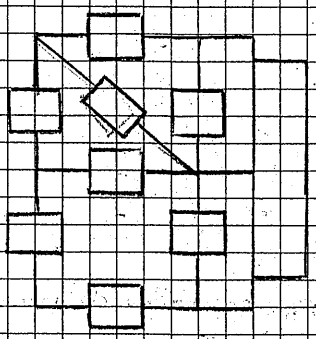
ELETTROTECNICA

CIRCUITO ELETTRICO = interconnessione di componenti elettrici che possiedono terminali. Tali interconnessioni sono regolate dalle leggi di Maxwell.



RESISTORI CONDENSATORE INDUTTORE



la TEORIA dei CIRCUITI studia:

- relazioni costitutive dei componenti (relazioni tra correnti e tensioni);
- interconnessioni tra i vari componenti.

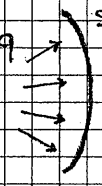
Devono valere contemporaneamente entrambe le leggi.

Le variabili più importanti sono le CORRENTI e le TENSIONI.

INTENSITA' di CORRENTE

movimento ordinato di cariche elettriche, quantificato = CORRENTE ELETTRICA dall'intensità di corrente

oss: movimento non ordinato → agitazione termica



$$\hat{i}_S = \frac{\Delta Q_S}{\Delta t}$$ VALORE MEDIO DELL'INTENSITA' DI CORRENTE

ΔQ_S = quantità di carica che attraversa S in un intervallo

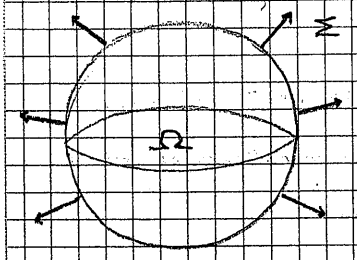
$\Delta t = (t, t + \Delta t)$

$$i_S = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta Q_S}{\Delta t} = \frac{dQ_S}{dt} = i_S$$ VALORE ISTANTANEO DELL'INTENSITA' DI CORRENTE

quindi, l'INTENSITA' di CORRENTE è la variazione di carica nell'unità di tempo.

$$[i_S] = \left[\frac{\Delta Q_S}{\Delta t}\right] = \frac{C}{s} = A = \text{AMPÈRE}$$

master COPY COPISTERIA



se una carica attraversa una superficie chiusa, la carica interna alla superficie varia.

$$\Delta Q_\Sigma + \Delta Q_\Omega = \emptyset$$

ΔQ_Σ → quantità di carica che attraversa la superficie esterna

$$\Rightarrow \boxed{i_\Sigma = -\frac{dQ_\Omega}{dt}}$$

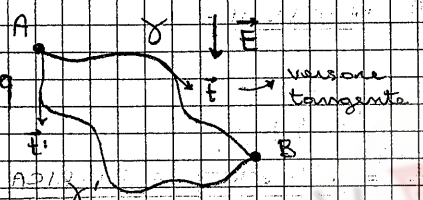
in condizioni stazionarie: $i_\Sigma = \emptyset$

i_Σ → corrente sulla superficie esterna

dQ_Ω → variazione della carica interna cambiata di segno

TENSIONE ELETTRICA

lavoro per spostare una carica unitaria positiva da A a B in presenza di un campo elettrico.



$$|V_{AB}|_\gamma = \int_\gamma \vec{E}\cdot\vec{t}\, dl$$ TENSIONE ELETTRICA

- è il lavoro per unità di carica;
- si misura in: VOLT $= \left[\frac{J}{C}\right] = [V]$

con: $\Gamma = \gamma \cup \gamma'$ $\qquad |V_{AB}|_\gamma = E\cdot l$ → se considero γ come segmento che unisce A e B.

CIRCUITAZIONE del CAMPO ELETTRICO

$$\boxed{\mathcal{E}_\Gamma = \oint_\Gamma \vec{E}\cdot\vec{t}\, dl}$$ → CIRCUITAZIONE

LEGGE di FARADAY - NEWMANN

$$\mathcal{E}_\Gamma = -\frac{d\Phi_\Gamma}{dt}$$

- $\Phi_\Gamma(B) = \iint_{S_\Gamma} \vec{B}\cdot\vec{n}\, d\gamma$ flusso di B

in condizioni stazionarie:

$$\boxed{\mathcal{E}_\Gamma = \oint_\Gamma \vec{E}\cdot\vec{t}\, dl = \emptyset} = |V_{AB}|_\gamma - |V_{AB}|_{\gamma'} \Rightarrow |V_{AB}|_\gamma = |V_{AB}|_{\gamma'}$$

in condizioni non stazionarie:

$$\boxed{\mathcal{E}_\Gamma = -\frac{d\Phi_\Gamma}{dt}}$$

$$i_S = \frac{dQ_S}{dt} \quad ; \quad i_\Sigma = -\frac{dQ_\Omega}{dt}$$

POTENZIALE ELETTRICO: V_A, V_B

d.d.p. $V_{AB} = V_A - V_B$

$\Rightarrow V_{AB} = \int_a^b \vec{E} \cdot \vec{u} \, dl$

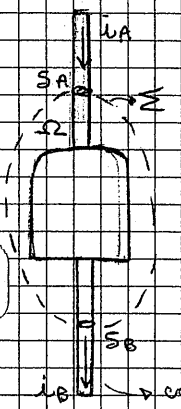
oss: condizioni di QUASI STAZIONARIETÀ

$\frac{dQ_\Omega}{dt} = \emptyset$

$\frac{d\Phi_\Gamma}{dt} = \emptyset$

MODELLO del BIPOLO

BIPOLO = componente circuitale ideale con 2 poli, quindi 2 terminali.



$i_\Sigma = i_B - i_A = -\frac{dQ_\Omega}{dt}$ oss: le correnti uscenti sono positive

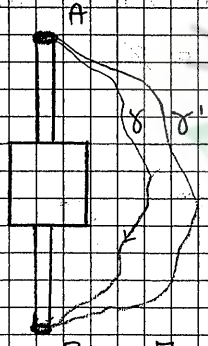
in condizioni non stazionarie $i_A \neq i_B$, ma si fa una approssimazione, per cui: $\frac{dQ_\Omega}{dt} \simeq \emptyset$, quindi: $i_B - i_A = \emptyset$ (1)

$\Rightarrow \boxed{i_A = i_\Sigma}$ → corrente che entra uguale alla corrente che esce

queste sono le condizioni di quasi-stazionarietà

i_B → conduttori ideali ⇒ conducibilità → ∞

TENSIONE di un BIPOLO tra i suoi terminali



$V_{AB\gamma} - V_{AB\gamma'} = -\frac{d\Phi_\Gamma}{dt}$

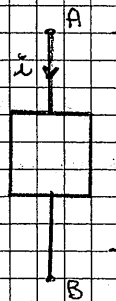
$\boxed{V_{AB\gamma} = V_{AB\gamma'}} = V_{AB}$ condizioni quasi stazionarie (2)

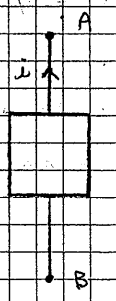
$\Gamma = \gamma \cup \gamma'$

$v = f(i)$ → bipolo controllato in corrente

$i = g(v)$ → bipolo controllato in tensione

$g = f^{-1}$ → bipolo può essere controllato sia in tensione che in corrente





UTILIZZATORE (associato)

qualcosa dall'esterno fa lavoro per spostare le cariche positive dal polo positivo al polo negativo

GENERATORE (non associato)

come lavoro all'interno per portare le cariche positive dal polo negativo al polo positivo

RELAZIONE COSTITUTIVA del BIPOLO

è il legame LINEARE tra tensione e corrente in un bipolo.

$V = f(i)$ • $V = Ki$ • $i = K\frac{dV}{dt}$

$i = g(V)$ • $V = K\frac{di}{dt}$ • $V(t) = K\int_{-\infty}^{t} i(\tau)\,d\tau$

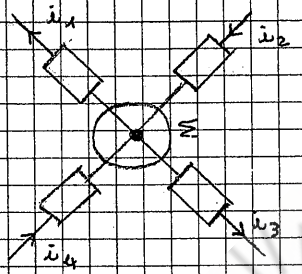
CIRCUITO = interconnessione di bipoli

NODI: punti di giunzione tra terminali dei bipoli;

MAGLIE: percorsi chiusi costituiti dai bipoli.

LEGGI di KIRCHOFF

① LEGGE di KIRCHOFF per le **CORRENTI** (legge dei nodi)

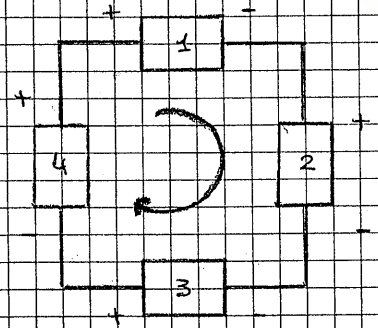


$i_\Sigma = i_1 + i_3 - i_2 - i_4 = 0$

$$\sum_K (\pm)\, i_K = 0$$

la somma algebrica delle correnti uscenti da una superficie chiusa deve essere uguale a 0.

② LEGGE di KIRCHOFF per le **TENSIONI** (legge delle maglie)



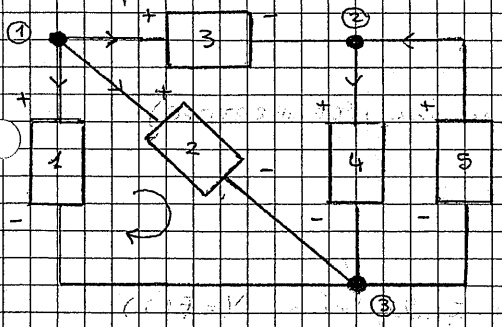
$V_1 + V_2 - V_3 - V_4 = 0$

$$\sum_h (\pm)\, V_h(t) = 0$$

la somma algebrica delle tensioni ai bipoli che formano una maglia qualsiasi deve essere uguale a 0.

master COPY COPISTERIA

esempio



scelgo arbitrariamente i versi della corrente e delle tensioni:

① L.K.C.:

1: $i_1 + i_2 + i_3 = 0$

2: $i_4 - i_3 - i_5 = 0$

3: $i_5 - i_4 - i_2 - i_1 = 0$

② L.K.T. (ci sono 6 maglie):

$V_2 - V_4 = 0$

$V_3 + V_4 - V_2 = 0$

$V_5 - V_4 = 0$

$V_3 + V_4 - V_1 = 0$

$V_3 + V_5 - V_2 = 0$

$V_3 + V_5 - V_1 = 0$

master COPY COPISTERIA

POTENZA e ENERGIA ELETTRICA

un bipolo può assorbire energia dal circuito oppure erogarla.

$\Delta W^e = -\Delta W^a$

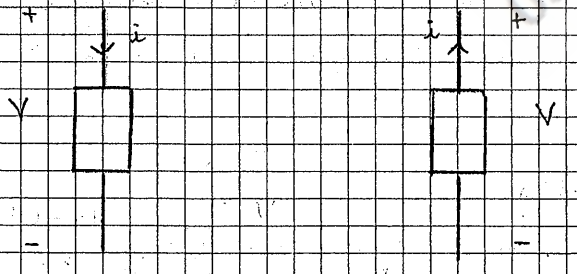
energia erogata — energia assorbita

- $\Delta W^a > 0$ → energia assorbita dal bipolo ⇒ $\Delta W^e < 0$
- $\Delta W^a < 0$ → energia erogata dal bipolo ⇒ $\Delta W^e > 0$

$P^a = \frac{\Delta W^a}{\Delta t}$ ⇒ POTENZA MEDIA ASSORBITA $[P] = \frac{J}{s} = \text{WATT}$

$\boxed{p^a(t) = \frac{dW^a}{dt}}$ ⇒ POTENZA ISTANTANEA ASSORBITA

$$W^a(t) = W^a(t_0) + \int_{t_0}^{t} p(\tau)\, d\tau$$



UTILIZZATORE

$p^{(a)} = V(t) \cdot i(t)$

GENERATORE → genera energia al suo interno, quindi la eroga al resto del circuito

$p^{(e)} = V(t) \cdot i(t)$

$V \cdot q = L \Rightarrow V\frac{dq}{dt} = \frac{dL}{dt} \Rightarrow V \cdot i = P \Rightarrow 1V \cdot 1A = 1W$