

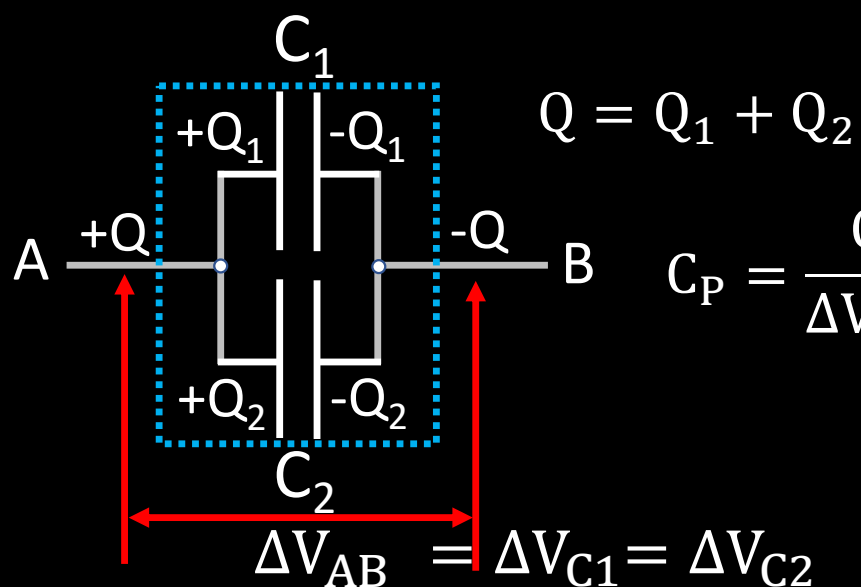
Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

SECONDA PARTE: *CIRCUITI ELETTRICI* elementi circuitali

CAPACITA' IN PARALLELO due (o più) capacità sono in parallelo se hanno la stessa d.d.p.

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow Q = C\Delta V$$



$$C_P = \frac{Q}{\Delta V_{AB}} = \frac{Q_1 + Q_2}{\Delta V_{AB}} = \frac{Q_1}{\Delta V_{AB}} + \frac{Q_2}{\Delta V_{AB}} = C_1 + C_2$$

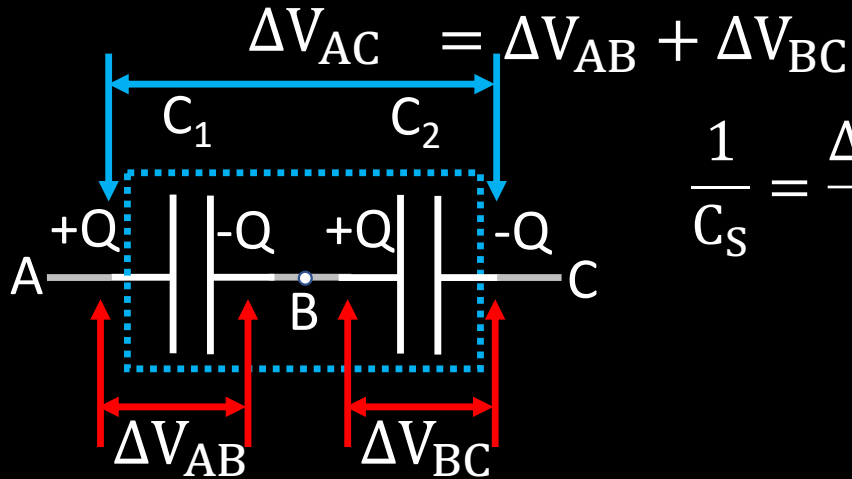
$$C_P = \sum_{i=1, N} C_i$$

i conduttori ideali sono equipotenziali

CAPACITA' IN SERIE

due (o più) capacità sono in serie se hanno la stessa carica

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow \frac{1}{C} = \frac{\Delta V}{Q}$$



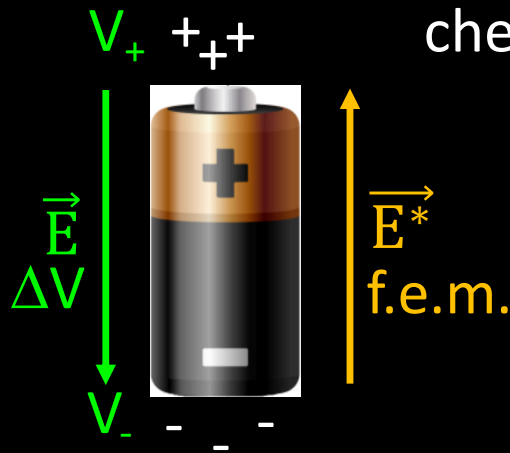
$$\begin{aligned} \frac{1}{C_S} &= \frac{\Delta V_{AC}}{Q} = \frac{\Delta V_{AB} + \Delta V_{BC}}{Q} = \frac{\Delta V_{AB}}{Q} + \frac{\Delta V_{BC}}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \\ &= \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} \rightarrow C_S = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{C_S} = \sum_{i=1, N} \frac{1}{C_i}$$

f.e.m. e ΔV

$$\text{f.e.m.} = \frac{L_{\text{NON CONS}}}{q} = \oint_{\gamma} \vec{E} \, d\vec{l} \quad \Delta V = \frac{L_{\text{CONS}}}{q} = \int_A^B \vec{E} \, d\vec{l}$$

Il campo elettromotore tiene separate le cariche che generano il campo elettrostatico



Il lavoro che deve compiere E^* per spostare una carica q da $-$ a $+$ è $L_{\text{NONCONS}} = q \text{ f.e.m.}$

L'energia potenziale di una carica q che si sposta da V_- a V_+ è $\Delta U = q \Delta V$

$$\Delta U = q \Delta V$$

$$L_{\text{NON CONS}} = q \text{ f.e.m.}$$

campo elettrostatico conservativo

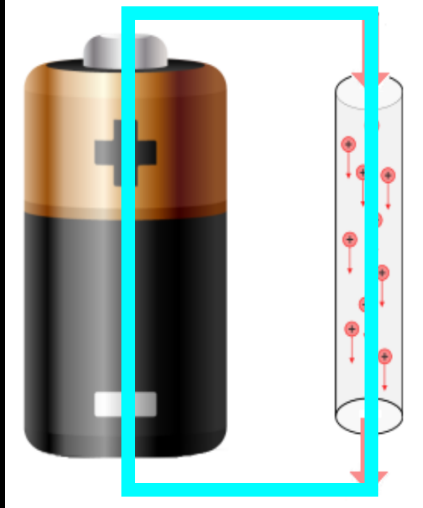
campo elettromotore non conservativo

$$\Delta U = L_{\text{NON CONS}}$$

$$q \Delta V = q \text{ f.e.m.}$$

$$\Delta V = \text{f.e.m.}$$

f.e.m. e ΔV



CIRCUITO ELETTRICO

se le cariche possono muoversi

LA CORRENTE ELETTRICA CONSISTE NEL MOTO DI CARICHE ELETTRICHE

corrente

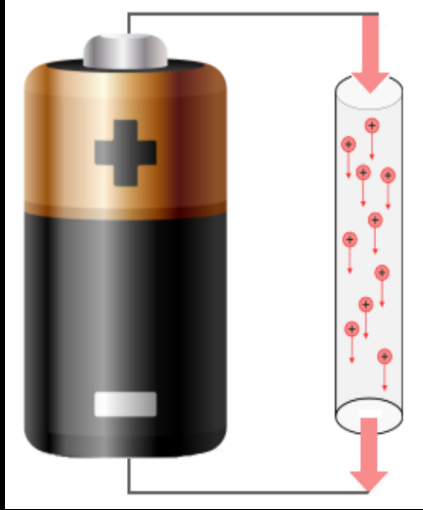
L'INTENSITA' DI CORRENTE I E' DATA DAL RAPPORTO FRA
LA QUANTITA' DI CARICA dq CHE ATTRAVERSA LA SEZIONE DI UN CONDUTTORE NEL TEMPO dt
E IL TEMPO dt

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$1 \text{ ampere} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ secondo}}$$

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

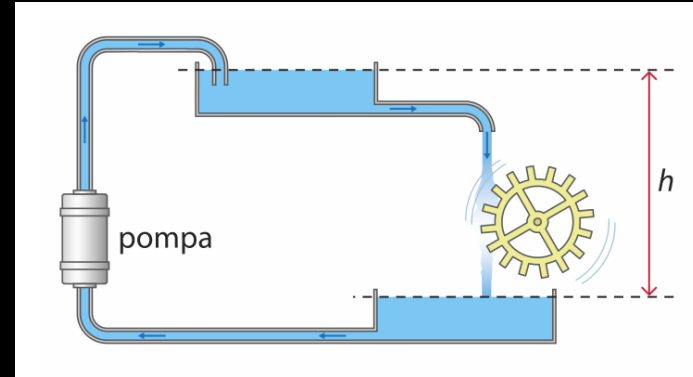
f.e.m. e ΔV



corrente

lavoro della pompa

se le cariche possono muoversi (**CIRCUITO**)



$$\Delta U = mgh$$

↓ $\vec{g}$

il lavoro non conservativo del generatore
mantiene costante la d.d.p. che muove
le cariche

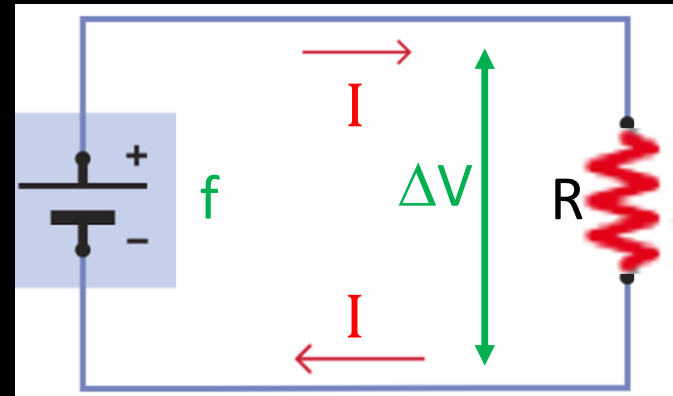
LEGGE DI OHM

$$\Delta V = R I$$

$$L_{\text{NON CONS}} = q \text{ f.e.m.}$$

GENERATORE

ANALOGIA IDRAULICA



$$\Delta U = q \Delta V$$

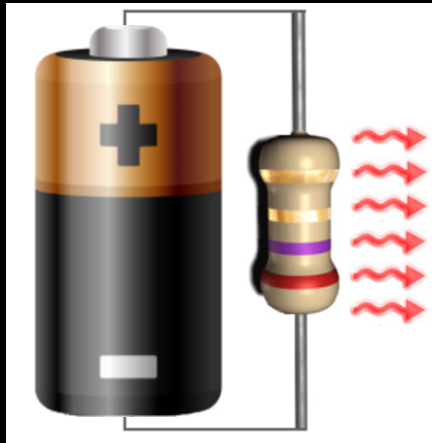
↓ $\vec{E}$

RESISTENZA

CIRCUITO

POTENZA EROGATA E DISSIPATA

BILANCIO ENERGETICO



$$P_{\text{erog}} = \frac{dL}{dt} = \frac{d(q f)}{dt} = f \frac{dq}{dt} = f I$$

POTENZA erogata dal generatore

$$P_{\text{diss}} = \frac{dL}{dt} = \frac{d(q \Delta V)}{dt} = \Delta V \frac{dq}{dt} = \Delta V I = (R I) I = R I^2$$

POTENZA dissipata nella resistenza (va in agitazione termica: calore)

EFFETTO JOULE

$$P = R I^2$$

$$f = \Delta V \rightarrow f I = \Delta V I \rightarrow P_{\text{erog}} = P_{\text{diss}}$$

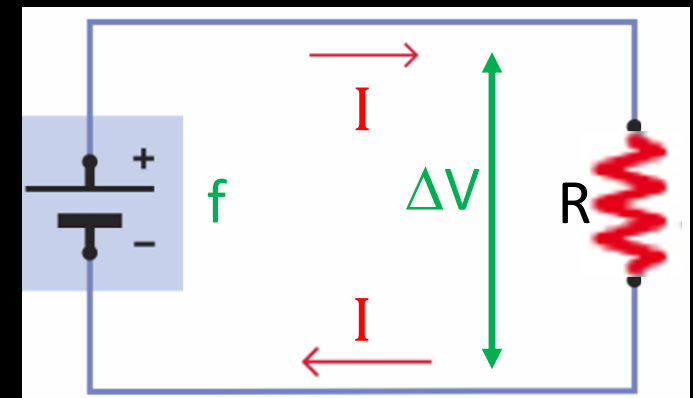
$$\vec{F} = q \vec{E}$$

$$V_+ = V_- + \Delta V$$

TENSIONE (ELETTRICA)

RESISTENZA

$$\Delta U = q \Delta V \neq \Delta \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) \text{ cioè energia dissipata}$$



corrente (velocità) costante

UNITA' DI MISURA

Tensione	1	☐ mV	☒ V	☐ kV	☐ MV
Corrente	1	☐ mA	☒ A	☐ kA	☐ MA
Resistenza	1	☐ mΩ	☒ Ω	☐ kΩ	☐ MΩ
Potenza	1	☐ mW	☒ W	☐ kW	☐ MW
Calcola		Nuovo Calcolo			

$$1 \Omega = 1 V / 1 A$$

$$1 W = 1 V \times 1 A$$

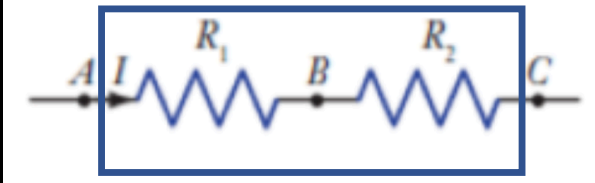
Tensione	1	☐ mV	☒ V	☐ kV	☐ MV
Corrente	1	☒ mA	☐ A	☐ kA	☐ MA
Resistenza	1	☐ mΩ	☐ Ω	☒ kΩ	☐ MΩ
Potenza	0.001	☐ mW	☒ W	☐ kW	☐ MW
Calcola		Nuovo Calcolo			

$$1 k\Omega = 1 V / 1 mA$$

$$0,001 W = 1 V \times 1 mA$$

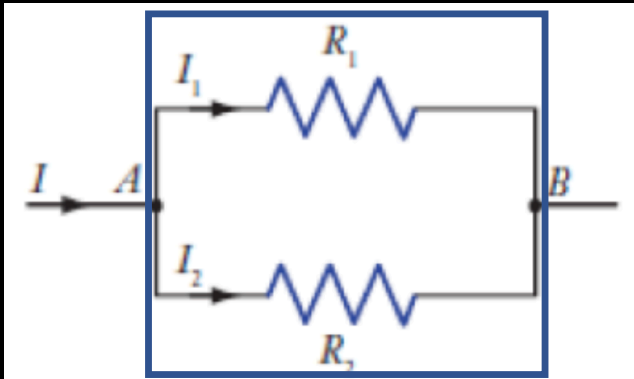
salvorosta.it/low/sk.php?TP=1&TI=Richiami%20di%20Elettrologia&MH=Mhor0&MV=Msreti3&FR=&CP=sistreti/legge-ohm-3.php

ELEMENTI IN SERIE/PARALLELO



$$R_S = \frac{\Delta V_{AC}}{I} = \frac{\Delta V_{AB} + \Delta V_{BC}}{I} = \frac{\Delta V_{AB}}{I} + \frac{\Delta V_{BC}}{I} = R_1 + R_2$$

due (o più) resistenze sono in serie se sono attraversate dalla stessa corrente



$$\frac{1}{R_p} = \frac{I}{\Delta V_{AB}} = \frac{I_1 + I_2}{\Delta V_{AB}} = \frac{I_1}{\Delta V_{AB}} + \frac{I_2}{\Delta V_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$
$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

due (o più) resistenze sono in parallelo se hanno la stessa d.d.p.

ELEMENTI IN SERIE/PARALLELO

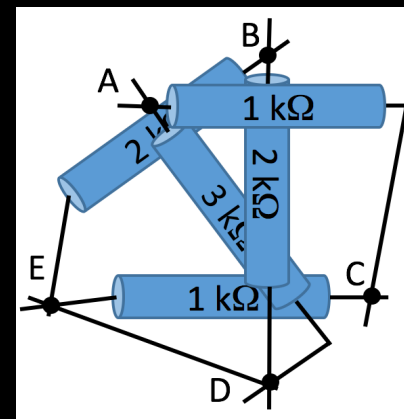
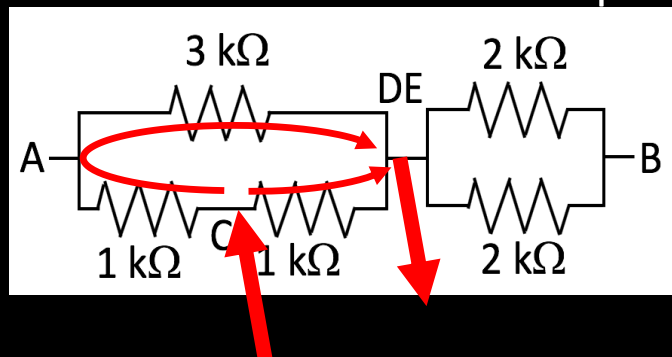
Riconoscere nello schema elettrico la struttura di resistori in figura e verificare i valori delle resistenze fra i punti:

$$AE \rightarrow R = 1,2 \text{ k}\Omega$$

$$AB \rightarrow R = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$CD \rightarrow R = 0,8 \text{ k}\Omega$$

$$BC \rightarrow R = 1,8 \text{ k}\Omega$$



$$AE \rightarrow 3 \text{ k}\Omega // (1 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) = 6/5 \text{ k}\Omega$$

$$AB \rightarrow AE + (2 \text{ k}\Omega // 2 \text{ k}\Omega) = 6/5 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega$$

$$CD \rightarrow (1 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega) // 1 \text{ k}\Omega = 4/5 \text{ k}\Omega$$

$$BC \rightarrow CD + (2 \text{ k}\Omega // 2 \text{ k}\Omega) = 4/5 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega$$

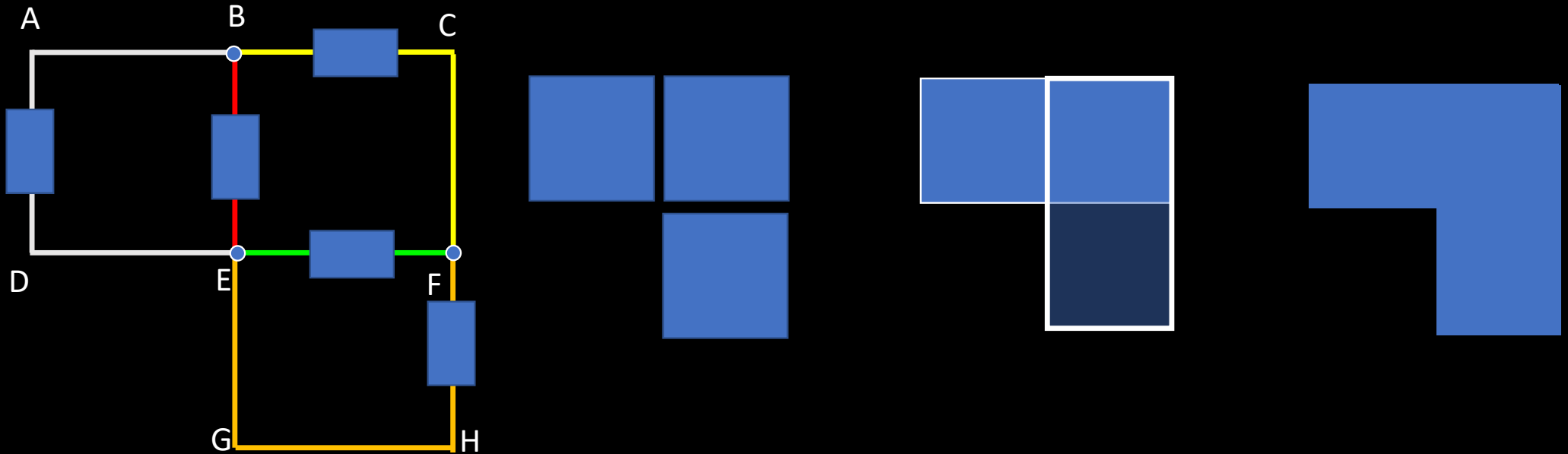
$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

TOPOLOGIA DI UN CIRCUITO ELETTRICO

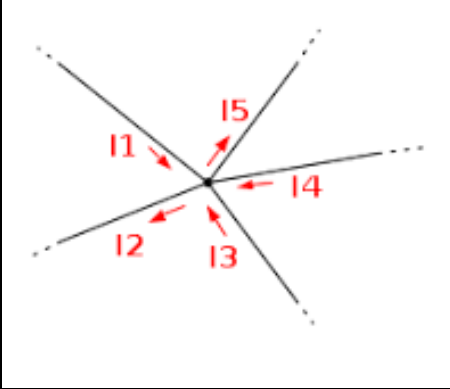
NODO: punto di confluenza di tre o più conduttori 3

RAMO: tratto di circuito compreso fra due nodi 5

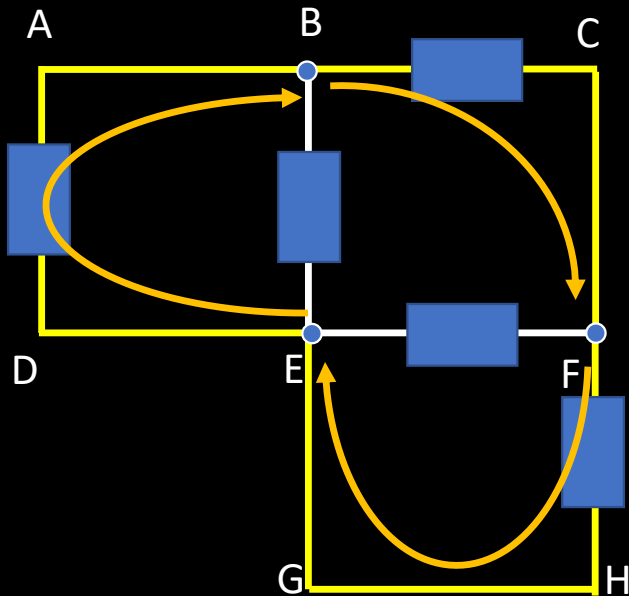
MAGLIA: insieme di rami che parte da un nodo e torna allo stesso nodo 6



PRINCIPI DI KIRCHHOFF

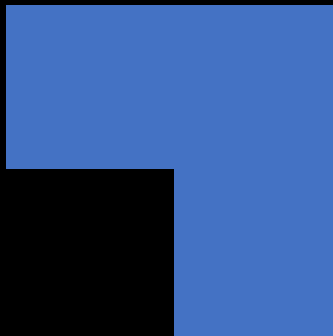


I) la somma delle correnti entranti in un nodo è uguale alla somma delle correnti uscenti (conservazione della carica) $I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$



II) la somma delle differenze di potenziale in una maglia è pari a zero

$$\Delta V_{BF} + \Delta V_{FE} + \Delta V_{EB} = 0 \quad \oint_{\gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$



PRINCIPI DI KIRCHHOFF

scelto un verso arbitrario delle correnti...

$$V_C = (V_A + f_1) - R_1 I_1$$

$$V_E = (V_A + f_1 - R_1 I_1) + R_2 I_2$$

$$D: I_1 + I_2 = I_3$$

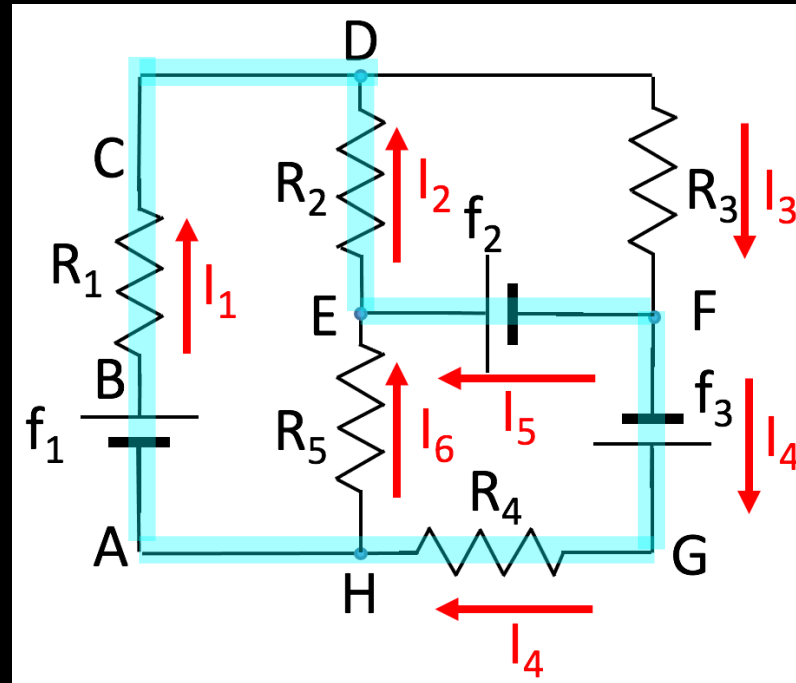
$$E: I_5 + I_6 = I_2$$

$$F: I_3 = I_4 + I_5$$

$$H: I_4 = I_1 + I_6$$

$$V_B = V_A + f_1$$

$$V_A$$



$$V_F = (V_A + f_1 - R_1 I_1 + R_2 I_2) - f_2$$

$$V_G = (V_A + f_1 - R_1 I_1 + R_2 I_2 - f_2) + f_3$$

$$V_H = (V_A + f_1 - R_1 I_1 + R_2 I_2 - f_2 + f_3) - R_4 I_4 = V_A$$

CAPACITA'

CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \rightarrow \Delta V = \frac{Q}{C}$$

IN CONDIZIONI STAZIONARIE LE GRANDEZZE ELETTRICHE NON VARIANO NEL TEMPO
quindi: $I(t)$ deve essere costante $\rightarrow I(t) = I_0$

$$\Delta V(t) = \frac{Q(t)}{C} = \frac{\int_0^t I(t') dt' + Q_0}{C} = \frac{\int_0^t I_0 dt' + Q_0}{C} = \frac{I_0 t + Q_0}{C}$$

IN CONDIZIONI STAZIONARIE LE GRANDEZZE ELETTRICHE NON VARIANO NEL TEMPO
quindi: $\Delta V(t)$ deve essere costante $\rightarrow I_0 = 0$

$$\Delta V(t) = \frac{Q_0}{C} \quad \text{IN CONDIZIONI STAZIONARIE NELLE CAPACITÀ NON SCORRE CORRENTE}$$

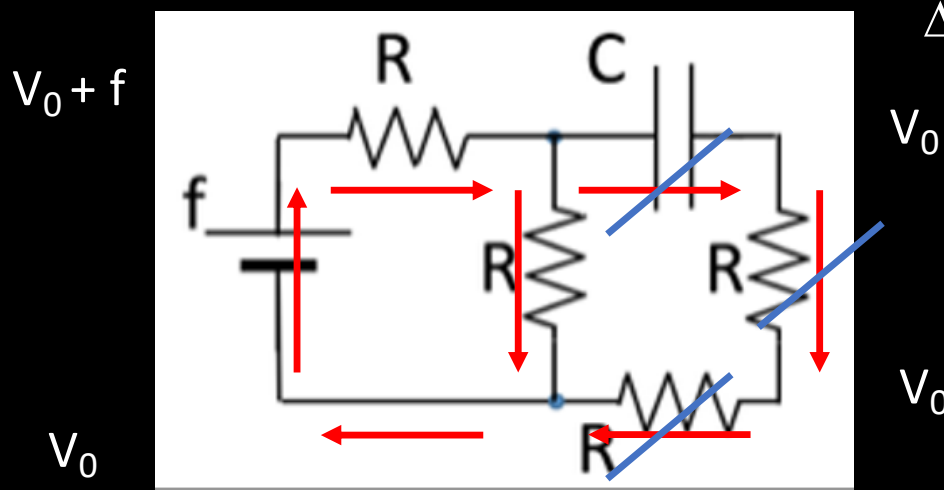
CAPACITA'

CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)

IN CONDIZIONI STAZIONARIE NELLE CAPACITÀ NON SCORRE CORRENTE

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

$$V_0 + f - R I$$



$$\Delta V = (V_0 + f - R I) - V_0 = f - R I = f - R f/2R = f/2$$

$$U = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{1}{2} C f^2/4$$

$$V_0 + f - 2 R I = V_0 \rightarrow f = 2 R I \rightarrow I = f/2R \rightarrow P_{\text{erog}} = f I = f^2/2R$$

Quanta potenza eroga il generatore?

Quanta energia è accumulata nel condensatore?

INDUTTANZE

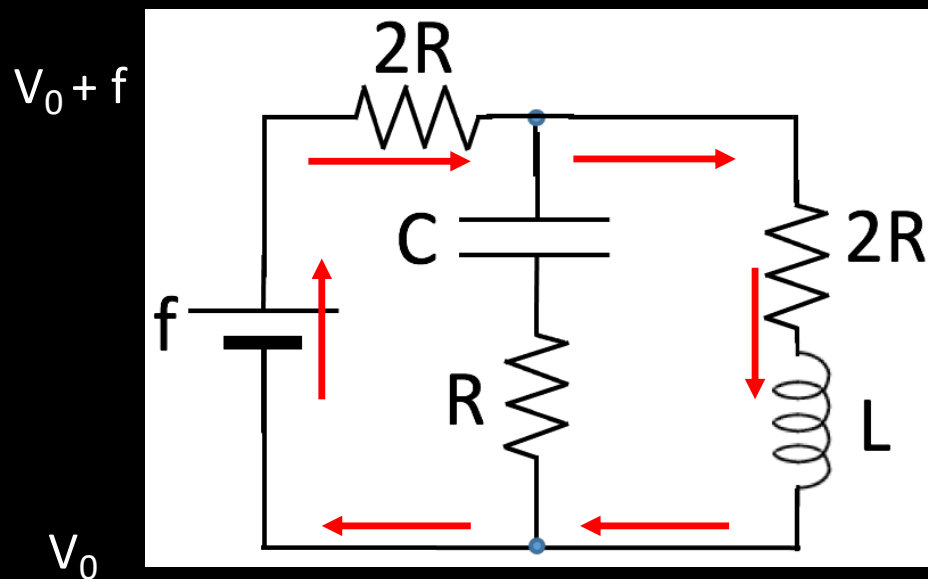
CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)

$$f. e. m. = - \frac{d\Phi_S(\vec{B})}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

IN CONDIZIONI STAZIONARIE LE GRANDEZZE ELETTRICHE NON VARIANO NEL TEMPO quindi:
 $dI/dt = 0 \rightarrow$ non c'è f.e.m. indotta

IN CONDIZIONI STAZIONARIE NON C'È d.d.p. AI CAPI DELLE INDUTTANZE

$$V_0 + f - 2R I$$



Quanta energia è accumulata nell'induttanza?

$$U = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} L (f/4R)^2$$

$$V_0 + f - 4R I$$

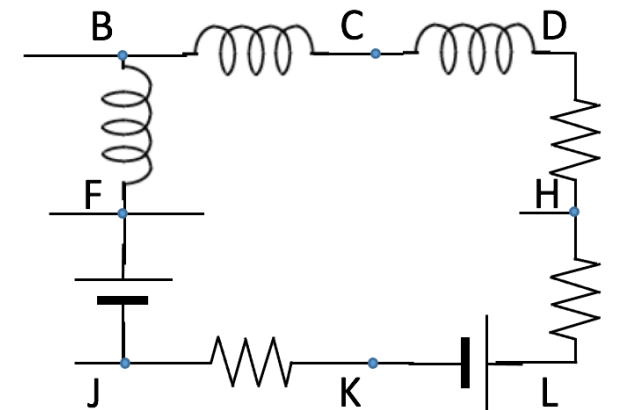
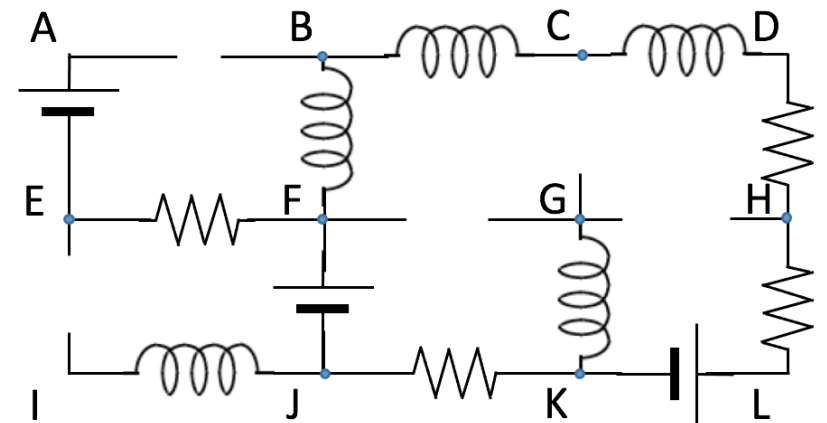
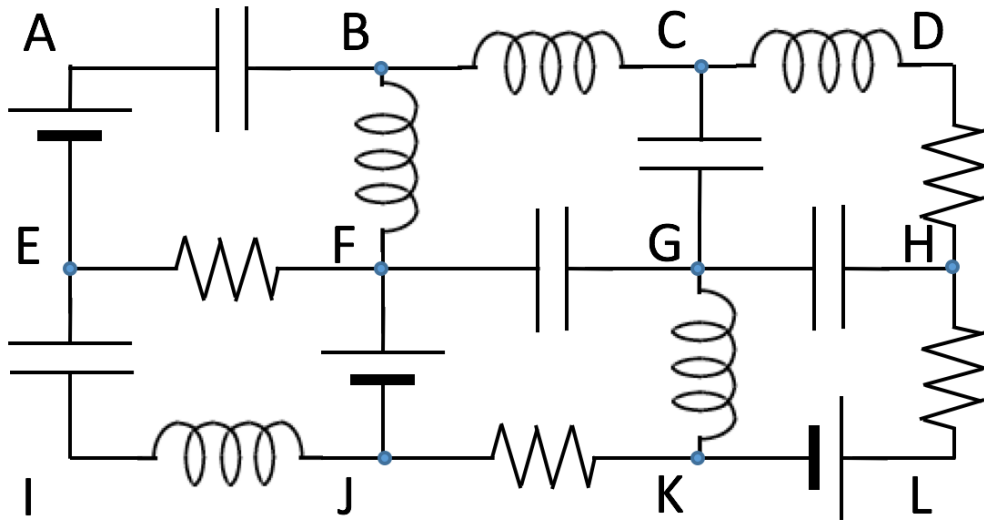
$$V_0 + f - 4R I + f_{IND} = V_0 + f - 4R I - L dI/dt = V_0$$

$$\rightarrow f - 4R I = 0 \rightarrow I = f/4R$$

Nel circuito in figura $\mathcal{E} = 5 \text{ V}$, $C = 100 \text{ nF}$, $L = 0,1 \text{ mH}$ e $R = 10 \Omega$.

Determinare l'energia elettrostatica, il flusso di B nei vari induttori e la potenza complessivamente erogata dai generatori e quella complessivamente dissipata nelle resistenze.

>>> soluzione: $U_{es} = 6,25 \mu\text{J}$; $\Phi_i(B) = 0$; $P_{GEN} = 0$, $P_{RES} = 0$



$$V_J = 0 \quad I = 0$$

Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

LUNEDÌ 11 APRILE ORE 10-11

**ESERCIZI su
elementi circuitali
considerazioni energetiche**

