

# Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

## circuiti elettrici

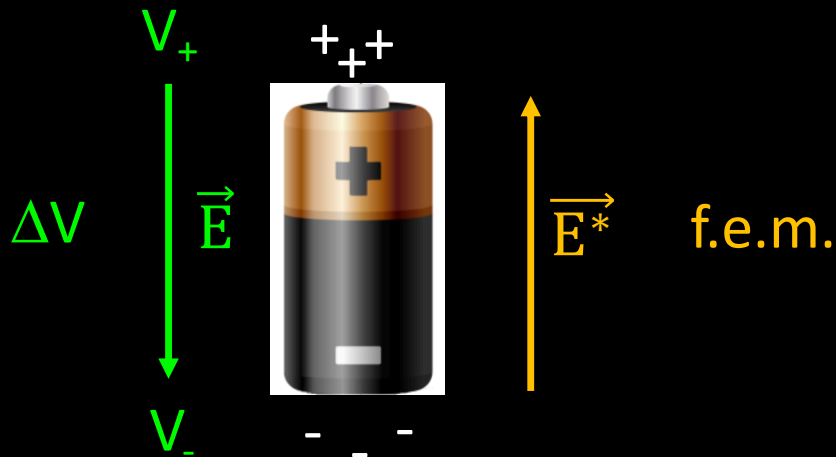
## f.e.m. e $\Delta V$

se in alcuni tratti il campo E non è conservativo  $\oint_{\gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \text{f.e.m.}$

forza elettromotrice (f.e.m. =  $f = \mathcal{E}$ ): lavoro delle forze non conservative per unità di carica

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

$$\Delta V = L_{\text{CONS}}/q$$



$$\Delta V = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\text{f. e. m.} = \oint_{\gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

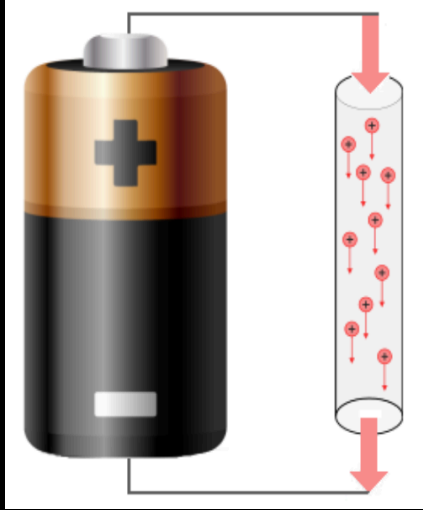
$$\Delta U = q \Delta V$$

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

campo elettrostatico  
conservativo

campo elettromotore  
non conservativo

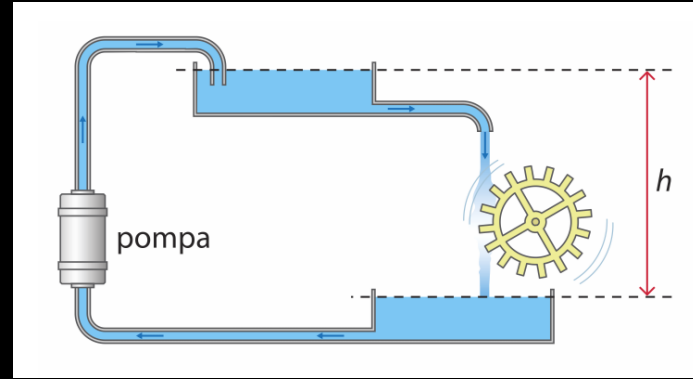
# f.e.m. e $\Delta V$



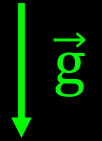
corrente

lavoro della pompa

se le cariche possono muoversi (CIRCUITO)



$$\Delta U = mgh$$



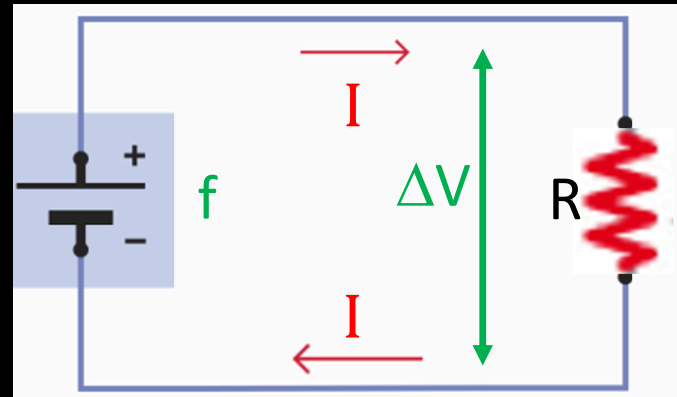
il lavoro non conservativo del generatore mantiene costante la d.d.p. che muove le cariche

## ANALOGIA IDRAULICA

LEGGE DI OHM  
 $\Delta V = R I$

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

GENERATORE



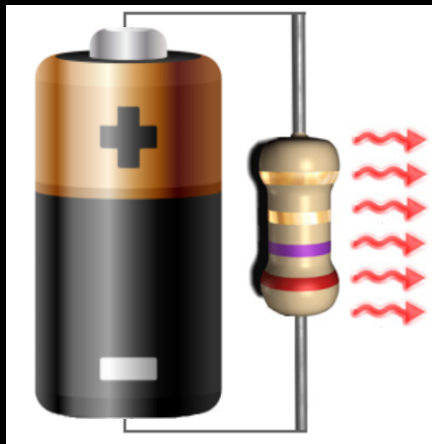
$$\Delta U = q \Delta V$$

RESISTENZA

CIRCUITO

# POTENZA EROGATA E DISSIPATA

## BILANCIO ENERGETICO



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

$f = L/q$  lavoro per unità di carica

POTENZA erogata dal generatore

**EFFETTO JOULE**

$$P = R I^2$$

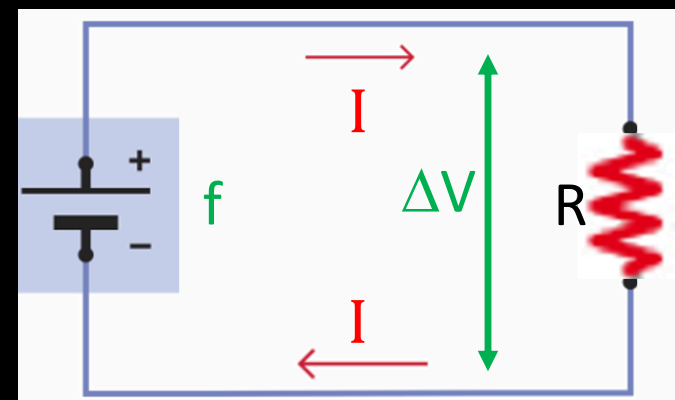
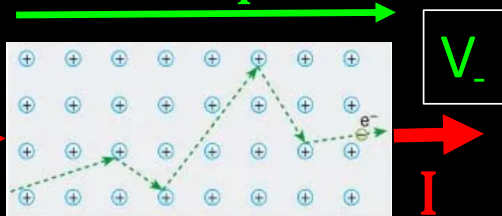
$$P_{\text{diss}} = \frac{dL}{dt} = \frac{d(q \Delta V)}{dt} = \Delta V \frac{dq}{dt} = \Delta V I = (R I) I = R I^2$$

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

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

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

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



corrente (velocità) costante

TENSIONE (ELETTRICA)

RESISTENZA

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

# UNITA' DI MISURA

<b>Tensione</b>	1	<input type="radio"/> mV	<input checked="" type="radio"/> V	<input type="radio"/> kV	<input type="radio"/> MV
<b>Corrente</b>	1	<input type="radio"/> mA	<input checked="" type="radio"/> A	<input type="radio"/> kA	<input type="radio"/> MA
<b>Resistenza</b>	1	<input type="radio"/> mΩ	<input checked="" type="radio"/> Ω	<input type="radio"/> kΩ	<input type="radio"/> MΩ
<b>Potenza</b>	1	<input type="radio"/> mW	<input checked="" type="radio"/> W	<input type="radio"/> kW	<input type="radio"/> MW
		Calcola		Nuovo Calcolo	

<b>Tensione</b>	1	<input checked="" type="radio"/> mV	<input type="radio"/> V	<input type="radio"/> kV	<input type="radio"/> MV
<b>Corrente</b>	1	<input checked="" type="radio"/> mA	<input type="radio"/> A	<input type="radio"/> kA	<input type="radio"/> MA
<b>Resistenza</b>	1000	<input checked="" type="radio"/> mΩ	<input type="radio"/> Ω	<input type="radio"/> kΩ	<input type="radio"/> MΩ
<b>Potenza</b>	0.001	<input checked="" type="radio"/> mW	<input type="radio"/> W	<input type="radio"/> kW	<input type="radio"/> MW
		Calcola		Nuovo Calcolo	

<b>Tensione</b>	1	<input type="radio"/> mV	<input checked="" type="radio"/> V	<input type="radio"/> kV	<input type="radio"/> MV
<b>Corrente</b>	1	<input checked="" type="radio"/> mA	<input type="radio"/> A	<input type="radio"/> kA	<input type="radio"/> MA
<b>Resistenza</b>	1	<input type="radio"/> mΩ	<input type="radio"/> Ω	<input checked="" type="radio"/> kΩ	<input type="radio"/> MΩ
<b>Potenza</b>	0.001	<input type="radio"/> mW	<input checked="" type="radio"/> W	<input type="radio"/> kW	<input type="radio"/> MW
		Calcola		Nuovo Calcolo	

$$1 \Omega = 1 \text{ V} / 1 \text{ A}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A}$$

$$1000 \text{ m}\Omega = 1 \text{ mV} / 1 \text{ mA}$$

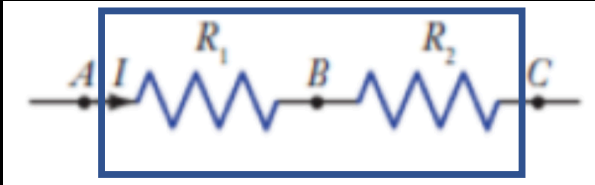
$$0,001 \text{ mW} = 1 \text{ mV} \times 1 \text{ mA}$$

$$1 \text{ k}\Omega = 1 \text{ V} / 1 \text{ mA}$$

$$0,001 \text{ W} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ mA}$$

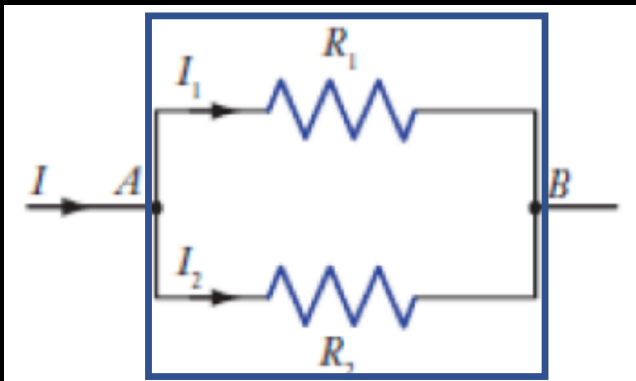
[salvorosta.it/low/sk.php?TP=1&TI=Richiami%20di%20Elettrologia&MH=Mhor0&MV=Msreti3&FR=&CP=sistreti/legge-ohm-3.php](http://salvorosta.it/low/sk.php?TP=1&TI=Richiami%20di%20Elettrologia&MH=Mhor0&MV=Msreti3&FR=&CP=sistreti/legge-ohm-3.php)

## 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

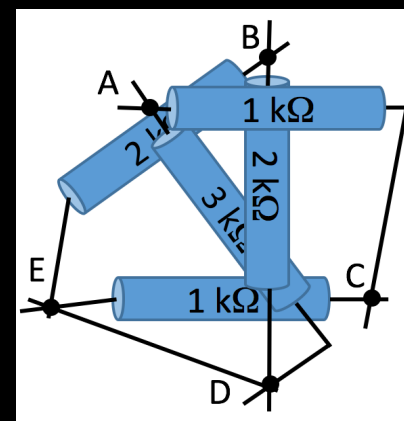
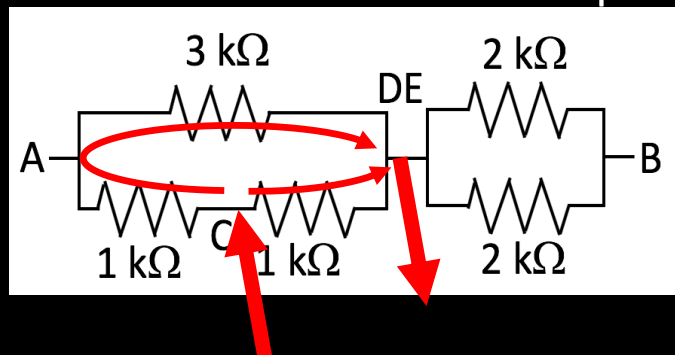
Riconoscere nello schema elettrico la struttura di resistori in figura e verificare i valori delle resistenze fra i punti:

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

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

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

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



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

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

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

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

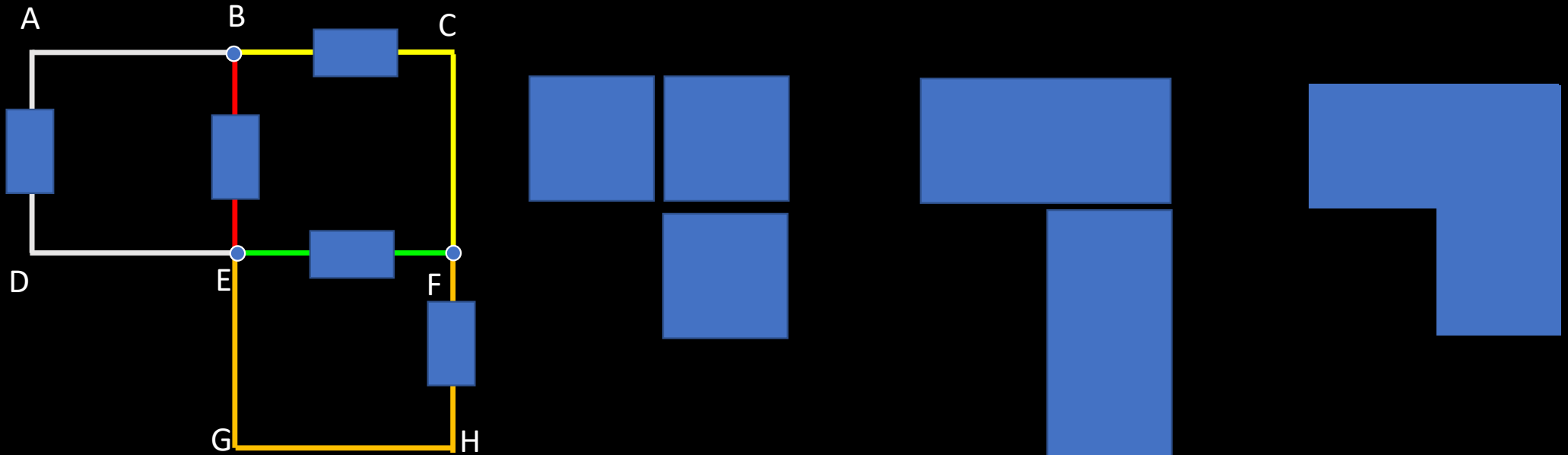
$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

# TOPOLOGIA DI UN CIRCUITO ELETTRICO

NODO: punto di confluenza di tre o più conduttori 3

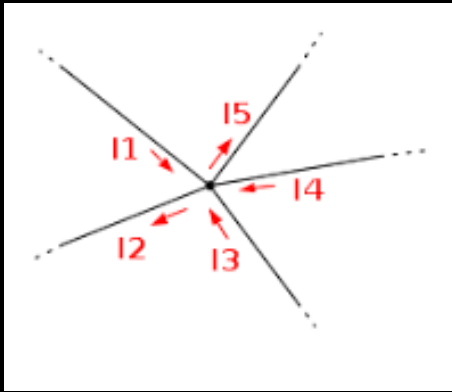
RAMO: tratto di circuito compreso fra due nodi 5

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

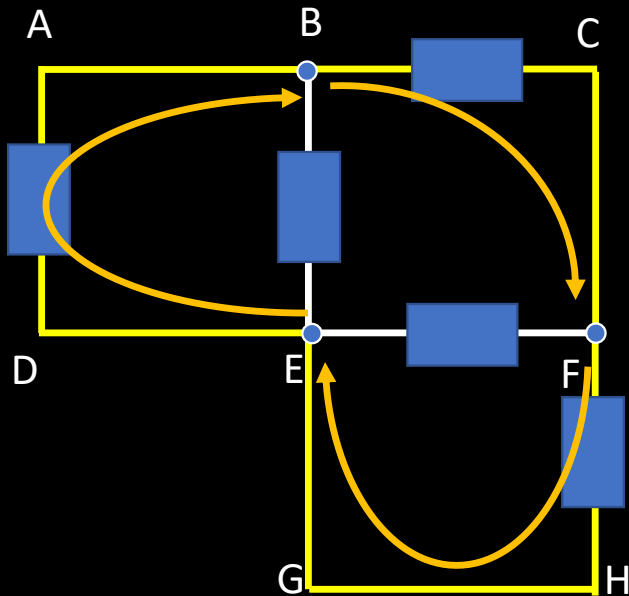




# PRINCIPI DI KIRCHHOFF



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

$$\Delta V_{BF} + \Delta V_{FE} + \Delta V_{EB} = 0$$

$$\oint_{\gamma} \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

# 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:  $I_1 + I_2 = I_3$

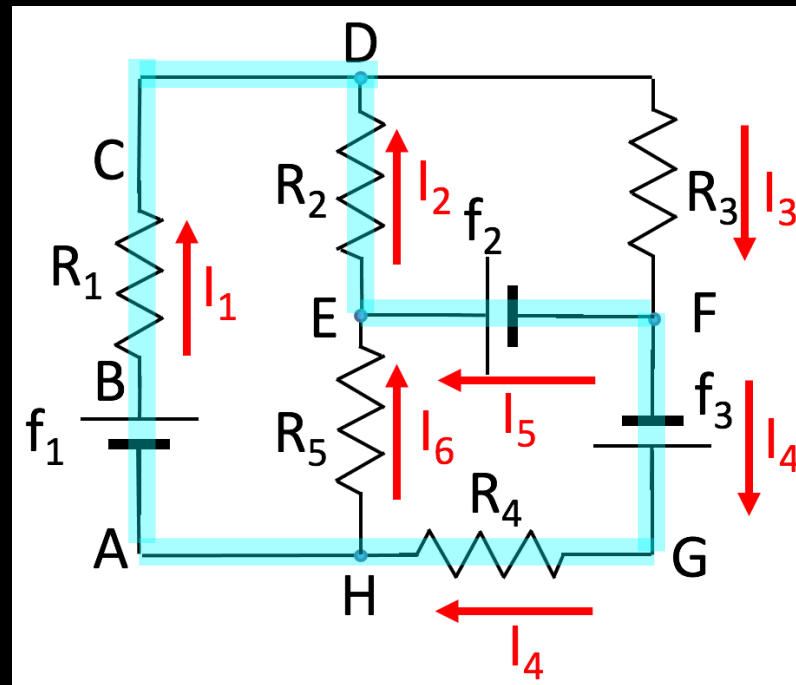
E:  $I_5 + I_6 = I_2$

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.)

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

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

IN CONDIZIONI STAZIONARIE LE GRANDEZZE ELETTRICHE NON VARIANO NEL TEMPO quindi:

$I(t)$  deve essere costante  $\rightarrow I(t) = I_0$

$\Delta V(t)$  deve essere costante  $\rightarrow \int_0^t I(t') dt' = \int_0^t I_0 dt' = I_0 t \rightarrow I_0 = 0$

$$\Delta V(t) = \frac{Q_0}{C}$$

**IN CONDIZIONI STAZIONARIE NELLE CAPACITÀ NON SCORRE CORRENTE**

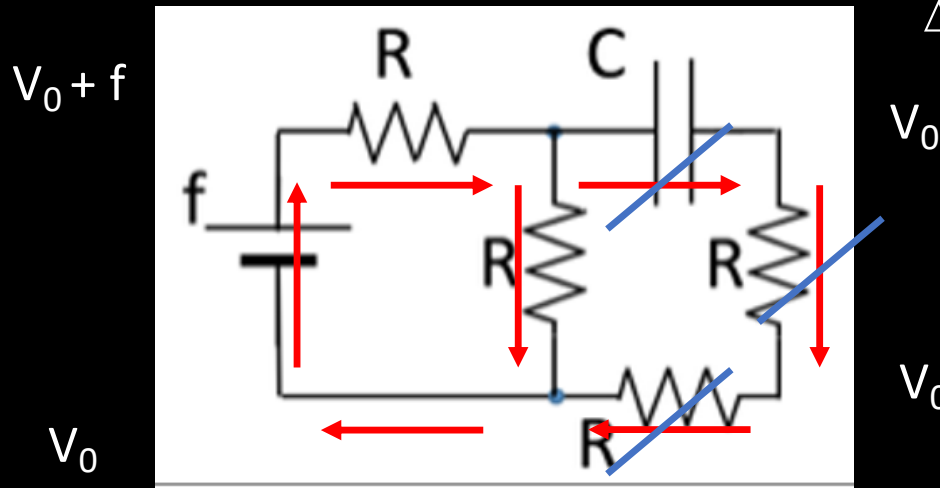
# CAPACITA'

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

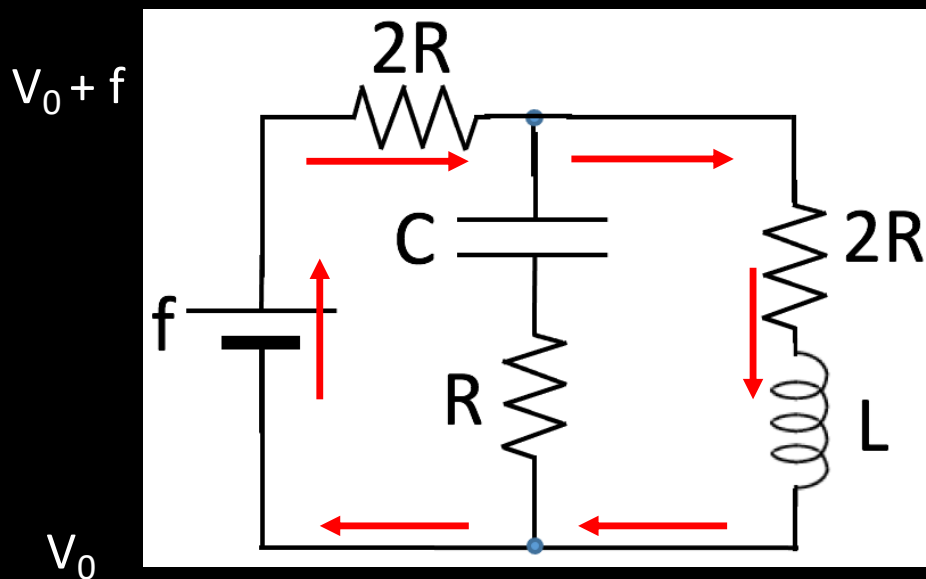
CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)

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

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?

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

$$V_0 + f - 4R I$$

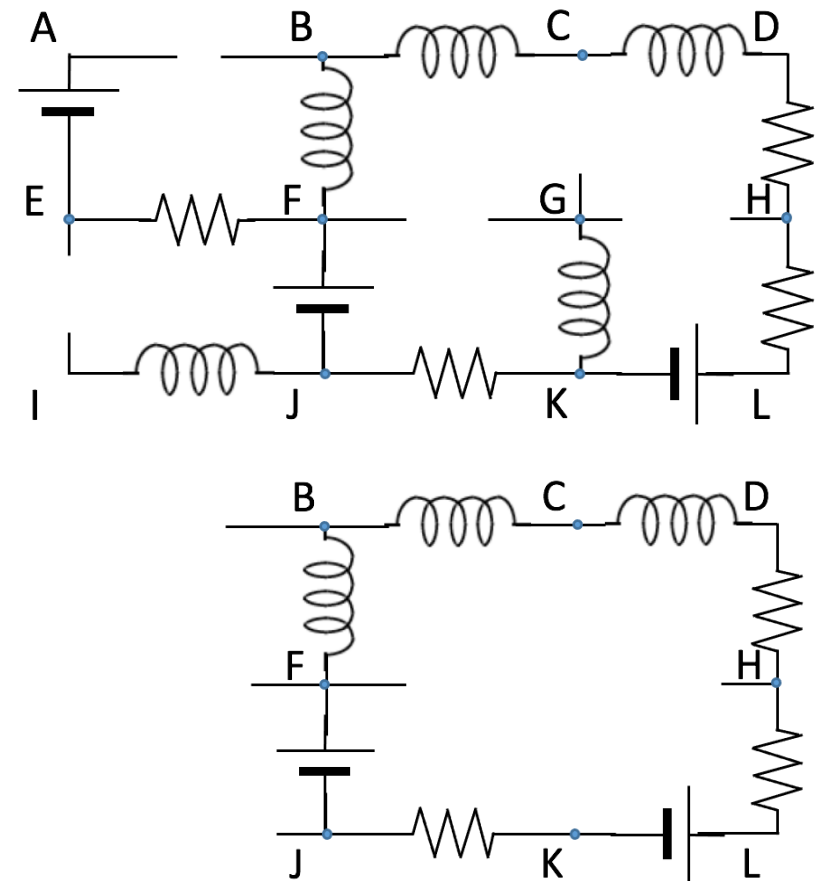
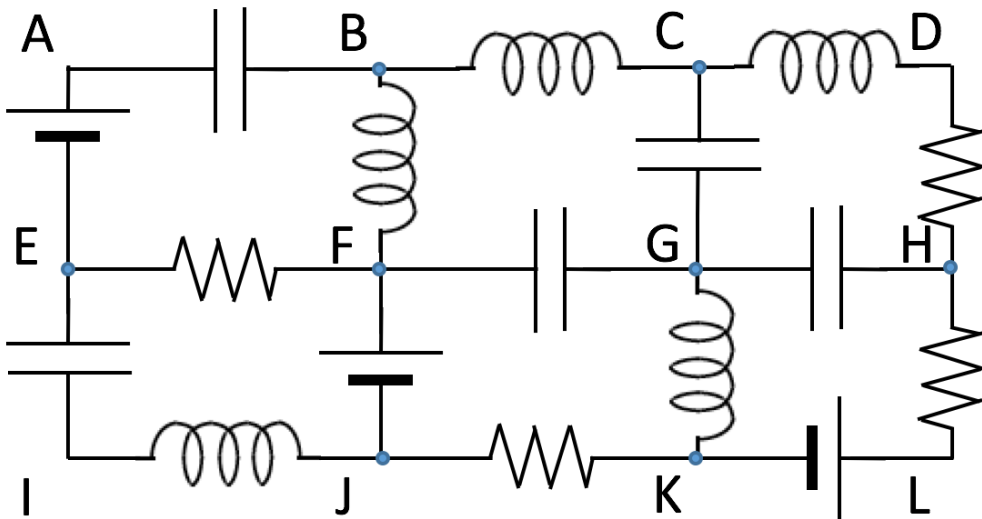
$$V_0 + f - 4R I + f_{IND} = V_0 + f - 4R I - L dI/dt = V_0$$

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

Nel circuito in figura  $f = 5 \text{ V}$ ,  $C = 100 \text{ nF}$ ,  $L = 0,1 \text{ mH}$  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:  $U_{es} = 6,25 \mu\text{J}$ ;  $\Phi_i(B) = 0$ ;  $P_{GEN} = 0$ ,  $P_{RES} = 0$



$$V_J = 0$$

**ESONERO**

**correzione in corso...**

# Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

**LUNEDÌ 12 APRILE ORE 10-11**

**ESERCIZI su  
elementi circuitali  
considerazioni energetiche**

