

# Complementi di fisica generale

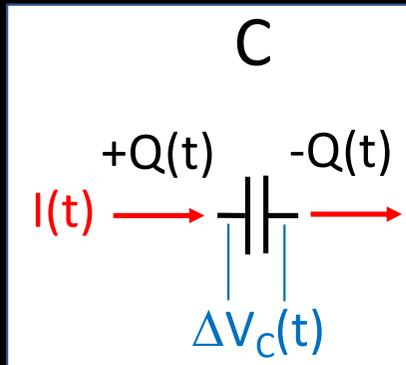
adalberto.sciubba@uniroma1.it

**circuiti elettrici**

**correnti stazionarie**

## CAPACITA'

## CONDIZIONI STAZIONARIE CORRENTE CONTINUA (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  $\rightarrow I(t) = I_0$

$$I(t) = \frac{dQ}{dt} \rightarrow dQ = I(t)dt$$

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

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

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

ΔV(t) deve essere costante

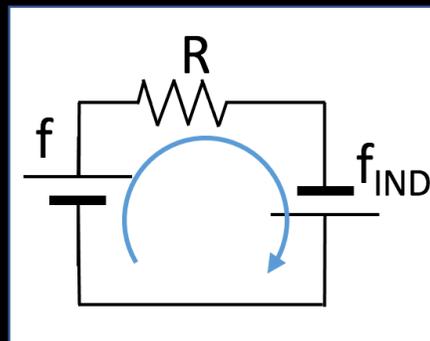
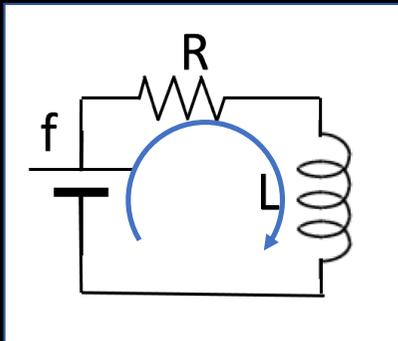
$$\rightarrow I_0 = 0$$

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

# INDUTTANZA

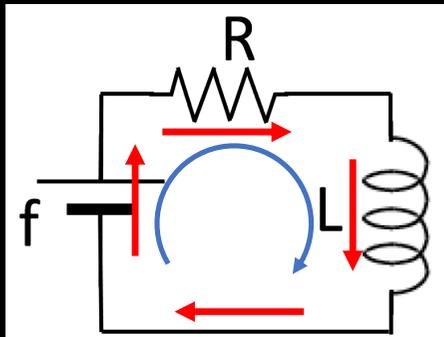
$$f. e. m. = -\frac{d\Phi_S(\vec{B})}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

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



$$V_0 + f$$

$$V_0 + f - RI$$



$$V_0 + f - RI + f_{IND} = V_0$$

$$\rightarrow f - RI + f_{IND} = 0$$

$$\rightarrow f - RI - L\frac{dI}{dt} = 0$$

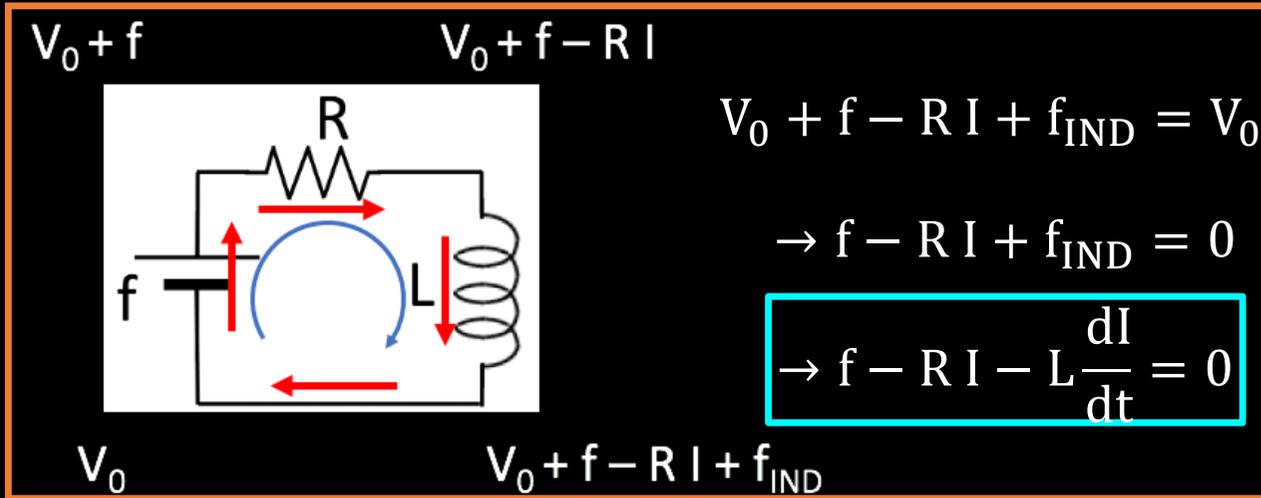
$$V_0$$

$$V_0 + f - RI + f_{IND}$$

# INDUTTANZE

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

CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)

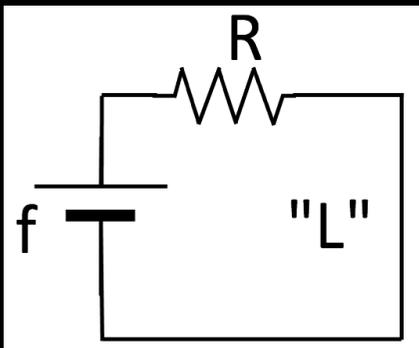


IN **CONDIZIONI STAZIONARIE**  
LE GRANDEZZE ELETTRICHE  
NON VARIANO NEL TEMPO  
quindi:

$$dI/dt = 0$$

$\rightarrow$  non c'è f.e.m. indotta

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



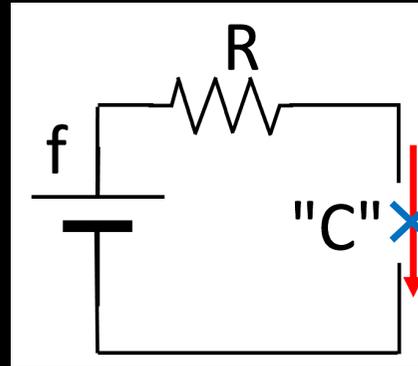
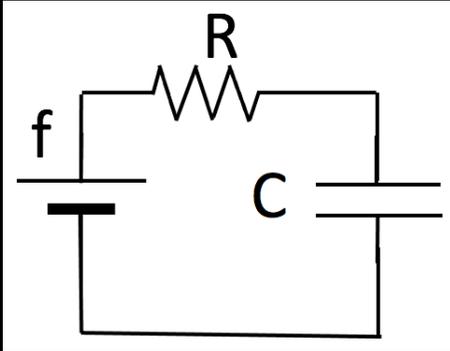
$$\rightarrow f - RI = 0$$

$$\rightarrow I = \frac{f}{R}$$

# CAPACITA' e INDUTTANZA

CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)  
LE GRANDEZZE ELETTRICHE  
NON VARIANO NEL TEMPO

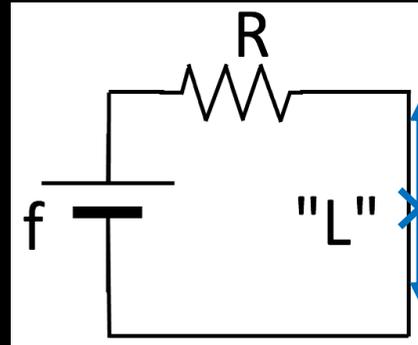
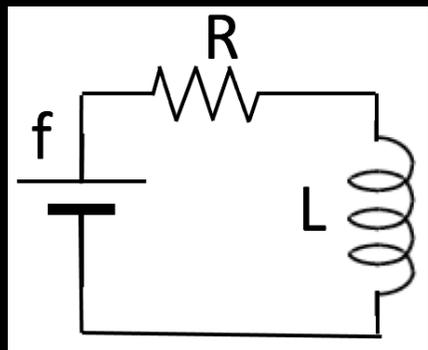
IN CONDIZIONI STAZIONARIE NELLE CAPACITÀ NON SCORRE CORRENTE



$$\rightarrow I_C = 0$$

$$\Delta V_C = ?$$

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

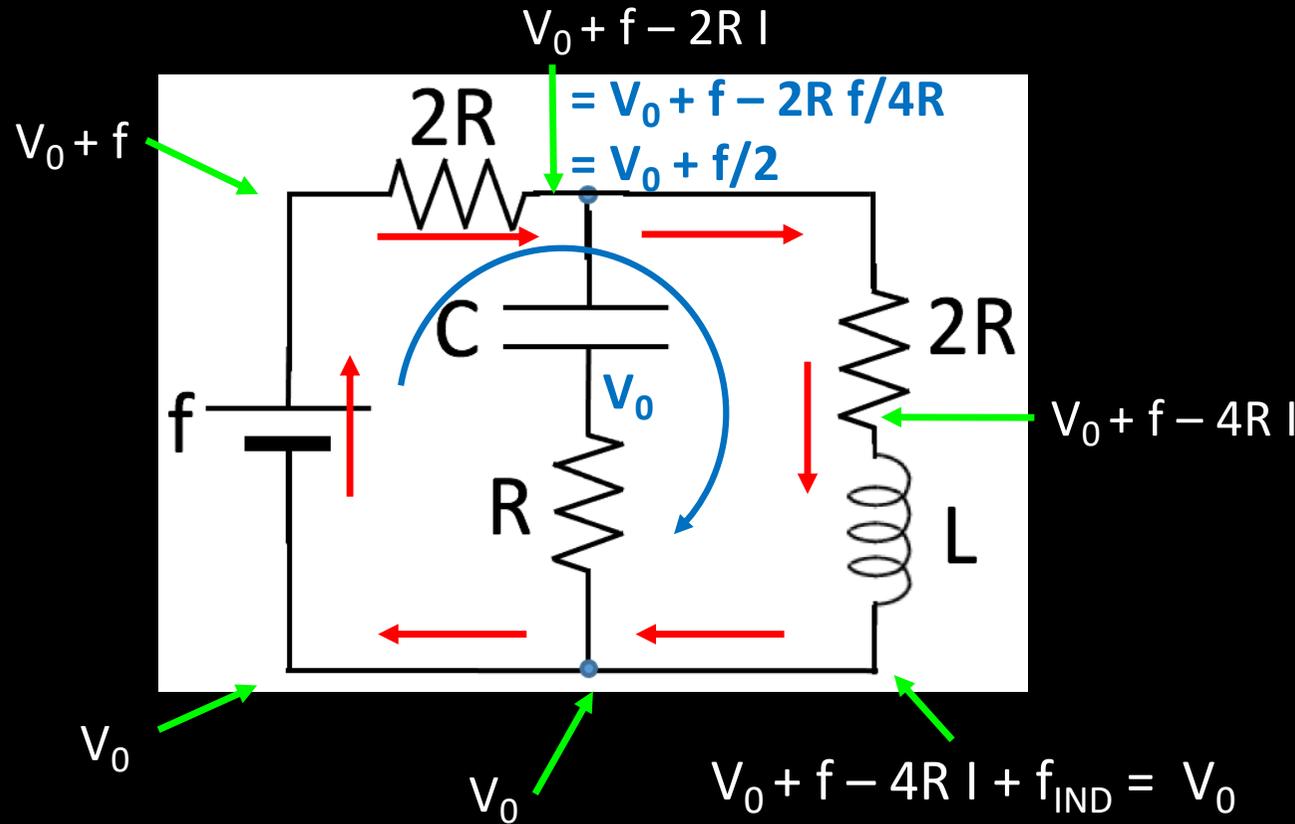


$$\rightarrow \Delta V_L = 0$$

$$I_L = ?$$

# CAPACITA' e INDUTTANZE

CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)  
ESEMPIO



$$\Delta V_C = f/2$$

$$I_L = f/4R$$

$$V_0 + f - 4R I + f_{IND} = V_0$$

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



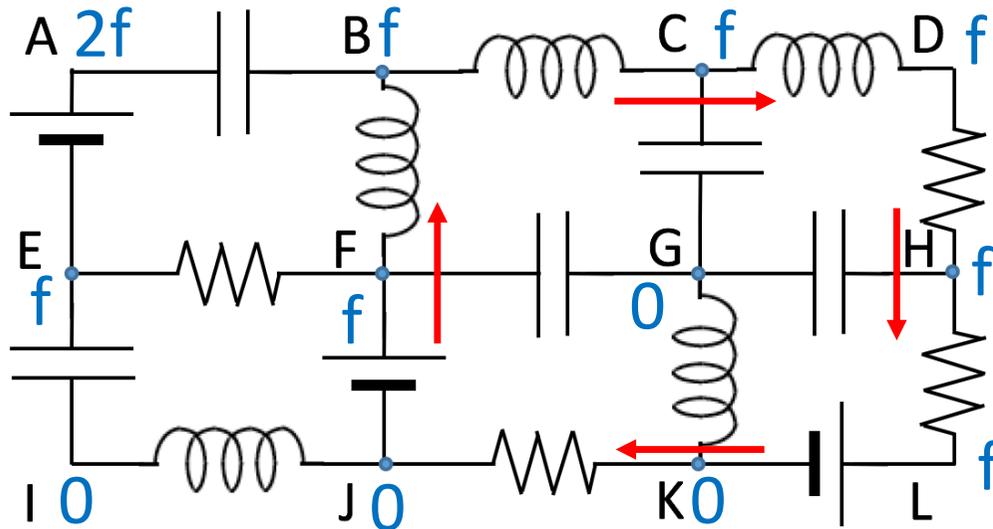
## CONDIZIONI STAZIONARIE

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  $\mathbf{B}$  nei vari induttori e la potenza complessivamente erogata dai generatori e quella complessivamente dissipata nelle resistenze.

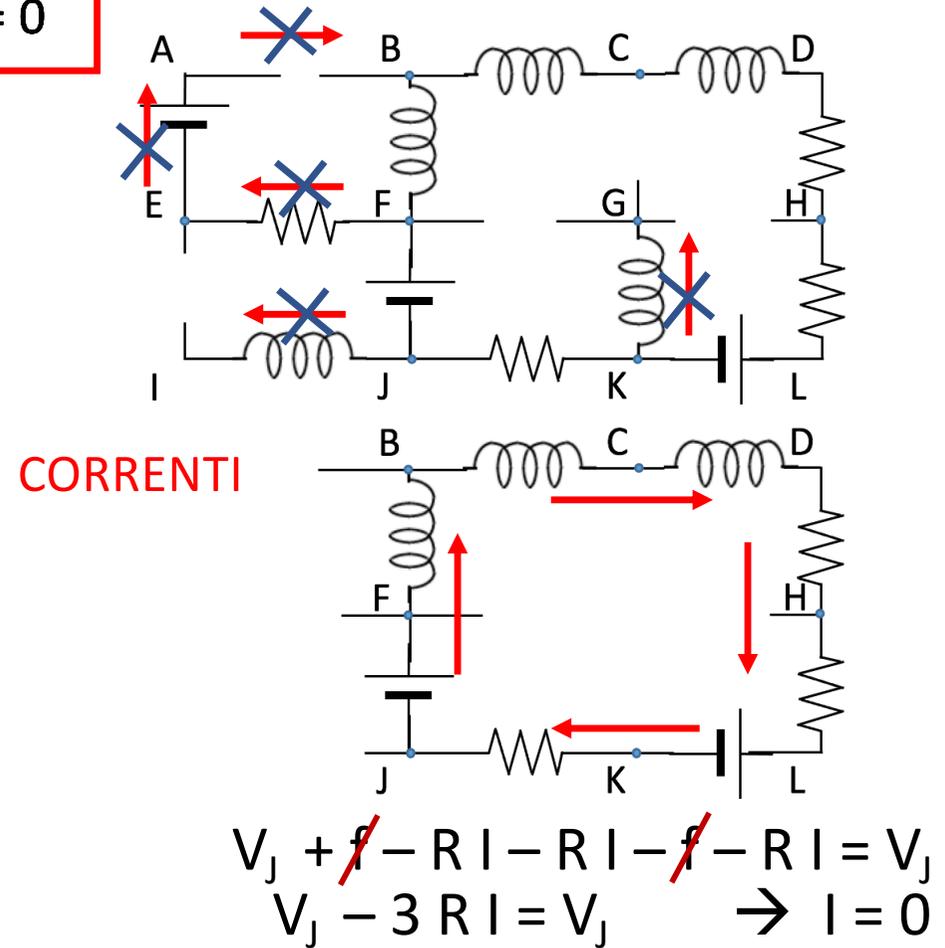
>>> soluzione:  $U_{es} = 6,25 \mu\text{J}$ ;  $\Phi_i(\mathbf{B}) = 0$ ;  $P_{GEN} = 0$ ,  $P_{RES} = 0$

$$L \quad | \quad f \quad | \quad R \quad |^2$$

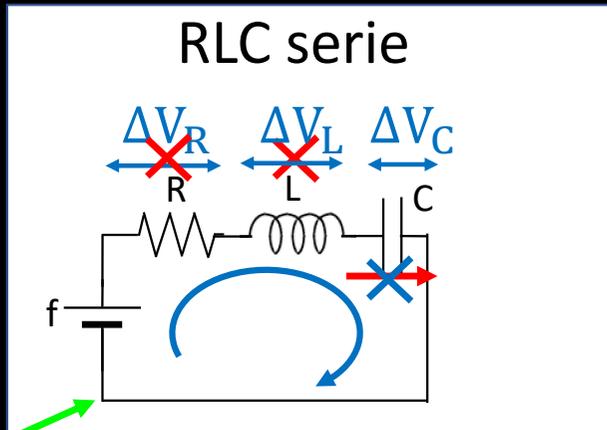


posto  $V_J = 0$        $U_{e.s.} = 5 \frac{1}{2} C f^2$

$$\Delta V_{Ci} = f$$



# CONDIZIONI STAZIONARIE



$$V_0 \quad I_{GEN} = I_R = I_L = I_C$$

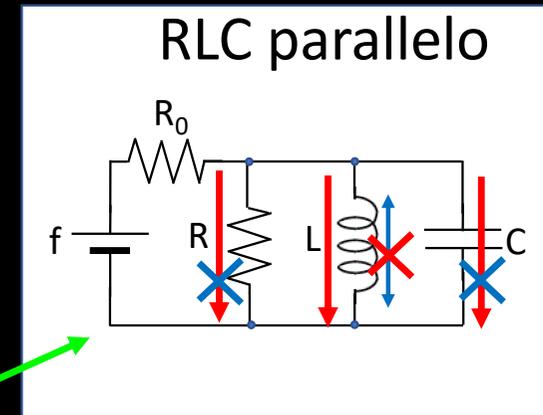
$$V_0 + f - R I - L \frac{dI}{dt} - \frac{Q}{C} = V_0$$

$$f = R I + L \frac{dI}{dt} + \frac{Q}{C}$$

$$f = \Delta V_R + \Delta V_L + \Delta V_C$$

$$I = 0 \quad \Delta V_C = f \quad U = \frac{1}{2} C f^2$$

# ENERGIA IMMAGAZZINATA



$V_0$

$$\Delta V_R = \Delta V_L = \Delta V_C$$

$$\Delta V_L = L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\Delta V_R = R I_R = \Delta V_L = 0 \rightarrow I_R = 0$$

$$\Delta V_R = \Delta V_C = \Delta V_L = 0$$

$$V_0 + f - R_0 I_L = V_0 \rightarrow I_L = \frac{f}{R_0}$$

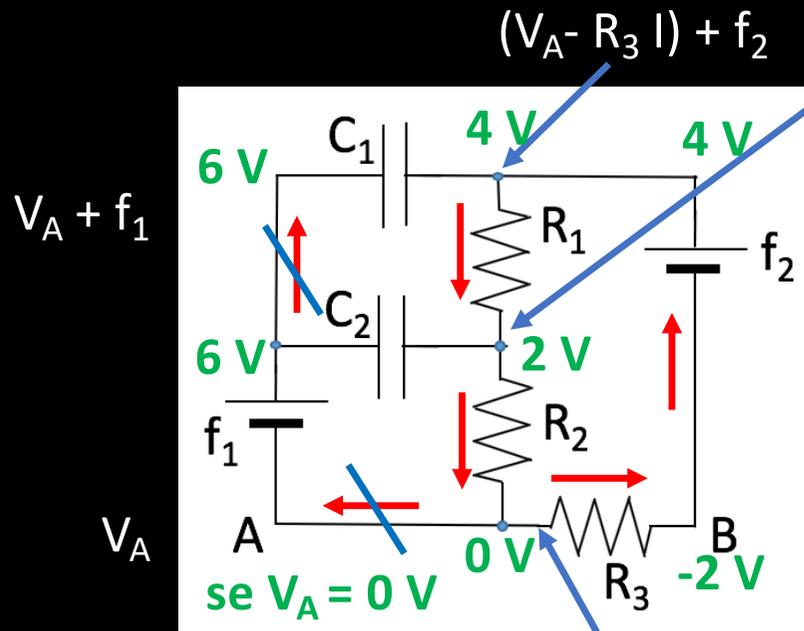
$$U = \frac{1}{2} L \left( \frac{f}{R_0} \right)^2$$



Determinare il valore della differenza di potenziale  $V_B - V_A$  e delle cariche sulle armature positive dei due condensatori.

Dati:  $C_1 = C_2 = 10 \text{ nF}$ ;  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ } \Omega$ ;  $f_1 = f_2 = 6 \text{ V}$

>>> soluzione:  $-2 \text{ V}$ ;  $20 \text{ nC}$ ;  $40 \text{ nC}$



$$(V_A - R_3 I) + f_2$$

$$(V_A - R_3 I + f_2) - R_1 I$$

$$\Delta V_{C1} = (V_A + f_1) - (V_A - R_3 I + f_2) = 2 \text{ V}$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V_{C1} = 10 \text{ nF} \times 2 \text{ V} = 20 \text{ nC}$$

$$\Delta V_{C2} = (V_A + f_1) - (V_A - R_3 I + f_2 - R_1 I) = 4 \text{ V}$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V_{C2} = 10 \text{ nF} \times 4 \text{ V} = 40 \text{ nC}$$

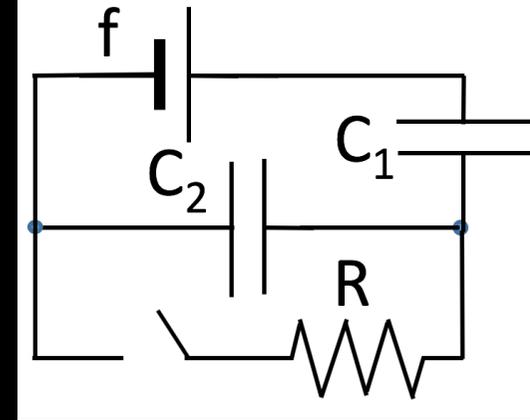
$$V_B = V_A - R_3 I \rightarrow V_B - V_A = -R_3 I = -10 \text{ } \Omega \times 0,2 \text{ A} = -2 \text{ V}$$

$$(V_A - R_3 I + f_2 - R_1 I) - R_2 I = V_A \rightarrow f_2 = (R_1 + R_2 + R_3) I \rightarrow I = 6 \text{ V} / 30 \text{ } \Omega = 0,2 \text{ A}$$

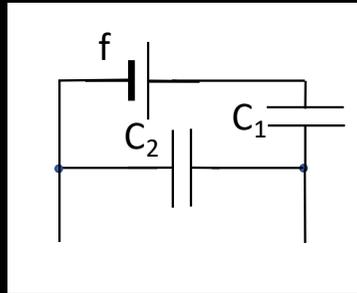
I due condensatori in figura hanno la stessa capacità  $C$ .  
 Calcolare l'energia immagazzinata nel circuito nelle due configurazioni:

A) interruttore aperto B) interruttore chiuso

>>> soluzione:  $1/4 Cf^2$ ;  $1/2 Cf^2$



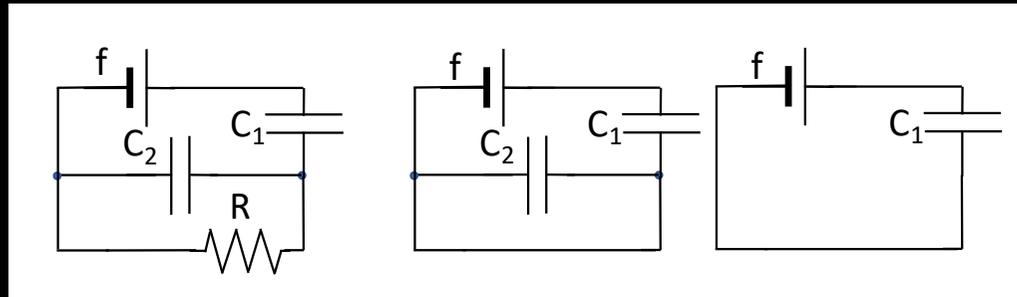
A) interruttore aperto



$$C_S = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) = C^2 / 2C = C/2$$

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

B) interruttore chiuso



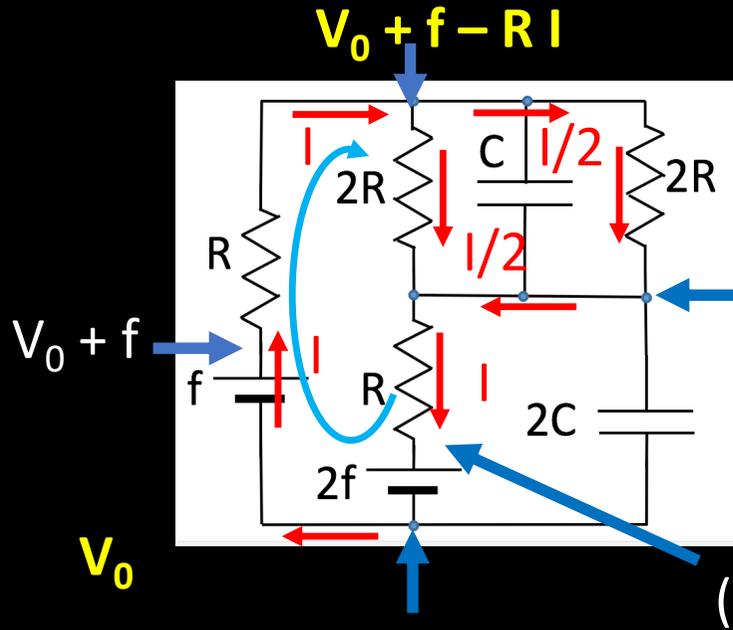
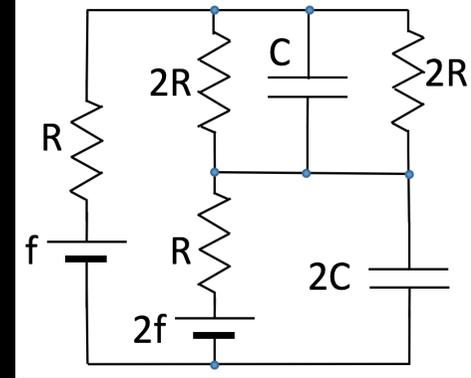
$$\Delta V_R = 0$$

$$\Delta V_{C2} = 0$$

$$C_1 = C \quad U = \frac{1}{2} C f^2$$



Calcolare quanta energia è accumulata e quanta potenza viene dissipata nel circuito in figura in cui  $f = 10 \text{ V}$ ,  $R = 100 \Omega$ ,  $C = 100 \text{ nF}$   
 >>> soluzione:  $85/3 \mu\text{J}$ ;  $1/3 \text{ W}$



$$(V_0 + f - RI) - 2R I/2$$

oppure  $\rightarrow V_0 + f - 2RI$

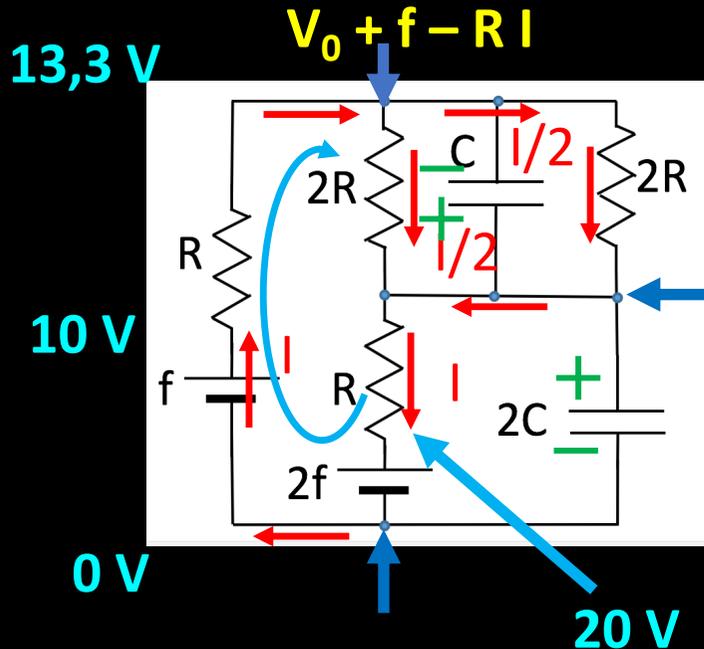
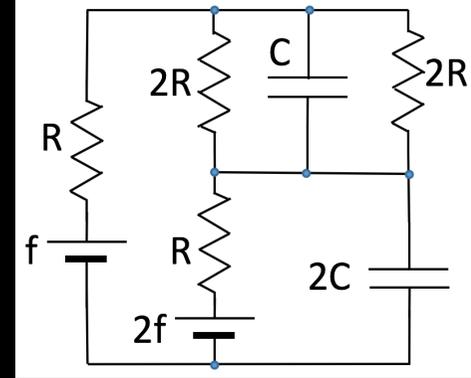
$$(V_0 + f - RI) - R_p I_p = (V_0 + f - RI) - RI$$

$$2R // 2R = (2R \times 2R) / (2R + 2R) = 4R^2 / 4R = R$$

$$(V_0 + f - 2RI) - RI$$

$$(V_0 + f - 3RI) - 2f = V_0 \rightarrow I = -f/3R$$

Calcolare quanta energia è accumulata e quanta potenza viene dissipata nel circuito in figura in cui  $f = 10 \text{ V}$ ,  $R = 100 \Omega$ ,  $C = 100 \text{ nF}$   
 >>> soluzione:  $85/3 \mu\text{J}$ ;  $1/3 \text{ W}$



$16,7 \text{ V}$   
 $V_0 + f - 2RI$

$0 \text{ V}$   
 $V_0$   
 ponendo  $V_0 = 0 \text{ V}$

$I = -f/3R = -33 \text{ mA}$

$$\Delta V_C = (V_0 + f - RI) - (V_0 + f - 2RI) = RI$$

$$= -Rf/3R = -f/3$$

$$U_C = \frac{1}{2} C f^2/9$$

$$\Delta V_{2C} = (V_0 + f - 2RI) - (V_0) = f - 2RI$$

$$= f + 2Rf/3R = (1+2/3)f = 5/3 f$$

$$U_{2C} = \frac{1}{2} 2C f^2 25/9$$

$$P_{\text{DISS}} = (R + 2R//2R + R) I^2$$

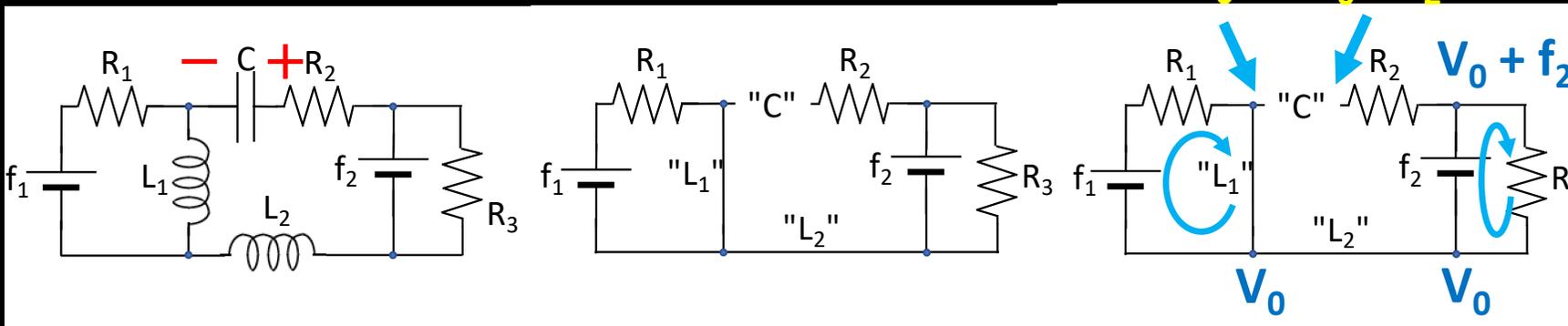
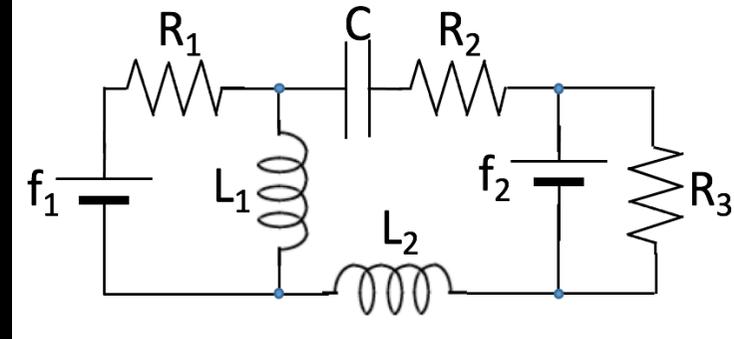
$$= 3R (-f/3R)^2 = f^2/3R$$



Determinare l'intensità delle correnti che scorrono nelle resistenze e la carica del condensatore.

Dati:  $f_1 = 5 \text{ V}$ ;  $f_2 = 8 \text{ V}$ ;  $R_1 = 100 \ \Omega$ ;  $R_2 = 150 \ \Omega$ ;  $R_3 = 200 \ \Omega$ ,  
 $C = 25 \text{ nF}$

>>> soluzione:  $I_{R_1} = 50 \text{ mA}$ ,  $I_{R_2} = 0$ ,  $I_{R_3} = 40 \text{ mA}$ ,  $Q = 0,2 \ \mu\text{C}$



$$\Delta V_C = f_2 \rightarrow Q = C f_2 = 25 \text{ nF} \times 8 \text{ V} = 200 \text{ nC}$$

$$I_{R_1} = f_1 / R_1 = 5 \text{ V} / 100 \ \Omega = 0,05 \text{ A}$$

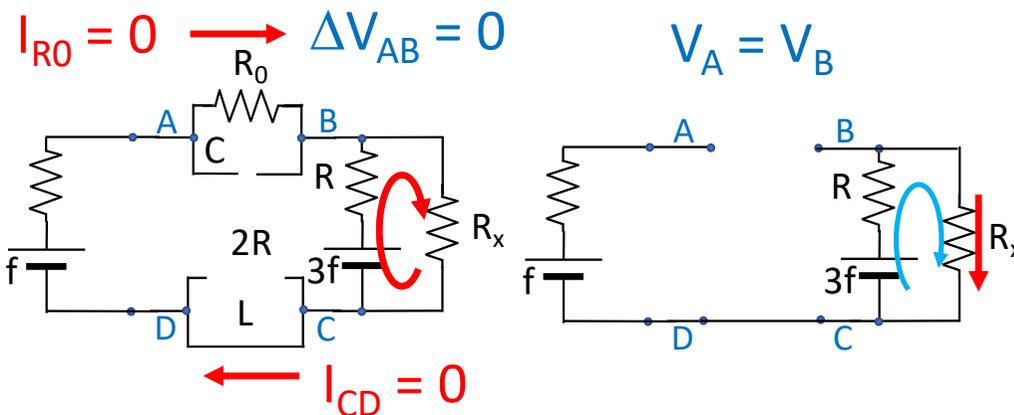
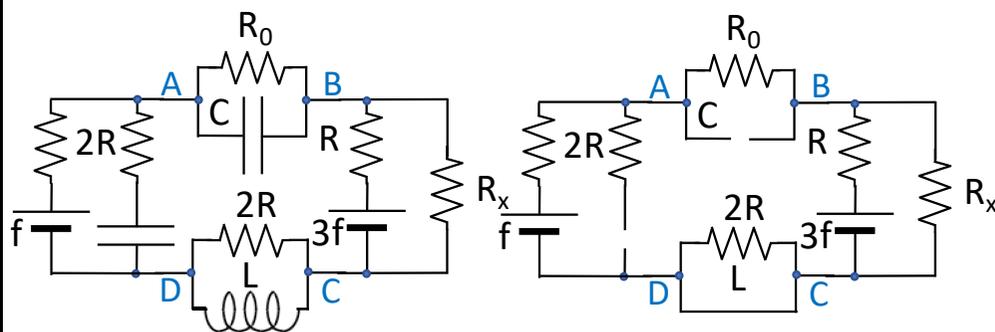
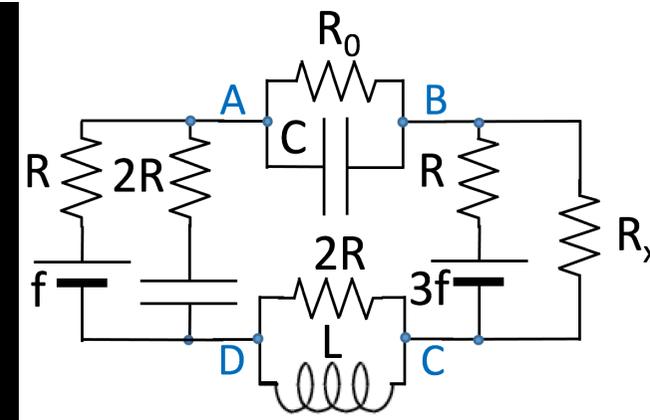
$$I_{R_2} = 0$$

$$I_{R_3} = f_2 / R_3 = 8 \text{ V} / 200 \ \Omega = 0,04 \text{ A}$$

Tra i punti A e B non scorre corrente. Determinare:

- l'intensità della corrente che scorre tra i punti C e D
- la differenza di potenziale fra i punti A e B e fra i punti C e D
- il valore di  $R_x$

>>> soluzione: 0, 0, 0,  $R/2$



$$V_A = V_D + f - R_x \cdot 0 = V_D + f$$

$$V_C + 3f - R \cdot I - R_x \cdot I = V_C \rightarrow I = 3f / (R + R_x)$$

$$V_B = V_C + R_x \cdot I = V_C + R_x \cdot 3f / (R + R_x)$$

$$V_D + f = V_C + R_x \cdot 3f / (R + R_x)$$

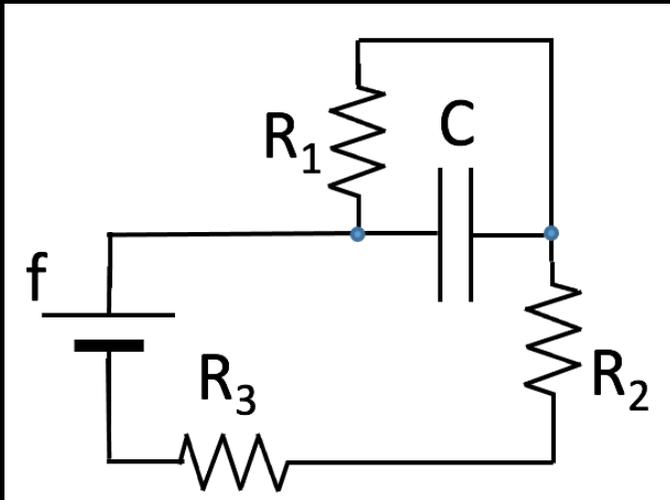
$$f(R + R_x) = 3fR_x$$

$$R = 2R_x \rightarrow R_x = R/2$$

Ricavare l'espressione dell'energia accumulata e della potenza dissipata

Dati:  $R_1 = R$ ;  $R_2 = 2R$ ;  $R_3 = 3R$  con  $R = 100 \Omega$ ;  $f = 12V$ ;  $C = 30 \text{ nF}$

>>> soluzione:  $Cf^2/72$ ;  $f^2/(6R)$



$$\Delta V_C = \Delta V_{R1} = f \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = f/6$$



# Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

**VENERDÌ 22 APRILE ORE 8:30-10:00**

**DA REMOTO**

**<https://meet.google.com/toh-zxxs-jof>**

**in caso di problemi ... <https://meet.google.com/tff-jkqm-ybe>**

**correnti lentamente variabili**



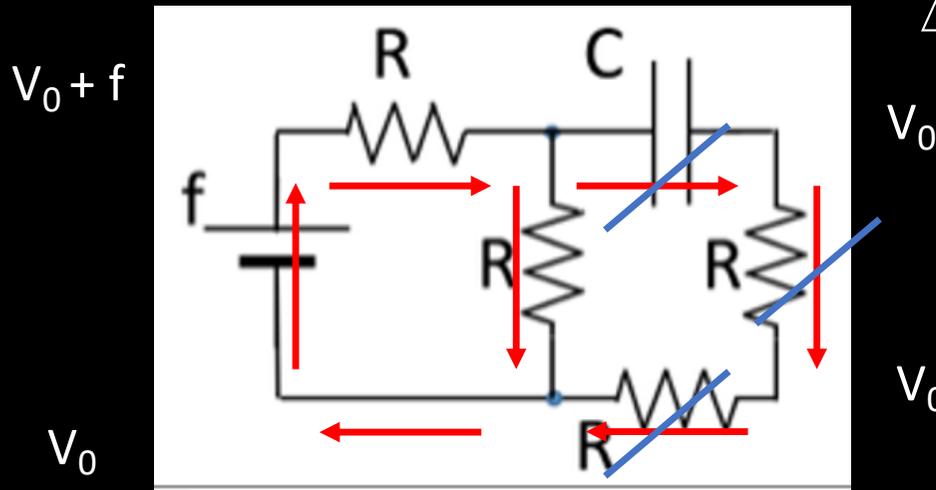
# CAPACITA'

CONDIZIONI STAZIONARIE (c.c.)

IN CONDIZIONI STAZIONARIE NELLE CAPACITÀ NON SCORRE CORRENTE

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

$$V_0 + f - R I$$



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

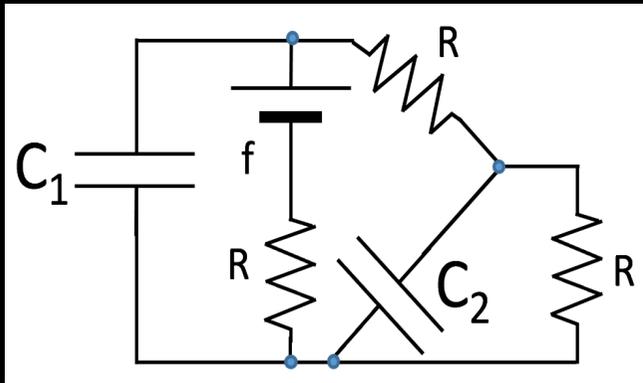
$$U = \frac{1}{2} C \Delta V^2 = \frac{1}{2} C f^2/4$$

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

Quanta potenza eroga il generatore?

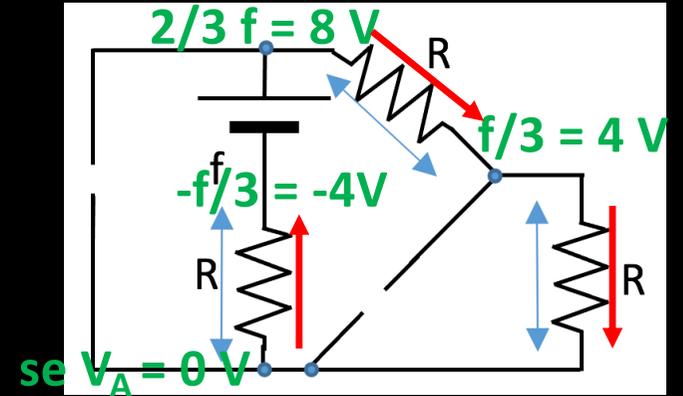
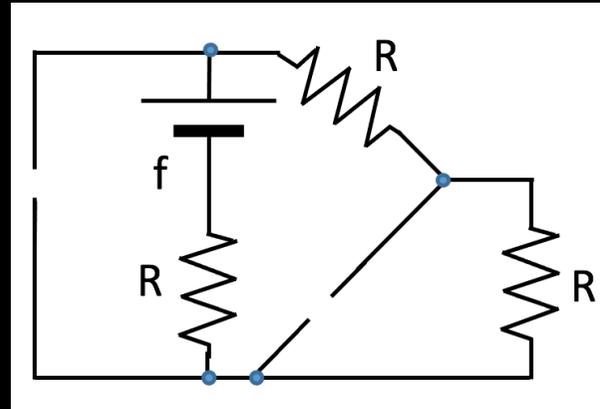
Quanta energia è accumulata nel condensatore?

9) Ricavare il valore delle cariche  $Q_1$  e  $Q_2$  dei condensatori  
 ( $C_1 = 20 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 40 \text{ nF}$ ,  $R = 10 \Omega$ ,  $f = 12 \text{ V}$ )  
 >>> soluzione:  $160 \text{ nC}$ ;  $160 \text{ nC}$



$$\Delta V_R = f/3 = 4 \text{ V}$$

$$I = f/(3R) = 12 \text{ V}/30 \Omega = 0,4 \text{ A}$$



$$Q_1 = C_1 \Delta V_{C1} = 20 \text{ nF} \times 8 \text{ V} = 160 \text{ nC}$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V_{C2} = 40 \text{ nF} \times 4 \text{ V} = 160 \text{ nC}$$



11.1) Considerato il circuito in figura determinare nell'ordine:

a) prima della chiusura dell'interruttore

- la corrente e la potenza erogate dal generatore (0,4 A; 4,8 W)

- l'energia accumulata complessivamente nelle capacità (16  $\mu\text{J}$ ) e nelle induttanze (400  $\mu\text{J}$ )

b) dopo molto tempo dalla chiusura dell'interruttore

- la corrente e la potenza erogate dal generatore (0,8 A; 9,6 W)

- la potenza dissipata (9,6 W)

- l'energia accumulata complessivamente nelle capacità (16  $\mu\text{J}$  e 72  $\mu\text{J}$ ) e nelle induttanze (1,28 mJ e 0,32 mJ)

