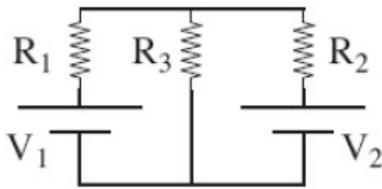


Compito del 4 Aprile 2005



A. Si determini il valore della resistenza R_3 del circuito in figura per cui la dissipazione sulla medesima risulta massima. Si calcoli la potenza dissipata in queste condizioni.

Dati numerici: $V_1 = 1.5 \text{ V}$, $V_2 = 4.5 \text{ V}$, $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$.

Soluzione: $R_3 = 667 \Omega$, $W_3 = 0.0234 \text{ J}$.

B. Si determini l'errore di sensibilità con cui si misura una forza elettromotrice \mathcal{E}_x con una resistenza in serie R_x per mezzo di un divisore di tensione (resistenza equivalente di uscita R_p) utilizzando come rivelatore di zero rispettivamente: a) un galvanometro con limite di sensibilità i_g e resistenza interna R_g , b) un voltmetro con limite di sensibilità V_m e resistenza interna R_v .

Dati numerici: $\mathcal{E}_x = 1 \text{ V}$, $R_x = 50 \text{ M}\Omega$, $R_p \leq 2 \text{ K}\Omega$, $i_g = 0.5 \text{ nA}$, $R_g = 250 \Omega$, $V_m = 50 \mu\text{V}$, $R_v = 10 \text{ M}\Omega$.

Soluzione: $\Delta \varepsilon_x = 25 \text{ mV}$ (con galvanometro), $\Delta \varepsilon_x = 0.3 \text{ mV}$ (con voltmetro)

Compito del 15 Aprile 2005

A. Si dispone di un misuratore di corrente a bobina mobile avente il fondo scala pari a i_g e una resistenza interna R_g . Si vuole costruire uno shunt per il medesimo, in modo da avere due portate di misurazione con fondo scala rispettivamente i_1 e i_2 . Si disegni lo schema dello shunt e si calcolino i valori delle resistenze che lo compongono.

Dati numerici: $i_g = 50 \mu\text{A}$, $R_g = 200 \Omega$, $i_1 = 200 \text{ mA}$, $i_2 = 20 \text{ mA}$.

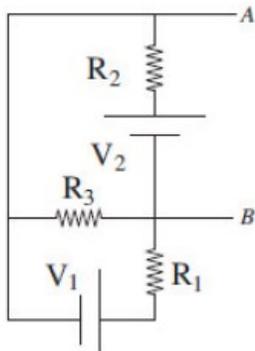
Soluzione: $R_1 = 50.1 \text{ m}\Omega$, $R_2 = 0.451 \Omega$.

B. Si determini l'errore di sensibilità con cui si misura una forza elettromotrice \mathcal{E}_x con una resistenza in serie R_x per mezzo di un divisore di tensione (resistenza equivalente di uscita R_p) utilizzando come rivelatore di zero rispettivamente: a) un galvanometro con limite di sensibilità i_g e resistenza interna R_g , b) un voltmetro con limite di sensibilità V_m e resistenza interna R_v .

Dati numerici: $\mathcal{E}_x = 1 \text{ V}$, $R_x = 20 \text{ M}\Omega$, $R_p \leq 2 \text{ K}\Omega$, $i_g = 2 \text{ nA}$, $R_g = 150 \Omega$, $V_m = 100 \mu\text{V}$, $R_v = 10 \text{ M}\Omega$.

Soluzione: $\Delta \varepsilon_x = 40 \text{ mV}$ (con galvanometro), $\Delta \varepsilon_x = 0.3 \text{ mV}$ (con voltmetro)

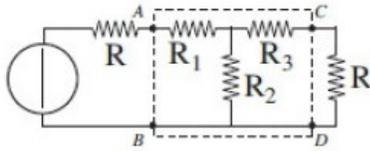
Compito del 15 Dicembre 2006



1. La differenza di potenziale fra i punti A e B del circuito in figura viene misurata per mezzo di un divisore di tensione la cui resistenza vista dall'uscita è R_p , utilizzando come rivelatore di zero un multimetro digitale in funzione di voltmetro, avente una resistenza interna R_v e capace di discriminare da zero una tensione minima V_m . Si calcoli l'errore relativo di sensibilità della misura.

Dati numerici: $V_1 = 5 \text{ V}$, $V_2 = 8 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 24 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 40 \text{ M}\Omega$, $R_p \leq 1.5 \text{ k}\Omega$, $R_v = 10 \text{ M}\Omega$, $V_m = 100 \mu\text{V}$.

Soluzione: $\Delta V_{\text{sens}} / |V_{\text{eq AB}}| = 1.60 * 10^{-4}$



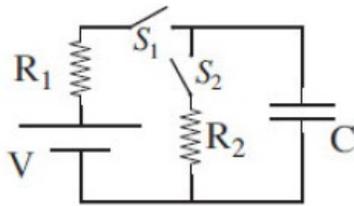
2. Il circuito nel rettangolo tratteggiato, costituito dalle resistenze R_1 , R_2 e R_3 , costituisce un *attenuatore a T* con le seguenti caratteristiche: a) se si applica all'ingresso AB un generatore di tensione $V(t)$ con resistenza d'uscita R il circuito equivalente visto dall'uscita CD è formato da un generatore di tensione $\alpha V(t)$ con $0 < \alpha < 1$ costante e con resistenza d'uscita equivalente ancora pari a R ; b) se all'uscita CD si applica come carico una

resistenza pari a R dall'ingresso AB si misura una resistenza R . Si calcolino i valori di R_1 , R_2 e R_3 per cui sono verificate le condizioni richieste (una volta imposte le condizioni, si consiglia di dimostrare che le resistenze R_1 e R_3 sono da scegliere uguali fra loro).

Valori numerici: $R = 50 \Omega$, $\alpha = \frac{1}{10}$.

Soluzione: $R_1 = R_3 = 40.9 \Omega$, $R_2 = 10.1 \Omega$.

Compito del 10 Gennaio 2007



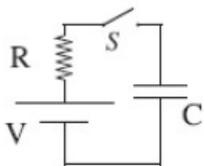
1. Nel circuito in figura inizialmente l'interruttore S_1 è aperto mentre S_2 è chiuso: in tal modo il condensatore C si scarica sulla resistenza R_2 . Dopo aver atteso sufficientemente a lungo da poter approssimare il condensatore come completamente scarico, al tempo $t = 0$ si connette il generatore di tensione V aprendo l'interruttore S_2 e chiudendo contemporaneamente S_1 , mantenendoli poi in questa condizione per un tempo t_1 , trascorso il quale viene chiuso anche S_2 . Si determini il valore della tensione ai capi del condensatore ai tempi t_1

e $t_1 + t_2$, tracciando un grafico qualitativo dell'andamento di tale tensione in funzione del tempo.

Dati numerici: $V = 10 \text{ V}$, $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 250 \text{ K}\Omega$, $C = 10 \mu\text{F}$, $t_1 = 8 \text{ s}$, $t_2 = 2 \text{ s}$.

Soluzione: $V(t_1) = 5.51 \text{ V}$, $V(t_1 + t_2) = 3.29 \text{ V}$.

Compito del 17 Aprile 2007

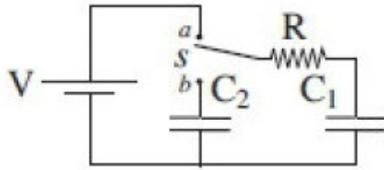


B. Nel circuito in figura l'interruttore S è inizialmente aperto e il condensatore C scarico. L'interruttore viene chiuso e riaperto dopo un tempo \bar{t} : si determini il rapporto fra l'energia immagazzinata nel condensatore quando l'interruttore viene riaperto e l'energia dissipata nella resistenza nel tempo in cui l'interruttore è rimasto chiuso.

Valori numerici: $R = 1 \text{ M}\Omega$, $C = 1 \mu\text{F}$, $\bar{t} = 0.5 \text{ s}$.

Soluzione: rapporto = 0.245

Compito del 17 Dicembre 2007

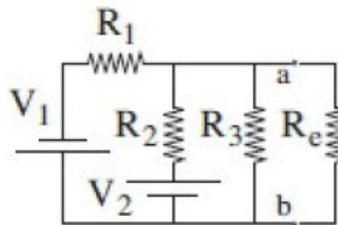


1. Nel circuito in figura l'interruttore s si trova inizialmente in posizione intermedia e i due condensatori C_1 e C_2 sono completamente scarichi. Al tempo $t = 0$ l'interruttore viene portato nella posizione a , collegando il generatore V . Al tempo $t = t_1$ l'interruttore viene spostato istantaneamente nella posizione b mettendo in contatto i due condensatori. Si tracci un grafico qualitativo dell'andamento della tensione V_{C_1} ai capi di C_1 in funzione del tempo e si determinino: la tensione V_{C_1} al tempo $t = t_1 + t_2$,

i valori asintotici a cui tendono le tensioni V_{C_1} e V_{C_2} se si mantiene l'interruttore indefinitamente nella posizione b , l'energia dissipata su R fra l'istante t_1 e la condizione asintotica.

Dati numerici: $V = 10 \text{ V}$, $R = 2 \text{ M}\Omega$, $C_1 = 1 \mu\text{F}$, $C_2 = 4 \mu\text{F}$, $t_1 = 4 \text{ s}$, $t_2 = 2 \text{ s}$.

Soluzione: $V_{C_1}(t_1 + t_2) = 3.71 \text{ V}$, $V_{1f} = V_{2f} = 1.73 \text{ V}$, $E_d = 2.99 \cdot 10^{-5} \text{ J}$.

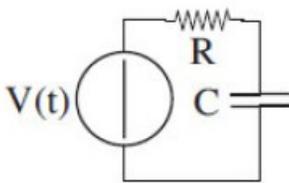


2. Agli estremi a e b del circuito formato dai generatori V_1 , V_2 e dalle resistenze R_1 , R_2 , R_3 viene collegata una resistenza R_e . Si determini il valore di R_e affinché la potenza dissipata su di essa sia massima, e si calcoli il valore di tale potenza.

Valori numerici: $V_1 = 10 \text{ V}$, $V_2 = 8 \text{ V}$, $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$, $R_2 = 3 \text{ K}\Omega$, $R_3 = 250 \Omega$.

Soluzione: $R_{e \max} = 188 \Omega$, $W_{\max} = 2.52 \text{ mW}$.

Compito del 10 Gennaio 2008

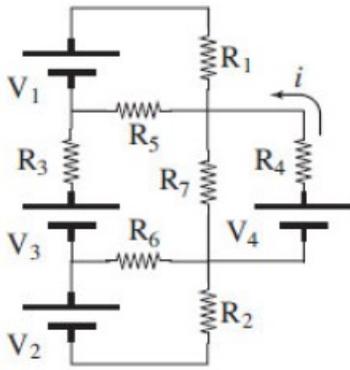


1. Nel circuito in figura il condensatore è inizialmente scarico e il generatore non eroga tensione. All'istante $t = 0$ il generatore inizia a produrre una rampa lineare di tensione $V(t) = \alpha t$. Si determini l'espressione in funzione del tempo della tensione ai capi del condensatore $V_C(t)$; si determini poi in particolare l'andamento asintotico di $V_C(t)$ per $t \gg \tau$, con $\tau = RC$, costante di tempo del circuito, e lo si giustifichi fisicamente. Si consideri invece il caso in cui il generatore, al tempo $t = t_1$, inverte la pendenza della rampa e assume l'andamento

$V(t) = 2\alpha t_1 - \alpha t$: si scriva l'espressione di $V_C(t)$ per $t > t_1$, si determini il valore \bar{t} per cui essa è massima e il corrispondente valore di $V_C(\bar{t})$, giustificando fisicamente il risultato. Si determini inoltre l'espressione di $V_C(2t_1)$, nel momento cioè in cui il generatore eroga di nuovo tensione nulla, e si discuta se, al variare del momento t_1 in cui si inverte la rampa, è possibile avere una situazione per cui $V_C(2t_1) \leq 0$. Si calcolino infine i valori di \bar{t} , $V_C(\bar{t})$ e $V_C(2t_1)$ con i valori numerici dati, quando $t_1 = 4\tau$.

Dati numerici: $\alpha = 1 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$, $R = 1 \text{ M}\Omega$, $C = 2 \mu\text{F}$.

Soluzione: $t_{\max} = 9.37 \text{ s}$, $V_C(t_{\max}) = 6.63 \text{ V}$, $V_C(2t_1) = 1.93 \text{ V}$.



2. Utilizzando il teorema di Thévenin e senza impostare sistemi di equazioni si determini la corrente i che circola nel ramo del circuito in figura contenente il generatore V_4 .

Valori numerici: $V_1 = 10\text{ V}$, $V_2 = 5\text{ V}$, $V_3 = 9\text{ V}$, $V_4 = 15\text{ V}$, $R_1 = R_4 = 1\text{ K}\Omega$, $R_2 = 2\text{ K}\Omega$, $R_3 = 6\text{ K}\Omega$, $R_5 = 4\text{ K}\Omega$, $R_6 = 3\text{ K}\Omega$, $R_7 = 8\text{ K}\Omega$.

Soluzione: $i = 1\text{ mA}$.

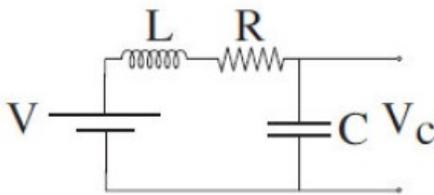
Compito del 27 Marzo 2008

B. Un multimetro digitale utilizza un ADC con un fondo-scala V e una resistenza d'ingresso dell'ordine di o superiore a $10\text{ G}\Omega$. Si disegni il circuito di un condizionatore di segnale da porre a monte dell'ADC per ottenere un misuratore di corrente con portate i_1 , i_2 , i_3 .

Valori numerici: $V = 0.2\text{ V}$, $i_1 = 200\text{ }\mu\text{A}$, $i_2 = 2\text{ mA}$, $i_3 = 20\text{ mA}$.

Soluzione: $R_3 = 10\text{ }\Omega$, $R_2 = 90\text{ }\Omega$, $R_1 = 900\text{ }\Omega$.

Compito del 9 Gennaio 2009

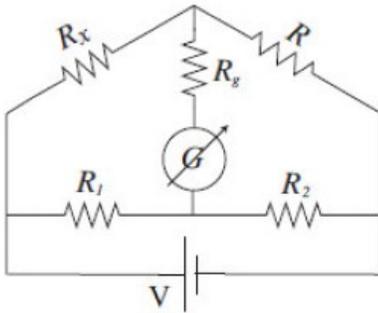


1. Nel circuito in figura il generatore eroga inizialmente per un tempo sufficiente una tensione nulla, in modo tale che si può assumere carica nulla sul condensatore e corrente nulla nella maglia. A un determinato istante, che si prende come origine dei tempi ($t = 0$), il generatore inizia a produrre una tensione V e la mantiene costante. Si determini l'andamento nel tempo della tensione $V_C(t)$ ai capi del condensatore, verificando che è oscillatorio (per questo scopo occorre

far riferimento agli specifici valori numerici) e si determinino i tempi $0 < t_1 < t_2 < t_3$ che corrispondono ai primi massimi o minimi relativi di $V_C(t)$, calcolando i rispettivi valori $V_C(t_1)$, $V_C(t_2)$, $V_C(t_3)$. Si tracci un grafico qualitativo dell'andamento di $V_C(t)$.

Dati numerici: $V = 2\text{ V}$, $C = 10\text{ }\mu\text{F}$, $L = 100\text{ mH}$, $R = 5\text{ }\Omega$.

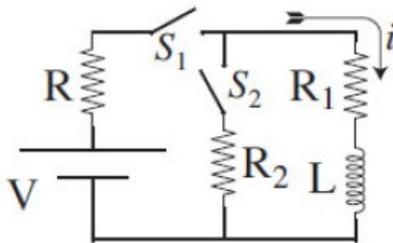
Soluzione: $t_1 = 3.14\text{ ms}$, $t_2 = 6.28\text{ ms}$, $t_3 = 9.43\text{ ms}$, $V_C(t_1) = 3.85\text{ V}$, $V_C(t_2) = 0.291\text{ V}$, $V_C(t_3) = 3.58\text{ V}$.



2. Si misura una resistenza incognita R_x mediante un ponte di Wheatstone che utilizza i campioni R , R_1 , R_2 disposti come in figura, un galvanometro con corrente minima apprezzabile i_m e resistenza interna R_g come rivelatore di zero, ed è alimentato da un generatore di tensione continua V con impedenza d'uscita trascurabile rispetto a quelle del restante circuito, così da poter essere schematizzato come ideale. Si calcoli l'errore relativo di sensibilità $\Delta R_x/R_x$ con cui viene determinata la resistenza incognita R_x .
Valori numerici: $R_x = 1 \text{ K}\Omega$, $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$, $R_g = 1 \text{ K}\Omega$, $i_m = 1 \text{ nA}$, $V = 10 \text{ V}$.

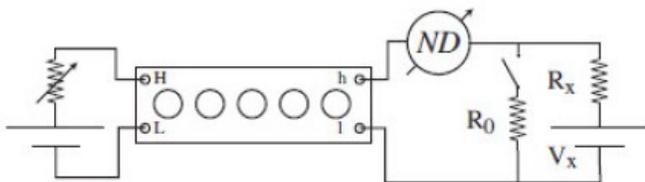
Soluzione: $\Delta R_x / R_x = 0.78 \text{ p.p.m.}$.

Compito del 23 Gennaio 2009



1. Nel circuito in figura i due interruttori S_1 e S_2 sono inizialmente aperti. All'istante $t = 0$ viene chiuso S_1 e al tempo t_1 viene chiuso anche S_2 . Si determini l'espressione della corrente $i(t)$ che attraversa l'induttanza, per $0 \leq t \leq t_2$, con $t_2 > t_1$, calcolando $i(t_1)$ e $i(t_2)$. Si determini anche il valore asintotico a cui tende la corrente col tempo e si tracci un grafico qualitativo dell'andamento della stessa.
Dati numerici: $V = 2 \text{ V}$, $L = 100 \text{ mH}$, $R = 10 \Omega$, $R_1 = 40 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $t_1 = 2.5 \text{ ms}$, $t_2 = 4 \text{ ms}$.

Soluzione: $i(t_1) = 28.5 \text{ mA}$, $i(t_2) = 25.4 \text{ mA}$, $i(\infty) = 22.2 \text{ mA}$.



2. Si misurano una f.e.m. V_x e la sua resistenza interna R_x utilizzando un divisore di tensione a 5 decadi. Si tara il divisore mediante una pila Weston avente una f.e.m. \mathcal{E}_0 , impostando sul divisore un rapporto di partizione r_0 tale che il fondo-scala V_{HL} dello strumento risulti pari a 10 V (il circuito di taratura non è mostrato in figura). Quindi si collega la f.e.m. incognita e si azzerà il circuito con un rapporto di partizione r_x . Infine, per misurare R_x , si collega anche la resistenza nota R_0 e si azzerà di nuovo con il valore r'_x . Il rivelatore di zero usato è un voltmetro digitale con minima tensione rilevabile V_m e resistenza R_v . Si determinino gli errori che si commettono nella misura di \mathcal{E}_x e R_x a causa dei limiti di taratura e sensibilità degli strumenti (si trascurino la resistenza interna della pila campione e quella ai capi d'uscita hl del divisore).
Valori numerici: $\mathcal{E}_x = 4 \text{ V}$, $R_x = 40 \text{ M}\Omega$, $\mathcal{E}_0 = 1.01862 \text{ V}$, $\Delta \mathcal{E}_0/\mathcal{E}_0 = 10^{-5}$, $R_0 = 1 \text{ M}\Omega$, $\Delta R_0/R_0 = 0.02\%$, $V_m = 100 \mu\text{V}$, $R_v = 10 \text{ M}\Omega$, errori di linearità del divisore 20, 10, 2, 0.34, 0.07 p.p.m. del f.s. a seconda che la decade più significativa non nulla sia rispettivamente quella corrispondente a 0.1, 0.01, 0.001 ... per passo.

Soluzione: $\Delta \mathcal{E}_x / \mathcal{E}_x = 4.80 \cdot 10^{-4}$, $\Delta R_x / R_x = 1.74 \cdot 10^{-3}$.

Compito del 28 Aprile 2009

A. Un misuratore di corrente a bobina mobile ha una bobina di n spire con superficie S , immersa in un campo d'induzione magnetica d'intensità B . Il momento d'inerzia della bobina rispetto all'asse su cui ruota vale I e la costante reometrica dello strumento è k_r . Si determini il valore della resistenza critica per cui il moto della bobina passa da oscillatorio ad asintotico, trascurando l'attrito dovuto all'aria.

Dati numerici: $n = 100$, $S = 20 \text{ cm}^2$, $B = 0.2 \text{ T}$, $I = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$, $k_r = 1.6 \cdot 10^{-4} \text{ A} \cdot \text{rad}^{-1}$.

Soluzione: $R_c = 158 \Omega$.

B. Si misura con il divisore di tensione del laboratorio una f.e.m. \mathcal{E}_x con una resistenza in serie R_x , di cui si conoscono i valori approssimati, usando una pila campione di f.e.m. \mathcal{E}_0 e come rivelatore di zero un multimetro digitale con resistenza interna R_v e minima tensione discriminabile da 0 pari a V_m . Si precisi come si esegue la misura e si determini l'errore che si commetterà su \mathcal{E}_x (in questo esercizio potrà essere opportuno svolgere i calcoli numerici di pari passo con la soluzione). Valori numerici: $\mathcal{E}_x \simeq 45 \text{ V}$, $R_x \simeq 100 \text{ M}\Omega$, $\mathcal{E}_0 = 1.01862 \text{ V}$, $\Delta\mathcal{E}_0/\mathcal{E}_0 = 10^{-5}$, $R_v = 10 \text{ M}\Omega$, $V_m = 100 \mu\text{V}$, errori di taratura del divisore 20, 10, 2, 0.34, 0.07 p.p.m. del fondo-scala, quando uno scatto della manopola più significativa usata vale rispettivamente 0.1, 0.01 . . .

Soluzione: $\Delta \varepsilon_x / \varepsilon_x = 6.46 * 10^{-4}$