

Električni krugovi – Lab

#169

Lab 3. Priprema RC Električni Krugovi

Ime i Prezime: Antea Perret

Asistent: _____

Grupa: _____

Napomena: Popunjena Lab Priprema se pokazuje asistentu na početku laboratorijskih vježbi, a na kraju se predaje na ocjenu sa Lab Izvješćem.

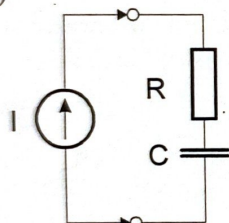
1. Ako konstantna istosmjerna struja iznosa $I_0 = 1 \text{ mA}$ počevši od trenutka $t=0$ teče u kapacitet $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$, a početni napon na kapacitetu u trenutku $t=0$ je $u_C(0)=0$ koliki će biti napon na kapacitetu nakon 2 sekunde? Rješenje:

$$I_0 = 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A} \quad u_C(0) = 0 \quad u(2) = ?$$

$$C = 100 \text{ }\mu\text{F} = 10^{-4} \text{ F} \quad U = \frac{Q}{C} = \frac{I \cdot t}{C} = \frac{10^{-3} \cdot 2}{10^{-4}} = 20 \text{ V}$$

2. Opiši što bi se desilo teoretski ako bi se spojio istosmjerni strujni izvor struje I na slijedeće električne krugove. Upotrijebi vremenski crtež napona na kapacitetu i otporu da bi to ilustrirao. Rješenje:

a)



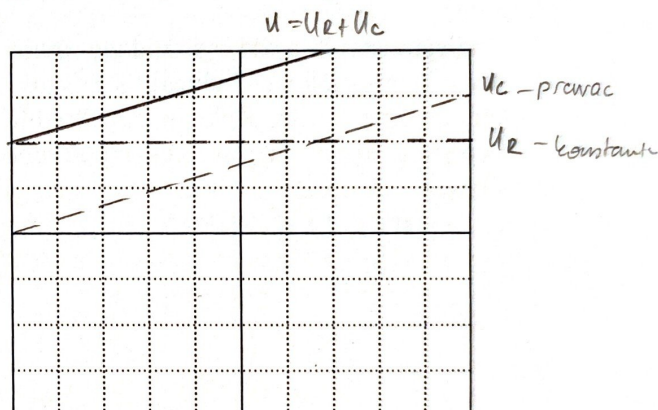
$$u(t) = u_R(t) + u_C(t)$$

$$= i(t) \cdot R + \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt$$

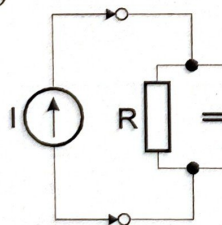
$$= I \cdot R + \frac{1}{C} \int_0^t d\tau$$

$$\rightarrow u(t) = I \cdot R + \frac{1 \cdot t}{C}$$

konstante pravac



b)



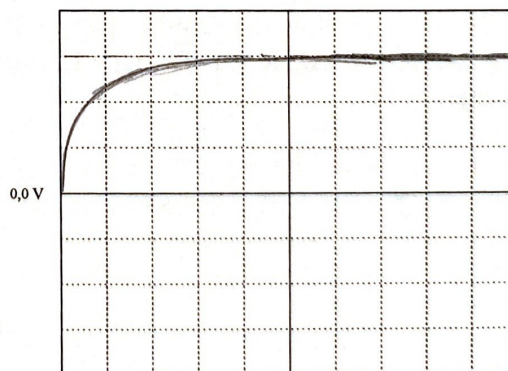
$$u = i_R(t) \cdot R = \frac{1}{C} \int_0^t i_C(t) dt$$

$$i_R(t) + i_C(t) = I$$

$$\frac{u(s)}{R} + u(s) \cdot sC = \frac{1}{s}$$

$$u(s) \cdot \left(\frac{1}{R} + sC \right) = \frac{1}{s}$$

$$u(s) = \frac{1 \cdot R}{s(1 + sRC)} = \frac{1 \cdot R}{R \cdot C} \cdot \frac{1}{s(s + \frac{1}{RC})} = \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{s(s + \frac{1}{RC})}$$



3. Serijski RC krug na slici pobuđen naponskim izvorom koji ima pobudu oblika $u(t) = U_0 S(t)$ će imati eksponencijalni valni oblik odziva napona na kapacitetu u općem obliku:

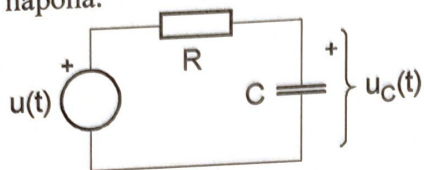
$$u(t) = \frac{1}{C} \cdot \frac{1}{RC} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

$$= u(t) = 1 \cdot R \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

$$u_C(t) = A + B e^{-t/RC}$$

$$u_C(t) = U_0 + (U_0 - u_C(0)) e^{-\frac{t}{RC}}$$

gdje konstanta A označava konačni napon, a konstanta B razliku između početnog i konačnog napona.



a. Zadano je $R = 30 \text{ k}\Omega$ i $C = 60 \text{ nF}$, početni napon je 0 V , a završni napon je 5 V . Koliki će biti napon u trenutku $t = 1 \text{ ms}$? Rješenje:

$$\tau = R \cdot C = 30 \times 10^3 \cdot 60 \times 10^{-9} = 1800 \times 10^{-6} = 1.8 \text{ ms}$$

$$A = 5 \text{ V} \quad B = 0 - 5 \text{ V} = -5 \text{ V}$$

$$u_C(t) = A + B e^{-t/\tau} = 5 - 5 e^{-t/1.8} \Rightarrow u_C(t) = 2.131 \text{ V}$$

b. U kojem trenutku je napon 0.5 V ? Rješenje:

$$0.5 = 5 - 5 e^{-t/1.8} \rightarrow \text{calculator SOLVE}$$

$$t = 0.1896 \text{ ms}$$

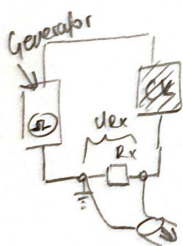
4. Pretpostavimo da su zadane dvije crne kutije koje sadrže ili serijsku ili paralelnu kombinaciju R i C . U slučaju serijskog RC niste u mogućnosti dotaknuti čvor između R i C unutar crne kutije. Kako biste odredili R i C pomoću signalnog generatora, osciloskopa i vanjskog otpornika? Izvesti sve potrebne formule. (Vidi uputu za laboratorijsku vježbu).

Opis:

ODREĐIVANJE SPOJA:

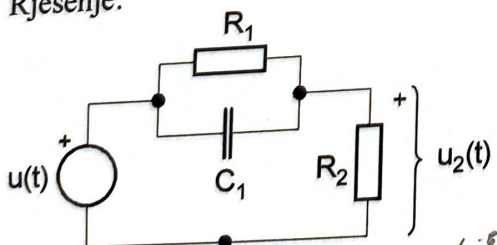
→ omerneter → nabijanje crne kutije i mjerenje otpora
($R \rightarrow \infty$: serijski, $R = (\text{izračun})$ - paralela $R-C$)

→ bez omernetera: odaberemo $f \rightarrow T \gg RC$
→ pronaći oblik napona zadržati:



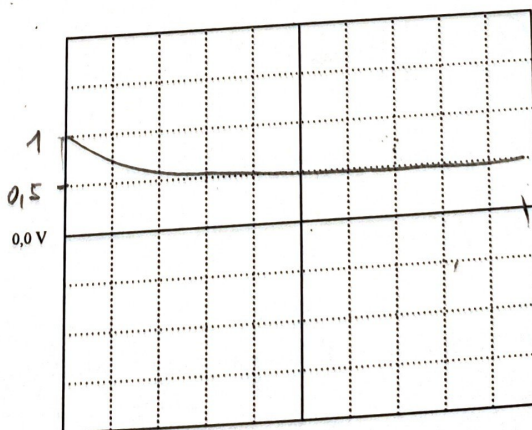
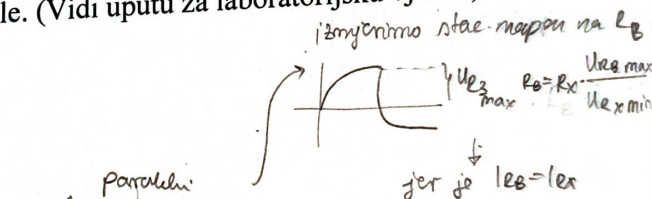
5. Za električni krug prikazan slikom odrediti i nacrtati valni oblik odziva napona na otporu R_2 , $u_2(t)$ ako je poticaj naponski generator valnog oblika $u(t) = S(t)$. Zadane su vrijednosti elemenata $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 120 \text{ nF}$. Koliko iznosi RC vremenska konstanta kruga?

Rješenje:



$$\tau = R_{eq} \cdot C = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot C = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} \cdot 120 \times 10^{-9} = 120 \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$\tau = 120 \mu\text{s}$$



Električni krugovi - Lab

Lab 3. Izvješće RC Električni Krugovi

Ime i Prezime: Ante Perić
Asistent: _____
Grupa: _____

AP

Napomena: Pojedine točke ovog Lab Izvješća se popunjavaju tokom izrade laboratorijskih vježbi prema istim točkama koje su detaljno opisane u Lab Uputama. Lab Izvješće se predaje asistentu na ocjenu po završetku laboratorijskih vježbi.

Vježba 1: Određivanje naponskih odziva u serijskom RC krugu, derivator, integrator:

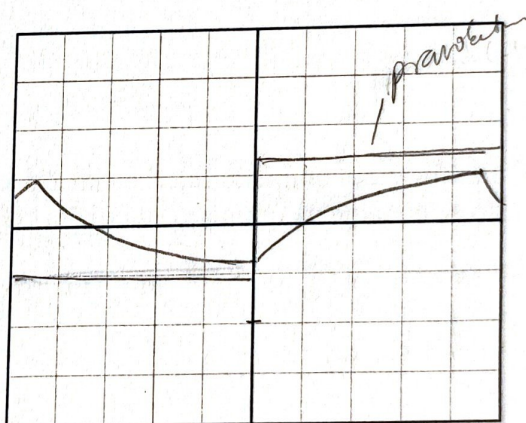
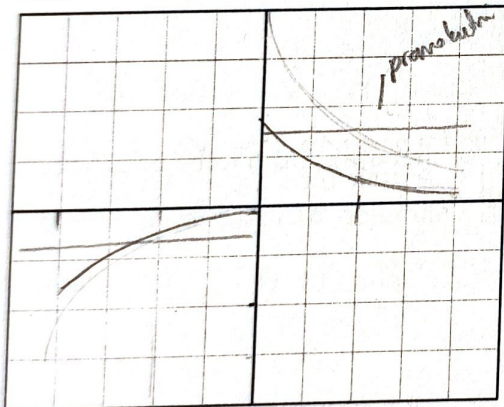
Uz zadanu pobudu u opisu zadatka u točkama 1.1–1.2 u Lab-Uputi, nacrtati valne oblike napona na otporu $u_R(t)$ (derivator) i kapacitetu $u_C(t)$ (integrator) za slijedeće slučajeve RC krugova zadanih u Lab-Uputi a) $T \gg RC$, b) $T \approx RC$ i c) $T \ll RC$.

0.2 μs

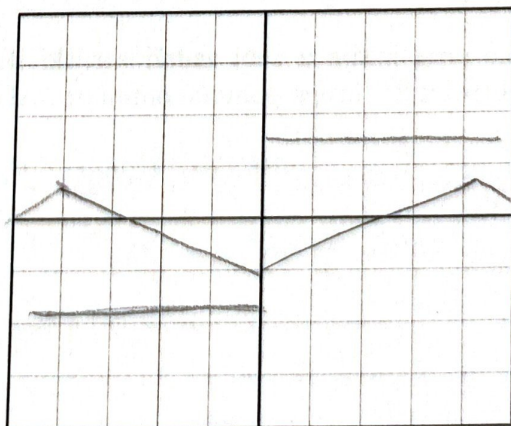
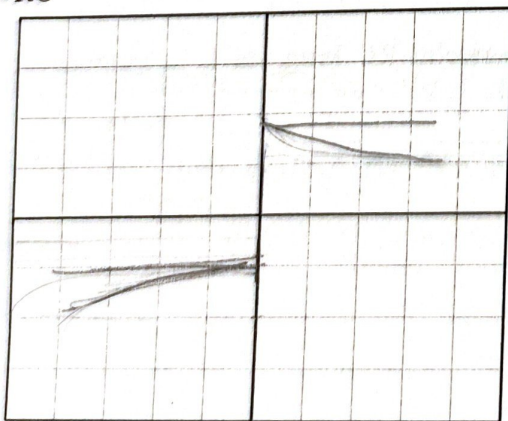
$u_R(t)$

$u_C(t)$

a) $T \gg RC$



b) $T \approx RC$

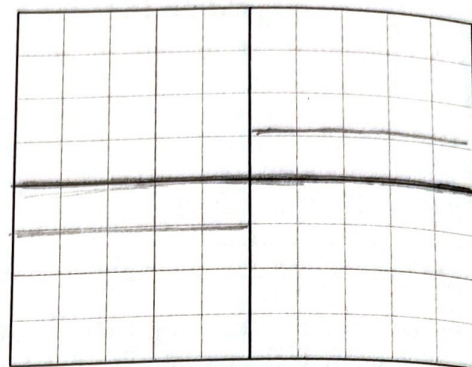
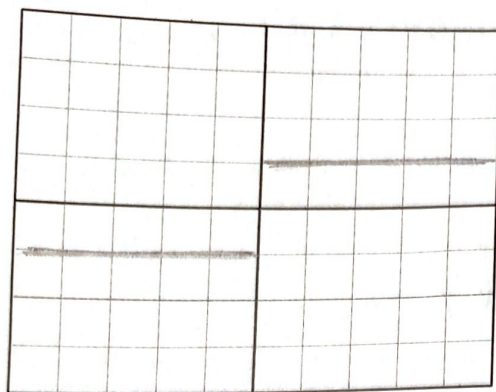


c) $T \ll RC$

$u_R(t)$

$u_C(t)$

1 preklapanje
(τ)



Vježba 2: Određivanje konfiguracije RC kruga:

2.1 Da li ste u stanju izmjeriti vrijednost otpora R u serijskom RC krugu na slici 6(a)? Ako ne, objasnite razlog zašto ne možete napraviti mjerenje. Odgovor:

Ne jer je $Z = R + j\omega C$ a budući da je DC \rightarrow nema dobijemo, $Z = \infty$ pa ne prolazi struja

2.2 Objasnite kako ommetar mjeri električni krug na slici 6(b). Zašto treba neko vrijeme prije nego što se očitavanje na ommetru stabilizira? Odgovor:

Treba neko vrijeme da se napuni i kad se napuni stabilizira na je
(9,96 k Ω)

2.3 Ako crna kutija u sebi sadrži serijski ili paralelni RC krug, da li je moguće odrediti konfiguraciju RC kruga pomoću ommetra? Ako da, kako? Odgovor:

Da, prema prošla dva zadatka, onako o pokazivanju

ommetra $\rightarrow Z = \infty \rightarrow$ serijski

Z (stabilan br) paralelni

Vježba 3: Određivanje elemenata u serijskom i paralelnom RC krugu unutar crne kutije:

a. Serijski RC krug u crnoj kutiji:

3.1 Koliko iznosi vremenska konstanta $(RC)_1$? Koja je vrijednost od R_{x1} ? Odgovor:

$$t = 8 \text{ ms}$$

$$T = 3,64 \text{ ms}$$

$$R_{x1} = 1 \text{ k}\Omega$$

3.2 Kolika je vremenska konstanta $(RC)_2$? Kolika je vrijednost od R_{x2} ? Odgovor:

$$t = 28 \text{ ms}$$

$$T = 12,73 \text{ ms}$$

$$R_{x2} = 10 \text{ k}\Omega$$

3.3 Izračunajte vrijednosti otpornika R_B i kapaciteta C_B pomoću formule za vremensku konstantu $C_B(R_B + R_{x1})$ uvrstivši rezultate oba pokusa. Rješenje:

$$C_B(R_B + R_{x1}) = T \quad C_B = \frac{T_1}{R_B + R_{x1}} \rightarrow T_2 = \frac{T_1}{R_B + R_{x1}} (R_B + R_{x2}) \quad \boxed{R_B = 2,5 \text{ k}\Omega}$$

$$T_1 = C_B(R_B + R_{x1})$$

$$C_B(R_B + R_{x2}) = T_2 \rightarrow \boxed{C_B = 1 \mu\text{F}}$$

$$T_2 = C_B(R_B + R_{x2})$$

3.4 Usporedite izračunate i izmjerene vrijednosti kapaciteta i otpornika u serijskoj crnoj kutiji. Da li se točne vrijednosti dobro slažu sa vrijednostima koje smo dobili eksperimentalno? Ako postoje neke značajnije razlike, objasnite zašto. Odgovor:

R_B odstupa malo (izračunati je 300Ω veći)

b. Paralelni RC krug u crnoj kutiji:

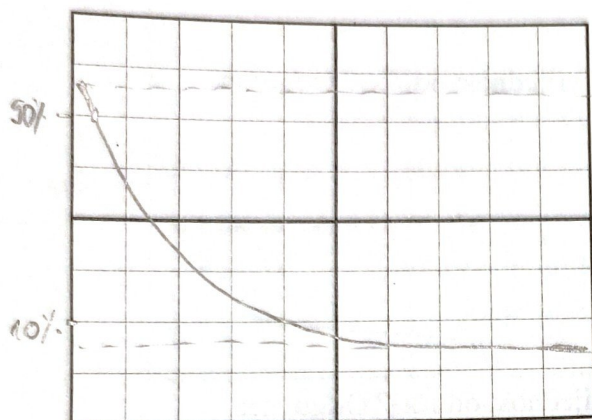
3.5 Koja je izmjerena vrijednost otpornika R_B u crnoj kutiji? Odgovor:

$$R_B = 2,2 \text{ k}\Omega$$

3.6 Izmjerite vremensku konstantu kruga pomoću testnog otpora R_x . Nacrtajte valni oblik napona na otporu R_x . Odgovor:

$$t = 1,7 \text{ ms}$$

$$T = 0,77 \text{ ms}$$



3.7 Pomoću izmjerene vremenske konstante kruga i poznate vrijednosti R_B izračunajte vrijednost kapaciteta C_B . Odgovor:

$$R_{uk} = C_B = \frac{R_B \cdot R_x}{R_x + R_B} \cdot C_B = T$$

$$C_B = \frac{R_x + R_B}{R_B \cdot R_x}$$

$$C_B = 1,12 \mu\text{F}$$

3.8 Usporedite izračunate i izmjerene vrijednosti otpornika i kapaciteta u paralelnoj crnoj kutiji. Da li se točne vrijednosti dobro slažu sa vrijednostima koje smo dobili eksperimentalno? Ako postoje neke značajnije razlike, objasnite zašto. Odgovor:

Postoje neke manje razlike ali to je do otpora osciloskopa