

Državno natjecanje iz fizike
15. do 18. travnja 2024., Podgora
RJEŠENJE EKSPERIMENTALNOG ZADATKA
3. skupina

1. dio

- a) Kad je strujni krug zatvoren, ampermetar pokazuje jakost struje u zavojnici. Budući da je dioda spojena na zavojnicu u svojem nepropusnom smjeru, kroz dio kruga u kojem je dioda struja ne teče pa se kondenzator ne nabija. U trenutku kad se prekidačem prekine strujni krug u zavojnici se inducira elektromotorni napon i diodom poteče struja, koja nabija kondenzator. Najveći napon izmjeri se voltmetrom. Zatvori se strujni krug i izmjeri se jakost struje koja prolazi kroz zavojnicu.

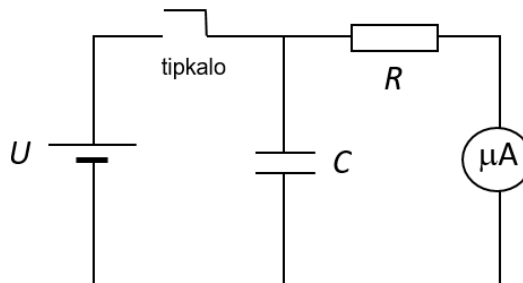
U ovom strujnom krugu dolazi do pretvorbe energije magnetskog polja zavojnice u električnu energiju kondenzatora. Ukoliko je poznat kapacitet kondenzatora moguće je odrediti nepoznati induktivitet zavojnice.

$$\frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}CU^2 \Rightarrow L = \left(\frac{U}{I}\right)^2 \cdot C$$

3 boda

2. dio

b)



2 boda

Moguće su i drugačije izvedbe sklopa.

d) $t = 0.69 \text{ s}$

1 bod

g) Na isti način kao i struja, pokazivao bi eksponencijalnu ovisnost.

0,5 boda

h) Nemogućnost da se istovremeno uključi zaporni sat i sklopka ili tipkalo.

0,5 boda

Moguće je očitati vrijeme da struja od vrijednosti $9 \mu\text{A}$ prije isključivanja strujnog kruga, padne na vrijednost $8 \mu\text{A}$, zatim vrijeme da nakon isključivanja padne na $7 \mu\text{A}$ i nastaviti tako u koracima po $1 \mu\text{A}$ sve dok struja od početne vrijednosti neposredno prije isključivanja ne padne na $1 \mu\text{A}$. Svako mjerenje se može ponoviti 5 puta i dalje koristiti srednje vrijednosti pojedinih mjerenja.

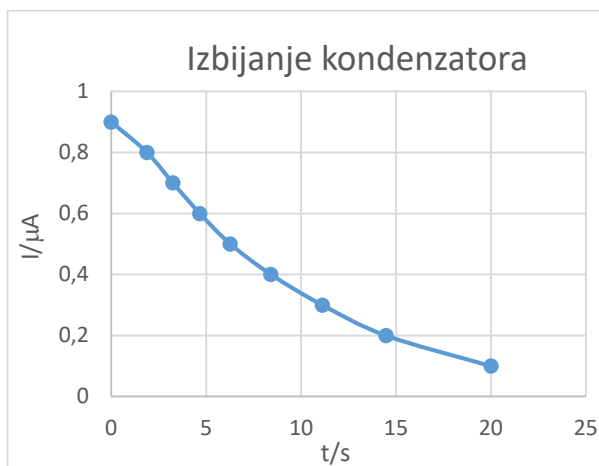
1 bod

f)

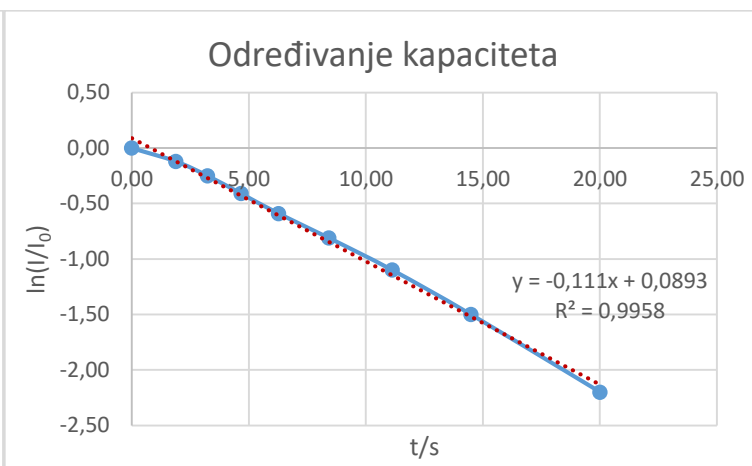
	1. serija	2. serija	3. serija	4. serija	5. serija	sred.vr.		3 boda
$I/\mu A$	t/s	t/s	t/s	t/s	t/s	\bar{t}/s	$\ln(I/I_0)$	
0,9	0	0	0	0	0	0	0,00	
0,8	1,97	1,98	1,97	1,91	1,55	1,88	-0,12	
0,7	3,47	3,17	3,13	3,13	3,31	3,24	-0,25	
0,6	5,13	4,53	4,37	4,57	4,73	4,67	-0,41	
0,5	6,53	6,57	5,77	6,19	6,31	6,27	-0,59	
0,4	8,53	8,37	8,19	8,53	8,47	8,42	-0,81	
0,3	11,47	11,13	10,71	11,13	11,19	11,13	-1,10	
0,2	14,43	14,13	14,43	14,31	15,13	14,49	-1,50	
0,1	19,91	19,79	20,19	19,91	20,25	20,01	-2,20	

c)

f)



2 boda



2 boda

$$\frac{I(t)}{I_0} = e^{-\frac{1}{RC}t} \quad / \ln$$

$$\ln\left(\frac{I(t)}{I_0}\right) = -\frac{1}{RC}t \quad \text{1 bod}$$

m ... nagib pravca,

$$m = \frac{-2,20 - 0,09}{20,01s} = -0,11s^{-1} \quad \text{1 bod}$$

$$m = -\frac{1}{RC} \Rightarrow C = -\frac{1}{mR} = -\frac{1}{-0,11s^{-1} \cdot 10^7 \Omega} \quad \text{1 bod}$$

$$C = 9,1 \cdot 10^{-7} F$$

$$C = 0,91 \mu F \quad \text{1 bod}$$

$$C \approx 1 \mu F$$

Kako je najbliža standardna vrijednost komercijalnih kondenzatora $1 \mu F$, rezultat se može zaokružiti na $1 \mu F$. Tolerancija proizvođača za korišteni kondenzator od $1 \mu F$ je $\pm 10\%$.

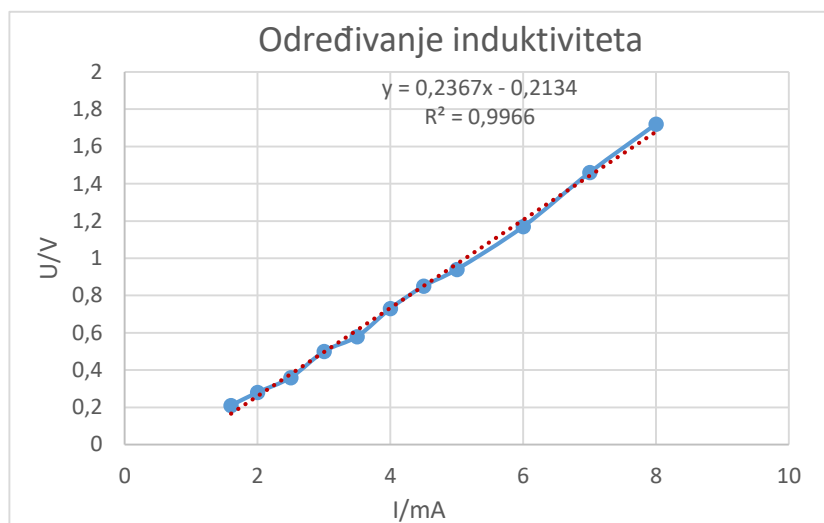
Napomena: pražnjenje kondenzatora je uobičajeno prikazati s negativnim vrijednostima struje!

3.dio

i)

I/mA	U/V	$ U /\text{V}$
1,6	-0,21	0,21
2	-0,28	0,28
2,5	-0,36	0,36
3	-0,5	0,5
3,5	-0,58	0,58
4	-0,73	0,73
4,5	-0,85	0,85
5	-0,92	0,92
6	-1,12	1,12
7	-1,46	1,46
8	-1,72	1,72

2 boda



2 boda

Predznak napona na kondenzatoru je negativan (suprotno od izvora napona).

1 bod

j) Ako se ne uzmu u obzir predviđeni gubitci, energija magnetskog polja zavojnice pretvara se u energiju električnog polja kondenzatora:

$$\frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}CU^2$$

Za induktivitet zavojnice slijedi:

$$L = \left(\frac{U}{I}\right)^2 \cdot C$$

Nagib pravca:

$$\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1,51\text{V}}{6,4 \cdot 10^{-3}\text{A}} = 236 \frac{\text{V}}{\text{A}}$$

1 bod

$$\frac{L}{C} = \left(\frac{\Delta U}{\Delta I}\right)^2 = 55696 \frac{\text{H}}{\text{F}} \Rightarrow L = 55696 \frac{\text{H}}{\text{F}} \cdot 10^{-6}\text{F}$$

1 bod

$$L = 0,056\text{H}$$

1 bod

Uz gubitke energije od 50%, slijedi:

$$L = 0,11\text{H}$$

1 bod

(Da se je za kapacitet kondenzatora uzela dobivena vrijednost iz mjerenja vrijednost induktiviteta uzevši u obzir gubitke iznosila bi 0,1 H).

Zavojnica koja je u zadatku korištena je strujno kompenzirajuća prigušnica, induktiviteta 0,1H (tolerancije $\pm 30\%$).

k)

- Zavojnica ima feritnu jezgru, tako da ponašanje ne mora biti idealno (kao zračna zavojnica). Nije uvijek nužno da je induktivnost zavojnice konstantna. Zbog krivulje histereze eksperimenti sa indukcijom mogu biti zahtjevni. Zato se tražilo da struje imaju što manje vrijednosti kako bi se to izbjeglo.
- Zavojnica pretstavlja i omski otpor, te dolazi do zagrijavanja i gubitka energije.
- Dioda također predstavlja problem, posebno ako se radi o običnoj silicijevoj diodi. U ovom zadatku je korištena posebna vrsta diode (Schottkyjeva dioda) koja ima vrlo kratko vrijeme uključivanja i isključivanja. Isto tako ima znatno niži prag provođenja od običnih silicijevih dioda. Zbog tih svojstava u mjerenjima se ipak dobiva pretpostavljena linearna ovisnost.

2 boda