

**7. VAJA:**  
**POLNENJE IN PRAZNIENJE**  
**KONDENZATORJA**

Uvod, naloga in potreščine in potek dela so opisani na priloženem listu.

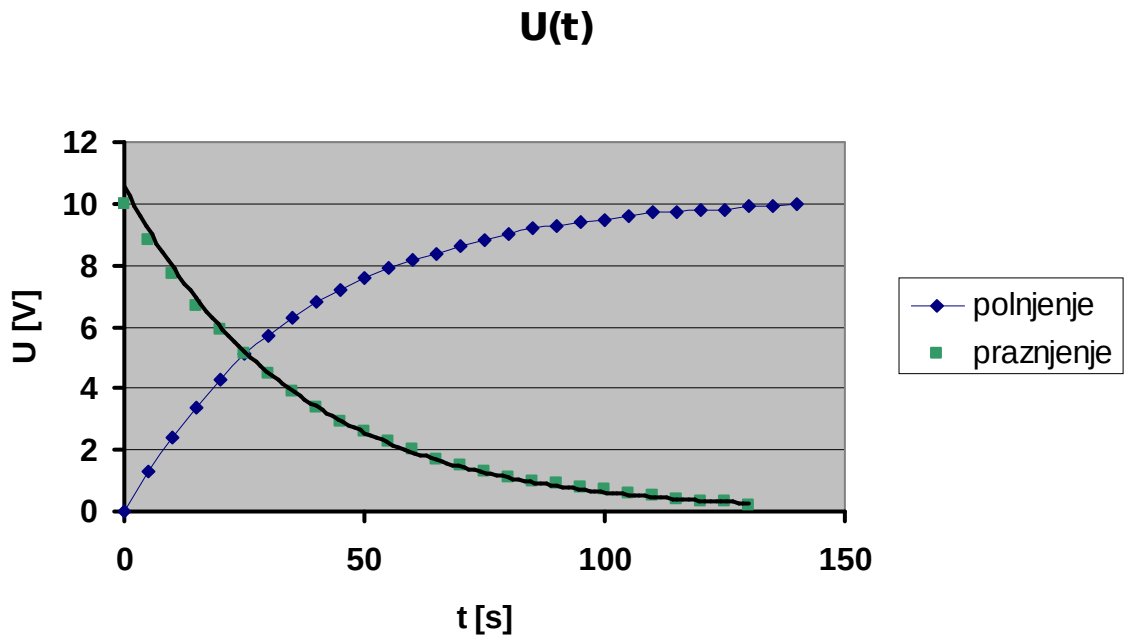
## REZULTATI

1. Nariši grafe  $U = U(t)$  za polnjenje in praznjenje kondenzatorja pri različnih vrednostih upora!

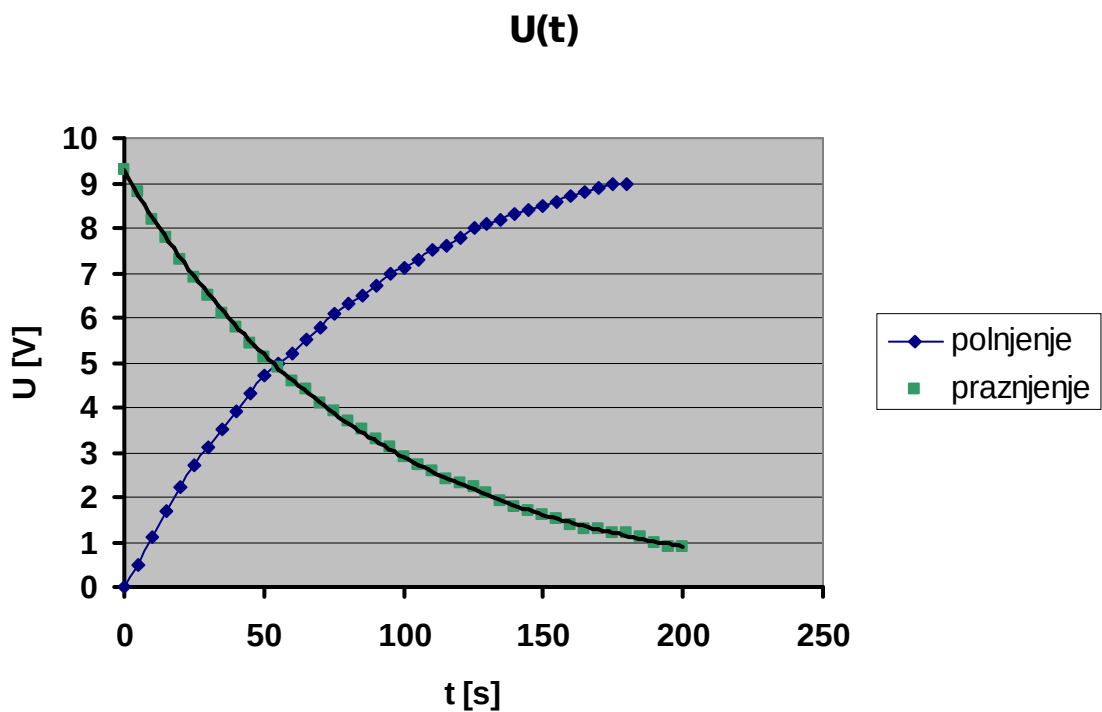
upornik $R = 30k\Omega$				upornik $R = 70k\Omega$			
polnjenje		praznjenje		polnjenje		praznjenje	
t [s]	t(s)	U(V)	t(s)	U(V)	U [V]	t(s)	U(V)
0	0	0	10,0	0	0	0	9,3
5	1,3	5	8,8	5	0,5	5	8,8
10	2,4	10	7,7	10	1,1	10	8,2
15	3,4	15	6,7	15	1,7	15	7,8
20	4,3	20	5,9	20	2,2	20	7,3
25	5,1	25	5,1	25	2,7	25	6,9
30	5,7	30	4,5	30	3,1	30	6,5
35	6,3	35	3,9	35	3,5	35	6,1
40	6,8	40	3,4	40	3,9	40	5,8
45	7,2	45	2,9	45	4,3	45	5,4
50	7,6	50	2,6	50	4,7	50	5,1
55	7,9	55	2,3	55	5,0	55	4,9
60	8,2	60	2,0	60	5,2	60	4,6
65	8,4	65	1,7	65	5,5	65	4,4
70	8,6	70	1,5	70	5,8	70	4,1
75	8,8	75	1,3	75	6,1	75	3,9
80	9,0	80	1,1	80	6,3	80	3,7
85	9,2	85	1,0	85	6,5	85	3,5
90	9,3	90	0,9	90	6,7	90	3,3
95	9,4	95	0,8	95	7,0	95	3,1
100	9,5	100	0,7	100	7,1	100	2,9
105	9,6	105	0,6	105	7,3	105	2,7
110	9,7	110	0,5	110	7,5	110	2,6
115	9,7	115	0,4	115	7,6	115	2,4
120	9,8	120	0,3	120	7,8	120	2,3
125	9,8	125	0,3	125	8,0	125	2,2
130	9,9	130	0,2	130	8,1	130	2,1
135	9,9			135	8,2	135	1,9
140	10,0			140	8,3	140	1,8
				145	8,4	145	1,7
				150	8,5	150	1,6
				155	8,6	155	1,5
				160	8,7	160	1,4
				165	8,8	165	1,3
				170	8,9	170	1,3
				175	9,0	175	1,2

				180	9,0	180	1,2
						185	1,1
						190	1,0
						195	0,9
						200	0,9

Graf 1: Polnjenje in praznjenje kondenzatorja pri 30kΩ uporu



Graf 2: Polnjenje in praznjenje kondenzatorja pri 70kΩ uporu



2. Iz enačbe za spreminjanje napetosti pri praznjenju kondenzatorja izpelji enačbo za razpolovilni čas! Upoštevaj, da se začetna napetost v tem času zmanjša za polovico!

$$U = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\frac{U_0}{2} = U_0 e^{-\frac{t_{1/2}}{RC}} \rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\frac{t_{1/2}}{RC}} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{e^{\frac{t_{1/2}}{RC}}} \rightarrow e^{\frac{t_{1/2}}{RC}} = 2$$

$$e^{\frac{t_{1/2}}{RC}} = 2 \rightarrow \log_e e^{\frac{t_{1/2}}{RC}} = \log_e 2 \rightarrow \frac{t_{1/2}}{RC} \cdot 1 = \ln 2 \rightarrow t_{1/2} = RC \ln 2$$

3. S pomočjo grafov za praznjenje kondenzatorja določi konstante RC iz razpolovilnega časa in jih primerjaj z izračunano vrednostjo! (s kondenzatorja prepisi njegovo kapaciteto)

R=30 kΩ  
C=0,001F

- iz grafa U = f(t) RC = t<sub>1/2</sub>/ln2 = 25s/ln2 = 36 s

$$RC = 3 \cdot 10^4 \Omega \cdot 1 \cdot 10^{-3} F = 3 \cdot 10^4 \frac{V}{A} \cdot 10^{-3} \frac{As}{V} = 30s$$

- izračunana vrednost:

- določitev konstante RC s pomočjo grafa RC = Δt / (Δln(U<sub>0</sub>/U<sub>t</sub>)) = 36 s

4. Logaritmiraj enačbo za praznjenje kondenzatorja in izrazi  $\ln \frac{U_0}{U(t)}$  kot funkcijo časa. Kaj je sorazmernostni koeficient?

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \rightarrow \ln U(t) = \ln U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \rightarrow \ln U(t) = \ln U_0 + \ln e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\ln U(t) = \ln U_0 + \ln e^{-\frac{t}{RC}} \rightarrow \ln U(t) = \ln U_0 + 1 \left( -\frac{t}{RC} \right) \rightarrow \ln U_0 - \ln U(t) = \frac{t}{RC}$$

$$\ln U_0 - \ln U(t) = \frac{t}{RC} \rightarrow \ln \left( \frac{U_0}{U(t)} \right) = \frac{t}{RC}$$

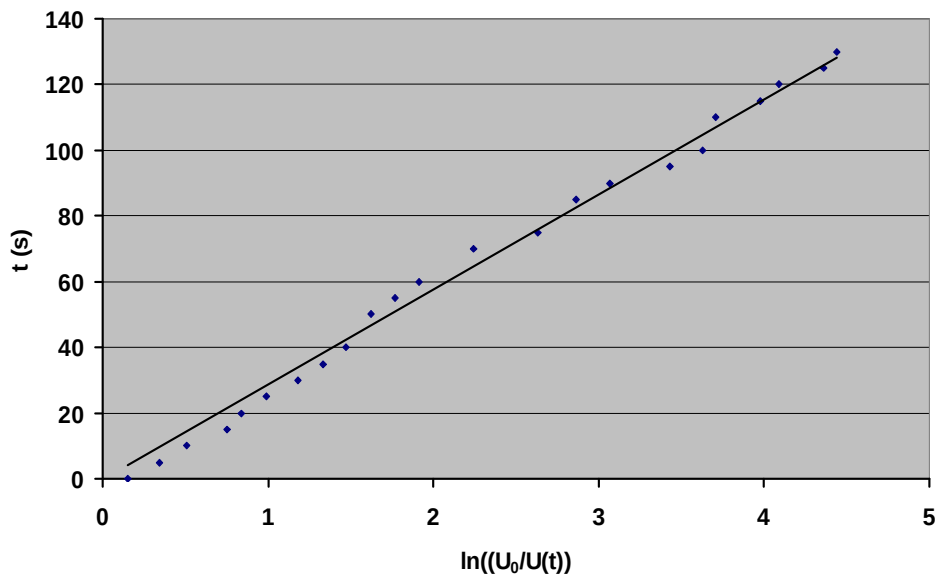
Sorazmernostni koeficient:  $\frac{1}{RC}$

5. Za praznjenje kondenzatorja skozi prvi upor izračunaj vrednosti  $\ln \frac{U_0}{U(t)}$ . Nariši graf  $\ln \frac{U_0}{U(t)} = f(t)$  ter iz strmine določi konstanto RC.

upornik R = 30kΩ			
praznjenje		U <sub>0</sub> = 10,17V	
t(s)	U(V)	$\ln \frac{U_0}{U(t)}$	$RC = \frac{t}{\ln \left( \frac{U_0}{U(t)} \right)}$
0	10,0	0,15	33,3
5	8,8	0,34	29,4
10	7,7	0,51	29,4
15	6,7	0,75	26,7
20	5,9	0,84	29,8
25	5,1	0,99	30,3
30	4,5	1,18	29,7
35	3,9	1,33	30,1
40	3,4	1,47	30,6
50	2,6	1,62	30,9
55	2,3	1,77	31,1
60	2,0	1,91	31,4
70	1,5	2,24	31,3
75	1,3	2,63	30,4
85	1,0	2,86	29,7
90	0,9	3,07	29,3
95	0,8	3,43	29,2
100	0,7	3,63	30,3
110	0,5	3,71	32,3
115	0,4	3,98	32,7
120	0,3	4,09	34,2
125	0,3	4,36	34,4
130	0,2	4,44	36
Povprečna vrednost			<b>** Expression is faulty **</b>

Povprečna vrednost RC od dejanske (RC = 30s) zelo malo odstopa, komaj za 3,3%.

Graf 3:  $\ln \frac{U_0}{U(t)} = f(t)$



**Konstanto RC odčitana iz grafa:**

$$\Delta t = 120 - 12 = 108 \text{ s}$$

$$\Delta \ln \frac{U_0}{U(t)} = 3,83 - 0,4 = 3,43$$

$$RC = \frac{t}{\ln\left(\frac{U_t}{U(t)}\right)}$$

$$RC = \frac{108 \text{ s}}{3,43} = 31,5 \text{ s}$$

Pri odčitavanju konstante iz grafa je prišlo do malo večjih napak, katere pa so posledica netočnega odčitavanja vrednosti iz grafa.

**Absolutna napaka:**  $RC = 30,0 \text{ s} \pm 1,5 \text{ s}$

**Relativna napaka:**  $RC = 30,0(1 \pm 0,05) \text{ s} \rightarrow 5\%$

# RAZPRAVA

Prva dva grafa polnjenja in praznjenja kondenzatorja opisujeta eksponentno spremembo. Torej sam proces na začetku poteka zelo hitro, nato, pa vedno počasneje. Opazili smo, da pri večjem uporniku napetost narašča in prav tako pada počasneje kot pri manjšem uporniku.

Graf 3,  $\ln(U_0/U)$  v odvisnosti od časa je premica. Iz njega smo določili konstanto RC. Vrednost RC odčitana iz grafa za 5% odstopa od dejanske, odstopa pa tudi od povprečne vrednosti RC izračunane na podlagi naših meritev, s katero bi se morali ujemati. Do tega odstopanja je prišlo zaradi nenatančnega odčitavanja vrednosti iz grafa.

Tudi pri tej vaji so bile prisotne manjše merske napake, ki pa pogled na grafa niti niso vpadljive. Pri določanju konstante RC iz prvega grafa je prišlo do 5% napake, kar ni veliko. Na splošno lahko rečem, da je bila vaja uspešna, saj so vsa odstopanja majhna (do 5%). Sama točnost rezultatov in majhna odstopanja me malce presenečajo, saj je bilo pri izvedbi vaje potrebno kar nekaj natančnosti.