

POROČILO

VAJA: Polnjenje in praznjenje kondenzatorja

Navodila za POTEK DELA so v prilogi na listu *Polnjenje in praznjenje kondenzatorja*

MERITVE

Polnjenje kondenzatorja $C=1000\mu\text{F}$ (skozi upornik $90\text{k}\Omega$)

čas [s]	napetost [V]	čas [s]	napetost [V]	čas [s]	napetost [V]
0	0	140	7,72	280	9,36
5	0,74	145	7,84	285	9,38
10	1,21	150	7,93	290	9,41
15	1,69	155	8,03	295	9,44
20	2,09	160	8,13	300	9,45
25	2,52	165	8,20	305	9,47
30	2,95	170	8,28	310	9,50
35	3,30	175	8,36	315	9,52
40	3,67	180	8,44	320	9,54
45	3,98	185	8,51	325	9,55
50	4,31	190	8,57	330	9,57
55	4,61	195	8,64	335	9,58
60	4,90	200	8,69	340	9,61
65	5,15	205	8,76	345	9,62
70	5,41	210	8,81	350	9,63
75	5,64	215	8,86	355	9,64
80	5,86	220	8,90	365	9,68
85	6,06	225	8,96	375	9,69
90	6,26	230	9,01	385	9,71
95	6,48	235	9,08	395	9,74
100	6,63	240	9,10	405	9,75
105	6,80	245	9,14	415	9,77
110	6,95	250	9,17	425	9,78
115	7,10	255	9,21	435	9,80
120	7,25	260	9,24	445	9,81
125	7,35	265	9,27	455	9,82
130	7,50	270	9,30	465	9,82
135	7,62	275	9,33	640	9,92

Praznjenje kondenzatorja $C=1000\mu\text{F}$ (skozi upornik $90\text{k}\Omega$)

čas [s]	napetost [V]	čas [s]	napetost [V]
0	9,88	140	3,12
5	9,26	145	2,99
10	8,99	150	2,80
15	8,66	155	2,68
20	8,46	160	2,38
25	8,14	165	2,15
30	7,80	170	1,94
35	7,67	175	1,76
40	7,37	180	1,57
45	7,07	185	1,44
50	6,91	190	1,29
55	6,73	195	1,17
60	6,48	200	1,04
65	6,29	205	0,95
70	6,05	210	0,85
75	5,85	240	0,78
80	5,60	270	0,58
85	5,48	300	0,43
90	5,10	330	0,33
95	4,85	360	0,25
100	4,62	420	0,15
105	4,40		
110	4,26		
115	4,09		
120	3,86		
125	3,66		
130	3,44		
135	3,30		

Polnjenje kondenzatorja $C=1000\mu\text{F}$ (skozi upornik $30\text{k}\Omega$) s pomočjo računalniškega programa

čas [s]	napetost [V]	čas [s]	napetost [V]
0	0,989	50	8,066
5	2,357	55	8,315
10	3,499	60	8,530
15	4,457	70	8,862
20	5,272	80	9,101
25	5,951	90	9,272
30	6,527	100	9,399
35	7,011	150	9,668
40	7,416	200	9,736
45	7,773		

Praznjenje kondenzatorja $C=1000\mu\text{F}$ (skozi upornik $30\text{k}\Omega$) s pomočjo računalniškega programa

čas [s]	napetost [V]	čas [s]	napetost [V]
0	9,741	45	2,172
5	8,241	50	1,839
10	6,976	55	1,557
15	5,905	60	1,318
20	4,999	70	0,944
25	4,231	80	0,676
30	3,582	90	0,485
35	3,032	100	0,347
40	2,566	150	0,120

NALOGA

1. GRAFI $U(t)$ (glej Prilogo)

2. Izpeljava enačbe za razpolovni čas:

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

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

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

3. Določitev konstante RC iz razpolovnega časa s pomočjo grafov:

1. $R=90\text{k}\Omega$; $t_{1/2}=100\text{s}$
 $\Rightarrow RC=144\text{s}$

2. $R=30\text{k}\Omega$; $t_{1/2}=21\text{s}$
 $\Rightarrow RC=30\text{s}$

Izračunana vrednost konstante RC:

1. $R=90\text{k}\Omega$;
 $\Rightarrow RC=90\text{s}$

2. $R=30\text{k}\Omega$;
 $\Rightarrow RC=30\text{s}$

4. Logaritmiranje enačbe za praznjenje kondenzatorja in

izrazitev $\ln \frac{U_0}{U(t)}$ kot funkcije časa:

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

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

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

Sorazmernostni koeficient je $\frac{1}{RC}$.

5. Izračun vrednosti $\ln \frac{U_0}{U(t)}$ za praznjenje kondenzatorja skozi prvi upor.

t [s]	U(t) [V]	$\ln \left(\frac{U_0}{U(t)} \right)$
0	9,88	0
5	9,26	0,064
10	8,99	0,094
15	8,66	0,131
20	8,46	0,155
25	8,14	0,193
30	7,80	0,236
35	7,67	0,253
40	7,37	0,293
45	7,07	0,334
50	6,91	0,357
55	6,73	0,383
60	6,48	0,421
65	6,29	0,451
70	6,05	0,490
75	5,85	0,524
80	5,60	0,567
85	5,48	0,589
90	5,10	0,661
95	4,85	0,711
100	4,62	0,760
105	4,40	0,809
110	4,26	0,841
115	4,09	0,882
120	3,86	0,940
125	3,66	0,993
130	3,44	1,055
135	3,30	1,097
140	3,12	1,153
145	2,99	1,195

150	2,80	1,261
155	2,68	1,305
160	2,38	1,423
165	2,15	1,525
170	1,94	1,628
175	1,76	1,725
180	1,57	1,839
185	1,44	1,926
190	1,29	2,036
195	1,17	2,134
200	1,04	2,251
205	0,95	2,342
210	0,85	2,453
240	0,78	2,539
270	0,58	2,835
300	0,43	3,134
330	0,33	3,399
360	0,25	3,677
420	0,15	4,188

Graf $\ln\left(\frac{U_0}{U(t)}\right) = f(t)$

$$\Rightarrow k = \frac{1}{RC} = 9,9 \times 10^{-3} s^{-1}$$

$$\Rightarrow RC = 101s$$

KOMENTAR:

Vaja sama ni niti približno toliko naporna, kot je naporno izdelovanje poročila. Vaja zahteva precej koncentracije, usklajenost partnerjev in predpripravo, saj je potrebno podatke zapisovati izredno hitro. Neposedovanju teh lastnosti tudi pripisujem večino napak, ki so se pri meritvah dogodile. Ena od njih je, da imamo namesto predpisanih 70kΩ upora uporovne dekade 90kΩ, kar pa ne vpliva na neustreznost meritev, potrebno je bilo le več časa, da se je kondenzator napolnil. Na tem mestu zatorej vidimo, da so navodila zelo smiselno podana. Če ne drugje, se napake izredno lepo odražajo v grafih, ki so v primeru napačnih meritev nepravilne oblike. Tak je predvsem graf za praznjenje kondenzatorja skozi upornik z uporom 90kΩ. Dokaz, da smo napake delali merilci, pa so meritve, ki jih je opravil računalnik, saj je graf narisana na podlagi teh podatkov zelo lep in popolnoma v skladu s pričakovanji. So pa pričakovane tudi naše napake, saj potem, ko vidimo na merilcu časa ustrezen čas, poteče delček časa, da pogledamo na zaslon voltmetra, kar botruje k napakam še posebno na začetku

meritev, ko se napetost na kondenzatorju zelo hitro spreminja. Torej bi bilo bolje, če bi človek take meritve prepustil za to primernejšim napravam, kot je denimo računalnik.

Posebej odstopajo meritve na grafu $\ln\left(\frac{U_0}{U(t)}\right) = f(t)$, kar pa je razumljivo, saj ni pravilne oblike tudi graf $U(t)$ za praznjenje kondenzatorja skozi upornik z uporom $90\text{k}\Omega$, na podlagi katerega je narisano. Čudi tudi ogromno odstopanje iz grafa $U(t)$ za praznjenje kondenzatorja skozi upornik z uporom $90\text{k}\Omega$ prebrane konstante RC od izračunane. Razloge za to zopet vidim le v netočnosti meritev. Izkaže pa se, da je mnogo bolj primerna metoda za empirično določitev konstante drugi način,

ko preberemo RC iz grafa $\ln\left(\frac{U_0}{U(t)}\right) = f(t)$. Na koncu se to zopet izkaže za predvidljivo, saj lažje potegnemo premico, ki naj bi prikazovala srednjo vrednost konstante kot pa primerno krivuljo. Za konec pa lahko le rečem, da je bilo to eno od najzahtevnejših in najobsežnejših poročil.

PRILOGA: list *Polnjenje in praznjenje kondenzatorja*, grafi: *Graf $U(t)$ za polnjenje kondenzatorja skozi upornik z uporom $90\text{ k}\Omega$, Graf $U(t)$ za praznjenje kondenzatorja skozi upornik z uporom $90\text{ k}\Omega$, Graf $U(t)$ za polnjenje kondenzatorja skozi upornik z uporom $30\text{ k}\Omega$, Graf $U(t)$ za praznjenje kondenzatorja skozi*

upornik z uporom $30\text{ k}\Omega$, Graf $\ln\left(\frac{U_0}{U(t)}\right) = f(t)$