

Lösningförslag

Parallellkoppla lådan med multimetern som sätts i voltmeter-läge. Koppla även batteriet parallellt med lådan under en kort stund så att kondensatorn laddas upp. Koppla sedan bort batteriet samtidigt som tidtagaruret startas och ta upp en mätserie över spänning som funktion av tid medan kondensatorn laddar ur. Notera att kondensatorn i detta fall laddar ur både genom motståndet i lådan och genom voltmeteren. Upprepa samma procedur med det kända motståndet parallellkopplat med lådan. Tabell över upptagna mätvärden visas i tabell 1 utan yttre motstånd och i tabell 2 med yttre motstånd.

Sambandet för spänning som funktion av tid kan linjäriseras enligt

$$\ln(U) = -\frac{1}{R_{\text{ers}}C}t. \quad (1)$$

Värden för $-1/(R_{\text{ers}}C)$ kan således bestämmas genom att plotta $\ln(U)$ mot t och bestämma lutningen på den resulterande räta linjen. En sådan plott visas i figur 1 utan det yttre motståndet och i figur 2 med det yttre motståndet. Lutningarna bestäms till

$$-\frac{1}{R_{\text{ers1}}C} = -3.13 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1} \quad (2)$$

och

$$-\frac{1}{R_{\text{ers2}}C} = -1.60 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}, \quad (3)$$

där

$$R_{\text{ers1}} = \frac{R_{\text{vm}}R}{R_{\text{vm}} + R} \quad (4)$$

betecknar ersättningsresistansen för resistansen i lådan och och voltmeteren och

$$R_{\text{ers2}} = \frac{R_{\text{yttre}}R_{\text{ers1}}}{R_{\text{yttre}} + R_{\text{ers1}}} \quad (5)$$

betecknar ersättningsresistansen för resistansen i lådan, voltmeteren och det yttre motståndet. Genom att dividera ekvation (3) med ekvation (2) fås

$$\frac{R_{\text{ers1}}}{R_{\text{ers2}}} = \frac{R_{\text{yttre}} + R_{\text{ers1}}}{R_{\text{yttre}}} = 5.11 \Rightarrow R_{\text{ers1}} = R_{\text{yttre}}(5.11 - 1) = 1357 \text{ k}\Omega \quad (6)$$

Kapacitansen kan nu bestämmas från ekvation (2) enligt

$$C = -\frac{1}{-3.13 \cdot 10^{-3} R_{\text{ers1}}} = 235 \text{ }\mu\text{F}. \quad (7)$$

Resistansen i lådan fås genom att korrigera R_{ers1} för att ta hänsyn till voltmeterens resistans:

$$R = \frac{R_{\text{ers1}}R_{\text{vm}}}{R_{\text{vm}} - R_{\text{ers1}}} = 1570 \text{ k}\Omega. \quad (8)$$

Används istället det ungefärliga givna värdet $R = 1 \text{ M}\Omega$ fås att $R_{\text{ers1}} = 909 \text{ k}\Omega$ vilket ger att värdet på kapacitansen blir $C = 351 \text{ }\mu\text{F}$. Utan korrektion för voltmeterens resistans ger det ungefärliga givna värdet kapacitansen $C = 319 \text{ }\mu\text{F}$.

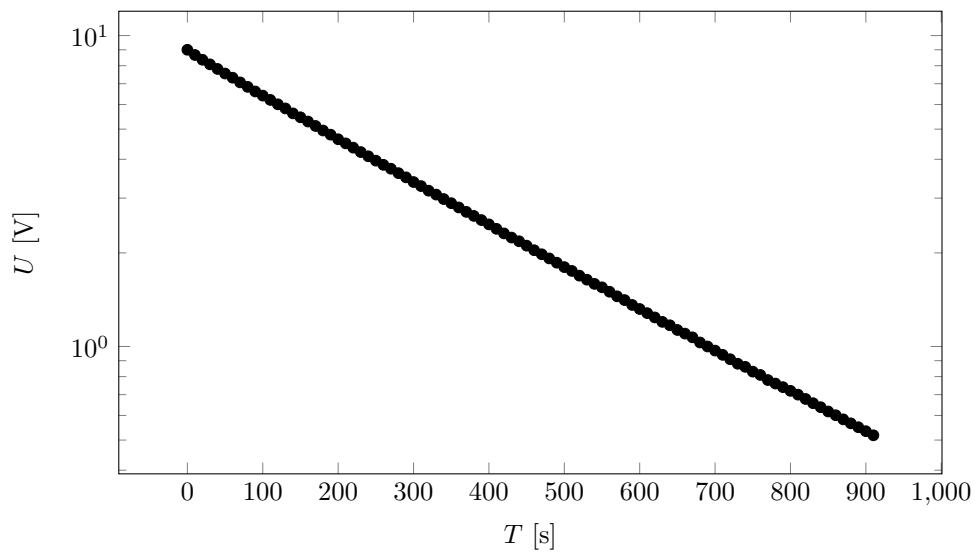
Kommentar: Kapacitansen och resistansen är märkta med $220 \text{ }\mu\text{F}$ respektive $1560 \text{ k}\Omega$.

t [s]	U [V]	t [s]	U [V]
0	9	460	2.04
10	8.66	470	1.98
20	8.36	480	1.92
30	8.08	490	1.86
40	7.81	500	1.8
50	7.55	510	1.75
60	7.32	520	1.69
70	7.07	530	1.64
80	6.84	540	1.59
90	6.61	550	1.55
100	6.41	560	1.5
110	6.21	570	1.45
120	6.01	580	1.41
130	5.83	590	1.36
140	5.62	600	1.32
150	5.46	610	1.28
160	5.29	620	1.24
170	5.12	630	1.2
180	4.95	640	1.17
190	4.8	650	1.13
200	4.64	660	1.1
210	4.5	670	1.07
220	4.36	680	1.03
230	4.22	690	1
240	4.09	700	0.97
250	3.96	710	0.94
260	3.84	720	0.91
270	3.73	730	0.88
280	3.61	740	0.86
290	3.5	750	0.83
300	3.38	760	0.81
310	3.28	770	0.78
320	3.17	780	0.76
330	3.08	790	0.74
340	2.98	800	0.72
350	2.89	810	0.7
360	2.8	820	0.678
370	2.71	830	0.657
380	2.63	840	0.638
390	2.55	850	0.618
400	2.47	860	0.601
410	2.39	870	0.583
420	2.31	880	0.566
430	2.24	890	0.55
440	2.18	900	0.534
450	2.11	910	0.518

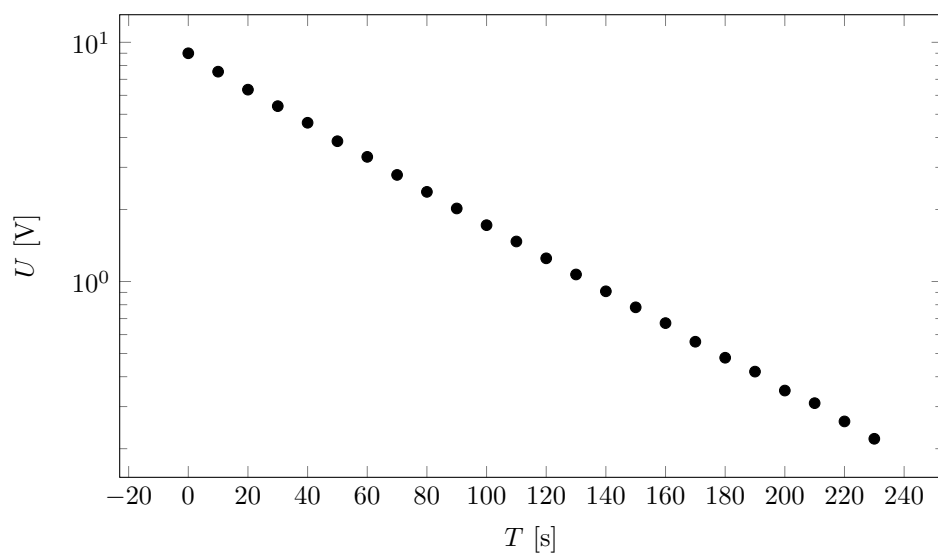
Tabell 1: Spänning som funktion av tid för urladdning av kondensatorn utan yttre motstånd

t [s]	U [V]
0	9
10	7.54
20	6.34
30	5.41
40	4.61
50	3.86
60	3.32
70	2.79
80	2.37
90	2.02
100	1.72
110	1.47
120	1.25
130	1.07
140	0.91
150	0.78
160	0.67
170	0.56
180	0.48
190	0.42
200	0.35
210	0.31
220	0.26
230	0.22

Tabell 2: Spänning som fuktion av tid för urladdning av kondensatorn med yttre motstånd



Figur 1: Spänning som fuktion av tid för urladdning av kondensatorn utan yttre motstånd



Figur 2: Spänning som funktion av tid för urladdning av kondensatorn med yttre motstånd