

Měření kapacity kondenzátoru

Vojtěch Beneš


- Výstup RVP:** žák porovná účinky elektrického pole na vodič a izolant
Klíčová slova: kondenzátor, kapacita kondenzátoru, nestacionární děj, nabíjení, časová konstanta, RC obvod

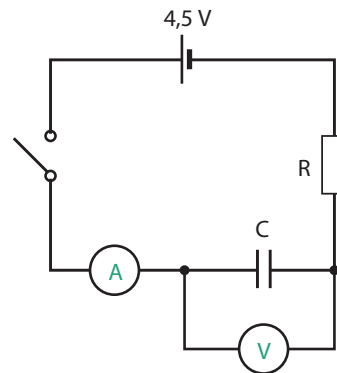
Laboratorní práce
 Doba na přípravu:
10 min
 Doba na provedení:
90 min
 Obtížnost:
vysoká

Úkol Určete kapacitu kondenzátoru C čtyřmi metodami.
 Pozorujte, jakou roli hraje kondenzátor v elektrickém obvodu.

Pomůcky Plochá baterie 4,5 V ve stojánku, zdroj harmonického napětí, kondenzátor o neznámé kapacitě C , vypínač, rezistory $10\ \Omega$, $22\ \Omega$, $47\ \Omega$ a $100\ \Omega$, ampérmetr Vernier (max. 0,6 A), voltmetr Vernier (max. 6 V), LabQuest, počítač s programem Logger Pro, vodiče

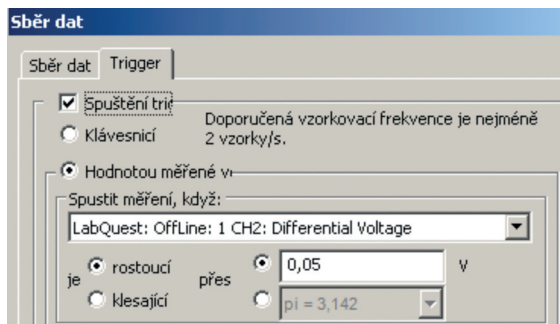
Postup I Pozorování nabíjení kondenzátoru




1. Zapojte obvod podle schématu. Použijte rezistor $100\ \Omega$. Na začátku měření je vypínač vypnutý a kondenzátor vybitý.
2. Ampérmetr a voltmetr zapojte do vstupů CH1 a CH2 LabQuestu a propojte jej s USB portem počítače.
3. V programu Logger Pro pomocí ikony  vynulujte oba senzory. Pak v menu



Experiment → **Sběr dat...** nastavte :

- dobu měření = 0,3 s,
- vzorkovací frekvenci = 10 kHz,
- trigger : spustit měření, jakmile napětí na kondenzátoru u_C přesáhne 0,05 V.

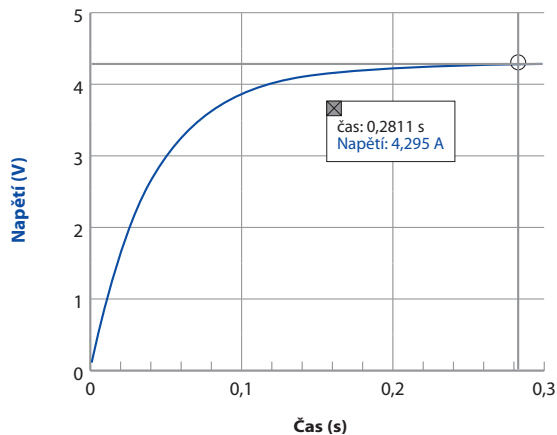


4. Měření zahájíme kliknutím na ikonu  **Sběr dat** a sepneme vypínač. Jak měření skončí, opět vypínač vypneme. Počítač automaticky vykreslí dva grafy : $u_C = f(t)$ a $i = f(t)$.
5. Pomocí ikony  určíme z grafu $u_C = f(t)$
 - a. maximální napětí U_m ,
 - b. časovou konstantu obvodu τ ,
 - c. kapacitu kondenzátoru C .
 Hodnoty zapisujete do odpovědního archu.
6. Vybijte kondenzátor (je třeba jej zkratovat), nahradte rezistor jiným o jiném odporu a opakujte kroky 4) a 5). Pokud křivka napětí stoupá příliš strmě, můžete si ji pro přesnější změření zvětšit pomocí lupy .

Měření kapacity kondenzátoru

úloha
40

Graf závislosti napětí na čase

**II Modelování křivek**

Zopakujte experiment s $R = 100 \Omega$.

V menu **Analyzá** → **Proložit křivku...**, proložte

- křivku $u_c = f(t)$ zápornou exponenciálou $A*(1-\exp(-Ct))+B$ a určete konstanty A , B a C . Z nich určete τ a kapacitu C .
- křivku $i = f(t)$ přirozenou exponenciálou $A*\exp(-Ct)+B$ a určete konstanty A , B a C . Z nich určete τ a kapacitu C .


Výsledky zapisujte do odpovědního archu.

III Integrál

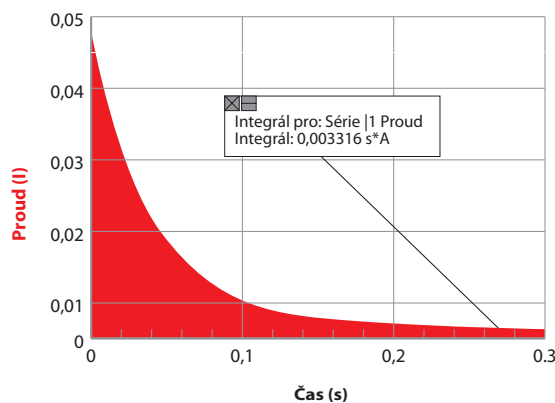
Pro kondenzátor platí $Q_m = C \cdot U_m$, kde Q_m je maximální náboj na kondenzátoru.

Okamžitý proud je definován jakožto $i = \frac{dq}{dt}$, takže q je integrál z proudu, $q = \int i \cdot dt$.

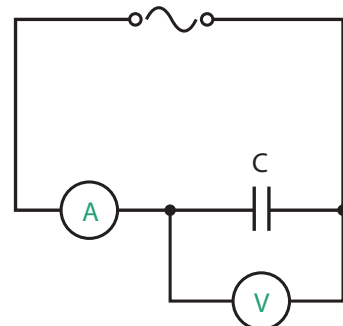
Geometricky vyjadřuje integrál plochu pod křivkou $i = f(t)$.

Označíme předchozí graf $i = f(t)$ a Q_m určíme kliknutím na ikonku **Integrál** (). K výpočtu použijeme U_m z předchozího úkolu.

Graf závislosti proudu na čase

**IV Kondenzátor ve střídavém obvodu**

1. Zapojte obvod podle schématu. Použijte zdroj harmonického napětí o amplitudě mezi 0 a 2 V a o frekvenci 90 Hz.
2. V programu Logger Pro nastavte :
 - dobu měření = 0,1 s,
 - vzorkovací frekvenci = 10 kHz,
 - trigger vypnutý.
3. Provedte měření. Získanými křivkami proložte sinusoidy (menu **Analyzá** → **Proložit křivku...**) a z nich určete amplitudu napětí U_m , amplitudu proudu I_m a fázový posuv φ napětí vůči proudu.



Měření kapacity kondenzátoru

Vojtěch Beneš

I Pozorování nabíjení kondenzátoru

$R (\Omega)$	$U_m (V)$	$0,63 \cdot U_m (V)$	$\tau (s)$	$C (F)$
100				
47				
22				
10				

Aritmetický průměr $\bar{C} = \dots\dots\dots$

II Modelování křivek

Kvalitativně popište průběh funkcí $u_c = f(t)$ a $i = f(t)$.

.....

.....

.....

.....

křivka	konstanta A	konstanta B	konstanta C	$\tau (s)$	kapacita C (F)
$u_c = f(t)$					
$i = f(t)$					

Maximální proud I_m :

experimentální hodnota $I_m = \dots\dots\dots$

teoretická hodnota $I_m = \frac{U_m}{R} = \dots\dots\dots$

III Integrál

$U_m = \dots\dots\dots$

$Q_m = \dots\dots\dots$

$C = \dots\dots\dots$

IV Kondenzátor ve střídavém obvodu

$U_m = \dots\dots\dots$

$I_m = \dots\dots\dots$

$\varphi = \dots\dots\dots$

$f = \dots\dots\dots$

Měření kapacity kondenzátoru

úloha
40

Z hodin víme, že $U_m = \frac{1}{2\pi f C} I_m$, vypočtěte $C = \dots\dots\dots$

V Zpracování výsledků

Na kondenzátoru najděte nominální hodnotu kapacity : $C_0 = \dots\dots\dots$

Pro každou metodu spočítejte absolutní a relativní odchylku měření od nominální hodnoty a rozhodněte, která z metod je nejpřesnější.

Metoda	C (F)	ΔC (F)	δC (%)
I			
II			
III			
IV			

Závěr:

.....

.....