

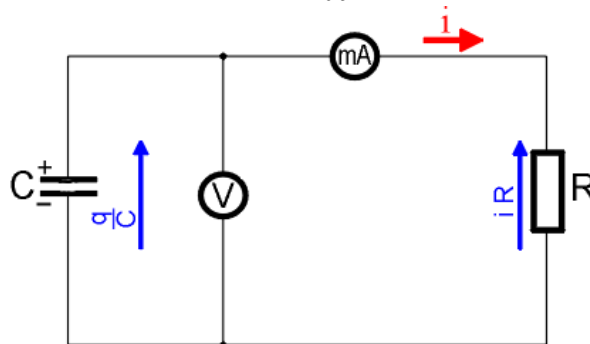
Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „KONDENSATOR”

Rozładowanie kondensatora

W obwodzie rozładowania kondensatora natężenie prądu definiuje się jako szybkość rozładowania kondensatora, czyli szybkość ubywania ładunku na kondensatorze:

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$



Z prawa Kirchhoffa dla obwodu zamkniętego w zastosowaniu do obwodu rozładowania otrzymuje się równanie różniczkowe:

$$\frac{q}{C} - iR = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{q}{C} - \frac{dq}{dt} \cdot R = 0$$

Po rozdzieleniu zmiennych stronami otrzymamy:

$$\frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC} dt$$

Po całkowaniu obu stron:

$$\ln q = -\frac{1}{RC} t + const,$$

gdzie stałą całkowania identyfikujemy jako $const = \ln q_0$ stąd:

$$\ln \frac{q}{q_0} = -\frac{1}{RC} t$$

Ładunek q odpływający z kondensatora:

$$q = q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Ponieważ natężenie prądu jest proporcjonalne do przepływającego ładunku, otrzymujemy:

$$i(t) = i_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Jest to zależność opisująca zmienność natężenia prądu przy rozładowaniu kondensatora.

„KONDENSATOR”

Pytania do przygotowania:

1. Co to jest kondensator? (budowa kondensatora płaskiego)
2. Co to jest pojemność kondensatora? (definicja i jednostka)
3. Od czego zależy pojemność kondensatora płaskiego?
4. Omówić szeregowe i równoległe łączenie kondensatorów.
5. Jaka jest różnica pomiędzy baterią a kondensatorem?
6. Co to jest stała czasowa?
7. Od czego zależy stała czasowa kondensatora?
8. Co to jest liczba e (definicja i wartość)?
9. Jaka jest jednostka przenikalności elektrycznej ośrodka, np. powietrza?
10. Co to jest przewodnik oraz dielektryk?
11. Ile wynosi pojemność zastępcza dla trzech jednakowych kondensatorów o pojemnościach równych $2\mu\text{F}$ każdy, połączonych szeregowo?
12. Oblicz pojemność zastępczą układu pięciu jednakowych kondensatorów o pojemnościach równych $2\mu\text{F}$ każdy, połączonych równoległe.
13. Pojemność kondensatora płaskiego. Oblicz pojemność kondensatora płaskiego, którego prostokątne okładki mają wymiary $1\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ i są odległe od siebie o $0,5\text{ cm}$.
14. Pojemność kondensatora płaskiego. Oblicz pojemność kondensatora płaskiego, którego prostokątne okładki mają wymiary $1\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ i są odległe od siebie o $0,5\text{ cm}$. Oblicz pojemność tego kondensatora wypełnionego dielektrykiem o stałej dielektrycznej równej 5.
15. Od czego zależy energia zgromadzona w kondensatorze.

Wskazówki do wykonania pomiarów:

1. Za zgodą prowadzącego włączyć zasilanie układu i ustawić uzgodnioną wartość napięcia.
2. Włączyć ładowanie kondensatora.
3. Po naładowaniu kondensatora odczytać wartość prądu w mikroamperomierzu, jest to wartość początkowa i_0 .
4. Odłączyć kondensator od źródła zasilania za pomocą przełącznika, jednocześnie rozpoczynając pomiar czasu.
5. W wybranych wartościach prądu lub czasu odczytywać wartości czasu t oraz prądu i , aż do uzyskania dziesięciu wartości każdego parametru, tak aby ostatni pomiar prądu i miał wartość co najmniej $1\mu\text{A}$.
6. Oszacować niepewność pomiarów:
$$\Delta i = \frac{\text{klasa} \cdot \text{zakres}}{100} + \text{błąd paralaksy}$$
7. Odczytać opór użytego w doświadczeniu opornika R i pojemność kondensatora C .
8. Po zakończonych pomiarach uporządkować stanowisko.
9. Wykonać obliczenia zgodnie z instrukcją i sporządzić wykres próbny w arkuszu kalkulacyjnym. W obliczeniach pamiętać o używaniu jednostek podstawowych układu SI dla prądu i czasu.
10. Sporządzić protokół z pomiarów i niepewności pomiarowych.

„KONDENSATOR”

Student 1: Wyznaczanie stałej czasowej obwodu rozładowania kondensatora

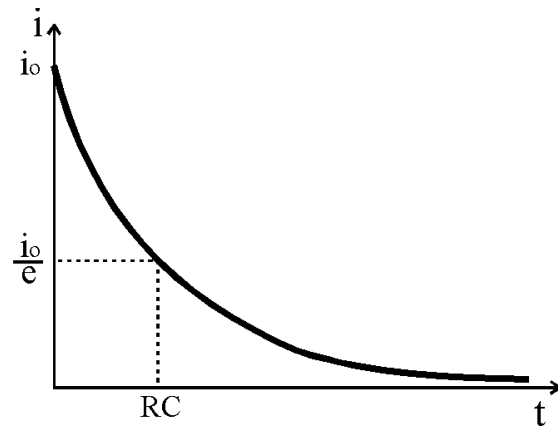
Student 2: Sprawdzanie zależności natężenia prądu w obwodzie rozładowania kondensatora od czasu

Baza teoretyczna

Natężenie prądu rozładowującego się kondensatora

$$i(t) = i_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Stała czasowa RC to czas, po którym kondensator ulega e-krotnemu rozładowaniu



<p style="text-align: center;">$\ln \frac{i_0}{i} = \frac{1}{RC} \cdot t$</p> <p style="text-align: center;">$RC = \frac{p}{q}$</p>	<p style="text-align: center;">$\ln i = -\frac{1}{RC} \cdot t + \ln i_0$</p>
<p>Zatem, aby wyznaczyć stałą czasową RC obwodu rozładowania kondensatora należy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykonać pomiary zależności natężenia prądu rozładowania od czasu, - sporządzić wykres zależności <p style="text-align: center;">$\ln \frac{i_0}{i}$ od t</p> <ul style="list-style-type: none"> - odczytać wartość stałej czasowej RC. 	<p>Zatem, aby sprawdzić zależność natężenia prądu rozładowania od czasu należy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykonać pomiary zależności natężenia prądu rozładowania od czasu, - sporządzić wykres zależności <p style="text-align: center;">$\ln i$ od t</p> <ul style="list-style-type: none"> - zanalizować jego liniowość.

„KONDENSATOR”

Student 1: Wyznaczanie stałej czasowej obwodu rozładowania kondensatora

1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	[s]										
i	[...]										

$\Delta t = \dots$

$\Delta i = \dots$

$R = \dots$

$C = \dots$

2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 3)

$$\ln \frac{i_0}{i} = \dots$$

$$\Delta \left(\ln \frac{i_0}{i} \right) = \frac{\Delta i_0}{i_0} + \frac{\Delta i}{i} = \dots$$

3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\ln \frac{i_0}{i}$	[-]										
t	[...]										
$\Delta \ln \frac{i_0}{i}$	[-]										

$\Delta t = \dots$

4. Wykres

+ obliczenie RC (odwrotność współczynnika kierunkowego prostej „najlepszego dopasowania”)

+ obliczenie RC' (odwrotność współczynnika kierunkowego prostej odchylonej)

+ obliczenie dokładności metody $\Delta RC = |RC - RC'|$

5. Podsumowanie

Wyznaczona wartość stałej czasowej wynosi ...

Dokładność metody wynosi ...

Nominalna stała czasowa określona jako iloczyn odczytanych parametrów opornika i kondensatora wynosi

$R \cdot C = \dots$

W granicach wynik \pm dokładność metody mieści / nie mieści* się nominalna wartość stałej czasowej.

(*wybierz właściwe)

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.

„KONDENSATOR”

Student 2: Sprawdzanie zależności natężenia prądu w obwodzie rozładowania kondensatora od czasu

1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	[s]										
i	[...]										

$\Delta t = \dots$

$\Delta i = \dots$

2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 3)

$\ln(i) = \dots$

$\Delta \ln i = |\ln(i) - \ln(i + \Delta i)| = \dots$

3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	[s]										
$\ln i$	[ln A]										
$\Delta \ln i$	[ln A]										

4. Wykres

5. Podsumowanie

Ponieważ na wykresie ... można poprowadzić prostą przechodzącą przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowych, nie ma podstaw do stwierdzenia odstępstwa od ...

Ewentualnie: Odstępstwo od liniowości w zakresie ... może wynikać z

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych