

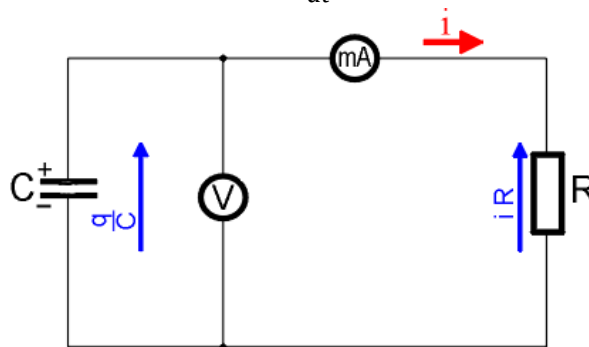
Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „KONDENSATOR”

Rozładowanie kondensatora

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

$$i = \frac{dq}{dt}$$



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 rozdeleniu zmiennych stronami otrzymamy:

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

Po całkowaniu obustronnym:

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

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 $i = \frac{dq}{dt}$, otrzymujemy:

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

„KONDENSATOR”

Pytania do przygotowania:

1. Co to jest kondensator? (budowa kondensatora płaskiego)
2. Co to jest pojemność kondensatora? (def., 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 (def., 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.

Przebieg czynności:

1. Za zgodą prowadzącego włączyć zasilanie układu i ustawić zaproponowaną wartość napięcia.
2. Włączyć ładowanie kondensatora.
3. Odczytać wartość prądu w mikroamperomierzu (wartość początkową prądu).
4. Po naładowaniu kondensatora, odłączyć go od źródła zasilania za pomocą przełącznika ładowania, 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. Po zakończonych pomiarach uporządkować stanowisko.
7. 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.
8. Sporządzić protokół z pomiarów i niepewności pomiarowych.

UWAGA:

- Wartość napięcia ładowania kondensatora nie może przekroczyć wartości określonej przez prowadzącego.
- Wartość stałej czasowej może być określona na podstawie wartości pojemności kondensatora rozładowywanego oraz wartości rezystancji, przez którą następuje rozładowanie.

„KONDENSATOR”

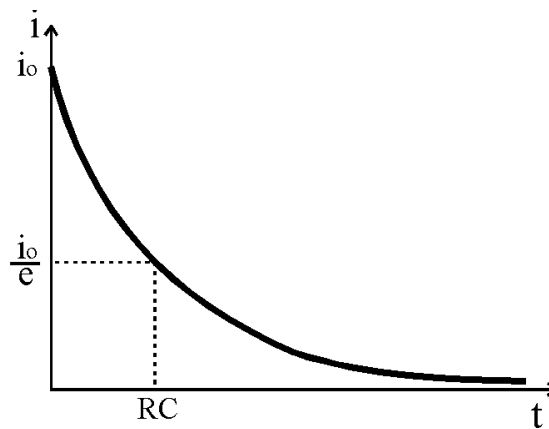
Student 1: Wyznaczanie stałej czasowej obwodu rozładowania kondensatora

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

Baza teoretyczna

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

Stała czasowa: czas, po jakim kondensator ulega e-krotnemu rozładowaniu



| | |
|---|--|
| $\ln \frac{i_0}{i} = \frac{1}{RC} \cdot t$ | $\ln i = -\frac{1}{RC} \cdot t + \ln i_0$ |
| <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 $\ln \frac{i_0}{i}$ od t - 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 $\ln i$ od t - zanalizować jego liniowość. |

„KONDENSATOR”

Student 1: Wyznaczanie stałej czasowej obwodu rozładowania kondensatora

I. Metodyka (ideowy plan ćwiczenia)

II. Przebieg ćwiczenia

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. Wyniki

III.1. Wyniki pomiarów

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

$\Delta t = \dots$

$\Delta i = \dots$

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

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

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

III.3. Wyniki obliczeń

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

$\Delta t = \dots$

III.4. Wykres

+ obliczenie RC (odwrotność nachylenia prostej „najlepszego dopasowania”)

+ obliczenie RC' (odwrotność nachylenia prostej odchylonej)

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

IV.5. Podsumowanie

Wyznaczona wartość ... wynosi ...

Dokładność metody: ...

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.

„KONDENSATOR”

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

I. Metodyka (ideowy plan ćwiczenia)

II. Przebieg ćwiczenia

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. Wyniki

III.1. Wyniki pomiarów

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

$\Delta t = \dots$

$\Delta i = \dots$

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

$\ln(i) = \dots$

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

III.3. Wyniki obliczeń

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

III.4. Wykres

IV.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