



Podstawy Fizyki Elektryczność

Praca zbiorowa

Ćwiczenie 86

***BADANIE ZJAWISKA ROZŁADOWANIA
KONDENSATORA***

opr. tech. Mirosław Maś

Uniwersytet Przyrodniczo - Humanistyczny
Siedlce 2019

1. Wstęp

W ćwiczeniu bada się szybkość rozładowania kondensatorów o różnej pojemności. W skład zestawu laboratoryjnego wchodzi:

1. zasilacz typ 5354
2. kondensator Telpod KS-10-380 i zestaw 5, 2, 1 μF
3. mikroamperomierz UT 803
4. woltomierz LM 3
5. opornik 3,2 M
6. stoper
7. wyłącznik na przewodzie i przewody zwykłe.

Przed rozpoczęciem ćwiczenia sprawdź, czy zestaw laboratoryjny jest kompletny.

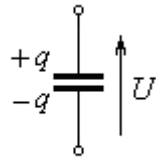
Do ćwiczenia należy opanować następujące zagadnienia teoretyczne:

- napięcie elektryczne i natężenie prądu
- przebieg prostokątny i przebieg impulsowy
- kondensatory i pojemność elektryczna
- zjawisko rozładowania kondensatora
- stała relaksacji obwodu

**UWAGA. Należy zachować szczególną ostrożność przy łączeniu obwodu.
NIE WOLNO dotykać wyprowadzeń kondensatorów.**

2. Zjawisko rozładowania kondensatora

Kondensator jest to układ dwóch przewodników (zwanymi okładkami) odizolowanych od siebie. Kształt okładek i własności dielektryka, który oddziela okładki mogą być różne.



Rys. 1

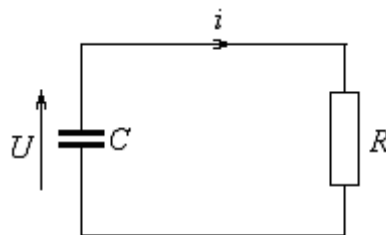
Kondensator posiada zdolność gromadzenia ładunku na swoich okładkach. Zgromadzony ładunek q jest proporcjonalny do napięcia U przyłożonego na okładki kondensatora

$$q = C U \quad (1)$$

gdzie stała proporcjonalności C nazywa się pojemnością kondensatora. Pojemność elektryczną w układzie jednostek SI mierzy się w faradach [F]. Zależy ona od konstrukcji samego kondensatora. Różniczkując wzór (1) względem czasu dostajemy:

$$i = C \frac{dU}{dt}, \quad (2)$$

związek, który wiąże natężenie prądu płynącego przez kondensator z szybkością zmian napięcia na kondensatorze. Jak widać z (2), kondensator przenosi dobrze przebiegi szybkozmienne, a dla przebiegów wolnozmiennych pochodna napięcia jest bliska zeru i prąd płynący przez kondensator jest znikomy. Jeżeli do naładowanego kondensatora C dołączymy opornik R , to kondensator zacznie się rozładowywać.



Rys. 2

Napięcia na kondensatorze i oporniku są takie same. Prąd płynący w obwodzie ma natężenie chwilowe i . Z prawa Ohma i związku (2) otrzymamy wzór:

$$i = \frac{U}{R} = -C \frac{dU}{dt}$$

uwzględniono w nim fakt, że pochodna napięcia jest ujemna bo napięcie na kondensatorze maleje. Stąd:

$$\frac{dU}{dt} = -\frac{U}{RC}$$

Jest to równanie różniczkowe zwyczajne 1-go rzędu. W równaniu tym należy znaleźć funkcję, której pochodna jest równa z dokładnością do czynnika mnożącego funkcji różniczkowanej. Rozwiązaniem jest oczywiście funkcja wykładnicza

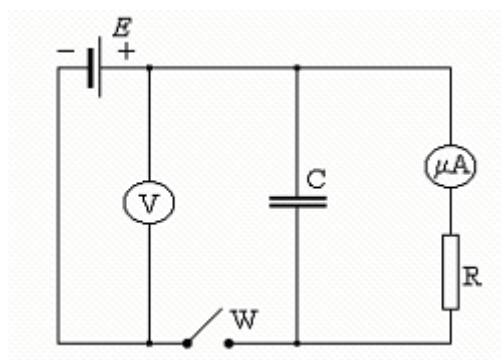
$$U(t) = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

U_0 jest napięciem kondensatora w chwili $t = 0$ tj. w chwili dołączenia opornika (początek rozładowania). Wielkość $\tau = RC$ nazywa się stałą relaksacji obwodu – decyduje ona o szybkości rozładowania kondensatora. Wielkość odwrotna:

$$b = \frac{1}{RC} \tag{3}$$

3. Przebieg pomiarów

1. Budujemy obwód wg schematu.



2. Zasilacz włączamy do sieci po sprawdzeniu prawidłowości połączeń **za zgodą prowadzącego ćwiczenia**.
3. Zamykamy obwód wyłącznikiem W - kondensator C ładuje się, mikroamperomierz wskazuje prąd (rozładowania I_0) płynący przez opornik R.
4. Odczytujemy wskazania woltomierza (V) i mikroamperomierza (μA). Wyniki zapisujemy.
5. Wykonujemy 5 serii pomiarów odczytując wskazania mikroamperomierza co 5 sek.
 - pierwsza seria to odczyty w 5, 10, 15 sek. itd.
 - druga to odczyty w 1, 6, 11, 16 sek. itd.
 - trzecia to odczyty w 2, 7, 12, 17 sek. itd.
 - czwarta to odczyty w 3, 8, 13, 18 sek. itd.
 - piąta to odczyty w 4, 9, 14, 19 sek. itd.
 aż do rozładowania kondensatora (około 90 sek.). (Całkowite rozładowanie następuje po około 6 min)
6. Rozpoczynając serię - otwieramy wyłącznik W - jednocześnie włączamy stoper - notujemy wyniki w tabeli, po skończeniu serii - włączamy wyłącznik W - ładujemy kondensator i powtarzamy czynności.

Napięcie zasilania V					I μA
Serie pomiarowe					
1	2	3	4	5	I μA
sek.					
0					
	1				
		2			
			3		
				4	
5					
	6				
		7			
			8		
				9	
...					
90					

UWAGA ! Należy zachować jednakowe warunki zasilania dla każdej serii pomiarowej.

7. Oszacowujemy błędy pomiaru czasu, napięcia i natężenia prądu oraz oporności.

4. Opracowanie wyników

1. Sporządzamy na papierze milimetrowym wykres zależności natężenia prądu rozładowania kondensatora od czasu $I = f(t)$.
2. Obliczamy pole pod wykresem.

Przykład:

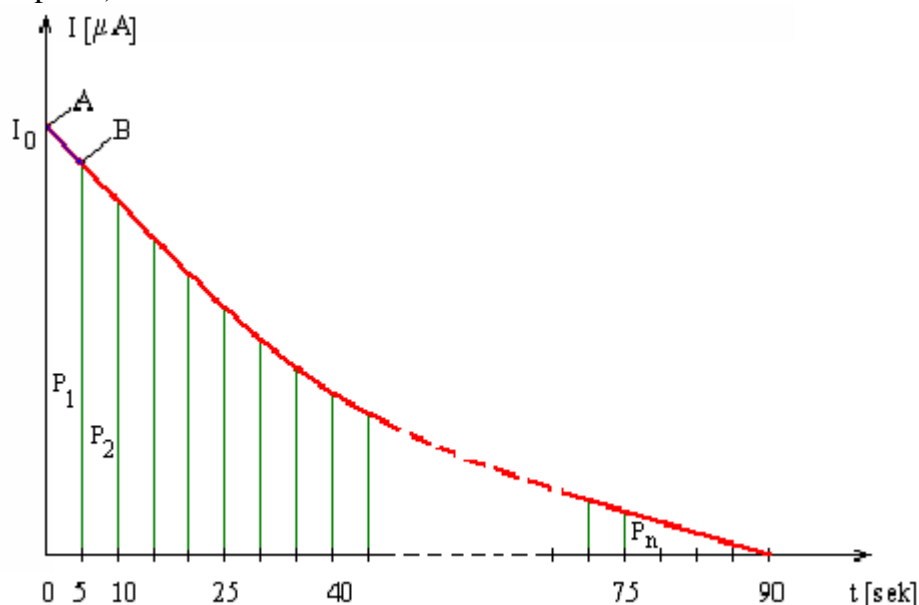
Obliczenia pola P_1 trapezu: przedstawia rysunek poniżej. Na wykresie wyznaczamy trapezy prostokątne, których podstawami są wartości prądu I_0 i I_5 a wysokością jest czas między pomiarami. Uznajemy, że dla tak małych parametrów odcinek wykresu między punktami (A i B) - jest linią prosta. (Punkty A i B wykresu odpowiadają wartości prądu w 0 i 5 sek. pomiaru.)

Podstawiamy do wzoru na pole trapezu dane pomiarowe. Obliczymy pole P_1 trapezu:

$$P_1 = \frac{I_0 + I_5}{2} h$$

Analogicznie postępujemy obliczając pola pozostałych trapezów. Ostatnie pole możemy przybliżyć polem trójkąta prostokątnego.

Wyniki obliczeń zbieramy w tabelkę i sumujemy. (Jaki sens fizyczny ma wartość tego pola?).



Pole trapezu	
P_1	
P_2	
...	
...	
...	
...	
...	
P_n	
Razem	

3

3. Wyznaczamy błąd popełniony przy obliczeniu pola.
4. Obliczamy pojemność badanego kondensatora.
5. Powtarzamy pomiary dla kondensatorów o innych pojemnościach
6. Badamy wpływ oporu elektrycznego na czas rozładowania kondensatora.
7. Przeprowadzamy rachunek błędów i dyskusję wyników.

**UWAGA! W trakcie wykonywania pomiarów z naładowanymi kondensatorami
NIE WOLNO dotykać do wyprowadzeń kondensatora.**

Literatura

1. A. Daniluk Instrukcje do ćwiczeń z fizyki
2. S. Osowski, K. Siwek, M. Śniadek, Teoria obwodów, OWPN, Warszawa 2006
3. M. Rusek, J. Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach, WNT, Warszawa 2006
4. Wprowadzenie do Laboratorium Podstaw Elektroniki.
5. J. Orear - Fizyka t.1;
6. Januszajtis - Fizyka t.2;
7. Jaworski, Dietlaf - Kurs fizyki t.2
8. T. Dryński - Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki
9. red. Fulińska - Opisy i instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki;
10. H. Szydłowski - Laboratorium fizyczne.