

P1-E3. Badanie drgań relaksacyjnych w układzie RC

Zagadnienia

Wyladowania jarzeniowe w gazach rozrzedzonych. Ładowanie kondensatora napięciem stałym. Rozładowanie kondensatora. Zasada działania neonówki. Drgania relaksacyjne.

1 Układ pomiarowy

Schemat układu pomiarowego przedstawiony jest na rys. 1. Zasadniczym elementem obwodu jest neonówka N o napięciu zapłonu U_Z i napięciu gaśnięcia U_G . Po włączeniu zasilania w obwodzie rozpoczyna się ładowanie kondensatora o pojemności C. Kondensator jest połączony równolegle z neonówką, zatem gdy na kondensatorze napięcie wzrośnie do wartości U_Z , neonówka się zaświeci, rozładowując kondensator. Zgaśnięcie, gdy napięcie spadnie do wartości U_G . Szybkość ładowania kondensatora limitowana jest oporem R. Oporność obwodu R i pojemność kondensatora C są regulowane. Pomiarowi podlega okres drgań światła neonówki.

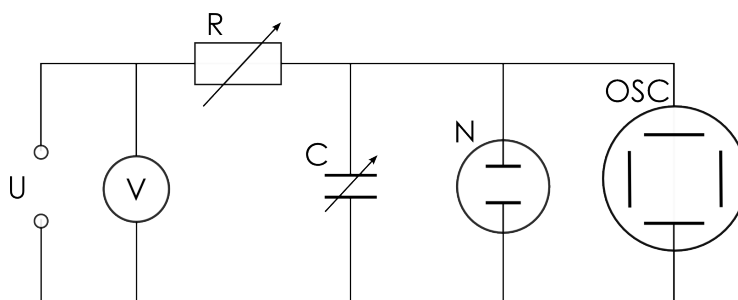


Fig. 1: Schemat układu pomiarowego

Dla okresu $T > 1$ s pomiar prowadzony jest przy pomocy stopera. Mierzy się czas t trwania 10 okresów. Dla mniejszych wartości okresu T , należy mierzyć długość impulsu L (w działkach) na ekranie oscyloskopu, przy włączonym generatorze podstawy czasu i wyzwalaniu wewnętrznym normalnym, ze stałą czasową a (w jednostkach ms/działkę).

Celem ćwiczenia jest zbadanie zależności okresu drgań relaksacyjnych od rezystancji obwodu R, pojemności kondensatora C oraz od napięcia zasilania U.

2 Pomiary

Zależność okresu drgań relaksacyjnych od rezystancji $T(R)$

1. Ustalić z prowadzącym zajęcia wartości pojemności w układzie (jedną rzędu 1–4 μF , drugą rzędu 30–90 nF).
2. Wybrać pierwszą z ustalonych pojemności na kondensatorze dekadowym.
3. Ustawić napięcie zasilania U (np. 110 V).

4. Mierzyć okres drgań relaksacyjnych w funkcji oporności R .

↔W zależności od rodzaju pomiaru - stoperem czy oscyloskopem - wypełnia się prawą lub lewą część tabeli pomiarowej.

5. Podobne pomiary wykonać dla drugiej pojemności.

U = , V			C = , mF		
R, kΩ	pomiar stoperem		pomiar oscyloskopem		
	t , s	T , s	L , dz	a , ms/dz	T , ms
⋮					

Zależność okresu drgań relaksacyjnych od pojemności $T(C)$

6. Przy ustalonym napięciu U i ustalonej rezystancji R , zmierzyć okres drgań relaksacyjnych dla pojemności C podanych w tabeli. Na podstawie tych pomiarów będzie możliwe określenie pojemności nieoznaczonych kondensatorów, wbudowanych w układzie.
7. Zmierzyć okres drgań dla czterech nieoznaczonych kondensatorów.

U = , V			R = , kΩ		
C	pomiar stoperem		pomiar oscyloskopem		
	t , s	T , s	L , dz	a , ms/dz	T , ms
80 nF					
100 nF					
200 nF					
400 nF					
600 nF					
800 nF					
1 μF					
2 μF					
4 μF					
6 μF					
8 μF					
10 μF					
C_1					
C_2					
C_3					
C_4					

Zależność okresu drgań relaksacyjnych od napięcia zasilania $T(U)$

8. Przy ustalonych wartościach rezystancji obwodu R (np. 900 kΩ) i pojemności C (np. 500 nF), mierzyć okres drgań relaksacyjnych w funkcji napięcia zasilania, zmienianego w zakresie od 110 do 150 V co 5 V.

C = , mF			R = , kΩ		
U, V	pomiar stoperem		pomiar oscyloskopem		
	t , s	T , s	L , dz	a , ms/dz	T , ms
⋮					

3 Opracowanie wyników pomiarów

Zależność okresu drgań relaksacyjnych od rezystancji $T(R)$

1. Sporządzić wykres zależności okresu drgań relaksacyjnych T od rezystancji obwodu R . Na niektórych punktach pomiarowych zaznaczyć słupki niepewności. Niepewność pomiaru czasu musi uwzględniać refleks (w przypadku pomiaru stoperem) lub skalę na oscyloskopie (w przypadku pomiaru przy pomocy oscyloskopu).
2. Metodą regresji liniowej obliczyć współczynniki prostej $T = f(R)$ wraz z niepewnościami. Wyniki zapisać w poprawnym formacie wraz z jednostkami.
3. Obliczyć teoretyczną wartość współczynnika nachylenia otrzymanej prostej na podstawie wzoru teoretycznego [1]

$$T = RC \ln \frac{U - U_g}{U - U_z}, \quad (1)$$

gdzie: $U_g = 78.4 \text{ V}$ - napięcie gaśnięcia neonówki, $U_z = 90.0 \text{ V}$ - napięcie zapłonu neonówki.

4. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności wyliczyć niepewność wyznaczonego współczynnika nachylenia. Wynik wraz z niepewnością zapisać w odpowiedniej formie.
5. Wykonać test zgodności wartości współczynnika nachylenia, wyznaczonego z regresji liniowej oraz wyznaczonego ze wzoru (1).

Zależność okresu drgań relaksacyjnych od pojemności $T(C)$

6. Sporządzić wykres zależności okresu drgań T od pojemności C , w skali logarytmiczno-logarytmicznej.
7. Z wykresu określić wartości pojemności kondensatorów C_1, C_2, C_3 i C_4 .
8. Metodą regresji liniowej obliczyć współczynniki prostej $T = f(C)$ wraz z niepewnościami. Wyniki zapisać w poprawnym formacie wraz z jednostkami.
9. Obliczyć teoretyczną wartość współczynnika nachylenia otrzymanej prostej na podstawie wzoru teoretycznego (1).
10. Wykonać test zgodności wartości współczynnika nachylenia, wyznaczonego z regresji liniowej oraz wyznaczonego ze wzoru (1).

Zależność okresu drgań relaksacyjnych od napięcia zasilania $T(U)$

11. Sporządzić wykres zależności okresu drgań relaksacyjnych T od napięcia zasilania U . Na niektórych punktach pomiarowych zaznaczyć słupki niepewności.

Wnioski

12. Skomentować każdy z otrzymanych wykresów.
13. Skomentować zgodność porównywanych parametrów.

Literatura

- [1] S Szczeniowski. *Fizyka doświadczalna. Część III Elektryczność i magnetyzm*. PWN, 1980.