



Podstawy Fizyki Elektryczność

Praca zbiorowa

Ćwiczenie F 72

DRGANIA RELAKSACYJNE

opr. techn. Mirosław Maś

Uniwersytet Przyrodniczo - Humanistyczny
Siedlce 2020

1. Wstęp

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z drganiami relaksacyjnymi zachodzącymi w prostym obwodzie RC z lampą neonową pełniącą rolę elementu przełączającego. Mierzmy napięcia zapłonu i gaśnięcia lampy neonowej oraz czas n okresów drgań (wartość n podaje prowadzący zajęcia). Mając takie dane wyznaczamy stałe czasowe układów RC.

W skład zestawu pomiarowego wchodzi:

1. wysokonapięciowy zasilacz prądu stałego
2. woltomierz - do pomiaru napięcia zasilania
3. woltomierz - do pomiaru napięcia zapłonu i gaśnięcia
4. dekada kondensatorowa
5. płytki montażowa
6. stoper
7. przewody połączeniowe

Przed rozpoczęciem ćwiczenia sprawdź, czy zestaw laboratoryjny jest kompletny.

Do ćwiczenia należy opanować następujące zagadnienia teoretyczne (definicje i odpowiednie wzory):

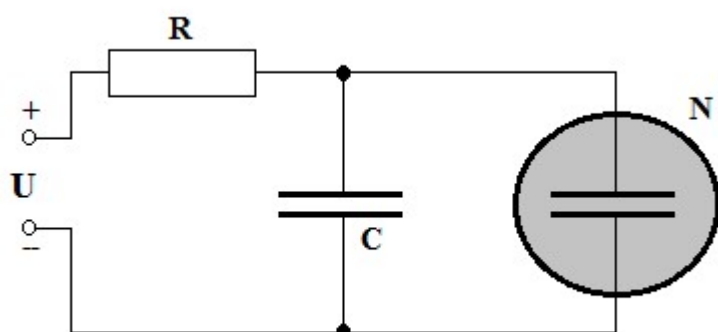
1. Ładowanie i rozładowanie kondensatora.
2. Drgania relaksacyjne.
3. Budowa i zasada działania lampy neonowej (jonizacja i wyładowanie w gazach)
4. Okres drgań relaksacyjnych.
5. Znaczenie stałej RC.
6. Interpretacja przebiegów napięciowych drgań relaksacyjnych układu RC
7. Schemat obwodu w którym mogą zachodzić drgania relaksacyjne.
8. Wykorzystanie drgań relaksacyjnych

UWAGA: Ze względów bezpieczeństwa układ pomiarowy jest już podłączony.

2. Wiadomości wstępne

W przyrodzie i technice spotykamy się z różnorodnymi procesami periodycznymi: są to między innymi ruchy drgające, falowe. Środowisko, w którym one przebiegają stawia opór. Może to być opór ośrodka, tarcie, a w przypadku drgań elektrycznych opór elektryczny. Rzeczywiste drgania przebiegające w warunkach naturalnych są drganiami gasnącymi. Po pewnym skończonym czasie zanikają. Istnieją drgania, które mimo oporów wewnętrznych i zewnętrznych nie gasną. Jest to możliwe wtedy, jeżeli do układu drgającego następuje stały dopływ energii z zewnątrz.

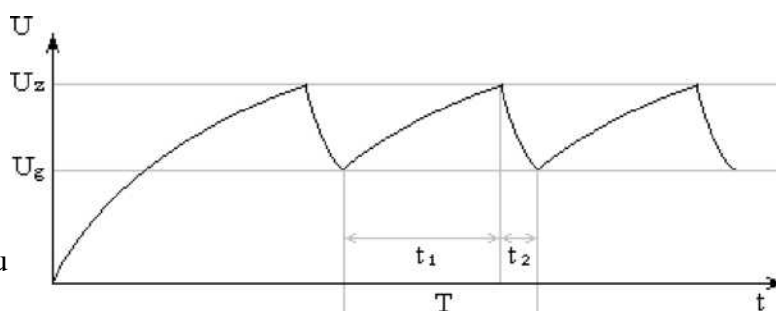
W układzie, pokazanym na rysunku zachodzi periodycznie proces gromadzenia i rozpraszania energii zwany **drzaniami relaksacyjnymi**. W układzie szeregowym RC , gdy



nie odłączymy zasilania następuje „zapętlenie” ładowania i rozładowania kondensatora uzyskane przez dołączenie do okładek kondensatora lampy neonowej.

Dla napięć niższych od napięcia zapłonu U_z lampa praktycznie nie przewodzi prądu (wielka oporność) i nie

wpływa na proces ładowania kondensatora. Po naładowaniu się kondensatora, gdy różnica potencjałów (między okładkami) osiąga wartość U_z , w lampie neonowej dochodzi do jonizacji zamkniętego w bańce gazu, przewodnictwa gwałtownie wzrasta (oporność zmalała). Wzrost napięcia między okładkami kondensatora zostaje przerwany i następuje proces rozładowywania kondensatora. Należy pamiętać, że proces ładowania trwa nadal bo kondensator NIE został odłączony od zasilania, dochodzi do sytuacji gdy na okładkach kondensatora różnica potencjałów osiągnie wartość U_g neonówka zgaśnie. Ciągłość zasilania spowoduje powtórzenie cyklu „zapętlenie”. Periodyczność przebiegu przedstawia rysunek.



Neonówka (zdjęcie obok) składa się ze szklanej bańki oraz dwu elektrod: katody wykonanej w postaci cylindra lub płaskiej płytki kołowej oraz anody w kształcie pręcika lub pierścienia. Wnętrze neonówki wypełnia się neonem (lub innym gazem szlachetnym) pod ciśnieniem kilku do kilkunastu mm Hg. Powierzchnię elektrod aktywizuje się metalami alkalicznymi, aby zmniejszyć pracę wyjścia elektronów.



Okres drgań - czas trwania okresu napięcia piłokształtnego

$$T = t_1 + t_2$$

t_1 - czas ładowania;

t_2 - czas rozładowania.

Czas ładowania kondensatora obliczymy z równania Kirchhoffa,

$$U = IR + U_c \quad /1/$$

gdzie: U – napięcie zasilania, I – natężenie prądu ładowania, U_c – napięcie na okładkach kondensatora.

$$U_c = \frac{Q}{C} \quad \text{a} \quad I = \frac{dQ}{dt}$$

Q - ładunek zgromadzony na okładkach kondensatora,

Pojemność C jest stała stąd $Q = C U_c$ i $I = C \frac{dU_c}{dt}$ podstawiając to do równania /1/ możemy je zapisać

$$U = RC \frac{dU_c}{dt} + U_c$$

Rozdzielając zmienne

$$U - U_c = RC \frac{dU_c}{dt},$$

lub inaczej

$$\frac{dU_c}{U - U_c} = \frac{1}{RC} dt$$

Napięcie U_c na okładkach kondensatora zmienia się w przedziale $\langle U_g; U_z \rangle$, odpowiada to czasowi t_1 ładowania kondensatora.

Zatem całkując powyższy wzór dostaniemy wyrażenie

$$\ln \frac{U - U_g}{U - U_z} = \frac{1}{RC} t_1$$

czas ładowania

$$t_1 = RC \ln \frac{U - U_g}{U - U_z}$$

Analogicznie należałoby obliczyć czas (t_2) rozładowania kondensatora. Jednak czas t_2 jest dużo mniejszy od czasu t_1 , gdyż kondensator rozładowuje się poprzez mały opór neonówki, ładuje się przez duży opór R . Można założyć że:

$$T \cong t_1$$

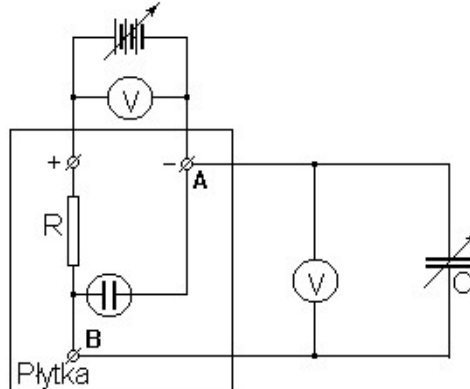
Stąd

$$T \cong RC \ln \frac{U - U_g}{U - U_z} \quad /2/$$

3. Przebieg pomiarów

A. Badanie zależności okresu drgań relaksacyjnych od pojemności

1. Zbudować obwód według schematu:



2.

3. Rys. 5

UWAGA: Nie wolno samodzielnie zmieniać połączeń obwodu.

4. Spisz wartość i tolerancję z opornika R pod płytką.
5. Wyznaczyć czas n błysków neonówki dla różnych pojemności (ilość n i wartości pojemności podaje prowadzący zajęcia).
6. Zmierzyć napięcie U , U_z i U_g dla każdej pojemności.
7. Powtórzyć pomiary z punktów 2-3 trzykrotnie. Znaleźć średnie.
8. Wykonać pomiary z punktów 2-4 dla nieznannej pojemności. Wyniki zanotować w tabeli.

Pojemność	pomiary					obliczenia
	L.p.	U [V]	U_z [V]	U_g [V]	t_n [s]	T [s]
$C_1 = \dots\dots\dots$	1					
	2					
	3					
	śr					
$C_2 = \dots\dots\dots$	1					
	2					
	3					
	śr					
$C_3 = \dots\dots\dots$	1					
	2					
	3					
	śr					
$C_x = \dots\dots\dots$	1					
	2					
	3					
	śr					

4. Opracowanie wyników

1. Obliczyć okres ($T = t_n / n$).
2. Obliczyć okres korzystając ze wzoru /2/.
3. Sporządzić wykres zależności $T = f(RC)$ na podstawie pomiarów.
4. Wyznaczyć mierzoną pojemność z punktu 5.
5. Porównać wyniki obliczeń z punktu 1 i 2. Przeprowadzić rachunek błędów i dyskusję wyników.

5. Literatura

1. D. Halliday, R. Resnik; Fizyka;
2. E. Purcell; Elektryczność i magnetyzm;
3. T. Dryński, „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”,
4. H. Szydłowski, „Pracownia fizyczna”,
5. A. Daniluk Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki
6. <https://fizyka.umk.pl/~lab1/Instrukcje/Cw39.pdf>
7. Lech J., Opracowanie wyników pomiarów w laboratorium podstaw fizyki,
8. Massalski J., Massalska M., Fizyka dla inżynierów - Fizyka klasyczna,
9. Piekara A., Elektryczność i magnetyzm,
10. <http://www.fizyka.wip.pcz.pl/docs/labs/elektrycznosc/E-9.pdf>
11. http://www.if.pw.edu.pl/~labfiz1p/cmsimple2_4/1instrukcje_pdf/12.pdf