



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

PRACOWNIA FIZYCZNA 1
Instytut Fizyki
Centrum Naukowo Dydaktyczne



SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

Temat: P1-E3. Badanie drgań relaksacyjnych w układzie RC			
Wydział	AEiI	Kierunek	Informatyka
Nr grupy	1	Rok akademicki	2023/2024
Rok studiów	2	Semestr	3

L.P.	Imię i nazwisko
1.	Karol Pitera
2.	Dominik Kłaput
3.	

Data pomiarów	15.11.2023
---------------	------------

Ocena poprawności elementów sprawozdania

data oceny	wstęp i cel ćwiczenia	struktura sprawozdania	obliczenia	rachunek niepewność i	wykres	zapis końcowy	wnioski

Ocena końcowa:

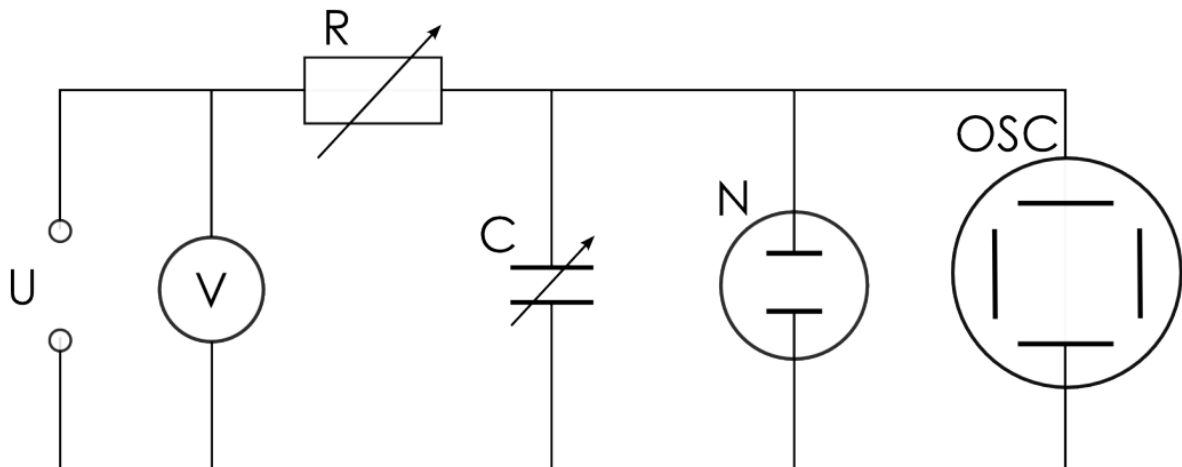
Ocena lub liczba punktów	
Data i podpis	

Wstęp teoretyczny

Drgania relaksacyjne - drgania okresowe w których dochodzi do okresowego uwalniania porcji energii pobieranej przez układ drgający ze źródła zewnętrznego. Cechują się stałą amplitudą oraz częstotnością drgań.

Układ do badania drgań relaksacyjnych

Układ składa się z rezystora R , kondensatora C oraz lampy neonowej służącej jako przełącznik elektryczny, natomiast pomiary obserwujemy za pomocą woltomierza oraz oscyloskopu. Zapłon neonówki występuje po osiągnięciu na jej elektrodach odpowiedniego napięcia zwanego napięciem zapłonu (U_z). W trakcie świecenia neonówki dochodzi do gwałtownego przepływu prądu w wyniku czego lampa zachowuje się jak zwarcie co powoduje rozładowanie kondensatora. Lampa gaśnie kiedy napięcie na jej elektrodach spadnie do odpowiednio niskiego poziomu (U_g), w wyniku czego opór generowany przez nią gwałtownie wzrasta, co sprawia że zachowuje się jak rozwarcie.



Rys.1 Schemat układu

Dzięki oscyloskopowi podpiętemu do układu możemy dokładnie zmierzyć czas między wygaszeniem a zapłonem neonówki.

Odstępstwo od instrukcji:

W trakcie naszych badań korzystaliśmy z kondensatora którego wartość można było ustawić na 100, 470, 1000, 4700 lub 10000 nF, który będę określał skrótem C_z . Jednak w wyniku błędu, przez cały okres badań oprócz kondensatora C_z wpięty był także kondensator nieznanej pojemności, który będę określał jako C_1 . Oba kondensatory C_1 i C_z były ze sobą połączone równolegle (na co wskazuje liniowy charakter zamieszczonych niżej wykresów), dla lepszej czytelności dane zamieszczone w tabelach poniżej oznaczone są wartościami kondensatora C_z , jako że jego wartości jesteśmy w stanie dokładnie określić i stanowią one różnice pomiędzy poszczególnymi pomiarami. Jednak faktyczna wartość pojemności kondensatora dla każdego z tych pomiarów wynosiła $C = C_z + C_1$.

Korzystając ze wzoru:

$$U_z = U_c + [U_g - U_c] \cdot e^{\frac{t}{CR}}$$

Gdzie:

U_c - napięcie układu

U_z - napięcie zapłonu lampy

U_g - napięcie gaśnięcia lampy

Ustaliliśmy że pojemność C_1 wraz z błędem standardowym ma wartość:

$$C_1 = 2550\text{nF}$$

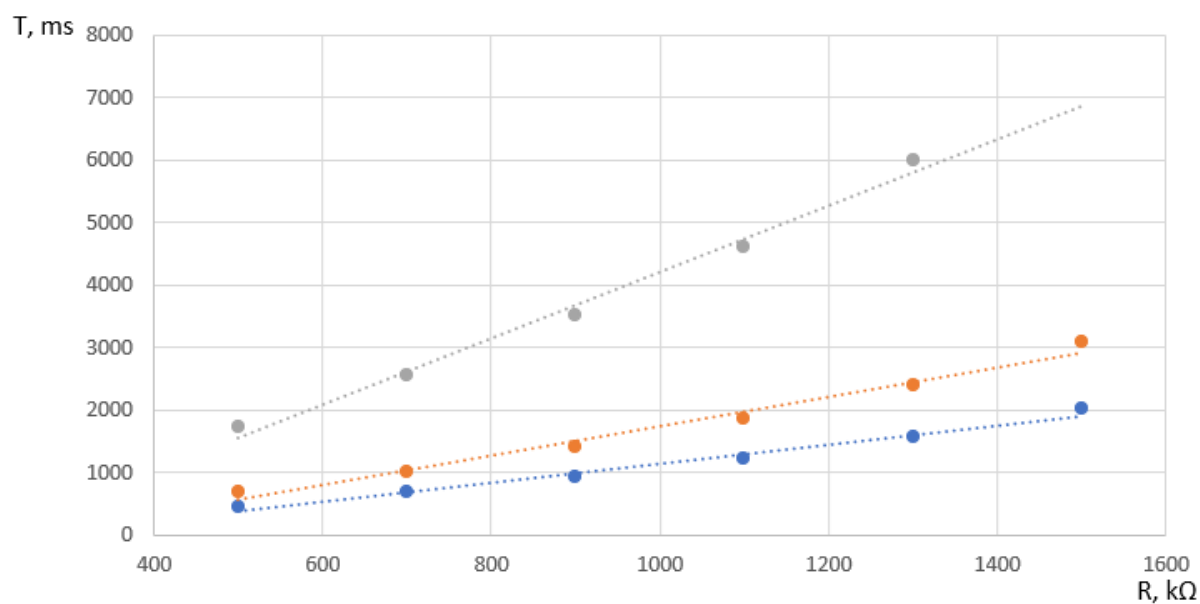
$$u(C_1) = 486,0576098$$

Opracowanie wyników pomiarów

Zależność między okresem drgań relaksacyjnych (T) a rezystancją obwodu (R)

Zależność okresu drgań od rezystancji T(R)			
C - C ₁ (nF)	100	1000	4700
R (kΩ)			
500	460	700	1720
700	680	1020	2560
900	920	1400	3520
1100	1220	1860	4600
1300	1580	2400	6000
1500	2010	3080	15300

T (ms)



Rys.2 Wykres zależności okresu drgań relaksacyjnych T od rezystancji obwodu R

Metodą regresji liniowej obliczyć współczynniki prostej $T = f(R)$ wraz z niepewnościami (kolory są zgodne z danymi na wykresie):

Dla $C - C1 = C_z = 100\text{nF}$:

$$a1 = 1,535714 \text{ ms/k}\Omega$$

$$b1 = -390,71 \text{ ms}$$

$$u(a1) = 0,100458 \text{ ms/k}\Omega$$

$$u(b1) = 106,157 \text{ ms}$$

Dla $C - C1 = C_z = 1000\text{nF}$:

$$a2 = 2,357143 \text{ ms/k}\Omega$$

$$b2 = -613,81 \text{ ms}$$

$$u(a2) = 0,160187 \text{ ms/k}\Omega$$

$$u(b2) = 169,273 \text{ ms}$$

Dla $C - C1 = C_z = 4700\text{nF}$:

$$a3 = 5,3 \text{ ms/k}\Omega$$

$$b3 = -1090 \text{ ms}$$

$$u(a3) = 0,30876 \text{ ms/k}\Omega$$

$$u(b3) = 291,285 \text{ ms}$$

Teoretyczna wartość współczynnika nachylenia otrzymanej prostej na podstawie podanego wzoru:

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

$$\frac{T}{R} = C \cdot \ln \frac{U - U_g}{U - U_z}$$

$$U_z = 90V$$

$$U_g = 78,4V$$

$$U = 110V$$

Dla $C_z = 100 \text{ nF}$:

$$a_t = 1,21217 \text{ ms/k}\Omega$$

Dla $C_z = 1000 \text{ nF}$:

$$a_t = 1,62385 \text{ ms/k}\Omega$$

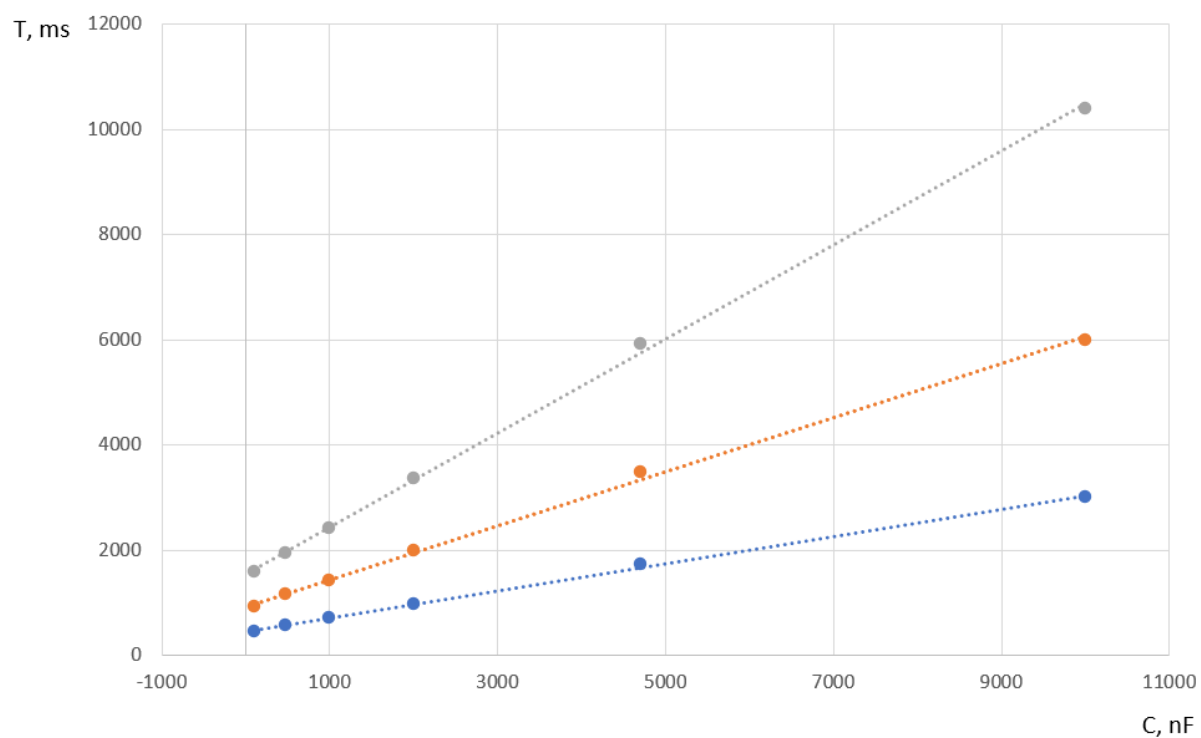
Dla $C_z = 4700 \text{ nF}$:

$$a_t = 3,31633 \text{ ms/k}\Omega$$

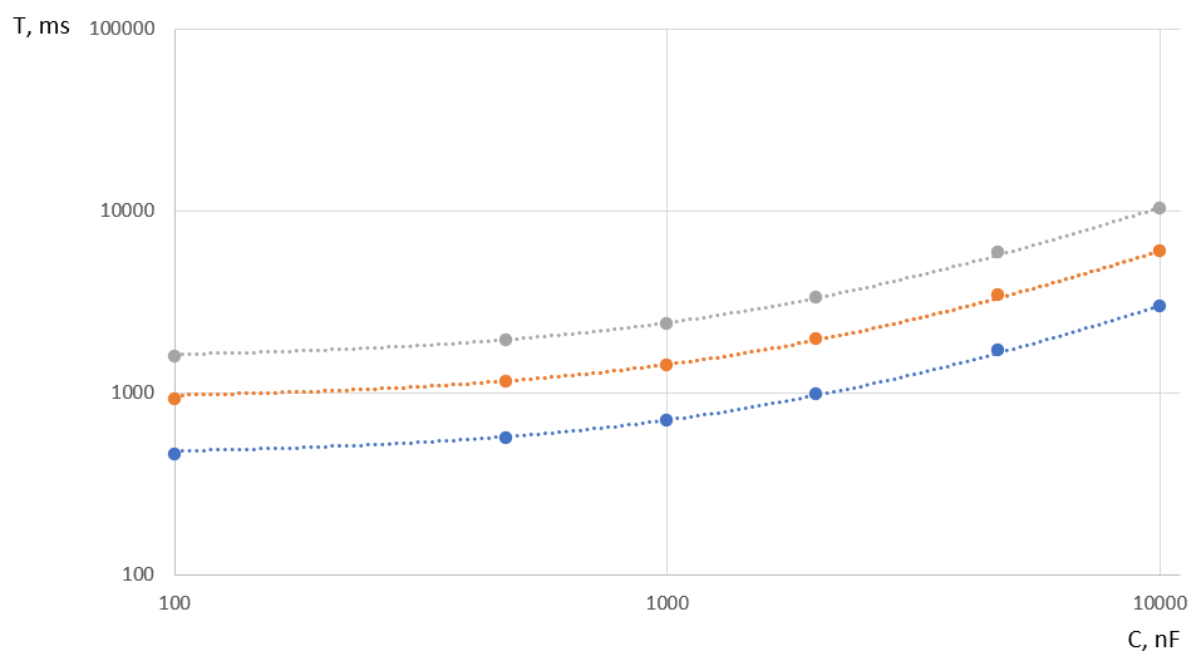
Zależność między okresem drgań relaksacyjnych (T) a pojemnością kondensatora (C)

Zależność okresu drgań od pojemności T(C)			
R(k Ω)	500	900	1300
C - C ₁ , nF			
100	460	920	1580
470	570	1150	1940
1000	710	1420	2420
2000	980	1980	3360
4700	1720	3480	5920
10000	3000	6000	10400

T(ms)



Rys.3 Wykres zależności okresu drgań relaksacyjnych T od pojemności kondensatora C



Rys.3.1 Wykres logarytmiczno-logarytmiczny zależności okresu drgań relaksacyjnych T od pojemności kondensatora C

Metodą regresji liniowej obliczyć współczynniki prostej $T = f(C)$ wraz z niepewnościami. Wyniki zapisać w poprawnym formacie wraz z jednostkami.

Dla $R = 500\text{k}\Omega$

$a = 0,256848 \text{ ms/nF}$ $b = 457,8984 \text{ nF}$

$u(a) = 0,003933$ $u(b) = 18,11652$

Dla $R = 900\text{k}\Omega$

$a = 0,513968 \text{ ms/nF}$ $b = 926,633 \text{ nF}$

$u(a) = 0,009905$ $u(b) = 45,62772$

Dla $R = 1300\text{k}\Omega$

$a = 0,89304 \text{ ms/nF}$ $b = 1550,694 \text{ nF}$

$u(a) = 0,012073$ $u(b) = 55,61324$

Obliczyć teoretyczną wartość współczynnika nachylenia otrzymanej prostej na podstawie wzoru teoretycznego :

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

$$a_t = \frac{T}{C} = R \ln \frac{(U - U_g)}{(U - U_z)}$$

$U_z = 90\text{V}$

$U_g = 78,4\text{V}$

$U = 110\text{V}$

Dla $R = 500\text{k}\Omega$:

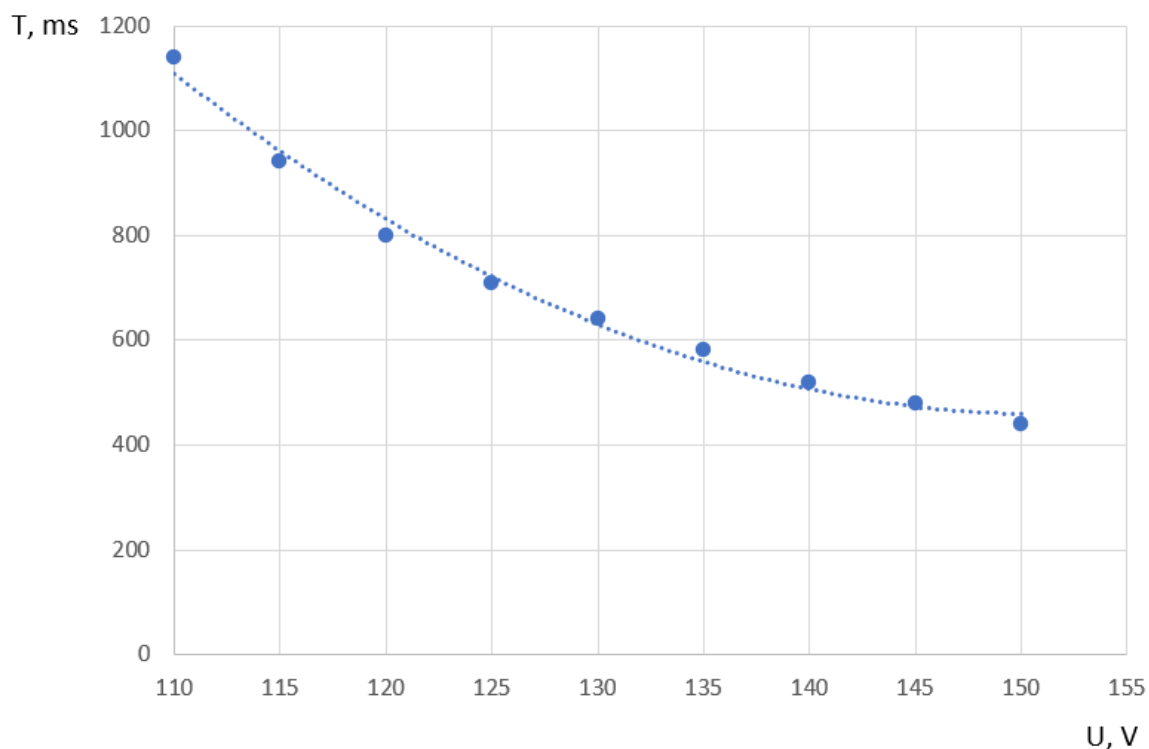
$a_t = 0,228712 \text{ ms/nF}$

Dla $R = 900\text{k}\Omega$:

$a_t = 0,411682 \text{ ms/nF}$

Dla $R = 1300\text{k}\Omega$:

$a_t = 0,594652 \text{ ms/nF}$



Rys.4 Wykres zależności okresu drgań T od napięcia zasilania U

Wnioski:

Analizując wyniki części równań musimy wziąć pod uwagę wysoką niepewność pojemności kondensatora C_1 . Wraz ze wzrostem wartości rezystancji jak i pojemności kondensatora C_2 wyniki teoretycznego wzoru pozwalającego obliczyć pojemność C_1 stawały się coraz bardziej rozbieżne prowadząc do tak dużej niepewności. Przyczyną tego jest najpewniej nieidealny charakter elementów układu.

Jak można zaobserwować na wykresach z rysunku 2 oraz 3, zwiększanie rezystancji oraz pojemności kondensatora, wydłuża czas potrzebny na naładowanie go do określonego napięcia, a co za tym idzie powoduje wydłużenie okresu drgań relaksacyjnych.

Wykres zależności okresu drgań T od napięcia zasilania U ukazany na rysunku 4 pozwala zaobserwować, że zwiększenie napięcia zasilania U skutkuje skróceniem okresu drgań T

Wszystkie pomiary zależności okresu od rezystancji oraz pojemności cechują się wyraźnym charakterem liniowym, oraz stosunkowo niewielkimi błędami. Przyczyną tego jest najprawdopodobniej wysoka dokładność oscyloskopu, który pozwolił nam zaobserwować powyższe zależności.

źródła:

http://spiff.rit.edu/classes/phys313/lectures/rc/rc_f01_long.html

<https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/drgania-relaksacyjne;3894266.html>