

1. Wstęp teoretyczny

Tematem sprawozdania jest badanie drgań relaksacyjnych w układzie RC. Pomiarami były podjęte odpowiednio:

- Zależność okresu drgań relaksacyjnych od rezystancji $T(R)$,
- Zależność okresu drgań relaksacyjnych od pojemności $T(C)$,
- Zależność okresu drgań relaksacyjnych od napięcia zasilania $T(U)$.

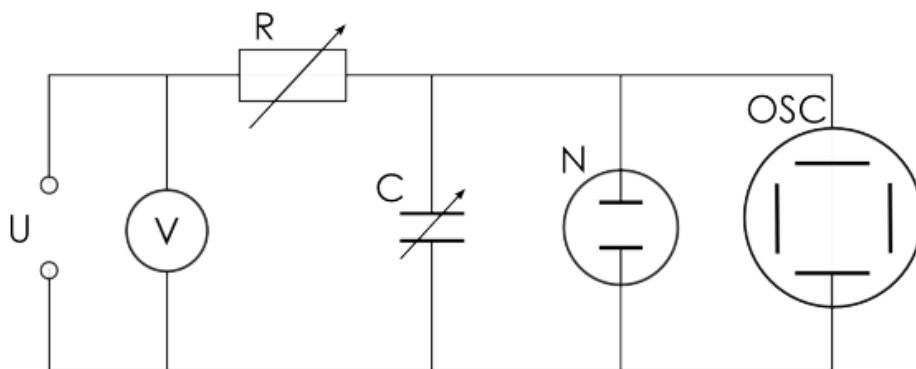
Drganiami relaksacyjnymi nazywamy drgania samowzbudne, nieharmoniczne, zachodzące w układach nieliniowych, w których istotną rolę odgrywają siły dysypacyjne (opór czynny w układzie elektrycznym).

Układem RC nazywamy obwód elektryczny złożony z rezystora i kondensatora zasilany napięciem lub natężeniem prądu elektrycznego.

Układ do badania drgań relaksacyjnych (rys. 1) tworzą obwód RC oraz lampa neonowa, która stanowi przełącznik elektryczny. Po przyłożeniu między elektrodami napięcia U , można zaobserwować jej zapalenie. Świecenie neonówki wywołane jest lawiną jonów w bańce wypełnionej neonem. Zachodzi efekt wyładowania jarzeniowego.

Po włączeniu zasilania w obwodzie rozpoczyna się ładowanie kondensatora. Połączony jest równolegle z neonówką. Gdy napięcie na kondensatorze wzrośnie do wartości siły elektromotorycznej, neonówka się zaświeci, rozładowując tym samym kondensator.

Przy opadnięciu wartości napięcia kondensatora, zgaśnie światło neonówki.



Rysunek 1. Schemat układu pomiarowego

Celem doświadczenia było zbadanie zależności pomiarów drgań relaksacyjnych zależnych od rezystancji [Ω], pojemności [C] oraz napięcia zasilania [V]. Badanie polegało na zmianach odpowiednio rezystancji, pojemności lub napięcia przy stałych pozostałych wartościach. Ostatecznie wyznaczenie odpowiednich charakterystyk drgań.

2. Wyniki pomiarów

1. Zależność okresu drgań relaksacyjnych od rezystancji T(R)

Pomiar został zbadany dla trzech różnych wartości pojemności kondensatora.

U = 115 V	C = 470 nF		U = 115 V	C = 2 μF		U = 115 V	C = 10 μF
R , KΩ	T , ms		R , KΩ	T , ms		R , KΩ	T , ms
500	120		500	470		500	2160
700	180		700	680		700	2920
900	220		900	930		900	4200
1100	290		1100	1170		1100	5480
1300	360		1300	1500		1300	6180
1500	370		1500	1880		1500	8640

Tabele odpowiednio: 470 nF / 2 μF / 10 μF. Stałe napięcie = 115V

2. Zależność okresu drgań relaksacyjnych od pojemności T(C)

U = 115 V	R = 900 KΩ
C nF, μF	T ms
110 nF	48
470 nF	216
1 μF	444
2 μF	920
4,7 μF	2150
10 μF	4220

Stałe napięcie = 115 V oraz stała rezystancja = 900 KΩ

3. Zależność okresu drgań relaksacyjnych od napięcia zasilania T(U)

C = 2 μF	R = 900 $\text{K}\Omega$
U, V	T, ms
110	1120
115	1000
120	760
125	720
130	680
135	560
140	520
145	520
150	440

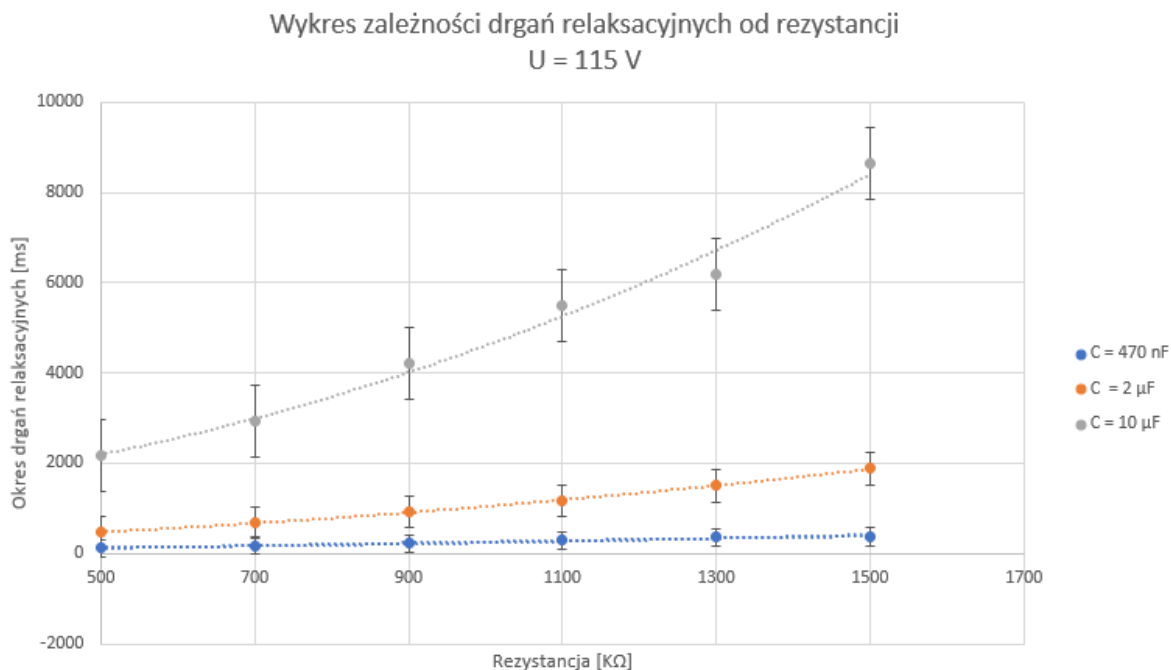
Stała pojemność = 2 μF oraz stała rezystancja = 900 $\text{K}\Omega$

3. *Rachunek niepewności*

1. W pierwszych seriach pomiarów mieliśmy za zadania zbadać zależność drgań od rezystancji lub pojemności wykorzystywanych w układzie. Wykorzystany został oscyloskop do mierzenia okresów drgań relaksacyjnych.

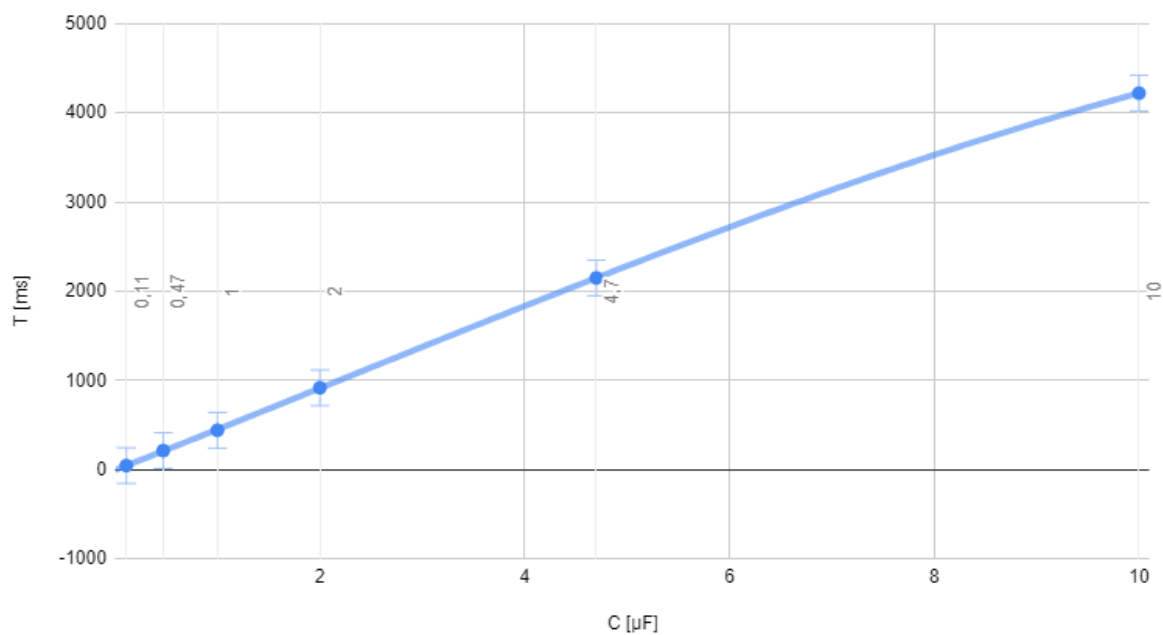
2. W drugiej serii badaliśmy zależności zachodzące dla różnych wartości zasilania układu. Zostały one zmierzone za pomocą miernika cyfrowego. Tutaj również korzystaliśmy z oscyloskopu. Pomiary zostały opracowane w błąd graniczny korzystając z klasy i rozdzielność miernika.

4. Wykresy



Charakterystyka zależności drgań relaksacyjnych od rezystancji przy stałym napięciu zasilania

Wykres zależności okresu drgań od pojemności



Logarytmiczna charakterystyka zależności okresu drgań od pojemności kondensatora

5. Obliczenia

a) Regresja liniowa - współczynniki prostej.

1.

Dla każdego z trzech pomiarów, dla zmian pojemności kondensatora, wyznaczone współczynniki prostej $T = F(R)$ podane poniżej. Wyniki te są zapisane wraz z niepewnościami. Dopasowanie prostej oraz współczynnika zostało wyliczone metodą przy pomocy arkusza kalkulacyjnego.

a - współczynnik kierunkowy prostej

b - współczynnik przecinający prostą

c - pojemność kondensatora

Dla $C = 470 \text{ nF}$:

$$a = 0,2657(22) \text{ ms / k}\Omega$$

$$b = -9,048(21) \text{ k}\Omega$$

Dla $C = 2 \text{ }\mu\text{F}$:

$$a = 1,3929(79) \text{ ms / k}\Omega$$

$$b = -287,857(83) \text{ k}\Omega$$

Dla $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$:

$$a = 6,209(57) \text{ ms / k}\Omega$$

$$b = -1278,57(61) \text{ k}\Omega$$

2.

Następnymi obliczeniami zostały podjęte współczynniki prostej $T = f(C)$, również metodą regresji liniowej wraz z niepewnościami. Potrzebne rachunki zostały wykonane metodą przy pomocy arkusza kalkulacyjnego.

$$a = 0,4234(91) \text{ ms/nF}$$

$$b = 43,00223(39) \text{ nF};$$

b) Obliczanie teoretycznych wartości współczynnika nachylenia.

U, V	115
U _z , V	90
U _g , V	78,4

Teraz metodą regresji liniowej wyznaczamy współczynnik nachylenia prostej wraz z niepewnością. Ze wzoru teoretycznego podanego poniżej wyliczymy teoretyczne wartości współczynników nachylenia prostych. Oto podstawowy wzór:

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

Po przekształceniu otrzymujemy wzór na współczynnik kierunkowy w następującej postaci:

$$a = C * \ln \frac{U - U_g}{U - U_z}$$

Dla C= 2μF:

$$a'_1 = 0,000762(21) \text{ s/k}\Omega$$

Dla C= 4,7μF:

$$a'_2 = 0,00179(52) \text{ s/k}\Omega$$

6. Wnioski

Analizując charakterystyki, możemy zauważyć, że wzrost rezystancji R prowadzi do wydłużenia czasu drgań T dla każdej z wartości pojemności C. Ponadto, większa pojemność C prowadzi do jeszcze dłuższych czasów drgań dla tych samych wartości rezystancji. To jest spowodowane faktem, że większa pojemność i większa rezystancja prowadzi do wolniejszego rozładowywania kondensatora, co z kolei wydłuża okres drgań w układzie relaksacyjnym.

Spoglądając na zmierzone wartości jesteśmy w stanie stwierdzić, że porównywane parametry są zgodne, przykładem może być zbadana zależność pomiędzy okresem drgań relaksacyjnych od rezystancji $T(R)$, a okresem drgań od pojemności $T(C)$. Gdzie wartości dla tych samych pojemności oraz rezystancji, ukazują zbliżony czas okresu.

Niestety analizując parametry teoretycznych wartości i obliczonych danych przez nas zbadanych, jesteśmy w stanie zauważyć pewne nieścisłości. Ukazują się one między innymi przy badaniu współczynnika regresji liniowej.

Bibliografia

- a) https://platforma.polsl.pl/rif/pluginfile.php/88/mod_resource/content/5/P1-E3-InstrukcjaStrona.pdf (rysunek 1)
- b) https://fizyka.wmfi.uni.opole.pl/wp-content/uploads/06e_neonskroc_2021c.pdf