Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Кафедра загальної та експериментальної фізики

Звіт до лабораторної роботи № ФПЕ-10

з курсу фізики «вибрані розділи»

«Дослідження загасаючих коливань у коливальному контурі»

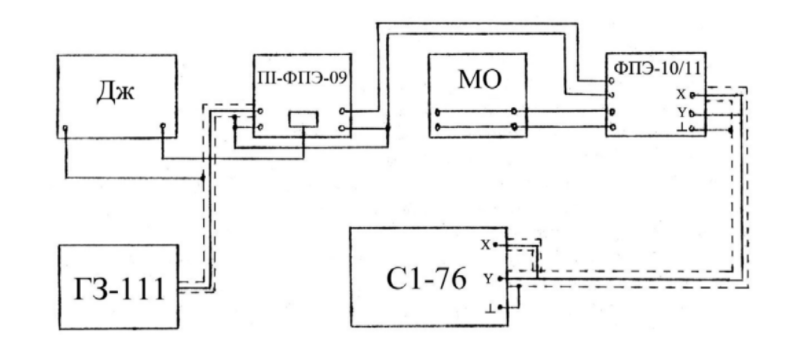
Виконав: студент 2 курсу групи ТІ-92

Черноусов Д.І.

Перевірив: Захарченко Р. В.

Київ-2020

Схема робочого елемента установки



ГЗ-111 – генератор звукових сигналів ГЗ-111; С1-76 – осцилограф

С1-76; ФПЭ-10/11 – касета з контуром ФПЕ-10/11; ПІ-ФПЭ-09 – перетворювач імпульсів; Дж – джерело живлення; МО – магазин опорів.

Робочі формули

**Завдання 1**. Вимірювання періоду, логарифмічного декремента загасання і параметрів R, L, C коливального контуру.

*l* = 7,5 – довжина періоду

– довжина виходу

– частота виходу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Rм , Ом*** | ***А1*** | ***А2*** | ***А3*** | ***λ*** | **β** | ***L, Гн*** | ***C, Ф*** | ***r k, Ом*** | ***R, Ом*** |
| 100 | 11,36 | 7,64 | 5,09 | 0,401 | 555,4 | 0,134 | 9,85 10-8 | 48,5 | 148,5 |
| 200 | 7,09 | 3,55 | 1,91 | 0,671 | 929,4 | 0,134 | 9,8510-8 | 48,5 | 248,5 |
| 300 | 4 | 1,64 | 0,591 | 0,955 | 1322,7 | 0,132 | 10-7 | 48,5 | 348,5 |
| 400 | 2,18 | 0,64 | 0,187 | 1,226 | 1698 | 0,132 | 10-7 | 48,5 | 448,5 |
| 500 | 1,18 | 0,27 | 0,062 | 1,474 | 2041,5 | 0,134 | 9,85 10-8 | 48,5 | 548,5 |
| 600 | 0,59 | 0,11 | 0,0197 | 1,722 | 2385 | 0,136 | 9,71 10-8 | 48,5 | 648,5 |

Обчислимо значення для кожного значення ***Rм***

Звідси знайдемо індуктивність

Звідси знайдемо ємність конденсатора С

Звідси знайдемо коефіцієнт загасання

Звідси знайдемо опір магазина опорів , при якому спостерігається

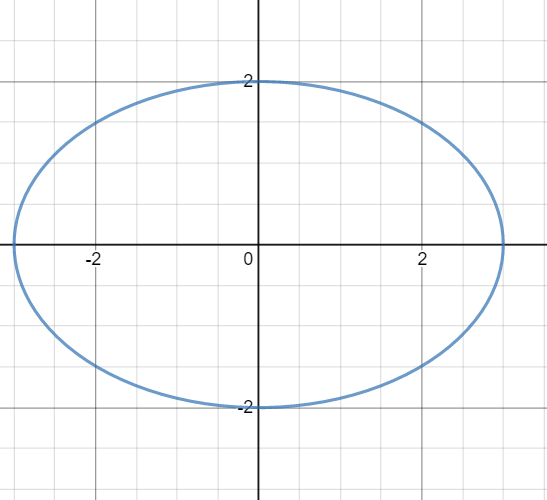
аперіодичний розряд конденсатора.

**Завдання 2.**  Дослідження фазових кривих.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rм ,Ом** | **Rм+rk, Ом** | **U1 , В** | **U2 , В** | **U3 , В** |  | **I1 , A** | **I2 ,A** | **I3 , A** |  |
| 100 | 148,5 | 11,23 | 7,42 | 4,95 | 0,41 | 15,09 | 10,07 | 6,81 | 0,388 |
| 200 | 248,5 | 7,19 | 3,57 | 1,8 | 0,692 | 18 | 9 | 4,6 | 0,682 |
| 300 | 348,5 | 11,86 | 4,19 | 1,47 | 1,044 | 22,9 | 7,9 | 2,81 | 1,049 |
| 400 | 448,5 | 10,1 | 2,38 | 0,59 | 1,42 | 17,71 | 4,19 | 1 | 1,437 |
| 500 | 548,5 | 6,76 | 1,19 | 0,21 | 1,736 | 12,38 | 2,19 | 0,38 | 1,737 |
| 600 | 648,5 | 5,38 | 0,67 | 0,08 | 2,107 | 8,38 | 1 | 0,12 | 2,123 |

Згідно специфікації осцилографа похибка вимірювання 10%

Фазова крива незагасаючих коливань у контурі

**

Контрольні питання

1. **Що називають коливальним контуром і як виникають коливання в ньому?**

Коливальним контуром називають електричне коло складенне з конденсатора , котушки індиктивності й резистора.   
 Спершу, заряджаємо коденсатор, а потім замикаємо коливальний контур, в якому він знаходиться. Струм в кондесаторі плавно почне розряджатися в контур. Різкі зміни струму в контурі будуть тормозитися завдяки ЕРС, що виникає в котушці індуктивності при проходжені в ній цього ж самого струму. Оскільки контур замкнений, струм плавно вернеться в той самий конденсатор. При цьому, знак заряду поміняється на протилежний і буде майже рівним початковому. Конденсатор знову розрядиться, струм піде по колу і вернеться в конденсатор з тим самим знаком, що і починав. Оце і буде називатися коливанням в коливальному контурі.

Коливання називаються загасаючими, коли амплітуда коливання щоразу зменшується. Відбувається загасання через активний опір , який буде викликати нагрівання контуру і відповідно втрати енергії. Навідміно від загасаючих коливань, незагачаючі коливання, там де опір дорівнює 0 , що не є реальним, тривають безкінечно довго.

1. **Як виводиться рівняння коливного контуру, що містить активний опір R?**

**Заряд на обкладках конденсатора q в момент часу t, напруга конденсатора .**

При цьому струм тече в додатньому напрямі і зменшується заряд конденсатора.

**Оскільки q=CU , то цей вираз перетвориться в .**

Під час утворення коливального контуру утворюється електрорушійна сила (ЕРС) за умови зміни власного магнітного потоку, що спричинена зміною сили струму в цьому провіднику, що називається **самоіндукцією, яка обчислюється за формулою.**

**,**

**– швидкість зміни струму в колі, L - індуктивність котушки.**

**В цей вираз підставимо і вийде**

**Візьмемо друге правило Кірхофа** для коливального контуру, опір якого дорівнює нулю :

**Підставимо туди значення і , що зверху :**

**здійснімо деякі перетворення :**

**q = CU, фінальний вигляд рівняння коливного контуру:**

1. **Який вигляд має розв'язок виведеного рівняння коливного контуру?**

Рівнянням загасаючих електричних коливань :

Розв’язком цього рівняння є функція :

де – це коефіцієнт загасання ,

ω – циклічна частота загасаючих коливань

1. **За яким законом змінюватиметься напруга на конденсаторі, а також струм, електрична і магнітна енергії в коливному контурі?**

Напруга на конденсаторі, а також струм, електрична і магнітна енергії в коливному контурі будуть змінюватися за законом синуса або косинуса, в ідеальному варіанті, тобто без втрат енергії. При втратах енергії графік коливань буде зменшувати поступово свою амплітуду, тобто загасати.

1. **Що таке час загасання і логарифмічний декремент загасання?**

Час загасання **τ**  — час, протягом якого амплітуда А зменшується в e раз.

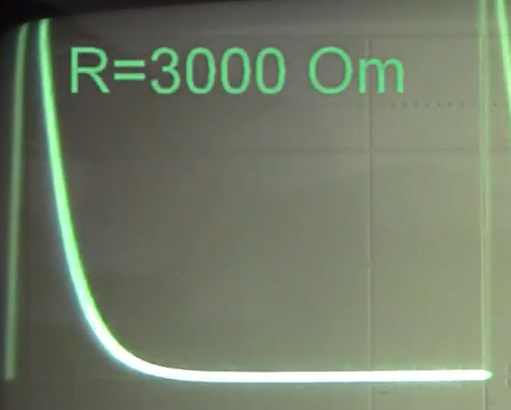
Коефіцієнт загасання β є фізична величина, зворотна до часу, протягом якого амплітуда зменшується в е раз.

**N –** кількість коливань,  **–** період коливань**.**

Логарифмічного декремент згасання λ - число , що дорівнює величині, оберненій до кількості коливань Ne, по проходженні яких амплітуда зменшується в е ≈ 2,178 раз.

1. **Як залежить логарифмічний декремент від омічного опору контуру?**

Логарифмічний декремент згасання лінійно залежить від омічного опору контура.

1. **Що таке аперіодичній розряд у контурі і за яких умов він спостерігається?**

**Аперіодичним** називається такий розряд, при якому конденсатор увесь час розряджається, тобто функція *uС*(*t*) є спадаючою, а струм *І*(*t*) не змінює свого напрямку.

Графіки залежності струму й напруги від часу, показані на малюнку, дозволяють говорити про аперіодичний розряд конденсатора і як можна побачити аперіодичний розряд конденсатора в колі виникає при високих значення опору, що не дає коливанням відбуватися.

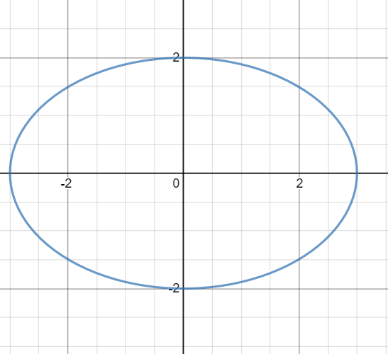
При аперіодичному розряді напруга на конденсаторі зменшується від початкового значення до нуля, а струм спочатку зростає по модулю, потім зменшується, проходячи через максимальне значення.

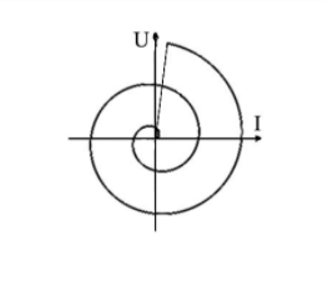
1. **Що таке фазова площина та фазова крива?**



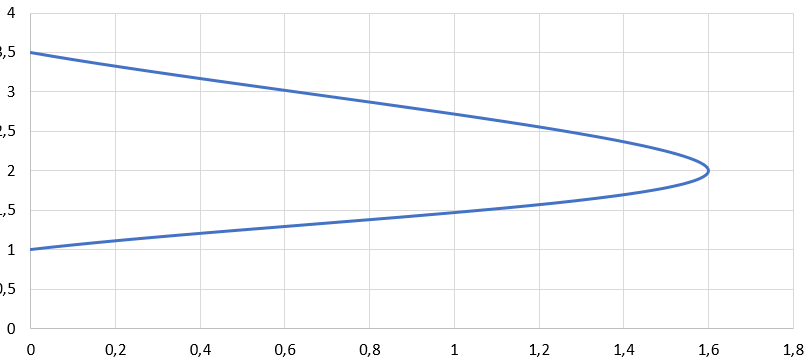
Фазова площина – це координатна площина, в якій по осях координат відкладаються дві змінні : напруга (U) і сила струму(I). Фазова крива – це крива на фазовій площині, що зображує залежність напруги від струму.

1. **Яка форма фазової кривої при незагасаючих коливаннях? При загасаючих коливаннях? При аперіодичному процесі?**

**При незагасаючих коливаннях фазова крива буде у вигляді еліпса

При загасаючих коливаннях фазова крива буде у вигляді гвинтової лінії

При аперіодичному процесі крива буде у вигляді дуги



1. **Звідки необхідно подавати напругу на відхиляючі пластини осцилографа для спостереження загасаючих коливань? Фазової кривої?**

Для спостереження загасаючих коливань, спершу вмикають генератор часової розгортки й синхронізують його частоту з частотою перемикання реле. Напругу з обкладок конденсатора подають на вертикально відхіляючі пластини осцилографа, а на горизонтальні – напругу з активного опору.

Для спостереження фазової кривої, на вертикально відхіляючі пластини подають напругу з обкладок конденсатора, а на горизонтальні – напругу з клем магазину опорів. На екрані осцилографа зобразиться залежність напруги U на пластинах від струму I в контурі.

1. **Поясніть процеси, що проходять у коливному контурі у моменти**

**перетину фазовою кривою осі напруг або осі струмів?**

Спершу, заряджаємо конденсатор, а потім замикаємо коливальний контур, в якому він знаходиться. Струм в конденсаторі плавно почне розряджатися в контур. Різкі зміни струму в контурі будуть тормозитися завдяки ЕРС, що виникає в котушці індуктивності при проходженні в ній цього ж самого струму.

Коли конденсатор розрядиться, струм в ньому повинен прямувати до нуля (I -> 0), а коли конденсатор зарядиться напруга прямує до нуля (U -> 0).

1. **За яких умов можна отримати у даному контурі незгасаючі коливання? Які це коливання?**

Незгасаючі вільні електромагнітні коливання, або близькі до них, виникають, коли в коливальному контурі, де опір дорівнює нулю або там, де можна знехтувати омічним опором . В цьому випадку рівняння незгасаючих електромагнітних коливань виглядатиме так само як рівняння згасаючих коливань, але коефіцієнт загасання β = 0

У даному контурі, незагасаючі коливання можна встановити, якщо контур буде підключатися до джерела енергії в першу половину періоду . Тобто потрібно вчасно підзаряджувати коливальний контур за допомогою джерела струму, аби контур не затухав.

Ці коливання будуть високочастотними із застосуванням транзисторів і надходженням енергії від джерела.