

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

Методичні вказівки
до лабораторної роботи
№ 3.42

ВИВЧЕННЯ РЕЛАКСАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ

м. Дніпропетровськ
2011

Матеріали методичного забезпечення дисципліни “Фізика” для студентів усіх спеціальностей. / Укладачі: А.В. Чернай, Л.І. Барташевська, А.С. Зайцев, В.М. Мандрікевич, – Д.: НГУ, 2007.– 43 с.

Укладачі:

Кандидати фіз.-мат. наук

Л.І. Барташевська;

А.С. Зайцев.

Старші викладачі

В.М. Мандрікевич;

Т.В. Морозова.

Д-р фіз.-мат. наук, професор

А.В. Чернай.

Усі укладачі приймали участь в розробці методичних вказівок до лабораторних робіт та удосконаленні їх макетів.

Затверджено методичною комісією з напряму підготовки 8.092204 №3 від 19.12.11 р. за поданням кафедри фізики (протокол № 4 від 6.12 2011 р.)

Відповідальний за випуск: завідувач кафедрою фізики, канд.фіз.-мат., наук, проф. І.П. Гаркуша.

Вивчення релаксаційних коливань

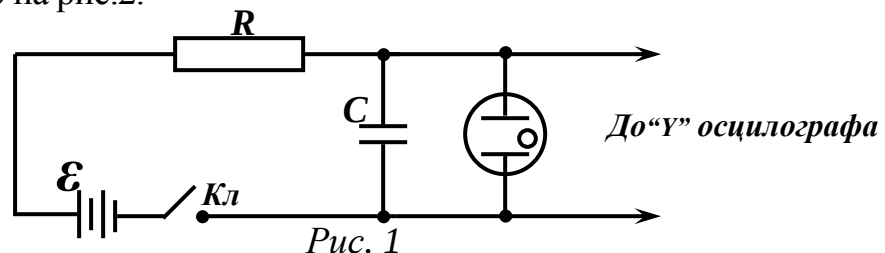
Прилади і приладдя: макет лабораторної установки.

Мета роботи: вивчення релаксаційних коливань.

Опис приладу і теоретичні відомості

Релаксаційними коливаннями називаються процеси, які періодично повторюються і складаються з двох стадій: повільного накопичення енергії системою до відповідного критичного значення і наступного спадання енергії, яке протікає майже миттєво. Звичайно про релаксаційні коливання говорять стосовно автоколивальних систем.

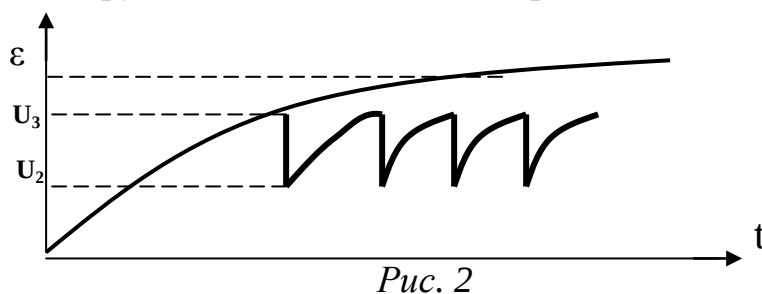
Розглянемо дію релаксаційного генератора, зібраного за схемою рис. 1. Основною частиною цієї схеми є неонові лампа і конденсатор C , заряджається від джерела струму через опір R . Коли напруга U_c на конденсаторі досягає напруги запалювання газового розряду, в неоновій лампі виникає газовий розряд. Опір неонові лампи зменшується практично до нуля, і конденсатор швидко розряджається через неї. Якщо напруга U_c на конденсаторі зменшується до значення напруги гасіння розряду U_2 , то розряд у лампі припиняється. З цього моменту конденсатор знову заряджається доти, поки його напруга не досягне напруги U_3 запалювання газового розряду. Потім знову відбувається розрядження конденсатора. Коливання напруги зображено на рис.2.



Напруга на конденсаторі при його зарядженні визначається за формулою

$$U = U_3 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right), \quad (1)$$

де R – величина опору; C – ємність конденсатора; t – час.



У випадку розрядження конденсатора залежність напруги на конденсаторі від часу має вигляд:

$$U = U_3 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right). \quad (2)$$

Час, за який напруга на конденсаторі збільшиться на величину від U_2 до U_3 , приблизно дорівнює періоду релаксації (T – проміжок часу між двома послідовними спалахами неонові лампи). Отже, якщо в (1) підставити $t = T$, то можна одержати

$$T = RC \ln\left(\frac{U_3}{U_3 - U_2}\right). \quad (3)$$

Якщо замість R підставити в (3) невідомий опір R_i , то період релаксації

$$T_i = R_i C \ln\left(\frac{U_3}{U_3 - U_2}\right). \quad (4)$$

При вимірі ємності конденсатора

$$T_j = RC_j \ln\left(\frac{U_3}{U_3 - U_2}\right). \quad (5)$$

Розділивши (4) і (5) на (3), отримаємо

$$R_i = \frac{RT_i}{T}; \quad (6)$$

$$C_j = \frac{CT_j}{T}. \quad (7)$$

Знаючи періоди релаксацій і значення R та C , можна за формулами (6) і (7) визначити величини невідомих опорів і ємностей.

Вимірювання

1. Увімкнути на макеті R_x , C_x і підключити до осцилографа. Домогтися стійкої картини на екрані. Визначити на масштабній сітці екрана координати 7 – 10 точок кривої і побудувати графік.

Спостерігати зміну кривих зі зміною величин R і C .

2. Увімкнути на макеті відомі R, C .

Визначити секундоміром час t 10-ти спалахів неонові лампи та обчислити період $\left(T = \frac{t}{10}\right)$ релаксації.

3. Увімкнути на макеті невідомий опір R_i ; визначити період релаксації T_i і за формулою (6) обчислити R_i .

4. Повторити досліди з двома іншими невідомими опорами.

5. Результати вимірів і обчислень занести в табл. 1.

6. Виконати аналогічні виміри, змінюючи ємності C_j й обчислити величину трьох невідомих ємностей за формулою (7).

7. Кожен дослід повторити три рази.

8. Результати вимірів і обчислень занести в табл. 2

Остаточний результат записати у вигляді:

$$R_i = \left(\langle R_i \rangle \pm \Delta R_i \right) \text{ при } \alpha = \quad ;$$

$$C_j = \left(\langle C_j \rangle \pm \Delta C_j \right) \text{ при } \alpha = \quad .$$

Таблиця 1

№ виміру	R , МОм	T , с	T_i , с	R_i , МОм	$\langle R_i \rangle$, МОм	ΔR_{i_x} , МОм	$\Delta R_{i_x}^2$, МОм ²	$S\langle R \rangle$, МОм	$t_{\alpha n}$	ΔR_i , МОм	E , %
1											
2											
3											
1											
2											
3											
1											
2											
3											

Таблиця 2

№ виміру	C , мкФ	T , с	T_j , с	C_j , мкФ	$\langle C_j \rangle$, мкФ	ΔC_{j_k} , мкФ	$\Delta C_{j_k}^2$, мкФ ²	$S\langle C \rangle$, мкФ	$t_{\alpha n}$	ΔC_j , мкФ	E , %
1											
2											
3											
1											
2											
3											
1											
2											
3											

Контрольні питання

1. Як зміниться період релаксації, якщо R і C збільшити в k разів?
2. Як вимірити R_i і C_j , якщо при їхньому вмиканні миготіння лампи настільки часті, що важко визначити період релаксації?
3. Як впливає на релаксаційні коливання увімкнений у коло осцилограф?

Література

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. – К.: Техніка, 2001. – Т.2, розд.2.
2. Савельєв І.В. Курс общей физики. – М.: Наука, 1997. – Т.2, 4.1, гл.5.