

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

**Методичні вказівки**  
до лабораторної роботи  
**№ 4.27.12**

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛАКСАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ**

г. Дніпропетровськ  
2011

Електродинаміка. Частина II. Матеріали методичного забезпечення дисципліни «Фізика» для студентів усіх спеціальностей. / Л.І. Барташевська, А.С. Зайцев, В.М. Мандрікевич, Т.В. Морозова, А.В.Чернай, – Д.: Національний гірничий університет, 2011

Автори:

Л.І. Барташевська, А.С. Зайцев, кандидати фіз.-мат. наук;  
В.М. Мандрікевич, Т.В. Морозова, старші викладачі;  
А.В. Чернай, д-р фіз.-мат. наук, професор.

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

Затверджено до видання редакційною радою НГУ (протокол № від ) за наказом методичної комісії напряму підготовки 6.050301 Гірництво (протокол №\_від\_2011р.)

Методичні матеріали призначені для самостійної підготовки студентів усіх інженерних спеціальностей до лабораторних робіт та контролю практичних і лабораторних занять з нормативної дисципліни «Фізика».

Розглянуто теоретичні відомості, прилади та установки, що використовуються у лабораторних роботах.

Рекомендації орієнтовано на активацію навчальної діяльності студентів.

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

**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛАКСАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ**

**Прилади та обладнання:** 1) касета ФПЕ-12; 2) магазини опорів і ємностей; 3) джерело живлення; 4) генератор електромагнітних коливань звукової частоти; 5) електронний осцилограф; 6) цифровий міліамперметр.

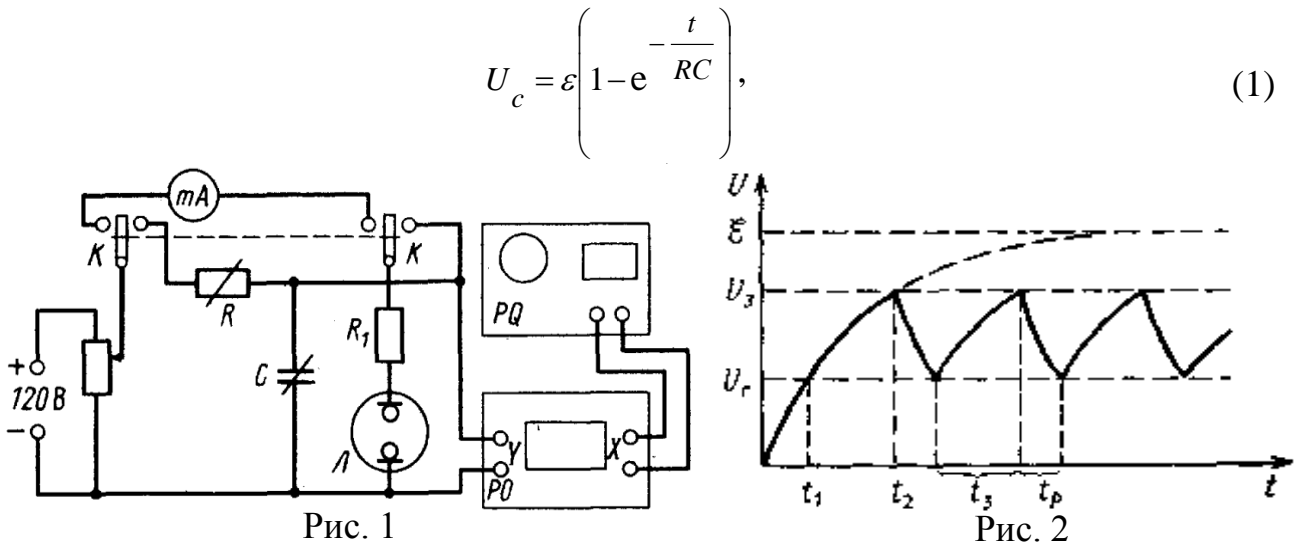
**Мета роботи:** 1) вивчення принципу роботи релаксаційного генератора на неоновій лампі; 2) вимірювання періоду релаксаційних коливань з різними значеннями опору й ємності.

**Опис приладу та теоретичні відомості**

**Релаксація** – самочинний (спонтанний) процес переходу системи у стійкий зрівноважений стан. Мірою швидкості релаксації є час релаксації – проміжок часу, за який відхилення якогось параметра системи від зрівноваженого значення зменшується у “e” разів.

Розглянемо принцип роботи генератора релаксаційних коливань, схема якого зображена на рис. 1. Опір R повинен бути достатньо великим, а електро рушійна сила ε батареї більшою напруги запалювання розряду через неонову лампу.

Якби неонові лампи не було, то напруга на обкладках конденсатора збільшувалась із бігом часу відповідно пунктирній лінії (рис. 2) і наближувалася б асимптотично до значення ЕРС джерела струму ε.



За наявності неонові лампи напруга в ній також буде збільшуватися за експоненціальним законом (1). Опір незапаленої лампи значно більший опору R, тому силою струму несамостійного розряду можна знехтувати. При досягненні на електродах лампи напруги  $U = U_3$  (напруги запалювання), вона спалахне, її опір спаде до  $R_{л} \ll R$  і конденсатор буде швидко розряджатися за законом

$$U_c = \varepsilon \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad (2)$$

При  $U=U_2$  ( $U_2$  – напруга гасіння) лампа згасне і перестане пропускати струм. З цього моменту знову почнеться зарядка конденсатора. Релаксаційний процес буде відбуватися періодично. Тоді коливання напруги на обкладках конденсатора  $U_c$  відбувається так, як це зображено на рис. 2. Оскільки опір  $R$  вибирають значно більшим, ніж опір запаленої лампи, то час розрядки конденсатора значно менший, ніж час зарядки. Отже, можна вважати, що період релаксаційних коливань  $T \approx t_{зар}$ .

### Послідовність вимірювань

1. Зберіть схему установки згідно з рис. 3.

Осцилограф приєднайте до схеми спеціальним кабелем, який підвищує вхідний опір до 10 МОм.

2. Установіть опір  $R = 1$  МОм і ємність  $C = 3$  мкФ відповідно на магазинах опорів і ємностей.

3. Установіть такі значення параметрів вихідної напруги звукового генератора: частота 20 кГц, вихідна напруга 3 В.

4. Вимірювальний прилад РА підготуйте для виміру сили струму до 10 мА.

5. Ручку регулювання напруги 120 В джерела струму встановіть у крайнє ліве положення. Після перевірки схеми викладачем, починайте виконувати роботу.

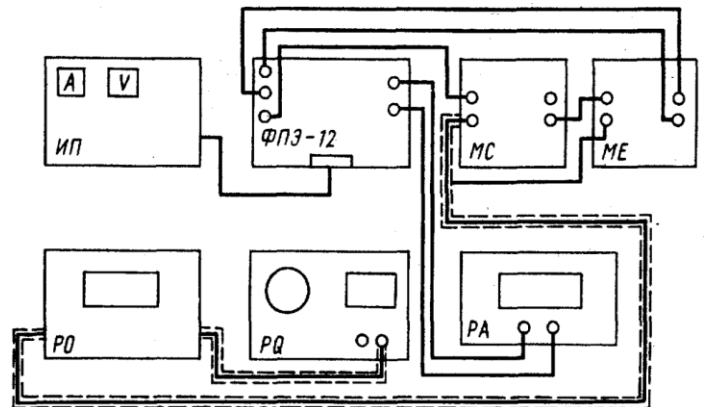


Рис. 3

### Завдання 1. Вимірювання напруг запалювання і гасіння газорозрядної лампи

1. Увімкніть лабораторний стенд, джерело струму та вимірювальний прилад РА. При виконанні цього завдання кнопка “РЕЖИМ” касети ФПЗ-12 повинна бути у відтиснутому положенні.

2. Отримайте залежність сили струму  $I_{пр}$  від напруги, яку треба збільшувати від 40 до 120 В через 10 В. Дані вимірювань занесіть у таблиці.

3. Отримайте залежність сили струму  $I_{звор}$  від напруги, яку тепер треба зменшувати від 120 до 40 В. Результат занесіть у таблицю. Побудуйте вольт-амперну характеристику неонові лампи.

Таблиця 1

$U, \text{В}$	40	50	60	...	100	110	120
$I_{пр}, \text{мА}$							
$I_{звор}, \text{мА}$							

4. Визначіть напруги запалювання і гасіння лампи. Для цього виберіть із таблиці інтервал напруг, у якому лампа засвітилася (згасла). У цьому інтервалі, поступово

збільшуючи (зменшуючи) напругу через 1 – 2 В, виберіть таку напругу, при якій сила струму стрибком збільшується від нуля до якогось значення (або стрибком зменшиться до нуля). Запишіть значення напруг запалювання та гасіння.

5. Натисніть кнопку “РЕЖИМ” касети ФПЕ-12; прибор РА від’єднайте від схеми.

### ***Завдання 2. Вивчення принципу роботи генератора релаксаційних коливань***

1. Увімкніть осцилограф та звуковий генератор.

2. Включіть генератор внутрішньої розгортки осцилографа. Коефіцієнт підсилення по осі У установіть таким, щоб можна було вимірювати напругу до 10 В.

3. Увімкніть джерело живлення; установіть ручкою регулювання напруги джерела живлення напругу 110 В, яку надалі підтримуйте незмінною.

4. Отримайте на екрані осцилографа стійку картину релаксаційних коливань. Частоту розгортки підберіть таку, щоб на екрані можна було спостерігати 1 – 2 періоди релаксаційних коливань.

5. Визначіть час зарядки конденсатора  $t_{зар}$ , який відповідає періоду релаксаційних коливань  $T \approx t_{зар}$ .

6. Вимкніть генератор розгортки осцилографа.

7. Плавно змінюючи частоту вихідного сигналу генератора, отримайте на екрані нерухому фігуру, яка відповідає співвідношенню 1:1 частот, які складаються. За формулою  $T = \frac{1}{f}$  розрахуйте період релаксаційних коливань.

8. Поступово змінюючи частоту генератора, спостерігайте на екрані за фігурами, які є результатом складання коливань. Накресліть криві, які відповідають співвідношенню частот 1: 2, 1: 3 і т. д.

### ***Контрольні питання***

1. Поясніть роботу генератора релаксаційних коливань.

2. Як змінюється за часом напруга на конденсаторі генератора релаксаційних коливань?

3. Як можна визначити період релаксаційних коливань? Опишіть два методи.

### ***Література***

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. – К.: Техніка, 2001. – Т.2. – с. 401.