

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

**Методичні вказівки**  
до лабораторної роботи  
**№ 4.27.8**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАРЯДКИ І РОЗРЯДКИ КОНДЕНСАТОРА**

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 ПРОЦЕСІВ ЗАРЯДКИ І РОЗРЯДКИ КОНДЕНСАТОРА

**Прилади та обладнання:** 1) перетворювач імпульсів (касета ФПЕ-III); 2) два магазини опорів; магазин ємностей; 3) джерело живлення (ИП); 4) генератор електромагнітних коливань звукової частоти (PQ); 5) електронний осцилограф (PO).

**Мета роботи:** 1) експериментальне дослідження процесів зарядки і розрядки конденсатора при подачі на нього імпульсу напруги.

**Опис приладу та теоретичні відомості**

Процеси зарядки і розрядки конденсатора широко використовують в автоматиці, телебаченні, радіолокації, вимірювальній техніці.

Дана робота спрямована на вивчення цих процесів. У лабораторній установці використано джерело прямокутних імпульсів (ПИ), яке перетворює синусоїдну напругу генератора у прямокутні імпульси. Частоту проходження імпульсів можна міняти, змінюючи частоту генератора. Для регулювання шпаруватості на ПИ передбачено кнопки “ТРУБО, ТОЧНО” та ручку “СКВАЖНОСТЬ”. Від перетворювача ПИ прямокутні імпульси надходять на опір  $R_1$  (рис. 1).

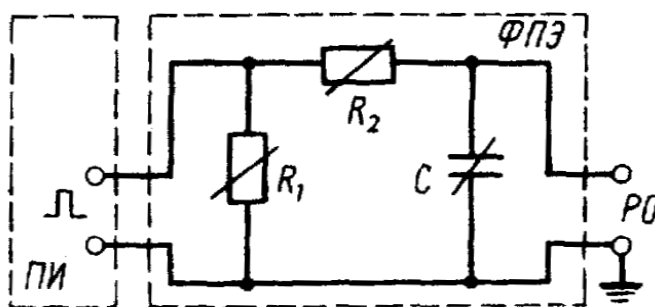


Рис. 1

У момент часу  $t_1$  конденсатор починає заряджатися через опір  $R_2$ , напруга на його обкладках збільшується від нуля до  $U_0$  за експоненціальним законом (рис. 2):

$$U = U_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right). \quad (1)$$

У момент часу  $t_2$  імпульс з ПИ закінчується: конденсатор через опір  $R = R_1 + R_2$  починає розряджатися. Напруга на обкладках конденсатора зменшується за експоненціальним законом. Величина  $\tau = RC$  має розмірність часу і називається часом релаксації. Релаксація – самостійний процес переходу в стійкій рівноважний стан. За час  $\tau = RC$  напруга на конденсаторі зменшується згідно із співвідношенням  $\frac{U}{U_0} = \frac{1}{e}$ , тобто в “ $e$ ” разів.

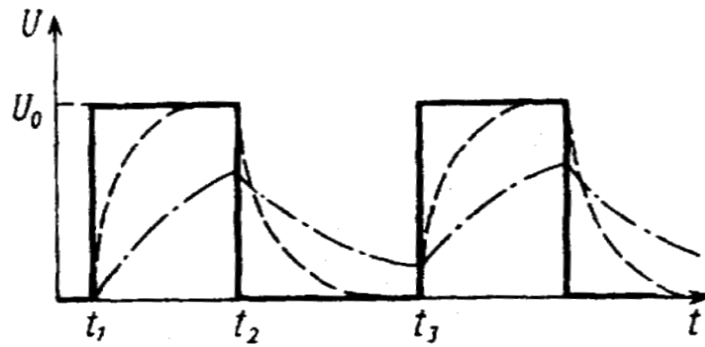


Рис.2

Найчастіше вимі-

рюють час  $\tau$ , за який напруга спадає до половини початкового значення, і за цим часом обчислюють величину  $RC$ .

“Половинний час” визначають таким чином:

$$\frac{U}{2} = U_0 e^{-\frac{t_{1/2}}{RC}}; \quad (2)$$

$$\ln 2 = \frac{t_{1/2}}{RC} = \frac{t_{1/2}}{\tau}, \quad (3)$$

звідки

$$t_{1/2} = \tau \ln 2 = 0,693 \tau.$$

За кривими зарядки і розрядки конденсатора можна спостерігати на екрані електронного осцилографа. Час релаксації процесу зарядки  $\tau_3 = R_2 C$ . Час релаксації процесу розрядки  $\tau_p = (R_1 + R_2) C$ . При збільшенні опору або ємності конденсатор може не встигнути повністю зарядитися за час  $t_2 - t_1$ , який дорівнює тривалості імпульсу, або повністю розрядитися за час  $t_3 - t_2$  (штрихпунктирна крива на рис. 2). Майже повної релаксації у цьому випадку можна домогтися змінюванням частоти проходження імпульсів (змінюючи частоту генератора) або шпаруватістю імпульсів.

### Послідовність вимірювань

Блок – схема установки зображена на рис. 3. Складається вона з магазинів опору (МО), за допомогою яких можна міняти опори  $R_1$  і  $R_2$ , магазину ємностей (МЕ), перетворювача імпульсів (ПИ), джерела живлення (ИП), електронного осцилографа (РО) та генератора (РQ).

1. Зберіть схему установки відповідно до рис. 3.

2. Установіть на магазинах опорів і ємностей такі значення:  $R_1 = 100\text{--}2000 \text{ Ом}$  і  $R_2 = 2 \text{ кОм}$ ;  $C = 2 \cdot 10^{-2} \text{ мкФ}$ .

3. Установіть вихідну напругу звукового генератора не більше 3 В, частоту 2 кГц.

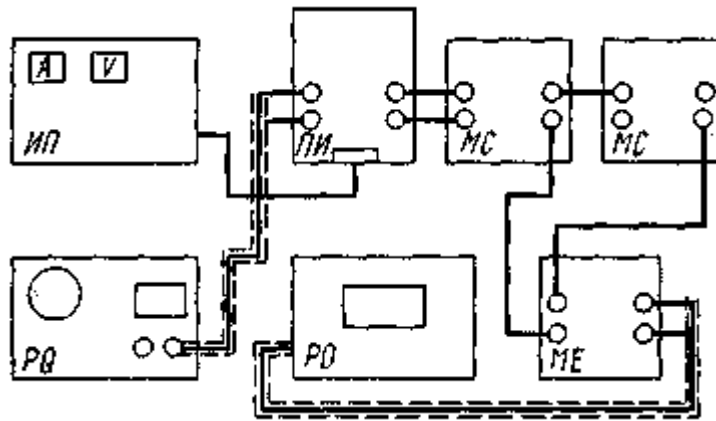


Рис. 3

4. На касеті перетворювача імпульсів (ФПЕ-09) натисніть кнопку  $\square$  та ліву клавішу “СКВАЖНОСТЬ – ГРУБО”. Ручку “СКВАЖНОСТЬ” установіть у крайнє праве положення.

5. Увімкніть генератор розгортки електронного осцилографа і встановіть час розгортки променя таким, щоб на екрані осцилографа можна було спостерігати 1 – 2 періоди змінної напруги частотою 2 кГц. Підсилення по осі Y осцилографа повинно бути достатнім для спостереження за напругою в 3 В.

6. Після перевірки схеми викладачем, увімкніть стенд і прилади.

**Завдання. Вимірювання кривих зарядки і розрядки конденсатора**

1. Отримайте на екрані осцилографа стійку картину зарядки і розрядки конденсатора. У разі необхідності змініть частоту проходження імпульсів (змінюючи частоту звукового генератора), спостерігаючи за тим, щоб процеси зарядки та розрядки конденсатора були достатньо повними (рис. 2).

2. Поедняйте початок кривої зарядки з початком сітки на екрані осцилографа і запишіть координати (в поділках сітки) 5 – 6 точок на кривій зарядки. Використовуючи значення коефіцієнта підсилення по осі Y і коефіцієнта розгортки переведіть координату у кожної точки у вольти, а координату  $x$  – у секунди. Результати занесіть у табл. 1.

Таблица 1

	1	2	3	4	5	6	...
$x$ , см							
$y$ , см							
$t$ , с							
$U$ , В							

3. Аналогічні вимірювання проведіть і з кривою розрядки конденсатора. Результати занесіть у табл. 2.

4. Побудуйте криві зарядки і розрядки конденсатора на одному графіку. За цими кривими визначте час, за який напруга зміниться вдвічі (половинний час  $t_{1/2}$ ). Розрахуйте величину  $A = \frac{t_{1/2}}{R_2 C}$  для кривої зарядки і величину

$A = \frac{t_{1/2}}{(R_1 + R_2)C}$  для кривої розрядки і порівняйте отриманий результат з теоретичним значенням  $A_{\text{теор}} = 0,693$ .

Таблиця 2

	1	2	3	4	5	6	...
$x$ , см							
$y$ , см							
$t$ , с							
$U$ , В							

5. Аналогічні виміри зробіть і для інших значень  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C$ . Результати занесіть у таблиці, подібні табл. 1 та 2.

6. Розрахуйте постійну часу  $\tau$  для цих випадків.

7. Розрахуйте відношення  $\frac{t_{1/2}}{RC}$  і порівняйте результат з отриманим за формулою (3).

### **Контрольні питання**

1. Доведіть, що добуток  $RC$  має розмірність часу.
2. Як залежить час зарядки і розрядки конденсатора від величин  $R$  і  $C$ ?
3. Чому в роботі не слід використовувати надто великі опори  $R$  і ємності  $C$ ?
4. Як змінюються заряд і напруга на обкладках конденсатора від часу в процесах його зарядки і розрядки?

### **Література**

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. – К.: Техніка, 2001. – Т.2. с. 392 – 397.