

УДК 537.6+53.07:378

Вивчення явища електромагнітної індукції у лабораторному практикумі у курсі загальної фізики

Романюк Г. В., к.х.н., доц. каф. ЗХ

Романюк М. М., к.ф.-м.н., доц. каф. ЗФ

Харамбура С. Б., к.ф.-м.н., доц. каф. ЗФ

Національний університет «Львівська політехніка»
(вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна)

Закон Фарадея для електромагнітної індукції часто перевіряють за допомогою балістичного гальванометра, перевіряючи експериментально залежність заряду, який протікає при зміні магнітного потоку $\Delta\Phi$ через витки вимірювальної котушки, змінюючи магнітний потік, створений первинною обмоткою у формі довгого соленоїда

$$q = \frac{\Delta\Phi}{R}. \quad (1)$$

Тут R – повний опір вимірювальної котушки, з'єднувальних проводів, та балістичного гальванометра.

Нами запропоновано змінити процес вимірювання, та пропускати через первинну обмотку (соленоїд, що створює магнітний потік у вторинній вимірювальній обмотці) змінний струм, що змінюється за гармонічним законом. У цьому випадку експериментальна установка буде працювати, як трансформатор із немагнітним осердям, яке пронизує магнітний потік

$$\Phi_2 = B(t)SN_2 = \frac{\mu_0 N_1 i_1(t)}{l_1} \cdot SN_2 = \frac{\mu_0 N_1 N_2 S}{l_1} \cdot I_1 \sin(\omega t). \quad (2)$$

Згідно із законам електромагнітної індукції Фарадея, на виході вторинної обмотки буде індукуватися електрорушійна сила індукції рівна

$$\mathcal{E}_2 = \frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 S}{l_1} \cdot I_1 \frac{d}{dt} [\sin(\omega t)] = \frac{\mu_0 N_1 N_2 S}{l_1} \cdot I_1 \omega \cos(\omega t). \quad (3)$$

Отже, на виході вторинної обмотки електрорушійна сила буде змінюватися за гармонічним законом, і при цьому залежатиме від кількостей витків у первинній N_1 та вторинній N_2 обмотках, довжини намотки первинної котушки l_1 та площі витка S , а також від амплітудного значення сили струму у первинній обмотці I_1 , та частоти струму

$$\omega = 2\pi f. \quad (4)$$

Ми пропонуємо експериментально вивчати залежність $\mathcal{E}_2(I_1)$ (підтримуючи постійну частоту, у найпростішому варіанті – використовуючи струм із технічною частотою 50Гц), та $\mathcal{E}_2(\omega)$ при фіксованому значенні сили струму у первинній обмотці. Вказані вимірювання експериментально простіші, ніж при використанні балістичного гальванометра, бо читання значення е.р.с. із шкали вольтметра може проводитись достатньо повільно, без необхідності визначити максимальне відхилення стрілки балістичного гальванометра у процесі її руху. Вивчення залежності $\mathcal{E}_2(\omega)$ допомагає зрозуміти, чому у малогабаритній апаратурі використовують трансформатори, що працюють на вищих, ніж технічна, частотах (наприклад, 400 Гц у бортовій апаратурі літаків, ультразвукові частоти у блоках живлення сучасних телевізорів, комп'ютерів та економних люмінесцентних ламп).