

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

Методичні вказівки
до лабораторної роботи
№ 4.27.11

**ВИВЧЕННЯ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ
У КОЛИВАЛЬНОМУ КОНТУРІ**

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.

ВИВЧЕННЯ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ У КОЛИВАЛЬНОМУ КОНТУРІ

Прилади та обладнання: 1) касета ФПЕ-11; 2) магазин ємностей та опорів; 3) електронний осцилограф; 4) генератор електромагнітних коливань звукової частоти.

Мета роботи: 1) вивчення явища резонансу в коливальному контурі з послідовним приєднанням ємності та індуктивності.

Опис приладу та теоретичні відомості

У роботі вивчають залежність сили струму в коливальному контурі від частоти коливань джерела, а також проводять вимірювання резонансної частоти.

Принципова схема для вимірювань зображена на рис.1.

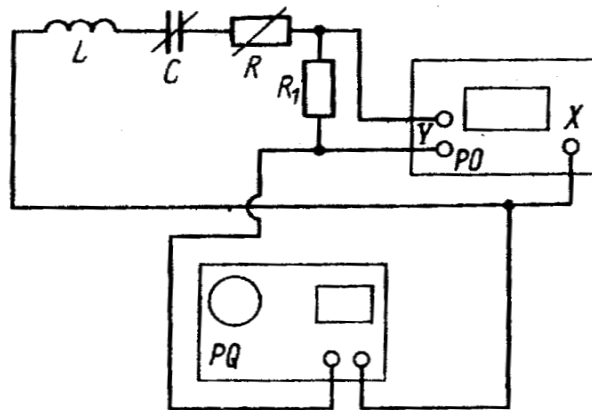


Рис. 1

Коливальний контур складається з котушки індуктивності L , конденсатора C та резисторів R і R_1 . Роль джерела змінної електричної сили виконує звуковий генератор PQ , увімкнений у коливальний контур. Напряга на резисторі R_1 , пропорційна силі струму в контурі, надходить на вхід Y електронного осцилографа PO . Для одержання резонансних кривих вимірюють величину сигналу, який надходить на вхід Y осцилографа, залежно від частоти f вихідної напруги генератора.

Послідовність вимірювань

Блок – схема установки наведена на рис.2. Установка складається із звукового генератора PQ , осцилографа PO , магазину ємностей ME і опорів MC , касети ФПЕ-11 з елементами схеми.

З'єднайте спеціальними кабелями прилади установки згідно з маркуванням на касеті ФПЕ-11 (рис.2).

1. Установіть у магазині опорів $R = 0$, а в магазині ємностей $C = 3 \cdot 10^{-3}$ мкФ.

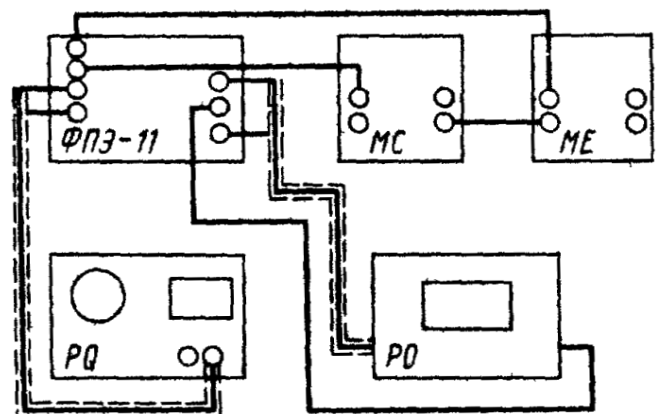


Рис. 2

2. Увімкніть розгортку осцилографа, установіть розгортку по X і підсилення по Y таким чином, щоб було можливо спостерігати сигнали напругою близько 1 В і частотою 2 – 20 кГц.

Завдання 1. Отримання та дослідження резонансних кривих вимушених коливань

1. Після підключення лабораторного стенда і приладів до мережі, встановіть напругу генератора 1 В. У цьому завданні при всіх вимірюваннях напруга повинна бути незмінною.

2. Отримайте на екрані осцилографа стійке зображення декількох періодів синусоїдного сигналу. Визначте амплітуду цього сигналу в поділках сітки осцилографа і перерахуйте її у вольти. Результати занесіть у табл. 1.

3. Аналогічно вимірюйте амплітуди для інших частот у діапазоні 2 – 16 кГц. Частоту змінюйте з інтервалом 1–2 кГц, поблизу резонансу – з інтервалом 0,2 кГц. Результати вимірювань запишіть у табл. 1.

Таблиця 1

R=0 Ом	f , кГц	
	U_0 , В	
	I_0 , мА	
R=500 Ом	f , кГц	
	U_0 , В	
	I_0 , мА	
R=3 кОм	f , кГц	
	U_0 , В	
	I_0 , мА	

4. Розрахуйте силу струму I_0 у коливальному контурі за формулою $I_0 = \frac{U_0}{R_l}$, $R_l = 76$ Ом. Розрахунок зробіть для кожного значення частоти. Результати занесіть у табл. 1 в міліамперах.

5. Установіть опір магазину $R = 500$ Ом і повторіть вимірювання (пп. 2–4). Результати вимірювань запишіть у табл. 1.

6. Установіть опір $R = 3$ кОм і повторіть вимірювання (пп. 2–4). Результати вимірювань занесіть у табл. 1.

7. Побудуйте на одному рисунку графіки залежностей I_0 від f .

8. На графіку при опорі $R = 0$ визначте резонансну частоту f_p та ширину Δf_p резонансної кривої на висоті $\frac{I_{0\max}}{\sqrt{2}}$. Розрахуйте добротність коливального контуру за

формулою $Q = \frac{f_p}{\Delta f_p}$.

Завдання 2. Вимірювання резонансної частоти контуру за допомогою фігур Ліссажу

1. Установіть опір $R = 0$, ємність $C = 3 \cdot 10^{-3}$ мкФ.

2. Установіть перемикач „разв.” на панелі осцилографа в положення Х. На екрані осцилографа спостерігайте еліпс. Змінюючи частоту звукового генератора, а у разі необхідності і підсилення каналу Y, спостерігайте за перетворенням еліпса у пряму лінію, яка розташована приблизно під кутом 45^0 до осі X. У цьому разі частота звукового генератора дорівнює резонансній.

3. Значення f_p і C занесіть у табл. 2.

Таблиця 2

C , мкФ	
f_p , кГц	

4. Вимірюйте f_p (пп. 2 – 3) для інших значень C від 2 до 10 мкФ з інтервалом 10^{-3} мкФ.

5. Розрахуйте значення $Z = \frac{1}{(2\pi f_p)^2}$, побудуйте графік залежності Z від C ,

який являє собою пряму лінію, що проходить через початок координат. При побудові графіка майте на увазі, що точність значень ємностей, які встановлюєте на магазині ємностей, складає 5%. Тому на графіку необхідно відзначити межі, де буде знаходитися величина C , як це зроблено на рис.3.

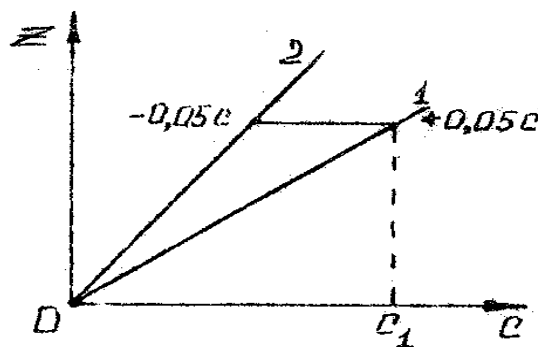


Рис.3

Потім проведіть пряму, яка не виходить за праву межу, (пряма 1), і пряму, яка не виходить за ліву межу (пряма 2). У цих межах повинна знаходитися істинна залежність Z від C .

6. Розрахуйте граничні значення індуктивності котушки як тангенса кута нахилу на графіку залежності $Z=f(C)$: $L = \frac{\Delta Z}{\Delta C}$. Тоді $\langle L \rangle = \frac{L_1 + L_2}{2}$, а похибка

визначення індуктивності $\delta = \frac{\Delta L}{\langle L \rangle} = \frac{L_2 - L_1}{\langle L \rangle}$.

7. Використовуючи значення добротності контуру, яке дорівнює 1, і значення $\langle L \rangle$, розрахуйте опір контуру $R_{кон}$ за формулою

$$R_{кон} = \frac{1}{Q} \sqrt{\langle L \rangle C}$$

При виконанні завдання 1 $C = 3$ нФ, опір магазину $R = 0$, а тому при обчисленні величин $R_{кон}$ містить у собі опір котушки і вихідний опір генератора звукової частоти.

Контрольні питання

1. Сформулюйте умови резонансу.
2. Що називається добротністю контуру?
3. Як на екрані осцилографа можна спостерігати за фігурами Ліссажу?

Література

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