

Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра „Фізика”

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3-3

„Визначення електричної ємності за допомогою релаксаційного генератора”

Роботу виконав: студент(ка)

_____ (прізвище, ім'я, по-батькові)

_____ (курс)

_____ (група)

” ” _____ 20 р.

Роботу прийняв:

_____ (прізвище та ініціали викладача)

_____ (посада)

Оцінка:

за знання теорії _____

(оцінка, бал)

за провед. експер. _____

(оцінка, бал)

підсумкова _____

(оцінка, бал)

_____ (дата і підпис викладача)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3-3

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЄМНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕЛАКСАЦІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА

Мета роботи: визначення електричної ємності конденсатора, та вивчення законів паралельного і послідовного з'єднання конденсаторів.

Прилади і матеріали: лабораторна установка.

Теоретичні відомості

Релаксаційним генератором називається пристрій, який здатний створювати пилкоподібні (релаксаційні) коливання. Період релаксаційних коливань T залежить від величини електричної ємності C включеного в схему конденсатора та опору R_C . Вимірюючи період та знаючи R_C можна визначити величину C . Схема установки релаксаційного генератора наведена на рис. 1, де НЛ – неонева лампа, R_C - магазин опорів, R_0 - опір неоневої лампи (НЛ).

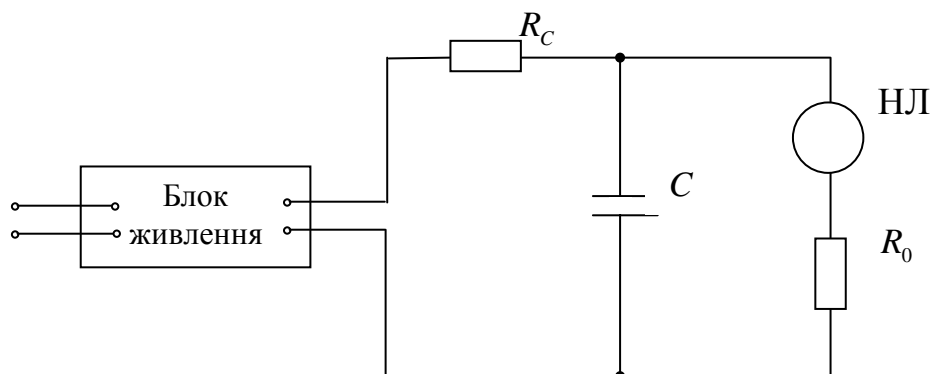


Рис. 1.

Дія релаксаційного генератора базується на здатності інертного газу неону, за деяких умов, пропускати електричний струм. При звичайних умовах неонева лампа має нескінченно великий опір. Але якщо до електродів лампи підвести напругу, то відбувається іонізація газу і через лампу проходить електричний струм. Проходження електричного струму через лампу супроводжується світінням газу. Іонізація газу в лампі відбувається при напрузі на електродах, що називається *напругою запалювання*. Загасання лампи відбувається при *напрузі згасання*.

Працює релаксаційний генератор у такий спосіб: електричні заряди під дією напруги джерела проходять через магазин опорів R_C і заряджають пластини конденсатора C . Напруга між пластинами зростає. Зростання напруги залежить від величини струму, що пропускається магазином опорів R_C . Чим більший є цей опір, тим повільніше заряджаються пластини

конденсатора. Таким чином напруга на електродах лампи теж поступово зростає, тому що електроди неонові лампи з'єднані з пластинами конденсатора паралельно. Коли напруга на електродах неонові лампи зрівнюється з напругою запалювання, інертний газ швидко іонізується і лампа починає пропускати струм (відбувається спалах).

Конденсатор C розряджається через лампу. При цьому напруга на пластинах і на електродах лампи поступово зменшується і, коли воно стане рівним напрузі згасання, іонізація припиняється, і лампа перестає пропускати струм (відбувається згасання лампи). Але, тому що на конденсатор через магазин опорів продовжують надходити заряди, то він знову заряджається, напруга на його пластинах і на електродах лампи наростає. Лампа знову запалюється і весь процес повторюється з деяким періодом T . Цей період залежить від електричної ємності конденсатора C й опору R_C

$$T = \xi \cdot R_C \cdot C, \quad (3.1)$$

де ξ - постійна величина для даної схеми, що залежить від джерела ЕРС і параметрів лампи. Так $[R]_{SI} = \text{Ом}$, $[C]_{SI} = \text{Ф}$ опір вимірюється в омах, а електроємність у фарадах, то $[T]_{SI} = \text{с}$.

У даній лабораторній роботі необхідно визначити електричну ємність невідомого конденсатора C_x , знаючи електричну ємність еталонного конденсатора C_0 , а потім електроємність батареї конденсаторів при паралельному та послідовному з'єднаннях. Для визначення електричної ємності невідомого конденсатора можна скористатися методом порівняння.

Якщо в ланцюг включити конденсатор C_0 , то період релаксаційних коливань T_0 визначається виразом

$$T_0 = \xi \cdot R_C \cdot C_0. \quad (3.2)$$

при включенні в цей же ланцюг конденсатор C_x , залишивши при цьому інші елементи схеми незмінними, одержимо інше значення для періоду коливань

$$T_x = \xi \cdot R_C \cdot C_x. \quad (3.3)$$

З (7.2) та (7.3) маємо

$$C_x = C_0 \frac{T_x}{T_0}. \quad (3.4)$$

Користуючись цей формулою, знаючи електричну ємність C_0 , можливо визначити невідому електричну ємність C_x , порівнявши періоди T_x та T_0 .

Послідовність виконання роботи

1. Ввімкнути в ланцюг конденсатор, електрична ємність якого є відомою ($C_0 = 1 \text{ мкФ}$).
2. В магазині опорів R_C встановити перемичку в положення 0,6-0,8 МОм.

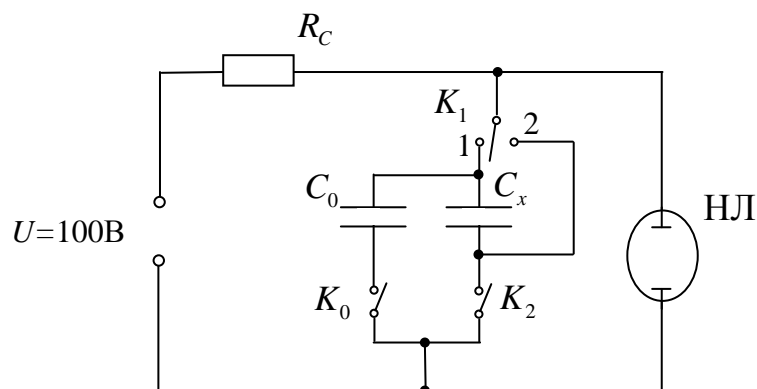


Рис. 2.

3. Тумблер K_0 перевести в положення „ВКЛ” (рис. 2), тумблер K_1 перевести в положення „1”. При цьому неонові лампа повинна почати періодично спалахувати.
4. Зафіксувати один зі спалахів і водночас з цим включити секундомір, відрахувати $n=20$ спалахів. По секундоміру визначити час t , за який відбулися спалахи. Повторити дослід не менш ніж 3 рази та занести данні до таблиці.
5. Підключити конденсатор з невідомою електричною ємністю C_x . Для цього тумблер K_0 перевести у положення „ВЫКЛ”, тумблер K_2 у положення - „ВКЛ”. Тумблер K_1 знаходиться в положенні „1”.
6. Повторити пункт 4 та занести відповідні данні до таблиці.
7. Підключити конденсатори з електричними ємностями C_x та C_0 паралельно. Для цього тумблер K_0 перевести у положення „ВКЛ”. Тумблер K_1 знаходиться у положенні „1”, а тумблер K_2 у положенні „ВКЛ”.
8. Повторити пункт 4 та занести відповідні данні до таблиці.
9. Підключити конденсатори з електричними ємностями C_x та C_0 послідовно. Для цього тумблер K_2 перевести у положення „ВЫКЛ”, тумблер K_1 перевести у положення „2”. Тумблер K_0 знаходиться у положенні „ВКЛ”.
10. Повторити пункт 4 та занести відповідні данні до таблиці.
11. Обчислити електричні ємності конденсаторів.
12. Обчислити відносну та абсолютну похибки.

Контрольні питання

1. Що називається електричною ємністю?
2. Які речовини називаються провідниками?
3. Що називається екіпотенціальною поверхнею?
4. Намалювати екіпотенціальні поверхні однорідного електричного поля? Поля точкового заряду?

5. Як розраховується напруженість електричного поля рівномірно зарядженої нескінченної площини?
6. Як залежить електрична ємність плоского конденсатора від його розмірів?
7. Яка одиниця електричної ємності в SI? Виразить в одиницях SI ємність конденсаторів: 40 мкФ; 0,5 пФ; 1000 нФ.
8. Виведіть формулу для визначення електричної ємності при паралельному з'єднанні конденсаторів.
9. Виведіть формулу для визначення електричної ємності послідовно з'єднаних конденсаторів.
10. Виведіть робочу формулу для електричної ємності невідомого конденсатора для цієї роботи.

Звіт про виконану роботу

1. Робочі формули:

$C_x = C_0 \frac{T_x}{T_0}$ — електрична ємність невідомого конденсатора,

$C_{нар} = C_0 \frac{T_{нар}}{T_0}$ — електрична ємність паралельного з'єднання конденсаторів,

$C_{посл} = C_0 \frac{T_{посл}}{T_0}$ — електрична ємність послідовного з'єднання конденсаторів.

- 1.1 Величини, що вимірюються:

t_0 - час 20 спалахів для C_0 ;

t_x - час 20 спалахів для C_x ;

$t_{нар}$ - час 20 спалахів для $C_{нар}$;

$t_{посл}$ - час 20 спалахів для $C_{посл}$.

- 1.2 Табличні величини:

$$C_0 = (1 \pm 0,05) \text{ мкФ.}$$

- 1.3 Величини, що обчислюються:

$C_x, C_{нар}, C_{посл}$ - електричні ємності; $[C] = \Phi$.

2. Результати експерименту

№ досліджу	t_0	t_x	$t_{нар}$	$t_{посл}$
1				
2				
3				
Середнє значення	$\langle t_0 \rangle =$	$\langle t_x \rangle =$	$\langle t_{нар} \rangle =$	$\langle t_{посл} \rangle =$

Результати експерименту підтверджують _____
(дата і підпис викладача)

3. Обробка результатів експерименту

Обчислення періодів відповідних коливань:

$$T_0 = \frac{\langle t_0 \rangle}{20} =$$

$$T_x = \frac{\langle t_x \rangle}{20} =$$

$$T_{нар} = \frac{\langle t_{нар} \rangle}{20} =$$

$$T_{посл} = \frac{\langle t_{посл} \rangle}{20} =$$

Визначення електричних ємностей:

$$C_x = C_0 \frac{T_x}{T_0} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$C_{нар} = C_0 \frac{T_{нар}}{T_0} = \frac{\quad}{\quad} =$$

$$C_{посл} = C_0 \frac{T_{посл}}{T_0} = \frac{\quad}{\quad} =$$

Порівняння визначених експериментальних значень з теоретичними.

$$C_{нар} = C_0 + C_x =$$

$$C_{посл} = \frac{C_0 \cdot C_{посл}}{C_0 + C_{посл}} = \frac{\quad}{\quad} =$$

Визначення відносної похибки:

$$\ln C_x = \ln \left(C_0 \frac{T_x}{T_0} \right) = \ln C_0 + \ln T_x - \ln T_0,$$

$$\frac{dC_x}{C_x} = \frac{dC_0}{C_0} + \frac{dT_x}{T_x} - \frac{dT_0}{T_0},$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta C_x}{C_x} = \sqrt{\left(\frac{\Delta C_0}{C_0} \right)^2 + \left(\frac{\Delta T_x}{T_x} \right)^2 + \left(\frac{\Delta T_0}{T_0} \right)^2},$$

де вважати $\Delta T_0 = \Delta T_x = 0,1 \text{ c}$ - похибками секундоміра.

Таким чином, відносна похибка

$$\varepsilon = \frac{\Delta C_x}{C_x} = \sqrt{\left(\frac{\quad}{\quad}\right)^2 + \left(\frac{\quad}{\quad}\right)^2 + \left(\frac{\quad}{\quad}\right)^2} =$$

Абсолютна похибка $\Delta C_x = C_x \cdot \varepsilon =$ мкФ.

Ємність невідомого конденсатора дорівнює

$$C_x = \langle C_x \rangle \pm \Delta C_x =$$
 мкФ.

4. Висновки:
