

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уфимский государственный авиационный технический университет»**

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В ПРОСТЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ**

**Методические указания к лабораторной работе № 58
по дисциплине «Физика»**

Уфа 2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уфимский государственный авиационный технический университет»

Кафедра физики

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В ПРОСТЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ

Методические указания к лабораторной работе № 58
по дисциплине «Физика»

Уфа 2015

Составитель Р. А. Халфин

УДК 532.72 (07)

ББК 22.365 (Я7)

Изучение электрических процессов в простых линейных цепях: Методические указания к лабораторной работе № 58 по дисциплине «Физика» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост.: Р. А. Халфин – Уфа, 2015. – 19 с.

Цель методических указаний – закрепление и совершенствование знаний студентов по дисциплине «Физика» и формирование умений их применять для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах, возникающих в последующей профессиональной деятельности выпускников технического университета.

Приведены краткие сведения о простых линейных цепях, дано описание экспериментальной установки, порядок выполнения и обработка результатов измерений, контрольные вопросы.

Предназначены для студентов, изучающих дисциплину «Физика» по разделу «Электричество и магнетизм» в технических вузах.

Табл. 4. Ил. 10. Библи.: 3 назв.

Рецензенты: канд. физ.-мат. наук, доц. Трофимова Е. В.,
канд. тех. наук, доц. Прищепов С. К.

©Уфимский государственный
авиационный технический университет, 2015

Содержание

Введение	4
1. Цели работы	5
2. Задачи.....	5
3. Теоретическая часть	5
3.1. Электрические процессы в простых линейных цепях	5
3.2. Теория метода.....	10
4. Экспериментальная часть.....	12
5. Требования по технике безопасности	14
6. Задания.....	14
7. Методика выполнения заданий	14
7.1. Изучение электрических процессов в цепи, содержащей два резистора.....	14
7.2. Изучение электрических процессов в цепи, содержащей резистор и конденсатор	15
7.3. Изучение электрических процессов в цепи, содержащей резистор и катушку индуктивности	16
Контрольные вопросы	17
Требования к содержанию и оформлению отчета	17
Критерии результативности выполнения лабораторной работы	18
Список литературы	18
Приложение	19

Введение

Установившиеся вынужденные электромагнитные колебания являются результатом протекания переменного тока в цепи, содержащей резистор, катушку индуктивности и конденсатор. Переменный ток можно считать квазистационарным, т.к. его мгновенные значения во всех сечениях цепи практически одинаковы. Их изменения происходят достаточно медленно, а электромагнитные возмущения распространяются по цепи со скоростью, равной скорости света. Для мгновенных значений квазистационарных токов выполняются закон Ома и вытекающие из него правила Кирхгофа, которые будут использованы применительно к переменным токам.

Цели и задачи лабораторной работы: освоение компетенций, закрепленных в Федеральных государственных образовательных стандартах соответствующих направлений подготовки.

В результате выполнения данной лабораторной работы формируются следующие **компетенции**:

- способность демонстрировать базовые знания в области общенаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности;
- способность проводить эксперименты по заданной методике, обработку результатов, оценку погрешности и достоверности результатов опыта.

Перечисленные компетенции формируются через **умения**:

- работать с измерительными приборами;
 - рассчитывать физические величины по экспериментальным данным;
 - анализировать результаты опыта;
 - оформлять отчет;
- а также **владения**:
- теоретическим материалом;
 - навыками измерения физических величин по приборам;
 - технологией обработки экспериментальных данных.

Лабораторная работа № 58

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОСТЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ

1. ЦЕЛИ РАБОТЫ

1. Изучение электрических процессов в цепях переменного тока RR , RC и RL .
2. Измерение коэффициента передачи цепей.
3. Определение параметров цепей.
4. Определение разности фаз между колебаниями тока в изучаемых цепях и входным напряжением.

2. ЗАДАЧИ

1. Закрепление знаний студентами об электрических процессах в простых линейных цепях.
2. Овладение методом исследования электрических процессов в простых линейных цепях.
3. Приобретение навыков проведения измерений и умения обработки получаемых при этом данных.
4. Определение электрических процессов в простых линейных цепях.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Электрические процессы в простых линейных цепях

Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных резистора R , емкости C и индуктивности L (рис. 3.1). Допустим, что источник переменной ЭДС (генератор) не обладает внутренним сопротивлением R_r и создает на входе цепи напряжение U , равное его ЭДС ε . Такое допущение всегда можно сделать, включив сопротивление генератора R_r в состав рассматриваемой электрической цепи.

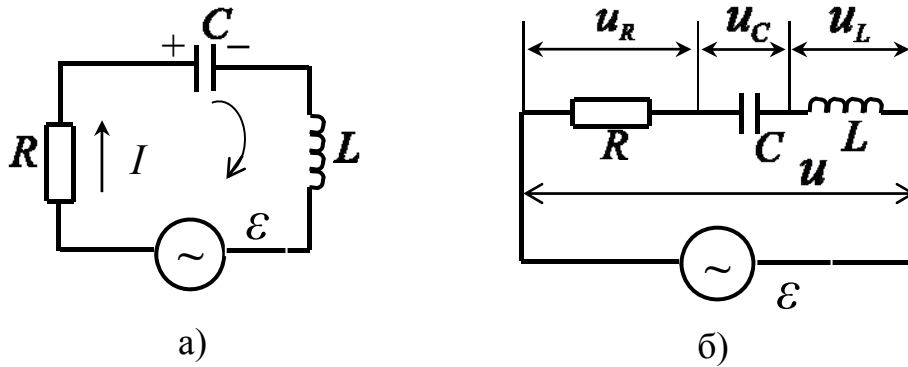


Рис. 3.1. Электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных резистора R , емкости C и индуктивности L (схема а и б – эквивалентны)

Положим далее, что генератор с гармонической ЭДС

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cos \omega t \quad (3.1)$$

создает в стационарном состоянии в цепи ток

$$I = I_0 \cos(\omega t - \varphi), \quad (3.2)$$

где $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$ – круговая частота колебаний ЭДС и тока, T – период колебаний; φ – сдвиг фазы тока относительно фазы ЭДС, ε_0 – амплитуда ЭДС, I_0 – амплитуда тока.

Найдем, чему равны амплитуда I_0 и сдвиг фазы φ тока, если известны параметры цепи R , C и L и уравнение для ЭДС (3.1). Одновременно определим, какой вид имеет величина Z , равная отношению амплитуды ЭДС и амплитуды тока $Z = \frac{\varepsilon_0}{I_0}$.

Эта величина (по аналогии с величиной сопротивления в законе Ома для замкнутой цепи постоянного тока) называется полным сопротивлением цепи переменного тока.

На основании второго правила Кирхгофа для контура (рис. 3.1, а) можем записать $u_R + u_C = \varepsilon_S + \varepsilon$ или (рис. 3.1, б)

$$u_R + u_C + u_L = \varepsilon, \quad (3.3)$$

т.е. сумма напряжений на отдельных элементах контура равна в каждый момент времени внешней ЭДС, действующей в контуре.

Учитывая, что:

$$u_R = RI, \quad R - \text{const},$$

$$u_C = \frac{1}{C} q = \frac{1}{C} \int I dt, \quad C - \text{const},$$

$$u_L = L \frac{dI}{dt}, \quad L - \text{const},$$

где R – сопротивление резистора, C – емкость конденсатора, L – индуктивность катушки, I – ток через элемент цепи, q – заряд конденсатора,

имеем
$$IR + \frac{1}{C} \int I dt + L \frac{dI}{dt} = \varepsilon. \quad (3.4)$$

Подстановка в уравнение (3.4) выражений (3.1), (3.2) и выполнение операций интегрирования и дифференцирования приводят это уравнение к виду

$$I_0 R \cos(\omega t - \varphi) + \frac{I_0}{\omega C} \sin(\omega t - \varphi) - I_0 \omega L \sin(\omega t - \varphi) = \varepsilon_0 \cos \omega t.$$

Используя далее соотношение $\sin(\omega t - \varphi) = \cos(\omega t - \varphi - \frac{\pi}{2})$;

$-\sin(\omega t - \varphi) = \cos(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2})$, окончательно получим

$$I_0 R \cos(\omega t - \varphi) + \frac{I_0}{\omega C} \cos(\omega t - \varphi - \frac{\pi}{2}) + I_0 \omega L \cos(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2}) = \varepsilon_0 \cos \omega t \quad (3.5)$$

Используя уравнение (3.5), запишем выражения для напряжений и рассмотрим их совместно с выражением (3.2) для тока:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_R = u_{0R} \cos(\omega t - \varphi), \text{ где } u_{0R} = I_0 R; \\ u_C = u_{0C} \cos(\omega t - \varphi - \frac{\pi}{2}), \text{ где } u_{0C} = \frac{I_0}{\omega C}; \\ u_L = u_{0L} \cos(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2}), \text{ где } u_{0L} = I_0 \omega L \end{array} \right. \quad (3.6)$$

В результате можно сделать ряд выводов. Сравнивая фазы напряжений u_R , u_C и u_L с фазой тока I , видим, что:

- 1) напряжение на резисторе u_R совпадает по фазе с током I ;
- 2) напряжение на емкости u_C отстает по фазе от тока I на угол $\pi/2$;
- 3) напряжение на индуктивности u_L опережает по фазе ток I на угол $\pi/2$.

Далее найдем отношение амплитуд напряжений u_{0R} , u_{0C} , u_{0L} к амплитуде тока I_0 :

$$\frac{u_{0R}}{I_0} = R; \frac{u_{0C}}{I_0} = \frac{1}{\omega C}; \frac{u_{0L}}{I_0} = \omega L. \quad (3.7)$$

Формулы (3.7) определяют величины, которые называются соответственно активным, реактивным емкостным и реактивным индуктивным сопротивлениями. Емкостное сопротивление обозначается через X_C , индуктивное – через X_L .

Из формулы (3.7) следует, что активное сопротивление цепи переменного тока равно сопротивлению цепи постоянного тока, то есть омическому сопротивлению R , реактивные же сопротивления

$$X_C = \frac{1}{\omega C}, \quad X_L = \omega L. \quad (3.8)$$

Перейдем к основной задаче: нахождению выражений, определяющих амплитуду тока I_0 , сдвиг по фазе φ тока относительно ЭДС и полное сопротивление Z цепи, изображенной на рис. 3.1.

Уравнение (3.5) позволяет решить эту задачу, при этом методы решения могут быть различными. Воспользуемся графическим способом представления гармонических колебаний – методом векторных диаграмм. Здесь гармонические величины (напряжение, ток) сопоставляются с вращающимися векторами. Для этого на плоскости выбирают произвольное начало координат O и проводят ось X . Изучаемую гармоническую величину изображают вектором, построенным из начала координат. Длина вектора равна (в выбранном масштабе) амплитуде гармонической величины, а угол между вектором и осью X равен углу начальной фазы. Вектор равномерно вращается вокруг точки O с угловой скоростью ω в направлении против часовой стрелки. При этом проекция вектора на ось X в любой момент времени равна мгновенному значению гармонической величины, изменяющейся со временем по закону косинуса.

В соответствии со сказанным левую часть уравнения (3.5) можно рассматривать как сумму проекций векторов, изображающих напряжения u_R , u_C и u_L , а правую часть – как проекцию вектора, изображающего суммарное напряжение $u = \varepsilon = u_R + u_C + u_L$. Поскольку при сложении векторов сумма проекций слагаемых равна

проекция суммы, то можно найти геометрическую сумму векторов, изображающих напряжения u_R , u_C , u_L , и приравнять эту геометрическую сумму вектору, изображающему напряжение $u = \varepsilon$. Другими словами, вместо алгебраического уравнения (3.5) можно рассматривать векторное уравнение

$$(\overline{I_0 R}) + \left(\frac{\overline{I_0}}{\omega C} \right) + (\overline{I_0 \omega L}) = \vec{\varepsilon}_0, \quad (3.9)$$

что значительно упрощает нахождение амплитуды I_0 и сдвига фаз φ . На рис. 3.2 построены векторные диаграммы для момента времени $t = 0$, соответствующие уравнениям (3.5) и (3.9).

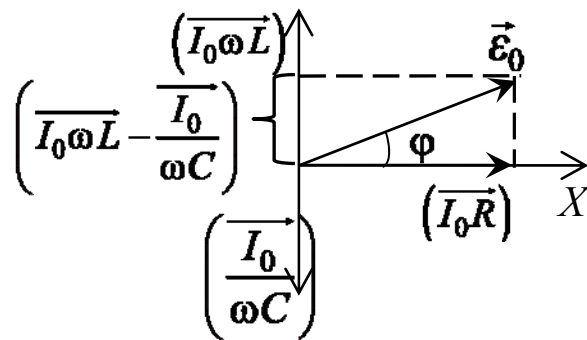


Рис. 3.2. Векторная диаграмма

Из рис. 3.2 следуют соотношения:

$$\varepsilon_0^2 = I_0^2 R^2 + I_0^2 \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R},$$

откуда
$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}} \quad (3.10)$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}, \quad (3.11)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}. \quad (3.12)$$

Видим, что колебания тока в цепи отстают по фазе от колебаний ЭДС на угол φ , зависящий от частоты и определяемый согласно (3.11).

Напряжение u во внешней цепи, содержащей последовательно соединенные R , C и L , опережает по фазе ток на угол φ , определяемый выражением (3.11). Полное сопротивление цепи Z в соответствии с (3.12) также зависит от частоты и может быть записано в виде

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + X^2}, \quad (3.13)$$

где $X = X_L - X_C$ – полное реактивное сопротивление цепи. Из этой формулы следует, что активное и реактивное сопротивления цепи складываются геометрически.

3.2. Теория метода

В работе исследуются электрические процессы в цепях, состоящих из следующих последовательно соединенных элементов:

- а) двух резисторов с сопротивлениями R_1 и R_2 (цепь RR , (рис. 3.3, а));
- б) резистора R_2 и конденсатора C (цепь RC , рис. 3.3, б);
- в) резистора R_2 и катушки индуктивности L (цепь RL , (рис. 3.3, в)).

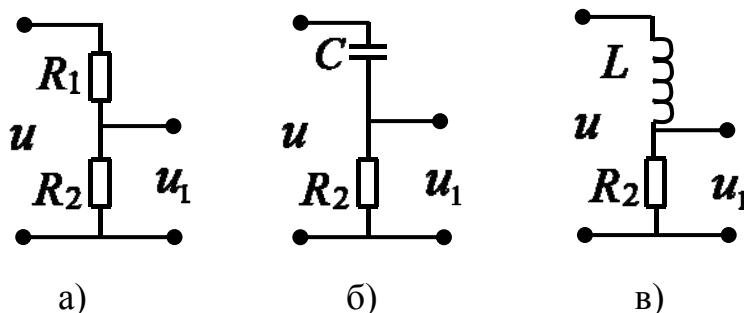


Рис. 3.3. Схемы последовательного соединения

Основным параметром, характеризующим цепь, является коэффициент передачи цепи K , представляющий собой отношение амплитуды напряжения на выходе цепи u_{01} к амплитуде напряжения на ее входе u_0

$$K = \frac{u_{01}}{u_0}. \quad (3.14)$$

Напряжение на выходе цепи u_1 равно падению напряжения на резисторе R_2

$$u_1 = I R_2, \quad (3.15)$$

т.е. прямо пропорционально току в цепи I и находится в одинаковой с ним фазе.

На основании соотношения (3.15) коэффициент передачи цепи можно записать в виде

$$K = \frac{IR_2}{u_0}. \quad (3.16)$$

Из соотношения (3.15) следует, что для измерения сдвига фаз между током в цепи I и входным напряжением u достаточно измерить угол сдвига фаз между напряжениями u_1 и u .

Для схем, изображенных на рис. 3.3, найдем аналитический вид выражений для коэффициента передачи цепи K и сдвига фаз φ . Для этого воспользуемся формулами (3.10), (3.11), и (3.12), подставляя в них соответствующие каждой схеме значения сопротивлений, напряжений и токов.

1. Цепь RR

$$R = R_1 + R_2, X_L = 0, X_C = 0, \varepsilon_0 = u_0.$$

$$\text{Из (3.10)} \quad I_0 = \frac{u_0}{R_1 + R_2} \quad (3.17)$$

$$\text{Из (3.11)} \quad \varphi = 0. \quad (3.18)$$

$$\text{Из (3.16) и (3.17)} \quad K = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (3.19)$$

2. Цепь RC

$$R = R_2, X_L = 0, X_C = \frac{1}{\omega C}, \varepsilon_0 = u_0.$$

$$\text{Из (3.10)} \quad I_0 = \frac{u_0 \omega C}{\sqrt{1 + (R_2 \omega C)^2}} \quad (3.20)$$

$$\text{Из (3.11)} \quad \varphi = -\arctg \frac{1}{R_2 \omega C} \quad (3.21)$$

$$\text{Из (3.16) и (3.20)} \quad K = \frac{R_2 \omega C}{\sqrt{1 + (R_2 \omega C)^2}}. \quad (3.22)$$

▲

При высоких частотах: $\omega \rightarrow \infty, I_0 = \frac{u_0}{R_2} \omega C, \varphi = 0, K = 1,$

Этот результат соответствует тому, что в цепи закорочен конденсатор C .

При низких частотах:

$$\omega \rightarrow 0, I_0 = u_0 \omega C, \varphi \approx -\frac{\pi}{2}, K \approx R_2 \omega C = 2\pi R_2 C \nu \rightarrow 0. \quad (3.23)$$

Этот результат соответствует тому, что в цепи закорочен резистор R_2

3. Цепь RL

$$R = R_2, X_L = \omega L, X_C = 0, \varepsilon_0 = u_0.$$

$$\text{Из (3.10)} \quad I_0 = \frac{u_0}{\sqrt{R_2^2 + (\omega L)^2}}. \quad (3.24)$$

$$\text{Из (3.11)} \quad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{\omega L}{R_2}. \quad (3.25)$$

$$\text{Из (3.16) и (3.24)} \quad K = \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + (\omega L)^2}}. \quad (3.26)$$

При высоких частотах:

$$\omega \rightarrow \infty, I_0 \approx \frac{u_0}{\omega L}, \varphi \approx -\frac{\pi}{2}, K \approx \frac{R_2}{\omega L} = \frac{R_2}{2\pi L} \cdot \frac{1}{\nu} \quad (3.27)$$

Это соответствует тому, что в цепи закорочен резистор R_2 .

При низких частотах: $\omega \rightarrow 0, I_0 \approx \frac{u_0}{R_2}, \varphi \approx 0, K \approx 1$.

Это соответствует тому, что в цепи закорочена индуктивность L .

Полученные результаты могут быть использованы для экспериментального определения параметров цепей.

4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

На рис. 4.1 приведена электрическая схема установки. ЗГ – звуковой генератор; ОЦ – осциллограф; ИП – источник питания; ФПЭ-09 – электронный блок.

В электронном блоке ФПЭ-09 собраны изучаемые электрические цепи (рис. 4.2). В ней находится также коммутатор А1, применение которого позволяет наблюдать на экране двухлучевого осциллографа одновременно два синусоидальных сигнала. Напряжение со входа изучаемой цепи подается на «Вх1» коммутатора, а напряжение с выхода изучаемой цепи – на «Вх2»

коммутатора. С выхода коммутатора исследуемые напряжения подаются на вход U осциллографа.

Генератор (ЗГ) является источником гармонической ЭДС. Выходное напряжение и частоту генератора можно менять в широких пределах.

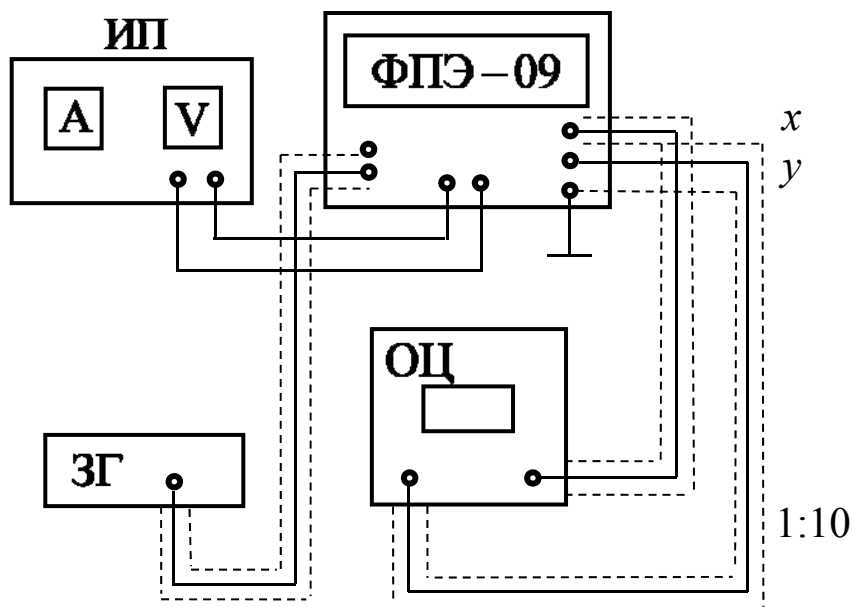


Рис. 4.1. Электрическая схема лабораторной установки

Осциллограф (ОЦ) служит для измерения амплитуд напряжений на входе и выходе цепи, а также для измерения сдвига фаз между током в цепи и выходным напряжением.

Источник питания (ИП) предназначен для питания схемы коммутатора А1.

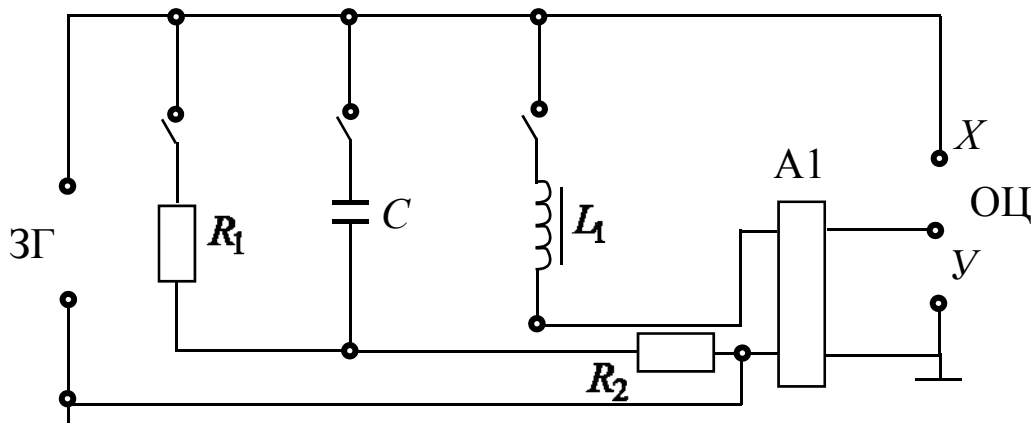


Рис. 4.2. Электронный блок ФПЭ-09 с изучаемыми электронными цепями

5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Прежде чем приступить к работе, внимательно ознакомьтесь с заданием и оборудованием.

2. Проверьте заземления лабораторной установки и изоляции токоведущих проводов. О замеченных неисправностях немедленно сообщите преподавателю и лаборанту.

3. Не оставляйте без присмотра свою лабораторную установку, это может привести к несчастному случаю.

4. По окончании работы приведите в порядок свое рабочее место, выключите осциллограф и звуковой генератор только тумблером.

6. ЗАДАНИЯ

1. Изучить электрические процессы в цепи, содержащей два резистора.

2. Изучить электрические процессы в цепи, содержащей резистор и конденсатор.

3. Изучить электрические процессы в цепи, содержащей резистор и катушку индуктивности.

7. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

7.1. Изучение электрических процессов в цепи, содержащей два резистора

1. Замкнуть с помощью кнопочного переключателя на панели электронного блока ФПЭ-09 ветвь, содержащую резистор R_1 .

2. Получить на экране осциллографа устойчивое изображение двух исследуемых сигналов.

3. Произвести измерение амплитуд на входе и на выходе цепи. Для этого измерить величину амплитуды каждого сигнала в делениях шкалы экрана и умножить полученные значения на коэффициент отклонения K_y канала вертикального отклонения осциллографа.

4. Рассчитать значение коэффициента передачи цепи K по формуле (3.14).

5. Определить величину сопротивления резистора R_1 по формуле (3.19).

6. Данные измерений и вычислений занести в табл. П.1, приведенную в приложении.

7.2. Изучение электрических процессов в цепи, содержащей резистор и конденсатор

1. Замкнуть с помощью кнопочного переключателя на панели электронного блока ФПЭ-09 ветвь, содержащую конденсатор C .

2. Получить на экране осциллографа устойчивое изображение двух исследуемых сигналов.

3. Зарисовать колебания, наблюдаемые на экране осциллографа при частоте 20 кГц.

4. Определить сдвиг фаз между током в цепи и входным напряжением при частоте 20 кГц. Для этого измерить в делениях шкалы экрана осциллографа сдвиг по времени Δt между изображениями двух исследуемых сигналов и период колебаний T (рис. 7.1). Разность фаз (в градусах) рассчитать по формуле

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} 360. \quad (7.1)$$

5. Повторить п.п. 3, 4 при частоте генератора 80 кГц.

6. Провести измерение амплитуд напряжений на входе и выходе цепи при различных значениях частоты генератора ν (по методике, описанной в п. 4 задания 1). Частоту генератора менять в пределах от 20 до 80 кГц сначала с интервалом 5 кГц (до 40 кГц), а затем с интервалом 10 кГц.

7. Рассчитать значения коэффициента передачи цепи K по формуле (3.14) для всего исследуемого диапазона частот.

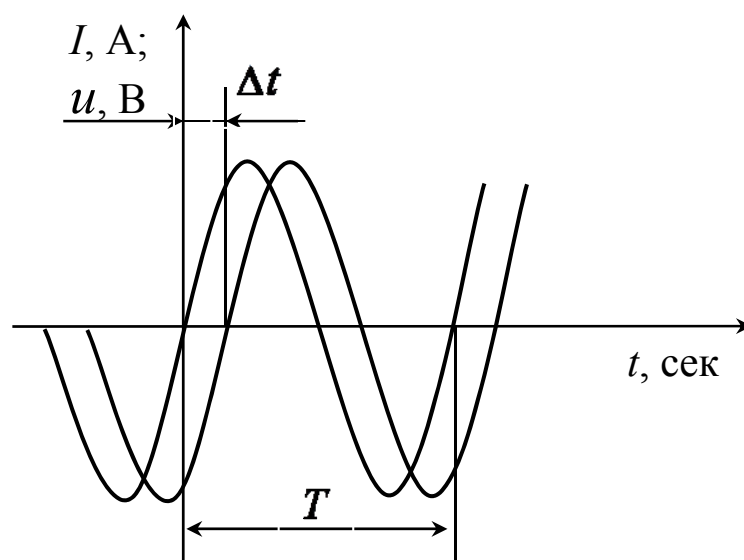


Рис. 7.1. Определение сдвига фаз между током в цепи и входным напряжением

8. Построить график зависимости коэффициента передачи цепи от частоты входного напряжения $K = f(\nu)$.

9. С помощью графика зависимости коэффициента передачи цепи от частоты входного напряжения $K = f(\nu)$ оценить величину емкости конденсатора C . Для этого воспользоваться линейным участком графика, который описывается формулой (3.23). При этом тангенс угла наклона линейного участка приравнять угловому коэффициенту зависимости (3.23) и использовать соотношение $\operatorname{tg} \alpha = 2\pi R_2 C$, откуда $C = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2\pi R_2}$.

10. Рассчитать разность фаз φ по формуле (3.21) при двух значениях частоты генератора: 20 и 80 кГц. Сравнить результаты расчета с результатами непосредственного измерения угла φ .

11. Данные измерений и вычислений занести в табл. П.2, приведенную в приложении.

7.3. Изучение электрических процессов в цепи, содержащей резистор и катушку индуктивности

1. Замкнуть с помощью кнопочного переключателя на панели электронного блока ФПЭ-09 ветвь, содержащую катушку индуктивности L .

2. Получить на экране осциллографа устойчивое изображение двух исследуемых сигналов.

3. Зарисовать колебания, наблюдаемые на экране осциллографа при частоте генератора 30 кГц.

Для этого замерить в делениях шкалы экрана осциллографа сдвиг во времени Δt между изображениями двух исследуемых сигналов и период колебаний T . Разность фаз рассчитать по формуле (7.1).

5. Повторить п.п. 3, 4 при частоте генератора 100 кГц.

6. Провести измерение амплитуд напряжений на входе и на выходе цепи при различных значениях частоты генератора ν (по методике, описанной в п. 4 задания 1. Частоту генератора менять в пределах от 30 до 100 кГц с интервалом 10 кГц).

7. Рассчитать значения коэффициента передачи цепи по формуле (3.14) для всего исследованного диапазона частот.

8. Построить график зависимости $K = f\left(\frac{1}{\nu}\right)$.

9. С помощью графика $K = f\left(\frac{1}{\nu}\right)$ оценить величину индуктивности катушки L . Для этого воспользоваться линейным участком графика, который описывается формулой (3.27). Определить тангенс угла наклона линейного участка, приравнять его угловому коэффициенту зависимости (3.27) и использовать соотношение $\operatorname{tg} \alpha = \frac{R_2}{2\pi L}$, откуда $L = \frac{R_2}{2\pi \operatorname{tg} \alpha}$.

10. Рассчитать разность фаз φ по формуле (3.25) при двух значениях частоты генератора: 30 и 100 кГц. Сравнить результаты расчета с результатами непосредственного измерения угла φ .

11. Данные измерений и вычислений занести в табл. П.3, приведенную в приложении.

Контрольные вопросы

1. Что называется реактивным сопротивлением? От чего зависит индуктивное сопротивление, емкостное сопротивление?

2. Как сдвинуты по фазе колебания переменного напряжения и переменного тока, текущего через конденсатор, катушку индуктивности, резистор? Ответ обоснуйте с помощью векторных диаграмм.

3. Нарисуйте и объясните векторную диаграмму для цепи переменного тока с последовательно включенным резистором, катушкой индуктивности и конденсатором. Как определяется полное сопротивление такой цепи, сдвиг фаз между током и ЭДС?

4. Как определяется коэффициент передачи цепи и сдвиг фаз в цепях переменного тока RR , RC и RL ?

5. Как в работе проводится оценка:

- а) величины сопротивления резистора;
- б) величины емкости конденсатора;
- в) величины индуктивности катушки?

Требования к содержанию и оформлению отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1. Название, номер и цель работы.
- 2. Ф.И.О., номер группы студента, выполнившего работу.

3. Краткую теорию в виде ее основных положений, метода и основных формул, а также формул, которые используются в расчетах.

4. Блок схему установки.

5. Таблицы с результатами измерений и подробные расчеты, выполненные отдельно в системе единиц СИ.

6. Графики на миллиметровой бумаге, если выполнены не на компьютере.

7. Формулы и расчеты абсолютной и относительной погрешности измерений.

8. Выводы по работе.

Критерии результативности выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа считается выполненной, если студент:

- овладел понятиями электрических процессов в простых линейных цепях;

- правильно выполнил экспериментальную и расчетную части работы;

- правильно построил векторные диаграммы;

- правильно оценил погрешности измерений;

- составил отчет, соответствующий заданным требованиям;

- сформулировал выводы о проделанной работе;

- грамотно ответил на все контрольные вопросы.

Список литературы

1. *Калашиников С. Г.* Электричество – М.: Наука, 2008.

2. *Детлаф А. А., Яворский В. М.* Курс физики – М.: Академия, 2009.

3. *Трофимова Т. И.* Курс физики – М.: Academia, 2012.

Составитель ХАЛФИН Раис Ахуньянович

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В ПРОСТЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ

Методические указания к лабораторной работе № 58
по дисциплине «Физика»

Подписано в печать 2015. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 1,1. Уч-изд.л. 0,9. Тираж 100 экз. Заказ №
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный
технический университет»
Центр оперативной полиграфии УГАТУ
450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12