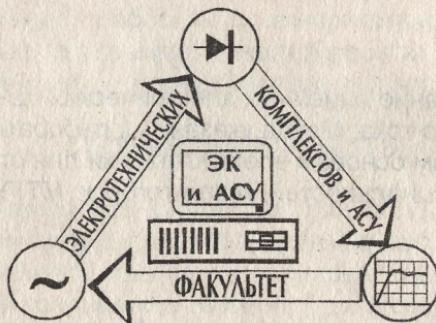


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г. И. НОСОВА

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ



ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ОДНОФАЗНЫХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

*Методические указания к лабораторной работе № 5
по теоретическим основам электротехники
для студентов электротехнических специальностей*

МАГНИТОГОРСК
2000

Составители: доц., канд. техн. наук Ю.А. Кирпичников
ст. преп. Г.В. Шурыгина

Исследование линейных электрических однофазных цепей синусоидального тока: Метод. указания к лабораторной работе №5 по теоретическим основам электротехники для студентов электротехнических специальностей. Магнитогорск: МТГУ, 2000, 16с.

Рецензент Б.М. Вайнер

© Кирпичников Ю.А.,
Шурыгина Г.В.,
2000

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить свойства электрических цепей при последовательном, параллельном и смешанном соединении ветвей с различными элементами. Освоить символический метод расчета сопротивлений, проводимостей, токов, напряжений, фазовых углов и мощностей. Научиться выполнять исследования названных цепей на лабораторном стенде, работать с измерительными приборами, строить векторные диаграммы, анализировать полученные результаты аналитических и экспериментальных исследований.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа состоит из трех частей, в которых изучаются свойства и методы анализа режимов работы однофазных цепей синусоидального тока при последовательном, параллельном и смешанном соединениях ветвей. При этом, вначале при известных параметрах элементов рассчитываются символическим методом сопротивления, токи, напряжения, фазовые углы и мощности потребления энергии, а затем на лабораторном стенде экспериментально проверяются результаты теоретического моделирования. По результатам эксперимента строятся векторные диаграммы и делаются соответствующие выводы. Такой порядок организации лабораторных работ хорошо согласуется с общепринятой практикой наладочных работ в электроустановках различного назначения.

При выполнении отчета по лабораторной работе должны соблюдаться требования стандартов [1,2]. Схемы и диаграммы выполняются карандашом и чертежным инструментом, аккуратно и в удобных масштабах.

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

При выполнении экспериментальной части работы используются следующие приборы и устройства: осциллограф двухлучевой, цифровой вольтметр и генератор сигналов в качестве источника синусоидального напряжения. На панели лабораторного стенда источник обозначен как "Е₃" с регулируемой частотой $f = 20 - 20000$ Гц, а также указаны клеммы для подключения к осциллографу: входные "Y1" и "Y2", вход "X" и общая точка "L".

Вход "Х" используется для синхронизации частоты развертки осциллографа с частотой источника синусоидального напряжения E_3 . Для этого в данной работе вход "Х" соединяют с точкой "СТ" источника E_3 . На цифровом вольтметре для измерения напряжения используются гнёзда "*" и "V", а переключатель рода работы устанавливают в положение измерения переменного напряжения.

4. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Без предварительной подготовки к работе - изучения ее цели и содержания, теоретического моделирования заданных режимов цепей, студенты не допускаются к проведению экспериментов на лабораторном стенде. Это согласуется с Правилами технической эксплуатации и техники безопасности при работах в электроустановках.

Расчеты, выполненные при подготовке к работе, существенно помогают выполнению экспериментов, поскольку студенты уже знают ожидаемые результаты измерений. Иначе говоря, они выполняют работу с пониманием того, что делают.

4.1. Последовательное соединение элементов

4.1.1. Согласно присвоенному номеру стенда (варианта) выписать из табл. 1 исходные данные: частоту синусоидального напряжения и номера элементов на лабораторном стенде. Причем, прочерк в таблице означает отсутствие элемента в исходной схеме. Для элементов с переменными параметрами в таблице указаны положения переключателей.

4.1.2. Составить и начертить в отчете схему только с заданными элементами и указать на ней напряжения и токи, рис. 1.

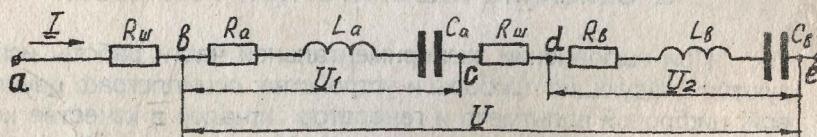


Рис. 1. Последовательное соединение элементов цепи

Таблица 1

Исходные данные для расчета схемы с последовательным соединением элементов

Номер стенда	Частота, Гц	Номер элемента					
		R_a	L_a	C_a	R_b	L_b	C_b
1	100	R_1	-	C_1	R_2	L_2	-
2	100	$R_{3-5п}$	$L_{3-2п}$	-	R_4	-	C_2
3	200	$R_{3-5п}$	-	C_1	R_4	L_1	-
4	200	R_1	-	C_2	$R_{3-5п}$	$L_{3-2п}$	-
5	300	$R_{3-3п}$	$L_{3-4п}$	-	$R_{5-5п}$	-	$C_{3-6п}$
6	300	$R_{5-3п}$	-	$C_{3-5п}$	$R_{3-7п}$	$L_{3-4п}$	-
7	400	$R_{5-5п}$	$L_{3-3п}$	-	$R_{3-2п}$	-	$C_{3-3п}$
8	400	$R_{3-2п}$	-	$C_{3-5п}$	$R_{5-5п}$	$L_{3-3п}$	-
9	500	$R_{5-5п}$	L_1	-	$R_{3-4п}$	-	C_2
10	500	$R_{5-5п}$	$L_{3-3п}$	-	$R_{3-4п}$	-	$C_{3-3п}$

4.1.3. Рассчитать угловую частоту ω , сопротивления катушек и конденсаторов, ток I , падения напряжений на участках цепи U_1 , U_2 , и на элементах цепи U_R , U_L , U_C , а также фазовые углы между напряжениями и током согласно схеме на рис.1. Определить мощности потребления энергии цепью: полную S , активную P и реактивную Q .

Расчет выполнить для синусоидального напряжения источника $U = 10$ В, соблюдая логическую последовательность с рубрикацией порядка и сопровождая по необходимости пояснениями.

Формулы для расчета приведены в методических указаниях.
4.1.4. Результаты расчета свести в табл. 4.

4.2. Параллельное соединение ветвей

Выписать из табл. 2 исходные данные: частоту синусоидального напряжения и номера элементов на лабораторном стенде.

Таблица 2

Исходные данные для расчета
схемы при параллельном соединении ветвей

Номер стенда	Час- тота, Гц	Номер элемента						
		R _a	L _a	C _a	R _b	L _b	C _b	C
1	100	R ₁	L ₁	-	R _{3-7п}	-	C ₂	C ₁
2	200	R ₁	L ₁	-	R _{3-7п}	-	C ₁	C ₂
3	300	R ₂	-	C ₁	R ₁	L _{3-3п}	-	C ₂
4	400	R ₂			R ₁	L _{3-3п}	C ₂	C ₁
5	500	R _{5-5п}	L _{3-4п}	-	R _{3-1п}		C _{3-3п}	C ₁
6	100	R _{3-6п}	-	C ₁	R ₄	L _{3-1п}	-	C ₂
7	200	R ₂	L _{3-2п}	-	R _{3-4п}	-	C _{3-5п}	C ₁
8	300	R ₂	L ₂	-	R _{3-4п}	--	C _{3-5п}	C ₁
9	400	R _{5-5п}	L _{3-3п}	-	R _{3-1п}	-	C ₁	C ₂
10	500	R ₂	L _{3-4п}	-	R ₁	-	C _{3-3п}	C ₁

4.2.1. Составить и начертить в отчете схему только с заданными элементами и указать на ней напряжение и токи, рис.2.

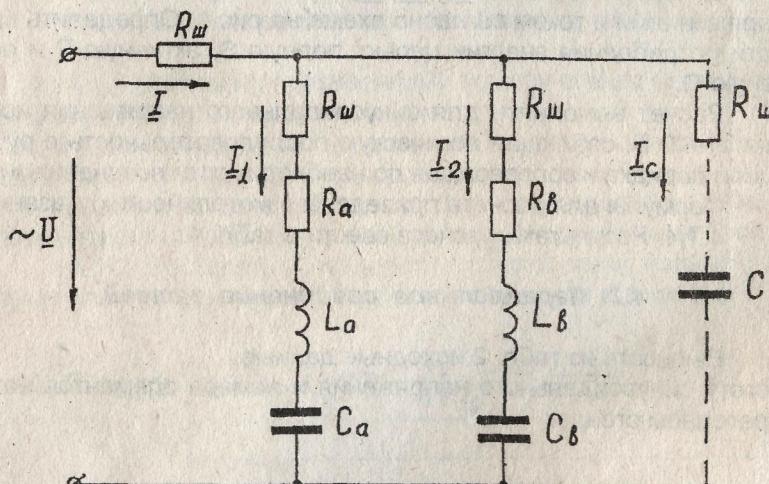


Рис. 2. Параллельное соединение ветвей

4.2.2. Рассчитать угловую частоту ω и сопротивления катушек и конденсаторов. При синусоидальном напряжении источника $U = 10$ В рассчитать ток источника I , токи ветвей I_1 и I_2 , углы сдвига фаз между входным напряжением и током ϕ , а также между входным напряжением и токами параллельных ветвей ϕ_1 , ϕ_2 . Определить полную S , активную P и реактивную Q мощности потребления энергии цепью.

Формулы для расчета приведены в методических указаниях.

4.2.3. Результаты расчета свести в табл. 5.

4.3. Смешанное соединение ветвей

4.3.1. Выписать из табл.3 исходные данные:
частоту синусоидального напряжения и номера элементов на лабораторном стенде.

Таблица 3

Исходные данные
для расчета схемы при смешанном соединении ветвей

Номер стенда	Час- тота, Гц	Номер элемента							
		R _a	L _a	C _a	R _b	L _b	C _b	R _c	L _c
1	100	R ₁	L ₂	-	R _{3-6п}	-	C ₁	R ₄	L _{3-1п}
2	200	R ₄	-	-	R ₂	L _{3-2п}	-	R _{3-4п}	-
3	300	R ₁	-	-	R ₂	L ₂	-	R _{3-4п}	-
4	400	R ₂	-	C _{3-4п}	R _{5-5п}	L _{3-3п}	-	R _{3-1п}	-
5	500	R _{3-4п}	L ₂	-	R ₂	L _{3-4п}	-	R ₁	-
6	100	R ₂	L ₂	-	R ₁	L ₁	-	R _{3-7п}	-
7	200	R _{5-5п}	L _{3-3п}	-	R ₁		C ₁	R _{3-7п}	-
8	300	R _{5-5п}	-	C ₁	R ₂	-	-	R ₁	L _{3-3п}
9	400	R _{3-1п}	L ₂	-	R ₂	-	C ₂	R ₁	L _{3-3п}
10	500	R ₂	L ₂	-	R _{5-5п}	L _{3-4п}	-	R _{3-1п}	-

4.3.2. Составить и начертить в отчете схему только из заданных элементов и указать на ней напряжения и токи, рис.3.

Таблица 4

Сравнение полученных результатов

Условия проведения опыта	U	I	U_1	U_2	U_{R1}	U_{L1}	U_{c1}	U_{R2}	U_{L2}	U_{c2}	Φ	Φ_1	Φ_2	S	P	Q
В	В	А	В	В	В	В	В	В	В	В	град.	град.	град.	ВА	Вт	Вар
Расчет																
Эксперимент																

Таблица 5

Сравнение полученных результатов

Условия проведения опыта	U	I	I_1	I_2	I_c	Φ	Φ_1	Φ_2	S	P	Q
В	В	А	А	А	А	град.	град.	град.	ВА	Вт	Вар
Расчет											
Эксперимент											

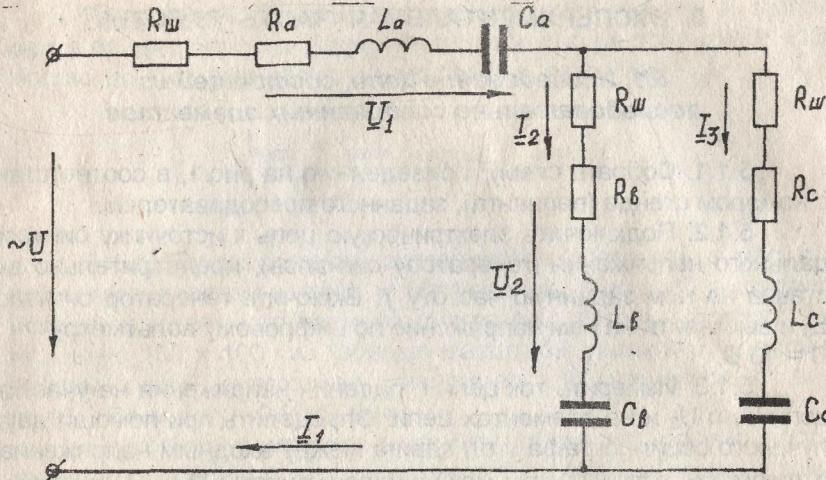


Рис.3. Смешанное соединение ветвей

4.3.3. Рассчитать угловую частоту ω и сопротивления катушек и конденсаторов. При синусоидальном напряжении источника $U = 10$ В рассчитать токи I_1 , I_2 , I_3 и падения напряжения на участках цепи U_1 , U_2 . Определить углы сдвига фаз между входным напряжением и током - ϕ , а также между напряжениями и токами участков цепи - ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 .

Формулы для расчета приведены в методических указаниях.

4.3.4. Результаты расчета свести в табл.6

Таблица 6

Сравнение полученных результатов

Условия проведения опыта	U	U_1	U_2	I_1	I_2	I_3	Φ	Φ_1	Φ_2	Φ_3
	В	В	В	А	А	А	град.	град.	град.	град.
Расчет										
Эксперимент										

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

5.1. Исследование цепи, состоящей из последовательно соединенных элементов

5.1.1. Собрать схему, приведенную на рис.1, в соответствии с номером стенда (варианта), заданного преподавателем.

5.1.2. Подключить электрическую цепь к источнику синусоидального напряжения (генератору сигналов), предварительно выставив на нем заданную частоту f . Включить генератор сигналов E_3 и выставить на нем напряжение по цифровому вольтметру $U = 10 \text{ В}$.

5.1.3. Измерить ток цепи I , падения напряжения на участках цепи U_1 и U_2 и на элементах цепи. Определить при помощи двухлучевого осциллографа угол сдвига между входным напряжением и током $- \phi$, а также углы между напряжениями U_1 и U_2 и током I , т.е. ϕ_1 и ϕ_2 соответственно.

Подключение входов двухлучевого осциллографа выполняется следующим образом. Для измерения угла ϕ необходимо общую точку присоединить к точке "а" схемы рис. 1, вход "У1" - к точке "е" и вход "У2" - к точке "в". При этом на вход первого канала "У1" будет подано входное напряжение U , а на вход второго канала "У2" - ток I .

Для измерения угла ϕ_1 следует общую точку и вход "У2" оставить без изменения, а вход "У1" присоединить к точке "с". В этом случае на вход первого канала "У1" будет подано напряжение первого участка цепи U_1 , а на вход второго канала "У2" - ток I .

Для измерения угла ϕ_2 необходимо общую точку присоединить к точке "с", вход "У1" - к точке "е" и вход "У2" - к точке "д".

Для удобства последующего анализа результатов исследования делать, в процессе всей работы, эскизные зарисовки с экрана осциллографа взаимного положения синусоид напряжения и тока для каждого случая определения угла сдвига фаз ϕ . При этом удостовериться в том, что на данном участке цепи имеет место правильное положение синусоид. Например, на участке с R , L ток должен отставать от напряжения и т.д.

Значения измеренных величин занести в табл. 4 и сравнить их с результатами, полученными при расчете в п.4.1.3. В случае значительного расхождения результатов, найти ошибки и исправить их.

Примечание. Расхождение результатов расчета и эксперимента принято считать допустимым, если оно не превышает $\pm 15\%$. Например, для тока расхождение определяется так:

$$\frac{|I_{\text{эксп.}} - I_{\text{расч.}}|}{I_{\text{эксп.}}} \cdot 100\% \leq \pm 15\%.$$

5.1.4. По результатам эксперимента построить в масштабе векторную диаграмму тока и напряжений. Масштаб выбирается исходя из желаемого размера диаграммы, который должен быть не менее $100 \times 100 \text{ мм}$. Обычно масштабы указывают в верхнем правом углу диаграммы, например, в следующем виде: $m_i = 0,1 \text{ В/мм}$ и $m_t = 0,0002 \text{ А/мм}$.

Векторная диаграмма позволяет проверить правильность и качество проведенного эксперимента, т.к. согласно второму закону Кирхгофа должно удовлетворяться уравнение $U_1 + U_2 = U$.

5.1.5. Проанализировать результаты расчета и эксперимента и сделать выводы.

5.2. Исследование цепи, состоящей из параллельно соединенных ветвей

5.2.1. Собрать схему, приведенную на рис.2, в соответствии с номером стенда (варианта), заданного преподавателем.

5.2.2. Подключить электрическую цепь к источнику синусоидального напряжения, предварительно выставив на нем заданную частоту f . Включить генератор сигналов E_3 и выставить на нем напряжение по цифровому вольтметру $U = 10 \text{ В}$.

5.2.3. Измерить токи цепи I , I_1 , I_2 , определить при помощи двухлучевого осциллографа углы сдвига фаз между входным напряжением U и токами $- \phi$, ϕ_1 , ϕ_2 . Измерения произвести для двух случаев: первый - без конденсатора C , второй - с включенным конденсатором C . Значения измеренных величин занести в табл. 5 и сравнить их с результатами, полученными при расчете в п. 4.2.3. В случае значительного расхождения результатов найти ошибки и исправить их.

Подключение входов осциллографа выполнить, используя рекомендации и опыт, полученные в п.5.1.3.

5.2.4. По результатам эксперимента построить в удобных масштабах векторные диаграммы напряжения и токов для двух режимов работы цепи: без конденсатора С и с конденсатором С.

Векторная диаграмма позволяет проверить правильность и качество проведенного эксперимента, т.к. согласно первому закону Кирхгофа должны выполняться уравнения:

$$I_1 + I_2 = I;$$

$$I_1 + I_2 + I_c = I.$$

5.2.5. Проанализировать результаты расчета и эксперимента и сделать выводы.

5.3. Исследование цепи, состоящей из смешанного соединения ветвей

5.3.1. Собрать схему, приведенную на рис.3, в соответствии с номером стенда (варианта), заданного преподавателем.

5.3.2. Подключить электрическую цепь к источнику синусоидального напряжения, предварительно выставив на нем заданную частоту f . Включить генератор сигналов E_2 и выставить на нем напряжение по цифровому вольтметру $U = 10 \text{ В}$.

5.3.3. Измерить напряжения U_1 , U_2 , токи I_1 , I_2 , I_3 . Определить при помощи двухлучевого осциллографа углы сдвига фаз между входным напряжением U и током $I_1 - \phi$, между напряжением U_1 и током $I_1 - \phi_1$, между напряжением U_2 и токами I_2 и I_3 - соответственно углы ϕ_2 и ϕ_3 .

Значения измеренных величин занести в табл.6 и сравнить их с результатами, полученными при расчете в п.4.3.3. В случае значительного расхождения результатов, найти ошибки и исправить их.

5.3.4. По результатам эксперимента построить в удобных масштабах векторную диаграмму напряжений и токов.

Векторная диаграмма позволяет проверить правильность и качество проведенного эксперимента, т.к. согласно законам Кирхгофа должны выполняться уравнения:

$$I_2 + I_3 = I_1;$$

$$\underline{U}_1 + \underline{U}_2 = \underline{U}.$$

5.3.5. Проанализировать результаты расчета и эксперимента и сделать выводы.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАБОТЕ

6.1. Расчет и исследование цепи при последовательном соединении элементов.

6.1.1. Выражение для определения полного сопротивления цепи имеет вид:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_a + \underline{Z}_b = R \pm jX = ze^{\pm j\varphi},$$

где $\underline{Z}_a = R_a + R_{LQ} + j(X_{La} - X_{ca})$ - полное сопротивление первого участка;

$\underline{Z}_b = R_b + R_{LB} + j(X_{Lb} - X_{cb})$ - полное сопротивление второго участка;

$(R_a + R_{LQ})$, $(R_b + R_{LB})$ - активные сопротивления первого и второго участков;

$(X_{La} - X_{ca})$, $(X_{Lb} - X_{cb})$ - реактивные сопротивления первого и второго участков;

$$z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ - модуль полного сопротивления;}$$

$$\varphi = \pm \arctg \frac{|X|}{R} \text{ - аргумент полного сопротивления.}$$

6.1.2. Ток, протекающий по цепи, определяется по закону Ома:

$$I = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = I e^{\pm j\psi}; \quad \underline{U} = U e^{j\Psi}; \quad \Psi = 0,$$

где \underline{U} - комплекс входного напряжения;

I - комплекс тока;

$|I|$ - модуль тока;

ψ - начальная фаза тока.

6.1.3. Падения напряжения на элементах участков цепи находятся по следующим выражениям:

$$\underline{U}_i = Z_i I_i = Z_i e^{\pm j\varphi_i} I_i e^{\pm j\Psi_i} = U_i e^{\pm j\Psi_i} \text{ или}$$

$$\begin{aligned}\underline{U}_i &= Z_i I_i = (R_i + R_{ii} + j(X_{ii} - X_{ci})) I_i = \\ &= U_{R_i} + U_{R_{ii}} + j(U_{L_i}^p - U_{ci}) = U_i e^{\pm j\Psi_i}\end{aligned}$$

- комплекс падения напряжения на i -м участке цепи;

U_i - модуль падения напряжения на i -м участке цепи;

Ψ_i - начальная фаза напряжения на i -м участке цепи;

$U_{R_i}, U_{R_{ii}}, U_{L_i}^p, U_{ci}$ - модули падения напряжения на элементах цепи i -го участка;

$U_{R_{ii}}, U_{L_i}^p$ - модули падения напряжения на активном и реактивном сопротивлениях i -й катушки;

$$U_{li} = \sqrt{U_{R_{ii}}^2 + (U_{L_i}^p)^2} \text{ - падение напряжения на } i\text{-й катушке;}$$

U_{ci} - падение напряжения на i -м конденсаторе.

6.1.4. Углы сдвига фаз между напряжениями и токами определяются разностью начальных фаз напряжения и тока:

$$\varphi = \Psi_i - \psi_i;$$

$$\varphi_1 = \Psi_{i1} - \psi_i;$$

$$\varphi_2 = \Psi_{i2} - \psi_i,$$

где Ψ_i, ψ_i - начальные фазы входного напряжения и тока;

Ψ_{i1}, Ψ_{i2} - начальные фазы напряжений на первом и втором участках цепи.

6.1.5. Мощность потребления энергии цепью определяется формулой

$$\underline{S} = \underline{U} \underline{I}^* = P \pm jQ = S e^{\pm j\varphi},$$

где $P = UI \cos \varphi$ - активная мощность;

$Q = UI \sin \varphi$ - реактивная мощность;

$S = UI$ - модуль полной мощности.

6.1.6. При последовательном соединении элементов цепи построение векторной диаграммы по результатам эксперимента

целесообразно начать с вектора тока, который является одним и тем же для всех элементов цепи. Направление вектора тока выбирается произвольно. Затем строятся в масштабе векторы напряжений на участках цепи \underline{U}_1 и \underline{U}_2 . При этом следует иметь в виду, что напряжение на активном сопротивлении совпадает по фазе с током, напряжение на индуктивности опережает ток по фазе на 90° , напряжение на емкости отстает по фазе от тока на 90° .

6.2. Расчет и исследование цепи при параллельном соединении ветвей

6.2.1. Комплексное полное сопротивление всей цепи определяется следующим образом:

$$Z = \frac{z_1 z_2}{z_1 + z_2} = z e^{\pm j\varphi}.$$

6.2.2. Величины токов определяются по формулам:

$$I = \frac{U}{Z} = I e^{\pm j\Psi_i};$$

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = I_1 e^{\pm j\Psi_{i1}};$$

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = I_2 e^{\pm j\Psi_{i2}}.$$

6.2.3. Углы сдвига фаз между напряжением \underline{U} и токами определяются разностью начальных фаз напряжения и соответствующих токов. Если принять начальную фазу входного напряжения равной нулю, то получим:

$$\varphi = \Psi_i - \psi_i = 0 - \psi_i;$$

$$\varphi_1 = \Psi_i - \Psi_{i1} = 0 - \Psi_{i1};$$

$$\varphi_2 = \Psi_i - \Psi_{i2} = 0 - \Psi_{i2}.$$

6.2.4. Выражения для определения мощности потребления энергии имеют вид, приведенный в п.6.1.5.

6.2.5. Построение векторной диаграммы по результатам эксперимента для цепи при параллельном соединении ветвей целе-

сообразно начать с вектора напряжения, являющегося одинаковым для всех параллельных ветвей. Направление вектора напряжения выбирается произвольно. Векторы токов строятся в удобных масштабах относительно вектора напряжения согласно измеренным на осциллографе углам сдвига фаз φ_1 , φ_2 , φ .

6.3. Расчет и исследование цепи при смешанном соединении ветвей

6.3.1. Комплексное полное сопротивление второй и третьей ветвей

$$Z_{23} = \frac{z_2 z_3}{z_2 + z_3} = z_{23} e^{\pm j\varphi_{23}} = R_{23} \pm jX_{23}.$$

6.3.2. Комплексное полное сопротивление всей цепи

$$z = z_1 + z_{23} = (R_1 \pm jX_1) + (R_{23} \pm jX_{23}) = z e^{\pm j\varphi},$$

6.3.3. Входной ток цепи

$$I_1 = \frac{U}{z} = I_1 e^{\pm j\Psi_{i1}}.$$

Если начальную фазу входного напряжения принять равно нулю, то $|I_{\Psi_{i1}}| = |\varphi|$.

6.3.4. Напряжение на первой ветви

$$U_1 = Z_1 I_1 = U_1 e^{\pm j\Psi_{i1}}.$$

6.3.5. Напряжение на второй и третьей ветвях

$$U_2 = z_{23} I_1 = U_2 e^{\pm j\Psi_{i2}}.$$

6.3.6. Токи второй и третьей ветвей:

$$I_2 = \frac{U}{z_2} = I_2 e^{\pm j\Psi_{i2}};$$

$$I_3 = \frac{U_2}{z_3} = I_3 e^{\pm j\Psi_{i3}}.$$

6.3.7. Углы сдвига фаз между напряжениями и токами определяются разностью соответствующих начальных фаз. Если принять начальную фазу входного напряжения равной нулю, то получим:

$$\varphi = \Psi_i - \Psi_{i1} = 0 - \Psi_{i1};$$

$$\varphi_1 = \Psi_{i1} - \Psi_{i1};$$

$$\varphi_2 = \Psi_{i2} - \Psi_{i1};$$

$$\varphi_3 = \Psi_{i3} - \Psi_{i1}.$$

6.3.8. Для построения векторной диаграммы схемы (см.рис.3) используются приемы, рассмотренные в п.6.1.6 и 6.2.5, при этом вначале выбираются удобные масштабы. Построение целесообразно начать с вектора напряжения U_2 , направление которого выбирается произвольно. Затем строятся векторы токов I_2 и I_3 относительно вектора напряжения U_2 под углами φ_2 и φ_3 соответственно. Геометрическая сумма токов I_2 и I_3 , согласно первому закону Кирхгофа, дает величину и направление вектора тока I_1 . Теперь под углом φ_1 по отношению к вектору тока I_1 строится вектор напряжения U_1 . Согласно второму закону Кирхгофа геометрическая сумма векторов напряжений U_1 и U_2 дает величину вектора входного напряжения U , который должен располагаться под углом φ по отношению к вектору тока I_1 .

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1. Что понимается под мгновенным и действующим значениями синусоидальных величин напряжения и тока?

7.2. Как определить максимальное значение (амплитуду) синусоидального напряжения и тока?

7.3. Как рассчитать полное сопротивление цепи при последовательном, параллельном и смешанном соединениях элементов?

7.4. Объясните порядок построения векторной диаграммы для цепи с последовательным, параллельным и смешанным соединениями элементов на примере Вашей лабораторной работы.

7.5. Какие энергетические процессы характеризуют активная и реактивная мощности, как они рассчитываются?

7.6. Что понимается под полной мощностью потребления энергии?

7.7. Как определить коэффициент мощности электрической цепи? Почему и как стремятся повысить его?

7.8. Напишите уравнения по второму закону Кирхгофа для электрической цепи с последовательным соединением элементов Вашей работы в двух формах: дифференциальной и символической. Объясните их физический смысл.

7.9. При каких условиях возникает резонанс напряжений, чем он характеризуется?

7.10. Как определить индуктивное сопротивление катушки и емкостное сопротивление конденсатора?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.105-79. ЕСКД. Общие требования к текстовым материалам.

2. ГОСТ 2.702-75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

3. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Т 1. Л.: Энергоиздат, 1981.

4. Основы теории цепей/ Г.В.Зевеке, П.А.Ионкин, А.В.Нетушил, С.В.Страхов. М.: Энергоатомиздат, 1989.

5. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Высш. шк., 1984.

Исследование линейных электрических однофазных цепей синусоидального тока. Методические указания к лабораторной работе №5 по теоретическим основам электротехники для студентов электротехнических специальностей

Составители: Юрий Александрович Кирпичников
Галина Владимировна Шурыгина

Редактор О.Ю.Губаревич
Тем.план 2000, поз.75
Лицензия ЛР № 020377 от 22.01.97
Подписано в печать 25.04.2000 Формат 60x84 1/16 Бумага тип.№ 1
Плоская печать Усл.печ.л.1,16 Уч.-изд.л.1,11 Тираж 100 экз.
Заказ 289 Бесплатно



Редакционно-издательский отдел МГТУ им.Г.И.Носова
455000, Магнитогорск, пр.Ленина, 38
Полиграфический участок МГТУ