

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Инженерный факультет

Кафедра «Энергетические средства и технический сервис»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Направление подготовки: 35.03.06 – Агроинженерия

Профили подготовки: Искусственный интеллект

Квалификация (степень)
выпускника: Бакалавр

Вологда – Молочное,
2023

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

1.1 Текущий контроль

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Результаты обучения (компетенции)	Наименование оценочного средства / Форма текущего контроля *	Метод контроля*
1	Тема 1.1 Электрические измерения и приборы.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторная работа: Проверка вольтметра и амперметра. Задачи.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради
2	Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторная работа: Виды соединений резисторов, проверка законов Кирхгофа и Ома (для цепей постоянного тока). Задачи.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради
3	Тема 1.3. Цепи однофазного переменного тока.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторные работы: Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора. Параллельное соединение индуктивной катушки и конденсатора. Компенсация реактивной мощности. Расчетно-графическое задание. Задачи.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради
4	Тема 1.4 Измерение мощности и энергии в цепях переменного тока.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторная работа: Учет электроэнергии в однофазной сети переменного тока.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради
5	Тема 2.1 Трансформаторы.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторные работы: Исследование однофазного трансформатора. Исследование режимов работы однофазных трансформаторов при параллельном соединении. Задачи	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради
6	Тема 2.2 Трехфазные электрические сети.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторные работы: Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников звездой. Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников треугольником. Исследова-	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради

			ние работы 3 ^x однофазных трансформаторов при подключении Y (звезда). Исследование работы 3 ^x однофазных трансформаторов при подключении по схеме Δ (треугольник). Расчетно - графическая работа. Задачи	
7	Тема 2.3 Тема 2.5 Асинхронные двигатели.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторная работа: Диагностика и Т.О. электродвигателей переменного и постоянного тока. Задачи	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради
8	Тема 3.1. Применение электрической энергии для получения электромагнитного спектра оптического диапазона в сельскохозяйственном производстве.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторная работа: Лампы, светильники, оптического диапазона излучения. Задачи.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради
9	Тема 4.1 Основы электроники. Полупроводниковые приборы.	ОПК-1, ПК-9	Лабораторная работа: Неуправляемый трёхфазный выпрямитель на полупроводниковых диодах. Задачи.	Устный опрос, проверка заполнения рабочей тетради

Компетенция ОПК-1 формируются у студентов при выполнении лабораторных работ, анализе полученного экспериментального материала, решении электротехнических задач и выполнения расчетно - графической работы. Компетенция ПК-9 формируется при монтаже электрических схем при выполнении лабораторных работ на лабораторных стендах.

1.2 Промежуточная аттестация

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация по учебной дисциплине (модулю) предусматривает проведение экзамена в шестом семестре. Для оценки результатов обучения используется метод тестирования.

2. Комплект оценочных материалов для проведения текущего контроля оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

2.1 Индивидуальное домашнее задание (РГР) служит для оценки освоения студентами ОПК - 1.

Индивидуальные задания

Выдается студентам на первом лабораторном занятии. Каждому студенту выдается методическое пособие по выполнению домашнего задания, в котором указывается индивидуальный номер задания. Методическое пособие представлено в электронном и печатном виде.

РАЗДЕЛ № 1

Анализ электрического состояния однофазных и трехфазных цепей синусоидального тока

З а д а ч а 1. К зажимам электрической цепи подключен источник синусоидального напряжения $u = U_m \sin(\omega t + \Psi_u)$, В частотой $f = 50$ Гц. Амплитуда, начальная фаза напряжения и параметры элементов цепи заданы в таблице 1. Схемы замещения цепи приведены на рисунках 1 - 30.

- З а д а н и е :** 1. Начертить схему замещения электрической цепи, соответствующую варианту, рассчитать сопротивления реактивных элементов цепи.
 2. Определить действующие значения токов во всех ветвях цепи.
 3. Записать уравнение мгновенного значения тока источника.
 4. Определить показание ваттметра и составить баланс активных и реактивных мощностей.
 5. Рассчитать напряжения на каждом элементе цепи.
 6. Построить векторную диаграмму токов, совмещенную с топографической векторной диаграммой напряжений.

У к а з а н и я к в ы б о р у в а р и а н т а : порядковый номер студента по списку деканата определяет номер схемы (рисунки 1- 30), а порядковый номер группы (последняя цифра) - выбор числовых данных в таблице 1.

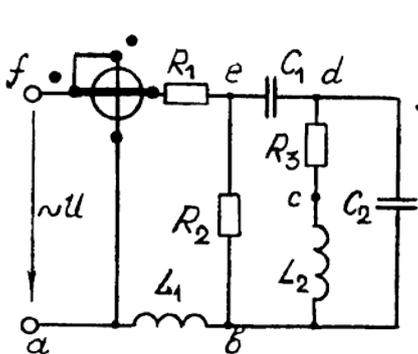


Рисунок 1

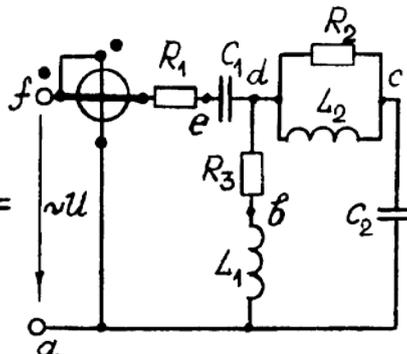


Рисунок 2

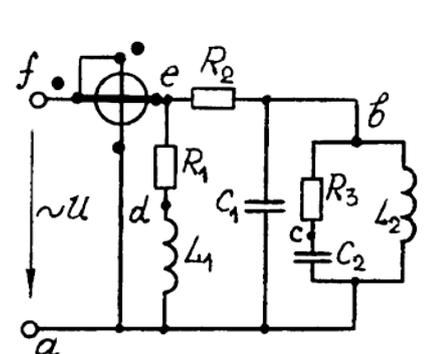


Рисунок 3

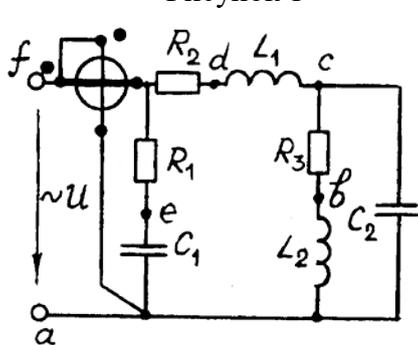


Рисунок 4

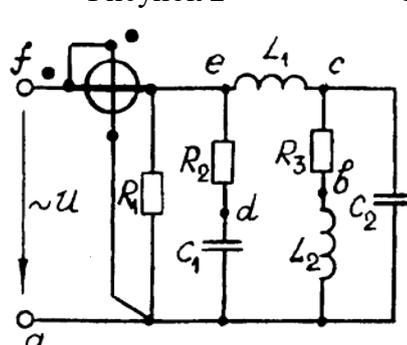


Рисунок 5

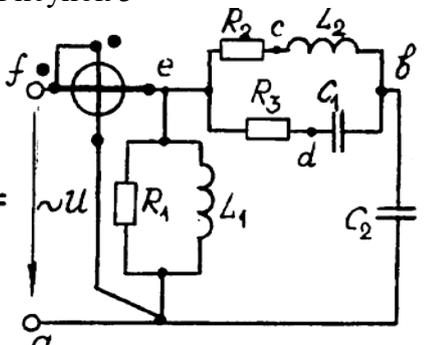


Рисунок 6

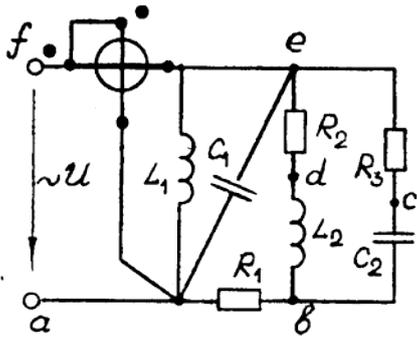


Рисунок 7

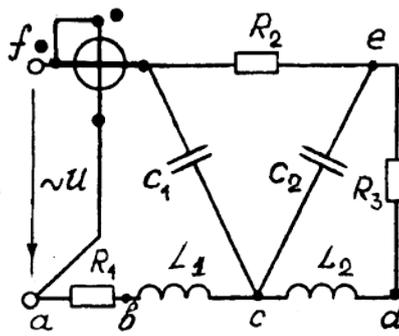


Рисунок 8

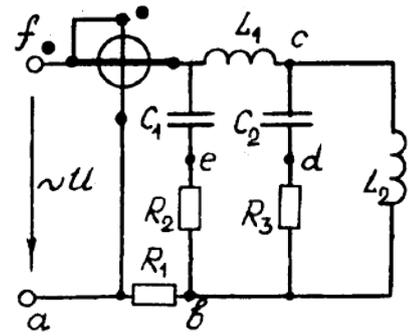


Рисунок 9

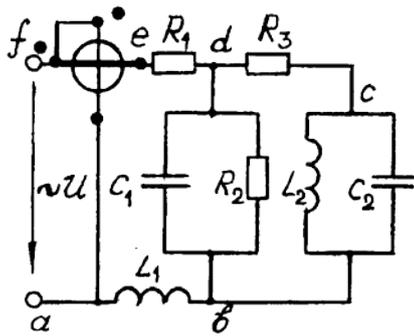


Рисунок 10

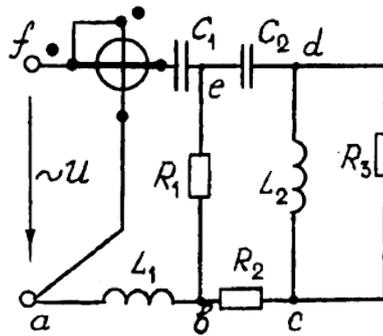


Рисунок 11

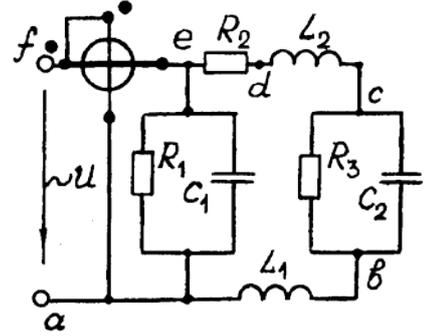


Рисунок 12

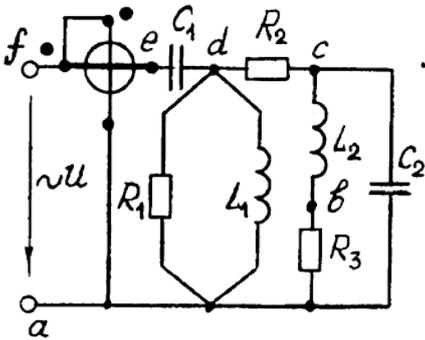


Рисунок 13

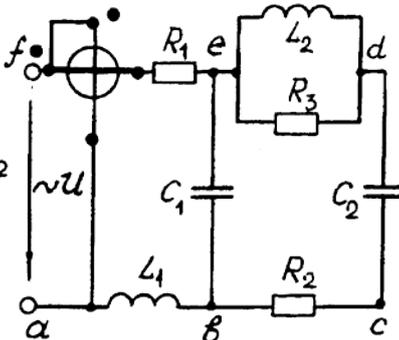


Рисунок 14

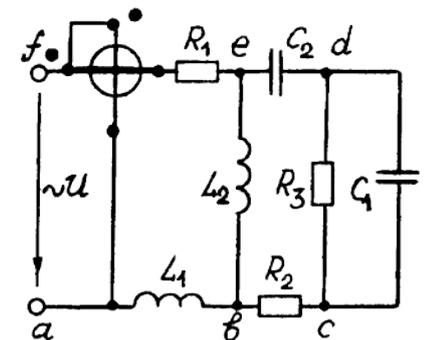


Рисунок 15

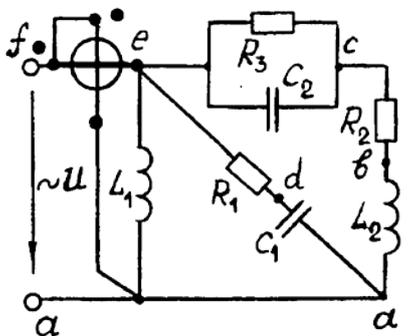


Рисунок 16

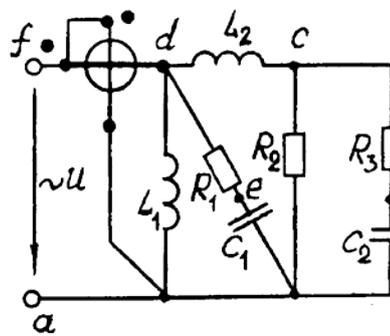


Рисунок 17

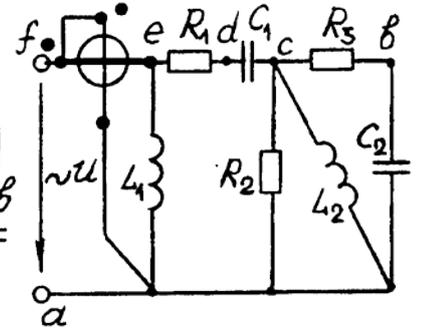


Рисунок 18

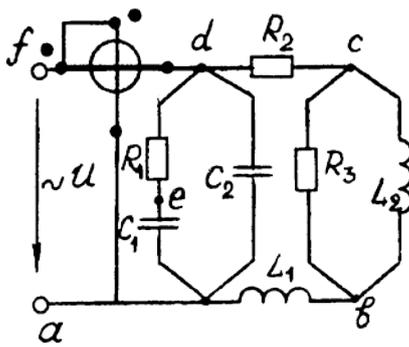


Рисунок 19

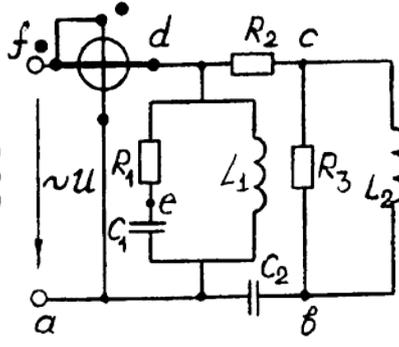


Рисунок 20

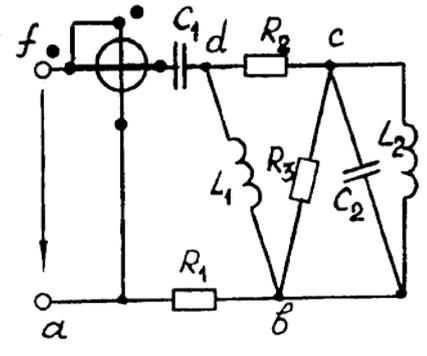


Рисунок 21

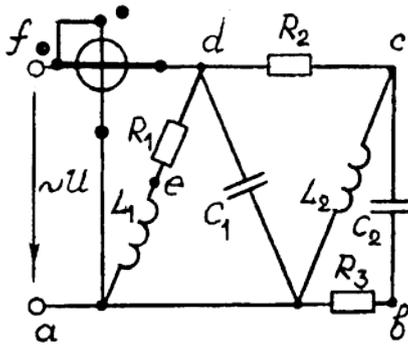


Рисунок 22

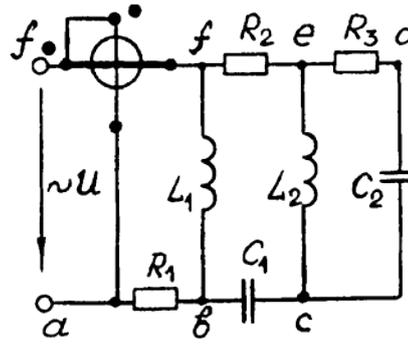


Рисунок 23

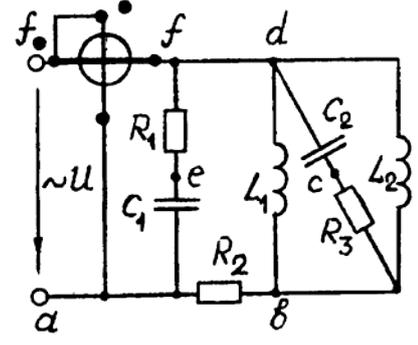


Рисунок 24

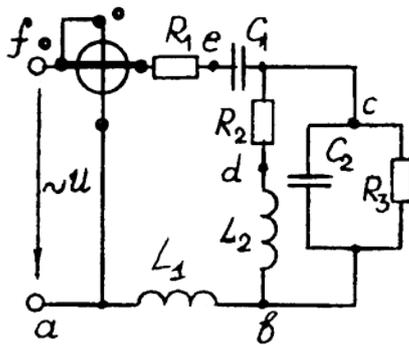


Рисунок 25

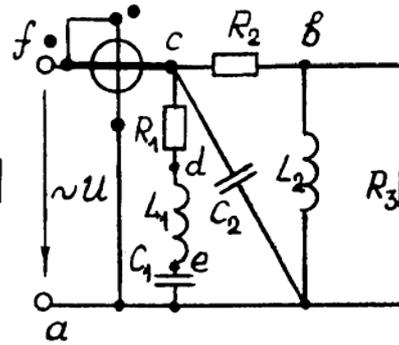


Рисунок 26

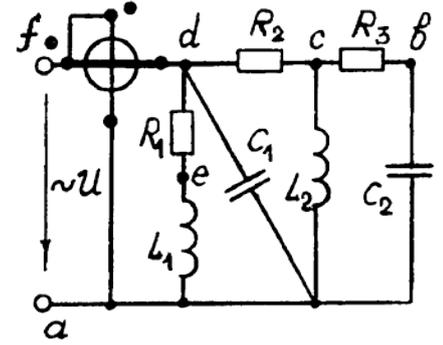


Рисунок 27

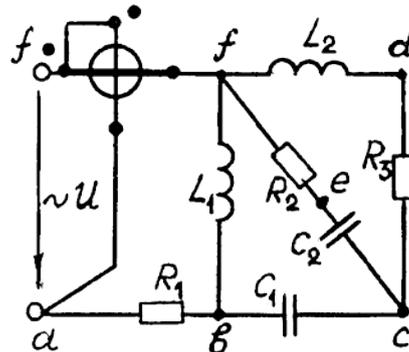


Рисунок 28

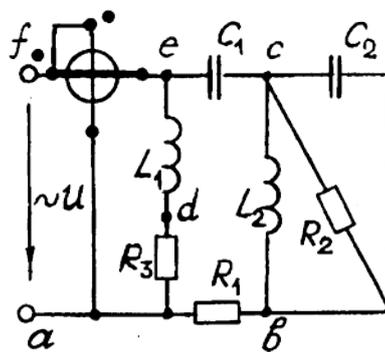


Рисунок 29

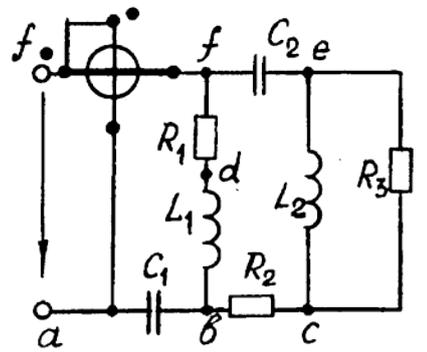


Рисунок 30

Т а б л и ц а 1

Номер группы	U_m , В	Ψ_u , град.	R_1	R_2	R_3	L_1	L_2	C_1	C_2
			Ом			мГн		мкФ	
1	180	60	25	50	30	79,5	127,2	127,2	79,5
2	311	30	20	30	80	63,6	127,2	79,5	53
3	536	-45	50	100	60	159	254,4	63,5	39,8
4	311	90	40	60	80	127,2	190,8	39,8	53
5	180	0	20	30	20	127,2	63,6	159	159
6	311	45	75	150	90	238,5	382	42,5	19,9
7	536	60	100	200	120	318	508,8	31,8	19,9
8	180	-20	15	30	50	159	127,2	79,5	106
9	311	30	30	45	30	190,8	95,4	106	106
10	180	60	10	15	10	63,6	31,8	318	318

Задача 2. В четырехпроводную трехфазную сеть включены три однофазных приемника и один симметричный трехфазный приемник. Номинальные напряжения сети и приемников даны в таблице 2, номинальные мощности и род нагрузки в таблице 3.

Задание: 1. Рассчитать сопротивления элементов схемы замещения приемников, используя их номинальные данные в таблицах 2. и 3.

2. На основании таблицы 2 выбрать и начертить схему включения приемников к трехфазной сети.

3. Определить фазные и линейные токи каждого приемника, токи в проводах сети.

4. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений, совмещенную с векторной диаграммой токов.

5. Выбрать и начертить схему включения ваттметров для измерения активной мощности всех приемников. Определить показания ваттметров и составить баланс активной мощности.

Указания к выбору варианта: порядковый номер группы (последняя цифра) определяет номинальные напряжения сети и приемников (таблица 2), а порядковый номер студента по списку деканата - номинальные мощности и род нагрузки (таблица 3.).

Таблица 2

Номер группы	Линейное напряжение сети $U_{л}$, В	Номинальное напряжение приемников $U_{ном}$, В	
		однофазных	трехфазного
1	380	380	220
2	220	127	127
3	380	220	380
4	220	220	220
5	380	380	380
6	220	220	127
7	380	220	220
8	220	127	220
9	380	220	380
10	220	220	127

Т а б л и ц а 3

№ с т у д е н т а	Однофазные приемники												Трехфазный симметричный приемник			
	№ 1				№ 2				№ 3				№ 4			
	$P_{\text{ном}}$, кВт	$Q_{\text{ном}}$, квар	$\cos\varphi$	Род нагр	$P_{\text{ном}}$, кВт	$Q_{\text{ном}}$, квар	$\cos\varphi$	Род нагр	$P_{\text{ном}}$, кВт	$Q_{\text{ном}}$, квар	$\cos\varphi$	Род нагр	$P_{\text{ном}}$, кВт	$Q_{\text{ном}}$, квар	$\cos\varphi$	Род нагр
1	10		0,8	инд		20	0,6	емк	30	30		емк	20		1	
2	16		0,9	емк	10		1		10		1		15		0,6	инд
3	30	30		инд		20	0	емк		30	0,7	инд			0,5	емк
4	5		0,8	инд	6	8		инд	10		0,6	емк	8		1	
5	12		1			12	0	емк	16	12		инд	20		0,8	инд
6	20		1		20	0			12		0,8	инд	10		0,7	емк
7	2	2		емк		2	0	емк	4	3		инд		5	0	емк
8	15		0,5	инд	15		1			20	0	емк	12		0,5	инд
9	15		1			10	0	инд	8	6		инд	18		1	
10	20		0,7	емк	18		0,5	инд	10	0			30		0,8	инд
11	4		1			4	0	емк	4	0			6	8		инд
12		6	0,6	инд	10		0,8	емк		5	0	инд	5		0,7	емк
13	14		1			14	0	емк	10	10		емк	16	12		инд
14	15		0,8	инд	15		0,8	инд		8	0,8	инд	25		0,9	емк
15	6		1			6	0	инд		6	0	емк		10	0,2	емк
16	25		0,5	инд		30	0	инд	40	0			50		0,9	емк
17	10		1			10	0	емк	0	10		инд	15	8		инд
18		50	0,7	емк	30		0,8	инд	30	0			35		1	
19	45		1		0	25		емк		25	0	инд	50		0,5	инд
20	2	2		инд	3	0			4		1		5		1	
21		4	0	емк	5		1		0	4		инд	3	4		инд
22	18		0,7	инд		18	0,7	инд		10	0	емк		20	0	емк
23	6		0,5	емк		5	0	инд	4	0			7		1	
24	50	0			30		0,5	инд	0	40		емк	32	24		инд
25	12		0,7	инд	12		0,7	инд	12		1		15		1	
26	8	6		емк		10	0	емк	5	5		инд	12	16		емк
27	40		1			30	0	инд	50	0			25		1	
28		50	0,7	инд	20	20		инд		30	0,7	инд	0	40		емк
29	14		0,5	емк		10	0	инд	10		1		15		0,6	инд
30	7		1			7	0	емк	0	7		емк	10		0,8	инд

Типовой расчет к задаче 1.

К зажимам электрической цепи, схема замещения которой приведена на рисунке 31, подключен источник синусоидального напряжения $u = 311 \sin(\omega t + 45^\circ)$, В частотой $f = 50$ Гц.

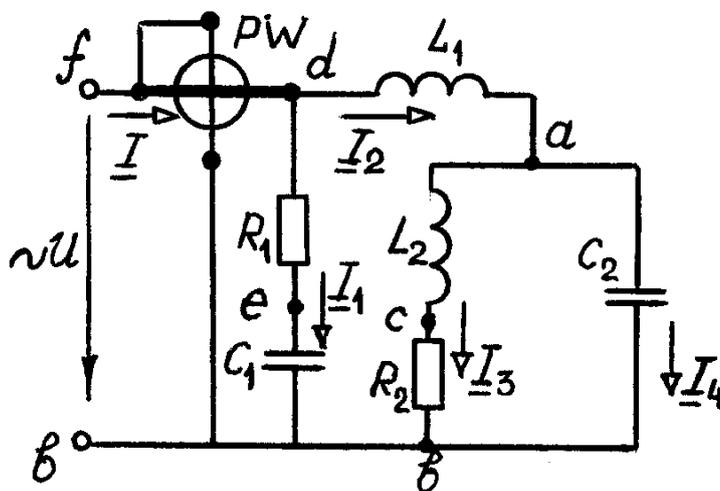


Рисунок 31

Параметры элементов схемы замещения: $R_1 = 5$ Ом; $R_2 = 8$ Ом; $L_1 = 39,8$ мГн; $L_2 = 19$ мГн; $C_1 = 162,5$ мкФ; $C_2 = 192$ мкФ.

З а д а н и е .

1. Рассчитать реактивные сопротивления элементов цепи.
2. Определить действующие значения токов во всех ветвях цепи.
3. Записать уравнение мгновенного значения тока источника.
4. Определить показание ваттметра и составить баланс активных и реактивных мощностей.
5. Рассчитать напряжения на каждом элементе цепи.
6. Построить векторную диаграмму токов, совмещенную с топографической векторной диаграммой напряжений.

Р е ш е н и е .

1. Реактивные сопротивления элементов цепи

$$X_1 = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{10^6}{314 \cdot 162,5} = 19,6 \text{ Ом},$$

где $\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314$ 1/с;

$$X_2 = \omega L_1 = 314 \cdot 39,8 \cdot 10^{-3} = 12,5 \text{ Ом};$$

$$X_3 = \omega L_2 = 314 \cdot 19 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ Ом};$$

$$X_4 = \frac{1}{\omega C_2} = \frac{10^6}{314 \cdot 192} = 16,6 \text{ Ом}.$$

2. Расчет токов в ветвях цепи выполняем методом эквивалентных преобразований. Находим комплексные сопротивления ветвей, затем участков цепи:

$$\underline{Z}_1 = R_1 - jX_1 = 5 - j19,6 = \sqrt{5^2 + 19,6^2} e^{j \arctg \frac{-19,6}{5}} = 20,2 e^{-j75,6^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_2 = jX_2 = j 12,5 = 12,5 e^{j90^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_3 = R_2 + jX_3 = 8 + j6 = 10 e^{j37^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_4 = -jx_4 = -j 16,6 = 16,6 e^{-j90^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{ab} = \frac{\underline{Z}_3 \cdot \underline{Z}_4}{\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4} = \frac{10e^{j37^\circ} \cdot 16,6e^{-j90^\circ}}{8 + j6 - j16,6} = \frac{166e^{-j53^\circ}}{13,3e^{-j53^\circ}} = 12,5 \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{dab} = \underline{Z}_2 + \underline{Z}_{ab} = j12,5 + 12,5 = 17,7 e^{j45^\circ} \text{ Ом}.$$

Эквивалентное сопротивление всей цепи можно не определять, так как в данном случае токи первой \underline{I}_1 и второй \underline{I}_2 ветвей можно найти по закону Ома для участка цепи db :

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_1} = \frac{220e^{j45^\circ}}{20,2e^{-j75,6^\circ}} = 10,9e^{j120,6^\circ} \text{ А};$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_{dab}} = \frac{220e^{j45^\circ}}{17,7e^{j45^\circ}} = 12,4 \text{ А}.$$

Тогда ток на общем участке цепи (ток источника)

$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = 10,9 \cos 120,6^\circ + j10,9 \sin 120,6^\circ + 12,4 = 11,6e^{j54^\circ} \text{ А}.$$

Для определения токов параллельных ветвей \underline{I}_3 и \underline{I}_4 рассчитаем напряжение на зажимах этих ветвей

$$\underline{U}_{ab} = \underline{Z}_{ab} \cdot \underline{I}_2 = 12,5 \cdot 12,4 = 155 \text{ В};$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_{ab}}{\underline{Z}_3} = \frac{155}{10e^{j37^\circ}} = 15,5e^{-j37^\circ} \text{ А};$$

$$\underline{I}_4 = \frac{\underline{U}_{ab}}{\underline{Z}_4} = \frac{155}{16,6e^{-j90^\circ}} = 9,35e^{j90^\circ} \text{ А}.$$

3. Уравнение мгновенного значения тока источника

$$i = 11,6 \cdot \sqrt{2} \sin(\omega t + 54^\circ) = 16,3 \sin(314 t + 54^\circ) \text{ А}.$$

4. Комплексная мощность цепи

$$\underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I}^* = 220 e^{j45^\circ} \cdot 11,6 e^{-j54^\circ} = 2550 e^{-j9^\circ} = 2510 - j 400 \text{ В}\cdot\text{А}.$$

Ваттметр показывает отдаваемую источником активную мощность, которая равна действительной части комплексной мощности

$$P_w = P_{\text{ист}} = \text{Re} [\underline{S}] = 2510 \text{ Вт}.$$

Реактивная мощность источника равна мнимой части комплексной мощности

$$Q_{\text{ист}} = \text{Im} [\underline{S}] = -400 \text{ вар}$$

(знак минус определяет емкостный характер мощности).

Активная $P_{\text{пр}}$ и реактивная $Q_{\text{пр}}$ мощности приемников

$$P_{\text{пр}} = R_1 I_1^2 + R_2 I_3^2 = 5 \cdot 10,9^2 + 8 \cdot 15,5^2 = 2510 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{пр}} = -X_1 I_1^2 + X_2 I_2^2 + X_3 I_3^2 - X_4 I_4^2 = -400 \text{ вар}.$$

Баланс мощностей выполняется $P_{\text{ист}} = P_{\text{пр}}; Q_{\text{ист}} = Q_{\text{пр}}$.

5. Напряжения на элементах схемы замещения цепи:

$$U_{de} = R_1 I_1 = 5 \cdot 10,9 = 54,5 \text{ В};$$

$$U_{eb} = X_1 I_1 = 19,6 \cdot 10,9 = 214 \text{ В};$$

$$U_{da} = X_2 I_2 = 12,5 \cdot 12,4 = 155 \text{ В};$$

$$U_{ac} = X_3 I_3 = 6 \cdot 15,5 = 93 \text{ В};$$

$$U_{cb} = R_2 I_3 = 8 \cdot 15,5 = 124 \text{ В}.$$

6. На комплексной плоскости в масштабе откладываем векторы токов в соответствии с расчетными значениями, при этом положительные фазовые углы отсчитываем от оси +1 против часовой стрелки, а отрицательные – по часовой стрелке. Так, вектор тока

$\underline{I}_1 = 10,9 e^{j120,6^\circ}$ А повернут относительно оси +1 на угол $120,6^\circ$ и длина его в масштабе определяет ток $10,9$ А; вектор тока $\underline{I}_2 = 12,4$ А совпадает с осью действительных величин и т.д. (рисунок 32).

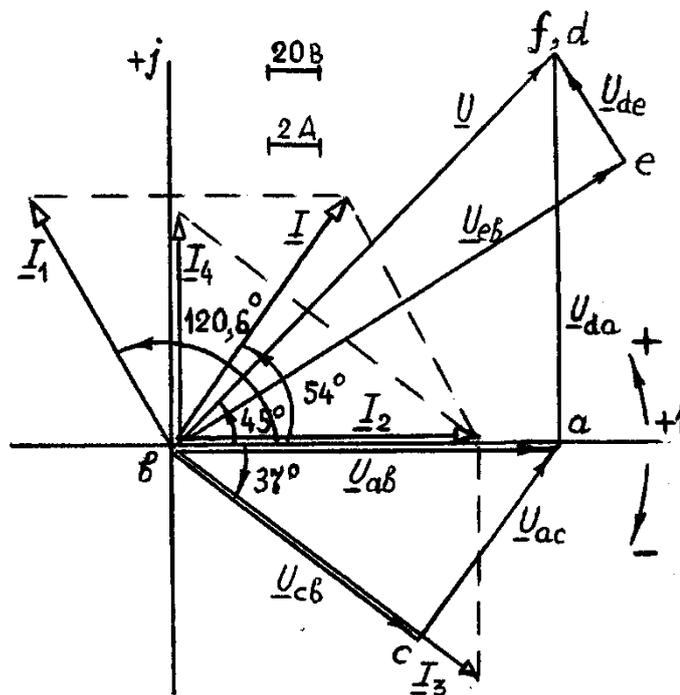


Рисунок 32

На топографической векторной диаграмме напряжений каждой точке диаграммы соответствует определенная точка электрической цепи. Построение векторов напряжения ведем, соблюдая порядок расположения элементов цепи и ориентируя векторы напряжения относительно векторов тока: на активном сопротивлении ток и напряжение совпадают по фазе, на индуктивном элементе напряжение опережает ток на угол $\pi/2$, а на емкостном – напряжение отстает от тока на угол $\pi/2$. Направление обхода участков цепи выбираем, как принято, противоположно положительному направлению токов. Обход начинаем от точки b , потенциал которой принимаем за исходный ($\phi_b=0$). Точку b помещаем в начало координат комплексной плоскости. При переходе от точки b к точке e потенциал повышается на величину падения напряжения в емкостном сопротивлении X_1 . Вектор этого напряжения \underline{U}_{eb} отстает по фазе от вектора \underline{I}_1 на угол $\pi/2$. Конец вектора \underline{U}_{eb} определяет потенциал точки e . Потенциал точки d выше потенциала точки e на величину падения напряжения $U_{de} = R_1 I_1$. Вектор \underline{U}_{de} откладываем от точки e параллельно току \underline{I}_1 . Конец вектора \underline{U}_{de} определяет потенциал точки d . Соединив отрезком прямой точки b и d , получим вектор напряжения на зажимах цепи $\underline{U} = \underline{U}_{de} = 220 e^{j45^\circ}$ В.

Аналогично строим векторы напряжений других участков цепи, сохраняя обход навстречу току. От точки b проводим вектор \underline{U}_{cb} параллельно вектору тока \underline{I}_3 . Конец вектора \underline{U}_{cb} определяет потенциал точки c . От точки c откладываем вектор \underline{U}_{ac} , опережающий ток \underline{I}_3 на угол $\pi/2$, т.к. участок содержит индуктивное сопротивление X_3 . Затем от точки a откладываем вектор \underline{U}_{da} , опережающий \underline{I}_2 на $\pi/2$. Так как обмотка тока ваттметра имеет пренебрежимо малое сопротивление, то падение напряжения на ней ничтожно и потенциалы точек f и d практически одинаковы. На топографической диаграмме напряжений эти точки совпадают.

Типовой расчет к задаче 2.

В четырехпроводную трехфазную сеть линейным напряжением 380 В включены три однофазных приемника и один симметричный трехфазный приемник, номинальные данные которых приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Номинальные данные		$U_{ном},$ В	$P_{ном},$ кВт	$Q_{ном},$ квар	$\cos \varphi$	Род нагрузки
Однофазные приемники	№1	220	4.84	0		
	№2	220	0	4,84		индукт.
	№3	220		4,84	0	емкост.
Трехфазный приемник	№4	380	34,6	26		индукт.

З а д а н и е .

1. Рассчитать сопротивления элементов схемы замещения приемников.
2. Выбрать и начертить схему включения приемников к трехфазной сети.
3. Определить фазные и линейные токи приемников, токи в проводах сети.
4. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений, совмещенную с векторной диаграммой токов.
5. Выбрать и начертить схему включения ваттметров для измерения активной мощности на зажимах цепи. Определить показания ваттметров и составить баланс активной мощности.

Р е ш е н и е .

1. Сопротивления элементов схемы замещения приемников рассчитываем, используя их номинальные данные в таблице 4.

Полное сопротивление однофазного приемника

$$Z = \frac{U_{ном}}{I_{ном}} = \frac{U_{ном}^2}{P_{ном}} \cos \varphi \quad \text{или} \quad Z = \frac{U_{ном}^2}{Q_{ном}} \sin \varphi .$$

Активное R и реактивное X сопротивления

$$R = Z \cos \varphi = \frac{U_{ном}^2}{P_{ном}} \cos^2 \varphi ; \quad X = Z \sin \varphi = \frac{U_{ном}^2}{Q_{ном}} \sin^2 \varphi .$$

Комплексное сопротивление $\underline{Z} = Z e^{j\varphi}$.

Таким образом, для однофазных приемников:

$$\underline{Z}_1 = \frac{220^2}{4,84 \cdot 10^3} \cdot 1 = 10 \text{ Ом}$$

(реактивная мощность $Q_{ном} = 0$, значит, приемник активный, $\cos \varphi = \frac{P_{ном}}{S_{ном}} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{P_{ном}^2 + Q_{ном}^2}} = 1 ; \varphi = 0$),

$$R_1 = 10 \cdot 1 = 10 \text{ Ом}, \quad X_1 = 0, \quad \underline{Z}_1 = 10 e^{j0^\circ} = 10 \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_2 = \frac{220^2}{4,84 \cdot 10^3} \cdot 1 = 10 \text{ Ом}$$

(здесь $P_{ном} = 0$, значит, $\cos \varphi = 0$, $\sin \varphi = 1$, $\varphi = +90^\circ$, так как род нагрузки индуктивный),

$$R_2 = 0, \quad X_2 = 10 \text{ Ом}, \quad \underline{Z}_2 = 10 e^{j90^\circ} \text{ Ом};$$

$$\text{№3} \quad Z_3 = \frac{220^2}{4,84 \cdot 10^3} \cdot 1 = 10 \text{ Ом}$$

($\cos \varphi = 0$ и $P_{\text{НОМ}} = 0$, а $\sin \varphi = -90^\circ$, так как род нагрузки емкостный),
 $Z_3 = 10 e^{-j90^\circ}$ Ом.

Полное сопротивление симметричного трехфазного приемника

$$\text{№4} \quad Z_4 = \frac{U_{\text{НОМ}}}{I_{\text{НОМ}}} = \frac{3U_{\text{НОМ}}^2}{P_{\text{НОМ}}} \cos \varphi,$$

где $P_{\text{НОМ}} = 3U_{\text{НОМ}}I_{\text{НОМ}} \cos \varphi$

$$\text{или} \quad Z_4 = \frac{3U_{\text{НОМ}}^2}{Q_{\text{НОМ}}} \sin \varphi = \frac{3 \cdot 380^2}{26 \cdot 10^3} \cdot 0,6 = 10 \text{ Ом},$$

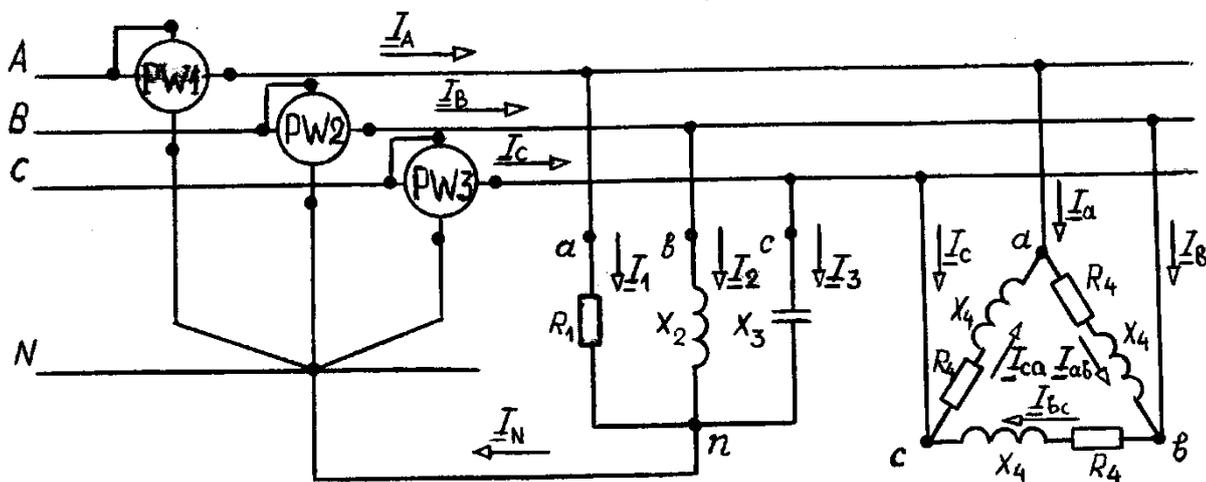
$$\sin \varphi = \frac{Q_{\text{НОМ}}}{\sqrt{P_{\text{НОМ}}^2 + Q_{\text{НОМ}}^2}} = \frac{26}{\sqrt{34,6^2 + 26^2}} = 0,6;$$

$$R_4 = Z_4 \cos \varphi = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ Ом}, \quad X_4 = Z_4 \sin \varphi = 6 \text{ Ом},$$

$$\underline{Z}_4 = 8 + j6 = 10 e^{j37^\circ} \text{ Ом}.$$

2. Схема включения приемников определяется в зависимости от их номинального напряжения $U_{\text{НОМ}}$ и линейного напряжения трехфазной сети $U_{\text{Л}}$. Если $U_{\text{НОМ}} = U_{\text{Л}}$, то используется соединение треугольником. Если же $U_{\text{НОМ}} = U_{\text{Ф}} = U_{\text{Л}} / \sqrt{3}$, то звездой.

Таким образом, однофазные приемники с $U_{\text{НОМ}} = 220$ В необходимо подключить к трехфазной сети с $U_{\text{Л}} = 380$ В по схеме звезды. Так как приемники несимметричны $Z_1 \neq Z_2 \neq Z_3$, то необходим нейтральный провод, который обеспечит равенство по величине фазных напряжений приемников $U_{\text{НОМ}} = U_{\text{Ф}} = U_{\text{Л}} / \sqrt{3} = 220$ В. Схема включения приемников к



трехфазной сети приведена на рисунке 33.

Рисунок 33

3. Определяем фазные и линейные токи приемников. С этой целью запишем комплексные действующие значения фазных напряжений сети, совместив вектор \underline{U}_A с осью действительных величин (рисунок 2.34).

$$\underline{U}_A = \underline{U}_a = 220 e^{j0^\circ} = 220 \text{ В};$$

$$\underline{U}_B = \underline{U}_b = 220 e^{-j120^\circ} \text{ В};$$

$$\underline{U}_C = \underline{U}_c = 220 e^{+j120^\circ} \text{ В}.$$

Тогда линейные напряжения сети (они же фазные напряжения приемника, соединенного треугольником)

$$\underline{U}_{AB} = \underline{U}_{ab} = 380 e^{j30^\circ} \text{ В};$$

$$\underline{U}_{BC} = \underline{U}_{bc} = 380 e^{-j90^\circ} \text{ В};$$

$$\underline{U}_{CA} = \underline{U}_{ca} = 380 e^{j150^\circ} \text{ В}.$$

Фазные (они же линейные) токи однофазных приемников

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_a}{\underline{Z}_1} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А};$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_b}{\underline{Z}_2} = \frac{220e^{-j120^\circ}}{10e^{j90^\circ}} = 22 e^{-j210^\circ} = -19 + j11 \text{ А};$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_c}{\underline{Z}_3} = \frac{220e^{j120^\circ}}{10e^{-j90^\circ}} = 22 e^{j210^\circ} = -19 - j11 \text{ А}.$$

Ток нейтрального провода

$$\underline{I}_N = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = 22 - 19 + j11 - 19 - j11 = -16 \text{ А}$$

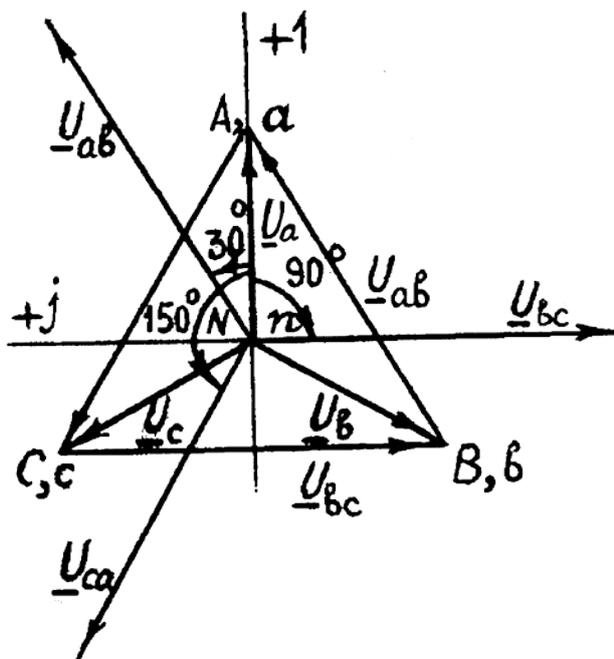


Рисунок 34

Фазные токи симметричного трехфазного приемника

$$\underline{I}_{ab} = \frac{\underline{U}_{ab}}{\underline{Z}_4} = \frac{380e^{j30^\circ}}{10e^{j37^\circ}} = 38e^{-j7^\circ} = 37,7 - j4,64 \text{ А};$$

$$\underline{I}_{bc} = \frac{\underline{U}_{bc}}{\underline{Z}_4} = \frac{380e^{-j90^\circ}}{10e^{j37^\circ}} = 38e^{-j127^\circ} = -22,8 - j30,36 \text{ А}$$

или $\underline{I}_{bc} = \underline{I}_{ab} e^{-j120^\circ} = 38 e^{j(-7^\circ - 120^\circ)} = 38 e^{-j127^\circ} \text{ А};$

$$\underline{I}_{ca} = \frac{\underline{U}_{ca}}{\underline{Z}_4} = \frac{380e^{j150^\circ}}{10e^{j37^\circ}} = 38e^{j113^\circ} = -14,9 + j35 \text{ А}$$

или
$$\underline{I}_{ca} = \underline{I}_{ab} e^{j120^\circ} = 38 e^{j(-7^\circ+120^\circ)} = 38 e^{j113^\circ} \text{ А.}$$

Линейные токи симметричного трехфазного приемника

$$\begin{aligned} \underline{I}_a &= \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca} = 52,6 - j39,64 = 66e^{-j37^\circ} \text{ А;} \\ \underline{I}_b &= \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab} = -60,5 - j25,72 = 66e^{-j157^\circ} \text{ А;} \\ \underline{I}_c &= \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc} = 7,9 + j65,36 = 66e^{j83^\circ} \text{ А.} \end{aligned}$$

Токи в линейных проводах сети определяем по первому закону Кирхгофа:

$$\begin{aligned} \underline{I}_A &= \underline{I}_1 + \underline{I}_a = 22 + 52,6 - j39,64 = 74,6 - j39,64 = 84,5e^{-j28^\circ} \text{ А;} \\ \underline{I}_B &= \underline{I}_2 + \underline{I}_b = -79,5 - j14,72 = 81e^{j190,5^\circ} \text{ А;} \\ \underline{I}_C &= \underline{I}_3 + \underline{I}_c = -11,1 + j54,36 = 55,3e^{j101,5^\circ} \text{ А.} \end{aligned}$$

4. Для построения векторной топографической диаграммы напряжений векторы фазных $\underline{U}_a, \underline{U}_b, \underline{U}_c$, затем линейных $\underline{U}_{ab}, \underline{U}_{bc}, \underline{U}_{ca}$ напряжений размещаем на комплексной плоскости (рисунок 35). Вершины a, b, c треугольника напряжений определяют потенциалы соответствующих точек цепи.

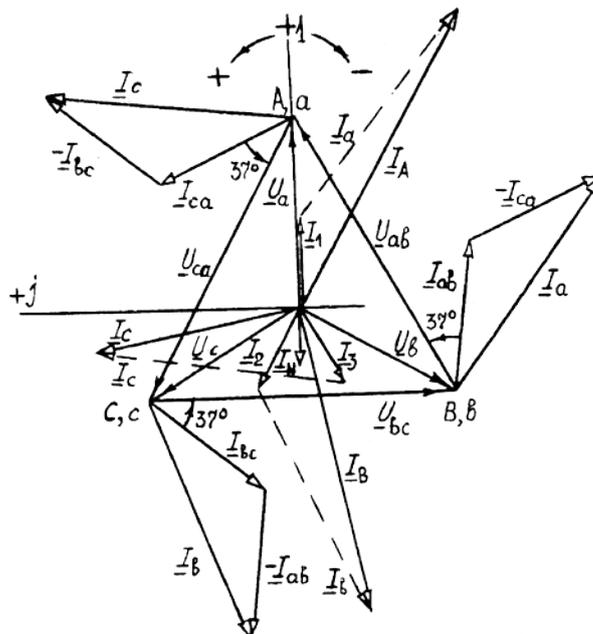
Векторы токов однофазных приемников $\underline{I}_1, \underline{I}_2, \underline{I}_3$ откладываем от начала координат комплексной плоскости в соответствии с расчетными значениями. Вектор \underline{I}_1 совпадает по фазе с вектором \underline{U}_a , так как приемник №1 чисто активный, вектор \underline{I}_2 отстает по фазе от \underline{U}_b на $\pi/2$, поскольку приемник №2 индуктивный и вектор \underline{I}_3 опережает по фазе \underline{U}_c на $\pi/2$, так как приемник №3 емкостный. Вектор тока \underline{I}_N строим согласно уравнению $\underline{I}_N = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3$. Векторы фазных токов $\underline{I}_{ab}, \underline{I}_{bc}, \underline{I}_{ca}$ симметричного трехфазного приемника, имеющего $Z_4 = 10e^{j37^\circ}$ Ом, ориентируем относительно напряжений $\underline{U}_{ab}, \underline{U}_{bc}, \underline{U}_{ca}$. Токи отстают по фазе от напряжений на 37° .

Рисунок 35.

Линейные токи симметричного приемника №4 определяем разностью векторов фазных токов $\underline{I}_a = \underline{I}_{ab} - \underline{I}_{ca}$; $\underline{I}_b = \underline{I}_{bc} - \underline{I}_{ab}$; $\underline{I}_c = \underline{I}_{ca} - \underline{I}_{bc}$.

Для построения вектора тока $\underline{I}_A = \underline{I}_1 + \underline{I}_a$ с конца вектора \underline{I}_1 откладываем вектор \underline{I}_a и получаем результирующий вектор \underline{I}_A . Аналогично строим векторы

$$\underline{I}_B = \underline{I}_2 + \underline{I}_b; \quad \underline{I}_C = \underline{I}_3 + \underline{I}_c.$$



5. Измерение активной мощности в трехфазных цепях может осуществляться методом одного, двух или трех ваттметров. Метод одного ваттметра используется лишь в симметричных цепях, метод двух ваттметров пригоден для трехпроводных цепей при любой

асимметрии. В четырехпроводных цепях применяется метод трех ваттметров. Анализируемая цепь четырехпроводна, и мы должны использовать метод трех ваттметров. Схема их включения дана на рисунке 33.

Показание каждого ваттметра определяется напряжением, приложенным к его обмотке напряжения, током, протекающим по обмотке тока, и косинусом угла сдвига фаз между напряжением и током:

$$P_A = U_A I_A \cos(\Psi_{U_A} - \Psi_{I_A}) = 220 \cdot 84,5 \cos(0^\circ + 28^\circ) = 16,38 \text{ кВт};$$

$$P_B = U_B I_B \cos(\Psi_{U_B} - \Psi_{I_B}) = 220 \cdot 81 \cos(-120^\circ - 190,5^\circ) = 11,53 \text{ кВт};$$

$$P_C = U_C I_C \cos(\Psi_{U_C} - \Psi_{I_C}) = 220 \cdot 55,3 \cos(120^\circ - 101,5^\circ) = 11,53 \text{ кВт}.$$

Активная мощность на зажимах цепи

$$P_{\text{ист}} = P_A + P_B + P_C = 39,44 \text{ кВт}.$$

Активная мощность, потребляемая приемниками,

$$P_{\text{пр}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 4,84 + 34,6 = 39,44 \text{ кВт}.$$

Баланс активной мощности выполняется.

2.2 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ служат для оценки освоения студентом ОПК - 1 и ПК - 9

Экзамен проводится в виде тестового задания. Процедура проведения тестирования, пример тестового задания, условия задач и их решение, критерии оценочных показателей представлены ниже.

Экзамен проводится в форме теста, по лекционному, лабораторно – практическому и расчетно – графическому материалу курса.

Порядок тестирования

1. Перед началом тестирования студентам разъясняется порядок тестирования.
2. Раздаются тесты и запускается отсчет времени (2 часа).
3. По истечении времени, тесты собираются, вне зависимости от объема решенных заданий.
4. Проводится проверка тестов и подведение итогов.

1. На титульном листе студентом заполняются разделы:

- Ф.И.О.

- группа.

- дата.

2. Из предложенных вариантов блока ответа студент выбирает один, который считает правильным. И записывает его на титульном листе теста.

4. Если в ответе отмечены несколько вариантов ответов, то вопрос засчитывается как **неправильно решенный**.

5. Тест состоит из 22^x вопросов и 3^x задач. Суммарный балл тестового задания складывается:

- по $1^{\text{му}}$ баллу за каждый правильно отвеченный тестовый вопрос;

- по 3 балла за каждую правильно решенную задачу.

Итого максимальный балл теста – 31.

Отлично – (27 - 31) балл;

Хорошо – (22 - 26) баллов;

Удовлетворительно - (16 - 21) балл;

Неудовлетворительно – менее 16 баллов.

На экзамене потребуется ручка и калькулятор. За использование сотового телефона - удаление с экзамена.

Вопросы для подготовки к тестовому экзамену.

1. Алгебра логики Дж. Буля.
2. Анализ разветвленных электрических цепей с несколькими источниками с помощью законов Кирхгофа.
3. В каких случаях при измерениях пользуются графиком поправок?
4. Виды полупроводниковых диодов, их графическое обозначение.
5. Виды тиристоров, их графическое обозначение.
6. Влияние частоты питающего тока, числа пар полюсов, напряжения и сопротивления ротора на частоту вращения ротора и вид механической характеристики трехфазного электрического двигателя переменного тока.
7. Графическое обозначение логических элементов.
8. Диапазон электромагнитных излучений, границы, область применения.
9. Для чего («прозванивается») определяется величина сопротивления обмоток двигателя.
10. Достоинства и недостатки электронного электрического счетчика?
11. Закон Ома для всей электрической цепи.
12. Защита электродвигателя от короткого замыкания с помощью плавких вставок и автоматических выключателей.
13. Значение коэффициента мощности ($\cos\varphi$). Факторы, понижающие коэффициент мощности. Способы его увеличения.
14. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Область применения, подключение.
15. Источники оптического излучения, классификация, «+» и «-».
16. Исходные материалы, применяемые для изготовления полупроводниковых диодов, их свойства.
17. Исходные материалы, применяемые для изготовления тиристоров, их свойства.
18. Как определить техническое состояние изоляции в трехфазном асинхронном электродвигателе?
19. Как определяется полное сопротивление цепи переменного тока?
20. Как определяют поправки к показаниям прибора?
21. Как передается ротору двигателя электрическая энергия?
22. Как получают переменную ЭДС. Трехфазная система ЭДС.
23. Как получают полупроводниковую структуру р-п или п-р типа.
24. Как получают постоянную ЭДС.
25. Как распределяются токи и напряжения при параллельном соединении резисторов?
26. Как распределяются токи и напряжения при последовательном соединении резисторов?
27. Как рассчитать действующий ток линейной неразветвленной электрической цепи синусоидального тока с приемниками, характеризуемыми параметрами R , L , C ?
28. Как регулируют ЭДС в генераторе постоянного тока.
29. Какие существуют погрешности измерительных приборов?
30. Какими параметрами характеризуется переменная ЭДС.
31. Какое магнитное поле создается в индукторе двигателя постоянного тока?
32. Какое магнитное поле создается в статоре трехфазного асинхронного электродвигателя?
33. Какое явление называют резонансом напряжений, и каковы его характерные признаки?
34. Какую функцию выполняют индуктивность и емкость в цепи переменного тока?
35. Какую электрическую энергию учитывает механический счетчик?
36. Классификация водонагревателей.
37. Классификация машин постоянного тока, их схемы.
38. Классификация ЭД постоянного тока.
39. Классификация электродвигателей переменного тока.

40. Комплексное представление мощности.
41. Коэффициент мощности.
42. Коэффициент трансформации трансформатора.
43. Логические элементы на базе цифровых устройств.
44. Магнитная цепь, параметры. Закон электромагнитной индукции, самоиндукции, взаимной индукции.
45. Методы расчетов при анализе цепей постоянного тока.
46. Мощности в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение. Треугольник мощностей.
47. Мощность трехфазных цепей. Способы измерения активной мощности в трехфазных цепях.
48. Назначение «нейтрального» (нулевого) провода в трехфазных схемах переменного тока.
49. Назначение и устройство трехфазных асинхронных электродвигателей.
50. Назначение полюсных башмаков и обмотки возбуждения в двигателе постоянного тока.
51. Назначение постоянного магнита в механическом счетчике.
52. Назначение щеточно – коллекторного узла в генераторе постоянного тока.
53. Назначение щеточно – коллекторного узла в двигателе постоянного тока.
54. Назначение, устройство и принцип действия синхронного трехфазного генератора.
55. Назначение, устройство и принцип работы трехфазных трансформаторов.
56. Назовите основные части асинхронного двигателя, их назначение.
57. Назовите основные части двигателя постоянного тока, их назначение.
58. Несимметричный режим работы трехфазной цепи с соединением приемника «звездой» с нейтральным проводом. Векторная диаграмма.
59. Однофазные цепи синусоидального тока. Активное сопротивление, индуктивная катушка и конденсатор в цепи синусоидального тока.
60. Операции с комплексными числами. Комплексная плоскость.
61. Опыт короткого замыкания трансформаторов, назначение и условия проведения. Режим холостого хода.
62. Освещенность (определение).
63. Основные требования к источникам оптического излучения.
64. Основные требования к электрическому освещению. Порядок расчета электрического освещения.
65. От каких параметров зависит сдвиг фаз между напряжением и током, в цепи переменного тока?
66. От чего зависит частота вращения магнитного поля, созданного трехфазной системой и как практически можно осуществить изменение частоты вращения электродвигателя?
67. Полупроводниковый диод (определение).
68. Получение вращающегося магнитного поля в асинхронном трехфазном двигателе. Регулирование частоты вращения ротора.
69. Понятие ветви, узла, контура. Последовательное и параллельное соединение потребителей.
70. Потери мощности, к.п.д. трансформатора.
71. Поясните построение векторных диаграмм на примере трехфазной цепи, схема «звезда».
72. Поясните построение векторных диаграмм на примере трехфазной цепи, схема «треугольник».
73. Представление синусоидальных величин векторами и комплексными числами.
74. Преобразование электрической энергии в лампе накаливания.
75. Преобразование электрической энергии в люминесцентной газоразрядной лампе.

76. Принцип действия и устройство механического счетчика электрической энергии.
77. Принцип работы и устройство ЭД постоянного тока.
78. Принципы получения синусоидальной э.д.с. в генераторах. Основные параметры, характеризующие синусоидальный ток.
79. Пусковые режимы. Способы пуска асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.
80. Работа группы трансформаторов на общую нагрузку.
81. Рабочий режим трансформаторов. Внешняя характеристика. Паспортные данные трансформаторов.
82. Разветвление электрической цепи постоянного тока.
83. Различные системы приборов и их принцип действия.
84. Режим работы трансформаторов. Сварочные трансформаторы – принцип работы, устройство.
85. Резонанс напряжений в цепи переменного тока, условие его возникновения и возможности применения. Векторная диаграмма.
86. Резонанс токов в цепи переменного тока. Условия, особенности, векторная диаграмма.
87. С какой целью проводится техническое обслуживание электродвигателей при эксплуатации?
88. Световой поток (определение).
89. Свойства тиристоров, область применения.
90. Свойства электронно-дырочного перехода (р-п перехода).
91. Сдвиг фаз между напряжением и током в R, L, и C элементах. Векторные диаграммы синусоидального тока. Сдвиг фаз напряжением и током в них.
92. Система обозначений полупроводниковых диодов (маркировка).
93. Система обозначений тиристоров (маркировка).
94. Скольжение и режим работы асинхронных двигателей. Вращающий момент и его зависимость от скольжения.
95. Соединение трехфазного генератора и приемника «звездой» без нейтрального провода, векторная диаграмма при несимметричной нагрузке.
96. Сопротивление и проводимость в цепи постоянного тока.
97. Способы определения начал и концов обмоток трехфазного двигателя. Цель данного мероприятия.
98. Способы расширения пределов измерения КИП.
99. Способы соединения фаз трехфазного генератора и приемника. Соотношение линейных и фазных величин при схемах соединения « Δ » и « Y » в векторной форме при симметричном режиме.
100. Структурная схема тиристора.
101. Сформулируйте второй закон Кирхгофа, запишите его в математической форме.
102. Техническое обслуживание и диагностика электродвигателей переменного и постоянного тока.
103. Тиристоры (определение).
104. Треугольник сопротивлений. (Привести пример).
105. Трехфазная цепь переменного тока с соединением приемника «звездой». Фазные и линейные величины при несимметричном режиме. Векторная диаграмма..
106. Трехфазная цепь переменного тока. Параметры трехфазной цепи. Ее рабочие характеристики.
107. Трехфазная цепь соединенная треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при симметричном нагрузке.
108. Трехфазные цепи. Получение трехфазной системы э.д.с.
109. Условные и графические изображения трансформаторов на электрических схемах.
110. Условные обозначения по шкале прибора.(Привести примеры).

111. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора переменного тока.
112. Устройство и принцип работы галогенных ламп.
113. Устройство и принцип работы люминесцентных ламп.
114. Цепи синусоидального тока с последовательным и параллельным соединением резистора, индуктивной катушки и конденсатора. Сдвиг фаз между током и напряжением. Активное, реактивное и полное сопротивление цепи, треугольник мощностей.
115. Цепь постоянного тока. Параметры и условные графические обозначения.
116. Чем обусловлена проводимость n-типа.
117. Чем обусловлена проводимость p-типа.
118. Чем отличается полупроводник p-n типа от полупроводника n-p типа.
119. Чему равно полное сопротивление цепи при параллельном соединении резисторов?
120. Чему равно полное сопротивление цепи при последовательном соединении резисторов?
121. Что называется приведенной погрешностью прибора?
122. Что означает класс точности прибора?
123. Что означает резонанс токов, и при каких условиях он возникает?
124. Что такое «самоход» электрического счетчика?
125. Что такое скольжение асинхронного двигателя?
126. Что физически выражает первый закон Кирхгофа?
127. Шунтовой двигатель постоянного тока, устройство, принцип действия, механическая характеристика.
128. Электроводонагреватели. Классификация, устройство, принцип действия.
129. Электронно-дырочный переход (определение).
130. Энергия и мощность в цепи постоянного электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

ПРИМЕРНЫЙ ВАРИАНТ ТЕСТОВОГО ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ
Электротехника

Ф.И.О.

Группа ФакультетДата

№ вопроса	№ ответа	№ вопроса	№ ответа
1	4	12	2
2	1	13	4
3	4	14	4
4	3	15	4
5	3	16	4
6	3	17	4
7	2	18	2
8	2	19	1
9	2	20	4
10	2	21	1
11	3	22	3
		ЗАДАЧИ	
		ИТОГ	

ЧЕРНОВИК

1

Какая погрешность указывается на лицевой панели электрического прибора?

- 1) абсолютная погрешность
- 2) максимальная погрешность
- 3) относительная погрешность
- 4) приведённая погрешность

2

Электрический счетчик СО – 505 это...

- 1) прибор коммерческого учета активной электрической энергии в однофазных сетях переменного тока.
- 2) прибор коммерческого учета электрической энергии в сетях постоянного тока.
- 3) прибор коммерческого учета электрической энергии в однофазных сетях переменного тока, по нескольким тарифным планам.
- 4) прибор коммерческого учета активной и реактивной электрической энергии в трехфазных сетях переменного тока.

3

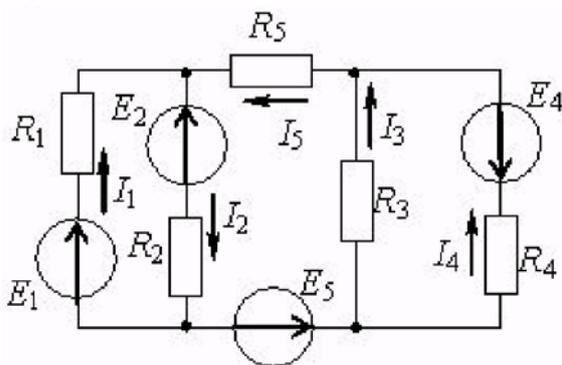
Для чего совместно с приборами учета электроэнергии устанавливают трансформаторы тока?

- 1) для защиты КИП и обслуживающего персонала от поражения током
- 2) для индивидуальной подстройки КИП, в случаи чрезмерной приведенной погрешности
- 3) для преобразования переменного тока в постоянный (т.к. КИП работающие на постоянном токе значительно точнее)
- 4) для расширения пределов измерения КИП

4

Количество независимых уравнений, необходимое для расчета токов в ветвях по второму закону Кирхгофа составит...

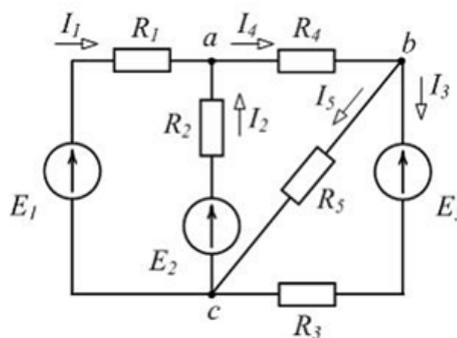
- 1) два
- 2) шесть
- 3) три
- 4) четыре



5

Для одного из узлов справедливо уравнение ...

- 1) $I_2 + I_3 - I_5 = 0$
- 2) $I_1 + I_2 + I_4 = 0$
- 3) $I_3 - I_4 + I_5 = 0$
- 4) $I_2 + I_4 + I_5 = 0$



6

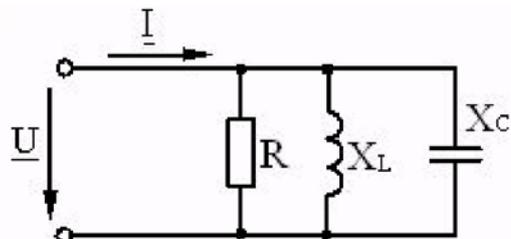
По какому закону составляются уравнения при использовании методов контурных токов?

- 1) $I=U/R$
- 2) $U=E-I \cdot R_0$
- 3) $\sum_{K=1}^N I_K = 0$
- 4) $\sum_{K=1}^N U_K = \sum_{J=1}^M E_J$

7

Если $R = X_L = 2X_C$, то угол сдвига фаз между током и напряжением на входе цепи равен ...

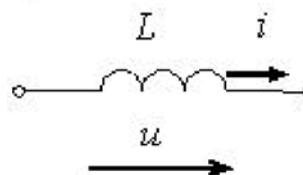
- 1) 0°
- 2) -45°
- 3) 45°
- 4) 90°



8

Индуктивное сопротивление X_L при частоте тока f равной 50 Гц и величине L равной 0,318 Гн, составит...

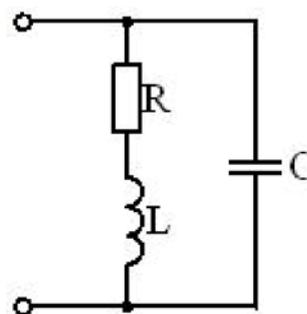
- 1) 0,318 Ом
- 2) 100 Ом
- 3) 314 Ом
- 4) 0,00102 Ом



9

Верным уравнением для мощности цепи при резонансе будет ...

- 1) $S=Q$
- 2) $Q=0$
- 3) $P=Q$
- 4) $P=0$



10

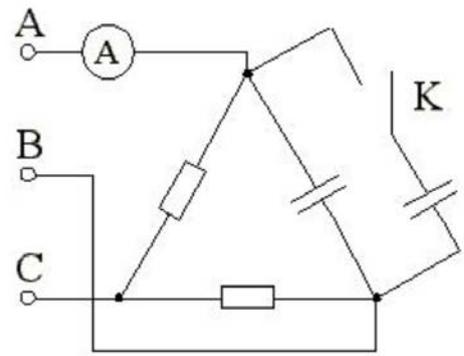
Где измеряют фазное напряжение в трехфазной цепи переменного тока?

- 1) между началами фаз приёмника
- 2) между началом и концом фазы
- 3) между нейтральными точками генератора и приёмника
- 4) между началами фаз генератора и приёмника

11

Как изменятся показания амперметра при размыкании ключа К?

- 1) увеличится
- 2) не изменится
- 3) уменьшится
- 4) нельзя ответить, мало данных



12

Трехфазный активно - индуктивный симметричный потребитель подключен по схеме звезда к сети $U_{\text{Л}} = 220\text{В}$ и потребляет мощность $P = 3040\text{ Вт}$ при коэффициенте мощности 0,8. Определить Z_{ϕ} .

- 1) 12,21 Ом
- 2) 22 Ом
- 3) 17,27 Ом
- 4) 10 Ом

13

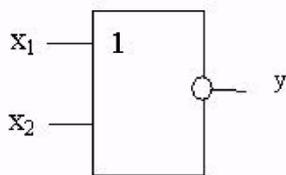
Полупроводниковые тиристоры пропускают ток

- 1) в прямом направлении
- 2) в обратном направлении
- 3) при достижении напряжения срабатывания
- 4) при подаче управляющего импульса

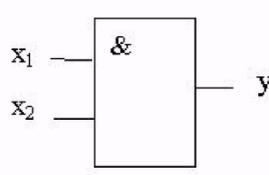
14

Приведенной таблице истинности соответствует схема...

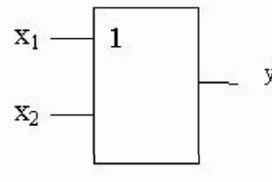
x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0



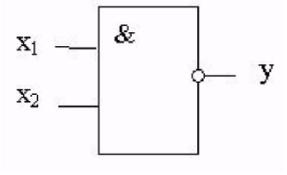
1)



2)



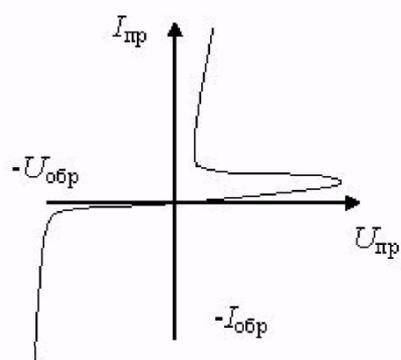
3)



4)

15

На рисунке изображена вольтамперная характеристика...



- 1) биполярного транзистора
- 2) полевого транзистора
- 3) полупроводникового диода
- 4) триодного тиристора

16

Для реверса асинхронного электродвигателя необходимо:

- 1) включить сопротивление в цепь ротора
- 2) понизить напряжение на зажимах электродвигателя
- 3) переключить соединение обмоток статора со звезды на треугольник
- 4) поменять местами две питающие фазы

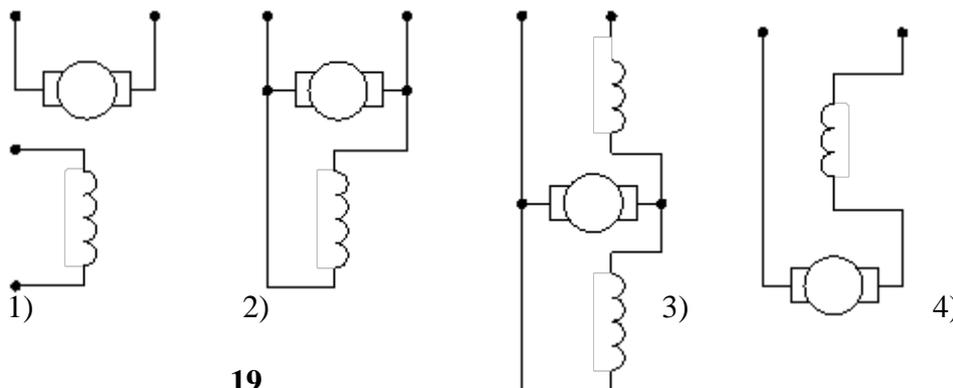
17

Сердечник статора асинхронной машины собирают из изолированных листов стали для:

- 1) уменьшения потерь в обмотках
- 2) упрощения технологии сборки сердечника
- 3) уменьшения потерь на перемагничивание сердечника
- 4) уменьшения потерь на вихревые токи

18

Шунтовый электродвигатель представлен схемой...



19

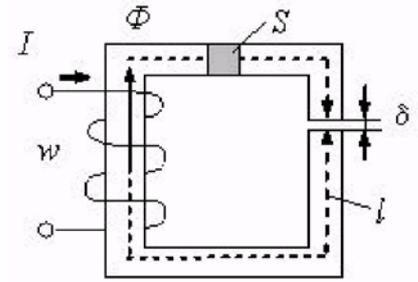
Величина ЭДС, наводимой в обмотке трансформатора, не зависит от...

- 1) марки стали сердечника
- 2) частоты тока в сети
- 3) амплитуды магнитного поля
- 4) числа витков катушки

20

Если при неизменном токе I числе витков w , площади S поперечного сечения и длине l магнитопровода (сердечник не насыщен), уменьшить воздушный зазор δ , то магнитный поток Φ ...

- 1) для ответа не хватает данных
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) увеличится



21

В лампах накаливания свет получается за счёт:

- 1) нагретого тела
- 2) термоэлектронной эмиссии
- 3) разряда в газе
- 4) электрической дуги

22

Стробоскопический эффект возможен при использовании:

- 1) галогенных ламп
- 2) светодиодных ламп
- 3) газоразрядных ламп
- 4) инфракрасных ламп

ЗАДАЧА №1

В цепь под напряжение 250 В. последовательно включены активное сопротивление $R=30$ Ом и конденсатор емкостью $C = 100$ мкф. Определить ток и $\text{Cos}\varphi$, если $f = 50$ Гц.

РЕШЕНИЕ:

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 100} = 31,8 \text{ Ом}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} = \sqrt{30^2 + 31,8^2} = 43,75 \text{ Ом}$$

$$I = U/Z = 250/43,75 = 5,71 \text{ А}$$

$$\text{Cos}\varphi = R/Z = 30/43,75 = 0,685$$

ЗАДАЧА №2

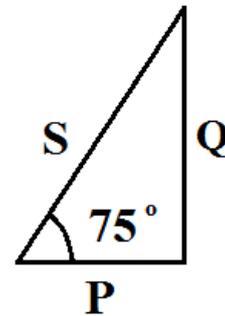
На примере трехфазного асинхронного электродвигателя марки 4А80В6 построить в масштабе для номинального режима загрузки треугольник мощностей, если известно: $U_\phi=220$ В; $I_\phi=3$ А; $\varphi=75^\circ$.

РЕШЕНИЕ:

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 3 = 660 \text{ ВА}$$

$$P = U \cdot I \cdot \text{Cos}\varphi = 252 \text{ Вт}$$

$$Q = U \cdot I \cdot \text{Sin}\varphi = 609 \text{ ВАр}$$



ЗАДАЧА №3

Рассчитайте частоту вращения ротора трехфазного асинхронного электродвигателя имеющего одну пару полюсов. Скольжение электродвигателя составляет 1; частота переменного тока $f=60$ Гц.

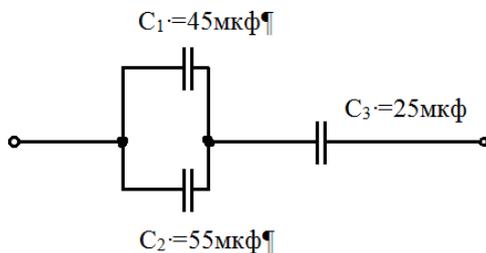
РЕШЕНИЕ

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \cdot (1 - S) = 0$$

2.3 ЗАДАЧИ служат для оценки освоения студентом ОПК - 1

Задача № 1

Определить эквивалентную емкость конденсаторов, соединение которых приведено на схеме.



Задача № 2

Определить $\text{Cos}\varphi$ установки в трехфазной сети, если фазный ток $I_\phi = 10$ А, фазное напряжение $U_\phi = 127$ В, активная мощность установки $P_n = 2,8$ кВт, нагрузка по фазам симметричная.

Задача № 3

На концах проводника поддерживается напряжение 220 В. Определить какое количество электричества протекает через проводник в течении 3 минут, если сопротивление проводника $R = 11$ Ом.

Задача № 4

Рассчитать полную (кажущуюся) мощность для трехфазной асинхронной электрической машины по следующим данным: $P_n = 5$ кВт; $U_n = 380$ В; $\eta = 0,85$; $\cos\varphi = 0,7$.

Задача № 5

Каким сопротивлением должен обладать нагревательный элемент ТВЭны (тепловыделяющий элемент) для того, чтобы в течение получаса на нем выделилось 8000 Дж. теплоты, при силе тока в $I = 15$ А?

Задача № 6

Определить напряжение в цепи переменного тока с последовательным соединением активного сопротивления $R = 50$ Ом и конденсатора с емкостью $C = 100$ мкф, если ток $I = 3,7$ А, $f = 50$ Гц.

Задача № 7

Определить скольжение четырех полюсного асинхронного электродвигателя, развивающего при номинальной нагрузке частоту вращения 1450 мин⁻¹. Частота тока $f = 50$ Гц.

Задача № 8

В цепь под напряжение 250 В. последовательно включены активное сопротивление $R = 30$ Ом и конденсатор емкостью $C = 100$ мкф. Определить ток и $\cos\varphi$, если $f = 50$ Гц.

Задача № 9

Электрическое устройство питается постоянным током, напряжение 15В, через понижающий трехфазный трансформатор и выпрямитель. Напряжение трехфазной силовой сети 380В. Определить напряжение на выходе с трехфазного трансформатора и коэффициент трансформации. (Зависимость: $U_0 = 1,35 \cdot U_n$)

Задача № 10

По цеху ремонтной мастерской проложена четырехпроводная, трехфазная силовая электрическая сеть (380/220В). Для производства требуется постоянный ток с напряжением $U_0 = 100$ В. Выбрать тип выпрямителя, начертить принципиальную электрическую схему.

Задача №11

Трехфазный асинхронный электродвигатель, с короткозамкнутым ротором, потребляет из сети переменного тока $f = 50$ Гц. активный ток $I_a = 10$ А и реактивный ток $I_p = 2,5$ А. Рассчитать ток статического компенсатора (конденсатора), позволяющему работать системе при $\cos\varphi = 1$. Построить векторную диаграмму.

Задача № 12

На примере трехфазного асинхронного электродвигателя марки 4А80В6 построить в масштабе для номинального режима загрузки треугольник мощностей, если известно: $U_\phi = 220$ В; $I_\phi = 3$ А; $\varphi = 75^\circ$.

Задача № 13

Рассчитать номинальную частоту вращения ротора трехфазного асинхронного электродвигателя, с короткозамкнутым ротором, если известно: $p = 2$; $f = 50$ Гц; $S_n = 0,05$.

Задача № 14

Определить мощность потребляемую цепью переменного тока, в которой последовательно соединены активное сопротивление $R = 10$ Ом и конденсатор емкостью $C = 180$ мкф. Напряжение сети 220 В.

Задача № 15

Найти коэффициент мощности ($\cos\varphi$) однофазного асинхронного электродвигателя, если известно: $P_n = 0,65$ кВт; $U_n = 220$ В; $I_n = 3,5$ А.

Задача № 16

Определить какую мощность можно получить от трехфазного, синхронного электродвигателя имеющего одну пару полюсов и развивающего номинальный крутящий момент $M_n = 35$ Н*м, при частоте питающего тока $f = 60$ Гц.

Задача № 17

Определить мощность, потребляемую цепью, в которой последовательно включено активное сопротивление $R = 40$ Ом и индуктивность $L = 0,1$ Гн. Напряжение 220В, $f = 50$ Гц.

Задача № 18

Рассчитать мощность потребляемую из сети постоянного тока шунтовым электродвигателем, если известно: ток якоря $I_{\text{я}}=11\text{А}$; ток обмотки возбуждения $I_{\text{в}}=2\text{А}$; напряжение сети $U=220\text{В}$.

Задача № 19

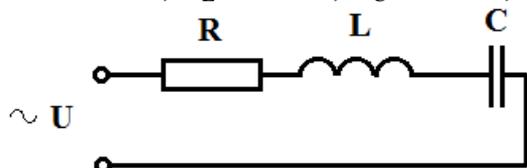
Рассчитать мощность потребляемую из сети постоянного тока серийным электродвигателем, если известно: ток якоря $I_{\text{я}}=6,5\text{А}$; ток обмотки возбуждения $I_{\text{в}}=6,5\text{А}$; напряжение сети $U=110\text{В}$.

Задача № 20

Определить скольжение двухполюсного электродвигателя, если при номинальной нагрузке он развивает 2930 мин⁻¹. Частота тока в сети $f=50\text{Гц}$.

Задача № 21

Определить ток в цепи и построить векторную диаграмму для цепи переменного тока, если $U=220\text{В}$, $X_L=50\text{ Ом}$, $X_C=40\text{ Ом}$, $R=10\text{ Ом}$.

**Задача № 22**

Элементный водонагреватель оборудован двумя тепловыделяющими элементами, мощностью $P_1=3\text{ кВт}$ и $P_2=1\text{ кВт}$. Сопротивление элементов $R_1=16,15\text{ Ом}$; $R_2=48,5\text{ Ом}$. Рассчитать сколько теплоты выделится на элементах в течении получаса, если элементы:

а) включены параллельно; б) включены последовательно. Напряжение сети $U=250\text{ В}$.

Задача № 23

Трехфазный асинхронный электродвигатель угловой электрошлифовально - полировальной машины ШПУ – 6, имеющий одну пару полюсов, развивает мощность $P=0,6\text{ кВт}$. При напряжении питающей сети переменного тока $U=36\text{ В}$ и частоте тока $f=400\text{ Гц}$. Рассчитать момент электродвигателя. Скольжением пренебречь.

Задача № 24

Трехфазный асинхронный электродвигатель электросверлильной машины ЭП – 1280, имеющий одну пару полюсов, развивает момент $M=0,65\text{ Н*м}$. При напряжении питающей сети переменного тока $U=36\text{ В}$ и частоте тока $f=200\text{ Гц}$. Рассчитать мощность электродвигателя. Скольжением пренебречь.

Задача № 25

Светильник снабжен двумя лампами накаливания и переключателем, включающим лампы параллельно (рабочее освещение) и последовательно (дежурное освещение). Лампы идентичны и имеют сопротивление $R=490\text{ Ом}$. Рассчитать мощность, потребляемую светильником из сети при рабочем и дежурном освещении. Напряжение сети $U=220\text{ В}$.

Задача № 26

Светильник оборудован лампой накаливания и питается от сети переменного тока напряжением $U=220\text{В}$. Сопротивление лампы $R=800\text{ Ом}$. Рассчитать мощность, потребляемую светильником из сети: а) если лампа включена непосредственно в сеть; б) если последовательно с лампой включен полупроводниковый диод.

Задача № 27

Как изменится номинальный момент трехфазного асинхронного электродвигателя, если произведено переключение фазных обмоток статора с “ Δ ” на “ Y ”.

Номинальное напряжение питающей сети $U_{\text{н}}=400\text{ В}$.

Номинальный момент двигателя $M_{\text{н}}=75\text{ Нм}$.

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Разработчики: канд. техн. наук, доцент Палицын А.В.

Фонд оценочных средств одобрен на заседании кафедры энергетических средств и технического сервиса 20 июня 2023 года, протокол № 10.

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доцент Бирюков А.Л.