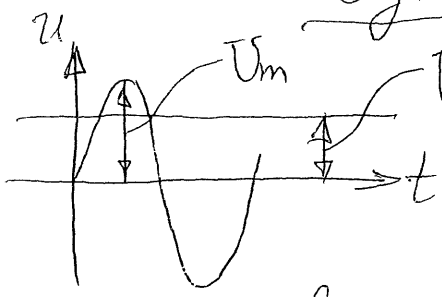
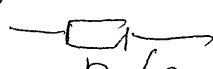



Однофазные цепи: Последовательное соединение




$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

Все электроизмерительные приборы (А, V, ...) в цепях переменного тока показывают действующие значения величин, которые меньше амплитуды синусоид в $\sqrt{2}$ раз. При решении задач мы будем это учитывать.

Потребители:  R (Ом) - резистор;

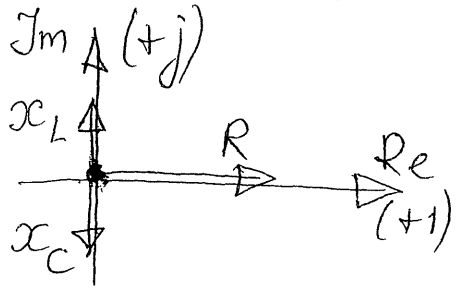
 L (Гн) катушка индуктивности;

 C (мкФ) конденсатор. Перед решением задач мы пересчитываем:

$L \text{ (Гн)} \rightarrow x_L = 2\pi f L \text{ (Ом)}$;

$C \text{ (мкФ)} \rightarrow x_C = \frac{10^6}{2\pi f C} \text{ (Ом)}$

При последовательном соединении элементов находят полное сопротивление цепи по правилу сложения векторов отдельных элементов на комплексной плоскости:



Пример Дано: $u = 220\sqrt{2} \sin \omega t$
 $R = 8 \text{ (Ом)}$; $x_L = 6 \text{ (Ом)}$; $L = 20 \text{ (мГн)}$;
 $C = 265 \text{ (мкФ)}$; $f = 50 \text{ (Гц)}$

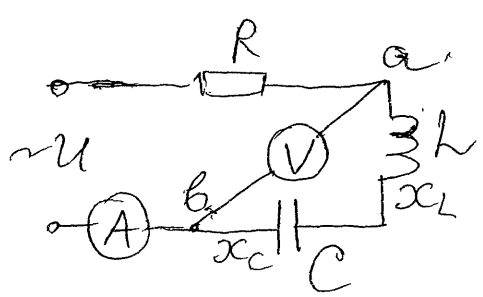
Найти: (A), (V), P, Q, S - ?

Решение:

1) Делаем пересчет:

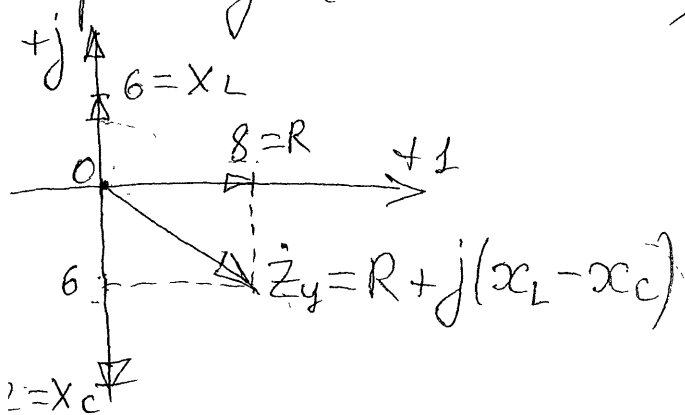
$L \rightarrow x_L = 2\pi f L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,02 = 6 \text{ (Ом)}$

$C \rightarrow x_C = \frac{10^6}{2\pi f C} = \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 265} = 12 \text{ (Ом)}$



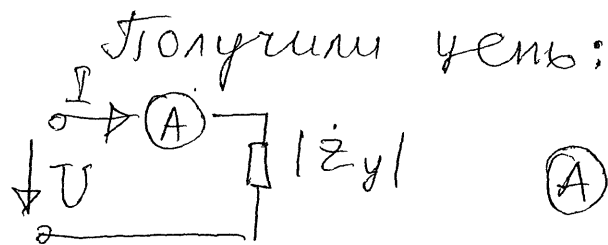
Теперь используем при расчетах только безымянный R ; x_L ; x_C .

2.) Находим полное сопротивление цепи по правилу (см. выше): получили полное сопротивление цепи \dot{Z}_y .



Числовое значение $|\dot{Z}_y|$ находим по теореме Пифагора для треугольника:

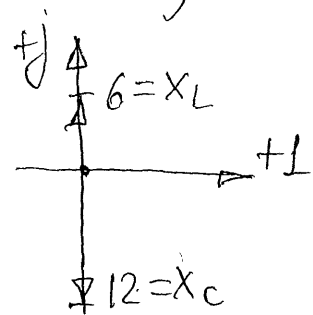
$$|\dot{Z}_y| = \sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{8^2 + (6 - 12)^2} = 10 \text{ (Ом)}$$



Получили цепь: по z . Ома находим

$$I = \frac{U}{|\dot{Z}_y|} = \frac{220}{10} = 22 \text{ (А)}$$

3.) Находим $U = U_{ab} = I \cdot |Z_{ab}| = I \cdot |x_L - x_C| = 22 \cdot |6 - 12| = 22 \cdot 6 = 132 \text{ (В)}$



4.) Рассчитываем мощности:

Сеть

$$S = U \cdot I \text{ (ВА)} - \text{полная мощность.}$$

$$P = I^2 \cdot R \text{ (Вт)} - \text{активная мощность;}$$

$$Q = I^2 x_L - I^2 x_C \text{ (ВАр)} - \text{реактивная мощность.}$$

Тогда для нашего примера:

$$P = I^2 \cdot R = 22^2 \cdot 8 = 3872 \text{ (Вт);}$$

$$Q = I^2 x_L - I^2 x_C = I^2 (x_L - x_C) = 22^2 (6 - 12) = -2904 \text{ (ВАр);}$$

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 22 = 4840 \text{ (ВА)}$$

Однофазные цепи.

Параллельное соединение.

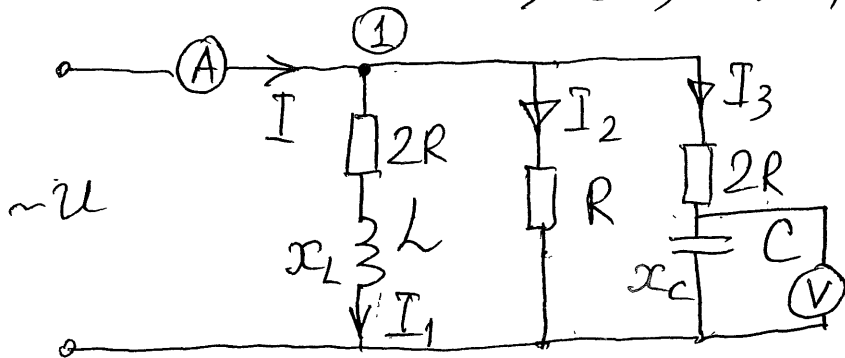
При расчете параллельных цепей используют несколько методов: графо-аналитический (рассмотрен на лекции), метод треугольника мощностей, метод треугольника токов и др.

Рассмотрим пример с применением метода треугольника мощностей.

Пример:

Дано: $u = 220\sqrt{2} \sin \omega t$ (В); $R = 6$ (Ом);
 $L = 0,05$ (Гн); $C = 318$ (мкФ); $f = 50$ (Гц)

Найти: I , V , P , Q , S



Решение:

1.) Делаем перерасчет:

$$2 \Rightarrow x_L = 2\pi f L =$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,05 \approx 16 \text{ (Ом)},$$

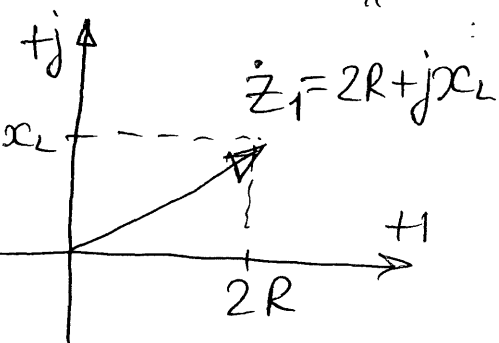
$$C \rightarrow x_C = \frac{10^6}{2\pi f C} = \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 318} \approx 10 \text{ (Ом)}.$$

Теперь используем при расчетах только величины R , x_L , x_C .

2.) Находим величины токов ветвей:

- ветвь " $2R - x_L$ ": $I_1 = \frac{U}{|Z_1|} = \frac{U_{\text{rms}}}{\sqrt{2} \sqrt{4R^2 + x_L^2}} =$

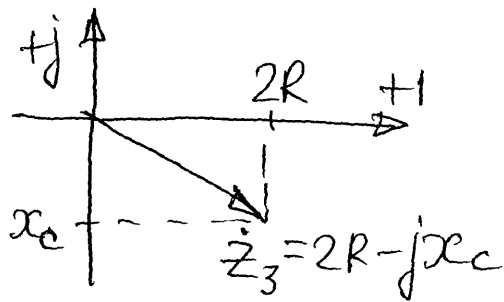
$$= \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2} \sqrt{4 \cdot 6^2 + 16^2}} \approx 11 \text{ (А)}$$



- ветвь "R": $I_2 = \frac{U}{R} = \frac{U_m}{\sqrt{2} R} = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2} \cdot 6} \approx 37 \text{ (A)}$

- ветвь "2R-xc":

$$I_3 = \frac{U}{|Z_3|} = \frac{U_m}{\sqrt{2} \sqrt{4R^2 + x_c^2}} =$$



$$= \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2} \sqrt{4 \cdot 6^2 + 10^2}} \approx 14 \text{ (A)}$$

3.) Найдем показание (V):

$$V = I_3 \cdot x_c = 140 \text{ (В)}$$

4.) Рассчитываем мощности:

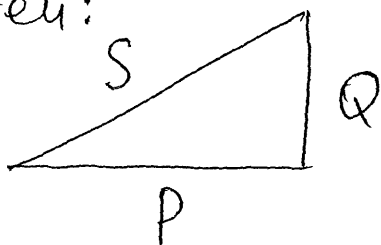
- активная мощность (на резисторах):

$$P = I_1^2 \cdot 2R + I_2^2 \cdot R + I_3^2 \cdot 2R = 11^2 \cdot 2 \cdot 6 + 37^2 \cdot 6 + 14^2 \cdot 2 \cdot 6 \approx 12018 \text{ (Вт)}$$

- реактивная мощность (на индуктивности и емкости):

$$Q = I_1^2 \cdot x_L - I_3^2 \cdot x_c = 11^2 \cdot 16 - 14^2 \cdot 10 = -24 \text{ (ВАр)}$$

Мощности образуют треугольник мощностей:



Поэтому справедливо выражение: $S = \sqrt{P^2 + Q^2} =$
 $= \sqrt{12018^2 + 24^2} \approx 12019 \text{ (ВА)}$

то определим $S = U \cdot I$, откуда

$$I = \frac{S}{U} = \frac{12019}{220} = 55 \text{ (A)}$$

По i и напряжению в цепи измеренное по закону:

$$i = 10 \sin(\omega t - 20^\circ)$$

$$u = 14 \sin(\omega t + 40^\circ)$$

постр- вект. диагр. Взаимосвязь актив. и реакт. сопротивлений цепи (2)

$$U_L = 50 \sin \omega t \text{ В}$$

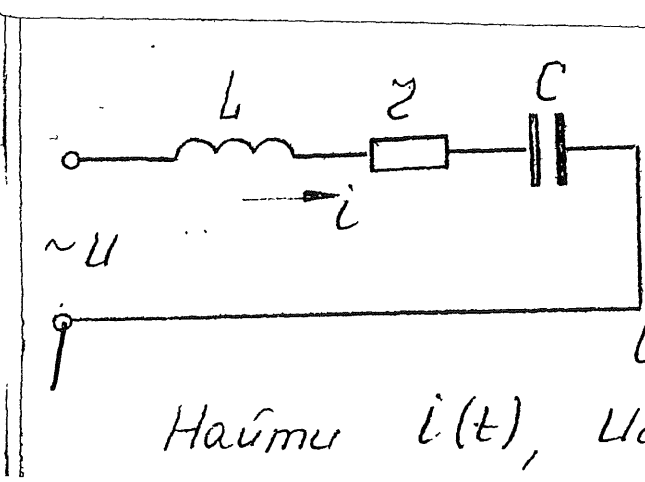
$$U_C = 50 \sin(\omega t - 90^\circ) \text{ В}$$

$$Z = 25 \cdot \Omega$$

1

Найти $U(t), i(t)$.

Построить векторную диаграмму



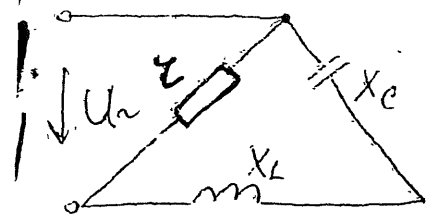
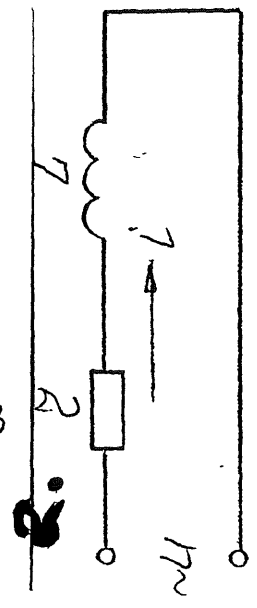
$$Z = 50 \text{ Ом}$$

$$X_L = 100 \text{ Ом}$$

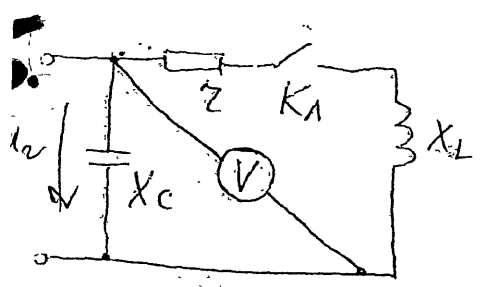
$$X_C = 150 \text{ Ом}$$

$$U = 200 \sin(\omega t + 75^\circ) \text{ В}$$

Найти $i(t), U_C(t)$

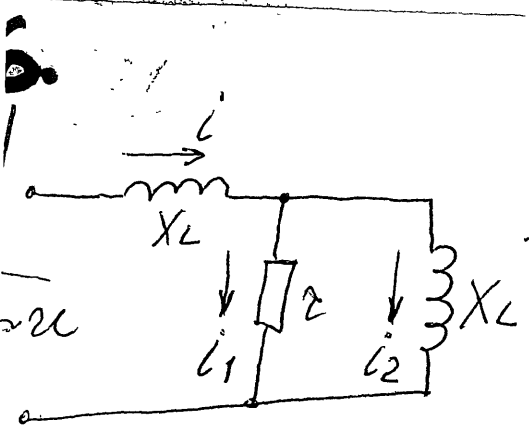


Определить реактивную мощность цепи, если: $U = 10\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ (В)}$, $Z = 2X_L = 4X_C = 20 \text{ (Ом)}$



Как изменится показание вольтметра после замыкания K_1 , если:

$$U = 100\sqrt{2} \sin(\omega t) \text{ (В)}, X_C = 10 \text{ (Ом)}, X_L = 4 \text{ (Ом)}, Z = 3 \text{ (Ом)}$$



$$i_1 = 14,1 \cdot \sin \omega t$$

$$Z = X_L = 10 \text{ Ом}$$

Определить

1) $U, i, i_2, P, Q, S, \cos \varphi$

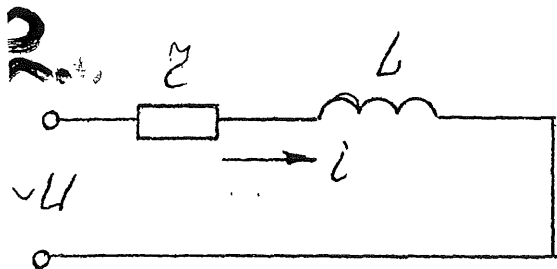
2) Построить векторную диаграмму

ток и напряжение в цепи изменятся по закону

$$i = 15 \sin(140t - 30^\circ)$$

$$u = 300 \sin(140t + 30^\circ)$$

Построить вект. диаграмму. Найти акт. мощность и индуктивность цепи



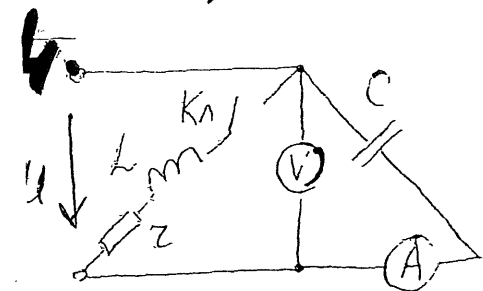
$$Z = 10 \text{ Ом}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

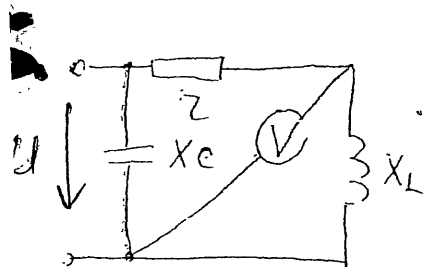
$$e_L = 50 \sin(100t + 60^\circ)$$

Найти $U_1(t)$, $U_2(t)$.

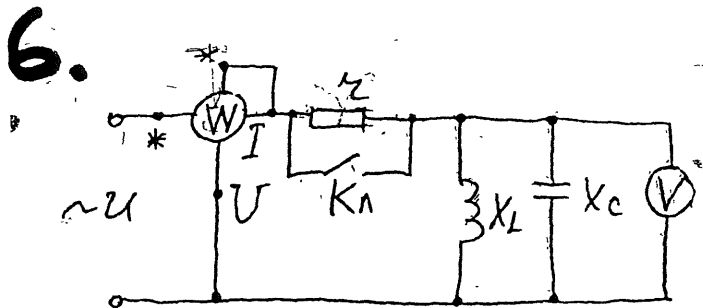
Построить векторную диаграмму



Что покажет амперметр до и после замыкания K_1 , если $U_V = 100 \text{ (В)}$, $L = 0,1 \text{ (Гн)}$, $r = 10 \text{ (Ом)}$, $C = 318 \text{ (мкФ)}$



Постройте в масштабе векторную диаграмму цепи, если $U = 100\sqrt{2} \sin(\omega t)$, $r = 6 \text{ (Ом)}$, $X_c = 100 \text{ (Ом)}$, $U_V = 80 \text{ (В)}$



Как изменится показание ваттметра после замыкания если: $U_V = 220 \text{ (В)}$, $Z = X_2 = X_c = 10 \text{ (Ом)}$

$Z = 50 \text{ Ом}$
 $X_L = 273 \text{ Ом}$
 $U = 200 \sin \omega t$
 $i = 2 \sin(\omega t - 60^\circ)$

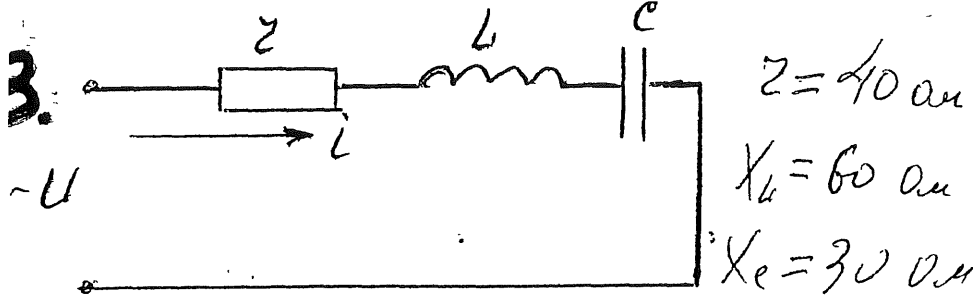
Определить величину X_c ,
 наименьшее $U_c(t)$, построить $B_{\text{д}}$

ω и напряжение в цепи измеряется по закону:

$$u = 20 \sin(100t + 20^\circ)$$

$$i = 5 \sin(100t - 40^\circ)$$

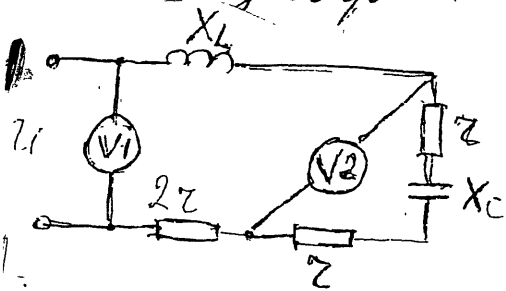
Построить вект. диаграмму
 Опред. авт. сопротивление
 и авт. мощность цепи.



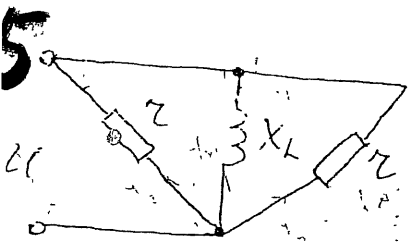
$$U_C = 120 \sin(\omega t + 37^\circ)$$

Определить $i(t)$, $U_L(t)$, $U_C(t)$, $U(t)$

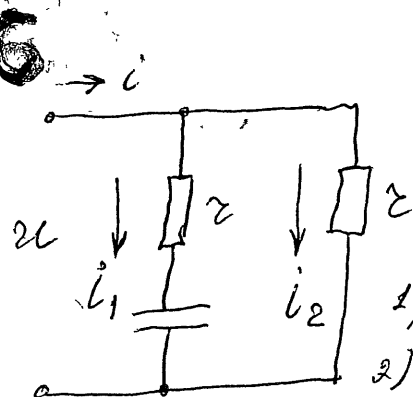
Построить векторную диаграмму



Это покажет вольтметр (V1), если:
 $U_{V2} = 14,1 \text{ (В)}$, $X_L = X_C = 2Z = 1 \text{ (Ом)}$



Постройте в масштабе векторную диаграмму цепи, если:
 $u = 220\sqrt{2} \sin(\omega t) \text{ (В)}$, $X_L = 2Z = 20 \text{ (Ом)}$



$$i = 14,1 \cdot \sin \omega t$$

$$Z = X_C = 10 \text{ Ом}$$

Определить

- 1) u , i_1 , i_2 , P , S , Q , $\cos \varphi$
- 2) Построить векторную диаграмму

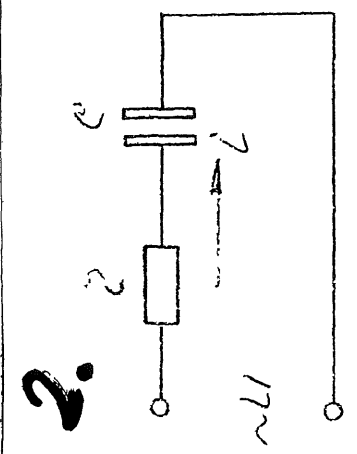
3

Построить векторную диаграмму

$$U = 100 \sin(500t + 60^\circ)$$

$$i = 2 \sin(500t + 105^\circ)$$

Найти $Z, C,$
 $U_C(t), U_L(t)$



4

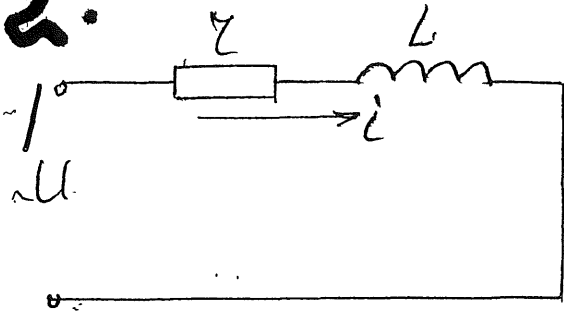
1. ток и напряжение в цепи изменяются по закону:

$$i = 30 \sin(\omega t + 30^\circ)$$

$$u = 30 \sin(\omega t - 30^\circ)$$

построить вектор. диаграмму
Найти полное сопротивление цепи и акт. мощность.

2.



$$U = 100\sqrt{2} \sin \omega t$$

$$i = 10 \sin(\omega t - 45^\circ)$$

$$Z = 10 \text{ Ом}$$

Определить X_L , величину L , если

$$\omega = 1000 \text{ 1/с}$$

Зеркаль вращается 90° $U_Z(t)$ и $U_L(t)$

$$U = 141 \sin \omega t$$

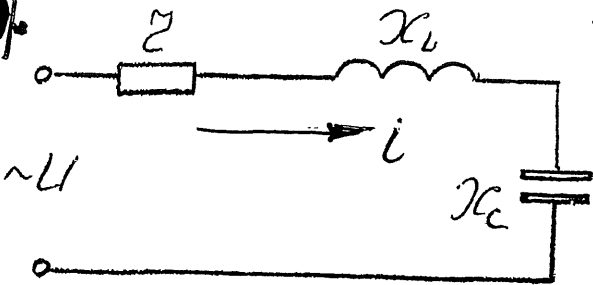
$$Z = X_C = X_L = 10 \text{ Ом}$$

$I_1, I_2, I, P, S,$

$\cos \varphi$

Построить векторную диаграмму

3.



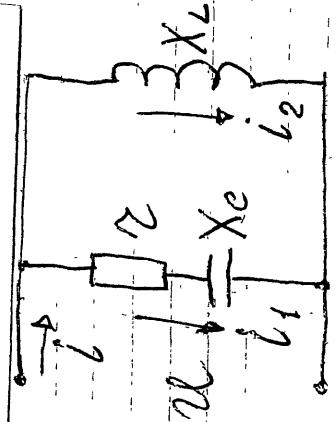
$$Z = 50 \text{ Ом}$$

$$X_L = 100 \text{ Ом}$$

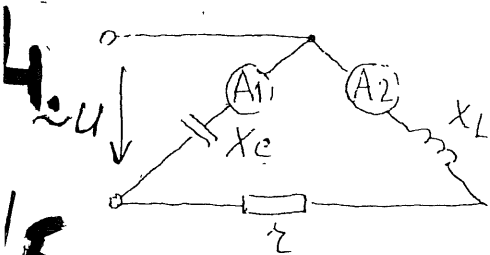
$$X_C = 50 \text{ Ом}$$

$$U = 100\sqrt{2} \cdot \sin 314t$$

Определить $\varphi, i(t), P, Q, S$

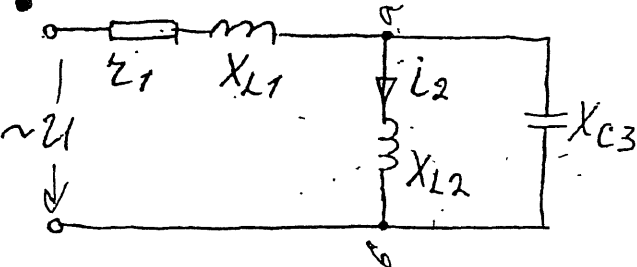


5.



Определить показания амперметра (A1), если $I_{A2} = 1 \text{ (A)}, X_C = 1 \text{ (Ом)}, Z = 6 \text{ (Ом)}, X_L = 8 \text{ (Ом)}$.

6.



Рассчитать реактивную мощность цепи, если:

$$i_2 = 10\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ (A)}$$

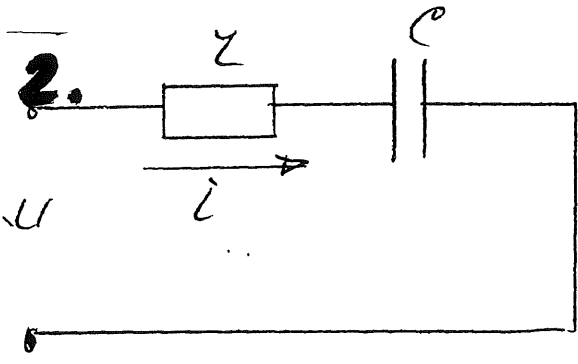
$$X_{C3} = Z_1 = X_{L1} = X_{L2} = 10 \text{ (Ом)}$$

и напряжением в цепи
затемнение по закону:

$$u = 40 \sin(400t - 10^\circ)$$

$$i = 2 \sin(400t + 50^\circ)$$

Токи фазные векторно
квадратичны. Найти амплитуду
и фазу мощности и величину
цены.

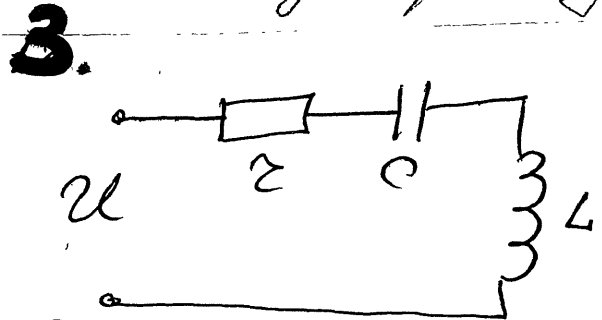


$$U = 100 \sin(1000t + 45^\circ)$$

$$i = 10 \sin(1000t + 90^\circ)$$

Найти
 $U_Z(t), U_C(t),$
 Z и C

Построить векторную
геометрию.



$$u = \sqrt{2} \cdot 10 \sin \omega t$$

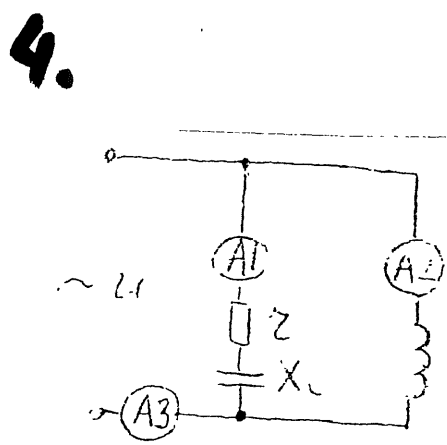
$$Z = 100 \Omega$$

$$C = 110 \mu\text{кФ}$$

$$L = 0,2 \text{ Гн}$$

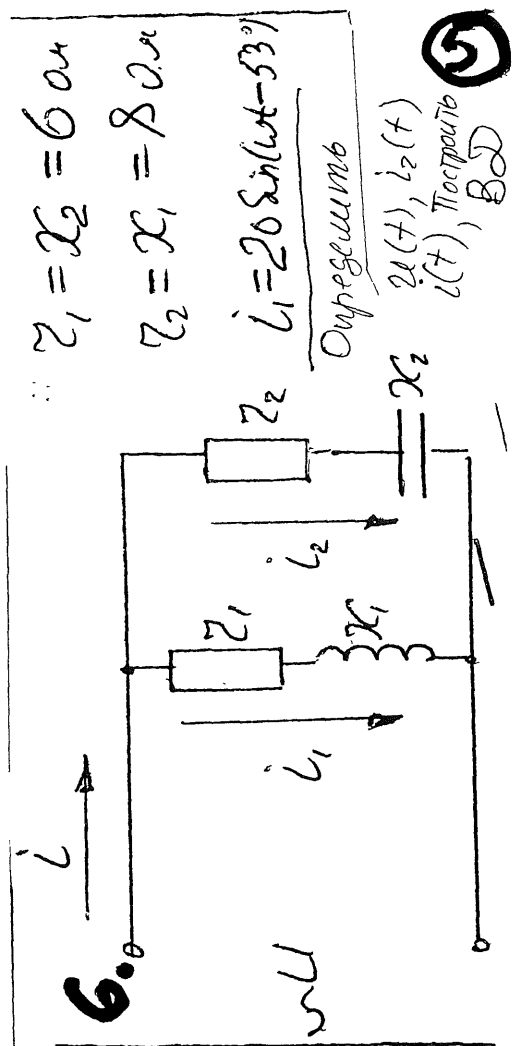
$$f = 50 \text{ Гц}$$

Определить:
 $U_R, U_C, U_L, i, P, Q, S,$
 $\cos \phi$. Построить В.Д.



Что покажет амперметр (A3), если:

$$I_{A1} = I_{A2} = 3 \text{ (А)}, Z = X_c ?$$



$$Z_1 = Z_2 = 60 \Omega$$

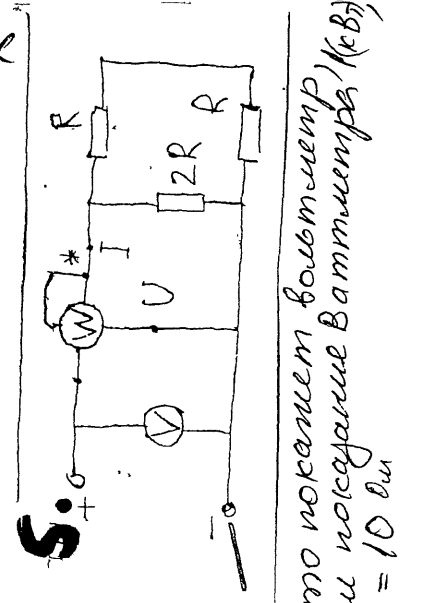
$$Z_2 = X_1 = 80 \Omega$$

$$i_1 = 20 \sin(\omega t - 53^\circ)$$

Определить

$i_1(t), i_2(t)$

$i(t),$ Построить В.Д.



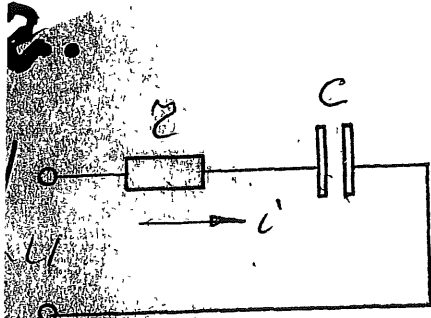
Что покажет вольтметр
если показания амперметра (А) $R = 10 \Omega$

i и напряжение в цепи
даны по закону:

$$u = 200 \sin(200t + 20^\circ)$$

$$i = 10 \sin(200t + 10^\circ)$$

Построить векторную диаграмму. Найти активную мощность и индуктивность цепи.



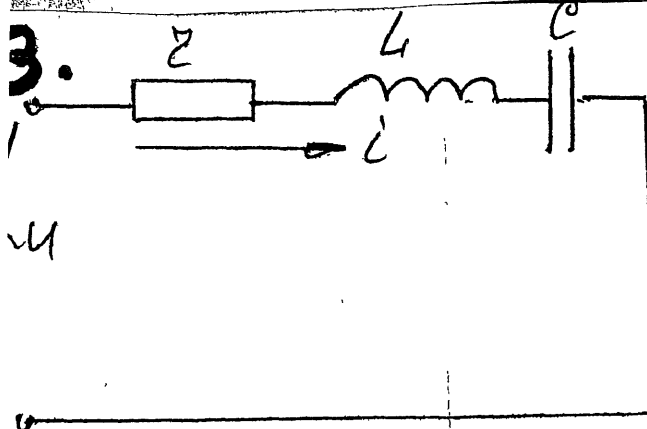
$$U = 100 \sin(\omega t + 25^\circ) \text{ В}$$

$$i = 10 \sin(\omega t + 70^\circ) \text{ А}$$

Найти $U_R(t)$ и $U_C(t)$

$U_C(t)$

Построить векторную диаграмму



$$X_L = 80 \text{ Ом}$$

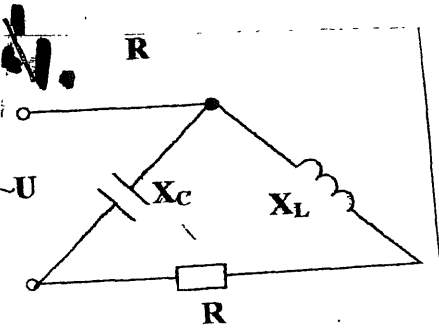
$$Z = 40 \text{ Ом}$$

$$U = 400 \sin \omega t$$

$$i = \frac{10}{\sqrt{2}} \sin(\omega t - 45^\circ)$$

Определить величину X_C , $U_R(t)$, $U_L(t)$, $U_C(t)$.

Построить векторную диаграмму



Постройте в масштабе векторную диаграмму цепи, если: $U = 100\sqrt{2} \sin(\omega t)$ (В), $Z = 6$ (Ом), $X_C = 10$ (Ом), $X_L = 8$ (Ом).

6

$$Z_1 = 30 \text{ Ом}$$

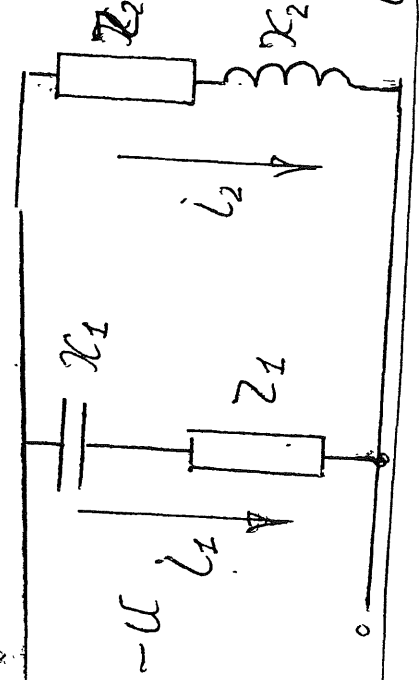
$$Z_2 = 40 \text{ Ом}$$

$$L = 0.03 \text{ Гн}$$

$$C = 25 \text{ мкФ}$$

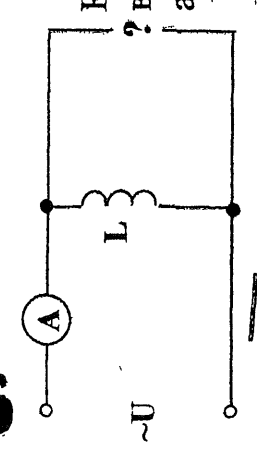
$$i = 4\sqrt{2} \sin(1000t + 8^\circ)$$

$$U = 200 \sin(1000t)$$



5. $-U$

Какой величины емкость C нужно включить вместо знака "?", чтобы показание амперметра было нулевым, если: $U = 220 \sin(\omega t)$ (В), $L = 1$ (мГн).



Определить $u(t)$, $i_1(t)$, $i_2(t)$; построить ВД

емкостная нагрузка, например, батарея конденсаторов. При полной компенсации $\cos \varphi=1$, и из сети потребляется только активная мощность. В цепи с параллельным соединением возникает резонанс токов, а в цепи с последовательным соединением – резонанс напряжений.

3.3. Контрольная работа №1. Расчёт однофазных цепей переменного тока

Задача №1. К автоматической линии фасовки пищевых продуктов по параллельной схеме подводится электрическая энергия от источника переменного напряжения U_n . На линии установлено электрооборудование, технические параметры которого приведены в таблице 3.1:

1. группа асинхронных двигателей - привод транспортёров;
2. осветительные лампы;
3. батарея конденсаторов - для компенсации реактивной мощности асинхронных двигателей и повышения тем самым коэффициента мощности ($\cos \varphi$) всей энергоустановки.

Требования к контрольному заданию

1. По условию задачи составить реальную схему электрической цепи.
2. На основе реальной схемы составить расчётную схему (схему замещения).
3. Вычислить неизвестные параметры группы асинхронных двигателей.
4. Вычислить сопротивление X_3 батареи конденсаторов.
5. Записать в комплексной форме сопротивления каждой группы потребителей.
6. Вычислить токи всех потребителей, приняв начальную фазу напряжения питания U_n за ноль. Записать все токи в комплексной форме.
7. Построить в масштабе векторную диаграмму напряжения U_n и всех токов. По первому закону Кирхгофа $I = I_1 + I_2 + I_3$ определить ток I , потребляемый из сети.

Таблица 3.1

Номер варианта	$U_n, В$	Асинхронные двигатели				Осветительные лампы	Емкость
		$R_1, Ом$	$X_1, Ом$	$Z_1, Ом$	$\cos \varphi_1$	$R_2, Ом$	$C_3, мкФ$
1	220	10		30		10	100
2	220		15	40		15	120
3	220	15		30		20	110
4	220		20	40		18	130
5	220			40	0,6	16	140
6	220		30		0,75	12	150
7	220	25			0,75	26	160
8	220			26	0,8	20	170
9	220		22		0,85	14	180
10	220	20			0,75	10	100
11	220	20	10			18	100
12	220	20		30		12	110
13	220		15	30		14	120
14	380	20	25			15	130
15	380	15		30		17	140
16	380		18		0,6	12	150
17	380			12	0,7	18	160
18	380	25			0,9	14	170
19	380		28		0,85	18	180

Окончание таблицы 3.1

Номер варианта	Uп, В	Асинхронные двигатели				Осветительные лампы	Емкость C ₃ , мкФ
		R ₁ , Ом	X ₁ , Ом	Z ₁ , Ом	cosφ ₁	R ₂ , Ом	
20	380	15	18			14	200
21	220			50	0,65	25	160
22	220		10	40		20	140
23	380	25	..	50		10	220
24	380		30		0,2	5	140
25	380			45	0,6	18	100

8. Вычислить активную, реактивную и полную мощности каждой группы потребителей и всей энергоустановки.

9. Произвести проверку правильности расчётов по балансу полных мощностей. Бланк задания для контрольной работы №1 приведен в приложении 2.

3.4. Контрольная работа №2. Расчёт сложной однофазной цепи Задача №1 (для нечетных вариантов).

К сварочному участку по воздушной линии электропередачи, имеющей сопротивления R_л и X_л, подводится электрическая энергия от источника с напряжением U_с. На участке установлено электрооборудование с напряжением питания U_п (табл.3.2):

1. сварочные трансформаторы;
2. группа асинхронных двигателей – привод транспортеров;
3. нагревательные печи.

Таблица 3.2

Номер варианта а	Uп, В	Линия передачи		Сварочные трансформаторы				Асинхронные двигатели				Нагревательные печи
		R _л , Ом	X _л , Ом	R ₁ , Ом	X ₁ , Ом	Z ₁ , Ом	cosφ ₁	R ₂ , Ом	X ₂ , Ом	Z ₂ , Ом	cosφ ₂	R ₃ , Ом
1	220	2	1,5	15			0,7	5	10			15
2	220	1,5	2		20		0,7	5		15		10
3	220	1	1,5			20	0,7	10			0,6	15
4	220	1,5	1			30	0,75		10	20		20
5	220	2	1		15		0,75		20		0,7	25
6	380	1	2	15			0,75			20	0,7	10
7	380	1,5	1,5	15	15			10	15			15
8	380	2	0,8	15		30		10		20		20
9	380	0,8	2		15	30			5	20		15
10	380	1,5	0,5	20	10				20		0,7	20
11	380	0,5	1,5	20		40				25	0,8	20
12	220	1	0,5		10	30		10		20		15
13	220	0,5	1	20			0,8	10	15			20
14	220	0,5	0,5		20		0,8		5	20		15
15	220	0,5	0,75	15	18			12	20			12
16	220	0,75	2		10	20		15		26		15
17	380	2	1,2	10		18		20			0,8	20
18	380	2	0,8			30	0,7	10		16		18

Окончание таблицы 3.2

Номер варианта а	Уп, В	Линия передачи		Сварочные трансформаторы				Асинхронные двигатели				Нагре- вательные печи R ₃ , Ом
		R _л , Ом	X _л , Ом	R ₁ , Ом	X ₁ , Ом	Z ₁ , Ом	cosφ ₁	R ₂ , Ом	X ₂ , Ом	Z ₂ , Ом	cosφ ₂	
19	380	0,5	1	15		20			15	26		16
20	380	0,75	1,5	18	12					14	0,7	24
21	380	0,8	1,6	8			0,8		10	20		10
22	380	0,5	1,2		10		0,6	8	15			15
23	380	1,6	0,8	10	15					25	0,5	20
24	380	2	1		15	30				20	0,8	25
25	380	0,6	1,5	10		25			10		0,6	30

Задача №2 (для четных вариантов).

К строительной площадке по воздушной линии электропередачи сопротивлением R_n и X_n подводится электрическая энергия от источника с напряжением U_c . На площадке установлено электрооборудование с напряжением питания U_n (табл.3.3):

1. группа асинхронных двигателей – привод транспортеров;
2. группа асинхронных двигателей – привод кранов;
3. осветительные лампы.

Требования к контрольному заданию.

1. По условию задачи составить реальную схему электрической цепи.
2. На основе реальной схемы составить схему замещения (расчетную схему).

3. Вычислить необходимые параметры схемы замещения каждой группы потребителей и линии электропередачи. Построить треугольники сопротивлений.

4. Записать в комплексном виде сопротивления каждой группы потребителей и линии электропередачи.

5. Вычислить токи на всех участках цепи, напряжение в начале линии, а также активную, реактивную и полную мощность цепи и отдельных групп потребителей.

6. По результатам расчетов построить векторную диаграмму токов и напряжений для всей цепи.

7. Определить потерю напряжения и мощности в линии электропередачи.

8. Рассчитать емкость батареи конденсаторов, которую необходимо подключить параллельно электрооборудованию для поднятия его коэффициента мощности до 1.

9. Произвести проверку правильности расчетов составлением уравнения баланса полных мощностей для расчетной схемы.

Бланк задания для контрольной работы №2 приведен в приложении 2.

Таблица 3.3

Номер варианта	Уп, В	Линия передачи		Асинхронные двигатели				Асинхронные двигатели				Лампы R ₃ , Ом
		R _л , Ом	X _л , Ом	R ₁ , Ом	X ₁ , Ом	Z ₁ , Ом	cosφ ₁	R ₂ , Ом	X ₂ , Ом	Z ₂ , Ом	cosφ ₂	
1	220	0,4	0,8	6	10			7		12		10
2	220	0,8	1,6	10		16			15	20		15
3	220	0,8	2	8			0,6	5		10		20
4	220	0,8	1,2		10		0,9		7	15		8
5	220	0,8	0,8			30	0,75			16	0,6	20
6	220	2	0,8	12		20			30		0,75	12

Окончание таблицы 3.3

Номер варианта	Уп, В	Линия передачи		Асинхронные двигатели				Асинхронные двигатели				Лампы R ₃ , Ом
		R _л , Ом	X _л , Ом	R ₁ , Ом	X ₁ , Ом	Z ₁ , Ом	cosφ ₁	R ₂ , Ом	X ₂ , Ом	Z ₂ , Ом	cosφ ₂	
7	220	2	0,8		4	16		25			0,75	16
8	220	2	1,2	8	16					26	0,8	20
9	220	1,2	2	12			0,7		22		0,85	14
10	220	1,5	2,5		15		0,8	20			0,75	10
11	220	1,5	2,5	8		14		20	10			8
12	220	2,5	1,5		10	16		20		30		12
13	220	1,5	2	6		12			15	20		14
14	380	0,8	1,2	12			0,6	20	15			20
15	380	0,8	1,6		16		0,75	15		30		25
16	380	0,8	2			20	0,6		18		0,6	20
17	380	2	1,6		16	25				20	0,7	18
18	380	2	1	14	18			15			0,9	14
19	380	1,5	0,8	15			0,75		18		0,85	18
20	380	0,8	1,8		18		0,6	15	18			24
21	380	0,5	1	10			0,5				0,5	10
22	380	0,6	1,2		10	20		10	15			12
23	380	0,7	1,5			25	0,8	18			0,7	15
24	380	1	0,8	8	12				20		0,8	20
25	380	1	1	6		25				15	0,6	25