

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17

Тема: Расчет разветвленной RLC - цепи переменного тока.

Цель: Приобрести навыки расчета цепей переменного тока с помощью векторных диаграмм.

Студент должен

знать:

- общую характеристику цепей переменного тока;
- изображение синусоидальных величин с помощью временных и векторных диаграмм;
- параметры разветвленной электрической цепи;

уметь:

- производить расчет разветвленной электрической цепи;
- строить векторные диаграммы.

Теоретическое обоснование

1) Цепь с параллельными ветвями. Разветвленная цепь, состоящая из двух ветвей, представлена на рисунок 17.1. Такая цепь может быть рассчитана с помощью проводимостей; ток в каждой ветви можно представить двумя составляющими: активной I_a и реактивной I_p .

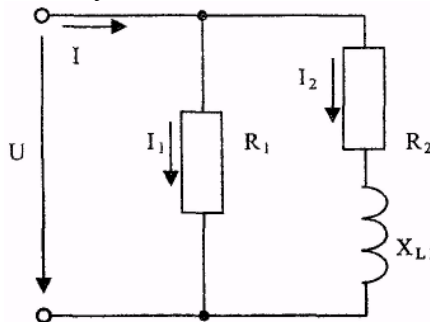


Рисунок 17.1 – Цепь переменного тока с параллельными ветвями

Активная составляющая тока совпадает по фазе с приложенным напряжением:

$$I_a = I \cos \varphi = \frac{UR}{Z^2} = Ug$$

где $g = \frac{R}{Z^2}$ - активная проводимость ветви, 1/Ом.

Реактивная составляющая тока

$$I_p = I \sin \varphi = \frac{UX}{Z^2} = Ub$$

где $b = \frac{X}{Z^2}$ - реактивная проводимость ветви, 1/Ом.

Реактивная составляющая тока сдвинута относительно приложенного напряжения на угол ($\pm \pi/2$).

Действующие значения токов I_1 и I_2 в ветвях

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = Uy_1; \quad I_2 = \frac{U}{Z_2} = Uy_2$$

где y_1 и y_2 - полные проводимости ветвей.

Токи в ветвях и их составляющие представлены на векторной диаграмме сторонами прямоугольного треугольника токов (рисунок 17.2), тогда

$$I_1 = \sqrt{I_{a1}^2 + I_{p1}^2} = U\sqrt{g_1^2 + b_1^2}$$

$$I_2 = \sqrt{I_{a2}^2 + I_{p2}^2} = U\sqrt{g_2^2 + b_2^2}$$

Полная проводимость каждой ветви

$$y_1 = \sqrt{g_1^2 + b_1^2}; \quad y_2 = \sqrt{g_2^2 + b_2^2}$$

Полная проводимость всей цепи

$$y = \sqrt{g^2 + b^2}$$

где $g = g_1 + g_2$ - активная проводимость всей цепи, равная арифметической сумме активных проводимостей ветвей;

$b = b_1 + b_2$ - реактивная проводимость всей цепи, равная алгебраической сумме реактивных проводимостей ветвей.

Действующее значение тока в неразветвленной части цепи

$$I = Uy$$

Сдвиг по фазе между напряжением и током

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{g} \quad \text{или} \quad \sin \varphi = \frac{b}{y}$$

Мощности цепи:

- активная $P = UI \cos \varphi = U^2 g$

- реактивная $Q = UI \sin \varphi = U^2 b$

- полная $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2} = U^2 y$

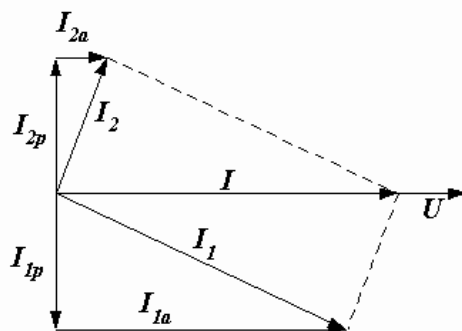


Рисунок 17.2 – Векторная диаграмма разветвленной цепи переменного тока

2) Резонанс токов

В цепи (рисунок 17.1) можно получить резонанс токов при условии равенства реактивных проводимостей $b_L = b_C$, тогда полная проводимость цепи $y = \sqrt{g^2 + b^2} = g$ (так как $b = b_L - b_C = 0$), т. е. равна активной проводимости. Угол сдвига фаз между током и напряжением в неразветвленной части цепи равен нулю, так как реактивные составляющие токов в ветвях I_{p1} и I_{p2} равны между собой и находятся в противофазе. Ток в неразветвленной части цепи является активным: $I = I_a = U(g_1 + g_2) = Ug$.

При резонансе токов реактивные мощности Q_1 и Q_2 равны, а так как $Q_1 = U^2 b_1$ и $Q_2 = U^2 b_2$ имеют разные знаки, то цепь обладает только активной мощностью.

Ход работы

- 1) Изучить теоретическое обоснование.
- 2) Выписать данные для своего варианта. Начертить схему (см. табл.17.1)
- 3) Решить задачу с пояснениями всех действий
- 4) Изобразить векторную диаграмму в масштабе.
- 5) Ответить на контрольные вопросы.

Задача

Разветвленная цепь переменного тока содержит различные элементы (резисторы, индуктивности, емкости). Схема приведена на соответствующем рисунке. Номер рисунка, значения всех сопротивлений и один дополнительный параметр заданы в таблице 17.1.

К цепи приложено напряжение U , В, токи в ветвях соответственно равны I_1 и I_2 , ток в неразветвленной части цепи равен I , А.

Определить следующие величины, если они не заданы в таблице:

- 1) Токи I_1 , I_2 , I ;
 - 2) Напряжение U , приложенное к цепи;
 - 3) Активную P , реактивную Q и полную S мощности для всей цепи.
- Начертить векторную диаграмму цепи и пояснить ее построение.

Таблица 17.1 - Исходные данные к задаче

номер варианта	номер рисунка	R_1 Ом	R_2 Ом	X_{L1} Ом	X_{L2} Ом	X_{C1} Ом	X_{C2} Ом	Дополнительная величина
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	5	3	-	4	-	-	$P_1 = 100$ Вт
2	2	10	8	-	-	-	6	$U = 20$ В
3	3	4	-	-	-	-	5	$I_1 = 5$ А
4	4	4	6	3	8	-	-	$I_2 = 4$ А
5	5	16	-	12	-	-	10	$P = 256$ Вт
6	6	24	16	-	12	32	-	$U = 80$ В
7	7	5	4	-	6	-	-	$I_2 = 6$ А
8	8	15	12	-	20	-	4	$P_1 = 240$ Вт
9	9	8	16	-	-	6	12	$U = 100$ В
10	10	4	8	-	12	3	6	$P_2 = 288$ Вт
11	1	10	6	-	8	-	-	$U = 50$ В
12	2	2	3	-	-	-	4	$I_1 = 5$ А
13	3	12	-	-	-	-	8	$I_2 = 6$ А
14	4	6	3	8	4	-	-	$P_1 = 300$ Вт
15	5	32	-	24	-	-	40	$U = 120$ В
16	6	12	8	-	6	16	-	$Q_2 = 250$ вар
17	7	2	2	-	3	-	-	$P_2 = 16$ Вт
18	8	5	8	-	4	-	10	$U = 30$ В
19	9	3	6	-	-	4	8	$I_2 = 4$ А
20	10	8	4	-	5	6	8	$U = 20$ В
21	1	4	4	-	3	-	-	$I_2 = 8$ А
22	2	5	4	-	-	-	3	$I_2 = 2$ А
23	3	2	-	-	-	-	4	$U = 8$ В
24	4	8	12	6	16	-	-	$Q_2 = 144$ вар
25	5	48	-	64	-	-	60	$I_1 = 3$ А
26	6	3	8	-	6	4	-	$I_1 = 5$ А
27	7	6	3	-	8	-	-	$Q = 72$ вар
28	8	10	6	-	12	-	4	$Q = 32$ вар
29	9	24	12	-	-	32	16	$U = 120$ В
30	10	64	24	-	40	48	8	$P_1 = 64$ Вт

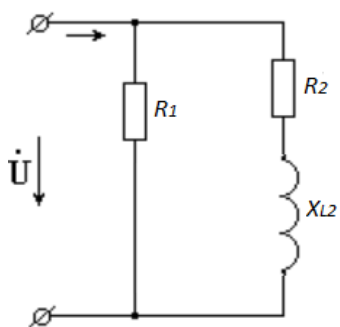


Рисунок 1

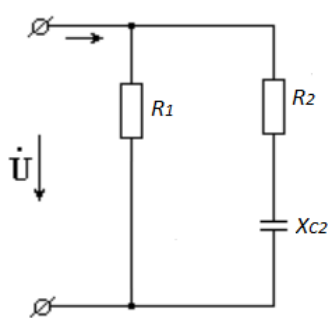


Рисунок 2

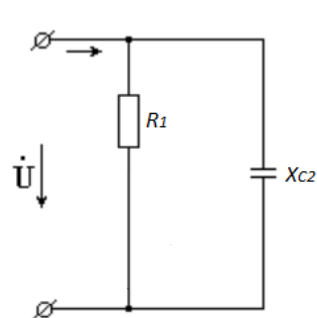


Рисунок 3

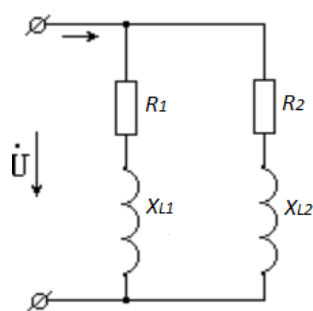


Рисунок 4

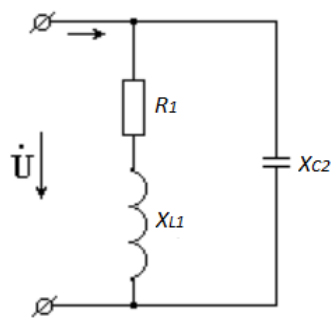


Рисунок 5

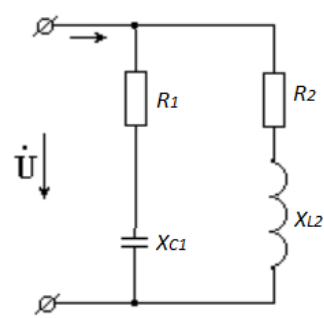


Рисунок 6

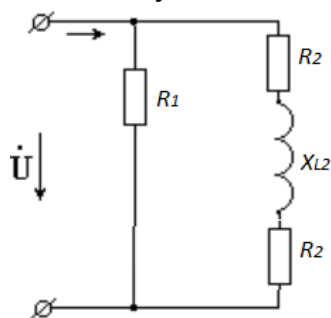


Рисунок 7

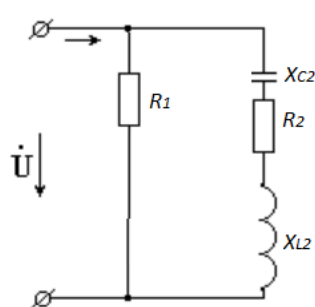


Рисунок 8

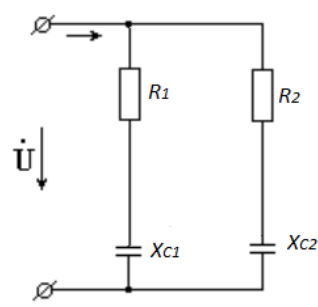


Рисунок 9

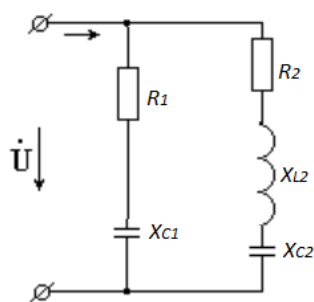


Рисунок 10

Контрольные вопросы

1. Как определить ток в неразветвленной части цепи при параллельном соединении сопротивлений?
2. Какие виды сопротивлений в цепи переменного тока существуют. Поясните их свойства.
3. Условия возникновения резонанса токов.
4. Виды мощности в цепи переменного тока и их расчет.
5. Для чего нужно повышать коэффициент мощности? Перечислите способы его повышения.

Содержание отчета

1. Дата, тема, цель, номер варианта
2. Схема RCL -цепи для своего варианта
3. Расчет параметров цепи с пояснениями
4. Векторная диаграмма RCL –цепи в масштабе
5. Ответ на контрольные вопросы