

Тема: Расчет неразветвленных RL и RC цепей переменного тока.

Цель: Научиться выполнять расчеты 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 неразветвленной электрической цепи с активным сопротивлением, с катушкой индуктивности (идеальной), с емкостью;

уметь:

- производить расчет электрической цепи с активным сопротивлением, с катушкой индуктивности (идеальной), с емкостью;
- строить векторные диаграммы.

Теоретическое обоснование

RL-цепь переменного тока

Реальная катушка отличается от идеальной тем, что переменный ток в ней сопровождается не только изменением энергии в магнитном поле, но и преобразованием электрической энергии в другой вид.

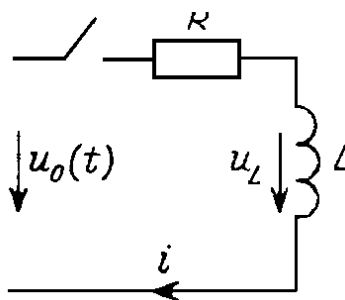


Рисунок 15. 1 – Электрическая схема RL – цепи переменного тока

Через резистор и катушку протекает один и тот же ток, поэтому в качестве основного выбирается вектор тока.

Напряжение, приложенное к цепи, равно сумме падений напряжений на катушке индуктивности и на резисторе, что определено по теореме Пифагора, исходя из векторной диаграммы (рис. 15.2)

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L$$

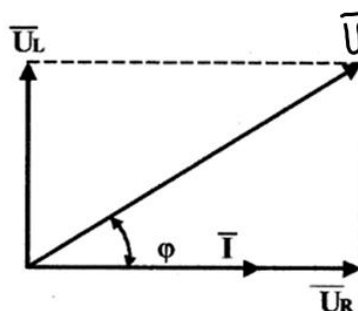


Рисунок 15.2 – Векторная диаграмма RL – цепи переменного тока

ЭДС самоиндукции катушки e_i равна по величине и противоположна по направлению напряжению u на ее концах, взятому с обратным знаком:

$$e_i = -Li' = -L \omega I_m \cos \omega t.$$

Учитывая, что $u = -e_i$, из данного равенства получим:

$$u = U_m \sin(\omega t + \pi/2),$$

где $U_m = L \omega I_m$ — амплитуда напряжения.

Следовательно, **колебания напряжения на катушке опережают колебания силы тока на $\pi/2$.**

Индуктивное сопротивление представляется формулой: $X_L = 2\pi f L = \omega L$, где:

X_L — сопротивление индуктивного типа; π — математическая постоянная; ω — угловая частота (измеряется в радианах в секунду – рад/сек); L — индуктивность, которая измеряется в Генри (Гн); f — частота напряжения, измеряется в Герцах (Гц).

Полное сопротивление RL – цепи определяется по формуле

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

RC-цепь переменного тока

В реальных цепях переменного тока с емкостью всегда имеется активное сопротивление. Поэтому реальную цепь с емкостью следует рассматривать состоящей из последовательно соединенных активного сопротивления и емкостного.

Рассмотрим последовательную **RC-цепь**, состоящую из последовательно соединенных резистора и конденсатора (рис 15.3).

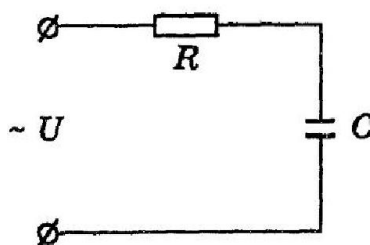


Рисунок 15.3 - Электрическая схема RC – цепи переменного тока

$$u = U_m \sin \omega t$$

Напряжение на зажимах цепи

Напряжение, приложенное к цепи, равно сумме падений напряжений на конденсаторе и на резисторе, что определено по теореме Пифагора, исходя из векторной диаграммы (рис. 15.4)

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_C$$

$$u_R = iR; u_C = \frac{1}{C} \int i dt$$

Емкостное сопротивление определяется по формуле $X_C = 1 / \omega C$.

Следовательно, **колебания напряжения на конденсаторе отстают от колебаний силы тока на $\pi/2$.**

Полное сопротивление RC-цепи определяется по формуле

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

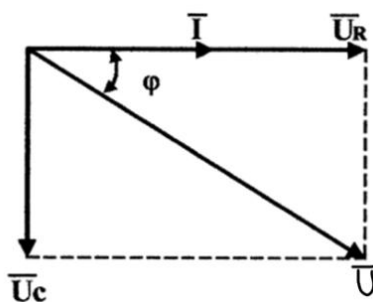


Рисунок 15.4 - – Векторная диаграмма RC – цепи переменного тока

Мощность цепи переменного тока:

- активная $P=UI\cos\varphi$
- реактивная $Q= UI\sin\varphi$
- полная $S=UI$

Ход работы

- 1) Изучить теоретическое обоснование.
- 2) Выписать данные для своего варианта. Начертить схемы (см. табл.15.1 и 15.2)
- 3) Решить задачу с пояснениями всех действий
- 4) Изобразить векторную диаграмму для RC и RL – цепей в масштабе.
- 5) Ответить на контрольные вопросы.

Задание для учащихся

Согласно данным варианта (таблицы 15.1 и 15.2) начертить схему RC и RL *определить*:

- ток в цепи;
- напряжение всей цепи;
- напряжение на участках;
- активную, реактивную и полную мощности;
- коэффициент мощности; угол между векторами тока и напряжения.
- построить векторную диаграмму.

Таблица 15.1 – Данные для расчета

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R, Ом	3	8	16	30	24	36	32	48	40	16	12	4
C, мФ	0,8	0,53	0,26	0,79	0,99	0,66	0,23	0,4	0,6	0,8	0,84	0,54
I, А	2	-	1	-	0,3	-	-	3	3	1,2	-	-
U, В	-	120	-	150	-	180	120	-	-	-	200	220

Таблица 15.2 – Данные для расчета

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R, Ом	12	36	40	40	48	32	30	21	30	36	18	16
L, мГн	51	35	95,5	85	115	76	127	102	127	153	191	382
I, А	3	-	5	-	-	2	4	-	-	3	9	-
U, В	-	90	-	50	180	-	-	120	75	-	-	60

Контрольные вопросы

1. Как возникает индуктивное, емкостное и активное сопротивление?
2. Назовите формулу индуктивного, емкостного и активного сопротивления.
3. От чего зависит индуктивность катушки и емкость конденсатора?
4. Почему всегда рассматривается активно-индуктивное и активно-емкостное сопротивление?
5. Как определить общее напряжение из векторной диаграммы?

Содержание отчета

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