**19.10.2021 Учебная группа: 1СТМ**

**Преподаватель Черномордик Анна Евгеньевна**

**ОП.03 Электротехника и электроника**

Тема 4.2 Электрические цепи однофазного переменного тока.

.

**Лекция № 17**

**Цель занятия:** Усвоить основные понятия по изучаемой теме.

**Задачи занятия:** уметь применять полученные знания для решения ситуационные задач.

**Задание студентам:**

1.**Записать в тетрадь и выучить конспект лекции**.

2. **Ответить на контрольные вопросы.** Фотографию конспекта и ответы на контрольные вопросы прислать на электронный адрес **kabinet1218@gmail.com** в срок **до 08.00 20.10.2021г.**

План:

1. Неразветвленные цепи переменного тока с активным, индуктивным и ёмкостным элементами.

2. Разветвлённые цепи переменного тока с активным, индуктивным и ёмкостным элементами.

3. Активная, реактивная и полная мощности в цепи переменного тока.

4. Коэффициент мощности и способы его повышения.

5. Резонанс токов.

6. Резонанс напряжений.

Литература:

Основные источники:

1. И.А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 1989.

2. Немцов М.В. Электротехника и электроника: учебник/ М.В. Немцов, М.Л. Немцова, – М.: Издательство Академия, 2013. – 480 с.

3. Т.Ф. Березкина Задачник по общей электротехнике с основами электроники - М.: Высшая школа, 1983.

Дополнительные источники:

1. Кацман, М.М. Сборник задач по электрическим машинам: учебное пособие/ М.М. Кацман. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 160 с.

2. Прошин, В. М. Электротехника для электротехнических профессий. Рабочая тетрадь: учебное пособие / В. М. Прошин. – Москва : Academia, 2014. – 456 c.

3. И.А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 2005 - 378 с.

4. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для СПО /С. А. Миленина ; под ред. Н. К. Миленина. — М. : Издательство Юрайт, 2015. — 399 с.







В качестве критерия режима «резонанс» в электрических цепях, содержащих катушки индуктивности и конденсаторы, принимается совпадение по фазе тока и напряжения на входных зажимах, т.е. фазовый резонанс.

Колебательный контур – это электрическая цепь, содержащая катушку индуктивности ***L***, конденсатор ***С*** и сопротивление ***R***, в которой могут возникать электрические колебания. Если конденсатор зарядить до какого-то напряжения , то его медленный разряд на катушку и повторный заряд будет носить колебательный характер. При свободных колебаниях в отсутствии потерь (R=0) напряжение на обкладках конденсатора меняется в времени по закону:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.93) |

а ток в катушке

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.94) |

В колебательном контуре дважды за период происходит перекачка энергии из электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки индуктивности и обратно.

В реальном колебательном контуре кроме катушки индуктивности и емкостного элемента должен быть и резистивный элемент.

*l*L

L

UC

E

R

C

I

Рисунок 3.25 – Колебательный контур

При подключении колебательного контура к источнику энергии (источники синусоидальной ЭДС или тока) могут возникать резонансные явления. Различают два основных вида резонанса: резонанс напряжений при последовательном соединении контура с источником энергии и резонанс токов – при параллельном соединении.

**Резонанс напряжений**



*R*

*jωL*



Рисунок 3.26 – Последовательный колебательный контур

По закону Ома комплекс тока в контуре будет

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.95) |

где Z – комплексное сопротивление контура:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.96) |

z – (модуль) или полное сопротивление контура:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.97) |

Угол сдвига фаз между напряжением и током (аргумент комплексного сопротивления):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.98) |

тогда действующее значение тока равно:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.99) |

Резонанс возникает, если индуктивные и емкостные сопротивления равны:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.100) |

При этом начальные фазы тока и напряжения также будут равны , . Полное сопротивление (модуль) будет минимально  и действующее значение тока при  достигнет максимального значения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.101) |

Режим неразветвленной цепи, содержащей индуктивный, емкостный и резистивный элементы последовательного контура, при котором , т.е. ток и напряжение совпадают по фазе, называется резонансом напряжений.

При резонансе напряжений действующие значения (и амплитуды) напряжений на индуктивном и емкостном элементах одинаковы, а фазы противоположны (рисунок 4.7 при начальной фазе тока равной нулю).



Рисунок 3.27 – Векторная диаграмма режима резонанса напряжений

Из условия

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.102) |

следует, что резонанса можно достичь, изменяя или частоту () напряжения питания, или параметры цепи: индуктивность или емкость. Угловая частота, при которой наступает резонанс, называется резонансной угловой частотой:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.103) |

А частота, при которой наступает резонанс, просто резонансной частотой

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.104) |

Т.к. индуктивные и емкостные сопротивления при резонансе равны, то

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.105) |

где– характеристическое сопротивление контура.

Отношение напряжения на индуктивном элементе  или емкостном элементе  к напряжению питания при резонансе обозначают буквой «Q»:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.106) |

*Q* –называют добротностью контура или коэффициентом резонанса.

**Резонанс токов**

В цепи, схема которой содержит параллельно соединенные индуктивный, емкостной и резистивный элементы, может возникнуть резонанс токов.



Рисунок 3.32 – Параллельный колебательный контур

Резонанс наступает, когда у входной проводимости

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.110) |

реактивная составляющая проводимости

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.111) |

где

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.112) |

где  - реактивные проводимости ветвей.

Таким образом, резонанс наступает, когда равны противоположные по фазе реактивные составляющие токов . Поэтому такой резонанс и называется резонансом токов.

При резонансе полная проводимость контура минимальна , и общий ток также минимален, т.к.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.113) |

Иначе говорят, что резонанс токов – это такой режим работы параллельного контура, при котором сдвиг фаз между напряжением и общим током равен нулю (рисунок 3.33).



Рисунок 3.33 – Векторные диаграммы режима резонанса токов:

а) теоретический случай; б) практическая диаграмма

Резонансная частота при резонансе токов определяется как

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.114) |

Таким образом, для получения резонанса необходимо, чтобы одновременно выполнялись следующие неравенства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.115) |

или

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.116) |

Если эти условия не выполняются, то получаются мнимые значения угловой частоты, т.е. не существует таких частот, при которых возможен резонанс токов.

Если , то угловая частота такая же, как и при резонансе напряжений

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.117) |

Если же , то угловая частота имеет любое значение

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.118) |

На рисунке 7.14 приведены частотные характеристики для цепи без потерь, т.е. 



Рисунок 3.34 – Частотные характеристики параллельного контура

При повышении частоты до  суммарная реактивная проводимость является индуктивной (ток отстает по фазе от напряжения на угол  (рисунок 3.33)). В точке, соответствующей резонансу , суммарный ток равен нулю, а токи в ветвях:

|  |  |
| --- | --- |
| ; | (3.119) |

и сдвинуты по фазе относительно друг друга на угол  (рисунок 3.33 а).

При дальнейшем увеличении частоты до бесконечности входная проводимость имеет емкостный характер, т.к.ток опережает напряжение на угол  (рисунок 3.33). Токи в ветвях равны напряжению, умноженному на соответствующие проводимости. В частности, в неразветвленной части цепи ток

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.120) |

Иначе говоря, действующее значение суммарного тока пропорционально абсолютному значению суммарной проводимости .

Резонанс напряжений – явление нежелательное, т.к. приводит к перенапряжениям в цепях, которые могут в несколько раз превышать рабочее напряжение установки. Резонанс токов – явление безопасное для установок. Явление резонанса применяется в радиотехнике при настройке контуров на резонансную частоту.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1 Указать единицы измерения активной и реактивной мощностей.

2 Пояснить, почему на индуктивности ток отстает от напряжения.

3 Записать формулы индуктивного и емкостного сопротивлений.

4 Записать мгновенное значение напряжения и тока на емкости.

5 Дать определение активному сопротивлению.