Теоретические основы электротехники

Прокубовская А.О.

Координаты

- E-mail:
 - alla.prokubovskaya@rsvpu.ru
 - proku-alla@yandex.ru
 - proku.alla@gmail.com
- Телефон: (343)2214632
- Аудитория: 0-111

Структура дисциплины

ТОЭ, ч. 1

- Лекции 16 часов;
- Лабораторные работы 16 часов;
- Зачет

ТОЭ, ч. 2

- Лекции 16 часов;
- Лабораторные работы 16 часов;
- Экзамен

Тематический план

- 1. Электрические цепи постоянного тока.
- Электрические цепи однофазного синусоидального тока.
- Электрические цепи однофазного периодического несинусоидального тока.
- 4. Трехфазные электрические цепи.
- Переходные процессы в электрических цепях постоянного тока.
- Нелинейные электрические цепи постоянного тока

1. Электрические цепи постоянного тока

- 1. Основные понятия и определения
- Основные законы цепей постоянного тока
- Методы расчета электрических цепей постоянного тока

• Электрическая цепь – совокупность устройств и объектов, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью таких понятий, как электродвижущая сила (ЭДС), ток, напряжение, сопротивление.

- Элемент электрической цепи отдельное устройство, входящее в состав электрической цепи и выполняющее в ней определенную функцию.
- Основные элементы электрической цепи – источники и приемники электроэнергии.

Источники электроэнергии:
 различные виды энергии (химическая

 в гальванических элементах;
 механическая – в генераторах;
 световая; тепловая) преобразуются в электромагнитную или электрическую

Приемники электроэнергии:

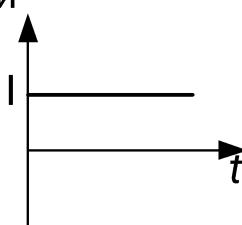
 электромагнитная энергия
 преобразуется в другие виды энергии
 (химическую – гальванические ванны;
 тепловую – нагревательные приборы;
 механическую – электрические
 двигатели)

Классификация электрических цепей

- По виду тока
- 2. По характеру параметров элементов
- 3. В зависимости от наличия или отсутствия источника электроэнергии (активные и пассивные)

Классификация электрических цепей: по виду тока

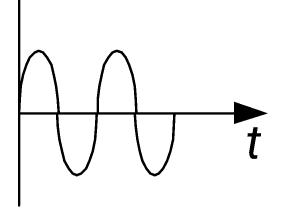
 цепи постоянного тока – электрический ток не изменяется во времени



Классификация электрических цепей по виду тока

□цепи переменного тока

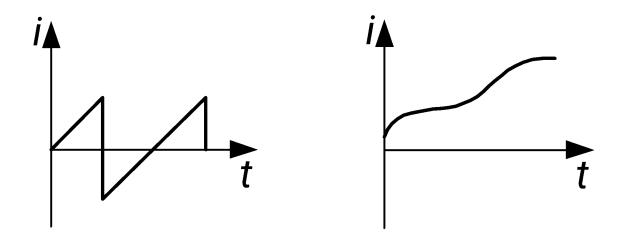
цепи синуфоидального тока



Классификация электрических цепей по виду тока

□цепи переменного тока

• цепи несинусоидального тока

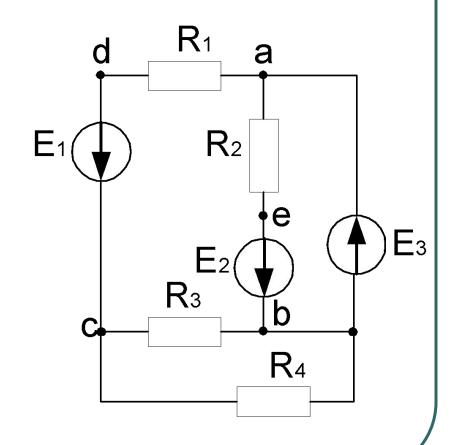


Классификация электрических цепей: по характеру параметров элементов

- линейные цепи цепи, сопротивления которых не зависят от значений и направлений токов;
- нелинейные

Топологические понятия теории электрических цепей

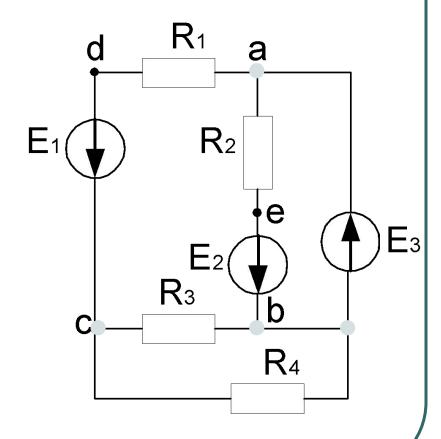
Ветвь электрической цепи — участок, элементы которого соединены друг за другом, т.е. последовательно. Ток в элементах ветви один и тот же



Топологические понятия теории электрических цепей

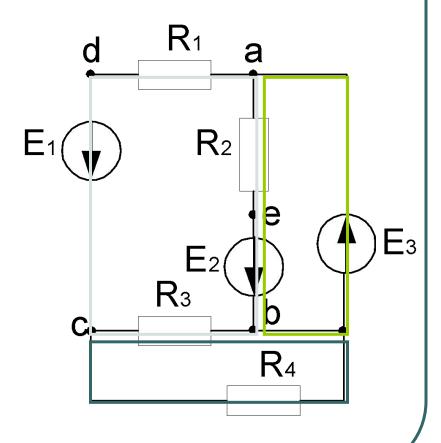
Узел электрической цепи

– место соединения ветвей



Топологические понятия теории электрических цепей

Контур – любой замкнутый путь вдоль ветвей электрической цепи

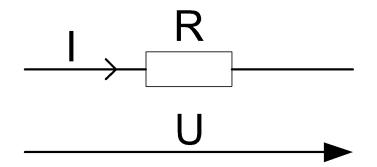


Основные законы цепей постоянного тока

- Закон Ома
 - для участка цепи без источника ЭДС
 - обобщенный закон Ома (для участка цепи с ЭДС)
- I закон Кирхгофа
- II закон Кирхгофа

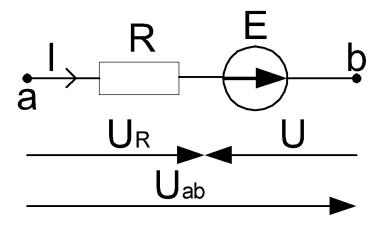
Закон Ома для участка цепи без источника

Сила тока на участке электрической цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка



$$I = \frac{U}{R}$$

Обобщенный закон Ома (для участка цепи с ЭДС)



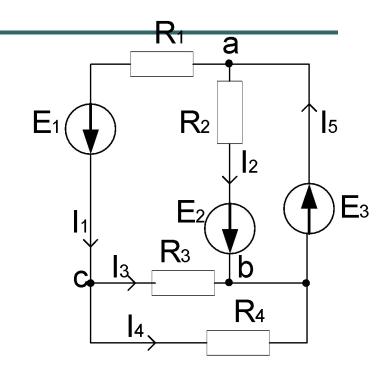
$$I = \frac{U_{ab} + E}{R}$$

$$\begin{array}{c}
U_{ab} \\
U_{R} = U_{ab} \\
U_{ab} \\
U_{ab} = IR - E; \\
U_{ab} - E \\
R
\end{array}$$

закон Кирхгофа

Алгебраическая сумма токов в узле электрической цепи равна нулю.

Токи, одинаково направленные относительно узла, записываются с одинаковым знаком



Для узла а:

$$I_1 + I_2 - I_5 = 0$$

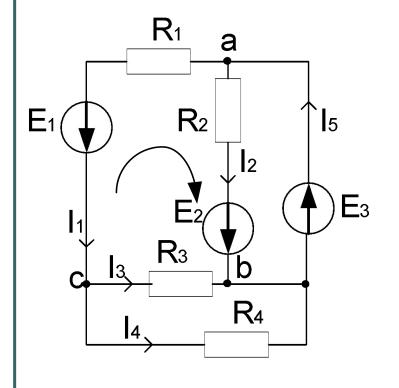
П закон Кирхгофа

Алгебраическая сумма падений напряжений любого контура равна алгебраической сумме ЭДС этого контура

Падения напряжения: знак «+», если направления тока совпадает с направлением обхода контура;

ЭДС: знак «+», если направления ЭДС и обхода контура совпадают

Закон Кирхгофа



контур abca

$$-E_1 + E_2 = I_2R_2 - I_3R_3 - I_1R_1$$

контур aba

$$E_3 + E_2 = I_2 R_2$$

контур bcb

$$0 = I_3 R_3 - I_4 R_4$$

Баланс мощности

На основании закона сохранения энергии мощность, развиваемая источниками электроэнергии, равна сумме мощностей всех приемников и потерь в источниках из-за внутренних сопротивлений.

Если направление ЭДС и тока совпадают, то EI в сумме записываются со знаком «+»

Баланс мощности

Для цепи постоянного тока:

мощность источников

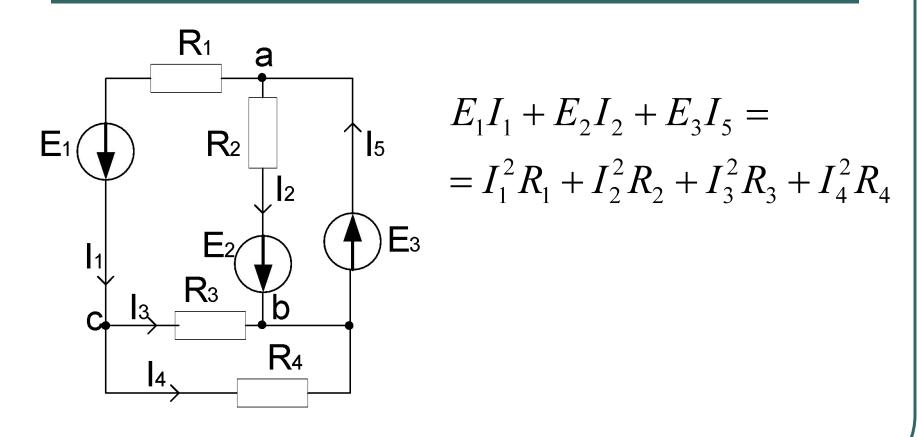
$$P_{ucm} = EI$$

мощность приемников

$$P_{np} = I^2 R$$

$$[P] = Bm$$

Баланс мощности



Методы расчета электрических цепей

Постановка задачи:

в известной схеме цепи с заданными параметрами необходимо рассчитать токи, напряжения, мощности на отдельных участках

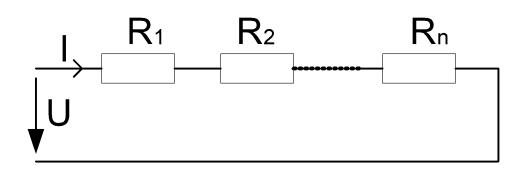
Методы расчета электрических цепей

- преобразования цепи;
- непосредственного применения законов Кирхгофа;
- контурных токов;
- узловых потенциалов;
- наложения;
- эквивалентного генератора

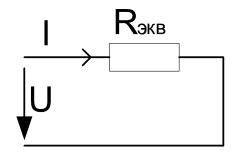
Суть метода:

если несколько последовательно или (и) параллельно включенных сопротивлений заменить одним, то распределение токов в электрической цепи не изменится.

Последовательное соединение резисторов

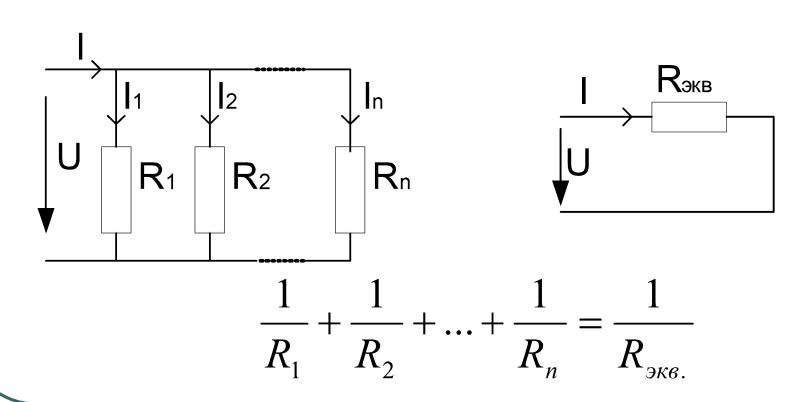


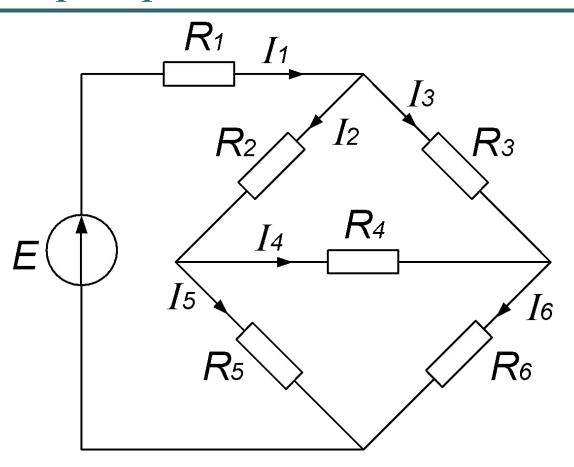
Ток во всех последовательн о соединенных элементах одинаков



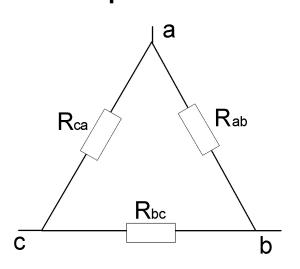
$$R_1 + R_2 + \ldots + R_n = R_{_{\mathfrak{I}\!K\!B}}.$$

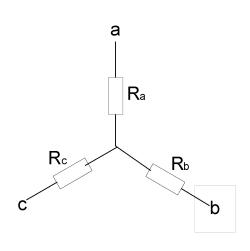
Параллельное соединение резисторов





Преобразование треугольника сопротивлений в звезду





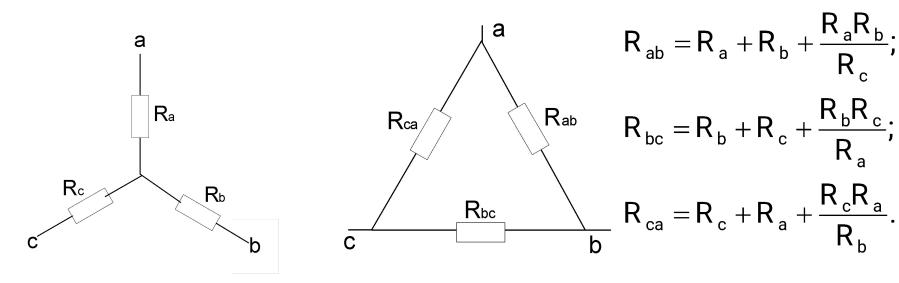
$$R_a = \frac{R_{ab}R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}};$$

$$R_{b} = \frac{R_{bc}R_{ab}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}};$$

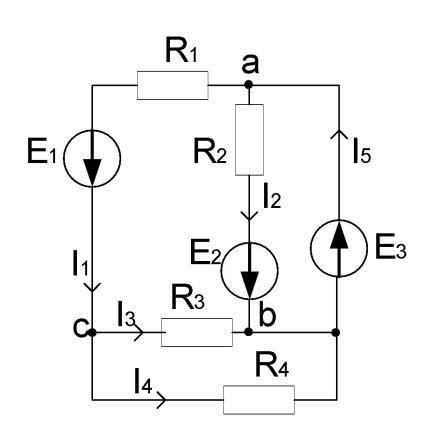
$$R_c = \frac{R_{ca}R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}.$$

Дано: R_{ab}, R_{bc}, R_{ca} Определить: R_a, R_b, R_c

Преобразование звезды сопротивлений в треугольник

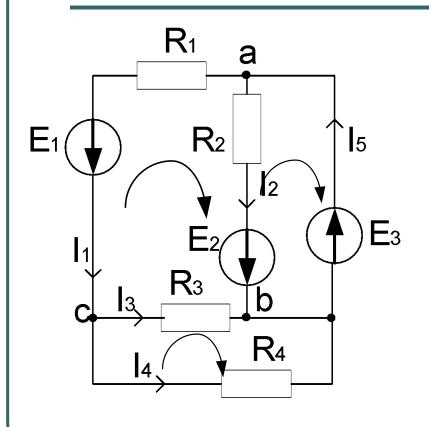


Дано: R_a , R_b , R_c Определить: $R_{ab'}$, $R_{bc'}$, R_{ca}

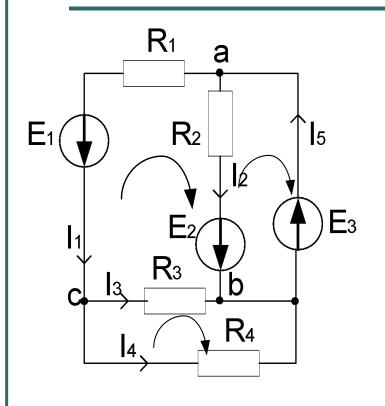


Определить число ветвей (т.е. токов) и узлов в схеме.
 Общее число уравнений должно быть равно числу неизвестных токов.

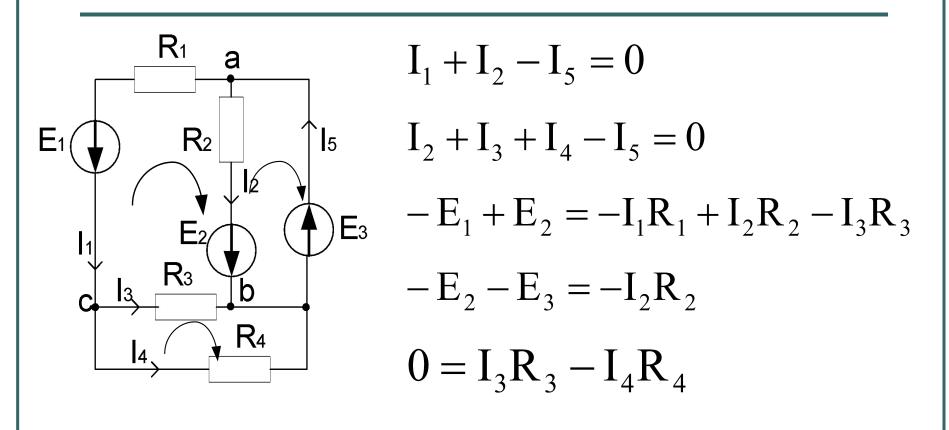
$$N_{\text{ветвей}} = 5; N_{yзлов} = 3$$



Произвольно выбрать условно положительные направления обхода контура.



- Составить уравнения для (N_{узлов}-1) по I закону Кирхгофа и
- для N_{ветвей}- (N_{узлов}-1) независимых контуров по II закону Кирхгофа.



- Решить систему уравнений относительно токов. Если в результате ток получился отрицательным, то его действительное направление противоположно выбранному.
- Проверить правильность решения задачи, составив уравнение баланса мощности.