

## Практическая работа.

### Расчет простой электрической цепи.

**Цель работы:** научить обучающихся рассчитывать простые электрические цепи. В электрической цепи постоянного тока токи и напряжения постоянны, поэтому изменение этих величин во времени равны нулю, а следовательно, и напряжение на индуктивности  $\frac{di}{dt}=0$  и  $\frac{dU}{dt}=0$ , и ток через емкость  $I_c$ , зависящие от изменения этих величин, также равны нулю.

$$U_L=L\frac{di}{dt}=0; \quad I_c=C\frac{dU_c}{dt}=0.$$

Отсюда следует, что в индуктивности сопротивление постоянному току равно нулю, т.е.  $U_c$ , а емкость является бесконечно большим сопротивлением.

Поэтому в цепи с источниками постоянного тока можно исключить все индуктивности, закоротив их, а все ветви, содержащие конденсаторы, разомкнуть. В этом случае уравнение электрического состояния приобретает вид:

$$\sum R I = \sum E.$$

В уравнении положительные знаки принимаются для тех токов и эдс, направления которых совпадают с произвольно выбранным направлением обхода рассматриваемого контура.

Простыми электрическими цепями называют цепи с одним источником энергии.

При этом в качестве приемников могут быть несколько резисторов, включенных последовательно и параллельно. Если известны эдс генератора, его внутреннее сопротивление и сопротивление резисторов, то токи во всех ветвях можно найти, используя метод преобразования (свертывания) или метод пропорциональных величин (подобия).

## Метод преобразования

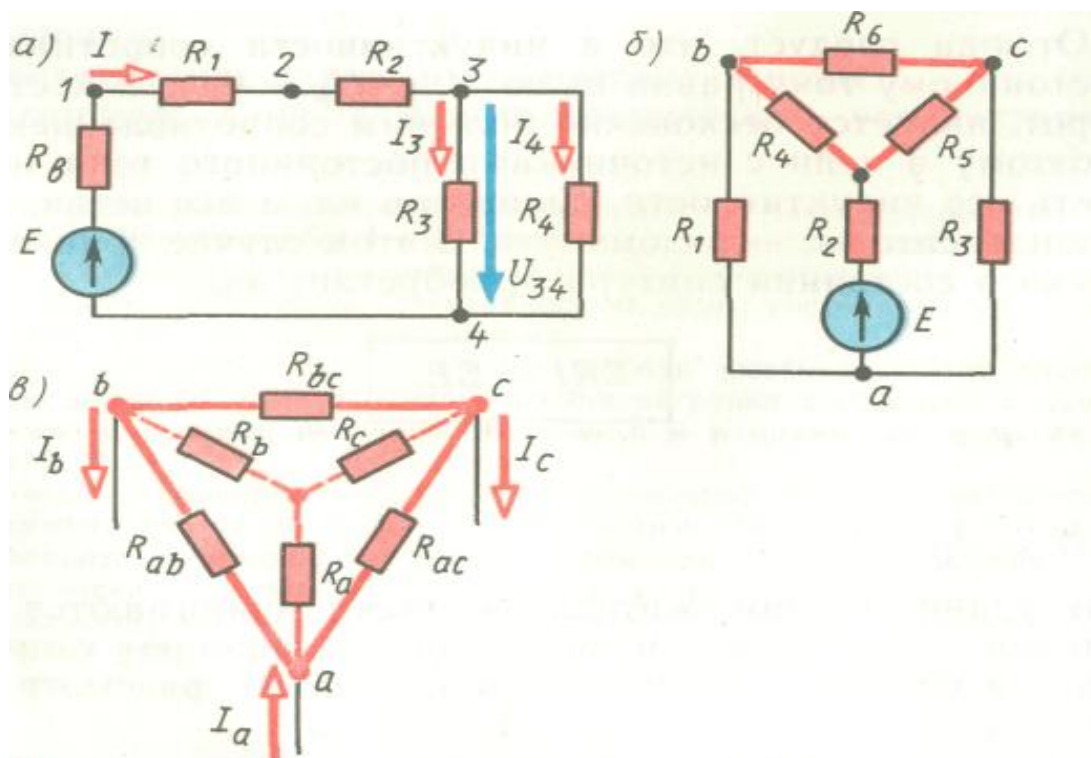
Этот метод состоит в замене групп последовательно и параллельно соединенных резисторов эквивалентным  $R_{\Sigma}$ . Затем по уравнению состояния простого контура находят ток в неразветвленной части цепи. Посредством обратного преобразования находят токи во всех ветвях заданной цепи.

В электрической схеме рис. 10, а эквивалентное сопротивление  $R_{\Sigma} = R_B + R_1 + R_2 + R_{34}$ , где  $R_{34} = R_3 R_4 / (R_3 + R_4)$ .

Ток в неразветвленной части схемы  $I = E / R_{\Sigma}$ .

Токи в ветвях и напряжение на участке  $U_{34}$ ;  $I_3 = U_{34} / R_3$ ;  $I_4 = U_{34} / R_4$ ;  $U_{34} = E - U_{13} = E - (R_B + R_1 + R_2) I$ , Или  $U_{34} = R_{34} I$ ;  $I_3 = I R_4 / (R_3 + R_4)$ ;  $I_4 = I R_3 / (R_3 + R_4)$ .

На рис. 10, б приведена более сложная схема, в которой прямую замену замыкающихся на разные узлы резисторов эквивалентным сопротивлением произвести нельзя. Здесь резисторы  $R_4$ ,  $R_5$  и  $R_6$  образуют треугольник (  $\Delta$  ), а сопротивления  $R_2$ ,  $R_4$  и  $R_5$  образуют звезду (  $Y$  ). Для расчета схемы в этом случае можно воспользоваться уравнениями состояния узла и контура



или преобразовать треугольник в звезду (рис. 10,в). Тогда схема значительно упростится.

Формулы преобразования треугольника в звезду имеют вид

$$R_a = \frac{R_{ab}R_{ac}}{(R_{ab} + R_{ac} + R_{bc})}; \quad R_b = \frac{R_{ab}R_{bc}}{(R_{ab} + R_{ac} + R_{bc})}; \quad R_c = \frac{R_{ca}R_{bc}}{(R_{ab} + R_{ac} + R_{bc})}$$

Сопротивление луча эквивалентной звезды равно произведению сопротивлений сторон треугольника, прилегающих к лучу, деленному на сумму сопротивлений всех сторон треугольника.

Для замены звезды эквивалентным треугольником пользуются следующими формулами:

$$R_{ab} = R_a + R_b + \frac{R_a R_b}{R_c}; \quad R_{bc} = R_b + R_c + \frac{R_b R_c}{R_a};$$

$$R_{ac} = R_a + R_c + \frac{R_a R_c}{R_b}.$$

Здесь сопротивление стороны треугольника равно сумме сопротивлений двух лучей звезды, опирающихся на это сопротивление, плюс произведение сопротивлений указанных лучей, деленное на сопротивление третьего луча звезды.

Возвращаясь к схеме рис. 10,6, после преобразования треугольника  $R_4, R_5, R_6$  в звезду, получим двухконтурную схему:

$$R_a = R_4 R_5 / (R_4 + R_5 + R_6); \quad R_b = R_4 R_6 / (R_4 + R_5 + R_6);$$

$$R_c = R_5 R_6 / (R_4 + R_5 + R_6).$$

## **Метод пропорциональных величин**

### **(подобия)**

Сущность метода состоит в том, что в электрической схеме задаются произвольным значением тока в одной из ветвей и затем после определения токов в других ветвях находят эдс  $E'$ . Сравнивают полученное значение  $E'$  с заданной эдс  $E$ , находят коэффициент пропорциональности  $K, = E/E'$ . Для нахождения действительных токов в ветвях схемы полученные значения токов умножают на коэффициент  $/C$ .

в схеме Рис- 1 примем  $\mathcal{C} = 1 \text{ A}$ . Тогда  $I_3' = R_4 I_4' / R_3$ ;  $I_3' + I_4'$ ;  $E' = (R_1 + R_2 + R_6) I' + R_4 I_4'$ .  
Токи в ветвях  $I = K I'$ ;  $I_3 = K I_3'$ ;  $I_4 = K I_4'$ .

В схеме рис. 10 примем  $I_4' = 1 \text{ A}$ . Тогда

$$I_3' = R_4 I_4' / R_3; I' = I_3' + I_4'; E' = (R_1 + R_2 + R_6) I' + R_4 I_4'.$$

$$\text{Токи в ветвях } I = K I'; I_3 = K I_3'; I_4 = K I_4'.$$