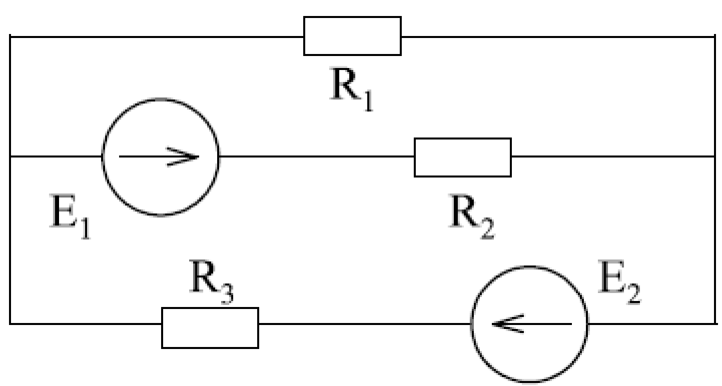
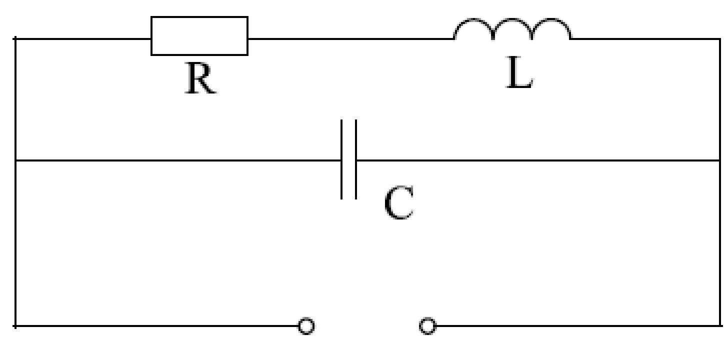
1. Схемы замещения электрических цепей.
2. Эквивалентные преобразования пассивных электрических цепей.
3. Расчет цепей посредством двух законов Кирхгофа.
4. Мощность в цепях постоянного тока.
5. Баланс мощностей.

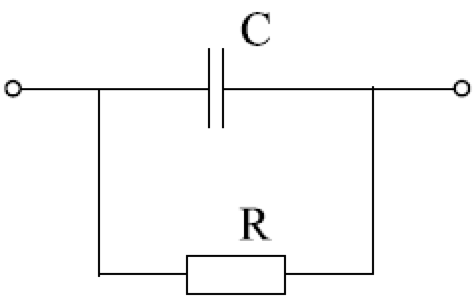
Схемы замещения электрических цепей

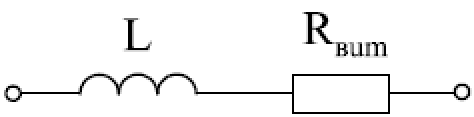
Схемой электрической цепи называется ее графическое изображение с использованием обозначений идеальных элементов. Например:

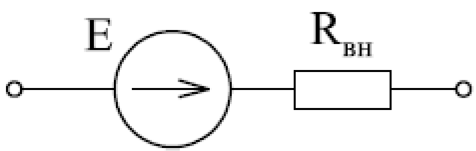




Если учесть сопротивление утечки реального конденсатора, сопротивление витков реальной индуктивной катушки и внутреннее сопротивление реального источника ЭДС, то можно составить соответствующие схемы замещения этих элементов:





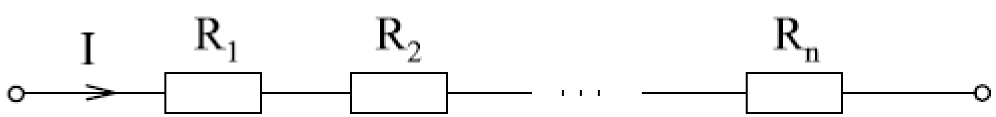


Отсюда следует, что все схемы по сути дела являются лишь более или менее точными схемами замещения реальных электрических цепей.

Эквивалентные преобразования пассивных электрических цепей

Для упрощения анализа сложных электрических цепей отдельные их участки, не содержащие ЭДС, или пассивные цепи целиком можно заменить одним эквивалентным сопротивлением. Под эквивалентным понимают такое сопротивление, которое, будучи включенным в цепь вместо заменяемой группы сопротивлений, не изменяет распределение токов и напряжений в остальной части цепи.

При последовательном соединении сопротивлений по каждому из них

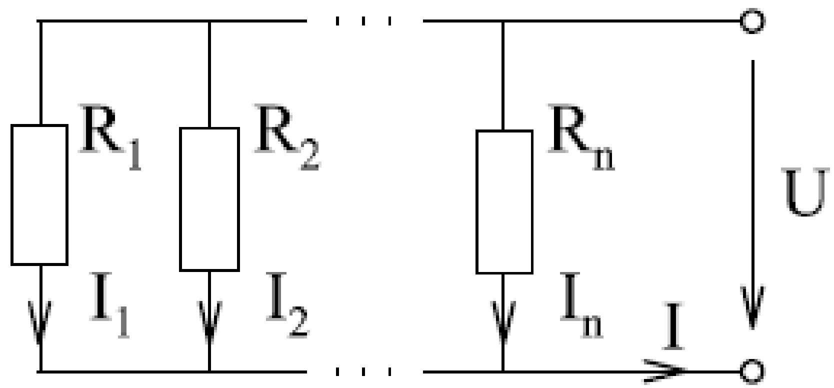


протекает один тот же ток, следовательно, падение напряжения на эквивалентном сопротивлении должно быть равно сумме падений напряжений на исходных сопротивлениях:

$$IR_{экв} = IR_1 + IR_2 + \ldots + IR_n$$

отсюда получаем: $R_{экв} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n = \sum_{1}^{n} R_i$

Если группа заменяемых сопротивлений соединена параллельно, то



напряжения на каждом из них и на эквивалентном сопротивлении одинаковы.

Условия эквивалентности будут выполнены, если ток через искомое сопротивление будет равен сумме токов через отдельные параллельные сопротивления:

$$I = I_1 + I_2 + \ldots + I_n$$

Используя закон Ома для отдельного сопротивления, можем записать:

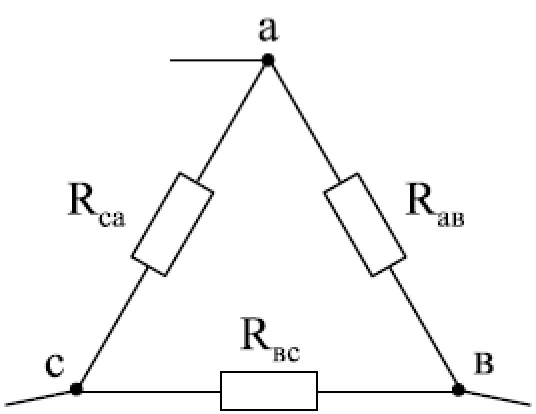
$$\frac{U}{R_{экв}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \ldots + \frac{U}{R_n}$$

Окончательно получаем:

$$\frac{1}{R_{экв}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n} = \sum_{1}^{n} \frac{1}{R_i}$$

Поскольку величина, обратная сопротивлению, есть проводимость, то, вводя обозначения для проводимости **G =1/ R** , получим:

При анализе сложных схем встречаются случаи, когда часть схемы образует так называемый треугольник сопротивлений:



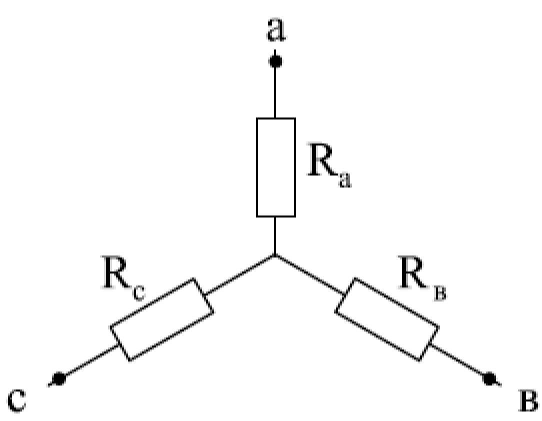


Схема упрощается, если треугольник с сопротивлениями Rав, Rвс, Rса заменить эквивалентной звездой с сопротивлениями Ra, Rв, Rc. Иногда, наоборот, необходимо обратное преобразование звезды в треугольник. Схемы треугольника и звезды считаются эквивалентными, если после преобразования все токи и напряжения в остальных частях схемы (не затронутых преобразованиями) остаются неизменными.

Очевидно, условия эквивалентности должны выполняться и при обрыве проводов, подходящих к узлам "а", "в", "с". Например, при обрыве провода, подходящего к узлу "а", сопротивления между точками "в" и "с" в треугольнике и звезде должны быть одинаковы, т.е.:

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

Рассуждая аналогичным образом, можно записать:

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

Решая полученную систему уравнений относительно Ra, Rв и Rc, получим формулы эквивалентного преобразования треугольника в звезду:

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

Решая систему относительно Rab, Rbc, Rca получим формулы преобразования звезды в треугольник:

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

В частном случае, когда сопротивления звезды или треугольника одинаковы, эти формулы упрощаются:

$$R_Y = \frac{1}{3} R_\Delta \qquad R_\Delta = 3R_Y$$