

Электрические цепи постоянного тока.

Основными элементами установок являются источники и приемники электрической энергии, а также преобразовательные устройства. Электрическая цепь – это совокупность соединенных между собой источников электрической энергии, ее приемников и соединяющих их проводов (линия передачи). Источники электрической энергии – это устройства, в которых происходит преобразование различных видов энергии в электрическую. Приёмник – это устройство, в котором происходит преобразование электрической энергии в другой вид энергии для ее использования. Источники питания образуют внутренний участок цепи, а приемники – внешний. Эти участки отделяются полюсами.

Электродвижущая сила источника и напряжение. Электрический ток. Закон Ома

ЭДС – это полная энергия, которую источник может расходовать на перемещение каждого единичного заряда по всей замкнутой цепи. Численно ЭДС равна отношению электрической мощности источника к его электрическому току. В цепях постоянного тока ЭДС прямо пропорциональна мощности и обратно пропорциональна силе тока.

$$E = \frac{P}{I}$$

где E – ЭДС источника, В;

P – активная мощность, Вт;

I – сила тока, А.

ЭДС и напряжение измеряются в вольтах (В). Для измерения ЭДС и напряжения используются вольтметр. Электрический ток – это направленное движение электронов в проводнике под действием электрического поля. Сила тока – это количество заряда, проходящего через поперечное сечение проводника в единицу времени. $I = \frac{q}{t}$

где t – время прохождения тока.

Величина силы тока измеряется в амперах (А). За положительное направление электрического тока принято движение положительного заряда (т.е. от + источника к -).

На ряду с силой тока при расчетах электрических цепей используется плотность тока J – отношение силы тока I к площади поперечного сечения S проводника:

$$J = \frac{I}{S}$$

где S – площадь поперечного сечения, мм².

Плотность тока в проводах обычно измеряется в А/мм². Плотность тока характеризует способность проводника выдерживать требуемую нагрузку.

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

где R – сопротивление, Ом.

Данное выражение называется законом Ома для участка цепи, не содержащего источника энергии: *сила тока участка цепи прямо пропорциональна падению*

напряжения на этом участке и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка.

Закон Ома для полной цепи: сила тока в цепи пропорциональна ЭДС и обратно пропорционально полному сопротивлению цепи. Полное сопротивление содержит внешнюю R и внутреннюю r цепь источника ЭДС:

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

где r – внутреннее сопротивление источника, Ом.

Электрическое сопротивление и проводимость

Прохождению электрического заряда в проводнике препятствуют молекулы и атомы. Это противодействие называется сопротивлением. Сопротивление обозначается буквой R и выражается в омах (Ом). Сопротивление проводника зависит от его геометрических параметров и выражается формулой

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

где ρ – удельное сопротивление Ом*мм²/м;

l – длина проводника, м;

S – площадь поперечного сечения, мм².

Величина, обратная сопротивлению называется проводимостью. Проводимость – это способность проводника пропускать через себя электрический ток.

$$g = \frac{1}{R}$$

Единица проводимости (g) – сименс (См).

Величина сопротивления проводников зависит также и от температуры. В пределах 0-100С эта зависимость выражается формулой

$$R_2 = R_1 + R_1 \alpha (T_2 - T_1),$$

где R_1 – начальное сопротивление проводника при температуре T_1 ;

R_2 – конечное сопротивление проводника при температуре T_2 ;

α – температурный коэффициент сопротивления, 1/°С.

Тепловое действие тока.

Электрический ток, проходя по проводам или другим электротехническим устройствам нагревает их. Причиной нагрева является столкновения электронов друг с другом и с ионами проводника. Чем больше ток, тем больше скорость движения электронов, тем большую энергию они имеют. Поэтому при ударах они отдают частицам проводника большую энергию. Энергия электрического тока преобразуется в тепловую. Количественное соотношение этого преобразования отражает закон Джоуля – Ленца. Он формулируется так: количество тепла, выделяемого током в проводнике, пропорционально квадрату тока, сопротивлению и времени прохождения тока

$$Q = I^2 R t,$$

где Q – количество тепла, Дж;

I – сила тока, А;

R – сопротивление проводника Ом;
 t – время, с.

Электрические цепи

В цепях постоянного тока электродвижущая сила ЭДС, ток и напряжение не изменяются с течением времени. Любая электрическая цепь характеризуется наличием ветвей, узлов и контуров.

Ветвь – это участок цепи, вдоль которого проходит один и тот же ток и который состоит из последовательно соединенных элементов.

Узел – место соединения трех и более ветвей.

Контур – любой замкнутый путь цепи, который можно обойти, двигаясь по ее ветвям.

Режимы работы электрических цепей

Режимы работы определяются соотношением сопротивлений внешней и внутренней цепей, т.е. между сопротивлением нагрузки и внутренним сопротивлением источника (R_H, R)

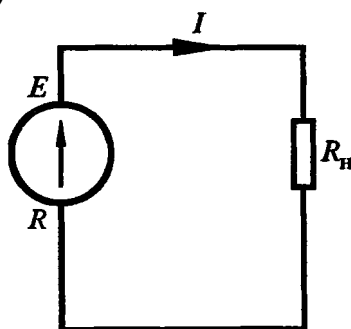


Рисунок 1 – Простейшая электрическая цепь

Различают:

Номинальный режим – это режим, при котором напряжение, ток и потребляемая приемником мощность соответствует расчетным значениям, полученным в процессе проектирования. Он гарантирует оптимальные параметры источника питания, высокий КПД, надежность и долговечность

Согласованный режим наступает при равенстве сопротивления нагрузки и внутреннего сопротивления источника ($R = R_H$). В этом случае мощность $P_{пр}$, потребляемая приемником, достигает своего максимального значения и равна мощности потерь ΔP в источнике. В этом режиме КПД ниже, чем в номинальном режиме.

Режим холостого хода наступает при отключении приемника от источника. Сопротивление внешней части цепи при этом $R_H = \infty$, тогда ток в цепи $I = 0$, а следовательно, и $U_{RH} = E$. Мощность источника $P_{х.х.}$ и мощность приемника $P_{пр.}$ в режиме холостого хода: $P_{х.х.} = P_{пр.} = 0$. В этом режиме КПД источника $\eta = 1$.

Режим короткого замыкания наступает, когда сопротивление приемника становится равным нулю ($R_H = 0$). Следствием этого явления может быть замыкание между выводами внутри приемника или пробой изоляции между соединительными проводами. В любом случае ток пройдет по участку с нулевым сопротивлением и, как результат, достигнет максимального значения, напряжение на выводах

приемника источника $U_{RH} = 0$. Ток короткого замыкания может в десятки и сотни раз превышать номинальный ток цепи, что может вызвать тепловые и механические повреждение ее отдельных элементов. По этой причине в электрической цепях необходимо использовать плавкие предохранители.

Работа и мощность электрической цепи.

Работа по перемещению электрического заряда за время t в источнике определяется

$$A = Eq$$

Зная, что

$$q = It$$

Работа источника или энергия, полученная за счет преобразования, например, механической энергии в электрическую определяется

$$A = W = EIt$$

Работа, совершаемая в единицу времени, называется мощностью. Мощность источника определяется:

$$P_{ист} = \frac{A}{t} = EI$$

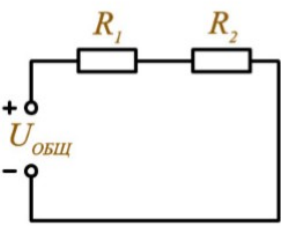
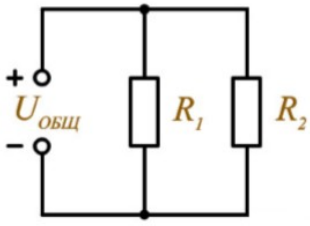
Для приемника:

$$P_{пр} = UI = I^2 R$$

Мощность обозначается буквой P и измеряется в ваттах (Вт). Электрическая работа измеряется в джоулях (Дж)

Последовательное и параллельное соединение резисторов

Вспомним свойства данных соединений

| | Последовательное соединение | Параллельное соединение |
|---------------|---|---|
| Схема |  |  |
| Сила тока | $I = I_1 = I_2$ | $I = I_1 + I_2$ |
| Напряжение | $U = U_1 + U_2$ | $U = U_1 = U_2$ |
| Сопротивление | $R = R_1 + R_2$ | $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ |