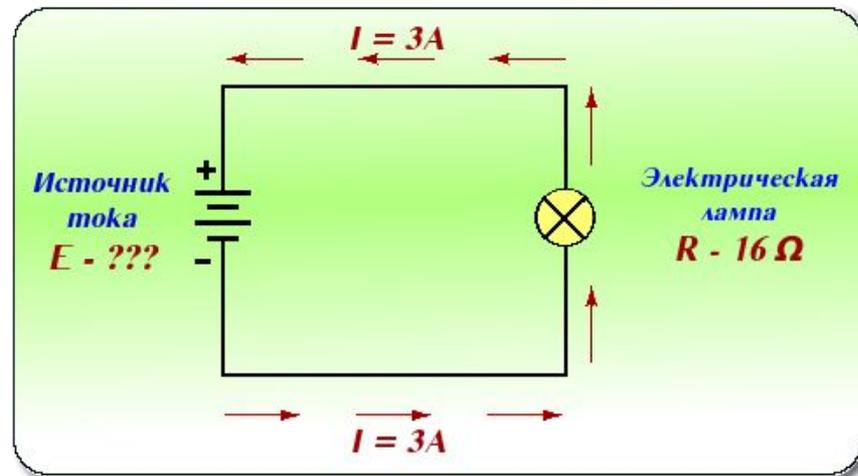
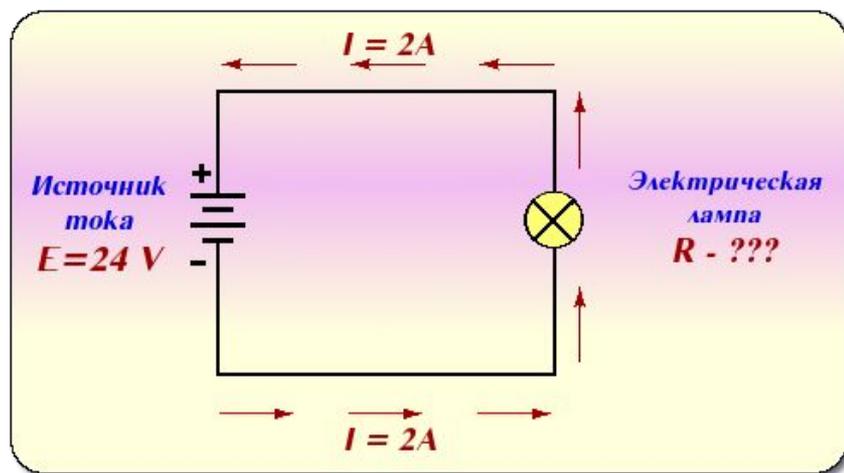


Занятие 2. Переменный ток. Последовательное и параллельное подключение. Мощность

Законы Кирхгофа. Последовательное и параллельное соединение элементов. Мощность.
Переменный ток. Осциллограммы сигналов

Закон Ома. Повторение

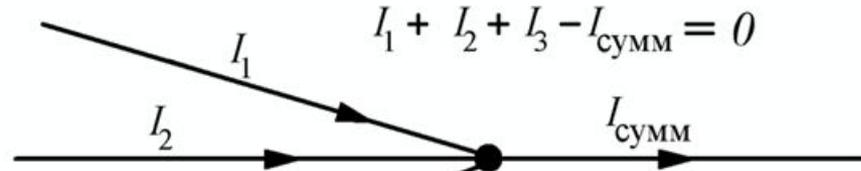


Правила Кирхгофа. №1

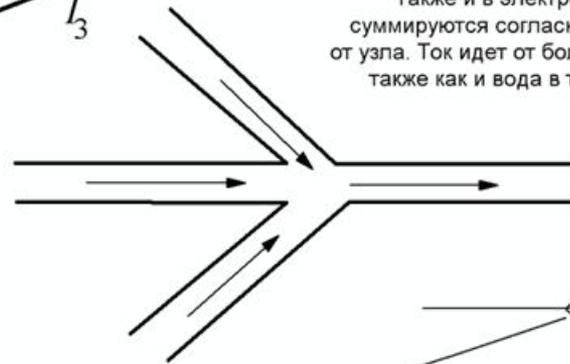
Алгебраическая сумма токов ветвей, сходящихся в каждом узле любой цепи, равна нулю.

Направленный к узлу ток принято считать положительным, а направленный от узла — отрицательным

Иными словами, сколько тока втекает в узел, столько из него и вытекает. Это правило следует из фундаментального закона сохранения заряда.



Вода в трубах не может взаться из ниоткуда, поэтому исходящий поток равен сумме входящих. Также и в электрической цепи. Токи в узле суммируются согласно их направлению: к узлу или от узла. Ток идет от большего потенциала к меньшему, также как и вода в трубе под давлением насоса.



Понятие узла весьма условное. Например тут не три узла, а один так как их без проблем можно стянуть в одну точку

Правила Кирхгофа. №2

Алгебраическая сумма напряжений на резистивных элементах замкнутого контура равна алгебраической сумме ЭДС, входящих в этот контур. Если в контуре нет источников ЭДС (идеализированных генераторов напряжения), то суммарное падение напряжений равно нулю.

При полном обходе контура потенциал, изменяясь, возвращается к исходному значению. Частным случаем второго правила для цепи, состоящей из одного контура, является закон Ома

$$\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^m U_k = \sum_{k=1}^m R_k I_k;$$

Суммарное падение напряжения на постоянном токе

$$\sum_{k=1}^n e_k = \sum_{k=1}^m u_k = \sum_{k=1}^m R_k i_k + \sum_{k=1}^m u_{Lk} + \sum_{k=1}^m u_{Ck}.$$

Суммарное падение напряжения на переменном токе

Последовательное соединение элементов

- Исходя из 1го правила Кирхгофа, в цепи, содержащей несколько последовательно соединённых элементов, ток в каждом узле одинаков.

- $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$

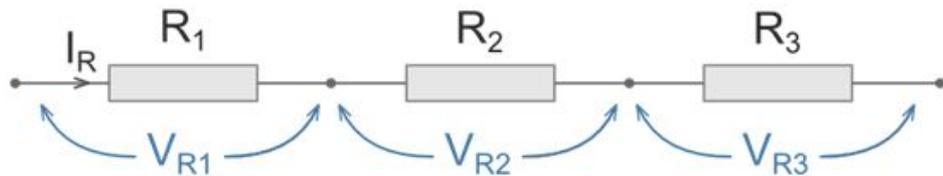


Последовательное соединение резисторов

Напряжение при последовательном соединении

Напряжение при последовательном соединении распределяется на каждый резистор согласно закону Ома:

$$U_{R_x} = I * R_x = U * R_x / R_{\text{общ}}$$



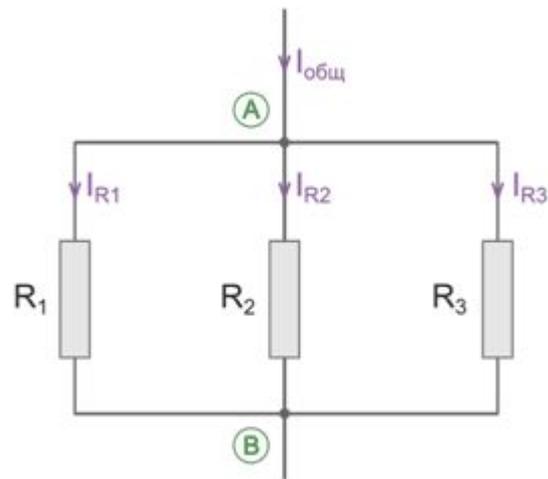
Напряжение при последовательном соединении

Как следствие, последовательное соединение резисторов хорошо подходит для соединения светодиодов, поскольку ток ограничивается для всей цепи сразу, в то время как точное значение U_x на диодах может немного различаться: их точное сопротивление “плавает” в зависимости от множества причин.

Параллельное соединение элементов

Параллельное подключение предполагает подключение к двум точкам нескольких элементов. => образуется несколько путей, по которым течёт ток.

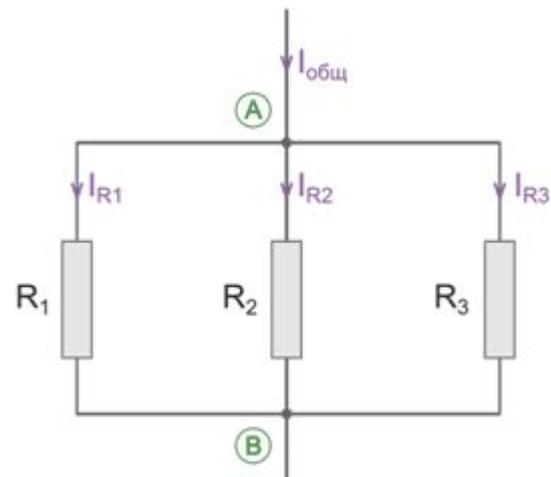
$$R_{\text{общ}} = \frac{1}{G_{\text{общ}}} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3}$$



Параллельное соединение резисторов

Параллельное соединение элементов

При параллельном соединении напряжение на всех элементах одинаково; ток через каждую ветвь определяется сопротивлением ветви независимо



Параллельное соединение резисторов

Делитель напряжения

Служит для снижения напряжения (из-за низкого КПД и/или стабильности при изменении нагрузки - преимущественно в целях измерения напряжения)

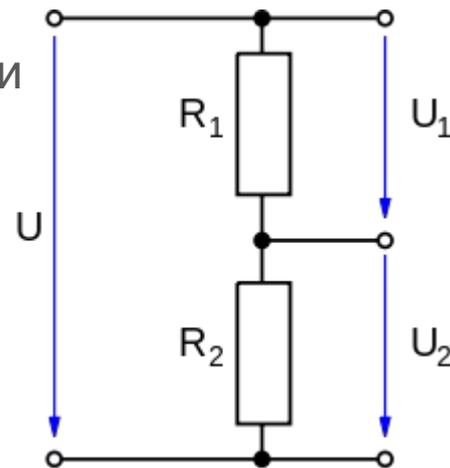
U - входное напряжение

U_2 - выходное напряжение

$$U_2 = U * (R_2 / (R_1 + R_2));$$

Нестабильность: при подключении нагрузки R_n изменяет R_2 и напряжение “уходит” (чем меньше $R_1 + R_2$ - тем меньше влияет R_n)

КПД: через $R_1 + R_2$ всегда течёт ток (чем меньше их R , тем больший)



Мощность

- Мощность (P) выражается в ваттах (W , Вт)
- $P = U * I$
- Эквивалентна энергии, которая выделяется за единицу времени на элементе (которую элемент потребляет)
- Для известного тока и напряжения можно посчитать мощность, рассеиваемую на элементе
- Если сопротивление элемента изменяется, максимум выделяемой мощности может находиться не на крайнем значении сопротивления
- Все элементы имеют пределы рассеиваемой мощности
- Провода также имеют (паразитное) сопротивление и максимальную рабочую температуру

Мощность

Потому чем больше ток или напряжение, тем больше мощность. Т.к. резистор (или провода) не выполняет какой либо полезной нагрузки, то мощность, выпадающая него это потери в чистом виде. В данном случае мощность можно через закон Ома выразить так:

$$P = R * I^2$$

увеличение сопротивления вызывает увеличение мощности расходуемое на потери, а если возрастает ток, то потери увеличиваются в квадратичной зависимости. В резисторе вся моща уходит в нагрев. По этой же причине, кстати, аккумуляторы нагреваются при работе – у них тоже есть внутреннее сопротивление, на котором и происходит рассеяние части энергии

Мощность. Производные формулы

- $P = U * I$

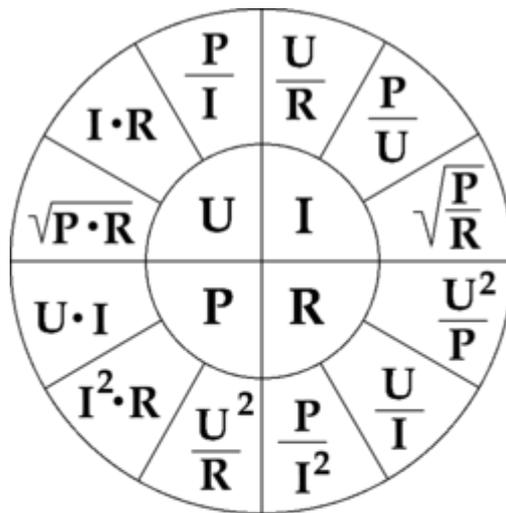
- $U = I * R \quad \Rightarrow \quad P = \frac{U^2}{R}$

- $I = U / R \quad \Rightarrow \quad P = I^2 R$

- Мощность имеет квадратичную зависимость от напряжения и тока при неизменном сопротивлении нагрузки!
- NB: Для получения той же мощности на нагрузке при повышении напряжения в n раз ток падает в такое же количество раз.

Как следствие, при напряжении в 220 вольт в сетях происходит в два раза меньше падение напряжение на проводах и в четыре раза меньше теряется мощность по сравнению с сетями на 110 вольт!

Обобщение



U - Напряжение

I - Сила тока

P - Мощность

R - Сопротивление

Электрические свойства источника питания

- Напряжение холостого хода
- Напряжение под номинальной нагрузкой
- Максимальный долговременный ток нагрузки
- Максимальный ток нагрузки (пиковый)
- Ёмкость источника (А*ч, Вт*ч)
- Внутреннее сопротивление

Неэлектрические свойства - удельная плотность (Вт/кг, Вт/см³, масса, габариты, температурный режим...)

Полезные ссылки

ТОЭ: <http://www.toehelp.com.ua/lekcii/001.htm>

Симулятор схем:

<http://scripts.mit.edu/~white/schematicvs.html>

Рассеяние тепла на примерах: <http://radiokot.ru/articles/02/>