

# Прикладная электроника

Занятие 2

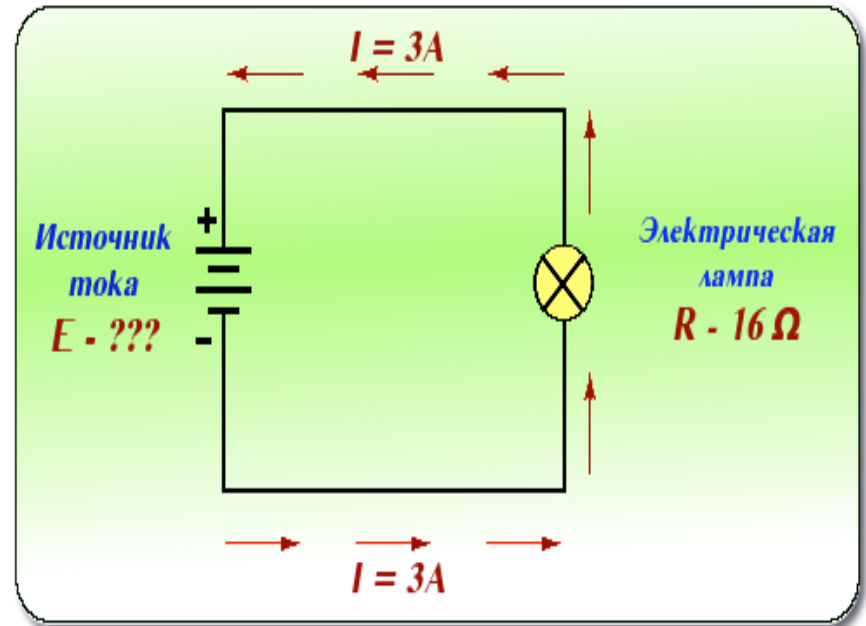
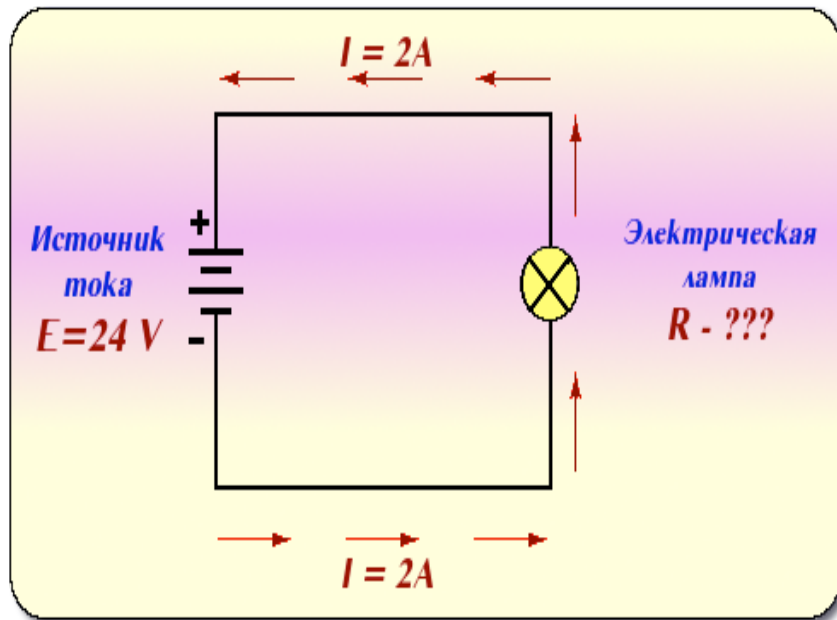
Электротехника, ТОЭ

Уржумцев Олег

# План занятия

- Теория
  - Законы Кирхгофа
  - Электронные компоненты и приборы
- Практика
  - Проектирование схем
  - Сборка и макетирование
  - Технологии промышленного производства электронных модулей

# Закон Ома. Повторение

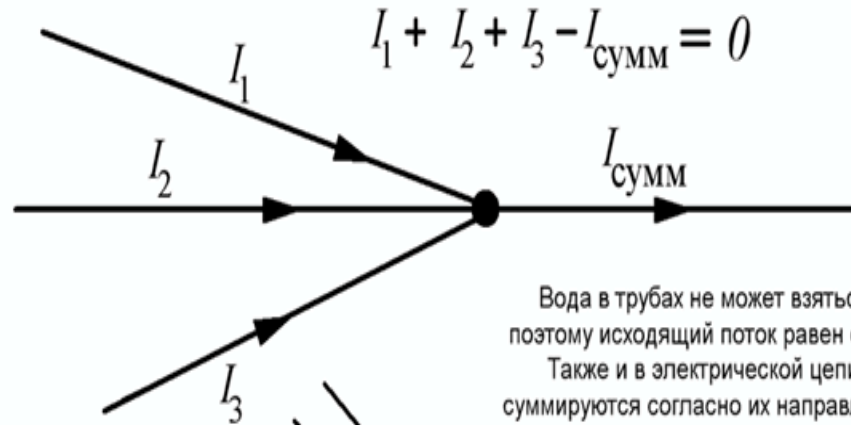


# Правила Кирхгофа. №1

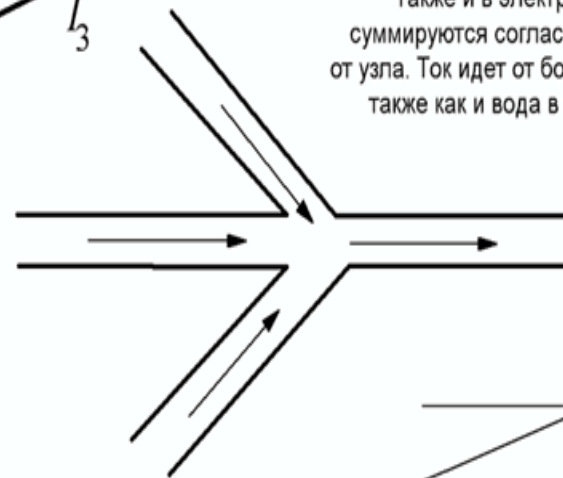
Алгебраическая сумма токов ветвей, сходящихся в каждом узле любой цепи, равна нулю.

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

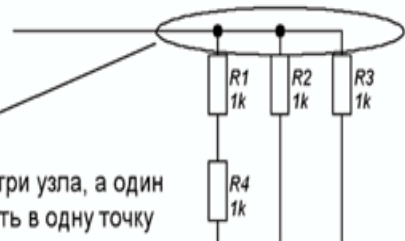
Иными словами, сколько тока втекает в узел, столько из него и вытекает. Это правило следует из фундаментального закона сохранения заряда.



Вода в трубах не может взяться 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.
- $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$

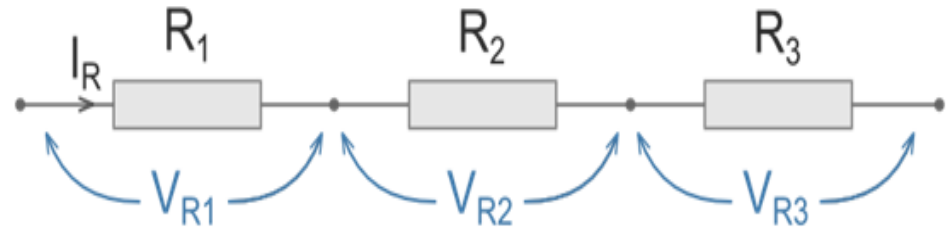


Последовательное соединение резисторов

# Напряжение при последовательном соединении

Напряжение при последовательном соединении распределяется на каждый резистор согласно 3-му закону Ома:

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



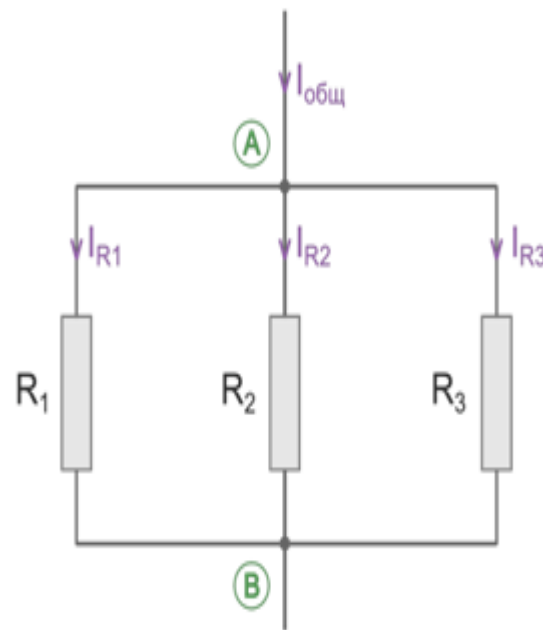
Напряжение при последовательном соединении

Как следствие, последовательное соединение резисторов хорошо подходит для соединения светодиодов, поскольку ток ограничивается для всей цепи сразу, в то время как точное значение U<sub>x</sub> 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.

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

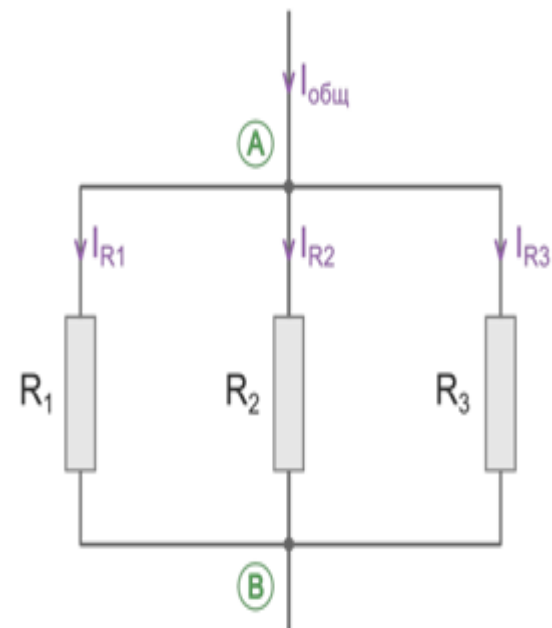


Параллельное соединение резисторов



# 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)

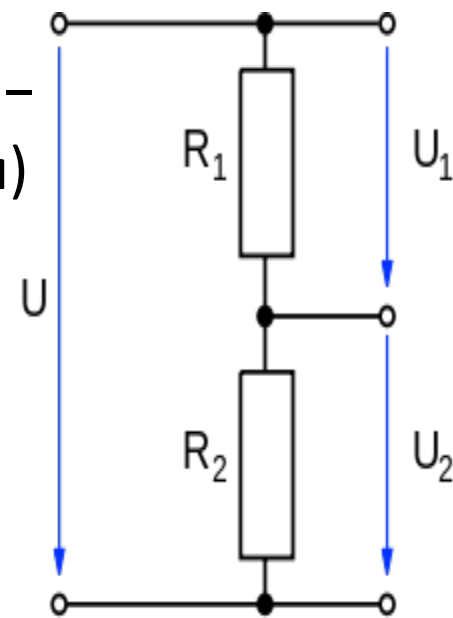
$U$  - входное напряжение

$U_2$  - выходное напряжение

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

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 на 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

- $P = U * I$

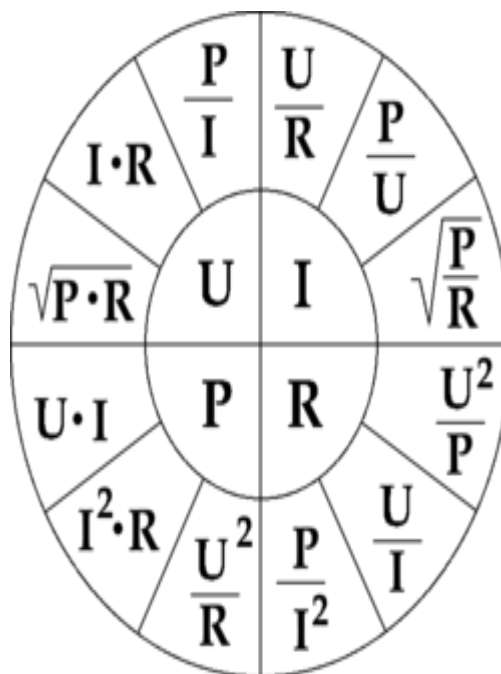
- $U = I * R \Rightarrow P = \frac{U^2}{R}$

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

- 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 ( $A \cdot ч$ ,  $Вт \cdot ч$ )
- Внутреннее сопротивление

Неэлектрические свойства - удельная плотность ( $Вт/кг$ ,  $Вт/см^3$ , 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/>



# Прикладная электроника

Занятие 2

Практика

# Пайка

- Неразъёмное соединение металлических деталей путём введения третьего металла с более низкой  $T_{пл}$  (припоя)
- Процесс требует полного расплавления припоя => температура деталей в месте пайки  $> T_{пл}$
- Окисленная поверхность требует очистки

# Практика. Мощность

- Взять пару резисторов одного номинала (скажем, 270 Ом) разной мощности и исполнения
- Рассчитать напряжение, при котором на них будет выделяться 1 Вт. Сравнить нагрев маленького современного и советского МЛТ-0.5.
- Поднять напряжение, при котором на резисторе будет выделяться 5 Вт. Следить за током.