54. Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников

Изучая тему «Электрический ток», мы встречались с целым рядом физических величин:

- Сила тока; единица измерения - 1А; прибор для определения силы тока – амперметр, он характеризует электрический ток.

- Напряжение; единица измерения - 1В; прибор для определения – вольтметр, он характеризует электрическое поле.

- Сопротивление; единица измерения – 1Ом; прибор для определения сопротивления - омметр, он характеризует проводник.

Мы изучаем электрический ток, величины, которые характеризуют его действия. Но порой незнание, пренебрежение законами физики, к действиям электрического тока, ведет к трагедиям. Кто-то оставил без присмотра включенные электроприборы, кого –то убило током, об этом часто сообщают СМИ.

От чего может резко увеличиться сила тока? Почему загорается электропроводка?

Рассмотрим условное обозначение на схемах электрических приборов.

От источника тока энергия может быть передана по проводам и устройствам, потребляющим энергию: электрической лампе, радиоприемнику и др. Для этого составляют электрические цепи различной сложности. Электрическая цепь состоит из источника энергии, устройств, потребляющих электрическую энергию, соединительных проводов и выключателей для замыкания цепи. Часто в электрическую цепь включают приборы, контролирующие силу тока и напряжение на различных участках цепи, - амперметры и вольтметры. К наиболее простым и часто встречающимся соединениям проводников относятся последовательное и параллельное соединения.

При последовательном соединении электрическая цепь не имеет разветвлений. Все проводники включаются в цепь поочередно друг за другом.

Сила тока во всех проводниках одинакова, так как в проводниках электрический заряд в случае постоянного тока не накапливается и через любое поперечное сечение проводника за определенное время проходит один и тот же заряд.

Напряжение на концах рассматриваемого участка цепи складывается из напряжений на каждом из проводников.

Применяя закон Ома для всего участка в целом и для составляющих участков цепи, можно доказать, что полное сопротивление всего участка цепи при последовательном соединении равно сумме сопротивлений каждого из участков.

При параллельном соединении проводников электрический ток разветвляется на части. Точку разветвления проводников называют узлом. В узле электрический заряд не накапливается, следовательно, сила тока всей цепи равна сумме токов проходящих по каждому из ветвей цепи.

Напряжение на концах проводников, соединенных параллельно одно и то же.

Величина, обратная полному сопротивлению участка, равна сумме величин, обратных сопротивлениям отдельных проводников.

Решим задачи.

Вольтметр №1 показывает 12 Вольт. Каковы показания амперметра и вольтметра №2?

Запишем данные: сопротивление резистора №1 равно 6 Ом, резистора №2 – 2 Ом. На первый резистор подают напряжение в 12 вольт. Нужно определить силу тока во всей цепи и напряжение, поданное на второй резистор.

Ток во всей цепи равен току, проходящему через первый резистор, который можно определить по закону Ома как отношение напряжения на сопротивление первого резистора. Он равен двум амперам.

Теперь найдем напряжение на втором резисторе, умножив силу тока на сопротивление этого резистора. Получим 4 вольт.

Амперметр А показывает силу тока равную 1,6 (одной целой шести десятым) ампер при напряжении 120 вольт. Сопротивление резистора №1 равно 100 Ом. Определите сопротивление резистора №2 и показания амперметров A_1 и A_2.

По законам параллельного соединения напряжение на обоих резисторах будет по 120 вольт.

Ток в первом потребителе найдем по закону Ома, он равен 1,2 ампер.

Значит, во втором потребителе проходит ток в 0,4 ампер.

Снова воспользуемся законом Ома и определим, что второй резистор имеет сопротивление 300 Ом.

На рисунке изображена схема смешанного соединения проводников, сопротивления которых следующие: R_1=3 Ом, R_2=4 Ом, R_3=5 Ом, R_4=10 Ом, R_5=5 Ом. Определить общее сопротивление на участке цепи.

Резисторы 1 и 2 соединены последовательно, поэтому применяем закон последовательного соединения для определения общего сопротивления на участке1-2.

Резисторы 3, 4, 5 соединены параллельно, поэтому применяем закон параллельного соединения для определения общего сопротивления на участке 3-5.

Участки1 -2 и 3- 5 соединены последовательно, опять применяем закон последовательного соединения для определения общего сопротивления всей цепи.

Различные проводники в цепи соединяются друг с другом последовательно и параллельно. В первом случае сила тока одинакова во всех проводниках, во втором случае одинаковы напряжения на проводниках. Чаще всего к осветительной сети различные потребители тока подключаются параллельно.

Основным недостатком последовательного соединения проводников является то, что при выходе из строя одного из элементов соединения отключаются и остальные. Так, например, если перегорит одна из ламп елочной гирлянды, то погаснут и все другие. Указанный недостаток может обернуться и достоинством. Представьте себе, что некоторую цепь нужно защитить от

перегрузки: при увеличении силы тока цепь должна автоматически отключаться. Как это сделать? Например, использовать предохранитель.

Шунт - сопротивление, подключаемое параллельно к амперметру (гальванометру), для расширения его шкалы при измерении силы тока.

Если амперметр рассчитан на силу тока I_0 (и нулевое), а с помощью него необходимо измерить силу тока, превышающую в n раз допустимое значение, то сопротивление, подключаемого шунта должно удовлетворять следующему условию.

добавочное сопротивление - сопротивление, подключаемое последовательно с вольтметром (гальванометром), для расширения его шкалы при измерении напряжения.

Если вольтметр рассчитан на напряжение U_0 , а с помощью него необходимо измерить напряжение, превышающее в n раз допустимое значение, то добавочное сопротивление должно удовлетворять следующему условию.

Решим задачу. На фотографии – электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах. Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 3 Ом?

Так как соединение в цепи – параллельное, то по третьему резистору будет проходить сила тока равная 0,8 ампер.

По закону Ома напряжение вычислим, умножив значения сопротивления и силы тока. Напряжение на третьем резисторе равно 2,4 вольт.

Действие электрического тока на живые организмы было открыто итальянским ученым Луиджи ГальвАни. Ноябрьским днем 1770 г. он был поражен странным явлением: находившиеся на столе обезглавленные лягушки, над которыми профессор производил опыты, вздрагивали. Их лапки судорожно сокращались всякий раз, когда из стоявшей в кабинете электростатической машины извлекали яркие искры. Особенно сильными были содрогания лапок, когда к ним были присоединены проволоки, свисавшие до земли. Гальвани провел несколько опытов: в одном из них прикрепил к нерву лапки свежепрепарированной лягушки медный крючок, после чего подвесил лапку к железной решетке, окружавшей висячий садик его дома. Однако никакого действия атмосферы не последовало. И лишь тогда, когда под порывами ветра лапка случайно коснулась решетки забора, ее мускулы резко согнулись. В другом опыте он один проводник, соединенный с крышей дома, подключал к нервам задних конечностей лягушки, другой присоединенный к мускулам соединял с колодцем, т.е. опускал в воду.

«Дело пошло совершенно по нашему желанию, как и в случае искусственного электричества,- писал Гальвани,- именно сколько раз вспыхивала молния, столько раз все мышцы в тот же момент впадали в сильнейшие и многократные сокращения, и как это обыкновенно происходит при вспышке молнии и мышечные движения, и сокращения этих животных предшествовали ударам грома и как бы возвещали о них». Гальвани решил, что в мускулах лягушки заключается «животное» электричество, поэтому при соединении проводниками (медные крючки и железная решетка балкона) нерва с мускулами происходит разряд.

Тело человека является проводником. Проходя по нему, электрический ток может вызвать повреждение жизненно важных органов, а иногда и смерть

человека.
Тяжесть поражения током зависит от силы тока, прошедшего через человека, характера тока (является ли он постоянным или переменным, т.е. изменяющимся по величине и направлению), продолжительности его действия, а также от того, по какому пути внутри человека он шел. Наибольшую опасность представляет прохождение тока через мозг и те нервные центры, которые контролируют дыхание и сердце человека. Сопротивление человеческого тела не имеет постоянного значения. Оно зависит от состояния человека, его кожи, наличия на ее поверхности пота, содержание алкоголя в крови и т. д. Сухая, огрубевшая кожа имеет высокое сопротивление, а тонкая, нежная и влажная - низкое. Наиболее чувствительными к току являются такие участки тела, как кожа лица, шеи и тыльной стороны ладоней. Их сопротивление существенно меньше, чем у остальных частей тела. Но самым уязвимыми у человека являются так называемые акупунктурные точки на шее и мочках ушей: при ударе током в эти точки смертельным может оказаться даже напряжение 10-15 В.

Наше здоровье, наша жизнь, жизнь и здоровье близких в наших руках - электробезопасности первоочередное внимание.