

Резистор в цепи переменного тока

Некрасов Александр Григорьевич, кандидат хим. наук

учитель физики ГБОУ СОШ №447 г. Санкт-Петербург .

Цели урока: На основе виртуального эксперимента изучить закономерности протекания переменного тока через резистор (сопротивление).

Задачи урока:

Образовательная: Данный урок посвящен изучению основных свойств электрических цепей переменного тока на примере резистора.

Развивающая: Развивать внимание, умение творчески и логически анализировать экспериментальные данные, собирать электрические цепи на моделях, измерять электрические величины. Повышать интерес к физике путем выполнения лабораторной работы, расчета требуемых величин.

Воспитательная: Развивать самостоятельность, аккуратность и внимание при проведении компьютерного эксперимента, чувство ответственности за полученные результаты. Воспитание мировоззренческих понятий: познаваемость окружающего мира, явлений.

Форма урока: виртуальная лабораторная работа.

Форма урока: виртуальная исследовательская лабораторная работа.

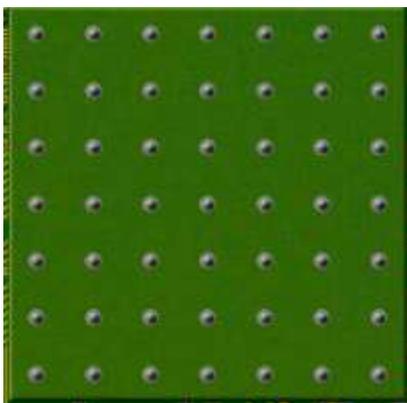
Программный продукт «Начала электроники» (“Beginnings of ELECTRONICS”), который используется в данной виртуальной лабораторной работе, можно скачать в Интернете, например в [1]. Статус программы – бесплатный. Данный программный продукт предназначен в помощь преподавателям и учащимся школ для изучения раздела физики «Электрический ток». Он удачно дополняет классическую схему обучения, состоящую из усвоения теоретического материала и выработки практических навыков экспериментирования в физической лаборатории. Наглядность продукта предоставляет учителю возможность проведения урока более интересно и насыщенно. При использовании этого продукта формы урока могут быть различными: лабораторный практикум, демонстрация, возможность работать ученику в домашних условиях. Данный продукт нагляден, что важно, т.к. 90% информации поступает в мозг через зрительный нерв. И, наконец, занятие может носить игровую форму, уходя от «обязаловки». Ученику будет интересно и весело

разглядывать изучаемые физические явления, что не только упростит, но и ускорит процесс обучения.

При запуске программы, на экран монитора компьютера выводятся:

1. Монтажный стол с контактными площадками, на котором можно собирать и анализировать работу электрических схем (рис.1).

Рис.1



элементов (в правой части экрана).

1. Панель деталей (рис.2), содержащей набор электрических

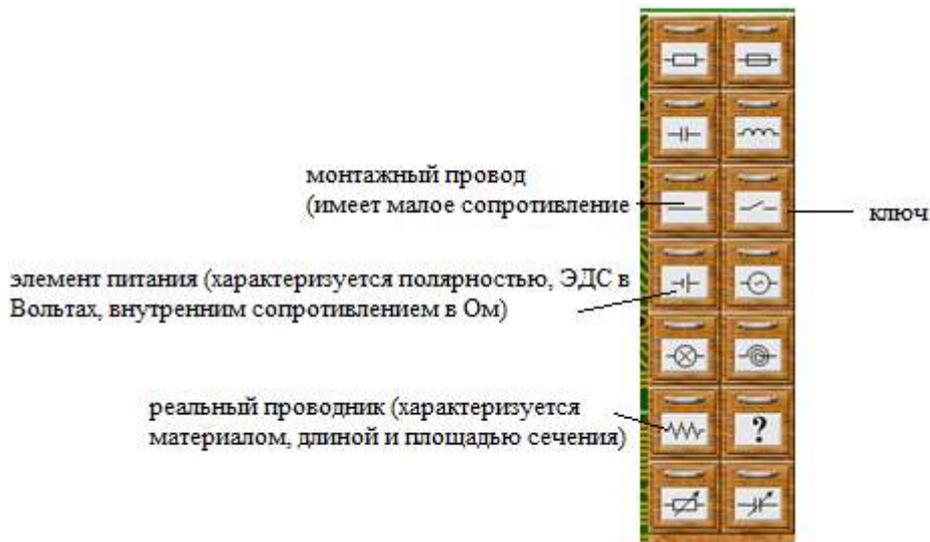


Рис.2

На рис.2 показаны детали, которые используются в данной работе. Также используются два мультиметра, один из которых применяется в режиме амперметра, второй – в режиме вольтметра (Рис.3).

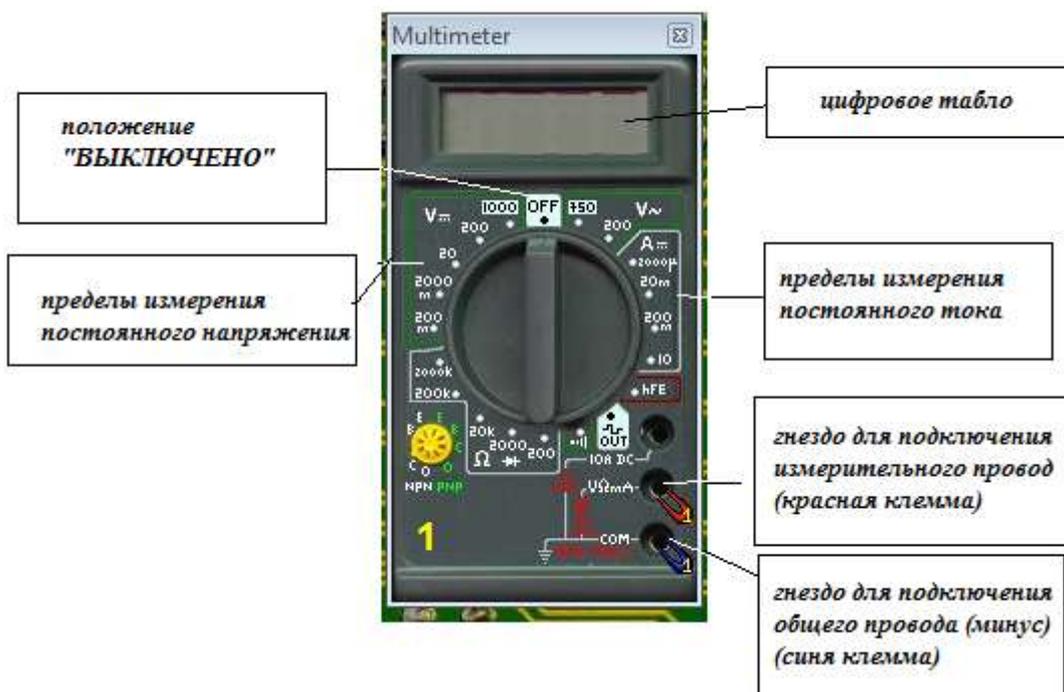


Рис.3



2. «Мусорная корзина», куда выбрасываются перегоревшие и ненужные детали (она расположена в левом нижнем углу экрана) (Рис.4).

Рис.4

1. Панель управления программой с кнопками для вызова вспомогательных инструментов (расположена в верхней части экрана) (Рис.5).



Рис.5

Приведем значения кнопок, которые используются в данной работе:



Очистить монтажный стол.

Кнопка удаляет собранную на монтажном столе схему. После подтверждения операции схема *удаляется безвозвратно!*



Получить мультиметр.

Нажатие кнопки приводит к появлению на рабочем столе измерительного прибора "Мультиметр". Можно одновременно иметь не более двух мультиметров. Убрать мультиметр можно стандартным способом – "щелкнув" на кнопке в его правом верхнем углу.



Показать/Спрятать окно "Параметры детали".

Кнопка показывает или прячет окно "Параметры детали", в котором можно просматривать и изменять параметры выбранной на монтажном столе детали. Выбор детали осуществляется установкой на нее указателя "мыши" (он принимает вид пинцета) и щелчком левой кнопки мыши. Выбранная деталь отмечается желтыми метками. Изменять значения параметров можно двумя способами: или выбирать их из выпадающего списка, после нажатия кнопки \uparrow справа от окна значения параметра, или заданием значения с клавиатуры (для этого необходимо сначала открыть выпадающий список). Окно "Параметры детали" автоматически появляется на экране после двойного "щелчка" левой кнопкой на детали.



Калькулятор Windows.

Кнопка вызывает стандартный калькулятор Windows.



Выход из программы.

Кнопка приводит к завершению работы с программой. Программа запрашивает о сохранении электрической схемы, находящейся на монтажном столе. *Не сохраненная на рабочем столе схема теряется!*

Теоретическое обоснование

Все электрические цепи образуются путем соединения пассивных и активных элементов. Пассивными элементами электрической цепи называются элементы, в которых электромагнитная энергия преобразуется в другие виды энергии, поглощается или накапливается в виде энергии электрического или магнитного полей. К активным элементам электрической цепи относятся сопротивления (резисторы) R , конденсаторы C , индуктивности L и т.д. Значения R, C, L входят в формулы (q – электрический заряд)

$$U = IR; \Phi = LI, q = CU;$$

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{dU}{dt}; u_L = L \frac{di}{dt}.$$

Если R, L и C не зависит от тока и напряжения, то эти элементы называются «линейными», а цепи, составленные из этих элементов, называются линейными электрическими цепями (кроме катушек с сердечниками). Электромагнитные процессы в электрических цепях описываются с помощью величин: $I, i; U, u; E, e$. Здесь обозначения I, U, E введены для случая постоянного тока. Малой буквой i, u, e обозначают мгновенные значения переменных электрических величин.

Амплитудные значения будем обозначать большой буквой с нижним индексом « m » (I_m, U_m, E_m).

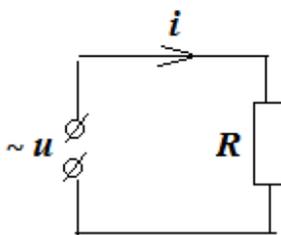
Изучаемые явления, протекающие в электрических цепях, будем считать квазистационарными, т.е. во всех ее последовательно соединенных участках сила тока в один и тот же момент времени одинакова. Также будем изучать синусоидальный переменный ток одинаковой частоты:

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi),$$

Где $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$, φ – начальная фаза при $t = 0$.

Часто для анализа цепей переменного тока применяют векторные диаграммы: совокупность векторов, изображающих токи и напряжения в какой либо цепи синусоидального тока, построенных в определенном масштабе с соблюдением их взаимной ориентации по фазе (величина, стоящая под знаком синуса или косинуса).

Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из источника синусоидального (переменного)



тока и одного активного сопротивления R . Приложим переменное напряжение $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$. В цепи пойдет ток

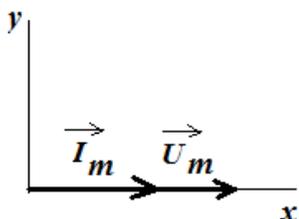
$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m}{R} \sin(\omega t + \varphi) = I_m \sin(\omega t + \varphi),$$

где $I_m = \frac{U_m}{R}$. Электрический ток и напряжение совпадают по фазе, а

это значит, что векторы \vec{I}_m и \vec{U}_m совпадают по направлению и разность фаз $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$. Для мгновенных значений амплитуд и действующих значений выполняется закон Ома

$$u = iR$$

$$U_m = I_m R$$



$$U_d = RI_d.$$

Здесь $U_d = U_m/\sqrt{2}$ и $I_d = I_m/\sqrt{2}$. Мгновенная мощность на сопротивлении

$$P_R = ui = U_m I_m (\sin(\omega t + \varphi))^2 = U_d I_d (1 - \cos 2(\omega t + \varphi))$$

Изменяется с удвоенной частотой в диапазоне от 0 до $2U_d I_d$, оставаясь положительной, а это значит, что энергия все время поступает в цепь из источников и расходуется на активном сопротивлении.

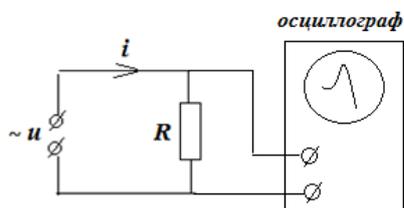
Заметим, что активное сопротивление проводников в цепи переменного тока всегда больше их сопротивления в цепи постоянного тока. В отличие от постоянного тока плотность переменного тока неравномерна в плоскости поперечного сечения, что обусловлено действием ЭДС самоиндукции. Для переменного тока «полезное» сечение как бы уменьшается, а сопротивление увеличивается. Явление протекания высокочастотных токов по поверхности проводника, получило название «скин-эффекта». Это явление находит очень широкое применение в технике, в частности, при закалке деталей.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Для проведения виртуального эксперимента будем использовать ЭОР «Начала электроники». На рисунке представлен интерфейс монтажного стола, на котором можно собирать электрические цепи.

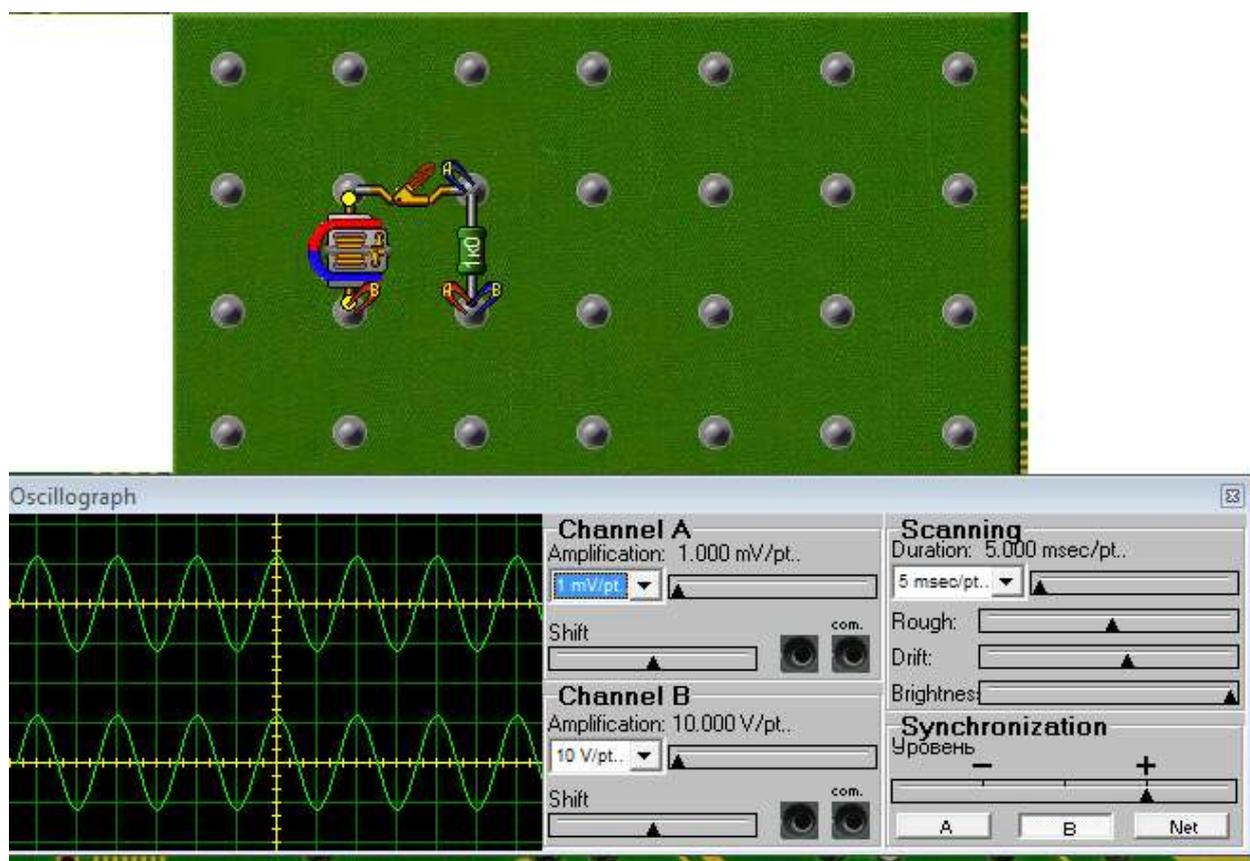


Соберем цепь, схема которой имеет вид:



Используя «ящички» 1 с элементами цепи, на монтажном столе соответствующую этой схеме цепь переменного тока. С помощью кнопки 2 можно задавать параметры любому элементу цепи. В нашем случае это резистор и источник переменного напряжения. Для замыкания и размыкания цепи используется ключ. Кликнув по кнопке 3, вызываем осциллограф. После сборки схемы может произойти непредвиденное: при большом

напряжении и малом сопротивлении последний перегорит и его надо заменить другим. После сборки цепи монтажный стол будет выглядеть примерно так:



Канал В-В осциллографа включен последовательно в цепь и показывает осциллограмму переменного синусоидального тока. Канал А-А – осциллограмма напряжения на резисторе. Нетрудно видеть, что ток и напряжение колеблются с одинаковой фазой.

Вопросы

1. В каких случаях явления в электрических цепях называются квазистационарными?
2. Как связаны между собой сила тока и изменяющееся приложенное напряжение в цепи, содержащей активное сопротивление?

Литература

1. [http:// www.softportal.com/software-12305-nachala-elektroniki.html](http://www.softportal.com/software-12305-nachala-elektroniki.html)
2. Первая ПОмощь 2.0. ЭОР нового поколения. DVD диск.
3. Бутиков И. Е., Кондратьев А. С. Физика. Электродинамика. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2004. - 336 с.
4. Касьянов В. А. Физика. 11 кл.: - М.: Дрофа, 2003. – 416 с.



