

обработки данных с датчиков они сравниваются с параметрами, который пользователь задал в приложении и, если расстояние до препятствия входит в заданный диапазон, включается звуковое оповещение с нарастающим, по мере сокращения расстояния, звуком.

В дальнейшем устройство может быть модернизировано, путем добавления камеры и выводом отображения с неё на мобильное устройство пользователя в отдельное окно.

Литература

1. Зотов В. Моделирование цифровых устройств, проектируемых на основе ПЛИС фирмы Xilinx, средствами ISIM в САПР ISE Design Suite. // КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ. – 2013. – №2. – с. 64-74.
2. Коберниченко В.Г. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / В.Г.Коберниченко. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018 – 156 с.
3. Лысенков А.А. Разработка модуля передачи данных по интерфейсу UART на базе программируемой логической интегральной схемы //ВА ВПВО ВС РФ имени маршала советского союза А.М.Василевского. – 2021. – с. 71-74
4. FPGA или микроконтроллер URL: https://fpga-systems.ru/publ/raznoe/poznavatelnoe/fpga_ili_mikrokontroller_chno_zhe_vybrat/16-1-0-119 (дата обращения 07.04.2021).
5. Steven W. Smith Digital Signal Processing : The Scientist and Engineer's Guide / Steven W. Smith. – California Technical Publishing, 1999. – 688 с.

*А.И. Ляпин, к.ф.-м.н., доцент; Е.В. Пивоварова, ст. преп.; А.В. Хомченко д.ф.-м.н.
(«Белорусско-Российский университет», г. Могилев)*

К ВЫВОДУ ЗАКОНА ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА В ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОРМЕ

В большинстве учебников и учебных пособий по курсу общей физики для вузов в разделе «Электричество» рассматриваются понятия разности потенциалов, напряжения и электродвижущей силы (ЭДС). Очевидно, что эти понятия (термины) лежат в основе электротехники.

Анализ учебного материала по физике показывает, что у авторов нет единого подхода при определении этих терминов. Одни авторы отождествляют понятия разности потенциалов и напряжения. Другие, отождествляя названные понятия, уточняют, что термин «напряжение» чаще применяется к цепям с электрическим током. Здесь можно заметить, что и разность потенциалов и напряжение определяются работой по перемещению единицы заряда в электрическом поле. То есть в обоих случаях имеет место ток. В зарубежных учебных материалах практически не используется понятие напряжения. Например, в Оксфордском словаре напряжением (voltage) названы разность потенциалов и ЭДС, измеряемые в вольтах. Сказанное означает, что обсуждаемый материал методически недоработан.

Попыткой математически строго определить указанные понятия является вывод формулы закона Ома для неоднородного участка цепи в интегральной форме [1, 2]. В более ранней работе [3] используется операция суммирования.

При выводе выбирается неоднородный участок цепи с током, представленный гальваническим элементом (рисунок 1).

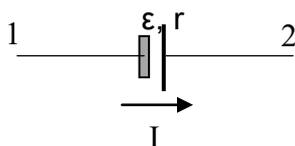


Рисунок 1 Неоднородный участок электрической цепи постоянного тока

Допускается, что на этом участке действует электрическое поле с напряженностью $\vec{E}_{\text{эл}}$ и поле «сторонней силы» с напряженностью $\vec{E}_{\text{стор}}$. Здесь следует отметить неоднозначность этого допущения. Если со «сторонней силой» понятно, что она действует внутри источника, то о каком электрическом поле идет речь. Это может быть как поле разности потенциалов на электродах источника (напряжение на его зажимах), так и поле, созданное дополнительным источником. Очевидно, что это два случая, которые приведут к разным результатам.

Чтобы обосновать такое утверждение, здесь мы вынуждены, хотя бы кратко, повторить известный материал. В начале записывается формула закона Ома в дифференциальной форме и ее интегрированием по длине участка получают следующее выражение

$$I \cdot \int_1^2 \frac{\rho \cdot dl}{S_{\perp}} = \int_1^2 \vec{E}_{\text{эл}} \cdot d\vec{l} + \int_1^2 \vec{E}_{\text{стор}} \cdot d\vec{l}. \quad (1)$$

Затем, введя обозначения интегралов, записывают выражение закона Ома для неоднородного участка цепи в следующей форме

$$I \cdot R_{1-2} = (\varphi_2 - \varphi_1) \pm \varepsilon, \quad (2)$$

где R_{1-2} – полное сопротивление участка, $R_{1-2} = R + r$.

Назвав произведение тока и сопротивления на участке цепи напряжением, авторы [1–3] заключают, что напряжение определяется работой суммарного поля электростатических и сторонних сил по перемещению единицы заряда на данном участке.

Далее, исключив в (2) ЭДС, получают закон Ома для однородного участка цепи, а замкнув концы участка, приходят к закону Ома для неразветвленной замкнутой цепи с источником ЭДС. Следует отметить, что приведенные здесь рассуждения и формулы используются в более поздних учебных пособиях.

Относительно формулы (2) можно сделать некоторые замечания: во-первых, разность потенциалов $(\varphi_2 - \varphi_1)$ на рассматриваемом участке создана некоторым дополнительным источником; во-вторых, рассматриваемый участок

состоит из однородного и неоднородного участков; и в третьих, формализм вывода выражения (2) приводит к неоднозначному результату.

Для пояснения понятия ЭДС, необходимо выбрать конкретный источник и при выводе формул учесть принцип его действия.

Ниже приводится вывод закона Ома для неоднородного участка цепи постоянного тока в интегральной форме с учетом отмеченных выше замечаний. На рисунке 2 показана используемая при выводе электрическая цепь.

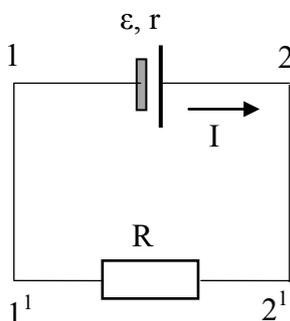


Рисунок 2 К выводу закона Ома для неоднородного участка цепи постоянного тока в интегральной форме

В этом случае имеют место неоднородный «1–2» и однородный «1¹–2¹» участки. Рассмотрим отдельно эти участки.

В гальваническом элементе за счет «сторонней силы» (химической реакции) возникает разность потенциалов между электродами, то есть электрическое поле. «Сторонняя сила» создает и поддерживает разность потенциалов. Важно подчеркнуть, что «сторонняя сила» действует (и совершает работу) против силы, создаваемого ею электрического поля.

Таким образом, на неоднородном участке одновременно существуют поля электрической и «сторонней» сил.

Далее, повторяя приведенный выше вывод, получим выражение, подобное формуле (2), но описывающее именно неоднородный участок:

$$I \cdot r = \varepsilon - (\varphi_2 - \varphi_1). \quad (3)$$

Перепишем (3) в виде

$$(\varphi_2 - \varphi_1) = \varepsilon - I \cdot r. \quad (4)$$

Мы просто и непротиворечиво получили известную формулу, из которой можно прийти к известным фактам: разность потенциалов на электродах источника (напряжение на его зажимах) меньше его ЭДС на значение падения потенциала на внутреннем сопротивлении; у ненагруженного источника ($I = 0$) разность потенциалов на его электродах максимальна и равна ЭДС; работа сторонней силы идет на преодоление внутреннего сопротивления и поддержание разности потенциалов на электродах.

Также можно получить формулу для однородного участка «1¹-2¹».

На этом участке действует только электрическое поле. Поэтому в формуле (2) второй интеграл правой части равен нулю и интегрированием получим формулу закона Ома для однородного участка в интегральной форме

$$(\varphi_2 - \varphi_1) = I \cdot R. \quad (6)$$

Так как разности потенциалов на рассматриваемых неоднородном и однородном участках одинаковы, то приравняв (5) и (6), получим формулу закона Ома для неразветвленной замкнутой цепи с источником ЭДС

$$I \cdot R = \varepsilon - I \cdot r.$$

Последнюю формулу можно получить интегрированием по замкнутому контуру «1-2-2¹-1¹-1».

Таким образом, предложен вывод формулы закона Ома для неоднородного участка цепи постоянного тока, лишенный неопределенностей.

Литература

1. Трофимова, Т. И. Курс физики: учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – М.: Изд. центр «Академия». 2007. – 560 с.
2. Детлаф, А. А., Яворский, Б. М. Курс физики: уч. пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – М.: «Высшая школа». – 2004. – 607 с.
3. Фриш, С. Э. и Тиморева, А. В. Курс общей физики. Т.2. / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. – Л.: Физматгиз. 1962. – 516 с.

*М.Е. Малышкина, асс., В.В. Малышкин, асс., М.Н. Ермоченков, студ.
(ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», филиал в г. Смоленске)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ РЕАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В статье производится расчёт и исследуется зависимость интенсивности излучения от вещества и длины волны.

Ключевые слова: интенсивность излучения поверхности, излучательная способность.

Интенсивностью излучения поверхности является произведение излучательной способности этой поверхности на интенсивность излучения абсолютно черного тела.

Излучательная способность – величина, которую можно найти в справочнике для большинства материалов, но и в случае отсутствия, ее можно измерить с помощью простых устройств, таких как Куб Лесли в сочетании с приемником теплового излучения, таким как болометр или фотодиод. Прибор сравнивает тепловое излучение от испытуемой поверхности с тепловым излучением почти идеального черного тела. Приемники излучения регистрируют повышение температуры при воздействии теплового излучения. Для измерения излучательной способности при комнатной температуре