

Глава 2

Теория и практика

Прежде чем приступить к практическим занятиям по электронике, вам нужно познакомиться с некоторыми фундаментальными принципами ее функционирования. Мне меньше всего хотелось “нагружать” вас теоретической электродинамикой, поэтому я постарался свести в одну главу все важные физические законы, которые описывают процессы, происходящие в электрических цепях. Но вначале, перед изучением законов физики, рассмотрим основные радиодетали, встречающиеся в большинстве электрических схем.

Начальный набор компонентов

В предыдущей главе вы узнали об основных инструментах, без которых невозможно представить работу с электронным оборудованием, а также научились зачищать и паять провода. В качестве практического задания вы реализовали мини-проект устройства отвода токсичных газов от рабочего стола. Это устройство состояло из блока питания, вентилятора и переключателя.

Все компоненты рассмотренного в конце главы 1 мини-проекта будут встречаться вам во многих других, порой даже очень сложных проектах. Чтобы сэкономить время и не тратить полдня на покупку наиболее распространенных радиодеталей по отдельности, приобретите начальный набор одного из ведущих поставщиков электронного оборудования, представленных на вашем рынке. Компания SparkFun предлагает такие наборы по умеренной цене (код K1 в приложении), но в него по неизвестной причине не включен ни один резистор, поэтому вам понадобится приобрести еще один дополнительный набор (код K2 в приложении). Имея на руках оба указанных набора, вы на 80% обеспечите себя всем необходимым расходным материалом.

Начальные наборы предлагают почти все уважающие себя производители электронных компонентов, но ни один из них нельзя считать достаточным, поскольку они не в полной мере удовлетворяют запросы, возникающие в процессе изучения дальнейших проектов.

Необходимое оборудование

Начальный набор (Starter Kit) компании SparkFun содержит компоненты, перечисленные в приведенной ниже таблице. Радииодетали, обозначенные в таблице звездочкой (*), в обязательном порядке используются в проектах, рассматриваемых в книге. Если вы предпочитаете продукцию

других производителей, то убедитесь, что в выбранном вами наборе имеется большая часть радиодеталей, приведенных в таблице. Детально все инструменты и оборудование, которые понадобятся вам при изучении книги, описаны в приложении.

Количество	Компонент	Количество	Компонент
10	Конденсатор 0,1 мкФ*	3	20-контактная штыревая колодка*
5	Конденсатор 100 мкФ*	3	Переключатель*
5	Конденсатор 10 мкФ*	2	Кнопка*
5	Конденсатор 1 мкФ	1	Потенциометр, 10 кОм*
5	Конденсатор 10 нФ	2	Операционный усилитель LM358
5	Конденсатор 1 нФ	2	Регулятор напряжения, 3,3 В
5	Конденсатор 100 пФ	2	Регулятор напряжения, 5 В*
5	Конденсатор 10 пФ	1	Таймер серии 555*
5	Диод 1N4148	1	Зеленый светодиод*
5	Диод 1N4001*	1	Желтый светодиод*
5	PNP-транзистор 2N3906	1	Красный светодиод*
5	NPN-транзистор 2N3904*	1	7-сегментный красный светодиодный индикатор*
3	20-контактная разъемная колодка	1	Фотоэлемент*

Отдельно приобретаемый набор резисторов SparkFun (код K2 в приложении) содержит сопротивления следующих номиналов:

0 Ом, 1,5 Ом, 4,7 Ом, 10 Ом, 47 Ом, 110 Ом, 220 Ом, 330 Ом, 470 Ом, 680 Ом, 1 кОм, 2,2 кОм, 3,3 кОм, 4,7 кОм, 10 кОм, 22 кОм, 47 кОм, 100 кОм, 330 кОм, 1 МОм

Визуальное определение электронных компонентов

Так что же мы получили в удобной коробочке под привлекательной упаковкой? Давайте подробно остановимся на каждом типе устройств, включенных в начальный набор производства SparkFun, и узнаем их назначение в электрических схемах. Традиционно начнем с самых простых элементов — резисторов.

Резисторы

На рис. 2.1 показаны резисторы нескольких наиболее распространенных типов. Резисторы бывают разных форм и размеров, а потому рассеивают разную мощность. Высокомощные резисторы имеют больший размер и обычно выдерживают нагрев до больших температур. Как правило, нагрева-

ние электронных компонентов не сулит ничего хорошего для электрической схемы, и его стараются всячески избежать. Поэтому в наших проектах мы постараемся ограничиваться 0,25-ваттными резисторами из специального набора компании SparkFun, предназначенными для общего использования.

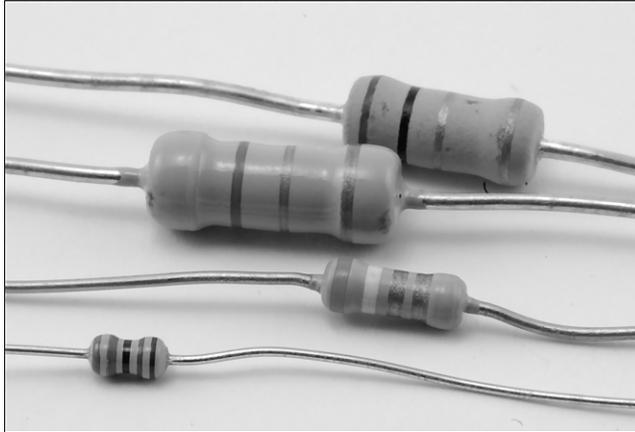


Рис. 2.1. Резисторы бывают разные

Кроме максимально допустимого уровня рассеиваемой мощности, резисторы обладают еще одной характеристикой — сопротивлением. Как и предполагает название, сопротивление препятствует протеканию электрического тока. Поэтому резисторы с высоким сопротивлением сильнее ограничивают ток в цепи, чем резисторы с низким сопротивлением.

Резисторы встречаются в электронных устройствах чаще всего. Так как в наших проектах они будут применяться в изрядном количестве, детально их назначение и характеристики мы рассмотрим в разделе “Электрический ток, сопротивление и напряжение”.

Номинал резистора очень просто определить по маркировке в виде цветных полос, нанесенных на его корпус. Научившись правильно определять сопротивление резисторов (см. таблицу ниже), лучше всего сразу отсортировать их все и разложить согласно номиналам по отдельным коробочкам или ячейкам отдельного хранилища. Если вы сомневаетесь в правильности определения сопротивления, то воспользуйтесь мультиметром для вынесения окончательного вердикта.

Вне всякого сомнения, умение безошибочно определять номинал резистора исключительно по его внешнему виду и цветовой маркировке — это удел опытных радиолюбителей. Каждая цветовая полоса на корпусе резистора представляет определенную цифру в числовом значении сопротивления:

Цвет	Значение
Черный	0
Коричневый	1

Цвет	Значение
Красный	2
Оранжевый	3
Желтый	4
Зеленый	5
Синий	6
Фиолетовый	7
Серый	8
Белый	9
Золотой	1/10
Серебряный	1/100

Золотая и серебряная полоски определяют дробные значения (1/10 и 1/100 соответственно). Кроме того, они же используются и для указания допуска: золотая полоска соответствует погрешности $\pm 5\%$, серебряная — $\pm 10\%$.

Как правило, у одного из краев резистора имеется не менее трех цветных полосок. После небольшого интервала, у противоположного края резистора, наносится еще одна цветовая полоска. Отдельно стоящая полоска указывает допуск по сопротивлению резистора. Поскольку в проектах книги высокая точность расчетов не требуется, то акцентировать ваше внимание на этой характеристике мы не будем.

На рис. 2.2 показано, как по цветовым полосам можно узнать сопротивление резистора. Для указания точного числового значения на корпусе резистора наносятся три полоски. Первая полоса определяет первую цифру числа, вторая полоска — вторую цифру, а третья — множитель, указывающий количество нулей, добавляемых к числовому значению после первых двух цифр.

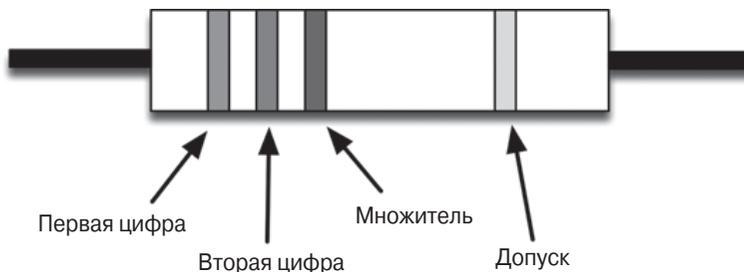


Рис. 2.2. Маркировка резисторов разноцветными полосками

Таким образом, резистор с сопротивлением 270 Ом будет маркирован сначала красной (цифра 2), далее фиолетовой (цифра 7) и, наконец, коричневой (множитель 1) полосками. Подобным образом резистор на 10 кОм будет маркироваться коричневой, черной и оранжевой полосками (1, 0, 000).

В дополнение к резисторам с постоянным сопротивлением существуют резисторы с переменным сопротивлением (так называемые переменные

резисторы, или потенциометры). Они находят применение в качестве регуляторов уровня громкости: при повороте ручки вы изменяете сопротивление в цепи усиления сигнала, а потому устанавливаете интенсивность воспроизводимого громкоговорителями звука.

Конденсаторы

Занимаясь разработкой и созданием новых электронных устройств, вам не обойтись без конденсаторов. Конденсатор относится к основным радиоэлектронным компонентам и имеет очень простой принцип работы. Чаще всего конденсаторы применяются для устранения нежелательных помех и сглаживания напряжения в электрической схеме. Для обозначения функции конденсатора к его названию добавляют красноречивое прилагательное, однозначно указывающее на его назначение, например “развязывающий конденсатор” или “сглаживающий конденсатор”. Существует строго ограниченный набор правил, регламентирующий использование конденсаторов в электрических схемах. О них мы обязательно вспомним в следующих разделах.

Если вкратце, то конденсаторы, как и аккумуляторные батареи, умеют накапливать электрический заряд, но в относительно небольших количествах, а время зарядки и разрядки конденсаторов весьма небольшое.

Внешний вид некоторых типов конденсаторов показан на рис. 2.3.

Если вы присмотритесь ко второму слева конденсатору, то увидите на нем надпись 103. Это числовое значение указывает емкость конденсатора в пикофарадах. Стандартизированные единицы измерения емкости — это фарады, несмотря на то, что одна фарада соответствует накоплению очень большого заряда. Именно поэтому емкость большинства конденсаторов измеряется в нанофарадах ($\text{нФ} = 1/1\,000\,000\,000\ \text{Ф}$) и микрофарадах ($\text{мкФ} = 1/1\,000\,000\ \text{Ф}$). Вам даже могут встретиться конденсаторы, емкость которых измеряется в пикофарадах ($\text{пФ} = 1/1\,000\,000\,000\,000\ \text{Ф}$).

Вы легко заметите кратность указанных выше единиц измерения значению 10^3 . Как известно, 10^3 соответствует числу 1000 (три нуля после единицы). Таким образом, 10 000 пФ и 10 нФ — это одинаковые значения. Конденсаторы большей емкости, подобные показанным на рис. 2.3, справа, называются электролитическими. Чаще всего их номинал выражается в микрофарадах (мкФ), а числовое значение указывается на боковой поверхности корпуса. Кроме того, выводы таких конденсаторов обозначаются знаками + и –, что предполагает их подключение в электрическую схему согласно указанной полярности.

На рис. 2.4 показан большой электролитический конденсатор емкостью 1000 мкФ; в нижней части рисунка четко виден знак –, обозначающий вывод, подключаемый к отрицательному контакту шины питания. Если выводы у конденсатора разной длины, то длинный контакт подключается к положительной шине питания.

На корпусе конденсатора, показанного на рис. 2.4, кроме всего прочего, указывается еще одна характеристика: рабочее напряжение (200 В). Она

обозначает максимальное напряжение, которое допустимо подавать на выводы конденсатора. Если между выводами такого конденсатора окажется напряжение больше 200 В, то он почти сразу выйдет из строя. Большие электролитические конденсаторы, подобные показанным на рис. 2.4, имеют репутацию взрывоопасных; они выходят из строя не чаще других, но делают это максимально эффектно.

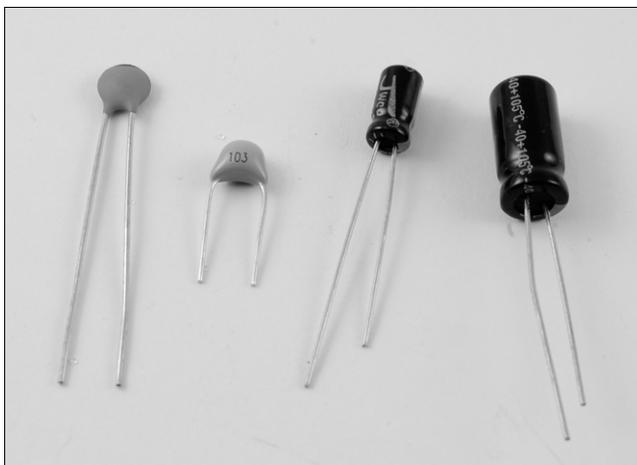


Рис. 2.3. Разнообразие конденсаторов

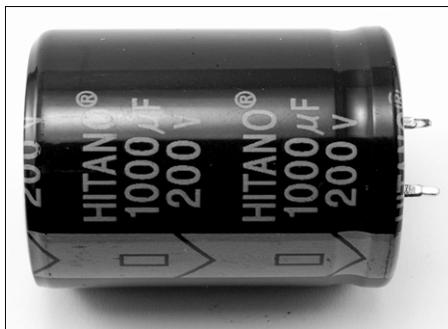


Рис. 2.4. Электролитический конденсатор

Диоды

Время от времени вам понадобятся такие незаменимые устройства, как диоды. Они сродни клапанам в гидротехнике: позволяют току протекать только в одном направлении, препятствуя его распространению в противоположном направлении. Очевидно, что основная их задача — защищать от случайного повреждения и даже выхода из строя других, чувствительных к обратному току, компонентов сети.

Диоды (рис. 2.5) маркируются у одного из краев характерной полоской. Вывод, расположенный ближе к помеченному полоской краю, называется катодом; противоположный вывод диода называется анодом. Детально о работе диодов мы еще поговорим далее.

Как и в случае с резисторами, чем больше сам диод, тем больше энергии он может рассеять перед тем, как перегреется и разрушится. В большинстве проектов, в которых востребованы диоды, вы будете довольствоваться теми из них, что показаны на рис. 2.5, *слева*.

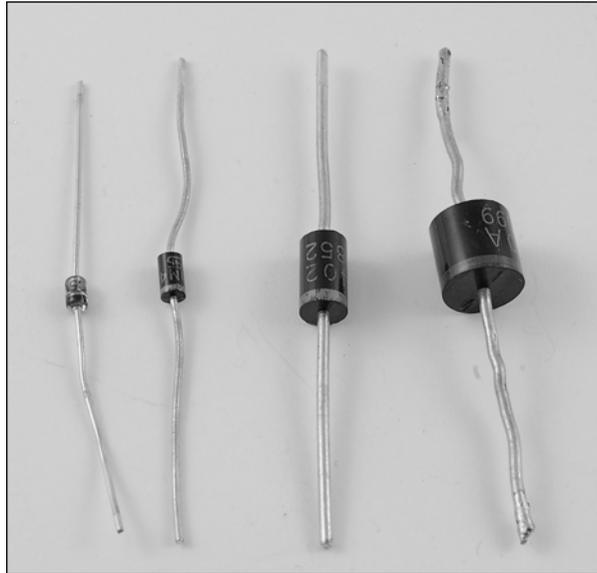


Рис. 2.5. Диоды чаще всего выглядят так

Светодиоды

Светодиоды светятся ярким цветом и одним только этим приносят радость! Светодиоды самых разных оттенков показаны на рис. 2.6.

Энергопотребление светодиодов небольшое, поэтому их нельзя напрямую подключать даже к низковольтной батарее. Чтобы ограничить ток, протекающий через светодиод, обычно используются резисторы. Если не ограничить ток через светодиод, то он моментально выйдет из строя (перегорит).

Как вы понимаете, работоспособность светодиодов всецело зависит от правильного выбора резистора, включенного в электрическую схему.

Как и обычные диоды, светодиоды имеют два вывода разной полярности: катод и анод. Анод всегда длиннее катода. На корпусе светодиода со стороны катода также легко обнаружить плоскую площадку (срез).

Наряду с отдельными светодиодами вам точно будут встречаться готовые матрицы светодиодов, упакованные в виде законченных устройств. На рис. 2.7 показаны распространенные типы светодиодных устройств.



Рис. 2.6. Простые светодиоды разных цветов

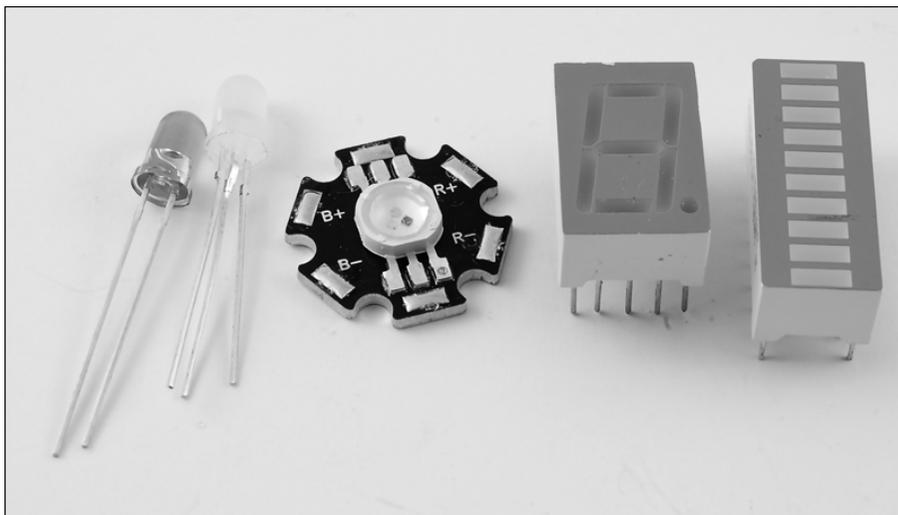


Рис. 2.7. Светодиоды бывают разные

Слева направо на этом рисунке показаны: ультрафиолетовый светодиод, двухцветный (красно-зеленый) светодиод, заключенный в общий корпус, мощный RGB-светодиод (красно-зелено-синий), светящийся произвольным оттенком видимого светового диапазона, семисегментный светодиодный индикатор и гистограммный светодиодный индикатор.

Выше перечислена только небольшая часть светодиодных устройств. Мы об этом даже не задумываемся, но светодиоды окружают нас повсюду. Далее вы познакомитесь с некоторыми из упомянутых выше светодиодных устройств.

Транзисторы

Несмотря на то что транзисторы выполняют в электрических схемах огромное количество функций, вам на начальном этапе изучения электроники достаточно воспринимать их как переключатели. Но в отличие от механических переключателей, в которых контакт замыкается толкателем, в транзисторе размыкание и замыкание электрической цепи осуществляется подачей на один из выводов относительно небольшого управляющего тока.

Физический размер транзистора чаще всего предопределяет его рабочие характеристики и функциональные особенности (рис. 2.8). Чем больше транзистор, тем сильнее токи он может “запирать” и делать это в течение большего промежутка времени.

Среди транзисторов, показанных на рис. 2.8, два крайних правых — это узкоспециализированные устройства, рассчитанные на высокие мощности.

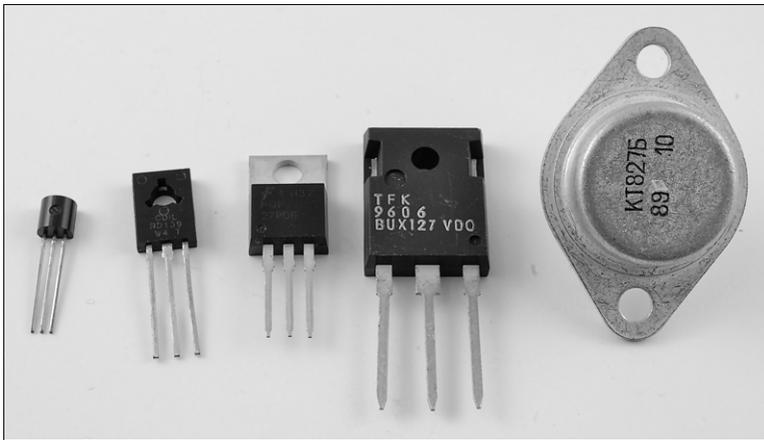


Рис. 2.8. Формы и размеры транзисторов определяются их функциональными возможностями

Распознать транзистор в куче радиодеталей немудрено. В первом приближении самый уродливо выглядящий компонент с тремя “ногами” — это и есть транзистор.

Интегральные микросхемы

Интегральные микросхемы (Integrated Circuit — IC), или просто микросхемы, представляют собой большое количество транзисторов и других полупроводниковых компонентов, организованных в электрические схемы и упакованных в едином корпусе. Назначение микросхем бывает самым разным. В виде интегральных микросхем выпускаются микроконтроллеры (мини-компьютеры), звуковые усилители, модули памяти и многие другие сложные устройства с расширенной функциональностью.

Микросхемы сильно упрощают нашу с вами участь, поскольку могут совмещать в одном модуле огромное количество специальных устройств.

Правда в том, что как только вам понадобится собрать некое устройство, сразу окажется, что уже давно выпущена микросхема, обладающая большей частью необходимых функций. По меньшей мере, всегда найдется микросхема общего назначения, предназначенная для решения как минимум половины запланированных вами задач.

Рядовому обывателю микросхема представляется как диковинная электронная многоножка (рис. 2.9).

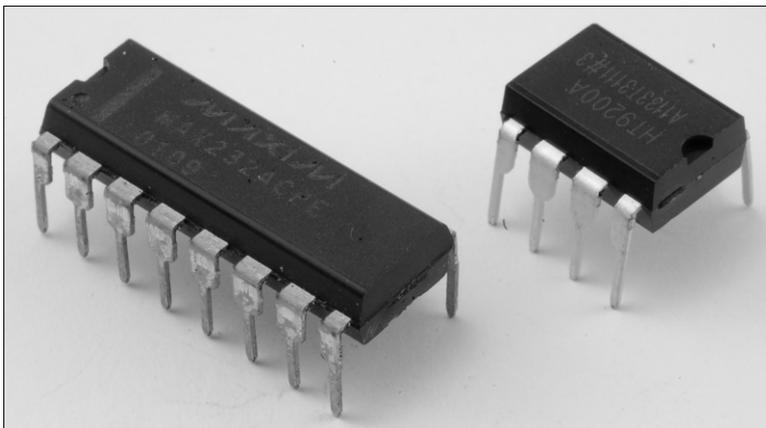


Рис. 2.9. Интегральные микросхемы имеют большое количество выводов

Другие компоненты

Не думайте, что мир электроники обходится только описанными выше компонентами. Он огромен в своем разнообразии, и многое из него вам очень хорошо знакомо, например аккумуляторы и переключатели. О некоторых из них вы только слышали, держали в руках, но не обращали на них особого внимания (например, потенциометры, выполняющие функции регуляторов громкости). Названия остальных радиодеталей могут вам показаться совершенно незнакомыми, хотя все они часто используются во многих бытовых приборах: фототранзисторы, операционные усилители, фоторезисторы и др. Подробнее с ними вы познакомитесь в следующих главах.

Компоненты для поверхностного монтажа (SMD-компоненты)

Хотелось бы отдельно сказать о специальном классе электронных устройств — компонентах поверхностного монтажа (Surface Mount Devices — SMD). Это уже известные вам резисторы, транзисторы, конденсаторы, интегральные микросхемы и т.п., но значительно меньше привычного нам размера. Они предназначены для сборки электронных устройств на специальных производственных линиях.

Компоненты поверхностного монтажа показаны на рис. 2.10.

Размер самих компонентов легко оценить, если сравнить их со спичкой, расположенной рядом. Если вы думаете, что вручную смонтировать такие мелкие детали на печатной плате невозможно, то сильно ошибаетесь. Все, что для этого понадобится, — наметанный глаз, твердая рука и качественный паяльник. (Не забудьте о терпении, куда же без него!) Для поверхностного монтажа используются совершенно иные печатные платы, отличные от привычных для начинающих радиолюбителей. Макетные платы и другие средства прототипирования малоприменимы для сборки устройств с помощью компонентов поверхностного монтажа, хотя в критической ситуации сгодятся и они.

В книге мы будем работать преимущественно с “традиционными” компонентами сквозного монтажа. По мере усвоения навыков вы можете попробовать собирать электронные устройства, воспользовавшись исключительно SMD-компонентами, — ничего запредельного в этом нет.

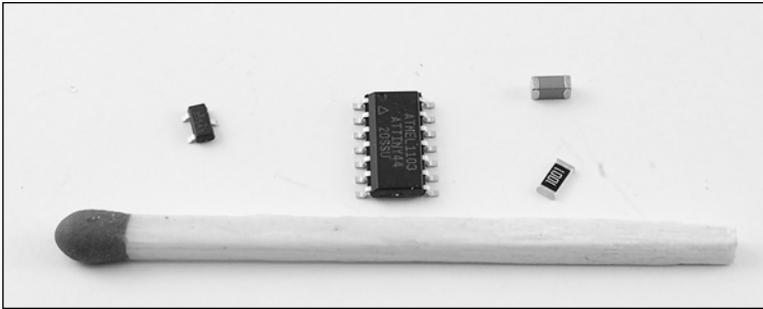


Рис. 2.10. SMD-компоненты имеют крошечный размер

Электрический ток, сопротивление и напряжение

Напряжение, ток и сопротивление — это три основные характеристики, оперируя которыми вы сможете объяснить все, что происходит в мире электроники. Все они взаимосвязаны друг с другом; и, зная законы, описывающие эту взаимосвязь, вы получите неограниченные возможности по разработке и реализации любых электротехнических проектов.

Наберитесь терпения и попробуйте понять все изложенные ниже теоретические основы электротехники. Как только вы это сделаете, кажущееся ранее непостижимым станет очевидным.

Электрический ток

Самая большая трудность в изучении электрического тока состоит в невидимости электронов. Известно, что электрический ток — это направленное движение электронов. До определенного времени электроны оставались невидимыми даже для лабораторной аппаратуры, но это не мешало

нам использовать электрический ток в бытовых приборах. Электроны настолько маленькие, что знание принципов их поведения важнее того, как они выглядят. Мне проще всего представлять электроны в виде крохотных шариков, катящихся по трубам. Все без исключения дипломированные физики при чтении этих слов схватятся за головы и порвут книгу в клочья. Я сильно не расстроюсь, так как наша книга не из раздела теоретической физики, да и читать ее людям с высшим техническим образованием будет несколько скучновато. Выбранная мною модель помогает лучше понять суть происходящих в мире электроники процессов, и это главное.

Каждый электрон является носителем постоянного заряда, который не изменяется с течением времени. Чем больше электронов скопится в одном месте, тем больше заряд будет в этой области. По мере перемещения электронов из одной области в другую заряд в первой области будет уменьшаться или падать.

Электрический ток (рис. 2.11), подобно потоку воды в трубе, измеряется как количество заряда, протекающего через проводник в единицу времени (секунду).

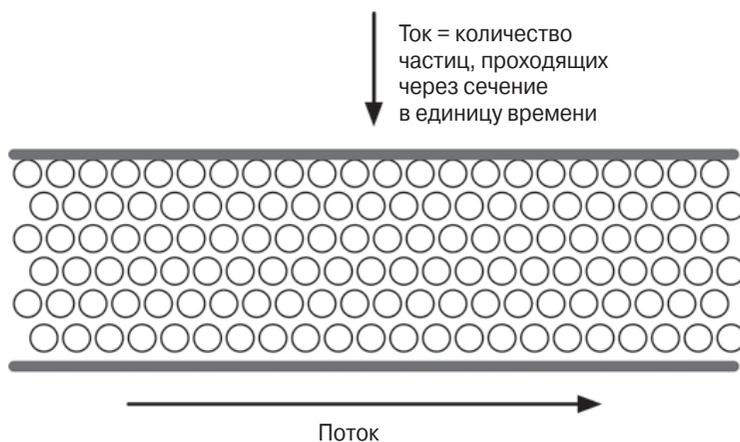


Рис. 2.11. Электрический ток

Сопротивление

Задача резистора заключается в ограничении тока, проходящего через него. Если снова провести аналогию с потоком воды в трубе, то сопротивление можно представить как сужение, показанное на рис. 2.12.

Резистор уменьшает количество заряда, протекающего через определенный участок проводника. При этом совершенно не важно, в какой точке измеряется электрический ток: А, Б или В. Электрический ток в любой точке после резистора будет таким же, как и на выходе из резистора, что определяется величиной сопротивления. Электрический ток перед резистором тоже ограничивается расположенным впереди сопротивлением.

Таким образом, резистор представляет собой сопротивление, “тормозящее” ток перед собой (А) и не позволяющее проходить дополнительному заряду, необходимому для увеличения тока на выходе (В).

Аналогия с потоком воды в трубе в полной мере не отражает поведение электронов в проводнике, хотя и позволяет на простейшем уровне понять, как ведет себя электрический ток в цепи.

В качестве разминки на будущее попробуйте представить, что произойдет, если резистор ограничит большую часть тока, проходящего через светодиод.

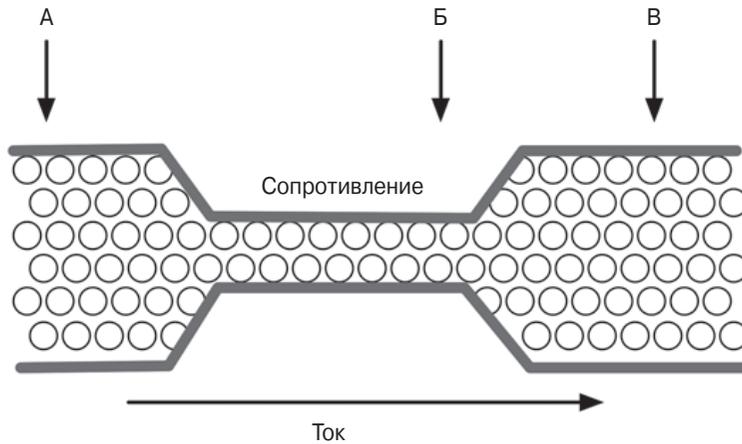


Рис. 2.12. Сопротивление

Напряжение

Напряжение — это еще одна ключевая характеристика, фигурирующая в уравнении, описывающем величину электрического тока в проводнике, с которым вы познакомитесь в следующем разделе. Продолжая аналогию с потоком воды в трубе, напряжение можно представить как перепад высот или уклон, под которым закреплена труба вдоль стены (рис. 2.13).

Как вам, скорее всего, известно, чем с большей высоты стекает вода по трубе, тем сильнее ее поток. Именно поэтому сливные трубы с небольшим уклоном очень плохо отводят воду.

Приведенная аналогия очень хорошо согласуется с концепцией относительности приложенного напряжения. Ведь водяной поток зависит не столько от высоты расположения трубы над уровнем моря, сколько от перепада высот между точками крепления ее концов. Таким образом, поток воды, проходящий по трубе с начальной высотой 100 м до уровня 50 м, будет равняться потоку воды в такой же трубе, закреплённой одним концом на уровне 50 м, а другим — на уровне 0 м.

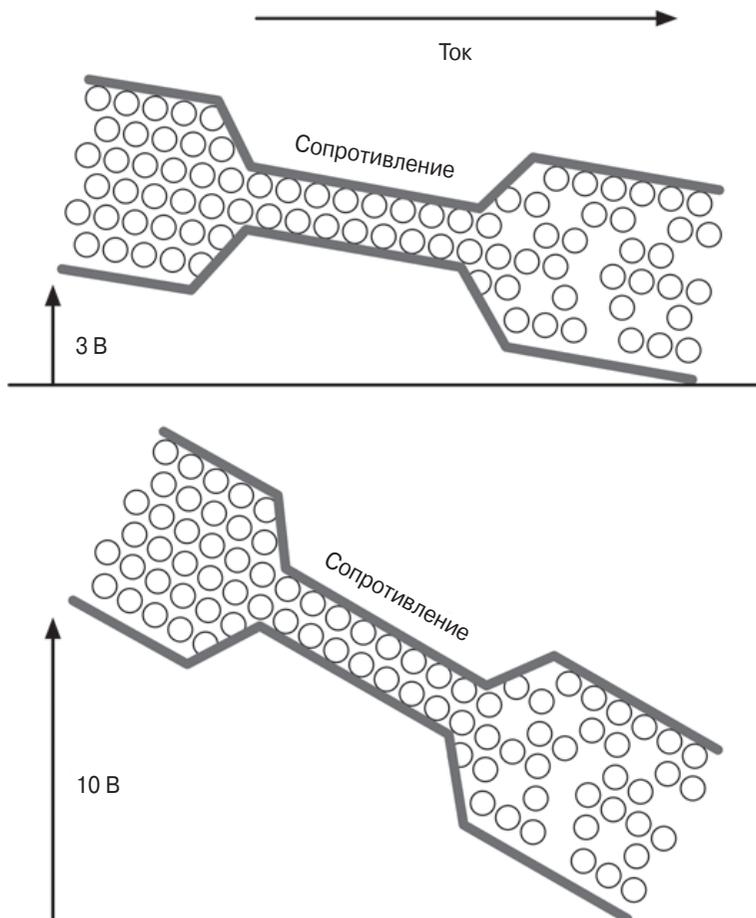


Рис. 2.13. Напряжение

Закон Ома

Перед выполнением математических вычислений попробуем самостоятельно определить связь между напряжением, током и сопротивлением.

Если рассуждать логически и принять аналогию с потоком воды в трубе справедливой, то, чтобы прийти к правильным заключениям, достаточно ответить на несколько вопросов.

1. При увеличении напряжения электрический ток увеличивается (а) или уменьшается (б)?
2. Если сопротивление увеличивается, то ток увеличивается (а) или уменьшается (б)?

Правильные ответы вполне очевидны: (а) на первый вопрос и (б) на второй.

Если записать ответы на поставленные выше вопросы в виде математических равенств, то легко получить закон Ома:

$$I = U/R,$$

где I — электрический ток через проводник; U — напряжение на концах проводника; R — сопротивление проводника.

Исходя из закона Ома, электрический ток через резистор или любой другой проводник, имеющий сопротивление, равняется напряжению, приложенному к его концам, деленному на сопротивление резистора (проводника).

В качестве единиц измерения сопротивления выбраны омы (Ом), сила электрического тока выражается в амперах (А), а напряжение измеряется в вольтах (В).

Давайте вычислим ток через резистор с сопротивлением 100 Ом, если к нему от источника питания приложено напряжение 10 В:

$$10 \text{ В}/100 \text{ Ом} = 0,1 \text{ А}$$

Для удобства небольшие токи представляются в миллиамперах (мА). Один миллиампер равен тысячной доле ампера ($1 \text{ мА} = 1/1000 \text{ А}$). Таким образом, 0,1 А можно представить как 100 мА.

Вот и все о законе Ома в этом разделе. Кроме математической зависимости, вам пока достаточно знать, что он является основополагающим для мира электричества. В следующем разделе нам предстоит изучить еще одну важную и не менее показательную характеристику электрического тока: его мощность.

Мощность электрического тока

Мощность определяется как энергия, выделяемая в единицу времени. В определенном смысле она рассчитывается подобно электрическому току. Но в отличие от тока, при определении мощности учитывается не заряд, а энергия, преобразующаяся в тепло при прохождении тока через резистор или другое устройство, имеющее сопротивление.

Аналогия с потоком воды в трубе тут не подходит. Выделение тепла при прохождении тока через сопротивление происходит в результате нагревания резистора, ограничивающего ток в цепи. Количество тепла вычисляется как напряжение, падающее на резисторе, умноженное на силу тока, протекающего через него. Мощность измеряется в ваттах (Вт). Математическая зависимость мощности от тока и напряжения представляется такой формулой:

$$P = I \times U$$

В предыдущем примере на резистор с сопротивлением 100 Ом подается напряжение 10 В, поэтому сила электрического тока через него будет составлять 100 мА. Согласно последней формуле, этот резистор будет рассеи-

вать $0,1 \text{ A} \times 10 \text{ В} = 1 \text{ ватт}$ мощности. Если свериться с технической документацией к резисторам из начального набора SparkFun, то легко заметить, что они рассчитаны на рассеивание не более 250 мВт (0,25 Вт). Это означает, что при использовании таких резисторов в схеме из описанного выше примера они попросту выйдут из строя.

Если вам известно напряжение, падающее на резисторе, и вы точно знаете его номинал, но не знаете силу тока в цепи, то можете определить рассеиваемую мощность по такой формуле:

$$P = U^2/R$$

Она ни в коем случае не противоречит приведенной ранее формуле, поскольку сила тока равняется напряжению, деленному на сопротивление (закон Ома). Подставив в эту формулу числовые значения из предыдущего примера, вы получите в точности такой же результат:

$$P = 10 \times 10 / 100 = 1 \text{ Вт}$$

Для очень многих радиодеталей максимальная рассеиваемая мощность — одна из ключевых характеристик. Поэтому при выборе резисторов, диодов, транзисторов и многих других полупроводниковых компонентов обязательно вычисляйте мощность, которую они будут рассеивать в собираемых вами электрических схемах. Для этого достаточно напряжение, падающее на компоненте, умножить на ток, который, как вы ожидаете, будет проходить через него. Подбирайте только те компоненты, которые рассеивают заведомо большую мощность, чем вычисленное вами значение.

Мощность — это хороший индикатор потребляемого электричества, поскольку она определяется как количество энергии, потребляемой электрической цепью за одну секунду. В отличие от тока, потребляемую мощность очень просто определять для одних и тех же компонентов при подаче на них разного напряжения. Всегда неплохо еще на этапе проектирования оценить, сколько энергии будет потреблять собираемое вами устройство в единицу времени. В табл. 2.1 указана потребляемая мощность для некоторых бытовых приборов.

ТАБЛИЦА 2.1. Потребление электроэнергии разными бытовыми приборами

Устройство	Потребляемая мощность, Вт
Переносной FM-радиоприемник (низкий уровень звука)	0,02
Переносной FM-радиоприемник (максимальный уровень звука)	0,5
Микроконтроллерная плата Arduino Uno (источник питания 9 В)	0,2
Маршрутизатор Wi-Fi	10
Лампа дневного освещения (люминесцентная)	15
Обычная лампочка (лампа накаливания)	60
Жидкокристаллический телевизор с диагональю 40 дюймов	200
Электрическая печь (духовка)	3000 (3 кВт)

Теперь вы знаете, почему далеко не все домашние электронные устройства можно запитать от батареек!

Обозначения на электрических схемах

Работа с электроникой невозможна без посещения Интернета и получения консультаций у всемирного сообщества по интересующему вас вопросу. В процессе общения вы неизбежно столкнетесь с изображениями электрических схем, на которых показан способ и порядок подключения компонентов собираемого устройства. Вам крайне необходимо научиться понимать все, что показано на таких схемах, иначе в дальнейшем вы не сможете практически воплотить свои идеи в виде готовых электронных устройств.

При первом знакомстве электрические схемы выглядят пугающе и совершенно непонятно, хотя все, что на них изображено, четко структурировано и подчинено единому набору правил. Нет ничего удивительного в том, что для понимания схем вам достаточно выучить всего несколько основополагающих принципов.

Для большей наглядности при изучении принципов построения электрических схем обратитесь к рис. 2.14. Всего один раз взглянув на рис. 2.14, вы сразу поймете, почему все, что изображено на схемах, называют электрическими цепями. Действительно, все компоненты схемы соединены в единую цепь. В начале этой цепи располагается батарея, далее находится переключатель (для образования неразрывной цепи переключатель нужно включить), затем — светодиод (DI), а в конце цепь снова замыкается на батарее. Линии на электрической схеме представляют собой идеальные проводники, не имеющие сопротивления.

Первое соглашение схемотехники. Шина положительного питания располагается сверху

Соглашение, которому следуют большинство разработчиков принципиальных электрических схем, гласит, что положительная шина питания отображается сверху, что полностью подтверждается рис. 2.14. Как видите, на нашей схеме выводы источника питания (батареи) с напряжением 9 В расположены так, что внизу располагается шина 0 В, или общий провод, а по верхней шине в цепь подается напряжение 9 В.

Обратите внимание на то, что резистор $R1$ расположен над светодиодом DI . Таким образом, часть напряжения питания сначала падает на резисторе, и только после этого оставшаяся часть напряжения подается на светодиод. После светодиода цепь ожидаемо замыкается на батарее.

Второе соглашение схемотехники. Ток течет слева направо

Исторически электричество на промышленный уровень вывела западноевропейская цивилизация, культурные традиции которой предполагают представление информации на бумаге в направлении слева направо.

Самый очевидный пример — это письменность (в европейских языках тексты пишут слева направо). Электрические схемы не являются исключением из исторически устоявшихся традиций, поэтому на них источник питания — батарея или сетевое устройство — обычно указывается в левой части. Соответственно движение электрического тока в схеме также происходит слева направо.

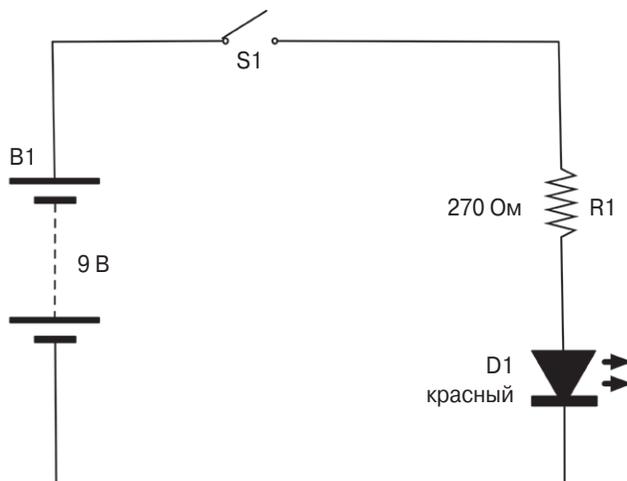


Рис. 2.14. Простая электрическая схема

Именно по этой причине сразу после батареи нарисован переключатель, который отвечает за подачу тока в электрическую цепь, и только после него изображены резистор и светодиод.

Названия и обозначения

Вполне ожидаемо каждый элемент схемы имеет не только определенное название, но и обозначение. Как видите, источник питания обозначен как *B1*, переключатель — *S1*, резистор — *R1*, а светодиод — *D1*. Это делается для того, чтобы вы не запутались при сборке электрической цепи, показанной на схеме, на макетной или монтажной плате. Только однозначная маркировка всех элементов схемы позволяет избежать ненужной путаницы и правильно собрать даже самое сложное электронное устройство.

Хорошим тоном считается указывать на схеме рабочие параметры элементов электрической цепи. Это не обязательно, но в некоторых ситуациях помогает быстрее разобраться в назначении электронных компонентов собираемого устройства. На нашей схеме указывается номинал только резистора — 270 Ом. Остальные элементы схемы не требуют дополнительных пояснений.

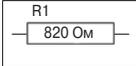
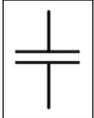
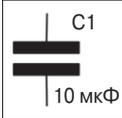
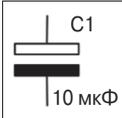
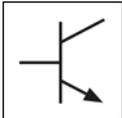
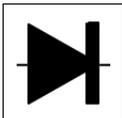
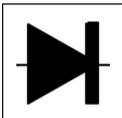
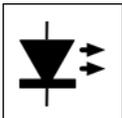
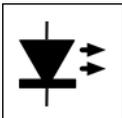
Условные графические обозначения компонентов

В табл. 2.2 приведен список элементов, наиболее часто отображаемых на электрических схемах. Список далеко не полный, поэтому далее вы встретите описание элементов, не вошедших в него.

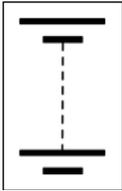
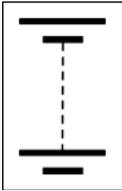
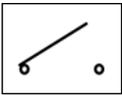
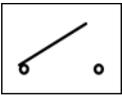
Существуют две основные системы представления принципиальных электрических схем: американская и европейская. К счастью, различия в них незначительные, поэтому вы точно не запутаетесь.

В данной книге все электрические схемы отображаются согласно стандартам США.

ТАБЛИЦА 2.2. Обозначение основных компонентов на электрических схемах

Обозначение (стандарты США)	Обозначение (европейские стандарты)	Фотография	Элемент	Применение
			Резистор	Сопротивление
			Конденсатор	Временное накопление заряда
			Конденсатор (полярный)	
			Транзистор (биполярный, NPN)	Управление сильными токами с помощью слабых токов
			N-канальный полевой транзистор с изолированным затвором	Управление токами высокой мощности с помощью очень слабых токов
			Диод	Предотвращение протекания тока в ненужном направлении
			Светодиод	Индикация и освещение

Окончание табл. 2.2

Обозначение (стандарты США)	Обозначение (европейские стандарты)	Фотография	Элемент	Применение
			Батарея	Источник питания
			Переключатель	Подача и прекращение подачи питания; управление другими элементами

Резюме

В следующей главе мы перейдем непосредственно к практическим занятиям. Вы получите важные навыки сборки электронных устройств, без которых невозможно выполнить все проекты, описанные в книге. Вы узнаете, как правильно использовать платы для сборки работоспособных устройств, а также усовершенствуете свои познания в области пайки основных компонентов электрических схем.

Вы также изучите правила конструирования устройств на беспаячных макетных платах, позволяющие быстро собирать и модернизировать прототипы будущих приборов.