

ПРОЕКТ № 14. СОЗДАНИЕ ДАТЧИКА ПРИКОСНОВЕНИЯ

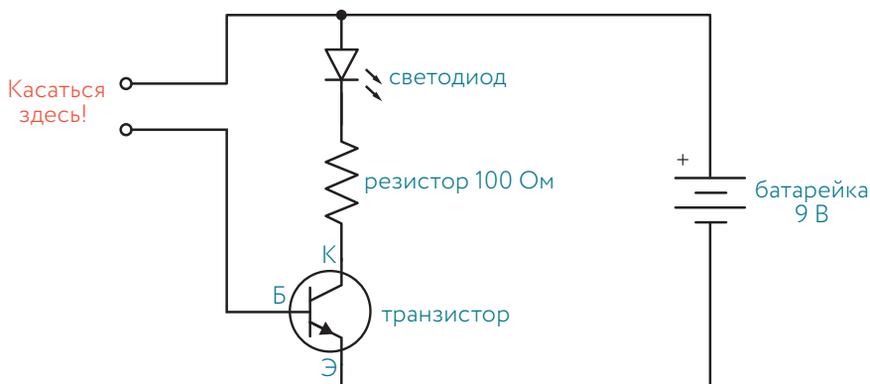
Знаете ли вы, что ваш палец может играть роль резистора? Он имеет сопротивление в несколько мегаом (МОм), и этого более чем достаточно. Однако значение этого сопротивления не постоянно. Так, если палец будет потным, оно уменьшится.

В этом проекте вы будете использовать свой палец в качестве резистора для замыкания цепи, включающей светодиод, т. е. создадите датчик прикосновения.

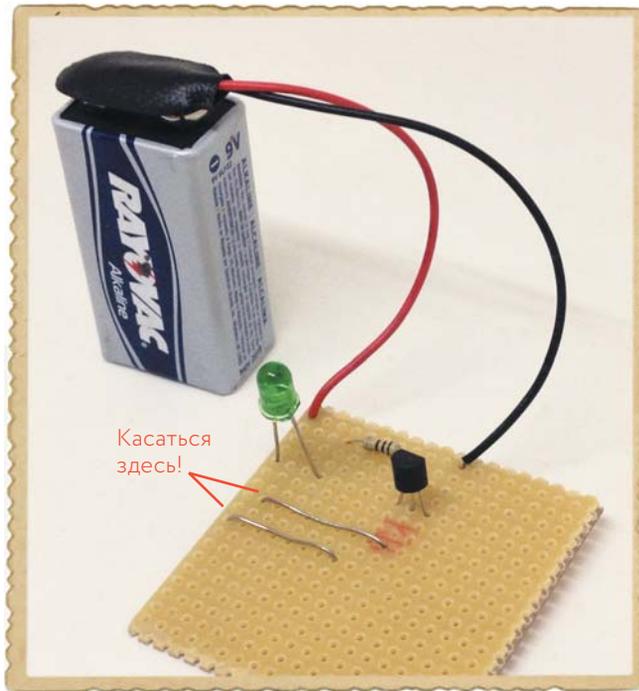
Датчик — это компонент, способный измерять значения температуры, давления или иной физической величины. Во многих случаях датчиком служит резистор, сопротивление которого зависит от освещенности, температуры, давления или иной физической величины, значение которой вам нужно знать.

Если к схеме на с. 141 добавить резистор сопротивлением в несколько мегаом, включенный между плюсом батарейки и базой транзистора, от базы к эмиттеру потечет слабый ток. Этого тока будет достаточно, чтобы открыть транзистор, т. е. позволить идти току от коллектора к эмиттеру.

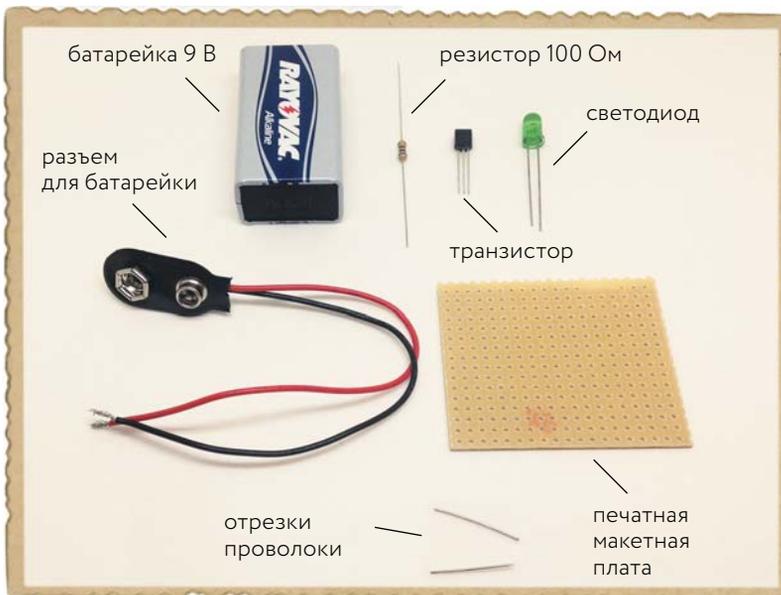
В схеме внизу есть транзистор, резистор, светодиод и батарейка, как в схеме на с. 141, но здесь соединить 9-вольтовую батарейку с базой транзистора вы будете не отдельной батарейкой, а своим пальцем через своего рода сенсорную панель. Она будет состоять всего лишь из двух оголенных проводов, расположенных так близко друг к другу, что коснуться пальцем вы сможете одновременно обоих.



Обратите внимание, что сопротивление резистора здесь не 330 Ом, как в прежней схеме, а всего 100 Ом. Дело в том, что сопротивление пальца может быть настолько большим, что транзистор откроется не полностью. В этом случае уменьшение сопротивления позволит светодиоду светить ярко, даже если сопротивление вашего пальца слишком велико.



Список необходимых материалов



- **Стандартная батарейка 9 В** для питания схемы.
- **Разъем** для подключения батарейки к схеме.
- **Печатная макетная плата** (типа Stripboard).
- **Светодиод.**
- **Два отрезка оголенного провода** длиной примерно по 2,5 см (можно использовать откусенные концы выводов компонентов, оставшиеся от прежних проектов).
- **Транзистор 2N3904.**
- **Резистор 100 Ом** для ограничения силы тока через светодиод.

Инструменты

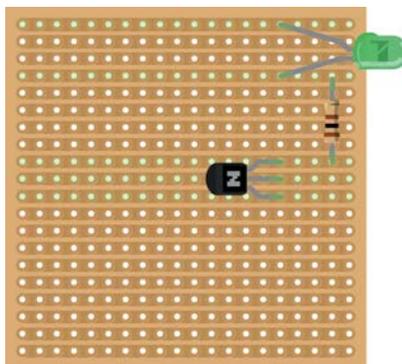
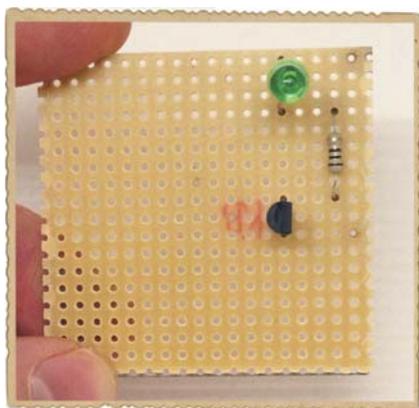


- **Паяльник мощностью 30 Вт** (например, Goot KS-30R).
- **Подставка для паяльника** (например, ZD-10A).

- **Катушка припоя** (например, ПОС-61 с флюсом, диаметр 0,8 мм, или ASAHI Sn60/Pb40 (Sn63/Pb37) с флюсом CF10, диаметр 0,8–1,0 мм).
- **Мультиметр** для измерения напряжения, если схема не будет работать.
- **Бокорезы** для отрезания излишних концов выводов компонентов.

Шаг 1. Установка компонентов на плату

Вставьте компоненты в плату, как показано на фото ниже. Убедитесь, что медные дорожки соединяют выводы резистора (1) с катодом светодиода и (2) с коллектором транзистора. Отогните ножки в стороны, чтобы компоненты не выпали.

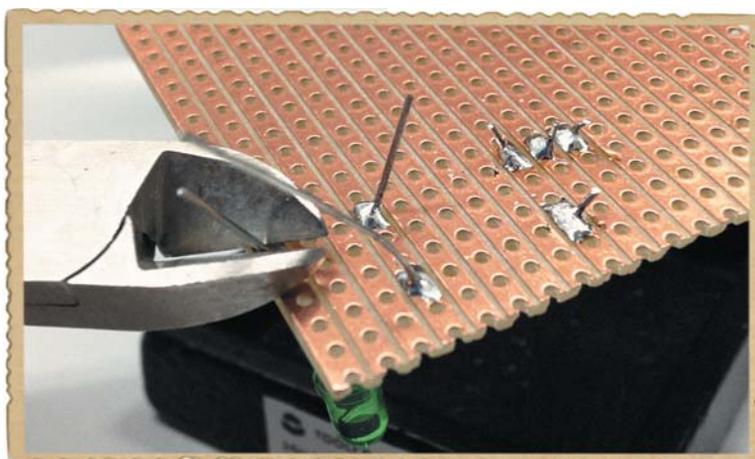


Шаг 2. Проверка размещения компонентов

Прежде чем начать паять, посмотрите на плату снизу и еще раз проверьте, так ли размещены ваши компоненты, как показано на рисунках к шагу 1. Особое внимание обратите на полярность включения светодиода. При неправильной полярности схема работать не будет.

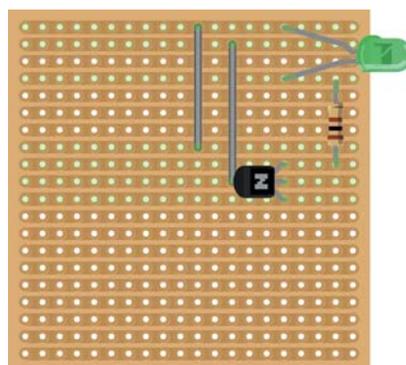
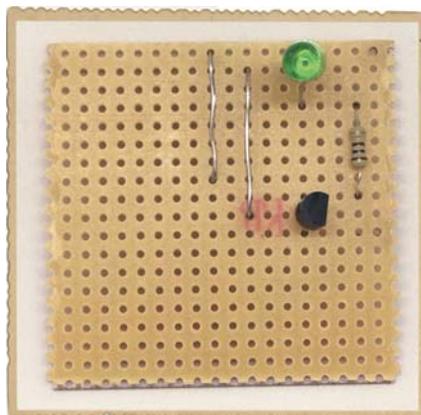
Шаг 3. Пайка компонентов и откусывание ножек

Припаяйте компоненты на плату, как описано в разделе «Процесс пайки» (с. 120), и откусите кусачками все торчащие выводы. Работайте в защитных очках, а плату при этом держите стороной с ножками от себя.



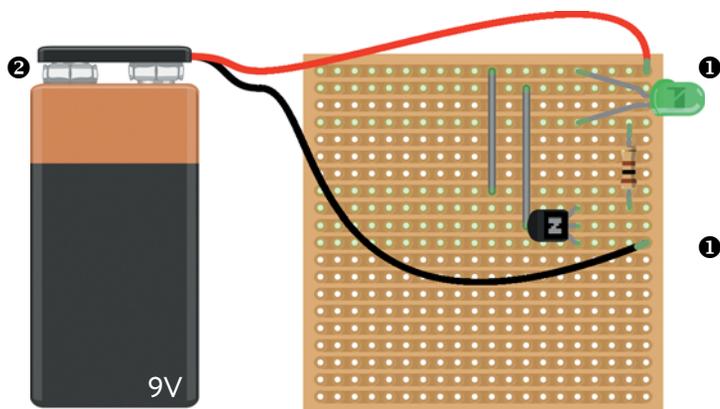
Шаг 4. Создание контактной площадки

Припаяйте на плату параллельно друг другу два отрезка оголенного провода, соединив один из них с анодом светодиода, а другой — с базой транзистора. Противоположные концы этих проводов припаяйте к свободным дорожкам на плате. Расстояние между проводами должно быть таким, чтобы можно было коснуться пальцем их обоих одновременно.



Шаг 5. Подключение питания

Чтобы завершить работу, нужно подключить к схеме источник питания. Припаяйте провода разъема батарейки, как показано на рисунке справа вверху ❶, и подключите разъем к батарейке ❷.



Теперь схема датчика прикосновения готова к проверке.

Шаг 6. Проверка датчика

Приложите палец к обоим оголенным проводам. Светодиод должен загореться. Если его свечения не видно, выключите свет в комнате. Светодиод должен хотя бы чуть-чуть светиться. Если свечения снова нет, смочите палец (это уменьшит его сопротивление) и повторите проверку.

! **ВНИМАНИЕ** *Касайтесь оголенных проводов только пальцем. Если коснуться их чем-либо, имеющим очень малое сопротивление, например проволокой, можно вывести транзистор из строя.*

Шаг 7. Если датчик не работает

Если прикосновение к оголенным проводам ни к чему не приводит, проверьте правильность включения светодиода и транзистора. Выводы этих компонентов нередко путают, поэтому вернитесь к шагу 1 и проверьте правильность их присоединения к дорожкам платы.

Если светодиод и транзистор соединены верно, измерьте мультиметром напряжение между базой и эмиттером транзистора управляющей части схемы. Установите мультиметр на шкалу 20 V DC и соедините щупы мультиметра с выводами базы и эмиттера транзистора, как показано на фото. Показание



мультиметра должно быть близким к нулю. Теперь приложите палец к датчику и повторите измерение. Мультиметр должен показать около 0,7 В.

Если управляющая часть транзистора в порядке, проверьте переключающую часть схемы. Измерьте напряжение между выводами светодиода, не касаясь пальцем оголенных проводов. Мультиметр должен показать около нуля. Теперь прижмите палец к оголенным проводам и повторите это измерение. Мультиметр должен показать от 1 до 2 В.

Если какое-либо из проведенных измерений даст не тот результат, какой нужен, еще раз проверьте правильность всех соединений, уделив особое внимание двум оголенным проводам. В конце проверьте качество пайки, посмотрите, нет ли где лишних концов или соединений дорожек излишком припоя. Если понадобится, исправьте все точки пайки.

ЭКСПЕРИМЕНТИРУЙТЕ: МОЖЕТ ЛИ ДАТЧИК ПРИКОСНОВЕНИЙ РАЗЛИЧАТЬ ПРИКОСНОВЕНИЯ?

Слегка прикоснитесь к оголенным проводам и отметьте яркость светодиода. Потом сильно нажмите на эти провода. Будет ли яркость другой? Попросите друга повторить этот опыт. Отличается ли яркость от той, что была, когда проводов касались вы? Если да, значит, сопротивление пальца друга отличается от сопротивления вашего пальца.

Когда вы давите сильнее, соединение вашего пальца с проводами улучшается, и это облегчает протекание тока.

С другом можно провести еще один интересный опыт. Коснитесь одного провода, а друг пусть коснется другого. Затем соедините свободные руки. Будет ли светодиод светиться? Ведь теперь ток проходит к транзистору через ваши тела. Но не беспокойтесь — этот ток очень слаб и безопасен, так что вы даже ничего не почувствуете.

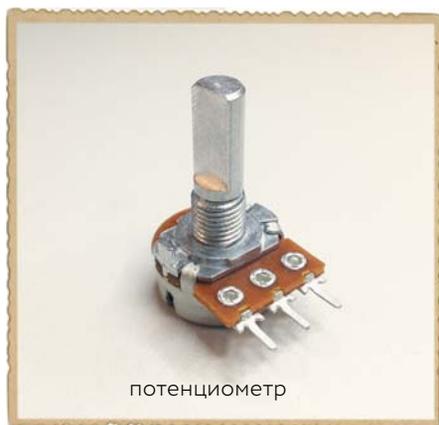
РЕЗИСТОРЫ, СОПРОТИВЛЕНИЕ КОТОРЫХ МОЖЕТ ИЗМЕНЯТЬСЯ

До сих пор вы имели дело только с резисторами, сопротивление которых не могло меняться, но есть и резисторы с *переменным* сопротивлением, т. е. сопротивлением, которое может изменяться.

Например, сопротивление одних резисторов меняется при вращении ручки, а сопротивление других зависит от температуры или освещенности. В этом разделе мы рассмотрим два вида переменных резисторов — потенциометр и фоторезистор.

Познакомьтесь с потенциометром

В главе 4 вы узнали о стандартном постоянном резисторе — компоненте, сопротивление которого не меняется. *Потенциометр* — это тоже резистор, но его сопротивление может меняться. Потенциометры часто применяются для регулирования разных величин, например громкости звука. (Представляете себе регулятор громкости радиоприемника? Это как раз потенциометр.) Потенциометры обычно имеют три вывода и вал, вращение которого и изменяет сопротивление.



Условное обозначение потенциометра показывает, как потенциометр работает, и обозначает функции трех его выводов. Сопротивление между выводами 1 и 3 имеет некоторое постоянное значение, указанное на корпусе потенциометра. Если на корпусе потенциометра написано $10\text{ k}\Omega$, сопротивление между его выводами 1 и 3 равно $10\text{ k}\Omega$.

Вывод 2 потенциометра соединен с *движком* (обычно и сам вывод называют движком) — контактом, который может перемещаться между выводами 1 и 3. При перемещении движка в сторону вывода 1 сопротивление между ним и выводом 1 уменьшается, а сопротивление между ним и выводом 3 увеличивается.

Познакомьтесь с фоторезистором

Фоторезистор — еще один вид переменного резистора. Здесь *фото* означает *свет*, и сопротивление этого резистора зависит от количества падающего на него света.

Фоторезисторы делаются из материала, обладающего некоторыми особыми свойствами. В темноте сопротивление этого материала велико, но падающий на него свет увеличивает энергию электронов, обычно связанных внутри материала. И эти электроны могут свободно

перемещаться внутри материала, уменьшая его сопротивление. Чем больше света падает на фоторезистор, тем меньше его сопротивление.



фоторезистор

Credit: Wikimedia Commons



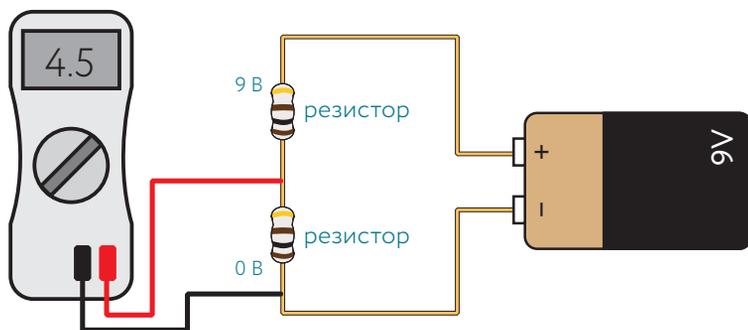
условное обозначение фоторезистора

ДЕЛЕНИЕ НАПЯЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ РЕЗИСТОРОВ

Если сопротивление фоторезистора или потенциометра в цепи меняется, то, согласно закону Ома, должны меняться сила тока через него и/или напряжение на нем (см. «Закон Ома» на с. 87). Если вы сделаете переменный резистор частью цепи, называемой *делителем напряжения*, то сможете получать на ее выходе напряжение, меняющееся с изменением сопротивления. А это меняющееся напряжение можно использовать для управления другими компонентами вашей схемы. Умение найти делитель напряжения на принципиальной схеме поможет вам понять работу и других схем.

Делитель напряжения

Если последовательно соединить два резистора с одинаковыми значениями сопротивления, а концы этой цепочки присоединить к выводам батарейки, то напряжение в точке соединения резисторов будет равно половине напряжения батарейки (4,5 В в случае батарейки 9 В). Такая цепочка называется *делителем напряжения*.

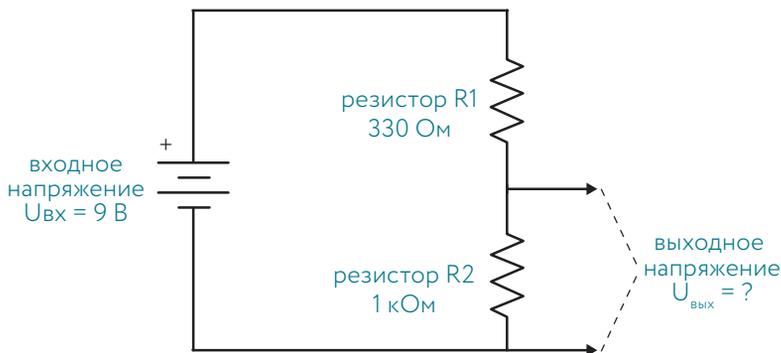


мультиметр

Используя резисторы с неодинаковыми значениями сопротивления, можно получить на выходе любое напряжение в пределах от нуля до полного напряжения батарейки. Нужно только провести некоторые расчеты.

Расчет выходного напряжения делителя

Представьте, что у вас есть показанная ниже схема. Каким будет ее выходное напряжение $U_{\text{вых}}$?



Чтобы определить $U_{\text{вых}}$, введите значения параметров компонентов вашей схемы в следующую формулу:

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \times \frac{R2}{R1 + R2}$$

$$U_{\text{вых}} = 9 \text{ В} \times \frac{1000 \text{ Ом}}{330 \text{ Ом} + 1000 \text{ Ом}}$$

$$U_{\text{вых}} = 9 \text{ В} \times 0,752$$

$$U_{\text{вых}} = 6,77 \text{ В}$$

Итак, получаем, что выходное напряжение равно 6,77 В, или примерно $\frac{2}{3}$ входного напряжения от батарейки.

Как делитель напряжения помогает измерять свет

В начале этого раздела я упоминал, что делитель напряжения может помочь вам измерять освещенность. Но как это сделать? Просто замените один из постоянных резисторов в цепи делителя напряжения фоторезистором. При этом выходное напряжение делителя будет зависеть от силы

света. А подбором подходящего значения сопротивления второго, постоянного резистора вы можете добиться того, чтобы цепь выдавала заданное выходное напряжение при определенной силе света. Подключив эту схему к т| [Почитать описание, отзывы и купить на сайте МИФа](#) получите будильник, который станет будить вас с восходом солнца.



[Почитать описание, рецензии
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:

