Применение резисторов при проектировании простых схем Arduino

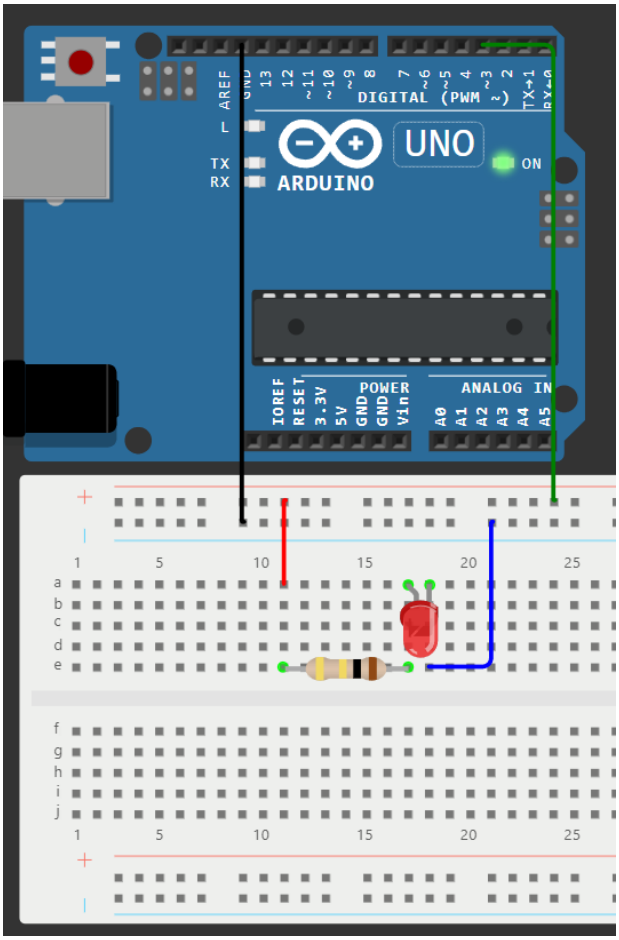
Резисторы являются важными элементами электронных схем. В контексте разработки проектов на Arduino их используют для:

- Ограничения тока, чтобы защитить компоненты.
- Формирования делителей напряжения.
- Подтяжки или стягивания входных сигналов к определённому уровню.

Ограничение тока (защита элементов)

При подключении **светодиодов и других** к Arduino через цифровой пин почти всегда необходим **токоограничивающий резистор** (обычно 220–1kΩ). Без него подключаемое устройство может выйти из строя.

Данный пример уже рассматривался раннее, но он хорошо иллюстрирует подключение светодиода через резистор – минус светодиода подключается к земле (GND), а плюс подключаем через ограничивающий резистор к питанию (OUTPUT пину).

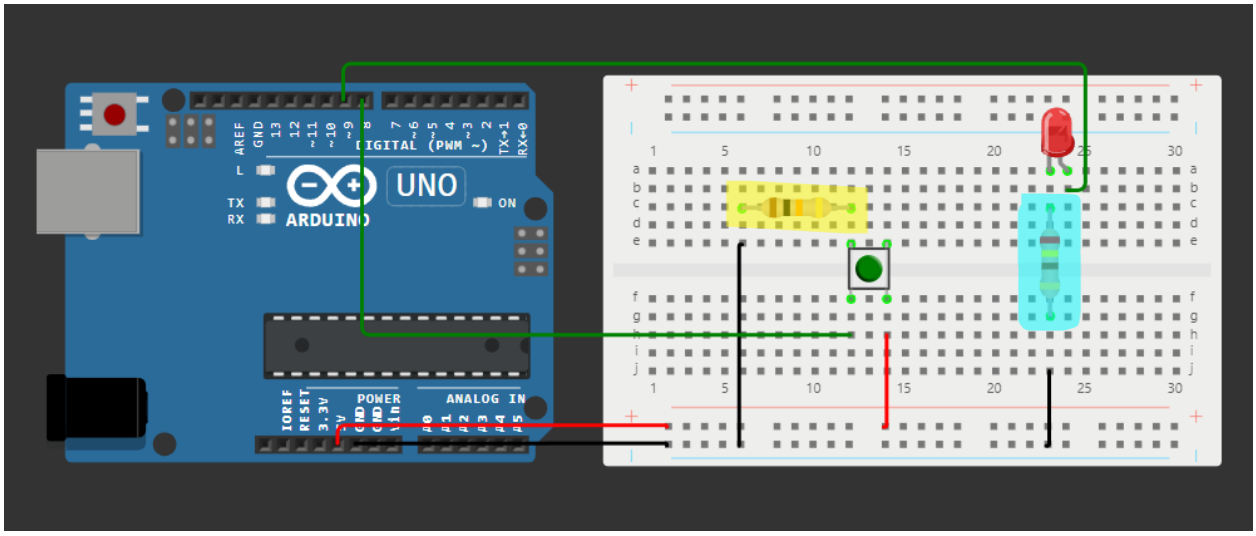


Подтягивающие (Pull-up) и стягивающие (Pull-down) резисторы

Подтягивающие и стягивающие резисторы используются для установки **определённого логического уровня** (HIGH или LOW) на входе микроконтроллера, когда нет активного сигнала. Без этих резисторов вход может находиться в неопределённом состоянии, что приводит к ложным срабатываниям.

- **Подтягивающий резистор (Pull-up)** – соединяет вход с **питанием (VCC)** через резистор. Когда источник сигнала отключён, вход остаётся в **состоянии HIGH**.
- **Стягивающий резистор (Pull-down)** – соединяет вход с **землёй (GND)** через резистор. Когда источник сигнала отключён, вход остаётся в **состоянии LOW**.

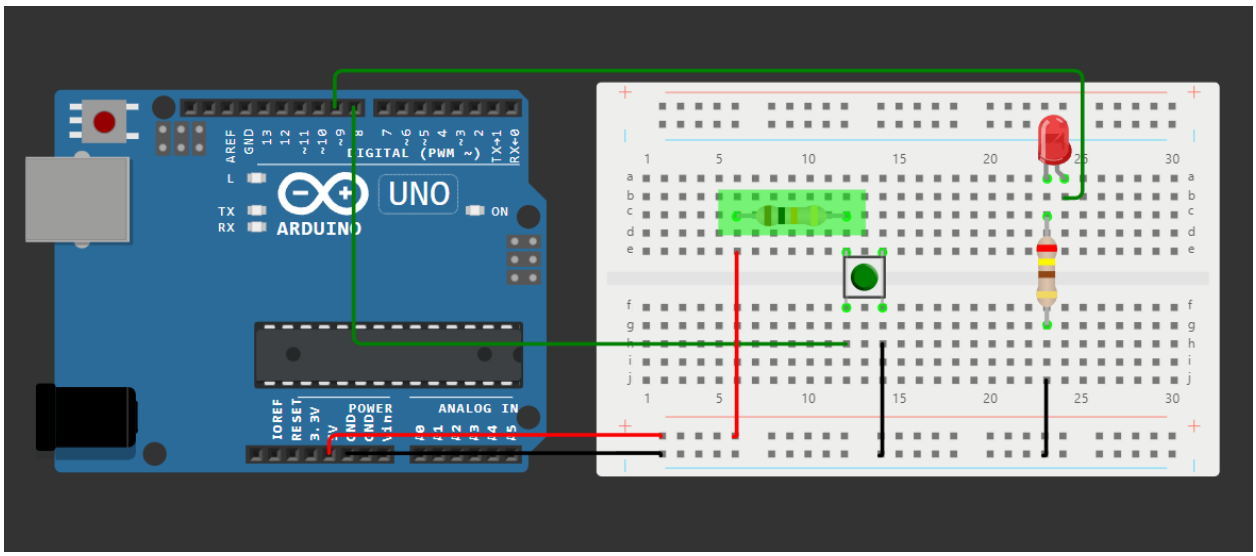
На приведенной схеме резистор, выделенный желтым (имеет сопротивление 10 кОм), является стягивающим, он тянет значение на пине к земле (LOW), чтобы лампочка не горела пока кнопка не нажата. Резистор, выделенный голубым цветом имеет 240 Ом и является ограничивающим




```
// описываем логическую переменную state
// будем хранить состояние кнопки - HIGH или LOW
bool state;
void setup()
{
    // пин кнопки настраиваем на вход - INPUT
    pinMode(8, INPUT);
    // пин светодиода настраиваем на выход - OUTPUT
    pinMode(9, OUTPUT);
}
void loop()
{
    // считываем логическое значение с пина 8
    // сохраняем значение в переменной state
    state = digitalRead(8);

    // значение переменной state (состояние кнопки)
    // определит состояние светодиода (вкл/выкл)
    digitalWrite(9, state);
}
```

В конфигурации на следующем изображении тот же резистор будет подтягивающим, он устанавливает значение на 8 пине к HIGH, соответственно здесь лампочка горит когда кнопка не нажата, и гаснет когда нажата



Самостоятельное задание:

Модифицируйте код так, что бы нажатие на кнопку переключало состояние лампочки (включена/выключена)

Подтягивающие пины для Arduino предусмотрены на аппаратном уровне, и могут быть включены программно при помощи `pinMode(n, INPUT_PULLUP);`

В таком случае нет необходимости использовать внешний резистор.

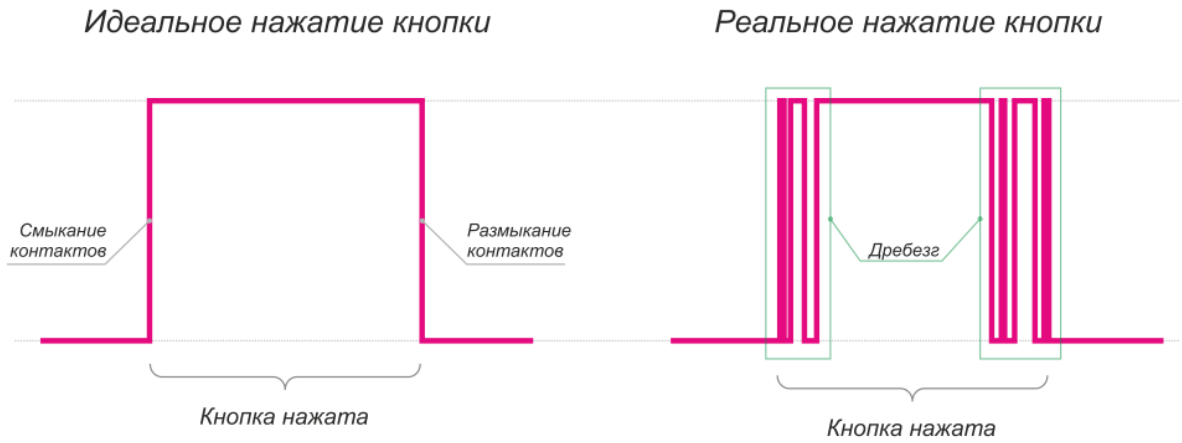
Дребезг контактов

Дребезг контактов кнопки Arduino – одно из самых неприятных и непонятных явлений, с которыми сталкивается начинающий ардуинщик. Устранение дребезга необходимо для корректной работы проекта, в противном случае на короткий отрезок времени схема становится практически неуправляемы.

Кнопка ардуино – один из самых популярных и простых видов датчиков. В основе работы любой кнопки лежит механический способ смыкания-размыкания контактов. Нажимая на любую, даже самую простую тактовую кнопку, мы формируем определенное давление на внутренние механизмы (пластины или пружины), в результате чего происходит сближение или расхождение металлических пластин.

Мы понимаем, что идеального в мире ничего не существует, в том числе идеально гладких поверхностей, контактов без неровностей, сопротивления и паразитной емкости. В нашем неидеальном мире в момент нажатия на кнопку в месте соединения контакты не соприкасаются мгновенно, микро-неровности на поверхности не позволяют пластинам мгновенно соединиться. Из-за этого в короткий промежуток времени на границе пластинок меняется и сопротивление, и взаимная емкость, из-за чего возникают масса разнообразных изменений уровня тока и

напряжения. Другими словами, возникают очень интересные, хотя и не очень приятные процессы, которые в электротехнике называют переходными.



Переходные процессы протекают очень быстро и исчезают за доли миллисекунд. Поэтому мы редко их замечаем, например, когда включаем свет в комнате. Лампа накаливания не может менять свою яркость с такой скоростью, и тем более не может реагировать на изменения наш мозг. Но, обрабатывая сигал от кнопки на таком быстром устройстве, как Arduino, мы вполне можем столкнуться с такими переходными эффектами и должны их учитывать при программировании.

Как отразится дребезг на нашем проекте? Да самым прямым образом – мы будем получать на входе совершенно случайный набор значений. Ведь если мы считываем значение с кнопки непрерывно, в каждом новом рабочем цикле функции loop, то будем замечать все “всплески” и “падения” сигнала. Потому что пауза между двумя вызовами loop составляет микросекунды и мы измерим все мелкие изменения.

Вот пример скетча, в котором непременно обнаружится ошибка дребезга. Мы сможем увидеть в мониторе порта в первые мгновения после нажатия целый набор нулей и единиц в случайной последовательности (не важно, что означает 1 – нажатие или отпускание кнопки, важен сам факт появления хаоса).

```
void loop() {

  if (digitalRead(PIN_BUTTON)) {

    Serial.println("1");

  } else {

    Serial.println("0");

  }
}
```

Самым простым способом справиться с проблемой дребезга кнопки является выдерживание паузы. Мы просто останавливаемся и ждем, пока переходный процесс не завершится. Для этого можно использовать функцию delay()или millis() (за подробной информации можете обратиться к статье про использование функций delay() и millis() в ардуино). 10-50 миллисекунд – вполне нормальное значение паузы для большинства случаев.

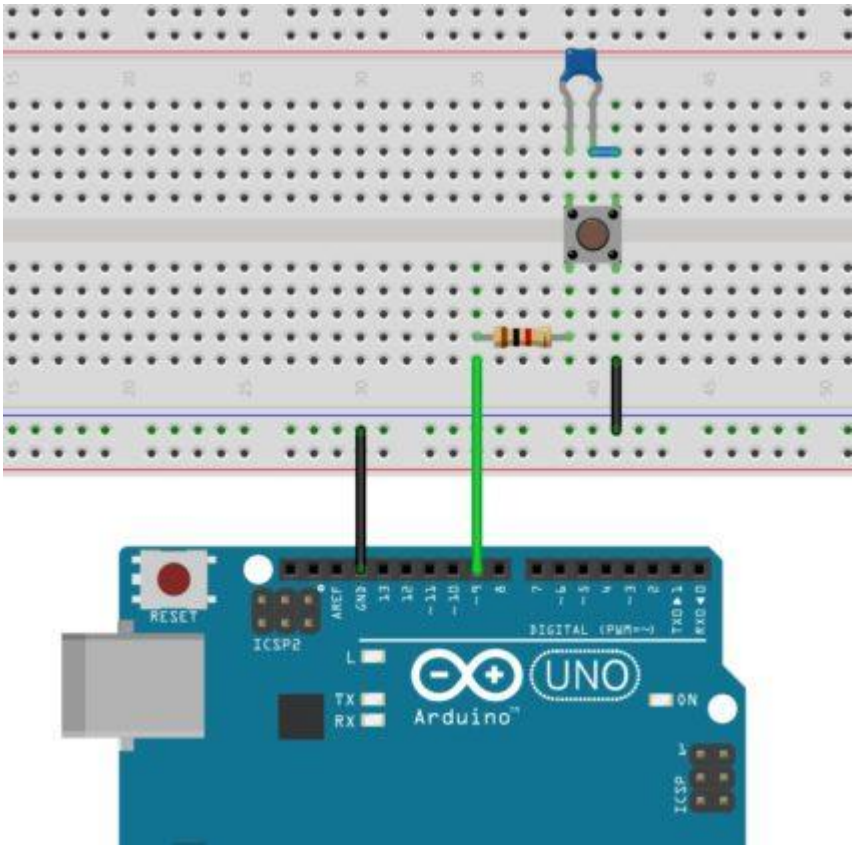
```
int currentValue, prevValue;
```

```
void loop() {
  currentValue = digitalRead(PIN_BUTTON);
  if (currentValue != prevValue) {
    // Что-то изменилось, здесь возможна зона неопределенности
    // Делаем задержку
    delay(10);
    // А вот теперь спокойно считываем значение, считая, что нестабильность
исчезла
    currentValue = digitalRead(PIN_BUTTON);
  }

  prevValue = currentValue;
  Serial.println(currentValue);
}
```

Более правильный (и более сложный) способ борьбы с дребезгом – использование аппаратного решения, сглаживающего импульсы, посылаемые с кнопки. Для этого, правда, придется внести изменения в схему.

Аппаратный способ устранения дребезга основан на использовании сглаживающих фильтров. Сглаживающий фильтр, как следует из названия, занимается сглаживанием всплесков сигналов за счет добавления в схему элементов, имеющих своеобразную “инерцию” по отношению к таким электрическим параметрам как ток или напряжение. Самым распространенным примером таких “инерционных” электронных компонентов является конденсатор. Он может “поглощать” все резкие пики, медленно накапливая и отдавая энергию точно так же, как это делает пружина в амортизаторах.



К сожалению, в симуляторе Wokwi не поддерживаются внешние конденсаторы

Использование пьезоэлемента

Пьезоэлементы широко применяются в электронике для создания звуковых эффектов, сигнализации и даже воспроизведения мелодий. В сочетании с платформой Arduino они позволяют легко программировать звучание с различной частотой и длительностью.

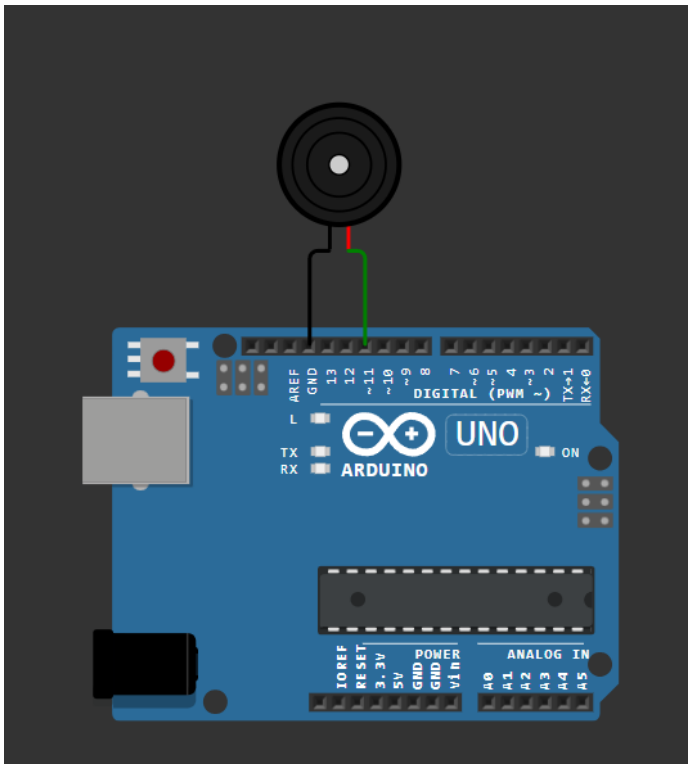
Пьезоэлектрический элемент работает на основе обратного пьезоэлектрического эффекта: при подаче электрического сигнала он изменяет свою форму, создавая вибрации, которые превращаются в звук. Частота этих вибраций определяет высоту звука.

Подключение пьезоэлемента к Arduino. Для работы потребуется:

- Arduino (Uno, Nano, Mega и др.)
- Пьезоизлучатель (например, модель *BZV85* или аналог)
- Резистор 1 кОм (по желанию, для снижения громкости)
- Соединительные провода

Схема подключения:

- Один контакт пьезоэлемента подключается к GND (земля)
- Второй контакт подключается к цифровому выходу Arduino, например, 11
- Дополнительно можно поставить резистор между пьезоэлементом и землёй



Arduino предоставляет встроенную функцию tone(), которая позволяет легко генерировать звук.

Простейший код для воспроизведения звука:

```
const int piezoPin = 11;  // Пин, к которому подключен пьезоэлемент

void setup() {
```

```
  pinMode(piezoPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  tone(piezoPin, 1000);  // Воспроизведение звука частотой 1000 Гц
  delay(500);            // Держим 0.5 секунды
  noTone(piezoPin);      // Выключаем звук
  delay(500);
}
```

Функция tone(pin, frequency, duration) принимает:

- pin — номер цифрового вывода
- frequency — частоту в Гц (например, 440 Гц — нота Ля)
- duration *(необязательно)* — длительность звучания в миллисекундах

Функция noTone(pin) отключает звук.

Создадим простую мелодию, используя массив частот нот.

```
const int piezoPin = 11;

int melody[] = {262, 294, 330, 349, 392, 440, 494, 523}; // Ноты до, ре, ми,
фа, соль, ля, си, до
int noteDurations[] = {300, 300, 300, 300, 300, 300, 300, 300};

void setup() {
  pinMode(piezoPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  for (int i = 0; i < 8; i++) {
    tone(piezoPin, melody[i], noteDurations[i]);
    delay(noteDurations[i] + 50); // Короткая пауза между нотами
  }
  delay(2000); // Пауза перед повтором мелодии
}
```

Этот код последовательно проигрывает ноты **C-D-E-F-G-A-B-C** (до, ре, ми, фа, соль, ля, си, до).

Другие интересные примеры мелодий для **Arduino** можно посмотреть по ссылке

https://github.com/robsoncouto/arduino-songs

Пьезоизлучатели — простой и доступный способ создания звуковых сигналов и музыки на **Arduino**. Используя функции **tone()** и **noTone()**, можно программировать воспроизведение мелодий, сигналы тревоги и даже простые музыкальные инструменты.

Самостоятельное задание:

Спроектируйте схему с пьезоизлучателем и проиграйте мелодии из папки по ссылке

https://github.com/ReyRom-Edu/SYSPR/tree/main/Resources/arduino_songs