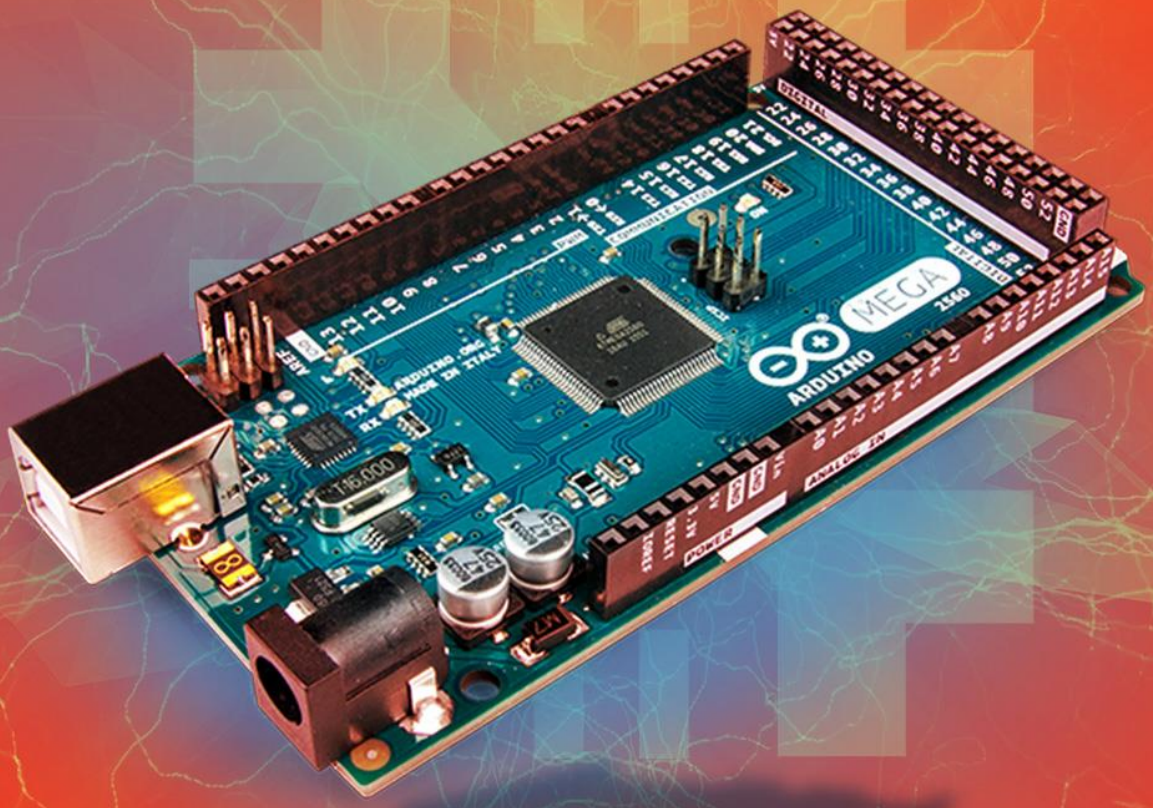
ELETROGATE

APOSTILA KIT

ARDUINO ADVANCED



V1.4 – Maio/2023

Olá, **Maker**!

Primeiramente, gostaríamos de parabenizá-lo(a) pelo interesse neste material.

Esta apostila exclusiva servirá como material de apoio teórico e prático para o Kit Arduino Advanced, mas, mesmo que você ainda não tenha adquirido o seu Kit, ela poderá te ajudar a conhecer um pouco mais sobre o Universo Maker, de uma maneira didática e objetiva.

Caso você nunca tenha ouvido falar sobre o Arduino, não se preocupe. Esta apostila também é para você! Além de uma introdução sobre esta plataforma, instalação e configuração, você também aprenderá como utilizar todos os recursos que a sua placa Arduino oferece, através de projetos práticos, desde a programação, montagem, até o projeto em funcionamento.

Vale ressaltar que, embora esta apostila proponha alguns exemplos de projetos práticos, utilizando os componentes inclusos no Kit, existem infinitas possibilidades para você criar diversos projetos, utilizando componentes como: sensores, motores e shields, dentre outros.

Caso ainda não tenha adquirido seu Kit, acesse o nosso site e garanta o seu.

Desejamos bons estudos!

Sumário

Parte I - Revisão de circuitos elétricos e componentes básicos

Introdução

A primeira parte da apostila faz uma revisão sobre circuitos elétricos, com destaque para questões práticas de montagem e segurança que surgem no dia-a-dia do usuário do Kit Arduino ADVANCED.

O conteúdo de circuitos elétricos aborda divisores de tensão e corrente, conversão de níveis lógicos, grandezas analógicas e digitais, níveis de tensão e cuidados práticos de montagem.
Em relação aos componentes básicos, é feita uma breve discussão sobre resistores elétricos, capacitores, leds, diodos, chaves e protoboards.

O Arduino MEGA é o principal componente do Kit e é discutido e introduzido em uma seção à parte, na Parte II da apostila.

Todos os conteúdos da Parte I são focados na apostila Arduino ADVANCED, tendo em vista a utilização adequada dos componentes e da realização prática de montagens pelos usuários. No entanto, recomenda-se a leitura das referências indicadas ao final de cada seção para maior aprofundamento.

O leitor veterano, já acostumado e conhecedor dos conceitos essenciais de eletrônica e eletricidade, pode pular a Parte I e ir direto a Parte II, na qual são apresentadas uma seção de exemplo de montagem para cada sensor ou componente importante da apostila.

Algum conhecimento prévio é bem-vindo, mas não é necessário para utilização do kit. Caso seja seu primeiro contato, nós recomendamos que antes de fazer as montagens você leia esses três artigos do *http://blog.eletrogate.com/*

- https://blog.eletrogate.com/o-que-e-arduino-para-que-serve-vantagens-e-como-utilizar/
- *http://blog.eletrogate.com/programacao-arduino-parte-1/*
- *http://blog.eletrogate.com/programacao-arduino-parte-2/*

Preparado? Vamos começar!

Revisão de circuitos elétricos

A apostila Arduino ADVANCED, bem como todas as outras apostilas que tratam de Arduino e eletrônica em geral, tem como conhecimento de base as teorias de circuitos elétricos e de eletrônica analógica e digital.

Do ponto de vista da teoria de circuitos elétricos, é importante conhecer os conceitos de grandezas elétricas: Tensão, corrente, carga, energia potência elétrica. Em todos os textos sobre Arduino ou qualquer assunto que envolva eletrônica, você sempre terá que lidar com esses termos. Para o leitor que se inicia nessa seara, recomendamos desde já que mesmo que a eletrônica não seja sua área de formação, que conheça esses conceitos básicos.

Vamos começar pela definição de "circuito elétrico". ***Um circuito elétrico/eletrônico é uma interconexão de elementos elétricos/eletrônicos***. Essa interconexão pode ser feita para atender a uma determinada tarefa, como acender uma lâmpada, acionar um motor, dissipar calor em um resistencia e tantos outras.

O circuito pode estar **energizado** ou **desenergizado**. Quando está energizado, é quando uma fonte de tensão externa ou interna está ligada aos componentes do circuito. Nesse caso, uma corrente elétrica fluirá entre os condutores do circuito. Quando está desenergizado, a fonte de tensão não está conectada e não há corrente elétrica fluindo entre os condutores.

Mas atenção, alguns elementos básicos de circuitos, como os capacitores ou massas metálicas, são elementos que armazenam energia elétrica. Em alguns casos, mesmo não havendo fonte de tensão conectada a um circuito, pode ser que um elemento que tenha energia armazenada descarregue essa energia dando origem a uma corrente elétrica transitória no circuito. Evitar que elementos do circuito fiquem energizados mesmo sem uma fonte de tensão, o que pode provocar descargas elétricas posteriores (e em alguns casos, danificar o circuito ou causar choques elétricos) é um dos motivos dos sistemas de aterramento em equipamentos como osciloscópios e em instalações residenciais , por exemplo.

Em todo circuito você vai ouvir falar das grandezas elétricas principais, assim, vamos aprender o que é cada uma delas.

Carga e corrente elétrica

A grandeza mais básica nos circuitos elétricos é a carga elétrica. Carga é a propriedade elétrica das partículas atômicas que compõem a matéria, e é medida em Coulombs. Sabemos da física elementar que a matéria é constituída de elétrons, prótons e neutros. **A carga elementar é a carga de 1 elétron, que é igual a 1,602 x10-19 C**.

Do conceito de carga elétrica advém o **conceito de corrente elétrica, que nada mais é do que a taxa de variação da carga em relação ao tempo**, ou seja, quando você tem um fluxo de carga em um condutor, a quantidade de carga (Coulomb) que atravessa esse condutor por unidade de tempo, é chamada de corrente elétrica. A medida utilizada para corrente é o **Ampére(A).**

Aqui temos que fazer uma distinção importante. Existem corrente elétrica contínua e alternada:

- **Corrente elétrica contínua:** É uma corrente que permanece constante e em uma única direção durante todo o tempo.
- **Corrente elétrica alternada**: É uma corrente que varia senoidalmente (ou de outra forma) com o tempo.

Com o Arduino MEGA, lidamos como correntes elétricas contínuas, pois elas fluem sempre em uma mesma direção. É diferente da corrente e tensão elétrica da tomada de sua casa, que são alternadas.

Ou seja, os seus circuitos com Arduino MEGA sempre serão alimentados com grandezas contínuas (corrente e tensão contínuas).

Tensão elétrica

Para que haja corrente elétrica em um condutor, é preciso que os elétrons se movimentem por ele em uma determinada direção, ou seja, é necessário “alguém” para transferir energia para as cargas elétricas para movê-las. Isso é feito por uma força chamada **força eletromotriz (FEM),** tipicamente representada por uma bateria. Outros dois nomes comuns para força eletromotriz são **tensão elétrica** e **diferença de potencial.**

O mais comum é você ver apenas "*tensão*" nos artigos e exemplos com Arduino. Assim, definindo formalmente o conceito: Tensão elétrica é a energia necessária para mover uma unidade de carga através de um elemento, e é medida em **Volts (V).**

Potência e energia

A tensão e a corrente elétrica são duas grandezas básicas, e juntamente com a potência e energia, são as grandezas que descrevem qualquer circuito elétrico ou eletrônico. A potência é definida como a variação de energia (que pode estar sendo liberada ou consumida) em função do tempo, e é medida em **Watts (W).** A potência está associada ao calor que um componente está dissipando e a energia que ele consume.

Nós sabemos da vida prática que uma lâmpada de 100W consome mais energia do que uma de 60 W. Ou seja, se ambas estiverem ligadas por 1 hora por exemplo, a lâmpada de 100W vai implicar numa conta de energia mais cara.
A potência se relaciona com a tensão e corrente pela seguinte equação:

$$P = V \times I$$

Essa é a chamada potência instantânea. Com essa equação você saber qual a potência dissipada em um resistor por exemplo, bastando que saiba a tensão nos terminais do resistor e a corrente que flui por ele. O conceito de potência é importante pois muitos hobbystas acabam não tendo noção de quais valores de resistência usar, ou mesmo saber especificar componentes de forma adequada.

Um resistor de 33 ohms de potência igual a 1/4W, por exemplo, não pode ser ligado diretamente em circuito de 5V, pois nesse caso a potência dissipada nele seria maior que a que ele pode suportar.

Vamos voltar a esse assunto em breve, por ora, tenha em mente que é importante ter uma noção da potência dissipada ou consumida pelos elementos de um circuito que você vá montar.

Por fim, a energia elétrica é o somatório da potência elétrica durante todo o tempo em que o circuito esteve em funcionamento. A energia é dada em **Joules (J)** ou **Wh (watt-hora).** A unidade Wh é interessante pois mostra que a energia é calculada multiplicando-se a potência pelo tempo (apenas para os casos em que a potência é constante).

Essa primeira parte é um pouco conceitual, mas é importante saber de onde vieram toda a terminologia que você sempre vai ler nos manuais e artigos na internet. Na próxima seção, vamos discutir os componentes básicos de circuito que compõem o Kit Arduino ADVANCED.

Conversão de níveis lógicos e alimentação correta de circuitos

É muito comum que hobbystas e projetistas em geral acabem por cometer alguns erros de vez em quando. Na verdade, mesmo alguns artigos na internet e montagens amplamente usadas muitas vezes acabam por não utilizar as melhores práticas de forma rigorosa. Isso acontece muito no caso dos níveis lógicos dos sinais usados para interfacear o Arduino com outros circuitos.

Como veremos na seção de apresentação do Arduino MEGA, o mesmo é alimentado por um cabo USB ou uma fonte externa entre 6V e 12V. O Circuito do Arduino possui reguladores de tensão que convertem a alimentação de entrada para 5V e para 3V. Os sinais lógicos das portas de saída(I/Os) do Arduino, variam entre 0 e 5V.

Isso significa que quando você quiser usar o seu Arduino MEGA com um sensor ou CI que trabalhe com 3.3V, é preciso fazer a adequação dos níveis de tensão, pois se você enviar um sinal de 5V (saída do Arduino) em um circuito de 3.3V (CI ou sensor), você poderá queimar o pino daquele componente.
Em geral, sempre que dois circuitos que trabalhem com níveis de tensão diferentes forem conectados, é preciso fazer a conversão dos níveis lógicos. O mais comum é ter que abaixar saídas de 5V para 3.3V. Subir os sinais de 3.3V para 5V na maioria das vezes não é necessário pois o Arduino entende 3.3V como nível lógico alto, isto é, equivalente a 5V.

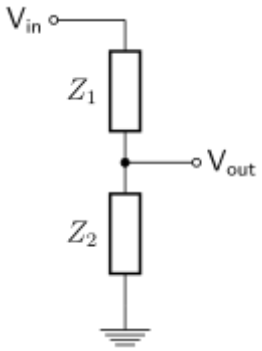
Para fazer a conversão de níveis lógicos você tem duas opções:

- Usar um divisor de tensão;
- Usar um *CI conversor de níveis lógicos*;

O divisor de tensão é a solução mais simples, mas usar um CI conversor é mais elegante e é o ideal. O divisor de tensão consiste em dois resistores ligados em série (Z1 e Z2) , em que o sinal de 5V é aplicado a o terminal de um deles. O terminal do segundo resistor é ligado ao GND, e o ponto de conexão entre os dois resistores é a saída do divisor, cuja tensão é dada pela seguinte relação:

$$V_{\text{out}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot V_{\text{in}}$$

Em que Z1 e Z2 são os valores dos resistores da figura abaixo.



Um divisor de tensão muito comum é fazer Z1 igual 330 ohms e Z2 igual 680 ohms. Dessa forma a saída Vout fica sendo 3.336 V. Como no Kit Arduino ADVANCED não há resistor de 680ohms, você pode ligar um de 330ohms como Z1 e dois de 330ohms como Z2. Os dois de 330 ligados em série formam um resistor de 660 ohm, o que resulta numa saída de 3.33V.

Vamos exemplificar como fazer um divisor de tensão como esse na seção de exemplos da parte II da apostila.

Revisão de componentes eletrônicos

O Kit Arduino ADVANCED possui os seguintes componentes básicos para montagens de circuitos:

- Buzzer Ativo 5V,
- LEDs Vermelho/ Verde/ Amarelo,
- Resistores 330Ω/ 1KΩ/ 10KΩ,
- Diodos 1N4007,
- Potenciômetro 10KΩ,
- Capacitores Cerâmicos 10 nF/ 100 nF,
- Capacitores Eletrolíticos 10uF/ 100uF,
- Chave Táctil (Push-Button).

Vamos revisar a função de cada um deles dentro de um circuito eletrônica e apresentar mais algumas equações fundamentais para ter em mente ao fazer suas montagens.

Resistores elétricos

Os resistores são componentes que se opõem à passagem de corrente elétrica, ou seja, oferecem uma resistência elétrica. Dessa forma, quanto maior for o valor de um resistor, menor será a corrente elétrica que fluirá por ele e pelo condutor a ele conectada. A unidade de resistência elétrica é o **Ohm(Ω)**, que é a unidade usada para especificar o valor dos resistores.

Os resistores mais comuns do mercado são construídos com fio de carbono e são vendidos em várias especificações. Os resistores do Kit são os tradicionais de 1/4W e 10% de tolerância. Isso significa que eles podem dissipar no máximo 1/4W (0,25 watts) e seu valor de resistência pode variar em até 10%. O resistor de 1KΩ pode então ter um valor mínimo de 900Ω e um valor máximo de 1100Ω.

Em algumas aplicações você pode precisar de resistores com precisão maior, como 5% ou 1%. Em outros casos, pode precisar de resistores com potência maior, como 1/2W ou menor, como 1/8W. Essas variações dependem da natureza de cada circuito.

Em geral, para as aplicações típicas e montagens de prototipagem que podem ser feitos com o Kit Arduino ADVANCED, os resistores tradicionais de 1/4W e 10% de tolerância são suficientes.

Outro ponto importante de se mencionar aqui é a Lei de Ohm, que relaciona as grandezas de tensão, corrente e resistência elétrica. A lei é dada por:

$$V = R \times I$$

Ou seja, se você sabe o valor de um resistor e a tensão aplicada nos seus terminais, você pode calcular a corrente elétrica que fluirá por ele. Juntamente com a equação para calcular potência elétrica, a lei de Ohm é importante para saber se os valores de corrente e potência que os resistores de seu circuito estão operando estão adequados.

Para fechar, você deve estar se perguntando, como saber o valor de resistência de um resistor? Você tem duas alternativas: Medir a resistência usando um multímetro ou determinar o valor por meio do código de cores do resistor.

Se você pegar um dos resistores do seu kit, verá que ele possui algumas faixas coloridas em seu corpo. Essas faixas são o código de cores do resistor. As duas primeiras faixas dizem os dois primeiros algarismos decimais. A terceira faixa colorida indica o multiplicador que devemos usar. E a última faixa, que fica um pouco mais afastada, indica a tolerância.

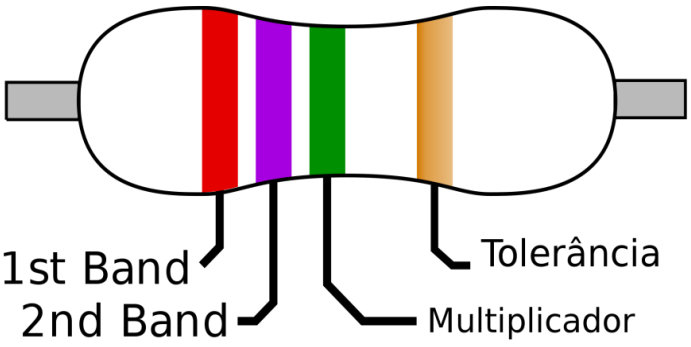


Figura 1: Faixas coloridas em um resistor

Na figura 2 apresentamos o código de cores para resistores. Cada cor está associada a um algarismo, um multiplicador e uma tolerância, conforme a tabela. Com a tabela você pode determinar a resistência de um resistor sem ter que usar o multímetro.

Mas atenção, fazer medições com o multímetro é recomendado, principalmente se o componente já tiver sido utilizado, pois o mesmo pode ter sofrido algum dano ou mudança que não esteja visível.

Cor	Dígito	Multiplicador	Tolerância
Prata	-	x 0,01	± 10%
Dourado	-	x 0,1	± 5%
Preto	0	x 1	-
Marrom	1	x 10	± 1%
Vermelho	2	x 100	± 2%
Laranja	3	x 1K	-
Amarelo	4	x 10K	-
Verde	5	x 100K	± 0,5%
Azul	6	x 1M	± 0,25%
Violeta	7	x 10M	± 0,1%
Cinza	8	-	± 0,05%
Branco	9	-	-

Figura 2: Código de cores para resistores

Aplicando a tabela da figura 2 na imagem da figura 1, descobrimos que o resistor é de 2,7MΩ (Mega ohms) com tolerância de 5% (relativo à cor dourado da última tira).

Capacitores

Os capacitores são os elementos mais comuns nos circuitos eletrônicos depois dos resistores. São elementos que armazenam energia na forma de campos elétricos. Um capacitor é constituído de dois terminais condutores e um elemento dielétrico entre esses dois terminais, de forma que quando submetido a uma diferença de potencial, um campo elétrico surge entre esses terminais, causando o acúmulo de cargas positivas no terminal negativo e cargas negativas no terminal positivo.

São usados para implementar filtros, estabilizar sinais de tensão, na construção de fontes retificadores e várias outras aplicações.

O importante que você deve saber para utilizar o Kit é que os capacitores podem ser de quatro tipos:

- Eletrolíticos,
- Cerâmicos,
- Poliéster,
- Tântalo.

Capacitor eletrolítico

As diferenças de cada tipo de capacitor são a tecnologia construtiva e o material dielétrico utilizado. Capacitores eletrolíticos são feitos de duas longas camadas de alumínio (terminais) separadas por uma camada de óxido de alumínio (dielétrico). Devido a sua construção, eles possuem **polaridade,** o que significa que você obrigatoriamente deve ligar o terminal positivo (quem tem uma “perninha” maior) no polo positivo da tensão de alimentação, e o terminal negativo (discriminado no capacitor por uma faixa com símbolos de “-”) obrigatoriamente no polo negativo da bateria. Do contrário, o capacitor será danificado.

Capacitores eletrolíticos costumam ser da ordem de micro Farad, sendo o **Farad** a unidade de medida de capacitância, usada diferenciar um capacitor do outro. A Figura 3 ilustra um típico capacitor eletrolítico.

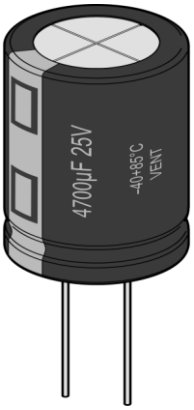


Figura 3: Capacitor eletrolítico 4700 micro Farads / 25 V

Capacitores cerâmicos

Capacitores cerâmicos não possuem polaridade, e são caracterizados por seu tamanho reduzido e por sua cor característica, um marrom claro um tanto fosco. Possuem capacitância da ordem de **pico Farad**. Veja nas imagens abaixo um típico capacitor cerâmico e sua identificação:

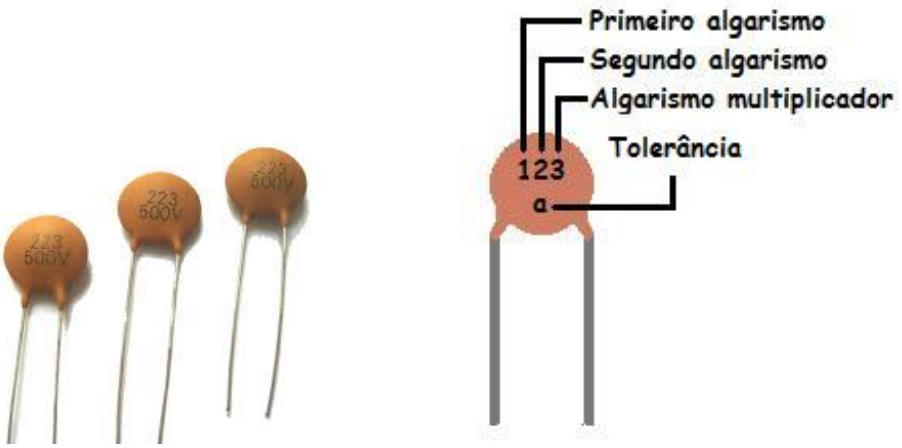


Figura 4: Capacitores cerâmicos

Na imagem da esquerda, os capacitores possuem o valor de **22 nano Farads** para a faixa de tensão de até 500V.

223 = 22 x 1000 = 22.000 pF = 22 nF

Por fim, há também os capacitores de poliéster e de tântalo. No Kit Arduino ADVANCED, você receberá apenas exemplares de capacitores eletrolíticos e cerâmicos.

Diodos e Leds

Diodos e Leds são tratados ao mesmo tempo pois tratam na verdade do mesmo componente. Diodos são elementos semicondutores que só permitem a passagem de corrente elétrica em uma direção.

São constituídos de dois terminais, o **Anodo(+)** e o **Catodo(-)**, sendo que para que possa conduzir corrente elétrica, é preciso conectar o Anodo na parte positiva do circuito, e o Catodo na parte negativa. Do contrário, o diodo se comporta como um circuito aberto.

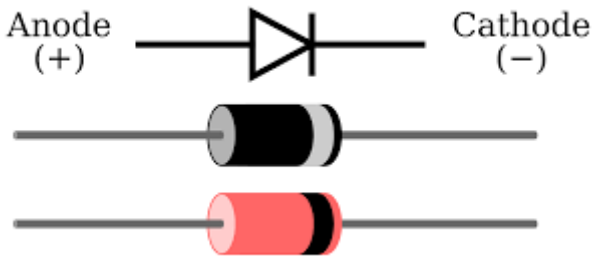


Figura 4: Diodo e seus terminais

Na figura 4, você pode ver que o componente possui uma faixa indicadora do terminal de catodo. O diodo do kit Arduino ADVANCED é um modelo tradicional e que está no mercado há muitos anos, o 1N4007.

O LED é um tipo específico de diodo - **Light Emitter Diode**, ou seja, diodo emissor de luz. Trata-se de um diodo que quando polarizado corretamente, emite luz para o ambiente externo. O Kit Arduino ADVANCED vem acompanhado de leds na cor vermelha, verde e amarelo, as mais tradicionais.

Nesse ponto, é importante você saber que sempre deve ligar um led junto de um resistor, para que a corrente elétrica que flua pelo led não seja excessiva e acabe por queimá-lo. Além disso, lembre-se que por ser um diodo, o led só funciona se o Anodo estiver conectado ao polo positivo do sinal de tensão.

Para identificar o Anodo do Led, basta identificar a perna mais longa do componente, como na imagem abaixo:

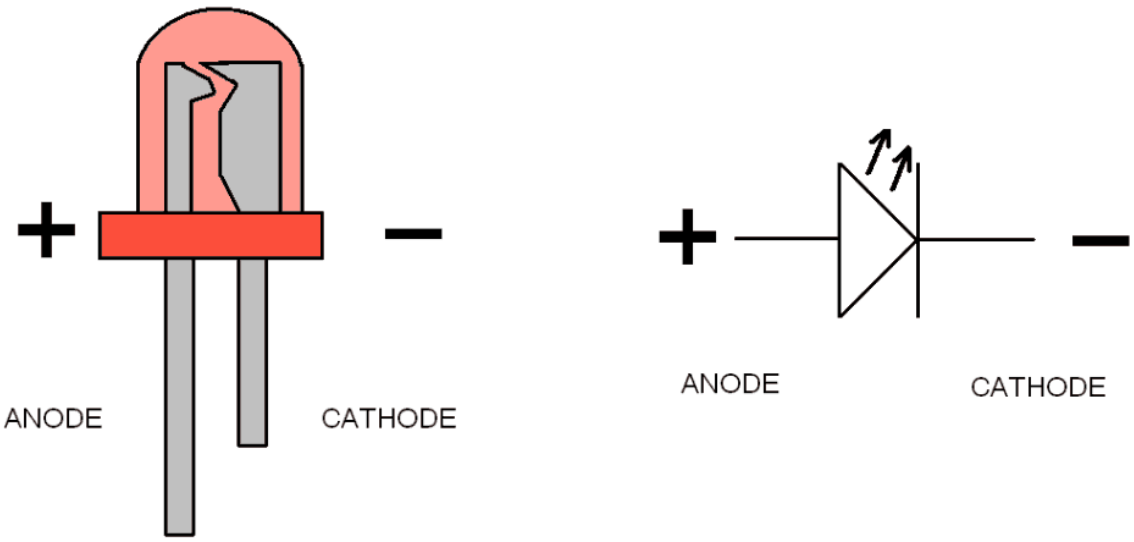


Figura 5: Terminais de um Led. Créditos: *Build-eletronic-circuits.com*

Os demais componentes da apostila, Buzzer, potenciômetro e push-buttons, serão explicados em seções de exemplos, nas quais iremos apresentar um circuito prático para montagem onde será explicado o funcionamento dos mesmos.

Os sensores do Kit Arduino ADVANCED, quais sejam: Sensor de Luz LDR e sensor de temperatura NTC, juntamente com o Micro Servo 9g SG90 TowerPro, também terão uma seção de exemplo dedicada a cada um deles.

Parte II – ARDUINO MEGA 2560

Após o Arduino ter sido lançado em 2005 e ter um grande sucesso no mundo inteiro, a equipe do Arduino percebeu a necessidade de lançamento de outros modelos. O Arduino Mega foi lançado em 2010. E em relação à todos os modelos de Arduino, o Mega é o segundo mais famoso, após o Arduino UNO.

A grande diferença do Arduino Mega é que ele usa um outro Microcontrolador : **ATmega 2560**, que tem maior quantidade de memória, maior número de pinos e funções, apesar de usar o mesmo processador e o mesmo clock.

Atmel ATmega2560 datasheet:

https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega2560

Características do Microcontrolador **ATmega 2560** :

- Processador RISC com até 16 MIPS,
- 256 KBytes de memória Flash (programas),
- 8 KBytes de memória estática SRAM,
- 4 KBytes de memória não-volátil EEPROM,
- 2 Timers/Contadores de 8 bits,
- 2 Timers/Contadores de 16 bits,
- 1 Contador Real Time,
- 1 Conversor ADC de 10 bits com 16 canais,
- Quatro canais PWM de 8 bits e 12 canais PWM de 16 bits,
- Quatro interfaces seriais, uma interface I2C e uma interface SPI.
- e mais alguns outros recursos.

Características do Arduino Mega

A placa Arduino Mega 2560 foi desenvolvida para projetos mais complexos. Com 54 pinos digitais de Entrada / Saída e 16 entradas analógicas, é a placa recomendada para impressoras 3D e projetos de robótica.

Link oficial do Arduino Mega:

https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3

O Arduino Mega 2560 possui as seguintes características :

- Micro-controlador **ATmega 2560** com clock de 16 MHz,
- Regulador de 5V (AMS1117 - 1 A),
- Regulador de 3,3V (LP2985 com apenas 150 mA),
- 4 **portas seriais de hardware** :

  Serial 0 = TX0 (D1) e RX0 (D0)

  Serial 1 = TX1 (D18) e RX1 (D19)

  Serial 2 = TX2 (D16) e RX2 (D17)

  Serial 3 = TX3 (D14) e RX3 (D15)

- Uma porta **I2C** : I2C : SDA (D20) e SCL (D21)
- Uma porta **SPI**: MOSI (D51), MISO(D50), SCK(D52) e SS(D53),
- 16 portas analógicas do conversor **ADC** (A0 até A15),
- 12 portas **PWM** de 16 bits (D2 a D13),
- 32 portas Digitais multi-função,
- Um Led para TX0 e um para RX0 (interface serial 0) ,
- Um Led conectado ao pino D13.

A alimentação poderá ser feita através do conector USB ou do conector de energia (tensão recomendada para a entrada de 7 a 12V). O conector USB é protegido por um fusível de 500 mA.

O consumo de corrente através da porta USB (alimentação 5V) é de aproximadamente 75 mA (Arduino Mega rodando o programa de exemplo Blink). Cada porta digital do Arduino Mega pode suportar até 20 mA e ser usada como entrada ou como saída.

A placa tem um botão de RESET e um conector ICSP para gravação de firmware (opcional).

Observação importante : todos os pinos Digitais e Analógicos funcionam com tensões de 0 a 5V ! Não use tensões acima de 5V.

A placa tem também um conector **ICSP** conectado à interface SPI do ATmega2560. Esse conector poderá ser usado se preferir gravar seu firmware (programas) diretamente no Microcontrolador.

Comunicação USB-Serial :

A comunicação serial entre o PC e Microcontrolador **ATmega 2560** é feita através de um outro microcontrolador, o **ATmega 16U2**. De um lado vem os dados da interface USB do PC e o ATmega 16U2 transporta esses dados para a interface Serial conectada à **Serial 0** do **ATmega**

2560. A placa tem também um conector ICSP conectado ao ATmega16U2. Esse conector poderá ser usado para regravação do bootloader.

Em outros clones do Arduino Mega, podem existir outros tipos de interface USB-Serial. O driver para o PC deverá ser instalado adequadamente, dependendo do modelo dessa interface.

Esse é o diagrama esquemático do Arduino Mega 2560 (o circuito poderá variar, dependendo da versão):

Diagrama Arduino Mega2560 R3:

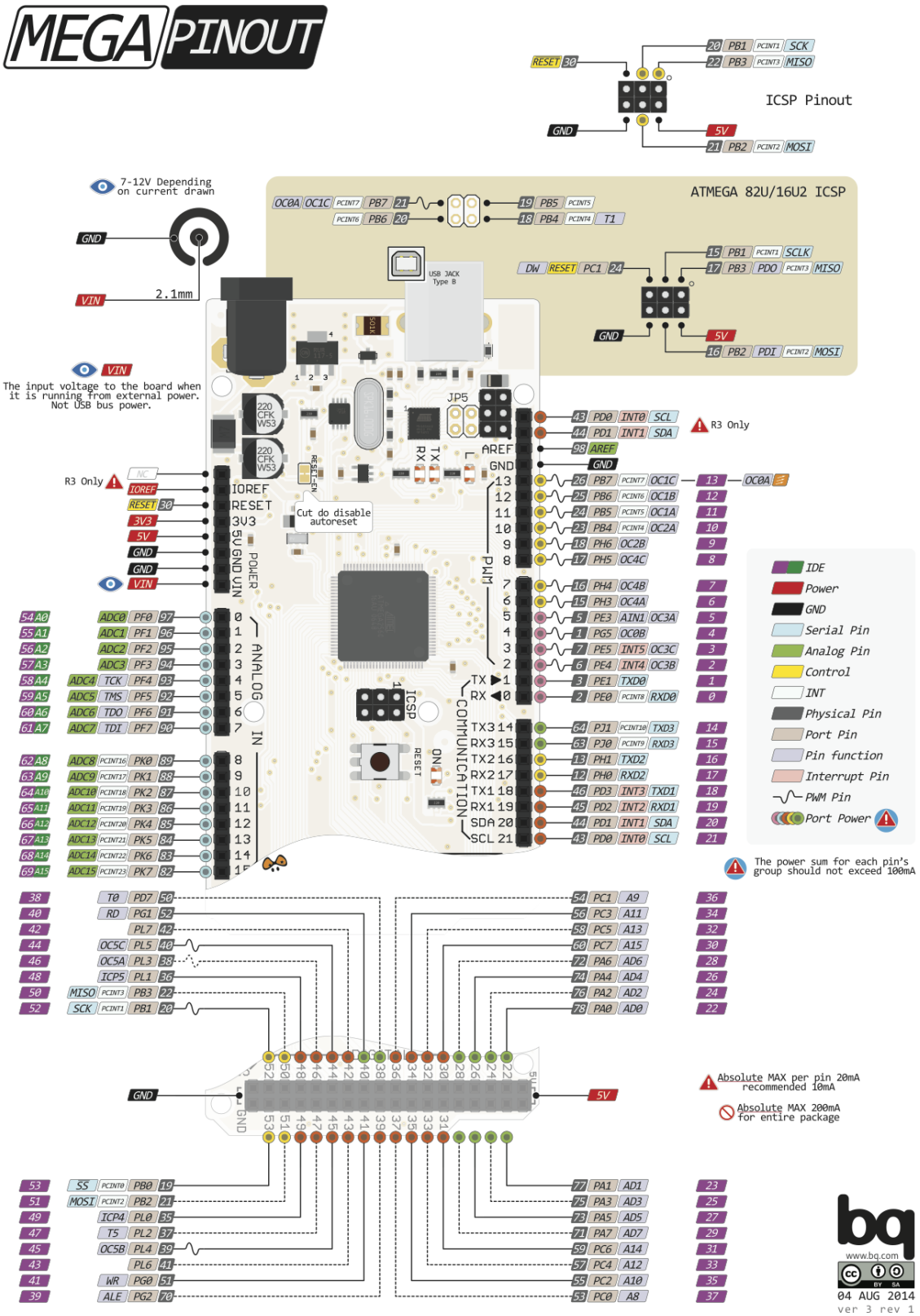
https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-mega2560_R3-sch.pdf

Pinout do Arduino Mega

Esse é o diagrama com todos os pinos e conexões do Arduino Mega 2560.

Para uma melhor visualização baixe o PDF :

http://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/08/mega-v3.1-pinout.pdf


MEGA PINOUT
ICSP Pinout
ATMEGA 82U/16U2 ICSP
7-12V Depending on current drawn
2.1mm
The input voltage to the board when it is running from external power. Not USB bus power.
Cut do disable autoreset
R3 Only
IDE
Power
GND
Serial Pin
Analog Pin
Control
INT
Physical Pin
Port Pin
Pin function
Interrupt Pin
PWM Pin
Port Power
The power sum for each pin's group should not exceed 100mA
Absolute MAX per pin 20mA recommended 10mA
Absolute MAX 200mA for entire package
www.bq.com
04 AUG 2014
ver 3 rev 1

Como fazer montagens com o Arduino Mega

A primeira preocupação que se deve ter ao fazer uma montagem com um Arduino Mega, é escolher a alimentação correta. Se for usar o conector de energia, apesar que ele aceita tensões entre 6 e 20V, use sempre o recomendável - uma fonte CC de 7 a 12V (1 ampére no mínimo) para não sobrecarregar os circuitos. Se for usar o 5V ou 3,3V da placa para alimentar outros dispositivos externos, sempre tenha em mente não ultrapassar os limites de 300 mA para 5V e 50 mA para 3,3V.Se for usar o conector USB para alimentar o Arduino Mega, recomendo que use fontes externas para alimentar outros dispositivos. Dessa forma, evitará mau-funcionamento ou até queima de algum regulador interno.

Para estabelecer a comunicação correta com a placa Arduino Mega, use o driver apropriado que faz a interface USB. No caso do Arduino Mega original, os drivers da Interface ATmega 16U2, já são instalados automaticamente quando a IDE Arduino é instalada no seu PC. Se a sua placa usar um outro chip, instale os drivers adequados antes de conectá-la ao seu PC.

Como o Arduino Mega pode ter um número grande de conexões de fios, recomendo que prenda a placa em um suporte de madeira ou metal, usando parafusos.

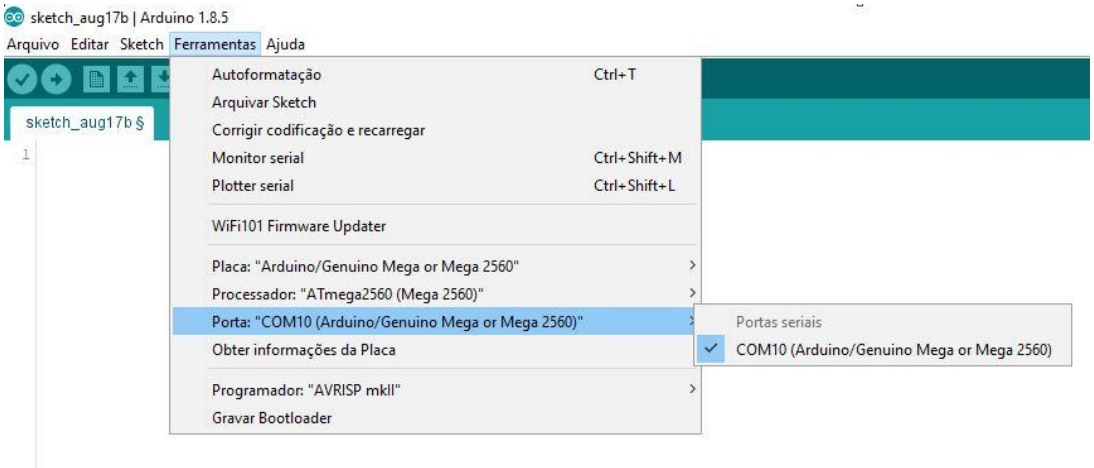
Programando o Mega com Arduino IDE

Para um perfeito funcionamento do seu projeto, mantenha sempre a IDE Arduino atualizada. No link abaixo, poderá fazer o download de versões para Windows, MAC OS-X e Linux.

Download da Arduino IDE:

https:/www.arduino.cc/en/Main/Software

Após a instalação, selecione a placa **Arduino Mega** e certifique-se que a IDE reconheceu corretamente a porta serial.



Atualmente existe mais uma opção de uso da IDE, o WEB editor, onde poderá editar seus programas numa página da WEB - Create Arduino WEB editor:

https://create.arduino.cc/

Parte III - Seção de Exemplos Práticos

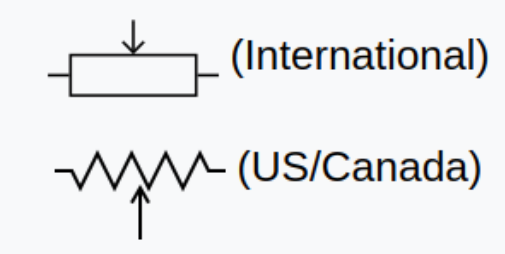
Agora vamos entrar nas seções de exemplos em si. Os conceitos da Parte I são importantes caso você esteja começando a trabalhar com eletrônica. No entanto, devido ao aspecto prático da montagem, não necessariamente você precisa de ler toda a parte introdutória para montar os circuitos abaixo.

Em cada exemplo vamos apresentar os materiais utilizados, o diagrama de circuito e o código base com as devidas explicações e sugestões de referências.

Exemplo 1 – Leitura de Sinais Analógicos com Potenciômetro

O potenciômetro nada mais do que um resistor cujo valor de resistência pode ser ajustado de forma manual. Existem potenciômetros slides e giratórios. Na figura abaixo mostramos um potenciômetro giratório dos mais comumente encontrados no mercado.

Em ambos, ao variar a posição da chave manual, seja ela giratória ou slide, o valor da resistência entre o terminal de saída e um dos outros terminais se altera. O símbolo do potenciômetro é o mostrado na seguinte imagem:



Nesse exemplo, vamos ligar a saída de um potenciômetro a uma entrada analógica da Arduino MEGA. Dessa forma, vamos ler o valor de tensão na saída do potenciômetro e vê-la variando de
0 a 1023. Mas como assim, 0 a 1023?

Isso se deve ao seguinte. Vamos aplicar uma tensão de 5V nos terminais do potenciômetro. A entrada analógica do Arduino, ao receber um sinal de tensão externo, faz a conversão do mesmo para um valor digital, que é representado por um número inteiro de 0 a 1023. Esses números são assim devido à quantidade de bits que o conversor analógico digital do Arduino trabalha, que são 10 bits (2 elevado a 10 = 1024).

Ou seja, o Arduino divide o valor de tensão de referência (5V) em 1024 unidades (0 a 1023) de 0,00488 volts. Assim, se a tensão lida na entrada analógica for de 2,5V, o valor capturado pelo arduino será metade de 2,5/0,00488 = 512. Se for 0V, será 0, e ser for 5V, será 1023, e assim proporcionalmente para todos os valores. Assim, digamos que o valor de tensão se dado por V. O valor que o Arduino vai te mostrar é:

Valor = (V/5) * 1024

Em que 5V é o valor de referência configurado no conversor analógico-digital (uma configuração já padrão, não se preocupe com ela) e 1024 é igual 2 elevado a 10.

No nosso código, queremos saber o valor de tensão na saída do potenciômetro, e não esse número de 0 a 1023, assim, rearranjar a equação para o seguinte:

Tensão = Valor*(5/1024)

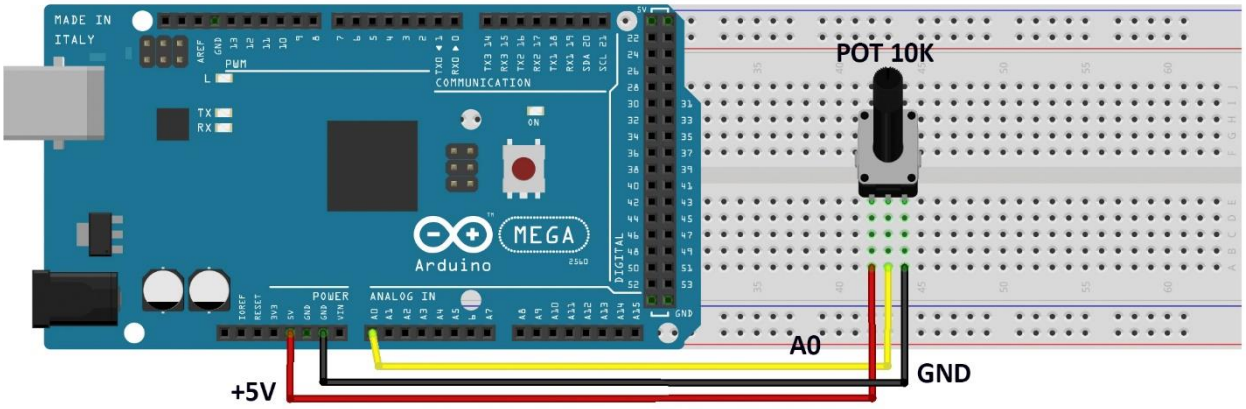
Bacana, né? Agora, vamos à montagem em si.

Lista de materiais:

- Arduino MEGA;
- Protoboard;
- Potenciômetro 10K;
- Jumpers de ligação;

Diagrama de circuito

Monte o circuito conforme diagrama abaixo e carregue o código de exemplo:



O Potenciômetro possui 3 terminais, sendo que o do meio é o que possui resistência variável. A ligação consiste em ligar os dois terminais fixos à uma tensão de 5V. Assim, o terminal intermediário do potenciômetro terá um valor que varia de 0 a 5V à medida que você gira seu knob.

O terminal intermediário é ligado diretamente a uma entrada analógica do Arduino (A0). Como a tensão é de no máximo 5V, então não há problema em ligar direto.
Carregue o código abaixo no Arduino e você verá as leituras no Monitor serial da IDE Arduino.

Carregue o código abaixo e observe a medição da Tensão no Monitor Serial da IDE Arduino, ao girar o potenciômetro:

```
// Exemplo 1 - Usando potenciometro para fazer leituras analógicas
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

#define sensorPin A0      // define entrada analógica pino A0

int sensorValue = 0;      // variável inteiro igual a zero
float voltage;            // variável numero fracionario

void setup()
{
  Serial.begin(9600);     // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100);             // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  sensorValue = analogRead(sensorPin);       // leitura da entrada analógica A0
  voltage = sensorValue * (5.0 / 1024);      // cálculo da tensão

  Serial.print("Tensão do potenciometro: "); // imprime no monitor serial
  Serial.print(voltage);                     // imprime a tensão
  Serial.print("    Valor: ");               // imprime no monitor serial
  Serial.println(sensorValue);               // imprime o valor
  delay(500);                                // atraso de 500 milisegundos
}
```

No código acima, nós declaramos a variável **sensorValue** para armazenar as leituras da entrada analógica A0 e a variável do tipo **float Voltage** para armazenar o valor lido convertido para tensão.

Na função **void Setup()**, nós inicializamos o terminal serial com uma taxa de transmissão de 9600 kbps. Na função **void Loop(),** primeiro faz-se a leitura da entrada analógica A0 com a função **analogRead(SensorPin)** e armazenamos a mesma na variável **sensorValue**. Em seguida, aplicamos a fórmula para converter a leitura (que é um número entre 0 e 1023) para o valor de tensão correspondente. O resultado é armazenado na variável **Voltage** e em seguido mostrado na interface serial da IDE Arduino.

Referência:

https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage

- *https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage*

https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage

Exemplo 2 – Divisores de Tensão com Resistores

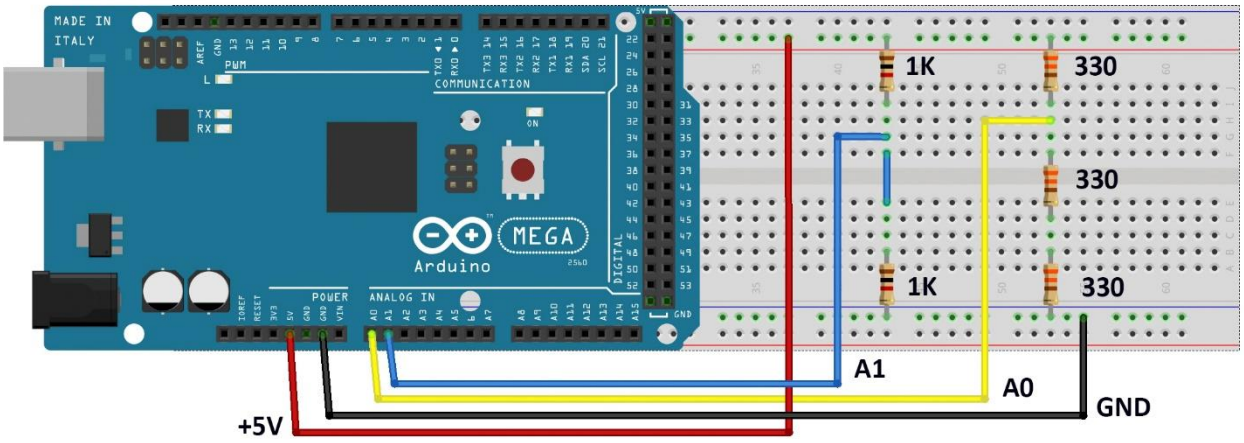
Esse exemplo é para ilustrar como usar um divisor de tensão. Sempre que você precisar abaixar um sinal lógico de 5V para 3.3V você pode usar esse circuito. Explicamos o divisor de tensão na seção de introdução, mais especificamente, quando conversamos sobre conversão de níveis lógicos.

Esse circuito será útil sempre que você tiver que abaixar as saídas do Arduino de 5V para 3.3V.

Lista de materiais:

- 3 resistores de 330 ohms;
- 2 resistores de 1K ohm;
- 1 Arduino MEGA;
- Protoboard;
- Jumpers de ligação;

Diagrama de circuito:



Esse é um diagrama com dois divisores de tensão. O primeiro é composto por três resistores, sendo cada um de 330. Assim, o resistor Z1 é de 330 e o resistor Z2 é a associação série dos outros dois, resultando numa resistência de 660. Dessa forma, a tensão de saída do divisor é:

(660 / 330 + 660) * 5 = 3,33V

O segundo divisor é formado por dois resistores de 1K, dessa forma, a tensão de saída é a tensão de entrada dividida pela metade:

(1000 / 1000 + 1000) * 5 = 2,5 V

O código para o exemplo 2 é uma extensão do código usada na seção anterior para ler valores de tensão do potenciômetro. Nesse caso, nós fazemos a leitura de dois canais analógicos (A0 e A1), fazemos as conversões para as tensões e mostramos os resultados de cada divisor na interface serial.

Referências:

- *https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ReadAnalogVoltage*
- *http://www.ufjf.br/fisica/files/2013/10/FIII-05-07-Divisor-de-tens%C3%A3o.pdf*
- *http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/associacaoderesistores.php*

Carregue o código abaixo e observe os dois valores no Monitor Serial da IDE Arduino.

```
// Exemplo 2 - Divisor de tensão
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

#define sensorPin1 A0           // define entrada analógica pino A0
#define sensorPin2 A1           // define entrada analógica pino A1

int sensorValue1 = 0;           // variavel inteiro igual a zero
int sensorValue2 = 0;           // variavel inteiro igual a zero
float voltage1;                 // variavel numero fracionario
float voltage2;                 // variavel numero fracionario

void setup()
{
  Serial.begin(9600);           // monitor serial - 9600 Bps
  delay(100);                   // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  sensorValue1 = analogRead(sensorPin1);   // leitura da entrada analógica A0
  sensorValue2 = analogRead(sensorPin2);   // leitura da entrada analógica A1
  voltage1 = sensorValue1 * (5.0 / 1024);  // cálculo da tensão 1
  voltage2 = sensorValue2 * (5.0 / 1024);  // cálculo da tensão 2
  Serial.print("Tensao do divisor 1: ");   // imprime no monitor serial
  Serial.print(voltage1);                  // imprime a tensão 1
  Serial.print("  Tensao do divisor 2: "); // imprime no monitor serial
  Serial.println(voltage2);                // imprime a tensão 2
  delay(500);                              // atraso de 500 milisegundos
}
```

Exemplo 3 – Controle de LED's com Botões

Os push-buttons (chaves botão) e leds são elementos presentes em praticamente qualquer circuito eletrônico. As chaves são usadas para enviar comandos para o Arduino e os Leds são elementos de sinalização luminosa.

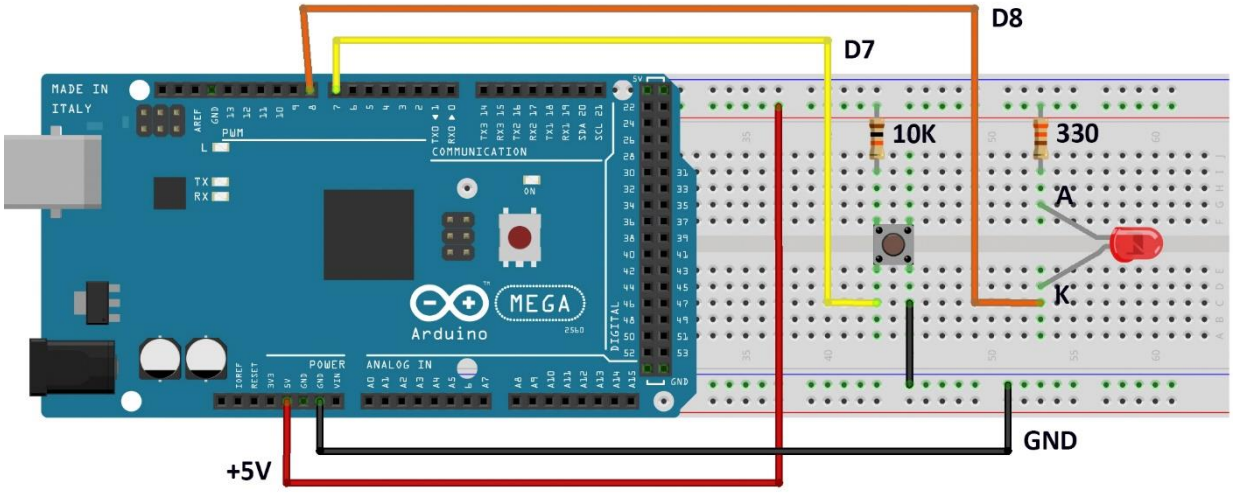
Esses dois componentes são trabalhados por meio das entradas e saídas digitais do Arduino. Neste exemplo vamos fazer uma aplicação básica que você provavelmente vai repetir muitas vezes. Vamos ler o estado de um push-button e usá-la para acender ou apagar um led. Ou seja, sempre que o botão for acionado, vamos apagar ou acender o Led.

Lista de materiais:

Para esse exemplo você vai precisar:

- 1 resistor de 330 ohms e 1 resistor de 10K ohms,
- 1 Led vermelho (ou de outra cor de sua preferência),
- Push-button (chave botão),
- 1 Arduino MEGA,
- Protoboard,
- Jumpers de ligação.

Diagrama de circuito:



Esse pequeno código abaixo mostra como ler entradas digitais e com acionar as saídas digitais. Na função **void Setup(),** é preciso configurar qual pino será usado como saída e qual será usado como entrada.

Depois de configurar os pinos, para acioná-los basta chamar a função **digitalWrite(pino,HIGH).** A função **digitalWrite()** aciona ou desaciona um pino digital dependendo do valor passado no argumento. Se for "HIGH", o pino é acionado. Se for "LOW", o pino é desligado.

Na função **void Loop(),** fizemos um if no qual a função **digitalRead** é usada para saber se o pushButton está acionado ou não. Caso ele esteja acionado, nós acendemos o Led, caso ele esteja desligado, nós desligamos o led.

Carregue o código abaixo e pressione o botão para acender o LED.

```
// Exemplo 3 - Entradas e saídas digitais - push-button + led
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

#define PinButton 7                    // define pino digital D7
#define ledPin 8                       // define pino digital D8

void setup()
{
  pinMode(PinButton, INPUT);           // configura D7 como entrada digital
  pinMode(ledPin, OUTPUT);             // configura D8 como saída digital
  Serial.begin(9600);                  // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100);                          // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  if ( digitalRead(PinButton) == LOW)   // se botão = nível baixo
  {
    digitalWrite(ledPin, LOW);          // liga LED
    Serial.print("Acendendo Led");      // imprime no monitor serial
  }
  else                                  // senão botão = nível alto
  {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);         // desliga LED
    Serial.print("Desligando led");     // imprime no monitor serial
  }
  delay(100);                           // atraso de 100 milisegundos
}
```

Referência:

https://www.arduino.cc/reference/en/language/func0tions/digital-io/digitalread/

- *https://www.arduino.cc/reference/en/language/func0tions/digital-io/digitalread/*

https://www.arduino.cc/reference/en/language/func0tions/digital-io/digitalread/

Exemplo 4 – Acionamento de LED conforme do Luz Ambiente

O sensor LDR é um sensor de luminosidade. LDR é um **Light Dependent Resistor**, ou seja, um resistor cuja resistência varia com a quantidade de luz que incide sobre ele. Esse é seu princípio de funcionamento.

Quanto maior a luminosidade em um ambiente, menor será a resistência do LDR. Essa variação na resistência é medida através da queda de tensão no sensor, que varia proporcionalmente (de acordo com a lei Ohm, lembra?) com a queda na resistência elétrica.

A imagem abaixo mostra o sensor em mais detalhes:

Fotoresistor (LDR)

É importante considerar a potência máxima do sensor, que é de 100 mW. Ou seja, com uma tensão de operação de 5V, a corrente máxima que pode passar por ele é 20 mA. Felizmente, com 8K ohms (que medimos experimentalmente com o ambiente bem iluminado), que é a resistência mínima, a corrente ainda está longe disso, sendo 0,625mA. Dessa forma, podemos conectar o sensor diretamente com o Arduino.

**Nota: Nas suas medições, pode ser que você encontre um valor de resistência mínimo diferente, pois depende da iluminação local.*

Especificações do LDR:

- Modelo: GL5528
- Diâmetro: 5mm
- Tensão máxima: 150VDC
- Potência máxima: 100mW
- Temperatura de operação: -30°C a 70°C
- Comprimento com terminais: 32mm
- Resistência no escuro: 1 MΩ (Lux 0)
- Resistência na luz: 10-20 KΩ (Lux 10)

Este sensor de luminosidade pode ser utilizado em projetos com Arduino e outros microcontroladores para alarmes, automação residencial, sensores de presença e vários outros.

Nesse exemplo, vamos usar uma entrada analógica do Arduino para ler a variação de tensão no LDR e, consequentemente, saber como a luminosidade ambiente está se comportando. Veja na especificação que com muita luz, a resistência fica em torno de 10-20 KΩ, enquanto que no escuro pode chegar a 1MΩ.

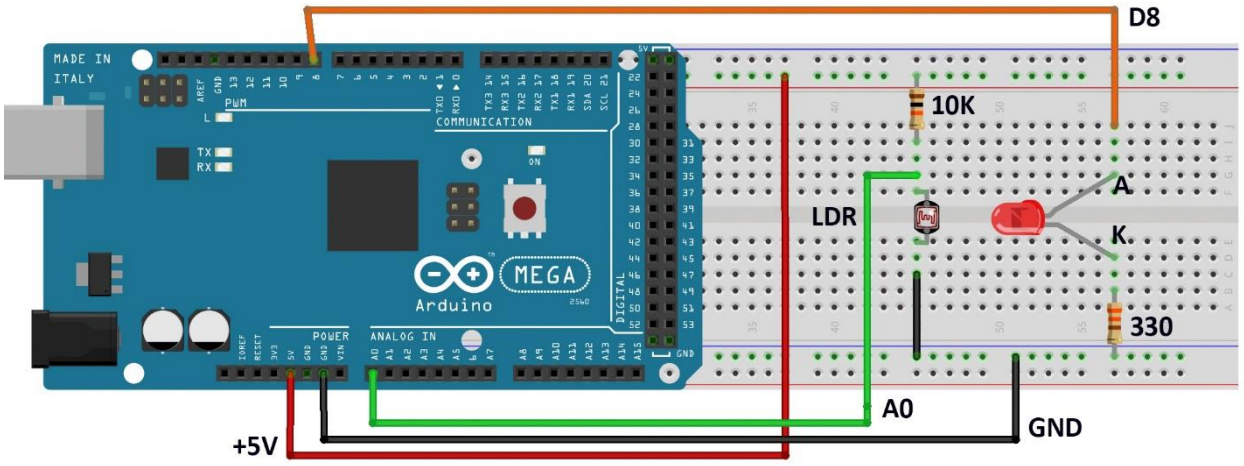
Para podermos ler as variações de tensão resultantes da variação da resistência do LDR, vamos usar o sensor como parte de um divisor de tensão. Assim, a saída do divisor será dependente apenas da resistência do sensor, pois a tensão de entrada e a outra resistência são valores conhecidos. No nosso caso, vamos usar um resistor de 10K e uma tensão de operação de 5V. Assim, o sinal que vamos ler no arduino terá uma variação de 2,2V (quando o LDR for 8K) e 5V (quando o LDR tiver resistências muito maiores que o resistor de 10K).

Lista de materiais:

Para esse exemplo você vai precisar:

- LDR;
- Resistor de 10 K ohms;
- 1 Arduino MEGA;
- Protoboard;
- Jumpers de ligação;

Diagrama de circuito:



Carregue o código abaixo e varie a luminosidade sobre o LDR.

```
// Exemplo 4 - Sensor de luz LDR
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

#define AnalogLDR A0                    // define pino analógico A0
#define Limiar 1.5                      // define constante igual a 1.5
#define ledPin 8                        // define pino digital D8

int Leitura = 0;                        // variavel inteiro igual a zero
float VoltageLDR;                       // variavel numero fracionario
float ResLDR;                           // variavel numero fracionario

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);                  // configura D13 como saída digital
  Serial.begin(9600);                       // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100);                               // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  Leitura = analogRead(AnalogLDR);          // leitura da tensão no pino analogico A0
  VoltageLDR =  Leitura * (5.0/1024);       // calculo da tensão no LDR
  Serial.print("Leitura sensor LDR = ");    // imprime no monitor serial
  Serial.println(VoltageLDR);               // imprime a tensão do LDR

  if (VoltageLDR > Limiar)                  // se a tensão LDR maior do que limiar
    digitalWrite(ledPin, HIGH);             // liga LED com 5V
  else                                      // senão a tensão LDR < limiar
    digitalWrite(ledPin, LOW);              // desliga LED com 0V
  delay(500);                               // atraso de 500 milisegundos
}
```

Na montagem, o sensor é ligado como parte de um divisor de tensão no pino analógico A0, de forma que a tensão de saída do divisor varia de acordo com a variação da resistência do sensor LDR. Assim, vamos identificar as variações na intensidade de luz pelas variações na tensão do sensor. Quanto maior a intensidade de luz, menor será a resistência do sensor e, consequentemente, menor a tensão de saída.

No código acima usamos funcionalidades de todos os exemplos anteriores. Como o sensor é um elemento de um divisor de tensão, fazemos a sua leitura do mesmo modo que nos exemplos do potenciômetro e divisor de tensão.

Nesse caso, definimos uma tensão de limiar, a partir da qual desligamos ou ligamos um led para indicar que a intensidade da luz ultrapassou determinado valor. Esse limiar pode ser ajustado por você, para desligar o led com intensidades diferentes de luz ambiente.

É importante que o sensor esteja exposto à iluminação ambiente e não sofra interferência de fontes luminosas próximas, mas que não sejam parte do ambiente.

Referências:

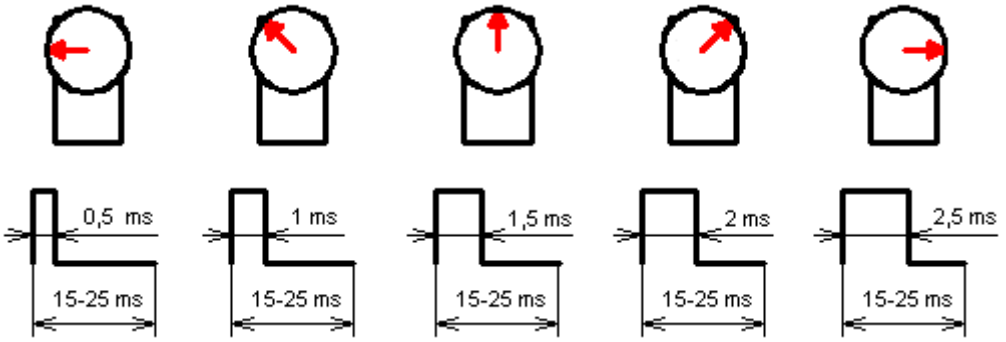
- *https://maker.pro/education/using-an-ldr-sensor-with-arduino-a-tutorial-for-beginners*
- *http://blog.eletrogate.com/controle-de-luminosidade-com-arduino-e-sensor-ldr/*

http://blog.eletrogate.com/controle-de-luminosidade-com-arduino-e-sensor-ldr/

Exemplo 5 – Controle de Servo Motor com Potenciômetro

Um servomotor é um equipamento eletromecânico que possui um encoder e um controlador acoplado. Diferentemente de motores tradicionais, como de corrente contínua, o servomotor apresenta movimento rotativo proporcional a um comando de forma a atualizar sua posição. Ao invés de girar continuamente como os motores de corrente contínua, o servo, ao receber um comando, gira até a posição especificada pelo mesmo.

Ou seja, o servomotor é um atuador rotativo para controle de posição, que atua com precisão e velocidade controlada em malha fechada. De acordo com a largura do pulso aplicado no pino de controle PWM, a posição do rotor é definida (0 a 180 graus) . Os pulsos devem variar entre 0,5 ms e 2,5 ms.



Posição do Servo de acordo com a largura do pulso
Fonte : electronics.stackexchange.com

Existem dois tipos de Servomotores :

- Servomotor analógico
- Servomotor digital

Servomotores analógicos são os mais comuns e mais baratos. O controle da posição do rotor utiliza um método analógico através da leitura de tensão sobre um potenciômetro interno.

No caso dos servomotores digitais, mais caros e mais precisos, o controle da posição do rotor utiliza um encoder digital.

A figura abaixo mostra um típico **servo motor analógico**. Trata-se do **Micro Servo Tower Pro SG90 9G** que acompanha o kit Arduino ADVANCED.

Os Servos são acionados por meio de três fios, dois para alimentação e um correspondente ao sinal de controle para determinar a posição. Em geral, os três fios são:

- Marron: GND,
- Vermelho: Alimentação positiva,
- Laranja: Sinal de controle PWM.

Lista de materiais:

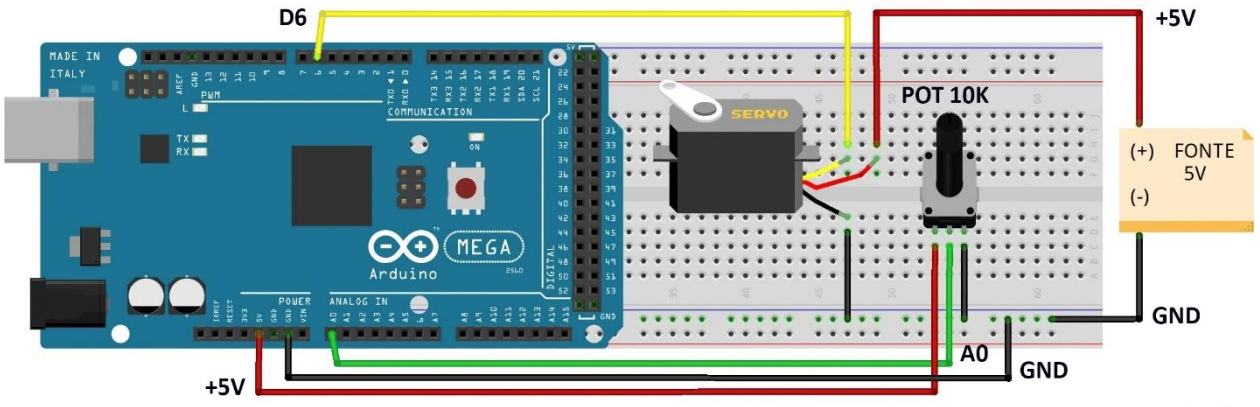
Antes de mais nada, vamos separar os componentes que precisamos para montar o servomotor junto com o arduino. A nossa lista de componentes é a seguinte:

- Micro Servo 9g SG90 TowerPro,
- Arduino MEGA,
- Potenciômetro de 10 K ohms,
- Fonte 5V de protoboard para alimentar o servo,
- Jumpers para conexão no protoboard,
- Push button;

A montagem é simples. O servomotor em si deve ser ligado à alimentação conforme as cores apresentadas na introdução. De acordo com as especificações de tensão e corrente dos pinos do Arduino MEGA, os pinos de VCC e GND da placa conseguem fornecer até 200 mA. Ao utilizar servomotores, é recomendado que você utilize uma fonte externa, como a fonte para protoboard que inserimos na lista de materiais.

Diagrama de circuito:

A montagem para uma aplicação de controle do servo em qualquer posição, fica da seguinte forma:



Carregue o código abaixo e gire o potenciômetro para o Servo motor girar:

```
// Exemplo 5 - Acionando o Micro Servo TowerPro
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

#include <Servo.h>                      // usando bilbioteca Servo

Servo myservo;                          // cria o objeto myservo

#define potpin A0                       // define pino analógico A0

int val;                                // variavel inteiro

void setup()
{
  myservo.attach(6);                    // configura pino D6 - controle do Servo
}

void loop()
{
  val = analogRead(potpin);             // leitura da tensão no pino A0
  val = map(val, 0, 1023, 0, 179);      // converte a leitura em números (0-179)
  myservo.write(val);                   // controle PWM do servo
  delay(15);                            // atraso de 15 milisegundos
}
```

O aspecto mais importante desse software é a utilização da biblioteca **servo.h**. Esta biblioteca possui as funções necessárias para posicionar a servo para a posição desejada. Na função **Void Setup()** nós associamos o objeto servomotor, do tipo Servo, a um pino do arduino. Na mesma função, nós inicializamos o servo na posição 0º, utilizando o método **write** do objeto que acabamos de criar.

Na função **Void Loop(),** o procedimento consiste em ler o valor do potenciômetro e usá-lo como referência para atualizar a posição do servo. A leitura analógica do potenciômetro retorna um valor entre 0 e 1023. Para controlar o servo nós usamos valores de 0 a 179, correspondendo ao meio giro de 180º do mesmo. Assim, é necessário usar a função **Map()** para traduzir a escala de 0-1023 para a escala de 0-179. Dessa forma, os valores lidos do potenciômetro podem ser usados como referência para determinar a posição do servomotor.

Para atualizar a posição do servo a cada iteração do loop, nós chamamos o método **write()** do objeto servomotor, passando como parâmetro o valor lido do potenciômetro traduzido para a escala de 0-179. Assim, sempre que mexermos no potenciômetro, o servo motor irá atuar e atualizar a sua posição.

Referências:

- *http://blog.eletrogate.com/servo-motor-para-aplicacoes-com-arduino/*
- *https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Knob*
- *https://www.allaboutcircuits.com/projects/servo-motor-control-with-an-arduino/*
- *http://www.instructables.com/id/Arduino-Servo-Motors/*

http://www.instructables.com/id/Arduino-Servo-Motors/

Exemplo 6 – Medindo a Temperatura do Ambiente

O sensor de temperatura NTC pertence a uma classe de sensores chamada de Termistores. São componentes cuja resistência é dependente da temperatura. Para cada valor de temperatura absoluta há um valor de resistência.

Assim, o princípio para medir o sinal de um termistor é o mesmo que usamos para medir o sinal do LDR. Vamos medir na verdade, a queda de tensão provocada na resistência do sensor.

Existem dois tipos básicos de termistores:

- **PTC (Positive temperature coeficient):** Nesse sensor, a resistência elétrica aumenta à medida que a temperatura aumenta;

- **NTC (Negative Temperature Coeficient):** Nesse sensor, a resistência elétrica diminui à medida que a temperatura aumenta.

O termistor que acompanha o kit é do tipo NTC, como o próprio nome diz. Esse é o tipo mais comum do mercado.

Para usarmos os termistores é necessário fazer uma função de calibração, pois a relação entre temperatura e resistência elétrica não é linear. Existe uma equação, chamada equação de **Steinhart-Hart** que é usada para descrever essa relação.

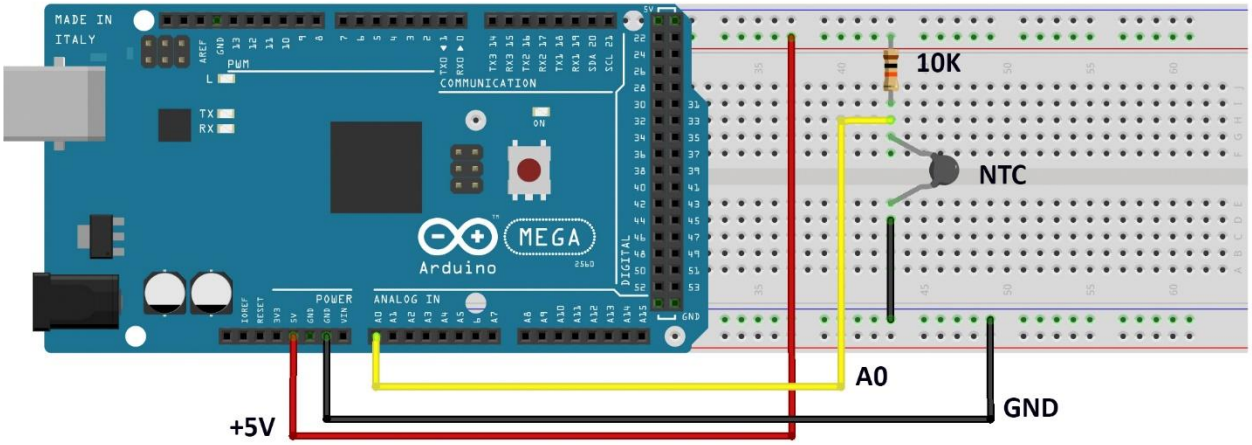
O código que vamos usar nesse exemplo utiliza a equação de Steinhart-Hart conforme essa referência :

http://www.instructables.com/id/NTC-Temperature-Sensor-With-Arduino/

Lista de materiais:

- 1 Sensor de temperatura NTC,
- Arduino MEGA,
- 1 resistor de 10 K ohms,
- Protoboard;
- Jumpers para conexão no protoboard;

Diagrama de circuito:



Para uma melhor precisão nas medidas de temperatura, meça a tensão de 5V no pino VREF do Arduino, usando um multímetro (não contém no KIT). Essa tensão é a usada como referência do conversor analógico-digital do Arduino. Especifique esse valor de tensão na primeira linha do Sketch:

#define Vin 5.0
Por exemplo, se a tensão for 4,85 V :
#define Vin 4.85

Carregue o código abaixo e meça a temperatura com o NTC:

```
// Exemplo 6 - Sensor de temperatura NTC
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

#define Vin 5.0                 // define constante igual a 5.0
#define T0 298.15               // define constante igual a 298.15 Kelvin
#define Rt 10000                // Resistor do divisor de tensao
#define R0 10000                // Valor da resistencia inicial do NTC
#define T1 273.15               // [K] in datasheet 0º C
#define T2 373.15               // [K] in datasheet 100° C
#define RT1 35563               // [ohms] resistencia in T1
#define RT2 549                 // [ohms] resistencia in T2
float beta = 0.0;               // parametros iniciais [K]
float Rinf = 0.0;               // parametros iniciais [ohm]
float TempKelvin = 0.0;         // variable output
float TempCelsius = 0.0;        // variable output
float Vout = 0.0;               // Vout in A0
float Rout = 0.0;               // Rout in A0

void setup()
{
  Serial.begin(9600);                       // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  beta = (log(RT1 / RT2)) / ((1 / T1) - (1 / T2));     // calculo de beta
  Rinf = R0 * exp(-beta / T0);              // calculo de Rinf
  delay(100);                               // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  Vout = Vin * ((float)(analogRead(0)) / 1024.0); // calculo de V0 e leitura de A0
  Rout = (Rt * Vout / (Vin - Vout));              // calculo de Rout
  TempKelvin = (beta / log(Rout / Rinf));         // calculo da temp. em Kelvins
  TempCelsius = TempKelvin - 273.15;              // calculo da temp. em Celsius
  Serial.print("Temperatura em Celsius: ");       // imprime no monitor serial
  Serial.print(TempCelsius);                      // imprime temperatura Celsius
  Serial.print("   Temperatura em Kelvin: ");     // imprime no monitor serial
  Serial.println(TempKelvin);                     // imprime temperatura Kelvins
  delay(500);                                     // atraso de 500 milisegundos
}
```

Referências e sugestões de leitura:

- https://www.ametherm.com/thermistor/ntc-thermistors-steinhart-and-hart-equation
- https://www.thinksrs.com/downloads/pdfs/applicationnotes/LDC%20Note%204%20NTC%20Calculator.pdf
- https://www.mundodaeletrica.com.br/sensor-de-temperatura-ntc-ptc/

Exemplo 7 – Acionamento de uma Lâmpada com Relé

O Módulo Relé nada mais é do que um ou mais relés acionados por sinais digitais de 5V. Esse componente é indicado para acionar cargas que utilizam correntes maiores do que a suportada pelo Arduino, ou então uma carga de um circuito de corrente alternada (rede elétrica).

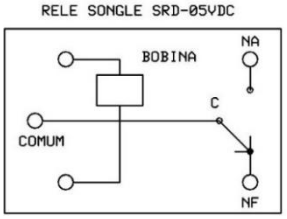
O módulo de relé pode ser usado para vários tipos de aplicações:

- ativação de eletroímãs,
- ativação de motores CC,
- ativação de motores CA,
- ligar/desligar lâmpadas.

O terminal de controle do relé (bobina) é ligado a um dos pinos digitais do Arduino. O outro terminal da carga é ligado ao outro terminal da tomada (ou ao outro terminal da bateria).

Uma das aplicações mais comuns dos módulos relés para Arduino é no acendimento de lâmpadas em sistemas de automação residencial. O módulo funciona exatamente da mesma forma que uma chave ou interruptor. Esse é o diagrama de um relé SONGLE SRD-05VDC-SL-C:

- NA - Contato Normalmente Aberto
- C - Terminal Comum
- NF - Contato Normalmente Fechado



O terminal C é o Comum do Contato. Os outros dois terminais usamos para ligar ou desligar a carga. Se ligamos a carga no terminal NA, a carga será acionada setando o pino de controle do relé para nível alto. Se ligarmos a carga no pino NF, ela será ativada setando o pino de controle do Arduino para nível baixo, e desligada setando o pino de controle para nível alto.

A capacidade corrente em cada contato é de 10 A. Não ultrapasse esse valor, para não danificar o seu relé.

Os outros dois terminais são para alimentação da bobina do relé – no caso 5V . O terminal de controle do Módulo está conectado nessa bobina. O consumo de corrente da bobina do relé é de aproximadamente 90 mA, quando energizada.

No mercado você pode encontrar módulos de 1 , 2, 4 e 8 canais. Cada canal corresponde a um relé montado no módulo. Ou seja, um módulo relé de 5V e 8 canais, é um conjunto de 8 relés acionados por sinais separados de 5V. Um módulo relé de 12V e 4 canais, nada mais do que um conjunto de 4 relés, cada qual acionado por sinais de 12V.

Na imagem abaixo temos como exemplo um relé de 4 canais.

Módulo relé de 4 canais. Créditos: Eletrogate

Repare que cada relé possui os três terminais que explicamos mais acima. Além deles, há outros 6 pinos usados para interfacear o módulo com o Arduino. São eles:

- **GND, IN1, IN2, IN3, IN4, VCC.**

Cada pino **INX** serve para acionar um dos relés. **VCC** e **GND** são os pinos de alimentação do Módulo do relé : VCC deve ser conectado no +5V e o GND no terra, ambos da fonte. **O terra (GND) do Módulo Relé deve estar conectado também no Terra (GND) do Arduino !**

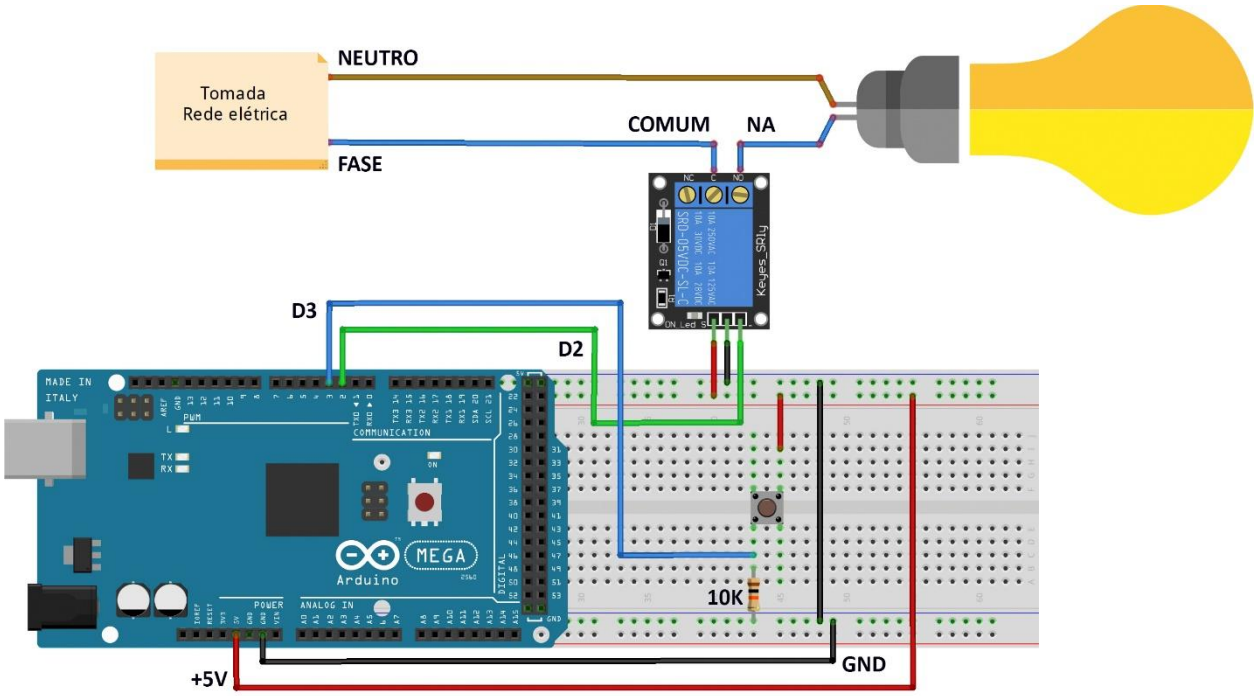
Lista de Materiais:

Para este exemplo você vai precisar:

- Protoboard,
- Arduino MEGA,
- Jumpers de ligação,
- Módulo relé de 1 canal,
- Uma chave táctil (push-button),
- 1 resistor de 10K.

ATENÇÃO = se você não tem conhecimentos em montagens de circuitos elétricos CA, procure uma pessoa especializada para montar para você. Risco de choque elétrico ! Verifique todas as ligações, antes de energizar o circuito ! A Eletrogate não se responsabilizará por danos materiais ou pessoais no caso de acidentes.

Diagrama de circuito:



Código para acionar o Relé com uma chave táctil:

```
// Exemplo 7 - Módulo Relé 1 Canal
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

int buttonPin = 3;                      // pino D3 para botao
int ledPin =  13;                       // LED na placa Arduino
int IN1 = 2;                            // pino D2 para controle do rele

int ledState = LOW;                     // estado do LED = LOW
int buttonState;                        // variavel do estado do botao
int lastButtonState = LOW;              // estado previo do botao = LOW

unsigned long lastDebounceTime = 0;     // ultimo tempo de debounce
unsigned long debounceDelay = 50;       // timer do debounce 50 ms

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);              // pino do LED = saida
  pinMode(buttonPin, INPUT);            // pino do botao = entrada
  pinMode(IN1, OUTPUT);                 // pino de controle do rele = saida
  digitalWrite(ledPin, ledState);       // apaga o LED
  digitalWrite(IN1, ledState);          // desliga o rele
}

void loop()
{
  int reading = digitalRead(buttonPin); // le o estado do botao
  if (reading != lastButtonState)       // se o estado for diferente do anterior
  {
    lastDebounceTime = millis();        // reset do timer debouncing
  }

  if ((millis() - lastDebounceTime) > debounceDelay)
  {
    // se o tempo do botao pressionado for maior do que debounce
    if (reading != buttonState)         // se o estado do botao for diferente do anterior
    {
      buttonState = reading;            // muda o estado do botao
      if (buttonState == HIGH)          // se o botao esta no nivel High
      {
        ledState = !ledState;           // muda o estado do LED
      }
    }
  }
  digitalWrite(ledPin, ledState);       // seta o LED
  digitalWrite(IN1, ledState);          // seta o estado do rele 1
  lastButtonState = reading;            // salva a leitura do botao
}
```

Referências:

- *http://blog.eletrogate.com/modulo-rele-para-automacao-residencial-com-arduino/*
- *https://www.allaboutcircuits.com/projects/use-relays-to-control-high-voltage-circuitswwith-an-arduino/*
- *https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Debounce*
https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Debounce

Exemplo 8 - Acendendo um LED com Sensor Reflexivo Infravermelho

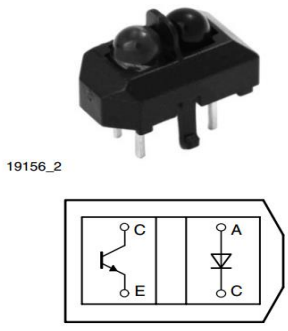
O sensor ótico reflexivo **TCRT5000** é um dos mais populares para utilização em projetos com Arduino. O sensor é fabricado pela Vishay, uma tradicional fabricante de componentes eletrônicos. Recomendamos fortemente, a leitura do datasheet do sensor :

https://www.vishay.com/docs/83760/tcrt5000.pdf

Trata-se de um sensor reflexivo que possui um emissor infravermelho e um fototransistor. O emissor é um led infravermelho que emite um sinal nessa faixa do espectro. Já o fototransistor é o receptor que faz a leitura do sinal refletido. Ou seja, o led emite um feixe infravermelho que pode ou não ser refletido por um objeto. Caso o feixe seja refletido, o fototransistor identifica o sinal refletido e gera um pulso em sua saída.

Tensão direta do LED emissor é de 1,25 V com uma corrente máxima de 60 mA. A corrente máxima do fototransistor é de 100 mA.

A distância máxima de detecção não é grande, ficando em torno de 25 mm (dois centímetros e meio), o que pode limitar um pouco a sua aplicação. O fototransistor vem com um filtro de luz ambiente, o que maximiza a identificação do feixe infravermelho refletido.



Sensor TCRT5000 visto por cima Fonte: Vishay

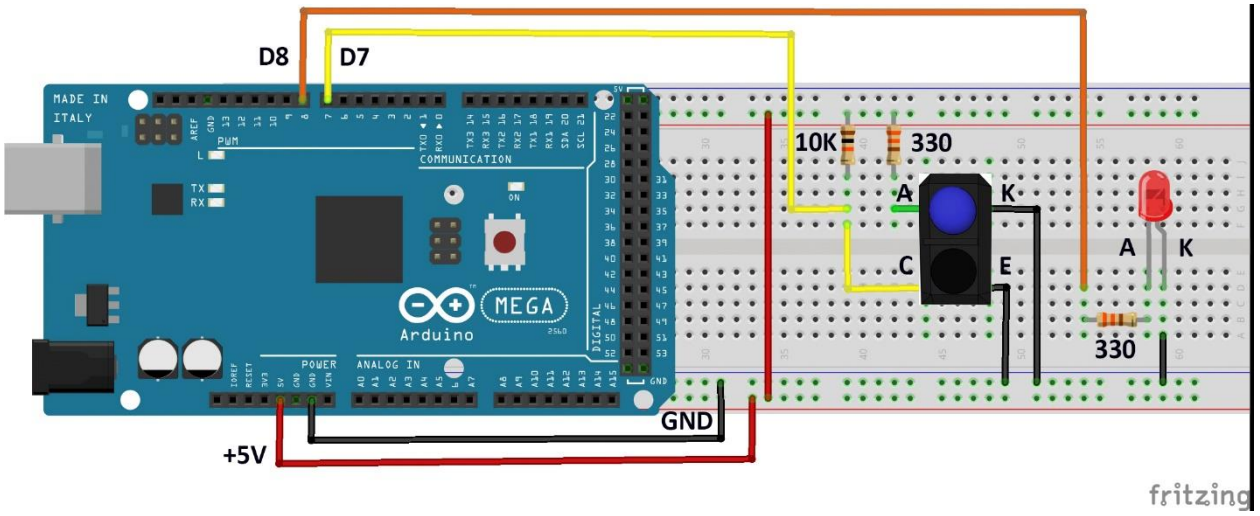
Lista de materiais:

- Arduino MEGA;
- Protoboard;
- Sensor TCRT5000;
- Led vermelho 5mm;
- Resistor de 330;
- Resistor de 10K;
- Jumpers para ligação no protoboard;

Diagrama de Circuito:

O terminal Anodo (A) positivo do LED infravermelho está ligado por meio de um resistor de 330R ao VCC (5V) e o seu terminal catodo (K) negativo está ligado em GND. O Coletor (C) do fototransistor está ligado ao resistor de 10K (que esta conectado no VCC) e também na entrada digital D7 do Arduino. Essa entrada é que vamos usar para identificar se o sensor percebeu algum objeto ou não. O Emissor (E) do fototransistor está ligado ao GND.

O LED vermelho para indicação do Sensor, tem o terminal Anodo (A) positivo conectado à um resistor de 330R que está conectado à porta digital D8 do Arduino. O terminal catodo (K) negativo está ligado ao GND.



Código:

```
// Exemplo 8  - Sensor Ótico Reflexivo TCRT5000
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

int leituraSensor;                    // variavel de leitura do sensor
int led = 8;                          // led indicador = D8 do Arduino
int fotoTransistor = 7;               // coletor do fototransistor = D7 do Arduino

void setup()
{
  pinMode(led, OUTPUT);               // pino do led indicador = saida
  pinMode(fotoTransistor, INPUT);     // pino do coletor do fototransistor = entrada
}

void loop()
{
  leituraSensor = digitalRead(fotoTransistor);  // leitura do sensor TCRT5000
  if (leituraSensor == 0 )                      // se o led refletir a luz
    digitalWrite(led, HIGH);                    // acende LED indicador
  else                                          // senão
    digitalWrite(led, LOW);                     // apaga LED indicador
  delay(500);                                   // atraso de 0,5 segundos
}
```

O código para utilização do sensor TCRT5000 é bem simples. Com o circuito montado, basta monitorar o estado do pino no qual a saída do sensor (coletor do fototransistor) está ligada. Se esse pino estiver em nível baixo, é porque algum objeto está presente dentro do raio de medição do sensor (a luz infra-vermelha do LED esta sendo refletida) . Se o pino estiver em nível alto, então não há objeto nenhum no raio de medição do sensor.

Nesse exemplo, a presença do sensor é identificada pelo acionamento de um led, ou seja, sempre que um objeto for identificado pelo sensor, o led ficará aceso.

Referências:

- *http://blog.eletrogate.com/sensor-optico-tcrt5000-com-arduino/*
- *http://www.instructables.com/id/Using-IR-Sensor-TCRT-5000-With-Arduino-and-Program*

Exemplo 9 – Cronômetro Digital com Display LCD

O display 16×2 é um dispositivo que possui interface para comunicação e controle padronizada. Esses displays são fáceis de serem controlados e graças à essa padronização é possível trocar um display 16×2 de um fabricante por outro diferente sem maiores problemas.

A tecnologia utilizada nos displays tradicionais é LCD (Liquid Crystal Display). Mais recentemente, modelos mais modernos com tecnologia O-Leds , os LEDS orgânicos, já estão sendo encontrados também.

A grande vantagem e razão pela qual até hoje é componente popular, é o seu preço e a facilidade de implementação em projetos eletrônicos. Antes dos displays LCD, a interface gráfica usada para mostrar caracteres alfa numéricos era os displays a LED de x segmentos (os mais comuns eram de 7, 14 ou 16 segmentos).

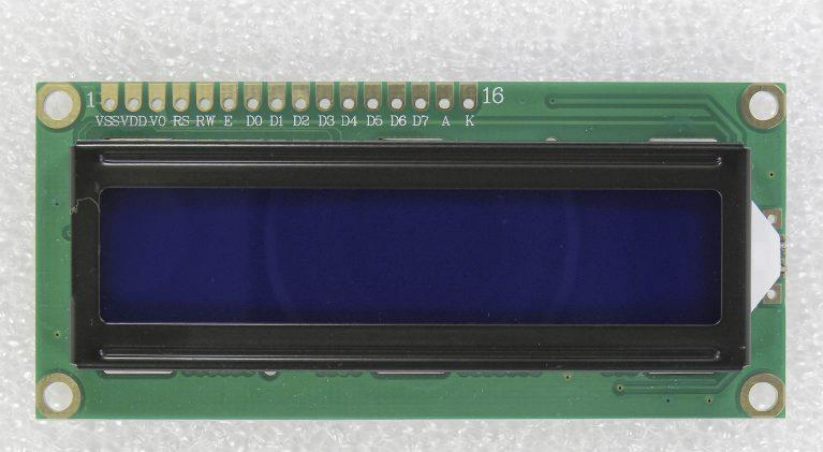
Esses componentes mais antigos utilizavam vários leds (7,14 ou 16) dispostos em segmentos, de forma que dependendo de qual conjunto de leds fosse aceso, um determinado caractere seria mostrado.

LCD 16x2. Créditos: Eletrogate

Na hora de comprar um display LCD, você vai encontrar diversas opções, além do mais tradicional 16×2. A especificação é dada em relação ao número de caracteres por linha e o número de linhas. Assim, 16×2 significa que o display pode exibir 16 caracteres em cada linha, e possui 2 linhas. Alguns valores típicos para essas especificações são:

- Quantidade de caracteres padrão de mercado: 8, 12, 16, 20, 24 e 40;
- Quantidade de linhas mais comuns: 1, 2 e 4;
- Cores de fundo (backlight): Azul ou verde;

O display que vamos trabalhar é de 16 colunas e 2 linhas (16×2) e com backlight azul e caracteres brancos. A interface com Arduino é feita por meio de 16 pinos. Em geral apenas 12 são utilizados de fato. Os pinos do LCD são:



LCD 16x2 pinagem – foto Gustavo Murta

- Pino de **register select (RS):** Controle em que parte da memória (do LCD) o usuário está escrevendo os dados. São duas opções, você pode escrever um dado para ser mostrado no display, ou uma instrução no MCU do display;
- Pino de **Read/Write (R/W**): Seleciona se está em modo de leitura ou de escrita;
- Pino de **Enable**: Habilita a escrita de dados nos registradores;
- 8 pinos de dados **(D0 -D7).** Os estados de cada pino desses corresponde aos bits que você está escrevendo em um registrador do MCU (do display), ou os valores que você lê de um registrador quando está no modo de leitura.
- Pinos de alimentação **VCC e GND** do LCD e do LED Backlight (A-anodo/K-catodo);
- Pino **V0** de ajuste de contraste;

Vamos conferir em nosso exemplo como usar o LCD 16x2. Na figura abaixo mostramos um outro modelo, um display gráfico de 128 colunas e 64 linhas, também muito comercializado e que você pode obter separadamente do Kit para implementar mensagens gráficas mais avançadas.

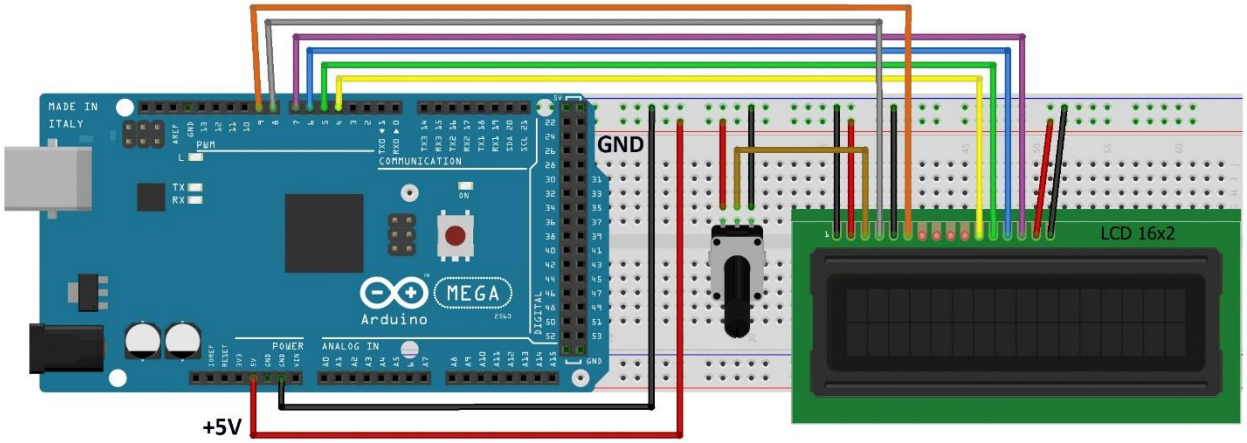
Display gráfico 128x64

Lista de materiais:

A lista de materiais é a seguinte:

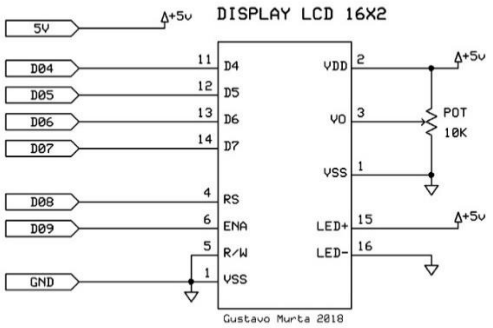
- Arduino Mega,
- Protoboard,
- Jumpers para ligação no protoboard,
- Display LCD 16x2,
- Potenciômetro 10K.

Diagrama de circuito:



No diagrama acima, o potenciômetro é usado para controlar o contraste do LCD, e deve ser ajustado sempre que você ligar o display para poder visualizar bem cada caracter. As demais ligações são padrão. No código da próxima seção, os pinos do Arduino são configurados de acordo com a ligação acima.

Veja o diagrama eletrônico da montagem acima:



Código:

```
// Exemplo 9 - Display LCD 16x2
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

#include <LiquidCrystal.h>                // biblioteca Liquid Crystal

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);      // pinos do LCD - RS E D4 D5 D6 D7
int contador = 0;                         // variável contador

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);                       // inicializa LCD 16x2
  delay(500);                             // atraso de 0,5 segundos
}

void loop()
{
  lcd.clear();                            // limpa tela do LCD
  lcd.setCursor(0, 0);                    // selecionando coluna 0 e linha 0
  lcd.print("Exemplo LCD !");             // mostra no LCD
  lcd.setCursor(1, 1);                    // selecionando coluna 1 e linha 1
  lcd.print(contador);                    // mostra no LCD a contagem
  contador++;                             // incrementa contador
  if (contador == 60)                     // se contador = 60
    contador = 0;                         // zera o contador
  delay(1000);                            // atraso de 1 segundo
}
```

No código, é mostrado na primeira linha (0) do display, a mensagem “Exemplo LCD !“. Na segunda linha (1) será mostrado um contador que é incrementado de 1 em 1 segundo. Para usar o LCD é preciso incluir a biblioteca **LiquidCrystal.h**, que é nativa da IDE arduino. Essa biblioteca possui as seguintes funções:

- lcd.clear() - Limpa a tela do display
- lcd.SetCursor(0,0) - Posiciona o cursor a partir de onde os caracteres serão escritos
- lcd.print() - Imprime caracteres no display

No exemplo são usadas essas três funções, mas a biblioteca dispõe de várias outras que você pode conferir na página oficial (vejas as referências abaixo).

Referências:

- *http://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-display-lcd-arduino/*
- *http://blog.eletrogate.com/display-lcd-modulo-rf-para-deteccao-de-presenca/*
- *https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystal*

https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystal

Exemplo 10 - Trena Eletrônica com Sensor Ultrassônico

O princípio de funcionamento do Sensor HC-SR04 consiste na emissão de sinais ultrassônicos e na leitura do sinal de retorno (reflexo/eco) desse mesmo sinal. A distância entre o sensor e o objeto que refletiu o sinal é calculada com base no tempo entre o envio e leitura de retorno.

“Sinais Ultrassônicos são ondas mecânicas com frequência acima de 40 KHz“

Como ouvido humano só consegue identificar ondas mecânicas até a frequência de 20KHz, os sinais emitidos pelo sensor Ultrassônico não podem ser escutados por nós.

O sensor HC-SR04 é composto de três partes principais:

- Transmissor Ultrassônico – Emite as ondas ultrassônicas que serão refletidas pelos obstáculos;
- Um receptor – Identifica o eco do sinal emitido pelo transmissor;
- Circuito de controle – Controla o conjunto transmissor/receptor, calcula o tempo entre a emissão e recepção do sinal;

O sensor é ilustrado na imagem abaixo. Repare como os invólucros do transmissor e receptor são bem proeminentes.

Sensor HC-SR04

O funcionamento consiste em três etapas:

1. O circuito externo (Arduino) envia um pulso de trigger de pelo menos 10us em nível alto;
2. Ao receber o sinal de trigger, o sensor envía 8 pulsos de 40khz e detecta se há algum sinal de retorno ou não;
3. Se algum sinal de retorno for identificado pelo receptor, o sensor gera um sinal de nível alto no pino de saída cujo tempo de duração é igual ao tempo calculado entre o envio e o retorno do sinal ultrassônico;

Por meio desse pulso de saída cujo tempo é igual a duração entre emissão e recepção, nós calculamos a distância entre o sensor e o objeto/obstáculo, por meio da seguinte equação:

$$Distancia = \frac{(Tempodeduraçãodosinaldesaídaxvelocidadedosom)}{2}$$

Em que o Tempo de duração do sinal de saída é o tempo no qual o sinal de output permanece em nível alto e a velocidade do som = 340 m/s;

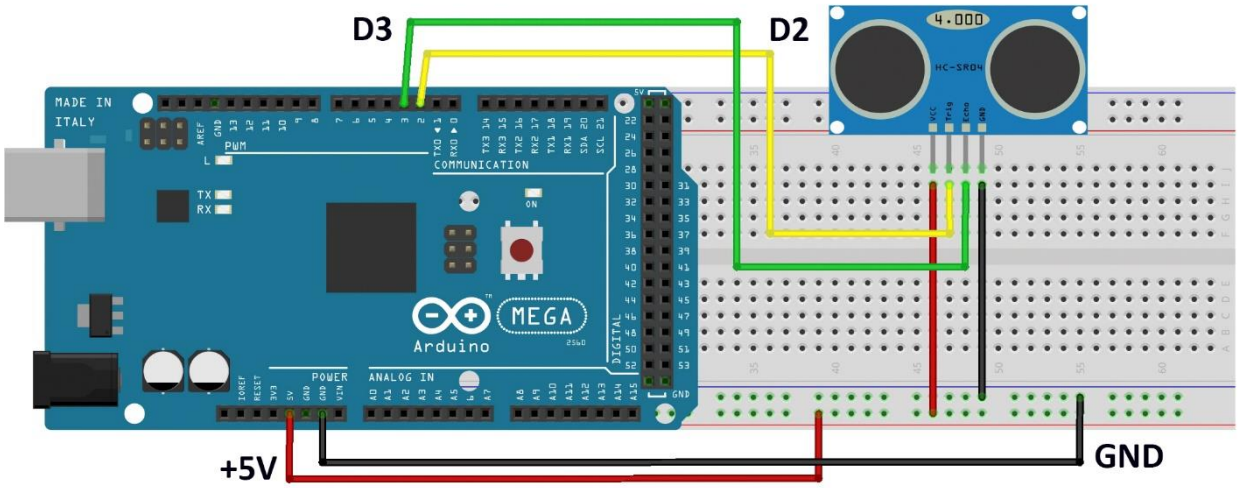
Repare que as unidades devem estar coerentes para o resultado da conta ser correto. Assim, se a velocidade do som é dada em metros/segundo, o tempo de duração do sinal de saída deve estar em segundos para que possamos encontrar a distância em metros.

Lista de Materiais:

Para este exemplo você vai usar os seguintes componentes:

- Arduino Mega,
- Protoboard,
- Jumpers de ligação,
- Sensor ultrassônico HCSR-04.

Diagrama de circuito:



A montagem é bem direta, basta interligar o sensor com o Arduino. Não há necessidade de conversão de níveis lógicos ou ligação de componentes externos.

Código :

As variáveis declaradas são para determinar os pinos de trigger (pino 2) e de leitura do sensor (pino 3). Temos três variáveis do tipo float utilizadas para medir o tempo do pulso no output do sensor e calcular a distância. Na função void setup(), inicializamos o pino 2 como saída e o 3 com entrada. Além disso, configuramos a comunicação serial para 9600 de baud rate.

Na função void loop(), onde o programa será executado continuamente, executa-se três passos básicos:

1. Enviar pulso de 10us para o pino de trigger do sensor. Isto é feito com a função DisparaPulsoUltrassonico();
2. Ler o pino de output do sensor e medir o tempo de duração do pulso utilizando a função PulseIn. Esta função retorna o tempo de duração do pulso em microsegundos para que o mesmo seja armazenado em uma variável;

3. Por fim, chamamos a função CalculaDistancia (tempo) passando como parâmetro o tempo lido com a função PulseIn. Esta função calcula a distância entre o sensor e o obstáculo. Nós chamamos esta função de dentro da função Serial.println(), de forma que o resultado já é impresso diretamente no terminal serial;

```
// Exemplo 10 - Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED

int PinTrigger = 2;                             // pino para disparar os pulsos do sensor
int PinEcho = 3;                                // pino usado para ler a saida do sensor
float TempoEcho = 0;                            // variável tempo do eco
const float velocidadeSom_mps = 340;            // em metros por segundo
const float velocidadeSom_mpus = 0.000340;      // em metros por microsegundo

void setup()
{
  pinMode(PinTrigger, OUTPUT);                  // configura pino Trigger como saída
  digitalWrite(PinTrigger, LOW);                // pino trigger - nível baixo
  pinMode(PinEcho, INPUT);                      // configura pino ECHO como entrada
  Serial.begin(9600);                           // inicializa monitor serial 9600 Bps
  delay(100);                                   // atraso de 100 milisegundos
}

void loop()
{
  DisparaPulsoUltrassonico();                       // dispara pulso ultrassonico
  TempoEcho = pulseIn(PinEcho, HIGH);               // mede duração do pulso HIGH de eco
  Serial.print("Distancia em metros: ");            // mostra no monitor serial

  Serial.println(CalculaDistancia(TempoEcho));      // mostra a distancia em metros
  Serial.print("Distancia em centimentros: ");      // mostra no monitor serial
  Serial.println(CalculaDistancia(TempoEcho) * 100); // mostra o calculo de distancia em cm
  delay(2000);                                      // atraso de 2 segundos
}

void DisparaPulsoUltrassonico()
{
  digitalWrite(PinTrigger, HIGH);                   // pulso alto de Trigger
  delayMicroseconds(10);                            // atraso de 10 milisegundos
  digitalWrite(PinTrigger, LOW);                    // pulso baixo de Trigger
}

float CalculaDistancia(float tempo_us)
{
  return ((tempo_us * velocidadeSom_mpus) / 2 );    // calcula distancia em metros
}
```

A função **DisparaPulsoUltrassonico()** apenas ativa o pino 2 em nível alto, espera 10 microsegundos e volta a setar o pino para nível baixo. Lembre-se de que 10 us é o tempo mínimo que o pulso deve perdurar para disparar o sensor HC-SR04.

A função **CalculaDistancia()** recebe como parâmetro o tempo do pulso no pino Echo do sensor. Com esse tempo nós usamos a equação, para calcular a distância entre o sensor e o obstáculo.

Referências:

- *https://create.arduino.cc/projecthub/dusnoki/arduino-ultrasonic-sensor-hc-sr04-full-build-and-code-73614d*
- *http://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/*

http://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/

Exemplo 11 – Controlando um Motor de Passo com Potenciômetro

O Motor de passo é um motor elétrico que não possui escovas ou comutadores, permitindo assim uma vida longa sem tantos desgastes. O rotor (parte móvel) constitui-se de um ou mais imãs permanentes. No estator (parte fixa) encontram-se duas ou mais bobinas, dependendo do tipo de motor. O controle do motor é feito por um circuito eletrônico que aciona repetidamente as bobinas numa sequência que permite o giro do rotor. Cada pulso enviado para o circuito, faz com que o motor avance um passo. O sentido de rotação do motor é controlado também pela sequência e pela polarização das bobinas. A velocidade que o rotor gira é determinada pela frequência dos pulsos do circuito de controle. Quanto maior a frequência, maior será o RPM.

Informações sobre o Motor de Passo 28BYJ-48:

Esse motor é Unipolar pois possui 4 enrolamentos que chamamos de fases. Em uma das pontas das fases, todas estão conectadas juntas (fio comum). Portanto, esse motor não pode ser usado em Drivers para motores Bipolares (com duas fases somente). Interessante, que ele pode ser alimentado com 5V e consome baixa corrente, o que facilita a montagem.

Algumas características do motor:

- Tensão de operação : 5V CC
- Número de fases : 4

- Razão da variação de velocidade : 1/64 (mecanismo de redução)
- Angulo do passo : 5,625 graus => 64 passos/volta (360/64=5,625)
- Resistência CC : 23 ohms
- Frequência : 100 Hz
- Torque de tração: > 34,3 mN.m

OBS: a resistência medida nas bobinas do motor foi de 23 ohms. Assim podemos deduzir o consumo estático de corrente em cada bobina :

I = V / R = 5V / 23 ohms = 217 mA

Nesse tipo de motor, cada fase é energizada por um circuito driver num único sentido de corrente. Isto é, uma extremidade do enrolamento será sempre positiva e a outra sempre negativa. A desvantagem do motor unipolar é que tem menos torque do que o bipolar similar, pois sempre terá no máximo, a metade das fases energizadas. Daí pode-se concluir que tem 50% da eficiência em relação ao bipolar.

Esse motor tem uma caixa de engrenagens para redução da rotação do eixo, mas que permite um aumento no torque. Veja abaixo a caixa de engrenagens desmontada. A relação de redução é de 63,68 , isto é para cada giro do eixo reduzido, são necessárias 63,68 voltas do motor de passo interno. Como o motor de passo (interno) precisa de 64 passos para dar uma volta, são necessários 64 x 63,68 = 4075 passos aproximadamente para um giro do eixo reduzido.

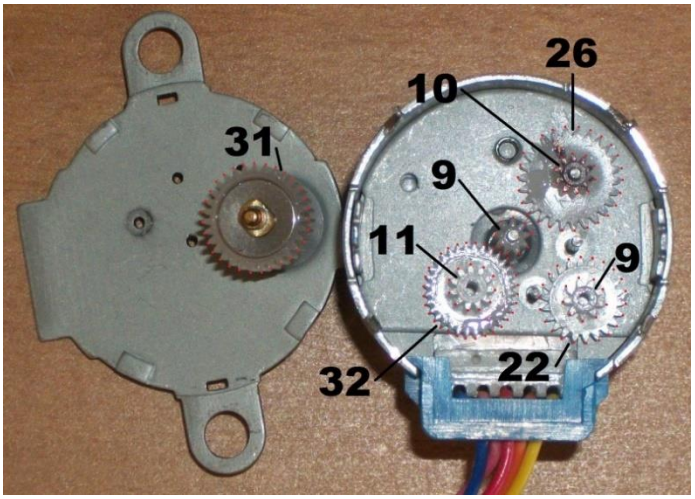
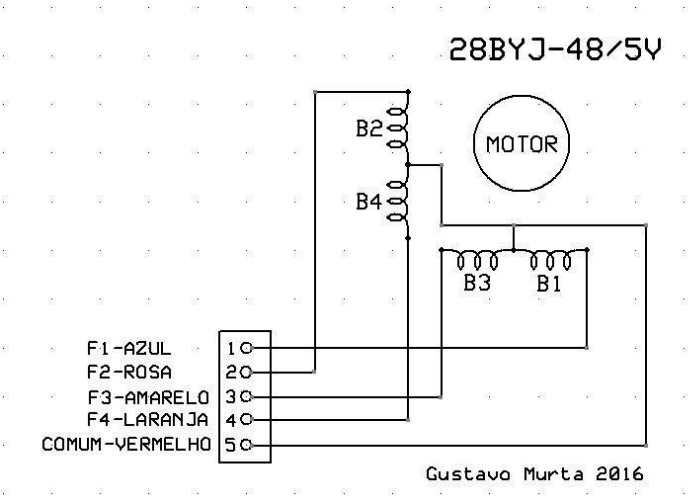


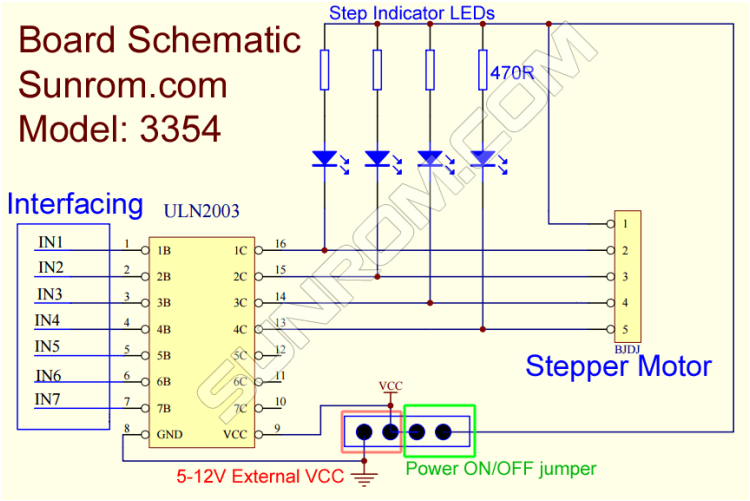
Diagrama do motor 28BYJ-48:



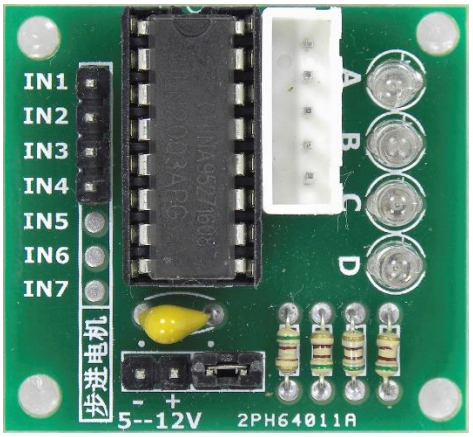
Informações sobre o Módulo Driver ULN2003:

O único chip no módulo é o ULN2003. Esse chip possui um conjunto de sete drivers de transistores Darlington que permitem o acionamento de cargas indutivas. Todas as saídas tem o coletor aberto e diodos de supressão (Clamp) . Os transistores suportam tensões de até 50V e correntes de até 500 mA. Todas as entradas IN1, IN2,IN3 e IN4 são compatíveis com sinais TTL e CMOS, com limite de 5V. O pino comum tem que ser conectado na tensão de alimentação do motor. Nesse caso é conectado no 5V.

Esse é o diagrama da placa de circuito do Módulo ULN2003APG :



Pinos do Módulo ULN2003APG :



O pino mais à esquerda na parte inferior (-) do módulo é o terra (veja foto acima). Esse terra tem que ser conectado ao terra da fonte e ao terra do Arduino. O pino (+) no caso do Motor 28BYJ-48, tem que ser conectado ao positivo de uma fonte de 5V (preferencialmente de 1 Ampére). Não recomendo que conecte no 5V do Arduino, pois poderá sobrecarregar o regulador de tensão do mesmo. O jumper Power ON/OFF é usado para ligar ou desligar o motor.

Os quatro leds vermelhos (A,B,C e D) são usados para indicar o acionamento de cada um dos drivers (fases do motor). Mesmo que o diagrama mostre sete entradas, somente quatro podem ser usadas e somente essas tem pinos no conector (IN1,IN2,IN3 e IN4).

Muita atenção ao conectar a alimentação nos pinos. Uma ligação incorreta poderá danificar o driver ou o motor.

Motor de Passo – modos de operação:

Para um motor de Passo Unipolar, temos alguns modos de operação. Temos o **modo Passo completo com alto torque** (Full step), o **modo Passo completo com baixo torque** (Wave Step), o **modo Meio Passo** (half step) e **Micro-passo** (Micro stepping).

No caso do Micro passo, a corrente nos enrolamentos deve ser alterada. Como o nosso circuito não permite o controle da corrente, esse modo de operação não se aplica para esse driver.

Passo completo com alto torque (Full step): - Duas Fases são acionadas ao mesmo tempo.

Step	ϕ4	ϕ3	ϕ2	ϕ1
0	0	0	1	1
1	0	1	1	0
2	1	1	0	0
3	1	0	0	1

Passo completo com baixo torque (Wave Step): - Somente uma Fase acionada de cada vez.

Step	ϕ4	ϕ3	ϕ2	ϕ1
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	1	0	0	0

Meio Passo (half step): - Na sequência de oito passos, em alguns passos temos somente uma fase acionada e em outros passos, temos duas fases acionadas.

Step	ϕ4	ϕ3	ϕ2	ϕ1
0	0	0	0	1
1	0	0	1	1
2	0	0	1	0
3	0	1	1	0
4	0	1	0	0
5	1	1	0	0
6	1	0	0	0
7	1	0	0	1

Montagem do Motor e do Driver com Arduino:

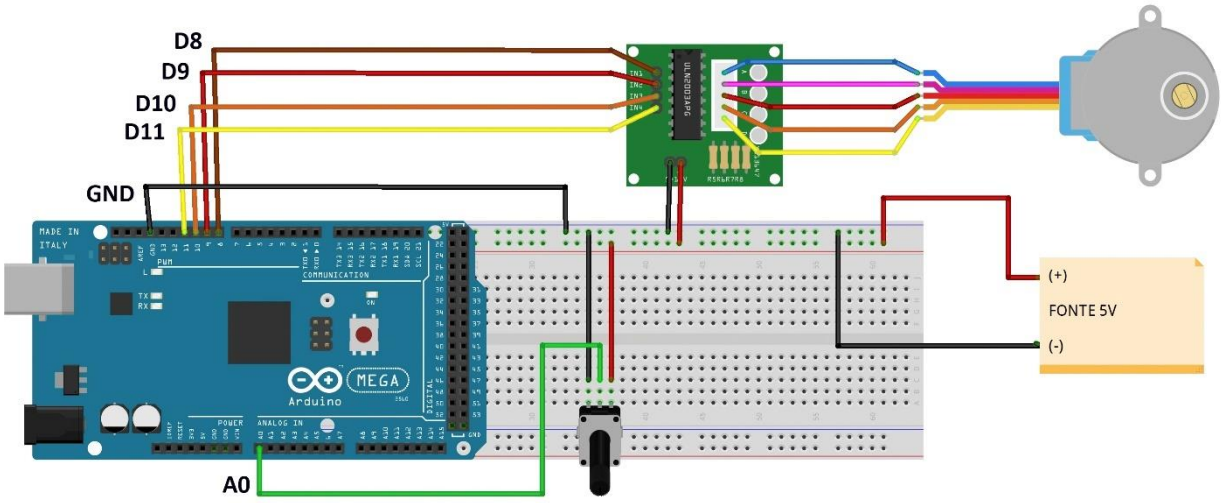
Esse motor de passo pode ser usado em inúmeras aplicações. Nesse caso, como a rotação é baixa, pode ser usado em uma mini Plotter, uma mini CNC Laser, controle de movimento de câmera fotográfica e muito mais.

Nessa montagem do Kit , o Skecth usará a Biblioteca **AccelStepper.** Para instalar a nova Biblioteca, clique em **Sketch > Incluir Biblioteca > Gerenciar Bibliotecas** .

Após abrir a janela do **Gerenciador de Biblioteca**, refine a busca digitando o nome da biblioteca. Na biblioteca selecionada, clique em **More Info** e depois em Instalar. Após alguns segundos, ela será automaticamente instalada. Lembre-se que o seu computador precisa estar conectado na internet. Após a instalação da biblioteca, é necessário que feche e abra novamente o programa Arduino IDE.

Nessa aplicação, gire o potenciômetro e o motor irá acompanhar o movimento do mesmo (giro total de 180 graus do eixo do motor). Use um potenciômetro de 10 K ohms. Recomendo que use uma fonte externa de 5V (não incluída no KIT) para alimentar o driver e o motor.

Diagrama do circuito :



Esse é o Sketch da aplicação:

```
// Exemplo 11 - Motor de passo unipolar 28BYJ-48 + Driver ULN2003
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED
// Baseado em AccelStepper/ProportionalControl 8pde-example


#include <AccelStepper.h>          // biblioteca AccelStepper

#define ANALOG_PIN A0              // pino A0 para leitura da tensão do Potenciometro

AccelStepper motorPasso (AccelStepper::FULL4WIRE, 8, 10, 9, 11);  // Passo completo

void setup()
{
  motorPasso.setMaxSpeed(500);              // maxima velocidade = 500 pulsos/seg
}

void loop()
{
  int analog_in = analogRead(ANALOG_PIN);   // lendo a tensão do pino A0 do Arduino
  motorPasso.moveTo(analog_in);             // gira o eixo do motor X pulsos
  motorPasso.setSpeed(100);                 // velocidade = 100 pulsos por segundo
  motorPasso.runSpeedToPosition();          // gira o eixo para a posição definida
}
```

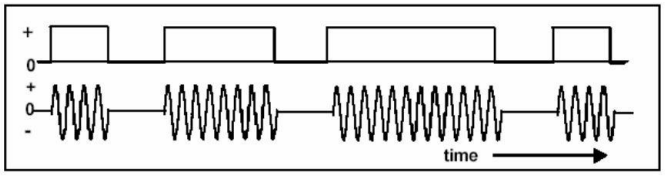
Referências:

- *http://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-motor-de-passo-28byj-48-driver-uln2003/*
- *http://blog.eletrogate.com/driver-a4988-motor-de-passo-usando-o-arduino/*

Exemplo 12 – Comunicação sem Fio com Transmissor e Receptor RF

Esse conjunto de Módulos de transmissão(TX) e recepção(RX) de RF 433 MHz serve para o envio de dados digitais entre dois Arduinos (ou outro tipo de Microcontrolador). A comunicação é unidirecional , isto é, os dados são enviados pelo transmissor e recebidos pelo receptor.

A tipo de modulação da portadora de Radio frequência é o **ASK (amplitude shift keying)** - modulação por chaveamento de amplitude. Isto é, quando existe o Bit 1 a portadora transmite o sinal de 433 MHz. Quando o Bit é zero, nenhum sinal é transmitido.

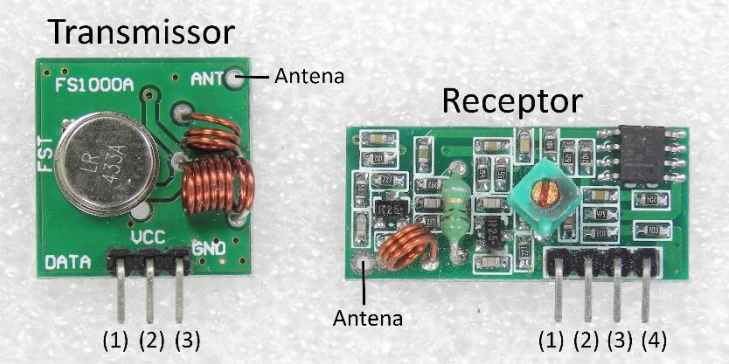


Referência : http://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/09/ASKnFSK.pdf

Essas são algumas aplicações para esses módulos RF 433 MHz :

- transmissão de dados à curta distância,
- controle remoto,
- automação residencial,
- sistema de segurança - Alarme,
- Registro remoto de dados (Log).

Pinagem dos Módulos TX /RX de 433 MHz :



Modulo Transmissor - pinagem:

1. Data - pino de transmissão de dados

2. VCC - pino de alimentação : 3 a 12 V

3. GND - terra

Módulo Receptor - pinagem :

1. VCC - pino de alimentação : 5V

2. Data - pino de recepção de dados

3. Data - idem - conectado ao pino 2

4. GND – terra

Especificações dos Módulos TX /RX de 433 MHz :

Módulo Transmissor 433 MHz (FS1000A) :

Corrente de operação : 20 a 28 mA

Frequencia de operação : 433,92 MHz

Potência de saída: 10mW

Taxa de transferência < 4Kbps

Tensão de operação : 3 a 12 V

Alcance da transmissão < 100 m (com antena, sem obstáculos)

Antena externa : fio com 17,3 cm

Módulo Receptor 433 MHz (XY-MK-5V) :

Tensão de operação : 5 V (somente)

Frequencia de operação : 433,92 MHz

Corrente de operação : 4 mA

Sensibilidade de recepção : -105DB

Antena externa : fio com 17,3 cm

Sobre as Antenas dos Módulos TX e RX :

Para um perfeito funcionamento dos módulos de RF 433 MHz, é necessário a instalação das antenas tanto no transmissor quanto no receptor. Sabendo-se que a frequência da portadora é de 433,92 MHz e a velocidade da onda eletromagnética no espaço é de 3 x 10^8 m/s , o comprimento de onda é :

$$\lambda = v/f = 300.000.000 / 433.920.000 = 0,69 \text{ metros}$$

Usando uma antena com 1/4 do comprimento de onda :

$$D = 0,69 \text{ m} / 4 = 17,28 \text{ cm}$$

Portanto solde fios rígidos de aproximadamente 17,3 cm nos locais indicados na foto dos módulos. Uma antena para o transmissor e outra para o receptor, ambas com o mesmo tamanho.

Transmitindo dados entre dois Arduinos :

Os primeiros tutoriais que descobri na WEB sobre o uso desses módulos TX/RX RF 433 MHz , usavam a biblioteca **VirtualWire**. Mas no site do idealizador dessa Biblioteca, ele indica outra biblioteca mais recente - a **RadioHead,** que permite o uso de vários tipos de módulos de comunicação.

https://github.com/adafruit/RadioHead

https://github.com/adafruit/RadioHead

Para instalar a Biblioteca RadioHead:

Baixe o arquivo :

http://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/09/RadioHead-master.zip

http://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/09/RadioHead-master.zip

http://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/09/RadioHead-master.zip

- Na Arduino IDE, clique em Sketch > Adicionar Biblioteca > Incluir Biblioteca.zip
- Adicione o arquivo zipado da biblioteca.
- Feche e abra novamente a Arduino IDE, para ativar a biblioteca.

Bem interessante essa biblioteca, e funcionou perfeitamente nos meus testes. Ela poderá ser adaptada para a sua aplicação, enviando dados entre dois Arduinos. Usando os módulos com antenas, o alcance poderá ser expressivo. Lembrando que quanto maior a tensão de alimentação do módulo transmissor, maior será a potência de RF a ser transmitida e portanto maior alcance (limite : 12V).

Como visto nas especificações do módulo TX, a taxa de transmissão de dados é relativamente baixa (< 4000 bps). Mas para aplicações como o envio de dados de um sensor, por exemplo, essa biblioteca poderá ser usada.

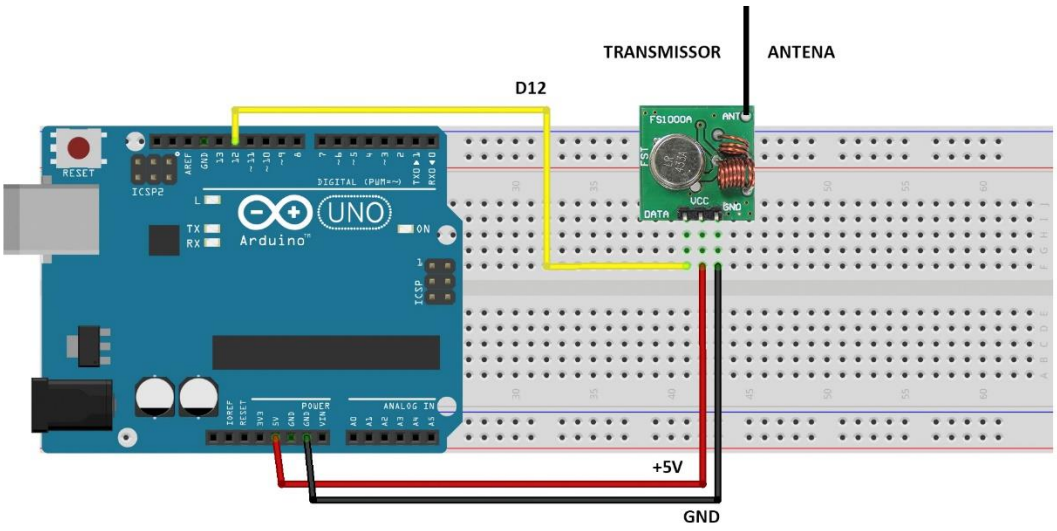
Montagem do Módulo Transmissor RF 433 MHz:

O Módulo Transmissor poderá ser montado com um Arduino Uno ou Mega. A alimentação do módulo Transmissor poderá ser de até 12V, para um maior alcance.

Esse é o Sketch para ser gravado no Arduino conectado ao Módulo Transmissor. Uma mensagem de teste será enviada à cada meio segundo.

http://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/09/RF433askTX.ino

```
// Exemplo 12 – Módulos RF – Transmissor e Receptor – 433 MHz
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED
// Arduino Transmissor

#include <RHReliableDatagram.h>                    // biblioteca Radiohead reliableDatagram
#include <RH_ASK.h>                                // biblioteca Radiohead ASK
#include <SPI.h>                                   // biblioteca SPI

#define TX_ADDRESS 1                               // endereço do transmissor
#define RX_ADDRESS 2                               // endereço do recept

RH_ASK driver;                                     // instância RH ASK
RHReliableDatagram gerente(driver, TX_ADDRESS);    // configurando o gerenciador

uint8_t count = 1;                                 // contador
uint8_t data[] = "Mensagem de teste";              // mensagem a ser enviada
uint8_t buf[RH_ASK_MAX_MESSAGE_LEN];               // buffer da mensagem

void setup()
{
  Serial.begin(9600);                              // inicializa console serial 9600 bps
  if (!gerente.init())                             // se a inicialização do gerenciador falhar
    Serial.println("Falha na inicializacao");      // print na console serial
}

void loop()
{
  Serial.print("Transmitindo mensagem n. ");                // print na console serial
  Serial.println(count);                                    // print do contador
  if (!gerente.sendtoWait(data, sizeof(data), RX_ADDRESS))  // se gerenciador enviar mensagem
  {
    count++;                                                // incrementa contador
  }
  delay(500);                                               // atraso 0,5 segundos
}
```

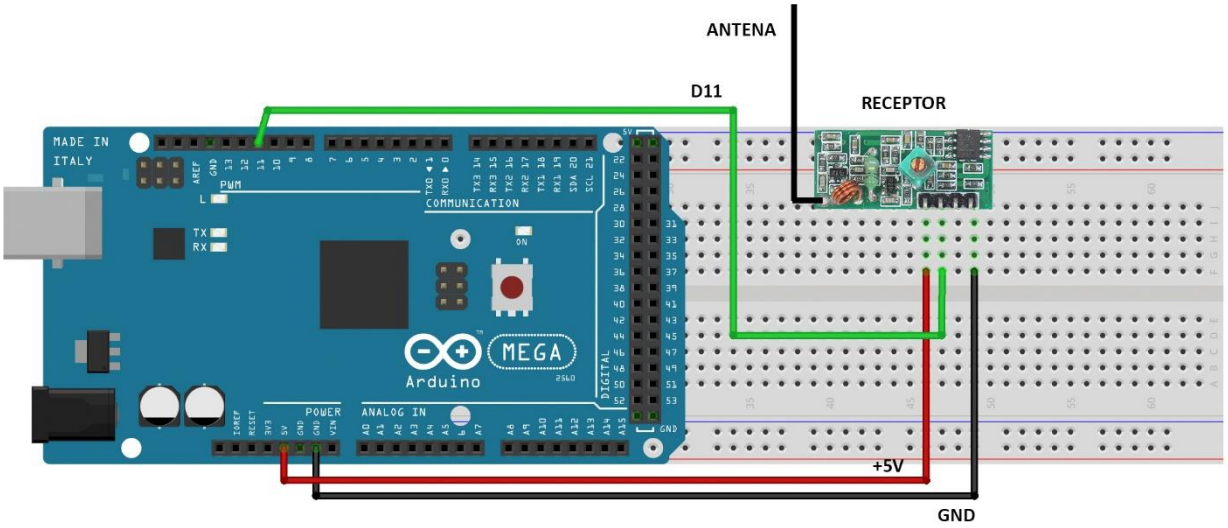


Módulo Transmissor RF 433 Mhz

Sketch do Módulo Transmissor :

Montagem do Módulo Receptor RF 433 MHz:

O Módulo Receptor pode ser montado com um Arduino Uno ou Mega.



Módulo Receptor 433 MHz

Esse é o Sketch para ser gravado no Arduino conectado ao Módulo Receptor. Uma mensagem de teste será recebida à cada meio segundo.

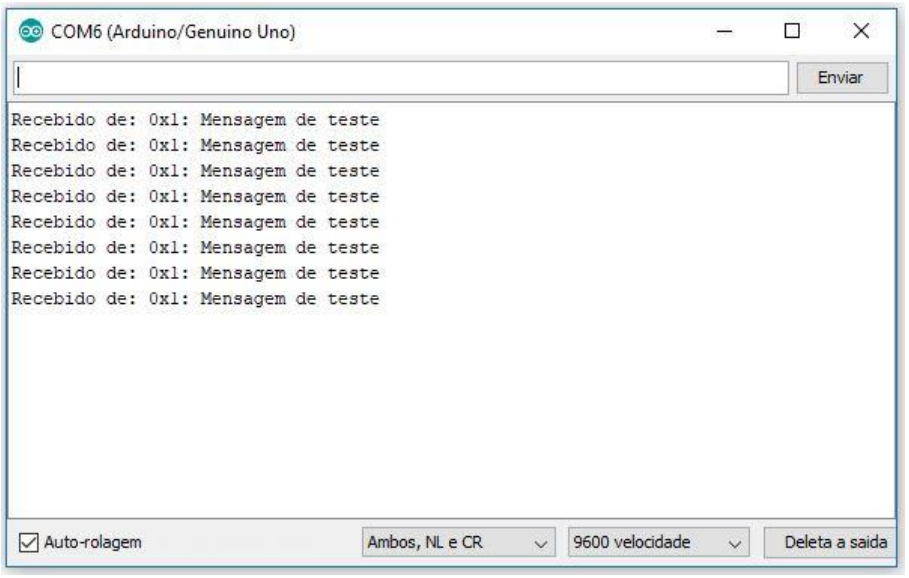
Durante os testes iniciais, coloque o transmissor perto do Receptor. Depois faça o teste distante um do outro. Obstáculos como paredes maciças, portões metálicos poderão prejudicar a recepção. Uma transmissão ao ar livre poderá ter um alcance bem maior.

http://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/09/RF433askRX.ino.ino

Sketch do Modulo Receptor:

```
// Exemplo 12 – Módulos RF – Transmissor e Receptor – 433 MHz
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED
// Arduino Receptor

#include <RHReliableDatagram.h>                    // biblioteca Radiohead reliableDatagram
#include <RH_ASK.h>                                // biblioteca Radiohead ASK
#include <SPI.h>                                   // biblioteca SPI

#define TX_ADDRESS 1                               // endereço do transmissor
#define RX_ADDRESS 2                               // endereço do receptor

uint8_t count = 0;                                 // contador
uint8_t buf[RH_ASK_MAX_MESSAGE_LEN];               // buffer da mensagem
uint8_t tamanho;                                   // tamanho da mensagem
uint8_t from;                                      // endereço de quem transmite

RH_ASK driver;                                     // instância RH ASK
RHReliableDatagram gerente(driver, RX_ADDRESS);    // configurando o gerenciador

void setup()
{
  Serial.begin(9600);                              // inicializa console serial 9600 bps
  if (!gerente.init())                             // se a inicialização do gerenciador falhar
    Serial.println("Falha na inicializacao");      // print na console serial
}

void loop()
{
  if (gerente.available())                         // se gerenciador estiver ativo
  {
    tamanho = sizeof(buf);                         // determina o tamanho do buffer
    if (gerente.recvfromAck(buf, &tamanho, &from))  // se o gerenciador receber mensagem
    {
      Serial.print("Recebido de: 0x");             // print na console serial
      Serial.print(from, HEX);                     // print do endereço do transmissor em
Hexadecimal
      Serial.print(": ");                          // print na console serial
      Serial.println((char*)buf);                  // print da mensagem recebida
    }
  }
}
```

Essa é a tela da Console Serial da IDE do Arduino Receptor (9600 bps), com as mensagens recebidas:



Referências de projetos interessantes com os Módulos de RF 433 MHz :

- *http://labdegaragem.com/forum/topics/desvendando-controle-remoto-rf*
- *http://blog.eletrogate.com/guia-basico-dos-modulos-tx-rx-rf-433mhz/*
- *https://acturcato.wordpress.com/*

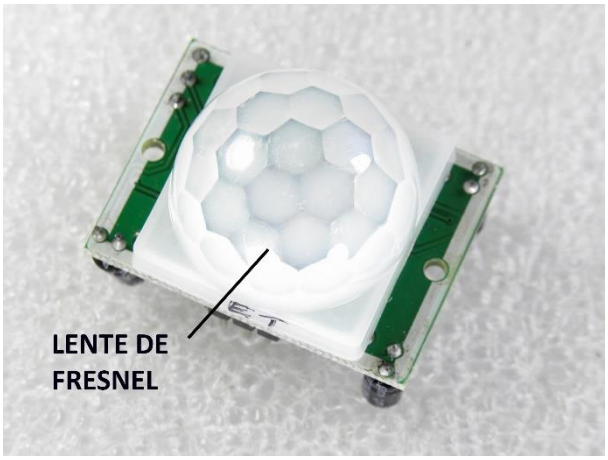
Exemplo 13 – Alarme com Buzzer e Sensor de Presença

O Módulo Sensor de presença usa um componente eletrônico piroelétrico passivo, sensível às variações de luz de raios infravermelhos – PIR (passive infrared). Sabemos que todos seres vivos emitem radiações de infravermelho, imperceptíveis ao olho humano. Dessa forma, esse sensor é capaz de detectar a presença de pessoas ou animais dentro de um ambiente.

https://en.wikipedia.org/wiki/Passive_infrared_sensor

Sob o sensor PIR existe uma lente de Fresnel que amplia a luz infravermelha recebida. Quando o ser vivo monitorado está em movimento, algumas variações na intensidade da luz são percebidas pelo circuito do módulo. Ao atingirem um determinado nível pré-configurado, o circuito dispara o sensor.

https://pt.wikipedia.org/wiki/Lente_de_Fresnel



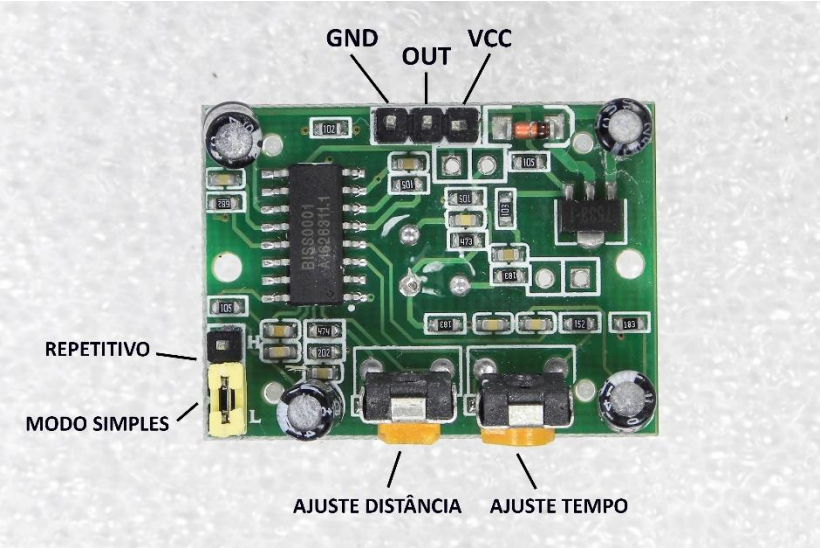
Especificações do Módulo PIR DYP-ME003:

- Sensibilidade e tempo ajustáveis
- Ângulo máximo de detecção = 110 °
- Tensão de Operação **VCC** : 4,5-20V
- Corrente estática: 50 uA
- Tensão de dados **OUT**: 3,3V (Alto) e 0V (Baixo)
- Distância detectável: 3-7m (Ajustável)
- Tempo de Atraso: 5 a 300seg (Default: 5seg)
- Tempo de Bloqueio: 2,5seg (Default)
- Dimensões: 3,2 x 2,4 x 1,8cm

https://www.elecfreaks.com/wiki/index.php?title=PIR_Motion_Sensor_Module:DYP-ME003

Aplicações sugeridas para o Módulo PIR:

- Sistemas de alarme de presença ou movimento,
- Disparo automáticos de câmera fotográfica – Camera Trap,
- Automação residencial – acionamento de lâmpadas,



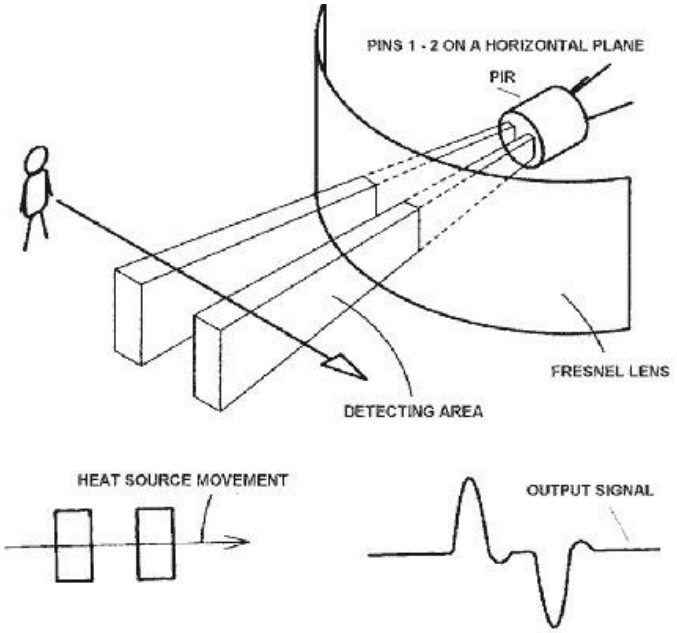
Modulo PIR DYP-ME003

OBS: alguns fabricantes podem inverter os pinos VCC com GND. Veja a identificação na placa.

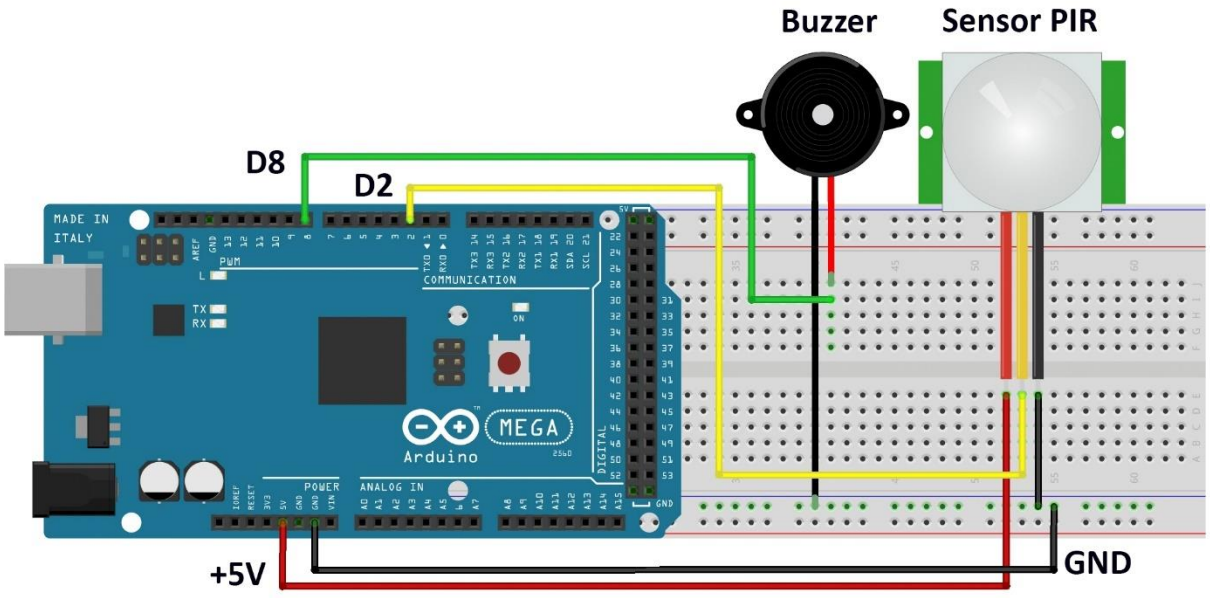
- Potenciômetro para ajuste do Tempo de atraso do disparo
  - Tempo de atraso mínimo de 5 segundos e máximo de 300 segundos
- Potenciômetro para ajuste de sensibilidade (distância)
  - A distância poderá ser ajustada entre 3 e 7 metros
- Jumper modo de disparo:
  - modo de disparo simples (posição L)
  - modo de disparo repetitivo (posição H = default)

Como funciona o Módulo PIR:

O sensor Piroelétrico possui duas áreas de "visão", sensíveis às radiações infravermelhas. As lentes de Fresnel focalizam as ondas de radiações para sobre o sensor. Quando o sensor está ocioso, ambas áreas sensíveis detectam a mesma quantidade de radiação. Quando um corpo quente como um ser humano ou animal passa na frente do sensor, variações nas quantidades de energia são percebidas pelo mesmo. Essas variações fazem o circuito disparar a saída OUT com um nível de tensão de 3,3V. A duração do pulso positivo nessa saída pode ser ajustada no potenciômetro TEMPO, entre 5 e 300 segundos. No potenciômetro de DISTÂNCIA ou sensibilidade, pode-se ajustar a distância entre o sensor e a pessoa, entre 3 e 7 metros. No modo simples, a partir de um disparo a saída se mantem alta durante o tempo ajustado. No modo repetitivo, os disparos se sobrepõem e assim a duração do pulso de saída será maior.



Montagem do Módulo PIR com Arduino:



```
// Exemplo 13 – Modulo Sensor de Presença PIR
// Apostila Eletrogate - KIT ADVANCED


int sensorPIR = 2;           // Pino ligado ao sensor PIR
int buzzer = 8;              // Pino ligado a sirene Buzzer
int disparo;                 // Variavel de disparo do sensor
int frequencia = 4000;       // Frequencia do apito em Hertz
int duracao = 500;           // Duração do apito em milisegundos


void setup()
{
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);        // Define LED embutido D13 como saída
  pinMode(sensorPIR, INPUT);           // Define pino do sensor PIR D2 como entrada
  pinMode(buzzer, OUTPUT);             // define pino da sirene buzzer D8 como saída
  delay(5000);                         // tempo necessário para o módulo PIR se inicializar 5 segundos
}

void loop()
{
  disparo = digitalRead(sensorPIR);          // Le o valor da saída do sensor PIR
  if (disparo == LOW)                        // Se saída tem nível baixo
  {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);          // LED embutido permanece apagado
  }
  else                                       // Se a saída tem nível alto
  {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);         // LED embutido acende
    tone(buzzer, frequencia, duracao);       // Buzzer apita
  }
}
```

Para o funcionamento do circuito, ajuste os potenciômetros de Tempo e Distancia para a posição mínima (gire tudo para o sentido anti-horário) . Dessa forma o tempo de duração será de aproximadamente 5 segundos e a distância de percepção será de 3 metros. Insira o jumper de modo para a posição H, para que o sensor fique mais perceptível. Despois dos testes, faça as suas modificações.

Quando o sensor perceber a presença de alguém, o LED embutido no Arduino (D13) acenderá e a sirene Buzzer apitará na frequência de 4000 Hz.

Com essa montagem, usando o relé do exemplo 7 poderá implementar um sistema de alarme ou automação residencial.

Considerações finais

Essa apostila tem por objetivo apresentar alguns exemplos básicos sobre como utilizar os componentes do Kit Arduino ADVANCED, a partir dos quais você pode combinar e fazer projetos mais elaborados por sua própria conta.

Nas seções de referências de cada exemplo e nas referências finais, também tentamos indicar boas fontes de conteúdo objetivo e com projetos interessantes. Sobre isso ponto, que consideramos fundamental, gostaríamos de destacar algumas fontes de conhecimento que se destacam por sua qualidade.
O fórum oficial Arduino possui muitas discussões e exemplos muito bons. A comunidade de desenvolvedores é bastante ativa e certamente pode te ajudar em seus projetos. No Project Hub poderá encontrar milhares de projetos com Arduino.

- Fórum oficial Arduino*: https://forum.arduino.cc/*
- Project Hub Arduino : *https://create.arduino.cc/projecthub*

O Instructables é a ótima referência do mundo maker atual. Pessoas que buscam construir suas próprias coisas e projetos encontram referências e compartilham suas experiências no site.

- Instructables: *https://www.instructables.com/*

O Hackster.IO e o Hackaday.IO também tem inúmeros projetos bem interessantes.

- Hackster.IO: *https://www.hackster.io/projects*
- Hackaday.IO: *https://hackaday.io/projects*

O Maker pro é outro site referência no mundo em relação aos projetos com Arduino. Há uma infinidade de projetos, todos bem explicados e com bom conteúdo.

- Maker pro*: https://maker.pro/projects/arduino*

Em relação à eletrônica, teoria de circuitos e componentes eletrônicos em geral, deixamos alguns livros essenciais na seção finais de referências. O leitor que quer se aprofundar no mundo da eletrônica certamente precisará de um livro basilar e de bons conhecimentos em circuitos eletro-eletrônicos.
No mais, esperamos que essa apostila seja apenas o início de vários outros projetos e, quem sabe, a adoção de Kits mais avançados, como o de **Robótica**. Qualquer dúvida,

sugestão, correção ou crítica a esse material, fique à vontade para relatar em nosso blog oficial:

http://blog.eletrogate.com/

Referências gerais

1. Fundamentos de Circuitos Elétricos. Charles K. Alexander; Matthew N. O. Sadiku. Editora McGraw-Hill.
2. Circuitos elétricos. James W. Nilsson, Susan A. Riedel. Editora: Pearson; Edição: 8.
3. Microeletrônica - 5ª Ed. - Volume Único (Cód: 1970232). Sedra,Adel S. Editora Pearson.
4. Fundamentals of Microelectronics. Behzad Razavi. Editora John Wiley & Sons; Edição: 2nd Edition (24 de dezembro de 2012).

Abraços e até a próxima!

Vitor Vidal
Engenheiro eletricista, mestrando em eng. elétrica e apaixonado por eletrônica, literatura, tecnologia e ciência. Divide o tempo entre pesquisas na área de sistemas de controle, desenvolvimento de projetos eletrônicos e sua estante de livros.

Partes editadas por Vitor Vidal :
Parte I - Revisão de circuitos elétricos e componentes básicos
Parte III - Seção de Exemplos Práticos - Exemplos 1 ao 8 e 10.

Gustavo Murta
Consultor e Projetista de Sistemas Embarcados.
Técnico em eletrônica, formado em Curso superior de TPD, pós-graduado em Marketing. Trabalhou por muitos anos na IBM na área de manutenção de computadores de grande porte. Aposentou-se, podendo curtir o que mais gosta : estudar e ensinar Tecnologia. Hobbista em eletrônica desde 1976. Gosta muito de Fotografia e Observação de aves.

Revisão de todas as partes editadas por Vitor Vidal.
Partes editadas por Gustavo Murta :
Parte II – ARDUINO MEGA 2560
Exemplo 9 - Display LCD 16x2

Exemplo 11 – Motor de passo unipolar 28BYJ-48 + Driver ULN2003
Exemplo 12 – Módulos RF – Transmissor e Receptor – 433 MHz
Exemplo 13 – Módulo Sensor de presença PIR

APOSTILA KIT

ARDUINO ADVANCED

Esta apostila acompanha o **Kit ARDUINO ADVANCED** da Eletrogate, e contém conteúdos relacionados a todos os componentes do Kit.

WWW.ELETROGATE.COM

ELETROGATE