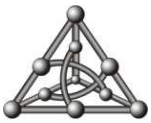
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Computação - FACOM



SubProjeto DesTaCom
Despertando Novos Talentos em Computação no MS
Atividade Arduino

Equipe:
Hewerson Antonio Perdomo Jacquet
Luana Loubet Borges
Ricardo Espindola de Aguiar
Riccieli Kendy Zan Minakawa
Ricardo Ribeiro dos Santos

1 Introdução

O projeto "Arduino"[1] teve início na cidade de Ivrea, Itália, em 2005, objetivando a efetivação de projetos de estudantes menos onerosa. O fundadores do projeto, Massimo Banzi e David Cuartielles denominaram "Arduino" em homenagem a "Arduin de Ivrea" um antepassado histórico da cidade de Ivrea.

Arduino é um kit de desenvolvimento *open-source* baseado em uma placa de circuito impresso dotada de vários recursos de interfaceamento (pinagem de entrada e saída) e um microcontrolador Atmel AVR. É um projeto descendente da plataforma Wiring que foi concebida com o objetivo de tornar o uso de circuitos eletrônicos mais acessível em projetos multidisciplinares. A linguagem Wiring foi criada por Hernando Barragán em sua dissertação de mestrado no Instituto de Projetos Interativos de Ivrea sob a supervisão de Massimo Banzi e Casey Reas.

A linguagem usada para programação do Arduino é baseada na linguagem adotada em Wiring (sintaxe + bibliotecas), e muito similar a C++ com pequenas modificações. O ambiente de desenvolvimento adotado é baseado em Processing.

Atualmente, pode-se comprar um kit Arduino em diferentes versões. Também são disponibilizadas informações do projeto do hadware para aqueles que desejam montar seu próprio kit Arduino.

Além do ambiente de programação para o Arduino, existem outros softwares que podem facilitar o entendimento e documentação dessa tecnologia:

- Fritzing[2] é um ambiente de desenvolvimento de software dentro do projeto Arduino e possibilita que os usuários possam documentar seus protótipos e, principalmente, traduzir da prototipação física para um produto.

[1] http://arduino.cc
[2] http://fritzing.org/

- Miniblog[3] é um ambiente de desenvolvimento gráfico para Arduino. O principal objetivo é auxiliar o ensino de programação e, em especial, o ensino de robótica em nível de ensino médio.

2 O Kit de Desenvolvimento Arduino - Arduino MEGA 2560

O Arduino Mega 2560 é kit de desenvolvimento baseado no microcontrolador ATmega2560 que possui 54 entradas digitais/saídas de pinos, das quais 14 podem ser usadas como saídas PWM de 8 bits, 16 entradas analógicas, 4 UARTs que são portas seriais de hardware, um oscilador de cristal 16MHz, uma conexão USB, uma tomada de alimentação, um conector ICSP (In-Circuit Serial Programming), e um botão de reset. Para a utilização do Arduino Mega 2560 é necessário conectá-lo a um computador via cabo USB ou ligá-lo a um adaptador AC para DC ou bateria. Ressalta-se que a utilização do cabo USB é imprescindível quando deseja-se efetuar a programação do kit. O Arduino Mega 2560 (Figura 1) é evolução do Arduino Mega que usa o microcontrolador ATmega 1280.

Figura 1: Arduino Mega 2560

A Tabela 1 resume todas as características já citadas e fornece algumas informações cruciais a respeito da utilização do Arduino.

[3]http://blog.minibloq.org/

Microcontrolador	ATmega2560
Tensão de operação	5V
Tensão de entrada (recomendada)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Pinos de entrada e saída (I/O) digitais	54 (dos quais 14 podem ser saídas PWM)
Pinos de entradas analógicas	16
Corrente DC por pino I/O	40mA
Corrente DC para pino de 3,3V	50mA
Memória Flash	256KB (dos quais 8KB são usados para o bootloader)
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidade de Clock	16MHz

Tabela 1: Características do kit Arduino MEGA2560

2.1 Alimentação

O Arduino pode ser alimentado por uma conexão USB ou com uma fonte de alimentação externa que pode ser até uma bateria. A fonte pode ser ligada plugando um conector de 2,1mm, positivo no centro, na entrada de alimentação. Cabos vindos de uma bateria podem ser inseridos nos pinos terra (Gnd) e entrada de voltagem (Vin) do conector de energia. A placa pode operar com alimentação externa entre 6 e 20 volts como especificado na Tabela 1. Entretanto, se a tensão aplicada for menor que 7V o pino de 5V pode fornecer menos de 5 volts e a placa pode ficar instável. Com mais de 12V o regulador de voltagem pode superaquecer e danificar a placa. A faixa recomendável é de 7 a 12 volts.

Os pinos de alimentação são citados a seguir:

- **VIN**. Relacionado à entrada de voltagem da placa Arduino quando se está usando alimentação externa (em oposicão aos 5 volts fornecidos pela conexão USB ou outra fonte de alimentação regulada). É possível fornecer alimentação através deste pino ou acessá-la se estiver alimentando pelo conector de alimentação.
- **5V**. Fornecimento de alimentação regulada para o microcontrolador e outros componentes da placa.
- **3V3**. Uma alimentação de 3,3 volts gerada pelo chip FTDI. A corrente máxima é de 50 mA.
- **GND**. Pinos terra.

2.2 Memória

O ATmega2560 tem 256 KB de memória flash para armazenamento de código (dos quais 8 KB é usado para o bootloader), 8 KB de SRAM e 4 KB de EEPROM (que pode ser lido e escrito com a biblioteca EEPROM).

2.3 Entrada e Saída

Cada um dos 54 pinos digitais do kit Arduino Mega 2560 pode ser usado como entrada ou saída, usando as funções de *pinMode()*, *digitalWrite()*, e *digitalRead()*. Eles operam a 5 volts. Cada pino pode fornecer ou receber uma corrente máxima de 40 mA e possui um resistor interno (desconectado por default) de 20-50kΩ.

Além disso, alguns pinos possuem funções especializadas:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX)**. Usados para receber (RX) e transmitir (TX) dados seriais TTL. Pinos 0 e 1 são conectados aos pinos correspondentes do ATmega8U2 chip USB-to-Serial TTL.
- **Interruptores externos: 2 (interruptor 0), 3 (interruptor 1), 18 (interruptor 5), 19 (interruptor 4), 20 (interruptor 3), e 21 (interruptor 2)**. Estes pinos podem ser configurados para disparar uma interrupção por um valor baixo, um limite diminuindo ou aumentando, ou uma mudança no valor. Para mais detalhes veja a função *attachInterrupt()*.
- **PWM**: 0 a 13. Fornecem saída analógica PWM de 8 bits com a função *analogWrite()*.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS)**. Estes pinos dão suporte à comunicação SPI por meio da *biblioteca SPI*. Os pinos SPI também estão disponíveis no conector ICSP que é fisicamente compatível com o Uno, Duemilanove e Diecimila.
- **LED: 13**. Há um LED conectado ao pino digital 13. Quando o pino está em HIGH o LED se acende e quando o pino está em LOW o LED fica desligado.
- **TWI: 20 (SDA) e 21 (SCL)**. Fornecem suporte à comunicação TWI utilizando a *biblioteca Wire*. Note que estes pinos não estão na mesma posição que no Duemilanove ou Diecimila que são outras versões do Arduino.

O Mega2560 tem 16 entradas analógicas, cada uma das quais com 10 bits de resolução (i.e. 1024 valores diferentes). Por padrão elas medem de 0 a 5 volts, embora seja possível mudar o limite superior usando o pino AREF e a função *analogReference()*.

Há ainda um par de pinos diferentes na placa:

- **AREF**. Voltagem de referência para as entradas analógicas. Usados com a função *analogReference()*.
- **Reset**. Marque este valor como LOW para resetar o microcontrolador. Tipicamente usado para adicionar um botão de reset em *shields* que bloqueiam o que há na placa.

2.4 Comunicação

O Arduino Mega 2560 possui várias possibilidades de comunicação com um computador, com outro Arduino ou outros microcontroladores. O ATmega2560 fornece quatro portas de comunicação serial UARTs para TTL (5V). Um chip FTDI FT232RL direciona uma destas portas para a conexão USB e os drivers FTDI (que acompanham o software do Arduino) fornecem uma porta virtual para softwares no computador. O software do Arduino inclui um monitor serial que permite que dados simples de texto sejam enviados da placa Arduino e para a placa Arduino. Os LEDs RX e RT piscarão enquanto dados estiverem sendo transmitidos pelo chip FTDI e pela conexão USB ao computador (mas não para comunicação serial nos pinos 0 e 1).

Uma biblioteca *SoftwareSerial* permite uma comunicação serial em qualquer um dos pinos digitais do Mega 2560.

O ATmega2560 também fornece suporte para comunicação I2C (TWI) e SPI. O software Arduino inclui uma biblioteca *Wire* para simplificar o uso do barramento I2C; Para usar a comunicação SPI veja o *datasheet* do ATmega2560.

2.5 Reset Automático (Software)

Em vez de necessitar de um pressionamento físico do botão de reset antes de um upload, o Arduino Mega 2560 é projetado de modo a permitir que o reset seja feito pelo software executado em um computador conectado. Uma das linhas dos fluxos de controle de hardware (DTR) da ATmega8U2 é conectada diretamente à linha de reset do ATmega2560 através de um capacitor de 100nF. Quando esta linha é acessada (rebaixada), a linha de reset decai por tempo suficiente para resetar o chip. O software Aduino utiliza esta capacidade para possibilitar que novos códigos sejam enviados simplesmente clicando no botão de upload do ambiente de programação do Arduino. Isto significa que o bootloader fica fora do ar por um tempo mais curto, uma vez que o rebaixamento do DTR pode ser bem coordenado com o início do upload.

Esta configuração tem outras implicações. Quando o Mega2560 é conectado a um computador com sistema operacional Mac OS X ou Linux ele é resetado cada vez que uma conexão é feita com o software (via USB). Durante o próximo meio segundo, aproximadamente, o bootloader é executado no Mega2560. Embora seja programado para ignorar dados mal formados (i.e.

qualquer coisa que não seja um upload de novo código), ele irá interceptar os primeiros bytes de dados enviados à placa depois que uma nova conexão seja aberta. Se um programa rodando na placa recebe uma pré-configuração ou outros dados assim que ele começa, certifique-se de que o software com o qual ele se comunica espera meio segundo depois que a conexão seja estabelecida antes de começar a enviar os dados.

O Mega 2560 tem uma trilha que pode ser cortada para desabilitar o auto-reset. Esta trilha pode depois ser unida novamente por solda para reabilitar esta funcionalidade. Esta trilha tem a identificação "RESET-EN". Também é possível desabilitar o auto-reset conectando um resistor de 110Ω de 5V à linha de reset.

2.6 Proteção contra sobrecorrente via USB

O Arduino Mega2560 possui um fusível resetável que protege as portas USB do computador contra curto-circuitos e sobrecorrente. Apesar de muitos computadores possuírem sua própria proteção interna, o fusível resetável dá um grau extra de segurança. Se mais de 500 mA forem drenados ou aplicados na porta USB, o fusível automaticamente abrirá o circuito até que o curto ou a sobrecarga sejam removidos.

2.7 Características Físicas e Compatibilidade com *Shields*

Além das funcionalidades presentes no Arduino Mega 2560, pode-se adicionar kits acessórios diretamente sobre Arduino a fim de utilizar outras características e recursos tecnológicos não apresentados pelo kit. A Figura 2 apresenta a utilização de um kit acessório (*shield*) que implementa o protocolo para comunicação *wireless* ZigBee acoplado ao kit Arduino.

As dimensões máximas de comprimento e largura da placa Mega2560 são 4,0"(101,60 mm) e 2,1"(53,34 mm), respectivamente, com o conector USB e jack de alimentação ultrapassando um pouco as dimensões da placa em si. Três furos para montagem com parafusos permitem montar a placa numa superfície ou caixa. Note que a distância entre os pinos de entrada e saída digitais no. 7 e 8 é de 160 mil (0,16"), não é sequer um múltiplo dos 100 mil (0,10") do espaçamento entre os outros pinos .

O Mega2560 é projetado para ser compatível com a maioria dos shields construídos para o Uno Diecimila ou Duemilanove. Os pinos de entrada e saída digitais 0-13 (e as adjacentes AREF e GND), entradas analógicas 0-5, o conector Power e o ICSP estão todos em posições equivalentes. Além disso, a UART principal (porta serial) está localizada nos mesmos pinos (0 e 1), bem com as interrupções 0 e 1 (pinos 2 e 3, respectivamente). SPI está disponível através do conector ICSP em ambos Arduino Mega 2560 e Duemilanove/Diecimila. Note que o I2C não está localizado nos mesmos pinos no Mega2560 (20 e 21) e no Duemilanove/Diecimila (entradas

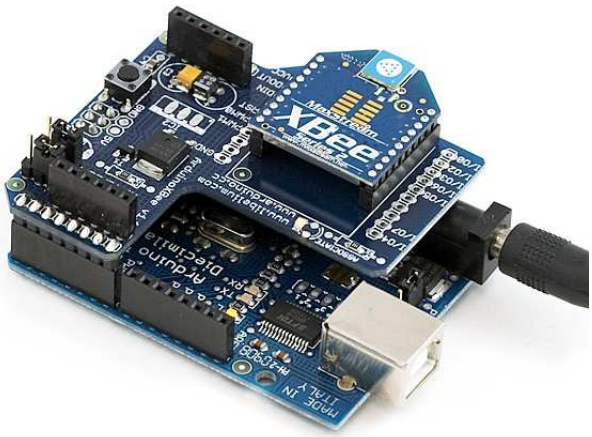


Figura 2: Exemplo de utilização do Arduino com kit Xbee.

analógicas 4 e 5).

3 Desenvolvimento de Programas para o Arduino

3.1 Ambiente de Desenvolvimento

O ambiente de desenvolvimento do Arduino contém um editor de texto para escrita do código, uma área de mensagem, uma área de controle de informações, uma barra de ferramentas com botões para funções comuns e um conjunto de menus. Esse ambiente se conecta ao hardware Arduino para carregar os programas e se comunicar com eles. Os programas escritos usando o ambiente Arduino são chamados de *sketches*. O ambiente de desenvolvimento é escrito em Java e é derivado do ambiente de desenvolvimento para a linguagem *Processing*.

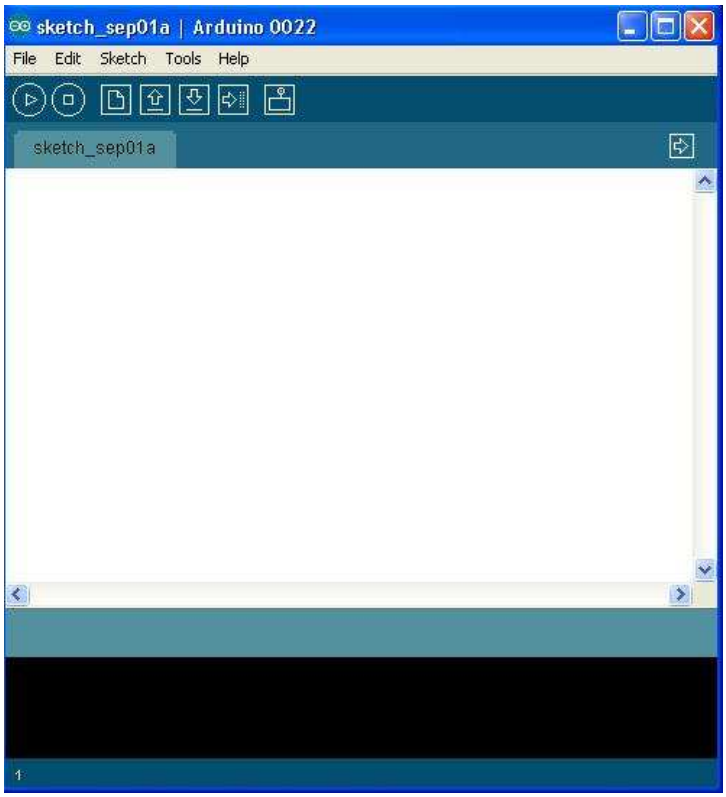


Figura 3: Ambiente de desenvolvimento (IDE) do Arduino

A biblioteca "Wiring" disponibilizada junto com o ambiente de desenvolvimento do Arduino possibilita que os programas sejam organizados em torno de duas funções, embora sejam programas C/C++. As funções necessárias para execução de programas no ambiente do Arduino são:

- setup(): função que é executada uma única vez no início do programa e é usada para iniciar configurações.
- loop(): função que é executada repetidamente até que o kit seja desligado.

O ambiente Arduino usa o conjunto de ferramentas de compilação **gnu C** e a biblioteca **AVR libc** para compilar programas. Usa ainda a ferramenta **avrdude** para carregar programas para o kit de desenvolvimento.

Comandos principais disponíveis através de botões:

(a) **Verify/Compile** - Verifica se seu código tem erros

(b) **Stop** - Para o monitor serial ou desativa outros botões.

(c) **New** - Cria um novo sketch.

(d) **Open** - Mostra uma lista de todos os sketches salvos e abre o que for selecionado.

(e) **Save** - Salva seu sketch.

(f) **Upload to I/O Board** - Compila seu código e carrega para a placa do Arduíno.

(g) **Serial Monitor** - Mostra a informação enviada pela placa do Arduíno.

Comandos adicionais são encontrados através dos menus: File, Edit, Sketch, Tools, Help. As funções disponíveis pelos menus File, Edit e Help são semelhantes a outros programas bem conhecidos e, por isso, não iremos detalhá-las aqui.

menu Sketch

- **Verify/Compile** - Verifica se seu código tem erros
- **Import Library** - Adiciona bibliotecas ao seu programa
- **Show sketchfolder** - Abre a pasta onde o programa está salvo
- **Add File...** - Adiciona um arquivo fonte ao programa. O novo arquivo aparece em uma nova aba

menu Tools

- **Auto format** - Formata o código para uma melhor leitura, alinhando as chaves e indentando seu conteúdo.
- **Board** - Seleciona o kit de desenvolvimento onde deseja-se realizar o projeto.
- **Serial Port** - Mostra todas as portas seriais que o computador possui.
- **Burn Bootloader** - Permite gravar um *bootloader* no kit de desenvolvimento do Arduino.

3.2 Programando para o Arduino: Conceitos e Sintaxe da Linguagem de Programação

Como já exposto, a plataforma de implementação dos programas em Arduino é baseada nas linguagens C/C++, preservando sua sintaxe na declaração de variáveis, na utilização de operadores, na manipulação de vetores, na conservação de estruturas, bem como é uma linguagem sensível ao caso (*case sensitive*) Contudo, ao invés de uma função *main()*, o Arduino necessita de duas funções elementares: *setup()* e *loop()*.

Pode-se dividir a linguagem de programação para Arduino em três partes principais: as variáves e constantes, as estruturas e, por último, as funções.

3.2.1 Elementos de Sintaxe

- **;** *(ponto e vírgula)* sinaliza a separaração e/ou finalização de instruções.
  Sintaxe:

```
instrução;
```

- **{}** *(chaves)* é utilizada para delimitar um bloco de instruções referente a uma função (setup,loop...), a um laço (for, while,...), ou ainda, a uma setença condicional (if...else, switch case...).
  Sintaxe:

```
função/laço/sentença_condicional {
  instruções;
}
```

- *//* *(linhas de comentários simples)* são linhas no programa que são usadas para comentar o modo como o progama trabalha. O conteúdo inserido após um *//* até o final dessa linha é ignorado pelo compilador (portanto essas informações não são exportadas para o processador e não ocupam a memória do chip). O único propósito dos comentários é ajudar a entender (ou relembrar) como o programa funciona.
  Sintaxe:

```
instrução;  // aqui, todo comentário é ignorado pelo compilador
```

- */* */* *(bloco de comentário)* tem por finalidade comentar trechos de código no programa. Assim como as *linhas de comentários simples*, o bloco de comentário geralmente é usado para comentar e descrever funções e resumir o funcionamento do que o programa faz. Todo conteúdo inserido entre */* */* também é ignorado pelo compilador.
  Sintaxe:

```
/* Use o bloco de comentário para descrever,
comentar ou resumir funções
e a funcionalidade do seu programa.
*/
```

- #**define** permite-se dar um nome a uma constante antes que o programa seja compilado. Constantes definidas no Arduino não ocupam espaço em memória no chip. O compilador substitui referências a estas constantes pelo valor definido no momento da compilação. Não deve-se usar ponto-e-vírgula *(;)* após a declaração *#define* e nem inserir o operador de atribuição " = ". Caso inclua-os, o compilador vai acusar erros críticos no final do seu programa.
  Sintaxe:

```
#define nome_constante constante
```

- #**include** é usado para incluir outras bibliotecas no seu programa. Isto permite acessar um grande número de bibliotecas padrão da linguagem C (de funções pré-definidas), e também as bibliotecas desenvolvidas especificamente para o Arduino. De modo similar à *#define*, não deve-se usar ponto-e-vírgula *(;)* no final da sentença.
  Sintaxe:
  `#include <nome_da_biblioteca.h>`
  ou
  `#include "nome_da_biblioteca.h"`

Exemplos com a utilização dessa sintaxe básica serão apresentadas em programas que retrataremos posteriormente nesta apostila.

3.2.2 Setup e Loop

Pode-se dizer que todo código criado para o Arduino deve obrigatoriamente possuir duas funções para que o programa funcione corretamente: a função *setup( )* e a função *loop( )*. Essas duas funções não utilizam parâmetros de entrada e são declaradas como *void*. Não é necessário invocar a função *setup()* ou a função *loop()*. Ao compilar um programa para o Arduino, o compilador irá, automaticamente, inserir uma função *main* que invocará ambas as funções.

setup( )

A função *setup* é utilizada para inicializar variáveis, configurar o modo dos pinos e incluir bibliotecas. Esta função é executada automaticamente uma única vez, assim que o kit Arduino é ligado ou resetado.
Sintaxe:

```
void setup()
{
    .
    :
}
```

loop( )

A função *loop* faz exatamente o que seu nome sugere: entra em looping (executa sempre o mesmo bloco de código), permitindo ao seu programa executar as operações que estão dentro desta função. A função *loop()* deve ser declarada após a função *setup()*
Sintaxe:

```
void loop()
{
    .
    :
}
```

Variáveis e Constantes

3.2.3 Variáveis

Variáveis são áreas de memória, acessíveis por nomes, que você pode usar em programas para armazenar valores, por exemplo, a leitura de um sensor em um pino analógico.
A seguir temos exemplos de alguns trechos de código.

3.2.4 Tipo de dado

Variáveis podem ser de vários tipos:

- **boolean** Variáveis booleanas podem ter apenas dois valores: *true* (verdadeiro) ou *false* (falso).

  Sintaxe:

  ```
  boolean variável = valor
  // valor = true ou false
  ```

  Exemplo:

  ```
  boolean teste = false;
  ...
  if (teste == true)
    i++;
  ...
  ```

- **byte** Um byte armazena um número de 8 bits não assinalado (unsigned), de 0 a 255.

  Sintaxe:

  ```
  byte variavel = valor;
  ```

  Exemplo:

  ```
  byte x = 1;
  byte b = B10010;
  // B é o formato binário
  // B10010 = 18 decimal
  ```

- **char** É um tipo de dado que ocupa 1 byte de memória e armazena o valor de um caractere. Caracteres literais são escritos em ' '(aspas simples) como este: 'N', para cadeia de caracteres use "" (aspas duplas) como este: "ABC". Este tipo de variável pode armazenar os valores em decimal correspondente ao valor *ASCII* do caracter.

Sintaxe:

```
char variavel  = 'caracater';
char variavel = ''frase'';
```

Exemplo:

```
char mychar  = 'N';
// mychar recebe o caracter 'N'
char mychar2 = 78;  // Correspondente ao
//caracter "N" segundo a tabela ASCII
```

- **int** Inteiro é o principal tipo de dado para armazenamento numérico capaz de armazenar números de 2 bytes. Isto abrange a faixa de -32.768 a 32.767.

Sintaxe:

```
int var = valor;
```

Exemplo:

```
int ledPin = 13; //ledPin recebe 13
int x = -150;    //x recebe -150
```

- **unsigned int** Inteiros sem sinal permitem armazenar valores de 2 bytes. Entretanto, ao invés de armazenar números negativos armazenam somente valores positivos abrangendo a faixa de 0 a 65.535. A diferença entre inteiros e inteiros não sinalizados está no modo como o bit mais significativo é interpretado. No Arduino o tipo int (que é sinalizado) considera que, se o bit mais significativo é 1, o número é interpretado como negativo. Os tipos sinalizados representam números usando a técnica **complemento de 2**.

Sintaxe:

```
unsigned int var = val;
```

Exemplo:

```
unsigned int ledPin = 13;
```

- **long** Variáveis do tipo Long têm um tamanho ampliado para armazenamento de números, sendo capazes de armazenar 32 bits (4 bytes), de -2.147.483,648 a 2.147.483.647.

Sintaxe:

```
long variavel = valor;
```

Exemplo:

```
long exemplo  = -1500000000
long exemplo2 = 2003060000
```

- **unsigned long** Longs não sinalizados são variáveis de tamanho ampliado para armazenamento numérico. Diferente do tipo long padrão, os não sinalizados não armazenam números negativos, abrangendo a faixa de 0 a 4.294.967.295.

  Sintaxe:

  ```
  unsigned long variavel = valor;
  ```

  Exemplo:

  ```
  unsigned long var = 3000000000;
  ```

- **float** Tipo de dado para números de ponto flutuante que possibilitam representar valores reais. As variáveis do tipo *float* apresenta uma maior resolução face as variáveis do tipo *int*. Números do tipo float utilizam 32 bits e abrangem a faixa de 3,4028235E+38 a -3,4028235E+38.

  Sintaxe:

  ```
  floar var = val;
  ```

  Exemplo:

  ```
  float sensorCalbrate = 1.117;
  ```

- **double** Número de ponto flutuante de precisão dupla, ocupa 4 bytes. A implementação do double no Arduino é, atualmente, a mesma do float, sem ganho de precisão.

  Sintaxe:

  ```
  double var = val;
  ```

  Exemplo:

  ```
  double x = 1.117;
  ```

- **array** Um array (vetor) é uma coleção de variáveis do mesmo tipo que são acessadas com um índice numérico. Sendo a primeira posição de um vetor V a de índice 0 *(V[0])* e a última de índice $n-1$ *(V[n-1])* para um vetor de n elementos.
  Um vetor também pode ser multidimensional *(matriz)*, podendo ser acessado como: $V[m][n]$, tendo $m \times n$ posições. Assim, temos a primeira posição de V com índice 0,0 *(V[0][0])* e a última sendo $m-1,\ n-1$ *($V[m-1][n-1]$)*.
  Um *array* pode ser declarado sem que seja necessário especificar o seu tamanho.

Sintaxe:

```
tipo_variável var[];
tipo_variável var[] = valor;
tipo_variável var[índice] = valor;
tipo_variável var[][];
tipo_variável var[][índice] = valor;
tipo_variável var[índ][índ] = valor;
```

Exemplo:

```
int  var[6];
int  myvetor[] = {2, 4, 8, 3, 6};
int  vetor[6] = {2, 4, -8, 3, 2};
char message[6] = "hello";
int  v[2][3] = {0 1 7
                3 1 0};
int  A[2][4] = {{2 7}
                {3 2 5 6}};
```

- **string** Strings são representadas como vetor do tipo de dado char e terminadas por *null*(nulo). Por serem terminadas em *null* (código ASCII 0) permite às funções (como Serial.print()) saber onde está o final da string. De outro modo elas continuariam lendo os bytes subsequentes da memória que de fato não pertencem à string. Isto significa que uma string deve ter espaço para um caractere a mais do que o texto que ela contém.

Sintaxe:

```
tipo_variável var[índice] = valor;
```

Exemplo:

```
char Str1[15];
char Str2[5] = {'m','e','g','a'};
char Str3[5] = {'m','e','g','a','\0'};
char Str4[ ] = "arduino";
char Str5[5] = "mega";
```

Como apresentado no exemplo anterior, Str2 e Str5 precisam ter 5 caracteres, embora "mega" tenha apenas 4. A última posição é automaticamente preenchida com o caractere *null*. Str4 terá o tamanho determinado automaticamente como 8 caracteres, um extra para o *null*. Na Str3 nós incluimos explicitamente o caractere *null* (escrito como "\0"). Na Str1 definimos uma string com 15 posições não inicializadas, lembrando que a última posição correspondente à posição 15 é reservada para o caracter *null*.

- **void** A palavra-chave void é usada apenas em declarações de funções. Ela indica que a função não deve enviar nenhuma informação de retorno à função que a chamou. Como exemplo de funções declaradas com retorno *void* tem-se as funções setup e loop.

Sintaxe:

```
void nome_função()
void nome_função(parametros)
```

Exemplo:

```
void setup()
{
  .
  :
}

void loop()
{
  .
  :
}
```

3.2.5 Constantes

Constantes são nomes com valores pré-definidos e com significados específicos que não podem ser alterados na execução do programa. Ajudam o programa a ficar mais facilmente legível. A linguagem de programação para o Arduino oferece algumas constantes acessíveis aos usuários.

Constantes booleanas (verdadeiro e falso)

Há duas constantes usadas para representar verdade ou falsidade na linguagem Arduino: true (verdadeiro), e false (falso).

- **false** false é a mais simples das duas e é definida como 0 (zero).
- **true** true é frequentemente definida como 1, o que é correto, mas true tem uma definição mais ampla. Qualquer inteiro que não é zero é TRUE, num modo booleano. Assim, -1, 2 e -200 são todos definidos como true.

HIGH e LOW

Quando estamos lendo ou escrevendo em um pino digital há apenas dois valores que um pino pode ter: HIGH *(alto)* e LOW *(baixo)*.

- **HIGH** O significado de HIGH (em referência a um pino) pode variar um pouco dependendo se este pino é uma entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT). Quando um pino é configurado como INPUT com a função pinMode, e lido com a função digitalRead, o microcontrolador considera como HIGH se a voltagem for de 3 Volts ou mais. Um pino também pode ser configurado como um INPUT com o pinMode, e posteriormente receber um HIGH com um digitalWrite, isto vai "levantar" o resistor interno de 20 KOhms que vai manter a leitura do pino como HIGH a não ser que ela seja alterada para LOW por um circuito externo. Quando um pino é configurado como OUTPUT com o pinMode, e marcado como HIGH com o digitalWrite, ele está a 5 Volts. Neste estado ele pode enviar corrente para, por exemplo, acender um LED que está conectado com um resistor em série ao terra, ou a outro pino configurado como OUTPUT e marcado como LOW.
- **LOW** O significado de LOW também pode variar dependendo do pino ser marcado como INPUT ou OUTPUT. Quando um pino é configurado como INPUT com a função pinMode, e lido com a função digitalRead, o microcontrolador considera como LOW se a voltagem for de 2 Volts ou menos. Quando um pino é configurado como OUTPUT com a função pinMode, e marcado como LOW com a função digitalWrite, ele está a 0 Volts. Neste estado

ele pode "drenar" corrente para, por exemplo, acender um LED que está conectado com um resistor em série ao +5 Volts, ou a outro pino configurado como OUTPUT e marcado como HIGH.

INPUT e OUTPUT

Pinos digitais podem ser tanto de INPUT como de OUTPUT. Mudar um pino de INPUT para OUTPUT com pinMode() muda drasticamente o seu comportamento elétrico.

- **INPUT** Os pinos do Arduino (Atmega) configurados como INPUT com a função pinMode() estão em um estado de alta impedância. Pinos de entrada são válidos para ler um sensor mas não para energizar um LED.
- **OUTPUT** Pinos configurados como OUTPUT com a função pinMode() estão em um estado de baixa impedância. Isto significa que eles podem fornecer grandes quantidades de corrente para outros circuitos. Os pinos do Atmega podem fornecer corrente positiva ou drenar corrente negativa até 40 mA (milliamperes) de/para outros dispositivos ou circuitos. Isto faz com que eles sejam úteis para energizar um LED mas disfuncionais para a leitura de sensores. Pinos configurados como OUTPUT também podem ser danificados ou destruidos por curto-circuitos com o terra ou com outros pontos de 5 Volts. A quantidade de corrente fornecida por um pino do Atmega também não é suficiente para ativar muitos relês e motores e, neste caso, algum circuito de interface será necessário.

3.2.6 Conversão

Converte	Para tipo	Sintaxe
char	boolean	char(variavel)
	int	
	long	
	float	
	double	
int	char	int(variavel)
	boolean	
	long	
	float	
	double	
float	char	float(variavel)
	boolean	
	long	
	int	
	double	
double	char	double(variavel)
	boolean	
	long	
	int	
	float	
boolean	char	boolean(variavel)
	float	
	long	

	int	
	double	
long	char	long(variavel)
	float	
	long	
	int	
	double	

Estrutura

3.2.7 Estrutura de Controle

- **if** estrutura utilizada com a finalidade de verificar se uma condição é verdadeira. Em caso afirmativo, executa-se um bloco do código com algumas instruções. Caso contrário, o programa não executa o bloco de instruções e pula o bloco referente a essa estrutura.

  Sintaxe:

  ```
  if (condição)
  {
  bloco de instrução;
  }
  ```

  Exemplo:

  ```
  if (x > 120)
   int y = 60;
  ```

- **if...else** permite um controle maior sobre o fluxo de código do que a sentença *if* básica. Quando usamos a estrutura *if...else* estamos garantindo que uma das duas declarações será executada. Nunca serão executadas as duas ou nenhuma delas. Caso a condição do *if* seja satisfeita, executa-se o bloco de instruções referente ao *if*, caso contrário, executa-se obrigatoriamente o bloco de instruções do *else*.

  Sintaxe:

  ```
  If (condição) {
  bloco de instrução 1
  }
  else{
  bloco de instrução 2
  }
  ```

  Exemplo:

  ```
  if (x <= 500)
    int y = 35;
  else{
    int y = 50 + x;
    x = 500;
  }
  ```

- **switch case** permite construir uma lista de "casos" dentro de um bloco delimitado por chaves. O programa verifica cada caso com a variável de teste e executa determinado bloco de instrução se encontrar um valor idêntico. A estrutura *switch case* é mais flexível que a estrutura *if...else* já que podemos determinar se a estrutura switch deve continuar verificando se há valores idênticos na lista dos "casos" após encontrar um valor idêntico, ou não. Deve-se utilizar sentença *break* após a execução do bloco de código selecionado por um dos "casos". Nessa situação, se uma sentença *break* é encontrada, a execução do

programa "sai" do bloco de código e vai para a próxima instrução após o bloco **switch case**. Se nenhuma condição for satisfeita o código que está no *default* é executado. O uso do *default* ou seja, de uma instrução padrão, é opcional em seu programa.

Sintaxe:

```
switch (variável) {
  case 1:
    instrução p/ quando variável == 1
    break;
 case 2:
    instrução p/ quando variáevel == 2
    break;
 default:
    instrução padrão
}
```

Exemplo:

```
switch (x) {
  case 1:
      y = 100;
      break;
  case 2:
      y = 158;
      break;
  default:
      y = 0;
}
```

- **for** é utilizado para repetir um bloco de código delimitado por chaves. Um contador com incremento/decremento normalmente é usado para controlar e finalizar o laço. A sentença *for* é útil para qualquer operação repetitiva.
Há três partes no cabeçalho de um *for*:

for (inicialização; condição; incremento)

A *inicialização* ocorre primeiro e apenas uma vez. Cada vez que o laço é executado, a *condição* é verificada; se ela for verdadeira, o bloco de código e o *incremento* são executados, e então a condição é testada novamente. Quando a condição se torna falsa o laço termina.

Sintaxe:

```
for(inicializa;condição;incremento)
{
  bloco de instruções;
}
```

Exemplo:

```
for (int i=0; i <= 255; i++){
    char str[i] = i;
       .
       :
}
```

- **while** permite executar um bloco de código entre chaves repetidamente por inúmeras vezes até que a *(condição)* se torne falsa. Essa condição é uma sentença booleana em C que pode ser verificada como verdadeira ou falsa.

Sintaxe:

```
while(condição){
  bloco de instruções;
}
```

Exemplo:

```
int i = 0;
while(i < 51){
      .
      :
   i++;
}
```

- **do...while** funciona da mesma maneira que o *while*, com a exceção de que agora a condição é testada no final do bloco de código. Enquanto no *while*, se a condição for falsa, o bloco de código não será executado, no *do...while* ele sempre será executado pelo menos uma vez.

Sintaxe:

```
do
{
  bloco de instruções;
} while (condição);
```

Exemplo:

```
int x= 20;
do {
   .
   :
  x--;
} while (x > 0);
```

- **continue** é usado para saltar porções de código em comandos como *for do...while*, *while*. Ele força com que o código avance até o teste da condição, saltando todo o resto.

Sintaxe usando o while:

```
while (condição){
   bloco de instruções;
   if (condição)
       continue;
   bloco de instruções;
}
```

Exemplo de trecho de código usando for:

```
for (x=0;x<255;x++){
  if(x>40 && x<120)
      continue;
      .
      :
}
```

- **break** é utilizado para sair de um laço *do...while*, *for*, *while* ou *switch case*, se sobrepondo à condição normal de verificação.

Sintaxe usando do...while:

```
do{
  bloco de instruções;
  if (condição)
    bloco de instruções;
    break;
} while (condição);
```

Exemplo de trecho de código usando while:

```
x=1;
while(x<255){
   y = 12/x;
   if (y < x){
     x = 0;
     break;
  }
  x++;
}
```

- **return** finaliza uma função e retorna um valor, se necessário. Esse valor pode ser uma variável ou uma constante.

Sintaxe:

```
return;
ou
return valor;
```

Exemplo:

```
  if (x > 255)
      return 0;
  else
      return 1;
```

3.2.8 Operadores de Comparação

Os operadores de comparação, como o próprio nome sugere, permitem que se compare dois valores. Em qualquer das expressões na Tabela 3, o valor retornado sempre será um valor booleano. É possível realizar comparações entre números, caracteres e booleanos. Ao comparar um caracter com um número, o número sempre assume um valor menor que o caracter. Ao comparar caractere com caractere, ele assume o menor valor de acordo com os valores apresentado na tabela *ASCII*. Para comparar um *array* com outro tipo de dado, dev-ese indicar uma posição do *array* para ser comparado.

Operando Direito	Operador	Operando Esquerdo	Retorno
boolean	= =	boolean	boolean
int	!=	int	
float	<	float	
double	>	double	
char	<=	char	
array[ ]	>=	array[ ]	

Tabela 3: Operadores de Comparação

3.2.9 Operador de Atribuição

O operador de Atribuição (ou Operador de Designação) = armazena o valor da direita do sinal de igual na variável que está à esquerda desse sinal. Esse operador indica ao microcontrolador para calcular o valor da expressão à direita e armazenar este valor na variável que está à esquerda.

```
x = y (a variável x armazena o valor de y)
```

3.2.10 Operadores Aritméticos

Os operadores aritméticos são usados para desenvolver operações matemáticas.

Operando Direito	Operador	Operando Esquerdo	Retorno
int	+	int double float char	int
	-		
	*		
	/		
	%	int char	

Tabela 4: Operadores Aritméticos com **int**

Operando Direito	Operador	Operando Esquerdo	Retorno
char	+	int double float char	char
	-		
	*		
	/		
	%	int char	

Tabela 5: Operadores Aritméticos com **char** / **array[ ]**

Operando Direito	Operador	Operando Esquerdo	Retorno
float	+	int	float
	-	double	
double	*	float	double
	/	char	

Tabela 6: Operadores Aritméticos com **double** / **float**

3.2.11 Operadores Booleanos

Os operadores booleanos (ou Operadores Lógicos) são sentenças geralmente usadas dentro de uma condição *if* ou *while*. Em geral, os operandos da expressão podem ser números, expressões relacionais e sempre retornam como resposta, um valor lógico: Verdadeiro (1) ou Falso (0).

- **&&** *(e)* exige que os dois operandos sejam verdadeiros para ser verdade, ou seja a primeira condição "e" a segunda devem ser verdadeiras,
- || *(ou)* para ser verdadeiro, basta que um dos operando seja verdade, ou seja se a primeira condição "ou" a segunda "ou" ambas é(são) verdadeira(s), então o resultado é verdadeiro.
- **!** *(não)* é verdadeiro apenas quando o operando for falso

3.2.12 Operadores de Bits

Os operadores de bits realizam cálculos ao nível de bits das variáveis.
Esses operadores operam somente em dados do tipo char ou int.

- **&** *(operador de bits AND)* é usado entre duas variáveis/constantes inteiras. Ele realiza uma operação entre cada bit de cada variável de acordo com a seguinte regra: se os dois bits de entrada forem 1 o resultado da operação também é 1, caso contrário é 0.
  Exemplo:

```
0  0  1  1   a
0  1  0  1   b
----------
0  0  0  1  ( a & b)
```

&	0	1
1	0	1
0	0	0

- **|** *(operador de bits OR)* realiza cálculos com cada bit de duas variáveis seguindo a seguinte regra: o resultado da operação é 1 se um dos bits de entrada for 1, caso contrário é 0.
  Exemplo:

```
0  0  1  1 -  c
0  1  0  1 -  d
----------
0  1  1  1 -  ( c | d )
```

|	0	1
1	1	1
0	0	1

- **^** *(operador de bits XOR)* Conhecido como *Exclusive or* (ou exclusivo), esse operador realiza uma operação entre cada bit de cada variável de acordo com a seguinte regra: se os dois bits de entrada forem diferentes, o resultado desta operação é 1 , caso contrário, retorna 0.
  Exemplo:

```
0  0  1  1  -  e
0  1  0  1  -  f
----------
0  1  1  0  -  ( e ^ f )
```

^	0	1
1	1	0
0	0	1

- **~** *(operador de bits NOT)* diferente dos operadores AND, OR e XOR, este operador é aplicado apenas sobre um operando, retornando o valor inverso de cada bit.
  Exemplo:

```
0  1    g
----
1  0   (~g)
```

~	
0	1
1	0

- $<<$ *(desvio à esquerda)* Desloca, para a esquerda, os bits do operando esquerdo no valor dado pelo operando direito.

  Exemplo:

```
int a = 3;
int x = a << 2;

   0 0 0 0 1 1   a
   0 1 1 0 0 0   a << 3
```

byte	$<<$	retorno
0001	2	0100
0101	3	1000

- $>>$ *(desvio à direita)* Desloca, para a direita, os bits do operando esquerdo no valor dado pelo operando direito.

  Exemplo:

```
int b = 40;
int y = b >> 3;

  0 1 0 1 0 0 0   b
  0 0 0 0 1 0 1   b >> 3
```

byte	$>>$	retorno
1000	2	0010
1001	3	0001

3.2.13 Operadores Compostos

Os operadores compostos consistem apenas em um recurso de escrita reduzida provido pela linguagem C, havendo sempre a possibilidade de obtermos o resultado equivalente através do uso de operadores simples.

Incremento e Decremento

Os incrementos (++) e decrementos (- -) podem ser colocados antes ou depois da variável a ser modificada. Se inseridos antes, modifica-se o valor antes da expressão a ser usada e, se inseridos depois, modifica-se depois do uso.

- ++ *(incremento)* aumenta o valor de variáveis em uma unidade
  Exemplo:

```
int x = 2;
int var = ++x;
```

o valor de var será 3 e o de x será 3.

```
x = 2;
var = x++;
```

o valor de var será 2 e o de x será 3 .

- **- -** *(decremento)* diminui o valor de variáveis em uma unidade
  Exemplo:

```
int x = 7;
int var = --x;
```

o valor de var será 6 e o de x será 6.

```
x = 7;
var = x--;
```

o valor de var será 7 e o de x será 6 .

- += *(adição composta)* realiza uma adição em uma variável com outra constante ou variável.
  Exemplo:

```
x += y;
```

equivale à expressão x = x + y

```
x = 2;
x += 4;
```

x passa a valer 6

- **-=** *(subtração composta)* realiza uma subtração em uma variável com outra constante ou variável.
  Exemplo:

```
x -= y;
```

equivale à expressão x = x - y

```
x = 7;
x -= 4;
```

x passa a valer 3

- *= *(multiplicação composta)* realiza uma multiplicação de uma variável com outra constante ou variável.
  Exemplo:

```
x *= y;
```

equivale à expressão x = x * y

```
x = 8;
x *= 2;
```

x passa a valer 16

- /= *(divisão composta)* realiza uma divisão em uma variável com outra constante ou variável.
  Exemplo:

```
x /= y;
```

equivale à expressão x = x / y

```
x = 10;
x /= 2;
```

x passa a valer 5

Funções

3.2.14 Entrada e saída digital

- **pinMode( )** Configura o pino especificado para que se comporte ou como uma entrada ou uma saída. Deve-se informar o número do pino que deseja-se configurar e em seguida, se o pino será determinado como uma entrada(INPUT) ou uma saída(OUTPUT).
  Sintaxe:

```
pinMode(pino, modo);
```

- **digitalWrite( )** Escreve um valor HIGH ou LOW em um pino digital. Se o pino foi configurado como uma saída, sua voltagem será determinada ao valor correspondente: 5V para HIGH e 0V para LOW. Se o pino está configurado como uma entrada, HIGH levantará o resistor interno de 20KOhms e LOW rebaixará o resistor.
  Sintaxe:

```
digitalWrite(pino, valor);
```

- **digitalRead( )** Lê o valor de um pino digital especificado e retorna um valor HIGH ou LOW.
  Sintaxe:

```
int digitalRead(pino);
```

```
/* Exemplo de função sobre de Entrada e Saída Digital */

int ledPin = 13;  // LED conectado ao pino digital 13
int inPin = 7;    // botão conectado ao pino digital 7
int val = 0;      // variável para armazenar o valor lido

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);   // determina o pino digital 13 como uma saída
  pinMode(inPin, INPUT);      // determina o pino digital 7 como uma entrada
}

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);   // acende o LED
  val = digitalRead(inPin);     // lê o pino de entrada
  digitalWrite(ledPin, val);    // acende o LED de acordo com o pino de entrada
}
```

Essa função transfere para o pino 13, o valor lido no pino 7 que é uma entrada.

3.2.15 Entrada e saída analógica

- **analogWrite( ) - PWM** *Pulse Width Modulation* ou Modulação por Largura de Pulso (MLP) é um método para obter resultados analógicos com meios digitais. Essa função, basicamente, escreve um sinal analógico. Ela pode ser usada para acender um LED variando o seu brilho, ou girar um motor com velocidade variável. Depois de realizar um analogWrite(), o pino gera uma onda quadrada estável com o ciclo de rendimento especificado até que um analogWrite(), um digitalRead() ou um digitalWrite() seja usado no mesmo pino.

  Em kits Arduino com o chip ATmega168, esta função está disponível nos pinos 3,5,6,9,10 e 11. Kits Arduino mais antigos com um ATmega8 suportam o analogWrite() apenas nos pinos 9,10 e 11. As saídas PWM geradas pelos pinos 5 e 6 terão rendimento de ciclo acima do esperado. Isto se deve às interações com as funções **millis()** e **delay()**, que compartilham o mesmo temporizador interno usado para gerar as saídas PWM.

  Para usar esta função deve-se informar o pino ao qual deseja escrever e em seguida informar um valor entre 0 (pino sempre desligado) e 255 (pino sempre ligado).

  Sintaxe:

```
analogWrite(pino, valor);
```

- **analogRead( )** Lê o valor de um pino analógico especificado. O kit Arduino contém um conversor analógico-digital de 10 bits com 6 canais. Com isto ele pode mapear voltagens de entrada entre 0 e 5 Volts para valores inteiros entre 0 e 1023. Isto permite uma resolução entre leituras de 5 Volts / 1024 unidades ou 0,0049 Volts (4.9 mV) por unidade.

  Sintaxe:

```
int analogRead(pino);
```

```
/* Exemplo de função sobre Entrada e Saída Analógica */

  int ledPin = 9;      // LED conectado ao pino digital 9
  int analogPin = 3;   // potenciômetro conectado ao pino analógico 3
  int val = 0;         // variável para armazenar o valor lido

  void setup()
  {
    pinMode(ledPin, OUTPUT);   // pré-determina o pino como saída
  }

  void loop()
  {
    val = analogRead(analogPin);   // lê o pino de entrada
    analogWrite(ledPin, val/4);   //
  }
```

Torna o brilho de um LED proporcional ao valor lido em um potenciômetro.

3.2.16 Entrada e saída avançada

- **pulseIn( )** Lê um pulso (tanto HIGH como LOW) em um pino determinado.

  Por exemplo, se o valor for HIGH, a função pulseIn() espera que o pino tenha o valor HIGH, inicia uma cronometragem, e então espera que o pino vá para LOW e pára essa cronometragem. Por fim, essa função retorna a duração do pulso em microsegundos. Caso nenhum pulso iniciar dentro de um tempo especificado (opcional determinar o tempo na função), **pulseIn( )** retorna 0. Esta função funciona com pulsos entre 10 microsegundos e 3 minutos.

  Sintaxe:

```
pulseIn(pino, valor)
ou
pulseIn(pino, valor, tempo)
```

```
int pin = 7;
unsigned long duration;

void setup()
{
  pinMode(pin, INPUT);
}

void loop()
{
  duration = pulseIn(pin, HIGH);
}
```

- **shiftOut( )** Envia um byte de cada vez para a saída. Pode começar tanto pelo bit mais significativo (mais à esquerda) quanto pelo menos significativo (mais à direita). Os bits vão sendo escritos um de cada vez em um pino de dados em sincronia com as alterações de um pino de clock que indica que o próximo bit está disponível. Isto é um modo usado para que os microcontroladores se comuniquem com sensores e com outros microcontroladores. Os dois dispositivos mantêm-se sincronizados a velocidades próximas da máxima, desde que ambos compartilhem a mesma linha de clock.

  Nesta função deve ser informado o número referente ao *pino* na qual será a saída de cada bit. Em seguida, declare o número do pino que será alterado quando um novo valor for enviado ao primeiro pino. Depois, informe qual é a ordem de envio dos bits. Essa ordem pode ser MSBFIRST (primeiro, o mais significativo) ou LSBFIRST (primeiro, o menos significativo). Por último, declare a informação que será enviada para a saída.

  Obs: O *pino* e o *pinoDeClock* devem ser declarados como saída (OUTPUT) pela função *pinMode()*.

  Sintaxe

```
shiftOut(pino, pinoDeClock, ordem, informação);
```

Exemplo:

```
int latchPin = 8;
int clockPin = 12;
int dataPin = 11;

void setup() {
  pinMode(latchPin, OUTPUT);
  pinMode(clockPin, OUTPUT);
  pinMode(dataPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  for (int j = 0; j < 256; j++) {
    digitalWrite(latchPin, LOW);
    shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, j);
    digitalWrite(latchPin, HIGH);
    delay(1000);
  }
}
```

3.2.17 Tempo

- **millis( )** Retorna o número de milisegundos desde que o kit Arduino começou a executar o programa. Este número extrapolará (voltará a zero) depois de aproximamente 50 dias.
  Sintaxe:

```
unsigned long tempo;
void loop
{
      .
      :

  tempo = millis()
}
```

- **delay( )** Suspende a execução do programa pelo tempo (em milisegundos) especificado. Em um segundo há 1.000 milisegundos.

  Sintaxe:

```
delay(tempo);
```

- **micros( )** Retorna o número de microsegundos desde que o kit Arduino começou a executar o programa. Este número extrapolará (voltará a zero) depois de aproximamente 70 minutos. Nota: em 1 milisegundo há 1.000 microsegundos e 1.000.000 de microsegundos em 1 segundo.
  Sintaxe:

```
unsigned long tempo;
void loop
{
      .
      :
  tempo = micros();
      .
      :
}
```

Exemplo:

```
/* Este programa mostra uma aplicação das funções millis( ) e delay( )
 * Para usar a função micros( ), basta substituir millis( ) por micros ( )
 */

unsigned long time;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  Serial.print("Time: ");
  time = millis();
  Serial.println(time); //imprime o tempo desde que o programa começou
  delay(1000);
}
```

- **delayMicroseconds( )** Suspende a execução do programa pelo tempo (em microsegundos) especificado. Atualmente, o maior valor que produzirá uma suspensão precisa é da ordem de 16383. Para suspensões maiores que milhares de microsegundos, deve-se utilizar a função *delay( )*.

Sintaxe:

```
delayMicroseconds(tempo);
```

Exemplo:

```
int outPin = 8;
void setup() {
  pinMode(outPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(outPin, HIGH);
  delayMicroseconds(50);
  digitalWrite(outPin, LOW);
  delayMicroseconds(50);
}
```

3.2.18 Comunicação serial

- **Serial.begin ( )** Ajusta o taxa de transferência em bits por segundo para uma transmissão de dados pelo padrão serial. Para comunicação com um computador use uma destas taxas: 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 57600, 115200. Pode-se, entretanto, especificar outras velocidades por exemplo, para comunicação através dos pinos 0 e 1 com um componente que requer uma taxa específica.

Sintaxe:

```
Serial.begin(taxa);
Serial1.begin(taxa);
Serial12.begin(taxa);
Serial13.begin(taxa);
```

Exemplo para Arduino Mega:

```
void setup(){

/* Abre a porta serial 1, 2, 3 e 4
 * e ajusta a taxa das portas para
 * 9600 bps, 38400 bps, 19200 bps
 * e 4800 bps respectivamente
 */

 Serial1.begin(9600);
 Serial2.begin(38400);
 Serial3.begin(19200);
 Serial4.begin(4800);
       .
       :

}

void loop() {}
```

- **int Serial.available( )** Retorna o número de bytes (caracteres) disponíveis para leitura através da porta serial. O buffer serial pode armazenar até 128 bytes.

Sintaxe:

```
Serial.available();
```

Exemplo

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(9600);
}

void loop() {
  /* lê na porta 0
   * e envia para a porta 1:
   */
  if (Serial.available()) {
    int inByte = Serial.read();
    Serial1.print(inByte, BYTE);
  }

  /* lê na porta 1 e
   * envia para a porta 0:
   */
  if (Serial1.available()) {
    int inByte = Serial1.read();
    Serial.print(inByte, BYTE);
  }
}
```

- **int Serial.read( )** Lê dados que estejam entrando pela porta serial e retorna o primeiro byte disponível na entrada da porta serial (ou -1 se não hover dados disponíveis)

Sintaxe

```
variavel = Serial.read( )
```

Exemplo

```
int incomingByte = 0;
// para entrada serial

void setup() {
Serial.begin(9600);
}

void loop() {
// envia dados apenas
//quando recebe dados:
if (Serial.available() > 0) {
// lê o primeiro byte disponível:
incomingByte = Serial.read();

// imprime na tela o byte recebido:
Serial.print("Eu recebi: ");
Serial.println(incomingByte, DEC);
}
}
```

- **Serial.flush( )** Esvazia o *buffer* de entrada da porta serial. Isto é, qualquer chamada da função *Serial.read( )* ou *Serial.available( )* somente retornarão dados recebidos após a última chamada da função *Serial.flush( )*. De modo geral, esta função apaga todos os dados presentes no *buffer* de entrada no momento de execução da instrução.

  Sintaxe:

  ```
  Serial.flush();
  ```

  Exemplo:

  ```
  void setup() {(
    Serial.begin(9600);
  }
  void loop(){
    Serial.flush();
    /* Apaga o conteúdo
     * do buffer de entrada
     */
     .
     :
  }
  ```

- **Serial.print( )** Envia dados de todos os tipos inteiros, incluindo caracteres, pela porta serial. Ela não funciona com floats, portanto você precisa fazer uma conversão para um tipo inteiro. Em algumas situações é útil multiplicar um float por uma potência de 10 para preservar (ao menos em parte) a informação fracionária. Atente-se para o fato de que os tipos de dados unsigned, char e byte irão gerar resultados incorretos e atuar como se fossem do tipo de dado sinalizados. Este comando pode assumir diversas formas:

  Serial.print(valor) sem nenhum formato especificado, imprime o valor como um número decimal em uma string ASCII.
  Por exemplo:

  ```
  int b = 79;
  Serial.print(b);
  ```

  (imprime a string ASCII "79").

Serial.print(valor, DEC) imprime valor como um número decimal em uma string ASCII. Por exemplo:

```
int b = 79;                          (imprime a string ASCII "79").
Serial.print(b, DEC);
```

Serial.print(valor, HEX) imprime um valor como número hexadecimal em uma string ASCII.
Por exemplo:

```
int b = 79;                          (imprime a string string "4F").
Serial.print(b, HEX);
```

Serial.print(valor, OCT) imprime um valor como número octal em uma string ASCII. Por exemplo:

```
int b = 79;                          (imprime a string "117")
Serial.print(b, OCT);
```

Serial.print(valor, BIN) imprime um valor como número binário em uma string ASCII. Por exemplo:

```
int b = 79;                          (imprime a string "1001111").
Serial.print(b, BIN);
```

Serial.print(valor, BYTE) imprime um valor de um único byte . Por exemplo:

```
int b = 79;                          (imprime a string "O"que é o caracter AS-
Serial.print(b, BYTE);               CII representado pelo valor 79.
                                     Para mais informações consulte a Tabela
                                     ASCII no apêndice).
```

Serial.print(str) se str for uma string ou um array de chars imprime uma string ASCII. Por exemplo:

```
Serial.print("Arduino Mega");       (imprime a string "Arduino Mega")
```

Exemplo:

```
int analogValue;

void setup()
{
  serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  analogValue = analogRead(0);

  serial.print(analogValue);         // imprime um ASCII decimal - o mesmo que "DEC"
  serial.print("\t");                 // imprime um tab
  serial.print(analogValue, DEC);    // Imprime um valor decimal
  serial.print("\t");                 // imprime um tab
  serial.print(analogValue, HEX);    // imprime um ASCII hexadecimal
  serial.print("\t");                 // imprime um tab
  serial.print(analogValue, OCT);    // imprime um ASCII octal
  serial.print("\t");                 // imprime um tab
  serial.print(analogValue, BIN);    // imprime um ASCII binário
  serial.print("\t");                 // imprime um tab

  serial.print(analogValue/4, BYTE);
/* imprime como um byte único e adiciona um "cariage return"
 * (divide o valor por 4  pois analogRead() retorna número de 0 à 1023,
 * mas um byte pode armazenar valores somente entre 0 e 255
 */

  serial.print("\t");                 // imprime um tab

  delay(1000);        // espera 1 segundo para a próxima leitura
}
```

- **Serial.println(data)** Esta função envia dados para a porta serial seguidos por um *carriage return* (ASCII 13, ou '\r') e por um caractere de linha nova (ASCII 10, ou '\'). Este comando utiliza os mesmos formatos do *Serial.print( )*:

  Serial.println(valor) imprime o valor de um número decimal em uma string ASCII seguido por um carriage return e um linefeed.

  Serial.println(valor, DEC) imprime o valor de um número decimal em uma string ASCII seguido por um carriage return e um linefeed.

  Serial.println(valor, HEX) imprime o valor de um número hexadecimal em uma string ASCII seguido por um carriage return e um linefeed.

  Serial.println(valor, OCT) imprime o valor de um número octal em uma string ASCII seguido por um carriage return e um linefeed.

  Serial.println(valor, BIN) imprime o valor de um número binário em uma string ASCII seguido por um carriage return e um linefeed.

  Serial.println(valor, BYTE) imprime o valor de um único byte seguido por um carriage return e um linefeed.

  Serial.println(str) se str for uma string ou um array de chars imprime uma string ASCII seguido por um carriage return e um linefeed.

  Serial.println() imprime apenas um carriage return e um linefeed.

Exemplo:

```
/* Entrada Analógica
 lê uma entrada analógica no pino analógico 0 e imprime o valor na porta serial.
 */

int analogValue = 0;    // variável que armazena o valor analógico

void setup() {
  // abre a porta serial e justa a velocidade para 9600 bps:
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  analogValue = analogRead(0);   // lê o valor analógico no pino 0:

  /* imprime em diversos formatos */
  Serial.println(analogValue);       // imprime um ASCII decimal - o mesmo que "DEC"
  Serial.println(analogValue, DEC);  // imprime um ASCII decimal
  Serial.println(analogValue, HEX);  // imprime um ASCII hexadecimal
  Serial.println(analogValue, OCT);  // imprime um ASCII octal
  Serial.println(analogValue, BIN);  // imprime um ASCII binário
  Serial.println(analogValue, BYTE); // imprime como um byte único
  delay(1000);// espera 1 segundo antes de fazer a próxima leitura:
}
```

4 Exemplo de Aplicação 1: Imprimindo uma mensagem no LCD

Componentes: 1 LCD, 1 potenciômetro

Neste exemplo mostraremos como conectar corretamente um LCD ao Arduino, além de imprimir o famoso "Hello World!" na tela do LCD através da função lcd.print(), contida na biblioteca **LiquidCrystal.h**.

Sugestão de montagem

Para conectar a tela LCD ao Arduino, conecte os seguintes pinos:

- pino VSS(1) do LCD ao pino GND
- pino VDD(2) do LCD ao pino 5V
- pino RS(4) do LCD ao pino 12
- pino RW(5) do LCD ao pino GND
- pino Enable(6) do LCD ao pino 11
- pino D4(11) do LCD ao pino 5
- pino D5(12) do LCD ao pino 4
- pino D6(13) do LCD ao pino 3
- pino D7(14) do LCD ao pino 2

Devemos conectar também o potenciômetro de 10K aos pinos 5V, GND e V0(3) do LCD, conforme sugere a Figura 4:

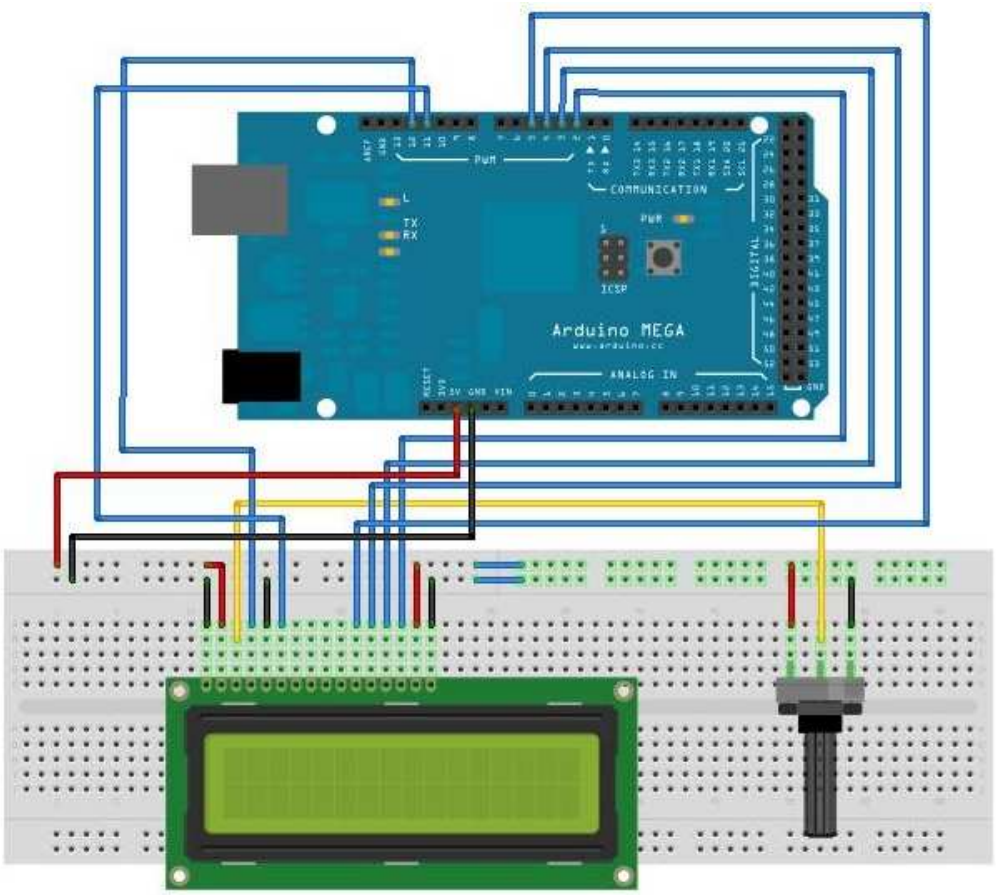


Figura 4: Montagem do Circuito

Código fonte

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
void setup() {
   lcd.begin(16, 2);
   lcd.print("Hello World!");
}
void loop() {
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(millis()/1000);
  lcd.print("s");
}
```

5 Exemplo de Aplicação 2: Alterando a frequência com que o LED pisca

Componentes: 1 Potênciometro, 1 LED

Este projeto é muito simples e tratará da utilização do potenciômetro, que é um componente eletrônico que possui resistência elétrica ajustável. A frequência com que o LED pisca vai depender diretamente do ajuste do potenciômetro.

Sugestão de montagem

Conecte um potenciômetro na porta 0 e um LED na porta 11, com uma resistência de 220 Ohms como mostra a Figura 5.

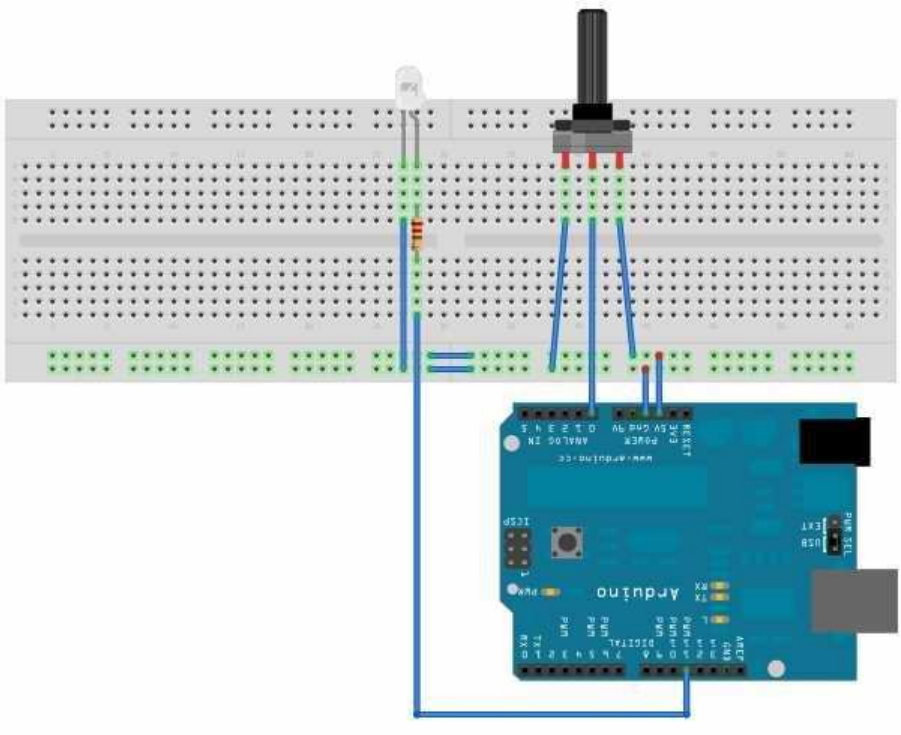


Figura 5: Montagem do Circuito

Código-fonte

```
int potPin = 0;
int ledPin = 11;
int val = 0;
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  val = analogRead(potPin);
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(val);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(val);
}
```

6 Exemplo de Aplicação 3: Semáforo de Carros e Pedestres

Componentes: 2 LEDs vermelho, 2 LEDs verdes, 1 LED amarelo

Neste exemplo, vamos simular o trânsito em uma determinada rua de Campo Grande. Para isso, você deseja controlar com segurança e eficiência, o fluxo de carros e de pedestres. Elabore um projeto para implantação de dois semáforos nessa rua: um que controle a circulação de carros e outra que garanta a segurança dos pedestres para atravessar a rua, como mostra a Figura 6, obedecendo as seguintes regras:

- quando o sinal do semáforo de carro estiver com as cores verde ou amarelo aceso, o sinal vermelho de pedestres deve estar aceso.
- quando o sinal vermelho do semáforo de carro estiver aceso, somente o sinal verde de pedestres deve ficar aceso.
- caso o botão seja apertado, a preferência de passagem pela rua é do pedestre.

Sugestão de montagem

Para o semáforo de carros: conecte um pino verde na porta 22, um pino amarelo na porta 23 e um pino vermelho na porta 24; Para o semáforo de pedestres: conecte um pino verde na porta 28, um pino vermelho na porta 29 e um botão na porta 2, como mostra a Figura 6. Dica: em seu programa, todos os LEDs devem estar configurado como saída e o botão deve estar configurado como entrada.

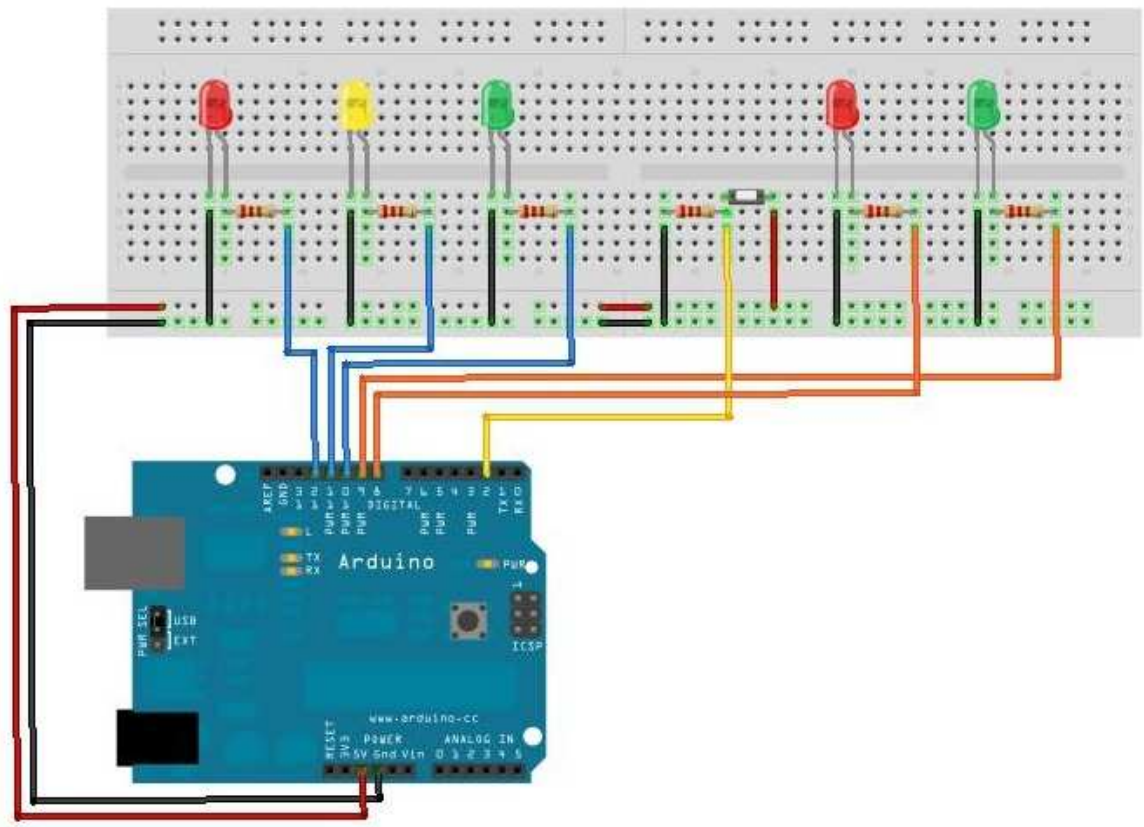


Figura 6: Montagem do Circuito

Código-Fonte

```
const int scVerde = 10;
const int scAmarelo = 11;
const int scVermelho = 12;
const int spVerde = 8;
const int spVermelho = 9;
int ledState = LOW;
long previousMillis = 0;
long interval = 5000;
int ctrlLuz = 0;

void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
  pinMode(scVerde,OUTPUT);
  pinMode(scAmarelo,OUTPUT);
  pinMode(scVermelho,OUTPUT);
  pinMode(spVerde,OUTPUT);
  pinMode(spVermelho,OUTPUT);
  pinMode(2, INPUT); // Botao
}

void loop() {
  unsigned long currentMillis = millis();
  int sensorValue = digitalRead(2);
  if(currentMillis - previousMillis > interval) {
    previousMillis = currentMillis;

    switch(ctrlLuz) {
      case 0 : // Verde
               digitalWrite(scVermelho,LOW);
               digitalWrite(scVerde,HIGH);
               digitalWrite(spVerde,LOW);
               digitalWrite(spVermelho,HIGH);
               ctrlLuz++;
               interval = 15000;
               break;
      case 1 : // amarelo
               digitalWrite(scVerde,LOW);
               digitalWrite(scAmarelo,HIGH);
               digitalWrite(spVerde,LOW);
               digitalWrite(spVermelho,HIGH);
               ctrlLuz++;
               interval = 1000;
               break;
      case 2 : // Vermelho
               digitalWrite(scAmarelo,LOW);
               digitalWrite(scVermelho,HIGH);
               digitalWrite(spVermelho,LOW);
               digitalWrite(spVerde,HIGH);
               interval = 7000;
               ctrlLuz = 0;
               break;
```

```
    }
  }
  if((sensorValue == 1) && (ctrlLuz == 1)) {
    interval = 2000;
    Serial.print("Sensor ");
    Serial.println(sensorValue, DEC);
  }
}
```

7 Exemplo de Aplicação 4: Termômetro

Componentes: 1 Sensor de Temperatura, 2 LEDs vermelho, 2 LEDs amarelo, 2 LEDs verde, 1 Buzzer

É possível simularmos um termômetro utilizando o Kit Arduino, utilizando LEDs e um sensor de temperatura. Dependendo do valor que o sensor ler a respeito da temperatura ambiente, ele acende n LEDs que correspondente a temperatura lida. Para ilustrar melhor, imagine um circuito com 20 LEDs onde cada LED correspondesse a 1^oC. Caso o sensor ler uma temperatura de 15^oC em uma sala, isso significa que os 15 primeiros LEDs desse circuito deverão acender. Como essa escala não é possível para nós, implemente um termômetro que utilize 6 LEDs na qual cada um representa uma determinada unidade de temperatura em escala. Para incrementar nosso projeto, faça com que quando o termômetro indicar uma situação crítica de temperatura no ambiente, ou seja, quando todos os LEDs estiverem acessos, um Buzzer é acionado, indicando uma alta temperatura ambiente. Seu projeto deve seguir o seguinte padrão:

Se o Sensor de temperatura ler um valor

- maior que 30: ligue o primeiro LED verde, contando da esquerda. Caso contrário, mantenha-o apagado.
- maior que 35: ligue o segundo LED verde. Caso contrário, mantenha-o apagado.
- maior que 40: ligue o primeiro LED amarelo. Caso contrário, mantenha-o apagado.
- maior que 45: ligue o segundo LED amarelo. Caso contrário, mantenha-o apagado.
- maior que 50: ligue o primeiro LED vermelho. Caso contrário, mantenha-o apagado.
- maior que 55: ligue o segundo LED vermelho. Caso contrário, mantenha-o apagado.

Lembre-se que, caso todos os LEDs estiverem ativos, isso significa que o termômetro detectou uma temperatura crítica no ambiente e um alarme deve ser soado.

Sugestão de montagem

Conecte um LED verde na porta 8 e outro na porta 9; um LED amarelo na porta 10 e outro na porta 11; e por fim, um LED vermelho na porta 12 e um outro na porta 13. Conecte na porta 6, o *Buzzer* e o Sensor de temperatura na porta 0. Observe a Figura 7.

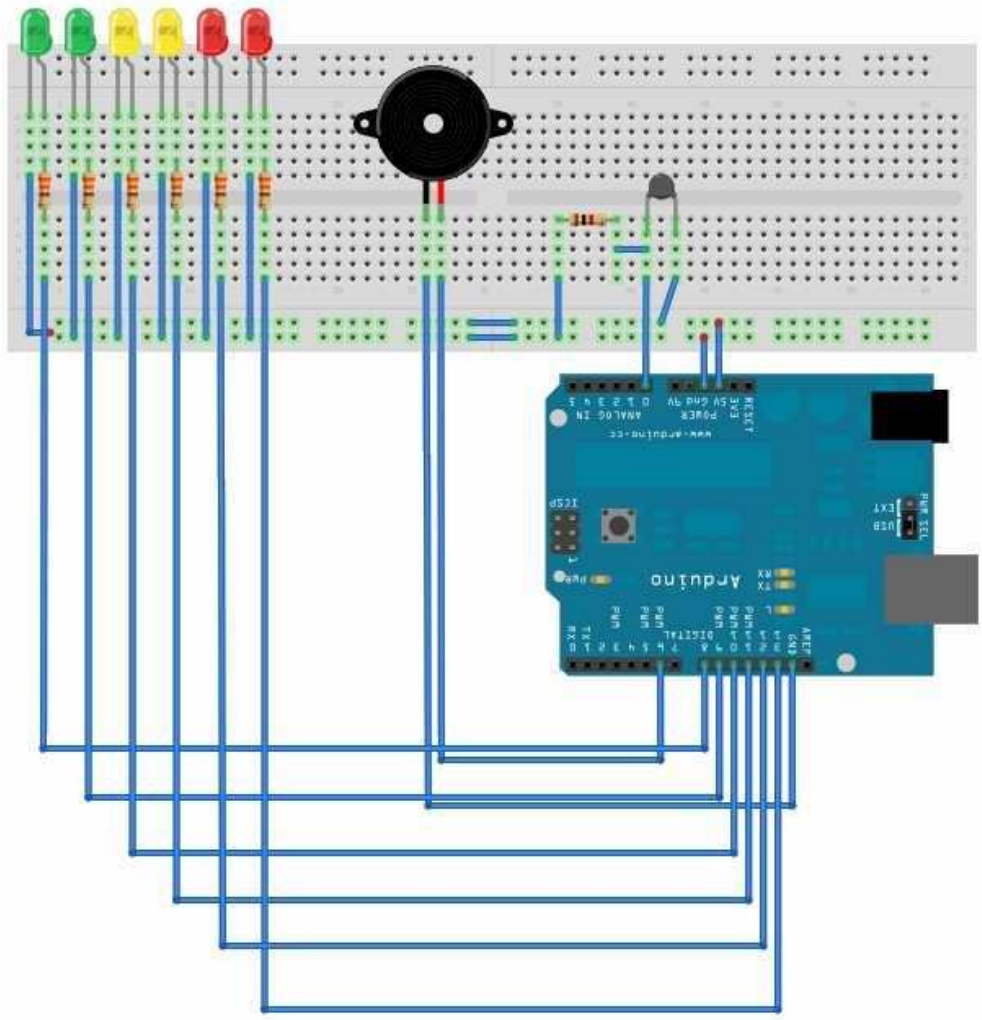


Figura 7: Montagem do Circuito

Código-Fonte

```
int PinoSensor = 0;
int Buzzer = 6;
int led1 = 8;
int led2 = 9;
int led3 = 10;
int led4 = 11;
int led5 = 12;
int led6 = 13;
int ValorSensor = 0;

void setup() {
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led4, OUTPUT);
  pinMode(led5, OUTPUT);
  pinMode(led6, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  ValorSensor = analogRead(PinoSensor);
  Serial.print("Valor do Sensor = ");
  Serial.println(ValorSensor);
  if (ValorSensor > 30)
    digitalWrite(led1, HIGH);
  else
    digitalWrite(led1, LOW);
  if (ValorSensor > 35)
    digitalWrite(led2, HIGH);
  else
    digitalWrite(led2, LOW);
  if (ValorSensor > 40)
    digitalWrite(led3, HIGH);
  else
    digitalWrite(led3, LOW);
  if (ValorSensor > 45)
```

```
    digitalWrite(led4, HIGH);
  else
    digitalWrite(led4, LOW);
  if (ValorSensor > 50)
    digitalWrite(led5, HIGH);
  else
    digitalWrite(led5, LOW);
  if (ValorSensor > 55 ){
    digitalWrite(led6, HIGH);
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led6, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
  }
  delay(1000);
}
```

8 Exemplo de Aplicação 5: Piano

Componentes: 3 Botões, 3 Leds, 1 Buzzer

É possível "fazer barulho", ou até mesmo tocar notas musicais com o kit arduino, através de um componente chamado buzzer. O buzzer funciona como um pequeno alto-falante que, quando alimentado por uma fonte, componentes metálicos internos vibram na frequência da fonte, produzindo assim um som. O buzzer não tem capacidade o suficiente para tocar músicas, mas consegue produzir apitos, úteis em sirenes e alarmes por exemplo.
Implemente seu projeto de forma que quando pressionado um botão, toque uma nota musical e acenda um LED. Como temos apenas 3 botões e sete notas musicais, cada botão vai referenciar a mais de uma nota musical, assim como os LEDs.

Obs: As notas musicais são: dó, ré, mi, fa, sol, la, si.

Sugestão de montagem

Conecte cada um dos botões nas portas 2, 3 e 4. Conecte o *Buzzer* na porta 10 e cada um dos LEDs, nas portas 11, 12 e 13. Observe a Figura 8.

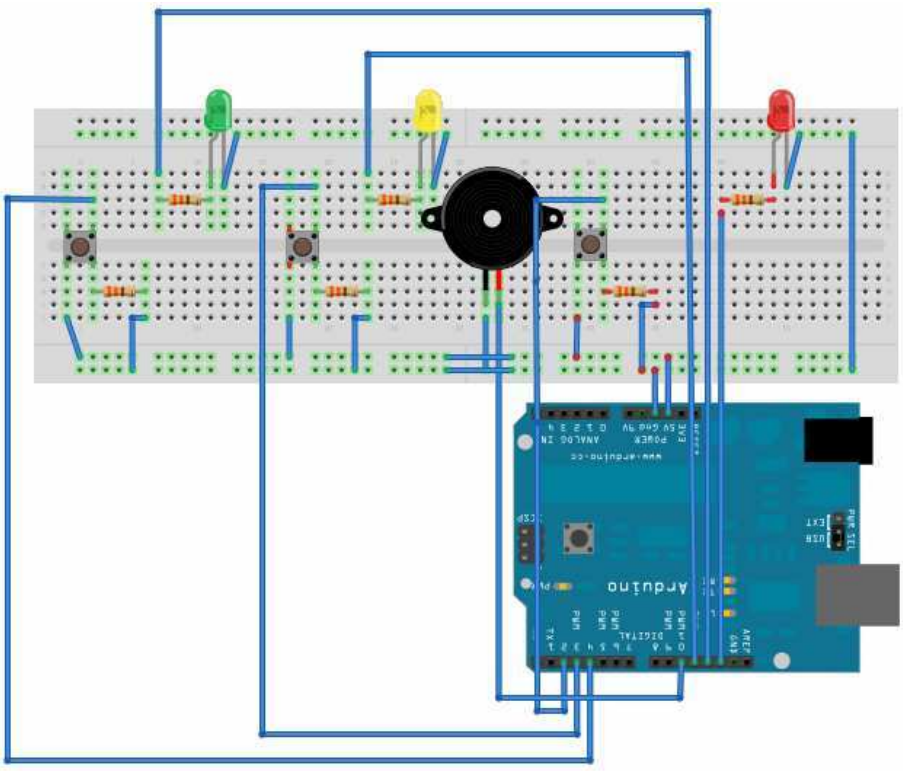


Figura 8: Montagem do Circuito

Código-fonte

```
const int ledPin1 = 13;
const int ledPin2 = 12;
const int ledPin3 = 11;
const int Botao1 = 2;
const int Botao2 = 3;
const int Botao3 = 4;
const int Buzzer = 10;
int EstadoBotao1 = 0;
int EstadoBotao2 = 0;
int EstadoBotao3 = 0;
int Tom = 0;

void setup() {
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(Botao1, INPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  pinMode(Botao2, INPUT);
  pinMode(ledPin3, OUTPUT);
  pinMode(Botao3, INPUT);
}

void loop(){
  EstadoBotao1 = digitalRead(Botao1);
  EstadoBotao2 = digitalRead(Botao2);
  EstadoBotao3 = digitalRead(Botao3);
  if(EstadoBotao1 && !EstadoBotao2 && !EstadoBotao3) {
    Tom = 50;
    digitalWrite(ledPin1, HIGH);
  }
  if(EstadoBotao2 && !EstadoBotao1 && !EstadoBotao3) {
    Tom = 400;
    digitalWrite(ledPin3, HIGH);
  }
  if(EstadoBotao3 && !EstadoBotao2 && !EstadoBotao1) {
    Tom = 1000;
    digitalWrite(ledPin2, HIGH);
```

```
  }
  while(Tom > 0){
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
    delayMicroseconds(Tom);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    delayMicroseconds(Tom);
    Tom = 0;
    digitalWrite(ledPin1, LOW);
    digitalWrite(ledPin2, LOW);
    digitalWrite(ledPin3, LOW);
  }
}
```

9 Exemplo de Aplicação 6: Alarme

Componentes: 1 Sensor de Distâcia, 1 Buzzer, 1 Led

Hoje em dia é comum encontrarmos sensores de distância instalados na traseira de carros para auxiliarem os motoristas na hora de fazerem balizas. Esses sensores detectam objetos que estão em uma determinada distância e caso o sensor decide que o objeto está muito perto do carro, ele emite um *beep*. Os sensores de distância tem várias aplicações no meio comercial e industrial, como por exemplo, também são utilizados em residências e em escritórios para indicar a presença de alguém no ambiente. Alguns desses sensores emitem um *beep* e outros são mais discretos: acendem uma luz. Implemente um projeto onde o sensor ultra-sonico acenda um LED ou emita um *beep* quando um objeto estiver a menos de 30 cm do seu raio de alcance.

Sugestão de montagem

Configuere o pino 13 do kit Arduino para a conexão do LED. Reserve o pino 7 para o sensor de distância. Conecte o *Buzzer* no pino 10.

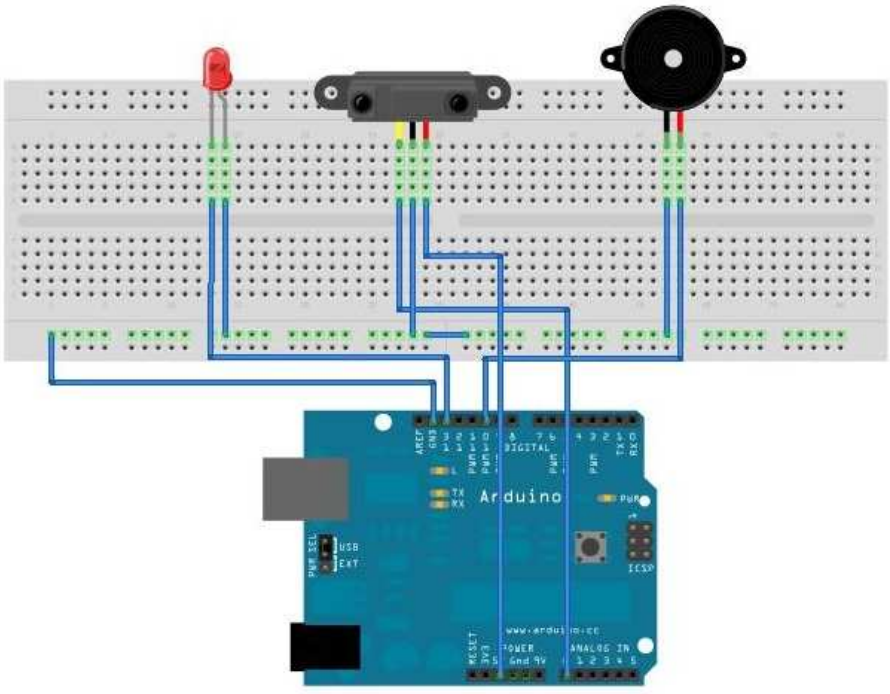


Figura 9: Montagem do Circuito

Código-fonte

```
int LED = 13;
int buzzer = 10;
int sharp = 0;

void setup() {
  pinMode(sharp,INPUT);
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  pinMode(LED,OUTPUT);
}

void loop() {
  int ir = analogRead(sharp);
  if(ir>150) {
    digitalWrite(LED, HIGH);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(LED, LOW);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
  }
}
```

10 Exemplo de Aplicação 7: Projeto Alarme Multipropósito

Componentes: 2 Leds Verdes, 2 Leds Amarelos, 2 Leds Vermelhos, 1 Sensor de Luminosidade LDR, 1 Sensor de Temperatura NTC, 1 Led Alto Brilho, 1 Buzzer

Neste exemplo temos que ter um cuidado maior, por ele ser mais elaborado que os anteriores. Adotamos neste projeto que 3 LEDs (1 de cada cor) correspondem à temperatura, os outros 3 correspondem à luminosidade. Você deve implementar seu projeto da seguinte forma:

- A medida que a temperatura for aumentando vai acendendo os LEDs correspondentes à ela, um por um, então se a temperatura estiver alta os 3 LEDs devem estar acesos e um alarme deve soar.
- Se a luminosidade do ambiente estiver alta os 3 LEDs correspondentes à ela devem estar acesos, a medida que a luminosidade for ficando fraca, ou seja, o ambiente for ficando escuro, os LEDs vão apagando um por um, até que todos os LEDs estejam apagados indicando falta total de luminosidade no ambiente, nesse momento o LED de alto brilho deve acender.
- Se os 3 LEDs de temperatura estiverem acesos e os 3 LEDs de luminosidade apagados, então deve soar o sinal e o LED de alto brilho deve acender.

Sugestão de montagem

Conecte os LEDs nos pinos de 5 à 11. Conecte o *Buzzer* na porta 2, o sensor de temperatura na porta 1, e o sensor de luminosidade na porta 0.

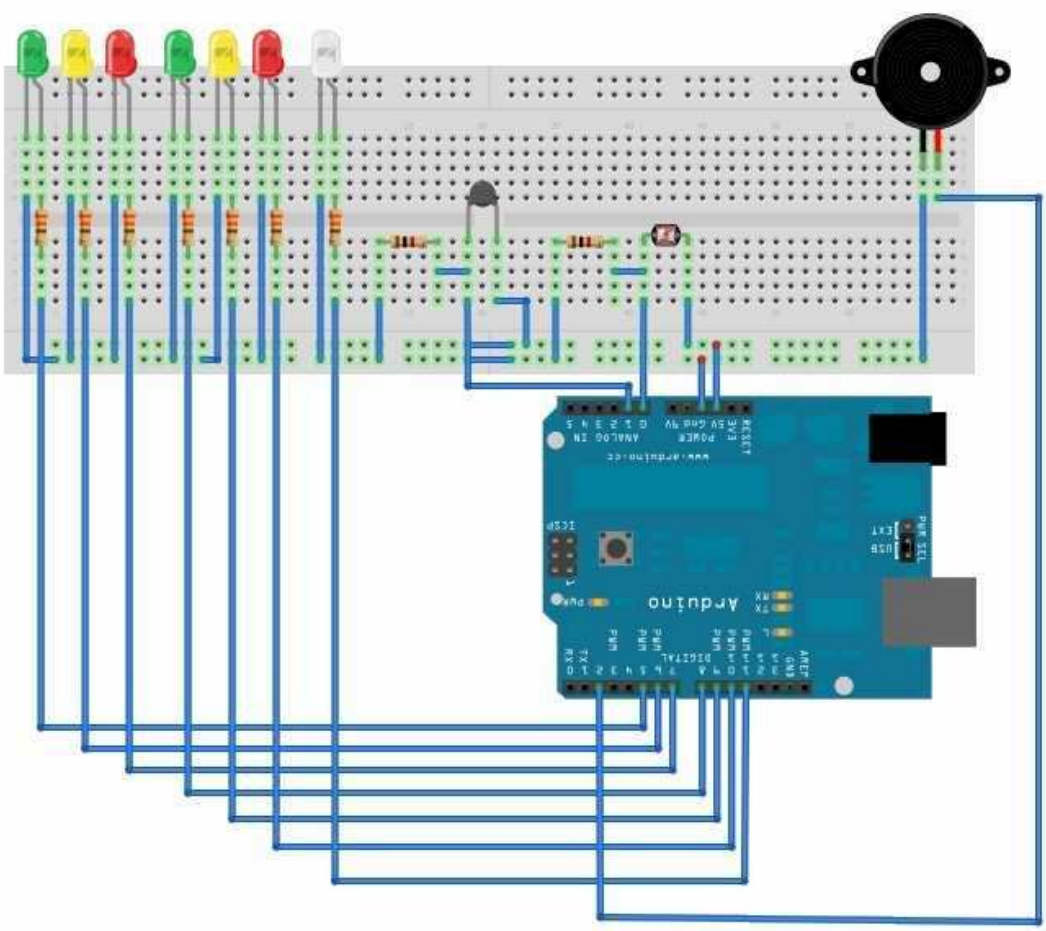


Figura 10: Montagem do Circuito

Código-fonte

```
const int LDR = 0;
const int NTC = 1;
const int Buzzer = 2;
const int led1 = 5;
const int led2 = 6;
const int led3 = 7;
const int led4 = 8;
const int led5 = 9;
const int led6 = 10;
const int ledAB = 11;
int ValorLDR = 0;
int ValorNTC = 0;

void setup(){
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  pinMode(led4, OUTPUT);
  pinMode(led5, OUTPUT);
  pinMode(led6, OUTPUT);
  pinMode(ledAB, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  ValorLDR = analogRead(LDR);
  ValorNTC = analogRead(NTC);
  Serial.print("Valor da Temperatura = ");
  Serial.println(ValorNTC);
  if (ValorNTC > 10)
    digitalWrite(led1, HIGH);
  else
    digitalWrite(led1, LOW);

  if (ValorNTC > 20)
    digitalWrite(led2, HIGH);
  else
```

```
    digitalWrite(led2, LOW);

  if (ValorNTC > 30){
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led3, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
  }
  if (ValorLDR > 600)
    digitalWrite(led6, HIGH);
  else
    digitalWrite(led6, LOW);

  if (ValorLDR > 500)
    digitalWrite(led5, HIGH);
  else
    digitalWrite(led5, LOW);

  if (ValorLDR > 450){
    digitalWrite(led4, HIGH);
    digitalWrite(ledAB, LOW);
  }
  else{
    digitalWrite(led4, LOW);
    digitalWrite(ledAB, HIGH);
  }
}
```

11 Exemplo de Aplicação 8: Portão Eletrônico

Componentes: 2 servo-motores, 1 sensor de distância, barra retangular de cartolina ou papelão.

Neste exemplo utilizaremos servo-motores para realizar a elevação de uma barra retangular simulando o funcionamento de um portão eletrônico. Além dos servo-motores, utilizaremos também um sensor de distância para acionar os sensores caso a distância seja menor que determinado limite em centímetros. O funcionamento do circuito acontece da seguinte forma:

- O sensor de distância deve ser posicionado a frente (utiliza uma segunda *protoboard*) dos servo-motores.
- Se a distância retornada pelo sensor for menor ou igual a determinado limite (10cm), os servo-motores devem ser acionados para girar 90^o para esquerda (sentido anti-horário).
- Uma vez que a distância retornada pelo sensor seja maior que 10cm (indica que o objeto está saindo do campo de detecção do sensor), o sensor aguarda 3 segundos e aciona os servo-motores para retornarem a posição inicial (giro de 90^o para direita).

Sugestão de montagem

Siga o exemplo da Figura 11

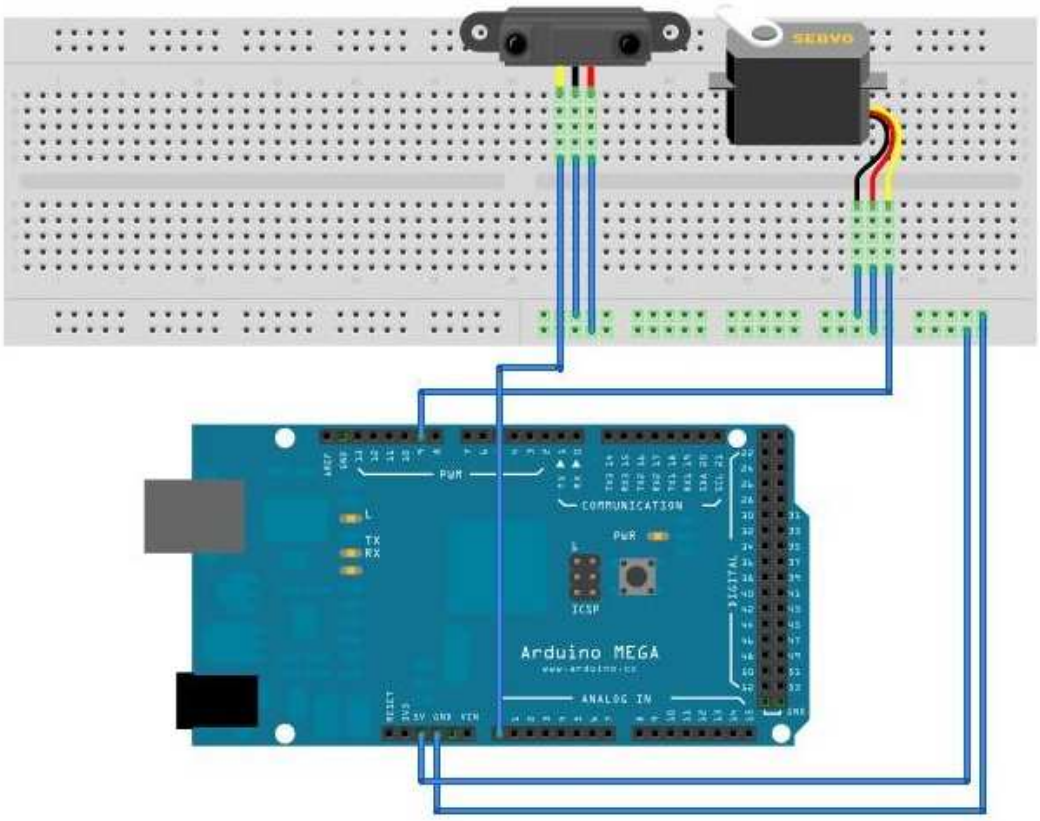


Figura 11: Montagem do Circuito

Código-fonte

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;

const int sensor = 0;

void setup() {
  myservo.attach(9);
  pinMode(sensor, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
```

```
void loop()
{
   int ir = analogRead(sensor);
   Serial.print(ir);
   Serial.print(" ir");
   Serial.println();
   if(ir > 450){
     myservo.write(90);
     delay (6000);
     myservo.write(-90);
   }
}
```