



ARDUINO **KIT** INICIANTE **V6.1**

Parabéns por adquirir o Kit Arduino Iniciante da RoboCore!

Este material é composto por 13 experimentos, que são intitulados módulos e projetos. O intuito principal é que o usuário que está começando a entender o fascinante mundo da eletrônica, ou mesmo o usuário que já tem boas noções, possa começar a construir protótipos utilizando sua placa Arduino. Para efeitos de explicação, chamamos de **módulos** os experimentos que, por si só, não apresentam grande efeito e, quando juntados 2 ou mais módulos, podemos fazer um **projeto**, que consiste em algo útil ou ao menos agradável de ser apreciado.

Abaixo segue a lista de módulos e projetos que podem ser construídos com o auxílio deste material:

▪ **Módulo 1**

pág. 16

Componentes: 1 Botão + 1 Led

Descrição: Conforme você pressiona um pushbutton, um led é aceso.

Dificuldade: 

▪ **Módulo 2**

pág. 18

Componentes: 3 Botões + 3 Leds

Descrição: Conforme você pressiona qualquer um dos botões, leds de diferentes cores são acesos.

Dificuldade: 

▪ **Projeto Piano**

pág. 20

Componentes: 3 Botões + 3 Leds + Buzzer

Descrição: Cada botão toca uma nota musical diferente e acende um led. É expansível – por conta do usuário – para mais uma nota musical com o botão (e o led) reserva

Dificuldade: 

▪ **Módulo 3**

pág. 22

Componentes: 1 Sensor de Temperatura NTC

Descrição: Com o auxílio da porta serial e do monitor serial, o usuário irá fazer a leitura e calibração do sensor de temperatura para fazer o projeto.

Dificuldade: 

▪ **Projeto Alarme**

pág. 26

Componentes: 1 Sensor de Temperatura NTC + 1 buzzer

Descrição: A partir dos valores colhidos no módulo 3, o usuário poderá montar um alarme que, se a temperatura de onde o sensor estiver localizado for maior, ou menor, ele soará.

Dificuldade: 

▪ **Projeto Termômetro**

pág. 28

Componentes: 2 Leds Verdes + 2 Leds Amarelos + 2 Leds Vermelhos + Buzzer + 1 Sensor de Temperatura NTC

Descrição: Conforme a temperatura do ambiente onde o sensor NTC está localizado aumenta, os leds coloridos acendem, como um termômetro. Se por algum motivo todos os 6 Leds forem acesos, um alarme deverá soar.

Dificuldade: 

▪ Módulo 4

pág. 32

Componentes: 1 Potenciômetro + 1 Led

Descrição: Conforme o valor do potenciômetro é alterado, o led pisca de forma mais rápida ou mais lenta

Dificuldade: **▪ Projeto Dimmer**

pág. 34

Componentes: 1 Potenciômetro + 1 Led Alto Brilho

Descrição: Conforme o valor do potenciômetro é alterado, o led fica mais claro ou mais escuro graças ao PWM

Dificuldade: **▪ Projeto Iluminação Automatizada**

pág. 38

Componentes: 1 Led Alto Brilho + 1 Sensor de Luminosidade LDR

Descrição: Se a iluminação ambiente, por qualquer motivo, diminuir ou apagar completamente, um led de alto brilho acende gradativamente

Dificuldade: **▪ Projeto Alarme Multipropósito**

pág. 42

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

Descrição: Temos dois *bargraphs*, ou seja, dois indicadores: um de luminosidade e outro de temperatura, através das cores dos leds. Se a temperatura estiver alta e acender os 3 Leds que a corresponde, um alarme deverá soar. De maneira análoga, se os 3 Leds correspondentes à luminosidade estiverem apagados – indicando uma falta total de luminosidade no ambiente - um alarme deverá soar e um led de alto brilho irá acender.Dificuldade: **▪ Módulo 5**

pág. 45

Componentes: 01 Display de LCD + 01 Potenciômetro

Descrição: Aprenda como usar este dispositivo, muito útil para mostrar os dados internos da placa Arduino em um modo inteligível, ou seja, possível de seres humanos entenderem.

Dificuldade: **▪ Módulo 6**

pág. 48

Componentes: 01 Display de LCD + 01 Potenciômetro

Descrição: Aprenda a enviar caracteres do computador para o Arduino e vê-los no display.

Dificuldade: **▪ Projeto Frequencímetro**

pág. 51

Componentes: 01 Display de LCD + 01 Potenciômetro + 01 Buzzer + 02 Botões

Descrição: Vamos fazer barulho novamente! Mas agora vamos variar a frequência e verificar a todo instante a quantos Hertz estamos ouvindo o Buzzer tocar.

Dificuldade: 

INSTALAÇÃO DO SOFTWARE ARDUINO

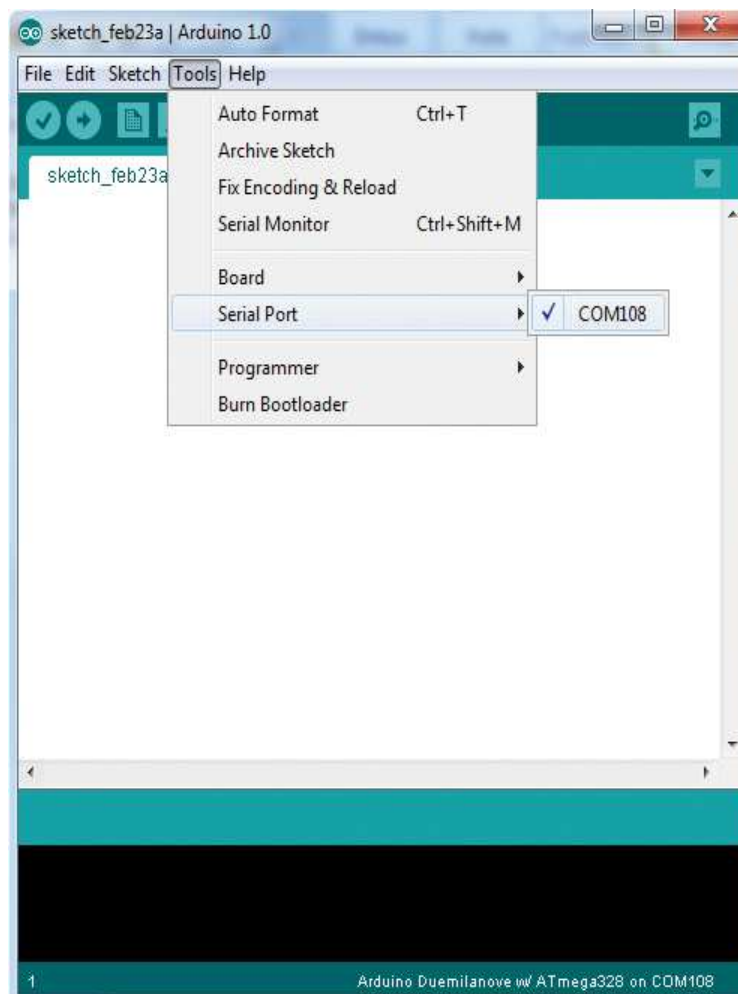
Como você já deve ter percebido o ambiente de desenvolvimento do Arduino não precisa ser instalado. Uma vez baixado em seu computador, ele pode rodar diretamente por se tratar de um aplicativo feito em Java. Também por este motivo, o ambiente de desenvolvimento pode rodar nos mais diversos sistemas operacionais (Windows, Linux, MAC), bastando apenas o download do ambiente que corresponde ao seu sistema operacional. O download pode ser feito na página: <http://arduino.robocore.net/> e também existe uma cópia no CD que acompanha este kit, na pasta “**Ambiente de Desenvolvimento**” - para usar o ambiente de desenvolvimento que está no CD você DEVERÁ copiar para a raiz de seu disco rígido.

Para abrir o programa, basta clicar duas vezes no ícone “**arduino.exe**”.

INSTALAÇÃO DO DRIVER ARDUINO

O dispositivo Arduino é totalmente Plug & Play. Uma vez rodando o ambiente de desenvolvimento, insira o cabo USB AB no Arduino e depois no computador. Seu computador deverá reconhecer automaticamente o Arduino e uma nova porta COM (no caso de sistema operacional Windows Vista, Windows 7 ou Linux). Caso o sistema operacional não reconheça a placa automaticamente, os drivers podem ser localizados na pasta “**arduino-1.0.1\drivers**”.

Para selecionar esta nova porta COM onde o Arduino está localizado, abra o ambiente de desenvolvimento, então clique em **TOOLS > SERIAL PORT > COM X** (onde X é o número da porta que o Arduino foi instalado automaticamente). Na imagem a seguir temos um exemplo do que você deverá ver:



Note que o número da porta COM não é necessariamente 108 como na imagem acima. Cada computador poderá mostrar um número de porta diferente.

Seu Arduino não está sendo reconhecido pelo Windows 7? Veja abaixo a solução:

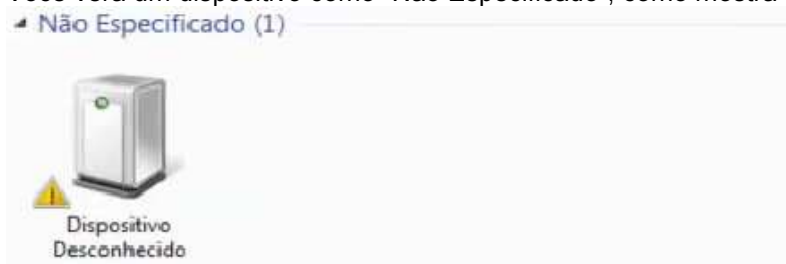
Por causa de fatores ligados às permissões do sistema, o Windows 7 algumas vezes impede que o driver seja instalado de uma determinada pasta, onde estão os drivers e ambiente de desenvolvimento do Arduino. Desta forma, temos que fazer com que o Windows “force” a instalação destes drivers de alguma forma.

Siga os seguintes passos:

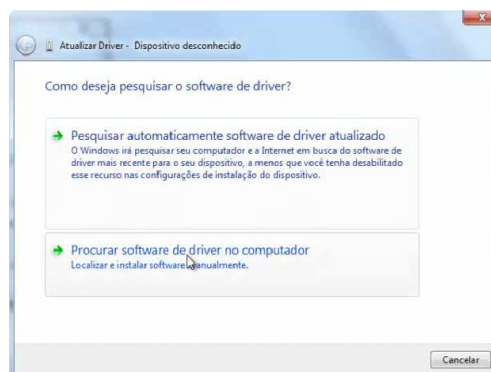
- 1) Conecte seu Arduino à porta USB de seu computador. Aguarde até aparecer a mensagem de erro de instalação de driver. A mensagem deve parecer com a seguinte:



- 2) Feche esta mensagem. Clique em “Iniciar” depois em “Dispositivo e Impressoras”. Você verá um dispositivo como “Não Especificado”, como mostra a figura abaixo:



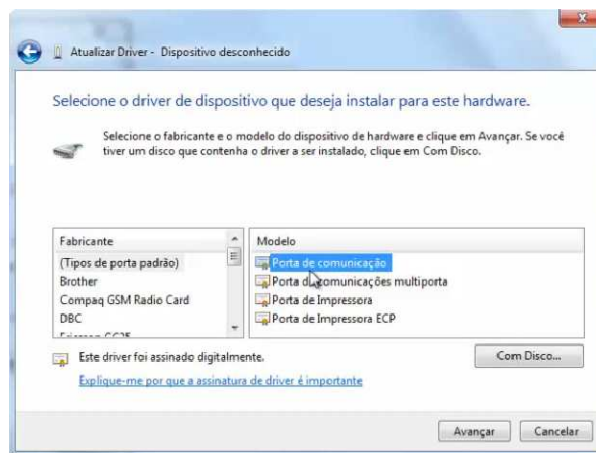
- 3) Clique com o botão direito do Mouse neste “Dispositivo Desconhecido” e depois em Propriedades;
- 4) Clique na aba “Hardware” e depois em “Propriedades”;
- 5) Na nova janela, clique no botão “Alterar Configurações”;
- 6) Clique agora em “Atualizar Driver...”;
- 7) Na janela que abrir, clique em “Procurar Software de Driver no Computador”



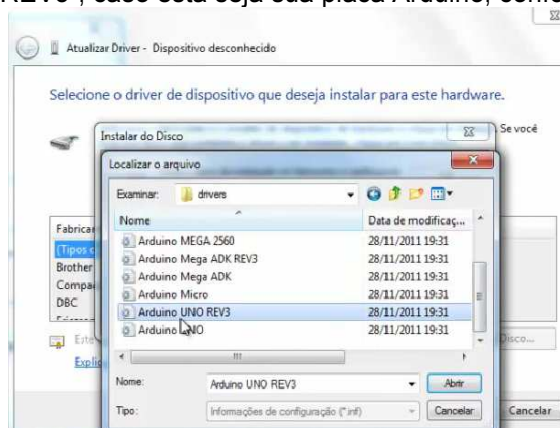
- 8) Neste ponto, não use a opção de seleção de diretório para escolher o driver do Arduino. Se você fizer isto, o Windows não irá permitir que o driver seja instalado, pois ele não tem permissão para carregar o driver da pasta em questão. Clique então em “PERMITIR QUE EU ESCOLHA EM UMA LISTA DE DRIVERS E DISPOSITIVOS NO COMPUTADOR”, como na figura a seguir:



- 9) Na janela que abrir, role a lista para baixo até encontrar “Portas (COM e LPT)” e clique em Avançar;
- 10) Na próxima janela, selecione “Porta de comunicação”, como na figura abaixo e clique em “Com Disco...”:



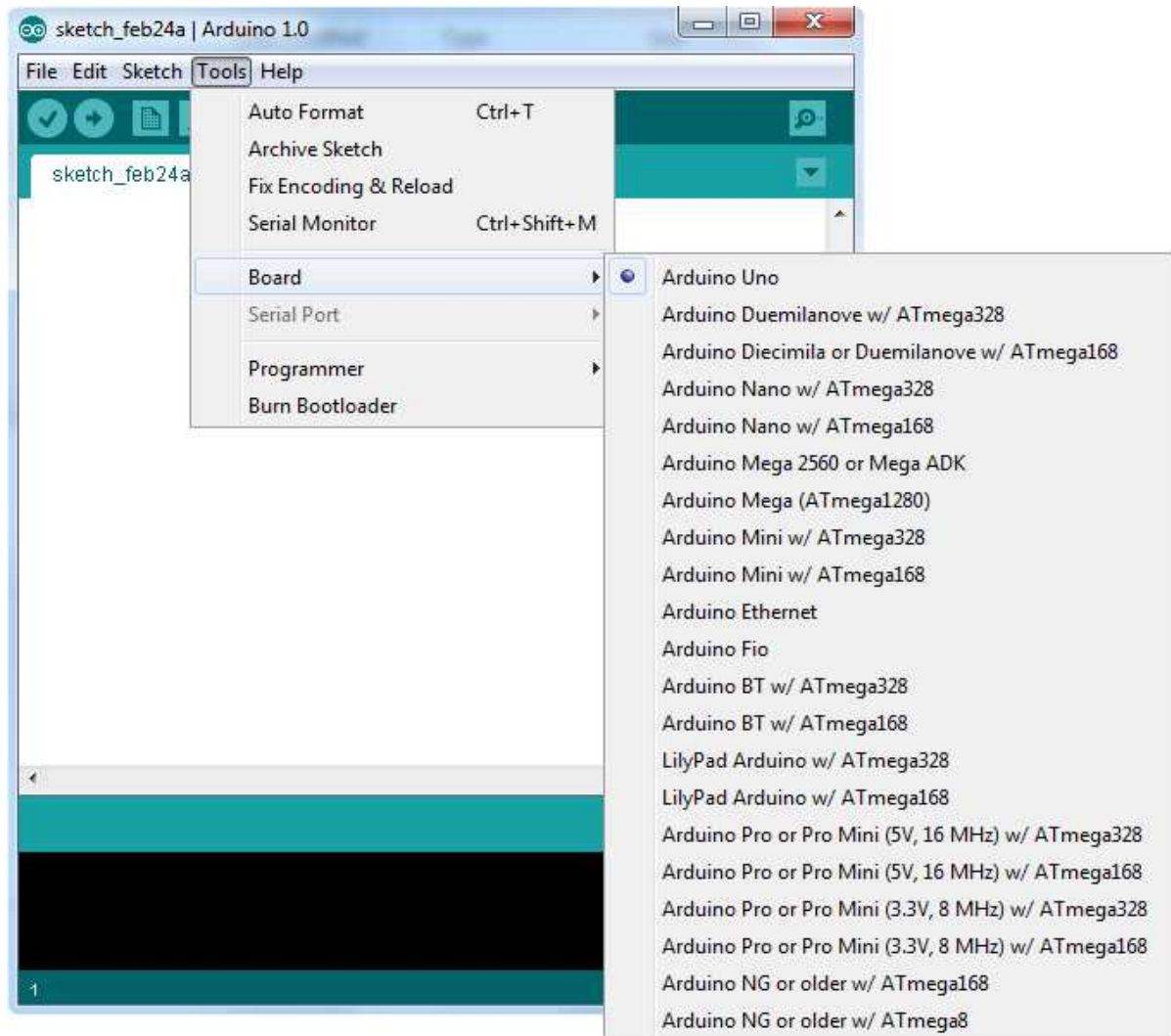
- 11) Na janela que abrir, faça a busca do driver pelo botão “Procurar”. Direcione esta busca para a pasta DRIVERS, do ambiente de desenvolvimento Arduino, e dentro dela clique em “ARDUINO UNO REV3”, caso esta seja sua placa Arduino, conforme a figura abaixo:



- 12) Clique em “Abrir”, então em “Ok” e depois em “Avançar”;
- 13) Clique em “Instalar este software mesmo assim”;
- 14) Pronto! Seu Arduino está instalado e pronto para ser usado! Agora, basta selecionar a porta serial do mesmo no ambiente de desenvolvimento Arduino e usá-lo.

SELEÇÃO DE PLACA ARDUINO

Para salvar códigos em sua placa Arduino, você precisa selecionar qual placa está usando no ambiente de desenvolvimento Arduino. Para isto, basta ir ao menu **TOOLS** e depois **BOARD**, conforme a figura abaixo:



Atenção: Caso você não esteja utilizando a placa Arduino UNO, selecione a placa correta.

Atenção: Nos experimentos abaixo procure sempre utilizar o ambiente de desenvolvimento (IDE) Arduino maximizado.

Dica: Para tornar o envio de códigos do computador para a placa Arduino mais rápido, desconecte os periféricos de seu computador, como dispositivos de Bluetooth, etc.

UMA BREVE DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

Para montar os experimentos deste kit não é necessário nenhum tipo de curso anterior de eletrônica. Mas, para você identificar cada um dos componentes e deixar a compreensão do circuito um pouco mais fácil, aqui detalharemos um pouco cada um deles.

• RESISTOR

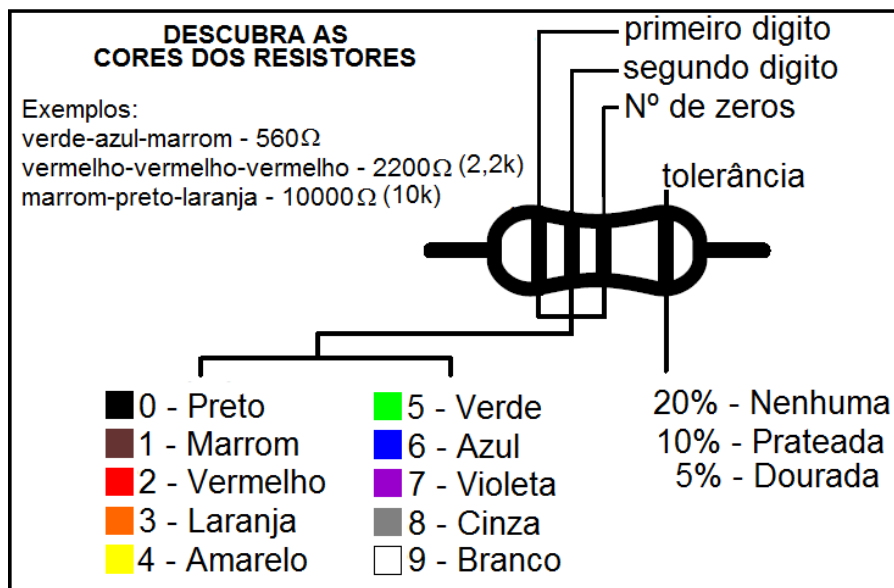


O que isto faz: Limita a corrente elétrica que passa pelo circuito. Para limitar mais ou menos corrente, o valor deste componente pode variar.

Número de pinos: 2 pinos do mesmo comprimento

+ **Detalhes:** <http://pt.wikipedia.org/wiki/Resistor>

Para saber o valor de cada resistor, basta seguir o esquema abaixo:



Em nossos experimentos neste kit, usaremos apenas dois valores de resistores, o de 300Ω e o de $10k\Omega$. Você encontrará o símbolo deles nos esquemas elétricos. Para começar a se familiarizar, os símbolos são estes ao lado. Você consegue distinguir qual é o de 300Ω e qual é o de $10k\Omega$? Veja que eles são muito parecidos, porém você deve começar a leitura de cores pelo lado oposto ao dourado.



• BUZZER



O que isto faz: Quando uma corrente elétrica passa por ele, ele emite um som.

Número de pinos: 2 pinos (este componente tem polaridade, portanto fique atento na hora de ligá-lo)

+ **Detalhes:** http://pt.wikipedia.org/wiki/Sensor_piezoel%C3%A9trico

- **CHAVE MOMENTÂNEA**

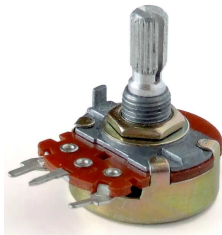


O que isto faz: Quando o botão é apertado, os contatos entre os terminais de cada lado são ligados entre si.

Número de pinos: 4 pinos (os 2 pinos de cada lado já estão em contato normalmente. Quando o botão é apertado os 4 entram em contato)

+ Detalhes: http://en.wikipedia.org/wiki/Push_button (em inglês)

- **POTENCIÔMETRO**

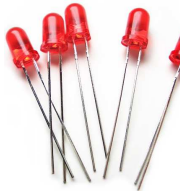


O que isto faz: Varia a resistência dos terminais conforme a haste superior é girada

Número de pinos: 3 pinos (a resistência varia entre um dos pinos mais da extremidade para com o do centro)

+ Detalhes: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B4metro>

- **LED**



O que isto faz: Emite uma luz quando uma pequena corrente o excita (apenas em uma direção, do pino mais longo para o pino mais curto)

Número de pinos: 2 pinos (um mais longo e outro mais curto)

+ Detalhes: http://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz

- **SENSOR DE TEMPERATURA NTC**



O que isto faz: É uma resistência que varia conforme a temperatura a que é submetido

Número de pinos: 2 pinos do mesmo comprimento

+ Detalhes: http://pt.wikipedia.org/wiki/Negative_Temperature_Coefficient

- **SENSOR DE LUMINOSIDADE LDR**



O que isto faz: É uma resistência que varia conforme a luminosidade se altera sobre ele

Número de pinos: 2 pinos do mesmo comprimento

+ Detalhes: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ldr>

- **DISPLAY DE LCD**

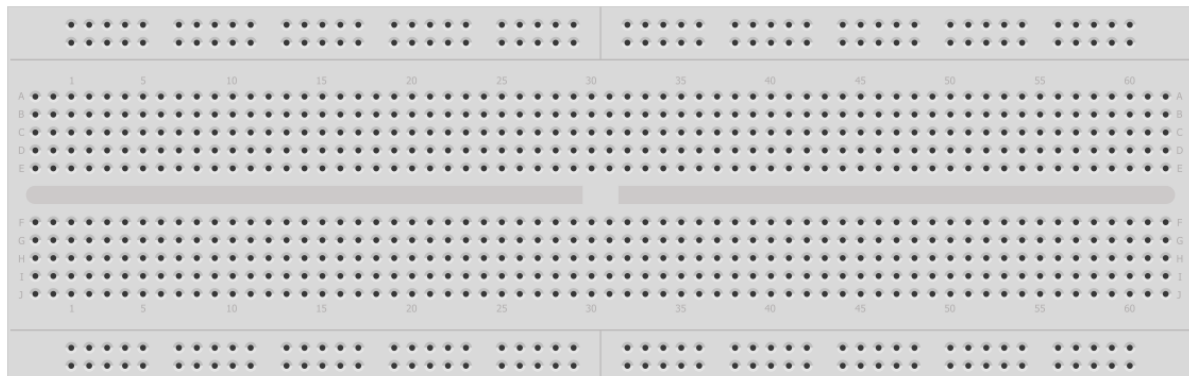


O que isto faz: Mostra dados lidos pelo Arduino em letras e números, muito utilizado em diversos equipamentos eletrônicos. Este dispositivo mostra os dados que estão dentro do Arduino para os seres humanos de uma forma inteligível.

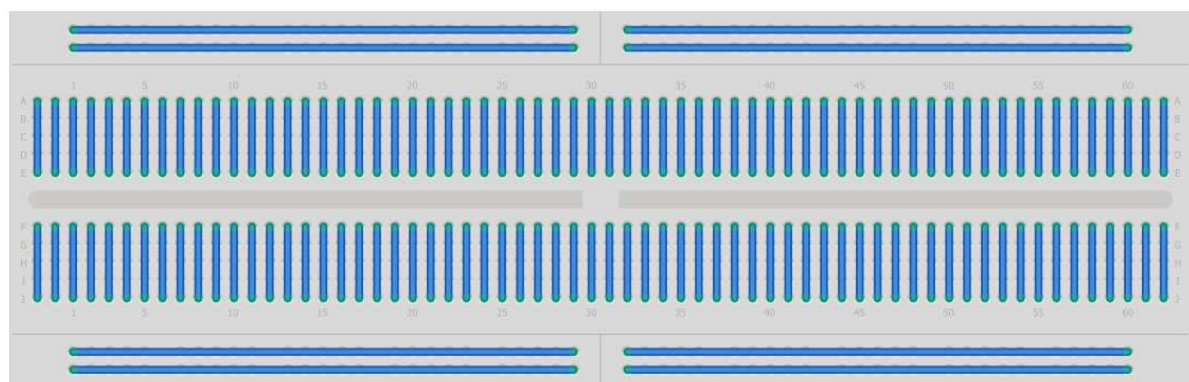
Número de pinos: 16 pinos. Iremos usar apenas 10 pinos.

+ Detalhes: <http://pt.wikipedia.org/wiki/LCD>

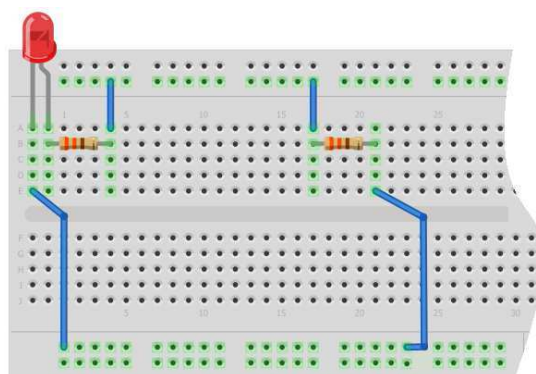
- **PROTOBOARD**



O que isto faz: trata-se de uma placa de plástico, cheia de pequenos furos com ligações internas, onde você irá fazer as ligações elétricas. Os furos nas extremidades superior e inferior são ligados entre si na horizontal, enquanto que as barras do meio são ligadas na vertical. Para ilustrar isto, veja abaixo como são as ligações internas da protoboard:



Cada fio azul acima representa uma ligação interna. Para deixar este componente totalmente entendido, veja o exemplo abaixo:



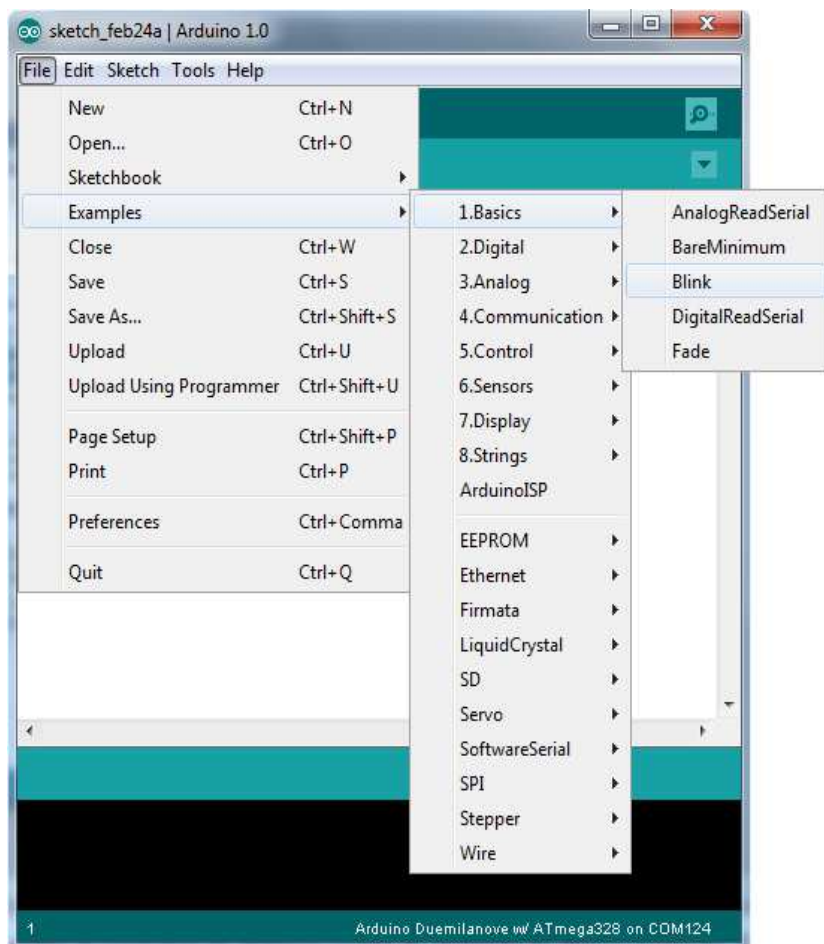
O led vermelho tem a extremidade direita ligada a um resistor. Este resistor está ligado a outro resistor por meio de uma das ligações internas superiores da protoboard. Este último resistor, por sua vez, está ligado à extremidade esquerda do led, utilizando uma das ligações internas inferiores da protoboard.

Número de pinos: na protoboard que acompanha o kit existem 840 furos, porém existem protoboards com menos e com mais furos.

+ **Detalhes:** <http://pt.wikipedia.org/wiki/Protoboard>

INTRODUÇÃO

Para entender como funciona o Arduino, vamos começar com o mais básico, o exemplo BLINK que está pronto no software de compilamento do Arduino. Para acessá-lo clique em **FILE > EXAMPLES > 1.BASICS > BLINK** como mostrado na figura abaixo:



Feito isto, o código do programa irá aparecer na tela do ambiente de desenvolvimento. É interessante que você analise o programa para tentar compreendê-lo. Para tanto iremos colocar abaixo todo o programa, assim como você deve estar vendo na tela do ambiente de desenvolvimento, para analisá-lo com você:

Código:

```
/*  
Blink  
Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.  
The circuit:  
* LED connected from digital pin 13 to ground.  
* Note: On most Arduino boards, there is already an LED on the board  
connected to pin 13, so you don't need any extra components for this example.  
Created 1 June 2005  
By David Cuartielles  
http://arduino.cc/en/Tutorial/Blink  
based on an original by H. Barragan for the wiring i/o board  
*/  
  
int ledPin = 13;    // LED connected to digital pin 13  
// The setup() method runs once, when the sketch starts  
void setup() {  
  // initialize the digital pin as an output:  
  pinMode(ledPin, OUTPUT);  
}  
// the loop() method runs over and over again,  
// as long as the Arduino has power  
void loop()  
{  
  digitalWrite(ledPin, HIGH);    // set the LED on  
  delay(1000);                  // wait for a second  
  digitalWrite(ledPin, LOW);     // set the LED off  
  delay(1000);                  // wait for a second  
}
```

Para iniciar o entendimento do código, devemos observar o que são e como são feitos os comentários em um código de linguagem C.

Para fazer um comentário quer irá se desenvolver por mais de 1 linha, devemos usar os caracteres:

`/*` para começar um comentário de mais de 1 linha

`*/` para finalizar os comentários que foram feitos anteriormente

Para fazer um comentário em 1 linha apenas, podemos utilizar:

`//` para fazer um comentário de apenas 1 linha

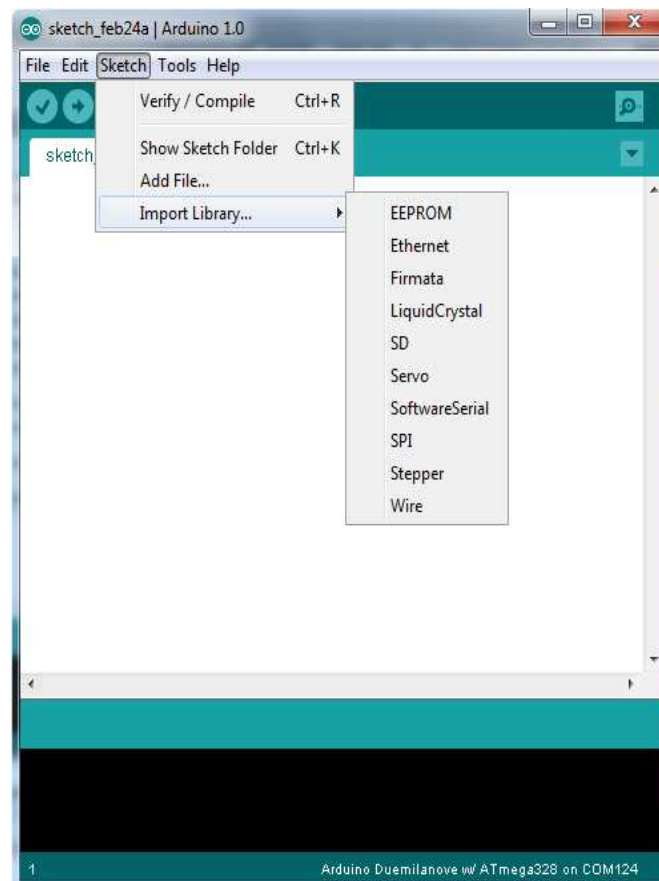
Entendido isto, e se olharmos o código do BLINK mais afundo, veremos que o código está escrito em apenas 11 linhas. Veja se você consegue identificar quais são estas 11 linhas.

Vamos agora entender a estrutura dos programas. No início de todos os programas uma ordem deve ser respeitada:

1. Estrutura de Inclusão de Bibliotecas
2. Estrutura de Declaração de Variáveis
3. Estrutura Setup
4. Estrutura Loop
5. Demais estruturas de funções

O que são estas 5 estruturas citadas acima?

O diferencial de uma placa como o Arduino está profundamente ligada à estrutura de número 1 citada acima. Quando você estiver pensando em fazer algum projeto mirabolante, você pode ter certeza que há 90% de chances de alguém já o ter feito. Desta forma, quando alguém já o fez, é bem provável que este alguém, em qualquer parte do mundo, já tenha escrito toda uma biblioteca para fazer o tal projeto. Por exemplo, digamos que em um sábado a noite dê uma vontade louca de fazer um carrinho de controle remoto controlado por um controle de PlayStation®. Você não faz a menor ideia de como começar a pensar em como programar este carrinho controlado por este controle tão comum no seu dia-a-dia. Então, a primeira coisa que você deve fazer é ir ao Google e perguntá-lo se alguém já desenvolveu uma biblioteca para você utilizar um controle de PlayStation® com seu Arduino. Digite no Google: **ARDUINO PLAYSTATION CONTROLLER LIBRARY**. Na data que este documento está sendo redigido, você encontra “Aproximadamente 879.000 resultados”. E sim, um deles, pelo menos, é a biblioteca que você está precisando para desenvolver seu carrinho de controle remoto com controle de PlayStation®. Portanto, o que são Bibliotecas? São conjuntos de funções desenvolvidas para uma aplicação particular. Seu ambiente de desenvolvimento Arduino já vem com algumas bibliotecas instaladas. Para vê-las, simule que você quer importar uma biblioteca (apenas simule, não precisa clicar em nenhuma para importar). Para tanto, clique em **SKETCH > IMPORT LIBRARY...** e veja quantas bibliotecas prontas para seu uso já existem:



Neste momento não iremos utilizar nenhuma das bibliotecas mostradas à cima, mesmo porque nosso programa BLINK não necessita de uma biblioteca para funcionar, pois é um programa muito básico e utiliza apenas escritas digitais e delays, funções que já estão inseridas em todos os programas feitos no ambiente de desenvolvimento Arduino. Por este motivo você pode notar que o programa BLINK, após os comentários iniciais, começa com a declaração de variáveis:

```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
```

A linha anterior quer dizer o seguinte:

int : variável do tipo inteira

ledPin = 13; : nome da variável. Neste caso, como o próprio nome diz, temos que a variável PINO DO LED vale 13.

// LED connected to digital pin 13 : comentário dizendo que existe um LED conectado ao pino digital de numero 13.

Agora nós lhe convidamos a olhar seu Arduino mais de perto. Se você notar, verá que logo abaixo do pino 13 digital existe um LED SMD, ou seja, um microled, já colocado na placa, como mostra a figura abaixo:



Vamos agora olhar a estrutura de Setup do programa:

```
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
```

void setup() { : Declaração que irá começar o Setup do programa. Sempre aberto com uma "{" e fechada, no fim da declaração, por uma "}".

// initialize the digital pin as an output: : Comentário dizendo que o pino digital será inicializado como uma saída

pinMode(ledPin, OUTPUT); : Escolha do modo do pino, se é entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT).

Como neste caso queremos acender um led, a corrente elétrica irá sair do pino e não entrar. Logo, setamos o ledPin (que tinha o valor 13, por causa do pino digital 13) como saída.

Por fim, neste programa, iremos analisar a estrutura Loop:

```
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // set the LED off
  delay(1000);                // wait for a second
}
```

void loop() : De modo análogo ao setup, com o comando ao lado dizemos que irá começar o loop do programa, ou seja, o programa principal que ficará rodando por tempo indeterminado. Também é aberto com uma “{” e fechado com uma “}”.


digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on : Escrita digital. Por tratar-se de um pino digital, ou você terá nível lógico 1 ou terá nível lógico 0, no caso de um led, ou teremos led acesso (1) ou teremos led apagado (0). O comando então liga o led, ou seja, envia 1 para o pino 13


delay(1000); // wait for a second : Delay é mais uma função pronta de seu arduino. O numero que for inserido entre os parêntesis será o valor, em milissegundos, que o Arduino irá esperar para seguir para a próxima instrução. No caso, temos um delay de 1000 milissegundos, ou seja, uma espera de 1 segundo para executar a próxima instrução.

digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off

delay(1000); // wait for a second : Estes dois comandos são análogos aos dois vistos anteriormente, com a única diferença que a escrita digital escreverá um 0 no pino do led, ou seja, um nível lógico baixo: o led apagará e o Arduino espera 1 segundo para fazer a próxima instrução que, no caso, volta a ser o **digitalWrite(ledPin, HIGH);** .

Se este programa está 100% entendido, já podemos compilar o mesmo e fazer o upload para nossa placa Arduino. Para compilar o programa devemos clicar no botão Verify do ambiente de

desenvolvimento, para ver se não existe nenhum erro de código. O botão é o seguinte:  Se na barra inferior aparecer a mensagem: *Done Compiling*, o programa está pronto para ser

enviado ao Arduino. Para tanto, basta clicar no botão Upload que é o seguinte:  . Espere então o upload ser completado e pronto. Você deverá ver o led da placa piscando com intervalos de 1 segundo.

Visto toda esta explicação, agora sim podemos começar a estudar o primeiro módulo deste material.

▪ **Módulo 1**

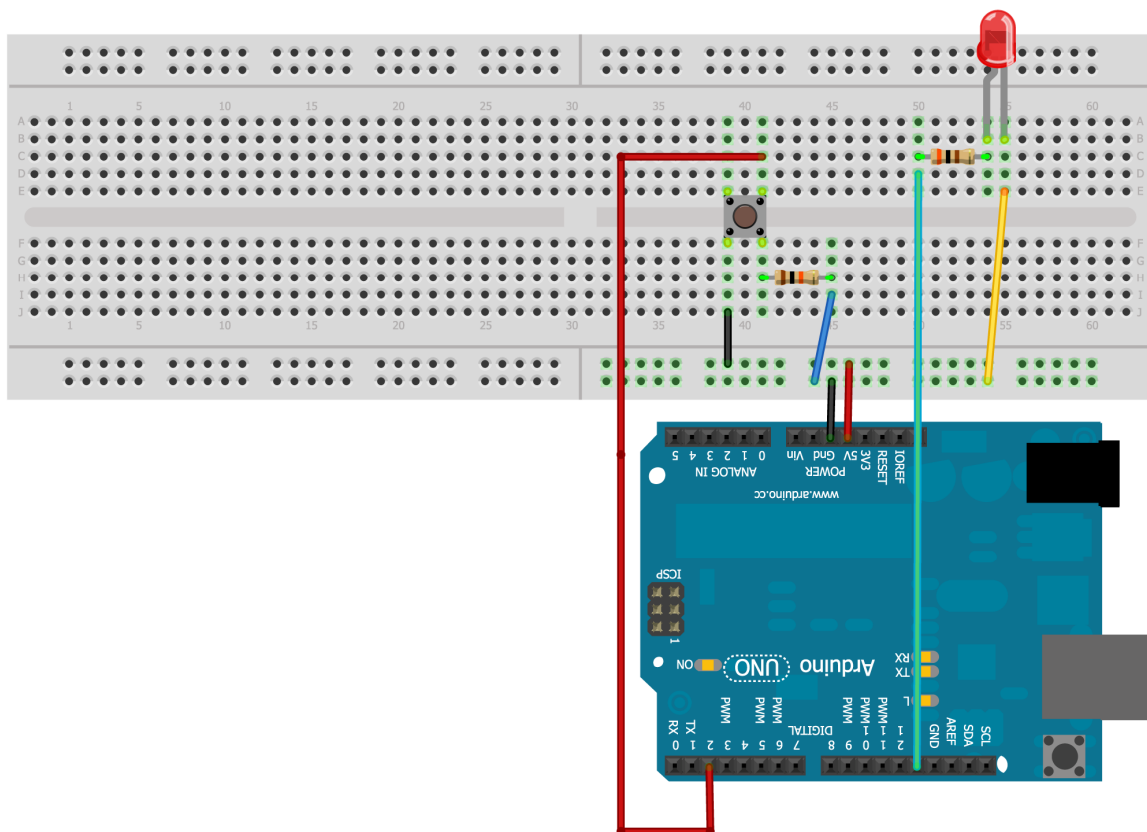
Componentes: 1 Botão + 1 Led

Descrição: Conforme você pressiona um pushbutton, um led é aceso

Dificuldade: 

Trata-se de fazer um botão acender um led quando pressionado e, quando solto, o led deverá apagar. Coloque os componentes como está sendo mostrado na imagem abaixo, bem como suas ligações:

Componentes utilizados: 01x Led Vermelho / 01x Resistor de 300 / 01x PushButton / 01x Resistor de 10k / cabos diversos.



*Dica: Caso tenha dificuldades em montar o circuito, a imagem a cima (e todas as outras imagens de circuitos) estão disponíveis em alta definição na pasta "**Imagens dos Experimentos**" no CD que acompanha este kit.*

Código:

```
/*
*****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
**                                          **
**              Módulo 1                  **
*****/
int ledPin = 13; //led no pino 13
int Botao = 2; //botao no pino 2
int EstadoBotao = 0; //Variavel para ler o status do pushbutton
void setup(){
  pinMode(ledPin, OUTPUT); //Pino do led será saída
  pinMode(Botao, INPUT); //Pino com botão será entrada
}
void loop(){
  EstadoBotao = digitalRead(Botao); /*novo estado do botão vai ser igual ao que
                                     Arduino ler no pino onde está o botão.
                                     Poderá ser ALTO (HIGH)se o botão estiver
                                     Pressionado, ou BAIXO (LOW),se o botão
                                     estiver solto */
  if (EstadoBotao == HIGH){ //Se botão estiver pressionado (HIGH)
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // acende o led do pino 13.
  }
  else{ //se não estiver pressionado
    digitalWrite(ledPin, LOW); //deixa o led do pino 13 apagado
  }
}
```

Recomendamos que você tente entender passo a passo o programa anterior, para não ter problemas quando os códigos começarem a ficar mais complexos.

Após compilar o código e fazer o upload na sua placa, você já deve poder apertar o botão e o led da protoboard acender e, quando soltar, o led deve apagar.

Se houve algum problema, procure seu erro e tente consertá-lo. Se não, parabéns! Você concluiu o primeiro módulo RoboCore Arduino Kit Iniciante. Agora você está pronto para começar o módulo de número 2.

▪ Módulo 2

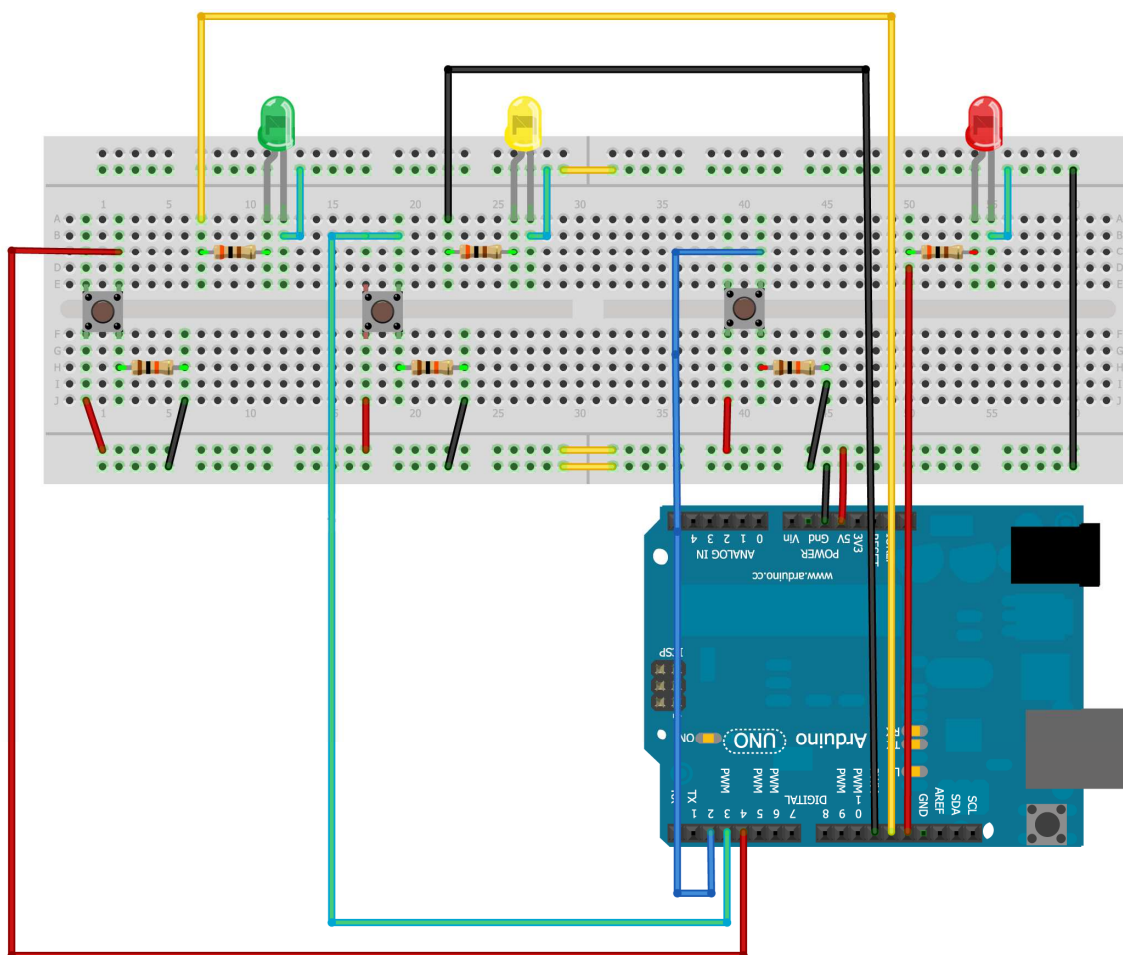
Componentes: 3 Botões + 3 Leds

Descrição: Conforme você pressiona qualquer um dos botões, leds de diferentes cores são acesos

Dificuldade: 

Este módulo é uma expansão do módulo anterior. A diferença deste com o módulo 1, é que neste teremos mais 2 botões e mais 2 leds de cores diferentes. Você pode tentar montar sozinho o novo circuito, ou utilizar o modelo de ligações abaixo:

Componentes utilizados: 01x Led Verde / 01x Led Amarelo / 01x Led Vermelho / 03x Resistores de 300 / 03x Resistores de 10k / 03x Pushbutton / cabos diversos.



▪ Projeto Piano

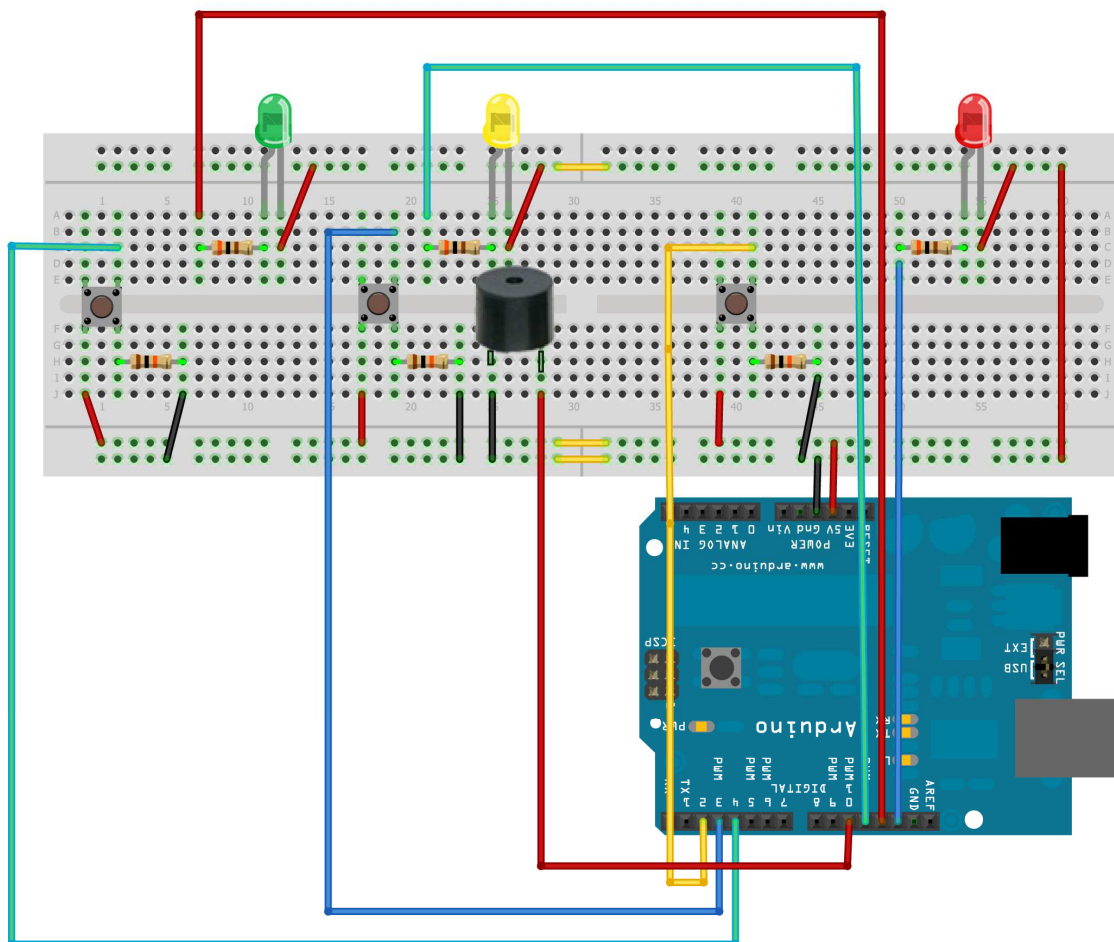
Componentes: 3 Botões + 3 Leds + Buzzer

Descrição: Cada botão toca uma nota musical diferente e acende um led. É expansível – por conta do usuário – para mais uma nota musical com o botão (e o led) reserva

Dificuldade: 

Utilizando os conceitos aprendidos nos módulos 1 e 2, podemos agora montar o primeiro projeto: o Projeto Piano. Neste projeto cada um dos 3 botões tocará uma nota musical diferente. Para montar o projeto usaremos um novo componente: o Buzzer. Um Buzzer nada mais é do que um pequeno autofalante. Obviamente que ele não consegue tocar musicas, mas consegue fazer apitos soarem, como sirenes ou alarmes. A maioria dos alarmes de pequenos equipamentos eletrônicos é feito através de um buzzer. Ele funciona da seguinte maneira: quando alimentado por uma fonte, componentes metálicos internos vibram da frequência da fonte, produzindo assim um som. Para este experimento, você também pode utilizar um pequeno auto-falante (o som sai mais puro e a diferença entre as notas musicais é mais nitida). Último detalhe sobre o Buzzer: ele tem polaridade. Se você retirar o adesivo superior do buzzer poderá ver um sinal de positivo (+). Este sinal mostra onde está o pino positivo do componente. Sempre ligue este a uma saída digital do Arduino e o outro em GND. Para fazer a montagem, o modelo a seguir pode ser seguido:

Componentes utilizados: 01x Led Verde / 01x Led Amarelo / 01x Led Vermelho / 03x Resistores de 300 / 03x Resistores de 10k / 03x Pushbutton / cabos diversos / 01x Buzzer 5V.



Note que são usados dois tipos de resistores, por mais que aparentemente pareçam ter o mesmo valor!

Veja que a única diferença entre este projeto e o módulo 2 é a inserção de um Buzzer.

Código:

```

/*****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**      Projeto Piano                        **
\*****/

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; //o buzzer está colocado no pino 10
int EstadoBotao1 = 0;
int EstadoBotao2 = 0;
int EstadoBotao3 = 0;
int Tom = 0; //Variavel para armazenar a nota musical

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 = 100;
    digitalWrite(ledPin1, HIGH);
  }
  if(EstadoBotao2 && !EstadoBotao1 && !EstadoBotao3) {
    Tom = 200;
    digitalWrite(ledPin2, HIGH);
  }
  if(EstadoBotao3 && !EstadoBotao2 && !EstadoBotao1) {
    Tom = 500;
    digitalWrite(ledPin3, HIGH);
  }
  while(Tom > 0) { //enquanto Tom for maior que zero faça o que esta descrit o baixo:
    digitalWrite(Buzzer, HIGH); // Liga buzzer
    delayMicroseconds(Tom); // Espera o tempo proporcional ao comprimento de onda da nota musical em milisegundos
    digitalWrite(Buzzer, LOW); // Desliga buzzer
    delayMicroseconds(Tom); // Espera o tempo proporcional ao comprimento de onda da nota musical em milisegundos
    Tom = 0; // Reseta o Tom para zero, para sair do loop while e nao tocar o som constantemente
    digitalWrite(ledPin1, LOW);
    digitalWrite(ledPin2, LOW);
    digitalWrite(ledPin3, LOW);
  }
}

```

▪ Módulo 3

Componentes: 1 Sensor de Temperatura NTC

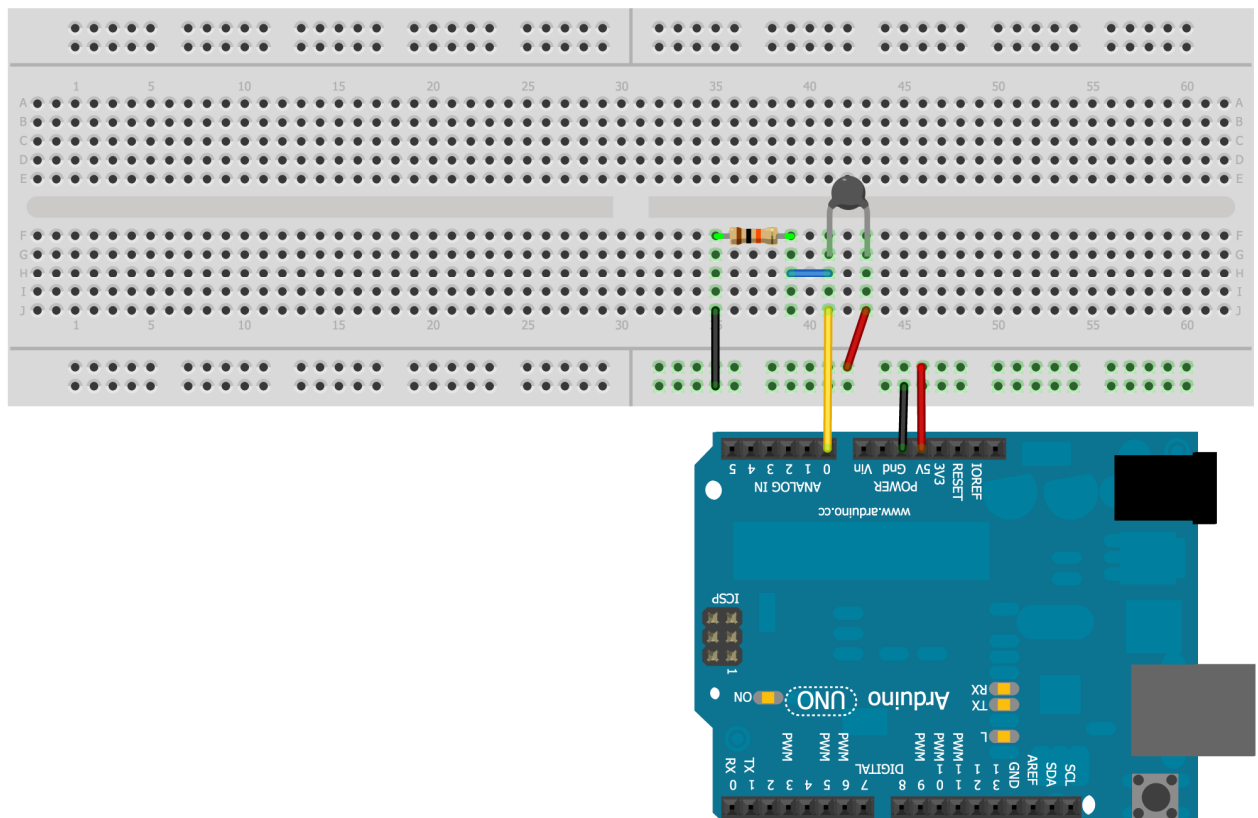
Descrição: Com o auxílio da porta serial e do monitor serial, o usuário irá fazer a leitura e calibração do sensor de temperatura para fazer o projeto.

Dificuldade: 

Este experimento é muito simples, mas tem um valor agregado muito grande. Iremos aqui fazer a primeira aquisição de dados do mundo externo pra dentro do Arduino. Usaremos para tanto um sensor de temperatura ligado a uma das entradas analógicas da placa.

O circuito a ser montado é o seguinte:

Componentes utilizados: 01x NTC (sensor de temperatura) / 01x Resistor de 10k / cabos diversos.



Código:

```
/* ****\n**   ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE   **\n*                                     *\n**           Módulo 3                 **\n\\ *****/\n\nconst int PinoSensor = 0; //pino Analógico de Entrada 0\nint ValorSensor = 0;\n\nvoid setup(){\n  Serial.begin(9600);\n}\n\nvoid loop(){\n  ValorSensor = analogRead(PinoSensor);\n  Serial.print("Valor do Sensor = ");\n  Serial.println(ValorSensor);\n  delay(500);\n}
```

Vamos entender este programa. Como já foi dito, no começo do programa colocamos as bibliotecas usadas para fazer o projeto. Novamente, não temos nenhuma biblioteca por enquanto. O próximo conjunto de instruções são as variáveis e a declaração das mesmas:

const int PinoSensor = 0; //Significa que PinoSensor é uma **CONSTANTE INTEIRA** – por isso o “CONST INT”. É uma constante porque, a posição do sensor não mudará: ficará sempre na entrada analógica 0.

int ValorSensor = 0; //ValorSensor é uma variável do tipo **INTEIRA** e começa valendo zero.

Seguindo com o programa vamos a parte do **setup**:

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

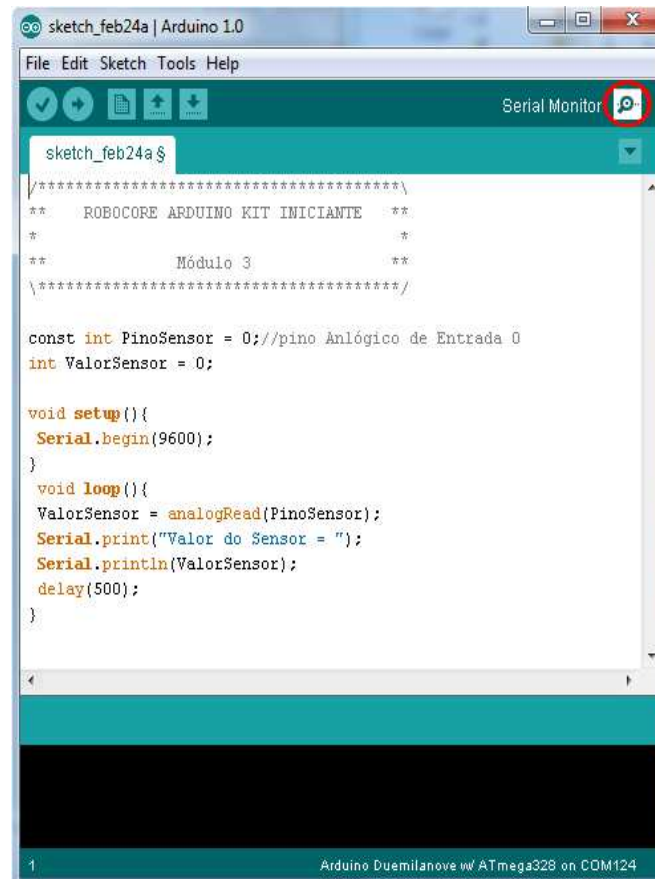
O comando **Serial.begin** serve para dizer ao Arduino que você irá coletar ou escrever dados no Arduino utilizando a porta serial, ou seja, através do cabo USB AB você vai ler ou escrever valores no mundo externo. O número entre os parênteses trata-se da taxa de dados com que você vai fazer esta leitura ou escrita. Neste caso usaremos 9600kbps.

Quanto ao loop principal:

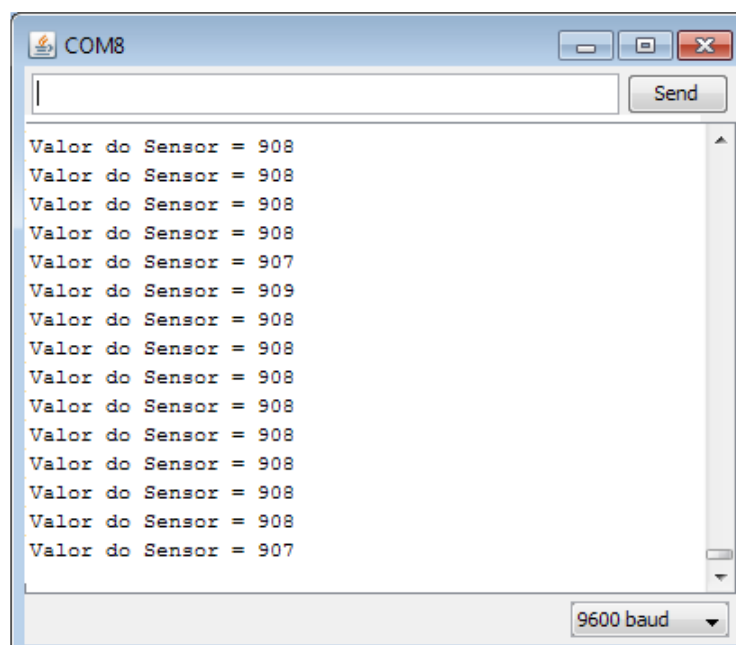
```
void loop(){\n  ValorSensor = analogRead(PinoSensor);\n  Serial.print("Valor do Sensor = ");\n  Serial.println(ValorSensor);\n  delay(500);\n}
```

O loop é muito simples. Na primeira linha o Arduino irá assimilar o valor lido na entrada analógica 0 (que é nossa constante PinoSensor) à variável ValorSensor. Após isto, escreverá no **MONITOR SERIAL** o “Valor do Sensor = (valor lido)”. Espera 0,5 segundos para fazer uma nova leitura.

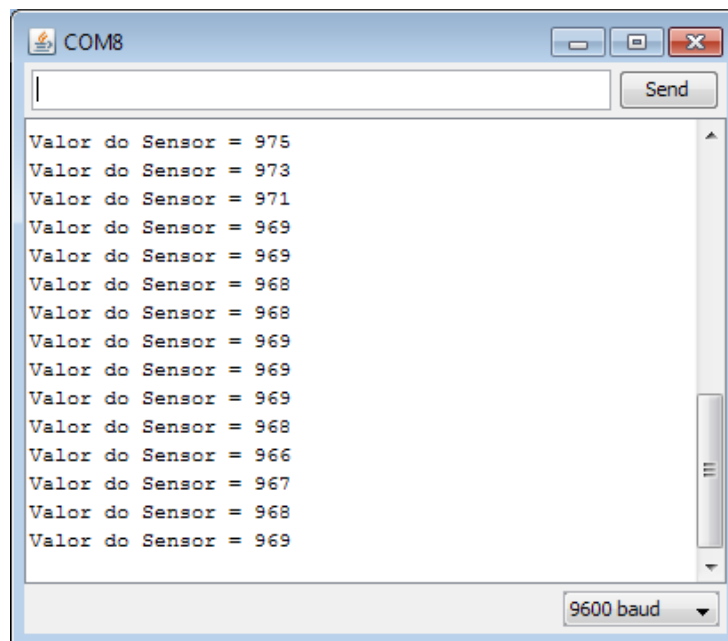
Para ver os dados no monitor serial, basta clicar no seguinte botão no ambiente de desenvolvimento do Arduino:



Depois de feito o compilamento e o upload do programa para sua placa Arduino, e após abrir o monitor serial pelo botão indicado anteriormente, você deverá ver algo parecido com:



Vale lembrar que a porta COM não é necessariamente 8, como está no topo da imagem anterior. Cada computador tem sua numeração de portas. Veja que no canto inferior direito temos selecionado 9600 baud. Isto tem de ser selecionado conforme a configuração do parâmetro `Serial.begin` do **setup** de seu programa. Também é bom ressaltar que, como os componentes eletrônicos não são totalmente iguais e que a temperatura ambiente em cada ponto do mundo é diferente, você não necessariamente vai ler valores como 908. Esta é a temperatura ambiente lida pelo sensor no local onde este material foi desenvolvido. Para fazer um teste com o sensor de temperatura, podemos utilizar um ferro de solda, ou um ferro de passar roupas, ou um secador de cabelo (qualquer coisa que esquite rapidamente) bem como seus dedos, visto que a temperatura deles é maior do que a ambiente. Quando aproximamos um ferro de solda ao sensor de temperatura, fazemos leituras como as seguintes:




Deste modo, podemos fazer uma calibração do nosso sensor e mapear os valores para uma escala real em, por exemplo, graus Celsius. Agora estamos prontos para fazer nosso próximo projeto, o alarme de temperatura.

▪ Projeto Alarme

Componentes: 1 Sensor de Temperatura NTC + 1 buzzer

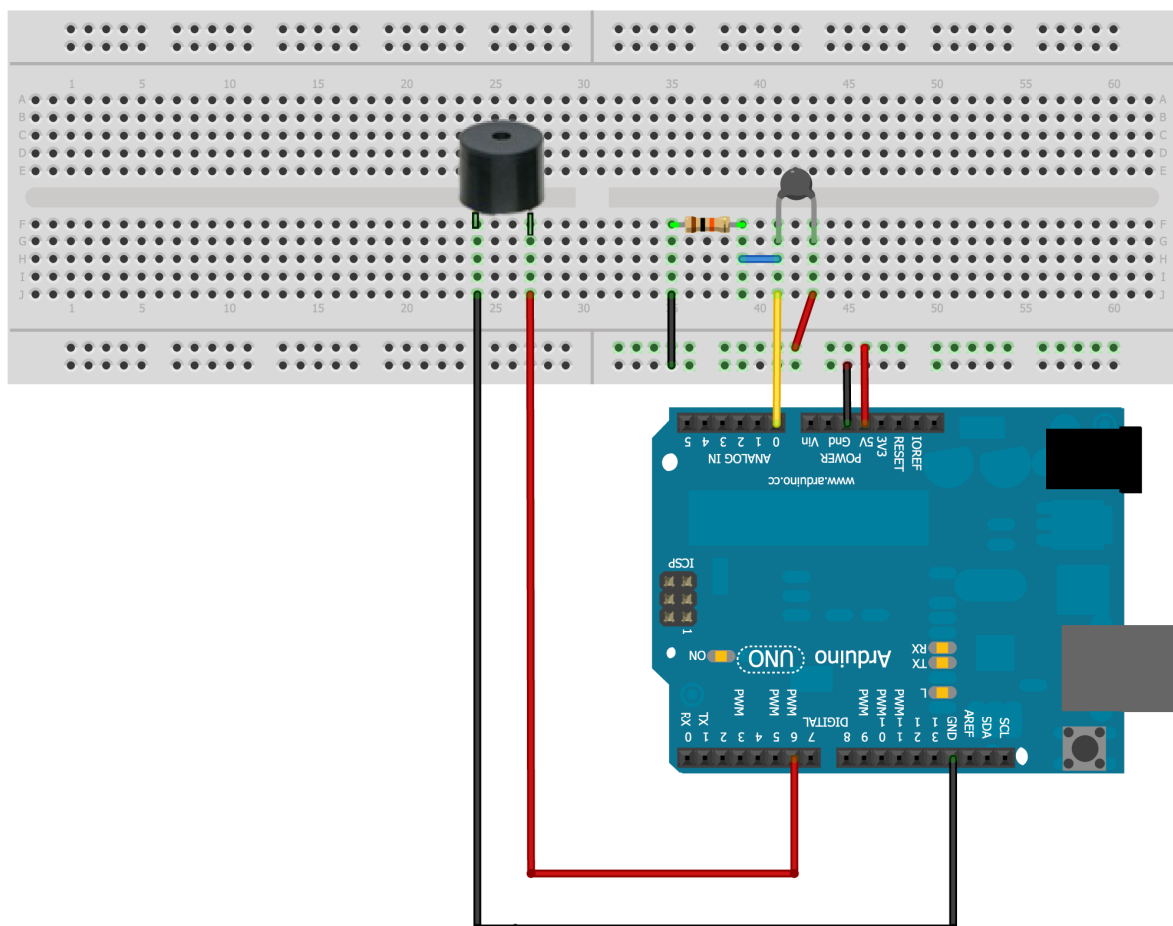
Descrição: A partir dos valores colhidos no módulo 3, o usuário poderá montar um alarme que, se a temperatura de onde o sensor estiver localizado for maior, ou menor, ele soará.

Dificuldade: 

O intuito é muito simples: quando a temperatura for maior que um valor, escolhido por você, o buzzer começará a soar até que a temperatura volte ao estado perfeito.

O circuito é o seguinte:

Componentes utilizados: 01x NTC (sensor de temperatura) / 01x Resistor de 10k / cabos diversos / 01x Buzzer 5V.



Código:

```
/* ****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**      Projeto Alarme                      **
\ *****/

const int PinoSensor = 0;
const int Buzzer = 6;
int ValorSensor = 0;

void setup(){
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  ValorSensor = analogRead(PinoSensor);
  Serial.print("Valor do sensor = ");
  Serial.println(ValorSensor);
  if (ValorSensor > 912){
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
  }
}
```

A única diferença deste para o código do último módulo é que, se a temperatura lida for maior do que 912 (valor hipotético, apenas para teste - você pode e deve mudar este valor para o que achar mais adequado em seu caso) o buzzer é ligado e só desliga quando a temperatura for menor que 912.

Agora vamos fazer um projeto um pouco mais visual: o projeto Termômetro.

▪ Projeto Termômetro

Componentes: 2 Leds Verdes + 2 Leds Amarelos + 2 Leds Vermelhos + Buzzer + 1 Sensor de Temperatura NTC

Descrição: Conforme a temperatura do ambiente onde o sensor NTC está localizado aumenta, os leds coloridos acendem, como um termômetro. Se por algum motivo todos os 6 Leds forem acesos, um alarme deverá soar.

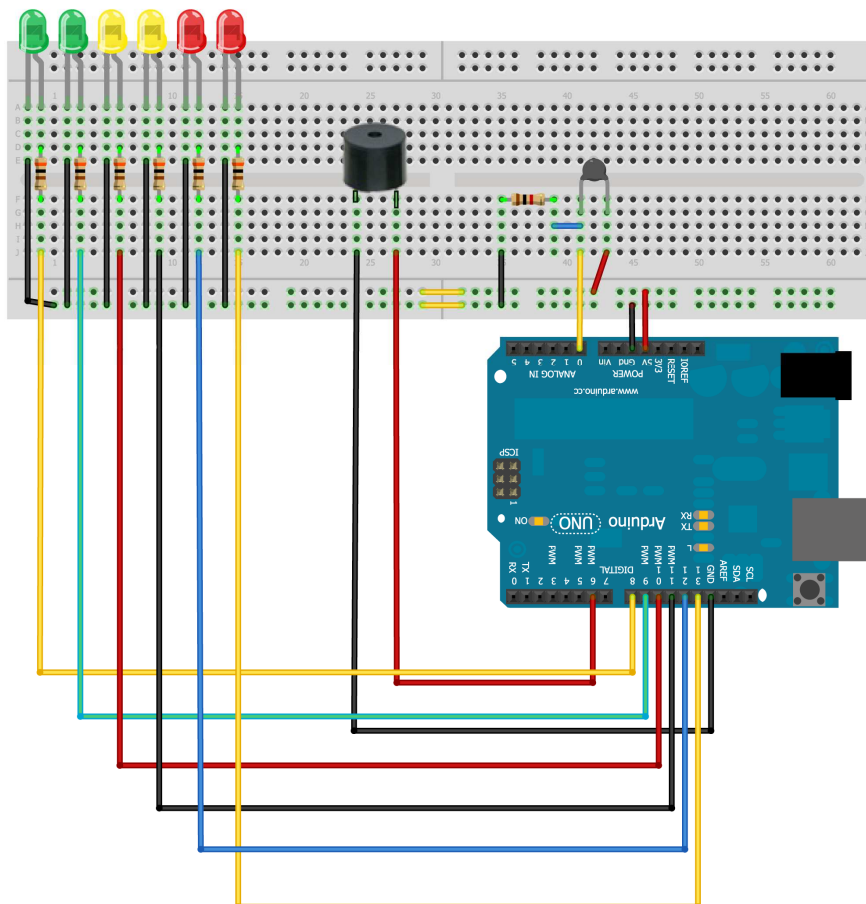
Dificuldade: 

Este projeto é, sem dúvida, muito bonito para os olhos tanto dos aficionados em eletrônica quanto às pessoas comuns. Implícito neste projeto estará o conceito de um *bargraf*, que nada mais é do que uma barra de leds que acendem conforme algum parâmetro. *Bargraps* muito conhecidos são os de equipamentos de som. Quando o som está alto, ou com os graves altos, as luzes acendem do verde até o vermelho, como na figura a seguir:



Exemplo de um típico *bargraf* na horizontal

Componentes utilizados: 01x NTC (sensor de temperatura) / 01x Resistor de 10k / cabos diversos / 01x Buzzer 5V / 02x Leds Verdes / 02x Leds Amarelos / 02x Leds Vermelhos / 06x Resistores de 300.



Tanto o esquema de ligações quanto o código parecem ser mais complexos, portanto tenha muita calma e atenção para montar o esquema. Revise o circuito algumas vezes antes de ligá-lo.

Código:

```
/*
*****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**      Projeto Termômetro                  **
\*****/

const int PinoSensor = 0;
const int Buzzer = 6;
const int led1 = 8;
const int led2 = 9;
const int led3 = 10;
const int led4 = 11;
const int led5 = 12;
const 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 > 0){
    digitalWrite(led1, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led1, LOW);
  }

  if (valorSensor > 915){
    digitalWrite(led2, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led2, LOW);
  }
}
```



```
if (valorSensor > 920){
    digitalWrite(led3, HIGH);
}
else{
    digitalWrite(led3, LOW);
}

if (valorSensor > 930){
    digitalWrite(led4, HIGH);
}
else{
    digitalWrite(led4, LOW);
}

if (valorSensor > 935){
    digitalWrite(led5, HIGH);
}
else{
    digitalWrite(led5, LOW);
}

if (valorSensor > 940){
    digitalWrite(led6, HIGH);
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
}
else{
    digitalWrite(led6, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
}
}
```

NÃO SE ASSUTE! O código é grande, mas é completamente entendível. O que mudou deste código para o do Projeto Alarme foi que adicionamos 6 leds. Desta forma, no começo do código tivemos que declarar onde estes leds estavam colocados:

```
const int led1 = 8;
const int led2 = 9;
const int led3 = 10;
const int led4 = 11;
const int led5 = 12;
const int led6 = 13;
```

Colocamos os leds verdes nos pinos 8 e 9 e os chamamos de "led1" e "led2";
Colocamos os leds amarelos nos pinos 10 e 11 e os chamamos de "led3" e "led4";
Colocamos os leds verdes nos pinos 12 e 13 e os chamamos de "led5" e "led6";

Depois de declarado onde estariam os leds, era hora de declarar que todos os pinos (de 8 a 13) eram saídas. Fizemos isso da seguinte maneira no **setup**:

```
pinMode(led1, OUTPUT);  
pinMode(led2, OUTPUT);  
pinMode(led3, OUTPUT);  
pinMode(led4, OUTPUT);  
pinMode(led5, OUTPUT);  
pinMode(led6, OUTPUT);
```

Agora vem a parte da programação. Veja que o código possui agora diversas estruturas IF, como por exemplo a seguinte correspondente ao led3:

```
if (ValorSensor > 920){  
    digitalWrite(led3, HIGH);  
}  
else{  
    digitalWrite(led3, LOW);  
}
```

O que estamos dizendo com esta estrutura?

SE o valor lido no sensor for **MAIOR** que **920** faça:

ACENDA o led3

SE NÃO faça:

APAGUE o led3

Fazendo este tipo de estrutura para cada led com determinados valores crescentes de temperatura, iremos ver que, quanto maior a temperatura, mais leds são acesos e, se o último led vermelho for aceso (simulando uma situação crítica de altíssima temperatura), um alarme soa.

Vamos agora mudar um pouco o foco dos projetos. Vamos aprender a fazer outro tipo de leitura analógica, utilizando um potenciômetro.

▪ Módulo 4

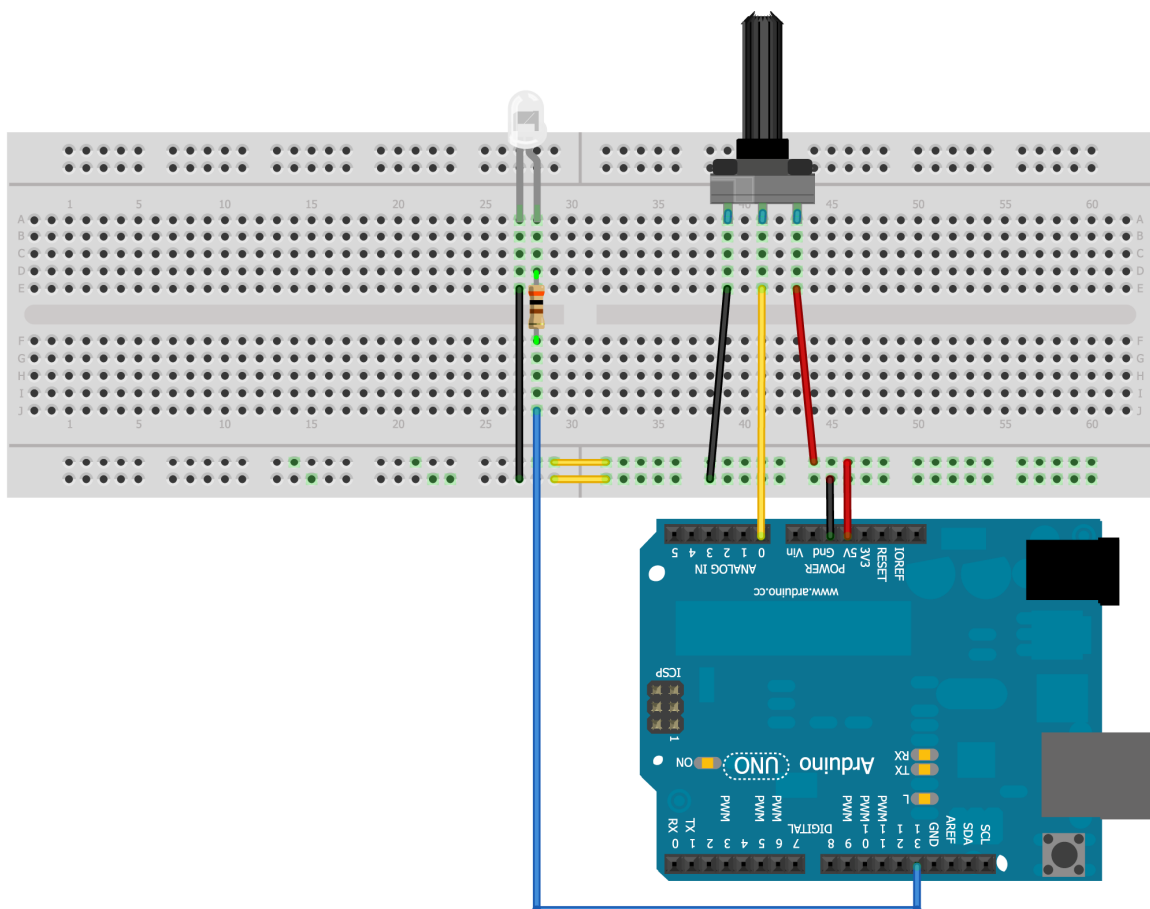
Componentes: 1 Potenciômetro + 1 Led

Descrição: Conforme o valor do potenciômetro é alterado, o led pisca de forma mais rápida ou mais lenta

Dificuldade: 

Vamos voltar aos circuitos simples. Neste módulo faremos com que um led pisque mais rápido ou mais devagar conforme os parâmetros de um potenciômetro.

Componentes utilizado: 01x Potenciômetro de 10k / 01x Led de Alto Brilho / 01x Resistor de 300 / cabos diversos.



Dica: Você consegue usar os próprios pinos do potenciômetro para ligar ele à sua protoboard.

Código:

```
/* ****
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**      Módulo 4                          **
\ **** */

const int PinoPotenciometro = 0;
const int Led = 13;
int ValorPot = 0;

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

void loop() {
  ValorPot = analogRead(PinoPotenciometro);
  digitalWrite(Led, HIGH);
  delay(ValorPot);
  digitalWrite(Led, LOW);
  delay(ValorPot);
}
```

Este código deve ser de fácil entendimento. Primeiro declaramos que o pino do potenciômetro será o Analógico 0 e será constante:

const int PinoPotenciometro = 0;

Depois dizemos que teremos um led no pino13 e também será constante:

const int Led = 13;

Então declaramos uma variável do tipo inteira para armazenar os valores do potenciômetro. Veja que esta variável irá de 0 a 1023, pois estes são os valores que a entrada analógica pode variar por termos uma resolução de 10 bits.

Declaramos o pino do Led como saída no **setup**, como já feito na maioria dos nossos programas e então vem o **loop** principal:

```
void loop() {
  ValorPot = analogRead(PinoPotenciometro);
  digitalWrite(Led, HIGH);
  delay(ValorPot);
  digitalWrite(Led, LOW);
  delay(ValorPot);
}
```


Primeiramente, como já não tem mais segredo para nós, assimilamos o valor lido no Pino do Potenciômetro à variável ValorPot, ou seja, ao valor do potenciômetro. Então ligamos o Led. Esperamos um tempo, que varia de 0 a 1023 porque são esses valores que nosso potenciômetro pode ter, e desligamos o led. Novamente esperamos o tempo e voltamos para a primeira instrução do **loop** para fazer a nova leitura de uma nova posição do potenciômetro.

Agora já estamos aptos a fazer um projeto muito comum nas iluminações residenciais hoje, o Dimmer.

▪ Projeto Dimmer

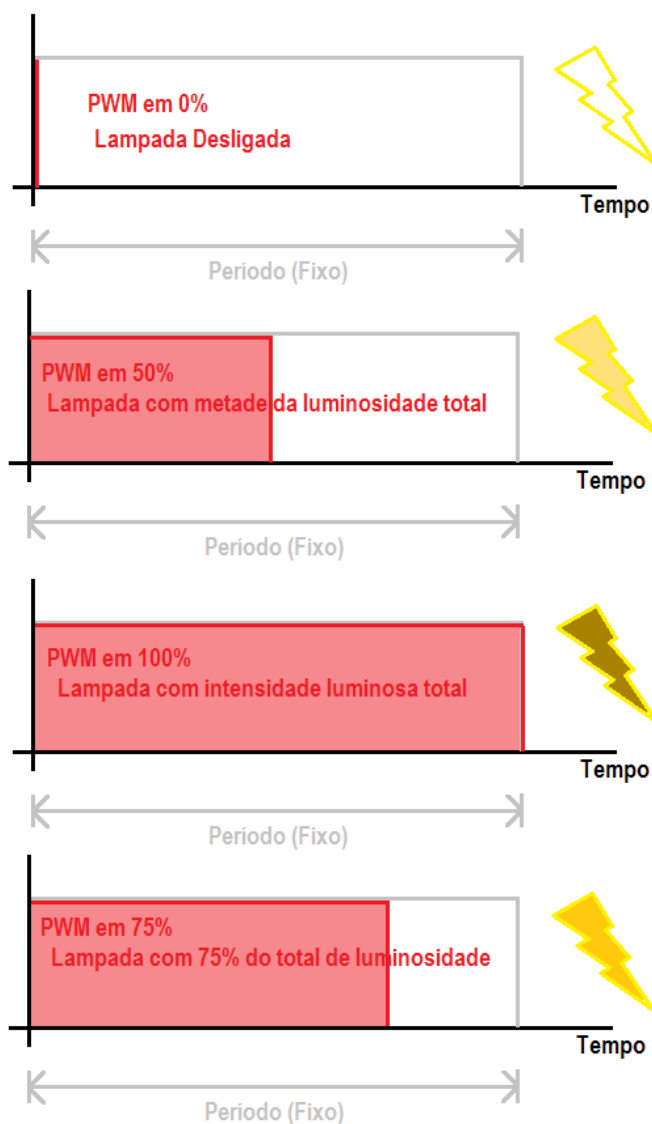
Componentes: 1 Potenciômetro + 1 Led Alto Brilho

Descrição: Conforme o valor do potenciômetro é alterado, o led fica mais claro ou mais escuro graças ao PWM

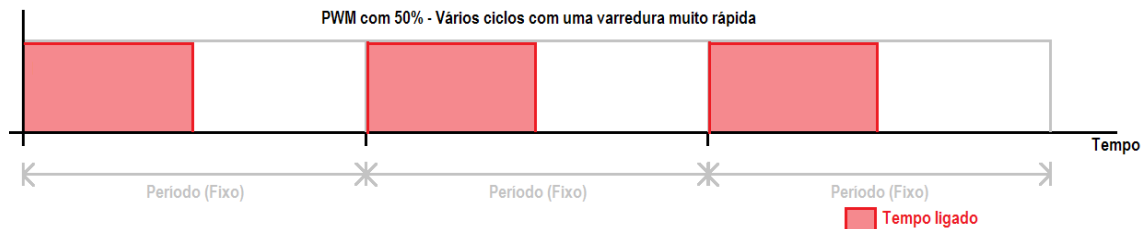
Dificuldade: 

Este projeto é muito simples, mas é outro que dirá respeito um conceito importantíssimo na eletrônica: o PWM. Esta sigla significa Pulse Width Modulation, ou seja, modulação por largura de pulso. De uma maneira bem simples, esta técnica pode ser explicada como: utilizando bases de tempo, conseguimos ligar e desligar uma porta tão rapidamente que para nossos olhos parece estar sempre ligado, e o que muda é a intensidade com a qual a porta está ligada.

A figura a seguir ilustra esta ideia:



O período é fixo. Por exemplo, se nosso período forem 10 milissegundos e ligarmos o PWM em 50%, ou seja, 5 milissegundos ligado e 5 milissegundos desligado, veremos a lâmpada (ilustrada pelo raio amarelo) acesa com metade da intensidade luminosa que teríamos se deixássemos a lâmpada ligada os 10 milissegundos. Acontece que existe um tempo de varredura, que quando um período chega ao fim, outro começa instantaneamente e a lâmpada fica ligada, como podemos ver na figura a seguir:

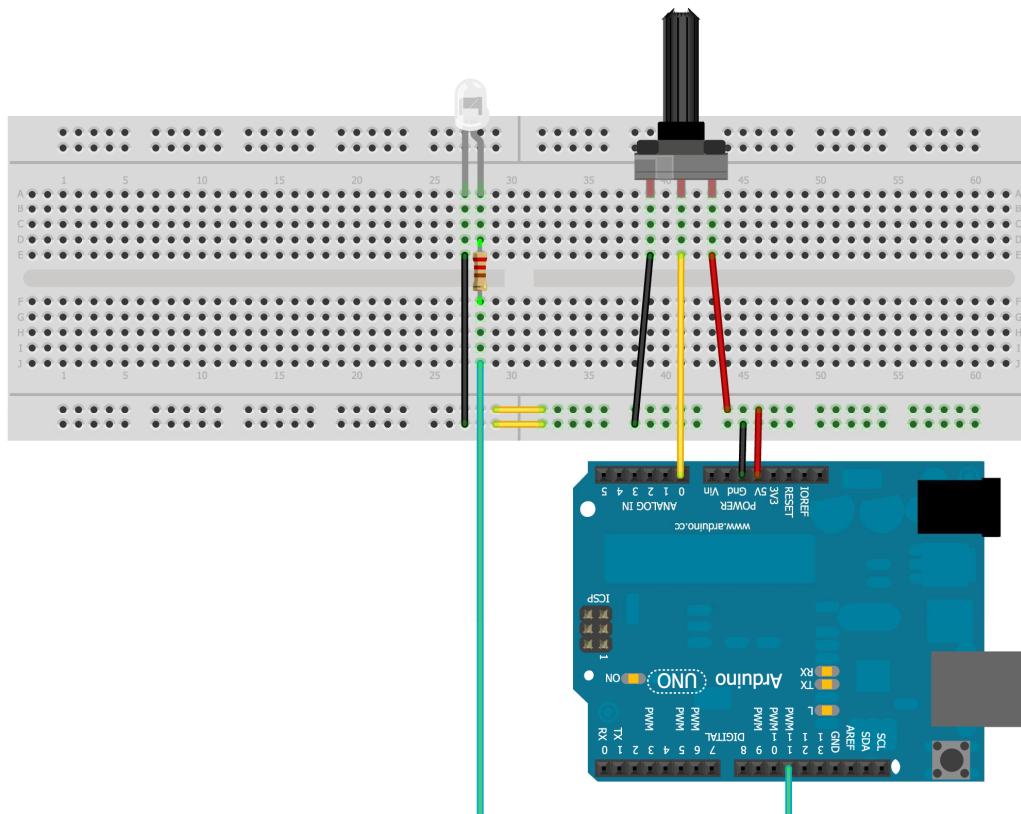


Como o tempo em que isso ocorre é muito rápido, não enxergamos a lâmpada ligar e desligar. Mas, se tivéssemos um período de 10 segundos, e deixássemos a lâmpada acesa 5 segundos e apagada outros 5 segundos veríamos o tempo aceso e apagado, pois nossos olhos conseguem distinguir o que são 5 segundos, mas não o que são 5 milissegundos.

No Arduino UNO, temos 6 saídas digitais que podem ser utilizadas como PWM. Neste projeto, vamos utilizar 1 delas, no caso o pino 11.

O esquema a ser montado é muito semelhante ao anterior, apenas agora teremos que mudar o pino onde colocamos o led anteriormente.

Componentes utilizado: 01x Potenciômetro de 10k / 01x Led de Alto Brilho / 01x Resistor de 300 / cabos diversos.



Código:

```
/******\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**      Projeto Dimmer                      **
\*****/

const int PinoPotenciometro = 0;
const int Led = 11;
int ValorPot = 0;
int pwm = 0;

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

void loop() {
  ValorPot = analogRead(PinoPotenciometro);
  pwm = map(ValorPot, 0, 1023, 0, 255);
  analogWrite(Led, pwm);
}
```

Este código possui alguns elementos ainda não vistos neste material. Vamos estudá-lo passo a passo novamente:

```
const int PinoPotenciometro = 0;
const int Led = 11;
int ValorPot = 0;
int pwm = 0;
```

Declaração de constantes e variáveis: os pinos onde estão o Potenciômetro e o Led (agora no pino 11) são constantes, ValorPot e pwm são variáveis.

```
void setup() {
  pinMode(Led, OUTPUT);
}
```

No **setup** setamos o pino do Led como saída.

```
void loop() {
  ValorPot = analogRead(PinoPotenciometro);
  pwm = map(ValorPot, 0, 1023, 0, 255);
  analogWrite(Led, pwm);
}
```

Aqui estão 2 estruturas ainda não vistas. Na primeira linha assimilamos o valor lido no Pino do Potenciômetro à variável ValorPot. Logo depois fazemos um mapeamento de uma variável. Isto significa que vamos redefinir os limites de valores de uma variável. Antes de continuar a mostrar como funciona este mapeamento, vamos estudar a estrutura **analogWrite**.

Como o próprio nome diz, esta estrutura faz uma escrita analógica, ou seja, faz aquela escrita variável para fazermos nosso PWM. No Arduino está predefinido que para ter 0% de PWM, basta você escrever: **analogWrite(pino a ser escrito, 0)**; do mesmo modo que, para escrever 100% de PWM, basta você escrever: **analogWrite(pino a ser escrito, 255)**, ou seja, na estrutura que o Arduino entende como PWM, os valores vão de 0 (mínimo, ou seja, 0%) até 255 (máximo, ou seja, 100%). Voltamos então para o mapeamento. Vamos entender esta estrutura:


```
pwm = map(ValorPot, 0, 1023, 0, 255);
```

Com isto, queremos dizer que a variável “pwm” irá receber valores mapeados da seguinte forma:

Variável Recebedora = map(Valor Lido, Mínimo do Potenciômetro, Máximo do Potenciômetro, Novo Mínimo definido por você, Novo Máximo definido por você)

Portanto,
Valor Lido vale ValorPot: é o valor lido anteriormente pela função **analogRead**;
Mínimo do Potenciômetro vale 0;
Máximo do Potenciômetro vale 1023;
Novo Mínimo definido por você vale 0;
Novo Máximo definido por você vale 255.

Procure ver se você entendeu que os valores da variável **pwm** irão variar de 0 a 255, conforme o potenciômetro varia de 0 a 1023.

Após compilar e fazer o upload deste projeto, você terá um Dimmer de leds. Use sua imaginação e conhecimentos para utilizar isto da maneira mais adequada a suas necessidades ou projetos.

▪ Projeto Iluminação Automatizada

Componentes: 1 Led Alto Brilho + 1 Sensor de Luminosidade LDR

Descrição: Se a iluminação ambiente, por qualquer motivo, diminuir ou apagar completamente, um led de alto brilho acende gradativamente

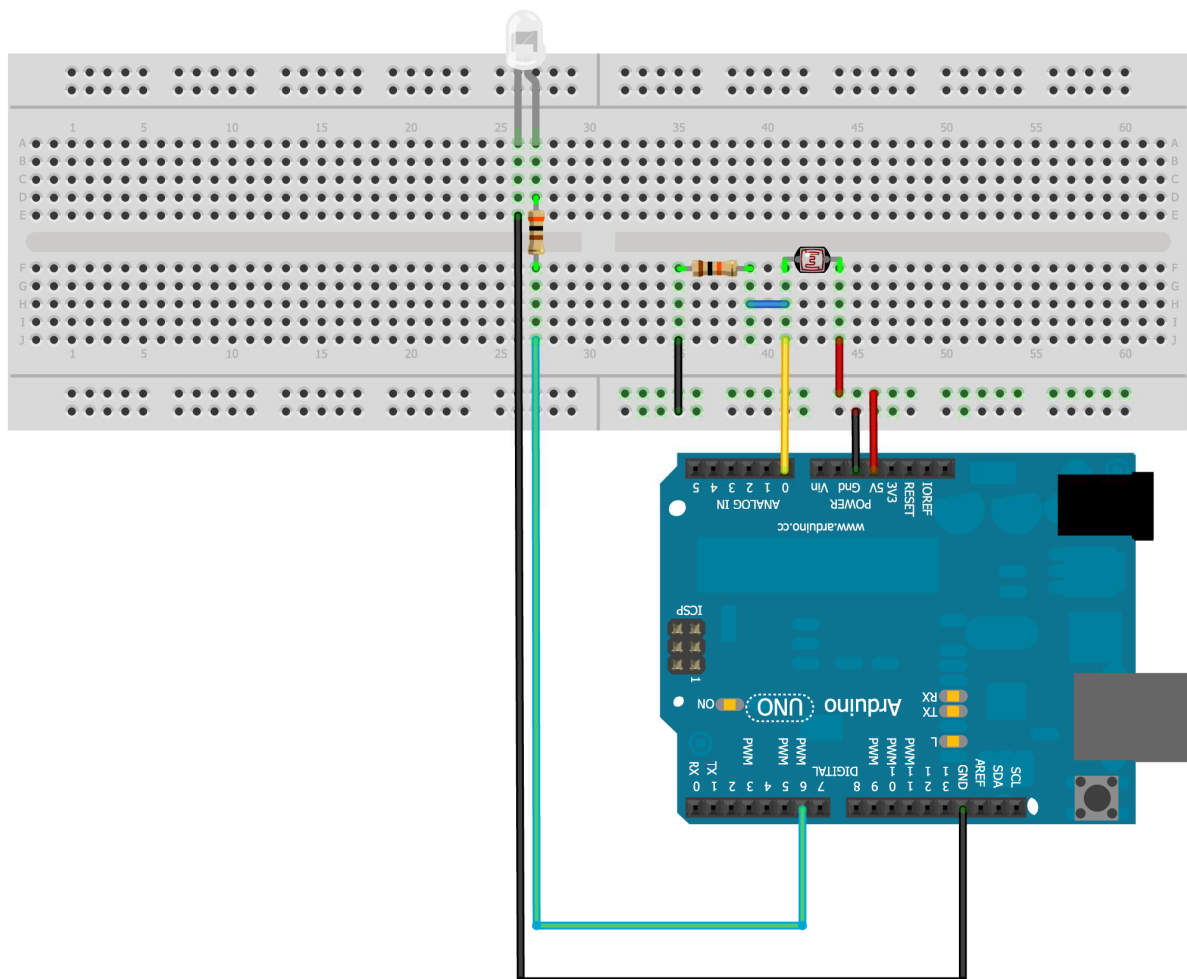
Dificuldade: 

Com conceitos de entradas analógicas, sensores e pwm, já podemos pensar em um projeto de automação. Projeto semelhante é utilizado em postes de luz, onde as lâmpadas acendem sozinhas, conforme a luminosidade do dia - ou você acha que todo dia uma pessoa responsável liga e desliga todas as luzes de todos os postes de todas as ruas?

Para este projeto, usaremos um LDR. LDR nada mais é do que uma resistência que varia conforme a luminosidade: é um sensor de luminosidade.

Monte o seguinte circuito:

Componentes utilizado: 01x LDR (sensor de luminosidade) / 01x Resistor de 10k / 01x Led de Alto Brilho / 01x Resistor de 300 / cabos diversos.



Veja que o led está colocado no pino 6 digital e o sensor de luminosidade no pino 0 analógico.

Antes de qualquer coisa, temos que calibrar o sensor.

Código:

```

/*****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**              Calibrar LDR              **
\*****/

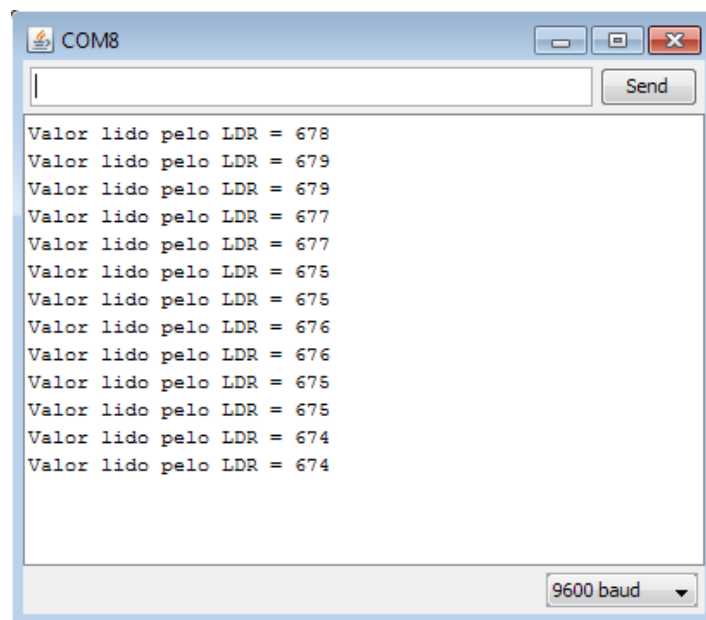
const int LDR = 0;
int valorLido = 0;

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

void loop() {
  valorLido = analogRead(LDR);
  Serial.print("Valor lido pelo LDR = ");
  Serial.println(valorLido);
  delay(500);
}

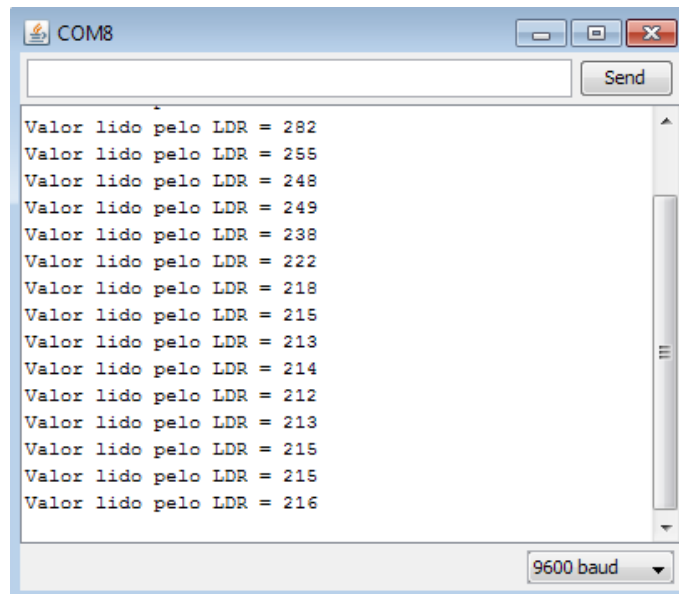
```

O código acima já é conhecido. Ele mostra no monitor serial os valores que o LDR está lendo. No caso da iluminação no local onde este material foi escrito, os valores lidos pelo LDR são os seguintes:



Você deve estar vendo em seu monitor algo parecido com esta figura acima. Se você está lendo um valor fixo de 1023 ou 0, certifique-se que os componentes estão bem colocados e na posição correta. Este é um erro muito comum neste tipo de experimento.

Coloque agora a palma da sua mão, ou qualquer outro material que tampe a luz ambiente, sobre o sensor tampando a luz e fazendo o sensor ficar na sombra. Você deve ler valores como os seguintes:



Como deve ter ficado subentendido:
Quanto mais luz o LDR receber, mais alto será o valor lido.
Quanto menos luz o LDR receber, menor será o valor lido.

Agora já temos os valores para calibrar nosso sensor. Vamos supor que você queira fazer com que um led acenda quando o valor lido é de 500 (uma sombra moderada sobre o LDR). Podemos então utilizar o seguinte código para fazer este projeto:

```

/*****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
**                                           **
**      Projeto Iluminação Automatizada      **
\*****/

const int LDR = 0;
const int Led = 6;
int valorLido = 0;
int pwm = 0;

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

void loop() {
  valorLido = analogRead(LDR);

  if (valorLido < 500){
    analogwrite(Led, pwm);
    pwm++;
    delay(100);
  }
  else{
    digitalWrite(Led, LOW);
    pwm = 0;
  }

  if(pwm > 255){
    pwm=255;
  }
}

```

A maior parte dos elementos deste código já foi estudada. Vamos para a parte que merece nossa atenção no **loop**:

```
void loop() {  
  ValorLido = analogRead(LDR);  
  
  if (ValorLido < 500){  
    analogWrite(Led, pwm);  
    pwm++;  
    delay(100);  
  }  
  else{  
    digitalWrite(Led, LOW);  
    pwm = 0;  
  }  
  
  if(pwm > 255){  
    pwm=255;  
  }  
}
```

Primeiramente assimilamos o valor lido pelo LDR com a variável ValorLido. Depois disso fazemos as seguintes condições:

SE a variável **ValorLido** for **MENOR** que 500 (uma leve sombra), **FAÇA**:

Escreva de uma maneira **ANALÓGICA**, ou seja, PWM no **Led** e

Some **1** na variável **pwm** (na linguagem C, colocar uma variável seguida de dois sinais de positivo significa somar 1 a esta variável), aguarde 100 milissegundos para podermos ver o efeito ocorrer;

SE NÃO (ou seja, Se ValorLido for **MAIOR** que 500), **FAÇA**:

Escreva de uma maneira **DIGITAL**, ou seja, alto ou baixo no **Led** e o apague (**LOW**), e também zere a variável pwm para que o efeito possa acontecer sempre que o led apagar;

A próxima condição serve apenas para garantir que a variável pwm não ultrapasse 255, pois, como já visto, para fazer escritas analógicas com pwm podemos usar valores indo de 0 a 255.

SE a variável **pwm** for **MAIOR** que 255, **FAÇA**:

pwm é **IGUAL** a 255 (desta forma garantimos que pwm nunca passará dos 255).

Pronto. Compile e faça o upload deste código juntamente com o circuito montado e veja que circuito útil você tem agora em mãos.

Agora podemos ir para o último projeto, e sem dúvida o mais complexo de todos.

Se você não teve dúvidas até agora está pronto para desenvolvê-lo. Se algo não saiu como os conformes, refaça quantas vezes for necessário o experimento.

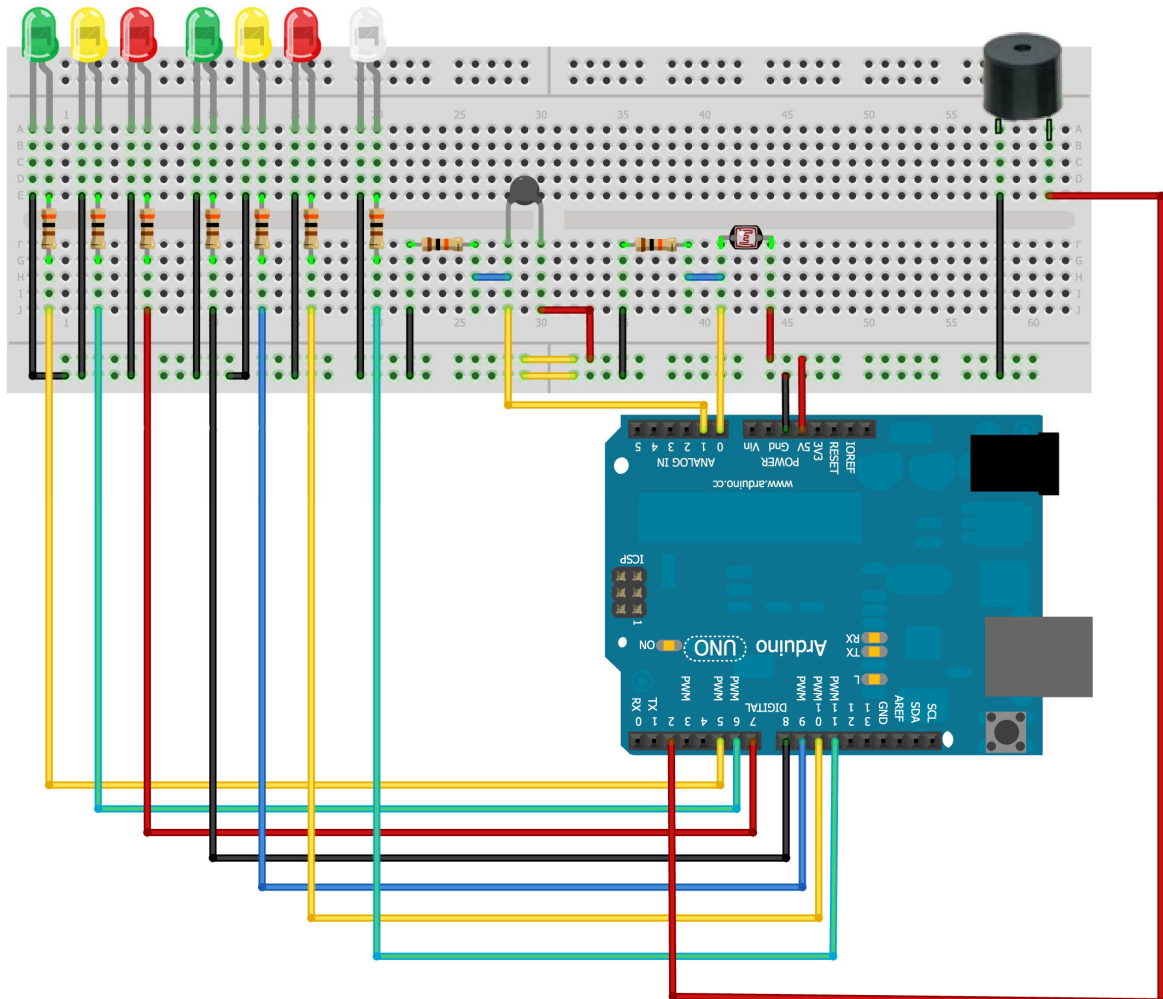
▪ **Projeto Alarme Multipropósito**

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
Descrição: Temos 2 *bargraphs*, ou seja, dois indicadores: um de luminosidade e outro de temperatura, através das cores dos leds. Se a temperatura estiver alta e acender os 3 Leds que a corresponde, um alarme deverá soar. De maneira análoga, se os 3 Leds correspondentes à luminosidade estiverem apagados – indicando uma falta total de luminosidade no ambiente - um alarme deverá soar e um led de alto brilho irá acender.

Dificuldade: ⚡⚡⚡⚡⚡

Para este complexo sistema, o circuito montado deve parecer com o seguinte:

Componentes utilizados: 02x Led Verde / 02x Led Amarelo / 02x Led Vermelho / 01x Led de Alto Brilho / 01x Buzzer 5V / 07x Resistor 300 / 02x Resistor 10k / 01x NTC / 01x LDR / cabos diversos.



Dica: tente usar as próprias “pernas” dos componentes para fazer as ligações, desse modo utilizando a menor quantidade de fios possível.

Cuidado: preste muita atenção em cada ligação para tudo dar certo ao final do experimento.

Código:

```
/******\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**      Projeto Alarme Multipropósito      **
\*****/

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;
int pwm = 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);
}

void loop(){
  ValorLDR = analogRead(LDR);
  ValorNTC = analogRead(NTC);

  if (ValorNTC > 0){
    digitalWrite(led1, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led1, LOW);
  }

  if (ValorNTC > 935){
    digitalWrite(led2, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led2, LOW);
  }

  if (ValorNTC > 945){
    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);  
    }  
  
}
```

Neste ponto você já é capaz de entender perfeitamente o que se passa neste projeto, mesmo porque ele é apenas uma junção de alguns módulos vistos nesta apostila com alguns projetos.

Se os valores das condições não estão satisfatórios para seu projeto, sinta-se a vontade para alterá-los como quiser. Uma dica é sempre fazer a calibragem dos sensores que você for utilizar, com o código proposto no Projeto Iluminação Automatizada.

Preste muita atenção ao ligar o circuito anterior. Você irá precisar usar diversos cabos. Preste muita atenção também nos pinos do Display que irá utilizar (veja que o display deve ser colocado no canto esquerdo da protoboard para tornar mais fácil a contagem de furos). Veja que iremos usar os **6** primeiros pinos do LCD, depois pularemos os 4 próximos e então usaremos mais **4** pinos, deixando os **2** últimos sem usar. Para nossa aplicação, usaremos apenas estes **10** pinos.

Sem muita conversa, agora carregue o seguinte programa em seu Arduino:

```

/**
 * ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE
 *
 * Módulo 5
 */
/*****/

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Ola, meu nome e:");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("xxx"); //Coloque seu nome no lugar dos xxx
}

void loop() {

}

```

Após gravar o código olhe para seu display. Caso não consiga enxergar nada, vá rodando o eixo do potenciômetro afim de melhorar o contraste. Rode o eixo até encontrar um ponto que as letras estejam legíveis.

Veja que em nossa primeira linha de código damos o seguinte comando:

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

Até então nunca tínhamos visto isto. Com este comando nós incluímos (*#include*) uma biblioteca em nosso programa. O que seria isto? Uma biblioteca é um conjunto de comandos previamente feitos por alguém. No caso, a biblioteca **LiquidCrystal** foi desenvolvida pelo time que desenvolve a IDE do Arduino, portanto ela faz parte da IDE do Arduino. Nós podemos criar nossas próprias bibliotecas e/ou usar outras bibliotecas que não vieram junto no programa Arduino, para isto temos que efetuar um procedimento que é descrito no Arduino Kit Intermediário. Neste momento, apenas devemos saber que o uso de bibliotecas facilita - e MUITO - o desenvolvimento de programas mais complexos com a plataforma Arduino.

Incluía a biblioteca para LCD (que seria esta **LiquidCrystal**), mostramos para o Arduino em que pinos de nosso Arduino está o display:

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

A biblioteca do LCD faz com que o programa do Arduino saiba que ao dar o comando **LiquidCrystal** iremos utilizar um display, e faremos a comunicação utilizando os seguintes pinos: **12, 11, 5, 4, 3 e 2**. Caso você tenha curiosidade de saber o porque colocamos estes 6 pinos nesta linha de código, o convidamos a ler a fundo a biblioteca **LiquidCrystal**, a qual possui todas as explicações dos comandos.

No bloco de *SETUP* deste programa fazemos tudo o que precisamos para este exemplo, veja:

```
lcd.begin(16, 2);  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Ola, meu nome e:");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("xxx"); //Coloque seu nome no lugar dos xxx
```

Na primeira linha desta parte do código dizemos ao Arduino o tamanho de nosso display, ou seja, de quantas linhas e quantas colunas é nosso display de LCD. No caso, estamos usando um display com 16 colunas e 2 linhas. Existem muitos tipos de displays no mercado. Caso você fosse utilizar um display de 20 colunas e 4 linhas, esta linha de código ficaria assim:

```
lcd.begin(20, 4);
```

E então o programa já saberia o tamanho do LCD que você iria utilizar. Na linha seguinte do código temos o seguinte:

```
lcd.setCursor(0,0);
```

Nesta linha, dizemos para o Arduino qual a posição do próximo carácter que iremos escrever. A origem de tudo, ou seja, a coluna 0 e a linha 0 fica, por padrão, no canto superior esquerdo do display. Portanto, ao setar o cursor no ponto **0,0** iremos escrever no primeiro local disponível no display.

```
lcd.print("Ola, meu nome e:");
```

Nesta linha de código fazemos a escrita no display propriamente dita. Escrevemos a seguinte frase no display: Ola, meu nome e: (infelizmente o display não aceita caracteres especiais ou acentos no chipset que sai de fábrica, porém há como fazer a alteração mesmo sendo um processo um tanto quanto complexo). Veja como é simples escrever informações no display utilizando esta biblioteca. Simplesmente escrevemos no display como se estivéssemos escrevendo no Monitor Serial do Arduino, porém ao invés de utilizar **Serial.print("ola")** utilizamos **lcd.print("ola")**. Com esta frase nós já usamos os 16 caracteres do display (não se esqueça que espaço também conta como carácter), portanto temos que pular para a próxima linha para escrever mais alguma coisa:

```
lcd.setCursor(0,1);
```

Já vimos este comando nesta explicação e agora você consegue entender melhor como funciona. Quando colocamos o cursor no ponto **0,1** fazemos com que o próximo carácter a ser escrito vá para a coluna **0** na linha **1**, ou seja, desta forma pulamos para a segunda linha do display (lembrando que a primeira linha é discriminada como sendo **0** e a segunda linha como sendo **1**).

```
lcd.print("xxx"); //Coloque seu nome no lugar dos xxx
```

Se você não colocar seu nome onde está **XXX**, o display irá mostrar o seguinte:

```
Ola, meu nome e:  
XXX
```

Portanto coloque seu nome no lugar do **XXX** e, após passar o programa para o Arduino você verá seu nome escrito no display.

Este é um simples código introdutório, mas você já conseguiu perceber quão poderosa é esta nova ferramenta.

▪ Módulo 6

Componentes: 01 Display de LCD

Descrição: Aprenda a enviar caracteres do computador para o Arduino e vê-los no display.

Dificuldade: 

Que tal enviar comandos do computador para o Arduino e lê-los em seu display em tempo real? Vamos fazer isto utilizando o **mesmo circuito** do módulo anterior, porém com um código um pouco mais complexo. Grave o seguinte código em seu Arduino:

```

/*****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                              *
**              Módulo 6                      **
\*****/

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
int incomingByte, x, y;

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    incomingByte = Serial.read();
    lcd.print(char(incomingByte));
    x = x + 1;
    y = y + 1;
    if(x > 15){
      lcd.setCursor(0,2);
      x = 0;
    }
    if(y > 31){
      lcd.setCursor(0,0);
      y = 0;
      x = 0;
    }
  }
}

```

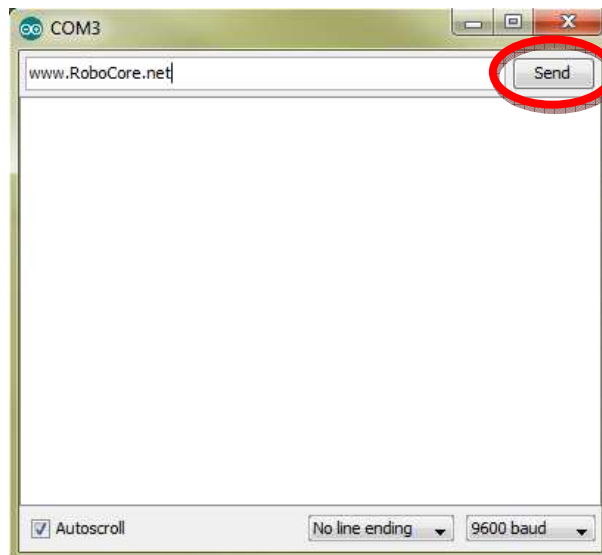
No começo do código incluímos novamente a biblioteca do LCD e dizemos para o Arduino em quais pinos o LCD está ligado. Após isto, declaramos três variáveis do tipo inteiro, são elas **incomingByte**, **x** e **y**. Explicaremos o porque de declarar estas três variáveis no decorrer da explicação do código.

No bloco de *SETUP*, dizemos ao programa que iremos utilizar um display com 16 colunas e 2 linhas e logo depois começamos a comunicação serial, dando um comando **Serial.begin(9600)**. Lembrando que o intuito deste código é fazer o que escrevermos no teclado do computador aparecer no display de LCD, por isto temos que inicializar a comunicação serial do programa.

Neste programa, no bloco *LOOP* é onde acontece toda a mágica. Veja que no módulo 5 fazemos toda a programação no bloco *SETUP* do programa, isto porque não iremos alterar o que está escrito no display com o decorrer do programa. Poderíamos ter colocado aquele código no *LOOP*, porém é desnecessário uma vez que o que escrevemos não muda (iria consumir memória SRAM do Arduino à toa). Vamos ver o que temos no bloco *LOOP* deste programa:

```
void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    incomingByte = Serial.read();
    lcd.print(char(incomingByte));
    x = x + 1;
    y = y + 1;
    if(x > 15){
      lcd.setCursor(0,2);
      x = 0;
    }
    if(y > 31){
      lcd.setCursor(0,0);
      y = 0;
    }
  }
}
```

Analisando linha por linha, na primeira linha deste bloco temos `if (Serial.available() > 0)` . Esta linha prepara o programa para possíveis caracteres que venham pela porta serial. Para usar este programa, teremos que abrir o Serial Monitor, como já fizemos em outros programas, e escrever naquela linha superior então clicar em **Send** conforme a seguinte imagem:



Ao clicar no **Send** (ou apertar a tecla ENTER no teclado), o programa do Arduino irá enviar pelo cabo USB estes caracteres para a placa Arduino e esta irá enviar para o display de LCD.

Voltando ao programa, naquela primeira linha podemos pensar que o programa faz o seguinte: caso venha algo pela serial, ou seja, caso algo venha pelo cabo USB, faça o seguinte:

```
incomingByte = Serial.read();
```

Nesta linha salvamos na variável **incomingByte** (byte que está chegando) o que estiver chegando pela porta serial, ou seja, quando você enviar algo pelo Monitor Serial, cada letra ficará salva momentaneamente na variável **incomingByte**. Na linha a seguir fazemos a mágica acontecer:

```
lcd.print(char(incomingByte));
```

Nós escrevemos no LCD com o comando **lcd.print** o dado que estiver salvo no **incomingByte**, porém não escrevemos simplesmente isto pois o que está salvo no **incomingByte** é o byte que representa a letra que enviamos pelo teclado. Se enviarmos para o LCD simplesmente o que está salvo nesta variável iremos ver no LCD o número que representa a letra do teclado. Não é isto que

nós queremos, queremos ver a letra em si! Portanto colocamos o comando **char()** junto ao **incomingByte**. Este comando converte o número do código ASCII da letra do teclado para letras e então mostramos no display a letra em si. Cada letra no teclado possui um código na tabela ASCII, caso você tenha curiosidade pesquise no Google por tabela ASCII.

O código que escreve os caracteres no display está pronto e entendido, o restante do código é apenas um pequeno "macete" para pular a linha na hora certa ou voltar para a linha anterior quando o espaço acabar no display.

Veja que cada vez que escrevemos uma letra no display, fazemos a seguinte soma:

```
x = x + 1;  
y = y + 1;
```

A variável **x** tomará conta de pular para a segunda linha e a variável **y** tomará conta de voltar para o começo da linha anterior, caso acabe o espaço para escrever na segunda linha. A cada caractêr que escrevemos, somamos 1 unidade tanto na variável **x** quanto na **y**. Então fazemos as seguintes análises condicionais:

```
if(x > 15){  
    lcd.setCursor(0,2);  
    x = 0;  
}
```

e

```
if(y > 31){  
    lcd.setCursor(0,0);  
    y = 0;  
}
```

Na primeira condicional vemos se temos mais de 16 caracteres na linha. Se **x** chegar a 15, temos que pular para a próxima linha (lembre que a contagem começa em zero, portanto de zero a quinze temos dezesseis caracteres). Se a soma for maior que 15, setamos o cursor para a próxima linha com o comando `lcd.setCursor(0,2);` e zeramos a variável que acumula o **x** com o seguinte comando `x = 0;` (se não zerássemos esta variável ela nunca saberia quando voltamos a ter mais que 16 caracteres). Em paralelo a isto temos a contagem de **y**. Esta contagem vai de 0 a 31, para dar 32 caracteres, ou seja, as duas linhas do LCD completamente cheias de letras. Caso a soma do **y** dê mais que 31, movemos o cursor do LCD para a origem do display e zeramos **y**.

Este tipo de "macete" acaba virando algo normal em sua programação quando você treina lógica de programação em seu dia-a-dia. Muitas vezes, algo que parece bobo pode resolver muitos problemas em programação.

▪ Projeto Frequencímetro

Componentes: 01 Display de LCD + 02 Botões + 01 Buzzer

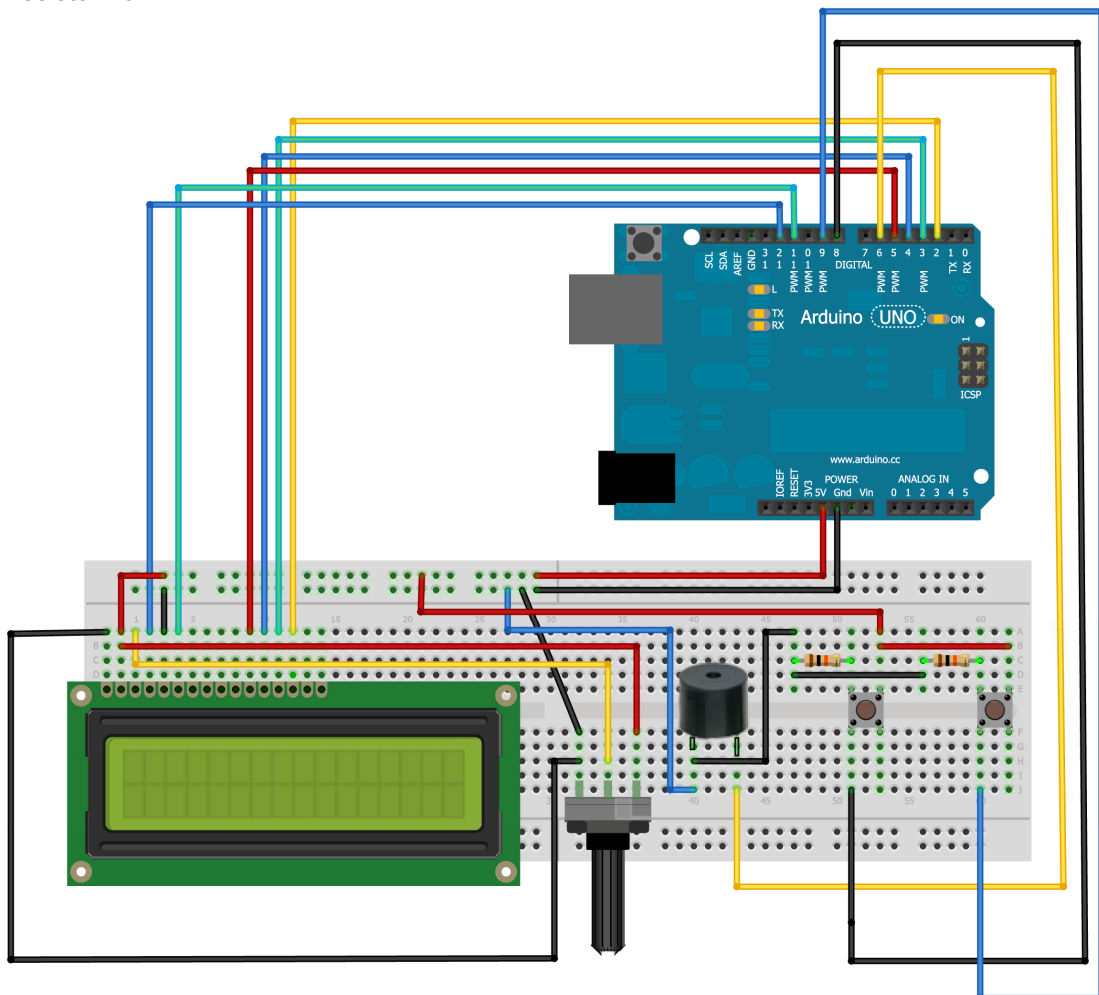
Descrição: Vamos fazer barulho novamente! Mas agora vamos variar a frequência e verificar a todo instante a quantos Hertz estamos ouvindo o Buzzer tocar.

Dificuldade: ⚡⚡⚡⚡⚡

Hora de fazer barulho novamente! Quem não gosta de fazer barulho com Arduino? Agora iremos ouvir alguns barulhos que os mais velhos irão lembrar dos antigos jogos de Atari®. Iremos fazer um frequencímetro. Infelizmente não teremos uma frequência com exatidão pois estamos usando um processador com baixa velocidade e um buzzer, que não dá sons muito fiéis.

Monte o seguinte circuito, com muita calma e atenção (trata-se de um circuito complexo e cheio de fios para ligar, portanto se não haver atenção e paciência, o circuito pode ser ligado errado e pode não funcionar):

Componentes utilizados: 01x LCD 16x2 / 01x Buzzer 5V / 01x Potenciometro 10k / 02x PushButton / 02x Resistor 10k.



Devemos colocar o Buzzer com seu terminal positivo no pino 6 (um pino que pode ser usado como saída PWM).

O código deste projeto é um tanto quanto complexo, mas após ler todas as páginas deste manual você não terá muitos problemas para entender. Copie o seguinte código e grave em seu Arduino:

```

/*****\
**      ROBOCORE ARDUINO KIT INICIANTE      **
*                                           *
**      Projeto Freqüencímetro              **
\*****/

#include <LiquidCrystal.h>

int freq = 0;
int Botao1 = 8;
int Botao2 = 9;
int EstadoBotao1 = 0;
int EstadoBotao2 = 0;
int Buzzer = 6;
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Frequencia = ");
  lcd.setCursor(6,1);
  lcd.print("Hz");
  pinMode(Botao1, OUTPUT);
  pinMode(Botao2, OUTPUT);
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
}

void loop() {
  EstadoBotao1 = digitalRead(Botao1);
  EstadoBotao2 = digitalRead(Botao2);

  if (EstadoBotao1 == HIGH){
    freq = freq + 100;
  }

  if (EstadoBotao2 == HIGH){
    freq = freq - 100;
  }

  if(freq <= 0){
    freq = 0;
  }

  if(freq >= 20000){
    freq = 20000;
  }

  if(freq <= 99){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(3,1);
  }

  if(freq >= 100){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(2,1);
  }

  if(freq >= 1000){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(1,1);
  }

  if(freq >= 10000){
    lcd.setCursor(0,1);
  }

  lcd.print(freq);
  tone(Buzzer, freq) ;

  delay(100);
}

```


E, novamente, na primeira linha do programa invocamos a biblioteca do LCD, sem esta biblioteca seria extremamente complicado escrever caracteres no display.

Depois disto, declaramos diversas variáveis e mostramos ao Arduino onde está ligado nosso display de LCD:

```
int freq = 20;
int Botao1 = 8;
int Botao2 = 9;
int EstadoBotao1 = 0;
int EstadoBotao2 = 0;
int Buzzer = 6;
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
```

Na primeira linha declaramos uma variável do tipo inteira, a variável `freq`, que irá ser a variável que guardaremos a frequência "apitada" pelo Buzzer. Depois, declaramos onde estão os dois botões (pinos 8 e 9) e logo em sequência declaramos duas variáveis que irão guardar o estado atual do botão (como visto anteriormente). Depois falamos que o buzzer está ligado ao pino 6 do Arduino. Então falamos para o Arduino quais pinos estamos usando para falar com o LCD.

Temos então os seguintes comandos no bloco *SETUP*:

```
lcd.begin(16, 2);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Frequencia = ");
lcd.setCursor(6,1);
lcd.print("Hz");
pinMode(Botao1, OUTPUT);
pinMode(Botao2, OUTPUT);
pinMode(Buzzer, OUTPUT);
```

Novamente, na primeira linha mostramos para o Arduino qual o tipo do display que vamos usar, com 16 colunas e 2 linhas. Então setamos o cursor para a origem do display e então escrevemos o seguinte: "Frequencia = ". Setamos então o cursor para a posição 6 da segunda linha para escrever a unidade de frequência, também conhecida como Hertz, ou simplesmente Hz. Veja que escrevemos tudo isto no bloco *SETUP* pois são informações estáticas, ou seja, não irão se alterar conforme o programa for rodando. No final do bloco dizemos para o Arduino que os pinos onde estão os botões e o Buzzer são de saída.

Entrando no bloco de *LOOP* do programa temos o seguinte logo de início:

```
EstadoBotao1 = digitalRead(Botao1);
EstadoBotao2 = digitalRead(Botao2);
```

Estes dois comandos anteriores, bem como as rotinas IF que seguem já vimos anteriormente, e basta entendermos que, quando apertamos um botão (o de incremento) somaremos 100 à variável **freq** e quando apertamos o outro botão, subtraímos 100. Este 100 é o passo de nosso sistema, caso queira maior variedade de frequências, troque este valor para 10 ou mesmo 1. Caso queira menor variedade de frequências, troque para 1000, por exemplo.

Vamos ver as seguintes linhas:

```
if(freq <= 20){
    freq = 20;
}

if(freq >= 20000){
    freq = 20000;
}
```

Nas duas linhas anteriores limitamos a variável **freq**. Seu valor mínimo passa a ser 0 e seu valor máximo passa a ser 20000 (valor próximo ao limite escutado pelo ouvido humano).

A seguinte parte do código é apenas mais um "macete" para que apareçam no display apenas os dígitos da frequência atual, que você setar pelo potenciômetro, e não fique no display valores antigos (precisamos de dar um jeito de apagar os dígitos no display, para isto simplesmente escrevemos espaços!):

```
if(freq <= 99){  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(1,1);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(2,1);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(3,1);  
}
```

```
if(freq >= 100){  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(1,1);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(2,1);  
}
```

```
if(freq >= 1000){  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(1,1);  
}
```

```
if(freq >= 10000){  
  lcd.setCursor(0,1);  
}
```

Tente estudar e ver o que acontece nas linhas de código acima. O "macete" é parecido com o que fizemos no último experimento.

Por fim, temos as seguintes linhas de código:

```
lcd.print(freq);  
tone(Buzzer, freq) ;  
  
delay(100);
```

Na primeira linha, escrevemos no display a frequência passada pelo potenciômetro. A rotina **tone()** serve para tocar frequências em um pino. Para usar este comando você deve passar dois atributos para o mesmo, são eles:

1º: Pino que irá tocar a frequência, o pino deve ser do tipo saída PWM. No nosso caso colocamos a palavra Buzzer, que já está atrelada ao pino 6.

2º: Frequência em Hertz que o Buzzer deverá tocar. No nosso experimento, esta frequência vai de 20 a 20000Hz.

No final do programa temos um **delay()** de 100 milissegundos para que possamos ler no display de LCD a frequência que estamos escutando.

Para mais informações sobre tecnologia, eletrônica e robótica acesse www.RoboCore.net e fique por dentro de tudo que acontece no mundo tecnológico. Use também o fórum do site para discutir novos projetos e também falar sobre as experiências propostas aqui.

Esperamos que esta apostila tenha-lhe sido válida e que você seja mais um
Arduinizador do Mundo.

Arduinize o Mundo
RoboCore Arduino Kit Iniciante
WWW.ROBOCORE.NET