



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Engenharia da computação
Campus Sobral

Scanner a laser para medição de ambientes e geração de mapas tridimensionais

Autor: Francisco Thales Rocha Sousa
Autora: Stefane Adna dos Santos
Orientadora: Jermana Lopes de Moraes

Setembro de 2018

Índice

1. COMPONENTES	3
1.1. Arduino Pro Mini	3
1.2. Sensor LIDAR-Lite	4
1.3. Motor DC com Encoder	4
1.4. Motor de passo	5
1.5. Ponte H	6
1.6. Módulo driver MOSFET Irf520	7
1.7. Módulo de resistência LM245	7
1.8. Módulo Bluetooth	8
1.9. Protoboard	8
1.10. Jumper	9
1.11. Resistor	9
1.12. Capacitor	10
1.13. Regulador de tensão lm317	11
1.14. Botão	11
2. CIRCUITO	12
2.1. Alimentação	12
2.2. Sensor LIDAR Lite com o Arduino Pro Mini	13
2.3. Motor DC com o Arduino Pro Mini	14
2.4. Motor de passo com Arduino Pro Mini	15
2.5. Modulo Bluetooth e cartão SSD com o Arduino Pro Mini . . .	16
2.6. Botão e conexão USB	17

RESUMO

A geração de mapas em três dimensões é de suma importância no ramo da topografia, uma vez que seu desenvolvimento torna possível a realização de um estudo mais detalhado do relevo de uma determinada área. Com o passar do tempo, as empresas têm buscado desenvolver tecnologias que realizam a medição de um ambiente a fim de representá-lo graficamente. O presente projeto propõe o desenvolvimento de um sistema a *laser*, no qual é capaz de fazer diversas medidas métricas de um determinado local, tendo como o intuito de representá-lo através de um gráfico composto de milhares de pontos dispostos em um espaço tridimensional. Para o seu desenvolvimento foi utilizado um sensor baseado na tecnologia LIDAR (*Light Detection and Ranging*), no qual se utiliza um mecanismo de *laser* pulsado que captura pontos fazendo cálculos da diferença de tempo entre a emissão do pulso *laser* e a detecção do sinal refletido. Este sensor é de extrema eficácia, pois consegue calcular até quinhentos pontos por segundo oferecendo assim maior qualidade na geração do mapa. O sensor será acoplado a uma plataforma controlada por um Arduino, no qual possui dois motores sendo um motor DC responsável por girar a plataforma horizontalmente e um motor de passo, no qual ficará encarregado por girar o sensor verticalmente. O processo se inicia com o ponto de visão do sensor estando paralelo a plataforma, esta irá fazer um giro de trezentos e sessenta graus horizontalmente fazendo a captura de pontos, após isso o motor de passo gira o sensor um grau verticalmente e a plataforma irá girar trezentos e sessenta graus novamente. Este processo será repetido até que o sensor esteja perpendicular a plataforma e todos os pontos do espaço tenham sido capturados. Após a captura dos pontos, será gerado um mapa em espaço tridimensional.

1. COMPONENTES

1.1. Arduino Pro Mini

O Arduino Pro Mini é uma placa micro controladora que foi criada para o desenvolvimento de projetos com configurações permanentes ou semipermanentes e que necessitam ocupar pouco espaço.

A placa contém 14 pinos de entrada e saída digital nos quais 6 delas podem ser utilizadas como saídas PWM, 6 entradas analógicas, um ressonador integrado, um botão de reset e furos para a montagem dos conectores dos pinos. Um conector de seis pinos pode ser conectado a um cabo FTDI para alimentar o Arduino e fornecer comunicação USB a placa. Além disso, ela pode ser alimentada por uma tensão variante de 5v a 12v. Se ela for alimentada por uma fonte de 5v é utilizado o pino VCC, caso a corrente seja maior que 5v o Arduino Pro Mini contém um regulador de tensão que pode aceitar tensão de até 12v que será conectado ao pino RAW.

O ATmega328 tem 32 kB de memória *flash* para armazenar código (dos quais 0.5kB é usado para o bootloader). Tem 2 kB de SRAM e 1kB de EEPROM. A figura 1 contém a foto do Arduino Pro Mini e o esquema de suas portas.

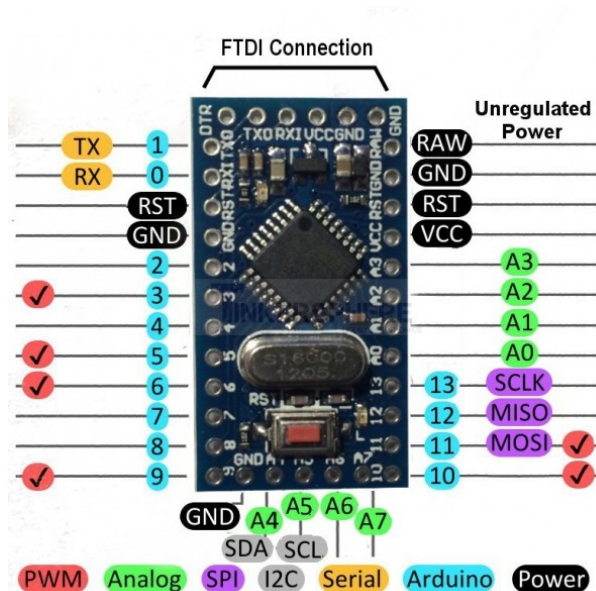


Figura 1: Arduino Pro Mini

1.2. Sensor LIDAR-Lite

O sensor LIDAR é um sensor ótico de medição de distancias, que tem alcance baseado em *laser* de 40 metros. Ele opera em velocidades de medição de até 500 leituras por segundo oferecendo assim maior resolução para aplicações de digitalização.

Este sensor é baseado na tecnologia LIDAR, que é uma tecnologia ótica que utiliza *laser* pulsado para calcular a distância de um determinado objeto, fazendo cálculos da diferença de tempo entre a emissão do pulso *laser* e a detecção do sinal refletido.

Essa tecnologia tem um alto nível de eficiência pois os pulsos *laser* são emitidos pelo sensor sob uma taxa de frequência de repetição e realizam uma varredura perpendicular à direção da linha de voo. Sendo assim, o sensor *laser* pode alcançar inúmeras reflexões, ou seja, vários pulsos podem ser refletidos sob um mesmo objeto, o que acarretará em uma alta precisão nos resultados.

O sensor LIDAR necessita de uma corrente entre 4.5v a 5.5v para operar. Ele contém 6 fios que são utilizados para comunicação e alimentação, sendo eles: preto (GND), azul (SDA), verde (SCL), amarelo (MODE), laranja (PWR EN), vermelho (5V). A figura 2 contém a foto de um sensor LIDAR-Lite.



Figura 2: Sensor LIDAR-Lite

Imagem 2: Sensor LIDAR-Lite

1.3. Motor DC com Encoder

O motor DC com encoder incluído permite que se possa calcular o número de giros produzidos pelo motor e ajustar a velocidade dele de acordo com a leitura de sensores. Esse motor é de corrente contínua, portanto ele converte

energia elétrica de corrente contínua em energia mecânica, fazendo com que assim ocorra a rotação de sua bobina.

Este motor contém uma placa com dois sensores que irão fazer a leitura das informações relativas à rotação do motor. Esta placa contém um conector com 6 pinos, sendo eles o M- e M+ onde será ligado a alimentação do motor, o GND e 3.3V que farão a alimentação dos sensores do encoder, e o C1 e C2 que são responsáveis pelo sinal de saída dos sensores, sendo o C1 do canal A do encoder e o C2 o canal B do encoder. A figura 3 contém a foto do Motor DC com encoder.



Figura 3: Motor DC com Encoder

1.4. Motor de passo

O motor de passo é um motor de corrente contínua sem escovas que converte sinal elétrico em torque, cada pulso elétrico gera a rotação de um passo. Ele foi desenvolvido com a finalidade de ser utilizado quando se precisa ter uma rotação de um ângulo exato.

O motor utilizado nesse projeto será um motor de passo bipolar que contém duas bobinas. Ele tem 4 fios sendo 2 para cada bobina. A figura 4 contém a foto do motor de passo.



Figura 4: Motor de Passo

1.5. Ponte H

A ponte H é um circuito eletrônico capaz de converter uma corrente contínua fixa em uma tensão de corrente contínua variável, determinando assim o sentido da corrente, a polaridade da tensão e a tensão de um determinado componente.

Esta placa possui 2 pinos para o controle do motor A e 2 para o controle do motor B, dois pinos para o controle PWM dos motores, um pino para alimentação de 5V e outro para alimentação de uma corrente que pode variar de 6V a 35V, um pino pro GND e quatro pinos de entrada que são responsáveis pela rotação do motor. A figura 5 contém a foto de uma ponte H.

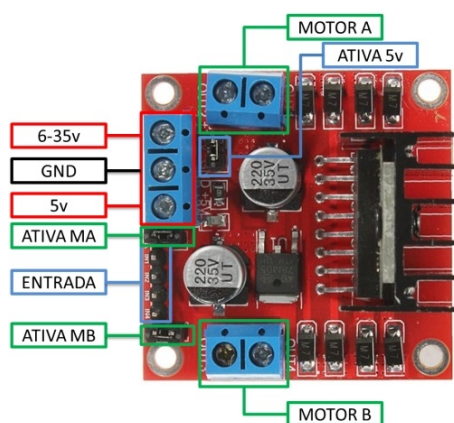


Figura 5: Ponte H

1.6. Módulo driver MOSFET Irf520

O módulo mosfet foi desenvolvido com o intuito de alternar cargas contínuas de alta tensão. Ele possui um pino VCC, dois pinos do GND, um pino SIG, e outros dois pinos para a alimentação. A figura 6 contém a foto de um módulo driver MOSFET.

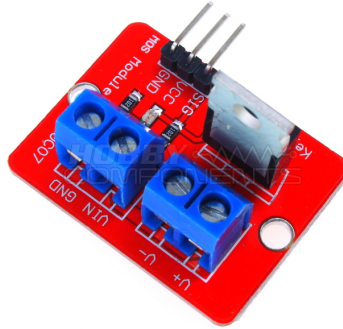


Figura 6: Módulo driver MOSFET Irf520

1.7. Módulo de resistência LM245

É um regulador de tensão ajustável que pode receber tensão de 4V até 40V (pinos IN- e IN+) e ter uma voltagem de saída de 1.25V até 35V (pinos OUT- e OUT+). A figura 7 contém a foto de um Módulo de resistência LM245.



Figura 7: Módulo de resistência LM245

1.8. Módulo Bluetooth

O módulo bluetooth é uma tecnologia de comunicação sem fio que permite uma comunicação entre dispositivos de forma rápida e segura. Ele utiliza uma frequência de radio de onda curta para criar uma comunicação entre aparelhos habilitados e tem baixo consumo de energia.

Este módulo funciona a uma frequência de 2.4Ghz, pode ser alimentado com uma tensão de 3.3V a 5V e tem um alcance de até 10m. Ele possui 4 pinos, sendo dois para a alimentação (VCC e GND) e dois para transmissão e recepção de dados via serial (TX e RX). A figura 8 contém a foto e o esquema de pinos de um modulo bluetoooh.

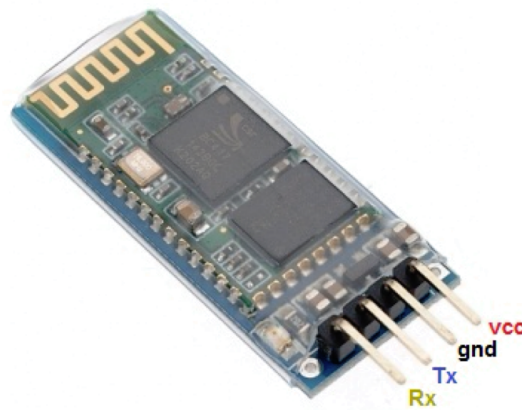


Figura 8: Módulo Bluetooth LM245

1.9. Protoboard

A protoboard é uma placa que contém furos e conexões condutoras que permite a montagem de circuitos elétricos não permanentes. Ela é muito utilizada devido a sua facilidade de inserção de componentes, sendo que não precisam ser soldados, ela possui furos com conexões horizontais e verticais. A figura 9 contém uma foto de uma protoboard.

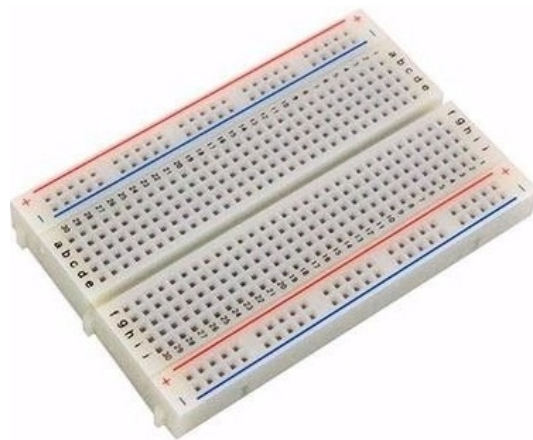


Figura 9: Protoboard

1.10. Jumper

Os jumpers são pequenos fios condutores utilizados para conectar dois pontos de um circuito eletrônico. A figura 10 contém uma foto de jumpers.

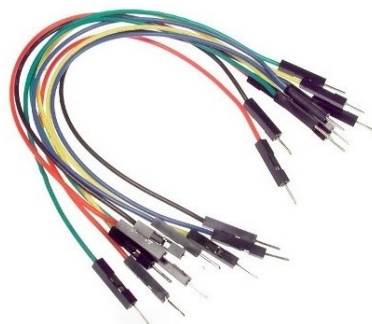


Figura 10: Jumpers

1.11. Resistor

O resistor é um circuito elétrico que é utilizado devido a sua capacidade de controlar a corrente elétrica, é importante ressaltar que a corrente que entra e sai do resistor é sempre a mesma, ele apenas causa uma queda de tensão. Existe vários tipos de resistores, que tem resistências diferentes, e eles podem ser identificado pelas suas cores.

A figura 11 mostra como identificar um resistor de acordo com as suas cores.

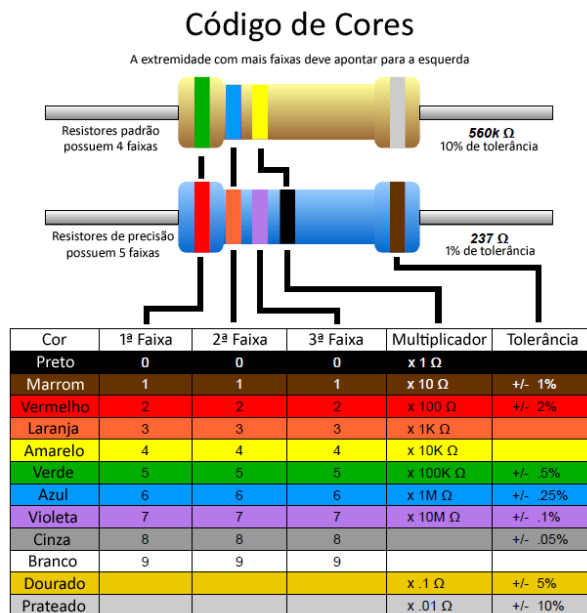


Figura 11: Tabela para identificar a resistência de um resistor de acordo com suas cores.

1.12. Capacitor

O capacitor é um componente eletrônico capaz de armazenar cargas elétricas, até ficar com a mesma tensão dessa fonte. A figura 12 contém uma foto de um capacitor.



Figura 12: Capacitor

1.13. Regulador de tensão lm317

É um regulador de tensão ajustável que contém três terminais suportando correntes de até 1.5A com tensão entre 1.2 e 37V. Ele necessita de apenas dois resistores externos para regular a tensão. A figura 13 contém um regulador de tensão e o esquema de seus pinos.

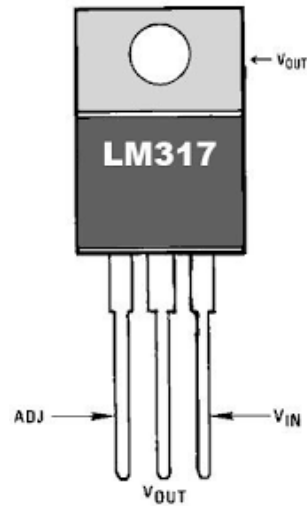


Figura 13: Regulador de tensão lm317

1.14. Botão

Um botão é um dispositivo eletrônico que emite um sinal após ser pressionado. A figura 14 contém a foto de um botão.



Figura 14: Botão

2. CIRCUITO

2.1. Alimentação

O projeto contém uma base metálica de cor preta de onde saem dois fios, um branco e um preto. O fio de cor branca recebe uma tensão de 12V e o de cor preta é o GND. O fio branco é conectado a porta IN+ e o preto é conectado a porta IN- do Modulo de resistência LM245. Ele transforma a tensão de entrada de 12V para uma tensão de saída de aproximadamente 7V.

Um fio de cor laranja conectado a porta OUT+ do regulador de tensão recebe uma tensão de aproximadamente 7V e é conectado a linha horizontal inferior positiva da protoboard. Um fio amarelo sairá da porta OUT-(GND) do regulador de tensão e será conectado a linha horizontal inferior negativa da protoboard. Sendo assim, toda a linha inferior positiva da protoboard terá uma tensão de aproximadamente 7V e a linha negativa inferior será conectada ao GND.

Um fio de cor vermelha está conectado na linha horizontal inferior positiva recebendo uma tensão de aproximadamente 7V e é conectado a porta RAW do Arduino Pro Mini, para a sua alimentação. Isso acontece porque a tensão é superior a 5V, caso a tensão fosse de 5V esse fio deveria se conectar a porta VCC do Arduino Pro Mini. Outro fio de cor preta é conectado da linha negativa inferior para o GND do Arduino.

Um fio vermelho está conectado no VCC do Arduino Pro Mini e ligado a linha horizontal superior positiva, fazendo com que todos os seus pontos recebam uma tensão de 5V. Outro fio conectado ao GND do Arduino será ligado a linha horizontal superior negativa, fazendo com que todos os seus pontos sejam GND. A figura 15 ilustra o circuito de alimentação do projeto.

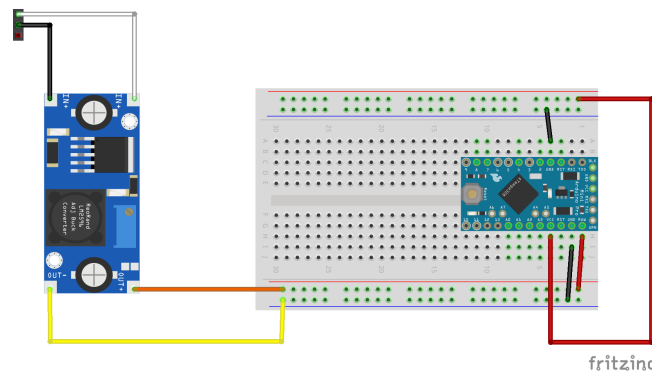


Figura 15: Ilustração do circuito de alimentação

2.2. Sensor LIDAR Lite com o Arduino Pro Mini

Em primeiro lugar, é importante lembrar que a linha superior positiva da protoboard está recebendo uma tensão de 5V e a linha negativa superior é o GND, tudo isso foi explicado no tópico de alimentação do projeto. Além disso, o sensor LIDAR Lite contém 6 pinos, mas só 4 serão utilizados nesse projeto.

O fio de cor vermelha (VCC) será conectado a um dos pontos da linha horizontal superior positiva da protoboard, fazendo com que o sensor receba uma tensão de 5V. O fio preto (GND) do sensor é conectado a um dos pontos da linha horizontal superior negativa (GND). Para evitar corrente de pico é colocado um capacitor de 1000uF entre a potência (5V) e o terra (GND).

O fio de cor azul (SDA) é conectado à porta analógica A4 do Arduino Pro Mini e o fio verde (SCL) é conectado à porta analógica A5 do Arduino Pro Mini, para a conexão entre o sensor e o Arduino. A figura 16 ilustra o circuito do sensor LIDAR com o Arduino Pro Mini.

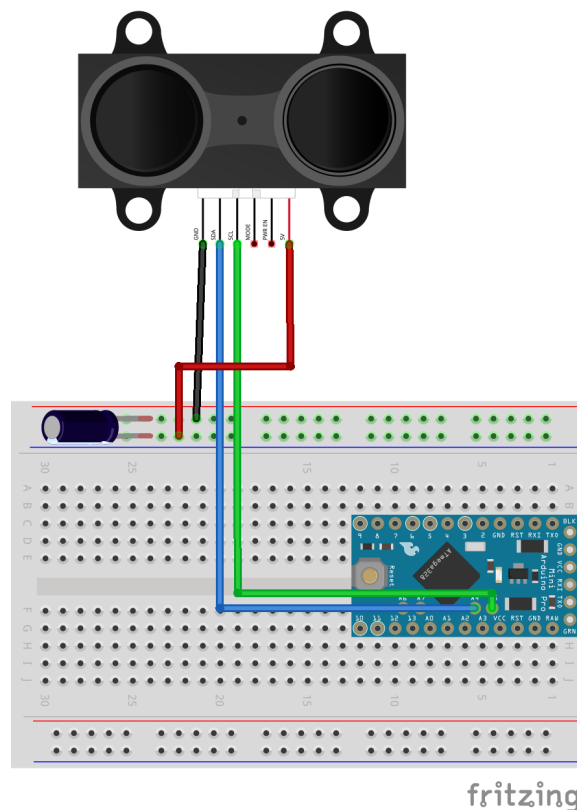


Figura 16: Ilustração do circuito do sensor e Arduino Pro Mini

2.3. Motor DC com o Arduino Pro Mini

Em primeiro lugar, é importante lembrar que a linha horizontal superior positiva da protoboard está recebendo uma tensão de 5V e a linha horizontal negativa superior é o GND. Além disso, a linha horizontal inferior positiva da protoboard está recebendo uma tensão de aproximadamente 7V e a inferior negativa está conectado ao terra. Tudo isso foi explicado no tópico de alimentação do projeto.

O motor possui uma placa com 2 sensores encoder, mas só um deles será utilizado nesse projeto.

O Modulo driver MOSFET será utilizado nesse projeto para alternar cargas contínuas de alta tensão. O pino VIN será conectado a linha horizontal inferior positiva da protoboard recebendo uma carga de aproximadamente 7V e o pino GND será conectado a linha horizontal inferior negativa da protoboard fazendo aterramento. O pino GND do driver é conectado a linha horizontal superior negativa (GND), o pino VCC é conectado a linha horizontal superior positiva recebendo uma tensão de 5V e o pino SIG a porta 2 do Arduino Pro Mini.

O Motor DC com encoder tem 6 fios, sendo eles: o vermelho (M1 Motor -) conectado ao -V do MOSFET, o preto (GND Encoder) conectado a linha GND da protoboard, o amarelo (C1 Encoder) conectado a porta 3 do Arduino Pro Mini para a comunicação entre o sensor encoder e o arduino, verde (3.3V encoder) que passa por uma regulagem de tensão, ele é conectado ao segundo pino de um regulador de tensão LM317 que por sua vez está conectado a dois resistores, um azul (M2 motor +) conectado a porta +V do MOSFET, e o fio branco(C2 Encoder) que não será utilizado nesse projeto. O esquema do circuito poderá ser visto na figura 17.

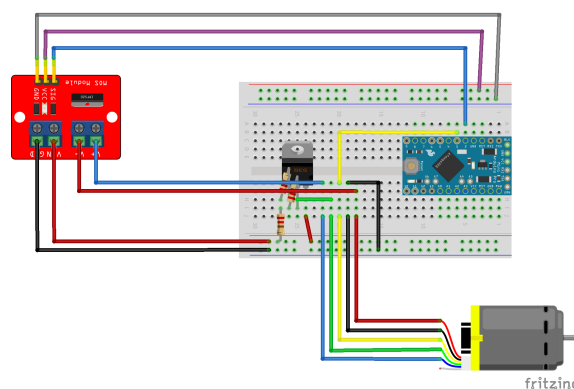


Figura 17: Ilustração do Circuito do motor DC sendo controlado pelo Arduino

2.4. Motor de passo com Arduino Pro Mini

Primeiramente, será importante lembrar que a linha horizontal inferior positiva está recebendo uma tensão de 7V e a negativa é o terra. Para se controlar o motor de passo será utilizado uma ponte H.

O motor de passo tem duas bobinas que serão conectadas na ponte H. A primeira bobina (fio vermelho e amarelo) será conectada ao MOTOR A da ponte H, a segunda bobina (fio laranja e preto) será conectada ao MOTOR B da ponte H.

Para a alimentação do motor, um fio vermelho conectado à porta 12+ da ponte H será conectado a linha horizontal inferior positiva da protoboard e um fio preto do GND na linha negativa.

Para a comunicação do motor com o Arduino Pro Mini, serão conectados os fios: In1 ao pino 9, In2 ao pino 8, In3 ao pino 7 e In4 ao pino 6 do Arduino Pro Mini. A figura 18 ilustra o esquema do circuito do motor de passo com o Arduino.

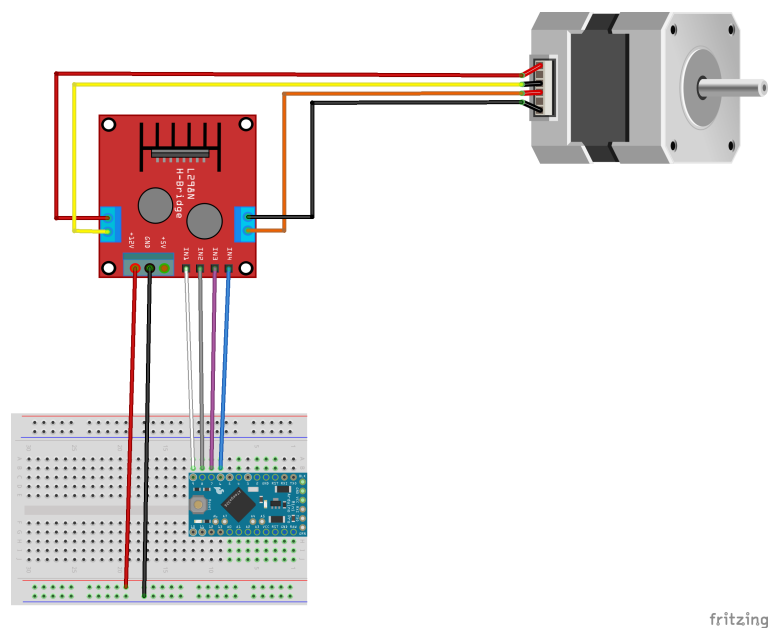


Figura 18: Ilustração do circuito do motor de passo com o Arduino Pro Mini

2.5. Módulo Bluetooth e cartão SSD com o Arduino Pro Mini

Em primeiro lugar, é importante lembrar que a linha superior positiva da protoboard está recebendo uma tensão de 5V e a linha negativa superior é o GND, tudo isso foi explicado no tópico de alimentação do projeto.

Para a alimentação do módulo Bluetooth o seu pino VCC está conectado a linha horizontal superior positiva, recebendo assim uma tensão de 5V e seu fio GND está conectado a linha horizontal superior negativa, conectando-se ao terra.

Para a transmissão e recepção de dados via serial o pino TXD está conectado ao pino RXI do Arduino Pro Mini e o pino RXD está conectado ao pino TXO do Arduino.

O projeto contém uma base metálica de cor preta de onde saem 4 fios, sendo eles um azul conectado a porta 10, um amarelo conectado a porta 11, um verde conectado a porta 12, e um branco conectado a porta 13. Esses fios servem para a conexão entre o Arduino e o cartão SSD. A Figura 19 ilustra o esquema do circuito do módulo bluetooth e da conexão do arduino com o cartão SSD.

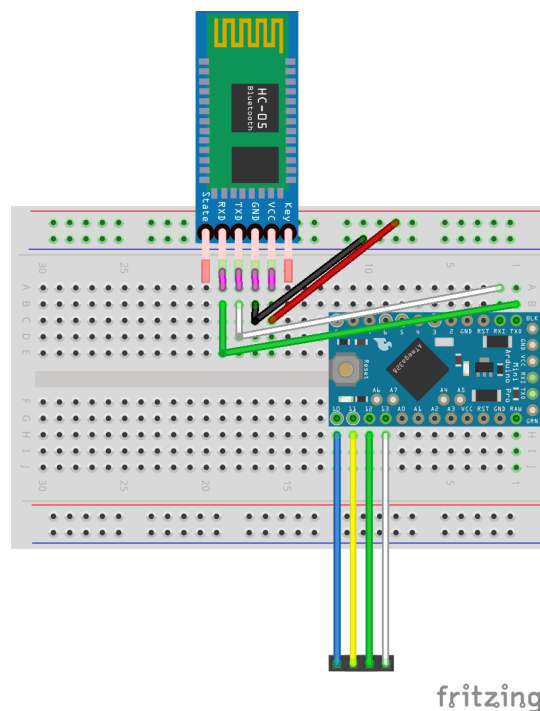


Figura 19: Circuito do módulo Bluetooth e cartão SSD com o Arduino

2.6. Botão e conexão USB

O projeto possui um botão que servirá para mandar o sinal de inicialização da captura de pontos. Esse botão possui 2 pinos, sendo um conectado à porta 4 do Arduino Pro Mini, que está recebendo uma tensão de aproximadamente 3.3V passando por resistor. O outro pino será conectado a linha horizontal superior negativa (GND).

Para passar o código para o Arduino Pro Mini é necessário que se utilize um cabo USB TTL. Esse cabo terá 6 fios, sendo eles: marrom conectado ao BLK, vermelha no GND, laranja no VCC, amarelo no RXI, verde no TXO, e outro verde no GRN. A imagem 21 ilustra o esquema do circuito da conexão do botão e do cabo USB TTL com o Arduino.

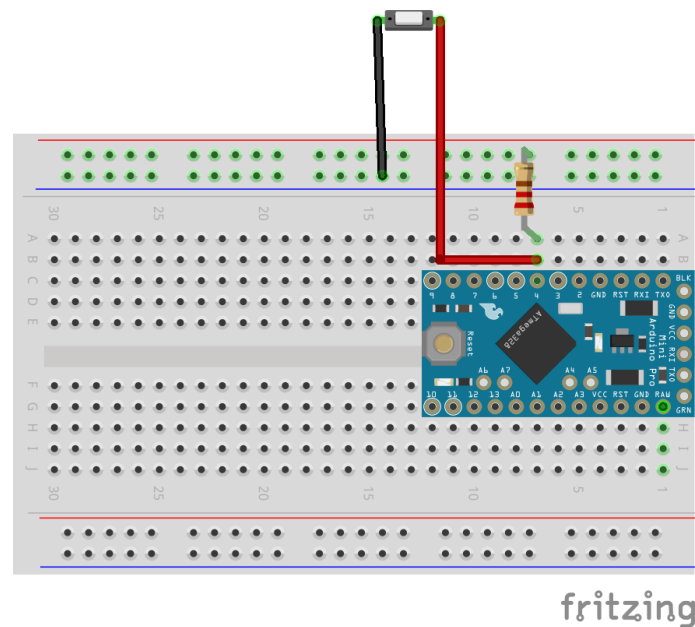


Figura 20: Ilustração do circuito do botão com o Arduino e conexão USB.

Referencias

- [1] Store Arduino, Arduino Pro Mini. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-pro-mini>
- [2] Robotshop, Sensor Lidar Lite. Disponível em: <https://www.robotshop.com/en/lidar-lite-3-laser-rangefinder.html>
- [3] Wikipedia, —Tecnologia LIDAR. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/LIDAR>
- [4] Sparkfun, Sensor LIDAR lite. Disponível em: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/lidar-lite-v3-hookup-guide>
- [5] Arduino e cia, Motor DC com encoder. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/2016/10/motor-dc-com-encoder-arduino.html>
- [6] Lab de Garagem, Controlando um arduino via bluetooth. Disponível em: <http://labdegaragem.com/forum/topics/tutorial-controlando-o-arduino-via-bluetooth>
- [7] Wikipedia, Resistor. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Resistor>
- [8] Arduino e cia, Ponte H. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/2014/08/ponte-h-l298n-motor-de-passo.html>
- [9] Vida de silicio, Modulo Bluetooth. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-bluetooth-hc-05-e-hc-06/>