

PONTO DE CONTROLE 3

Plotter para Placas de Circuito Impresso

Hachid Habib Cury

Programa de Engenharia Eletrônica
Faculdade do Gama
Universidade de Brasília – UnB
Brasília, Brasil
hachidcury@gmail.com

Larissa Aidê Araújo Rocha

Programa de Engenharia Eletrônica
Faculdade do Gama
Universidade de Brasília – UnB
Brasília, Brasil
larissa.aidel@gmail.com

Resumo— O projeto visa desenvolver um sistema que realiza a impressão metódica do layout de circuitos em placas de fenolite ou de fibra de vidro para a criação de placas de circuito impresso, a distância com uso de uma raspberry PI como server .

Palavras-chave— *raspberry pi; PCB; impressão; PCI;*

I. JUSTIFICATIVA

Quando se trata de produtos eletrônicos principalmente os que fazem uso de circuitos integrados, as placas de circuito impresso (PCIs) são indispensáveis, elas desenvolvem um grande papel para o desenvolvimento mais compacto e seguro de circuitos eletrônicos.

O circuito impresso consiste em uma base isolante como fenolite ou fibra de vidro que são cobertas por uma fina película de cobre, constituindo as trilhas condutoras, revestidas por ligas à base de ouro, níquel, estanho chumbo, ou verniz orgânico (OSP), entre outras, que representam o circuito onde serão soldados e interligados os componentes eletrônicos.

Atualmente, as placas de circuito impresso podem ser fabricadas de uma forma mais técnica (em indústrias por máquinas) como também artesanalmente (por *makers* de PCIs em sua própria casa). Dessa forma, nosso projeto está focado em desenvolver um sistema que atenda na produção de placas produzidas artesanalmente.

Apesar de podermos produzir nossa própria PCI em casa, existe uma parte crucial no processo de fabricação que requer bastante habilidade e cuidado, que é a parte de passar o layout do circuito para a placa. Na maior parte dos casos, qualquer erro nessa etapa da fabricação da PCI pode acarretar na perda total do circuito.

Comumente, as formas mais utilizadas pelos *makers* na etapa de desenho são: desenhar diretamente na placa com

uma caneta de tinta resistente, que requer bastante habilidade e cuidado ou por meio da fototransferência que requer vários processos e um longo tempo de espera até que o desenho seja completamente transferido para a placa.

Dessa forma nosso projeto está focado em otimizar o tempo de usuários que tenham a necessidade frequente de fabricar placas de circuito impresso com uma qualidade e exatidão do layout do circuito, por meio de um plotter de caneta.

Existem vários plotters de caneta no mercado destinados ao uso de desenhos técnicos e precisos, porém pouco são fabricados com objetivo de fabricação de PCB. Durante um levantamento bibliográfico dos maquinários de mercado não conseguimos encontrar nenhum que estivesse disponível para venda com esse intuito, e muito menos um que possua uma interface que ofereça ao usuário a possibilidade de visualizar e modificar seu projeto antes da impressão. O preço encontrado para máquina XY Plotter no mercado nacional está na faixa de 1500 a 3000 como mostrado na figura 1.

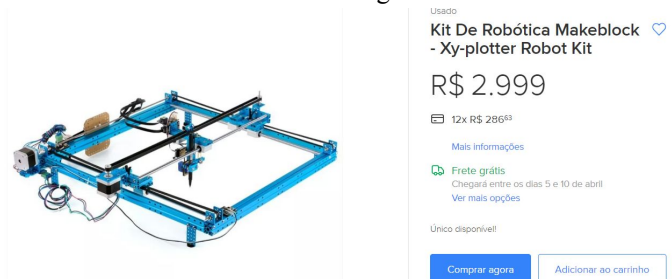


Figura 1.1 Plotter XY retirado do Mercado Livre

II. OBJETIVOS

O objetivo geral deste projeto é fabricar uma mesa linear XY que produzirá o desenho do layout do circuito sobre a própria placa de fenolite, deixando-a pronta para a etapa de corrosão. Será utilizado uma raspberry pi com um sistema operacional embarcado para construir um maquinário completo que permita ao usuário

mandar seu arquivo via telegram e acompanhar sua impressão.

III. REQUISITOS

Para o correto funcionamento será necessário a utilização de uma raspberry pi 3 para enviar os arquivos de impressão e dar comandos para um microcontrolador que fará o controle dos motores de passo do nosso maquinário. Também será necessário a construção de uma mesa CNC que trabalhe em três dimensões e utilize motores de passo.

O microcontrolador utilizado para fazer o controle dos motores será o ESP32 pois há uma maior precisão ao controlar os motores que serão utilizados para fazer o desenho.

Nosso produto contará com uma interface que fará a interação humano-máquina via wi-fi, assim por meio do e-mail ou telegram, o plotter entrará em contato com o usuário que poderá validar a impressão e acompanhar por meio de uma câmera se sua placa está pronta ou não.

Além disso o Plotter terá a capacidade de verificar se o usuário colocou a placa na máquina, se sim ele realizará a impressão, caso contrário ele entrará em contato com o usuário para que o mesmo posicione a placa.

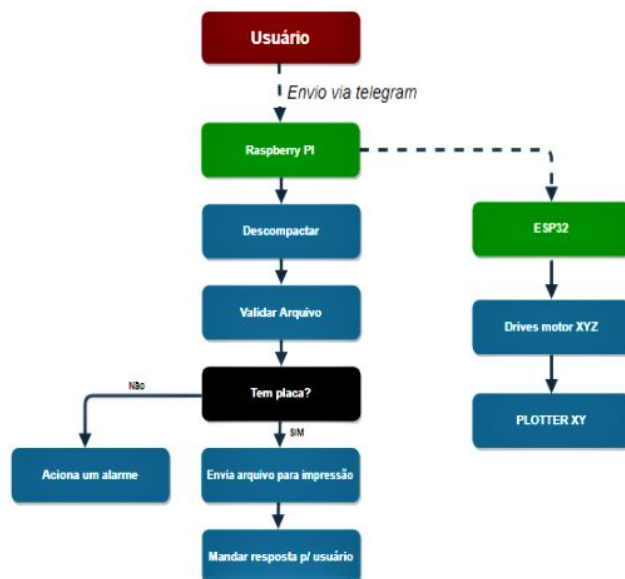


Figura 3.1 Diagrama simplificado do funcionamento do protótipo

IV. BENEFÍCIOS

Por meio do Plotter para Placa de Circuito Impresso, o usuário do produto poderá obter o desenho do layout do circuito na placa de uma forma mais precisa e diligente, acarretando assim a minimização de erros na etapa de desenho. Tudo isso a distância, não necessitando então que o usuário fique presente durante todo o processo de impressão e no final sendo notificando quando o mesmo terminar

V. MATERIAIS UTILIZADOS

A fim de obter um melhor planejamento da parte física do projeto, o mesmo foi dividido em duas partes: *parte mecânica e parte eletrônica*.

5.1 Parte Mecânica

- Eixo retificado (Guia Linear):
2x 400mm
2x 300mm
2x 70mm
- 10 Rolamentos lineares Im8uu
- 9 Rolamentos 604zz (4x12x4mm)
- 2 Metros de correia GT2 20 dentes
- 2 Polias GT2 20 dentes
- 1 Servo MG996R
- 4 Abraçadeiras de nylon
- Parafusos
5 Parafusos M4x20mm
10 Parafusos M3x8mm
8 Parafusos M3x16mm
11 Parafusos M3x30mm
2 Barras roscadas 7/16pol de 420mm
- Porcas
8 porcas 7/16pol
7 porcas M4
23 porcas M3
- Peças auxiliares mesa CNC (Impressas na impressora 3D)

5.2 Parte Eletrônica

- 1 Raspberry Pi3
- 1 Esp32 Dev
- 1 Webcam ...
- 3 Drivers DRV8825
- 1 Regulador de tensão stepdown
- 3 Motores de Passo Nema 17HS
- Jumpers para conexão
- 1 botão switch
- 3 botões push
- 3 resistores 10k ohm
- Capacitor 220 µF 25V
- Protoboard
- Fonte de Computador de 200W

VI. DESCRIÇÃO DE HARDWARE

A montagem da parte física foi feita da seguinte maneira:

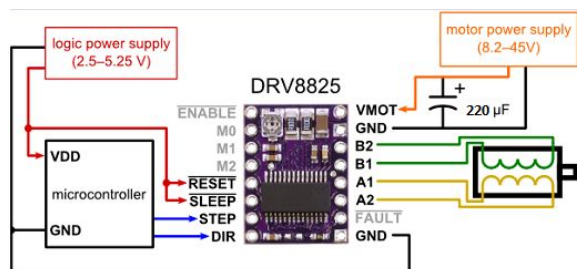


Figura 6.1 Conexão detalhada do Drive DRV8825 ao motor e ao microcontrolador.

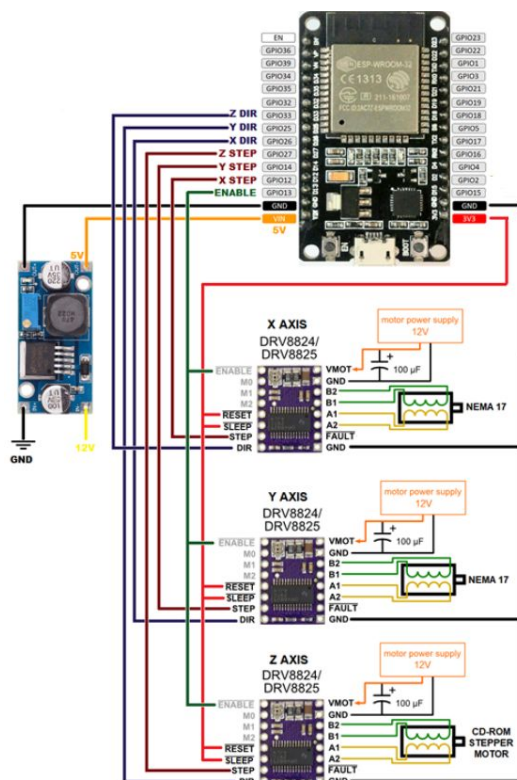


Figura 6.2: Conexão de cada Drive DRV8825 na Esp32

VII. ESTRUTURA FÍSICA DO PROJETO

Para que a Plotter consiga realizar os desenhos é necessário o uso de 3 motores, 2 para determinar as direções da caneta (motor da direita e motor da esquerda) e um outro motor para determinar quando a caneta irá para baixo desenhando na placa ou para cima quando não é mais necessário que a caneta desene na placa.

As peças foram projetadas para serem impressas na impressora 3D, onde o seu layout foi baseado em peças presentes em máquinas de CNC. O protótipo foi pensado para ser compacto, leve e fácil para transporte.

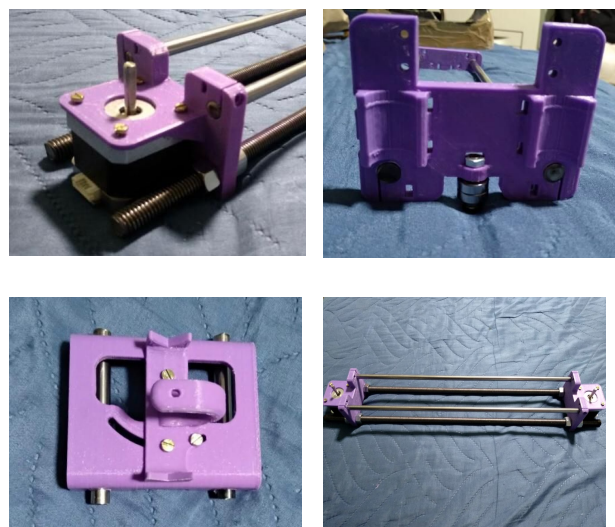


Figura 7.1 Estrutura Parcial do Projeto

Por fim, com todas as peças impressas, foi possível finalizar a montagem da Plotter, a figura abaixo mostra como ficou a estrutura.



Figura 7.2 Estrutura Final do Projeto

VIII. DESCRIÇÃO DE SOFTWARE

Instalou-se na Raspberry Pi o sistema operacional Raspbian que é uma distribuição baseada no sistema operacional Debian versão *Stretch* com interface gráfica, baseada no ARM hard-float, sendo um porte da arquitetura Wheezy, otimizada para o conjunto de instruções ARMv6. Para facilitar a instalação utilizou-se o instalador NOOBS.

Após a instalação do sistema operacional na Raspberry, os códigos foram feitos separadamente a fim de testar alguns dos requisitos do projeto.

- Código comunicação via Telegram com a Raspberry Pi

O Telegram é um serviço de mensagens instantâneas multi-plataforma totalmente grátis (e open-source!), isso significa que pode ser usado no Linux. Além disso, outro recurso bastante importante para o nosso projeto fornecido pelo Telegram Bot API é a capacidade de criar um bot, um bot nada mais é que um programa que atua em uma conta de usuário no Telegram que não é operada por um humano, mas sim, por um robô.



Figura 7.1: Integração Raspberry e Telegram

Essa interface HTTP, libera ao desenvolvedor uma chave única de autenticação (chamada *token*) toda vez que um bot é criado, é por meio desse *token* que é possível desenvolver um código para obter uma interação chat com o usuário. Dessa forma, usaremos o bot da Figura 7.2 para desenvolver o código de comunicação do usuário com o protótipo.



Figura 7.2: Bot criado para o projeto

Para a comunicação da Raspberry Pi com o Telegram o código foi desenvolvido na linguagem C++ utilizando-se a biblioteca *tgbot.h*. Os principais comandos utilizados foram:

- `SendMessage;`

```
TgBot::Bot bot("XXXXXXXXXX"); #Inserir o TOKEN do Bot
bot.getEvents().onCommand("COMANDO",[&bot](TgBot
::Message::Ptr message) {
bot.getApi().sendMessage(message->chat->id, "CORPO
DA MENSAGEM");
```

Dessa forma, a mensagem só será enviada se o usuário fornecer um comando pelo telegram. Até o presente Ponto de Controle, o código foi desenvolvido para que o usuário

pudesse fornecer 3 comandos de desenhos a Plotter, que são:

- */atotal*: Comando que fornece o desenho da área total em que a plotter pode desenhar.
- */quad*: Comando que fornece o desenho de um quadrado.
- */tri*: Comando que fornece o desenho de um triângulo.

b) Código Interação Esp32 com a Raspberry Pi

No projeto precisamos que cada traço do desenho seja minimamente preciso. Apesar da Raspberry conseguir controlar bem o motor, por ser um computador e não um microcontrolador esse controle não é tão apurado assim.

Dessa forma o controle dos motores serão feitos por meio da Esp32, que é dotado de um poderoso microcontrolador de 32 bits com WiFi integrado e possui integração com Arduino IDE tendo assim suporte a muitas bibliotecas compatíveis.

Por modo de simplificação, a conexão adotada entre a Esp32 e a Raspberry Pi foi física mediante as entradas GPIO, utilizando-se os pinos 17 e 27 da Raspberry Pi para a Esp32.

Para a configuração dos pinos GPIOs na Raspberry Pi utilizou-se a biblioteca em C++ WiringPi, que fornece funções como a *digitalRead* para realizar a leitura do nível lógico dos pinos e a *pinMode* que permite configurar um pino em nível lógico alto ou baixo.

c) Código Esp 32 para controlar o Motor de Passo

Os motores de passo permitem um posicionamento preciso com facilidade, acoplando ao DRV8825 que conseguimos realizar a divisão dos micro passos do motor para que alcance movimentos muito pequenos e ainda mais precisos, que são fundamentais na montagem de CNCs e na montagem do nosso protótipo.

O código para aferir o comportamento do motor e do drive foi realizado na plataforma IDE do arduino, como o código é bastante simples nenhuma biblioteca foi utilizada.

Para isso foi definido as constantes que utilizaremos para indicar os pinos STEP e DIR do driver, onde STEP funcionará como um PWM e DIR indicará a direção em que o motor deverá girar, 1 para a esquerda e 0 para a direita. Assim, com os pinos dos motores definidos, foi possível criar funções que determinam o movimento dos dois motores responsáveis pela direção.

- *frente()*; Para que a Plotter faça um movimento para a frente com a caneta é necessário que o DIR do motor da direita esteja em nível lógico baixo e o DIR da esquerda em nível lógico alto.
- *tras()*; Para que a Plotter faça um movimento para trás com a caneta é necessário que o DIR do motor da direita esteja em nível lógico alto e o DIR da esquerda em nível lógico baixo.
- *direita()*; Para que a Plotter faça um movimento

para a direita com a caneta é necessário que o DIR dos dois motores estejam em nível lógico baixo.

- *esquerda()*; Para que a Plotter faça um movimento para a direita com a caneta é necessário que o DIR dos dois motores estejam em nível lógico alto.

Do mesmo modo, foram criadas funções para o terceiro motor, responsável pelo movimento de levantar e abaixar a caneta.

- *Levanta()*; Para levantar a caneta o DIR do motor C deve está em alto.
- *Escreve()*; Para que a Plotter abaixe a caneta e comece desenhar na placa o DIR do motor C deve está em alto.

Com as funções criadas foi possível fazer testes capazes de aferir o tamanho da área total que a Plotter é capaz de desenhar, que correspondente a uma área de 29,5cm x 19 cm - 1480 passos x 957 passos, como também a sua diagonal que equivale a 1762.5 passos - 35 cm. Após o êxito dos testes foram criadas 3 funções de desenhos geométricos no código que são plotados após o usuário dá o comando via telegram.

- *atotal()*; Função que fornece o desenho da área total em que a plotter pode desenhar. 29,5cm x 19 cm - 1480 passos x 957 passos
- *quad()*; Função que fornece o desenho de um quadrado 9.5cm x 9.5cm - 480 passos x 480 passos
- *tri()*; Função que fornece o desenho de um triângulo.

REFERÊNCIAS

- [1] Como fazer suas próprias PCBs <https://blog.fazedores.com/como-fazer-suas-proprias-pcb-placas-de-circuito-impresso/> <Acesso em: 23/03/2019>
- [2] Como Placas de Circuito Impresso são produzidas <https://www.tecmundo.com.br/como-e-feito/18501-como-as-placas-de-circuito-impresso-sao-produzidas.htm> <Acesso em: 26/03/2019>
- [3] Placas de Circuito Impresso <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/almanaque-tecnologico/205-p/7551-placas-de-circuito-impresso-alm345> <Acesso em: 27/03/2019>
- [4] Conceitos Fundamentais Sobre Placas De Circuito Impresso http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/te232/textos/PCI_Conceitos_fundamentais.pdf <Acesso em: 27/03/2019>
- [5] Plotter a venda: anúncio retirado do mercado livre https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1190535869-kit-de-robotica-makeblock-xy-plotter-robot-kit-_JM <Acesso em: 27/03/2019>
- [6] Primeira impressora 3D controlada por Raspberry Pi do mundo <https://3dprint.com/16060/raspberry-pi-3d-printer/> <Acesso em: 25/03/2019>
- [7] X-Y Plotter com Arduino <https://www.instructables.com/id/X-Y-Plotter-1/> <Acesso em: 25/03/2019>
- [8] ARDUINO por mim mesmo CNC (Plotter) <https://www.instructables.com/id/ARDUINO-by-Myself-Mini-CNC-Plotter/> <Acesso em: 25/03/2019>
- [9] DIY Mini Máquina de CNC <https://www.instructables.com/id/DIY-MINI-CNC-DRAWING-MACHINE/> <Acesso em: 25/03/2019>
- [10] Projeto de braço robô desenhista é sucesso de financiamento coletivo <https://www.tecmundo.com.br/kickstarter/114031-projeto-braco-roboto-desenhista-sucesso-financiamento-coletivo.htm> <Acesso em: 25/03/2019>
- [11] Raspberry Pi + Thermal Printer <https://taylorhokanson.com/2017/02/27/raspberry-pi-thermal-printer/> <Acesso em: 25/03/2019>
- [12] Utilização da Raspberry PI em processamento de imagens de satélite <http://pequenoscomputadores.blogspot.com/2012/12/utilizacao-da-raspberry-pi-em.html> <Acesso em: 01/05/2019>
- [13] RASPBERRY PI SERVIDOR DE WEBCAM <https://roboott.wordpress.com/2016/01/07/raspberry-pi-servidor-de-webcam/> <Acesso em: 01/05/2019>
- [14] Framework Python para a API Telegram Bot <https://telepot.readthedocs.io/en/latest/> <Acesso em: 01/05/2019>
- [15] "IOT feito fácil": Brincando com o ESP32 no Arduino IDE <https://mjrobot.org/2017/09/26/iot-feito-facil-brincando-com-o-esp32-no-arduino-ide/> <Acesso em: 01/05/2019>
- [16] DRV8825: Como Utilizar Com Arduino e Motor de Passo <http://blog.baudaeletronica.com.br/drv8825-com-arduino-e-motor-de-passo/> <Acesso em: 02/05/2019>
- [17] Tutorial Arduino Drv8825 Motor de Passo <https://jgamblog.wordpress.com/2016/09/24/tutorial-arduino-drv8825-motor-de-passo/> <Acesso em: 02/05/2019>
- [18] FAZENDO UM BOT PARA TELEGRAM EM PYTHON <https://juliarizza.wordpress.com/2016/08/06/fazendo-um-bot-para-telegram-em-python/> <Acesso em: 02/05/2019>

IX. ANEXO

CÓDIGO DA RASPBERRY

```
#INCLUDE <TIME.H>
#include <SIGNAL.H>
#include <STDLIB.H>
#include <TGBOT/TGBOT.H>

VOID* ATOTAL(VOID*)
{
    DIGITALWRITE(17, HIGH); // LIGA O PINO 17
    DELAY(1000);             // ESPERA 1 SEGUNDO
    DIGITALWRITE(27, LOW);   // DESLIGA O PINO 27
    DELAY(1000);             // ESPERA 1 SEGUNDO
}

VOID* QUAD(VOID*)
{
    DIGITALWRITE(17, LOW); // LIGA O PINO 17
    DELAY(1000);           // ESPERA 1 SEGUNDO
    DIGITALWRITE(27, HIGH); // DESLIGA O PINO 27
    DELAY(1000);           // ESPERA 1 SEGUNDO
}

VOID* TRI(VOID*)
{
    DIGITALWRITE(17, LOW); //DESLIGA O PINO 17
    DELAY(1000);           // ESPERA 1 SEGUNDO
    DIGITALWRITE(27, LOW); // DESLIGA O PINO 27
    DELAY(1000);           // ESPERA 1 SEGUNDO
}

VOID* NADA(VOID*)
{
    DIGITALWRITE(17, HIGH); // LIGA O PINO 17
    DELAY(1000);           // ESPERA 1 SEGUNDO
    DIGITALWRITE(27, HIGH); // DESLIGA O PINO 27
    DELAY(1000);           // ESPERA 1 SEGUNDO
}

INT MAIN()
{
    WIRINGPiSETUP () ;
    PINMODE (17, OUTPUT);
    PINMODE (27, OUTPUT);

    TGBOT::BOT BOT("XXXXXXXXXXXXXXXXX");

    BOT.GETEVENTS().ONCOMMAND("START",
    [&BOT](TGBOT::MESSAGE::PTR MESSAGE) {
        BOT.GETAPI().SENDMESSAGE(MESSAGE->CHAT->ID,
        "OLÁ!");
    });
    BOT.GETEVENTS().ONCOMMAND("ATOTAL",
    [&BOT](TGBOT::MESSAGE::PTR MESSAGE) {
```

```
    BOT.GETAPI().SENDMESSAGE(MESSAGE->CHAT->ID,
    "IMPRIMINDO ÁREA TOTAL");
        ATOTAL();
    });
    BOT.GETEVENTS().ONCOMMAND("QUAD",
    [&BOT](TGBOT::MESSAGE::PTR MESSAGE) {
        BOT.GETAPI().SENDMESSAGE(MESSAGE->CHAT->ID,
        "IMPRIMINDO QUADRADO");
        QUAD();
    });
    BOT.GETEVENTS().ONCOMMAND("TRI",
    [&BOT](TGBOT::MESSAGE::PTR MESSAGE) {
        BOT.GETAPI().SENDMESSAGE(MESSAGE->CHAT->ID,
        "IMPRIMINDO TRIANGULO");
        TRI();
    });
    BOT.GETEVENTS().ONANYMESSAGE([&BOT](TGBOT::MESSAGE::PTR MESSAGE) {
        PRINTF("USER WROTE %s\n", MESSAGE->TEXT.C_STR());
        IF (STRINGTOOLS::STARTSWITH(MESSAGE->TEXT,
        "/START")) {
            RETURN;
        }
        IF (STRINGTOOLS::STARTSWITH(MESSAGE->TEXT,
        "/ATOTAL"))
        {
            RETURN;
        }
        IF (STRINGTOOLS::STARTSWITH(MESSAGE->TEXT,
        "/QUAD")) {
            RETURN;
        }
        IF (STRINGTOOLS::STARTSWITH(MESSAGE->TEXT,
        "/TRI"))
        {
            RETURN;
        }
        BOT.GETAPI().SENDMESSAGE(MESSAGE->CHAT->ID,
        "DIGITE /START, /ATOTAL, /QUAD OU /TRI");
    });
    TRY {
        PRINTF("BOT USERNAME: %s\n",
        BOT.GETAPI().GETME()->USERNAME.C_STR());
        TGBOT::TGLONGPOLL LONGPOLL(BOT);
        WHILE (TRUE) {
            PRINTF("LONG POLL STARTED\n");
            LONGPOLL.START();
        }
    } CATCH (TGBOT::TGEXCEPTION& E) {
        PRINTF("ERROR: %s\n", E.WHAT());
    }
    RETURN 0;
}
```

CÓDIGO DO MICROCONTROLADOR

```
// DEFINE NÚMEROS DE PINOS DO DRIVER NO ARDUINO
CONST INT E_STEPPIN = 12;
CONST INT E_DIRPIN = 26;

// DEFINE NÚMEROS DE PINOS DO DRIVER NO ARDUINO
CONST INT D_STEPPIN = 14;
CONST INT D_DIRPIN = 25;

// DEFINE NÚMEROS DE PINOS DO DRIVER NO ARDUINO
CONST INT C_STEPPIN = 27;
CONST INT C_DIRPIN = 33;

// DEFINE NÚMEROS DE PINOS DO DRIVER NO ARDUINO
CONST INT SEL1 = 35;
CONST INT SEL2 = 34;
CONST INT IMPRIMINDO = 32;

INT ESTADO1;
INT ESTADO2;

VOID FRENTE(VOID)
{
    DIGITALWRITE(D_DIRPIN,LOW); // HORARIO
    DIGITALWRITE(E_DIRPIN, HIGH); //ANTIHORÁRIO

    DIGITALWRITE(E_STEPPIN,HIGH);
    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,HIGH);
    DELAY(10);
    DIGITALWRITE(E_STEPPIN,LOW);
    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,LOW);
    DELAY(10);
}
VOID TRAS(VOID)
{
    DIGITALWRITE(E_DIRPIN,LOW); // HORARIO
    DIGITALWRITE(D_DIRPIN, HIGH); //ANTIHORÁRIO

    DIGITALWRITE(E_STEPPIN,HIGH);
    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,HIGH);
    DELAY(10);
    DIGITALWRITE(E_STEPPIN,LOW);
    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,LOW);
    DELAY(10);
}
VOID DIREITA(VOID){

    DIGITALWRITE(D_DIRPIN,LOW); // HORARIO
    DIGITALWRITE(E_DIRPIN, LOW); //HORÁRIO

    DIGITALWRITE(E_STEPPIN,HIGH);
    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,HIGH);
    DELAY(10);
    DIGITALWRITE(E_STEPPIN,LOW);
    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,LOW);
    DELAY(10);
}

VOID ESQUERDA(VOID){
```

```
DIGITALWRITE(D_DIRPIN,HIGH); // ANTIHORARIO
DIGITALWRITE(E_DIRPIN, HIGH); //ANTIHORÁRIO

DIGITALWRITE(E_STEPPIN,HIGH);
DIGITALWRITE(D_STEPPIN,HIGH);
DELAY(10);
DIGITALWRITE(E_STEPPIN,LOW);
DIGITALWRITE(D_STEPPIN,LOW);
DELAY(10);
}
VOID F_DIREITA(VOID){

    DIGITALWRITE(D_DIRPIN,LOW); // HORARIO

    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,HIGH);
    DELAY(10);
    DIGITALWRITE(D_STEPPIN,LOW);
    DELAY(10);
}
    VOID T_ESQUERDA(VOID){

DIGITALWRITE(D_DIRPIN,HIGH); // ANTIHORARIO

DIGITALWRITE(D_STEPPIN,HIGH);
DELAY(10);
DIGITALWRITE(D_STEPPIN,LOW);
DELAY(10);
}
    VOID F_ESQUERDA(VOID){

DIGITALWRITE(E_DIRPIN,HIGH); // ANTIHORARIO

DIGITALWRITE(E_STEPPIN,HIGH);
DELAY(10);
DIGITALWRITE(E_STEPPIN,LOW);
DELAY(10);
}
    VOID T_DIREITA(VOID){

DIGITALWRITE(E_DIRPIN,LOW); // HORARIO

DIGITALWRITE(E_STEPPIN,HIGH);
DELAY(10);
DIGITALWRITE(E_STEPPIN,LOW);
DELAY(10);
}
}
```

```
VOID LEVANTA(VOID){
    DIGITALWRITE(C_DIRPIN, HIGH);

    DIGITALWRITE(C_STEPPIN,HIGH);
    DELAY(10);
    DIGITALWRITE(C_STEPPIN,LOW);
```

```

DELAY(10);
}
    VOID Escribe(VOID){
DIGITALWrite(C_DIRPIN, LOW);

DIGITALWrite(C_STEPPIN,HIGH);
DELAY(10);
DIGITALWrite(C_STEPPIN,LOW);
DELAY(10);
}
VOID AREATOTAL(VOID){
    DELAY(500);
    FOR(INT X = 0; X < 1480; X++) {
        DIREITA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 957; X++) {
        FRENTE();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 1480; X++) {
        ESQUERDA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 957; X++) {
        TRAS();
    }
    DIGITALWrite(IMPRIMINDO, LOW);
}

VOID QUADRADO(VOID){
    DELAY(500);
    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        LEVANTA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 500; X++) {
        DIREITA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 239; X++) {
        FRENTE();
    }

    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        Escribe();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 480; X++) {
        DIREITA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 480; X++) {
        FRENTE();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 480; X++) {
        ESQUERDA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 480; X++) {
        TRAS();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        LEVANTA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 239; X++) {
        TRAS();
    }
}

}
    FOR(INT X = 0; X < 500; X++) {
        ESQUERDA();
    }
}
    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        Escribe();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 480; X++) {
        DIREITA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 239; X++) {
        FRENTE();
    }
}

    VOID TRIANGULO(VOID){
    DELAY(500);
    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        LEVANTA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 500; X++) {
        DIREITA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 239; X++) {
        FRENTE();
    }

    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        Escribe();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 480; X++) {
        DIREITA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 235; X++) {
        FRENTE();
        ESQUERDA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 235; X++) {
        TRAS();
        ESQUERDA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        LEVANTA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 239; X++) {
        TRAS();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 500; X++) {
        ESQUERDA();
    }
    FOR(INT X = 0; X < 35; X++) {
        Escribe();
    }
    DIGITALWrite(IMPRIMINDO, LOW);
}

VOID SETUP () {
// DEFINE OS DOIS PINOS COMO SAÍDAS
PINMODE (E_STEPPIN, OUTPUT);
PINMODE (E_DIRPIN, OUTPUT);
PINMODE (D_STEPPIN, OUTPUT);
PINMODE (D_DIRPIN, OUTPUT);
PINMODE (C_STEPPIN, OUTPUT);
PINMODE (C_DIRPIN, OUTPUT);
PINMODE (SEL1, INPUT_PULLUP);

```



```

PINMODE (SEL2, INPUT_PULLUP);
PINMODE (IMPRIMINDO, OUTPUT);
}

VOID LOOP() {
  INT VAL=0;
  DIGITALWRITE(IMPRIMINDO, LOW);
  ESTADO1=DIGITALREAD(SEL1);
  ESTADO2=DIGITALREAD(SEL2);

  IF(ESTADO1==LOW && ESTADO2==LOW ){
    VAL=3;
  } ELSE IF(ESTADO1==HIGH && ESTADO2==LOW){
    VAL=1;
  } ELSE IF(ESTADO1==LOW && ESTADO2==HIGH){
    VAL=2;
  } ELSE {
    VAL=0;
  }

  SWITCH (VAL) {
  CASE 0:
    DIGITALWRITE(IMPRIMINDO, LOW);
    BREAK;
  CASE 1:
    DIGITALWRITE(IMPRIMINDO, HIGH);
    AREATOTAL();
    BREAK;
  CASE 2:
    DIGITALWRITE(IMPRIMINDO, HIGH);
    QUADRADO();
    BREAK;
  CASE 3:
    DIGITALWRITE(IMPRIMINDO, HIGH);
    TRIANGULO();
    BREAK;
  }
}

```