

Controle de fita LED endereçável WS2812 utilizando o microcontrolador PIC16F877A

Danubia Gama Macedo

IFMT - DECOM

danubia.macedo@estudante.ifmt.edu.br

e por fim, a conclusão deste relatório.

Resumo - Desde a criação dos microcontroladores em 1970, diversos dispositivos foram criados e manipulados pelo o mesmo, possibilitando melhorias no dia a dia. O uso do microcontrolador PIC16F877A é feito de forma simples e barata, compatível com uma diversa gama de dispositivos, como o LED WS2812B e módulo sensor de som KY-038. Diante disso, o objetivo deste projeto é realizar o controle de uma fita endereçável, utilizando o microcontrolador PIC16F877A e o módulo KY-038. Para isso, veremos os materiais e métodos utilizados, assim como toda a teoria que envolve a criação do circuito.

I. INTRODUÇÃO

Em 1970 o primeiro microcontrolador foi desenvolvido pelo Texas Instruments [1]. Desde então vem sendo realizado diversas aprimorações e aplicações em mais diversas áreas, como automotiva, médica, telecomunicações, segurança, iluminações e entre outros.

A necessidade de realizar iluminações em ambientes de forma personalizada fez com que fosse desenvolvido uma fita LED RGB endereçável. Essa fita permite que um microcontrolador altere cada pixel de seus LEDs de forma separada e personalizada. Tal combinação nos possibilita diversas aplicações para iluminação como: controle de temperatura via iluminação, LEDs rítmicos, matrizes animadas e entre outros.

Este trabalho tem como objetivo controlar a fita LED endereçável WS2812B a partir de sinais sonoros de músicas recebidos do módulo sensor de som KY-038, com o microcontrolador PIC16F877A e ainda ressaltar a importância de se utilizar esse microcontrolador como controlador da fita.

O relatório é formado por 5 partes, a primeira é a introdução, a segunda constitui os materiais e métodos utilizados para desenvolver o circuito. Na terceira parte veremos a teoria por trás dos principais componentes. A penúltima sessão será responsável por apresentar o resultado e discussão,

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho em questão se trata de um projeto prático para desenvolvimento de um protótipo. Para a sua realização, foi dividido o processo em três etapas: (i) obtenção de materiais; (ii) montagem do circuito prático e simulado, e (iii) programação do microcontrolador. Os materiais utilizados para a realização da primeira etapa foram:

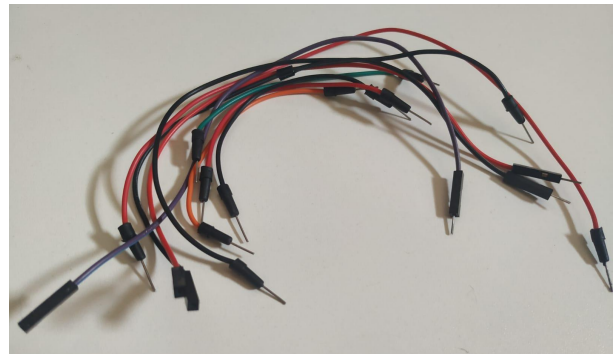


Figura 1 - Materiais utilizados: 15 jumpers.(o autor)

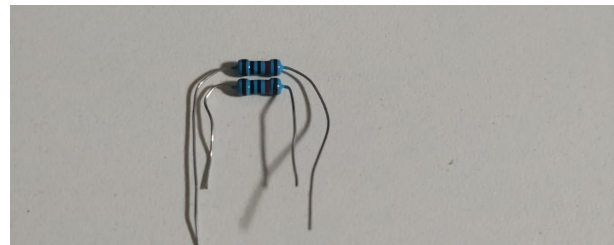


Figura 2 - Materiais utilizados: 2 resistores 10k ohms.(o autor)



Figura 3 - Materiais utilizados: 3 resistores 330 ohms..(o autor)

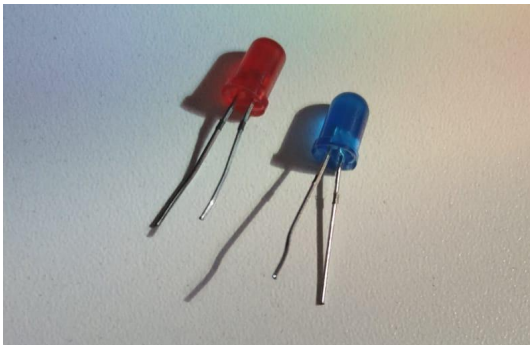


Figura 4 - Materiais utilizados: 2 LEDs..(o autor)



Figura 5 - Materiais utilizados: 1 botão..(o autor)

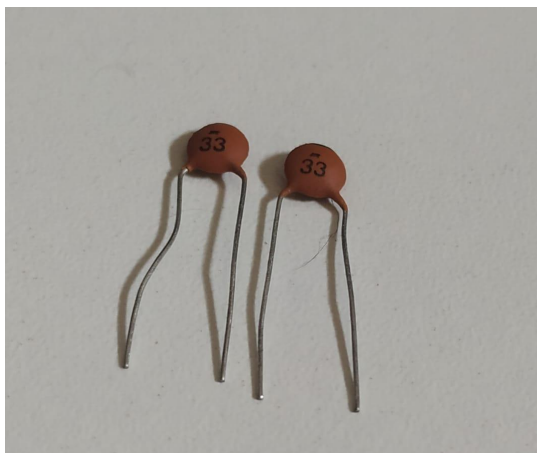


Figura 6 - Materiais utilizados: 2 capacitores 33pF. (o autor)

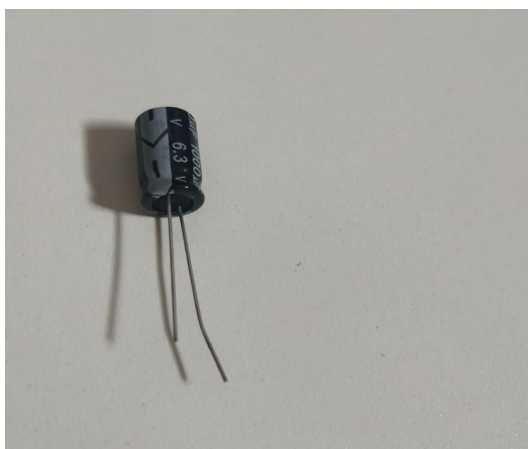


Figura 7 - Materiais utilizados: 1 capacitor 1000uF .(o autor)

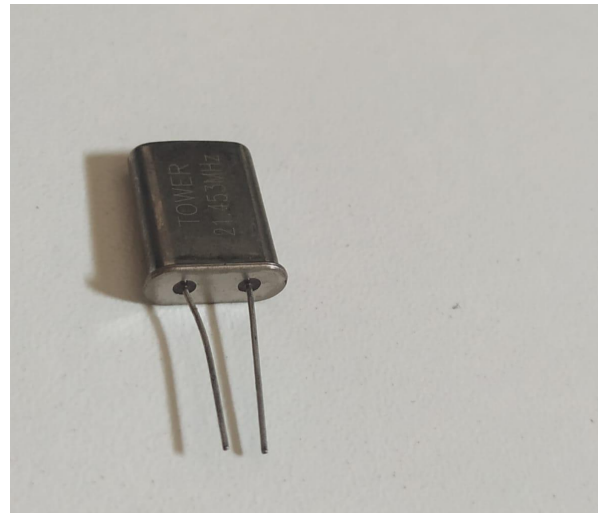


Figura 8 - Materiais utilizados: 1 cristal 20MHz. .(o autor)

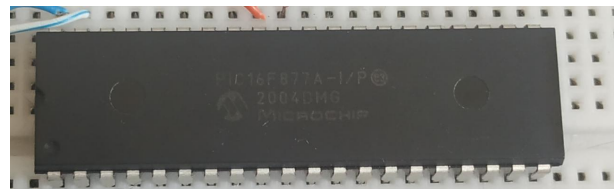


Figura 9 - Materiais utilizados: 1 PIC16F877A. .(o autor)

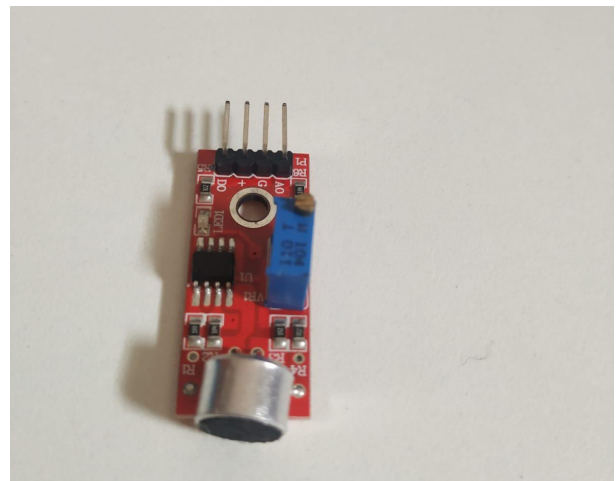


Figura 10 - Materiais utilizados: 1 módulo KY-038.(o autor)



Figura 11 - Materiais utilizados: 1 fita WS2812B 26 leds. (o autor)



Figura 12 - Materiais utilizados: 1 gravadora PICkit 3.(o autor)



Figura 13 - Materiais utilizados: 1 Fonte 5V - 3A.(o autor)

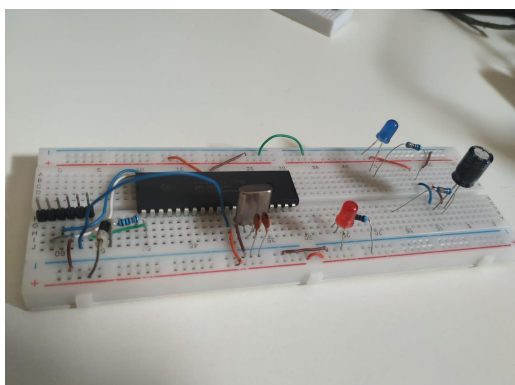


Figura 14 - Materiais utilizados: 1 protoboard..(o autor)

Para o desenvolvimento da montagem prática na etapa (ii), foi necessário desenvolver uma simulação da montagem através do *software* Fritzing. A programação do microcontrolador foi realizada na etapa (iii) utilizando o *software* CCS C Compiler, que tem como base a linguagem de programação C.

III. A TEORIA

Nesta seção abordaremos os principais conceitos por trás dos principais componentes deste projeto.

A. Fita LED endereçável WS2812B

A seguir será explicado as principais características e a comunicação da fita LED WS2812b.

a) Principais características

WS2812B é um LED RGB inteligente encapsulado em um package 5050, capaz de controlar cada pixel de forma separada formando uma variação de cor[2]. Cada LED é interligado em série e possui 4 conexões possíveis: pinos de alimentação (VDD e ground), um pino de entrada de dados e outro de saída de dados [3].

A alimentação é feita através de uma fonte 3,3V a 5V, no qual a corrente pode variar de acordo com a intensidade da cor, entretanto imaginando-se uma situação de máxima intensidade, temos 20mA por cor, como cada LED é composto por três cores (RGB) obtemos então 60mA máximo. Logo para definirmos a corrente necessária para suprir a alimentação de uma fita LED em uma situação de máxima exigência devemos aplicar a fórmula 1 abaixo:

$$Amáx \approx 60mA \times N \quad (1)$$

Onde, Amáx indica a alimentação da fonte necessária em casos de máxima exigência e N indica o número de LEDs que compõem a fita. Em nosso caso, utilizaremos uma fita com 26 LEDs, sendo necessário então aproximadamente 1.4 A.

b) Comunicação de dados

Cada LED RGB que compõe uma fita é conectado serialmente e possui uma comunicação assíncrona ,utilizando o protocolo de transferência de dados NRZ (*Non Return To Zero*)[2], similar ao protocolo RS232 [3].

Um LED para realizar a alteração de cor é necessário receber 24 bits de dados, sendo 8 bits para cada cor: 8 bits green, 8 bits red e 8 bits blue, nessa ordem [2].

Sabendo-se que 1 bit equivale a 0 ou 1, o protocolo de envio de dados NRZ necessita enviar tal bit e

para isso se realizar, é necessário que seja uma variação de pulso, alcançado um dado período que esteja em nível alto e baixo dependendo do bit desejado, totalizando aproximadamente 1,25 us (pode existir uma variação $\pm 600\text{ns}$). Como queiramos enviar o bit 0, teremos de manter em nível de tensão alto por 0,4 us e 0,85 us nível de tensão baixo, observa a figura 1 abaixo:



Figura 15 - Envio de bit 0 (o autor)

E para enviar o bit 1, teremos de manter o nível de tensão alto por 0,8 us e 0,45 us nível de tensão baixo [2], observe a figura 15 abaixo:

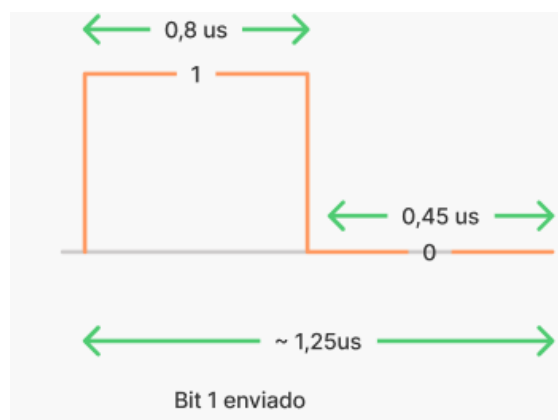


Figura 16 - Envio do bit 1 (o autor)

Tais períodos de níveis é crucial para a comunicação e envio de cores para cada LED e está totalmente relacionado à velocidade do clock do microcontrolador responsável por enviar os bits de dados. Veremos mais informações quanto a este aspecto nas próximas sessões.

Conhecendo então, como é realizado o envio de cada bit e quantos bits é necessário para cada LED, é importante compreender também que, o envio de 24 bits para cada LED é feito de modo cascata no pino Din[2], os primeiros 24 bits enviado é deixado no primeiro LED encontrado, o próximo conjunto de 24 bits é deixado no segundo LED encontrado e assim sucessivamente.

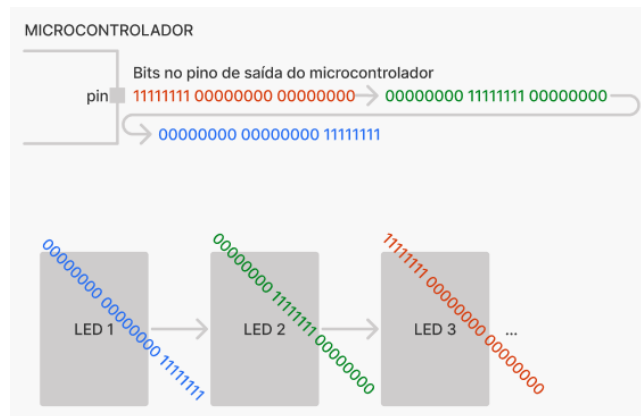


Figura 17 - Envio em modo cascata de 3 conjuntos de 24 bits. (o autor)

A figura 3 apresentada, demonstra o envio de três conjuntos de 24 bits vinda do microcontrolador à fita que possui 3 LEDs. Cada conjunto representa uma cor em RGB em binário.

B. Módulo KY-038

O módulo sensor de som tem a finalidade de medir ou detectar a variação do som em um ambiente através do seu microfone [4]. Ele é composto por um microfone, potenciômetro, 2 pinos de saída e 2 de alimentação (VCC e GND). O pino de saída digital (Do) apresenta nível alto quando o microfone captura alguma alteração sonora e nível baixo quando não existe som capturado. A saída analógica Ao apresenta em tempo real a voltagem do sinal do microfone [5]. É importante salientar que a saída analógica não representa a variação da frequência do som e sim em relação ao potenciômetro.

C. Microprocessador PIC16F877A

Um microcontrolador é um chip composto por um processador (ULA), memória, portas I/O, temporizadores, comunicação serial, gerador de clock, interruptores e outros[6]. Seu controle é feito através de programação via software.

A) Características do PIC16F877A

O PIC16F877A é um microcontrolador da família 16F que possibilita o controle de diversos dispositivos de forma barata e simples. Sendo formado pelas seguintes características [7]:

- CPU RISC
- Velocidade de operação de 20MHz
- Três timers
- Módulo PWM

- Comunicação serial e I2C
- Entrada analógica
- 40 pinos
- Alimentação 5v

Tais características nos permite realizar uma grande gama de operações com esse simples microcontrolador.

D. Software CCS C Compiler

O software CCS C Compiler é um compilador em C desenvolvido pela Microchip a mais de 20 anos, para programar em microcontroladores PIC.

IV. Resultados e Discussão

Tendo em vista a metodologia e referencial teórico proposto, serão apresentados os resultados obtidos através da simulação da montagem, montagem prática e programação.

A. Simulação da Montagem

A simulação da montagem (figura 17) foi realizada através do software Fritzing, com finalidade de esquematizar o circuito para a montagem prática.

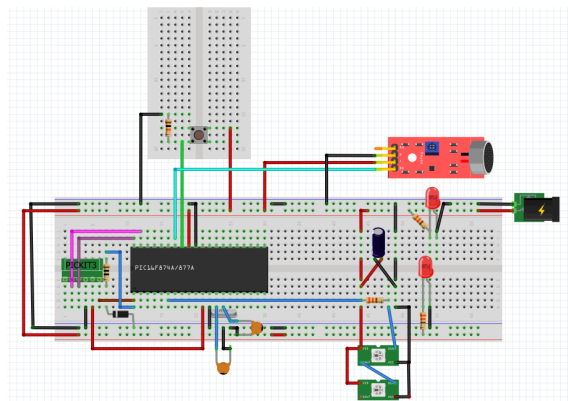


Figura 17 - Simulação da montagem através do software Fritzing (o autor)

O funcionamento do circuito possui os seguintes aspectos:

- Temos um botão ligado à interrupção externa do microcontrolador, responsável por selecionar o modo de operação da fita LED RGB.
- O módulo KY-038 além das conexões de alimentação, sua saída digital está conectada no pino B1 do microcontrolador, com finalidade de avisar toda vez que receber um sinal sonoro.
- 2 leds indicadores de alimentação externa (via fonte e PICKit 3).

- A fita led RGB WS2812B está conectada na saída do A3 do microcontrolador através de um resistor de 330 ohm, e sua alimentação é feita via fonte externa conectada à um capacitor de 1000uF, com finalidade de proteção de variações de pico de energia.

B. Montagem prática

A figura 18 a seguir apresenta a montagem realizada:

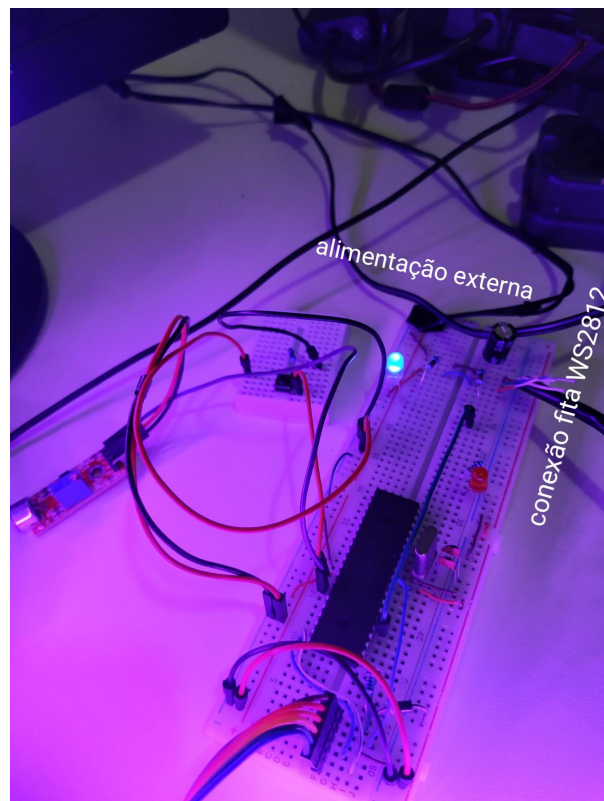


Figura 18 - Simulação da montagem através do software Fritzing (o autor)

Pode-se salientar que, para fins de reprodução do circuito acima é necessário que tenha uma caixa de som próxima ao sensor de som. No sensor de som, deve-se realizar alteração da sensibilidade através do potenciômetro existente no módulo. O LED2 indicado no módulo deve estar desligado, apresentando nível alto apenas quando houver som no ambiente.

C. A Programação

O controle da fita led WS2812B pode ser feito por diversas bibliotecas existentes em plataformas como Arduino e ESP, entretanto para o

microcontrolador PIC não existe uma biblioteca pronta para realizar o controle. A comunidade então, desenvolveu algoritmos para que se possa realizar o controle da fita.

O algoritmo utilizado para realizar o controle da fita foi encontrado na plataforma GitHub do usuário EduardoAule [8]. A partir do algoritmo encontrado, realizou-se alterações para que se execute da maneira desejada nesse projeto.

O principal ponto a se destacar na programação é o envio de bits à porta A3, feita pelo método NeoBit(), conforme apresentado na figura 19.

```
1 //Método responsável pelo envio dos bits
2 void NeoBit (int1 Bit)
3 {
4     if(Bit == 1)
5     { RA3 = 1; delay_cycles(4); RA3 = 0; //Cad
6     }else
7     { RA3 = 1; delay_cycles(1); RA3 = 0;} //
8 }
9
```

Figura 19 - Método NeoBit, responsável pelo envio dos bits. (o autor)

Esse método recebe um parâmetro de 1 bit, 0 ou 1, e tem como finalidade criar a variação da onda explicada na seção III - B. Observe que para esse projeto, é utilizado um cristal de 20MHz, esse cristal por sua vez realiza um clock em 0.2 us (20 MHz/4 = 5MHz, T= 1/5MHz = 0.2us).

Com isso, para que se possa enviar o bit 1 é necessário que a onda se mantenha em nível alto por 0,8 us, então utilizamos a função delay_cycles(4). O mesmo processo será repetido com o bit zero, alterando o delay_cycles para 1, devido a necessidade de se manter em nível alto por 0,4 us.

V. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Ao finalizar o projeto, alguns pontos vale ressaltar, tal como a importância de se utilizar o microcontrolador PIC para o aprendizado de programação e microcontroladores. O uso do PIC permitiu verificar de fato, como é feito o controle desse tipo de fita que possui uma comunicação assíncrona entre os leds, além de aplicar outros conceitos, como a interrupção externa. Foi necessário entender como é feito cada envio de bit e toda a comunicação por trás, algo que é ocultado quando se utiliza outros tipos de microcontroladores.

Além disso, as dificuldades encontradas para a realização desse projeto foram inúmeras, mas o principal ponto a se destacar é o controle da fita.

Esse tipo de fita é muito sensível e é necessário que se tenha uma fonte de alimentação em ótimo estado de funcionamento, além de realizar a soldagem correta na fita, visto que a mesma não possui fios de conexão. Fato ocorrido com o autor, devido a utilização de uma fonte com mau funcionamento, impossibilitando o funcionamento correto do circuito. Não perceber que a alimentação possui problemas, pode levar o executor do projeto à procura de problemas em locais errôneos.

Diante do exposto, o objetivo de controlar a fita WS2812B através do módulo KY-038 e PIC16F877A foi concluído com êxito. E como possibilidade de continuação do projeto, existe algumas melhorias possíveis de se realizar: utilizar um dispositivo para captação de frequência do som, para melhor ordenação dos LEDs e criação de funções mais interativas, e fazer uso de dispositivos capaz de controlar a intensidade da corrente, para que se altere a intensidade da iluminação.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] Computer português, “A História do microcontrolador”. Disponível em: <http://ptcomputador.com/Ferragens/computer-drives-storage/47399.html>. Acesso em 22 de out. 2021.
- [2] Adafruit, “WS2812B Intelligent control LED integrated light source”. Disponível em: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812B.pdf>. Acesso em: 17 de out. 2021.
- [3] FriendlyWire, “How to use WS2812 “NeoPixel” LEDs with a PIC”. Disponível em: <http://www.friendlywire.com/tutorials/ws2812/>. Acesso em: 11 de out. 2021.
- [4] OLIVEIRA, Euler MasterWalker, “Como usar com Arduino - Sensor (Detector) de som - KY-0380”. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-detector-de-som-ky-038>. Acesso em: 19 de out. 2021.
- [5] ALLDATASHEET, “Arduino KY-038 Microphone sound sensor module”. Disponível em: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1138845/ETC2/KY-038.html>. Acesso em: 15 de out. 2021.
- [6] PENIDO, Édilus de Carvalho Castro, TRINDADE, Ronaldo Silva, *Microcontroladores* – Ouro Preto: Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais ; Santa Maria : Universidade Federal de

Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria ; Rede e-Tec Brasil, 2013.

[7] ALLDATASHEET, “PIC6F87XA Data Sheet”, Microchip. Disponível em: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/82338/MICROCHIP/PIC16F877A.html>. Acesso em: 28 de set. 2021.

[8] GitHub, “PIC16F84A + NEOPIXEL + CCS Compiler”, EduardoAule. Disponível em: <https://github.com/EduardoAule/PIC16F84A-NEOPIXEL>. Acesso em: 12 de out. 2021.