

**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

CENTRO CCT
LABORATÓRIO LCMAT

Relatório do período: 06/2019 a 08/2019

RELATÓRIO FINAL

**Título do Projeto: Desenvolvimento e controle de
dispositivos para Internet das Coisas**

**Título do Plano de Trabalho: Estudo sobre a Integração de
Plataformas Microcontroladas para Internet das Coisas**

Nome da Bolsista: Isabela Correia Pereira
Curso e N° Matrícula: Ciência da Computação / 00115110215
Orientador: Fermín Alfredo Tang Montané

Fonte financiadora da Bolsa: PIBIC / CNPq

1.- Etapas propostas no plano de trabalho

O plano de trabalho proposto compreende as seguintes etapas:

- a) Estudo da Plataforma Raspberry Pi. Configuração da plataforma. Execução de projetos simples para familiarização com a plataforma. Documentação do estudo e dos projetos executados.
- b) Estudo sobre formas de integração entre as plataformas Arduino, NodeMCU e Raspberry PI. Pesquisa sobre projetos de integração e documentação do estudo.
- c) Estudo sobre controle aprimorado de motores e servomotores. Introdução das melhorias nos projetos do braço robótico e da Planta IoT. Documentação.
- d) Estudo sobre formas otimizadas de alimentação de energia para projetos com motores e servomotores. Introdução das melhorias nos projetos do braço robótico e da Planta IoT. Documentação.
- e) Pesquisa sobre interfaces de controle para plataformas microcontroladas. Documentação.
- f) Desenvolvimento das interfaces de controle nos projetos do braço robótico e da Planta IoT.
- g) Realização de experimentos de avaliação e desempenho dos dispositivos.
- h) Elaboração de relatório técnico.

As etapas do plano de trabalho que foram realizadas até a data deste relatório, no período de dois meses e meio, foram todas cumpridas de maneira satisfatória. A bolsista concluiu os estudos sobre a placa Raspberry Pi, assim como suas formas de integração com outras plataformas, já utilizadas anteriormente. Foram realizados testes com motores e construído um carregador de baterias de lítio, a fim de otimizar a alimentação necessárias nos circuitos. Dessa forma foram abordadas as etapas a), b) e parcialmente as etapas c) e d).

2.- Introdução

O número de pessoas conectadas à internet tem crescido rapidamente nos últimos anos e com elas também uma diversidade de serviços prestados através da rede. Dentre os principais serviços devemos destacar o surgimento do comércio eletrônico, a mídia eletrônica, principalmente os serviços de notícias, a produção de conteúdo áudio visual, o streaming de vídeos e músicas, entre outras.

A Internet das Coisas é considerada a terceira revolução ligada à internet, após o surgimento dos dispositivos móveis e a disseminação da rede a nível global. Trata-se da ideia de que diversos dispositivos, muitos deles de uso cotidiano ou não, podem também se conectar à internet e produzir conteúdo e/ou prestar serviços. Além disso, tais dispositivos podem se comunicar entre si. Como exemplo de dispositivos pode-se destacar o uso de sensores de temperatura, humidade, que coletam informações de forma automática.

A Internet das Coisas pode ser definida como uma infraestrutura de rede global, dinâmica e com capacidades de autoconfiguração, onde as “coisas” são dispositivos eletrônicos que possuem uma identidade e capacidade de interagir e se comunicar entre si através da rede. Estes dispositivos percebem o seu ambiente, “mundo real/físico” através de sensores e são capazes de produzir dados sobre esse ambiente. Os dados alimentam a rede e ativam objetos virtuais que executam processos e serviços. Tais processos podem envolver a intervenção humana ou não. Quando solicitadas as “coisas” são capazes de reagir de maneira autônoma através de atuadores produzindo mudanças no seu ambiente. Espera-se que as “coisas” se tornem participantes ativas nas mais diversas atividades humanas.

3.- Objetivos

O presente trabalho visa dar continuidade aos dois primeiros anos de pesquisa de iniciação científica que abordaram o desenvolvimento de protótipos microcontrolados para Internet das Coisas (IoT), especificamente um braço robótico e um sistema autônomo monitoramento e irrigação para uma planta. Uma vez que existem novas tecnologias para conseguir a conexão de dispositivos à internet, além do Arduino já utilizada, propõe-se para o terceiro ano de pesquisa, o estudo de novas plataformas de prototipagem, além de melhores maneiras de obter alimentação dos protótipos e uma maior familiaridade com motores e válvulas que estão constantemente sendo utilizados nos projetos realizados. Propõe-se utilizar esses novos conhecimentos na melhoria dos protótipos construídos anteriormente.

4.- Metodologia

A metodologia utilizada no projeto gira em torno das plataformas Raspberry Pi e Arduino e da construção de dispositivos eletrônicos aplicando conceitos de eletrônica básica assim como princípios de programação em uma linguagem baseada em Python específica para a plataforma Raspberry.

A fim de cumprir com os objetivos propostos, a pesquisa começou com consultas em livros e artigos disponibilizados pelo orientador, além de cursos online e seguiu com execução de testes em motores e servomotores, além da familiarização outros componentes. Também foi construído um carregador de baterias de lítio, a fim de melhorar a alimentação dos circuitos, como proposto no plano de trabalho.

Nesta seção apresenta-se uma breve introdução aos componentes utilizados na realização dos projetos.

4.1. Arduino

De acordo com [1], A Internet das Coisas representa a próxima evolução da Internet, dando um grande salto na capacidade de coletar, analisar e distribuir dados que nós podemos transformar em informações, conhecimento e, por fim, sabedoria. Nesse contexto, ela tem como objetivo conectar itens à uma rede mundial de computadores. Neste contexto, o Arduino é uma plataforma que apresenta diversas vantagens para a construção de dispositivos para a Internet das Coisas.

De acordo com [2,] Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis foi o grupo de pesquisadores que criou o Arduino, em 2005, com o intuito de elaborar um dispositivo de fácil acesso e programação, barato e funcional, seguindo os conceitos do hardware livre, ou seja, um dispositivo que qualquer pessoa poderia personalizar partindo de um único hardware básico. A Figura 1 ilustra uma placa Arduino Uno.



Figura 1 - Placa Arduino UNO – Fonte [3]

A placa é composta por um microcontrolador Atmel de 16 Mhz, com 14 portas digitais e 6 analógicas, pode ser alimentada com tensões entre 7 e 12V, mas somente é capaz de fornecer tensões de até 5V e corrente máxima de

40mA, circuitos de entrada e saída e pode ser conectada à um computador e programada via IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB. A maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização; e inclusive pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto.

4.2. Raspberry Pi 3 B+

De acordo, com [4], o Raspberry Pi pode ser considerado um computador de baixo custo, isso quer dizer que ele é capaz de servir para navegação na internet, reprodução de conteúdo multimídia, planilhas, imagens e até jogos. Foi desenvolvido pela Fundação Raspberry, que se baseou no microcontrolador Atmel ATmega644. Em 2011, após muitos experimentos, surgiu o primeiro modelo no mercado, chamado de Raspberry A. Desde então já foram lançados quatro modelos, incluindo o Raspberry 3 B+, que é o que foi usado neste trabalho por ser mais recente, e oferecer toda a tecnologia necessária já integrada na placa, além de possuir um processador mais eficiente. A figura 2 ilustra um Raspberry Pi.

Especificações:

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) SoC de 64 bits a 1.4GHz
- SDRAM LPDDR2 de 1 GB
- LAN sem fio de 2,4 GHz e 5 GHz IEEE 802.11.b / g / n / ac, Bluetooth 4.2, BLE
- Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (taxa de transferência máxima de 300 Mbps)
- Cabeçalho GPIO estendido de 40 pinos
- HDMI em tamanho real
- 4 portas USB 2.0
- Porta da câmera CSI para conectar uma câmera Raspberry Pi
- Porta de exibição DSI para conectar uma tela sensível ao toque Raspberry Pi
- Saída estéreo de 4 polos e porta de vídeo composto
- Porta Micro SD para carregar seu sistema operacional e armazenar dados
- Entrada de alimentação 5V / 2.5A DC
- Suporte a Power-over-Ethernet (PoE) (requer PoE HAT separado)

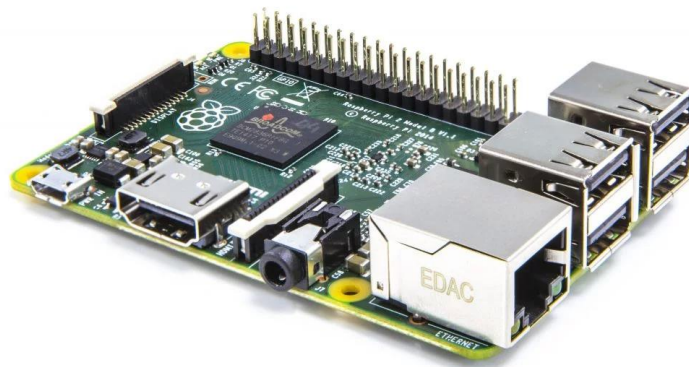


Figura 2 - Placa Raspberry Pi 3 B+ – Fonte [4]

4.3 Componentes Básicos

Protoboard

A protoboard é uma placa de ensaio (matriz de contato) que serve como base para a construção de circuitos eletrônicos e teste de projetos. Ela permite que os componentes sejam retirados facilmente e reutilizados depois em uma outra montagem. Seus orifícios são interligados internamente através de contatos, o que elimina a necessidade do uso de solda. A Figura 3, ilustra uma protoboard.

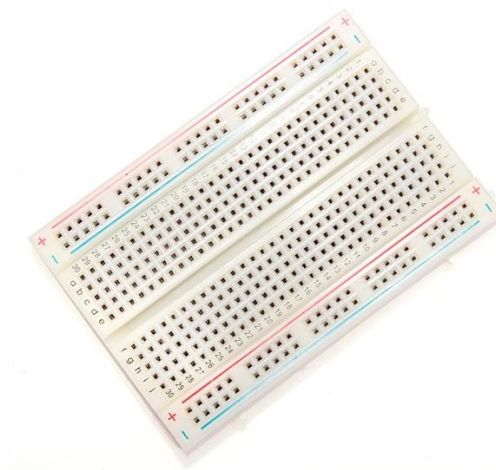


Figura 3 – Protoboard – Fonte [5]

Jumper

Os jumpers são elementos condutores utilizados para conectar dois pontos em um circuito eletrônico. Quando um jumper está conectado à pelo menos dois pinos, ele está fechado. Sem conexão ou apenas com uma conexão, o circuito está aberto. A figura 4, ilustra jumpers do tipo macho x macho.



Figura 4 – Jumper – Fonte [6]

Resistores

Um resistor é um componente eletrônico que é usado para limitar a voltagem em um determinado circuito de maneira a garantir níveis adequados de corrente para cada componente sem danificá-los. Cada resistor tem um valor diferente e é escolhido de acordo com a tensão do circuito que queremos diminuir. O grau de resistência desse componente é medido em ohms e codificado utilizando um código de cores. A figura 5 mostra resistores de 330 ohms.

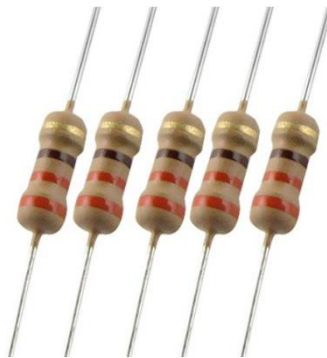


Figura 5 – Resistores 330 ohms – Fonte [7]

Motor DC

O motor DC, de acordo com [5], é alimentado por corrente contínua que pode provir de uma bateria ou de qualquer outra fonte de alimentação contínua. No caso desse trabalho, o motor foi alimentado pela placa Arduino. Diferentemente de um motor elétrico de corrente alternada, a velocidade do motor DC pode ser controlada apenas variando sua tensão, além disso, sua troca de energia entre o motor e o estator pode ser feita através de escovas ou não.

Esse tipo de motor é composto por um eixo acoplado ao rotor, que é a parte girante do motor. Ele também possui um comutador que tem a função de transferir energia da fonte de alimentação ao rotor, proporcionando seu giro. A figura 6 ilustra as partes que compõem o motor.

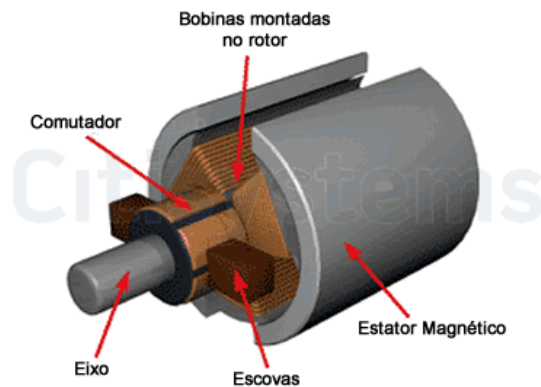


Figura 6 – Motor DC – Fonte [8]

Módulo Carregador de Bateria de Lítio TP4056

O Módulo Carregador TP4056 é ideal para carregar baterias de lítio. Ele possui um conector micro USB para ser usado como uma fonte DC (contínua) de 5V. O controlador desse módulo é o CI TP4056, um componente que fornece tensão e corrente de forma contínua para baterias de lítio de célula única e conta com proteção térmica. A tensão fornecida pelo módulo é fixa em 4.2V e a corrente de carga pode ser programada até 1000mA por meio de um único resistor. Além disso, existe um circuito de proteção para evitar danos à bateria, que é sensível à sobrecargas de tensão e corrente. Para utilizar o módulo basta conectar o lado positivo da bateria no lado B+ do TP4056, e o negativo no B-. A figura 7 ilustra essa conexão.

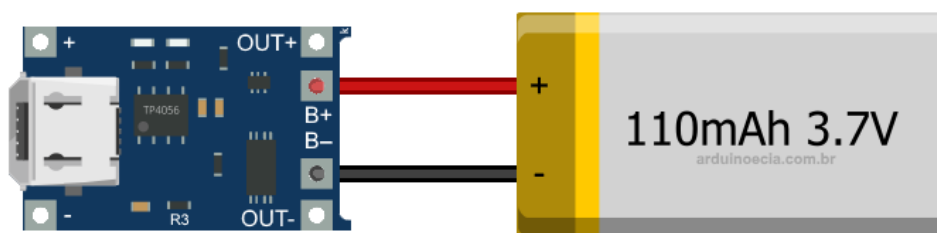


Figura 7 – Motor Carregador de Bateria de Lítio TP5046 – Fonte [9]

As saídas OUT+ e OUT- devem ser utilizadas para alimentar o circuito de forma constante. Nessa saída poderá ser obtida a tensão de alimentação do módulo ou a tensão fornecida pela bateria, caso o módulo esteja desconectado da fonte.

Diodo

O diodo é um componente formado por dois cristais semicondutores de germânio ou silício. Porém na fabricação, o semicondutor é misturado a outras substâncias formando assim um cristal do tipo P (ânodo) e outro do tipo N

(catodo). O diodo só conduz corrente elétrica quando a tensão do anodo é maior que a do catodo. A figura 8 esquematiza esse funcionamento.

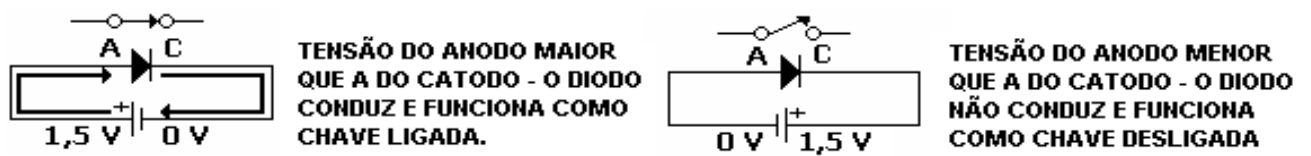


Figura 8 – Condução de corrente pelo diodo – Fonte [A autora]

Transistor NPN

Os transistores são considerados uma espécie de interruptor. Em sua configuração mais básica, ele opera como chave, mas também pode trabalhar de outras maneiras. São dispositivos de extrema importância para os circuitos eletrônicos.

Os transistores do tipo NPN operam com valores negativo – positivo – negativo, ou seja, transmite um sinal negativo na sua saída.

Especificações:

- B = Base, principal responsável pela ativação do transistor.
- C = Coletor, terminal positivo do transistor.
- E = Emissor, Terminal negativo do transistor.

O princípio de funcionamento básico de um transistor, quando o mesmo é acionado através da tensão de alimentação, é permitir que passe uma corrente por um resistor em sua base, desta forma o próximo componente do circuito é alimentado. Para que isso aconteça o transistor necessariamente deve receber uma tensão em sua base, o resistor citado está presente para proteger o transistor de correntes e tensões de surto. A figura 9 ilustra o transistor.

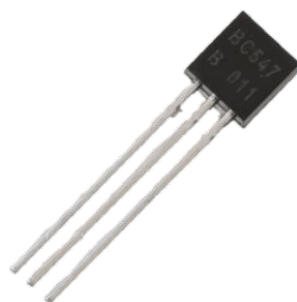


Figura 9 – Transistor NPN – Fonte [10]

5.- Resultados e Discussão

Como resultado desta pesquisa, além dos estudos relacionados aos diversos componentes disponíveis para conexão dos circuitos e das linguagens de programação necessárias para o desenvolvimento das aplicações, foram feitos testes com motor DC, com o Raspberry Pi e construído um carregador de baterias de lítio. O teste com o Raspberry foi de extrema importância para maior conhecimento da plataforma, para que posteriormente ela pudesse ser usada integrada a outras placas como o Arduino e o NodeMCU, utilizadas em anos anteriores, como foi proposto no plano de trabalho deste projeto. Já os testes com o motor e o carregador de baterias foram necessários e propícios para aprimorar a alimentação dos projetos, além de adquirir um maior conhecimento sobre o controle e funcionamento dos motores que são de frequentemente utilizados na implementação dos protótipos.

5.1.- Teste com Motor DC

Nesta seção serão apresentados o teste feito com um motor DC, seu circuito eletrônico, além do código de controle. O objetivo aqui foi fazer um estudo prévio de controle de motor, que é muito similar à válvula de vazão solenoide utilizada no projeto da Planta IoT do ano anterior. Uma vez que o controle do motor DC fosse dominado dessa forma, seria simples aplicar o conhecimento adquirido para implementar o circuito da planta.

Componentes Utilizados

Foram utilizados os seguintes componentes, descritos na sessão anterior:

1. Arduino UNO;
2. Jumpers;
3. Resistores;
4. Protoboard;
5. Motor DC.
6. Transistor NPN
7. Diodo

Diagrama de Conexão

O diagrama de conexão entre as componentes mencionadas, definem o circuito de controle. A figura 10 ilustra o diagrama correspondente. A alimentação de energia é feita pelo cabo USB.

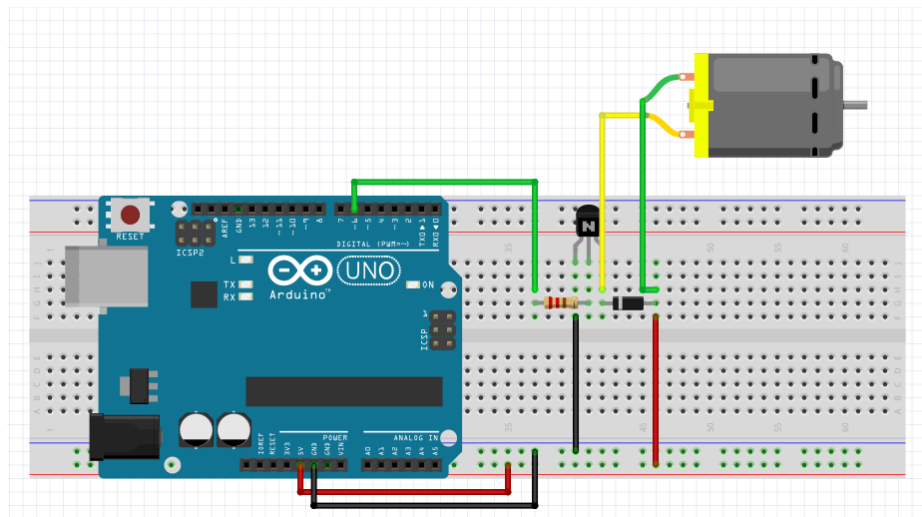


Figura 10 – Diagrama de Conexão para teste com Motor DC – Fonte: A autora

Código de Controle

O código mostrado no Quadro 1, inicializa o motor na porta 6 e define sua velocidade inicial igual a zero. Quando a função setup() é iniciada, é definido o pino do base do transistor como saída. A partir disso, ao entrar no loop, é atribuída uma velocidade inicial de 150 ao motor, e depois em cada iteração, temos um acréscimo de 50 à velocidade até ela atingir o valor final de 250. Ao atingir 250, o motor aguarda 3 segundos, para de girar por 1 segundo, e o ciclo recomeça novamente.

```
int base = 6;
int speed = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode (base, OUTPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  for (speed=150; speed <= 250; speed=speed+50){
    analogWrite(base, speed);
    delay(3000);
  }
  analogWrite(base,0);
  delay(1000);
}
```

Quadro 1.- Código de Controle: Motor DC

5.2.- Primeiro Teste com Raspberry Pi

Nesta etapa apresenta-se o primeiro teste feito com o Raspberry Pi 3 a fim de obter familiaridade com a nova plataforma recém adquirida. A partir disso, seria possível desenvolver uma das etapas propostas no plano de trabalho que é estudar possíveis integrações entre o Raspberry, Arduino e NodeMCU. Esse teste consistiu em instalação do Sistema Operacional na placa e acendimento de um *led*, além, claro, de uma pesquisa sobre a linguagem de programação Python, que é a mais utilizada para controlar o Raspberry Pi.

Antes da montagem do circuito e da codificação, foi necessária a instalação do Raspian que é o sistema operacional que opera na placa. O Raspian fica disponível no site oficial do Raspberry Pi Foundation em vários formatos. Ele deve ser passado para um cartão SD que se conectará ao Raspberry junto a outros periféricos, como teclado, mouse, fonte de alimentação e um monitor. Ao ligar o Raspberry, aparece uma lista com os sistemas disponíveis, então basta escolher o Raspian e pedir para instalação iniciar. Concluído isso, a placa já está pronta para ser programada.

A figura 11 ilustra o sistema de pinagem do Raspberry Pi 3, que permite, assim como no Arduino, que nela sejam ligados sensores e outros componentes utilizando pinos do tipo GPIO (General Purpose Input/Output).

Raspberry Pi 3 GPIO Header					
Pin#	NAME		NAME	Pin#	
01	3.3v DC Power	⬮	DC Power 5v	02	
03	GPIO02 (SDA1 , I ² C)	⬮	DC Power 5v	04	
05	GPIO03 (SCL1 , I ² C)	⬮	Ground	06	
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)	⬮	(TXD0) GPIO14	08	
09	Ground	⬮	(RXD0) GPIO15	10	
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)	⬮	(GPIO_GEN1) GPIO18	12	
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)	⬮	Ground	14	
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)	⬮	(GPIO_GEN4) GPIO23	16	
17	3.3v DC Power	⬮	(GPIO_GEN5) GPIO24	18	
19	GPIO10 (SPI_MOSI)	⬮	Ground	20	
21	GPIO09 (SPI_MISO)	⬮	(GPIO_GEN6) GPIO25	22	
23	GPIO11 (SPI_CLK)	⬮	(SPI_CE0_N) GPIO08	24	
25	Ground	⬮	(SPI_CE1_N) GPIO07	26	
27	ID_SD (I ² C ID EEPROM)	⬮	(I ² C ID EEPROM) ID_SC	28	
29	GPIO05	⬮	Ground	30	
31	GPIO06	⬮	GPIO12	32	
33	GPIO13	⬮	Ground	34	
35	GPIO19	⬮	GPIO16	36	
37	GPIO26	⬮	GPIO20	38	
39	Ground	⬮	GPIO21	40	

Figura 11 - Sistema de Pinagem do Raspberry – Fonte: [11]

Componentes Utilizados

Para acender um *led* com o Raspberry Pi, foram usados os componentes descritos abaixo:

- Raspberry Pi 3 B+
- Led
- Resistor de 330ohms
- Protoboard

Diagrama de Conexão

O diagrama de conexão, ilustrado pela figura 12, mostra um led conectado na porta 12, correspondente ao GPIO18 e um jumper conectado ao pino 6, que é o terra (*ground*).

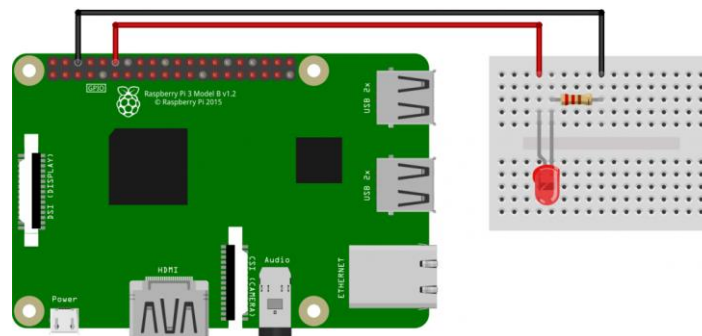


Figura 12 – Diagrama de Conexão – Fonte: [11]

Código de Controle

O código de controle mostrado no Quadro 2, escrito na linguagem Python, é responsável por fazer o *led* piscar. As pequenas subrotinas definidas no loop, *acendeled()* e *apagaled()*, fazem com que o *led* acenda e dois segundos depois, apague.

```

#define o tempo que o led ficara aceso ou apagado
tempo = 2

#Define biblioteca da GPIO
import RPi.GPIO as GPIO

#Define biblioteca de tempo
import time
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)

#Define o pino 12 da placa como saida
GPIO.setup(12, GPIO.OUT)

#rotina para acender o led
def acendeled(pino_led):
    GPIO.output(pino_led, 1)
    return

#rotina para apagar o led
def apagaled(pino_led):
    GPIO.output(pino_led, 0)
    return

#Inicia loop
while(1):
    #Acende o led
    acendeled(12)
    #Aguarda segundo
    time.sleep(tempo)
    #apaga o led
    apagaled(12)
    #Aguarda meio segundo e reinicia o processo
    time.sleep(tempo)

```

Quadro 2 - Código de Controle: Teste com Raspberry Pi

5.3.- Carregador de Baterias de Lítio

O carregador de baterias foi um trabalho baseado em [13] e consistiu basicamente na soldagem de componentes, utilizando o Módulo TP4056 e uma fonte de alimentação de 5V. As baterias foram recicladas de notebooks antigos. Esse foi um passo importante durante a pesquisa, pois as baterias são um meio alternativo e mais barato de alimentar os projetos. Conseguir carregá-las foi a primeira etapa para utilização dessas fontes de energia recargáveis.

O processo baseou-se na utilização de quatro baterias, cada uma em seus respectivos conectores, que por sua vez foram soldados cada um em um módulo TP4056. Ao alimentar os módulos através de uma fonte externa, foi possível enviar carga para as baterias. A carga máxima suportada por cada bateria é de 4,7V e, algumas foram encontradas com carga abaixo de 1V. O carregador funcionou perfeitamente e cumpriu o papel de alimentá-las.

Ao ser conectado na fonte o módulo acende um led azul que indica que as baterias estão sendo alimentadas e, ao final do processo, é aceso um led verde indicando que elas estão suficientemente carregadas.

Protótipo do Dispositivo

A figura 13 ilustra o protótipo depois de pronto e funcionando adequadamente.

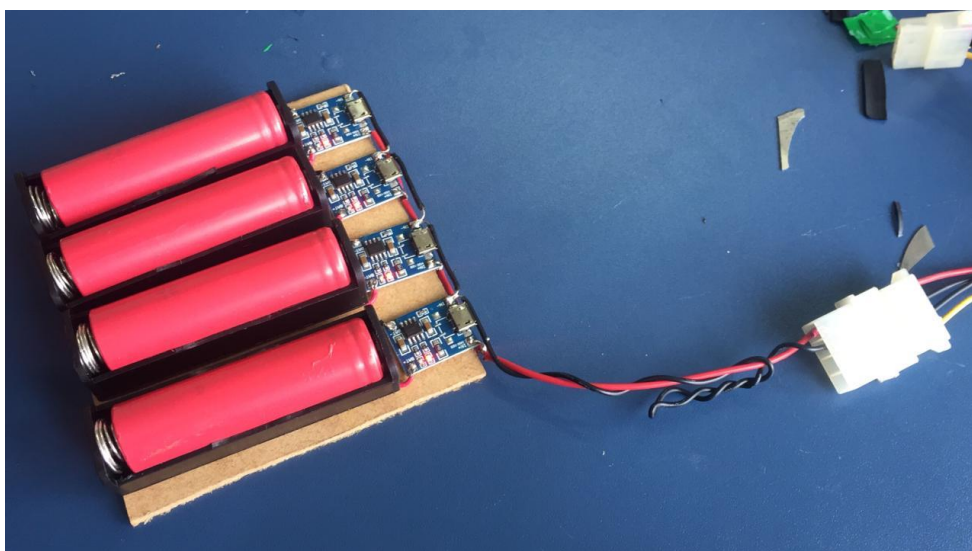


Figura 13 – Carregador de baterias de lítio – Fonte: A autora

6.- Conclusões

Ao começar a pesquisa, o orientador disponibilizou livros sobre a nova plataforma Raspberry Pi, eletrônica e assuntos relacionados, além de compartilhar com a orientada artigos e sites sobre esses temas. A primeira etapa visou focar no estudo das placas utilizadas nessa pesquisa, além das linguagens de programação necessárias para desenvolvimento das aplicações. Também houve uma familiarização com as possíveis formas de integração entre as placas Arduino, NodeMCU e Raspberry PI.

Todos os testes foram realizados com o objetivo de utilizar os conhecimentos adquiridos para aprimorar os projetos dos anos anteriores, do braço robótico e da planta. Pode-se dizer que todas as pesquisas realizadas até aqui foram de extrema importância e os objetivos propostos foram alcançados.

Até o momento, todas as atividades foram documentadas, o que permitirá que o bolsista substituto, que pretende continuar seguindo as etapas do plano de trabalho, não terá dificuldades para se integrar e garantir que o plano seja bem finalizado.

7.- Referências

- [1] CISCO. A Internet das Coisas - Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo
- [2] MATTERN, Friedman. From the Internet of Computers to the Internet of Things
- [3] <https://www.kitronik.co.uk/4622-arduino-uno-main-board-retail.html>
- [4] <https://canaltech.com.br/hardware/o-que-e-raspberry-pi/>
- [5] <https://www.filipeflop.com/produto/protoboard-400-pontos/>
- [6] <https://www.creatroninc.com/product/8-pin-arduino-jumper-wire/>
- [7] <https://www.robotics.org.za/RES-330E-50>
- [8] <https://www.citisystems.com.br/motor-cc/>
- [9] <https://www.arduinoecia.com.br/como-usar-carregador-de-bateria-de-litio-tp4056/>
- [10] <https://potentiallabs.com/cart/bc547-transistor>
- [11] <https://www.filipeflop.com/blog/primeiros-passos-raspberry-pi-e-linux/>
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=KoHtxZG7leQ>

8.- Perspectivas de continuidade ou desdobramento do trabalho

Na continuação da pesquisa, pretende-se obter a substituição da bolsista atual por um outro aluno. Este deve seguir com as etapas propostas no plano de trabalho, a partir do ponto de parada e do mês correspondente ao projeto, além de garantir que todas as etapas sejam concluídas até o fim do projeto.

9.- Participação em congressos e trabalhos publicados ou submetidos e outras atividades acadêmicas e de pesquisa

Como parte da disciplina de inteligência artificial ministrada no semestre 2017-2, a aluna bolsista fez modificações em um veículo robótico incorporando um sensor de ultrassom de maneira a detectar a presença de obstáculos e corrigir a sua direção mudando de trajetória, sendo assim capaz de introduzir inteligência ao dispositivo.

10.- Data e assinatura do bolsista

11 de Setembro de 2019,



11.- Data e assinatura do orientador

11 de Setembro de 2019,

