

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE BATERIAS VISANDO CONSCIENTIZAÇÃO DO USO E A SUSTENTABILIDADE

BATTERY MONITORING SYSTEM AIMING TO AWARENESS USE AND SUSTAINABILITY

Jonnathan Saldanha dos SANTOS

061180024@ftt.cefsa.edu.br

Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Lucas Rocha RIBEIRO

lucas_rocharibeiro@hotmail.com

Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Victor Inacio de OLIVEIRA

Pro14724@cefsa.edu.br

Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Resumo

O trabalho atual apresenta as etapas envolvidas na criação de um sistema de monitoramento de baterias em tempo real utilizando IoT. Esse sistema tem como principal objetivo apoiar as pessoas a melhorar a utilização deste recurso cada vez mais presente no cotidiano da sociedade. O circuito escolhido para o sistema envolveu um divisor de tensão montado com resistores e foi projetado baseado na plataforma ESP-32. Além disso, um circuito de monitoramento disponível comercialmente foi usado para efeito de comparação. Apesar do circuito comprado não ter se mostrado adequado para integração, visto que fornece apenas indicação visual local através de LEDs, o circuito montado mostrou-se bastante consistente e suficientemente preciso, possibilitando a integração do mesmo a uma plataforma de IoT (Helix) para o acompanhamento remoto em tempo real da capacidade atual das baterias analisadas, por meio de dashboards e aplicações mobile (Telegram).

Palavras-Chave

Monitoramento em tempo real; Baterias; IoT.

Abstract

The current article presents the steps involved in creating a real-time battery monitoring system using IoT. This system's main objective is to support people to improve the usage of this resource, which is becoming more present in society. The circuit chosen for the project is based

on voltage divider assembled with resistors and using the ESP-32 platform. In addition, a commercial monitoring circuit was used for comparison purposes. While the commercial circuit proved to be inappropriate for integration with IoT, providing only visual indication throughout LEDs, the assembled circuit proved to be very consistent and sufficiently accurate, allowing its integration to an IoT platform (Helix) for real-time remote monitoring of the charge level of the analyzed batteries, through dashboards and mobile applications (Telegram).

Keywords

Real time monitoring; Batteries; IoT

INTRODUÇÃO

O crescente uso de equipamentos eletrônicos no cotidiano das pessoas fez com que as baterias se tornassem cada vez mais importantes, estando presentes em diversos equipamentos como telefones celulares, veículos elétricos e computadores pessoais (LYDON, 2018).

Sua concepção remonta a pilha proposta por Alessandro Volta (1745-1827) (BOYLESTAD, 2018), mas pode-se definir uma bateria como um conjunto de pilhas ligadas em série, ou seja, são dispositivos eletroquímicos nos quais ocorrem reações de oxirredução, produzindo uma corrente elétrica, sendo possível ainda, o processo de recarregamento.

Um dos principais problemas resultantes do crescente uso de baterias na sociedade refere-se ao seu descarte, visto que, por possuírem substâncias tóxicas em sua composição, podem contaminar o solo. Assim, o monitoramento de carga das baterias surge como uma ferramenta para auxiliar seu uso e possibilitar um melhor aproveitamento de energia ao longo de sua vida útil.

O monitoramento das baterias em tempo real pode, inclusive, permitir o uso dos dados de forma a gerar dados suficientes para utilizar em uma inteligência artificial (MORAES, 2020) que seja capaz de prever como está sendo o consumo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Funcionamento de baterias

As baterias são um conjunto de pilhas ligadas em série, ou seja, são dispositivos eletroquímicos nos quais ocorrem reações de oxirredução, produzindo uma corrente elétrica. Podem ser chamadas ainda de pilhas secundárias, baterias secundárias ou acumuladores (DIAS, 2021).

As pilhas ou baterias primárias são as chamadas pilhas comuns, ou seja, aquelas que não podem ser recarregadas. As baterias, assim como as pilhas, apresentam um ânodo e um cátodo, ambos em contato com um eletrólito (na forma de solução ou em gel) (DIAS, 2021).

Como em qualquer pilha, na bateria ocorre a oxidação (perda de elétrons) em um eletrodo e a redução (ganho de elétrons) em outro. Essa reação acaba quando não existe mais o eletrodo de oxidação. Todavia, quando recebe uma descarga elétrica externa, o eletrodo da oxidação é

formado novamente, ou seja, volta a existir, favorecendo um novo ciclo de oxidação e redução (DIAS, 2021).

As baterias de íon lítio tem sido utilizadas de forma específica em aparelhos smartphones e tablets, por apresentar uma maior durabilidade de carga, menor quantidade de substâncias utilizadas e uma menor ocorrência do efeito memória (DIAS, 2021).

2.2 Sustentabilidade das baterias

O perigo no descarte das pilhas e baterias está no fato de que, se descartadas incorretamente, elas podem ser amassadas, ou estourarem, deixando vaziar o líquido tóxico de seus interiores. Essa substância se acumula na natureza e, por não ser biodegradável, - o que significa que ele não se decompõe - pode contaminar o solo. (IDEC)

Qualquer tipo de bateria, seja ela automotiva, estacionária ou tracionária precisa seguir o procedimento correto de descarte. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) criou em 1999, a Resolução 257, que disciplina o gerenciamento ambientalmente adequado de baterias esgotadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final. (MOURA BATERIAS, 2019).

Segundo o órgão, as baterias, após o seu esgotamento energético, devem ser entregues pelos clientes ou usuários ao fabricante ou distribuidor para que seja realizado o descarte seguro e ecologicamente correto. Isso é o que garante que os materiais pesados como metais e ácidos não contaminem aterros, rios e afluentes, e o lixo urbano. (MOURA BATERIAS, 2019)

2.3 Dispositivos controladores – Arduino e ESP-32

Os controladores de processo são adventos da automação industrial e como o próprio nome diz são responsáveis por controlar processos industriais ou parte deles por meio de algoritmos programáveis de controles específicos (GROUP PROMOTION, 2021).

Programação nada mais é que falar ao controlador quais decisões devem ser tomadas em cada circunstância. Para isso, escrevemos um código que segue uma sequência lógica de tomada de decisões que leva em conta as variáveis que serão lidas e/ou controladas (MOTA, 2017).

Para programar essas placas, ou seja, ensiná-las a desempenharem as funcionalidades que você deseja, basta utilizarmos a sua IDE (ambiente integrado de desenvolvimento), que por sua vez, é um software onde podemos escrever um código em uma linguagem semelhante a C/C++, o qual, será traduzido, após a compilação, em um código compreensível pela placa (MOTA, 2017).

Existem hoje no mercado diversos tipos de placas integradas que podem ser programadas para diversas finalidades, como por exemplo, a placa Arduino ou a placa ESP-32. A placa Arduino uno pode ser vista na figura 1.

Figura 1. Controlador Arduino



Fonte: (AUTOR, 2023)

Na figura 2 é possível ver uma foto da placa de desenvolvimento ESP-32, sua vantagem em relação ao arduino uno está na conectividade, capacidade de processamento e custo.

Figura 2. Controlador Arduino

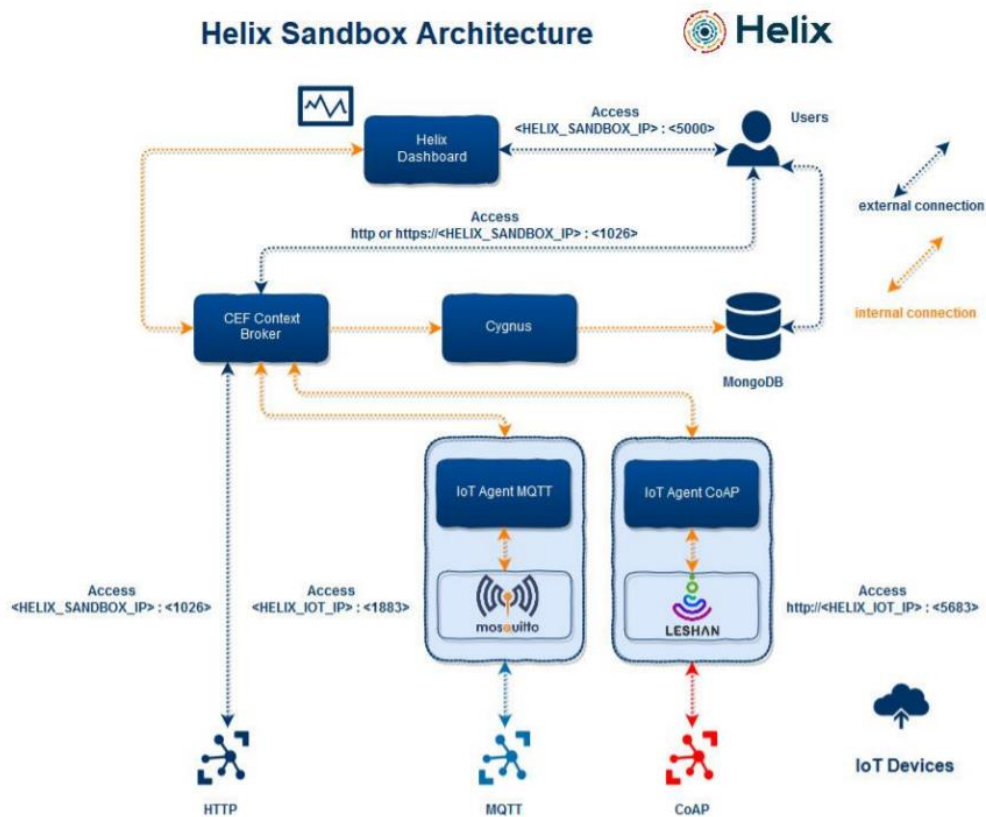


Fonte: (AUTOR, 2023)

2.4 Plataforma Helix

O Helix é uma plataforma de back-end gratuita para prototipagem rápida de aplicativos de ambientes inteligentes, no âmbito do IoT. Sua arquitetura visa ser uma solução leve e simples para garantir a interoperabilidade entre sistemas, através da adoção do padrão NGSI e do uso da tecnologia FIWARE. Na figura 3 abaixo, pode-se verificar o funcionamento de sua arquitetura em camadas, abrangendo desde os diferentes protocolos de comunicação suportados (HTTP, MQTT e CoAP) até o uso de sistemas de banco de dados (MongoDB). (CABRINI, 2019).

Figura 3. Arquitetura do Sistema Helix

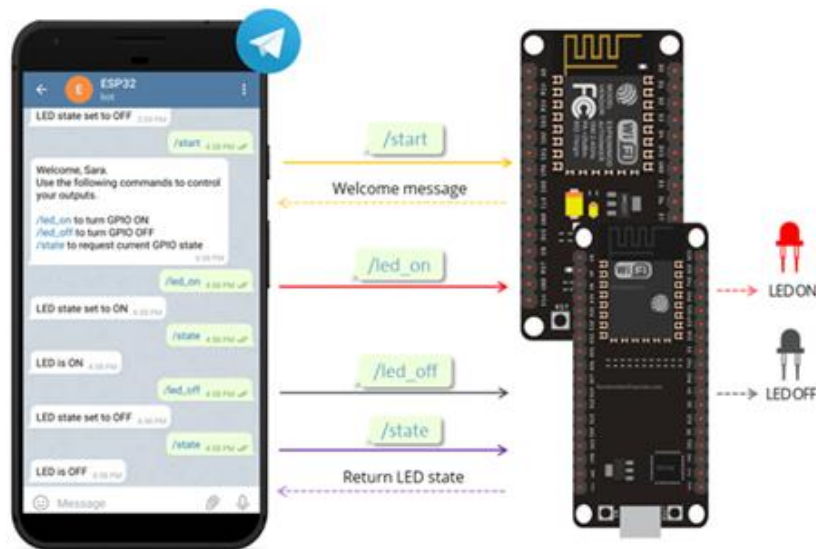


Fonte: (CABRINI, 2019)

2.5 Aplicativo Telegram

O Telegram é um aplicativo de mensagens instantâneas criado em 2013 com foco em velocidade e segurança, possuindo mais de 500 milhões de usuários ativos mensalmente. Disponibiliza ferramentas que possibilitam a criação de bots que conseguem interagir com usuários reais ou com microcontroladores através de mensagens e comandos.

Figura 4. Exemplo de comunicação utilizando o Telegram e a placa ESP-32



3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi proposto uma pesquisa sobre métodos de aferição do nível atual de cargas de baterias, para isso foi feita a divisão de temas uma vez que é possível realizar a medição através de um circuito integrado pronto ou realizar a montagem de um circuito capaz de realizar medições.

O carregamento completo de uma bateria pode ser chamado de 1 ciclo de carga. Normalmente as fabricantes estipulam a vida útil de suas baterias baseando-se na quantidade de ciclos de carga que elas suportam até que seu desempenho comece a ser comprometido. Além disso, a porcentagem de bateria restante mostrada nos aparelhos reflete a tensão presente na bateria, enquanto a estimativa de duração restante da bateria é feita comparando a corrente média de descarga da bateria com a porcentagem restante. Dessa forma, percebe-se que para o monitoramento da carga de uma bateria em um determinado instante, a maneira mais simples é medir sua tensão elétrica e comparar com a tensão nominal da bateria carregada.

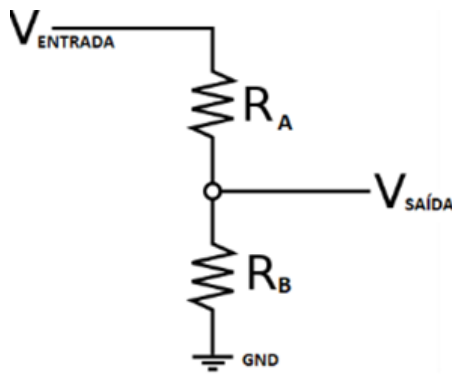
Partindo do princípio do divisor de tensão, buscou-se soluções comercialmente disponíveis que realizassem a medição da carga das baterias usando esse método. Foi encontrado um circuito integrado que realiza essa medição através de comparadores de tensão internos.

Após análise do circuito integrado, o circuito montado foi integrado ao sistema de IoT, utilizando as plataformas Helix e Telegram, e os resultados obtidos utilizando esses sistemas serão apresentados neste trabalho.

3.1 Divisor de tensão

Para monitorarmos a tensão DC de baterias será utilizado um circuito divisor de tensão, para realizar a medição de sua tensão elétrica, e juntamente com o Arduino. Um divisor de tensão é um circuito simples de 2 resistores em série (RA e RB) conectados ao GND. A tensão de saída é uma fração fixa da tensão de entrada. A tensão de entrada V_e é conectada a RA, e o segundo terminal de RB pode ser conectado ao GND, conforme a Figura 5. (BOYLESTAD, 2018).

Figura 5. Divisor de tensão



Fonte: (AUTOR, 2023)

A tensão de saída “Vs” é medida na conexão entre RA e RB, e sempre será uma fração de VA proporcional à relação entre esses 2 resistores, com base na fórmula abaixo:

$$V_{saída} = V_{entrada} \times RB \div (RA + RB)$$

Portanto a relação entre RB e a soma de RA e RB rege a relação entre a tensão de entrada e a de saída.

Ao selecionar os resistores RA e RB para medições de tensões positivas nas portas analógicas do Arduino, é importante levar em consideração dois critérios:

1. Quanto maior a soma entre RA e RB, menos o circuito de medição irá interferir nas propriedades sendo medidas.
2. O valor de Vs (saída) para a maior tensão Ve (entrada) possível no circuito sendo medido deve ser menor ou igual à 5V, para evitar danos à porta analógica do Arduino.

Para garantir o primeiro critério, deve-se escolher para RA um resistor com um valor alto. Para a montagem do circuito foi utilizado um resistor de 1MΩ. Para atender ao segundo critério, uma vez já definido o valor de RA, deve-se resolver a equação para saber o valor de RB correspondente ao máximo Ve (tensão de entrada) possível, e uma Vs (tensão de saída) de 5V que é o limite que pode ser lido na porta analógica do Arduino. O cálculo de RB é demonstrado abaixo:

$$Vs = Ve \times RB \div (RA + RB)$$

$$5 = 12 \times RB \div (1.000.000 + RB)$$

$$5 \div 12 = RB \div (1.000.000 + RB)$$

$$12 \times RB = 5.000.000 + 5 \times RB$$

$$7 \times RB = 5.000.000$$

$$RB = 714K\Omega$$

Para auxiliar na programação do Arduino foi necessário calcular um valor de relação entre os resistores utilizando a seguinte equação:

$$Ve \div Vs = (RA + RB) \div RB$$

Como já se têm os valores de RA e de RB, pode-se calcular essa relação, que será $(1.000.000 + 714.000) \div 714.000$, que resulta em 2,4. Isso significa que, para saber o valor da Ve basta multiplicar o valor da Vs por 2,4.

3.2 Circuito Comercial

Existem no mercado alguns circuitos integrados que realizam o monitoramento de baterias, como o CI KA2284 (ELECROW, 2024) que funciona através de comparadores de tensão internos, alterando suas saídas de acordo com a variação de tensão dentro de uma faixa (ajustado através de um potenciômetro). A figura 6 a seguir mostra uma imagem desse circuito.

Figura 6. Placa com o CI KA2284



Fonte: (ELECROW, 2024)

Os componentes presentes na placa também são vendidos separadamente, através de um kit, conforme figura 7.

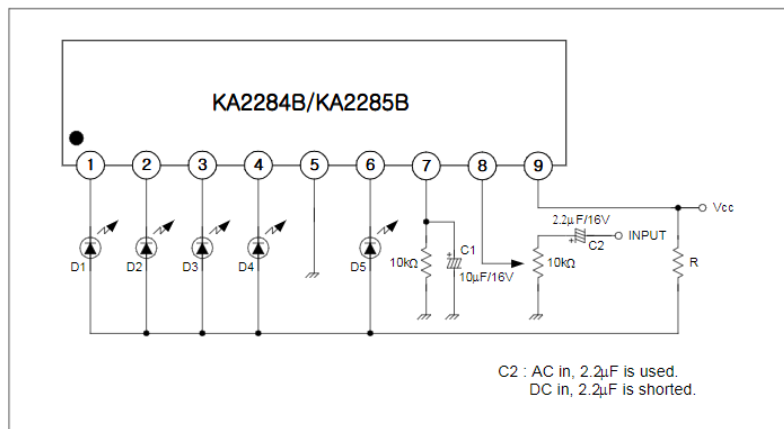
Figura 7. Componentes que podem ser adquiridos separadamente



Fonte: (ELECROW, 2024)

O esquema de ligação do circuito contendo o CI KA2284 segue a figura 8, e consiste no CI, LEDs conectados nas 5 saídas do CI, 3 resistores e 2 capacitores. Vale ressaltar que o circuito possibilita a medição em corrente contínua e em corrente alternada, sendo que essa escolha é feita através de um jumper, presente na placa.

Figura 8. Esquema de um circuito de teste contendo o CI KA2284



Fonte: (ELECROW, 2024)

Para que pudessem ser feitos testes, o datasheet do CI KA2284 foi pesquisado e do mesmo extraiu-se os valores máximos de operação do CI, conforme figura 9. Considerando que as baterias apresentam tensão contínua, os principais dados para nossa análise foram a máxima tensão contínua suportada pelo CI, que é 18V e a tensão recomendada de operação, entre 3,5V e 12V.

Figura 9. Características do CI KA2284

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta = 25°C)

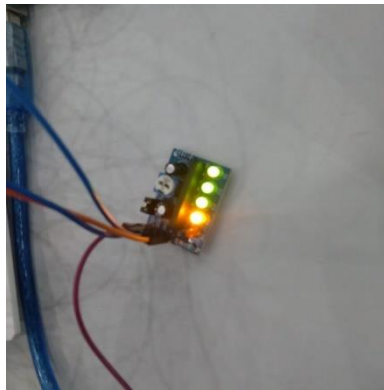
Characteristic	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V _{CC}	18	V
Amp Input Voltage	V ₈₋₅	-0.5 ~ V _{CC}	V
Pin 7 Voltage	V ₇₋₅	6	V
D Terminal Output Voltage	V _D	18	V
Circuit Current	I _{CC}	12	mA
D Terminal Output Current	I _D	20	mA
Power Dissipation	P _d	1100	mW
Operating Temperature	T _{OPR}	-20 ~ + 80	°C
Storage Temperature	T _{STG}	-40 ~ + 125	°C

NOTE: 11mW/°C is decreased at higher temperature than T_a = 25°C.

Fonte: (ELECROW, 2024)

Com as características do circuito definidas, testes foram feitos utilizando uma fonte de alimentação para simular uma bateria, conforme figura 10 abaixo. Como a indicação do nível de carga é feita através de LEDs, variou-se a tensão na fonte e observou-se a tensão em que cada LED era aceso.

Figura 10. Características do CI KA2284



Fonte: (AUTOR, 2023)

3.3 Configuração da Plataforma Helix

Após os testes dos circuitos, partimos para a integração do sistema com a plataforma de IoT escolhida (Helix). Para tal, a mudança mais significativa no projeto foi a substituição da placa Arduino Uno pela placa NodeMCU ESP32, devido ao fato dela possuir maior poder de processamento e já apresentar diversas funcionalidades embarcadas, como conectividade WiFi.

Com a adequação do circuito feita, prosseguimos para a configuração do sistema Helix, seguindo as instruções disponíveis em seu repositório no GitHub, conforme figura 11 abaixo. O sistema pode rodar localmente, mas como nosso objetivo é um sistema acessível através da internet, é preciso utilizar uma máquina virtual.

Figura 11. Requisitos da máquina virtual para instalação do Helix

Requirements before Helix Sandbox NG installation

Use any local hypervisor like Virtual Box, VMware and KVM or if you need a global Internet access we suggest any Cloud Service Provider (CSP) like AWS, Azure or Google.

Minimum server configuration: 1 vCPU, 1GB RAM and 16GB HDD or SSD.

Compatible with most Linux distribution, but Ubuntu Server 18.04.5 LTS has been validated exhaustively for us.

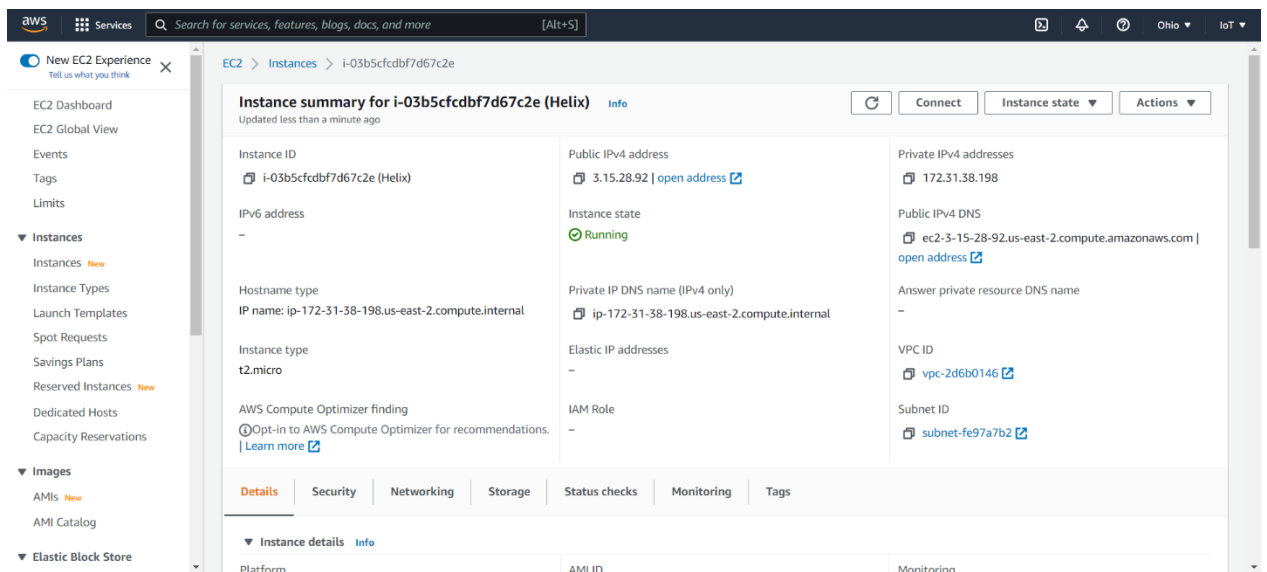
You need to open all the ports below in the firewall settings at your CSP:

Port	Transport	Protocol
22	TCP	SSH
5000	TCP	Helix Web Interface
3030	TCP	Helix Orchestrator
22443	TCP	Helix Hardware Monitor
1026	TCP	CEF Context Broker
27000	TCP	MongoDB
5050	TCP	Cygnus
1883	TCP	Eclipse-Mosquitto
4041	TCP	IoT Agent MQTT

Fonte: (AUTOR, 2023)

A provedora de serviços de nuvem (CSP) utilizada foi a AWS, pertencente a empresa Amazon, que disponibiliza um plano para uso gratuito por estudantes. Assim, a máquina virtual (VM) foi criada, conforme figura 12 abaixo.

Figura 12. Máquina virtual criada na AWS



Fonte: (AUTOR, 2023)

Após a criação e configuração da VM, a plataforma Helix pôde ser instalada utilizando os comandos abaixo (figura 13), executados em um prompt de comando conectado à VM.

Figura 13. Comando para instalação do Helix

```
git clone https://github.com/Helix-Platform/Sandbox-NG.git
cd Sandbox-NG
./install.sh
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

Por fim, o sistema foi iniciado através dos comandos presentes na figura 14.

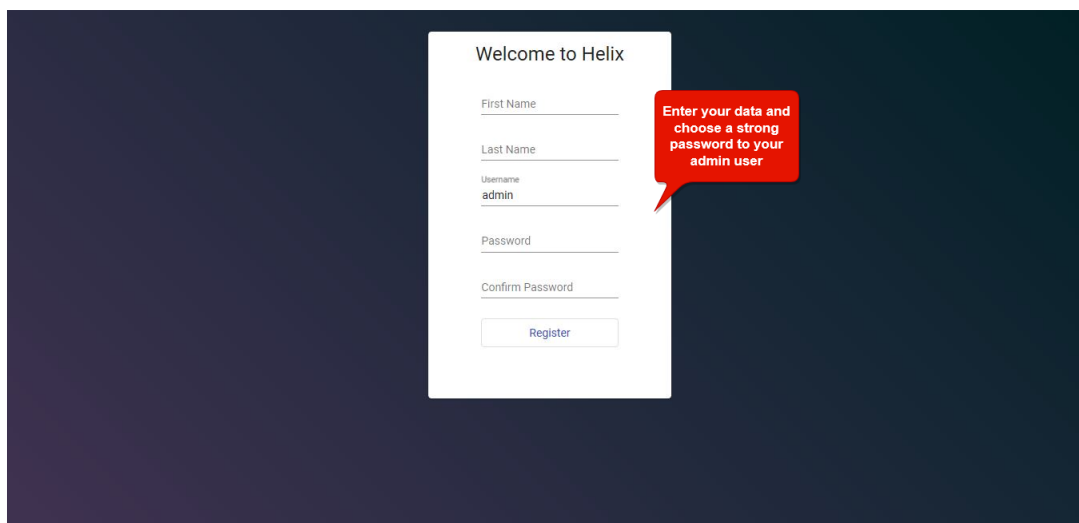
Figura 14. Comando para iniciar o sistema

```
cd Sandbox-NG
./start.sh
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

Com o sistema Helix instalado e em funcionamento, já é possível acessá-lo através de um navegador de internet, utilizando o endereço de IP da VM criada. No primeiro acesso ao sistema, uma tela solicitando o cadastro do usuário administrador e senha é exibida, conforme figura 15.

Figura 15. Tela do primeiro acesso ao sistema Helix



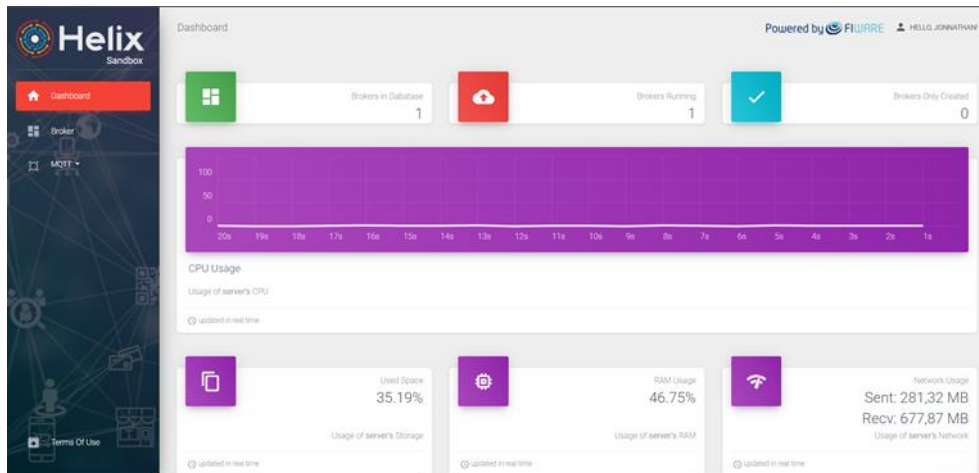
The image shows a registration form titled "Welcome to Helix" on a dark blue background. The form is white and contains the following fields: "First Name", "Last Name", "Username" (with "admin" entered), "Password", and "Confirm Password". A "Register" button is located at the bottom of the form. A red speech bubble callout points to the form with the text: "Enter your data and choose a strong password to your admin user".

Fonte: (AUTOR, 2023)

Após cadastro do usuário a tela do Dashboard de controle do Helix é exibida, permitindo a visualização de parâmetros como uso da CPU, memória RAM, quantidade de dados enviados

e recebidos, além da configuração do Context Broker e do agente para comunicação MQTT (figura 16).

Figura 16. Dashboard de controle e visualização do sistema



Fonte: (AUTOR, 2023)

3.4 Integração do circuito ao Helix

Com o sistema de back-end (Helix) em funcionamento, seguimos para integração com o circuito desenvolvido. Essa integração se resume a correta programação do microcontrolador utilizado (ESP32), incluindo a conexão à rede WiFi, a definição dos parâmetros para a conexão com o Helix, a criação da entidade do sensor de bateria no ambiente do Helix e o envio dos dados gerados para o servidor, além do tratamento dos dados recebidos pelo divisor de tensão para a obtenção da tensão da bateria. Um trecho do código utilizado pode ser visualizado na figura 17 a seguir.

Figura 17. Trecho do código utilizado no ESP32 para integração com o Helix

```

void loop(){
float tensao_esp;
int circuito = 34;

tensao_esp = (float(analogRead(circuito))/4095)*3.3; //3300 É A TENSÃO FORNECIDA
TensaoBateria = tensao_esp * relacao_divisor_tensao+0.35;
Serial.println("A tensao da bateria é de: " + String(TensaoBateria));
delay(500);

char msgTensao[20];
dtostrf(TensaoBateria,4,2,msgTensao);
Serial.println("Updating data in orion...");
orionUpdate(deviceID, msgTensao);
Serial.println("Finished updating data in orion...");
Serial.println(msgTensao);

void orionCreateEntitie(String entitieName) {

String bodyRequest = "{\"id\": \"\" + entitieName + "\", \"type\": \"sensor\", \"tension\": { \"value\": \"0\", \"type\": \"integer\"}}";
httpRequest("/entities", bodyRequest);
}

void orionUpdate(String entityID, String tensao){
String bodyRequest = "{\"tension\": { \"type\": \"float\", \"value\": \"\"+ tensao + \"\"}}";
String pathRequest = "/entities/" + entityID + "/attrs";
httpRequest(pathRequest, bodyRequest);
}

```

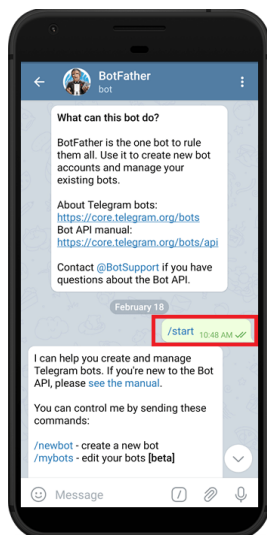
Fonte: (AUTOR, 2023)

3.5 Integração do circuito ao Telegram

A última integração do sistema envolve a plataforma de mensagens Telegram, para interação com o usuário. A configuração inicial é feita através da criação de uma conta no aplicativo Telegram disponível para dispositivos Android e IOS. Com a conta criada, é necessário criar um “bot”, que será responsável por realizar a interação com o usuário através do protocolo HTTPS. O ESP-32 irá interagir com o bot para o tratamento das mensagens recebidas e envio das respostas.

O bot pode ser criado de forma simples através da funcionalidade *BotFather* disponível no aplicativo, conforme Figura 18.

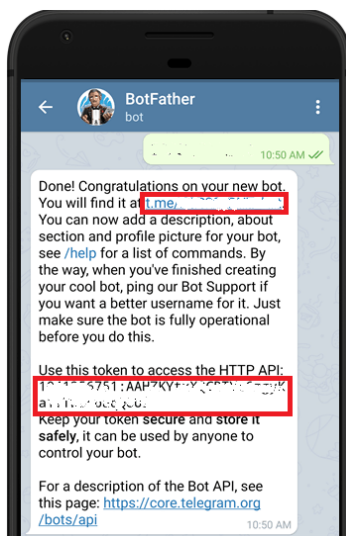
Figura 18. Criação de bot através do BotFather



Fonte: (AUTOR, 2023)

Após a criação bot, será gerado o endereço do bot bem como um token para o acesso HTTP API, que será incorporado ao código do microcontrolador ESP-32, a figura 19 ilustra esse processo.

Figura 19. Endereço e token de acesso do bot.



Fonte: (AUTOR, 2023)

Na interface de programação do ESP-32 é necessário instalar as bibliotecas que auxiliarão na integração com o Telegram, a ArduinoJson e a Universal Telegram Bot Library, que possuem os protocolos utilizados para a comunicação entre os sistemas.

Por fim a programação contendo os parâmetros do bot criado (endereço e token de acesso) e a definição das ações executadas a partir de cada comando é criada, consistindo no acionamento do sistema de indicação visual através de LEDs através dos comandos /ledon e

/ledoff e no envio das informações referentes a carga da bateria através do comando /status, conforme figura 20.

Figura 20. Trecho do código utilizado no ESP32 para integração com o Telegram

```
// Pessoa que está enviando a mensagem
String from_name = bot.messages[i].from_name;
if (from_name == "") from_name = "Convidado";

// Tratamento para cada tipo de comando a seguir.

if (text == "/ledon") {

    bot.sendMessage(chat_id, "Leds ligados", "Markdown");
    ledStatus = 1;
}

if (text == "/ledoff") {

    bot.sendMessage(chat_id, "Leds desligados", "Markdown");
    ledStatus = 0;
}

if (text == "/status") {
    String message = "Os Leds estão ";
    if(ledStatus){
        message += "ligados";
    }else{
        message += "desligados";
    }
    message += "\nA tensao da bateria é de: " + String(TensaoBateria) + " V";
    bot.sendMessage(chat_id, message, "Markdown");
}
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O circuito contendo o CI KA2284 possui um potenciômetro para se ajustar a tensão máxima a ser medida (quando todos os LEDs estarão acesos), que foi definida em 12V, porém o acionamento dos LEDs não é feito linearmente conforme a variação da tensão, seguindo a tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Quantidade de LEDs acesos conforme a tensão na fonte (CI KA2284)

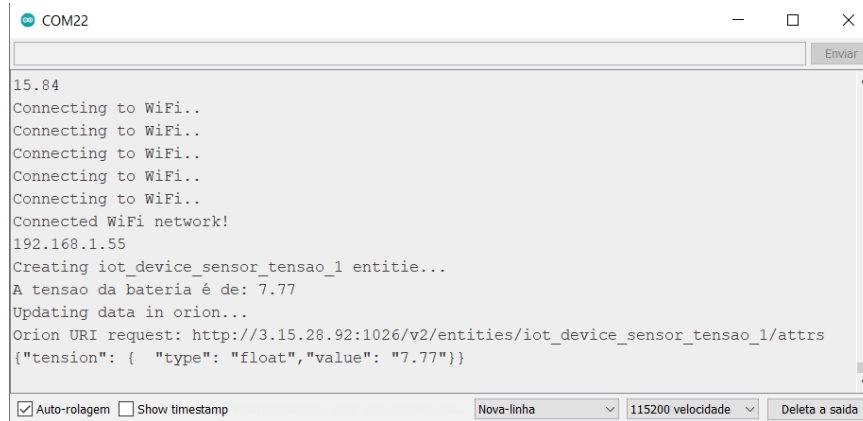
Tensão na fonte (V)	0	1,7	3,1	5,8	8,2	11,7	12
LEDs acesos	0	1	2	3	4	5	5

Após a checagem e validação dos dados gerados pelo circuito, nota-se que o circuito divisor de tensão é o mais adequado para a integração com um sistema de IoT (M. A. Fabrício, 2020), visto que o circuito comprado só consegue transmitir a tensão da bateria medida de maneira visual (LEDs), além de não possibilitar integração direta com outros sistemas.

Utilizando o circuito divisor de tensão e a placa ESP 32, foi feita a integração com a plataforma Helix previamente configurada, sendo que seu funcionamento pôde ser verificado

através do monitor serial conforme figura 21, que informa as etapas de conexão à rede WiFi, criação da entidade do sensor da bateria e o envio dos dados para a nuvem.

Figura 21. Monitoramento do funcionamento do sistema através do monitor serial

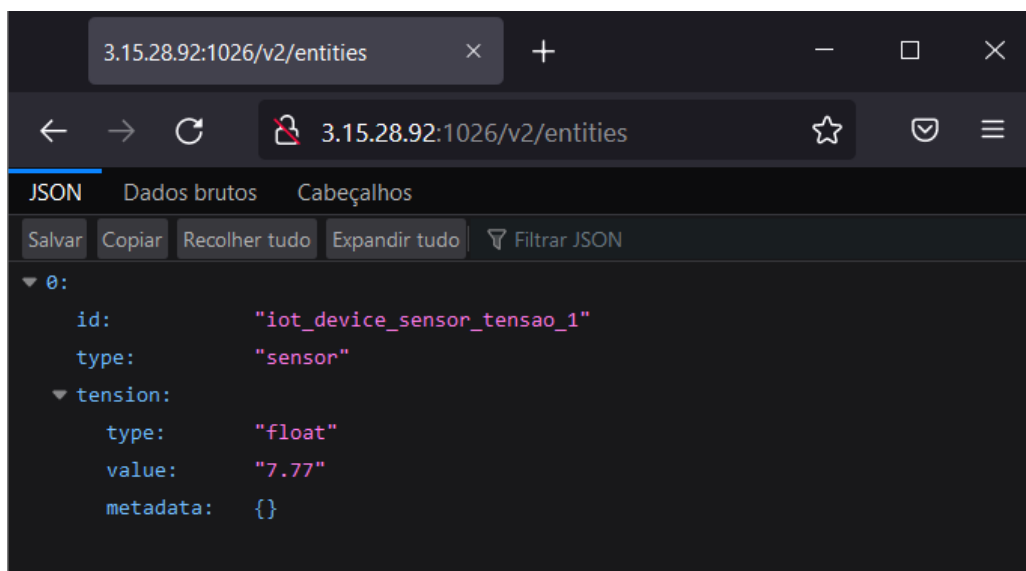


```
COM22
15.84
Connecting to WiFi..
Connecting to WiFi..
Connecting to WiFi..
Connecting to WiFi..
Connecting to WiFi..
Connected WiFi network!
192.168.1.55
Creating iot_device_sensor_tensao_1 entitie...
A tensao da bateria é de: 7.77
Updating data in orion...
Orion URI request: http://3.15.28.92:1026/v2/entities/iot_device_sensor_tensao_1/attrs
{"tension": { "type": "float", "value": "7.77"}}
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

O sucesso no envio dos dados para a plataforma Helix foi verificado através do acesso através de outro computador ao endereço da VM criada, por meio do navegador de internet Firefox, conforme figura 22. Nota-se que o valor apresentado é exatamente igual ao valor enviado pelo circuito, comprovando o correto funcionamento do sistema.

Figura 22. Visualização dos dados enviados através do navegador de internet Firefox

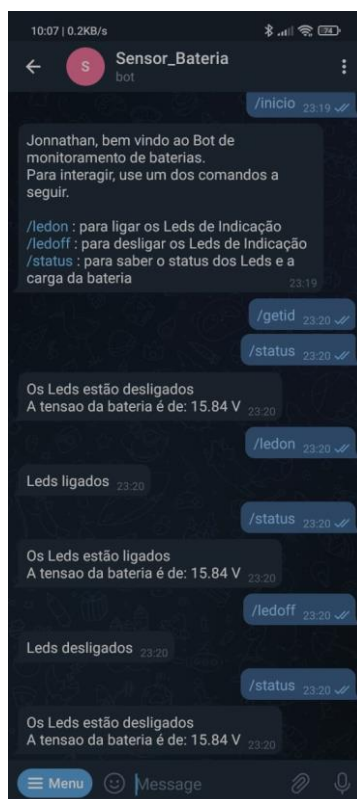


```
3.15.28.92:1026/v2/entities
3.15.28.92:1026/v2/entities
JSON Dados brutos Cabeçalhos
Salvar Copiar Recolher tudo Expandir tudo Filtrar JSON
0:
  id: "iot_device_sensor_tensao_1"
  type: "sensor"
  tension:
    type: "float"
    value: "7.77"
    metadata: {}
```

Fonte: (AUTOR, 2023)

Por fim a integração do sistema ao Telegram também pode ser verificada através de um smartphone que, após o envio dos comandos, recebeu as respostas do sistema corretamente e rapidamente, conforme figura 23.

Figura 23. Sistema em funcionamento



Fonte: (AUTOR, 2023)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescente uso de dispositivos que utilizam baterias e os problemas decorrentes de seu descarte evidencia a necessidade de uma aplicação capaz de fornecer medições precisas acerca da capacidade de carga de uma bateria, auxiliando o usuário de forma a se extrair o máximo da bateria durante sua vida útil.

O sistema proposto, envolvendo tanto conceitos simples, como um circuito divisor de tensão, quanto complexos, como sua integração com plataformas de IoT, se mostrou capaz de fornecer as informações necessárias para o usuário, de maneira intuitiva e eficiente.

Ainda que a solução apresentada atenda os requisitos propostos, trata-se de um protótipo, passível de futuras melhorias, envolvendo especialmente seu tamanho e adaptabilidade em equipamentos eletrônicos existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

All Datasheet. **Electronic Components Datasheet Search.KA2284 Datasheet (PDF) - Samsung semiconductor.** Disponível em: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/37175/SAMSUNG/KA2284.html>. Acesso em: 05 out. 2021

BAGULEY, R. **Entenda como funcionam as baterias de seus dispositivos móveis**. [S. l.], 22 mar. 2013. Disponível em: <https://computerworld.com.br/plataformas/entenda-como-funcionam-as-baterias-de-seus-dispositivos-moveis/>. Acesso em: 2 ago. 2021.

BANZI, M. e SHILOH, M.. **Primeiros passos com o Arduíno**. 2a. ed. São Paulo, Novatec, 2015.

BOYLESTAD, R. L. Introdução à análise de circuitos. 13ª edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

CABRINI, F. H., DE BARROS CASTRO FILHO, A., FILIPPO FILHO, V., KOFUJI, S. T., & MOURA, A. R. L. P. (2019, August). **Helix Sandbox: An open platform to fast prototype smart environments applications**. In 2019 IEEE 1st Sustainable Cities Latin America Conference (SCLA) (pp. 1-6). IEEE.

CABRINI, F. H., **Helix Platform**. Disponível em: <https://github.com/Helix-Platform/Sandbox-NG>. Acesso em 10 out. 2021.

DIAS, D. L. **Baterias**. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/baterias.htm>. Acesso em: 5 ago. 2021.

ELECROW. **VU meter a LED, KA2284**. Disponível em: <https://www.elecrow.com/download/VU%20meter%20a%20led,%20KA2284.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2024.

GROUP PROMOTION. **O que são controladores na automação industrial?** Disponível em: <http://www.group-promotion.com/o-que-sao-controladores-na-automacao-industrial/>. Acesso em: 3 ago. 2021.

ISIDOR, B., **Batteries in a Portable World**, 4a. ed., United States, Cadex Electronics Inc., 2019.

LYDON, Bill (ed.). **Automated guided vehicles improve production: technological advances bring greater flexibility**. InTech Magazine - ISA, [S.l.], v. 15, n. 15, ago. 2018. Disponível em: <https://www.isa.org/intech-home/2018/july-august/features/automated-guided-vehicles-improveproduction>. Acesso em: 20 ago. 2021.

M. A. FABRÍCIO, F. H. BEHRENS AND D. BIANCHINI, **Monitoring of Industrial Electrical Equipment using IoT**, in IEEE Latin America Transactions, vol. 18, no. 08, pp. 1425-1432, August 2020, doi:10.1109/TLA.2020.9111678.

MOTA, A. **O que é arduino e como funciona?** Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MOURA BATERIAS, **Descarte de baterias: o jeito certo de fazer e porque isso importa**. 23 jul. 2019. Disponível em: <https://www.moura.com.br/blog/descarte-de-baterias/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MORAIS, D., OLIVEIRA, V., JUNGER, A., & FACÓ, J. (2020). **CONCEITO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL USADO NO MERCADO DE SOFTWARES, NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E NA LITERATURA CIENTÍFICA**. Educação Profissional e Tecnológica em Revista, 2, 98-109. doi:<https://doi.org/10.36524/profept.v4i2.557>

ROCHA, F. B. et al., **Plataforma de comunicação sem fio aplicada a sistemas de irrigação**. Holos, v. 5, p. 260-273, 6 out. 2014. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

SCHNEIDER ELECTRIC. **Analisador de Baterias.** Disponível em: <https://www.se.com/br/pt/product-range/62417-analisador-de-baterias/#overview>. Acesso em 05 ago. 2021

VASQUES, F. **Sistemas de Tempo-Real. Notas de curso realizado em agosto de 2006 na Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, Brasil. Disponível em: https://www.dca.ufrn.br/~affonso/DCA_STR/aulas/introd-STR.pdf. Acesso em 05 ago. 2021