

VOLTPILOT - MONITORAMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Julia Campos Lopes*

Matheus Da Silva Torres**

Nathan Elizeu Alves Leite***

Paulo Tadeu Gonzalez Alevi****

RESUMO:

Dispositivos de monitoramento de consumo de energia elétrica, são ferramentas projetadas para calcular e registrar a quantidade de energia consumida dia a dia. Temos como objetivo, permitir que os usuários acompanhem e controlem o consumo energético através de um bot (robô predefinido para executar atividades programadas) ajudando a reduzir os custos e promover o uso consciente de energia.

PALAVRAS CHAVES:

Sensor de corrente / ESP32 / Relé / Chave Contatora / Monitoramento

*Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – camposlopesjulia96@gmail.com

**Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – matheussilvatorres8@gmail.com

***Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – nathanelizeu19@gmail.com

****Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – paulotgonzalez2810@gmail.com

I. INTRODUÇÃO.

Em um mundo cada vez mais consciente da necessidade econômica de energia e sustentabilidade, o monitoramento de energia elétrica vem ganhando importância, cada vez mais.

De acordo com o levantamento da CPFL São José do Rio Preto, distribuidora que atende 4,5 milhões de clientes no interior de São Paulo, o consumo de energia cresceu 15% entre setembro e outubro deste ano na média das 234 cidades na área de atuação. O incremento é decorrente das altas temperaturas que estão registradas no interior de São Paulo, resultando na maior utilização de aparelhos como ar-condicionado, chuveiros e refrigeradores. Somente nas cinco maiores cidades da região de São José do Rio Preto, os clientes da empresa consumiram 20,7 mil megawatts-hora (MWh) de energia a mais no mês de agosto em comparação a setembro. Na média, o aumento foi de 19%. O montante é suficiente para abastecer 8,6 mil novas residências pelo período de um ano.

Com isso, o projeto propõe o desenvolvimento para um sistema automatizado de monitoramento do consumo de energia elétrica, integrado a um bot no telegram, através de uma placa de prototipagem ESP32 (microcontrolador), Sensor de Corrente (monitora se existe fluxo de corrente elétrica em um cabo), Relé (ligar ou desligar o dispositivo), os dados coletados são enviados periodicamente ao bot, que responde com informação atualizada sobre o consumo, além de permitir o acesso com um alerta personalizado, e a Chave Contatora (componentes eletromecânicos que tem como função seccionar, ou seja, “Abrir” ou “Fechar” um circuito de alta corrente), deve ser utilizado quando o equipamento que será monitorado em questão, necessite de uma potência maior.

Objetivo geral

Proporcionar uma ferramenta eficaz e acessível, para usuários limitarem o consumo de energia em suas residências, através do telegram.

Objetivos específicos

O monitoramento do consumo de energia elétrica tem como principal objetivo informar os clientes sobre o quanto o chuveiro está consumindo, utilizando o Telegram como meio de comunicação. No entanto, isso não se limita apenas ao chuveiro; para outros dispositivos com menor potência, não é necessário utilizar a chave contatora, pois o relé é suficiente para a passagem de carga. Contudo, a chave contatora permite que o sistema não fique limitado ao VoltPilot.

É importante ressaltar que, em nosso sistema, há um limite de consumo de energia estabelecido. Quando esse limite é ultrapassado, a pessoa recebe uma mensagem de texto pelo Telegram, informando sobre o ocorrido.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Desenvolvimento pessoal e profissional

O gráfico registra que o Nathan, tem uma boa visão de sustentabilidade e um enorme carinho pelo que faz, porém precisa melhorar sua visão positiva sobre os projetos em que trabalha.

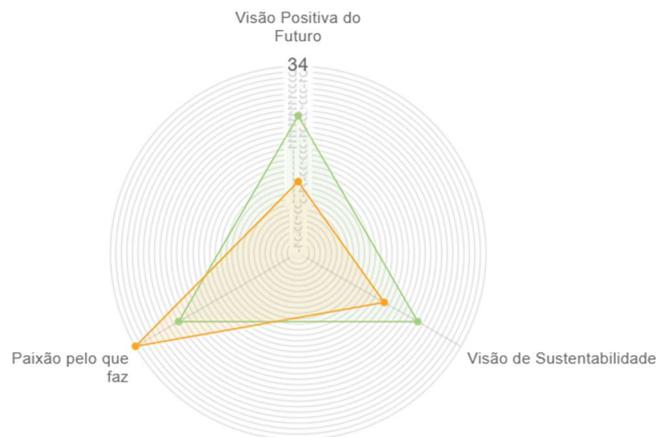
Figura 1 – Resultado da autoavaliação gerada pelo site eZAPe! Do membro, Nathan.



Fonte: eZAPe!, 2024.

De acordo com o gráfico, podemos ver que o Paulo, tem uma enorme paixão pelo que faz, porém deve melhorar nas áreas de sustentabilidade e ter uma visão mais positiva sobre as coisas.

Figura 2 – Resultado da autoavaliação gerada pelo site eZAPe! Do membro, Paulo.



Fonte: eZAPe!, 2024.

Foi observado que a Julia, tem uma grande visão de sustentabilidade, e ao contrário disso, sua visão positiva não é tão boa assim, mas ama aquilo que faz.

Figura 3 – Resultado da autoavaliação gerada pelo site eZAPe! Do membro, Julia.



Fonte: eZAPe!, 2024.

Matheus não tem uma boa perspectiva sobre sustentabilidade e uma visão boa sobre o futuro, mas em contrapartida ama o que faz.

Figura 4 – Resultado da autoavaliação gerada pelo site eZAPe! Do membro, Matheus.



Fonte: eZAPe!, 2024

2. Empreendedorismo

Ao elaborar o modelo de negócios com o auxílio do eZAPe!, foram identificados pontos relevantes para o desenvolvimento do projeto. Dentre eles, destacam-se os canais, onde o grupo concluiu que a melhor estratégia para aumentar a visibilidade será a utilização das mídias sociais, tendo como a base maior o instagram.

Figura 5 – Modelo de negócios gerado pelo site eZAPe!.

Parceiros-Chave	Atividades-Chave	Proposta de Valor	Relações com Clientes	Clientes
Professores.	Desenvolvimento de monitoramento de consumo de energia elétrica.	Realizar o monitoramento no qual está afixado o protótipo, o ESP32 irá executar os comandos a qual foi programado, assim irá extrair através do sensor de corrente, o quanto ela consome de energia, e o Relé fará o equipamento ser ativado ou desativado, por uma mensagem enviada pelo Telegram e a comunicação entre o bot e o ESP32.	Residências e redes sociais.	Domiciliados
	Recursos-Chave		Canais	
	ESP32 Sensor de corrente Relé Telegram		Vamos utilizar o marketing digital por meio das redes sócias (Instagram, Tik Tok)	
Despesas		Receitas		
Compra dos equipamentos para fazer o protótipo.		Renda própria		

Fonte: eZAPe!, 2024

3. Metodologia do projeto

Para a primeira fase do protótipo, foi utilizado o eZAPe!, para que cada um pudesse conhecer melhor os integrantes da equipe, e saber mais sobre o que seria nosso TCC - Trabalho de Conclusão de Curso.

Na segunda fase foi feita uma pesquisa no que pudesse ajudar as pessoas com gastos a mais do cotidiano e, assim, escolhemos o tema do nosso projeto, após a escolha, foi estudado e aprofundado por todos da equipe para chegar no objetivo final.

Por fim, o projeto foi separado em várias etapas, como a montagem do protótipo, as pesquisas para a documentação e a programação, cada integrante contribuiu para que o projeto fosse concluído da melhor forma, reunindo-se em datas propostas para apresentar as estatísticas e metodologias estudadas para o avanço do protótipo.

4. Fundamentação teórica

A energia elétrica é a fonte mais utilizada pelos seres humanos. O consumo de energia elétrica tem aumentado muito nos últimos anos, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Serviço de Conservação de Energia – ABESCO estima-se que 10% da energia gerada no Brasil é desperdiçada.

Os avanços da tecnologia proporcionaram aos seres humanos uma busca constante da aceleração das coisas e a mínima intervenção das mãos de obra, e isso é chamado de Indústria 4.0.

A Indústria 4.0 é caracterizada pela integração de tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), computação em nuvem, automação e análise de dados.

No projeto VoltPilot a Indústria 4.0 não só facilita a coleta de dados detalhados sobre o consumo de energia, mas também possibilita uma gestão mais inteligente, promovendo a eficiência energética e a sustentabilidade.

Componentes

Os principais componentes utilizados no VoltPilot são: Relé de 32A, ESP32, Sensor de corrente e uma chave contatora.

Relé: O Relé é um equipamento eletrônico que permite a abertura e fechamento de um circuito elétrico, ou seja, pode bloquear ou não o fluxo de corrente elétrica. A atividade desse interruptor acontece quando a corrente elétrica passa pelas espiras da bobina do relé, na qual é criado um campo magnético que atrai a alavanca encarregada pela mudança do estado dos contatos.

Figura 6 – Modelo Relé.

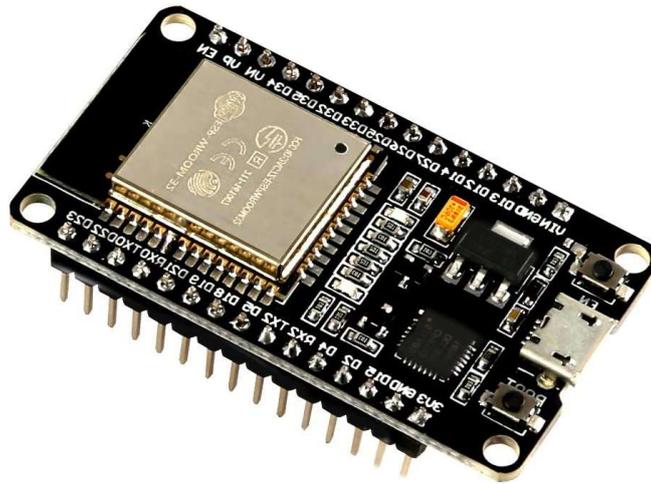


Fonte: <https://www.electroniccomp.com/1-channel-5v-relay-module-without-optocoupler>, 2024.

ESP32: A Placa ESP32 é um microcontrolador de baixo custo e eficiente em termos de energia, desenvolvido pela Espressif Systems.

É reconhecido por sua versatilidade, oferecendo suporte a Wi-Fi, Bluetooth e outras tecnologias de conexão. Com um processador dual-core de até 240 MHz, 520 KB de RAM, 4MB de memória flash interna e uma gama de periféricos, como UART, SPI, I2C e câmera, o ESP32 é ideal para projetos de IoT — que é o seu foco de criação. Entretanto, pode também ser aplicada em projetos de robótica, entretenimento, automação residencial, entre outros. Ele é programado em linguagens como C/C++ e é compatível com a Arduino IDE e o ESP-IDF da Espressif, o que torna o ESP32 uma escolha popular entre desenvolvedores.

Figura 7 – Modelo ESP32.



Fonte: <https://electroniot.com/esp-webconfig-para-esp8266-y-esp32>, 2024.

Sensor de corrente: Diferente de um sensor de corrente Efeito Hall, o Sensor de Corrente Não Invasivo 100A SCT-013 funciona utilizando o princípio do transformador de corrente. Ele consiste em um núcleo de ferrite em torno do condutor de corrente que está sendo medido.

Quando a corrente passa pelo condutor, ela cria um campo magnético proporcional à corrente. O sensor detecta esse campo magnético e o converte em um sinal elétrico proporcional à corrente medida. Este sinal é então disponibilizado na forma de saída.

Como o sensor não precisa ser inserido diretamente no circuito de corrente, é chamado de “não invasivo”, o que facilita sua instalação e uso em diversas aplicações elétricas e eletrônicas

Figura 8 – Modelo Sensor de Corrente.



Fonte: <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/corrente/sensor-de-corrente-nao-invasivo-50a-50ma-sct013-yhdc>, 2024.

Chave Contatora: O contador ou chave contatora, consiste em um dispositivo eletromecânico cuja finalidade é possibilitar, por meio de um circuito de comando, a realização do controle de cargas dentro de um circuito de potência. Essas cargas podem ser de qualquer tipo - inclusive, de tensão diferente do circuito de comando - e até mesmo apresentar múltiplas fases. Entre as principais vantagens do emprego de um contador estão: possibilidade de comando à distância, extensa vida útil mecânica, elevado número de manobras, demanda de pequeno espaço para montagem, garantia de contato imediato, tensão de operação de 85 a 110% da nominal prevista para contador e maior número de contatos. Este equipamento é formado por três partes principais: os contatos, o circuito magnético e o invólucro.

Figura 9 – Modelo Chave Contatora.



Fonte: <https://www.47eletrica.com.br/contator-tripolar-ic18-de-18a-com-1na-com-bobina-de-alimentacao-sibratec-380-vca>, 2024.

5. Dados das pesquisas

Após os primeiros testes do protótipo, obtivemos o erro na comunicação entre o ESP32 e o BOT do Telegram, ocorrendo um erro de sincronização que resultou em falha na comunicação deles, assim impossibilitando que executassem os comandos e afetando o funcionamento do circuito.

De acordo com nossas pesquisas, entrevistamos 42 pessoas, sendo 23 do sexo masculino e 19 do sexo feminino. Os resultados que obtivemos são 85.9% das respostas positivas aprovando o protótipo, tendo a menor parte 14.1%, como não útil para eles.

Figura 10 – Gráfico pesquisa feita em mostra técnica pedagógica.



Fonte: de Própria Autoria, 2024.

6. Protótipo, montagem e testes

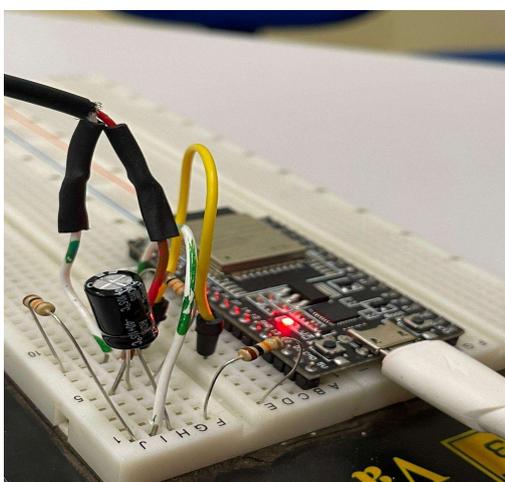
O projeto foi elaborado com base de equipamentos eletrônicos que consiste em executar tarefas simples, devido a isso, foi escolhido o sensor de corrente, para que fosse possível monitorar o gasto do equipamento, já em relação à execução do projeto, o ESP32 foi o microcontrolador escolhido para o protótipo, mas foi necessário o acréscimo do relé, para fazer o acionamento e desativamento do projeto em si. A chave contatora é essencial, para sistemas elétricos que precisam de uma segurança maior.

Os testes, se iniciaram através de um ligamento, um led, que utilizou os comandos do telegram para isso, no começo, não obtivemos sucesso, foi necessária uma alteração, pois monitorar o equipamento em tempo real, não seria possível, na atual situação, a solução foi utilizar um limite de gasto, assim, o led era acionado e o consumo, era limitado pelo cliente final, podendo optar por qualquer gasto.

Montagem do projeto:

Utilizou-se uma placa protoboard para a montagem provisória do projeto, facilitando o processo de testes e ajustes dos circuitos. Essa abordagem permite a avaliação funcional dos componentes antes da realização da soldagem final ou da produção de uma placa de circuito impresso (PCB), contribuindo para a melhoria na estética, no design e na robustez do sistema.

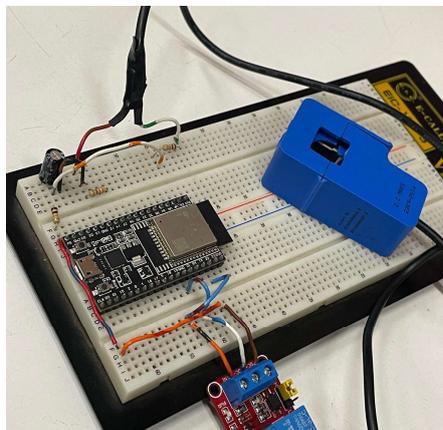
Figura 11 – Imagem do Protótipo.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Apresenta-se, a seguir, o circuito completo, contendo todos os componentes essenciais para garantir o seu funcionamento adequado, sem a ocorrência de problemas inesperados.

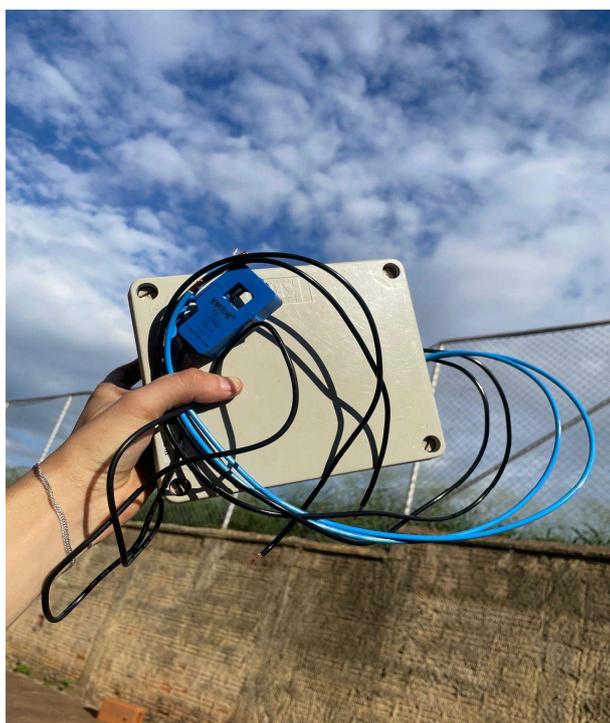
Figura 12 – Imagem do Protótipo.



Fonte: Aatoria Própria, 2024.

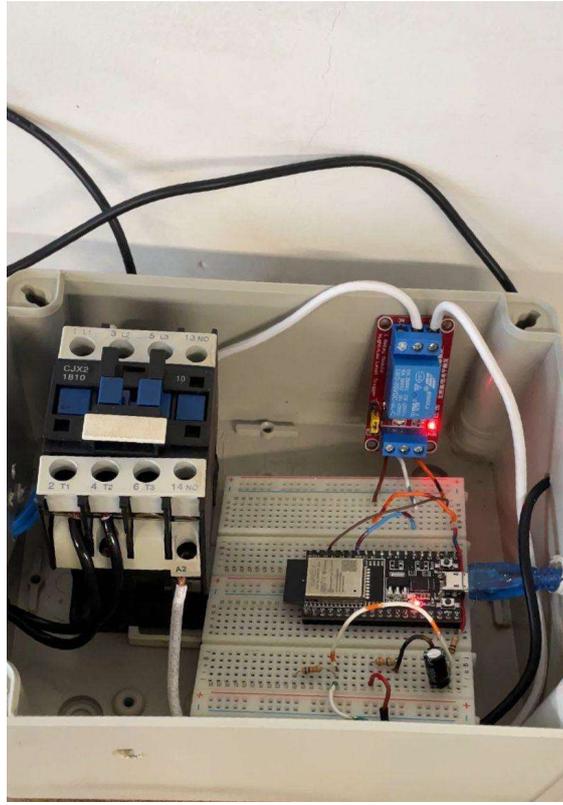
Apresenta-se a seguir o circuito completo, contendo a caixa de proteção com chave contatora, além do circuito reduzido, que proporciona uma visão simplificada do sistema. Veja nas imagens 13 e 14.

Figura 13 – Exterior Caixa de Proteção.



Fonte: Aatoria Própria, 2024.

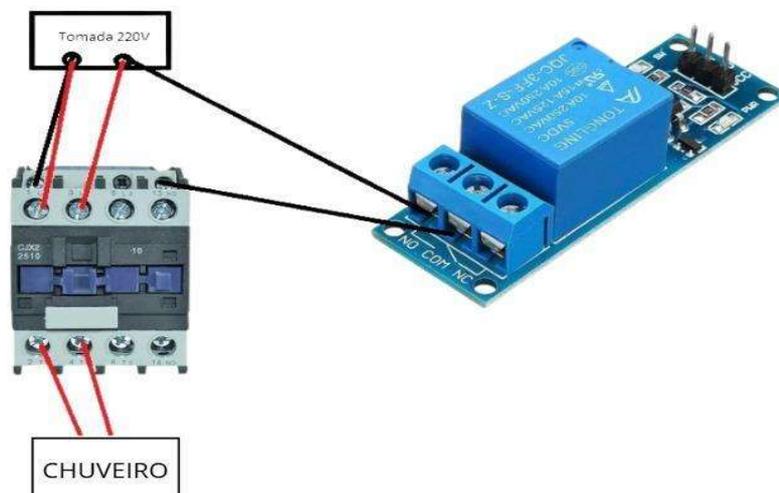
Figura 14 - Interior Caixa de Proteção.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Apresenta a seguir, a montagem do circuito que utiliza a Chave Contatora e um módulo Relé para controlar um chuveiro elétrico conectado a uma fonte de 220V.

Figura 15 - Montagem Ligamento da Chave Contatora.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Exemplo do fluxograma geral do projeto:

O ESP32: é o microcontrolador responsável por receber os dados do sensor de corrente. Ele processa essas informações e as envia para outros dispositivos. É também responsável por conectar o sistema à internet (através do Wi-Fi).

O Sensor de Corrente: mede a corrente elétrica consumida no circuito. Este sensor gera sinais que indicam o consumo de energia.

O Relé: Atua como um interruptor eletrônico, acionado pelo ESP32. Ele é usado para ligar ou desligar cargas elétricas, como motores ou equipamentos.

A Chave Contatora: É um dispositivo eletromecânico acionado pelo relé para controlar cargas de maior potência, como máquinas ou equipamentos industriais.

Nuvem: O ESP32 envia os dados coletados para a nuvem, onde podem ser armazenados e processados. Isso permite o acesso remoto às informações.

Smartphones e Computadores: os dados armazenados na nuvem podem ser acessados via smartphones ou computadores. No caso específico deste projeto, o Telegram é usado como plataforma para visualizar as informações, emitir alertas e controlar os dispositivos.

Veja na Figura 16.

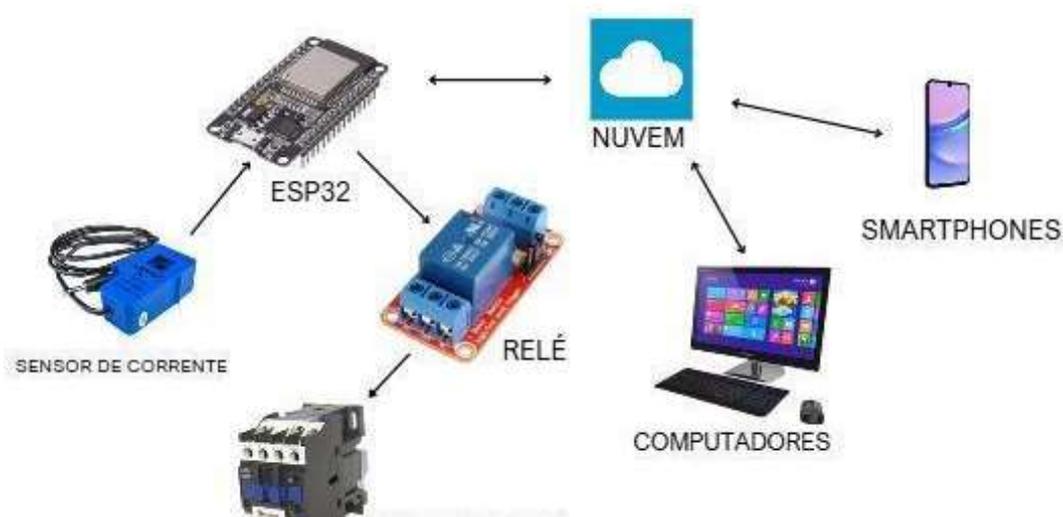


Figura 16 – Imagem do Fluxograma Geral do VoltPilot.

Diagrama de blocos:

Esse diagrama de blocos representa o sistema, utilizando componentes como ESP32, Sensor de Corrente, Relé e Chave Contatora.

Sensor de Corrente: Mede a corrente elétrica consumida pelo sistema.

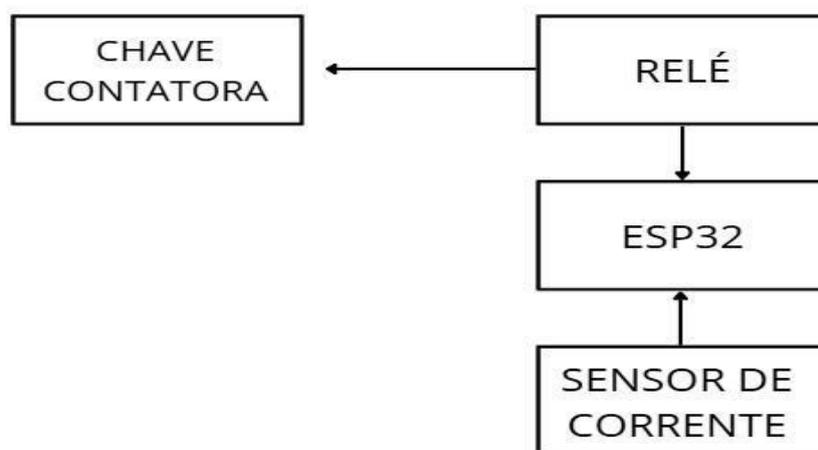
ESP32: Atua como o microcontrolador principal, processando os dados do sensor de corrente e controlando os outros elementos do circuito.

Relé: Funciona como um intermediário que conecta ou desconecta a chave contatora sob o comando do ESP32.

Chave Contatora: Permite o controle do fornecimento de energia para o circuito principal.

Veja na figura 17.

Figura 17 – Imagem do Diagrama de Blocos do VoltPilot.



Fonte: Autoria Própria, 2024

Manual Input: representa a entrada manual do usuário, para configurar e interagir com o sistema.

Inicialização Serial: configura a comunicação serial do microcontrolador (ESP32) para estabelecer o funcionamento básico do sistema.

Configuração de Pinos: define os pinos do ESP32 que serão usados, como os conectados ao sensor de corrente e ao relé.

Conexão Wi-fi: estabelece uma conexão com a rede Wi-Fi para garantir acesso à nuvem e ao Telegram.

Conexão com Telegram:

SIM: Se a conexão com o Telegram for bem-sucedida, o sistema passa para os próximos passos.

NÃO: Se a conexão falhar, o sistema pode tentar reconectar ou emitir um alerta.

Mandar Mensagem Status: envia uma mensagem ao usuário, via Telegram, indicando o status atual do sistema.

Sensor Faz Medição: o sensor de corrente mede o consumo de energia elétrica.

Chat Telegram: representa a comunicação entre o sistema e o usuário via telegram. A partir do chat (bot), o usuário pode monitorar o consumo e controlar dispositivos.

Mandar Mensagem Liga/Desliga: O sistema pode enviar mensagens de comando (ou receber) para ligar ou desligar dispositivos.

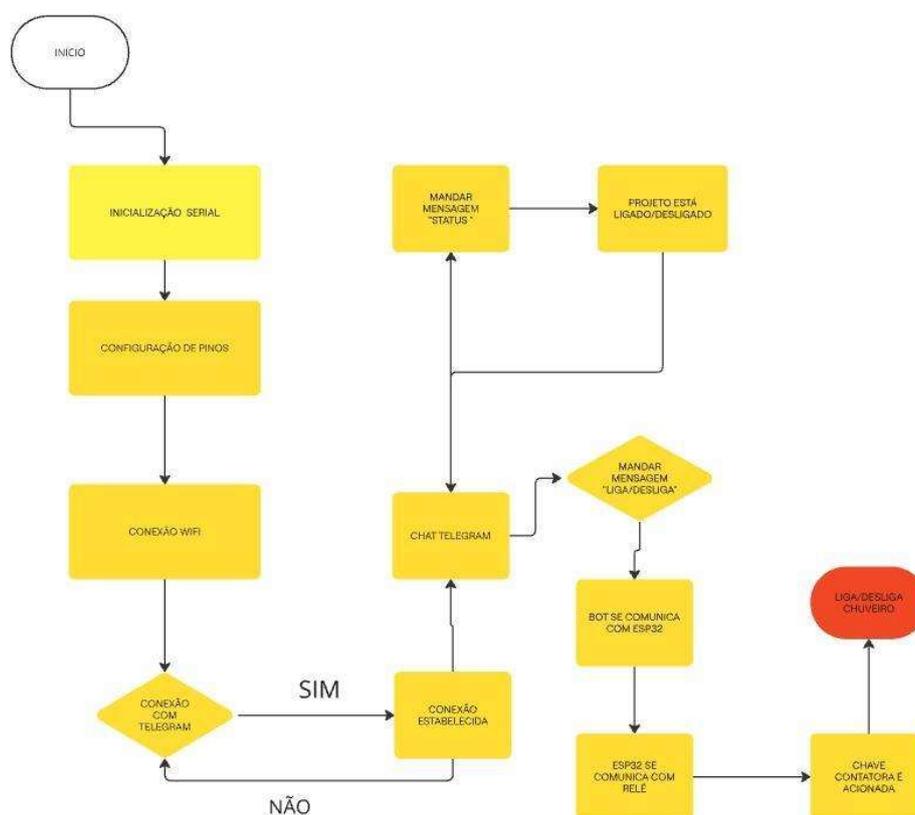
O Bot se comunica com ESP32: o bot no Telegram interage com o ESP32 para receber comandos ou enviar informações ao usuário.

ESP32 se Comunica com Relé: o ESP32 envia sinais ao relé, acionando ou desligando dispositivos.

Relé Liga/Desliga Chuveiro: neste exemplo, o relé controla o funcionamento de um chuveiro, mas poderia ser qualquer dispositivo conectado.

Veja na figura 18:

Figura 18 – Imagem do Fluxograma do VoltPilot.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

A tabela foi elaborada com base em dois levantamentos distintos: o primeiro, referente aos gastos com os componentes do projeto.

O segundo, que apresenta o custo da hora de trabalho do técnico envolvido na instalação. A pesquisa sobre o valor da hora técnica foi realizada por meio de relatos de profissionais da área, tanto aqueles que já atuaram no campo quanto os que ainda estão em atividade, sendo a coleta de dados fundamentada nas experiências e na prática profissional desses especialistas.

O levantamento dos preços dos componentes, por sua vez, foi conduzido com base nos custos efetivos que foram registrados ao longo do desenvolvimento do projeto, fornecendo uma visão precisa dos investimentos realizados.

Essas informações, possibilitam a análise detalhada dos custos envolvidos na execução do projeto, incluindo os materiais quanto aos serviços necessários para sua implementação.

Figura 19 – Imagem da Tabela de Valores.

Componentes	Quantidade	valor Un.	Valor Total
ESP32 Wroom-32D	1	R\$ 38,00	R\$ 38,00
Relé 5V 1C	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Sensor SCT-013	1	R\$ 48,00	R\$ 48,00
Protoboard 440P	1	R\$ 33,54	R\$ 33,54
Chave Contatora 18A	1	R\$ 44,86	R\$ 44,86
Resistor 30KΩ	1	R\$ 0,15	R\$ 0,15
Resistor 10KΩ	2	R\$ 0,15	R\$ 0,30
Capacitor 100uF	1	R\$ 0,35	R\$ 0,35
Mão de Obra	2	R\$ 75,00	R\$ 150,00
Valor Total			R\$ 325,20

Fonte: Aatoria Própria, 2024.

Pseudocódigo:

```

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include "EmonLib.h"           // Include Emon Library
EnergyMonitor emon1;

// Dados do WiFi, .~:
#define WIFI_SSID "Nao_Sei"
#define WIFI_PASSWORD "446666688888"
// Telegram BOT Token (Botfather)
#define BOT_TOKEN "8199460025:AAGJ7X86gXX9-bxaw5ANNx7_MEd_HXzicfA"

// Use @myidbot (IDBot) para saber qual o seu ID
#define CHAT_ID "5823234193"

const unsigned long BOT_MTBS = 1000; // mean time between scan messages
const unsigned long BOT_MTBS = 1000; // mean time between scan messages
WiFiClientSecure secured_client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, secured_client);
unsigned long bot_lasttime; // last time messages' scan has been done

const int potPin = 34;
bool flag = 1;
int i=0;
float pot =0;
float pot2=0;
const int ledPin = 22;
int ledStatus = 0;
int cont=0;

void handleNewMessages(int numNewMessages)
{
  Serial.print("handleNewMessages ");
  Serial.println(numNewMessages);
}

```

```

for (int i = 0; i < numNewMessages; i++)
{
  String chat_id = bot.messages[i].chat_id;
  String text = bot.messages[i].text;

  String from_name = bot.messages[i].from_name;
  if (from_name == "")
    from_name = "Convidado";

  if (text == "/ledon")
  {
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
    ledStatus = 1;
    bot.sendMessage(chat_id, "Led is ON", "");
  }

  if (text == "/ledoff")
  {
    ledStatus = 0;
    digitalWrite(ledPin, LOW); // turn the LED off (LOW is the voltage level)
    bot.sendMessage(chat_id, "Led desligado", "");
    pot2=0;
  }

  if (text == "/status")
  {
    if (ledStatus)
    {
      bot.sendMessage(chat_id, "Led ligado", "");
    }
    else
    {
      bot.sendMessage(chat_id, "Led desligado", "");
    }
  }
}

if (text == "/start")
{
  String welcome = "Inglês Português Welcome to Universal Arduino Telegram Bot library Bem-vindo à biblioteca Universal Arduino Telegram Bot, " + from_name + ".\n";
  welcome += "Este é o exemplo do Flash Led Bot.\n\n";
  welcome += "/ledon : to switch the Led ON\n";
  welcome += "/ledoff : to switch the Led OFF\n";
  welcome += "/status : Returns current status of LED\n";
  bot.sendMessage(chat_id, welcome, "Markdown");
}
}
}

void setup() {

  emon1.current(34, 17.1); // Current: input pin, calibration.

  Serial.begin(115200);
  emon1.current(34, 28.1); // Inicializa o sensor de corrente no pino 34, com uma constante de calibração (ajuste conforme necessário)
  Serial.println();

  pinMode(ledPin, OUTPUT); // initialize digital ledPin as an output.
  delay(1);
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // initialize pin as off (active LOW)

  //conexão da rede:
  Serial.print("Conectando WIFI ");
  Serial.print(WIFI_SSID);
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  secured_client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(1);
  }
}

```

```

}
Serial.print("\nWiFi Conectado, Endereço de IP: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

Serial.print("Tempo de recuperação: ");
configTime(0, 0, "pool.ntp.org"); // get UTC time via NTP
time_t now = time(nullptr);
while (now < 24 * 3600) {
  Serial.print(".");
  delay(10);
  now = time(nullptr);
}
Serial.println(now);

bot.sendMessage(CHAT_ID, "Bot iniciou", ""); //envia mensagem dizendo que iniciou o BOT
}

void loop() {
  double Irms = emon1.calcIrms(1480); // Calcula a corrente RMS
  double potencia = Irms * 220.0; // Calcula a potência em watts (usando 230V como exemplo)
  delay(10);
i++;
/* if( Irms < 0.3)
{
  Serial.println(" CARGA DESLIGADA");
  pot2=0
  if( cont==0)
  {
    cont++;

    String message = "CARGA DESLIGADA " ;
    bot.sendMessage(CHAT_ID, message, "");
  }
  delay(10);
}

if( Irms >0.4)
{
  cont=0;
}*/
if(i==60)
{
  i=0;
  pot2 += (pot + (potencia * 0.016));
  Serial.print(" POTENCIA: ");
  Serial.print(pot2);
  Serial.println(" W");

  Serial.print("Corrente: ");
  Serial.print(Irms);
  Serial.println(" A");

  if( pot2 > 100)
  {
    String message = "Valor maior que 100W " + String(pot2);
    Serial.println(message);
    bot.sendMessage(CHAT_ID, message, "");
    delay(10);
  }
  if (millis() - bot_lasttime > BOT_MTBS)
  {
    int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);

    while (numNewMessages)
    {
      Serial.println("obtive resposta");
      handleNewMessages(numNewMessages);
      numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
    }

    bot_lasttime = millis();
  }
}
}
}

```

7. Resultados e discussões

Conclui-se que o protótipo atingiu a meta de monitorar o consumo de energia até um determinado valor pré-estabelecido, onde uma mensagem é enviada ao telegram informando um consumo acima do limite. Com isso o usuário consegue tomar a decisão de enviar um comando para desligar o equipamento ou deixá-lo funcionar.

Existem outras opções de aplicativos para monitorar, mas foi escolhido o telegram por ser gratuito, de fácil acesso e não é necessário fazer login sempre que utilizado.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de consumo de energia elétrica integrado ao Telegram, destacando sua aplicabilidade e relevância no contexto atual.

Com o aumento da conscientização sobre eficiência energética e sustentabilidade, soluções tecnológicas acessíveis e práticas como a proposta neste estudo tornam-se cada vez mais importantes.

Através da implementação do sistema, foi possível demonstrar que o uso de plataforma de comunicação instantânea, como o Telegram, facilita o acesso às informações de consumo em tempo real.

Essa abordagem oferece uma interface amigável para o usuário, aliando tecnologia de baixo custo a funcionalidades eficientes, o que pode contribuir para a tomada de decisões mais conscientes em relação ao uso de energia elétrica.

Os resultados obtidos reforçam a viabilidade da aplicação de ferramentas de monitoramento remoto para reduzir desperdícios e promover o uso racional de recursos energéticos.

A realização deste trabalho foi uma experiência enriquecedora, tanto no aspecto técnico quanto social. O tema escolhido, monitoramento de consumo de energia elétrica, despertou interesse por ser uma questão relevante em um mundo cada vez mais voltado para a 'eficiência energética e a sustentabilidade'.

Desenvolver este projeto, permitiu compreender mais profundamente como os instrumentos eletrônicos podem ser aplicados para facilitar o dia a dia das pessoas.

A integração de soluções acessíveis, como o uso do Telegram para monitoramento remoto, mostrou que inovação não precisa ser complexa ou de alto valor para gerar impacto positivo. Além disso, foi gratificante perceber como sistemas no qual foi desenvolvido podem ajudar os usuários a economizarem energia e, conseqüentemente, reduzir custos.

De forma pessoal, este TCC também nos trouxe desafios que contribuíram para o crescimento da equipe. Desde o planejamento e desenvolvimento do sistema até a análise dos resultados, foi preciso lidar com problemas reais, aplicar o conhecimento adquirido ao longo do curso e buscar soluções criativas.

Como recomendações futuras do projeto, visamos uma melhoria em relação ao acabamento do projeto melhorando a aparência da caixa, e adicionando novos recursos de monitoramento.

Em conclusão, o projeto alcançou os objetivos propostos, demonstrando o potencial das tecnologias digitais para promover a eficiência energética e a sustentabilidade, ao mesmo tempo em que oferece uma experiência prática e acessível para os usuários finais.

Abstract:

Electricity consumption monitoring devices are tools designed to calculate and record the amount of energy consumed day by day. We aim to allow users to monitor and control energy consumption through a bot (predefined robot to perform programmed activities) helping to reduce costs and promote conscious energy use.

Keywords:

Current sensor / ESP32 / Relay / Contactor Switch / Monitoring

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Site <https://www.thomaello.com.br/studio/cpfl-sao-jose-do-rio-preto-consome-19-porcento-mais-energia-e-cpfl-paulista-sugere-dicas-de-economia/>. Acesso em 18 de Ago. 2024

Site <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2014/03/brasil-desperdicou-10-da-energia-que-produziu-em-2013.html>. Acesso em 21 Ago. 2024

Site <https://www.piscaled.com.br/modulo-rele-1-canal-5v-com-led-indicativo-220v/110v-10a>. Acesso em 27 Ago. 2024

Site <https://electroniciot.com/esp-webconfig-para-esp8266-y-esp32>. Acesso em 27 Ago. 2024

Site <https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/corrente/sensor-de-corrente-nao-invasivo-50a-50ma-sct013-yhdc>. Acessado em 10 Set. 2024

Site <https://www.47eletrica.com.br/contator-tripolar-ic18-de-18a-com-1na-com-bobina-de-alimentacao-sibratec-380-vca>. Acessado em 19 de Set. 2024

Site <https://cromatek.com.br/reles-o-que-sao-e-para-que-servem/#:~:text=O%20que%20s%C3%A3o%20e%20para%20que%20servem%20os%20rel%C3%AAs?,o%20fluxo%20de%20corrente%20el%C3%A9trica>. Acessado em 03 de Out. 2024

Site <https://www.makehero.com/produto/sensor-de-corrente-nao-invasivo-100a-sct-013/>. Acessado em 12 de Out. 2024

Site <https://victorvision.com.br/blog/placa-esp32/#:~:text=De%20forma%20geral%2C%20a%20ESP32,sua%20semelhan%C3%A7a%20com%20o%20Arduino>. Acessado em 22 de Nov. 2024

Site <https://www.leroymerlin.com.br/contator>. Acessado em 27 de Nov. 2024