

CENTRO PAULASOUZA
ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
TÉCNICO EM ELETROELETRÔNICA

ALUNOS

Pedro Gambaro Sampaio

Raphael Costa Rodrigues

Thiago Augusto Morelato Pereira

SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO
DE FECHAMENTO DE JANELAS
BASEADO EM SENSOR DE CHUVA

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

2026

ALUNOS

Pedro Gambaro Sampaio

Raphael Costa Rodrigues

Thiago Augusto Morelato Pereira

SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DE FECHAMENTO DE JANELAS BASEADO EM SENSOR DE CHUVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Técnico em Eletroeletrônica em 2026 da ETEC Philadelpho Gouvêa Netto, orientado pelo professor Mario Kenji Tamura, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Eletroeletrônica.

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por nos manter com saúde e com forças para finalizarmos esse trabalho. Somos gratos às nossas famílias pelo imenso apoio que nos permitiu manter-nos no curso. Um especial agradecimento aos Professores: José Eduardo Scarpassa, Humberto Nogueira Rodrigues, Marcos Antonio Prieto, Mario Kenji Tamura e Fernando Faitarone, por proporcionarem ideias para a melhora do projeto, e pela assistência durante todo o período do curso.

E a instituição: Philadelpho Gouvêa Netto, por proporcionar um ambiente que facilitou a execução do projeto e ensinou as bases necessárias para realizá-lo.

RESUMO

A automação tem se tornado cada vez mais presente no cotidiano, proporcionando conforto, segurança e eficiência. Sistemas automatizados aplicados em edificações permitem maior controle sobre o ambiente, reduzindo riscos e melhorando a qualidade de vida. Este trabalho visa o desenvolvimento de uma tecnologia de persiana automatizada, a ideia desse projeto veio de um dos membros do grupo, que um dia esqueceu de fechar a janela de sua casa em um dia de chuva e acabou por molhar grande parte dela o que fez ele perder tempo no qual ele não tinha para resolver esse problema, a partir dessa situação específica os membros do grupo começaram a abranger o público alvo que pode fazer proveito deste projeto como por exemplo idosos, pessoas com deficiências físicas, que possuem dificuldade de realizar tarefas consideradas simples, e também trabalhadores/estudantes que devido a suas rotinas corridas, podem acabar esquecendo de realizar essa ação simples de fechar uma janela, o que pode acabar causando uma situação que para ser resolvida vai resolver mais tempo e esforço, que muitas vezes esses grupos são incapazes de exercer e que acabam atrapalhando suas rotinas. O sistema em si fecha automaticamente as janelas quando o sensor identifica a presença de água e só permite abertura mediante a comando manual do usuário, o projeto em si se espera ser aplicado em residências, porém devido a sua natureza ele também possui capacidade para ser modificado e utilizado como uma lona que repele líquidos, podendo assim ter outras aplicações como por exemplo, controle de luminosidade que é um problema observado por pessoas próximas de um dos membros do grupo que atuam nessa área. É um sistema que foi desenvolvido para ser barato e prático podendo ser facilmente reparado e modificado, isso se deve a sua montagem que é intuitiva para qualquer usuário, tendo um mapa de cada componente para que seja facilitada sua manutenção caso haja necessidade.

Palavras-chave: Automação, Sensor de Chuva, Eletroeletrônica, Controle, Praticidad

ABSTRACT

Automation has become a very common element of people's lives, providing not only comfort and security but also efficiency. Automated Systems that are applied in edifications allow for a better customization of the environment an individual finds themselves in, that way reducing any potential risks and providing better quality of life. This project aims to develop a technology that automates household blinds, this project idea came from one of the group members who one day forgot to close the windows to his house during a rainy day, as consequence of that his house became flooded with rain water making a big mess and detracting from his already limited time to sort that issue. Based on that situation the members of the group began to think of people who could be in potential need of a product like this, and we arrived at the conclusion that people with physical disabilities, people who are of advanced age and people who are students/workers have little to no time or condition to do simple activities like closing a window or a blind, that is due to many factors like their body being limited in what it can do or forgetting to do simple day to day activities due to their lack of time and rushed routines, that make mistakes more prone to happening, these people might not have the physical capacity to sort such problems or they might have to detract from their already limited time to sort an issue that could have been easily avoided altogether making their hectic routines even more hectic and rushed. The System itself automatically closes the windows when it detects water and opens again after a while, or through manual input from the user, the project is intended for household use however, due to its nature it can be repurposed as a fabric to repel liquids, that way being possible to repurpose the project for room light, as controlling the luminous was observed to be a problematic task by people close to one of the group members who work in that area. The system was developed to be simple, cheap and practical so that way it can be easily repaired and modified according to the user's needs, that is only possible due to the intuitive nature of the project, with a mapping of every component of the whole project that allows for a easy quick and efficient maintenance, would there be any need to be any.

.Keywords: Automation, Rain Sensor, Electronics, Control, Security

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Componentes do modelo de testes.....	Página 14
Figura 2- Imagem da montagem do modelo de testes.....	Página 15
Figura 3- Diagrama de instalação.....	Página 21
Figura 4- inserção do modelo de testes à moldura.....	Página 24
Figura 5- protótipo Sensor de presença infravermelho.....	Página 24
Figura 6- instalado Motor de Passo conectado a rolo da persiana.....	Página 25
Figura 7- Primeiro modelo de testes na moldura.....	Página 25

LISTA DE TABELAS

Tabela de Custos.....	Página 24
------------------------------	------------------

SUMÁRIO

RESUMO.....	PG 3
ABSTRACT.....	PG 4
LISTA DE FIGURAS.....	PG 5
LISTA DE TABELAS.....	PG 6
SÚMARIO.....	PG 7
1. INTRODUÇÃO.....	PG 8
1.1 OBJETIVOS.....	PG 9
1.1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	PG 9
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	PG 9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	PG 9
2.1 ELETROELETRONICA.....	PG 10
2.1.2 LEI DE OHM.....	PG 10
2.2.2 MICROPROCESSADORES.....	PG 10
2.3 AUTOMAÇÃO ELETRÔNICA.....	PG 10
2.3.1 SENSORES.....	PG 11
3. DESENVOLVIMENTO.....	PG11
3.1 MODELAGEM DO SISTEMA TESTE.....	PG11
3.2 HIPÓTESE.....	PG12
3.2.1 ASPECTOS GERAIS.....	PG12
3.2.2 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO.....	PG14
3.3 MONTAGEM DO MODELO DE TESTES.....	PG17
3.4 CUSTOS DO PROJETO.....	PG 25
4. IMPLEMENTAÇÃO.....	PG 26
5. RESULTADOS.....	PG 27
6.COMENTÁRIO FINAL.....	PG28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	PG29

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica ao longo das últimas décadas tem transformado profundamente a forma como a sociedade interage com o ambiente construído. Desde os primeiros sistemas elétricos residenciais até o avanço da automação predial, observa-se um movimento contínuo em direção à otimização de processos, aumento da eficiência energética e melhoria do conforto humano. Nesse contexto, a automação residencial surge como uma resposta direta às demandas por praticidade e sustentabilidade que são temas cada vez mais prevalentes no mundo moderno.

De acordo com estudos desenvolvidos por pesquisadores como Katsuhiko Ogata e Karl Johan Åström, os sistemas de controle automático desempenham papel fundamental na integração entre sensores, atuadores e unidades de processamento. Esses sistemas são capazes de interpretar variáveis do ambiente, como temperatura, luminosidade e umidade, e tomar decisões com base em parâmetros previamente definidos. No campo da eletroeletrônica, tais aplicações têm sido amplamente exploradas para desenvolver soluções que aumentem a eficiência operacional e reduzam a intervenção humana, especialmente em ambientes residenciais e industriais.

Dentre as diversas aplicações da automação, destaca-se o desenvolvimento de sistemas inteligentes para o controle de aberturas, como janelas e persianas. A necessidade de proteção contra intempéries, como chuva e ventos fortes, aliada à busca por conforto e economia de energia, impulsiona a criação de mecanismos automatizados capazes de atuar de forma preventiva. Sensores de chuva, por exemplo, permitem que janelas sejam fechadas automaticamente ao detectar precipitações, evitando danos internos e aumentando a segurança do ambiente. Além disso, a integração com sistemas de iluminação possibilita o controle eficiente da entrada de luz natural, contribuindo para a redução do consumo energético.

Nesse cenário, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de automação para fechamento automático de janelas e controle de persianas, utilizando princípios da eletroeletrônica e da automação industrial. A proposta visa não apenas demonstrar a viabilidade técnica do sistema, mas também evidenciar sua relevância prática no mundo moderno, onde soluções inteligentes são cada vez mais valorizadas, e ao integrar sensores, circuitos de controle e atuadores, busca-se criar um sistema eficiente, seguro e acessível,

alinhado às tendências tecnológicas e às necessidades de praticidade encontradas na vida do cidadão moderno.

Essa abordagem fundamenta-se em princípios amplamente discutidos na literatura técnica e acadêmica, reforçando a importância da automação como ferramenta para melhoria da qualidade de vida. Dessa forma, a introdução deste trabalho estabelece as bases conceituais e justificativas para o desenvolvimento do projeto, destacando sua pertinência no cenário atual da engenharia eletroeletrônica

1.1 OBJETIVO

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho de conclusão de curso.

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

A ideia do sistema de automação surgiu a partir de uma situação na residência de um dos integrantes do grupo, onde se provou necessário a existência de um sistema automatizado para suas janelas, que poderia ter evitado um acidente que demandou muito mais tempo do que o necessário para ser resolvido, em uma rotina onde o tempo já é escasso . A partir dessa possibilidade apresentada, decidimos viabilizar para pessoas que têm a maior probabilidade de ter que lidar com o mesmo problema, devido a rotina ou a situação que foge do controle do indivíduo, seja por conta de falta de tempo, ou então por um detrimento físico.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Construir um protótipo e tornar o processo de instalação adaptável as condições do cliente, enquanto aplicamos conceitos trabalhados em aula, respeitando as normas de segurança, assim como aumentar a acessibilidade e adaptação do serviço em diversas variantes do produto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tópicos que foram usados para base do projeto como um todo, tendo como principais fontes estudos e conclusões realizadas durante a montagem do projeto e manuais dos componentes utilizados para a montagem.

2.1 ELETROELETRÔNICA

O Projeto foi feito para se encaixar em todos os aspectos aprendidos durante nosso curso de eletroeletrônica, tendo como principais bases o que aprendemos em automação de sistemas, montagem de sistemas, e programação de componentes. Utilizando de todos esses conhecimentos nós chegamos na conclusão de uma persiana automatizada por ser um projeto simples porém prático, podendo assim ser facilmente comercializado, produzido e modificado para ser ainda mais otimizado por outros que tenham interesse neste projeto.

2.1.1 LEI DE OHM

Foram utilizadas as leis de OHM para que não houvesse nenhum componente danificado durante os testes do projeto, como a intenção é de utilizar a quantidade mais otimizada de recursos possível tudo teve de ser calculado, para que o projeto fosse eficiente enquanto ainda fosse possível manter um custo baixo e um sistema simples.

2.2.2 MICROPROCESSADORES

Os microprocessadores possuem capacidade de controlar componentes elétricos, sendo eles o “cérebro” do projeto todo e também uma das bases mais fundamentais da Eletroeletrônica. Os microprocessadores que foram utilizados em nosso projeto são, um ESP32 para ser o controlador geral, e um módulo sensor de chuva para poder mandar o sinal para o controlador geral agindo como uma sinapse eletrônica, o sensor de chuva também possui a capacidade de ser substituído por outros sensores como de luminosidade para controle de iluminação do ambiente pois uma das capacidades do projeto é ser utilizado para agir como um filtro, seja para barrar chuvas, controlar a iluminação de um ambiente, evitar que ventos fortes indesejados passem para dentro de casa entre outras necessidades corriqueiras que podem ser facilmente resolvidas, então se conclui que um sistema de persiana conseguiria filtrar tudo isso a um custo baixo e mantendo grande parte da eficiência.

2.3 AUTOMAÇÃO ELETRÔNICA

A Automação Eletrônica serve para ter um controle sobre componentes e sistemas elétricos de forma precisa, que caso fosse realizada por seres humanos, seriam exigidos muito mais recursos e esforço para realizar o que deveria ser uma ação simples, sendo assim ela se utiliza de componentes eletrônicos feitos para atuar como se fossem um cérebro de um sistema elétrico sendo a única interferência do ser humano a sua programação.

Utilizando desse conceito podemos então automatizar sistemas elétricos inteiros com o fim principal sendo eficiência.

2.3.1 SENSORES

Os sensores são componentes elétricos que se comunicam com componentes eletrônicos para identificar circunstâncias e alterações no ambiente em que está inseridos, ou seja, assim como nosso olho, ao identificar grande concentração de luz, retrai a pupila para proteger a visão, ou o inverso, exapande para capturar mais facilmente a luz em ambientes escuros, os sensores percebem mudanças no ambiente e comunicam, através de sinais elétricos, outros componentes para eles executarem ou não, certa ação pré-programada.

3. DESENVOLVIMENTO

Este processo foi baseado em todo conteúdo trabalhado em aula, aplicando tais conceitos diretamente no projeto, toda a pesquisa foi realizada dentro da instituição de ensino com ajuda de alguns professores que nos forneceram ideias para otimização do projeto. Após se obter todo o material teórico, se iniciou a montagem do protótipo e testes, realizados fora da instituição dentro da casa de um dos integrantes do grupo, sendo refinado até o produto final.

3.1 MODELAGEM DO SISTEMA TESTE

A modelagem do sistema de testes consiste no desenvolvimento e validação de um protótipo de automação para persianas residenciais utilizando microcontrolador ESP32. O objetivo é proporcionar maior conforto, praticidade e eficiência energética ao usuário por meio do controle automatizado da abertura e fechamento da persiana.

Os métodos utilizados para o serviço de automatização da persiana seguiu as seguintes etapas:

- Definição dos componentes eletrônicos necessários para o projeto;
- Desenvolvimento da lógica de controle e programação do sistema;
- Montagem do protótipo em bancada de testes;
- Realização de testes funcionais e de segurança;
- Construção do protótipo em escala aplicável na construção civil

3.2 HIPÓTESE

A ideia tomou forma ao se utilizar apenas um motor com um sensor de fim de curso conectado em um sensor de líquidos para que, o motor recebesse um comando para fechar a janela quando identificasse o clima chuvoso. Uma ideia base para resolver o problema. A partir disso a implementação de novos dispositivos, melhorou a funcionalidade e eficiência do projeto. Um desses dispositivos utilizados foi um microcontrolador ESP-32 para manter o baixo custo e adaptabilidade do sistema, permitindo integrar, por exemplo assistentes virtuais, tais como Google Home e Alexa, que já tem uma amplo mercado de aplicação em casas planejadas.

3.2.1 ASPECTOS GERAIS

O sistema proposto utiliza o microcontrolador ESP32 como unidade central de processamento devido à sua capacidade de comunicação sem fio via Wi-Fi e Bluetooth, possibilitando a integração com aplicativos móveis e sistemas de automação residencial.

ESP32

O ESP32 é um microcontrolador de alto desempenho com conectividade Wi-Fi e Bluetooth integradas, amplamente utilizado em aplicações de Internet das Coisas (IoT). No projeto, é responsável pelo processamento das informações, controle do motor de passo e gerenciamento da lógica de funcionamento da persiana automatizada.

Motor de Passo NEMA 17

O motor de passo NEMA 17 é um atuador eletromecânico capaz de realizar movimentos precisos por meio de pulsos elétricos. Neste projeto, é utilizado para movimentar a persiana, proporcionando controle de posição e repetibilidade.

Driver A4988

O A4988 é um driver destinado ao acionamento de motores de passo bipolares. Sua função é controlar a corrente elétrica fornecida ao motor e interpretar os sinais enviados pelo ESP32, garantindo um funcionamento preciso e seguro.

Sensor de Chuva

O sensor de chuva detecta a presença de água em sua superfície por meio da variação da condutividade elétrica. Quando identifica chuva, envia um sinal ao ESP32, permitindo o fechamento automático da persiana para proteger o ambiente.

Conversor DC-DC LM2596

O LM2596 é um conversor de tensão do tipo Step-Down, utilizado para reduzir a tensão contínua de entrada para um valor inferior. No projeto, converte os 24 V da fonte em 5 V para alimentar o ESP32 e o sensor de chuva.

Fonte Colmeia 24 V / 5 A

A fonte colmeia fornece alimentação elétrica estabilizada ao sistema. Sua saída de 24 V é utilizada para alimentar o motor de passo e, por meio do conversor LM2596, os demais componentes eletrônicos.

Microinterruptor de Fim de Curso

O microinterruptor de fim de curso é utilizado para detectar a posição limite do mecanismo da persiana. Sua função é interromper o movimento do motor ao atingir o final do percurso, evitando danos mecânicos e aumentando a segurança do sistema.

Botão Liga/Desliga

O botão Push Button iluminado permite ligar e desligar o sistema manualmente. O LED integrado fornece uma indicação visual do estado de funcionamento do equipamento.

Chave Gangorra de 3 Posições

A chave gangorra de três posições possibilita o controle manual da persiana, permitindo os comandos de subir, desligar e descer, funcionando como alternativa ao modo automático.

Protoboard

A protoboard é uma placa de prototipagem utilizada para montagem e testes de circuitos eletrônicos sem a necessidade de soldagem. Sua utilização facilita alterações durante o desenvolvimento do projeto.

Jumpers

Os jumpers são cabos utilizados para realizar as conexões elétricas entre os componentes do circuito na protoboard, permitindo a transmissão de sinais e alimentação elétrica.

Persiana Blackout

A persiana blackout é o elemento mecânico automatizado pelo sistema. Sua função é bloquear a entrada de luz no ambiente, sendo acionada pelo motor de passo conforme os comandos enviados pelo ESP32.

3.2.2 DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DO SISTEMA

Para garantir o correto funcionamento do sistema de automação desenvolvido, foram realizados cálculos de corrente, potência e capacidade da fonte de alimentação, considerando todos os componentes empregados no protótipo.

O motor de passo NEMA 17 constitui o elemento de maior consumo energético do sistema. Considerando uma tensão de alimentação de 24 V e corrente nominal de 1,5 A, sua potência elétrica pode ser determinada pela Equação 1.

$$P = V \times I$$

$$P = 24 \times 1,5$$

$$P = 36 \text{ W}$$

O microcontrolador ESP32 apresenta consumo médio de aproximadamente 240 mA em operação com comunicação sem fio habilitada. Alimentado por meio de um conversor DC-DC Buck ajustado para 5 V, sua potência aproximada é:

$$P = 5 \times 0,24$$

$$P = 1,2 \text{ W}$$

O sensor de chuva FC-37 possui consumo aproximado de 20 mA, resultando em potência de:

$$P = 5 \times 0,02$$

$$P = 0,1 \text{ W}$$

O sensor infravermelho HC-SR501 consome aproximadamente 65 mA, apresentando potência de:

$$P = 5 \times 0,065$$

$$P = 0,325 \text{ W}$$

Considerando ainda os sensores de fim de curso e perdas associadas ao conversor Buck, estima-se um consumo adicional de aproximadamente 0,5 W.

A potência total do sistema é dada pela soma das potências individuais:

$$P_{\text{total}} = 36 + 1,2 + 0,1 + 0,325 + 0,5$$

$$P_{\text{total}} = 38,125 \text{ W}$$

A corrente total exigida da fonte de alimentação de 24 V pode ser calculada pela Equação 2.

$$I = P \div V$$

$$I = 38,125 \div 24$$

$$I = 1,59 \text{ A}$$

A fonte utilizada no projeto possui capacidade de fornecimento de 24 V e 5 A, totalizando potência máxima de:

$$P_{\text{fonte}} = 24 \times 5$$

$$P_{\text{fonte}} = 120 \text{ W}$$

Comparando a potência requerida pelo sistema com a potência disponível na fonte, verifica-se uma margem de segurança de aproximadamente 68%, garantindo operação estável mesmo em situações de pico de corrente durante a partida do motor.

$$\text{Margem} = [(120 - 38,125) \div 120] \times 100$$

$$\text{Margem} = 68,2\%$$

Além dos parâmetros elétricos, foi realizado um dimensionamento simplificado do torque necessário para movimentação da persiana. Considerando uma massa equivalente de 1,5 kg distribuída sobre um eixo de raio igual a 20 mm (0,02 m), o torque requerido é dado por:

$$T = F \times r$$

Onde:

$$F = m \times g$$

$$F = 1,5 \times 9,81$$

$$F = 14,72 \text{ N}$$

$$T = 14,72 \times 0,02$$

$$T = 0,294 \text{ N}\cdot\text{m}$$

O motor NEMA 17 utilizado apresenta torque típico entre 0,40 N·m e 0,60 N·m, valor superior ao torque mínimo calculado, demonstrando que o componente possui capacidade suficiente para movimentar a persiana com segurança e confiabilidade.

Os resultados obtidos demonstram que a fonte de alimentação escolhida atende plenamente às exigências do sistema, enquanto o motor selecionado apresenta torque adequado para a aplicação proposta, garantindo funcionamento eficiente e seguro do conjunto automatizado.

Fig. 1- Imagem do componentes utilizados para o protótipo desenvolvido (Protoboard, regulador de tensão, cabos específicos para protoboard, fonte 12V, adaptadores USB)



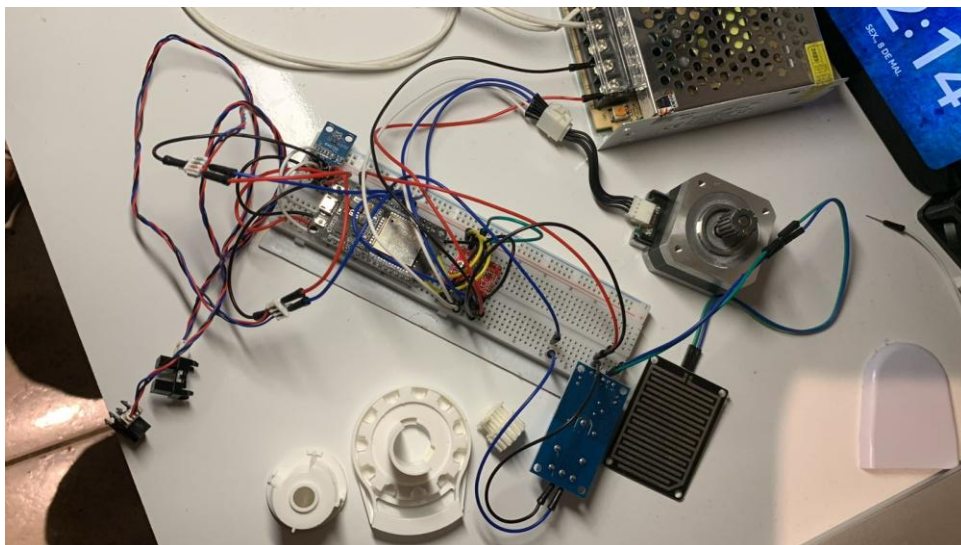
Fonte: Do próprio autor

3.3 MONTAGEM DO MODELO DE TESTES

A montagem do modelo de testes foi realizada em bancada experimental, permitindo a validação do funcionamento do sistema antes de sua instalação definitiva.

Inicialmente foi realizada a conexão entre o ESP32, os sensores e o circuito de acionamento do motor. Posteriormente, foi desenvolvido o software responsável pelo controle automático e manual da persiana.

Fig. 2- Imagem da montagem do modelo de testes.



Fonte: do próprio autor

Os testes realizados avaliaram:

- Funcionamento dos sensores de fim de curso, onde obtivemos uma resposta satisfatória.
- Estabilidade da comunicação entre os dispositivos, por meio da codificação do sistema dentro do ESP32, que atua como componente de controle, recebendo sinais e comandando as ações dos componentes adjacentes. O código presente no sistema está a seguir:

Código Fonte

```
#include <WiFi.h>

#include "SinricPro.h"

#include "SinricProSwitch.h"

#include "SinricProContactsensor.h"


// --- CONFIGURAÇÕES ---

#define WIFI_SSID      "tcc"

#define WIFI_PASS      "12345678"

#define APP_KEY        "edea9d88-1a74-4615-9110-55245e5f5521"

#define APP_SECRET     "8979944b-8b2e-4de2-b725-2cf77f1da506-2937f67c-9993-4778-89ed-02f2744d3886"


// Ids dos dispositivos (Persiana = Switch, Chuva = ContactSensor)

#define ID_PERSIANA     "6a33542a6ba33a80b97bb0ec"

#define ID_CHUVA       "6a38b5c76ba33a80b97ec7d2"


// --- PINOS ---

Const int stepPin = 12;

Const int dirPin = 14;

Const int botaoSubir = 25;

Const int botaoDescer = 26;

Const int fimCursoCima = 32;

Const int fimCursoBaixo = 33;

Const int pinoChuva = 27;
```

```

// --- VARIÁVEIS ---

Const int vCruzeiro = 1800;

Const int vArranque = 3000;

Bool motorMovendo = false;

Bool direcaoSubindo = true;

Bool sensorChuvaAtivo = false;

Int contadorRampa = 0;

// Callback para comando da Alexa (Motor)

Bool onPowerStatePersiana(const String &id, bool &state) {

    // Se estiver chovendo e o comando for de abrir (state false), bloqueia

    If (digitalRead(pinoChuva) == LOW && state == false) {

        Serial.println("Comando Alexa ignorado: Modo Chuva Ativo");

        Return true;

    }

    direcaoSubindo = !state;

    digitalWrite(dirPin, direcaoSubindo ? LOW : HIGH);

    motorMovendo = true;

    contadorRampa = 0;

    return true;

}

```

```
Void setup() {  
  
  Serial.begin(115200);  
  
  pinMode(stepPin, OUTPUT); pinMode(dirPin, OUTPUT);  
  
  pinMode(botaoSubir, INPUT_PULLUP); pinMode(botaoDescer, INPUT_PULLUP);  
  
  pinMode(fimCursoCima, INPUT_PULLUP); pinMode(fimCursoBaixo,  
INPUT_PULLUP);  
  
  pinMode(pinoChuva, INPUT_PULLUP);  
  
  
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);  
  
  
  // Registro dos dispositivos  
  
  SinricProSwitch &myPersiana = SinricPro[ID_PERSIANA];  
  
  myPersiana.onPowerState(onPowerStatePersiana);  
  
  
  SinricProContactsensor &myChuva = SinricPro[ID_CHUVA];  
  
  
  SinricPro.begin(APP_KEY, APP_SECRET);  
}
```

```

Void loop() {

  SinricPro.handle();

  // 1. Monitoramento Chuva

  Bool leituraChuva = (digitalRead(pinoChuva) == LOW);

  If (leituraChuva != sensorChuvaAtivo) {

    sensorChuvaAtivo = leituraChuva;

    SinricPro.ContactSensor &myChuva = SinricPro[ID_CHUVA];

    myChuva.sendContactEvent(sensorChuvaAtivo); // true = chuva, false = sem chuva

    if (sensorChuvaAtivo) {

      direcaoSubindo = false; // Força fechar

      digitalWrite(dirPin, HIGH);

      motorMovendo = true;

      contadorRampa = 0;

    }

  }

  // 2. Controle Manual (Override Físico)

  If (digitalRead(botaoSubir) == LOW || digitalRead(botaoDescer) == LOW) {

    If (motorMovendo) {

      motorMovendo = false;

    } else {

      direcaoSubindo = (digitalRead(botaoSubir) == LOW);

      digitalWrite(dirPin, direcaoSubindo ? LOW : HIGH);

      motorMovendo = true;
    }
  }
}

```

```

    Delay(300);

}

// 3. Execução do Motor com Rampa

If (motorMovendo) {

    If ((direcaoSubindo && digitalRead(fimCursoCima) == LOW) ||

        (!direcaoSubindo && digitalRead(fimCursoBaixo) == LOW)) {

        motorMovendo = false;

    } else {

        Int delayAtual = (contadorRampa < 200) ? map(contadorRampa, 0, 200, vArranque,
vCruzeiro) : vCruzeiro;

        digitalWrite(stepPin, HIGH); delayMicroseconds(delayAtual);

        digitalWrite(stepPin, LOW); delayMicroseconds(delayAtual);

        contadorRampa++;

    }

}

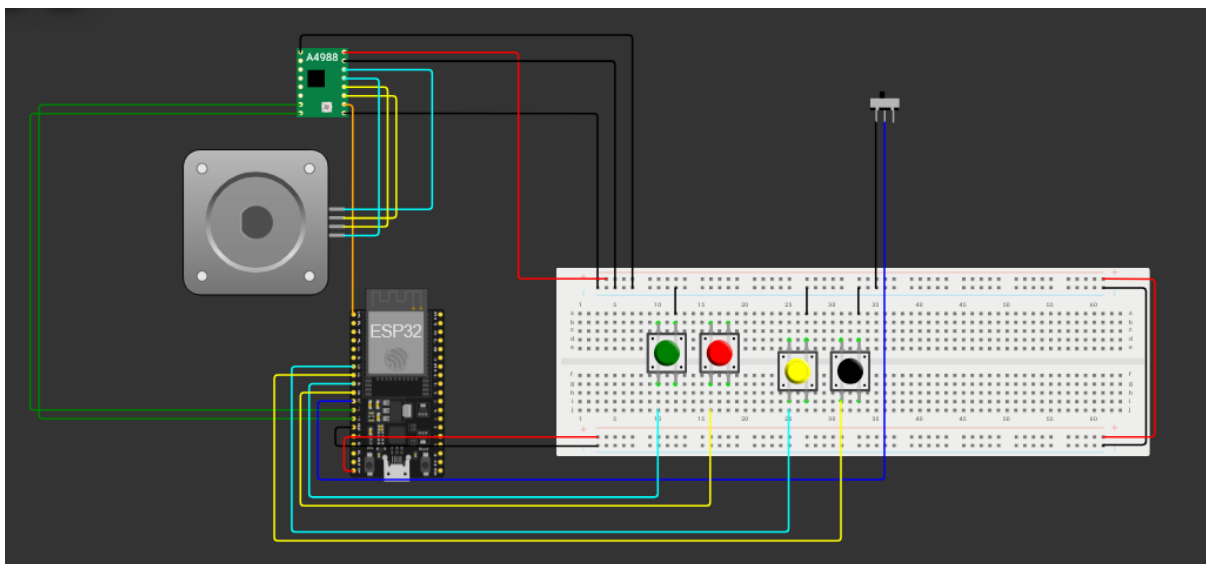
}

```

Fonte: Do próprio autor

Com o código instalado no microcontrolador, as conexões com os componentes feitas a partir do diagrama a seguir:

Fig 3- Diagrama de instalação



ESP32

GPIO12 ----- STEP

GPIO14 ----- DIR

|
|

A4988

|
|

Bipolar Stepper Motor

GPIO25 ---- Botão Subir ----- GND

GPIO26 ---- Botão Descer ----- GND

GPIO33 ---- Fim Curso Baixo ---- GND

ESP32 3V3 ---- VDD A4988

GPIO32 ---- Fim Curso Cima ----- GND

GPIO27 ---- Slide Switch ----- GND

ESP32 GND ---- GND A4988

Os botões a esquerda inferior, agem como os Sensores de Fim de curso; o Slide switch como sensor de chuva.

Fonte: Diagrama feito no “Wokii.com pelo próprio autor”

Ao se concluir a organização dos componentes, os testes prosseguiram analisando o/a:

- Tempo de resposta aos comandos;
- Precisão do posicionamento da persiana;
- Consumo de energia do sistema;
- Eficiência dos mecanismos de segurança;

Após a realização dos testes, verificou-se que o sistema apresentou funcionamento adequado, executando a abertura e o fechamento da persiana de forma automática, segura e eficiente.

Os resultados demonstraram a viabilidade técnica da solução proposta, atendendo aos objetivos estabelecidos para o projeto.

3.4 CUSTOS DO PROJETO

A Tabela a seguir apresenta os custos estimados dos componentes empregados na construção do protótipo de automação da persiana. Os valores foram obtidos a partir de consultas realizadas em fornecedores nacionais de componentes eletrônicos e materiais de construção, podendo sofrer variações conforme a região, disponibilidade de estoque e data de aquisição.

O custo total estimado para a montagem do sistema foi de aproximadamente R\$ 488,25, contemplando componentes eletrônicos, estrutura mecânica, elementos de fixação e a persiana utilizada no desenvolvimento do projeto.

TABELA DE CUSTOS

ITEM	QTD.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
ESP32 DevKit V1	1	45,90	45,90
Motor de Passo NEMA 17	1	75,90	75,90
Driver A4988	1	10,36	10,36
Sensor de Chuva/Umidade	1	7,50	7,50
Conversor DC-DC LM2596 (Step-Down)	1	17,80	17,80
Fonte Colmeia 24 V 5 A	1	26,46	26,46
Microinterruptor (Fim de Curso)	2	6,40	12,80
Botão Push Button LED Azul	1	19,85	19,85
Chave Gangorra 3 Posições	1	9,49	9,49
Protoboard 830 Pontos	1	9,78	9,78
Kit de Jumpers	1	13,41	13,41
Persiana Blackout	1	80,00	80,00
Parafusos Diversos	1	15,00	15,00
Tábuas de Madeira 70 cm	2	15,00	30,00
Tábuas de Madeira 50 cm	1	12,00	12,00
Tábuas de Madeira 30 cm	2	8,00	16,00
Mão de Obra (Montagem e Testes)	1	200,00	200,00
CUSTO TOTAL ESTIMADO			R\$ 688,25

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Os valores apresentados foram obtidos por meio de consulta a fornecedores, realizada em junho de 2026.

4. IMPLEMENTAÇÃO

Após a montagem do modelo finalizada, ele foi equipado, com um sensor de chuva colocado no topo da moldura da janela, conectado ao ESP-32, utilizando uma Fonte Colmeia(12v 5a 110v 220v 60w) como alimentação provisória.

Esse setup provisório foi utilizado para testes e correção de erros do projeto, após isso uma remontagem foi feita para evitar problemas no funcionamento do sistema e acabamentos foram feitos na moldura da janela para melhor organização dos circuitos e componentes do sistema fazendo com que ele ficasse com um visual mais limpo. Além disso foi adicionada integração com a Alexa, assistente virtual da amazon, para comandos de voz.

Fig 4- inserção do modelo de testes à moldura do protótipo



Fonte: do próprio autor

Fig. 5- Sensor de presença infravermelho instalado na base da moldura do protótipo como medida de segurança.



Fonte: do próprio autor

5. RESULTADOS

O resultado final do projeto funciona sem falhas, todos os componentes foram calibrados e passaram por revisões para que não houvesse nenhum problema no funcionamento real.

Fig. 6 e 7- Motor de Passo conectado a rolo da persiana; primeiro modelo de testes na moldura



Fonte: do próprio autor

Todos os componentes estão presentes na parte superior e são cobertos por uma moldura retirável (não mostrada nas imagens acima) para que não ocorram danos durante o funcionamento proposto de ser exposto a chuva. O único componente que está exposto a chuva é o sensor de chuva que manda seu sinal para o ESP-32 que então automaticamente fecha a lona da persiana, após isso ela abre normalmente quando não há nenhum líquido no sensor ou por interferência externa do cliente.

Nas imagens acima também são mostrados os sensores de fim de curso e rolamento utilizados para o funcionamento da lona e régua da persiana feitos de partes mais em conta que cobrem a mesma função por um preço menor, podendo assim ser facilmente reparado e mantido á um custo relativamente baixo, comparado com uma persiana normal, que realizaria a mesma função porém custando mais para obter e realizar manutenção.

6. COMENTÁRIO FINAL

Portanto, nosso objetivo com este projeto foi concluído com sucesso: Uma persiana automatizada que serve para atender necessidades do consumidor médio, facilitando suas vidas e por um preço mais acessível do que o que você encontra no mercado atual, além de atender necessidades de pessoas com deficiências físicas e geográficas, dando menos dor de cabeça para pessoas com rotinas puxadas devido a seus trabalhos ou dificuldades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÅSTRÖM, Karl Johan; MURRAY, Richard M. Sistemas de controle para engenharia. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CAPELLI, Alexandre. Automação industrial: controle do movimento e processos contínuos. 3. ed. São Paulo: Érica, 2013.

FOWLER, Richard J. Fundamentos de eletricidade: corrente contínua e alternada. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

MALVINO, Albert Paul; BATES, David J. Eletrônica. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. v. 1.

NILSSON, James William; RIEDEL, Susan A. Circuitos elétricos. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2016.

OGATA, Katsuhiko. Engenharia de controle moderno. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SOUZA, David José de. Desbravando o ESP32. São Paulo: Novatec, 2021.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. Sensores industriais: fundamentos e aplicações. 8. ed. São Paulo: Érica, 2018.

ESPRESSIF SYSTEMS. ESP32 Series Datasheet. Shanghai, 2025. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. Acesso em: 21 jun. 2026.

ESPRESSIF SYSTEMS. ESP-IDF Programming Guide. Shanghai, 2026. Disponível em: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/>. Acesso em: 21 jun. 2026.

ARDUINO. Arduino Documentation. Disponível em: <https://docs.arduino.cc>. Acesso em: 21 jun. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). Segurança em instalações elétricas. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro>. Acesso em: 21 jun. 2026.

ARDUINO E CIA. ESP32 Development Board WiFi Bluetooth. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/esp32-development-board-wifi-bluetooth>. Acesso em: 24 jun. 2026.

ARDUINO E CIA. Driver para Motor de Passo A4988. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/driver-motor-passo-a4988>. Acesso em: 24 jun. 2026.

CURTO CIRCUITO. Motor de Passo NEMA 17 12V. Disponível em: <https://curtocircuito.com.br/motor-de-passo-nema17>. Acesso em: 24 jun. 2026.

USINAINFO. Módulo Sensor de Chuva para Arduino. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensores-arduino/modulo-sensor-de-chuva-arduino-337.html>. Acesso em: 24 jun. 2026.

USINAINFO. Conversor DC-DC Step Down LM2596. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/conversores-dc-dc/modulo-step-down-lm2596-3120.html>. Acesso em: 24 jun. 2026.

MERCADO LIVRE. Fonte Colmeia 12V 5A. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.

MERCADO LIVRE. Microinterruptor Snap Action. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.

MERCADO LIVRE. Botão Push Button LED Azul 12V. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.

MERCADO LIVRE. Chave Gangorra 3 Posições. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.

MERCADO LIVRE. Protoboard 830 Pontos. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.

MERCADO LIVRE. Kit Jumpers para Protoboard. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.

LEROY MERLIN. Madeiras para Marcenaria e Construção. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.

LEROY MERLIN. Parafusos e Elementos de Fixação. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2026.