

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**1 Ten GABRIEL MOYSÉS DELFINO
1 Ten REBECA CALAZANS DE BRITO**

**SISTEMAS EMBARCADOS COM USO DE RASPBERRY PARA
CONTROLE DE PLUGS DE ENERGIA**

**Rio de Janeiro
2018**

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

1 Ten GABRIEL MOYSÉS DELFINO
1 Ten REBECA CALAZANS DE BRITO

**SISTEMAS EMBARCADOS COM USO DE RASPBERRY
PARA CONTROLE DE PLUGS DE ENERGIA**

Projeto de Fim de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Computação.

Orientadora: Prof^ª. Paulo Rosa - D.Sc.

Rio de Janeiro
2018

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
Praça General Tibúrcio, 80 - Praia Vermelha
Rio de Janeiro - RJ CEP 22290-270

Este exemplar é de propriedade do Instituto Militar de Engenharia, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmar ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).

004.69 Delfino, Gabriel Moys.s
S586e Sistemas Embarcados com uso de Raspberry para controle de Plugs de energia / Gabriel Moysés Delfino, Rebeca Calazans de Brito, orientado por Paulo Rosa - Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2018.

23p.: il.

Projeto de Fim de Curso (graduação) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2018.

1. Curso de Graduação em Engenharia de Computação - projeto de fim de curso. 1. Palavra 01. 2. Palavra 02. 3. Palavra 03. I. Rosa, Paulo . II. Título. III. Instituto Militar de Engenharia.

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

1 Ten GABRIEL MOYSÉS DELFINO
1 Ten REBECA CALAZANS DE BRITO

**SISTEMAS EMBARCADOS COM USO DE RASPBERRY
PARA CONTROLE DE PLUGS DE ENERGIA**

Projeto de Fim de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Computação.

Orientadora: Prof^a. Paulo Rosa - D.Sc.

Aprovado em 10 de Julho de 2018 pela seguinte Banca Examinadora:

Prof^a. Paulo Rosa - D.Sc. do IME - Presidente

Rio de Janeiro
2018

Ao Instituto Militar de Engenharia, alicerce da minha formação e aperfeiçoamento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que me incentivaram, apoiaram e possibilitaram esta oportunidade de ampliar meus horizontes.

Meus familiares, cônjuge e mestres.

Em especial ao meu Professor Orientador Dr. Paulo Rosa, por suas disponibilidades e atenções.

“Sem publicação, a ciência é morta. ”

GERARD PIEL

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
1 ESBOÇO	10
2 OBJETIVOS	13
3 MATERIAIS NECESSÁRIOS	14
4 TRABALHOS RELACIONADOS	15
4.1 Practical, cheap Smart Home implementation with general purpose embedded hardware Raspberry Pi.....	15
4.2 Um sistema de identificação e adaptação pervasivo para a casa inteligente utilizando sistemas multiagentes	15
5 RESULTADOS ESPERADOS	16
6 EXPERIMENTOS E RESULTADOS	17
6.1 Aplicação Android	17
6.2 Configurações da mensagem enviada	17
6.3 Configurações de conexão cliente	20
6.4 Configurações do Raspberry Pi.....	20
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
7.1 Conclusão	21
7.2 Trabalhos futuros	21
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG.1.1	Materiais utilizados	11
FIG.1.2	Ilustração do esboço	12
FIG.6.1	Tela inicial da aplicação	18
FIG.6.2	Tela de agendamento de eventos futuros	19

RESUMO

O trabalho em tela pretende explicitar todo o trabalho desenvolvido ao longo do projeto de Sistemas Embarcados com uso de raspberry PI para controle de plugs de energia. Pretendendo facilitar atividades rotineiras, principalmente ligadas à vida doméstica, o protótipo desenvolvido para atuar em ambientes fechados permite o controle do fluxo de energia elétrica, interrompendo ou retomando-o de acordo com programação específica de horário ou ação realizada em smartphone pelo usuário.

1 ESBOÇO

A ideia principal do projeto é desenvolver um sistema embarcado utilizando Raspberry Pi para controle de plugs elétrico. Programar-se-á o computador para ativar e desativar, de acordo com demanda do usuário ou através de rotinas pré-definidas, um plug elétrico. Dentro de diversas diferentes aplicabilidades, destacam-se como exemplos a possibilidade de programar o fornecimento de energia a uma cafeteira elétrica as seis da manhã e o desligamento de luminária através de controle do usuário. A consequência direta é possibilitar ao programador acordar tendo seu café já preparado ou desligar remotamente o fornecimento de energia da luminária, apagando a luz da mesma.



Smartphone



Plug de energia



Conexão à internet



Raspberry Pi



Relé

FIG. 1.1: Materiais utilizados

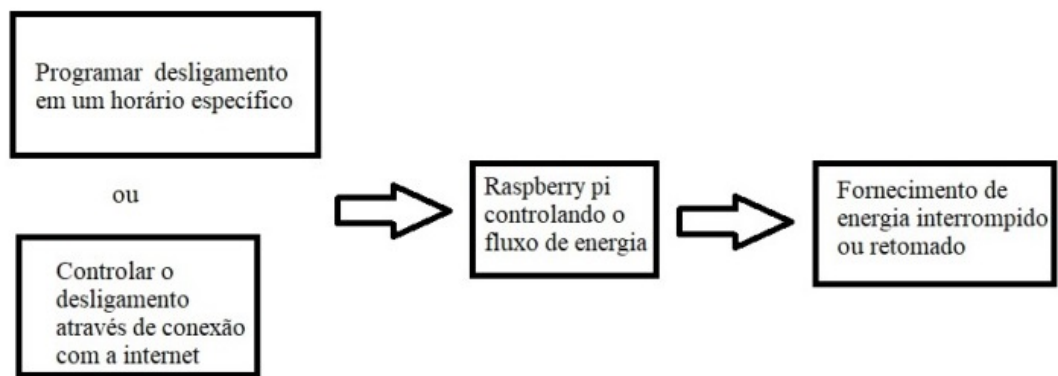


FIG. 1.2: Ilustração do esboço

2 OBJETIVOS

- Montar uma estrutura na qual é possível controlar o fornecimento de energia ao plug elétrico;
- Programar o Raspberry Pi para regular o fornecimento de energia de acordo com uma rotina de horários pré estabelecida; e
- Permitir ao usuário interromper ou iniciar o fornecimento de energia, bem como atualizar a rotina previamente explicitada, de forma remota.

3 MATERIAIS NECESSÁRIOS

a) Raspberry Pi 3 Model B

1) Quantidade: 1 (um)

2) Preço: 241,00 reais

b) Relé

1) Quantidade: 1 (um)

2) Preço: 5,00 reais

c) Filtro de linha

1) Quantidade: 1 (um)

2) Preço: 21,00 reais

4 TRABALHOS RELACIONADOS

4.1 PRACTICAL, CHEAP SMART HOME IMPLEMENTATION WITH GENERAL PURPOSE EMBEDDED HARDWARE RASPBERRY PI

O projeto em Hristijan Stojanoski e Salem (2017) propõe a automação de qualquer casa através da utilização de dispositivos existentes na casa e Raspberry Pi como controlador. A principal característica proposta nesse sistema é a escalabilidade, visto que o sistema deve atender a um número ilimitado de dispositivos. Esses dispositivos estão divididos dentro do projeto em 2 tipos: dispositivos ON/OFF, que são dispositivos simples de 2 estados e dispositivos inteligentes, que possuem sensores e podem iniciar comunicação com o Raspberry Pi.

4.2 UM SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO E ADAPTAÇÃO PERVASIVO PARA A CASA INTELIGENTE UTILIZANDO SISTEMAS MULTIAGENTES

O trabalho em Botelho (2005) propõe um sistema de casa inteligente que ajusta temperatura e luminosidade dos ambientes de acordo com as preferências de um conjunto de ocupantes. O sistema deve ser capaz de identificar os membros através de um conjunto de sensores, deve ainda permitir diferenciação entre moradores e convidados e permitir a adição de novos membros.

5 RESULTADOS ESPERADOS

Projetado para tornar mais práticas algumas atividades rotineiras, o projeto em tela interromperá ou retomará o fornecimento de energia a comando, tendo sido previamente programado ou através de comando enviado por um smartphone conectado a rede. Assim sendo, a utilização completa das funcionalidades oferecidas dependerá de conexão com a internet. Além disso, prevê-se como essencial a disponibilidade de energia elétrica, sendo o controle desse fluxo objetivo fim do projeto desenvolvido. Com o intuito de garantir a segurança dos usuários e preservar a vida útil do protótipo, o mesmo tem utilização prevista apenas em ambientes fechados, longe de líquidos e temperaturas extremas, respeitando também os requisitos de permitir conexão com a internet e disponibilizar energia elétrica.

Espera-se satisfatoriamente programar a interrupção e retomada de energia em horários específicos e por meio de solicitação via smartphone. O controle será gerenciado pelo raspberry que com percentual de acerto próximo da unanimidade irá transitar entre as opções permitidas pelo relé. A expectativa de precisão das transições do relé é também próxima de 100% dentro do tempo de vida útil dos componentes. Espera-se grande aceitação por parte do público, visto que o custo agregado para se ter o dispositivo é relativamente baixo quando comparado a outros eletrodomésticos inteligentes e as possibilidades de utilização são diversas, indo desde desligamento remoto de luminárias até acionamento automático de cafeteiras para se ter café pronto logo ao acordar. com compatibilidade total com qualquer equipamento que utiliza tomadas como fonte de energia.

6 EXPERIMENTOS E RESULTADOS

Conseguiu-se, satisfatoriamente, desenvolver aplicação Android que regulasse o fornecimento de energia de um plug elétrico. A comunicação deu-se através de Socket pelo envio e recebimento de string que continham toda a informação necessária e suficiente para o procedimento.

6.1 APLICAÇÃO ANDROID

Através de uma interface intuitiva e de fácil utilização, possibilitou-se ao usuário ligar ou desligar o plug, realizar agendamento de um evento ou apagar o agendamento de um evento. A figura a seguir mostra a tela inicial do aplicativo, na qual é possível identificar as diferentes opções de ações a serem executadas.

Os botões “TURN ON” e “TURN OFF” ligam e desligam o fornecimento de energia, respectivamente. Os botões “SCHEDULE” e “ERASE ACTIVITY”, por sua vez, estão relacionado ao agendamento de eventos. Abrir-se-á nova página para marcação de eventos ao clicar sobre esses botões. A nova tela pode ser vista na figura a seguir.

Fica claro, então, pela observação da figura 6.2, que o usuário deverá inserir data e dias para os quais o evento deve acontecer. Além disso, deve-se fornecer qual a intenção do evento, ou seja, se ele busca iniciar o fornecimento de energia ou encerrar o mesmo.

6.2 CONFIGURAÇÕES DA MENSAGEM ENVIADA

A mensagem enviada é responsável por conter toda a informação necessária e suficiente para que seja determinada de maneira inequívoca se o fornecimento de energia deve estar ativo ou não e em qual momento esse status deve estar nessa configuração.

O primeiro passo, então, é informar se a mensagem contém um evento de ação mediata ou se representa um agendamento. Isso é feito através da primeira flag, um inteiro que assume valores 0 ou 1, sendo o primeiro deles responsável pelo agendamento. No caso da primeira flag ter valor 1, então, basta-se acionar uma segunda flag para informar se o sistema deve fornecer energia ou impossibilitar o fornecimento de energia, recebendo valores 1 e 0 para cada uma das ações, respectivamente.

Dentro do contexto de realizar um agendamento, a primeira flag deve assumir valor igual a 0. Adicionar-se-á, então os valores inseridos para a hora, primeiramente os minutos

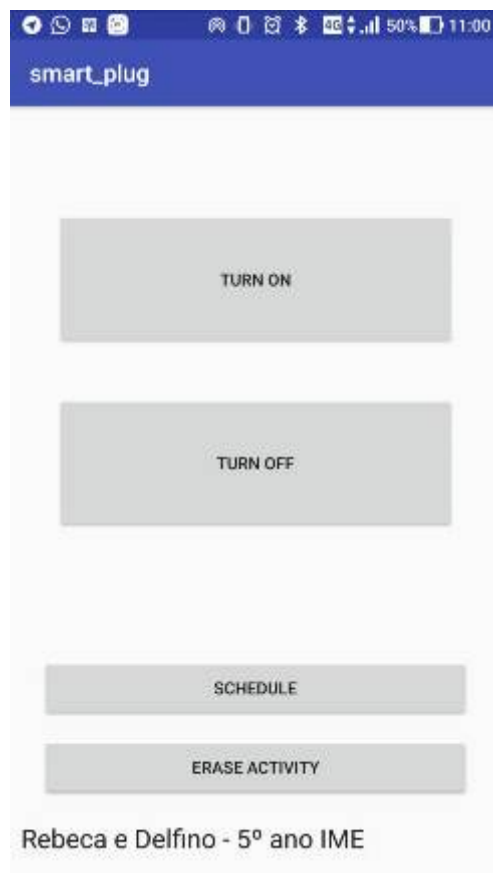


FIG. 6.1: Tela inicial da aplicação

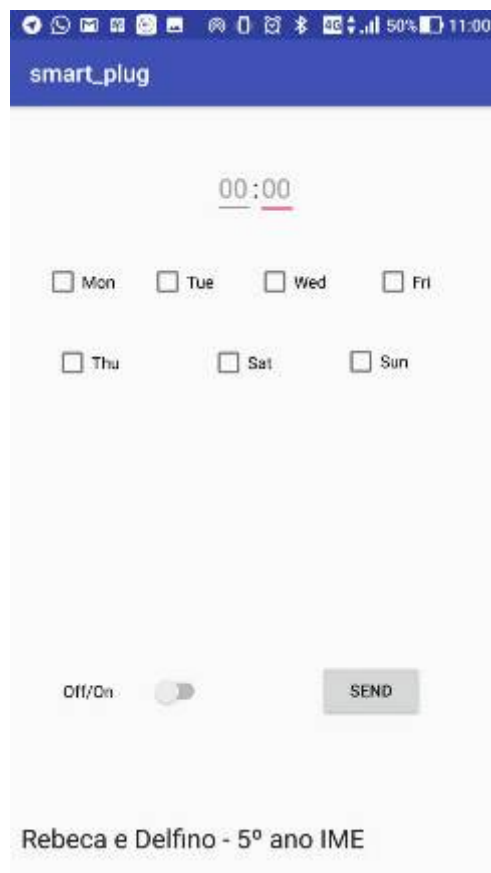


FIG. 6.2: Tela de agendamento de eventos futuros

e depois as horas. Após isso, inserir-se-á os respectivos dias para os quais se deseja repetir a atividade, inserindo números de 0 a 6 que identificam cada um dos dias da semana começando pela segunda-feira. Por fim, adicionar-se-á nova flag, que receberá valor 0 caso se queira apagar a marcação de um evento, ou seja, dentro do contexto do botão “ERASE ACTIVITY”, ou valor 1, quando se deseja marcar o agendamento, ou seja, dentro do contexto “SCHEDULE”. Todos os valores são separados por espaço.

6.3 CONFIGURAÇÕES DE CONEXÃO CLIENTE

As configurações de servidor foram concentradas no arquivo “ServerData.java”, dentro da aplicação Android. Nele, inserir-se-á qual o endereço IP e qual a porta através dos quais realizar-se-á a conexão TCP para envio da mensagem de ação.

6.4 CONFIGURAÇÕES DO RASPBERRY PI

As configurações do Raspberry Pi foram feitas em linguagens C++. Foi utilizado CMake para a geração automatizada dos executáveis. Foram criados 3 executáveis: “turn_off” e “turn_on” controlam a interrupção e retomada no fluxo de energia. A execução desses programas pode ocorrer de duas formas: executada pelo crontab, quando há tarefas agendadas ou chamada pelo servidor quando há mudança instantânea de estado. O terceiro executável é o servidor (“server”) que está dividido em 4 módulos. O arquivo “server” inicializa o servidor de escuta, aguardando recebimento da mensagem enviada pelo cliente, aplicação mobile. O “process_msg” é responsável pela verificação da flag inicial, ou seja, verificar se é um evento imediato ou um agendamento. No primeiro caso, serão utilizadas as funções do “change_mode”, que executa os arquivos “turn_off” ou “turn_on”, caso contrário, utilizar-se-á as funções contidas dentro do arquivo “schedule” que, de acordo com os parâmetros recebidos, registra a atualização das rotinas do crontab, responsável pela execução dos comandos agendados,

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 CONCLUSÃO

Conclui-se que de maneira satisfatória todos os requisitos propostos inicialmente para o trabalho foram atingidos. O projeto como um todo possibilita inúmeras aplicações, com as mais diversas interações com diferentes aparelhos domésticos e equipamentos eletrônicos de maneira ampla já que, por controlar o fluxo de energia de maneira genérica, as aplicações de utilização do mesmo para esse fim de ligar e desligar aparelhos são limitadas apenas pela imaginação do usuário. Além disso, vale destacar a presença de aplicação Android, compatível com a maioria absoluta dos Sistemas Operacionais usados na atualidade dentro dos Smartphones. Assim sendo, a aplicação traz não apenas inovação, mas o faz de maneira compatível com a maioria dos dispositivos mobile.

7.2 TRABALHOS FUTUROS

Conforme mencionado ao longo do texto, fica visível a enorme gama de diferentes aplicações que são possíveis pela utilização da aplicação desenvolvida. Controlar o fornecimento de energia possibilita desligar os mais diversos aparelhos eletrônicos. Como trabalhos futuros a serem desenvolvidos, destaca-se a possibilidade de aumentar ainda mais a gama de aplicações, tornando ainda mais genérico o alcance do que o simples ato de encerrar o fornecimento de energia pode fazer, ilustradas através de dois exemplos principais a seguir detalhados.

O primeiro deles está relacionado ao fornecimento de energia para lâmpadas, extremamente útil em situações nas quais o interruptor está longe do alcance do usuário. Não é raro se ter contextos nos quais deve-se sair da cama antes de dormir apenas para apagar a luz ou mesmo caminhar no escuro com a luz ainda apagada até alcançar o interruptor. Modificações poderiam ser feitas na estrutura do projeto de tal sorte a possibilitar ascender e desligar determinada lâmpada através do smartphone, melhorando assim a qualidade de vida dos usuários e proporcionando maior conforto e comodidade no dia-a-dia.

O segundo deles relaciona-se com segurança doméstica naquilo que tange acesso de pessoas a determinada residência. Com a utilização de fortes ímãs, é possível criar fechaduras para portas que dependem da energia para funcionar. É possível, então, desenvolver um sistema no qual esse controle é feito por aplicativo, baseando-se nos mesmos concei-

tos abordados através do trabalho em tela. A consequência seria possibilitar o acesso a determinado ambiente utilizando a aplicação android, destrancando ou trancando portas específicas a partir do smartphone.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTELHO, W. T. Um sistema de identificação e adaptação pervasivo para casa inteligente utilizando multiagentes. 2005. 174 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.comp.ime.eb.br/pos/arquivos/publicacoes/dissertacoes/2005/2005-Wagner.pdf>>. Acesso em: 14 fev. de 2005.
- HRISTIJEAN STOJANOSKI, D. C. B.; SALEM, A.-B. M. Practical, cheap smart home implementation with general purpose embedded hardware raspberry pi. In: 2017 EIGHTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT COMPUTING AND INFORMATION SYSTEMS (ICICIS), 8., 2017. **Proceedings...** Cairo, Egypt: IEEE, 2017, p. 335–341.