



EMPREGO DE UMA PLATAFORMA OPEN-SOURCE DE PROTOTIPAGEM ELETRÔNICA DE HARDWARE PARA AUTOMAÇÃO DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Matheus Bueno de Siqueira Pinto, Eduardo Mateus Costa Santos de Oliveira, Paulo Henrique Alves da Silva e Silva, Gesmar de Paula Santos Júnior, Ghunter Paulo Viajante

Instituto Federal de Goiás - Departamento de áreas acadêmicas - NuPSE - Núcleo de Pesquisa em Sistemas de Energia

Resumo - Este trabalho realiza estudos sobre domótica e *Internet of Things* (IoT) em sistemas eletrônicos destinados à aplicação residencial e industrial. Descreve também um sistema de automação de baixo custo através da utilização do ESP8266 e do supervisor na *World Wide Web* (WEB), visando o conforto, segurança e bem-estar, considerando aspectos econômicos do sistema. Elaborado para WEB, o programa garante compatibilidade com inúmeros sistemas operacionais e interface de fácil implementação.

Palavras-Chave – Domótica, eficiência energética, internet das coisas, monitorização em tempo real, sistemas embarcados.

USE OF AN OPEN-SOURCE ELECTRONIC HARDWARE PROTOTYPING PLATFORM FOR AUTOMATION OF AIR CONDITIONING DEVICES

Abstract - This work conducts studies on domotics and *Internet of Things* (IoT) in electronic systems intended for residential and industrial applications. It also describes a low-cost automation system through the use of ESP8266 and the supervisory on the *World Wide Web* (WEB), aiming at comfort, safety and well-being, considering economic aspects of the system. Designed for WEB, the program ensures compatibility with numerous operating systems and easy-to-implement interface.

Keywords – Automation, Energy efficiency, Internet of Things, Real-time monitoring, Embedded Systems.

I. INTRODUÇÃO

A *Internet of Things* (IoT) permite que os equipamentos, existentes no cotidiano possam se comunicar entre si, utilizando protocolos de comunicação. Ela é projetada de forma os dispositivos da rede se comuniquem através de sensores sem fio, dispositivos de identificação por rádio frequência e demais dispositivos existentes.

Uma das áreas que se relaciona com a IoT é o monitoramento dos recursos naturais. Sendo eles energéticos e ambiental, contemplando a o cenário da eficiência energética [1].

Eficiência energética está presente em muitos projetos de automação residencial e industrial, um conceito que pretende buscar melhor conforto, recursos e simplicidade ao cotidiano das pessoas. Este conceito pode se manifestar de várias formas, contendo dispositivos inteligentes que atuam e se comunicam de forma a tornar a vida das pessoas mais fáceis. [2].

Desta forma, o processo de eficiência energética está vinculado à integração de novas tecnologias, como por exemplo, as tecnologias de informação e comunicação, sendo a IoT vista como ideal para este ambiente [3]. Assim, foi desenvolvida uma arquitetura open-source, possibilitando empregar estes conceitos de eficiência energética. Os testes realizados abrem a possibilidade de aplicação a diversos cenários, como salas de aula, biblioteca e laboratórios.

Neste trabalho foi desenvolvido um aplicativo, que faz a análise, o planejamento e o controle de aparelhos de ar condicionado. Simulações usando o software foram feitas buscando mostrar e verificar o correto funcionamento da aplicação proposta.

II. DESENVOLVIMENTO

Atualmente, as preocupações no desenvolvimento de aplicações de automação de edificações concentram-se em

* mathheusbueno@gmail.com

torno da redução de custos dos equipamentos e de sua integração, visando ao compartilhamento de recursos e redução de custos. Assim, grande parte das instalações de uma unidade domiciliar poderão ser controladas por controle remoto e até mesmo via Internet, o que torna muito mais fácil o acesso a novos serviços de comunicação, como alertas, voz sobre *Internet Protocol* (IP), intercomunicação, canais abertos, troca de mensagens entre moradores em toda parte da casa, entre outros recursos [4].

Tanto em ambientes residenciais como corporativos o consumo de energia elétrica, gastos com manutenção em equipamentos e questões referentes a qualidade de um determinado ambiente são sempre analisados. Há sempre a necessidade de se aplicar melhorias no uso de equipamentos elétricos, buscando maior eficiência energética e minimizar gastos desnecessários.

O ar condicionado é um equipamento que possui um alto consumo energético, pois geralmente ele fica ligado por um grande intervalo de tempo. Um sistema para controle de ar condicionado se faz necessário, principalmente devido ao benefício direto com a economia de energia [5].

Este trabalho tem por objetivo geral desenvolver um aplicativo, utilizando uma plataforma de prototipagem eletrônica para controlar aparelhos de ar condicionado.

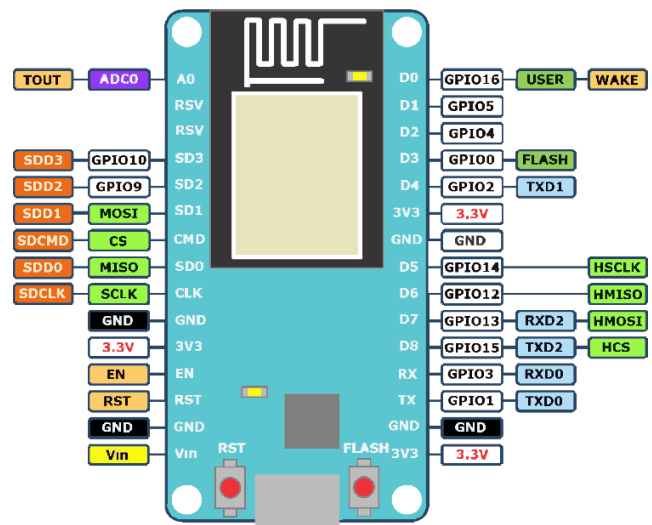
Para este cenário e aplicação proposto, foram definidos três elementos a serem implementados na camada de software, sendo o agendamento de horários de funcionamento do equipamento, o comando remoto do equipamento e o acompanhamento do ambiente a ser resfriado.

Buscando atingir os objetivos do projeto, foram definidas cinco etapas para o desenvolvimento e prototipagem. Estas etapas são a definição de hardware de prototipagem, escolha do protocolo de rede a ser utilizado, definição de módulos sensores integrados, desenvolvimento da aplicação e testes.

Na primeira etapa, como dispositivo eletrônico físico, foi utilizado o controlador baseado no chip ESP8266, da empresa Espressif representado na Figura 1. Esse chip recentemente revolucionou o mercado por ter um baixo custo se comparado aos originais da plataforma Arduino [6], esse fato trouxe a rápida disseminação do produto.

Um recurso que determinou o uso desde hardware no projeto é que ele possui conexão de rede integrado nativamente, possibilitando a conexão de diversos dispositivos a internet (ou rede local) como sensores, atuadores, entre outros. A empresa Espressif disponibiliza um framework de desenvolvimento chamado de *IoT Development Framework* (IDF), para o desenvolvimento de aplicações com o seu hardware. Ele é um hardware semelhante a plataforma de prototipagem Arduino, possuem grande semelhança no seu desenvolvimento e ambos podem ter seus aplicativos desenvolvidos através da IDE do Arduino.

Figura 1 – ESP8266



Na camada de aplicação, foi utilizado o *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP), para comunicação em rede o *Transport Control Protocol* (TCP) e IP foram utilizados. O padrão TCP/IP, facilita a comunicação com outros dispositivos, possíveis integrações com demais plataformas de IoT e também é um padrão seguro.

Buscando acompanhar a situação do ambiente a ser resfriado, foi adicionado um módulo acessório, para coletar informações referentes a temperatura, o módulo definido foi o *Temperature Relative Humidity* (DHT11), mostrado na Figura 2, onde é feito a análise da temperatura e enviado os dados para o controlador.

Figura 2 – DHT11



Na etapa de desenvolvimento do software, definimos quatro funcionalidades, controle de acesso, painel de acompanhamento, agendamento de horários e comando remoto do equipamento.

À medida que a IoT evolui, as redes estarão conectadas com mais recursos de segurança, análise e gerenciamento. Isso permite que o ambiente se torne ainda mais poderoso em relação ao que pode fazer para ajudar as pessoas a obterem novos recursos e funcionalidades automatizadas [7].

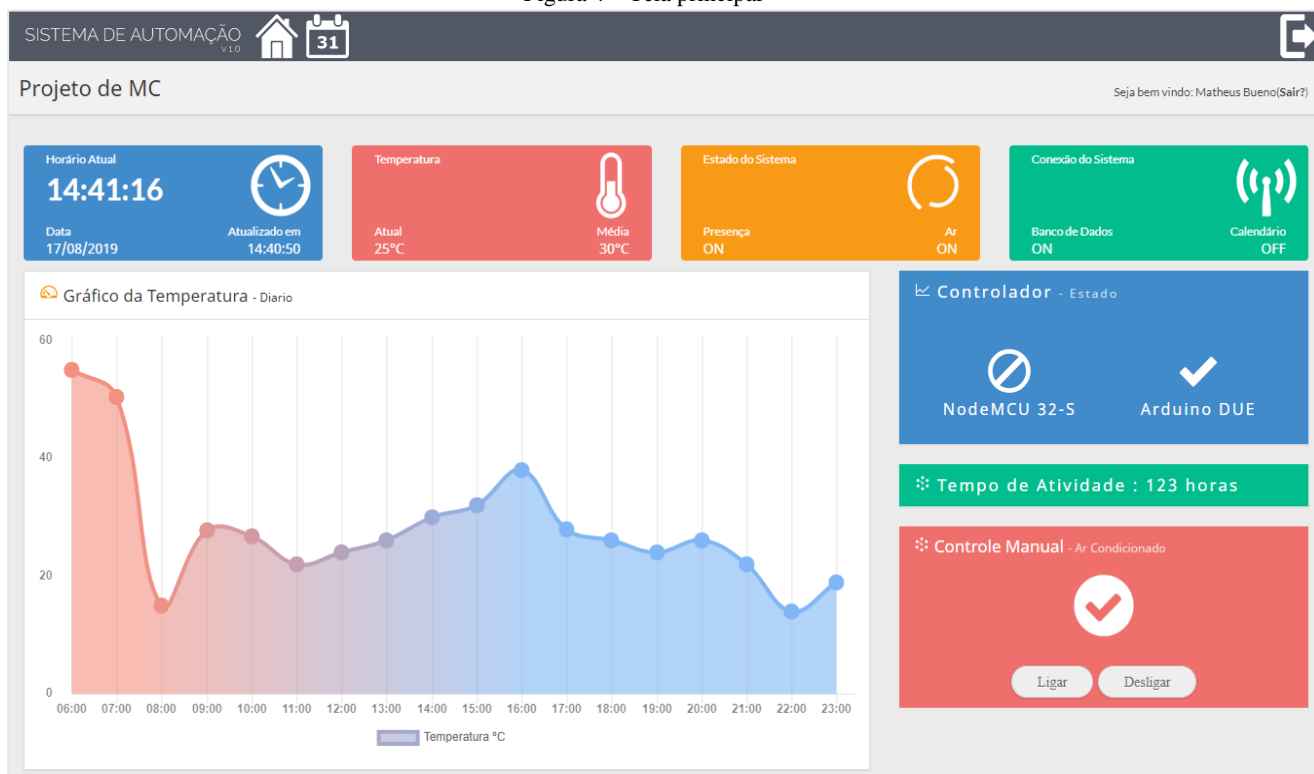
Para garantir a integridade e disponibilidade dos equipamentos, medidas de segurança são necessárias, neste trabalho, foi implementado uma tela de acesso, onde é

solicitado o login e senha “representado na Figura 3”, para que o usuário acesse as demais telas e tenha a possibilidade de controlar os equipamentos.

Figura 3 – Tela de login

Após a autenticação pelo controle de acesso, é apresentado a janela inicial da aplicação mostrado na Figura 4, utilizando

Figura 4 – Tela principal



Para o agendamento de horários, um calendário foi disponibilizado, onde os dias referentes a semana são divididos em colunas e os horários separados em linhas, de uma forma prática de visualização, nessa tela (figura 5) é

a informação do sensor de temperatura, histórico do funcionamento do equipamento, em uma caixa, exibido na interface o horário atual e status da última atualização, em outra caixa a temperatura atual do ambiente e uma média geral, outro campo apresenta o estado atual do sistema, fundamental para um acionamento ou interrupção do funcionamento do ar em tempo real. Outras duas caixas, situadas a direita, apresentam informações referentes ao status do controlador, sua conectividade a rede e funcionamento do serviço de banco de dados.

Uma caixa apresenta o tempo de atividade, sendo uma informação importante para o responsável pelos agendamentos de uso do ambiente e também pela manutenção, onde cruza-se dados de horários de funcionamento e altas temperaturas, o que pode indicar uma falha no equipamento de ar condicionado.

Uma caixa para controle manual também é apresentada nessa tela, quando o horário atual está seleciona o botão “Ligar”, o circuito faz o acionamento, enviando um sinal elétrico com baixa corrente, que é recebido por uma contatora, que é um dispositivo eletromecânico que permite o acionamento de cargas que exigem correntes maiores, como o ar condicionado. Da mesma forma é feito o desligamento do equipamento quando seleciona o botão “Desligar”.

possível alterar o status, ligado ou desligado, referente a cada horário de cada dia apresentado.

Para o comando remoto o funcionamento é o mesmo dos agendamentos, diferenciando por ser o momento atual de uso

do equipamento, ao se alterar o status, durante a verificação da situação atual do dispositivo é efetuado a troca do seu estado, quando selecionada pelo usuário, assim, nos casos esporádicos, operações in loco, ou em qualquer outro lugar que tenha conexão ao endereço do dispositivo possibilita a mudança.

Após o desenvolvimento e configuração da aplicação

foram realizados testes, buscando verificar o funcionamento do aplicativo. O mesmo se mostrou funcional, apresentando os resultados esperados ao efetuar comandos em um bom tempo de resposta, bem como os agendamentos sendo executados de forma satisfatória.

Figura 5 – Tela do agendamento de horários.

| HORÁRIO | SEGUNDA - 19/08/2019 | TERÇA - 20/08/2019 | QUARTA - 21/08/2019 | QUINTA - 22/08/2019 | SEXTA - 23/08/2019 |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 07:00 - 08:30 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 08:45 - 10:15 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 10:30 - 12:00 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 13:00 - 14:30 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 14:45 - 16:45 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 16:30 - 18:00 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 18:15 - 19:00 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 19:00 - 20:30 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |
| 20:45 - 22:15 | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar | OFF Ativar Desativar |

Botões de navegação: Semana Anterior | Data Atual | Próxima Semana

III. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi aplicado a Internet das Coisas em um ambiente real. Este software desenvolvido permite uma infinidade de aplicações, abrindo possibilidades de implantação da aplicação proposta para salas de aula e ambientes inteligentes, biblioteca e laboratórios. Através dos testes é possível verificar o funcionamento da aplicação proposta. As novas tecnologias da IoT poderão melhorar a qualidade de vida das pessoas, possibilitar melhores condições de uso de equipamentos, menores custos com gastos energéticos e menores custos com manutenção.

REFERÊNCIAS

[1] SÔNEGO, Arildo Antônio; MARCELINO, Roderval; GRUBER, Vilson. A Internet das Coisas aplicada ao conceito de eficiência energética: uma análise quantitativo-qualitativa do estado da arte da literatura. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, v. 5, n. 2, p. 80-90, 2016.

[2] QUEIROZ, Matheus Castelo Branco et al. *Automação residencial utilizando conceitos de IoT focado em eficiência energética*. 2018.

[3] WU, Geng et al. M2M: From mobile to embedded internet. *IEEE Communications Magazine*, v. 49, n. 4, p. 36-43, 2011.

[4] Wortmeyer, C., Freitas, F., Cardoso, L. “Automação Residencial: Busca de Tecnologias visando o Conforto, a Economia, a Praticidade e a Segurança do Usuário”. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGET. 2005.

[5] Alvarez, A. L. M. “Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares”. São Paulo, 1998. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP).

[6] SCHMIDT, M. “Arduino: a quick-start guide”. Dallas, TX: Pragmatic Bookshelf. 2011. 275p.

[7] Dave, E. “A Internet das Coisas - Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo”. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) Cisco. Abril, 2011.