

APLICAÇÃO DE HARDWARE DE BAIXO CUSTO NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Eduardo Germano da Silva¹, Anderson Luiz Fernandes Perez²

Universidade Federal de Santa Catarina / Laboratório de Automação e Robótica Móvel

¹eduar.germano@gmail.com

²anderson.perez@ufsc.br

Resumo: Este artigo descreve o desenvolvimento de um sistema distribuído para monitorar os ambientes de uma residência, configurando, gerenciando e adequando o contexto de acordo com as preferências do usuário. A automação sensível ao contexto aumenta o grau de acessibilidade de uma residência, pois permite que o ambiente seja um agente proativo e aja de maneira inteligente, se antecipando as diversas situações com soluções que beneficiam seus usuários. O sistema desenvolvido permite que o usuário controle totalmente a residência, por meio de interfaces de comunicação locais e remotas, baseado em hardware de dimensões reduzidas, permitindo que este execute de modo pervasivo. A eficiência e a confiabilidade do sistema foram comprovadas em três diferentes experimentos realizados em bancada.

Palavras-Chave: Automação Residencial, Hardware de Baixo Custo, Domótica, Arduino, Raspberry PI

1 INTRODUÇÃO

A evolução dos processos automatizados na indústria trouxeram padrões, uniformidade e flexibilização nos meios de produção. Com o intuito de melhorar a qualidade de vida das pessoas, a automação vem se estendendo do ambiente industrial para o ambiente residencial (FERREIRA, 2010).

A automação residencial, em um primeiro momento, é percebida por usuários como símbolo de status e modernidade, porém, um fator imperativo para sua adoção é a possibilidade dela proporcionar benefícios para seus usuários como segurança, conveniência, acessibilidade e eficiência energética (CABRAL; CAMPOS, 2008). Esta característica faz com que atualmente a automação residencial seja tendência em novos empreendimentos imobiliários e alvo de estudos em diversos centros de pesquisa ao redor do mundo que visam melhorar esse processo de automação (MURATORI; BO, 2011).

A automação residencial mesmo proporcionando muitos benefícios para seus usuários possui seu custo de implantação muito elevado, e um dos motivos desse alto custo é a necessidade de *hardwares* específicos para o controle residencial (MOZER, 2005). Para diminuir os valores de implantação da automação residencial, surge a possibilidade de utilizar uma categoria de *hardware* recente no mundo da computação denominada *open-source hardware* (OSH), ou *hardware* livre.

OShs podem ser definidos como dispositivos elétricos ou mecânicos cujas informações sobre o projeto são disponibilizadas para todos, de forma que o público possa fazer uso, modificar, produzir ou distribuir este material (TAPR, 2007). Essa

categoria de hardware possui grandes expoentes nos dias atuais, dos quais podem ser citados o Raspberry PI e o Arduino.

Neste artigo será descrita uma solução de baixo custo para automação residencial que utiliza OSHs como Arduino e Raspberry PI, visando facilitar o cotidiano das pessoas com ou sem necessidades especiais de acessibilidade.

Este artigo está organizado como segue: na Seção 2 é definido o conceito e descritos dois exemplos de *open-source hardwares*, que são o Raspberry PI e Arduino; na Seção 3 é descrito o sistema desenvolvido para automação residencial baseado em *open-source hardware*; a Seção 4 apresenta os resultados da avaliação do sistema; e por fim as considerações finais são apresentadas na Seção 5.

2 OPEN-SOURCE HARDWARE

Raspberry PI (EDWARDS, 2013) é um microcomputador OSH desenvolvido na Grã-Bretanha de dimensões reduzidas, idealizado sob o paradigma *System On a Chip* (XUN et al., 2001) com capacidade de processamento suficiente para executar tarefas realizadas por computadores *desktop*, como processamento de jogos, edição de texto, e planilhas, navegação na internet, entre outros.

Esse microcomputador pode ser adquirido por US\$ 25 em sua versão A (sem rede onboard) e por US\$ 35 em sua versão B (com rede onboard). A Figura 1 ilustra um Raspberry PI modelo B.

Figura 1 – Raspberry PI modelo B.



Fonte: *The Raspberry Foundation*, 2013.

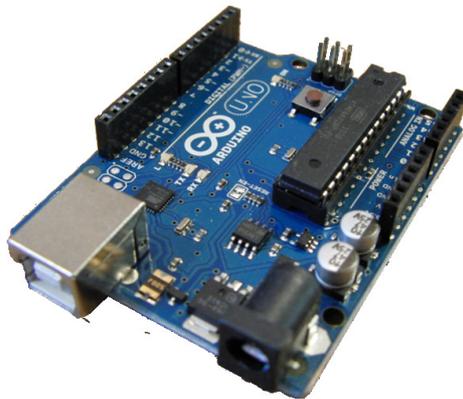
O Raspberry PI pode executar o sistema operacional direto em um cartão SD, o que torna desnecessário o uso um dispositivo de armazenamento de dimensões maiores que o próprio Raspberry PI como um HD (*Hard Disk*) externo, por exemplo.

Contudo é possível acoplar ao Raspberry PI um dispositivo externo de armazenamento de dados.

O Arduino (SARIK; KYMISSIS, 2010) é uma placa de prototipação *open-source* baseado em um microcontrolador muito versátil que permite o controle de vários dispositivos, e por essa característica é muito utilizado em aplicações de instrumentação embarcada e robótica.

O Arduino UNO é ilustrado na Figura 2 e pode ser adquirido por valores que variam de 40 R\$ a 80 R\$ enquanto outras versões como o Arduino ADK Android, que possui uma interface USB *Host* para comunicação com dispositivos que utilizam o sistema operacional Android, é encontrada por 360 R\$.

Figura 2 – Arduino Uno.



Fonte: Arduino, 2013.

3 SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADO EM OPEN-SOURCE HARDWARE

O sistema para automação residencial baseado em OSH foi desenvolvido de modo distribuído e é composto por dois dispositivos computacionais, um servidor (Raspberry PI) e aplicações clientes (Arduino UNO).

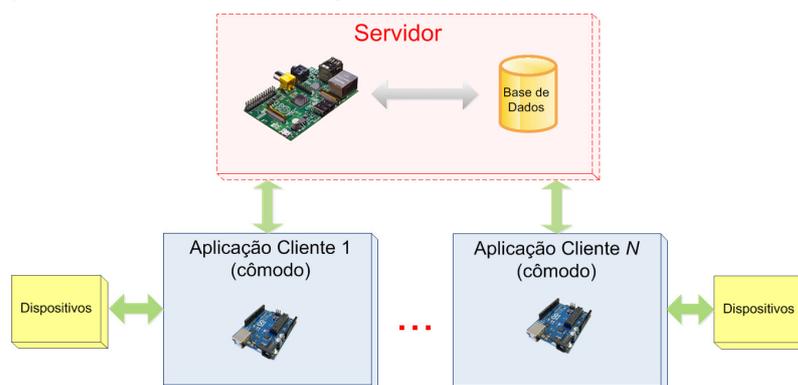
A comunicação entre os componentes do sistema se dá via rede Ethernet e todo o software que controla a automação foi desenvolvido especialmente para este projeto.

A linguagem de programação escolhida para o software servidor foi Python, pois fornece instrumentos que facilitam o armazenamento de informações e a

comunicação pela rede, enquanto nas aplicações clientes optou-se pela linguagem nativa do Arduino (Wiring).

Uma visão geral da estrutura do sistema desenvolvido para automação residencial baseado em OSH é ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Estrutura do sistema para automação residencial baseado em OSH.



O servidor é executado por um Raspberry PI, responsável por manter uma base de dados SQLite que armazena qualquer alteração de estado de execução dos dispositivos automatizados na residência.

As aplicações clientes, a partir da leitura de sensores e de informações advindas da base de dados, são responsáveis pela configuração e pelo monitoramento de um ambiente. Este dispositivo é ativado quando é detectada a presença de um usuário em sua área de atuação.

Além destas características, a aplicação cliente fornece ao usuário a opção de carregar configurações personalizadas nos dispositivos da residência. Essa aplicação é executada pelo Arduino UNO, um hardware de baixo custo, versátil e de dimensões reduzidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

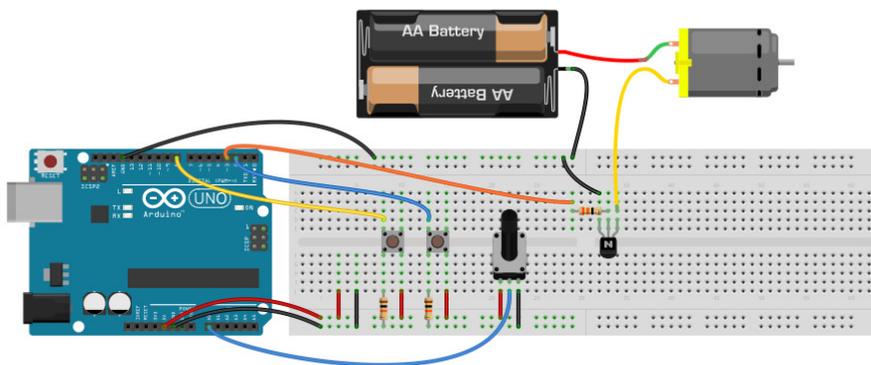
Para comprovar a eficiência da arquitetura descrita na Seção 3 foram elaborados três experimentos, onde o primeiro permite o controle de um ventilador, o segundo o controle de um televisor e o último experimento permite o controle do sistema de luminosidade de um cômodo.

4.1 Experimento 1 – Controle de um ventilador

Este experimento teve como objetivo permitir que um usuário regulasse a velocidade de um ventilador a partir de controles conectados diretamente ao Arduino UNO. Cada alteração na velocidade do dispositivo foi armazenada em uma base de dados mantida por um Raspberry PI.

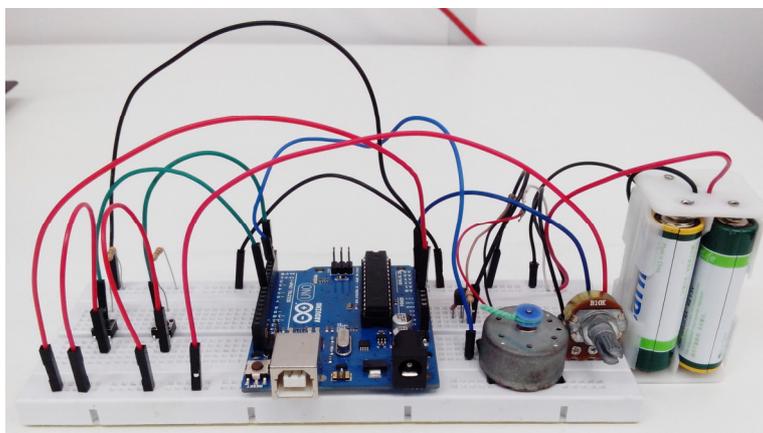
Para realizar este experimento foi necessário montar em um *protoboard* o circuito ilustrado na Figura 4, contendo dois botões que permitiam ligar e desligar o aparelho, um potenciômetro para regular a velocidade do ventilador, pilhas AA de 1,5 V, e um pequeno motor responsável por atuar como um ventilador. O pequeno motor foi conectado a uma porta PWM (*Pulse Width Modulation*) do Arduino, esta porta PWM permite a variação da largura de pulsos analógicos em meios digitais.

Figura 4 – Esquemático do circuito de controle do primeiro experimento.



Além dos equipamentos citados, simulou-se também o comportamento de um usuário que era responsável por alterar a velocidade de rotação do ventilador. A Figura 5 ilustra a montagem do experimento no *protoboard*.

Figura 5 – Imagem do primeiro experimento montado no protoboard.



A Figura 6 ilustra as velocidades que o dispositivo trabalhou durante a realização do experimento.

Figura 6 – Log da base de dados durante o primeiro experimento.

```

Python 3.3.2 (v3.3.2:d047928ae3f6, May 16 2013, 00:06:53) [MSC v.1600 64 bit (AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
O ventilador está desligado
O ventilador está ligado
Velocidade do ventilador: Alta
Velocidade do ventilador: Baixa
Velocidade do ventilador: Média
Velocidade do ventilador: Alta
O ventilador está desligado

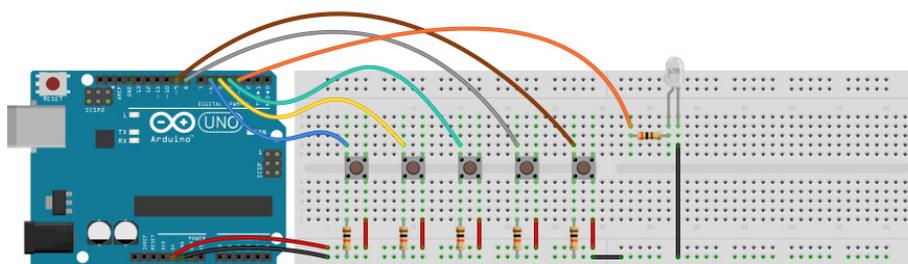
```

Depois de concluído o experimento constatou-se que os elementos de *hardware* utilizados conseguem automatizar o processo de manipulação de um ventilador.

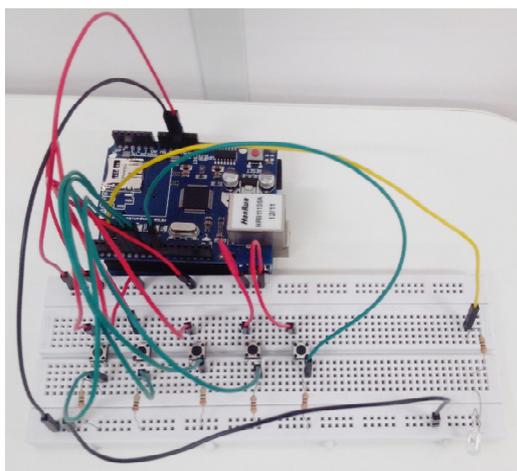
4.2 Experimento 2 – Controle de um televisor

O segundo experimento visava permitir que um usuário controlasse um televisor por meio de controles conectados diretamente a um Arduino UNO. Todos os comandos enviados para o televisor foram armazenados em uma base de dados, que por sua vez era mantida por um Raspberry PI.

Para realizar este experimento foi necessário montar em um *protoboard* o circuito ilustrado na Figura 7, contendo dois botões que permitiam ligar e desligar o aparelho, três botões utilizados para manipular o televisor e um emissor infravermelho responsável por transmitir os comandos codificados para um aparelho televisor real.

Figura 7 – Esquemático do circuito de controle do segundo experimento.

Fez-se necessário simular o comportamento de um usuário com a função de alterar as configurações do televisor durante o experimento. A Figura 8 ilustra a montagem do experimento no *protoboard*.

Figura 8 – Imagem do segundo experimento montado no protoboard.

A Figura 9 ilustra as alterações do estado de funcionamento do televisor durante a realização do experimento.

Figura 9 – Log da base de dados durante o segundo experimento.

```
Python 3.3.2 (v3.3.2:d047928ae3f6, May 16 2013, 00:06:53) [MSC v.1600 64 bit (AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
O televisor está desligado
O televisor está ligado
O televisor está ligado no canal 21
O volume do televisor está baixo
O volume do televisor está normal
O volume do televisor está alto
O televisor está ligado no canal 7
O televisor está desligado
>>>
```

Depois de concluído o experimento constatou-se que os elementos de *hardware* utilizados conseguem automatizar o processo de manipulação de dispositivos com maior complexidade de configuração como um televisor.

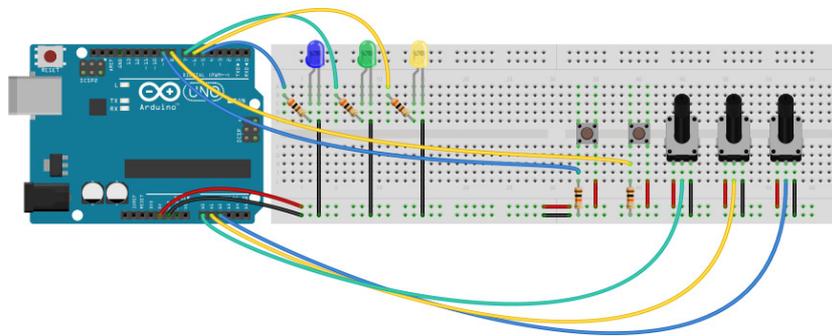
4.3 Experimento 3 – Controle de luminosidade

O último experimento teve como objetivo permitir que um usuário controlasse o sistema de luminosidade de um ambiente por meio de reguladores conectados diretamente a um Arduino UNO. Cada alteração na intensidade de brilho de cada lâmpada do sistema foi armazenada em uma base de dados executada por um Raspberry PI.

Para realizar este experimento fez-se necessário simular um ambiente contendo um sistema de luminosidade composto por três lâmpadas.

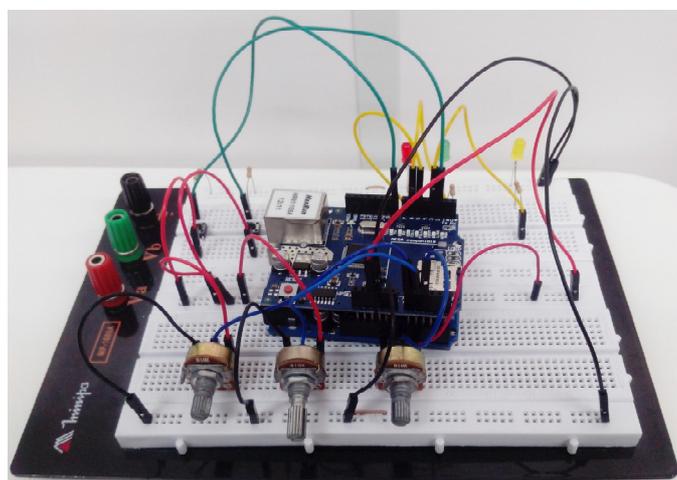
O circuito ilustrado na Figura 10 foi montado em um *protoboard* contendo um botão para ligar e desligar o sistema de luminosidade do ambiente, um botão responsável por carregar configurações pré-definidas, três LED's responsáveis por simular o comportamento de lâmpadas e três potenciômetros que permitiam controlar diretamente a intensidade de brilho das lâmpadas.

Figura 10 – Esquemático do circuito de controle do terceiro experimento.



Neste experimento o usuário tinha permissão para alterar a intensidade de brilho de cada lâmpada do sistema de luminosidade do cômodo, além de carregar configurações pré-definidas armazenadas no hardware utilizado no experimento. A Figura 11 ilustra a montagem do experimento no *protoboard*.

Figura 11 – Imagem do terceiro experimento montado no *protoboard*.



A Figura 12 ilustra as alterações da intensidade de brilho de cada lâmpada do sistema de luminosidade durante a realização do experimento.

Figura 12 – Log da base de dados durante o terceiro experimento.

```
Python 3.3.2 (v3.3.2:d047928ae3f6, May 16 2013, 00:06:53) [MSC v.1600 64 bit (AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
As luzes estão desligadas
As luzes estão acesas na configuração padrão
As luzes estão acesas na configuração cinema
A lâmpada 3 está apagada
As luzes estão acesas na configuração padrão
As luzes estão desligadas
>>> |
```

Depois de concluído o experimento constatou-se que os elementos de *hardware* utilizados conseguem automatizar com êxito o processo de controle do sistema de luminosidade de um ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a utilização de elementos open-source hardware para automação residencial e teve o objetivo de apresentar dispositivos computacionais como Raspberry PI e Arduino UNO além de soluções práticas, confiáveis e de baixo custo para a automação de residências. Para comprovar a eficiência dos dispositivos foram realizados três experimentos de bancada com níveis de dificuldade gradativos, onde foi possível alterar o estado de um televisor, adaptar a velocidade de um ventilador e configurar o sistema de luminosidade de determinados ambientes. Perante estes experimentos os dispositivos computacionais se comportaram de maneira satisfatória e atenderam os objetivos de cada experimento. Por fim, concluiu-se que o sistema de adaptação de contexto residencial permitiu que ambientes atuassem de maneira proativa, beneficiando o usuário, permitindo que este se concentre na realização de outras tarefas.

AGRADECIMENTOS

O autor, Eduardo Germano da Silva, agradece à Universidade Federal de Santa Catarina pela bolsa de estudos fornecida para a realização deste projeto.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Products 2013**. Disponível em: <<http://arduino.cc>>. Acessado em 15/06/2013.

CABRAL, M. M. A.; CAMPOS, A. L. P. S. **Sistemas de Automação Residencial de Baixo Custo: Uma Realidade Possível**. 2008.

EDWARDS, C. Not-so-humble raspberry pi gets big ideas. **Engineering Technology**, v. 8, n. 3, p. 30-33, 2013. ISSN 1750-9637.

FERREIRA, V. Z. G. **A Domótica Como Instrumento para a Melhoria da Qualidade de Vida dos portadores de Deficiência**. Dissertação (Monografia), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2010.

MOZER, M. The adaptive house. In: **Intelligent Building Environments**, 2005. The IEE Seminar on (Ref. No. 2005/11059). [S.l.: s.n.], 2005. p. 39-79. ISSN 0537-9989.

MURATORI, J. R.; BO, P. H. D. Automação residencial: Histórico, definições e conceitos. In: **O Setor Elétrico**. São Paulo: [s.n.], 2011. p. 70 - 76. Mensal.

SARIK, J.; KYMISSIS, I. Lab kits using the Arduino prototyping platform. In **Frontiers in Education Conference (FIE)**, 2010 IEEE, 2010, pp. T3C-1-T3C-5.

TAPR. **Open Hardware License Version 1.0**. Disponível em: <http://www.tapr.org/TAPR_Open_Hardware_License_v1.0.txt>. Acessado em: 31/07/2013.

THE RASPBERRY FOUNDATION. **Raspberry PI**. 2013. Disponível em: <<http://www.raspberrypi.org>>. Acessado em 15/06/2013.

XUN, Y. et al. A platform for system-on-a-chip design prototyping. In: **ASIC**, 2001. Proceedings. 4th International Conference on. [S.l.: s.n.], 2001. p. 781-784.