

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUINO APLICADO AO ENSINO DE ENGENHARIA

Halisson A. De Oliveira¹ – halisson@unifor.br
Bruno Ricardo de Almeida¹ – almeida@unifor.br
Jessica Santos Guimarães¹ – jessicaguimaraes@unifor.br
Felipe M. P. C. Bede¹ – felipematheusbd@gmail.com
João Paulo G. Portela² – joaopaulogomesportela@alu.ufc.br

¹Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica
Av. Washington Soares, 1321 Sala J01, Tel.: (85) 3477-3047 – CEP 60811-905 – Fortaleza/CE

²Universidade Federal do Ceará (UFC), Departamento de Engenharia Elétrica
Campus do Pici - Bloco 710, Tel.: (85) 3366-9600 – CEP 60440-900 – Fortaleza/CE

Resumo: Tendo em vista a evolução da área da domótica, mais conhecida como automação, e a busca por metodologias ativas de ensino e aprendizagem, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma bancada laboratorial de automação e uma página na web, aplicando assim um desafio interdisciplinar. Assim, os alunos dos cursos de engenharia possam aplicar, na prática, conceitos vistos em sala de aula, vivenciando assim todos os passos de projeto e desenvolvimento de um sistema de automação. Este sistema proposto é composto de uma página web desenvolvida em HTML, a qual o usuário pode acessar, por meio do IP da bancada, e enviar comandos via TCP/IP, pela LAN interna no laboratório, para um hardware de acionamento. Este hardware é composto por um Arduino e uma Shield Ethernet os quais recebem a configuração programada pelo usuário e viabilizam as conexões com os equipamentos da bancada do laboratório. Neste trabalho é descrito todo o desenvolvimento do sistema de automação laboratorial proposto, sendo indicados os softwares utilizados para o desenvolvimento e, por fim, apresentados os resultados experimentais obtidos no laboratório de eletrotécnica.

Palavras-chave: Arduino. Automação laboratorial. WEB.

1 INTRODUÇÃO

Equipamentos dedicados a sistemas de automação residencial já existem no mercado, porém seus custos geralmente são elevados para o uso educacional. Desde a década passada, o modelo educativo tradicional tem sido criticado por pesquisadores da área pedagógica (MOREIRA, 2006; MOREIRA, 2008), sendo apresentadas diversas alternativas inovadoras que buscam aprimorar o ensino e aprendizagem. Verifica-se a necessidade de modernizar a sala de aula, aliando inovação com educação, buscando assim atrair a atenção da nova geração de estudantes, a qual não se sente motivada no modelo tradicional de ensino.

Utilizar ferramentas tecnológicas em sala de aula tem se tornado algo essencial para os educadores, tanto da educação básica, quanto da educação superior (MACHADO e LAIMA, 2017). Neste contexto, verifica-se nos cursos de engenharia um maior interesse dos alunos na área da domótica visto que, utilizando plataformas microcontroladas e com aplicações bem definidas, estes alunos conseguem aplicar na prática, conhecimentos das mais diversas áreas

estudadas durante sua formação acadêmica tornando o aprendizado muito mais significativo (MARTINHO, 2016).

Utilizando conceitos de eletricidade, eletrônica e tecnologias da informação no ambiente residencial, torna-se possível realizar a gestão da mesma, de forma local ou remota, oferecendo assim uma vasta gama de aplicações nas áreas da segurança, comunicação, conforto, gestão de energia, entre outros (OLIVEIRA e BRAGA, 2016).

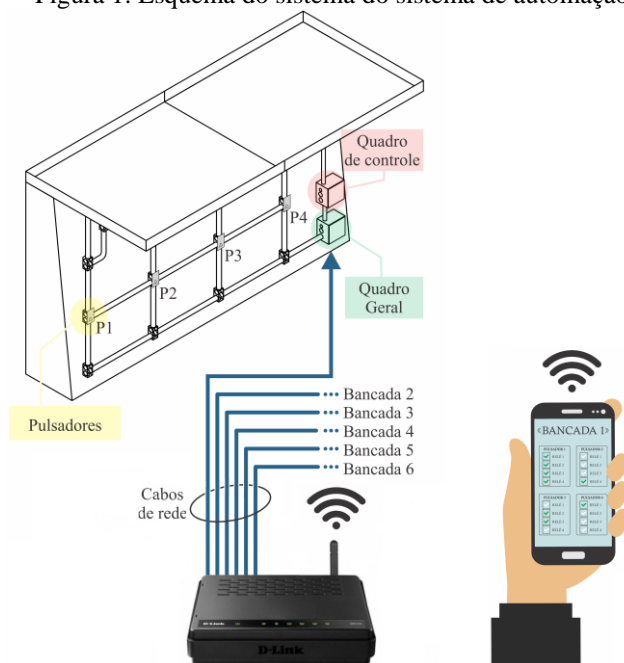
Buscando aprimorar e modernizar o ambiente de ensino e aprendizagem, e aproveitando o grande crescimento do mercado da domótica, este artigo propõe o estudo e desenvolvimento de um sistema simulado de automação residencial utilizando bancadas experimentais já existentes e localizadas no laboratório de eletrotécnica predial/industrial. O sistema proposto consiste em utilizar a plataforma Arduino, fazendo uso de página Web, para realizar o acionamento, o controle e a programação de um sistema de automação. Utilizando interruptores do tipo pulsadores, o sistema pode acionar quatro saídas com relés, os quais também podem ser controlados pelo *smartphone* local ou remotamente.

O sistema proposto foi construído de modo a poder apenas ser acoplado às bancadas já existentes no laboratório de eletrotécnica predial/industrial, tornando assim o ambiente mais moderno para o desenvolvimento das práticas de laboratório realizadas nos cursos de engenharia.

2 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PROPOSTO

De forma generalista, todo sistema de automação residencial (ou laboratorial) consiste em um módulo de controle (composto por um microprocessador ou unidade lógica), o qual recebe e processa as informações de um cliente e aciona ou não determinados circuitos ou dispositivos (TRETTER et al, 2014). A bancada proposta para o ensino de automação nos cursos de engenharia, a qual pode ser vista na Figura 1, busca simular os principais componentes de uma instalação elétrica, dentre os quais se citam: os condutos, as caixas de passagens, o quadro geral de distribuição com seus respectivos dispositivos de proteção e barramentos e o quadro de controle o qual é objetivo de estudo deste trabalho.

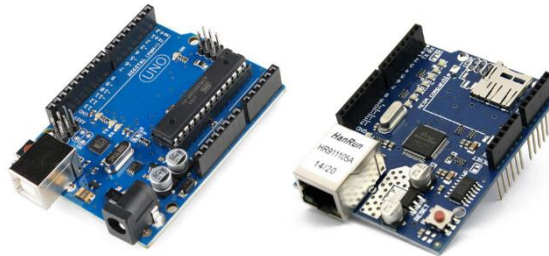
Figura 1. Esquema do sistema do sistema de automação.



Fonte: Próprio do autor.

A fim de implementar este sistema de automação, o qual é alocado no quadro de controle, adotou-se, como módulo controlador, o Arduino, por ser uma plataforma *open-source* de ampla aplicação e com um acervo livre e gratuito de códigos, tutoriais e suporte muito vasto (SOUZA, 2013). Optou-se pelo Arduino Uno (Figura 2-a) que é uma plataforma de desenvolvimento baseada no microcontrolador de 8-bits ATmega328P. Conectado a esta plataforma foi utilizado um periférico de conexão *ethernet* (Shield W5100), retratado na Figura 2 (b), que pode ser acoplado diretamente à placa do Arduino, permitindo assim acesso à rede Ethernet local.

Figura 2. (a) Arduino Uno (b) *Shield Ethernet W5100*.



Fonte: Próprio do autor.

Para realizar o controle sobre os circuitos, foram instalados em cada uma das 6 bancadas, 4 relés e 4 pulsadores. Assim, os alunos têm a liberdade de configurar as conexões do sistema pressionando os pulsadores e ativando os relés, seguindo a programação implementada pelo próprio aluno. A comunicação entre os alunos e a bancada é feita através de uma página alocada em um servidor gerado pelo próprio Arduino, acessado por meio da conexão na rede Wi-Fi local.

2.1 Módulo controlador

O Arduino Uno, como dito anteriormente, é uma plataforma de prototipagem e desenvolvimento baseado no microprocessador ATmega328P. Possui vários pinos disponíveis do dispositivo e gravador USB embutido. Por possuir uma vasta documentação na internet, este dispositivo tem se demonstrado uma das plataformas mais utilizadas para desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e industriais (FARIAS, 2016). Como principais características do Arduino Uno, destacam-se (SOUZA, 2013):

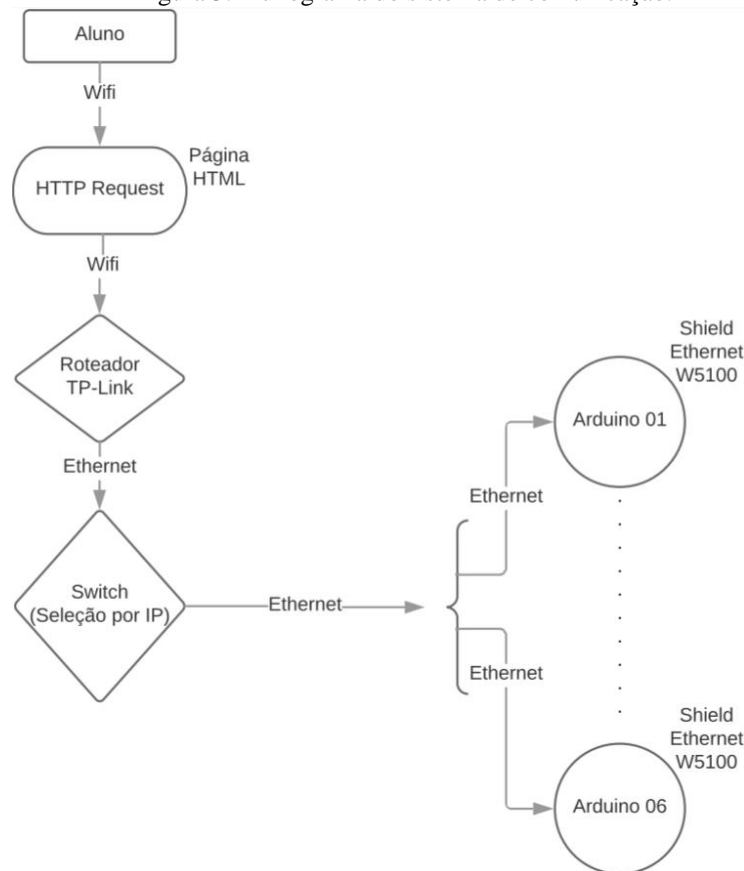
- 14 Pinos I/O (do inglês, *input/output*);
- 6 PWMs (do inglês, *pulse width modulation*);
- 6 Pinos analógicos associados a um conversor AD (Analógico/Digital);
- 32KB de flash (sendo 0,5 kB reservado pelo carregador de inicialização);
- 2KB de SRAM;
- 1KB de EEPROM;
- Tensão de Funcionamento: 5VCC;
- Corrente CC por I/O: 40mA.

Além disso, o Arduino Uno possui conector USB que possibilita gravar a programação diretamente da IDE (*Integrated Development Environment*) da própria empresa Arduino, ou seja, basta conectá-lo ao computador ou *notebook*. A sua estrutura foi desenvolvida visando permitir a conexão com placas auxiliares ou *shields*, fomentando facilitar o uso de periféricos. As *shields* são fabricadas com um padrão de pinos prontos para serem conectados na placa do Arduino (FISHER, 2012).

2.2 A comunicação

O acesso à configuração da bancada é realizado através da comunicação Wi-Fi com base no padrão IEEE 802.3 (LAN), devido a sua alta confiabilidade e estabilidade de conexão (FERREIRA e GODOY, 2016). A página web foi desenvolvida em HTML (do inglês, *HyperText Markup Language*) e alocada no servidor local criado pela *Shield Ethernet* do Arduino Uno. Este acessa cada bancada através do IP individual das mesmas. Com base no mecanismo de requisição HTTPS, a Figura 3 representa um fluxograma da comunicação entre o usuário e as bancadas, onde a página web permite a configuração em tempo real das conexões dos relés que serão acionados quando pressionado um dos pulsadores.

Figura 3. Fluxograma do sistema de comunicação.



Fonte: Próprio do autor.

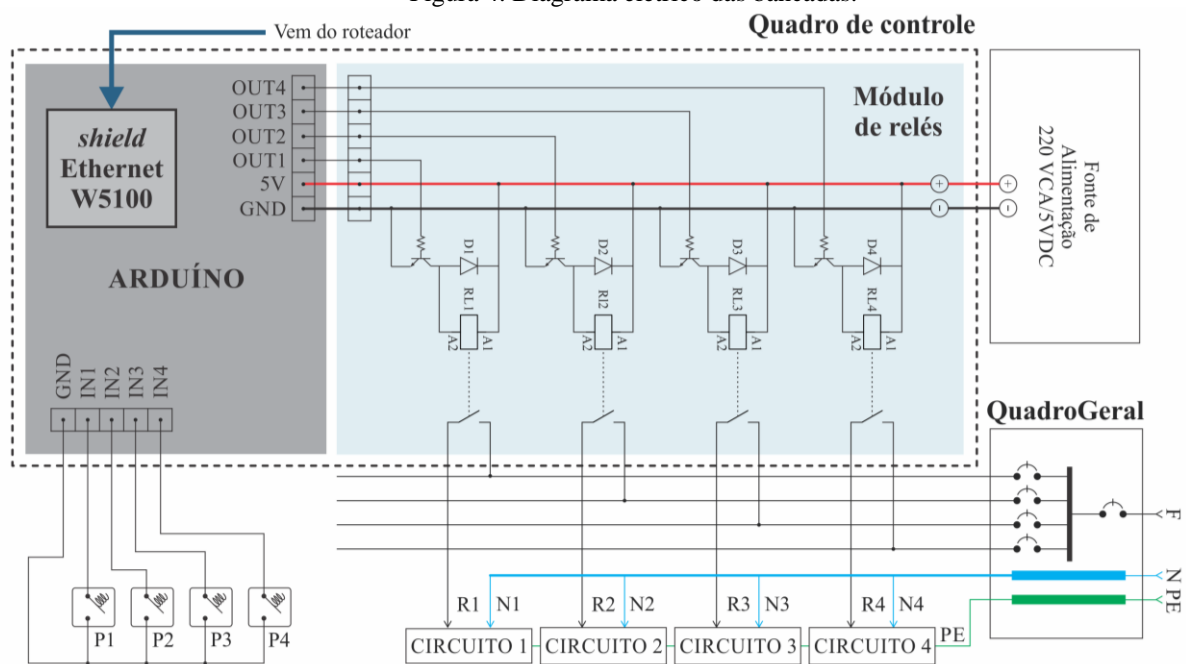
Ao energizar as bancadas, primeiramente é executada a inicialização do servidor, gerando um IP fixo e individual para cada bancada, assim é possível o usuário determinar qual bancada deseja configurar a ligação dos relés. Em seguida, as portas de saídas e entradas (I/Os) são definidas, e todos os relés iniciam desligados. Por fim, é feita a verificação de clientes (usuário) e as requisições HTTP são atendidas. Caso haja algum cliente tentando se conectar ao servidor, o Arduino executa a cadeia de comandos em HTML para que seja exibido a ele a página de configuração dos pulsadores. Nesta página, o usuário preenche os “checkbox” exibidos com a sua opção de configuração dos relés, associada a cada pulsador, que é enviado ao Arduino via requisições HTTP. Estas requisições, são processadas para que sejam extraídos todos os parâmetros. Após a rotina de processamento, o Arduino atualiza a configuração interna, criando as ligações virtuais entre as entradas e saídas em tempo real. Durante todo esse ciclo de funcionamento, o microcontrolador verifica os pulsos transmitidos pelos pulsadores e, de acordo com a configuração interna, aciona ou não os relés, conforme pré-definido pelo usuário.

2.3 A bancada

No laboratório, estarão dispostas 6 bancadas, cada uma equipada com um sistema de automação. O sistema foi adaptado para que alunos possam realizar experimentos com segurança e de forma organizada. O diagrama elétrico da bancada é apresentado na Figura 4, sendo estas bancadas equipadas com:

- 1 Quadro de controle;
- 1 Quadro de proteção;
- 4 Interruptores pulsadores;
- 4 Lâmpadas, para funcionarem como cargas para ativação;
- 1 Botão de parada de emergência acessível ao aluno.

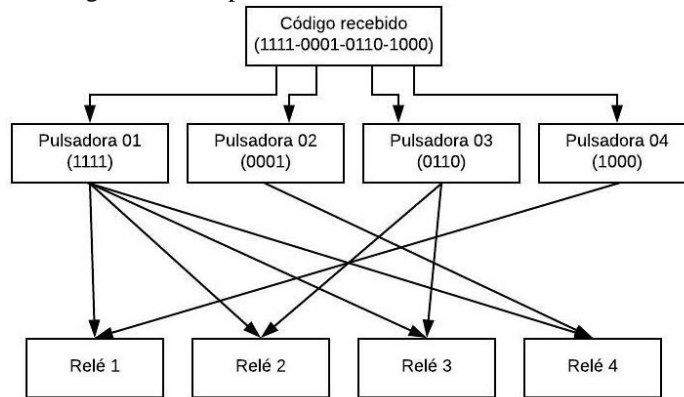
Figura 4. Diagrama elétrico das bancadas.



Fonte: Próprio do autor.

O sistema de controle da bancada funciona com base nas informações recebidas do sistema de comunicação, o qual manda para o Arduino um código de 16-bits no formato (XXXX-XXXX-XXXX-XXXX). Nesse código, existem quatro intervalos distintos de 4-bits cada um, e cada intervalo se refere a configuração de uma chave pulsadora, assim como cada bit, representado por X, refere-se ao controle do pulsador sobre o relé 1, 2, 3 ou 4. O valor "1" é utilizado para estabelecer o controle do pulsador sobre o relé e o valor "0" define que não haja nenhuma conexão entre o pulsador e o relé. Por exemplo, se o Arduino receber o código (1111-0001-010-1000), como mostra a Figura 5, o pulsador 1 estará virtualmente conectado e controlará todos os relés (1, 2, 3, e 4), alterando os seus estados a cada pulso enviado ao Arduino pelo pulsador 1. O pulsador 2 estará virtualmente conectado apenas ao relé 4, já o pulsador 3 está com o relé 2 e relé 3, e por fim o pulsador 4 estará associado somente ao relé 1.

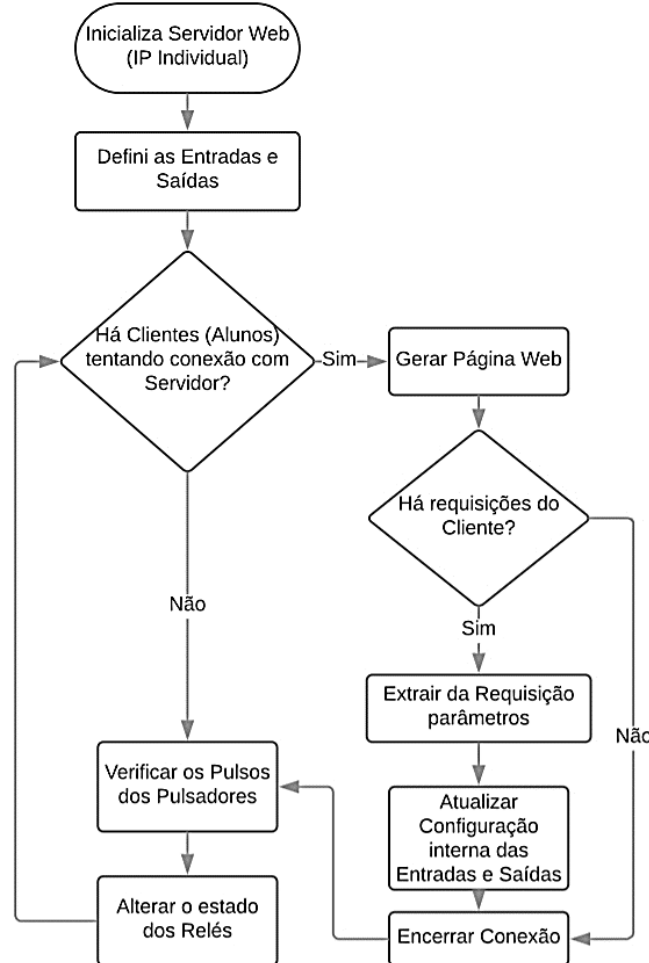
Figura 5. Exemplo de conexão do circuito de controle.



Fonte: Próprio do autor.

Assim, o sistema proposto permite que o usuário configure cada pulsador, de forma remota, e quando os mesmos são pressionados, acionam-se os relés que estarão ligados às cargas. Cada bancada, como dito anteriormente, possui um quadro de controle que é o responsável por receber os pulsos das chaves pulsadoras e, com base na configuração feita pelo usuário, alterar os estados dos relés. O fluxograma simplificado da programação implementada é apresentado na Figura 6.

Figura 6. Exemplo de conexão do circuito de controle.



Fonte: Próprio do autor.

Cada relé possui duas conexões possíveis de acionamento das cargas: quando o relé recebe o sinal em nível lógico alto (5V), ele fecha a chave para saída NF (Normalmente Fechado) e, quando recebe o sinal em nível lógico baixo (0V), comuta a chave para saída NA (Normalmente Aberto). Buscando otimizar o desenvolvimento do *hardware*, optou-se por utilizar um módulo com 4 relés, sendo todos isolados com optoacopladores, como mostra a Figura 7.

Figura 7. Módulo relé de 4 canais opto acoplados.



Fonte: Próprio do autor.

Cada quadro de controle das bancadas é composto por um Arduino Uno, uma *Shield Ethernet (W5100)* e um módulo relé de quatro canais optoacoplados. A IDE utilizada para a programação, a Arduino IDE, trabalha com uma linguagem de programação de alto nível (C++ modificado) que, apesar de não otimizar muito o tamanho do código fonte, facilita muito o trabalho do programador, principalmente dos iniciantes.

2.4 Quadro Geral

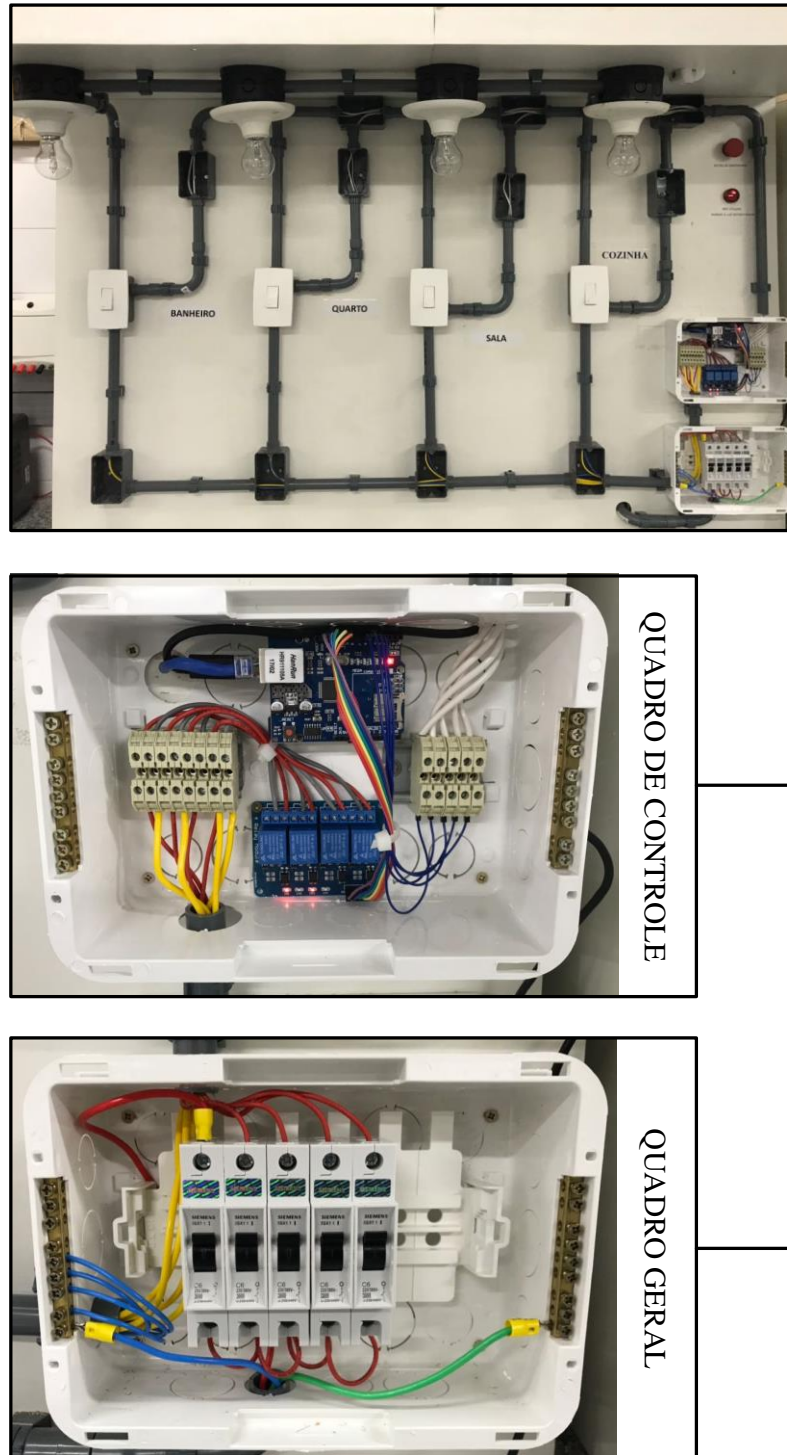
Cada bancada possui um quadro denominado Quadro de Proteção, responsável por garantir a integridade dos equipamentos/cargas e a segurança dos usuários (alunos, técnicos e professores). Cada quadro é composto por cinco disjuntores termomagnéticos (sendo, um geral e outros quatro para cada circuito da bancada). Além dos disjuntores, estes quadros possuem dois barramentos, um de neutro e outro de aterramento de onde saem os demais condutores de cada circuito.

3 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Com o intuito de realizar experimentos no sistema de automação proposto, o qual pode ser visto na Figura 8, utilizam-se de lâmpadas como carga. Nesta configuração, cada lâmpada é ligada ao neutro ($N1$, $N2$, $N3$ ou $N4$) e a um retorno que vem do relé ($R1$, $R2$, $R3$ ou $R4$). Quando se fecha um dos contatos do relé, conseqüentemente se aciona o respectivo circuito, energizando a lâmpada. Cada chave pulsadora está ligada ao pino GND que advém do Arduino e seu retorno é ligado em uma entrada digital do Arduino ($IN1$, $IN2$, $IN3$ ou $IN4$). Quando o usuário pressiona o pulsador, este envia um pulso para o Arduino, que recebe esta informação e aciona os relés de acordo com a programação que foi feita pelo usuário.

O quadro de controle e o quadro geral são de simples montagem e análise, tornando possível, em uma única aula de laboratório, fazer toda a montagem elétrica e a programação do sistema de automação, conseguindo assim aplicar na prática, todos os conhecimentos adquiridos em sala de aula.

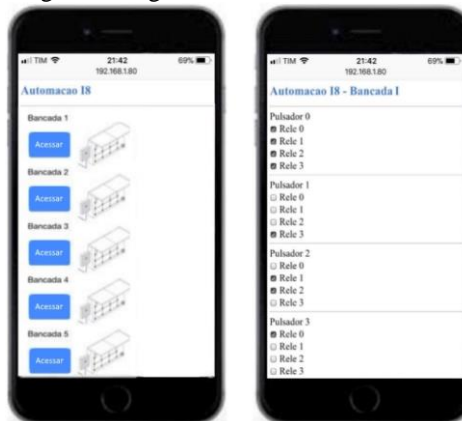
Figura 8. Bancada completa.



Fonte: Próprio do autor.

A Figura 9 mostra a página desenvolvida em HTML para controle e configuração da bancada pelo usuário. Nela, inicialmente, deve ser selecionada a bancada a qual se deseja configurar (acessando assim o IP fixo da mesma) e, em uma segunda janela, o usuário pode configurar a função de cada um dos quatro pulsadores, que irão configurar a ligação dos quatro relés presentes no quadro de controle.

Figura 9. Página desenvolvida em HTML.



Fonte: Próprio do autor.

Nos testes realizados, a bancada se mostrou segura e bastante intuitiva, surgindo poucas dúvidas dos usuários durante as práticas realizadas. Os resultados do sistema foram satisfatórios e os alunos se demonstraram mais motivados durante as práticas de laboratório.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o projeto e desenvolvimento de bancadas para simulação de sistemas de automação residencial utilizando Arduino com comunicação via web, onde os alunos envolvidos no projeto aplicaram conhecimentos de diversas áreas da engenharia. Este tipo de trabalho além de trazer mais significado para o processo de ensino e aprendizagem, motiva os alunos pois trazem para dentro de sala de aula desafios e experiências muito próximas do que eles encontraram no mercado de trabalho.

A página web foi desenvolvida em HTML e provê acesso as bancadas que possuem um IP fixo. Cada bancada possui quatro pulsadores, um quadro geral, de proteção, e um quadro de controle, que utiliza um Arduino Uno, uma *Shield Ethernet*, e uma placa com 4 relés isolados com optoacoplador. O sistema permite que o usuário determine via web a configuração dos relés e qual pulsador fará aquele arranjo elétrico. Da maneira como foi concebida, a aplicação pode ser explorada de diversas formas nas disciplinas de automação.

O sistema se apresentou bastante seguro e intuitivo. Os alunos que trabalham no desenvolvimento do projeto demonstraram bastante motivação e entusiasmo durante a execução do mesmo. O resultado final foi bastante satisfatório, mostrando a importância da experimentação prática para alunos de engenharia.

REFERÊNCIAS

FARIAS, E. S.; Costa, C. M.; SOARES, E. L.; COSTA JUNIOR, A. G.; e ANDRADE JUNIOR, G. V. **Desenvolvimento de um sistema de proteção utilizando disjuntor residual monofásico controlado por arduino**. XXI CBA. Vitória/ES, 2016.

FECOMERCIOSP. **Crise não derruba mercado de automação**. Federação do Comércio de Bens. Disponível em: <www.fecomercio.com.br/noticia/crise-nao-derruba-mercado-de-automacao/>. Acesso em: Fevereiro, 2018.

FERREIRA, I. V.; e GODOY, E. P. **Integração de internet das coisas e Zigbee no contexto de eficiência energética e automação predial**. XXI CBA. Vitória/ES, 2016.

FISHER, D. K.; e GOULD, P. J. **Open-Source Hardware Is a Low-Cost Alternative for Scientific Instrumentation and Research.** MODERN INST., v1, p8-20, 2012.

MACHADO, F. C.; e LIMA, M. F. W. P. **O Uso da Tecnologia Educacional: Um Fazer Pedagógico no Cotidiano Escolar.** SCIENTIA CUM INDUSTRIA, V. 5, PP. 44-50, 2017.

MARTINHO, M. F. G. **Emuladores de Dispositivos Domóticos** (Dissertação de Mestrado). Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Universidade de Lisboa. 118p, 2016.

MOREIRA, M. A. A. **Teoria de aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora da UnB, 2006.

_____. **Negociação de significados e aprendizagem significativa.** Ensino, Saúde e Ambiente, n. 2, v. 1, 2006.

OLIVEIRA, T. C.; SILVA, C. M.; LUCENA, T. F. R.; e MEDINA, B. V. B. V. G. **Automação Residencial: Soluções Criativas e o Uso da Tecnologia em Arquitetura na Promoção da Saúde e qualidade de Vida.** VIII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. – Centro Universitário de Maringá (UNICESUMAR), 2016.

OLIVEIRA, G. R.; e BRAGA, C. M. P. **Arquitetura Híbrida De Automação Residencial De Baixo Custo Integrada A Uma Plataforma Móvel Customizável.** XXI Congresso Brasileiro de Automática (CBA). Vitória/ES, 2016.

TRETER, M. E.; JUNIOR, L. P. P.; FRANCHI, C. M.; e MICHELS, L. **Desenvolvimento de um Sistema de Automação Residencial de Baixo Custo com Acesso Remoto Via WEB.** XX CBA. Belo Horizonte/MG, 2014.

SOUZA, F. **Arduino UNO. Embarcados.** Disponível em:
<<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>> Acesso em: Fevereiro, 2018.

RESIDENTIAL AUTOMATION SYSTEM USING ARDUINO PLATFORM APPLIED TO ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *Having in mind the evolution in the domotic area, better known as automation, and seeking to improve the teaching and learning of technologies topics, this paper presents the whole development of a laboratory workbench and a web page in order to give the engineering students the opportunity to apply the concepts studied in class, building, that way, a small automation system. Through the web page developed using HTML, the user can access the workbench using its IP, and send command data through TCP/IP, using the laboratory internal LAN, to an activation hardware. This hardware is composed by an Arduino and an Ethernet Shield, which receives the configuration desired by the user and sets the equipment connections according to the data received. In this paper is described the whole development process of the laboratory automation system proposed, presenting all software used in the process, and, finally, showing the experimental results obtained in the university laboratory.*

Key-words: *Arduino, Laboratory Automation, WEB.*