

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM DISPOSITIVOS *ANDROID™* POR COMUNICAÇÃO *ETHERNET*

CLAUDIO HENRIQUE MATEUS¹
PAULO BRONIERA JUNIOR²

Resumo

A automação residencial é uma área a qual tem atraído um número crescente de pessoas. Está ligada ao controle e automação de residências, tendo como objetivos principais oferecer um maior conforto e maior segurança quando comparado aos métodos tradicionais já utilizados. Deste modo, vários estudos têm apresentado estratégias para o controle e automação de residências. Assim, este trabalho propõe o estudo e a implementação de um sistema de automação residencial com acionamento remoto por meio de rede *Ethernet*. A metodologia aplicada consiste em uma abordagem capaz de acionar ambientes de uma residência de forma remota, por meio de dispositivos *Android™* conectados a *web*. A proposta é validada por meio de ensaios experimentais aplicados ao acionamento de ambientes de uma maquete. Para o acionamento dos ambientes serão utilizados relés de potência conectados a um microcontrolador.

Palavras-chave: Microcontrolador. Automação residencial. Acionamento remoto.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas na área de automação industrial, a migração destas tecnologias para as residências vem se tornando cada vez mais comum, de modo a atender um mercado consumidor exigente na busca por conforto, segurança e eficiência energética (AURESIDE, 2014).

¹ Discente; Tecnólogo em Manutenção Industrial; Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina; claudio.mateus26@hotmail.com

² Docente; da Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina; paulo.broneira@pr.senai.br

A automação residencial oferece a opção de acionar setores de uma residência tais como irrigação de jardins, iluminação, bombeamento de piscinas, abertura de tetos solares, por dispositivos remotos, sem a necessidade de estar presente no referido ambiente. Para que isto seja possível, se faz necessário a utilização de um padrão de comunicação entre o dispositivo móvel (transmissor) e o sistema embarcado (receptor) responsável pelo acionamento dos equipamentos.

Segundo Morimoto (2008) e Cruz (2009), as comunicações entre dispositivos eletrônicos podem ser realizadas por meio de redes de comunicação tais como *Ethernet*, *bluetooth* entre outros. Dentre os métodos citados, *Ethernet* é destaque por ser a tecnologia LAN mais utilizada. Assim possibilita a troca de informação entre dispositivos a longas distâncias, conectados a *WEB*.

O trabalho de Pereira (2006) apresenta um sistema de gerenciamento remoto para reduzir desperdícios de energia elétrica, principalmente direcionados para ar condicionados e iluminação, considerando condomínios prediais.

Beghini (2013) demonstra um sistema com mecanismo de alimentação canina por internet, onde o mesmo fica interligado a um microcontrolador e outros componentes limitando a quantidade correta para alimentação do animal.

A proposta deste trabalho consiste em acionar ambientes de uma maquete por meio de uma comunicação entre um dispositivo *Android*TM e um *Arduino*. Vale ressaltar que o aplicativo utilizado no *Android*TM foi desenvolvido exclusivamente para este trabalho.

2. SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Para implementação de um sistema de automação residencial, utiliza-se basicamente um elemento que processe, module e transmite dados e que possua interface com o usuário, um elemento que recebe dados, processe e controla o acionamento de cargas com relé de acionamento conectados em suas saídas para o acionamento de cargas, e um padrão de comunicação entre os referidos elementos para transmissão e recepção de dados.

Como elementos transmissores, pode-se utilizar os *Smartphones*, controles de rádio frequência entre outros. Como elemento receptor, tem-se os microcontroladores, CLP entre outros.

Segundo Dias e Pizzolato (2004), os sistemas mais utilizados como elemento transmissor para comunicação entre dispositivos são os

Smartphones. Este fato ocorre devido ao referido dispositivo permitir conexões portáteis a longas distâncias por meio da internet, desde que no local haja conexão disponível.

Como elemento receptor, destacam-se os microcontroladores, os quais possuem um custo relativamente baixo, com programação simples e rápida, conectam com dispositivos sem fio e fazem acionamentos de cargas por meio de elementos como os relés.

A Figura 1 apresenta um esquema de automação residencial. Este sistema é constituído por um *Smartphone*, um roteador *wireless*, uma placa *Arduino*, uma placa *Shield Ethernet* e componentes como fechadura elétrica, iluminação, ventilador, que podem ser acionados através deste sistema.

Figura 1 – Esquema de automação residencial



Fonte: Do autor (2016).

No caso do esquema representado na Figura 1, o usuário do sistema envia uma instrução por meio do *Smartphone* conectado à internet para roteador *wireless*, que está interligado com a placa *Shield Ethernet* por meio do cabo *Patch Cord*, ou seja, cabo utilizado para ligação entre equipamentos para transmissão de dados, e acoplado com a placa *Shield Ethernet* e *Arduino*. Este, por sua vez, processa os sinais recebidos e envia os comandos para os relés, acionando os componentes da residência.

Neste trabalho, será implementado um sistema de automação residencial conforme o esquema apresentado na Figura 1. Entretanto, o sistema citado será dedicado ao acionamento remoto de cargas em uma maquete. Assim, nas próximas subseções serão apresentadas uma breve revisão dos dispositivos que compõe o sistema de automação desenvolvido.

2.1 Smartphones

Os *Smartphones* não são apenas telefones simples, podem ser considerados até mesmo como um computador. São dispositivos que agregam funções de comunicação móvel, e este acesso móvel está ligado à comunicação através da internet que pode ser de alta velocidade e com grande abrangência.

Morimoto (2008) divide os *Smartphones* em duas classes, a primeira como celulares e a segunda como assistentes pessoais, que podem ter conexões 3G, 4G ou Wi-Fi, devido seus diversos aplicativos disponíveis que podem ser inseridos conforme cada necessidade.

Devido a esta possibilidade de inserir aplicativos nos *Smartphones*, foi desenvolvido um aplicativo para fazer esta integração entre o *Smartphone*, representado na maquete por um *Tablet*, e o sistema de automação.

2.2 Padrão de comunicação Ethernet

Protocolo *Ethernet* é o conjunto de tecnologias para rede local, e podem ser localizadas em locais como residências, escritórios, empresas, ou seja, locais com equipamentos que utilizam placas de rede, cabos, sendo eles padronizados de acordo com o protocolo ethernet. Estes padrões compreendem variantes de cabeamento para a transmissão de sinal, operando nas duas primeiras camadas, de um total de sete do modelo *OSI (Open Systems Interconnection)*.

Na primeira camada, conhecida com a camada física, é onde ocorre a transmissão de sinal, toda a parte física e a frequência com que os dados são enviados.

Na segunda camada do modelo *OSI*, definida como camada Enlace, ou do termo inglês *Data Link Layer*, é o responsável por traduzir as informações da camada de rede em *bits* para que então sejam enviadas pela camada física. Essa camada é dividida em duas subcamadas, o Controle de acesso ao meio (MAC) e o Controle de Link Lógico (LLC). Nessa camada,

as informações são formatadas em *Frames* (quadros), contendo endereços de origem e destino dos dispositivos onde serão encaminhados.

A subcamada MAC informa como os dados serão colocados no meio físico, sua ordem, e que quadros serão enviados, definindo qual o endereço físico do dispositivo, ou conhecido como endereço MAC.

A outra subcamada LLC, deve conhecer qual protocolo estará atuando na camada de rede, quando o *host* recebe o quadro, o cabeçalho presente nesta subcamada, informara onde o quadro será destinado, podendo ter também o controle de fluxo e a sequência de *bits* de controle. Esta camada faz a interface da parte física da rede, ou seja, a primeira camada do modelo *OSI*, para a parte lógica, onde recebe estes *bits*, transforma para *bytes*, e posteriormente para *Frames*, e envia para as camadas superiores, fazendo também o processo inverso para que possam ser enviadas pelo meio físico.

O padrão *Ethernet* é definido pelo IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos), sendo este responsável pela padronização desta tecnologia, e o comitê 802.3, é o responsável pela padronização do protocolo *Ethernet*, ou seja, todos os equipamentos que possuem dispositivos *Ethernet*, eles comunicam entre eles seguindo este padrão.

Com este padrão de *Ethernet*, outros dispositivos como os microcontroladores ficaram mais acessíveis por serem menores e de fácil utilização.

Segundo Morimoto (2008) a comunicação *Ethernet* é utilizada apenas nas redes cabeadas, por outro lado, as redes sem fio são conhecidas por redes *wireless*, redes *Wi-Fi* ou redes 802.11g ou 802.11n.

Neste trabalho, a comunicação *Ethernet* está sendo utilizada após o roteador *wireless*, na comunicação com o *Shield Ethernet*, seguindo os padrões especificados pelo modelo *OSI*.

Para comunicação entre o *Smartphone* e o roteador *wireless*, será utilizado a comunicação de redes sem fio, ou também conhecida como redes *Wi-Fi*, as redes *wireless* 802.11. O padrão de comunicação IEEE 802.11, atua na primeira camada do modelo *OSI*, definido para redes sem fio.

2.3 Microcontroladores

Um microcontrolador pode ser considerado como um pequeno computador em um sistema integrado, e contém núcleo processador, memória e periféricos, podendo ser de entrada e saída programáveis. A memória do programa pode ser em forma de *flash* ou OTP ROM (*One-Time Programmable Read-Only Memory*), e as vezes é incluída no chip com uma quantidade com capacidade de armazenamento pequena de memória RAM (*Random Access Memory*), (SATO, 2010).

Este circuito integrado possui um microprocessador com periféricos essenciais para o funcionamento, como a memória do programa ROM, a memória de dados RAM e dispositivos que fazem a entrada e saída fazendo a comunicação da memória com os pinos externos do microcontrolador.

Os microcontroladores podem ser classificados pela quantidade de memória interna, ocupados pelo programa e pelos dados inseridos, velocidade de processar informações, quantidade de pinos de entrada e saída, tipo de alimentação e periféricos. Neste trabalho será utilizado um microcontrolador da família ATMEL implementado na plataforma *Arduino*.

2.3.1 *Arduino*

O *Arduino* é uma plataforma de desenvolvimento de sistemas embarcados baseado em microcontroladores, com componentes eletrônicos acoplados em uma placa impressa, sua interface permite a comunicação com computadores para a sua programação. Conectados a esta placa pode-se ligar circuitos externos, como sensores, relés, motores entre outros. Seu *software* de programação é de domínio público, podendo ser copiados e alterados por outras pessoas conforme o projeto desejado.

A programação é feita por intermédio do *software Arduino* (IDE), com a linguagem de programação *Arduino*, pode ser desenvolvida em computadores que possuem sistema operacional *Windows*, *Linux* e *Macintosh*, e inseridas as informações no microcontrolador, por meio de cabo de conexão USB, entre o computador conectado ao *Arduino*.

É definido por duas partes: a placa de circuito impresso com o microcontrolador e o aplicativo na memória do microcontrolador, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo de placa *Arduino*



Fonte: *Arduino* (2016).

2.4 Sensores

Os sensores são elementos que sentem uma grandeza física, possuem algumas características de tensão, capacitância ou resistência elétrica, que é dependente da grandeza a ser medida. Os sensores que não tem a interferência humana para serem acionados, podem ser os sensores de luminosidade, temperatura ambiente, sensor de umidade, sensor de fumaça, sensor infravermelho, sensor de chuva, entre outros.

Neste trabalho, os sensores utilizados são responsáveis por enviar informações das condições do ambiente externo ao *Arduino*, o qual irá executar as instruções já determinadas. Tem-se o sensor de umidade e temperatura e o sensor que detecta chuva. Dentre eles, pode-se destacar o sensor de umidade e temperatura DHT11 como elemento resistivo do tipo NTC, o qual tem resposta rápida de leitura.

2.4.1 Sensor de temperatura DHT11

Sensor designado a fazer a leitura em tempo real da temperatura ambiente. Este modelo especificamente, executa a medição com faixa de 0 a 50 °C com tolerância de $\pm 2\%$. Este sensor, através de um microcontrolador interno, faz a leitura dos dados obtidos no ambiente e se comunica com o

Arduino através de um sinal serial. Na tabela 1, podemos verificar as suas especificações técnicas.

Tabela 1 – Especificações do sensor de temperatura

Características	Dados
Modelo	DHT11
Alimentação	3 a 5,5 V
Faixa de leitura	0 °C a 50 °C
Precisão	+/- 2 °C
Corrente de trabalho	0,5 mA a 2,5 mA
Distância transmissão	Até 20 metros
Intervalo entre medições	1 s

Fonte: Do autor (2016).

2.4.2 Sensor de umidade DHT11

Sensores de umidade são componentes que fazem a medição da porcentagem (%) da água que está presente no ambiente. O sensor DHT11 será o responsável pela coleta de dados da umidade relativa do ar, executando a medição em uma faixa de 20 a 90%, com tolerância de $\pm 5,0\%$, podendo transmitir sinais até 20 metros, conforme demonstrado na Tabela 2.

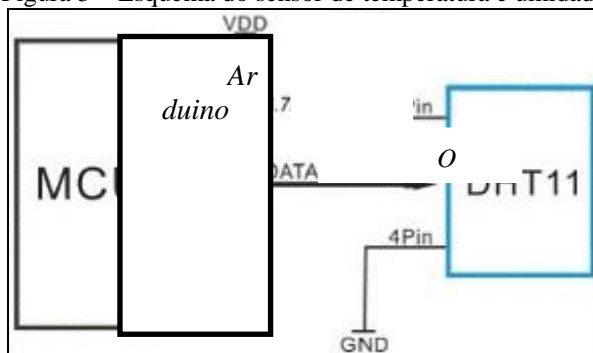
Tabela 2 – Especificações sensor de umidade

Características	Dados
Modelo	DHT11
Alimentação	3 a 5,5 V
Faixa de leitura	20% à 90%
Precisão	+/- 5%
Corrente de trabalho	0,5 mA à 2,5 mA
Distância transmissão	Até 20 metros
Intervalo entre medições	1 s

Fonte: Do autor (2016).

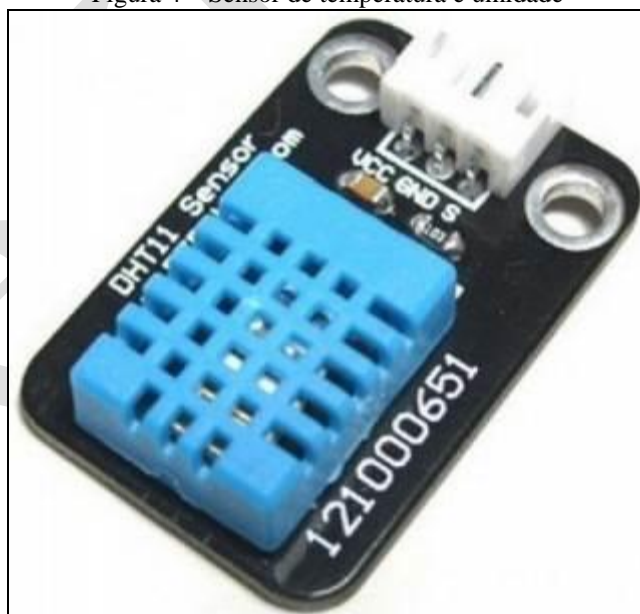
Neste projeto será utilizado o sensor de umidade e de temperatura no mesmo componente. O modelo DHT11 permite estas coletas dos dados simultaneamente e envia através de um condutor de sinal através da comunicação *One Wire*, ou seja, a comunicação através de um fio, conforme demonstrado no esquema na Figura 3, e o modelo deste pode-se observar na Figura 4.

Figura 3 – Esquema do sensor de temperatura e umidade



Fonte: Do autor (2016).

Figura 4 – Sensor de temperatura e umidade



Fonte: Arduino (2016).

2.4.3 Sensor para detectar a chuva

Outro elemento importante é o sensor de água com a função de monitorar as condições climáticas das áreas que tem contato externo, este sensor ao detectar presença de água poderá executar o fechamento de janelas, portas ou telhados retráteis, em dias que ocorrem chuvas. Este modelo de sensor podemos verificar na Figura 5.

Figura 5 – Sensor de detecção de chuva



Fonte: Arduino (2016).

Este sensor detecta a presença de água através de seus condutores paralelos que entram em curto, convertendo o sinal e enviando através da comunicação *One Wire*. Quando o sensor estiver seco, sua saída fica em estado alto (HI), ou seja, sua saída fica com uma tensão de 5 V, e quando é acionado através da água, sua saída fica em estado baixo (LO) com uma tensão de 0 V. Pode-se observar na Tabela 3 as especificações do sensor de chuva com todas as características técnicas.

Tabela 3 – Especificações sensor de detecção de chuva

Características	Dados
Marca	Funduino
Alimentação	3 a 5 V
Corrente de trabalho	20 mA
Tensão de saída	0 ~2.3 V
Temperatura de operação	10 °C à 30 °C
Umidade	10% à 90%
Tipo de sensor	Analógico
Área de detecção	40x16 mm
Dimensões (CxL)	60x20 mm

Fonte: Do autor (2016).

Nota-se que este sensor analógico trabalha com uma área útil de detecção de 40x16 mm, tendo como corrente de trabalho 20 mA e a faixa de umidade fica entre 10% até 90%.

2.5 Relés

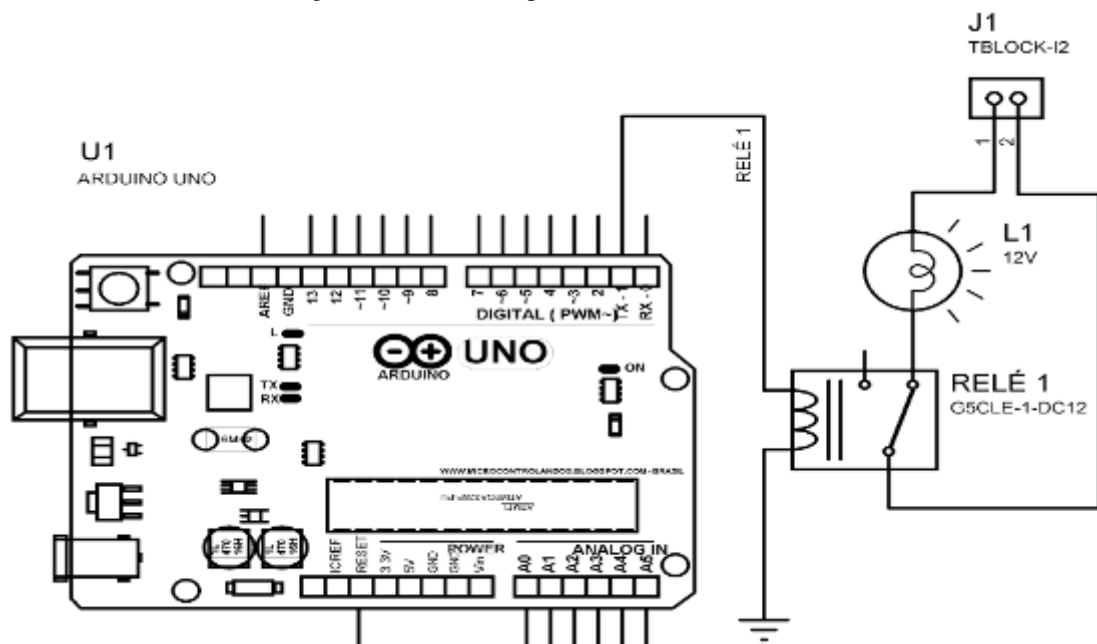
O relé é um dispositivo que adequa o nível de tensão de saída, no caso deste trabalho um microcontrolador, para a tensão de uma determinada carga, através de elementos eletromecânicos e semicondutores.

Para Cunha (2009), o módulo relé é considerado um interruptor eletromecânico, quando é acionado através de uma tensão, no caso do *Arduino* 3,3 V a 5 V, é gerado um campo magnético alterando o circuito interno e sendo possível acionar lâmpadas, motores e demais equipamentos da residência, acionados pelo *Arduino*.

Seu funcionamento tem como característica um contato interno e uma bobina, e quando a corrente passa por essa bobina é gerado um campo magnético e atrai um pino interno fechando o contato, no modelo SRD-

05VDC-SL-C utilizado neste trabalho, é possível acionar cargas com até 250 V de até 10 A. Seu funcionamento pode ser exemplificado conforme o circuito esquemático da Figura 6.

Figura 6 – Circuito esquemático do acionamento



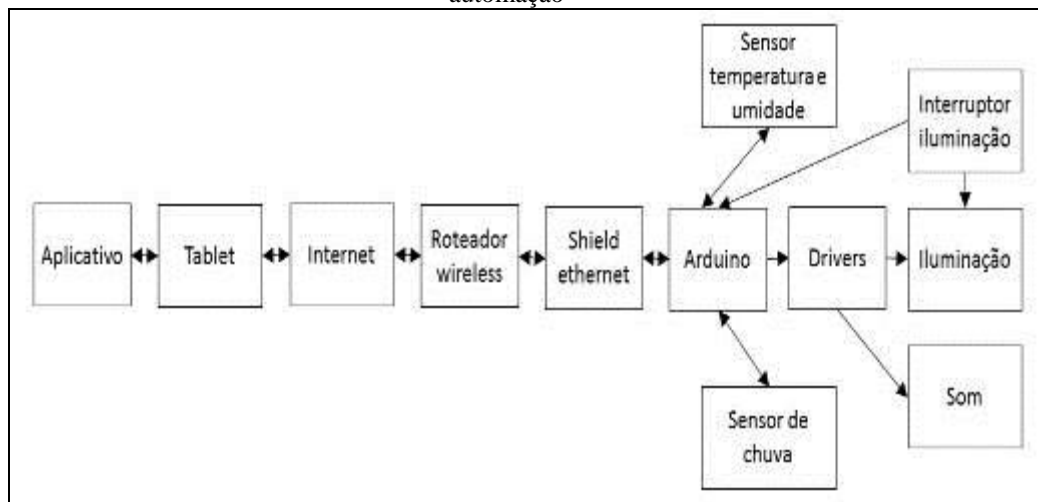
Fonte: Do autor (2016).

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Implementação do sistema de automação residencial

Neste trabalho, foi desenvolvido um sistema de automação residencial, que foi aplicado a uma maquete de demonstração. O sistema é constituído da comunicação de um aplicativo instalado em um dispositivo móvel, que faz o acionamento da iluminação e do som, controla a temperatura, umidade e monitora ocorrência de chuva na maquete de demonstração, com componentes que fazem parte do sistema como, roteador sem fio, *Shield Ethernet*, *Arduino* e relés. A Figura 7 apresenta um diagrama em blocos do sistema de automação implementado no trabalho.

Figura 7 – Diagrama de blocos do sistema de automação



Fonte: Do autor (2016).

Por meio da estrutura proposta no diagrama da Figura 7, pode-se acionar a iluminação de ambientes distintos de uma residência, bem como monitorar a temperatura, umidade e presença de chuva em locais que se faça necessário, tais como jardins, área de piscina e etc.

Para o acionamento da iluminação de ambientes, o usuário envia um sinal de comando para o *Arduino*, por meio do aplicativo de interface instalado em um dispositivo móvel, conectado a uma rede sem fio. O *Arduino*, por sua vez, recebe o sinal de comando, por meio de um *Shield Ethernet* conectado a um roteador *wireless*, e o envia para um dispositivo relé que atua como interruptor paralelo de iluminação.

Para o monitoramento de temperatura, umidade e presença de chuva, o sensor envia um sinal de comando para o *Arduino* por meio da comunicação *One Wire*, onde este comando é processado pelo microcontrolador, no caso do sensor de temperatura e umidade o mesmo envia o status para o dispositivo móvel e no caso do sensor de presença de chuva é enviado um sinal para o dispositivo relé, para acionar um eventual fechamento de uma janela.

3.2 Implementação do sistema de automação residencial proposto em uma maquete dedicada

O sistema de automação descrito pelo diagrama da Figura 7, foi implementado em uma maquete construída exclusivamente para este trabalho. Para validação do sistema, foi realizada a comunicação *wireless* entre um *Tablet* da marca Genesis modelo GT-7304 e um *Arduino Uno*. Os dispositivos utilizados para a comunicação entre os referidos elementos foram um roteador *wireless* da marca TP-LINK modelo TL-WR841ND e um *Shield Ethernet* modelo W5100.

Os relés e sensores utilizados no sistema de automação são modelos comerciais, os quais são citados na seção 2 deste trabalho. O aplicativo de interface com o usuário foi desenvolvido exclusivamente para este trabalho e é apresentado nas subseções a seguir. A Tabela 4 apresenta um resumo dos componentes utilizados no sistema de automação.

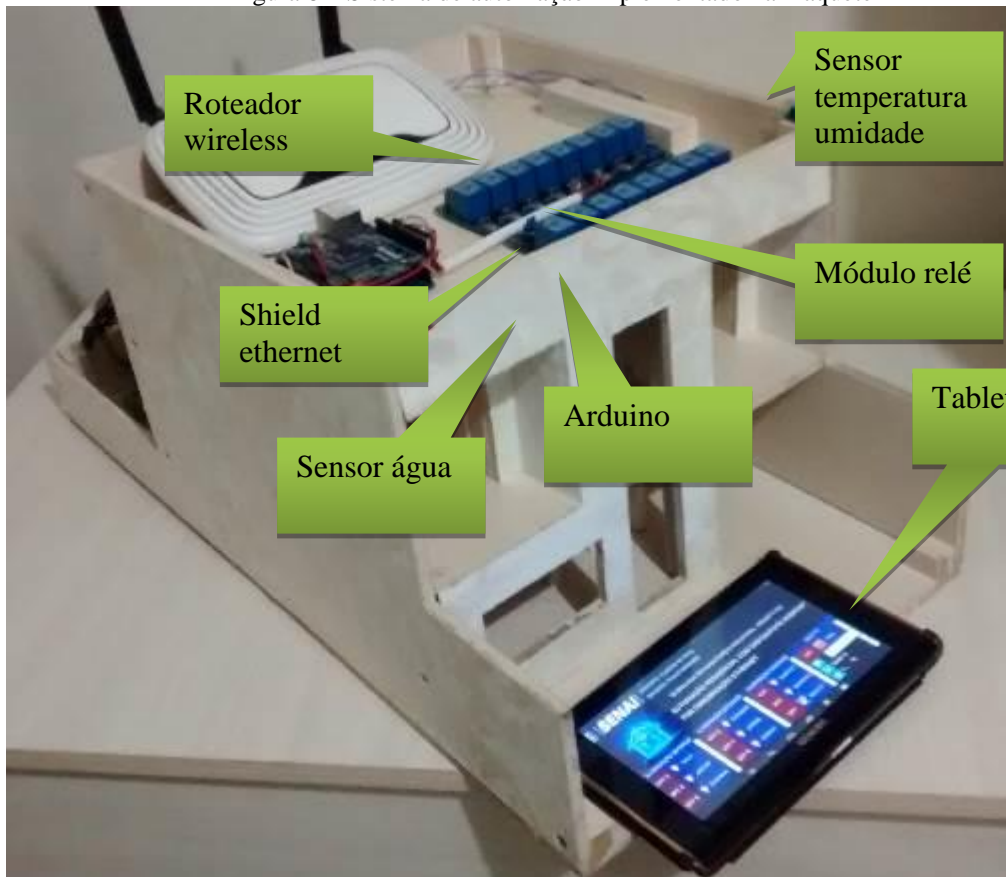
Tabela 4 – Componentes utilizados

Quantidade	Componente	Modelo
01	<i>Tablet</i>	GT-7304
01	<i>Arduino</i>	UNO
01	Roteador <i>wireless</i>	TL-WR841ND
01	<i>Shield Ethernet</i>	W5100
01	Sensor temperatura e umidade	DTH11
01	Sensor de detecção de chuva	Funduino
01	Módulo relé	SRD-05VDC-SL-C

Fonte: Do autor (2016).

Com a utilização dos componentes citados na Tabela 4, foram implementados acionamento de iluminação de 9 ambientes da maquete, acionamento de som ambiente, bem como o monitoramento de temperatura e humidade do ambiente interno e monitoramento de existência de chuva por meio de um sensor dedicado ao proposito acoplado no telhado da maquete. A Figura 8 ilustra o sistema de automação implementado na maquete proposta.

Figura 8 – Sistema de automação implementado na maquete



Fonte: Do autor (2016).

3.2.1 Aplicativo de interface

Para este trabalho, foi desenvolvido um aplicativo de interface para ser utilizado de forma intuitiva e simples.

O mesmo fará o acionamento dos componentes, e também o gerenciamento do *status* da residência, ou seja, é possível acompanhar em tempo real os itens acionados pelo *Tablet* ou acionados fisicamente, e também o *status* dos sensores de temperatura, umidade e de chuva.

Na Figura 9 pode-se visualizar a tela do aplicativo.

Figura 9 – A tela do aplicativo



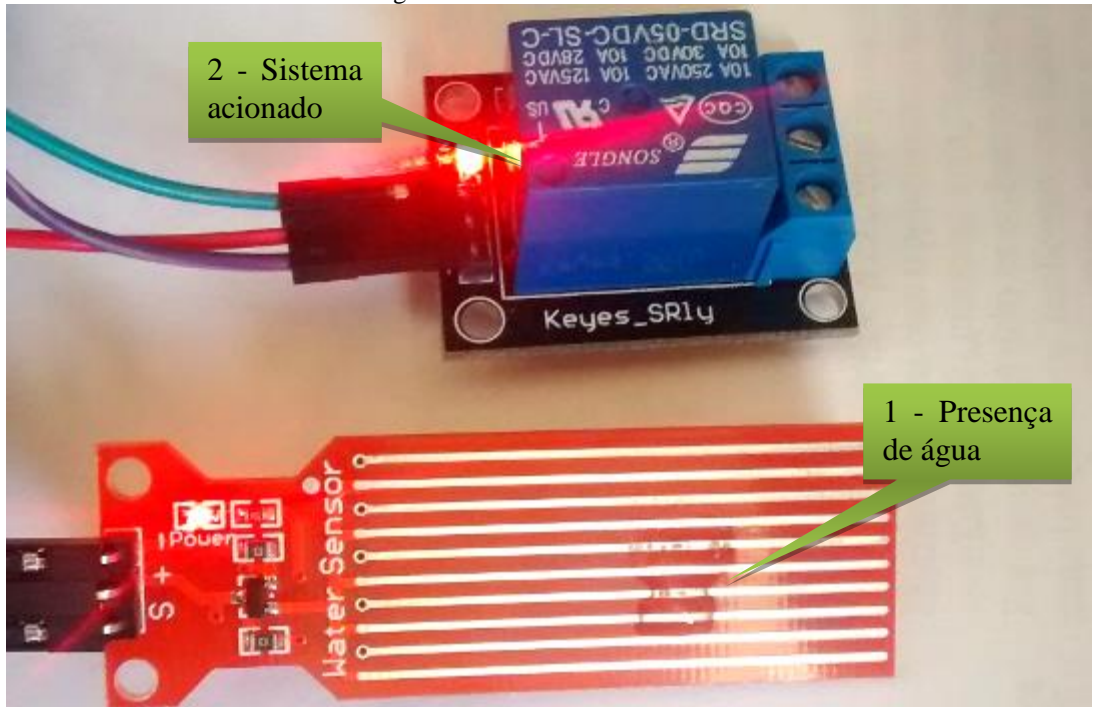
Fonte: Do autor (2016).

O aplicativo foi desenvolvido por meio do *software* Delphi XE6 e pode ser utilizado em dispositivos moveis tais como *Tablet* e *Smartphone*. O mesmo possui o acionamento dos ambientes do piso inferior como iluminação da garagem, jardim, sala de jantar, cozinha, piscina, e no piso superior a iluminação do quarto 1, quarto 2, quarto 3, sala de estar e som ambiente da sala de estar, e monitoramento do ambiente interno e externo.

3.2.2 Acionamento do ambiente da maquete

Para efeito de teste, o ambiente externo foi acionado e monitorado através do sensor de existência de chuva. Na observação 1 da Figura 10, temos a presença de água no sensor, na observação 2, o relé é acionado, demonstrando o seu funcionamento.

Figura 10 – Teste de acionamento



Fonte: Do autor (2016).

Após o acionamento do sensor de presença de água, o *Arduino* processa a informação recebida e envia um sinal para o *Tablet* demonstrando o status do acionamento, ou seja, na cor verde está acionado com a presença de água, e na cor vermelha não tem a presença de água, conforme demonstrada na Figura 11.

Figura 11 – Status do acionamento no *Tablet*



Fonte: Do autor (2016).

4. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a proposta de um modelo de automação residencial com aplicação em uma maquete, controlando e monitorando remotamente dispositivos de uma residência. Para isso foram utilizados conceitos de elétrica, eletrônica, internet, programação de microcontrolador e desenvolvimento de aplicativo. O desenvolvimento deste aplicativo foi fundamental para facilitar a utilização do usuário final de forma simples e intuitiva.

O resultado da simulação na maquete demonstra a quantidade de ambientes que é possível controlar, todavia, como sugestão para trabalhos futuros, este projeto pode ser estendido para outros tipos de controles e monitoramentos da residência.

HOME AUTOMATION WITH ANDROID™ DEVICES THROUGH ETHERNET COMMUNICATION

Abstract

The home automation is an area which has attracted a growing number of people. It is connected to the control and automation of homes, with the main objective to offer greater comfort and increased safety when compared to traditional methods already used. Thus, several studies have presented strategies for the control and automation of homes. This work proposes the study and implementation of a home automation system with remote activation via Ethernet communication. The methodology consists of an approach to trigger environments of a remotely residence through Android™ devices connected to the web. The proposal is validated by experimental tests applied to drive a model environments. To drive the environments power relays will be used connected to a microcontroller.

Keywords: Microcontroller. Home automation. Remote start.

5. REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL. 2014. Disponível em: <http://www.aureside.org.br>; Acessado em: 24/04/2015.

BEGHINI, Lucas Bragazza. **Automação Residencial de baixo custo por meio de dispositivos móveis com sistema operacional *Android***. 2013. 76 f. Trabalho de conclusão de curso (Departamento de Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2013.

PEREIRA, Kleber Elias. **Sistema de Monitoramento de Iluminação Predial via *Web***. 2006. 57 f. Trabalho de conclusão de curso (Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas) - Universidade do Planalto Catarinense, Lages, SC, 2006.

SATO, Thiago Kenji Batisti. **Sistema Automotivo de Notificação de Acidente**. 2010. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Departamento de Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.

CRUZ, Renan pontes. **Desenvolvimento de um Sistema de Supervisão Via *Web* Aplicado à Automação Residencial**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia da Computação e Automação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2009.

DIAS, César Luiz de Azevedo ; PIZZOLATO, Nélio Domingues. **Domótica, Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial**. 2004. 32 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, Niteroi, RJ, 2004.

CUNHA, Livia. **Os Guardiões da Instalação**. Revista Portal O Setor Elétrico, 39ª Ed. São Paulo: Atitude Editorial, 2009.

MORIMOTO, Carlos Eduardo. Padrões *Ethernet*. In: MORIMOTO, Carlos Eduardo. **Redes, Guia Prático**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Sul Editora, 2008. p. 3-4.