



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS
GERAIS
CAMPUS IV – ARAXÁ

ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
INTEGRADO PARA RESIDÊNCIAS DE MÉDIO PORTE UTILIZANDO
SISTEMA SUPERVISÓRIO ÚNICO COMO TECNOLOGIA ACESSÍVEL**

Pedro Henrique dos Santos Rezende
Thiago Henrique da Silva

Araxá
2012

Pedro Henrique dos Santos Rezende
Thiago Henrique da Silva

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO
INTEGRADO DE BAIXO CUSTO PARA RESIDÊNCIAS DE MÉDIO
PORTE UTILIZANDO SISTEMA SUPERVISÓRIO ÚNICO COMO
TECNOLOGIA ACESSÍVEL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais / Campus IV – Araxá, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Automação Industrial.

Orientador: Mário Guimarães Júnior, CEFET-MG, MsC.

Co-orientadores: Hebert Radispiel Filho, CEFET-MG.

Eduardo Mangucci, UFTM-MG

Araxá
2012



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
CAMPUS IV – ARAXÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ATA DE DEFESA

ATA da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Automação Industrial do(a) aluno(a) _____.

Às _____ horas do dia ____ do mês de _____ de _____, reuniu-se no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG/CAMPUS IV - ARAXÁ, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso para julgar, na condição de exame final e como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheiro(a) de Automação Industrial o trabalho intitulado _____

Abrindo a sessão, o(a) Presidente(a) da Comissão, Prof(a). _____

_____, após dar ciência aos presentes sobre o teor das Normas Regulamentares para Trabalhos de Conclusão de Cursos do CEFET-MG, passou a palavra ao(a) aluno(a) para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do(a) candidato(a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do(a) aluno(a) e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas indicações de nota entre 0 e 100 e conceito Aprovado = **A** ou Reprovado = **R**.

Prof(a). _____ (Orientador/a) conceito: ____ nota: ____/100

Prof(a). _____ conceito: ____ nota: ____/100

Prof(a). _____ conceito: ____ nota: ____/100

Pela média das notas registradas acima, o(a) aluno(a) foi considerado(a) _____, com nota final igual a ____/100, resultado informado publicamente pelo Presidente da Comissão. O(a) aluno(a) abaixo assinado declara que o trabalho ora identificado e apresentado é da sua autoria material e intelectual, excetuando eventuais elementos tais como passagens de texto, citações, figuras e datas, desde que as mesmas tenham identificadas claramente a fonte original, explicitando as autorizações obtidas dos respectivos autores, quando necessárias. Declara ainda, neste âmbito, não estar violando quaisquer direitos de terceiros.

Nome do(a) aluno(a)

Assinatura

Data

Nada mais havendo a registrar eu, Presidente da Comissão, lavro a presente ATA, que será assinada por mim e pelos demais membros da Banca. Araxá, ____ de _____ de 20____.

Aos nossos pais e professores que nos
guiaram ao longo deste caminho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus.

Agradecemos aos nossos pais e irmãos pelo apoio incondicional e tolerância ao longo desta jornada.

Agradecemos às nossas respectivas namoradas Florence (Thiago) e Talita (Pedro), pela compreensão que elas nunca tiveram.

Agradecemos às colegas Izabela e Sângella, que trabalharam conosco no projeto inicial que deu origem a este trabalho de conclusão de curso.

Agradecemos aos nossos colegas de classe, que estiveram ao nosso lado nesta batalha em todos os momentos, trocando conhecimento e compartilhando momentos de alegria e tristeza.

Agradecemos ao nosso professor e orientador Mário Guimarães, pois sem ele este trabalho não seria possível, e aos nossos coorientadores Hebert Radispiel e Eduardo Mangucci, que com seus conhecimentos contribuíram para execução deste trabalho.

Agradecemos aos professores Wedson Gomes e Daniel Stefany, que lecionaram as disciplinas Programação Orientada a Objetos e Banco de Dados, respectivamente, as quais foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

Agradecemos à instituição CEFET-MG por nos proporcionar um ensino gratuito e de qualidade, que sem sombra de dúvidas marcará nossas vidas profissionalmente.

RESUMO

A busca por conforto, praticidade e segurança em residências tem tornado a domótica (Automação Residencial) uma questão bastante discutida no cenário atual. Com o avanço tecnológico, as empresas buscam aprimorar as tecnologias empregadas em seus novos produtos. Porém, mesmo com o mercado em expansão, o alto custo destes dispositivos e a falta de integração entre os sistemas ainda fazem com que a automação residencial seja inviável e inacessível à grande parte da população. Baseando-se no estudo das tecnologias utilizadas e tendências de mercado de automação residencial, propôs-se o desenvolvimento de um sistema integrado e de baixo custo para aplicação em residências de médio porte, em que, através de um único sistema supervisorio é possível controlar e monitorar portas, janelas, consumo de energia elétrica, sistema de segurança e iluminação. Tomando-se como base o modelo de projeto proposto, foi implementado um exemplo de aplicação em uma maquete utilizando-se dispositivos alternativos, visando demonstrar a viabilidade da aplicação do projeto, a fim de tornar a tecnologia mais atraente e acessível a todas as classes.

Palavras-chave: Automação. Domótica. Sistema integrado. Acessibilidade. Residência de médio porte. Tecnologia alternativa.

ABSTRACT

The search for comfort, practicality and safety in homes has made home automation a widely debated issue in the present scenario. With technological advancement, companies seek to improve the technologies used in its new products. But even with the growing market, the high cost of these devices and the lack of integration between the systems also causes the home automation is impractical and inaccessible to much of the population. Based on the study of technologies and market trends of home automation is proposed to develop an integrated and cost effective system for application in homes midrange, where through a single supervisory system can control and monitor doors, windows, power consumption, security system and illumination. Based on the model of the proposed project, we implemented an example of application on a model using alternative devices, aiming to demonstrate the feasibility of implementing the project in order to make the technology more attractive and accessible to all classes.

Keywords: Automation. Home automation. Integrated system. Accessibility. Mid-sized home. Alternative technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Medidor de lâmpada-hora para corrente alternada de Fuller.	31
Figura 2 – Medidor tipo OB destacável da Westinghouse.....	31
Figura 3 – Interruptores simples, Three-way e Four-way, respectivamente.....	33
Figura 4 – Esquema de princípio de um relé de passo.	34
Figura 5 – Logotipo Microsoft Visual Studio 2010.	38
Figura 6 – Tela de desenvolvimento no Visual Studio 2010.....	39
Figura 7 – Logotipo do software PostgreSQL.....	40
Figura 8 – Arquitetura domótica centralizada.....	43
Figura 9 – Controlador FEZ Panda II.	43
Figura 10 – FEZ Panda II – Pinos compatíveis Arduino.....	44
Figura 11 – FEZ Panda II – Características dos pinos extensíveis.	45
Figura 12 – FEZ Connect Shield WIZnet W5100.	46
Figura 13 – FEZ Connect Shield WIZnet W5100 – Vista Superior.....	46
Figura 14 – Sensor Paradox 476 Pro Plus.	49
Figura 15 – Campo de detecção Paradox 476 Pro Plus.	50
Figura 16 – Sensor Fence IVA 600 PPA.....	51
Figura 17 – Sensor magnético de embutir.	52
Figura 18 – Controle remoto Piccolo.....	52
Figura 19 – Discadora telefônica Disc 8 JFL.....	53
Figura 20 – Esquema de ligação discadora Disc 8 JFL.....	54
Figura 21 – Cabo para alarme 4 vias 0,40 mm (26 AWG).	54
Figura 22 – Placa de advertência.....	55
Figura 23 – Central de choque Electra 8K RF.....	56
Figura 24 – Ligação central de choque à cerca.....	57
Figura 25 – Instalação de hastes.	58
Figura 26 – Instalação de detector de gás Minulight.....	59
Figura 27 – Câmera IP APM-H804-WS.....	60
Figura 28 – Exemplo de utilização de câmera IP em rede local.....	61
Figura 29 - Central CP-2000.....	64
Figura 30 – Ligação da botoeira na CP-200 e circuito simulador da botoeira.	64
Figura 31 – Ligação da luz de cortesia.....	65
Figura 32 – Circuito medidor de tensão.	67
Figura 33 – Circuito medidor de tensão.	68
Figura 34 – Circuito ON/OFF das lâmpadas.	70
Figura 35 – Dimmer usando TRIAC (TIC226).	70
Figura 36 – Resultado de saída usando TRIAC e detector de zero.	72
Figura 37 – Ligação do sensor ao microcontrolador.	73
Figura 38 – Foto da maquete construída para simulações e testes.....	74
Figura 39 – Tela inicial do sistema supervisório (<i>Login</i>).....	76
Figura 40 – Mensagem de alerta erro no <i>login</i>	76
Figura 41 – Tela inicial do supervisório.....	77
Figura 42 – Sensores <i>reed-switches</i> (maquete).....	78
Figura 43 – Cerca elétrica na maquete.....	78
Figura 44 – Circuito <i>pull-down</i> dos sensores.....	79

Figura 45 – <i>Status</i> de portas e janelas.....	79
Figura 46 – Teclado senha ativação do sistema de alarme.	80
Figura 47 – Sistema de alarme ativado.....	82
Figura 48 – Tela inicial: ícone “Câmeras – CFTV”.....	83
Figura 49 – Câmeras CFTV.	83
Figura 50 – <i>Status</i> de portas e janelas.....	84
Figura 51 – Propriedades da câmera (Ajuste de vídeo).	85
Figura 52 – Propriedades da câmera (Controle da câmera).	85
Figura 53 – Iniciar gravação lado esquerdo, parar gravação lado direito.....	86
Figura 54 – Confirmação de gravação do arquivo de vídeo.....	86
Figura 55 – Tela referente ao consumo de energia do dia até o momento.....	89
Figura 56 – Exemplo de pesquisa de consumo por período.	90
Figura 57 – Gráfico com consumo agrupado por horas (agrupadas).....	91
Figura 58 – Gráfico com consumo agrupado por dias.....	91
Figura 59 – Gráfico com consumo agrupado por meses.....	91
Figura 60 – <i>Driver</i> de potência de acionamento dos LED’s.	92
Figura 61 – Planta geral da casa indicando lâmpadas ligadas e desligadas.	93
Figura 62 – Configuração das lâmpadas no modo automático.	94
Figura 63 – Efeito PW sobre a saída de tensão para LED.....	95
Figura 64 – Painel de configuração de intensidade da lâmpada da sala de TV.....	95
Figura 65 – Cenários: Filme, Romântico e Leitura, respectivamente.....	96
Figura 66 – Indicador de temperatura no supervisório.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tendências do Sistema de iluminação nos EUA.....	35
Quadro 2 – Banco de dados referente a consumo de energia.....	40
Quadro 3 – Banco de dados referente a log de ação.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Interface de Programação de Aplicativos
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial
AVI	<i>Áudio Video Interleave</i>
AWG	Escala Americana Normalizada
C#	C Sharp
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CLP	Controlador Lógico Programável
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
Hz	Hertz
I/O	Entrada e saída
IHM	Interface homem máquina
IR	Infravermelho
IVP	Infravermelho passivo
kWh	Quilowatt-hora
LED	Diodo emissor de luz
NA	Normalmente aberto
NF	Normalmente fechado
TRIAC	<i>Triode for Alternating Current</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
VCA	Tensão em corrente alternada
VCC	Tensão em corrente contínua
VS 2010	Visual Studio 2010
Ω	Unidade de medida de resistência elétrica (OHM)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	A automação residencial	18
2.1.1	Conceitos	18
2.1.2	Custo.....	21
2.1.3	Integração de Sistema.....	22
2.2	Tendências do mercado	23
2.3	Redes de automação residencial.....	24
2.4	Sistemas de segurança	27
2.5	Sistema de medição de consumo de energia elétrica.....	29
2.5.1	Medição do consumo	30
2.5.2	Tarifação do consumo	32
2.6	Sistema de iluminação	32
3	PROJETO PARA RESIDÊNCIA DE MÉDIO PORTE.....	37
3.1	Interface Homem Máquina (Sistema Supervisório).....	37
3.2	Banco de dados	39
3.3	Sistema de controle central	42
3.4	Rede de comunicação.....	45
3.5	Sistema de segurança.....	47
3.5.1	Sistema de alarme.....	47
3.5.2	Cerca elétrica	55
3.5.3	Proteção contra vazamento de gás e fumaça.....	58
3.5.4	CFTV.....	59

3.6	Controle de acesso (Portão eletrônico).....	63
3.7	Sistema de medição de consumo de energia elétrica.....	65
3.7.1	Medição da tensão	66
3.7.2	Medição de Corrente	67
3.7.3	Cálculo de consumo (<i>software</i>)	68
3.8	Sistema de iluminação	68
3.8.1	As lâmpadas ON/OFF	69
3.8.2	A lâmpada com controle de luminosidade	70
3.9	Climatização.....	72
4	SIMULAÇÃO DE APLICAÇÃO.....	74
4.1	Sistema de controle central	75
4.2	Login	75
4.3	Sistema de Segurança	77
4.4	Monitoramento CFTV	82
4.5	Consumo de Energia.....	87
4.5.1	Consumo do dia	88
4.5.2	Histórico de consumo	90
4.6	Sistema de iluminação	92
4.7	Temperatura.....	96
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

1 INTRODUÇÃO

A automação residencial é utilizada para garantir ao usuário a possibilidade de controle e de acesso aos equipamentos instalados em sua residência, de dentro ou de fora da mesma, otimizando certas funções inerentes à sua operação e administração, e tornando-a, assim, um ambiente inteligente.

Estabelecendo uma analogia com um organismo vivo, a residência moderna parecerá ter vida própria, com cérebro e sentidos. É também conhecida pelo termo “domótica”, do francês, *domotique*, que significa “casa automática”.

A automação (do inglês *Automation*) é um sistema automático de controle pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções; integrando instalações elétricas e informática; trazendo conforto, praticidade, economia e segurança às pessoas sem a necessidade da interferência do homem.

Nestes sistemas, as informações fornecidas por sensores são disponibilizadas a um sistema de controle através do uso de uma rede de comunicação interna, permitindo assim a manipulação e controle dessas variáveis.

De acordo com as necessidades do usuário, a domótica pode ser aplicada em diversas atividades normalmente executadas dentro de uma residência, possibilitando a automatização de uma série de operações, tais como:

- ligar, desligar e regular luminosidade de lâmpadas;
- controlar sistema de climatização ambiente (condicionadores de ar, aquecedores);
- ligar, desligar e controlar aparelhos de TV, *Home Theater*;
- comandar e controlar sistema de alarme antifurto e controle de acesso;
- comandar portões eletrônicos, venezianas;
- monitorar sistema de detecção de incêndio e vazamento de gás;
- monitorar sistema de vigilância por videocâmeras etc.

A evolução contínua da domótica resulta em inovações já durante o projeto inicial da residência. As construtoras necessitam adequar seus projetos objetivando facilitar a implantação de novas tecnologias, deixando preparados pontos estratégicos para futuras instalações elétricas e passagem de cabos de rede, visto que o uso dessa tecnologia propicia uma grande mudança no funcionamento da instalação.

Há algum tempo, as casas automatizadas eram consideradas “casas do futuro”, porém, com o avanço tecnológico, parte deste cenário futurístico passou a fazer parte de nossa realidade. Ao longo dos últimos anos, o mercado de automação residencial tem despertado interesse e atraído olhares de investidores que buscam aliar tecnologia e funcionalidade em seus imóveis.

Dentre os fatores de maior relevância que influenciam diretamente a disseminação deste tipo de tecnologia no mercado estão a maior oferta de produtos desenvolvidos nos últimos anos e a divulgação dos benefícios ao consumidor final. As empresas se dedicam a desenvolver novas tecnologias e equipamentos para garantir que os serviços sejam prestados sempre com qualidade, contribuindo, assim, para sofisticação e melhoria do desempenho dos equipamentos atuais.

Segundo informações da empresa americana ABI Research¹, no ano de 2011 mais de 1,8 milhões de sistemas de automação residencial foram vendidos em todo o mundo, e que, para 2016, a previsão é de chegar à cerca de 12 milhões de sistemas vendidos e instalados. O mercado de automação está evoluindo rápido e continuamente.

Neste sentido, as empresas vêm se empenhando cada vez mais em surpreender um grupo de consumidores que cresce a cada dia, buscando atender às suas necessidades com equipamentos de última geração, de modo a facilitar a interface entre os mundos doméstico e tecnológico.

¹ ABI RESEARCH. *Home Automation System Research Service*. In: ABI RESEARCH – Technology Market Intelligence. Disponível em: <http://www.abiresearch.com/products/service/Home_Automation_Systems_Research_Service>. Acesso em 9 jun. 2012.

O objetivo de um bom projeto de um sistema de automação residencial é garantir ao consumidor a possibilidade de controle e monitoramento da residência, sendo uma das principais preocupações a integração dos dispositivos utilizados em um único sistema de fácil acesso e interface interativa.

Atualmente, apesar dos sistemas utilizados apresentarem boa confiabilidade, o maior problema está no alto custo de sua implantação, que dificulta o acesso de grande parte da população de classe média a esta tecnologia. Na maioria das vezes, esta opta por instalar sistemas independentes para zelar por sua segurança, como os sistemas de alarme residencial, CFTV (Circuito Fechado de Televisão) e cerca elétrica. Estes tipos de sistemas não possuem interação entre si, devido ao fato de serem lançados pelos seus fabricantes de forma isolada e estarem defasados com relação às novas tecnologias disponíveis no mercado.

O primeiro passo a ser dado a fim de se viabilizar sistemas automatizados para residências de médio porte é preparar esta comunicação entre dispositivos de diferentes fabricantes, pois só desta forma será possível a integração entre sistemas autônomos residenciais. Esta integração, que é a palavra chave da domótica, proporcionará a gestão técnica dos sistemas utilizados, tornando-os inteligentes em função das possibilidades de programação para controle e monitoramento de acordo com as necessidades do usuário.

Este trabalho tem como objetivo estudar, implementar e avaliar um sistema de automação integrado de baixo custo para residências de médio porte utilizando sistema supervisor único para controle e monitoramento de portas, janelas, energia elétrica, segurança, iluminação e climatização.

Especificamente, os objetivos são:

- pesquisar o mercado atual no ramo de Automação Residencial;
- desenvolver sistema de vigilância para segurança patrimonial, monitorando portas, janelas e cerca elétrica;
- desenvolver sistema de monitoramento e detecção de movimentos através de câmeras;

- desenvolver dispositivo de monitoramento e gerenciamento de consumo de energia elétrica;
- controlar iluminação de ambientes;
- integrar dispositivos microcontrolados em rede para monitoramento remoto do sistema através do desenvolvimento de um *software* supervisor para manipulação e monitoramento de variáveis;
- integrar supervisor com banco de dados para registro de informações e elaboração de relatórios analíticos (log de ação, consumo de energia, etc).

O presente trabalho é dividido em 5 capítulos. O primeiro capítulo faz a apresentação do assunto.

No segundo capítulo é feita uma retratação do mercado de automação residencial, apresentando tecnologias usadas atualmente.

No terceiro capítulo, temos a descrição do projeto proposto, em que uma residência de médio porte deverá ser automatizada. Definimos tipos de sensores, circuitos e tecnologias que deverão ser utilizadas. Para cada definição, são apresentadas justificativas às escolhas feitas, focando nos detalhes técnicos.

O capítulo quarto refere-se ao desenvolvimento do *software* supervisor e simulação na maquete da aplicação do projeto apresentado no capítulo 3, sendo apresentados resultados obtidos e princípios de funcionamento do projeto desenvolvido.

Por último é apresentado um capítulo com discussão dos resultados e sugestões de melhoria para novos trabalhos.

A partir da definição do tema abordado no trabalho de conclusão de curso, foram definidos os objetivos gerais e específicos para início das pesquisas e implementação do projeto proposto.

Para o desenvolvimento do trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica utilizando diferentes fontes de informação, tais como pesquisas sobre as tecnologias na área

de automação residencial, tendências do mercado, livros, revistas, apostilas, manuais e internet.

Durante o levantamento bibliográfico, os materiais foram selecionados e foram realizadas comparações entre as tecnologias utilizadas atualmente, visando observar os pontos positivos e negativos nestas aplicações.

Após analisar as tecnologias existentes no mercado, foi proposto um projeto de sistema de automação para aplicação real em uma residência de médio porte, em que foram utilizados os dispositivos que mais se adequaram à proposta do trabalho. Utilizando o projeto real como modelo de trabalho, foi implementado um exemplo de aplicação de forma simplificada utilizando uma maquete e dispositivos alternativos para simulação e testes.

Com base nos projetos desenvolvidos, os resultados obtidos foram analisados quanto a sua viabilidade e aplicação, propondo melhorias para desenvolvimentos futuros. Desta forma, as etapas do desenvolvimento do trabalho foram:

- revisão bibliográfica;
- fundamentação teórica;
- modelo de projeto para aplicação real;
- exemplo de aplicação prática (simulações);
- conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A automação residencial

2.1.1 Conceitos

A automação pode ser definida como sendo o uso de recursos e tecnologias aplicadas para tornar um processo autônomo, de forma a reduzir a intervenção humana e otimizar as ações a serem realizadas.

Na década de 1920, com a criação das linhas de montagem automobilísticas de Henry Ford, a automação exerceu um papel fundamental para alavancar a produtividade das indústrias e a qualidade dos produtos, melhorando ainda mais os métodos utilizados para produção e tornando o processo mais confiável.

O avanço da automação está diretamente ligado ao desenvolvimento da microeletrônica, que permitiu na década de 60, a criação dos CLP's (Controladores Lógicos Programáveis) que substituíram os grandes painéis de controle que utilizavam relés, diminuindo assim o consumo de energia elétrica e facilitando a manutenção e a alteração de comandos.

O desenvolvimento da informática permitiu o surgimento de computadores cada vez menores, mais baratos e com maior capacidade; e contribuiu com a inserção da tecnologia em sistemas de automação fora do contexto industrial, como em sistemas de automação comercial e predial.

Consolidando-se eficiente nestes novos ramos e com a acessibilidade da população a essas tecnologias, surge no cenário mundial o conceito de automação residencial. Segundo Bolzani (2004), a automação residencial foi baseada na industrial, mais conhecida e difundida ao longo do tempo. No entanto, a realidade é diferente entre o uso dos dois tipos de arquitetura. Em uma residência, não é necessário o uso de

dispositivos e lógicas que controlam complexos processos de produção, porém existem equipamentos multifuncionais que geram diferentes tipos de tráfego na rede, como os dados multimídia.

No começo dos anos 80, começou a surgir o desejo de automatizar pequenos projetos da área comercial e residencial. Neste período empresas como a X10 Corporation, começaram a desenvolver sistemas de automação predial. A evolução dos computadores pessoais e o surgimento da internet, aliados à queda nos custos de *hardware*, permitiram que os projetos residenciais fossem levados a um nível superior, em que as funções são integradas e trabalham em conjunto (BOLZANI, 2004).

No Brasil, em fevereiro de 2000, foi criada a AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial), formada por um grupo de profissionais atuantes no mercado e com a intenção de divulgar os conceitos de automação residencial, difundir tecnologias, treinar e formar profissionais.

De acordo com a AURESIDE², hoje, a interação entre os sistemas de automação de residências é definida em três níveis: sistemas autônomos, integração de sistemas e residência inteligente.

Nos sistemas autônomos, dispositivos e subsistemas são ligados e desligados de acordo com um ajuste pré-definido, sem relações entre os mesmos.

A integração de sistemas visa unir todos estes dispositivos e subsistemas em um único controlador, porém, ainda funcionando de acordo com as características de seus fabricantes. Esta interação gera grandes benefícios aos usuários e garante máxima eficiência no aproveitamento dos recursos utilizados.

Na residência inteligente, busca-se a necessidade do proprietário, que será o produto final desta integração. Em conjunto, o proprietário e o integrador de

² AURESIDE – Associação Brasileira de Automação Residencial. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br>>. Acesso em 05 fev. 2012.

sistemas definirão as instruções da integração, tornando o sistema um gerenciador, ao invés de apenas um controlador remoto.

Um projeto de automação residencial deve levar em consideração o tipo de vida do usuário, bem como os seus gostos e recursos disponíveis (BOLZANI, 2004).

Atualmente, as residências possuem diversos cabeamentos e dispositivos autônomos que executam tarefas, como:

- telefonia;
- informática;
- rede elétrica: controle de cargas, consumo, etc.;
- segurança : CFTV, alarmes, controle de acesso, etc.;
- iluminação: iluminação ambiente, externa, decorativa;
- entretenimento: *home theater*, aparelhos de televisão, distribuição de vídeo, multimídia, etc.;
- climatização: ar-condicionado, ventilação, persianas, etc.

Existem hoje no mercado, diversos tipos de sistemas que oferecem vários recursos em que o usuário pode escolher a programação para atender suas necessidades, possibilitando agregar funcionalidades em equipamentos de segurança, *home theater*, eletrodomésticos etc. Todos os dispositivos podem ser acionados pela mesma interface, que pode ser um controle remoto, aparelho celular ou até mesmo a voz (BOLZANI, 2004).

As principais vantagens desta tecnologia, são (PRUDENTE, 2011):

- maior conforto;
- maior simplicidade no cabeamento elétrico;
- maior segurança;
- maior versatilidade;
- maior economia na gestão da instalação.

De acordo com Bolzani (2004), “um ambiente inteligente é aquele que otimiza certas funções inerentes à operação e administração de uma residência. É como se ela tivesse vida própria, com cérebro e sentidos.”

2.1.2 Custo

Bolzani (2004) comenta que o nível de automação de uma residência é definido por dois fatores: o sonho e o bolso do usuário. Apenas o usuário é que pode decidir suas prioridades e qual será o investimento que poderá ser feito para automatizar sua residência, sendo o integrador de sistemas o responsável por auxiliá-lo na escolha correta dos dispositivos e tecnologia empregada.

As soluções em um sistema de automação podem variar caso a residência a ser automatizada esteja pronta ou em processo de construção. Durante o processo de construção, podem-se utilizar sistemas cabeados que normalmente são mais baratos que os sistemas *wireless*, pois o custo com dutos e caixas nessa etapa do projeto é menor e o trabalho, mais simples de ser realizado (BOLZANI, 2004).

O nível de automação é que define o valor de investimento do projeto. O preço depende do que é possível instalar na residência e o que o usuário procura em termos de integração.

O investimento em automação residencial nos Estados Unidos é, em média, 10% do custo total da obra, e apresenta um retorno em médio prazo, visto que uma residência automatizada racionaliza os serviços de manutenção e gera economia com gastos em energia elétrica, água e gás em cerca de 30% (BOLZANI, 2004).

Com relação aos dispositivos e equipamentos utilizados no Brasil, em sua grande maioria ainda são importados, portanto, o custo destes materiais varia de acordo com a cotação do dólar e taxas de importação, o que dificulta ainda mais a inserção dessas tecnologias no cotidiano das pessoas.

Embora a automação residencial possa ser considerada um sinal de *status*, a cada dia, ela está mais disponível às pessoas comuns, que buscam comodidade e segurança em suas residências.

2.1.3 Integração de Sistema

De acordo com a AURESIDE, uma das principais preocupações de um projetista de sistemas de automação residencial deve ser a integração entre dispositivos. Atualmente, grande parte dos produtos modernos utilizados possui interfaces “amigáveis” facilitando a utilização por parte dos usuários. No entanto, o grande problema de um sistema de automação residencial são produtos que trabalham sem comunicação entre si, gerando assim uma grande confusão operacional.

A integração entre sistemas pode ser facilitada pelo planejamento prévio da instalação de cabamentos, evitando a improvisação e desperdício de recursos, que resultam em prejuízos financeiros e dificuldades operacionais.

Para realizar a integração de sistemas, surge no mercado de automação residencial um novo profissional: o Integrador de Sistemas. Segundo Bolzani (2004), o integrador de sistemas residenciais, em sua grande maioria, inicia sua carreira trabalhando com automação industrial ou interligando computadores em redes. Sua introdução no setor residencial se dá pela crescente expansão do mercado e pela escassez de mão de obra especializada.

Em um projeto domótico, o integrador deve estar presente desde a concepção da nova residência até os ajustes finais e equalização do sistema. É o integrador quem projeta, coordena as equipes, auxilia o usuário na escolha dos equipamentos e acompanha a instalação (BOLZANI, 2004).

Para se ter sucesso na integração de sistemas, deve-se:

- assimilar os objetivos propostos;

- compreender a tecnologia empregada;
- analisar os prós e os contras criteriosamente;
- identificar as escolhas tecnológicas criativas.

Segundo informações da AURESIDE³, hoje, ao se tratar de integração de sistemas, podem-se considerar aplicações que até pouco tempo eram consideradas ficções científicas, como controlar sua residência de qualquer localidade, utilizando apenas um computador com internet, *tablet* ou até mesmo aparelho celular.

2.2 Tendências do mercado

O mercado de automação residencial no mundo vem atravessando um momento de agitação caracterizado pelo crescimento físico do mercado, maior divulgação do tema e aumento da concorrência, de acordo com informações da AURESIDE. Novos produtos têm sido lançados, e as tendências de negócios na área mudam constantemente.

Um estudo global realizado pela empresa Motorola Mobility⁴ no ano de 2011, mostrou que 78% dos entrevistados brasileiros estavam interessados em automação residencial, acima da média mundial que é de 66%. Porém, dessa parcela, cerca de 37% alegou que ainda precisa ser convencida da relação custo/benefício antes de realizar o investimento.

Informações da AURESIDE mostram que o crescimento de número de projetos entre os anos de 2008 e 2010, é de 35 a 40% ao ano, sendo que a variação final entre os preços dos produtos e serviços apresentou queda de 50% nos últimos cinco anos.

³ AURESIDE – Associação Brasileira de Automação Residencial. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br>>. Acesso em 05 fev. 2012.

⁴ SERVIÇOS MÓVEIS. In: TI INSIDE. Disponível em: <<http://www.tiinside.com.br/13/02/2012/34-dos-brasileiros-assistem-tv-movel-estima-motorola-mobility/ti/262418/news.aspx>>. Acesso em 09 fev. 2012.

A tendência das soluções e tecnologias utilizadas no ramo de automação residencial possui maior ênfase nos seguintes pontos (AURESIDE):

- utilização de controles universais tais como *tablets* e *smartphones*;
- cuidado e monitoramento com a saúde;
- qualidade do meio ambiente dentro de casa;
- integração de TV, telecomunicação e computação;
- uso de materiais sustentáveis e ambientalmente corretos;
- identificação personalizada por biometria.

Desta forma, o ramo de Automação Residencial está em expansão no cenário mundial, onde as pessoas buscam cada vez mais conforto, praticidade e segurança em suas residências, aliados à flexibilidade e economia gerada na utilização de um sistema inteligente.

2.3 Redes de automação residencial

Uma rede de comunicação é responsável, basicamente, por definir o inter-relacionamento entre dispositivos e sistemas, compartilhando informações entre si. Hoje em dia, os sistemas em rede estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, com aplicações comerciais e domésticas.

De acordo com Bolzani (2004), a rede doméstica é responsável pela interligação e comunicação entre equipamentos como computadores, dispositivos inteligentes, sensores, atuadores e *gateway* residencial.

Um sistema de automação residencial deverá abrigar vários computadores, com várias interfaces, sensores e atuadores. Desta forma, os aparelhos autônomos e compactos, como celulares, *smartphones* e *tablets*, deverão ser interligados através de uma rede projetada de forma a garantir a integração destes dispositivos (TORRES, 2005).

A troca de informações em rede integra funcionalidades e facilidades no cotidiano das pessoas, tornando-se ferramentas úteis para expansão do mercado de automação.

Pode-se dizer que a tecnologia das redes domésticas é nova ao se comparar com as redes de computadores, no entanto, o uso dos padrões e equipamentos em redes deste tipo aumenta a velocidade de desenvolvimento das redes domésticas, e já possibilita a existência de redes robustas e eficazes (BOLZANI, 2004).

A tendência do mercado de automação para as próximas décadas é fazer com que todos os equipamentos e dispositivos sejam levados à convergência total com relação à tecnologia, os padrões e aplicações para redes de comunicação:

Sobre as redes locais sem fio, não só os telefones celulares, PDAs e notebooks funcionarão nas novas redes de comunicação. Geladeiras, TVs de alta resolução, fornos de microondas, câmeras digitais etc., possuirão conexões em rede, permitindo seu controle e monitoração à distância (PINHEIRO, 2004. p.32).

A necessidade de oferecer ao mercado um padrão unificado que permita utilizar na mesma instalação domótica produtos de diferentes empresas e fornecedores tem levado grandes corporações a se associarem (PRUDENTE, 2011), de forma a unirem forças para o desenvolvimento de soluções integradas de produtos e sistemas, visando o mercado de automação residencial, como é o caso da Zigbee Alliance constituída pela Mitsubshi Electronic Industrial, Philips Semiconductors, Motorola, dentre outras.

Ações como essas já podem ser sentidas no mercado mundial, que já oferecem eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos que permitem a ligação em rede e a troca de informações entre eles. Tal fato facilita o gerenciamento destes dispositivos por parte do usuário, que pode comandar ou intervir remotamente, utilizando, por exemplo, a internet ou aparelho celular.

Estes padrões adotados pelos fabricantes de *hardware* e *software* têm, como base, uma política comum, visando o benefício de todos (BOLZANI, 2004). Para se estabelecer um padrão de tecnologia, deve-se preocupar com os seguintes pontos:

- tipo de rede física;
- camadas de protocolos necessárias;
- soluções concorrentes;
- possibilidade de desenvolvimento de novos serviços;
- viabilidade econômica e tecnológica;
- custo x benefício;
- inter-operabilidade com sistemas existentes;
- desenvolvimento de *software* e *hardware* apropriados;
- possibilidade de utilização de *software* e *hardware* existente;
- acordo com normas internacionais;
- segurança de dados e dos usuários;
- produção de patentes;
- comparação entre as tecnologias;
- características do consumidor final.

A tendência do mercado de automação residencial, é que todos os dispositivos estejam conectados entre si através de um meio físico que possibilite a troca de informações dentro da residência e externamente através de uma rede de acesso. Os meios físicos de transmissão estão relacionados aos recursos utilizados para a interconexão e ligação dos sistemas (MORAES, CASTRUCCI, p.158, 2001), sendo que esta ligação pode ser cabeada ou sem fios.

O simples fato de se conectar fisicamente os dispositivos não garante que a rede esteja funcionando da maneira adequada. Para se conectar diferentes dispositivos deve-se ter um protocolo de comunicação padronizado. O protocolo pode ser considerado como a linguagem utilizada entre os dispositivos para que eles consigam trocar dados e informações entre si, e é o responsável pela definição de como os dados enviados por programas são transferidos pela rede (TORRES, 2001).

2.4 Sistemas de segurança

As instalações de sistemas de segurança são consideradas instalações especiais, pois diferem das clássicas instalações de iluminação e força motriz, que são indispensáveis em qualquer tipo de instalação elétrica residencial ou predial.

Os sistemas especiais podem ser considerados opcionais, porém, ao longo dos anos, este tipo de instalação tem adquirido importância para aumentar o conforto e segurança dos usuários. Segundo Bolzani (2004), atualmente os sistemas de segurança patrimonial são os mais procurados entre os sistemas domésticos.

Com o passar dos anos, verificou-se um progressivo aumento de furto em apartamentos e residências. Essa situação incômoda gerou o desenvolvimento enorme de instalações antifurto e anti-intruso (PRUDENTE, 2011, p. 87).

Os sistemas de automação residencial e predial permitem o desenvolvimento de sistemas de vigilância de alta complexidade, subdividindo-os em duas fases distintas, uma fase chamada preventiva e a outra chamada de reconhecimento (PRUDENTE, 2011).

A fase preventiva utiliza instalação de sensores em pontos-chaves da casa para detectar presença de pessoas no ambiente, enquanto a fase de reconhecimento assinala e registra eventos que ocorrem na residência através de videocâmeras ou de sistema de sinalização acústicas.

Para que o sistema de segurança funcione de maneira eficaz, o fluxo de informações entre os dispositivos deve ser confiável, rápido e seguro.

De acordo com Bolzani (2004), estes sistemas possuem uma central de controle que é responsável pelo tratamento dos sinais recebidos através de um *software*, que deve promover a visualização clara e objetiva dos eventos e dos estados dos sensores. O programa deve prever as situações de risco, informando o usuário

remotamente através de mensagens de alerta, acionando o usuário, um serviço de vigilância particular ou a polícia.

Os sistemas de segurança no passado eram considerados opcionais, hoje, em grande parte dos apartamentos e residências, são na maioria das vezes considerados indispensáveis. Nestes tipos de instalações especiais é que se pode ter o maior diferencial com relação às tecnologias aplicadas em instalações tradicionais.

Os sistemas de segurança podem ser divididos em subsistemas, sendo os mais tradicionais:

- Sistemas de alarme: segundo a ADT Security Service, consiste na instalação de uma série de equipamentos eletrônicos em pontos estratégicos da residência conectados a uma central de monitoramento, tendo como objetivo principal inibir e prevenir a entrada de pessoal não autorizado em uma determinada área;
- Cerca elétrica: instalada sobre muros ou grades tem como objetivo a proteção de residências, prédios, condomínios, etc., dificultando a passagem de qualquer indivíduo;
- Proteção contra vazamento de gás, água e fumaça: é um tipo de instalação especial, porém de muita importância para garantir o conforto do usuário com total segurança. Em sistemas domóticos, ao se detectar um vazamento de gás, por exemplo, o sensor pode enviar o dado à central de comando ou até mesmo para o atuador que fechará automaticamente a eletroválvula geral de gás do apartamento, gerando ainda um alarme do tipo ótico/acústico (PRUDENTE, 2011, p.93);
- Sistemas CFTV: é um sistema de televisionamento que distribui sinais oriundos de câmeras instaladas em locais específicos, para uma central de controle e supervisão, basicamente composto por câmeras e monitores;
- Controle de acesso: tem como objetivo realizar o controle eletrônico do movimento de pessoas (moradores, empregados e visitantes) e carros dentro dos limites residenciais (BOLZANI, 2004).

2.5 Sistema de medição de consumo de energia elétrica

Em habitações modernas, o gasto energético vem crescendo exponencialmente com o progresso tecnológico. Há apenas 40 anos o consumo energético era apenas de lâmpadas, aquecedores elétricos e rádio. Até mesmo os televisores eram raridade (PRUDENTE, 2011). Dentro deste aspecto, surge a necessidade do acompanhamento do gasto de energia elétrica de uma residência, para seu maior controle.

Em sumas palavras, a definição de energia é a capacidade de realização de trabalho. Seguindo esta definição, podemos definir energia elétrica como a capacidade de realização de trabalho a partir de um sistema elétrico qualquer.

Quando nos referimos à "eletricidade", na verdade, estamos nos referindo à energia elétrica, pois trata-se da realização de trabalho por meio de cargas elétricas, que é exatamente a definição de energia elétrica citada acima.

A energia elétrica está relacionada à diferença de potencial entre dois pontos. Conforme a Equação 1, podemos calcular o trabalho realizado pelas cargas elétricas entre estes dois pontos, sendo:

$$E_{el} = \Delta q \cdot U$$

Equação 1

onde:

E_{el} = energia elétrica.

Δq = variação de carga elétrica.

U = diferença de potencial, tensão elétrica.

A energia é um ingrediente essencial do desenvolvimento socioeconômico e crescimento econômico (GOLDEMBERG, 1998). De acordo com o físico Kleber Cavalcante, todos os avanços tecnológicos dos últimos séculos foram graças às

descobertas de Tales de Mileto a respeito das cargas elétricas, pois equipamentos eletroeletrônicos, *notebooks*, condicionadores de ar, entre outros, só existem devido a existência da energia elétrica, sendo hoje a principal fonte de energia do mundo.

2.5.1 Medição do consumo

Uma frase comumente usada nos dias de hoje referente a diversos tipos de gerenciamentos, também se aplica a praticamente todas as áreas de Automação: "O que não pode ser medido, não pode ser controlado". Através desta premissa, torna-se clara a necessidade de medir a energia elétrica gasta numa residência para, através destes dados, poder usar ferramentas adequadas para seu controle.

Segundo Dahle (2009), até por volta da década de 1870, a eletricidade era usada basicamente para telefones e telégrafos. Em questão de potência, seu uso era limitado a poucas lâmpadas a arco ligadas em série. Com tensão e corrente constantes, o medidor de energia precisava apenas medir o tempo em que as lâmpadas permaneciam ligadas, surgindo então a unidade lâmpada-hora.

A primeira patente de medidor de energia foi realizada em 1872, com Samuel Gardiner. O medidor consistia de um mecanismo eletromagnético e um relógio registrador, onde eram feitas marcações de início e término do uso, e media apenas corrente contínua.

Em 1878, surge o primeiro medidor de corrente alternada, representado na Fig. 1, desenvolvido e patenteado por J. B. Fuller, que era basicamente um relógio operado por uma armadura que vibrava entre duas bobinas.

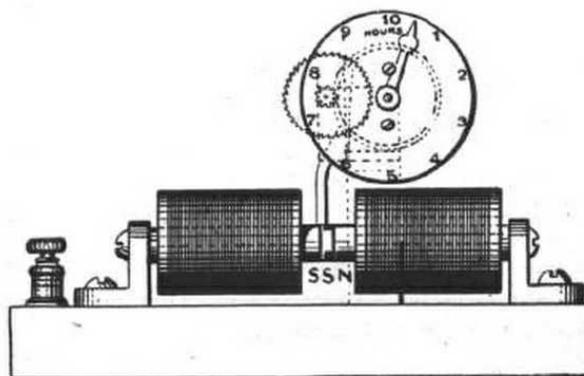


Figura 1 - Medidor de lâmpada-hora para corrente alternada de Fuller.
Fonte: DAHLE, 2009.

O primeiro medidor de watt-hora para corrente alternada que foi produzido em massa, foi desenvolvido pela GE em 1903, e utilizado em grande escala até 1960. Este medidor é considerado o primeiro medidor moderno, devido às suas semelhanças com os medidores usados atualmente.

Ajustes como "compensação de temperatura" e "compensação de sobrecarga" fizeram os medidores irem evoluindo com o passar do tempo e em 1928, o primeiro medidor tipo soquete (conhecido também como "OB destacável") (Fig. 2) foi desenvolvido pela Westinghouse.



Figura 2 - Medidor tipo OB destacável da Westinghouse.
Fonte: DAHLE, 2009.

Hoje, com os avanços da eletrônica, os fabricantes já produzem medidores de energia completamente eletrônicos, sem o uso de ajustes mecânicos, o que dificulta bastante as fraudes existentes.

A redução do consumo de energia elétrica em uma residência pode ser alcançada através da utilização de programas de gerenciamento de energia, que irão controlar e racionalizar o uso da mesma (O'DRISCOLL 2001).

2.5.2 Tarifação do consumo

Como qualquer outra prestação de serviço, a energia elétrica também tem um custo, fazendo parte assim dos custos mensais consideráveis de uma residência. Este custo é referente à produção, transporte e distribuição por parte das concessionárias. Dentro destes três subgrupos, estão todos os custos com implantação, manutenção e operação das linhas de transmissão, subestações, equipamentos e outros empreendimentos necessários à entrega de energia ao consumidor final.

No Manual de Tarifação da Energia Elétrica - PROCEL (maio/2011) existem conceitos interessantes sobre a definição de potência e energia, onde resumidamente, potência é a capacidade de consumo de um aparelho elétrico, escrita nos manuais dos aparelhos e expressa em watts (W) ou quilowatts (kW); enquanto energia é a quantidade de eletricidade usada por um aparelho durante certo tempo, geralmente expressa em quilowatt-hora (kWh) e megawatt-hora (MWh). Estes conceitos são importantes pra quem deseja entender melhor a questão de medição e tarifação.

2.6 Sistema de iluminação

A iluminação nas habitações é a instalação que requer um maior trabalho para que se obtenha um resultado ótimo. Não que a instalação seja algo complicado pelo ponto de vista técnico; ao contrário, é bastante simples de ser realizada, porém, a maior dificuldade está em estabelecer os componentes no espaço do ambiente, uma

vez que a iluminação é fundamental para o conforto e a vivência das pessoas (PRUDENTE, 2011).

Em ambientes de trabalho e abertos ao público, o projeto de iluminação deve obedecer a critérios de segurança em caso de falta de energia, enquanto em ambientes domésticos o proprietário tem mais liberdade de escolha. Teoricamente, este fato tornaria o projeto residencial mais simples de ser executado, porém se o proprietário for muito exigente, o que parecia banal pode se tornar algo bem complexo.

Há clientes que preferem uma iluminação difusa, porém com baixa intensidade, e também há os clientes que preferem uma iluminação solar em praticamente todos os ambientes. Por isso, a importância da integração entre o projetista elétrico e o arquiteto (PRUDENTE, 2011).

Ainda segundo Prudente (2011), para a mais simples instalação elétrica, é necessário pelo menos um ponto de comando (interruptor) e um ponto de luz (lâmpada a ser acesa). Em alguns casos, o cômodo pode apresentar um tamanho relativamente grande e é necessário mais pontos de comando (interruptores). Quando temos dois pontos de comando, usamos os dispositivos chamados *three-way* (ou paralelo). Para três pontos de comandos, usamos os chamados *four-way* (ou intermediário). No caso de quatro ou mais pontos, a instalação já se torna um pouco mais complicada, não sendo muitas das vezes viável pelo ponto de vista econômico. A Fig. 3 apresenta as ligações citadas acima.

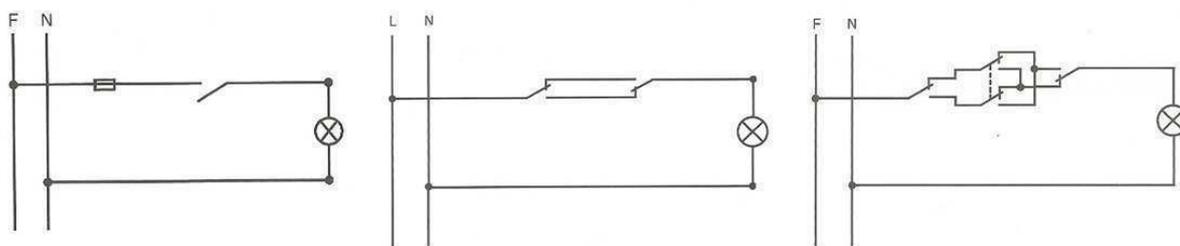


Figura 3 - Interruptores simples, Three-way e Four-way, respectivamente.
Fonte: PRUDENTE, 2011.

Uma solução para a necessidade de se acionar um ponto de luz por diversos comandos, é usar um relé de passo do tipo interruptor. A bobina do relé é alimentada por uma tensão de 24VAC, sendo necessário um transformador. A pressão de um dos comandos alimenta a bobina e fecha a chave ligando o ponto de luz. Do mesmo modo, a pressão novamente de um dos comandos desenergiza a bobina que desliga o ponto de luz (PRUDENTE, 2011).

O uso do relé de passo (Fig. 4) apresenta as seguintes vantagens: circuitos mais simples, possibilidade do uso de baixa tensão de segurança e utilização de simples botões, no lugar de interruptores do tipo paralelo ou intermediário. Por outro lado, existe um problema sério com o ruído da chave comutando (o barulho vai se tornando cada vez mais intenso com o passar do tempo), além do aquecimento da bobina, devido aos lugares que são instaladas (PRUDENTE, 2011).

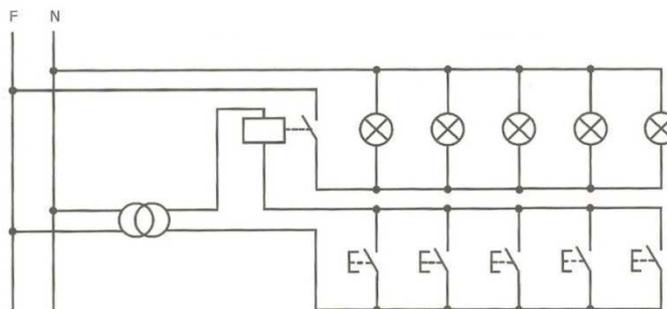


Figura 4 - Esquema de princípio de um relé de passo.
Fonte: PRUDENTE, 2011.

Algumas residências já usam os chamados "interruptores inteligentes", porém não são nada além de interruptores com algum modo diferente de acionamento, como é o caso dos interruptores acoplados a sensores de presença (acionados por movimento de alguém nas proximidades) e barulho (acionados por palmas).

Os verdadeiros interruptores inteligentes são dispositivos bastante evoluídos e podem ser integrados à automação residencial, permitindo a programação do proprietário conforme seu gosto, além da integração com outras funções da casa, como ligar equipamentos e aumentar o volume do som (GDS Automação Residencial).

Segundo Muratori (2010), em recentes levantamentos de dados de empresas e profissionais do mercado de automação residencial, é possível perceber uma grande evolução na participação do item "controle de iluminação" nas estatísticas dos sistemas mais vendidos. Durante um estudo elaborado pela NAHB (Associação Nacional dos Construtores de Residências, nos EUA), foi possível verificar esta tendência de crescimento conforme Quadro 1.

TECNOLOGIAS ADOTADAS NAS RESIDÊNCIAS HISTÓRICO E PROJEÇÕES	2003	2004	2005	2006	2010	2015 (PROJEÇÃO)
Cabeamento estruturado	42%	61%	49%	53%	60%	80%
Monitoramento e segurança	18%	28%	29%	32%	45%	81%
Multirroom audio	90%	12%	15%	16%	25%	86%
Home theater	90%	8%	11%	12%	18%	86%
CONTROLE DE ILUMINAÇÃO	10%	2%	6%	8%	12%	75%
Automação integrada	0%	2%	6%	6%	10%	70%
Gerenciamento de energia	1%	5%	11%	11%	25%	62%

Quadro 1 - Tendências do Sistema de iluminação nos EUA.

Fonte: LUMIERE, 2010.

Ainda de acordo com Muratori (2010), não se pode incluir diretamente o Brasil dentro destes números, mas é correto afirmar que a tendência de crescimento e consolidação também ocorra no país. Esta afirmação é sustentada por duas bases: a primeira, é de que é incontestável o crescimento do reconhecimento dos projetos diferenciados para a iluminação residencial, sendo um importante elemento para ambientação e uso diário da residência; e a segunda é de que as opções em equipamentos e soluções estão aumentando em oferta e variedade, permitindo seu uso em residências já existentes com baixo impacto na parte construtiva e com preços decrescentes.

Um bom projetista da área de controle de iluminação, parte dos pontos de iluminação recebidos pela construtora e faz sugestões de novos pontos, especifica os tipos e características das luminárias e lâmpadas e prevê controle de intensidade (dimerização).

Através de painéis, o profissional deve tornar este controle algo mais intuitivo, para chamar a atenção do usuário, que não deve ter receio ao mexer nestas "tecnologias

avançadas". Cenários devem ser criados pré-determinando intensidades de lâmpadas para que em um único toque, o usuário selecione a melhor iluminação ao ambiente naquele momento (MURATORI, 2010).

De acordo com Muratori (2010) alguns cuidados e precauções devem ser tomados na escolha de uma instalação de sistema de controle de iluminação:

- Desenvolver um projeto equilibrado e adequado aos ambientes em questão;
- Pesquisar dentre os sistemas existentes, aquele que mais se identifica ao uso e resultado esperado, como por exemplo, sistemas sem fio para casas que não podem (ou pretendem) serem reformadas.
- Verificar a compatibilidade entre os equipamentos e as lâmpadas que serão utilizadas;
- Verificar com rigidez a potência exigida em cada zona de iluminação, para que não haja danos nos equipamentos.

3 PROJETO PARA RESIDÊNCIA DE MÉDIO PORTE

Este capítulo se destina à especificação e detalhamento técnico dos componentes, dispositivos e tecnologias escolhidas para aplicação em uma residência. O sistema projetado visa integrar as tecnologias existentes no mercado de automação residencial, contemplando melhorias e comodidade aos seus usuários.

Para cada item do projeto, é apresentada uma análise descritiva com o objetivo de mostrar as vantagens e desvantagens de seu uso, justificando tal escolha.

O projeto proposto não foi aplicado na prática, porém, os critérios adotados para o desenvolvimento focaram as características técnicas dos componentes, dispositivos e tecnologias de modo a garantir sua aplicabilidade prática.

3.1 Interface Homem Máquina (Sistema Supervisório)

O principal objetivo da interface homem máquina é permitir a comunicação entre o homem e a máquina de um modo intuitivo, devendo ser desenvolvida visando facilitar a utilização por parte do usuário. O sistema supervisório desenvolvido deve permitir que as informações dos sensores e dispositivos de controle instalados na residência sejam monitoradas, manipuladas e armazenadas de forma simples.

Para desenvolvimento do sistema supervisório proposto, foi utilizado o *software* Visual Studio 2010, que é um pacote de programas da Microsoft para desenvolvimento de *software* especialmente dedicado ao .NET Framework, sendo um ambiente de programação rico em recursos com funcionalidades necessárias para criação de projetos.

A linguagem de programação escolhida para desenvolvimento do projeto foi o C# (C Sharp), por se tratar de uma linguagem de alto nível orientada a objeto, amplamente

utilizada no desenvolvimento de programas devido a sua simplicidade e flexibilidade. O logotipo do *software* é representado pela Fig. 5.



Figura 5 - Logotipo Microsoft Visual Studio 2010.

Fonte: Microsoft. Disponível em: <www.microsoft.com/visualstudio/pt-br/home-produtos>. Acesso em 19 fev. 2012.

A Figura 6 representa a tela de programação do VS 2010. O *software* oferece diversos recursos para a criação das interfaces, possibilitando a configuração dos recursos gráficos de acordo com a necessidade do desenvolvedor e critérios de desenvolvimento do projeto.

Dentre as vantagens já apresentadas, outros fatores que levaram à escolha do VS 2010 para desenvolvimento do projeto, são a facilidade de implementação do sistema de comunicação com microprocessadores (*software* e *hardware*) e a possibilidade de adicionar novas bibliotecas para desenvolvimento de projetos mais elaborados, como por exemplo, o sistema de detecção de imagens utilizado no sistema de monitoramento eletrônico proposto no projeto.

Para facilitar o entendimento por parte do usuário e simplificar sua utilização, optou-se pela não criação de diferentes janelas no desenvolvimento do *software*, o que poderia dificultar o gerenciamento em determinados momentos em que várias janelas estivessem abertas.

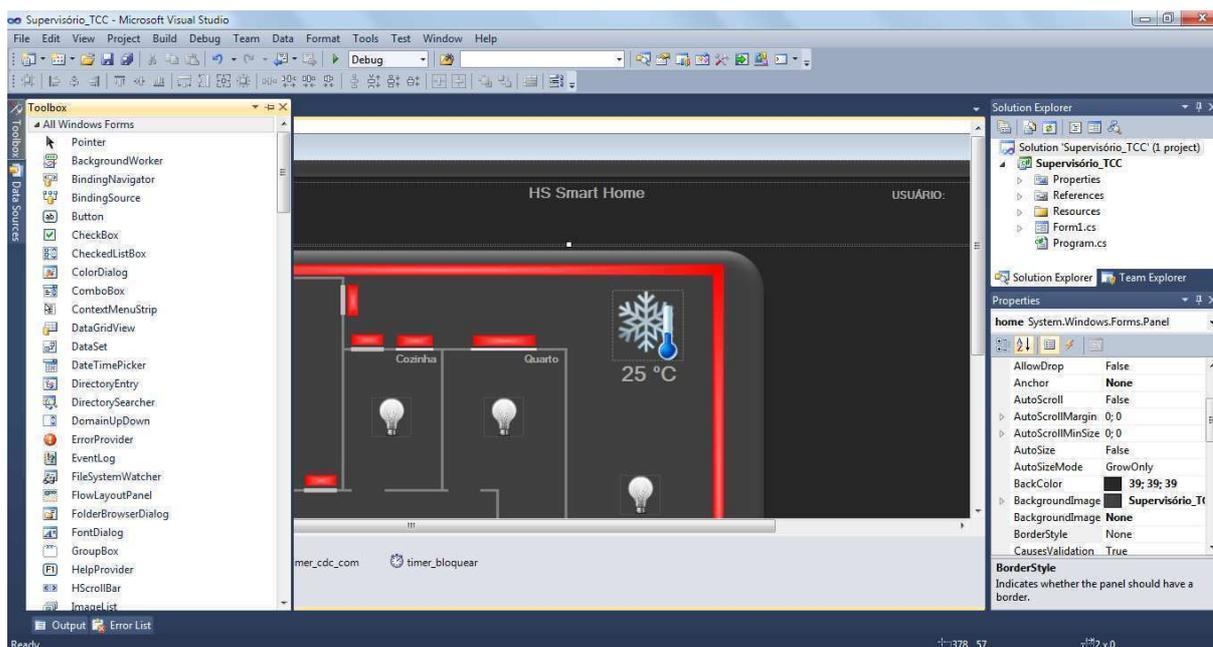


Figura 6: Tela de desenvolvimento no Visual Studio 2010.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

3.2 Banco de dados

Analisando alguns aspectos como capacidade de armazenamento e praticidade, o banco de dados escolhido foi o PostgreSQL (sendo utilizada a versão 1.12.1), cujo logotipo pode ser visualizado na Fig. 7. Este *software* foi escolhido por ter sido estudado na disciplina "Banco de dados" durante o curso de Engenharia, e também por sua comunicação com o Visual Studio (onde foi desenvolvido todo o *software* supervisorio), na disciplina "Programação Orientada ao Objeto".

Para o projeto proposto, fizeram-se necessárias duas tabelas de dados: uma para informações referentes ao consumo de energia e outra para informações referentes ao log de ação.

A tabela sobre consumo de energia contém os seguintes dados com os respectivos tipos:

- corrente (numeric);
- tensão (numeric);

- consumo (numeric);
- data (date);
- hora (interval).

PostgreSQL

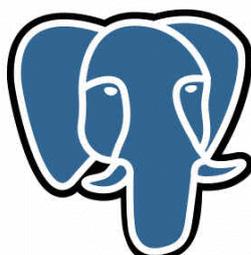


Figura 7 - Logotipo do software PostgreSQL.

Fonte: Compare database management software. In: Pikimal.com. Disponível em: <<http://pikimal.com/database-management-software/vs/microsoft-sql-server/postgresql>>. Acesso em 20 fev. 2012.

Como o intuito do projeto é permitir ao usuário fazer pesquisas sobre seu consumo de energia por período de tempo, era necessária a confecção de um quadro (ver Quadro 2) com o histórico deste consumo, e não somente fazer um somatório em uma variável. Somente através de um quadro como esta, seria possível ao usuário fazer análises de seu consumo, como dias e horários de maior consumo.

	corrente numeric(8,4)	tensao numeric(8,4)	consumo numeric(8,4)	data date	hora interval
1	8.0000	127.0000	0.5305	2012-01-01	00:00:00
2	7.0000	127.0000	0.5180	2012-01-01	00:01:00
3	8.0000	127.0000	0.5589	2012-01-01	00:02:00
4	7.0000	127.0000	0.4702	2012-01-01	00:03:00
5	10.0000	127.0000	0.6850	2012-01-01	00:04:00
6	9.0000	127.0000	0.6062	2012-01-01	00:05:00
7	4.0000	127.0000	0.2541	2012-01-01	00:06:00
8	9.0000	127.0000	0.6444	2012-01-01	00:07:00
9	8.0000	127.0000	0.5643	2012-01-01	00:08:00
10	6.0000	127.0000	0.4050	2012-01-01	00:09:00
11	8.0000	127.0000	0.5702	2012-01-01	00:10:00
12	1.0000	127.0000	0.0464	2012-01-01	00:11:00
13	2.0000	127.0000	0.1647	2012-01-01	00:12:00
14	8.0000	127.0000	0.5728	2012-01-01	00:13:00
15	6.0000	127.0000	0.4350	2012-01-01	00:14:00

Quadro 2 - Banco de dados referente a consumo de energia.

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O quadro sobre log de ação (Quadro 3) contém os seguintes dados com os respectivos tipos:

- data (date);
- hora (interval);
- usuário (character varying);
- mensagem (character varying);
- referência (character varying).

Log de ação nada mais é do que um histórico de atividades dos usuários no *software* desenvolvido. Este histórico é de grande valia principalmente para quesitos de segurança como para saber quem desativou o alarme e em qual horário.

A coluna "referência" determina onde a atividade foi realizada, podendo ser *login*, alarme, câmera e energia. Já a coluna "mensagem" mostra mais detalhes desta atividade, descrevendo o que realmente foi realizado, ou seja, descreve a ação do usuário naquele momento.

Após realizar *login* no sistema, todos os passos do usuário vão sendo gravados com seu nome nesta tabela até que o mesmo faça *logoff*. Esta é uma ferramenta comum em *softwares* utilizados atualmente.

	data date	hora interval	usuario character vai	mensagem character vai	referencia character vai
1	2012-01-01	00:00:00	pedrohs	msg1	LOGIN
2	2012-01-01	00:00:00	pedrohs	msg1	ALARME
3	2012-01-01	00:00:00	pedrohs	msg1	CAMERA
4	2012-01-01	00:00:00	pedrohs	msg1	ENERGIA
5	2012-01-02	00:00:00	pedrohs	msg1	LOGIN
6	2012-01-02	00:00:00	pedrohs	msg1	ALARME
7	2012-01-02	00:00:00	pedrohs	msg1	CAMERA
8	2012-01-02	00:00:00	pedrohs	msg1	ENERGIA
9	2012-01-03	00:00:00	pedrohs	msg1	LOGIN
10	2012-01-03	00:00:00	pedrohs	msg1	ALARME
11	2012-01-03	00:00:00	pedrohs	msg1	CAMERA
12	2012-01-03	00:00:00	pedrohs	msg1	ENERGIA
13	2012-01-04	00:00:00	pedrohs	msg1	LOGIN
14	2012-01-04	00:00:00	pedrohs	msg1	ALARME
15	2012-01-04	00:00:00	pedrohs	msg1	CAMERA

Quadro 3 - Banco de dados referente a log de ação.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

3.3 Sistema de controle central

A central de controle de um sistema domótico, é responsável pela recepção dos dados dos sensores e envio de comando aos atuadores do sistema. As tipologias adotadas nestes sistemas de controle podem ser:

- centralizado;
- descentralizado;
- distribuído.

Para desenvolvimento de um projeto de automação de uma residência de pequeno porte, é viável economicamente optar pelo controle centralizado, visto que acrescentar centrais de controle inteligentes aumenta consideravelmente o valor da instalação e torna mais complexo o desenvolvimento do projeto. Embora a tipologia adotada esteja mais susceptível à falha, é possível obter uma boa confiabilidade do sistema sem onerar o custo do projeto desnecessariamente.

São características principais do sistema centralizado:

- consistência dos dados;
- custo maior com cabeamento;
- disponibilidade do sistema igual a disponibilidade da central de controle;
- dificuldade na ampliação do sistema.

No projeto proposto, o controlador centralizado recebe os dados dos sensores e interfaces de controle, trabalha estes dados e envia as informações para os atuadores e interfaces de acordo com o programa desenvolvido, podendo ser visualizado na Fig. 8.

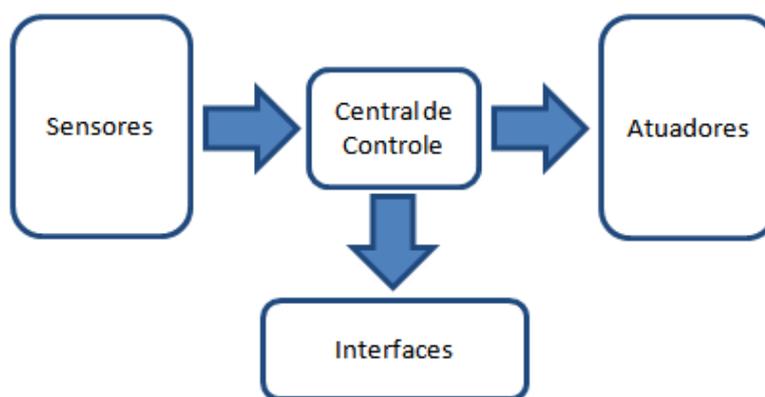


Figura 8 - Arquitetura doméstica centralizada.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Para desenvolvimento da central de controle, optou-se pela utilização do microcontrolador FEZ Panda II, do fabricante GHI Electronics (Fig. 9). O FEZ Panda II é uma placa de baixo custo que executa o Microsoft .NET Micro Framework, permitindo ao usuário, desenvolver e depurar o programa no *software* Microsoft Visual Studio, utilizando a linguagem de programação C# (C Sharp).

O microcontrolador trabalha com um processador ARM7, que representa uma arquitetura de processador de 32 bits, utilizada principalmente em sistemas embarcados. Segundo Henrique Cesar Ulbrich⁵, no mercado de celulares, cerca de 90% de todos os dispositivos embarcados utiliza algum modelo ARM.

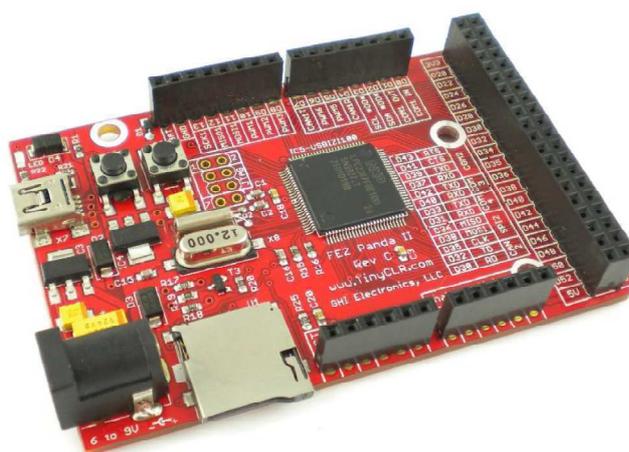


Figura 9 – Controlador FEZ Panda II.
Fonte: GHI Electronics. Disponível em:
<<http://www.ghielectronics.com/catalog/product/256>>.
Acesso em 22 fev. 2012.

⁵ ULBRICH, Henrique Cesar. **Entenda os processadores ARM.** In: GEEK. Disponível em <<http://www.geek.com.br/posts/11036-entenda-os-processadores-arm>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

Temos como principais características do controlador:

- processador ARM7, 32-bit e 72MHz;
- memória Flash de 512 KB (148 KB para aplicação do usuário);
- memória RAM de 96 KB (62 KB para aplicação do usuário);
- compatível com placas Arduino;
- 54 portas digitais I/O (entrada e saída).
- 6 entradas analógicas de 10-bit;
- 6 portas para PWM;
- multi-threading.

Os principais fatores que levaram à escolha do microcontrolador FEZ Panda II foram a quantidade de pinos entrada/saídas (I/O) disponíveis e a fácil integração com o *software* supervisor. O controlador utilizado não possui potência suficiente para acionar os atuadores do sistema diretamente, portanto, para cada aplicação deve ser utilizado um circuito excitador de potência (*driver* de potência), observando atentamente as características da carga a ser comutada, evitando danos ao sistema no caso de sobrecorrentes ou sobretensões.

As Fig. 10 e 11 representam os pinos disponíveis no controlador.

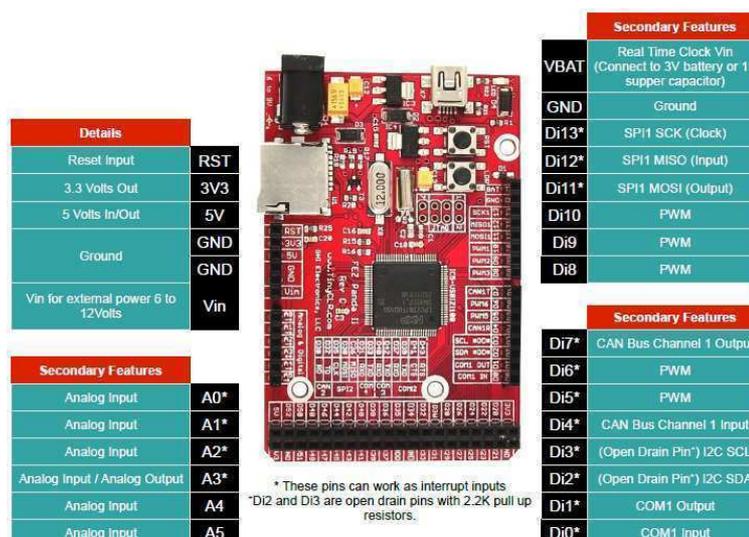


Figura 10 – FEZ Panda II – Pinos compatíveis Arduino.
 Fonte: Manual do Usuário – FEZ Panda II.

Secondary Features		Secondary Features	
3.3 Volts Out	3V3	GND	Ground
Digital IO Only	D20	D21	Digital IO Only
Digital IO Only	D22	D23	Digital IO Only
Digital IO Only	D24	D25	Digital IO Only
Digital IO Only	D26	D27	Digital IO Only
Digital IO Only	D28	D29	Digital IO Only
CAN Bus Channel 2 Input	D30*	D31	COM4 Input
CAN Bus Channel 2 Output	D32*	D33	COM4 Output
Digital IO Only	D34*	GND	Ground
SPI2 SCK (Clock)	D35*	MOD*	MODE/ PWM
SPI2 MISO (Input)	D36*	D37*	COM2 Input
SPI2 MOSI (Output)	D38*	D39*	COM2 Output
COM3 Input	D40*	D41*	COM2 CTS
COM3 Output	D42*	D43*	COM2 RTS
Digital IO Only	D44	D45	Digital IO Only
Digital IO Only	D46	D47	Digital IO Only
Digital IO Only	D48	D49	Digital IO Only
Digital IO Only	D50	D51	Digital IO Only
Digital IO Only	D52	GND	Ground
5 Volts In/Out	5V	3V3	3.3 Volts Out

*These pins can work as interrupt inputs

Figura 11 – FEZ Panda II – Características dos pinos extensíveis.

Fonte: Manual do Usuário – FEZ Panda II.

3.4 Rede de comunicação

A comunicação entre o computador e o controlador FEZ Panda II, pode ser implementada através de uma porta serial, uma solução ideal para transferência de dados entre dispositivos. No entanto, a GHI Electronics possui uma placa para conexão de rede via Ethernet (Fig. 12) denominada FEZ Connect Shield W5100 que pode ser utilizada para aprimorar a comunicação utilizando soquetes nos protocolos TCP/IP e UDP.

A placa é conectada ao microcontrolador, sendo conectada ao roteador ou computador através de um conector Ethernet padrão RJ45. Há possibilidade de conexão sem fio à rede, utilizando-se uma ponte WiFi-Ethernet (adquirida separadamente).

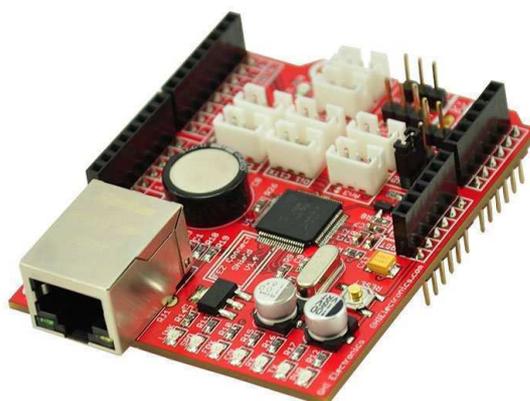


Figura 12 – FEZ Connect Shield WIZnet W5100.

Fonte: GHI Electronics. Disponível em: <<http://www.ghielectronics.com/catalog/product/256>>. Acesso em 22 fev. 2012.

O FEZ Connect Shield possui LEDs para indicação de potência, tráfego Ethernet, velocidade e *status* de conexão; possui também pinos compatíveis com o Arduino, o que facilita a conexão ao microcontrolador e empilhamento. A Fig. 13 representa os componentes principais da placa.

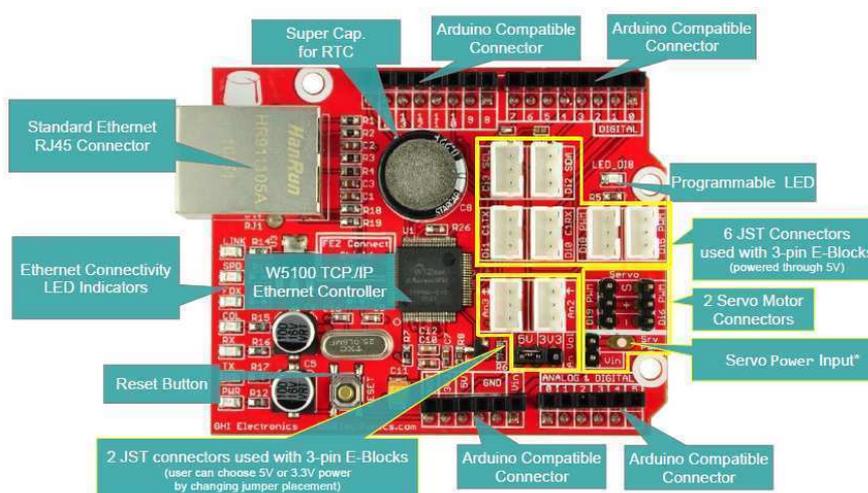


Figura 13 – FEZ Connect Shield WIZnet W5100 – Vista Superior.

Fonte: GHI Electronics. Disponível em: <<http://www.ghielectronics.com/catalog/product/256>>. Acesso em 22 fev. 2012.

O método de comunicação utilizado entre o sistema supervisor e o controlador, será por *polling (Master / Slave)* em que o sistema supervisor terá o controle absoluto das comunicações, e a central apenas responderá ao sistema supervisor após a recepção de um pedido, ou seja, em *halfduplex*. Como vantagem, este tipo

de comunicação traz simplicidade no processo de coleta de dados e evita a colisão no tráfego da rede.

3.5 Sistema de segurança

O projeto do sistema de segurança residencial proposto será composto das fases preventiva e de reconhecimento. O sistema preventivo será composto de sensores instalados em pontos-chaves da residência, a fim de detectar a presença de intrusos no ambiente. O sistema de reconhecimento irá registrar os eventos que ocorrem na residência pela utilização de câmeras de monitoramento.

O sistema projetado será dividido em subsistemas, conforme segue:

- sistemas de alarme;
- cerca elétrica;
- proteção contra vazamento de gás, água e fumaça;
- sistemas CFTV;
- controle de acesso.

Todos os subsistemas serão ligados diretamente ao sistema central de controle que fará a leitura das entradas e atualização das saídas de acordo com o programa desenvolvido.

3.5.1 Sistema de alarme

Atualmente é possível encontrar no mercado, diversos tipos diferentes de sistemas de alarmes, que podem ser simples ou complexos, de acordo com suas funcionalidades. O preço destes sistemas pode variar de acordo com o projeto de instalação e seu nível de complexidade, sendo que as soluções mais seguras e confiáveis geralmente são mais caras.

Basicamente, o sistema de alarme proposto será composto de dispositivos e equipamentos instalados em pontos estratégicos da residência. Os sensores utilizados para detecção e monitoramento serão do tipo volumétrico e perimetral.

Cada imóvel tem suas características particulares, por este motivo o projeto de um sistema de alarme deve ser adequado às necessidades específicas do usuário para garantir que o sistema opere de forma eficiente e eficaz.

Todos os dispositivos serão ligados à central de controle, que irá processar os dados e monitorar os estados dos sensores. No caso de detecção de intrusos no ambiente, a central de controle deve acionar a sirene e realizar uma ligação ao usuário, comunicando a invasão.

Para detecção volumétrica, o dispositivo instalado irá cobrir todo o espaço de proteção e detectar a presença de movimento no ambiente. Os sensores de presença são os maiores responsáveis por disparos falsos, portanto, a tecnologia embarcada nos sensores é fundamental para se evitar estes disparos.

A instalação dos sensores na residência é muito importante para o seu correto funcionamento, portanto deve-se assegurar que sejam instalados nos locais adequados. Abaixo seguem alguns pontos a serem observados:

- instalar o sensor em local fechado sem aberturas;
- o ambiente deve estar livre de insetos, ratos e animais de estimação;
- não instalar o sensor em frente a janelas e fontes de luzes, pois podem interferir no funcionamento do sensor;
- não instalar o sensor próximo a objetos que podem atrapalhar o campo de atuação do sensor, uma vez que ele não irá detectar movimento através de vidro ou qualquer outro material.

Os sensores de presença utilizados serão do tipo IVP (Infra Vermelho Passivo) do fabricante Paradox, que são reconhecidos pelo padrão de qualidade empregado em seus produtos. Visando a melhor relação custo x benefício, será utilizado o sensor

do tipo analógico Paradox 476 Pro Plus (Fig. 14), que possui a tecnologia mais recente na detecção de intrusos.

O sensor trabalha com a compensação automática de temperatura, apresentando uma boa performance em diferentes ambientes, com maior precisão, confiabilidade e maior imunidade a disparos falsos.



Figura 14 – Sensor Paradox 476 Pro Plus.

Fonte: Paradox – Headquarters. Disponível em: <<http://www.paradox.com/Products/default.asp?CATID=8>>. Acesso em 24 fev.2012

Dentre as principais características técnicas do sensor, serão descritas abaixo as que levaram a sua escolha:

- tipo de sensor: duplo elemento, baixa interferência e alta sensibilidade;
- cobertura: 110° (padrão), 10,6 x 10,6 metros (Fig. 15);
- altura de instalação: 2,1 a 2,7 metros (Fig. 15);
- temperatura de funcionamento: -20°C a +50°C;
- tensão de alimentação: 9 a 16 Volts;
- saída alarme / interruptor de alteração: N.F. (Normalmente Fechado).

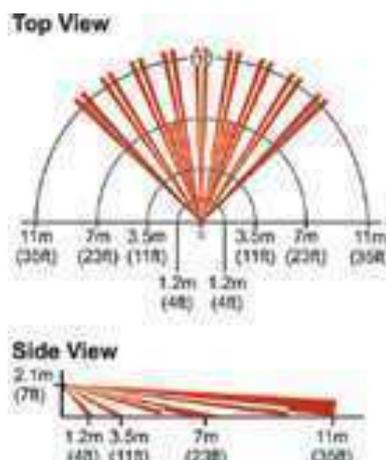


Figura 15 – Campo de detecção Paradox 476 Pro Plus.

Fonte: Paradox – Headquarters.

Disponível em:

<<http://www.paradox.com/Products/default.asp?CATID=8>>.

Acesso em 24 fev.2012

Os sensores de detecção do tipo perimetral são instalados ao longo de um perímetro da zona de proteção. Para detecção perimetral, no projeto serão utilizados sensores tipo IVA (Infra Vermelho Ativo) para áreas externas e sensores magnéticos em portas e janelas.

O sensor tipo IVA, trabalha em pares, transmissor e emissor, em que o emissor emite um sinal infravermelho linear (invisível a olho nu) e o receptor capta este sinal. Sempre que o feixe de luz for interrompido um relé interno será acionado, enviando informações a central referente à violação do perímetro. Assim como os sensores IVP, os sensores do tipo IVA também requerem alguns cuidados para se assegurar o seu perfeito funcionamento:

- evitar instalar os sensores em locais móveis, tais como portas ou portões;
- evitar desalinhamento entre o receptor e emissor;
- evitar instalação de diferentes sensores com cruzamento de feixe;
- não instalar dispositivo próximo a plantas ou objetos móveis;
- evitar incidência de raios solares nos sensores;
- não instalar os sensores em níveis baixos, para evitar disparo falso devido a circulação de animais domésticos, pássaros, etc.

Para o projeto, o sensor escolhido será o modelo Fence IVA 600 do fabricante PPA (Fig. 16) um sensor perimetral de duplo feixe ideal para instalação em sistemas de alarme convencionais e monitorados. O sensor é de fácil instalação, com possibilidade de ajuste angular do feixe óptico nos eixos horizontais e verticais, facilitando assim o alinhamento dos dispositivos. O sensor pode ser montado em suporte ou parede, e o alcance máximo em áreas externas pode chegar a 60 metros.



Figura 16 – Sensor Fence IVA 600 PPA.
Fonte: PPA – Portas e Portões Automáticos. Disponível em:
<<http://www.ppa.com.br/>>. Acesso em 24 fev. 2012.

Abaixo, seguem características técnicas do dispositivo:

- ajuste do tempo de detecção;
- ajuste horizontal do eixo óptico: 90°;
- ajuste vertical do eixo óptico: 12°;
- LEDs de indicação (nível, alarme e alinhamento dos sensores);
- saída de alarme: relécontato NF / NA;
- seleção do tempo de interrupção de feixe;
- características do feixe: duplo de infravermelho pulsados.

Nas portas e janelas, serão instalados sensores do tipo magnético baseados no princípio de funcionamento de *reed-switches*. Basicamente, um *reed-switch* funciona como um interruptor, que é acionado por campos magnéticos produzidos por ímãs ou eletroímãs.

Para se instalar este tipo de sensor, deve-se observar se as portas ou janelas em questão possibilitam ao intruso quebrar o vidro e entrar na residência sem que o dispositivo seja acionado.

No mercado há diferentes modelos de dispositivos com esta mesma função, porém por questões estéticas no projeto será utilizado o sensor magnético de embutir, Fig. 17, da empresa Athina. Os sensores serão ligados por dois fios à central de controle, não sendo necessária alimentação. O dispositivo funciona como um contato N.A. e é utilizado no sistema para indicar se a porta ou janela está aberta ou fechada.



Figura 17 – Sensor magnético de embutir.
Fonte: Inova Segurança. Disponível em:
<<http://inovaseguranca.com.br/>>. Acesso em 24
fev. 2012.

O sistema de segurança proposto será controlado e monitorado pelo *software* supervisor, podendo ser ativado/desativado por um controle remoto. Para o projeto, recomenda-se o uso do controle remoto Piccolo do fabricante PPA, Fig. 18, recomendado para acionamento de automatizadores de portões e sistemas de alarmes, resistente a impactos e quedas. O controle remoto enviará os dados ao receptor instalado junto a central de controle.



Figura 18 – Controle remoto Piccolo.
Fonte: PPA – Portas e Portões
Automáticos. Disponível em:
<<http://www.ppa.com.br/>>. Acesso
em 24 fev. 2012.

Caso o sistema de alarme esteja ativado e ocorra a detecção de um intruso, o sistema deverá disparar o aviso sonoro de uma sirene e comunicar ao usuário a possível invasão do domicílio.

A comunicação com o usuário poderá ser realizada por meio de discadora telefônica ou de módulos de comunicação GPRS para transmissão de dados. Baseados na relação custo x benefício do sistema proposto, será utilizada para o projeto a discadora programável Disc 8 do fabricante JFL (Fig. 19) que apresenta um custo baixo e atende às necessidades.

Ao disparar o alarme, a discadora realiza uma ligação para até oito números cadastrados, alertando a invasão. Os números telefônicos são programados manualmente e o intervalo entre uma discagem e outra, é de aproximadamente um minuto, uma vez discado o número, um sinal eletrônico ou mensagem de voz será enviada para identificação da chamada.

Abaixo destacamos as características técnicas do equipamento:

- tensão de alimentação: 11 à 17 Vdc;
- capacidade: 8 memórias com capacidade para 15 dígitos cada;
- tensão de disparo: sinal positivo 5 a 18 Vdc;
- modo de discagem: contínuo ou interrompido.



Figura 19 – Discadora telefônica Disc 8 JFL.

Fonte: JFL Alarmes. Disponível em: <<http://www.jfl.com.br>>. Acesso em 26 fev. 2012.

O esquema de ligação do dispositivo à central de controle é simples, sendo necessária apenas a instalação de um ponto telefônico para que a discadora seja conectada, conforme representado na Fig. 20.

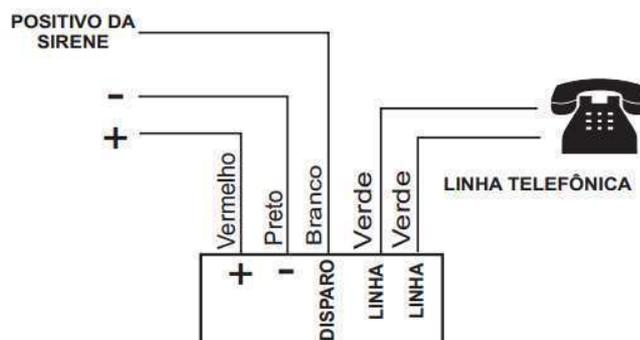


Figura 20 – Esquema de ligação discadora Disc 8 JFL
 Fonte: JFL Alarmes. Disponível em:
 <<http://www.jflalarmes.com.br/jfl2010/public/files/Dis-c-8SinaleVoz.pdf>>. Acesso em 26 fev. 2012.

Os sensores serão interligados à central de controle por meio de cabos para alarme de quatro vias e bitola 0,40 mm (26 AWG) (Fig. 21), sendo duas vias para alimentação e duas vias referentes à saída do alarme do sensor (chave N.F.). Para aplicação em sistemas de alarmes, recomenda-se utilização de fios de cobre estanhados, eletrolítico mole, com cobertura de PVC antichama. Deve-se evitar passar os cabos do sistema de alarme junto à rede elétrica predial, de modo a evitar a chegada de ruído na alimentação dos sensores e na central de controle.

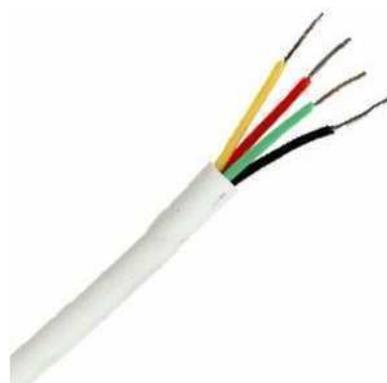


Figura 21 – Cabo para alarme 4 vias
 0,40 mm (26 AWG).
 Fonte: Ribershop. Disponível em:
 <<http://www.ribershop.com.br>>. Acesso em 26 fev. 2012.

Cada residência possui suas características específicas. Desta forma, o projetista deve escolher criteriosamente os dispositivos a serem utilizados, visto que irão funcionar em conjunto, a fim de garantir o funcionamento do sistema de segurança de forma eficiente e eficaz.

3.5.2 Cerca elétrica

A cerca elétrica, ao contrário dos outros sistemas de alarme, apresenta-se mais eficiente, em se tratando de proteção perimetral uma vez que inibe realmente a invasão, por se tratar de um sistema ativo que provoca efeito moral e físico no invasor.

Embora não haja legislação federal no Brasil que regulamenta a utilização de cerca elétrica no país, o projeto proposto deverá ser baseado às recomendações expressas em normas internacionais e legislações municipais. Desta forma, alguns cuidados são necessários para se evitarem futuros transtornos:

- informar aos vizinhos sobre a finalidade do sistema e os cuidados a serem tomados;
- instalar o eletrificador (central de choque) longe do alcance de crianças e animais;
- colocar placas de advertência ao longo da cerca (Fig. 22);
- não colocar a mão sobre a parte de alta tensão da placa ou nos fios da cerca;
- fazer aterramento adequado;
- desligar o eletrificador para limpeza nas proximidades da cerca.



Figura 22 - Placa de advertência. Fonte: Plastcolor. Disponível em: <<http://www.plastcolor.com.br>>. Acesso em 28 fev. 2012.

Para o projeto será utilizado a central Electra 8K RF da empresa PPA (Fig. 23), escolhida por possuir qualidade comprovada e ser fabricado dentro das normas de segurança internacionais. A Electra 8K RF é uma central elétrica desenvolvida para a proteção de áreas externas visando conter a invasão de intrusos na área protegida, através da eletrificação de cercas. A central fornece um pulso elétrico de aproximadamente 8000 volts com duração de 10 milissegundos, com intervalo entre eles de aproximadamente 42 milissegundos. Embora os pulsos elétricos gerados não ocasionem risco de morte a quem toque a cerca, pessoas que utilizam marca-passo ou tenham problemas cardíacos correm um risco maior.



Figura 23 – Central de choque Electra 8K RF

Fonte: **Netalarmes.** Disponível em: http://www.netalarmes.com.br/ecommerce_site/produto_156914_3349_Eletrificador-Central-de-Cerca-Elétrica-Electra-8K-RF-PPA. Acesso em 28 fev. 2012.

Abaixo, seguem as principais características técnicas da central Electra 8K RF:

- tensão de alimentação: AC 127 / 220V ou DC 12V (bateria selada 12V / 7AH);
- consumo do eletrificador: 5W;
- saída de alta tensão: 8000V;
- saída de sirene: NA / NF 1A;
- saída auxiliar: 12V 500mA;
- frequência normal de alimentação: 50 / 60Hz;
- receptor RF 433,92MHz conectado à central.

A central deve ser instalada em um local discreto, protegido contra intempéries e de fácil acesso para futuras manutenções no equipamento. Para evitar interferências

geradas pela alta tensão, a central deverá ser instalada longe de centrais de alarme, PABX, etc.

O aterramento da central deverá ser feito com barras cobreadas de aproximadamente 2 metros de comprimento, e conectadas ao eletrificador. O aterramento nunca deverá ser realizado utilizando o fio neutro da rede elétrica. A haste de aterramento instalada tem como funções potencializar o choque tornando a cerca elétrica mais eficiente e proteger o equipamento no caso de descargas elétricas, reduzindo o custo de manutenção e aumentando a vida útil do sistema instalado.

A central poderá ser armada e desarmada utilizando um controle remoto e o receptor de radiofrequência incorporado à central. Para comunicação com o sistema supervisor, o contato auxiliar N.A. será utilizado como sinal de entrada da central de controle do sistema.

A ligação da central de choque deverá ser feita diretamente ao fio da cerca utilizando-se cabos de alta-isolação, conforme Fig. 24. Os fios utilizados na cerca podem ser de arame galvanizado ou de aço inox de diâmetro 20 AWG. Os isoladores e hastes devem ser de boa qualidade, é recomendado o uso de hastes perfiladas em alumínio maciço que apresentam maior durabilidade e melhor estética, com altura de 75 centímetros com 4 isoladores. As hastes devem ser instaladas com um espaçamento médio de 3 metros uma das outras e com altura mínima de 2,20 metros, como na Fig. 24.

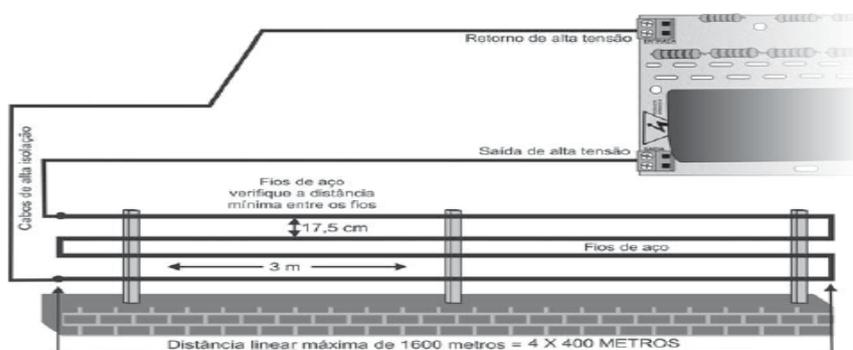


Figura 24 – Ligação central de choque à cerca.

Fonte: PPA – Portas e Portões Automáticos. Disponível em: <<http://www.ppa.com.br/>>. Acesso em 1 mar. 2012.

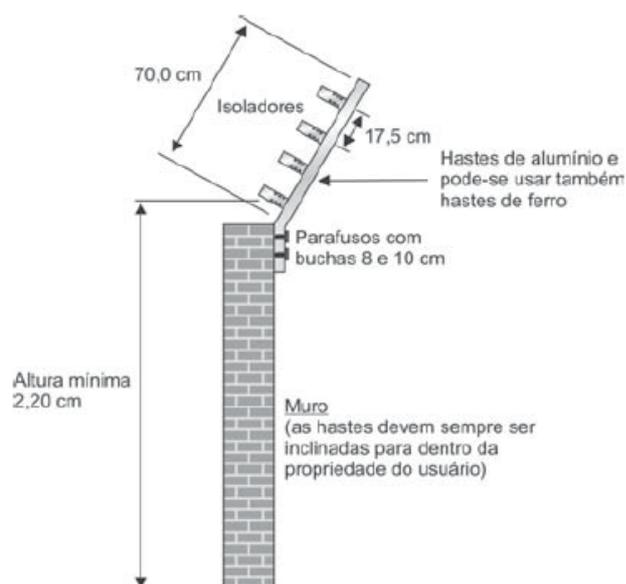


Figura 25 – Instalação de hastes.

Fonte: PPA – Portas e Portões Automáticos. Disponível em: <<http://www.ppa.com.br/>>. Acesso em 01 mar. 2012.

3.5.3 Proteção contra vazamento de gás e fumaça

Segundo Prudente (2011), a proteção contra vazamento de gás, água e fumaça é um tipo de instalação especial, porém de muita importância para garantir o conforto do usuário com total segurança. Em sistemas domóticos, ao se detectar um vazamento de gás, por exemplo, o sensor pode enviar o dado à central de comando ou até mesmo para o atuador que fechará automaticamente a eletroválvula geral de gás do apartamento, gerando ainda um alarme do tipo ótico/acústico.

Atualmente no mercado é possível encontrar diversos dispositivos utilizados para medição de detecção de vazamentos, porém em sua grande maioria não são instalados integrados ao sistema de monitoramento.

Para o projeto proposto, será utilizado o detector de vazamento de gás AHG 982B da empresa Minulight que será conectado a central de monitoramento por uma de suas saídas auxiliares. Ao detectar a concentração de gás, o dispositivo emite um sinal sonoro com um sinal visual do próprio aparelho. A Fig. 26 representa um

exemplo de instalação de um detector de gás liquefeito de petróleo (GLP) e gás natural (GN).

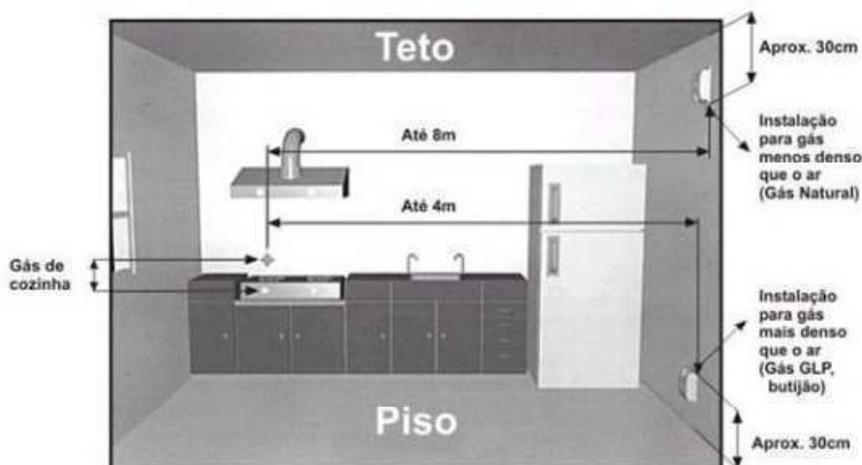


Figura 26 – Instalação de detector de gás Minulight
 Fonte: Minulight Eletrotécnica. Disponível em:
<http://www.minulight.com.br/novo/gas/detectores-de-gas/detector-de-vazamento-de-gas-ulp-gn/>. Acesso em 01 mar. 2012.

Para instalação destes dispositivos, o projetista deve levar em consideração as características das variáveis a serem detectadas para escolher o melhor posicionamento dos dispositivos, garantindo assim que eles operem da maneira correta.

3.5.4 CFTV

Os sistemas CFTV, ou circuito fechado de televisão, são compostos principalmente de câmeras e monitores. O uso de sistemas CFTV não está apenas voltado à segurança patrimonial, também podendo ser utilizados para acompanhamento de serviços e controle de produção, por exemplo.

Existem câmeras para diferentes tipos de aplicação, variando o tamanho, qualidade de transmissão, captação da imagem, etc. Grande parte das câmeras utilizadas em sistemas de vigilância atualmente possui tecnologia analógica para captação de imagem e transmissão de dados, com qualidade de imagem inferior a apresentada em câmeras com tecnologia digital (COLLI, 2005).

Outras desvantagens da utilização de câmeras do tipo analógica são alto custo com cabos coaxiais para transmissão de dados, necessidade de placa de captura para ligação das câmeras ao computador e baixa integração com demais sistemas de segurança.

Para o projeto proposto, optaremos pela utilização de câmeras IP, também conhecidas como câmeras de rede, pois permitem o monitoramento por parte do usuário em tempo real de qualquer localidade e possuem qualidade de imagem superior à analógica. Um modelo que atende nossas necessidades no projeto é o APM-H804-WS do fabricante Apexis (Fig. 27).

Abaixo segue principais informações técnicas da câmera IP APM-H804-WS:

- visão noturna com sensor IR (Infravermelho);
- controle remoto de pan/tilt (inclinação e visão panorâmica);
- imagem formato 640 x 480 com até 30 fps;
- monitoramento de áudio de duas vias, podendo ser utilizada como porteiro eletrônico;
- conectividade *Wi-fi* ou Ethernet RJ45;
- consumo médio de 7 watts.



Figura 27 – Câmera IP APM-H804-WS

Fonte: Apexis. Disponível em: <http://www.apexis.com.cn/en/productsdetails_181.html>. Acesso em 03 mar. 2012.

Este tipo de câmera possui baixo consumo de energia elétrica e pode ser utilizadas em ambientes externos. O uso de câmeras IP do tipo *wireless* reduz o custo de instalação do projeto, pois não é necessária a instalação de um sistema de cabeamento. A instalação de um sistema de cabeamento onera o custo do projeto, devido ao alto custo para instalação de infraestrutura, cabeamento e mão de obra.

A Fig. 28 representa um exemplo de utilização de câmera IP em rede local adotada no projeto. As câmeras são conectadas sem o uso de fios ao roteador, que serve como ponte para que as imagens sejam acessadas pelo sistema supervisor.

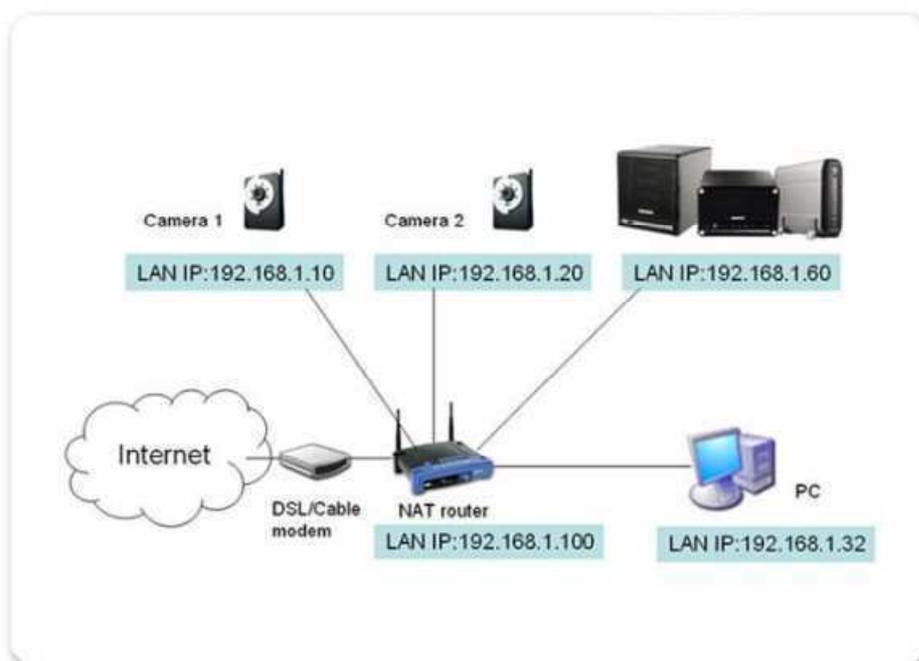


Figura 28 – Exemplo de utilização de câmera IP em rede local.
Fonte: QNAP Systems Inc. Disponível em:
<<http://www.qnap.com/pt/index.php?sn=309&lang=pt>>. Acesso em 03
mar. 2012.

Para integrar as câmeras do sistema CFTV ao sistema supervisor, será utilizado um API (Interface de Programação de Aplicativos) denominado AForge.NET que é um *framework* aberto projetado para desenvolvedores e pesquisadores nas áreas de visão computacional e inteligência artificial. Baseado em C# sua estrutura é composta por um conjunto de bibliotecas, como:

- AForge.Imaging - biblioteca com rotinas de processamento de imagem e filtros;

- AForge.Vision - biblioteca de visão por computador;
- AForge.Video - conjunto de bibliotecas para processamento de vídeo;
- AForge.Neuro - biblioteca de computação neural redes;
- AForge.Genetic - biblioteca de programação evolução;
- AForge.Fuzzy - biblioteca cálculos *fuzzy*;
- AForge.Robotics - biblioteca de apoio de alguns kits de robótica;
- AForge.MachineLearning - biblioteca de aprendizagem de máquina.

Para tratamento das imagens, detecção de movimento e armazenamento de dados, será necessário adicionar as bibliotecas de imagem, visão e vídeo ao Visual Studio 2010.

Um diferencial do projeto proposto é a detecção de movimento através do processamento de imagens que será implementado utilizando algoritmos desenvolvidos na biblioteca AForge.Vision. A forma de detecção utilizada será pela comparação de dois quadros de imagens (*Two Frames Difference*), que se baseia em encontrar a quantidade de diferença entre dois quadros de imagens seguidos do fluxo de vídeo. Quanto maior a diferença entre as imagens, maior será o nível de movimento. Para facilitar a identificação do local exato em que ocorreu a movimentação, será utilizado um algoritmo de processamento que destaca a área do movimento (*Motion Area Highlighting*), que poderá ser habilitado de acordo com as necessidades do usuário.

As imagens gravadas serão armazenadas no formato AVI (*Audio Video Interleave*) no disco da máquina em que o sistema supervisorio está sendo operado. Com a finalidade de reduzir o espaço gasto no armazenamento dos arquivos de vídeo e a gravação desnecessária, o sistema será configurado para iniciar a gravação de imagens somente após a detecção de movimento pelas câmeras e permanecerá gravando até que não seja detectado movimento em um intervalo de tempo determinado no *software*.

3.6 Controle de acesso (Portão eletrônico)

De acordo com as características do projeto apresentado e baseando-se na maquete, onde serão feitas as simulações, o portão usado será do tipo deslizante, podendo o motor ser instalado na parte superior ou inferior do portão.

Assim como as portas e janelas, o portão eletrônico não pode ser excluído do sistema de segurança e alarme, sendo necessário saber se o mesmo encontra-se aberto ou fechado. Desta forma, também se faz necessário o uso de sensores magnéticos que enviarão seu estado atual ao microcontrolador que passará as informações ao supervisor e atualizará a tela da casa.

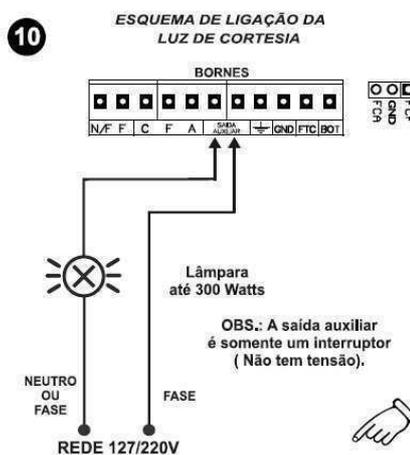
Outro ponto importante a ser analisado é a sua forma de acionamento, que deverá ser realizada com uso de controles remotos convencionais e via supervisor, para que exista uma facilidade e conforto maiores ao proprietário.

O acionamento via supervisor permitirá ao usuário que feche e abra o portão sem a necessidade de ir até a parte de fora da casa com o controle em mãos. Caso o usuário perceba pela planta de segurança do supervisor que o portão está aberto, o mesmo pode ser fechado imediatamente. Ou caso ainda queira abrir o portão para alguém que esteja do lado de fora da casa (podendo ser visualizado pelas câmeras de segurança externas), basta acionar sua abertura.

Dentre as centrais existentes no mercado pesquisadas, a CP-2000 da Peccinin foi a que se enquadrou melhor ao projeto, devido a sua simplicidade e capacidade de atender aos objetivos propostos. Como pode ser visto na Figura 29 abaixo, sua instalação é bem simples.

Para o acionamento via supervisor, usaremos a opção pré-definida da central CP-2000 de acionamento por botoeira, porém usando um transistor que receberá um sinal de excitação vindo do microcontrolador, fechando os bornes GND e BOT, simulando esta botoeira.

necessário para uma pessoa guardar o carro e entrar na residência. Após este tempo, a central apagará a lâmpada automaticamente. A Fig. 31 mostra o esquema de ligação da lâmpada e a posição correta do *trimpot* para esta configuração.



Luz de Cortesia: com o trimpot (AUX) no meio, o relé aciona por 1 minuto e 30 segundos a luz de garagem.

Figura 31 - Ligação da luz de cortesia.
Fonte: Manual de instalação CP-2000 da Peccinin.

3.7 Sistema de medição de consumo de energia elétrica

Com o propósito de mostrar ao cliente onde estão sendo seus maiores gastos com energia, e deixá-lo ciente destes gastos antes mesmo de sua conta de energia chegar em casa, um projeto de medição de energia é apresentado sendo integrado ao restante do sistema da casa. Este projeto se divide basicamente em três partes:

- circuito medidor de tensão (V);
- circuito medidor de corrente (A);
- cálculo de consumo (kWh) via *software*.

O projeto proposto destina-se a uma residência de médio porte e com tensão monofásica em 110Vca. Um circuito será usado para fazer a leitura do valor da tensão na rede, enquanto outro fará a leitura da corrente. Estes valores serão

enviados ao microcontrolador e trabalhados no supervisor para que seja feitos os cálculos referentes ao consumo de energia.

Como geralmente nas residências existem três circuitos, sendo um para chuveiro, um para lâmpadas e outro para tomadas gerais. O projeto apresentado propõe uma leitura após o quadro de distribuição, onde os circuitos já estão divididos. Assim, o cliente terá uma visão melhor de onde estão sendo seus maiores gastos com energia, e em quais horários.

3.7.1 Medição da tensão

A medida realizada da tensão deve ser enviada ao microcontrolador por um sinal de tensão numa escala de 0 a 3.3Vcc, proporcional ao valor real medido da tensão da rede.

Para conseguir este sinal na saída, o sinal de entrada (tensão da rede) deverá ser submetido a dois tratamentos. O primeiro é converter o sinal para uma escala proporcional de 0 a 3.3Vca. O segundo tratamento é transformar este sinal em contínuo, para que o microcontrolador possa fazer a leitura.

Uma forma de reduzir o valor da tensão, é usar um transformador de tensão que converte 110Vca em 6Vca proporcionalmente. Estes transformadores podem ser encontrados com facilidade no mercado de eletrônicos.

Para converter o sinal alternado em contínuo, será usada uma fonte retificadora. O circuito retificador de tensão mais usado é o de onda completa em ponte. Este nome é devido à configuração de 4 diodos, similar ao circuito usado em instrumentação chamado “Ponte de Wheatstone”.

Após o circuito retificador, será necessário um circuito divisor de tensão, uma vez que o sinal ainda está em escala de 0 a 6Vcc e deve ser entregue ao controlador com uma escala de 0 a 3.3Vcc. Para isto, basta usar duas resistências de valores

iguais de forma a reduzir o valor de 6Vcc para no máximo 3Vcc chegando ao microcontrolador.

De acordo com o circuito apresentado na Fig. 32 o sinal da rede está sendo reduzido proporcionalmente no transformador de tensão e transformado para sinal contínuo no circuito retificador (4 diodos). Existem ainda um capacitor para evitar que o sinal fique pulsante e as duas cargas que regulam o valor de 3Vcc (máximo) chegando ao microcontrolador e garantir uma percepção de variação mais imediata.

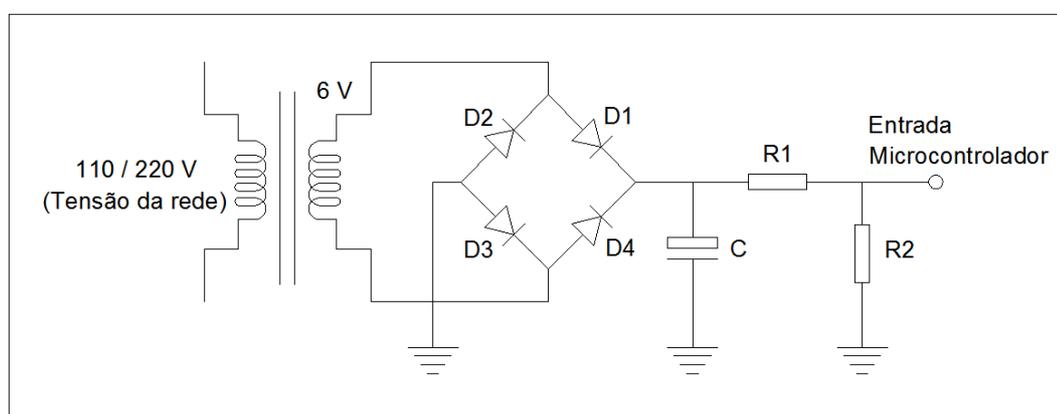


Figura 32 - Circuito medidor de tensão.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

3.7.2 Medição de Corrente

A medição da corrente deve ser feita de forma similar à medição da tensão, ou seja, o resultado (sinal de entrada no microcontrolador) deve estar na escala de 0 a 3.3Vcc proporcional ao valor real da corrente.

Para que o sinal chegue ao microcontrolador da forma citada acima, este será passado por duas etapas. A primeira etapa consiste em reduzir o valor da corrente (semelhante ao circuito da tensão) e a segunda etapa refere-se a transformar este sinal de corrente, em sinal de tensão (0 a 3.3Vcc)

Um transformador de corrente 50/5A é colocado na fase do circuito para fazer a redução do valor (proporcional ao valor real), e em seguida, é inserido um sensor

que faz a conversão do sinal de corrente (0 a 5A) em sinal de tensão, numa escala de 0 a 5Vcc, conforme padrão do microcontrolador.

Ainda de forma similar ao circuito medidor de tensão, é necessário um circuito divisor de tensão para que o sinal máximo entregue ao microcontrolador seja de 3.3Vcc. Acrescentando uma resistência (R1) de 220 Ω e uma outra (R2) de 330 Ω , garantimos um valor máximo no microcontrolador de 3Vcc.

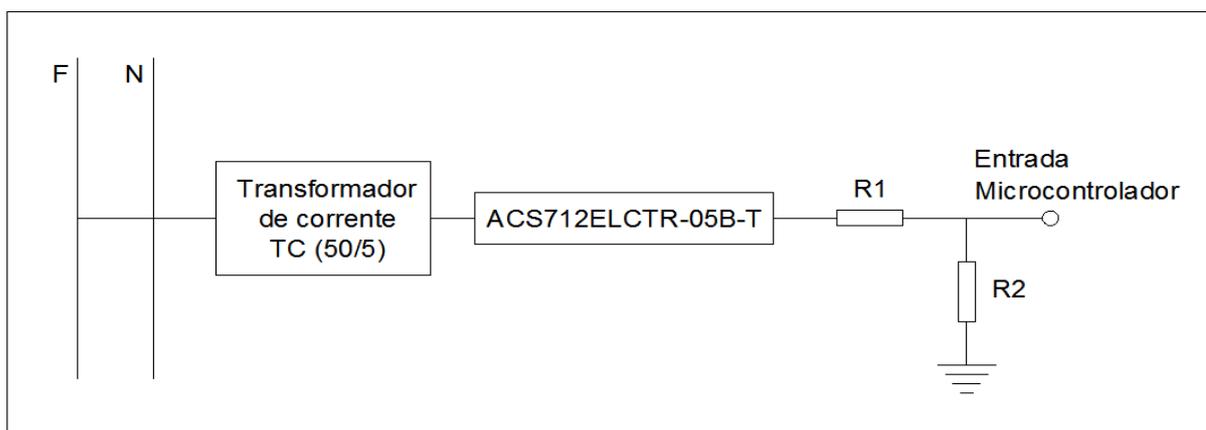


Figura 33 - Circuito medidor de tensão.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

3.7.3 Cálculo de consumo (*software*)

Diante dos valores de tensão e corrente, o *software* se responsabiliza pelas conversões e cálculos, como será demonstrado no capítulo 3.

3.8 Sistema de iluminação

A iluminação é outro ponto de destaque do projeto apresentado. No que se refere à iluminação da casa, teremos dois casos distintos. Um primeiro, onde as lâmpadas terão apenas dois estados, acesas ou apagadas, e um segundo caso (na sala de

TV) onde o usuário poderá fazer o controle de luminosidade da lâmpada, determinando sua intensidade.

3.8.1 As lâmpadas ON/OFF

Uma forma encontrada para ligar e desligar as lâmpadas diretamente pelo supervisor foi usar um TRIAC, que é um componente comumente usado como chave para corrente alternada. O TRIAC é composto de 3 terminais, sendo que um deles controla o fluxo de corrente nos outros dois. Este terminal de controle se chama porta (*gate*) e funciona de forma bem simples: quando uma tensão positiva ou negativa é aplicada nele, o TRIAC funciona como um interruptor ligado conduzindo corrente em qualquer sentido.

A fim de se separar a parte de controle (microcontrolador) da parte de potência, será usado um optoacoplador, o MOC3010, que é constituído basicamente de um diodo emissor de luz infravermelho controlando um fototriac. Com o uso do MOC3010, evitamos danos ao nosso microcontrolador por eventuais falhas no circuito.

Desta forma, pode-se abrir e fechar o circuito de uma lâmpada interligando o microcontrolador ao optoacoplador e o optoacoplador ao *gate* do TRIAC de controle da lâmpada. Uma vez que enviamos um sinal do microcontrolador, este passa pelo diodo que emite luz e fecha o TRIAC interno do MOC3010. Com isso, o *gate* do TRIAC de controle da lâmpada é ativado e permite a passagem de corrente, acendendo a lâmpada (Fig. 34).

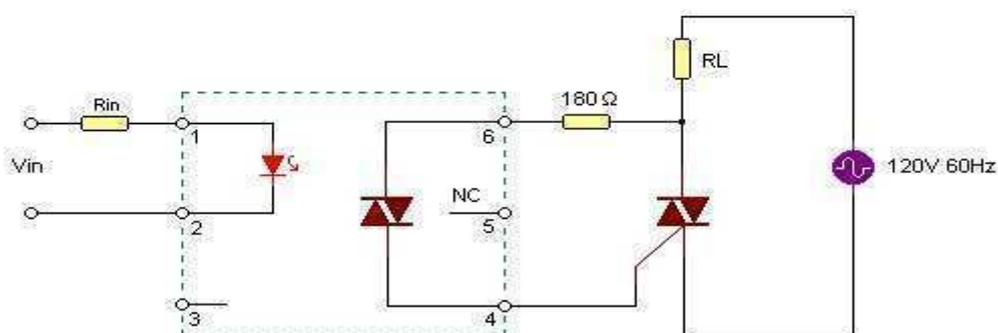


Figura 34 – Circuito ON/OFF das lâmpadas.

Fonte: Projtec. Disponível em: <http://www.projetostecnologicos.com/Componentes/Optos/Optoacopladores/MOC3010/MOC3010.html>. Acesso em 07 mar. 2012.

3.8.2 A lâmpada com controle de luminosidade

Na lâmpada da sala de TV, onde haverá o controle de luminosidade, usaremos um TRIAC de forma semelhante ao das lâmpadas ON/OFF, tendo como diferença básica a forma do sinal enviado ao *gate* do mesmo.

É muito comum a construção de *dimmer* usando TRIAC, para controle de potência de lâmpadas e outros dispositivos. Para isto, usa-se um circuito com um potenciômetro, um TRIAC, um DIAC, uma resistência e um capacitor, como mostra a Figura 35 abaixo.

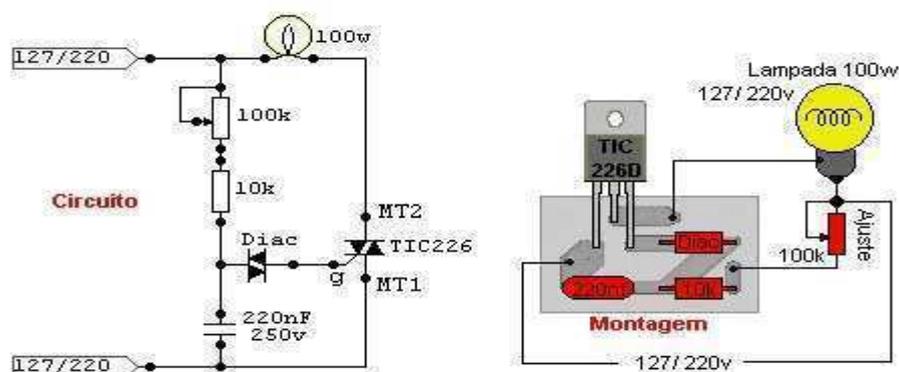


Figura 35 - Dimmer usando TRIAC (TIC226).

Fonte: Xtronic Circuits. Disponível em: <http://xtronic.org/circuit/dimmer-circuit-triac-tic-226/>. Acesso em 07 mar. 2012.

Assim que o circuito é alimentado, o capacitor começa a carregar, logo que a tensão de ruptura do DIAC é atingida o mesmo passa a conduzir e dispara o *gate* do TRIAC acendendo a lâmpada. Quando a polaridade da rede inverte, o TRIAC para de conduzir e apaga a lâmpada, porém o capacitor começa a carregar com tensão negativa e novamente atinge sua tensão de ruptura, passa a conduzir, ativa o *gate* do TRIAC e acende a lâmpada.

Este ciclo se repete 60 vezes por segundo (na rede de 60 Hz). O resultado da repetição deste ciclo é que a lâmpada acende e apaga com uma frequência muito alta nos dando a impressão de estar acesa o tempo todo. Com o aumento da resistência através do potenciômetro, o capacitor demora mais tempo a carregar aumentando o tempo em que a lâmpada fica desligada e conseqüentemente enxergamos um brilho mais fraco.

Com base neste circuito, a ideia seria usar o PWM do microcontrolador para enviar os pulsos ao *gate* do TRIAC, fazendo o papel do DIAC disparando o *gate* de tempos em tempos. Esta hipótese foi descartada depois de pesquisas que mostraram que este circuito funciona muito bem em redes contínuas e não em redes alternadas, que é o nosso caso.

Um método encontrado para resolver este problema, foi o de controlar o pulso no *gate* do TRIAC de acordo com o ângulo da rede, para fazer seu corte. Como o TRIAC conduz até a mudança de sentido da corrente, um pulso deverá ser enviado a cada semi-ciclo, ou seja, no intervalo de 0° a 180° , variando o tempo de 0 a 8.33 ms (considerando a frequência da rede em 60 Hz).

O zero da onda senoidal da rede deverá ser usado como referencia para o controle de disparo do *gate* do TRIAC, logo será necessário a montagem de um circuito detector de zero. A cada vez que a rede passar pelo zero, o microcontrolador faz a contagem de tempo e envia o sinal para disparo do TRIAC. Desta forma, a lâmpada acenderá e apagará conforme o exemplo de *dimmer* mostrado acima e dará a impressão de estar mais "fraca" ou mais "forte".

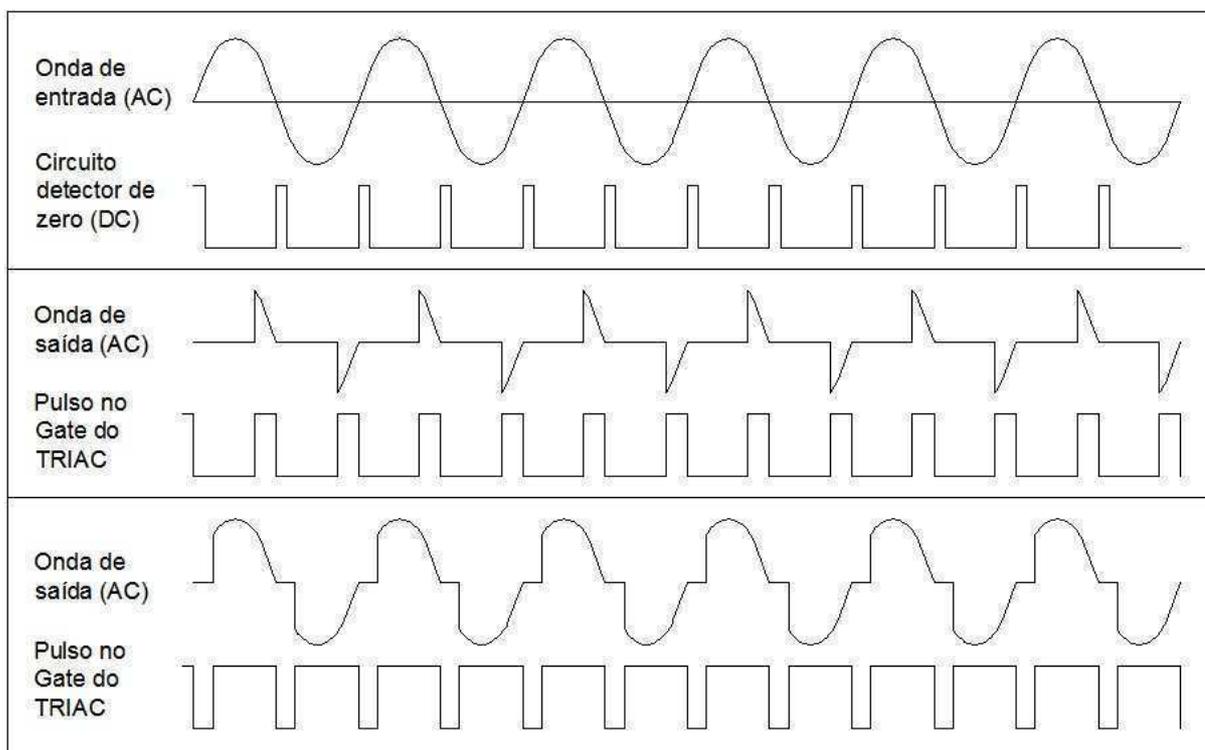


Figura 36 - Resultado de saída usando TRIAC e detector de zero.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

3.9 Climatização

Como a finalidade do projeto é proporcionar conforto e segurança ao usuário sem esquecer da economia, não seria viável fazer controle de temperatura e umidade, uma vez que deixaria o projeto muito oneroso. Uma solução encontrada foi a de trazer apenas informações destes valores e deixá-los disponíveis no supervisório apenas a título de consulta do usuário.

Para realizar a medição de temperatura e umidade relativa do ar, será usado o sensor DHT11 da D-Robotc, com as seguintes características:

- elevada estabilidade;
- baixo consumo;
- resposta rápida, (lembre que estamos falando de temperatura e umidade relativa);
- saída digital via pino único;

- faixa umidade: 20% a 90% RH, $\pm 5.0\%$ RH;
- faixa temperatura: 0 a $+50$ °c, ± 2.0 °c;
- elemento sensor de temperatura: termistor 100K + / -1%;
- elemento sensor de umidade: HR202;
- tensão de alimentação: 3 a 5,5V DC;
- corrente: 0.2 a 0.5 mA. *Stand by*: 100 a 150 μ A;
- dimensões: 15,5 x 12 x 5,5mm.

A Fig. 37 mostra a forma de ligação do sensor ao microcontrolador:

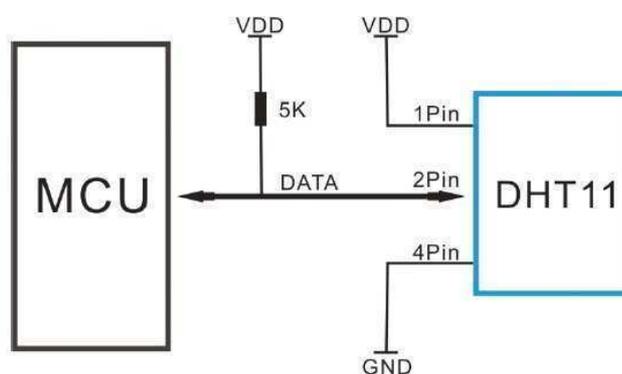


Figura 37 – Ligação do sensor ao microcontrolador.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

4 SIMULAÇÃO DE APLICAÇÃO

Visando exemplificar de forma clara e objetiva, foi construída uma maquete (Fig. 38) baseada em uma residência de médio porte, apresentando a aplicabilidade dos conceitos e sistemas tratados no capítulo anterior. O capítulo 3 relata as funcionalidades do sistema supervisório desenvolvido para controle do sistema domótico e os artifícios utilizados para simulação na maquete.

Para simular sensores e itens de controle em geral foram utilizados dispositivos alternativos com o mesmo princípio de funcionamento porém em escala reduzida, visando reduzir custos da simulação e proporcionar melhor efeito visual.

Apesar de o supervisório ter sido desenvolvido voltado para a parte de simulação na maquete, não haveria muitas alterações caso fosse destinado a um sistema domótico real.



**Figura 38 - Foto da maquete construída para simulações e testes.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.**

4.1 Sistema de controle central

O sistema central de controle, interface de comunicação e sistema supervisorio desenvolvidos para simulação na maquete, possuem as mesmas características do sistema proposto para implementação real em uma residência, conforme apresentado no Capítulo 3.

O controlador utilizado para desenvolvimento do sistema de automatização da maquete é o FEZ Panda II, atuando com tipologia centralizada. Para combinar a popularidade das portas USB e a facilidade das portas seriais, a comunicação entre o controlador e o computador foi implementada utilizando-se o dispositivo USB virtual CDC Virtual.

4.2 Login

Para ter acesso ao *software* supervisorio, é necessário realizar o *login* na tela inicial do sistema (Fig. 39). O usuário deve entrar com os dados cadastrados (usuário e senha) e o sistema verifica as informações. Se os dados estiverem corretos, carrega-se a tela inicial.

Caso o *login* do usuário tenha sido digitado errado, abre-se uma janela de alerta com a informação: 'Usuário não cadastrado'. Se o usuário digitado estiver correto e a senha diferente da senha cadastrada, abre-se uma janela de alerta informando a quantidade de tentativas restantes (Fig. 40). Após três erros de senha consecutivos para o mesmo usuário, o sistema é automaticamente bloqueado por um minuto.

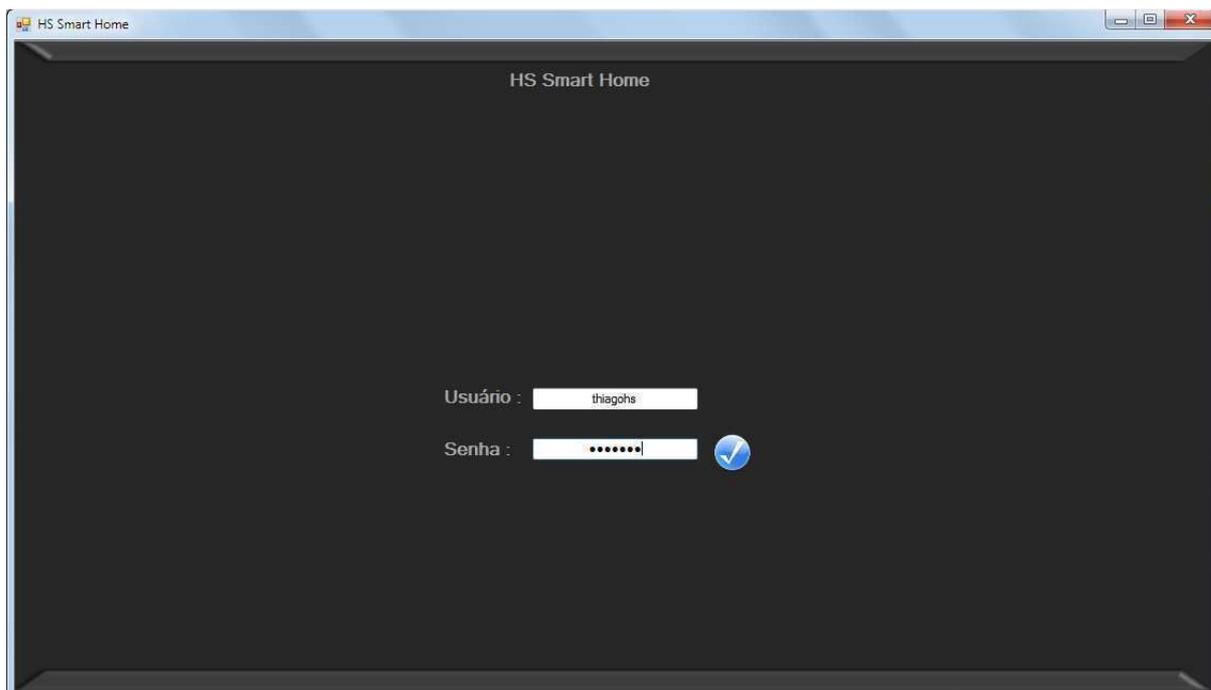


Figura 39 – Tela inicial do sistema supervisorio (Login).
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

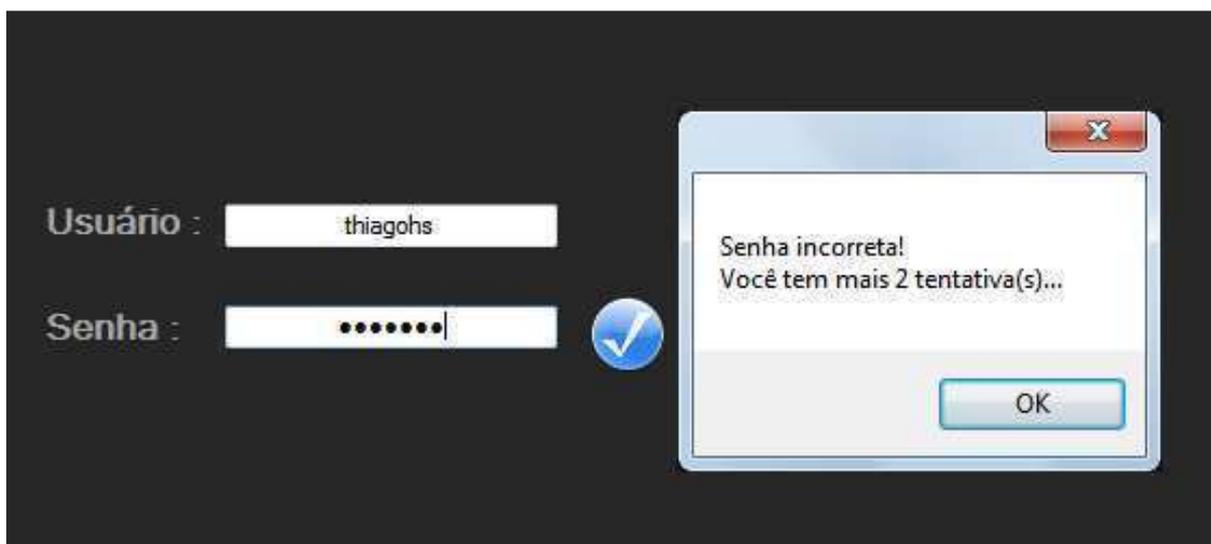


Figura 40 – Mensagem de alerta erro no login.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Após o *login* do usuário, o *software* carrega a tela principal do sistema (Fig. 41). Basicamente, a tela é composta por um painel com a planta da residência que está sendo monitorada e o painel de controle principal, em que o usuário poderá escolher qual opção de controle deseja monitorar. O ícone “Home” deverá ser acionado sempre que o usuário desejar voltar à tela inicial do sistema.

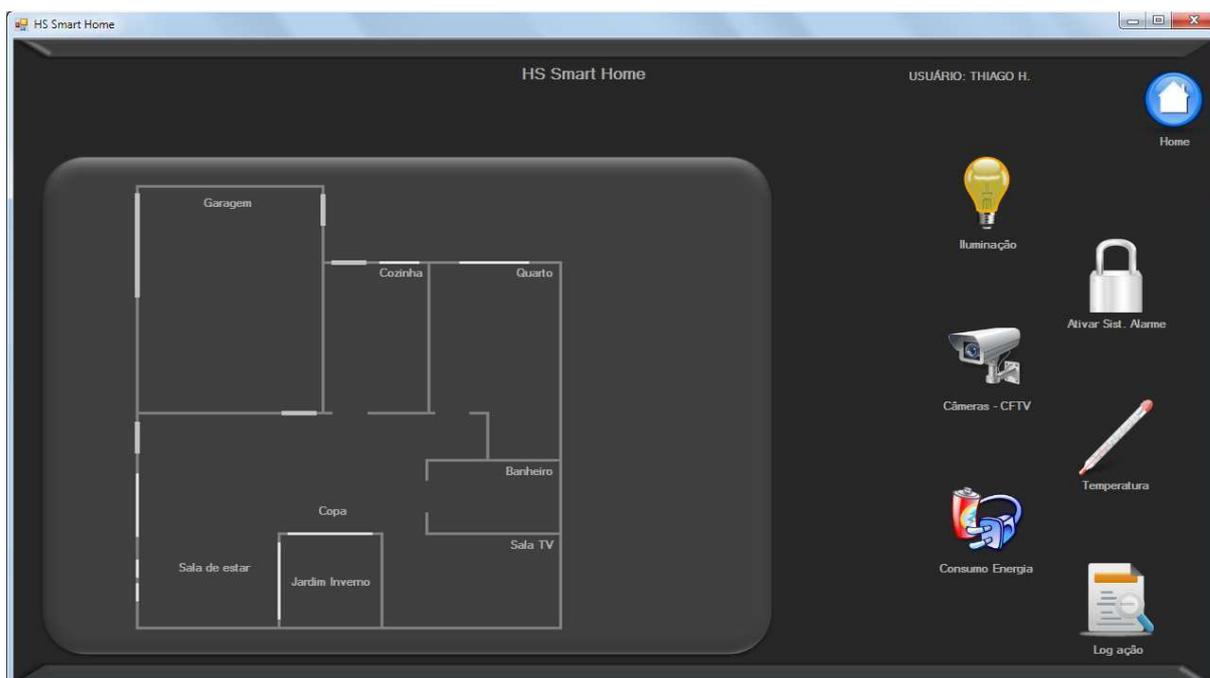


Figura 41: Tela inicial do supervísório.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

4.3 Sistema de Segurança

A fim de evitar o esquecimento de portas e janelas abertas, antes de ativar o sistema de alarme, o usuário poderá checar no painel da planta da residência o *status* dos sensores instalados nestes pontos, informando se a porta está ou não aberta.

Na maquete, utilizamos apenas sensores do tipo *reed-switches* nos pontos principais de acesso, como portas e janelas (Fig. 42). O acionamento destes dispositivos é feito por ímãs instalados.

A cerca elétrica simulada funciona como uma chave N.A., sendo basicamente composta de dois fios, terra e Vcc, instalados sob o perímetro da maquete, como mostrado na Fig. 43. Ao encostar os dois fios, simulando uma invasão, o circuito é fechado enviando um sinal positivo de tensão ao microcontrolador.



Figura 42 – Sensores *reed-switches* (maquete).
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

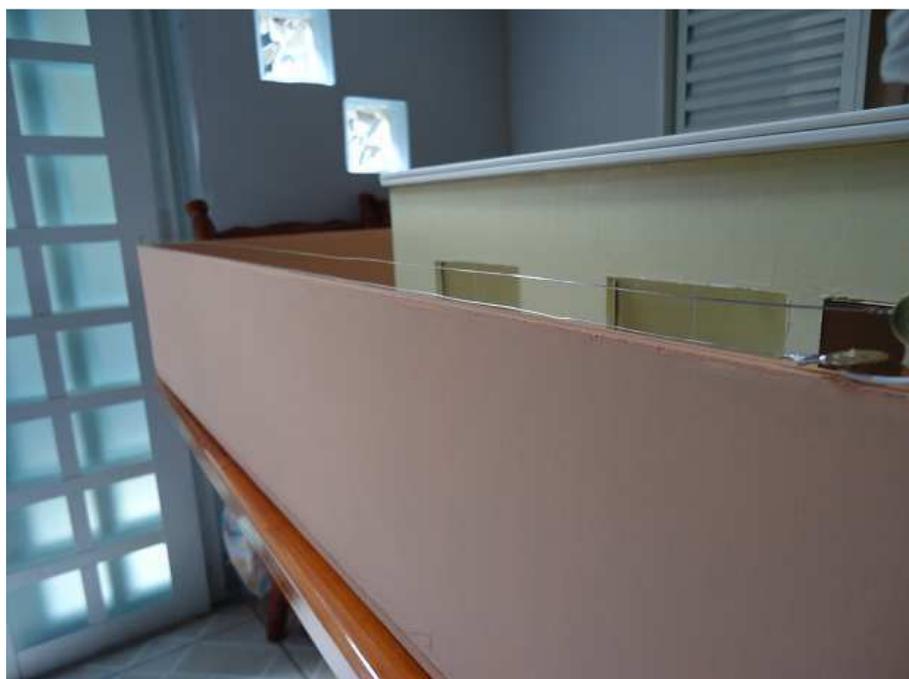


Figura 43 – Cerca elétrica na maquete.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Estes dispositivos são conectados a um circuito de *pull-down* com um diodo zener, para garantir que não seja enviado sinal de tensão negativo ao controlador.

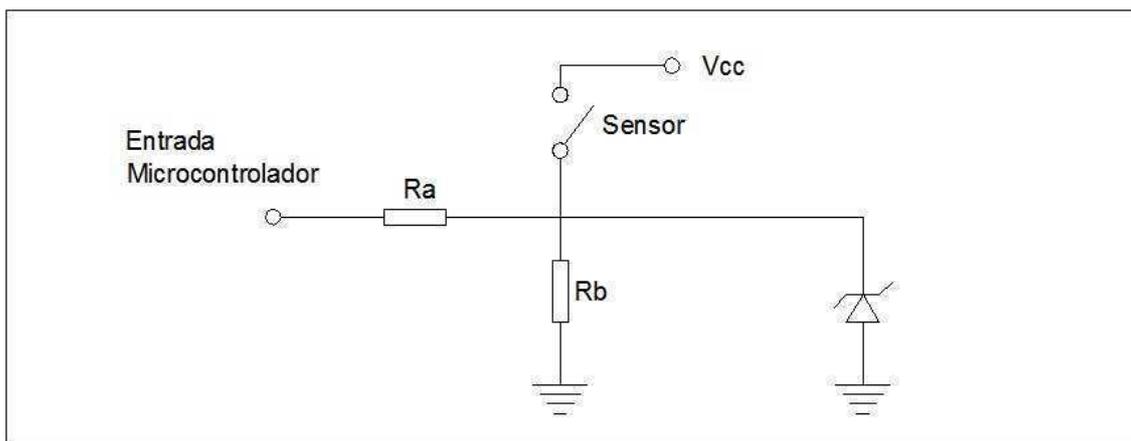


Figura 44 – Circuito *pull-down* dos sensores.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O controlador recebe as informações de *status* dos sensores instalados e trabalha estes dados preparando-os para envio ao sistema supervisor. Com a finalidade de não sobrecarregar o sistema, o envio de dados dá-se em intervalos de dois segundos, em que o *software* envia uma requisição de dados ao controlador que retorna o *status* das variáveis. A Fig. 45 mostra um determinado momento em que algumas portas e janelas estão abertas.



Figura 45 – *Status* de portas e janelas.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Para ativar o sistema de alarme, o usuário deve acionar o ícone “Ativar Sist. Alarme”, então será aberto um painel com um teclado em que o usuário terá que digitar sua

senha numérica de quatro dígitos (Fig. 46). Ao ativar o sistema, o usuário poderá optar por quais dispositivos deverão ser ativados, com as seguintes opções:

- cerca elétrica: aciona o alarme se for detectado invasão ao longo do perímetro da mesma;
- sensores de portas e janelas: o alarme será acionado se as portas ou janelas forem abertas após a ativação do sistema;
- sensores internos: aciona o alarme se detectado movimento pelos sensores infravermelhos instalados dentro da residência;
- sistema de câmeras: aciona o alarme se detectado movimento no campo de visão das câmeras de vigilância.

Estas opções de configuração foram desenvolvidas com a finalidade de permitir a ativação do sistema de alarme mesmo com a presença de pessoas na residência, o que ocorre, por exemplo, em períodos noturnos, período em que o usuário poderá ativar apenas a cerca elétrica e sensores de portas e janelas, evitando desta forma falsos alarmes. Alguns sistemas de alarme tradicionais permitem a desativação de sensores, porém são de difícil configuração, não sendo utilizados por todos os usuários. Desta forma, o sistema desenvolvido apresenta um ganho com relação às possibilidades de configuração, que são feitas de forma simples e de fácil entendimento.



Figura 46 – Teclado senha ativação do sistema de alarme.

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Assim como o sistema de *login*, caso ocorra três erros consecutivos ao digitar a senha, o sistema fica bloqueado por um minuto. Ao digitar a senha correta, é enviado um comando ao controlador para ativação do sistema de alarme, após a confirmação da ativação do sistema é carregado uma tela que permite o monitoramento pelo uso das câmeras do CFTV (Fig. 47). Para o sistema desenvolvido, são utilizadas apenas duas *webcams* simples conectadas via USB ao computador.

Caso a opção “Sistema de câmeras” tenha sido acionada, o sistema CFTV fará o processamento das imagens com a finalidade de detectar qualquer tipo de movimentação no campo de visão das câmeras instaladas. Se algum movimento for detectado, o sistema inicia a gravação das imagens e armazena o arquivo de vídeo gerado no formato AVI no disco rígido do computador utilizado. O nome do arquivo gerado contém informações de data, hora e identificação da câmera da ocorrência. As imagens são gravadas até que não seja detectado movimento em um intervalo de um minuto e meio. A gravação após a detecção de movimentos reduz o armazenamento desnecessário de arquivos de vídeo em que não se tem ocorrência de movimentação.

Após ativação do sistema, qualquer mudança de *status* das variáveis irá gerar o alarme no controlador, que acionará a sirene e a discadora telefônica, informando o usuário da ocorrência. A sirene será desativada somente depois que a senha do sistema for digitada.

Para desativar o sistema de alarme, o usuário deverá clicar no ícone “Desativar Alarme” (Fig. 47). Em seguida será mostrado o teclado em que deverá ser digitada a senha para desativação do sistema. No caso de três erros consecutivos, o sistema é bloqueado por um minuto.

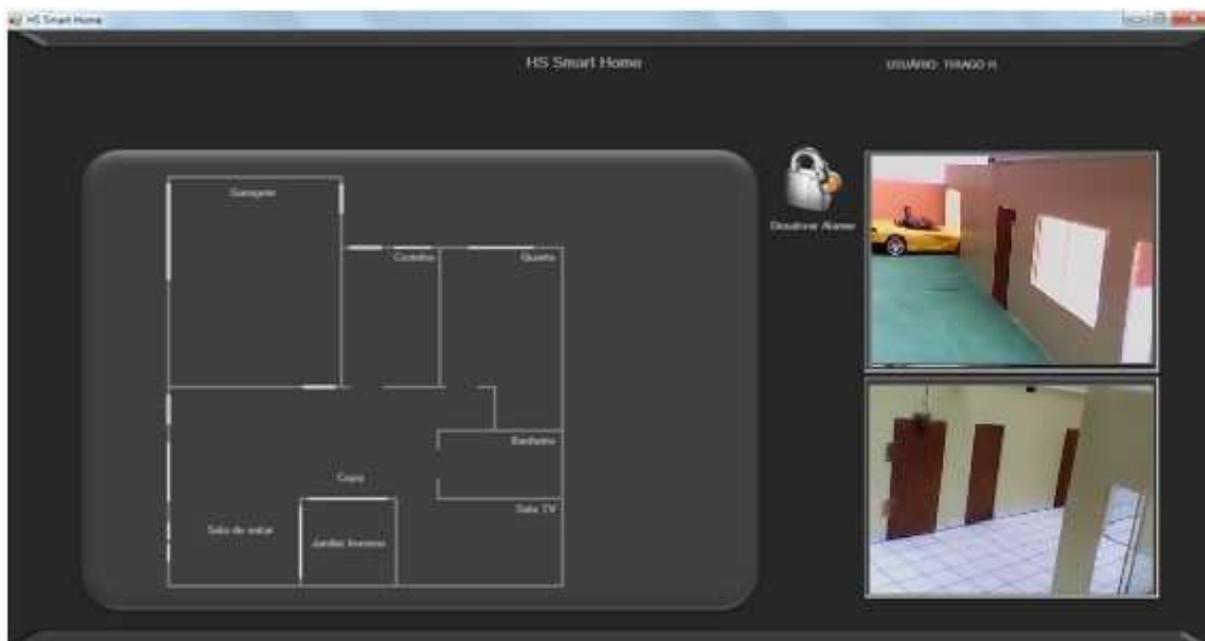


Figura 47 – Sistema de alarme ativado.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

4.4 Monitoramento CFTV

Além da gravação de imagens por detecção de movimento, foi desenvolvido no *software* supervisor uma área para monitoramento das câmeras de vigilância sem que o sistema de alarme esteja ativado. Para acessar o painel de monitoramento, basta clicar no ícone “Câmeras - CFTV”, representado na Fig. 48, na tela inicial.

Após acionado a opção “Câmeras – CFTV” é carregado um painel com as imagens em tempo real das câmeras instaladas na residência (Fig. 49) O painel é dividido em dois campos, referentes às câmeras 01 e 02, que poderão ser configuradas individualmente.

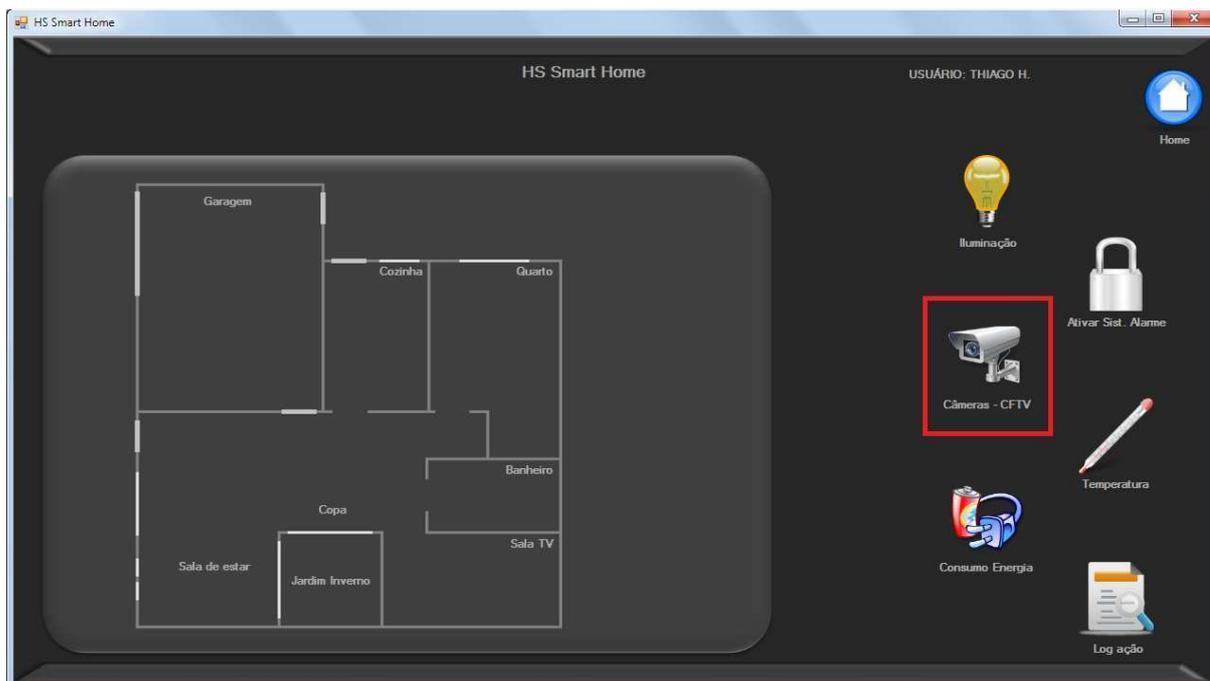


Figura 48 – Tela inicial: ícone “Câmeras – CFTV”.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

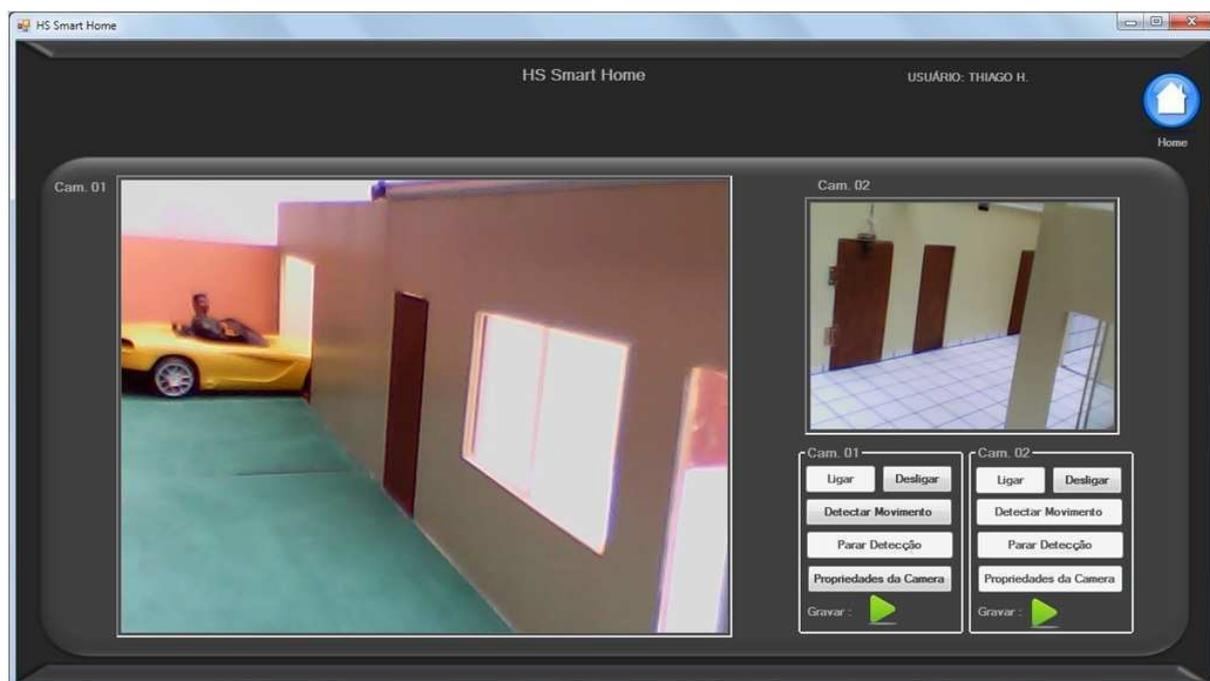


Figura 49 – Câmeras CFTV.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No canto inferior direito da tela no painel de monitoramento, é possível verificar as opções de controle das câmeras de vigilância. Neste painel, é possível:

- ligar ou desligar individualmente as câmeras do circuito;
- habilitar opção para detecção de movimento;

- abrir painel de propriedades da câmera;
- iniciar / parar gravação de vídeo.

Habilitando a detecção de movimento, a imagem da câmera selecionada irá destacar o local em que ocorre a movimentação (Fig. 50), utilizando o recurso *Motion Area Highlighting* do framework AForge.NET. A detecção de movimento poderá ser desabilitada acionando o botão “Parar detecção”.



Figura 50 – Status de portas e janelas.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Dentre as opções de controle das câmeras CFTV, é possível alterar as configurações de vídeo, ao pressionar o botão “Propriedades da Câmera” é aberta a janela de configuração, em que o usuário pode ajustar e alterar os parâmetros de vídeo e câmera de acordo com sua necessidade.

As propriedades de imagem (Fig. 51) que podem ser alteradas são:

- brilho;
- contraste;
- saturação;
- nitidez;
- gama;
- proporção de branco;

- composição luz de fundo.



Figura 51 – Propriedades da câmera (Ajuste de vídeo).

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

As opções de controle da câmera (Fig. 52) que podem ser alteradas são:

- zoom;
- exposição à luz;
- panorâmica;
- inclinação.

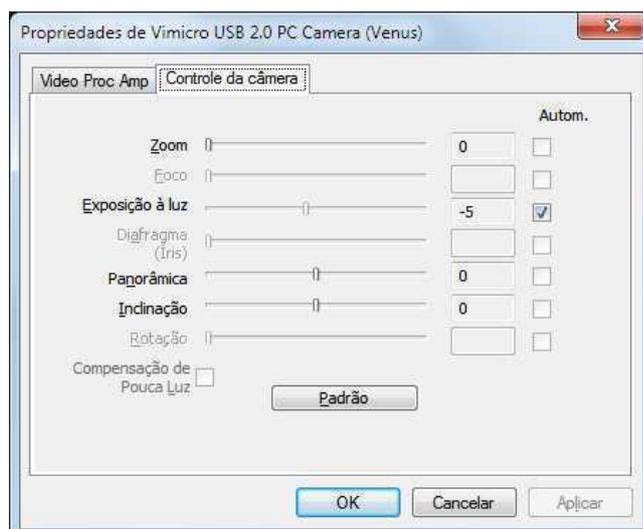


Figura 52 – Propriedades da câmera (Controle da câmera).

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Caso o usuário queira restaurar as configurações do fabricante para propriedades de vídeo e controle de câmera, basta que seja pressionado o botão “Padrão”.

Ainda no painel de monitoramento CFTV, é possível iniciar a gravação de vídeo da câmera selecionada pressionando o botão *play*, Fig. 53, para interromper a gravação basta pressionar o botão *stop*. Após interrompida a gravação, aparecerá uma janela confirmando a gravação do arquivo de vídeo no disco do computador, Fig. 54.



Figura 53 – Iniciar gravação lado esquerdo, parar gravação lado direito.

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

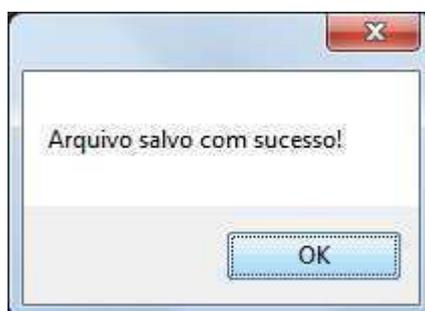


Figura 54 – Confirmação de gravação do arquivo de vídeo.

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Os arquivos de vídeo são gravados no diretório especificado, e poderão ser visualizados utilizando os tocadores de mídia disponíveis no mercado, como por exemplo, o *Windows Media Player*.

4.5 Consumo de Energia

Diante dos valores de tensão e corrente, é possível ver a quantidade de energia que está sendo consumida naquele determinado instante. O *software* supervisorio desenvolvido é o responsável por fazer esta leitura, conversão de valores e cálculo.

O microcontrolador receberá dos circuitos medidores de tensão e corrente, os valores proporcionais aos valores reais da rede naquele instante em uma escala de 0 a 3.3Vcc. Este valor recebido, será repassado ao supervisorio que fará a conversão para valores reais de tensão (V) e corrente (A), calculará a "potência" e gasto de energia instantâneos. Este ciclo de recebimento de dados, conversão de valores e cálculos é realizado e atualizado a cada dois segundos no supervisorio, logo o cálculo é realizado conforme Equação 2 mostrada abaixo:

$$\text{Consumo (kwh)} = \frac{\text{Corrente (A)} * \text{Tensão (V)} * \frac{2}{60 * 60} (h)}{1000}$$

Equação 2

Como pode ser observado, a fórmula acima não contém o valor do fator de potência, já que a energia reativa em residências é algo bem pequeno. Sendo assim, o consumo real (cobrado pela agência que fornece energia elétrica) será um pouco menor que o valor mostrado no supervisorio, porém isto não influenciará no intuito do software, que é o de dar ao cliente uma visão dos seus gastos ao longo do tempo.

Para simulações e testes do supervisorio, foram utilizados dois geradores de tensão nas entradas do microcontrolador, simulando os sinais de saída dos circuitos de leitura da tensão e da corrente (conforme proposto no capítulo 2). Como o valor da tensão sempre permanece próximo de 127Vca, o gerador de tensão referente a este sinal foi mantido fixo. Já o segundo gerador de tensão ficou variando no tempo, para simular entradas e saídas de cargas, ou seja, simular o acionamento de lâmpadas, chuveiro e outros equipamentos.

Como cada ciclo é atualizado a cada 2 segundos, enviar estes dados para um banco de dados significaria acrescentar 43.200 linhas por dia numa tabela, ou seja, 1.296.000 linhas por mês. Isto sobrecarregaria o banco de dados, o que poderia gerar atrasos em pesquisas além do espaço ocupado. Outro ponto crítico seria abrir, atualizar e fechar a conexão com o banco de dados a cada dois segundos, isto sobrecarregaria o supervisor que precisa efetuar várias outras tarefas ao mesmo tempo.

A fim de se evitar um banco de dados muito carregado e uma sobrecarga de tarefas no supervisor, foi estabelecido que somente a cada 30 ciclos, ou seja, a cada um minuto, o supervisor mandará os dados ao banco de dados. Enquanto isso, os valores são atualizados e armazenados no próprio supervisor e zerados assim que enviados.

4.5.1 Consumo do dia

A opção "consumo de energia" leva o usuário para uma tela onde são mostrados dados como corrente, tensão e potência, ou seja, dados relacionados ao consumo de energia. Conforme Fig. 55, esta tela se divide em 4 partes, sendo estas: valores instantâneos; informações gerais do dia; tabela referente ao banco de dados (com valores apenas do dia atual) e um gráfico de barras (consumo de energia X tempo). São mostrados também a hora e a data, além do ícone "Pesquisa por período".

Os valores instantâneos mostrados nesta tela se referem à corrente (A), tensão (V) e potência (W). O valor lido pelos circuitos de tensão e de corrente são convertidos em valores reais e mostrados na tela, sendo atualizados a cada 2 segundos. O *software* calcula a potência daquele momento e também atualiza na tela.

A área "Informações Gerais do dia" é composta pelo consumo de energia (kWh), tensões e correntes máximas e mínimas, até aquele determinado momento do dia.

Este campo é atualizado apenas a cada um minuto, pois depende de valores gravados no banco de dados.



Figura 55 – Tela referente ao consumo de energia do dia até o momento.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

A tabela no canto superior esquerdo mostra os valores do dia gravados no banco de dados até o momento. Esta tabela é um filtro do banco de dados referente ao dia atual, ou seja, uma visão da própria tabela do banco de dados com um filtro (hoje) na coluna "data". A atualização desta tabela ocorre simultaneamente à atualização do banco de dados. Nesta tabela há as seguintes informações: data (sempre a do dia), hora, corrente, tensão e consumo, em ordem crescente de hora.

O gráfico de barras, localizado na parte inferior da tela, mostra ao usuário o consumo de energia em função do tempo. Assim como a tabela, o gráfico é atualizado juntamente com o banco de dados.

O gráfico é construído pelos eixos "consumo de energia" (eixo Y) e "intervalo de horas" (eixo X), sendo que agrupa automaticamente o consumo de energia (kWh) em intervalos de horas (00:00 à 01:00, 01:00 às 02:00, etc), dando uma visão melhor ao usuário do seu consumo de energia durante aquele dia.

4.5.2 Histórico de consumo

Como a tela inicial é atualizada somente com os valores do dia, existe o ícone “Pesquisa por período” que permite ao usuário fazer uma pesquisa através do banco de dados numa data específica ou num intervalo de datas.

A tela para pesquisa de consumo de energia, é semelhante a tela que contém o consumo do dia atual, como pode ser visto na Fig. 56, e é composta por:

- Tabela com valores referentes ao consumo: faz uma visão do banco de dados com um filtro na coluna data de acordo com o período escolhido pelo usuário, trazendo "data", "hora", "corrente", "tensão" e "consumo";
- Valores médios: Mostra valores de corrente, tensão e potencia médios durante o período escolhido;
- Informações gerais do período: Exibe o consumo do período (kWh), corrente máxima (A), corrente mínima (A), tensão máxima (V) e tensão mínima (V);
- Gráfico de barras: é construído pelos eixos "consumo de energia" (eixo Y) e "intervalo de horas" (eixo X), sendo que agrupa automaticamente o consumo de energia (kWh) em intervalos de horas (00:00 à 01:00, 01:00 às 02:00, etc), dando uma visão melhor ao usuário.

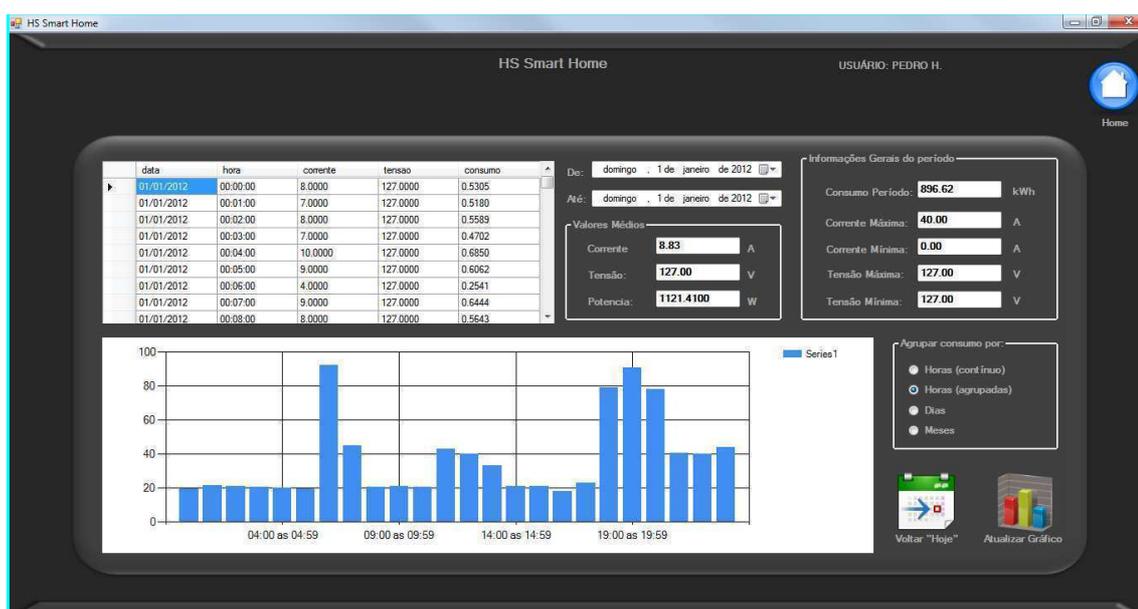


Figura 56 – Exemplo de pesquisa de consumo por período.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

No canto inferior direito, existe a área “Agrupar consumo por” que permite determinar de qual forma o consumo de energia será apresentado no gráfico, podendo ser em horas (contínuas ou agrupadas), dias ou meses. Esta opção foi desenvolvida para que tanto pesquisas com grandes intervalos de tempo como pesquisas com intervalos menores possam ser visualizadas de forma mais clara.

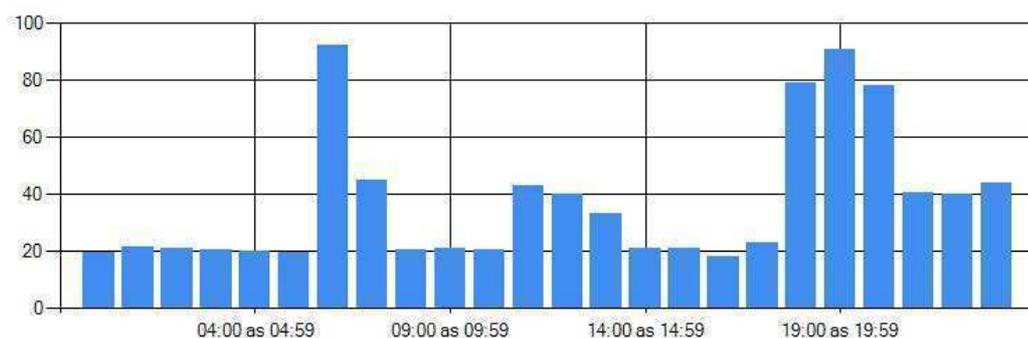


Figura 57 – Gráfico com consumo agrupado por horas (agrupadas).
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

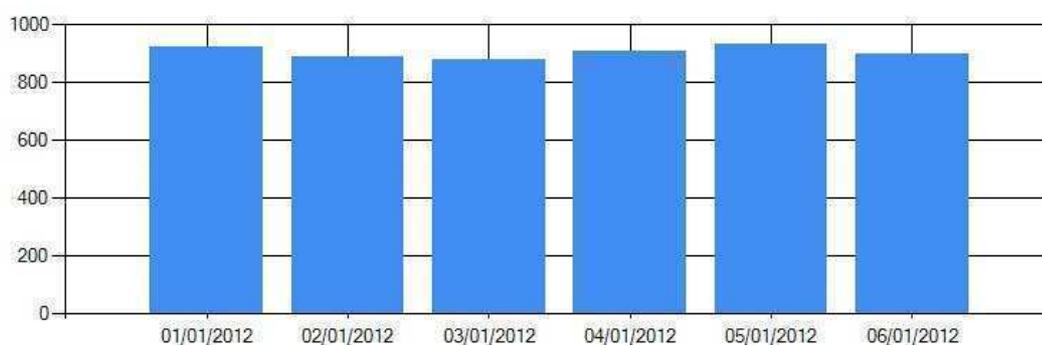


Figura 58 – Gráfico com consumo agrupado por dias.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

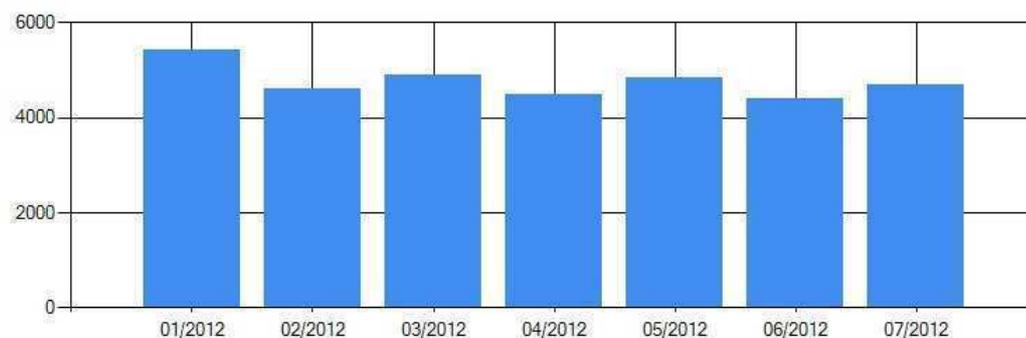


Figura 59 – Gráfico com consumo agrupado por meses.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Para formar o período referente à pesquisa, existem dois calendários “De” e “Até”. Caso a pesquisa seja de apenas um dia, basta colocar a mesma data nos dois calendários apresentados. Após esta definição e a definição do modo de apresentação do gráfico, o usuário clica no ícone “Atualizar Gráfico” para que a pesquisa seja feita e os valores atualizados (caixas de texto e gráfico).

Para que os testes de pesquisa representassem situações reais, foi feito uma tabela no Excel com valores aleatórios de corrente e valor fixo da tensão em 127Vca. Através desta tabela, o banco de dados foi carregado manualmente e os testes realizados.

4.6 Sistema de iluminação

Para efeito de simulação na maquete, foram usados LED's nos lugares das lâmpadas da residência. De forma semelhante ao circuito apresentado para a casa, o circuito de simulação usa um transistor como chave dos LED's. O microcontrolador envia um sinal para a base do transistor que fecha o contato acendendo o LED (conforme Fig. 60).

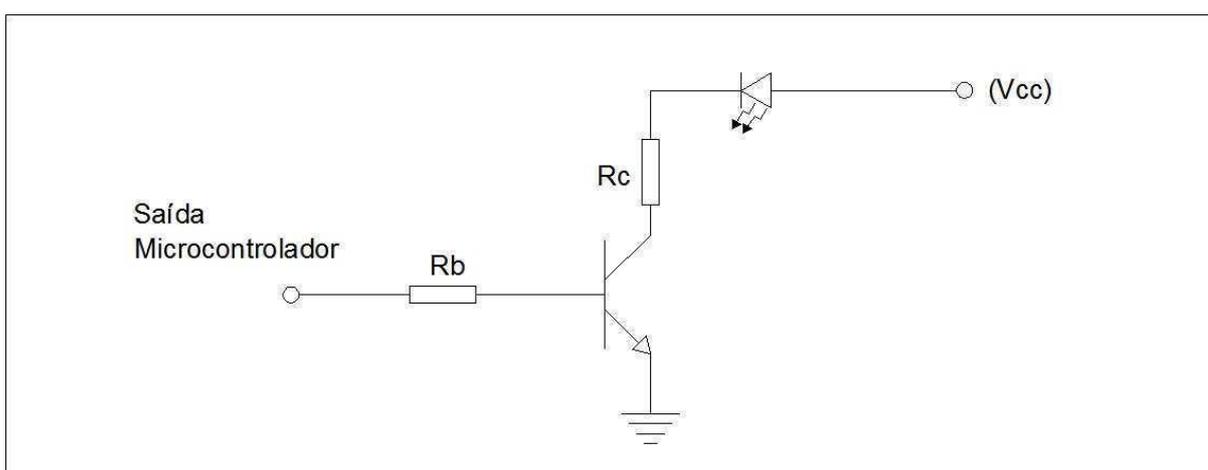


Figura 60 – *Driver* de potência de acionamento dos LED's.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Clicando no ícone “Iluminação”, surgem figuras de lâmpadas na planta geral da casa mostrando ao usuário a posição e estado de cada lâmpada, além do ícone “Configuração das Lâmpadas”. Cada lâmpada é representada por duas imagens sobrepostas, sendo uma lâmpada cinza e uma lâmpada amarela, ficando estas imagens visíveis ou não, de acordo com seu estado (ligada ou desligada).

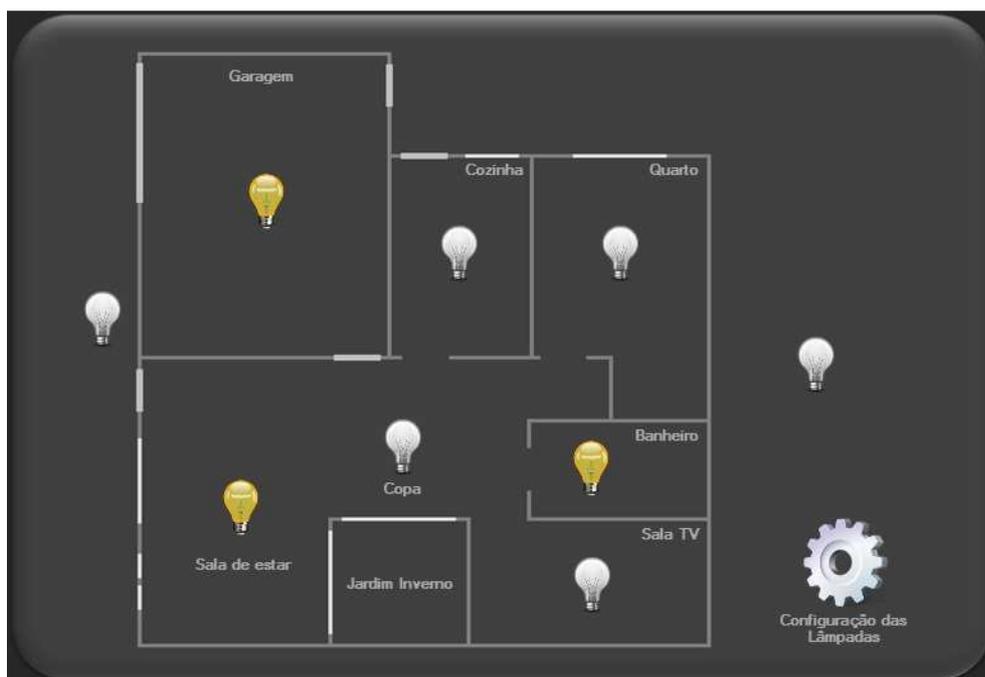


Figura 61 – Planta geral da casa indicando lâmpadas ligadas e desligadas.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O ícone “Configuração das Lâmpadas”, que aparece no canto inferior esquerdo da planta da casa, permite ao usuário escolher a forma de acionamento das lâmpadas, que pode ser de 3 (três) maneiras diferentes:

- remoto (manualmente pelo supervisor);
- local (interruptores locais);
- automático (intertravamento das lâmpadas com sensores de presença).

Quando o usuário escolhe o modo de acionamento “Automático”, é necessário associar as lâmpadas desejadas aos sensores de presença. Sendo assim, a área “Config. modo Automático” é ajustada de acordo com as necessidades e desejos do usuário. Mais de uma lâmpada pode ser acionada pelo mesmo sensor, porém, apenas um único sensor pode estar associado a uma mesma lâmpada.

Quando o sistema de iluminação está em modo “Remoto”, basta clicar sobre o desenho da lâmpada na planta geral da casa para alterar seu estado, ou seja, caso ela esteja desligada, um clique fará ela ligar e vice-versa.



Figura 62 – Configuração das lâmpadas no modo automático.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Uma particularidade do sistema de iluminação é a lâmpada da sala de TV, pois esta pode ter sua intensidade regulada e não apenas estar totalmente acesa ou apagada. Desta forma, o LED utilizado na maquete também permite esta regulação. Para isto, foi usada a saída PWM do microcontrolador na base de um transistor, conforme a Fig. 63.

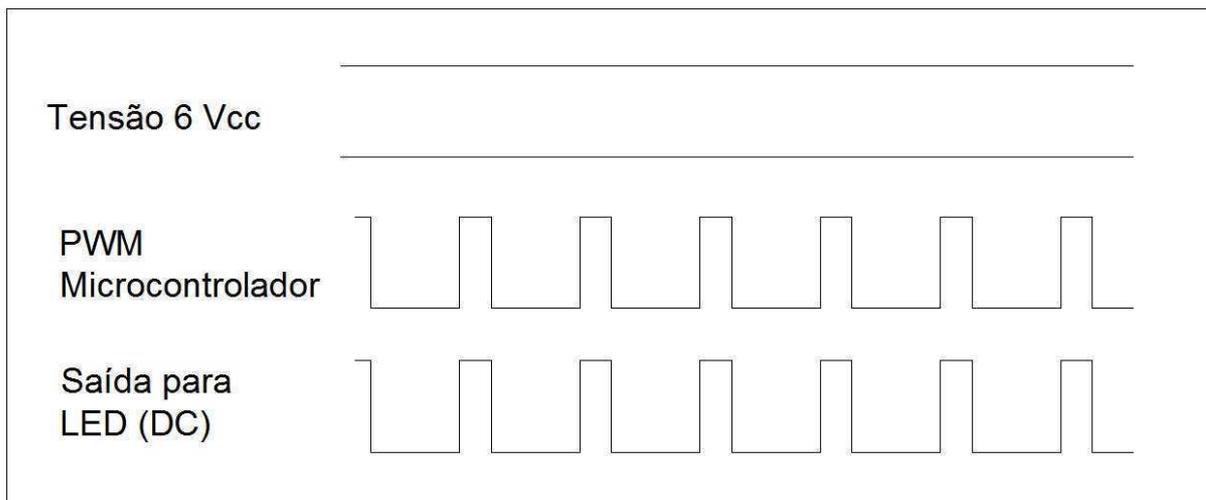


Figura 63 – Efeito PW sobre a saída de tensão para LED.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Os pulsos na base do transistor fazem com que o LED acenda e apaga, porém com uma frequência muito alta, dando a impressão de estar sempre aceso. À medida que a largura do pulso do PWM é aumentada, diminui o tempo em que o LED fica apagado, aumentando a intensidade do brilho do LED. Clicando sobre a figura desta lâmpada, uma janela de configuração é apresentada ao usuário.



Figura 64 – Painel de configuração de intensidade da lâmpada da sala de TV.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O quadro “Dimmer” permite regular a luminosidade da lâmpada em valores de 0 a 100% (sempre múltiplos de 10%). Basta clicar sobre o retângulo correspondente à luminosidade desejada. Conforme pode ser observado na Fig. 65, os 10 retângulos mudam de cor proporcionalmente à luminosidade, e esta aparece escrita logo abaixo.

Existe ainda a área "Cenários predefinidos" que são intensidades já pré-determinadas pelo supervisor. Estes cenários são:

- Filme (10%);
- Romântico (50%);
- Leitura (90%).



Figura 65 – Cenários: Filme, Romântico e Leitura, respectivamente. Fonte: Acervo pessoal dos autores.

4.7 Temperatura

O sistema de temperatura, assim como o projeto de climatização descrito no projeto do capítulo 2, traz apenas informações ao usuário, não sendo possível nenhuma forma de controle em sua variável (temperatura). Ao se clicar no ícone "temperatura", é mostrado ao lado da planta da casa, o valor da temperatura ambiente, como pode ser observado na Fig. 66 abaixo.

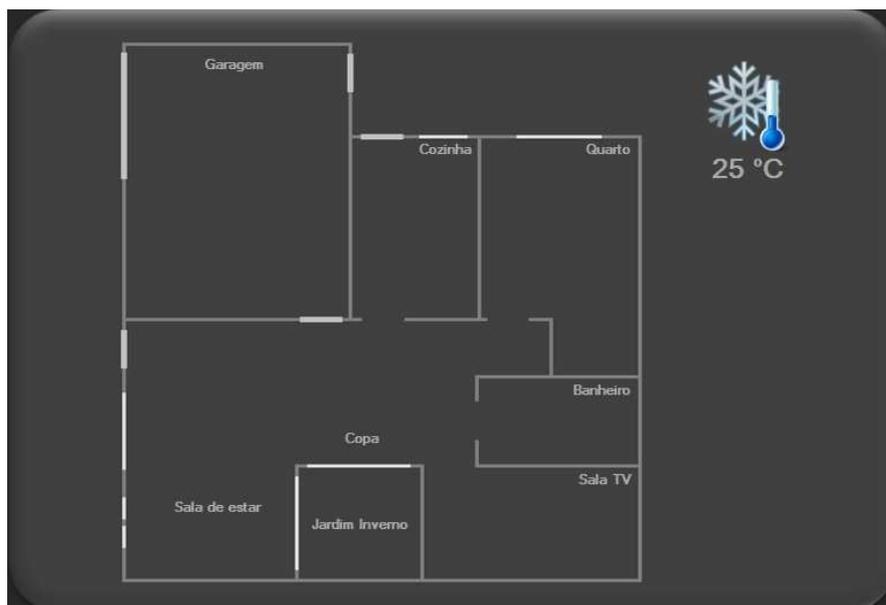


Figura 66 – Indicador de temperatura no supervisório.
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ramo de automação residencial está em expansão no cenário mundial, no qual as pessoas buscam cada vez mais conforto, praticidade e segurança em suas residências. Entre os grandes problemas encontrados temos a falta de integração entre sistemas de automação utilizados, que aliados ao alto custo da tecnologia aplicada tornam a implementação destes sistemas inacessível a grande parte da população.

Utilizando dispositivos encontrados no mercado, focamos na escolha daqueles com melhor custo x benefício para o projeto proposto. Através destes dispositivos, obtemos as informações necessárias sobre a residência e concentramos todas estas informações em um *software* supervisor desenvolvido no VS 2010, resolvendo assim, a falta de integração dos sistemas.

Para desenvolvimento dos projetos, foram realizados estudos relacionados ao mercado e tecnologias utilizadas atualmente, sendo apresentada em seguida uma proposta de projeto para aplicação real em uma residência de médio porte. Com base neste projeto, foi construída uma maquete em que foi possível, de forma simplificada, simular a aplicação do projeto proposto, obtendo resultados positivos.

Entre as principais dificuldades encontradas para desenvolvimento do projeto, a maior delas foi encontrar materiais, como livros e artigos, de qualidade e fontes confiáveis. Outra dificuldade apresentada foi realizar a integração entre todos os sistemas utilizados (banco de dados, supervisor, microcontrolador, sensores e câmeras).

No capítulo 3, em que é apresentado um projeto para uma residência real, podemos observar que a integração entre os dispositivos escolhidos, facilitaria a visualização e manipulação de dados por parte do usuário. Baseando-se nestes dispositivos foi possível simular o funcionamento do projeto na prática, utilizando dispositivos

alternativos com o mesmo princípio de funcionamento, porém, em escala reduzida para a maquete.

A construção da maquete permitiu mostrar de forma clara e objetiva o funcionamento dos dispositivos e suas interligações, obtendo assim, os resultados previstos para o projeto apresentado neste trabalho.

O *software* supervisor, assim como esperado, possibilita ao usuário uma utilização bastante intuitiva, permitindo que pessoas sem grandes conhecimentos na área de informática possam usá-lo.

A integração entre os dispositivos de segurança permitiu o desenvolvimento de um sistema bastante eficiente, onde informações de sensores de presença, cerca elétrica e câmeras de segurança estão concentrada em um único lugar. Além da facilidade em visualizar toda a casa, outro ponto positivo é o registro de informações de todas as ocorrências no banco de dados, podendo ser visualizados a qualquer momento pelo usuário. Desta forma, pode-se obter o histórico de gravações de câmeras e pontos de disparos de sensores e da cerca elétrica, sempre com data e horário da ocorrência.

O sistema de consumo de energia permite diferentes formas de visualização de dados em tabelas e gráficos. Diante destas visualizações, o *software* fornece ao usuário todas as informações necessárias para orientá-lo com relação ao consumo e controle de gastos neste sentido. A possibilidade de consulta de períodos anteriores auxilia a análise do usuário.

O sistema de iluminação integrado ao sistema de segurança, permite o intertravamento de lâmpadas a sensores de presença e das portas, sendo possível acender ou apagar uma lâmpada de acordo com o status destes sensores. Este tipo de intertravamento permite evitar lâmpadas esquecidas acesas, economizando energia.

Embasados nos resultados obtidos, podemos afirmar que o projeto desenvolvido atendeu às expectativas criadas acerca da integração de sistemas de automação residencial. Como trabalhos nesta área ainda não são muito comuns, este poderá ser utilizado posteriormente como referência para desenvolvimento de novos projetos.

Este trabalho nos permitiu aprofundar nossos conhecimentos em algumas ferramentas computacionais muito utilizadas na engenharia, além de nos permitir o aprimoramento dos conhecimentos teóricos e práticos nas áreas relacionadas.

Durante o trabalho desenvolvido foi detectado um ponto passível de aprimoramento, ficando como sugestão para trabalhos futuros. Esta melhoria consiste basicamente em conectar o controlador à internet e desenvolver um aplicativo Web para acesso remoto do sistema, possibilitando assim o controle e monitoramento da residência de qualquer local através de um *smartphone*, *tablet*, *notebook* ou *desktop*.

Esta melhoria não foi realizada devido ao curto período de tempo para desenvolvimento do projeto e por entrar em uma área que não é o foco do curso de Engenharia de Automação Industrial, sendo mais voltado para a área de Tecnologia da Informação (TI).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFORGE.NET. **AForge.Net: Computer Vision, Artificial Intelligence, Robotics**. Disponível em: <<http://www.aforgenet.com/>>. Acesso em 28 Mar. 2012.

AGAIS - Armazenagem de Grãos, AgroIndústria e Simulação. **Energia Elétrica: Tarifação**. Disponível em: <<http://www.agais.com/eletrica.htm>>. Acesso em 15 set. 2012.

ALARMSERVICE. **Manual de Monitoramento**. Disponível em: <<http://www.alarmservice.com.br/manual-de-monitoramento.html>>. Acesso em 11 set. 2012.

ALLEGRO Microsystems. **ACS712: Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor**. Disponível em: <<http://www.allegromicro.com/Products/Current-Sensor-ICs/Zero-To-Fifty-Amp-Integrated-Conductor-Sensor-ICs/ACS712.aspx>>. Acesso em 05 ago. 2012.

AURESIDE - Associação Brasileira de Automação Residencial. **Temas técnicos: Segurança, Sistemas de Segurança**. 2000. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/temastec/default.asp?file=seguranca.asp>>. Acesso em 01 ago. 2012.

BOLZANI, Caio Augustus Moraes. **Residências Inteligentes**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. 332p.

BRASIL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2002. 153 p.

COLLI, Rodrigo. **Conhecendo a Vídeo-Vigilância sobre IP**. 2005. Disponível em: 2005.<<http://www.redesecia.com.br>>. Acesso em 13 ago. 2012.

FERNANDES, P. M. de M. **Aplicações Domóticas para Cidadãos com Paralisia Cerebral**. Disponível em: <<http://portal.ua.pt/bibliotecad/default1.asp?OP2=0&Serie=0&Obra=28&H1=2&H2=5>>. Acesso em 19 jul. 2012.

IHC TECHNOLOGIES. **Automação Residencial: Um mercado em expansão**.

Disponível em: <<http://ihclub.com.br/site/index.php/2011/12/29/automacao-residencial-um-mercado-em-expansao/>>. Acesso em 03 jul. 2012.

INOVA SEGURANÇA. **Inova Segurança**. Disponível em: <<http://inovaseguranca.com.br/>>. Acesso em 14 jul. 2012.

MERCADOLIVRE. **Dicas gerais de instalação de alarmes**. Disponível em: <<http://guia.mercadolivre.com.br/dicas-gerais-instalacao-alarmes-22379-VGP>>. Acesso em 30 jul. 2012.

MURATORI, J. R. Automação da Iluminação. **Revista Lumière**. Disponível em: <http://www.institutodofuturo.com.br/mat_lumiere.pdf>. Acesso em 18 ago. 2012.

NOVEL, B. **Clasificación de los sistemas domóticos y normalización en el área domótica**. AFME – Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico. Disponível em: <<http://www.cedom.es/fitxers/documents/normativa/Sistemas%20Domoticos%20y%20Normalizacion.pdf>>. Acesso em 12 set. 2012.

PINHEIRO, J. M. S. **Guia Completo de Cabeamento Estruturado**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus. 2003. 236p.

PINHEIRO, J. M. S. **ZigBee em Home Area Network**. 2006. Disponível em: <<http://www.projetoderedes.com.br>>. Acesso em 03 set. 2012.

PLANET TECH. **Automação Residencial aquece o mercado em 2011**. Disponível em: <<http://planetech.uol.com.br/2011/03/14/automacao-residencial-aquece-o-mercado-em-2011/>>. Acesso em 13 jun. 2012.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Manual de tarifação da Energia Elétrica**. 2011. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/energia/Manual_de_Tarifacao.pdf>. Acesso em 14 ago. 2012.

PRUDENTE, F. **Automação Predial e Residencial: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 211 p.

REVISTA HOME THEATER. **Revista Home Theater**. Disponível em: <<http://revistahometheater.uol.com.br/>>. Acesso em 4 set. 2012.

SEYEN – Segurança Eletrônica. **Cerca elétrica**. Disponível em: <<http://www.cercaeletrica.org/cerca-eletrica.html>>. Acesso em 01 out. 2012.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 923 p.

TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná. **Mercado de automação residencial dá sinais de crescimento**. Disponível em: <<http://portal.tecpar.br/index.php/pt/noticias/1781-mercado-de-automacao-residencial-da-sinais-de-crescimento>>. Acesso em 20 jun. 2012.

TORRES, G. **Redes de Computadores**: Curso Completo. 1 ed. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001. 664p.

WATT HOUR METERS. **Historical timeline of electric meters**. Disponível em: <<http://watthourmeters.com/history.html>>. Acesso em 21 set. 2012.