

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA  
ÊNFASE EM ELETRÔNICA/TELECOMUNICAÇÕES**

**DIEGO VANDERLEI GUERREIRO DE OLIVEIRA  
FELIPE JOLY PETREK**

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL CONTROLADO VIA WEB**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA  
2014**

**DIEGO VANDERLEI GUERREIRO DE OLIVEIRA  
FELIPE JOLY PETREK**

## **SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL CONTROLADO VIA WEB**

Projeto apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 de Engenharia Industrial Elétrica com Ênfase em Eletrônica/Telecomunicações do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.  
Professor orientador: Rubens Alexandre de Faria

**CURITIBA  
2014**

**DIEGO VANDERLEI GUERREIRO DE OLIVEIRA  
FELIPE JOLY PETREK**

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL CONTROLADO VIA WEB**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro em Engenharia Industrial Elétrica: Ênfase em Eletrônica/Telecomunicações pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 17 de março de 2014.

---

Prof. Dr. Hilton José Silva Azevedo  
Coordenador de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

---

Prof. Dr. Dario Eduardo Amaral Dergint  
Coordenador de Trabalho de Conclusão de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Brero de Campos

---

Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria  
Orientador

Pela imensurável importância em minha vida, dedico este trabalho a Deus, à família e a todos que de certa forma me apoiaram nesta jornada.

Diego Vanderlei Guerreiro de Oliveira

Dedico este trabalho principalmente a Deus e aos meus pais, Agostinho e Vera, além de familiares e amigos que me apoiaram.

Felipe Joly Petrek

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. Agradeço aos meus avós, Lidia e Manoel, que me criaram como um filho, a minha mãe por todo amor e apoio incondicional e a toda minha família que, com muito carinho, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa. A todos os professores do curso que foram tão importantes na minha vida acadêmica assim como no desenvolvimento deste trabalho. Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

*Diego Vanderlei Guerreiro de Oliveira*

Meu agradecimento principal é destinado a Deus, que sempre me abençoou por toda minha vida. Agradeço aos meus pais por me darem apoio durante toda minha trajetória como estudante. Ao Prof.Dr Rubens Alexandre de Faria pela sábia maneira de orientar. Aos colegas de curso pelos conhecimentos e experiências trocados além dos momentos de descontração juntos.

*Felipe Joly Petrek*

*“Não encontro defeitos. Encontro soluções. Qualquer um sabe queixar-se”  
(Henry Ford)*

## RESUMO

GUERREIRO DE OLIVEIRA, Diego Vanderlei; JOLY PETREK, Felipe. **Sistema de Automação Residencial Controlado via web**, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Industrial Elétrica: Ênfase em Eletrônica e Telecomunicações, UTFPR, Curitiba.

É cada vez mais frequente a necessidade das pessoas por conforto e segurança em suas residências. Com a criminalidade elevada e o crescente aumento de equipamentos dentro de casa, um sistema que os controle juntamente com dispositivos de segurança torna-se de grande agrado. A melhor alternativa atualmente é o controle via uma página *web*. Este projeto tem como objetivo desenvolver um sistema que controle o uso de equipamentos em uma residência por meio de uma interface *web*. Os aparelhos podem ser ativados e desativados pelo usuário. É baseado na integração da placa *Stellaris* LM3S6965 com interfaces UART e *Ethernet*, e processador ARM Cortex M3. Este recebe dados da página *web*, processa e então os converte para UART. Após isso é realizada a conversão para nível RS485 e os dados são enviados ao respectivo microcontrolador escravo da peça que está sendo controlada. O microcontrolador MSP430G2553 processa os caracteres recebidos e realiza suas devidas operações (ex. acender uma lâmpada, informar o status de um sensor ou acionar o alarme). O resultado deste projeto é um sistema de automação residencial controlado via *web*, de baixo custo e fácil instalação.

Palavras-chave: Automação Residencial. MSP430. RS-485.

## ABSTRACT

GUERREIRO DE OLIVEIRA, Diego Vanderlei; JOLY PETREK, Felipe. **Home Automation System Controlled via web**, 2014. Completion of course work (undergraduate) – Industrial Electrical Engineering Course: Emphasis in Electronics and Telecommunications, UTFPR, Curitiba.

It is increasingly common people's need for comfort and safety in their homes. With the high crime and increasing equipment indoors, a system that control along with safety devices becomes of great satisfaction. The best alternative currently is controlling via a web page, due to the wide availability of this in media access. This project aims to develop a system to control the use of equipment in a residence through a web interface and graphical display. The devices can be turned on and off as the user wishes. Might be also installed various types of sensors, in order that people can have control of the events that occur in the home. It is based on the integration of Stellaris LM3S6965 board with UART and Ethernet interfaces, and ARM Cortex M3. This receives data from the web page via the local network, processing, and converts it to UART. So is held RS485 level conversion and data are sent to the respective microcontroller slave part being controlled. The board MSP430G2553 processes the received characters and conducts its operations due (eg light a lamp, report the status of a sensor and trigger the alarm).The result of this project is a home automation system controlled via the web, with low cost and easy installation.

Keywords: Home automation. Web page. RS-485.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMA EM BLOCOS DO SISTEMA .....	17
FIGURA 2 - EXEMPLO DA COMUNICAÇÃO DOS ELEMENTOS BÁSICOS NA AR .....	22
FIGURA 3 - EXEMPLO DE UMA ARQUITETURA CENTRALIZADA NA AR.....	23
FIGURA 4 - EXEMPLO DE UMA ARQUITETURA DESCENTRALIZADA NA AR. ...	24
FIGURA 5 - TIPOS DE TOPOLOGIA RS485 .....	26
FIGURA 6 - TRANSMISSÃO DE DADOS DO PC POR RS485 EM 2 FIOS E 1 GND .....	29
FIGURA 7 - ESTRUTURA DO SERVIDOR LNS.....	39
FIGURA 8 - PROTOCOLO LONTALK .....	40
FIGURA 9 - CAMADAS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL .....	52
FIGURA 10 - <i>TEXAS INSTRUMENTS STELLARIS LM3S6965 EVALUATION BOARD</i> .....	66
FIGURA 11 – MSP-EXP430G2 .....	68
FIGURA 12 - DIAGRAMA DE BLOCOS FUNCIONAIS DO MSP430G2553 .....	69
FIGURA 13 – CONECTOR “T” DE ENTRADAS RJ45 DA FIAÇÃO.....	71
FIGURA 14 - CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES SW-R2F12V .....	73
FIGURA 15 - ESQUEMÁTICO DO CIRCUITO DE BUFFERS PROJETADO. ....	73
FIGURA 16 - MAX485: CONFIGURAÇÃO DE PINOS E CIRCUITO DE OPERAÇÃO .....	74
FIGURA 17 - PLACA PARA CONVERSÃO TTL/RS-485.....	74
FIGURA 18 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DAS PLACAS SW-MSP430. ....	75
FIGURA 19 - LAYOUT DA PLACA SW-MSP430 PROJETADA.....	76
FIGURA 20 - PLACA DO SW-MSP430 MONTADA. ....	76
FIGURA 21 - ESQUEMÁTICO DAS PLACAS DE OPTOACOPLADORES .....	77
FIGURA 22 - PLACA SW-R5OP .....	77
FIGURA 23 - PLACA SW-R6OP MONTADA .....	78
FIGURA 24 - PLACA DE RELÉS FUNDUINO. ....	79
FIGURA 25 - CIRCUITO ESQUEMÁTICO DE ACIONAMENTO DA LÂMPADA EXTERNA. ....	80
FIGURA 26 - PLACA DE ACIONAMENTO DA LÂMPADA EXTERNA MONTADA...	80
FIGURA 1 - ALARME UTILIZADO.....	80

FIGURA 28 - ALARME UTILIZADO .....	81
FIGURA 29 - SENSOR PIR HC-SR501 .....	83
FIGURA 30 - SENSOR DE LUMINOSIDADE LDR .....	85
FIGURA 2 - PAGINA WEB INICIAL. ....	85
FIGURA 3 - PÁGINA DO ALARME .....	85
FIGURA 33 - PAGINA <i>WEB</i> INICIAL .....	86
FIGURA 34 - PÁGINA DO ALARME .....	86
FIGURA 35- PÁGINA <i>WEB</i> DO QUARTO GRANDE .....	87
FIGURA 36 - PÁGINA <i>WEB</i> DO QUARTO PEQUENO.....	88
FIGURA 37 - PÁGINA <i>WEB</i> DA COZINHA .....	88
FIGURA 38- PÁGINA <i>WEB</i> DO BANHEIRO .....	89
FIGURA 39 - PLANTA DA RESIDÊNCIA.....	92
FIGURA 4- CONJUNTO DE LÂMPADAS ELETRONICAMENTE ACIONADAS.....	94
FIGURA 41: PLANTA DO SISTEMA INSTALADO.....	95
FIGURA 42 - CAIXA DE MADEIRA DO QUARTO PEQUENO .....	96
FIGURA 43- CONJUNTO DE LÂMPADAS ELETRONICAMENTE ACIONADAS .....	97
FIGURA 44- EQUIPAMENTOS CONTROLADOS DA COZINHA .....	98
FIGURA 45 - FILTRO DE LINHA DO QUARTO GRANDE COM PLACA DE OPTOACOPLADORES SW-I5OP.....	99
FIGURA 46 - CÂMERA IP TENVIS .....	102
FIGURA 47 - ANALISADOR LÓGICO SALEAE .....	104
FIGURA 48 – <i>SOFTWARE</i> DO ANALISADOR LÓGICO SALEAE .....	104
FIGURA 49 - CARACTER 'X' SENDO TRANSMITIDO PELA PLACA STELLARIS	105
FIGURA 50- CARACTER 'X' SENDO RECEBIDO PELA PLACA SW-MSP430 DO QUARTO PEQUENO.....	106
FIGURA 51 – CARACTER 'X' SENDO TRANSMITIDO PELA PLACA SW-MSP430 DO QUARTO PEQUENO.....	106
FIGURA 52 - CARACTER 'X' SENDO RECEBIDO PELA STELLARIS .....	107
FIGURA 53 - TENSÃO DE SAÍDA DA PLACA DE DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES DO SISTEMA .....	108
FIGURA 54- TENSÃO QUE CHEGA À ENTRADA DA PLACA SW-MSP430 DO QUARTO GRANDE.....	108
FIGURA 55 - SINAL NO PINO DE SAÍDA DO SENSOR DE PRESENÇA EXTERNO. .....	109

FIGURA 56 - SINAL DO SENSOR DE PRESENÇA DO AMBIENTE EXTERNO APÓS PASSAR PELO CABO MICRO DE 3M. ....	110
FIGURA 57 - SINAL DO SENSOR DE PRESENÇA APÓS PASSAR PELO <i>BUFFER</i> 74LS07.....	110
FIGURA 58 – SINAL DO SENSOR DE PRESENÇA APÓS PASSAR PELO <i>BUFFER</i> 74LS07 E PELO CABO MICRO DE 3M.....	111
FIGURA 59 - CICLO DE VIDA DE UM PROJETO SEGUINDO O PMBOK .....	115
FIGURA 60 - MODELO DE NEGÓCIO CANVAS DA EMPRESA INTELHOME .....	149

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - IDENTIFICAÇÕES PARA RS-485 E RS-422 .....	28
QUADRO 2 – CRONOGRAMA .....	118
QUADRO 3 - COMPRAS NACIONAIS.....	121
QUADRO 4 - COMPRAS INTERNACIONAIS .....	122
QUADRO 5 - GERENCIAMENTO DE RISCOS .....	130
QUADRO 6 - NÚMERO APROXIMADO DE CLIENTES CONTEMPLANDO CADA SEGMENTO.....	137
QUADRO 7 - PROJEÇÃO DE VENDAS DA INTELHOME PARA OS PRÓXIMOS 3 ANOS.....	145
QUADRO 8 - CRONOGRAMA DO ANO INICIAL DA EMPRESA INTELHOME .....	146
QUADRO 9 – QUADRO DE PESSOAL DA EMPRESA INTELHOME .....	148
QUADRO 10 - DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS E FLUXO DE CAIXA DA EMPRESA INTELHOME.....	152

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
1.1	Histórico .....	13
1.2	Justificativa .....	14
1.3	Objetivo.....	15
1.4	Metodologia .....	15
1.5	Diagrama em blocos .....	17
1.6	Resultados esperados .....	18
2	Fundamentação teórica.....	19
2.1	Definição.....	19
2.2	Contexto atual.....	19
2.3	Elementos Básicos .....	20
2.4	Tipos de Automação Residencial .....	22
2.5	Arquiteturas de automação residencial (AR) .....	23
2.6	Barramentos .....	24
2.6.1	RS485 .....	24
2.6.1.1	Topologia .....	25
2.6.2	Redes baseadas em sistemas de distribuição de energia elétrica.....	30
2.6.2.1	Intellon CEBus e Home PnP .....	30
2.6.3	Tecnologias sem fio .....	33
2.6.4	Tecnologias hibrida .....	37
2.6.4.2	CAN ( <i>Controller Area Network</i> ).....	40
2.6.4.3	UPnP .....	41
2.6.4.4	EIB .....	41
2.7	Controladores .....	42
2.7.1	Microcontroladores.....	43
2.7.1.5	ARM .....	46
2.7.2	Plataformas para desenvolvimento .....	47
2.8	Interfaces com o usuário.....	49
2.9	Controle Residencial.....	50
2.9.1	Sensores.....	52

2.9.1.1	Sensor de Temperatura .....	52
2.9.1.2	Sensor de Umidade.....	53
2.9.1.3	Sensores de Gás.....	54
2.9.1.4	Sensor de fumaça .....	56
2.9.1.5	Sensor de Pressão.....	56
2.9.1.6	Sensor fotoelétrico .....	57
2.9.1.7	Sensor de presença passivo .....	57
2.10	Atuadores .....	58
2.10.1	Motor ac .....	58
2.10.2	Motor CC.....	58
2.10.3	Servo Motor.....	59
2.10.4	Motor de passo.....	59
3	DESENVOLVIMENTO .....	60
3.1	Especificação do Projeto .....	60
3.1.3	Levantamento de requisitos.....	60
3.1.3.2	Requisitos não funcionais.....	61
3.2	Modelagem de Soluções .....	61
3.2.1	Central de monitoramento do sistema .....	62
3.2.2	Comunicação entre placas de microcontroladores .....	62
3.2.3	Placas auxiliares.....	63
3.2.4	Controle Residencial.....	64
3.2.5	Interface homem-máquina .....	65
3.3	Definição da solução.....	65
3.3.1	Placa central .....	65
3.3.2	Placas auxiliares .....	67
3.3.3	Página web .....	69
3.3.4	Comunicação serial.....	70
3.4	Implementação dos módulos .....	71
3.4.1	Controle residencial .....	71
3.4.2	Placas SW-MSP430.....	75
3.4.3	Atuadores.....	76

3.4.3.1 Placa SW-R3OP.....	76
3.4.4 Alarme residencial .....	80
3.4.5 Sensores .....	81
3.4.6 Página <i>web</i> .....	85
3.4.7 <i>Display</i> gráfico da <i>Stellaris</i> .....	89
3.4.8 Comunicação Serial.....	90
3.4.9 Comunicação <i>Ethernet</i> .....	91
3.5 Integração dos módulos .....	92
3.5.1 Residência protótipo.....	92
3.5.2 Procedimentos de instalação.....	93
3.5.3 Resultado da instalação .....	94
3.6 Validação do protótipo.....	102
3.7.1 Testes unitários e modulares.....	103
3.7.2 Verificação da eficácia da comunicação RS485 .....	105
3.7.3 Verificação da eficácia da transmissão de 12V pela casa .....	107
3.7.4 Verificação da eficácia da transmissão do sinal dos sensores para a placa SW-MSP430.....	109
3.7.5 Resultados obtidos .....	112
4 GESTÃO DO PROJETO .....	114
4.1 Introdução .....	114
4.2 Ciclo de vida e organização do projeto .....	115
4.3 Processos de Gerenciamento de Projetos em um projeto .....	116
4.4 Gerenciamento da integração do projeto .....	116
4.4.1 Desenvolver o termo de abertura do projeto .....	116
4.5 Gerenciamento do tempo do projeto.....	117
4.5.1 Definir as atividades .....	117
4.6 Gerenciamento dos custos do projeto.....	118
4.7 Gerenciamento da qualidade do projeto .....	123
4.7.1 Planejar a qualidade.....	123
4.7.2 Realizar a garantia da qualidade .....	123
4.8 Gerenciamento dos recursos humanos do projeto.....	124

4.8.1	Desenvolver o plano de recursos humanos.....	124
4.8.2	Desenvolver a equipe do projeto .....	125
4.9	Gerenciamento das comunicações do projeto .....	125
4.9.1	Identificar as partes interessadas .....	125
4.9.2	Planejar as comunicações.....	126
4.10	Gerenciamento de riscos do projeto .....	126
4.10.1	Planejar o gerenciamento de riscos .....	126
5	PLANO DE NEGÓCIOS.....	131
5.1	Sumário Executivo .....	131
5.1.1	Visão.....	131
5.1.2	Missão .....	131
5.1.3	Valores .....	132
5.1.4	Descrição do Negócio.....	132
5.2	Objetivo .....	132
5.2.1	Objetivos Principais .....	133
5.2.2	Objetivos intermediários .....	133
5.3	Produtos.....	134
5.3.1	Descrição do Produto .....	134
5.3.2	Análise Comparativa.....	134
5.3.4	Produtos e Serviços Futuros .....	136
5.4	Análise de Mercado Resumida .....	136
5.4.2	Segmento Alvo de Mercado .....	137
5.4.3	Análise da Indústria .....	139
5.5	Oferta e a proposta de valor.....	141
5.6	Estratégia e Implementação.....	142
5.6.1	Diferenciais Competitivos e Proposta de Valor.....	142
5.6.2	Estratégia de Marketing.....	143
5.6.3	Alianças Estratégicas .....	145
5.6.4	Cronograma.....	146
5.7	Gestão.....	146

5.7.1	Estrutura Organizacional .....	147
5.7.2	Equipe .....	147
5.7.3	Quadro de Pessoal .....	147
5.8	Modelo de negócio CANVAS .....	148
5.9	Plano Financeiro .....	150
5.9.1	Considerações.....	150
5.9.2	Indicadores Financeiros.....	150
5.9.3	Análise do <i>Break-even</i> .....	150
5.9.4	Projeção do Resultado e Fluxo de Caixa.....	151
5.10	Considerações .....	153
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	154
6.1	Dificuldades encontradas .....	154
6.2	Implementações futuras .....	155
	Apêndices.....	155

## 1 INTRODUÇÃO

As pessoas procuram, hoje em dia, por formas de não apenas se sentirem seguras, mas de poderem aperfeiçoar suas tarefas, de modo a demandar menos tempo e proporcionar uma sensação maior de conforto, segurança, bem-estar e um consumo mais racional da energia elétrica.

A domótica, junção da palavra latina *domos* (lar) com robótica, proporciona aos seus usuários o conforto pelo fato de ser facilmente adaptado a quase qualquer aparelho eletrodoméstico, sendo desse modo, uma tecnologia expansível e flexível onde o próprio habitante designa como será beneficiado com essa automação. (AURESIDE,2013).

### 1.1 Histórico

A década de 70 pode ser considerada o marco inicial da automação residencial, quando são lançados nos EUA os primeiros módulos inteligentes chamados X-10. O protocolo X-10 utiliza a rede elétrica como canal de comunicação entre os diversos dispositivos de automação. Trata-se de uma tecnologia PLC (*Power Line Carrier*). Isso permite o controle de dispositivos remotos sem necessitar de alteração da infraestrutura elétrica da residência (SRA Engenharia, 2013).

Mais adiante, na década de 80, com a popularização dos computadores pessoais, em detrimento aos *mainframes*, pôde-se pensar em um PC como central de automação. Entretanto, a grande desvantagem desse sistema é o elevado consumo, devido à necessidade de manter o PC sempre ligado. Outra desvantagem está na centralização do controle que pode vir a ser falho e comprometer o funcionamento de todo o sistema automatizado. A partir desses problemas parte-se para o desenvolvimento de dispositivos dedicados (embarcados) através da utilização de microprocessadores e microcontroladores e da exclusão dos PCs. (SRA Engenharia, 2013)

Paralelamente inúmeras outras tecnologias foram sendo incorporadas à automação residencial como os controles remotos programáveis infravermelho e radiofrequência. Os controles remotos infravermelho universais são capazes de interpretar diferentes protocolos utilizados por diferentes fabricantes (SRA Engenharia, 2013).

A internet banda larga concedeu ao usuário a possibilidade de controle e monitoramento da residência de qualquer lugar que disponha do serviço. Acrescenta-se a este fato a convergência tecnológica intensificada a partir do século XXI, na qual um mesmo dispositivo (celular, smarphone, tablet, etc.) pode incorporar diferentes serviços (telefonia, internet, monitoramento, controle da residência e assim por diante). Todavia, apesar desse cenário tecnológico extremamente fértil e da rápida absorção das novas tecnologias pelo mercado brasileiro, essa tendência não se transferiu para o mercado de construção civil. A tecnologia automobilística possui mais eletrônica embarcada do que as residências, mesmo considerando que estas tenham preços muito mais elevados. (SRA Engenharia, 2013)

## 1.2 Justificativa

O ramo da automação residencial é relativamente novo no Brasil, e seu custo ainda é bastante elevado. Deste modo o público alvo da domótica restringe-se as camadas mais abastadas da população (classes média-alta e alta).

Por outro lado, cada vez mais pessoas entram para a classe média e passam a exigir melhores padrões de comodidade e segurança.

Como o advento dos *smartphones*, *tablets* e *notebooks*, este projeto torna-se ainda mais viável, visto que se torna mais fácil e de maior aplicabilidade o uso de um sistema de domótica que seja controlado por uma página *web*.

### 1.3 Objetivo

Desenvolver um sistema de automação residencial de baixo custo, com comunicação interna cabeada, controlado por uma página HTML em *smartphones, tablets e notebooks*.

### 1.4 Metodologia

O Sistema deve ser desenvolvido seguindo o plano de Gestão de Projetos estabelecidos no guia PMBOK e utiliza como protótipo uma residência de 40 m<sup>2</sup> com quatro peças. As etapas são as seguintes:

#### Etapa 1 – Especificação do Projeto

Realizar um prévio estudo da viabilidade econômica e financeira do projeto, após isso verificar a importância do sistema para seus clientes potenciais e as principais necessidades deles, obtendo assim os requisitos funcionais e não funcionais. Assim, descobrir quais funcionalidades devem ser contempladas pelo produto para que as demandas sejam atendidas.

#### Etapa 2 – Modelagem de Soluções

Tendo em vista as necessidades do projeto, parte-se para a modelagem de tecnologias que podem atender as funcionalidades previstas. Deste modo, é necessário estudar quais as opções de *hardware* que apresentam o melhor custo benefício. São elencados quais os sensores, microcontroladores e protocolos de comunicação os mais adequados, assim como demais componentes do sistema a parte-se para a análise de *datasheets*, catálogos ou mesmo testes.

### Etapa 3 – Definição da solução

Após ter-se o conhecimento dos requisitos do projeto e das tecnologias que seriam aplicadas, deve ser planejada a solução completa que atende tais demandas. Aqui são documentadas como as partes se comunicam e quais microcontroladores, sensores e atuadores devem ser utilizados em cada parte da residência.

### Etapa 4 - Implementação dos módulos

As partes do projeto devem ser tratadas de forma independente. Isso é facilitado pela própria estrutura do projeto que é dividido em 4 peças e uma estação central. Assim, pode-se concentrar especificamente em cada uma dessas partes separadamente até que ela esteja operando do modo desejado.

### Etapa 5 - Integração dos módulos

Inicialmente o projeto deve ser desenvolvido em módulos separados, após sua finalização é necessário integrar todas as partes para formar o sistema completo. Nesta etapa a forma final do produto é levada em conta. Todas as partes do projeto devem ser inseridas em invólucros apropriados para que o produto apresente uma aparência comercialmente atraente.

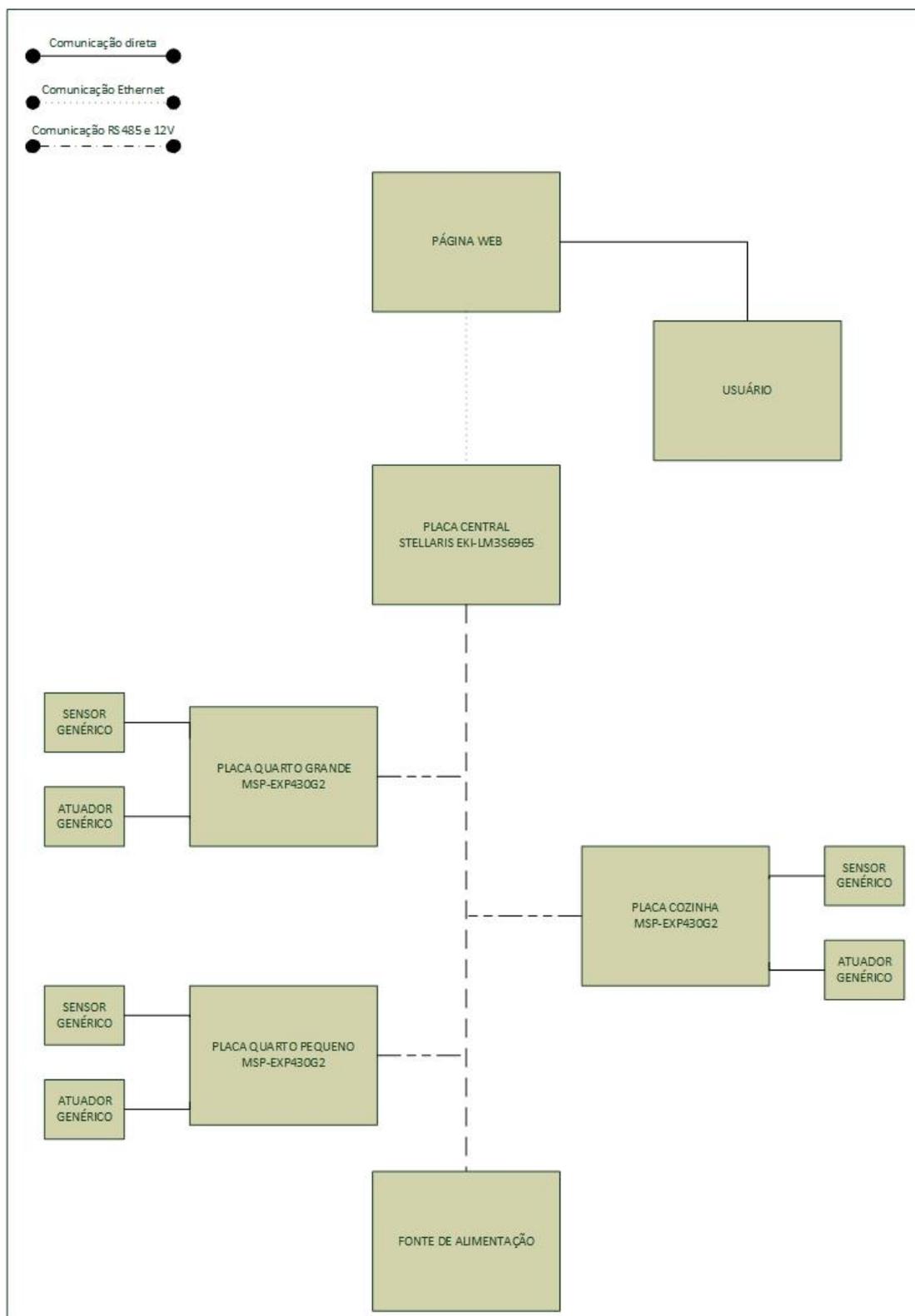
### Etapa 6 - Validar o protótipo

Com o projeto finalizado e devidamente instalado serão realizados testes para verificar o comportamento do sistema em situações adversas e longo tempo de uso. Assim pode-se verificar as partes que apresentam problemas e feitas as devidas correções.

Neste etapa também são realizados testes da eficiência do método de comunicação utilizado.

## 1.5 Diagrama em blocos

A figura 1 mostra o diagrama de blocos do sistema.



**Figura 5 - Diagrama em Blocos Do Sistema**

**Fonte: Autoria Própria**

## 1.6 Resultados esperados

Os resultados esperados após o término do projeto são:

### a) Tecnológicos

Desenvolver um Sistema de Automação Residencial que possa ser controlado por uma página *web* utilizando comunicação RS-485 entre os microcontroladores do sistema.

### b) Econômicos

Desenvolver uma solução cabeada de baixo custo e que permita gerenciar de maneira inteligente os recursos da residência proporcionando menores gastos com energia elétrica.

### c) Sociais

Espera-se que o sistema desenvolvido traga maior segurança e comodidade aos moradores da residência onde será instalado.

### d) Científicos

Estudo da RS-485 como meio de comunicação eficiente na automação residencial.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta parte da documentação tem por objetivo explicar as diversas tecnologias empregadas na automação residencial, em todos os aspectos, para que posteriormente se escolha a melhor opção para desenvolver um sistema de automação residencial eficiente e de baixo custo. Maiores detalhes sobre os aspectos econômicos da análise estão na seção 5 plano de negócios.

### 2.1. Definição

Define-se automação residencial como um conjunto de tecnologias que auxiliam na gestão e execução de tarefas domésticas do cotidiano. Proporcionar um maior nível de comodidade, conforto e segurança além de um menor e mais racional consumo de energia é seu principal objetivo (BOLZANI,2004).

### 2.2. Contexto atual

Historicamente se trata do melhor momento para a automação residencial. Quando se analisam as principais tendências que impulsionam o uso de tecnologias em residências observa-se que muitas não estão diretamente ligadas ao ambiente doméstico em si, são fatores externos, de caráter social, econômico e geopolítico, mas que alteram diretamente a rotina diária e as funções exigidas de uma casa (BOLZANI,2013).

O panorama socioeconômico do século XXI bem como a crise energética e o problema ambiental são fatores que demandam urgentemente uma mudança significativa no modo de como construímos e usamos nossas residências. Este contexto inédito propicia o desenvolvimento de serviços socialmente importantes e lucrativos de automação e controle residencial no Brasil. As razões são simples: o setor da construção civil nacional passa por um momento positivo e de investimentos, e os brasileiros têm necessidades diferentes dos clientes dos países onde normalmente os equipamentos de automação residencial são desenvolvidos e comercializados (BOLZANI,2013).

### 2.3. Elementos Básicos

A automação residencial envolve diversos elementos, de simples sensores até complexas centrais de automação, que fornecem uma experiência ideal para as necessidades, desejos e condições de cada usuário.

A seguir são apresentados os elementos básicos da automação residencial. Dificilmente se encontrará uma Residência Inteligente sem algum desses elementos: controladores, sensores, atuadores, barramentos e interfaces, descritos adiante.

Os controladores controlam os dispositivos automatizados (sensores e atuadores). Monitora as informações dos sensores, podendo enviar comandos para que um atuador ative ou desative algum equipamento. De maneira geral podem possuir interfaces independentes, na forma de um controle remoto, ou serem sofisticadas centrais de automação (ALMEIDA, 2009).

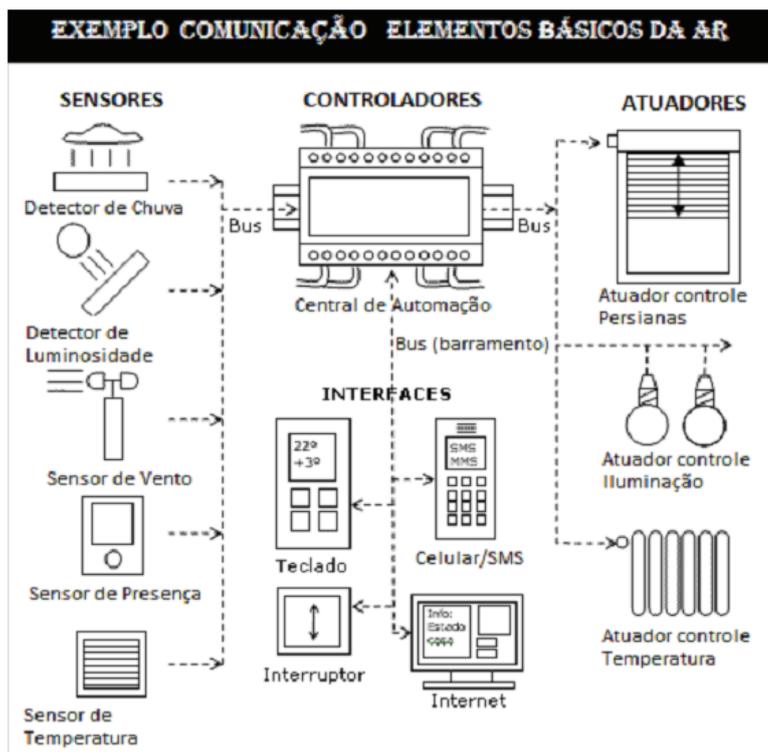
Os sensores são os dispositivos que detectam estímulos, medem e monitoram grandezas físicas e eventos (temperatura, umidades etc.), convertendo-as em um valor passível de manipulação por sistemas computacionais. São eles que encaminham as informações aos

controladores sobre algum evento, para que os controladores possam enviar os comandos adequados para os atuadores (ALMEIDA, 2009).

Os atuadores são dispositivos eletromecânicos, que recebem os comandos do sistema de automação e ativam os equipamentos automatizados. São os módulos de acionamento ligados entre a rede elétrica e os equipamentos (ALMEIDA, 2009). Existem atuadores para portas, janelas, persianas, fechadura magnética, sirene, indicadores luminosos, etc. O barramento é o meio físico responsável pelo transporte das informações (rede elétrica, telefônica etc.) (CASADOMO, 2010).

As interfaces são os dispositivos ou mecanismos (navegador de internet, celular, painéis, controles remotos, interruptores etc.) que permitem ao usuário visualizar as informações e interagir com o sistema de automação (CASADOMO, 2010).

A figura 2 apresenta um exemplo de como os elementos básicos se comunicam. A esquerda dessa figura estão os sensores, que encaminham as informações sobre algum evento (chuva, vento etc.) aos controladores (ao centro) e estes por sua vez acionam os atuadores (à direita), de acordo com a tarefa programada para aquele evento, como por exemplo, abrir a persiana. As interfaces (interruptores, celular etc.) se conectam diretamente aos controladores de forma a permitir que o usuário visualize as informações e interaja com o sistema de automação. Diversos barramentos podem ser utilizados na comunicação entre os elementos básicos (rede elétrica, telefônica etc.).



**Figura 6 - Exemplo da comunicação dos elementos básicos na AR**

**Fonte: CASADOMO, 2010**

#### 2.4. Tipos de Automação Residencial

A automação residencial, por vezes abreviado como AR, está dividida em três graus ou classes de integração, que podem determinar o grau de automação de uma edificação (PINHEIRO, 2004):

- **Sistemas Autônomos:** possuem funcionalidades somente de acionar ou desligar dispositivo ou subsistemas. Nessa classificação nenhum dispositivo ou subsistema tem relação um com o outro (TERUEL, 2008);
- **Sistemas Integrados:** possuem múltiplos subsistemas integrados a um único controlador. A limitação deste sistema está no fato que cada subsistema deve ainda funcionar unicamente na forma a qual seu fabricante pretendia. Basicamente trata-se apenas de controle remoto estendido a diferentes locais. O processamento pode ser centralizado na central de automação ou distribuído pela rede (TERUEL, 2008);

- Sistemas Complexos: possuem como grande diferencial a possibilidade da personalização de produtos manufaturados de modo que atenda as necessidades do proprietário. É dependente de comunicação de mão dupla e realimentação de status entre todos os subsistemas (TEZA, 2002).

## 2.5. Arquiteturas de automação residencial (AR)

A arquitetura da AR está relacionada com a forma com que seus elementos básicos se comunicam. As arquiteturas mais utilizadas são a centralizada e a descentralizada. Em sistemas com arquitetura centralizada, ilustrado pela figura 3, todos os dispositivos respondem a um dispositivo central, que deve ser dotado de inteligência e desempenho suficiente para receber e tratar as informações recebidas dos sensores e enviar os comandos aos atuadores (ALMEIDA, 2009).

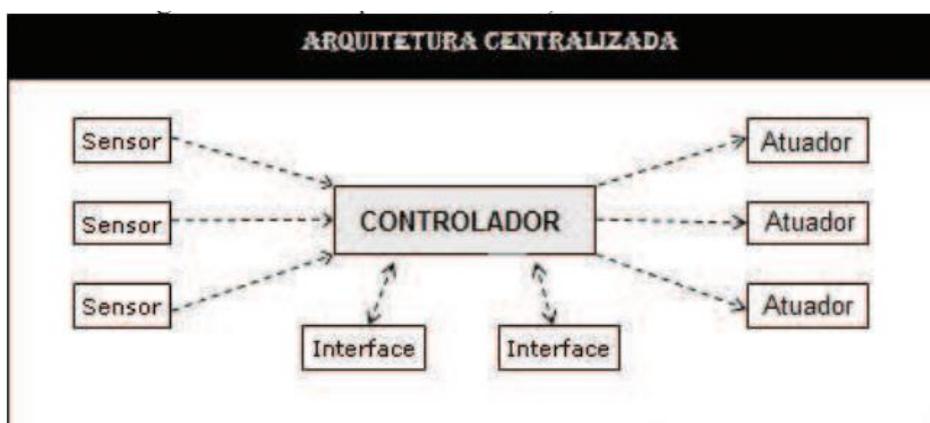


Figura 7 - Exemplo de uma arquitetura centralizada na AR

Fonte: CASADOMO, 2010

Em sistemas com arquitetura descentralizada podem existir vários controladores que, interligados por um barramento, compartilham a administração dos sensores, atuadores e interfaces ligadas aos controladores, como mostra a Figura 4 (CASADOMO, 2010).

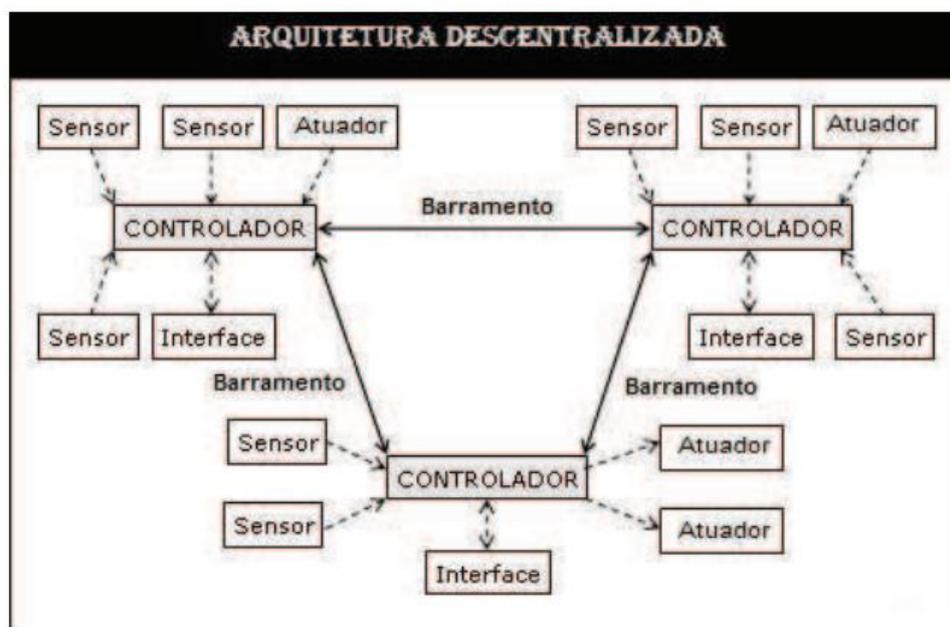


Figura 8 - Exemplo de uma arquitetura descentralizada na AR.

Fonte: CASADOMO, 2010

As subseções a seguir irão detalhar cada um dos blocos apresentados na figura 4, que são:

- Barramentos;
- Controladores;
- Interfaces;
- Controle residencial: sensores e atuadores.

## 2.6. Barramentos

Esta parte tem por objetivo explicar os diversos barramentos de comunicação utilizados na automação residencial.

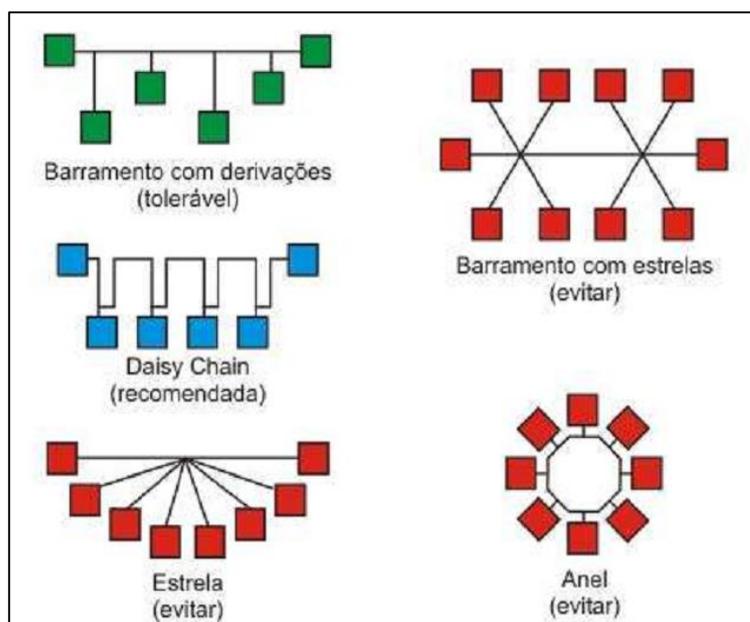
### 2.6.1 RS485

A norma TIA/EIA-485, também conhecida como RS-485, caracteriza-se pela utilização de um meio de comunicação diferencial (ou balanceado), denominado par trançado capaz de se comunicar com 32 “unidades de carga” (dispositivos transmissor/receptor). Cada dispositivo aciona o seu transmissor apenas no instante que necessita transmitir, mantendo-o desligado no resto do tempo de modo a permitir que outros dispositivos transmitam dados. Em um determinado instante de tempo, somente um dispositivo pode transmitir, o que caracteriza esta rede como *half-duplex*. Os circuitos transmissores e receptores adotados nestas interfaces utilizam como informação a diferença entre os níveis de tensão em cada condutor do par trançado. Os códigos binários são identificados pela polaridade (+ ou -) da diferença de tensão entre os condutores do par, ou seja, quando a tensão no condutor “+” for maior que no condutor “-”, é caracterizado um nível lógico “1”, quando, ao contrário, a tensão no condutor “-” for maior que no condutor “+”, é caracterizado um nível lógico “0”. Uma margem de ruído de  $\pm 0,2$  V é definida para aumentar a tolerância a interferências. Esta técnica resulta no cancelamento de ruídos induzidos no meio de transmissão, pois se o mesmo ruído é induzido nos 2 condutores, a diferença de tensão entre eles não se altera e a informação é preservada. A interferência eletromagnética emitida por um barramento de comunicação diferencial é também menor que a emitida por barramentos de comunicação não diferenciais. (Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, Kron Medidores, 2013).

#### 2.6.1.1 Topologia

Para velocidades relativamente baixas e distâncias relativamente curtas, o tipo de topologia da rede não influencia tanto em seu desempenho. Contudo, quando os efeitos de linhas de transmissão começam a aparecer, apenas no tipo “Daisy chain”, onde todos os dispositivos são conectados diretamente aos condutores da linha de comunicação principal, é fácil controlar as reflexões causadoras de erros de comunicação. A figura 5

mostra alguns tipos de topologias. (Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, 2013).



**Figura 9 – Tipos de topologia RS485**

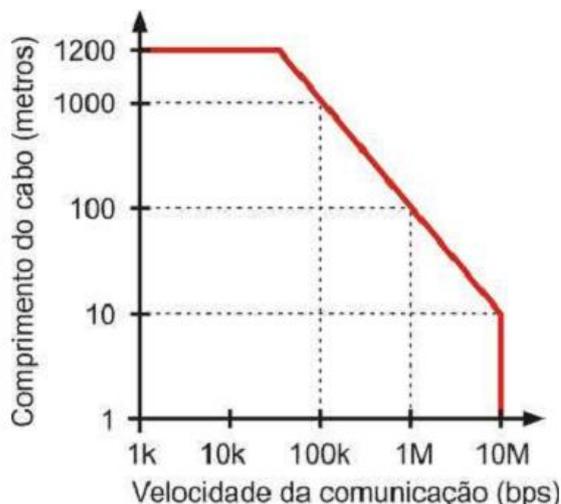
**Fonte: Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, 2013**

### 2.6.1.2 Velocidade de transmissão

De modo geral quanto mais longo os cabos, menor deve ser a velocidade de comunicação. A velocidade máxima de comunicação (em bits por segundo – bps) depende de características dos equipamentos instalados, da capacitância dos cabos de comunicação e dos resistores de terminação instalados. Para RS485 há uma especificação de que os cabos devem ter um comprimento máximo de 1200 metros. Não se deve esperar problemas de comunicação quando o produto entre o comprimento dos cabos (em metros) e a velocidade de comunicação (em bps) for menor que  $10^8$  (100.000.000). (Conceitos Básicos de RS-485 e RS-422, Kron Medidores, 2013)

O gráfico 1 mostra a relação entre a velocidade da comunicação e o comprimento máximo do cabo. O desempenho de um sistema irá variar de acordo com o tipo de cabo, terminações, topologia da rede, interferências

presentes no ambiente e qualidade dos transmissores e receptores de cada dispositivo da rede.



**Gráfico 1: Relação Entre a Velocidade e Comprimento Do Cabo**

**Fonte: Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, 2013**

### 2.6.1.3 Aterramento

As linhas de transmissão diferenciais utilizam como informação apenas a diferença de potencial existente entre os 2 condutores do par trançado, independente da diferença de potencial que eles apresentam em relação ao referencial de tensão (comum ou terra). Isto permite que múltiplos sistemas se comuniquem mesmo que uma referência de potencial comum entre eles não seja estabelecida. No entanto, os dispositivos eletrônicos de transmissão/recepção podem ser danificados se o par trançado apresentar um potencial excessivamente elevado em relação ao referencial (comum ou terra). (Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, Kron Medidores, 2013)

A norma TIA/EIA-485 especifica que a máxima diferença de potencial entre os equipamentos da rede deve estar entre  $-7\text{ V}$  e  $+12\text{ V}$ . Diferenças de potencial acima destes limites são usuais quando múltiplos

dispositivos isolados eletricamente entre si são interligados apenas pelos pares diferenciais de comunicação.

A melhor solução para evitar a queima dos circuitos de comunicação é adotar um condutor adicional que interligue o comum (ou terra) de todos os dispositivos da rede. Para reduzir custos, pode ser utilizado cabo trançado sem malha de blindagem, mas este deve ser instalado separado de condutores de alimentação CA e distante de fontes de ruído elétrico. (Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, Kron Medidores, 2013)

#### 2.6.1.4 Conexões

Para a ligação dos barramentos de comunicação entre os dispositivos da rede, utiliza-se o cabo tipo par trançado, tendo o cuidado de interconectar os terminais 'Comum' de todos os dispositivos da rede. A bitola mínima recomendada para os condutores de comunicação é 24 AWG (0,2 mm<sup>2</sup>). (Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, Kron Medidores, 2013)

Equipamentos RS-485 de diferentes fabricantes e modelos identificam de forma distinta os terminais de comunicação. No quadro 1 estão mostradas as equivalências dos termos mais comuns.

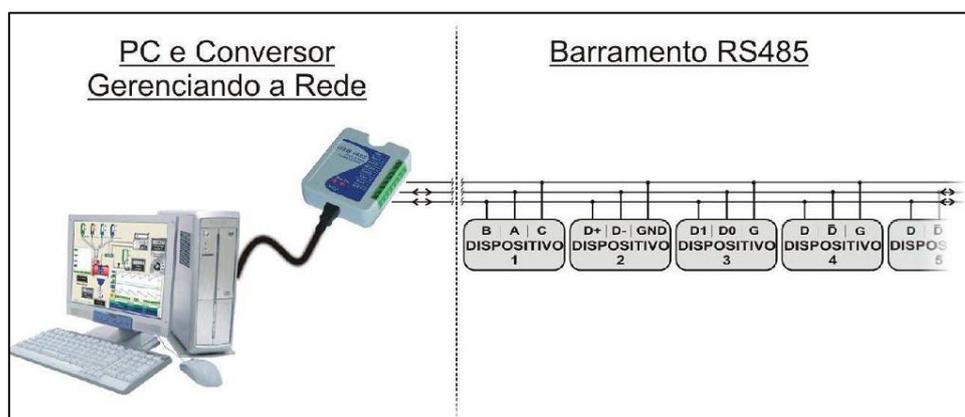
IDENTIFICAÇÕES MAIS POPULARES PARA RS-485 E RS-422	D	D
	D1	D0
	B	A
	D+	D

**Quadro 1 - Identificações para Rs-485 e Rs-422**

**Fonte: Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, 2013**

#### 2.6.1.5 RS-485 HALF-DUPLEX (2 FIOS)

É a forma mais comum de utilização da RS-485. Um único par de fios é utilizado para transmissão e recepção de dados. Múltiplos dispositivos são ligados na forma de um barramento, conforme ilustra a figura 6. Diferentes dispositivos RS-485 utilizam diferentes notações para indicar a forma correta de ligação do par diferencial de comunicação. Na figura 8 são apresentadas algumas das notações utilizadas.



**Figura 10 - Transmissão de dados do PC por RS485 em 2 Fios e 1 GND**

**Fonte: Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, 2013**

Caso o condutor comum não seja instalado entre todos os dispositivos, todos devem ser adequadamente aterrados segundo as recomendações do fabricante de cada equipamento da rede. Esta exigência resulta na utilização de um terceiro fio, que apesar de não participar do processo de comunicação, é essencial para garantir a integridade elétrica dos equipamentos da rede. A necessidade de utilização de resistores de terminação depende do comprimento total do barramento de comunicação e da velocidade de comunicação utilizada. (Artigo Conceitos Basicos de RS-485 e RS-422, Kron Medidores, 2013)

## 2.6.2 Redes baseadas em sistemas de distribuição de energia elétrica

### 2.6.2.1 Intellon CEBus e Home PnP

*Consumer Electronics Bus* (CEBus) é um padrão aberto que especifica uma arquitetura de rede baseada no modelo OSI e tem como principal objetivo a interconexão em rede de dispositivos utilizando a rede elétrica (BOLZANI, 2004).

Desenvolvido pelo EIA (*Electronic Industries Alliance*) com o objetivo de:

- Desenvolver um padrão de baixo custo para aplicações em edifícios industriais e não industriais.
- Permitir introdução de novos produtos e em edifícios de acordo com regras de gestão de energia.
- Desenvolver um padrão de comunicação multimídia para controle de edifícios.

Baseado na política de protocolo aberto, o CEBus opera em redes ponto a ponto (comunicação *peer-to-peer*) permitindo o acesso ao meio por qualquer nó a qualquer instante. Deste modo não é necessário a existência de um sistema centralizado de controle.

Pode conter vários meios físicos de comunicação, interligando outros serviços e sistemas à rede através de pontes (*bridges*) e roteadores (*routers*) (BOLZANI, 2004).

A tecnologia consiste de dois componentes fundamentais:

- Transceptor: implementa tecnologia de espalhamento espectral.
- Microcontrolador: roda o protocolo.

O CEBus utiliza a tecnologia de espalhamento espectral inicializando a modulação numa determinada frequência e variando a cada *bit* transmitido (BOLZANI, 2004).

A transmissão é inicializada com pulsos de 100 kHz, aumentando linearmente até 400 kHz durante um intervalo de tempo de 100 microssegundos (BOLZANI, 2004).

O dígito 1 é criado num estado inferior ou superior com duração de 100 microssegundos e o dígito 0 é criado num estado inferior ou superior com a duração de 200 microssegundos. Consequentemente, a taxa de transmissão é variável e depende do número de caracteres 1s e 0s (BOLZANI, 2004).

Para evitar colisões de dados, utiliza-se o protocolo *Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection and Resolution* (CSMA/CDR), impondo ao nó que aguarde até que o meio esteja livre para enviar o pacote (BOLZANI, 2004).

Cada pacote transmitido contém o endereço do remetente e do destinatário. O tamanho mínimo do pacote é de 64 bits (BOLZANI, 2004).

Os endereços CEBus são ativados na fábrica via *hardware* e são compostos de 32 bits totalizando quatro bilhões de possibilidades ou combinações (BOLZANI, 2004).

O padrão CEBus desenvolveu uma linguagem universal para a comunicação entre produtos eletrônicos residenciais chamado CAL (*Common Application Language*), sendo adotado pelo EIA sob o padrão 72. A especificação *Home Plug and Play* tornou-se uma referência para a utilização da CAL. O Home PnP não é uma linguagem, mas um conjunto de regras e ferramentas para comunicação entre diversos dispositivos estabelecendo uma interface para outros meios físicos e protocolos (BOLZANI, 2004).

Uma grande vantagem do CEBus é que qualquer dispositivo é capaz de se comunicar com outro pela rede elétrica sem a necessidade de se instalar um novo cabeamento. Como o sistema não necessita de um controlador central, torna-se um sistema simples e escalável (BOLZANI, 2004).

Intellon Co. é uma das empresas líderes em soluções para redes PLC, produz circuitos integrados e módulos para sistemas de comunicação via rede elétrica baseado no CEBus. Em conjunto com outras companhias, foi criada em 2000, a *Home Plug Powerline Alliance*. Visando criar

especificações e serviços para aumentar a demanda de produtos PLC (BOLZANI, 2004).

Uma das maiores iniciativas da Intellon em termos de *powerline* é o *chipset PowerPacket* que reúne todos os circuitos necessários para um transmissão via rede elétrica a 14 Mbps. O *chip* do PowerPacket é composto por um Modem *spread spectrum* com modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) com interface física e controle de acesso ao meio implementando o CSMA/CA, ARQ (*Automatic Repeat Request*) para o reenvio rápido de pacotes perdidos, correção de erro, QoS e criptografia (BOLZANI, 2004).

Operando em banda de 4.3 MHz a 20.9 MHz, e em uma tensão amplamente utilizada de 3,3 volts. Possui também um conversor analógico/digital e digital/analógico, ambos com 16 bits, responsável pelo interfaceamento dos dados com o meio analógico (BOLZANI, 2004).

#### 2.6.2.2 X10

Segundo O'DRISCOLL (2001) a tecnologia X-10 PLC (*Power Line Carrier*) existe há mais de vinte anos e foi criada inicialmente para integrar baixo custo e controle de equipamentos. Originalmente unidirecional, hoje em dia é possível encontrar equipamentos bidirecionais. O sistema X-10 é um protocolo de comando remoto desenvolvido para comunicações entre transmissores e receptores X-10 através da fixação da rede elétrica tradicional (*powerline*). Os módulos transmissores do X-10 são adaptadores que conectados à tomada de luz enviam sinais aos módulos receptores para controlar equipamentos simples: interruptores, controles remoto, sensores de presença, entre outros (O'DRISCOLL, 2001).

No sistema X-10, os transmissores enviam comandos tais como *turn on*, *turn off* ou *dimmer* precedidos pela identificação de unidade receptora a ser controlada. Os comandos são enviados *broadcast* por que entra na rede elétrica da residência ou prédio. Cada receptor está relacionado com uma identificação e só reage aos comandos que são endereçados.

Os pacotes X-10 são enviados somente quando o nível de tensão AC passa pelo valor 'zero'. O 'um' binário indica a presença de 1ms de um *burst* (rajada de sinal) de 120 kHz no ponto zero de AC. O 'zero' indica a falta desse *burst*. Assim, a situação ideal é transmitir o sinal mais próximo possível do zero AC ou no máximo a 200 Ms deste ponto. Estes *bursts* devem ser aplicados três vezes para coincidirem com a passagem por zero das três fases que compõem o sistema de transmissão de energia. Para que um sinal transmitido percorra todas as fases, deve-se instalar um acoplador passivo ou ativo, instalado no painel elétrico, para acoplar as três fases na frequência de 120 kHz (O'DRISCOLL, 2001).

Existem vários dispositivos compatíveis com a tecnologia X-10: equipamentos de testes, filtros anti-ruídos, interfaces, transmissores, receptores, controladores de rede, temporizadores, sensores e detectores diversos. Existem também interfaces de *hardware* e aplicativos em *software* para gerenciamento do sistema.

O X-10, devido à sua arquitetura, é muito limitado em velocidade e inteligência, tendo uma taxa de transmissão máxima de 60 bps. É apenas designado para controle de equipamentos cujas falhas na operação não tragam risco para o ambiente, para os usuários (BOLZANI, 2004).

### 2.6.3 Tecnologias sem fio

#### 2.6.3.1 Bluetooth

O Bluetooth é uma tecnologia de transmissão de dados via sinais de rádio de alta frequência e curto alcance.

Pela promessa de transmissores baratos e pequenos o suficiente para serem incluídos em praticamente qualquer tipo de dispositivo e o fato de ser aberto e livre tem despertado o interesse de muitos fabricantes (BOLZANI, 2004).

De acordo com BOLZANI (2004) sua utilização está sendo direcionada para as WPANS (Wireless Personal Area Networks), conectando principalmente PDAs, celulares, laptops e outros aparelhos pequenos alimentados por baterias, pelo fato dos transmissores consumirem pouca energia.

Os dispositivos Bluetooth possuem um sistema de uso inteligente da potência do sinal dependente da distância entre os dispositivos. Pelo fato de baixa taxa de operação que pode chegar até 1Mbps e o alcance, o desenvolvimento do Bluetooth vem sendo focado como um complemento para conectar periféricos menores e dispositivos inteligentes, servindo como opção às interfaces USB, seriais e paralelas, e é bastante útil na interligação de PDAs e celulares à rede doméstica como interfaces de controle para automação residencial (BOLZANI, 2004).

O Bluetooth é composto por um rádio, controlador digital, gerente de enlace, interface de controle e uma biblioteca de programas de aplicação. O rádio opera na faixa de 2.4GHz com uma potência entre 1 mW a 100 mW. A transmissão de dados é feita através de pacotes em espalhamento espectral de 79 canais, separados de 1MHz, começando em 2.402 GHz e terminando em 2.480 GHz. Na camada de Banda Base, o controlador digital é responsável por construir e decodificar os pacotes de dados, tratar a correção de erros e cuidar da criptografia. O gerente de acesso cria os links entre as conexões e os monitora. O L2CAP gerencia aspectos de alto nível como a lista de conexões e dispositivos e também opera como uma interface convertendo os dados para a comunicação das camadas mais baixas com a de aplicação, a API (BOLZANI, 2004).

Segundo BOLZANI (2004) os dispositivos Bluetooth têm capacidade de localizar dispositivos próximos, formando as chamadas de piconets. Uma vez estabelecida a rede, eles determinam um padrão de transmissão usando os canais possíveis. Isto significa que os pacotes de dados serão enviados em canais diferentes numa ordem que apenas os dispositivos da rede conhecem.

### 2.6.3.2 IEEE 802.11

O IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) constitui um grupo de pesquisa para criar padrões abertos a fim de alavancar o desenvolvimento de redes de computadores utilizando a tecnologia sem fio (IEEE,2013).

Para o desenvolvimento do padrão foram colocados em prática alguns padrões proprietários primeiramente, depois empresas como IBM, CISCO e 3COM basearam seus produtos no padrão do IEEE devido às inúmeras vantagens que o padrão aberto oferece (IEEE,2013):

- Interoperabilidade, baixo custo, demanda de mercado, confiabilidade de projeto, entre outras.
- O 802.11 se refere a uma família de especificações sobre a tecnologia *Wireless LAN*.

A família 802.11 é subdividida em (O'DRISCOLL, 2001):

- 802.11: aplica às *Wireless LANs*, com taxas de 1 ou 2 Mbps, frequência de 2.4 GHz usando o método de transmissão FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*) ou DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*).
- 802.11a: *wireless LAN* que provê até 54 Mb ps em 5 GHz. Utiliza o esquema OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) ao invés do FHSS ou DSSS. É incompatível com o 802.11b e deve ser substituído futuramente pelo 802.11 g.
- 802.11b: *wireless LAN* também chamada de 802.11 *High Rate ou W-Fi*, provê taxas de transmissão de até 11 Mbps, operando a 2.4 GHz e utiliza somente o esquema de codificação DSSS. O 802.11b é uma extensão do 802.11 permitindo um funcionamento comparável às das redes *Ethernet*.

- 802.11 g: *wireless* LAN que provê taxas de até 20 Mbps, operando na frequência de 2.5 GHz. Provável substituto do 802.11b e 802.11a.

### 2.6.3.3 ZigBee

ZigBee é um padrão de rede sem fio desenvolvida pela ZigBee Alliance, associação que conta com mais de 45 empresas da área, baseada no modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) sob o padrão IEEE 805.15.4, capaz de possibilitar um controle seguro, de baixo custo e de baixa potência, visando, principalmente, soluções de automação. Os dispositivos baseados neste padrão operam na faixa ISM (*Industrial, Scientific and Medical radio band*), que não requer licença para funcionamento, incluindo a frequência de 2,4GHz, com taxa de transferência de até 250kbps (ZIGBEE,2014).

O sistema de transmissão do Zigbee é baseado no DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) ou Espalhamento Espectral por Seqüência Direta. Nesta técnica, de forma simplificada, temos uma seqüência pseudo-randômica de valores "0" e "1", em uma frequência mais elevada, multiplica o sinal original, causando o espalhamento da energia do sinal em uma banda de transmissão mais larga (ZIGBEE,2014).

Como mencionado, a IEEE 802.15.4 estabelece as definições para o protocolo Zigbee, que opera na faixa das frequências ISM (que não requerem licença para funcionamento), incluindo as faixas de 2.4Ghz (Global), 915Mhz (América) e 868Mhz (Europa), com uma taxa de transferência de dados de até 250kbps em 2.4Ghz (16 canais), 40kbps em 915Mhz (10 canais) e 20kbps em 868Mhz (1 canal), visando possibilitar a melhor integração e operabilidade entre os diversos dispositivos.

Suas principais características são (ZIGBEE,2014):

- Comunicação sem fio com alcance previsto de até 500 metros;
- Frequências de operação entre 868MHz e 2,4Ghz;
- Taxa de transmissão em torno de 250kbps;

- Baixo consumo de energia;
- Baixo custo de implementação;
- Topologia de rede variável.

O protocolo define uma estrutura de rede que incorpora os conceitos de redes ad-hoc, as características de conexão em malha e multi-hop. As topologias que podemos encontrar em uma rede Zigbee são: a topologia em estrela (*star*), em árvore (*tree*) e em malha (*mesh*). Os principais componentes integrantes dessa rede são o coordenador (*coordinator*), os roteadores (*routers*) e os clientes.

#### 2.6.3.4 Z-Wave

De acordo com BOLZANI (2004) a tecnologia Z-Wave constitui um sistema inteiramente sem fio que opera em 908,4 MHz, tecnologia digital oferecendo controle e monitoramento de residências ou escritórios pela Internet.

O diferencial para demais tecnologias é a topologia de redes em malha (*Mesh Networks*), pela qual todos os dispositivos estão interligados de forma redundante, garantindo ampla cobertura dos ambientes independentemente da presença de obstáculos.

Assim, quando o controle remoto envia um comando do quarto para a cozinha, por exemplo, todos os módulos do sistema recebem a informação e a repassam para que a ação seja concretizada. Com a topologia de rede em malha, cada interruptor, tomada ou sensor de presença atua ao mesmo tempo como um repetidor de sinal, garantindo alcance virtualmente ilimitado (BOLZANI, 2004).

O sistema é modular e expansível, ideal para novas instalações e também para retrofitting, não exigindo passagem de novos fios ou conduítes.

#### 2.6.4 Tecnologias Híbridas

##### 2.6.4.1 LonWorks

*LonWorks* como tecnologia de barramento de campo, concorre com diversas alternativas de protocolos, além das tradicionais soluções baseadas em PLC, o que faz necessário a observação detalhada das características de cada uma antes da especificação de um projeto.

Segundo BOLZANI (2004), o sistema *LonWorks* é a principal solução de automação residencial. É reconhecido internacionalmente como um padrão de redes de controle interoperacionais com o IEC 60947-4-1.

Em uma rede *LonWorks* não existe um controlador central ou uma arquitetura mestre-escravo. A rede é composta por dispositivos inteligentes situados em pontos chamados de nós que se comunicam entre si usando um protocolo comum, o *LonTalk*. O sistema completo é composto pelos módulos e *plug-ins LonPoint*, por um software de integração chamado *LonMaker*, o protocolo *LonTalk* e o LNS *Dynamic Data Exchange Server* (LNS – *LonWorks Network Service*), todos baseados no LNS Network Operating System, uma plataforma que permite vários usuários acessando a rede simultaneamente (BOLZANI,2004).

Uma observação que deve ser considerada no uso do sistema *LonWorks* é que o *LonTalk* é um protocolo proprietário trazendo certa dependência à solução (MOTOROLA, 1998).

*LonPoint* é uma família de produtos designada a integrar sensores e atuadores. Cada aplicação inclui vários blocos com funções de processamento de entrada e saída de cada módulo e funções de controle individual sem haver a necessidade de um controlador central (MOTOROLA, 1998).

O *LonMaker* é uma ferramenta de software criada para projetar, documentar, instalar e inspecionar redes *LonWorks*.

O LNS DDE Server é um pacote de software que permite qualquer *plugin LNS ActiveX* ou aplicação DDE interagir diretamente com o sistema operacional.

Todos os softwares *LonWorks* mencionados acima são baseados no sistema operacional LNS, que prove uma plataforma padrão, e é responsável por conectar as redes *LonWorks* à Internet e intranets. O LNS é invisível ao usuário, mas são necessários para a comunicação dos dispositivos. A estrutura do servidor LNS é ilustrada na figura 7.

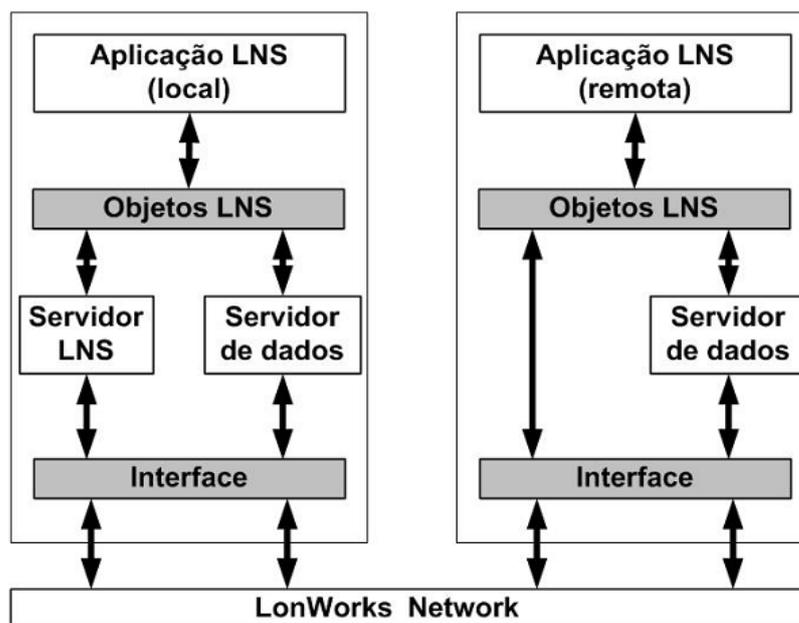
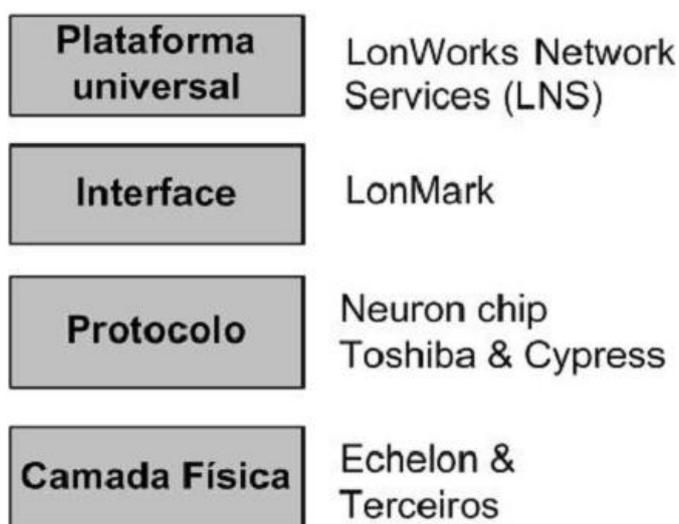


Figura 11 - Estrutura do servidor LNS

Fonte: BOLZANI, 2004.

Os dispositivos *LonWorks* utilizam um protocolo chamado *LonTalk*, que inclui acesso ao meio, comunicação ponto a ponto e alguns serviços avançados como autenticação, prioridade, detecção de mensagem duplicada, colisão, múltiplas taxas de transmissão, suporte a cliente-servidor e detecção de erros. O *LonTalk* é embutido em um *chip* chamado *neuron*, um microcontrolador designado a oferecer um bom custo benefício em automação. Cada *chip neuron* é composto por três CPUs (*Central Process Unit*) de 8 bits cada, memória on-board (RAM, ROM e EEPROM), no mínimo onze pinos de I/O (entrada e saída) e o protocolo *LonTalk*, figura 8.



**Figura 12 - Protocolo LonTalk**

Fonte: Bolzani,2004

Nessa topologia cada nó é inteligente o bastante para controlar as funções de rede e incluem uma interface física que acopla o microcontrolador com o meio de transmissão que pode ser basicamente qualquer um como rádio freqüência, infravermelho, cabo coaxial, fibra óptica, *powerline*, ou par trançado. O microcontrolador é um circuito de alta integração física que foi projetado para executar as tarefas específicas do protocolo.

#### 2.6.4.2 CAN (*Controller Area Network*)

O *Controller Area Network* é um protocolo de comunicação serial que foi inicialmente desenvolvido pela *Bosch* para a indústria automobilística no início dos anos oitenta. A intenção, na época, era desenvolver um barramento de dados com grande imunidade às interferências elétricas e habilidade em detectar erros e oferecendo ao mesmo tempo uma grande taxa de transmissão. Mais tarde o protocolo se tornou uma norma internacional (ISO 11989 e ISO 11519) (Bosch,2013).

#### 2.6.4.3 UPnP

O UPnP é um conjunto de protocolos de rede que visa oferecer conexão direta e simplificada entre dispositivos independente do meio utilizado. O UPnP utiliza-se do protocolo TCP/IP para oferecer endereçamento aos dispositivos e do protocolo HTTP para transferência de informações. O UPnP permite que qualquer dispositivo compatível, entre em uma rede, obtenha um endereço IP, anuncie sua presença, compartilhe serviços e tenha conhecimento da presença e capacidades de outros dispositivos. Tudo isto feito de forma dinâmica sem a necessidade de configuração de uma rede (ALIEVI,2008).

#### 2.6.4.4 EIB

O EIB é um protocolo de comunicação desenvolvido por um conjunto de empresas líderes no mercado europeu de material elétrico com o objetivo de criar um sistema que constitua uma barreira às importações de produtos e sistemas semelhantes que são produzidos nos mercados Japonês e dos Estados Unidos onde estas tecnologias possuíam um grau de maturidade superior ao produzido na Europa. O objetivo foi de criar um *standard* Europeu que permitisse a comunicação entre todos os dispositivos de uma instalação, esteja ela numa casa ou num edifício de escritórios. O EIB possui uma arquitetura descentralizada. Ele define uma relação elemento a elemento entre os dispositivos, o que permite distribuir a inteligência entre os sensores e atuadores instalados (DOMOITECH – Domótica com Protocolo EIB, 2007).

## 2.7 Controladores

De acordo com a forma de controle, ou seja, as formas como os diferentes elementos do sistema de controle estão distribuídos dentro da arquitetura do sistema, define-se a forma de controle como sendo centralizada ou descentralizada (ALIEVI, 2008).

Utilizando-se a arquitetura centralizada, o controlador centralizado envia as informações para os atuadores e interfaces. Já o recebimento das informações se torna possível devido à presença de sensores, sistemas interconectados e as ações do usuário (CASADOMO, 2008).

A arquitetura centralizada traz como principal benefício o fato de a implantação do sistema possuir um custo reduzido comparando-a com a arquitetura descentralizada, entretanto, traz consigo também a desvantagem da grande quantidade de cabeamento, a complexidade do interfaceamento homem-máquina de modo que não corresponde a filosofia dos sistemas domóticos. Muitos sistemas são executados com CLPs (Controlador Lógico Programável), outros sistemas não possuem *bus* de comunicação e inexistência de comunicação entre equipamento (DÍAZ, PARDO, PULIDO, 2001).

Na arquitetura descentralizada existem diversos controladores interconectados por um *bus* que possibilitam o envio de informações entre eles. Já os atuadores, as interfaces e os sensores não necessariamente comunicam-se com mais de um controlador diretamente, ou seja, a proposta é dividir o sistema para suprir necessidades complexas (CASADOMO, 2008). Esse modelo de arquitetura tem como benefícios tornar os sistemas mais robustos a falhas, fácil desenho das instalações, grande facilidade de uso, ou seja, cumpre todos os requisitos que um sistema domótico deve ter. Entretanto, dependendo do sistema empregado pode haver uma má relação do ponto controlado em relação ao seu preço. Custo de integração mais elevado em função das tecnologias empregadas. (DÍAZ, PARDO, PULIDO, 2001).

Assim esta documentação irá explicar os diversas formas de realizar o controle de uma residência, que são:

- Microcontroladores;
- Microprocessadores;
- CLP's;
- Mini PC's;
- PC.

Também serão brevemente explicados as principais plataformas de desenvolvimento que podem ser utilizadas em projetos de sistemas de automação residencial.

### 2.7.1 Microcontroladores

Os computadores atuais possuem um microprocessador que é um conjunto de circuitos integrados que processam operações lógicas e matemáticas. Esses microprocessadores precisam de memória, barramento, e toda uma série de periféricos para que funcionem adequadamente. Isso faz com que o espaço ocupado pela placa seja grande demais para pequenas aplicações eletrônicas. É com a necessidade de miniaturização das placas que surge o microcontrolador. Ele é um processador com memória RAM, barramento, comunicação serial tudo no mesmo microchip. Para equipamentos eletrônicos é muito mais interessante um único microchip que supre as necessidades do que vários chips, cada um com sua funcionalidade.

A seguir são explicados brevemente os principais microcontroladores que podem ser empregados na domótica.

#### 2.7.1.1 8051

O 8051, da *Intel*, desenvolvido em 1977, é, sem dúvida, o microcontrolador mais popular atualmente. Trata-se microcontrolador de 8 bits relativamente simples, mas com ampla aplicação. A partir do 8051,

foram desenvolvidos uma família de microcontroladores, que assemelham-se tanto nos elementos básicos, quanto nas Instruções (Arquitetura simplificada do 8051, 2008).

#### 2.7.1.2 Arduino ATmega8

O Arduino ATmega8 possui 28 pinos que são divididos da seguinte maneira (Minicurso Arduino, 2012):

- 14 pinos digitais de entrada ou saída (programáveis);
- 6 pinos de entrada analógica ou entrada/saída digital (programáveis);
- 5 pinos de alimentação (gnd, 5V, ref analógica);
- 1 pino de *reset*;
- 2 pinos para conectar o cristal oscilador.

Os dois primeiros itens da lista são os pinos úteis, disponíveis para o usuário utilizar. Através destes pinos que o Arduino é acoplado à eletrônica externa. Entre os 14 pinos de entrada/saída digitais temos 2 pinos que correspondem ao módulo de comunicação serial USART. Esse módulo permite comunicação entre um computador (por exemplo) e o *chip*. Todos os pinos digitais e os analógicos possuem mais de uma função. Os pinos podem ser de entrada ou de saída, alguns podem servir para leituras analógicas e também como entrada digital (Minicurso Arduino, 2012).

#### 2.7.1.3 Msp430

Os MSP430 são microcontroladores RISC de 16 bits voltados para aplicações de baixo consumo de energia. São fabricados pela *Texas Instruments* e estão disponíveis em quatro famílias básicas (MSP430 *datasheet*):

- 1xx - voltados para aplicações gerais (1 a 60kb de memória flash e 128 a 10240 bytes de memória RAM);
- 2xx - uma evolução da família 1xx (1 a 8kb de memória flash e 256 bytes de memória RAM);
- 3xx - família mais antiga e baseada em dispositivos *One Time Programmable*;
- 4xx - voltados para instrumentação portátil e dotados de controlador de LCD interno (1 a 60kb de *FLASH* e 128 a 10240 bytes de RAM).

A CPU dos MSP430 possui um conjunto de apenas 51 instruções (27 físicas e 24 emuladas) e um total de 16 registradores de 16 bits (MSP430 *datasheet*,2013).

Estão também disponíveis diversos periféricos tais como: *timers*, USARTs, ADCs de 10, 12 e 16 bits, comparador analógico, amplificador operacional, DACs de 12 bits e/ou de 10 bits, controlador de LCD, etc (MSP430 *datasheet*,2014).

#### 2.7.1.4 PIC

Família de microcontroladores fabricados pela *Microchip Technology*, que processam dados de 8 bits, de 16 bits e, mais recentemente, de 32 bits. Seu nome é oriundo de "*Programmable Interface Controller*" (Controlador de Interface Programável). Contam com extensa variedade de modelos e periféricos internos. Possuem alta velocidade de processamento devido a sua arquitetura Harvard e conjunto de instruções RISC (conjuntos de 35 instruções e de 76 instruções), com recursos de programação por Memória flash, EEPROM e OTP. Os microcontroladores PIC têm famílias com núcleos de processamento de 12 bits, 14 bits e 16 bits, e trabalham em velocidades de 0kHz (ou DC) a 48MHz e velocidades de 16 MIPS em alguns modelos. Há o reconhecimento de interrupções tanto externas como de periféricos internos. Funcionam com tensões de alimentação de 1.8 a 6V e os modelos possuem encapsulamento de 6 a 100

pinos em diversos formatos (SOT23, DIP, SOIC, TQFP, etc) (PIC Microcontrollers,2014).

#### 2.7.1.5 ARM

A arquitetura ARM (primeiramente *Acorn RISC Machine*, posteriormente *Advanced RISC Machine*) é uma arquitetura de processador de 32 bits e é usada principalmente em sistemas embarcados. Muito usada na indústria e na informática, seu desenvolvimento se deu visando obter o melhor desempenho possível, com a limitação de ser simples, ocupar pouca área e ter baixo consumo de energia (Arquitetura ARM, 2005).

Principais características (Arquitetura ARM, 2005):

- Processador de 32 bits;
- 16 registradores de uso geral;
- Conjunto de instruções extensível com o uso de co-processadores;
- Instruções de três endereços;
- Capacidade de executar instruções de 16 bits usando a arquitetura Thumb;
- Baixo consumo de energia;
- Tamanho do núcleo reduzido;
- Até 16 co-processadores lógicos.

##### 2.7.1.5.1 Cortex-M3

Processador de 32 bits para aplicações em tempo real altamente determinísticas, desenvolvidos especificamente parceiros para desenvolver plataformas de baixo custo de alto desempenho para uma ampla gama de dispositivos, incluindo microcontroladores, sistemas de controle industrial,

sensores e redes sem fio. O processador é altamente configurável o que permite uma ampla gama de implementações para quem necessita de proteção de memória e tecnologia de rastreamento para dispositivos sensíveis que necessitam de área mínima (Cortex-M3 Processor, 2013).

## 2.7.2 Plataformas para desenvolvimento

### 2.7.2.1 Arduino Mega Atmel 1280

Arduino Mega é uma placa de desenvolvimento com microcontrolador ATmega1280. Tem 54 pinos de entradas/saídas digitais (dos quais 14 podem ser usados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (*hardware* serial USB), cristal oscilador de 16Mhz, conexão USB, conexão de alimentação, conexão ICSP, e botão de reset (Arduino,2013).

### 2.7.2.2 EK LM3S6965

Plataforma de avaliação compacta e versátil para *Ethernet*. Utiliza microcontrolador Cortex M3. A placa tem um *In-Circuit Debug Interface* (ICDI) que fornece funcionalidade de depuração de *hardware* não só para dispositivos *Stellaris on-board*, mas também para qualquer microcontrolador *Stellaris target board*. O kit de avaliação usa o microcontrolador LM3S6965 de forma totalmente integrada ao Controlador *Ethernet* 10/100 para demonstrar um servidor *web* embarcado (Texas Instruments,2013).

### 2.7.2.3 MSP-EXP430G2 LaunchPad

É um programador de *flash* fácil de usar e ferramenta de depuração para os microcontroladores MSP430G2xx. Possui emulação *on-board* para programação e depuração e apresenta uma tomada de DIP 14/20-pin, botões *on-board* e LEDs & BoosterPack- pinouts compatíveis que suportam módulos plug-in para funcionalidades adicionais (Texas Instruments,2013).

O MSP-EXP430G2 LaunchPad possui 2 dispositivos MSP430, com 16kB *Flash*, 512B RAM, 16MHz velocidade da CPU e periféricos integrados, como 8ch ADC 10-bit, *timers*, comunicação serial (UART, I2C e SPI) (Texas Instruments).

### 2.7.3 Mini PCs

Mini PC's são sistemas que englobam todos os periféricos que um computador igual ao que utilizamos em casa possui – mesmo que com uma potencia muito menor, em geral. Existem várias versões no mercado por um preço muito baixo, como a *Raspberry Pi* e *Beagle Board*.

#### 2.7.3.1 Beagle Board

A Beagle Board é um mini-Pc de *hardware Open-Source* produzido pela *Texas Instruments* em associação com a *Digi-key* e a *Newark Element14*. Ela foi desenvolvida para ser utilizada com *softwares* livres de desenvolvimento e para demonstrar as capacidades do SoC (*System-on-a-Chip*) OMAP3530.

A placa foi desenvolvida como uma placa educacional que poderia ser utilizada no ensino das capacidades de *hardwares* e *softwares* livres.

A *Beagle Board* mede cerca de 7,5cm x 7,5cm e apresenta todas as funcionalidade de um computador de uso pessoal. Ela é construída com um SoC OMAP 3530 que inclui um processador ARM Cortex-A8 um DSP para aceleração de vídeo e decodificação de áudio e uma unidade de processamento gráfico (GPU) PowerVR SGX530 com suporte para OpenGL ES 2.0. Também possui um PoP *Chip (package on package)* que inclui 256MB de memória *Flash* e 256MB de memória RAM. Apresenta ainda saída de vídeo S-Video e HDMI, saída e entrada de áudio Stereo, suporte a cartão SD e porta *Ethernet*, USB e USB *On-the-Go*, além de conexão serial RS232 e conexão JTAG (BEAGLEBOARD,2014).

### 2.7.3.2 Raspberry Pi

O *Raspberry Pi* é um mini-PC do tamanho de um cartão de crédito desenvolvido no Reino Unido na Universidade de Cambridge com a intenção de promover o ensino básico de computação e programação nas escolas.

O *Raspberry Pi* é equipado com um SoC *Broadcom BCM2835*, composto por um Processador Arm 11 rodando a 700MHz, com capacidade de Overclock por *software* de até 1GHz, uma GPU VideoCore IV que proporciona uma tecnologia Open GL ES 2.0, *hardware* acelerado OpenVG e admite imagens de alta resolução 1080p H.264. O SoC ainda possui 256MB de Memória RAM na primeira versão, e 512MB de RAM na versão atual (para o modelo B da placa). A placa utiliza cartões SD para *Boot* do sistema operacional e para armazenamento de dados (RASPBERRY PI,2013).

## 2.8 Interfaces com o usuário

Segue Abaixo algumas das interfaces para automação residencial:

- Painel de controle fixo: centraliza as operações de controle e envia sinais para os atuadores;

- Controle sem fio: controla os atuadores por sinais como infravermelho, bluetooth, etc;
- *Software* de PC: Instalado em algum computador de residência envia sinais de comando para os controladores espalhados pela casa;
- Página *WEB*: o usuário tem o controle de sua residência pela internet através de uma página *web*, a qual fica hospedada num servidor que também se comunica com os microcontroladores localizados na casa;
- Aplicativo *smartphone/tablet*: semelhante a página *web*, porém é um aplicativo que envia/recebe dados do servidor responsável com a comunicação com a residência.

## 2.9 Controle Residencial

Uma residência inteligente precisa conter um sistema para gerenciar todo o tráfego de informação, para controle dos equipamentos, permitindo com isso um maior conforto com menor gasto de energia.

A centralização dos sistemas de controle, devido à sua arquitetura unificada, diminui o tempo gasto com o projeto que também é unificado, garantindo uma maior qualidade nos sistemas. O cabeamento e os acessórios são instalados de uma só vez e não em separado para cada aplicação, a manutenção se torna mais fácil e a busca por erros e o disparo das ações se tornam mais rápidos. Como resultado final tem-se altos níveis de conforto e segurança (BOLZANI, 2004).

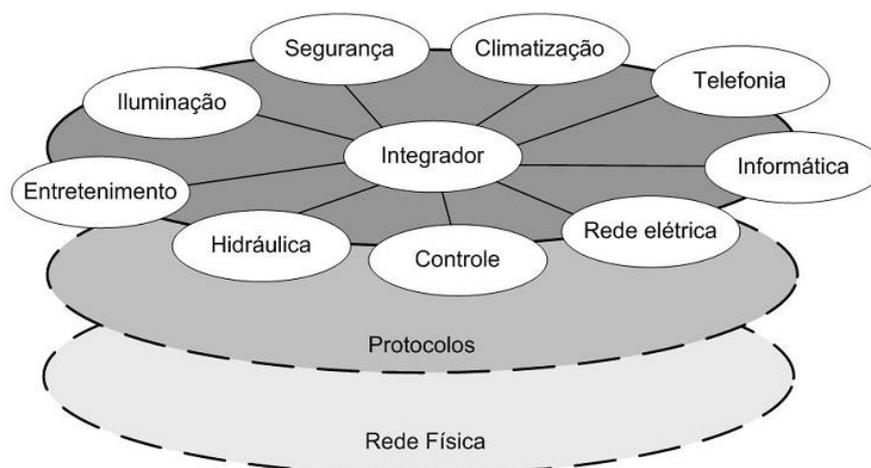
As funções de automação em uma residência inteligente são divididas em 13 Sub-sistemas denominados de sistemas domóticos (BOLZANI, 2004):

- Telefonia: sistema telefônico, intercomunicadores, porteiros eletrônicos,
- Informática: rede doméstica, acesso compartilhado, serviços via Internet,
- Rede elétrica: controle de carga, sistema de distribuição, monitoramento de falha, sistema de geração de emergência,

- Segurança: circuito fechado de TV, alarmes, monitoramento, controle de acesso de pedestres e veículos, prevenção de acidentes, iluminação de segurança, detecção de gases, fumaça calor e fogo, sistema de apoio ao combate de incêndios, simulador de presença, controle de rondas,
- Iluminação: iluminação ambiente, iluminação decorativa, iluminação externa, cenas de iluminação,
- Controle predial: elevadores, aspiração central.
- Hidráulica e gás: aquecimento e pressurização de água, poços, saunas, estações de tratamento de água e esgoto, bombas, irrigação, piscinas, águas ornamentais, sistema de controle e distribuição de gás.
- Entretenimento: home-theater, TV por assinatura, distribuição de vídeo, som ambiente, jogos eletrônicos, multimídia.
- Climatização: ar-condicionado, ventilação, controle de janelas, cortinas e persianas.

Segundo BOLZANI (2004) um dos pontos principais no desenvolvimento de sistemas de automação para residências inteligentes é a integração dos mesmos, para que um sistema possa usufruir das funções de outro e vice-versa.

Estes sistemas geralmente são controlados por *software*, instalados em um computador central, e que possa permitir também o controle via *browser* pela Internet, ou seja, o controle remotamente. Deste modo, vários *softwares* terão que conviver em harmonia dentro da mesma rede doméstica. Daí torna-se evidente a necessidade de padronização e interoperabilidade não apenas para o *hardware*, a fim de evitar os conflitos e um mau funcionamento. As camadas da automação residencial são ilustradas na figura 9.



**Figura 13 - Camadas da Automação Residencial**

Fonte: BOLZANI,2004

## 2.9.1 Sensores

### 2.9.1.1 Sensor de Temperatura

A temperatura é uma medida da energia cinética medida em uma amostra de material expressa em unidades de graus em uma escala padrão. Pode-se medir temperatura de muitas formas diferentes que variam em custo do equipamento e precisão. Os modelos mais comuns de sensores são termopares, RTDs, e termistores (National Instruments, 2013).

Os termopares são os sensores de temperatura mais comumente usados porque eles são relativamente baratos, além de serem sensores precisos que podem operar sobre uma larga faixa de temperatura. Um termopar é criado quando dois metais diferentes se tocam e o ponto de contato produz uma pequena tensão de circuito aberto como uma função da temperatura. Pode-se usar esta tensão termoelétrica, conhecida como tensão de Seebeck, para calcular a temperatura. Para pequenas mudanças na temperatura, a tensão é aproximadamente linear (National Instruments, 2013).

Um RTD de platina é um dispositivo feito de bobinas ou filmes de metal (normalmente platina). Quando aquecida, a resistência do metal aumenta; quando resfriado, a resistência diminui. Passar corrente através de um RTD gera uma tensão sobre o RTD. Medindo esta tensão, você pode determinar sua resistência e, então, sua temperatura. A relação entre resistência e temperatura é relativamente linear. Tipicamente, os RTDs têm uma resistência de 100  $\Omega$  a 0 °C e podem medir temperaturas até 850 °C (National Instruments, 2013).

Um termistor é um pedaço de semicondutor feito de óxidos metálicos que são pressionados em uma pequena gota, disco, *wafer*, ou outra forma sinterizada para medir altas temperaturas. Por último, eles são revestidos com epóxi ou vidro. Como com os RTDs, pode-se passar uma corrente através de um termistor para ler a tensão através do termistor determinar sua temperatura. No entanto, diferente dos RTDs, os termistores têm uma resistência maior (2.000 a 10.000  $\Omega$ ) e uma sensibilidade muito maior (~200  $\Omega/^\circ\text{C}$ ), permitindo-os alcançarem maiores sensibilidades sem limitação de faixa de temperatura (até 300 °C) (National Instruments, 2013).

Em domótica, sensores de temperatura podem ser integrados à sistemas de ar-condicionado, ventilação e realizar o controle de temperatura das diversas peças da casa e compartimentos para armazenamento de alimentos.

#### 2.9.1.2 Sensor de Umidade

Sensores de umidade são instrumentos que viabilizam mensurar a porcentagem de água na forma de vapor que esta presente em um ambiente de monitoramento. Os três tipos básicos são:

- Capacitivo: Tem como principio construtivo o mesmo ao de um capacitor. Formado por uma folha plana não condutiva coberta nas duas faces por ouro (condutor) corresponde a um capacitor plano, tal que a umidade do ar penetra com facilidade no material dielétrico alterando sua capacitância, com a penetração da umidade a

capacitância aumenta. Para um sensor típico, a capacitância se altera de aproximadamente 112pF em uma umidade relativa de 10% para 114pF em uma umidade relativa de 90%.

- Resistivo: é um elemento resistivo que muda sua resistência com a umidade relativa. O elemento resistivo é construído a partir de um duplo espiral de fios de metal nobre em uma forma plástica com espaços definidos. A relação da variação de resistência com o percentual de umidade relativa é totalmente não linear e geralmente um único transdutor consegue cobrir apenas uma faixa muito pequena de leitura (10%)
- *Dew point*: são amplamente utilizados em equipamentos eletrônicos sensíveis, como câmeras e copiadoras, para protegê-los do fracasso de umidade por detecção rápida de orvalho.

Na automação residencial, sensores de umidade podem ser aplicados no controle de saunas, adegas e depósitos de alimentos.

### 2.9.1.3 Sensores de Gás

#### 2.9.1.3.1 Catalíticos

Quase todos os sensores de detecção modernos e de baixo custo para gás combustível são do tipo eletro-catalítico. Eles consistem de um sensor muitas vezes chamado de "pérola", um "pellistor", ou "Siegistor", sendo os dois últimos nomes comerciais registrados para dispositivos comerciais. Eles são feitos de uma bobina de fio de platina aquecido eletricamente, coberto primeiro com uma base de cerâmica, tais como alumina e, em seguida, com um revestimento final exterior do catalisador de paládio ou ródio disperso em um substrato de tória. (Sensores, 2010)

#### 2.9.1.3.2 Semicondutor

Da mesma forma como sensores catalíticos, operam em virtude da absorção de gás na superfície de um óxido aquecida. Na verdade, este é um filme de óxido de metal fina (geralmente óxidos de metais de transição ou metais pesados, tais como estanho) depositado sobre uma fatia de silício, o mesmo processo muito utilizado na fabricação de "chips" de computador.

A absorção da amostra de gás na superfície do óxido, seguido por oxidação catalítica, resulta em uma mudança da resistência elétrica do material óxido e pode ser relacionado com a concentração de gás da amostra. A superfície do sensor é aquecida a uma temperatura constante de cerca de 200-250°C, para acelerar a taxa de reação e reduzir os efeitos das mudanças de temperatura ambiente (Sensores, 2010).

#### 2.9.1.3.3 Condutividade Térmica

É usado principalmente para a detecção de gases, com uma condutividade térmica muito maior do que o ar, por exemplo, metano e hidrogênio. Gases com condutividade térmica próxima do ar pode não ser detectado (amônia e monóxido de carbono p.e). Misturas de dois gases, na ausência de ar também pode ser medida usando esta técnica (Sensores, 2010).

O elemento sensor aquecido é exposto à amostra e o elemento de referência é colocado em um compartimento selado. Se a condutividade térmica da amostra de gás é maior do que a referência, então a temperatura do elemento sensor diminui. Se a condutividade térmica do gás da amostra é menor do que a referência, em seguida, a temperatura da amostra aumenta no elemento. Estas mudanças de temperatura são proporcionais à concentração de gás presente no elemento da amostra que por sua vez produzem sinais elétricos proporcionais que são interpretados por instrumentação eletrônica (Sensores, 2010).

Na automação residencial, sensores de gás podem ser integrados aos alarmes para avisar aos moradores sobre possíveis vazamentos (Sensores, 2010).

#### 2.9.1.4 Sensor de fumaça

##### 2.9.1.4.1 Ótico

É um sensor que detecta quando há concentração de fumaça no local. Seu princípio de funcionamento se baseia na reflexão e dispersão de luz infra-vermelha. No seu encapsulamento é fixado um *led* que projeta um feixe de luz pulsante por um labirinto interno. Na outra extremidade do labirinto, existe um fotodiodo, que é posicionado de modo a não receber a incidência de luz IV em condições normais (Senosres,2010).

##### 2.9.1.4.2 Iônico

Os sensores iônicos de fumaça são os mais utilizados em sistemas de alarme de incêndio, devido ao baixo custo e por detectarem situações de emergência muito mais rápido, além de detectar a fumaça e até gases inerentes à formação do fogo. O sensor iônico de fumaça possui no interior de seu encapsulamento, duas câmaras, sendo uma de referência e outra de amostragem (Sensores,2010).

Além das aplicações dos sensores de gás, em AR, os sensores de fumaça podem ser integrados a extintores de incêndio eletronicamente acionados (Sensores,2010).

#### 2.9.1.5 Sensor de Pressão

Devido a uma grande variedade de condições, faixas e materiais para os quais a pressão deve ser medida existem diferentes modelos de sensores de pressão. Geralmente a pressão é medida a partir da conversão

de um fenômeno intermediário, como o deslocamento, que pode ser medido por um sensor. Existem diferentes métodos disponíveis para medição de pressão que dependem se a pressão a ser medida é maior ou menor que a pressão atmosférica. De todos os sensores de pressão, sensores em ponte de Wheatstone são os mais comuns, oferecem soluções para atender as necessidades quanto à exatidão, tamanho, robustez e custos. (National Instruments, 2013)

Sensores em ponte são utilizados para aplicações envolvendo pressões altas e baixas, e pode medir tanto pressão absoluta, manométrica e diferencial (diferença de pressão entre dois pontos). (National Instruments, 2013)

Na AR estes sensores podem ser utilizados para realizar o controle da pressão de tubulações de gás.

#### 2.9.1.6 Sensor fotoelétrico

Sensores que trabalham com luz são muito mais rápidos que sensores mecânicos, pois não apresentam inércia e não têm peças móveis que quebram ou desgastam. Os sensores fotoelétricos podem ser de diversos tipos, sendo empregados numa infinidade de aplicações na indústria e em outros campos. Existem diversos dispositivos sensores que podem ser utilizados como sensores de luz, e sua escolha vai depender basicamente de suas características (Sensores, 2010).

Na automação residencial, sensores de luz podem ser utilizados para fazer o controle de iluminação de ambientes: por exemplo detectando a luminosidade ambiente e regulando o brilho das lâmpadas por um *dimmer*.

#### 2.9.1.7 Sensor de presença passivo

O sensor de presença PIR (*Passive Infrared*) não possui uma fonte de infravermelho própria. Consegue sentir variações de calor através da análise de variações no espectro infravermelho (Sensores, 2010).

Como todos os objetos emitem calor na forma de radiação infravermelha, o que o sensor PIR faz é comparar o valor lido com um valor pré-definido para temperaturas normais. Quando este detecta uma radiação infravermelha acima do valor pré-definido, o sensor emite o aviso de presença que nos casos trata-se de um pino de saída indicando nível alto ou baixo.

## 2.10 Atuadores

### 2.10.1 Motor ac

São os mais utilizados, porque a distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Seu princípio de funcionamento é baseado no campo girante, que surge quando um sistema de correntes alternadas trifásico é aplicada em pólos defasados fisicamente de  $120^\circ$ . Dessa forma, como as correntes são defasadas  $120^\circ$  elétricos, em cada instante, um par de pólos possui o campo de maior intensidade, cuja associação vetorial possui o mesmo efeito de um campo girante que se desloca ao longo do perímetro do estator e que também varia no tempo (WEG,2014).

Dentro da automação residencial são bastante utilizados em portões eletrônicos.

### 2.10.2 Motor CC

Um motor de corrente contínua converte energia elétrica em energia mecânica, como qualquer motor, mas tem uma característica que o individualiza: deve ser alimentado com tensão contínua. Essa tensão contínua pode provir de pilhas e baterias, no caso de pequenos motores, ou

de uma rede alternada após retificação, no caso de motores maiores (WEG,2014).

Dentro da automação residencial motores são de grande importância, pois podem ser usados em sistemas de abertura de janelas e portas.

### 2.10.3 Servo Motor

Servomotor é uma máquina, mecânica ou eletromecânica, que apresenta movimento proporcional a um comando, em vez de girar ou se mover livremente sem um controle mais efetivo de posição como a maioria dos motores; servomotores são dispositivos de malha fechada, ou seja: recebem um sinal de controle; verificam a posição atual; atuam no sistema indo para a posição desejada (AKIYAMA,2012).

Na automação residencial os servo-motores podem ser utilizados para abrir e fechar persianas com grande precisão, estabelecendo assim um sistema de controle avançado.

### 2.10.4 Motor de passo

O funcionamento básico do motor de passo é dado pelo uso de solenóides alinhados dois a dois que quando energizados atraem o rotor fazendo-o se alinhar com o eixo determinado pelos solenóides, causando assim uma pequena variação de ângulo que é chamada de passo (Motor de passo, 2008).

É amplamente usado em impressoras, scanners, robôs, câmeras de vídeo, brinquedos, automação industrial entre outros dispositivos eletrônicos que requerem de precisão (Motor de passo, 2008).

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Especificação do Projeto

Nesta etapa foi realizado um estudo da viabilidade econômica e financeira do projeto, do mercado consumidor e foram levantados os requisitos do sistema desenvolvido. Maiores detalhes dessa análise estão na seção 5 Plano de Negócios.

#### 3.1.3 Levantamento de requisitos

##### 3.1.3.1 Requisitos Funcionais

Os Requisitos Funcionais (RF) do sistema, aqueles relativos às funcionalidades que ele pode realizar, compreendem principalmente as funcionalidades do sistema, referentes à interface homem-máquina.

- RF 1 – Deverá ser desenvolvido um sistema que permita controlar equipamentos da residência;
- RF 1.1 – O controle dos equipamentos variará e poderá ser: ligar, desligar, detectar estado, modificar configuração ou medir nível de uma variável por intermédio de um sensor;
- RF 2 – Haverá um microprocessador que atuará como placa central do sistema com interface *Ethernet* e UART;
- RF 2.1 – Para proteger a central haverá um invólucro de plástico com dimensões de 14,5cm x 9,5cm x 3,5cm;
- RF 2.2 – Para fora do invólucro ficará visível o *display* LCD;
- RF 3 – O controle dos equipamentos ocorrerá por uma página *web*;
- RF 4 - A central do sistema poderá ser utilizada mesmo na ausência de energia elétrica;

- RF 5 – A residência controlada possui 4 peças: quarto grande, quarto pequeno, cozinha e banheiro;
- RF 6 – Cada peça da residência poderá ter seus equipamentos e sensores controlados independentemente.

### 3.1.3.2 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais (RNF) tratam do desempenho e meios de desenvolvimento do sistema.

- RNF 1- A placa central do sistema terá um processador ARM Cortex M3.
- RNF 2- As demais placas utilizarão o MSP430 da Texas Instruments.
- RNF 3 – Os códigos do sistema serão desenvolvido utilizando o compilador IAR.
- RNF 4 – A comunicação entre as placas ocorrerá via RS485 à 115200 bps, 8 bits e sem paridade.
- RNF 5 – O sistema deverá ser instalado em uma residência com energia elétrica de 127V/60Hz e que tenha pelo menos um roteador com acesso à rede.

## 3.2 Modelagem de Soluções

Após analisar o contexto atual do mercado de automação residencial, de levantar os requisitos funcionais e não funcionais do projeto e realizar o estudo da viabilidade econômica e financeira do projeto, partiu-se para a modelagem de tecnologias que podem atender as funcionalidades previstas. O estudo completo dessas tecnologias está na seção 2 desta documentação.

### 3.2.1 Central de monitoramento do sistema

Os principais modos de controlar uma residência são por um computador central ou módulos embarcados. Para atender aos requisitos do projeto a segunda opção é mais viável visto seu menor custo e alta disponibilidade.

Assim, o primeiro detalhe abordado foi a escolha de uma placa central para o sistema. Esta placa deveria ter pelo menos suporte a comunicação *Ethernet*, 1 UART, ADC e 10 pinos de I/O's. Optou-se pelo ARM Cortex M3 devido a grande disponibilidade no mercado. Ainda precisava-se escolher um *kit* de desenvolvimento com processador dessa arquitetura que fosse de baixo custo. Devido a prévia disponibilidade, escolheu-se utilizar a placa de desenvolvimento *Stellaris EKS-LM3S6965*.

### 3.2.2 Comunicação entre placas de microcontroladores

O sistema deve ser implementado em uma residência protótipo de 40m<sup>2</sup>, mas pode funcionar também da mesma maneira em uma casa maior.

Para controlar os equipamentos desta residência através de um módulo embarcado devem haver placas de microcontrolador auxiliares, pois as distâncias aplicadas são de até 9 metros e realizar a comunicação direta com a central acabaria gerando ruídos que impossibilitariam uma comunicação eficaz.

As tecnologias de comunicação vistas na seção 2 são: redes sem fio (*Bluetooth*, *Wi-Fi*, *ZigBee* e *Z-Wave*), redes baseadas em sistemas de distribuição elétrica (*X-10* e *CEBus*), híbridas (*LonWorks*, *CAN* e *UPnP*) e tecnologias RS485 e RS232.

Considerando os objetivos do projeto e feita a análise comparativa com os demais modos de comunicação, decidiu-se por utilizar o RS485 para realizar a comunicação entre a placa central e as auxiliares.

A exclusão das demais formas de comunicação deve-se aos seguintes fatos:

- A comunicação sem-fio exigiria placas auxiliares com maior poder de processamento, aumentando o custo do projeto;
- A transmissão sem-fio é suscetível a ruídos;
- Muitos dos protocolos de comunicação são proprietários, tal fato aumentaria os custos do projeto para pagar *royalties*;
- A transmissão de dados pela rede elétrica é suscetível a ruídos;
- A dificuldade de desenvolvimento de códigos de programação seria maior se fosse escolhido algum outro protocolo de comunicação.

A utilização da tecnologia RS485 justifica-se pelos seguintes motivos:

- O circuito para conversão de nível 3,3V (dos microcontroladores) para RS-485 é de baixo custo;
- Ampla disponibilidade no mercado de circuitos de conversão para RS485;
- O desenvolvedor tem liberdade para criar o próprio protocolo de comunicação;
- A transmissão de dados pode ser feita em um único cabo sem necessidade de ser blindado pois o RS485 é pouco suscetível a ruídos nas distâncias aplicadas;
- As placas auxiliares não precisam de um grande poder de processamento comparado com as demais tecnologias não utilizadas.

### 3.2.3 Placas auxiliares

Foi necessário escolher as placas de microcontroladores que atuariam em cada uma das partes da residência.

As exigências mínimas de *hardware* para a placa a ser escolhida são:

- 1 TIMER para temporização do sistema de alarme;
- 1 UART para comunicação RS485;
- 6 IO's para dispositivos controlados;
- 1 ADC para leitura de nível dos sensores.

Após extensa pesquisa optou-se por utilizar para testes o *kit* MSP-EXP430G2 da *Texas Instruments* devido ao seu baixo custo, fácil operação, disponibilidade e completo atendimento aos requerimentos do sistema.

### 3.2.4 Controle Residencial

Para fins de apresentação do projeto foram utilizados diversos dispositivos diferentes do ramo da automação e segurança residencial. Procurou-se também utilizar todas as funcionalidades das placas MSP-EXP430G2 que são: TIMERS, UART, IO's e ADC.

Assim como grande parte dos sistemas de automação residencial, este também deve ativar e desativar os equipamentos ligados em uma rede elétrica. Para isso o mais adequado é utilizar optoacopladores. Assim, foram desenvolvidas 3 placas de optoacopladores para isolar eletricamente as placas eletrônicas da rede elétrica e realizar o acionamento dos equipamentos.

No quarto pequeno há um conjunto de lâmpadas dicróicas na qual o usuário pode escolher quais deseja acionar ou selecionar entre configurações automáticas. As lâmpadas da cozinha e banheiro podem também ser acionadas.

Quanto à segurança, optou-se por instalar um alarme sonoro na residência acionado por sensores de presença e de gás. Além disso há uma câmera IP mirada para fora de casa e integrada à lâmpada e sensores de presença e luz externos.

### 3.2.5 Interface homem-máquina

Em automação residencial são aplicadas diversas formas de interface com o usuário, dentre as quais: *display* gráfico, *software* de PC, página *web*, aplicativo para *smartphone* e *tablet* e controle remoto. Dentre essas opções a mais abrangente é a página *web* pois pode ser utilizada tanto no PC quanto em dispositivos móveis. A página *web* também segue em vantagem pois ela permite que o usuário controle a residência de qualquer lugar que tenha acesso à internet.

Devido à esses motivos, escolheu-se a página *web* como forma principal de interface com o usuário do sistema.

### 3.3 Definição da solução

Após ter-se o conhecimento dos requisitos do projeto e das tecnologias que seriam aplicadas, foi planejada a solução completa que atende tais demandas. Aqui foram documentadas como as partes se comunicam e quais microcontroladores deveriam ser utilizados em cada parte da residência.

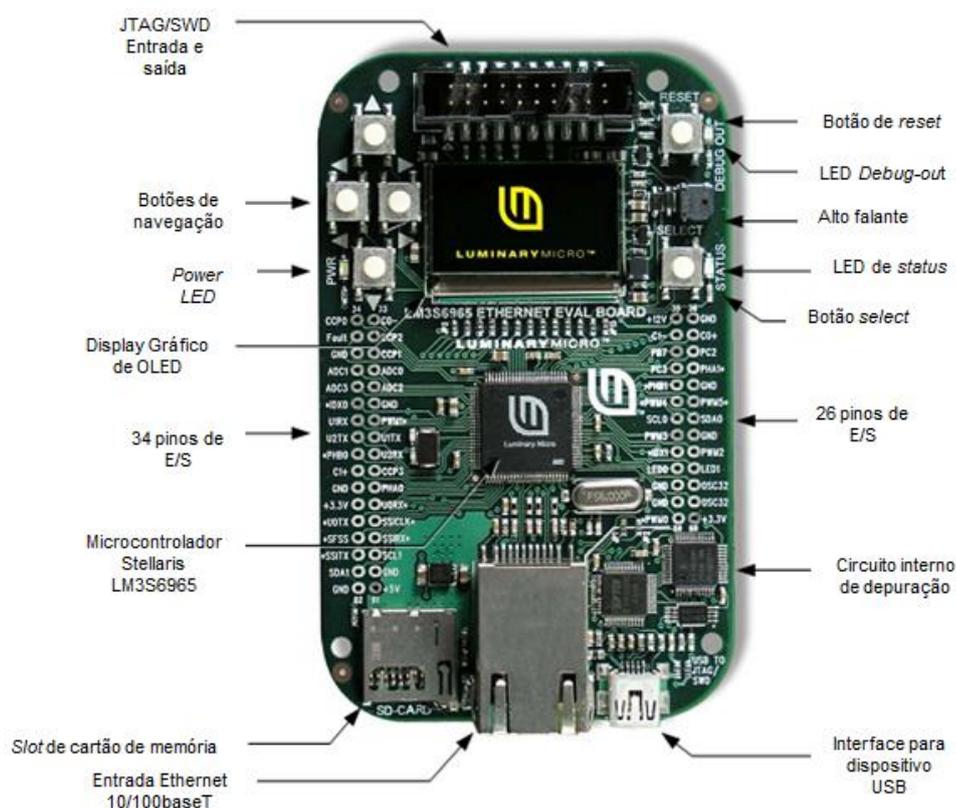
O sistema apresenta as seguintes partes: recepção do comando do usuário pela página *web* da placa principal, processamento e envio via UART dos sinais recebidos, conversão de nível TTL para RS485, transmissão via cabos, conversão de RS485 para TTL, processamento do sinal pela placa a que os dados são destinados e finalmente a realização da operação do dispositivo sendo controlado. O processo também ocorre no sentido contrário.

#### 3.3.1 Placa central

A placa escolhida para atuar como central do sistema foi a *Stellaris LM3S6965 Evaluation Board*, da figura 10, fabricada pela *Texas Instruments*. Neste documento poderá ser tratada como “*Stellaris*”, “LM3S6965” ou “placa central”.

Características:

- Controlador *Ethernet* 10/100;
- Comunicação Serial, alimentação e debug pelo cabo USB;
- *Display* gráfico OLED 128 x 96 *pixels*;
- Botões de seleção;
- Alto-falante;
- LED's de *status*;
- Conexão para cartão SD.



**Figura 14 - Texas Instruments Stellaris Lm3s6965 Evaluation Board**

Fonte: Texas instruments, 2013

O microcontrolador LM3S6965 possui como características (Texas Instruments,2013):

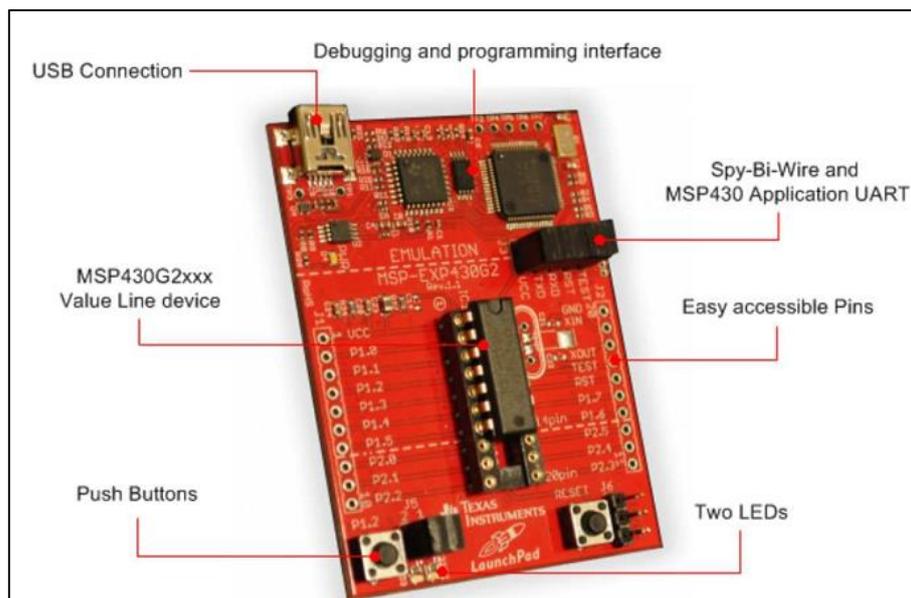
- Processador ARM® Cortex™-M3 v7M, 32-bit RISC.

- Operação em 50MHz;
- 42 canais de interrupção com 8 níveis de prioridade;
- Memória flash de 256kB;
- Memória SRAM de 64kB;
- 4 timers de 32 bits para uso geral;
- *Ethernet* MAC e PHY integrados;
- 3 UARTs completamente programáveis;
- 2 comparadores analógicos independentes;
- 2 módulos de I<sup>2</sup>C;
- 3 blocos de geração de sinais PWM;
- 0 a 42 GPIOs, dependendo da configuração do usuário.

Esta placa foi escolhida devido ao fato de ela atender as necessidades do projeto como um todo.

### 3.3.2 Placas auxiliares

Para receber o sinal da placa central e controlar os equipamentos da residência foi escolhido o microcontrolador MSP430G2553 que acompanha a placa MSP-EXP430G2, figura 11, da *Texas Instruments*. Tal escolha deve-se ao fato de ser uma opção de baixo custo e que satisfazia as necessidades do projeto, ou seja, ter pelo menos uma UART, 6 I/O's, ADC e TIMER.



**Figura 15 – MSP-EXP430G2**

**Fonte: Texas Instruments, 2013**

Cada *kit* de desenvolvimento possui (Texas Instruments,2013):

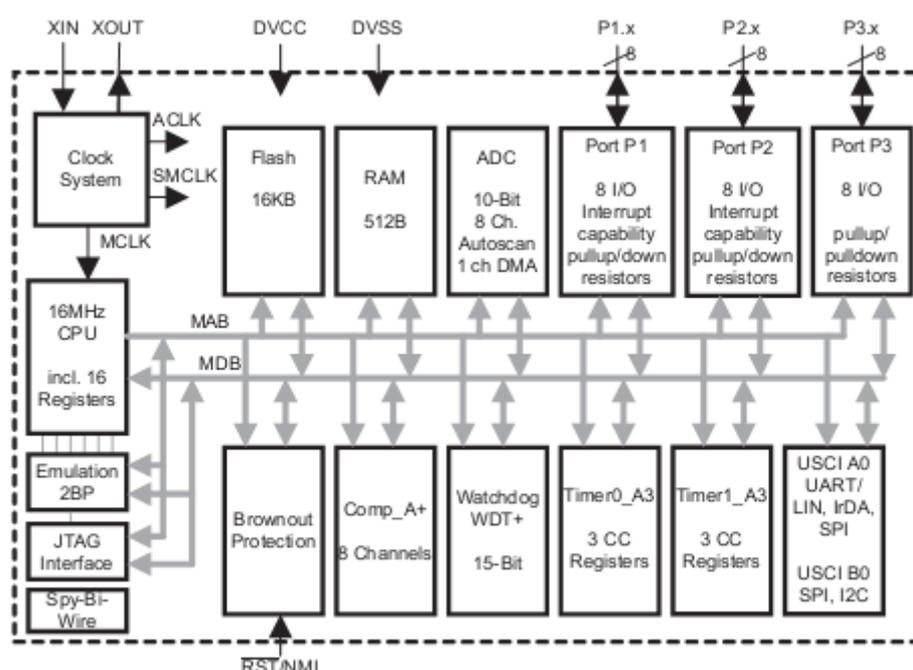
- Placa MSP-EXP430G2;
- Cabo mini-USB 0,5m;
- 1 microcontrolador MSP430G2553;
- 1 microcontrolador MSP430G2452;
- 1 Crystal de 32,768kHz;
- Guia de instalação.

Para o projeto em questão foi utilizado somente o MSP430G2553, por ter mais memória RAM e Flash do que a outra opção. A figura 12 mostra o Diagrama de blocos funcionais do MSP430G2553.

Seguem abaixo as características deste microcontrolador:

- Limites de alimentação: 1,8V a 3,6V;
- Comunicação *Universal Serial Communication Interface*
- Baixo consumo:
- Modo ativo: 230µA em 1MHz e 2,2V;
- Modo de espera: 0,5µA;
- SPI síncrona;
- 5 modos de baixo consumo;
- I<sup>2</sup>C™;

- Comparador analógico (AC);
- Arquitetura 16 bits RISC, 62.5-ns por instrução;
- Conversão A/D;
- 10-Bits 200-ksp/s Analógico para Digital(A/D):
- Conversão com referência interna;
- Frequência interna de amostragem de até 16MHz;
- 2 timers de 16 bits.



**Figura 16 - Diagrama de Blocos Funcionais do MSP430G2553**

**Fonte: Texas Instruments**

Ao todo foram utilizadas 3 MSP430G2553: uma para o quarto grande, uma para a cozinha e banheiro e uma para o quarto pequeno.

Em todas foram utilizados os recursos de TIMER, ADC, UART e programação de pinos de entrada e saída. Cada placa tem suas particularidades que serão explicadas detalhadamente na seção **3.10**

O *kit* MSP-EXP430G2 foi usado apenas na fase de testes, para apresentação do projeto, o microcontrolador deve estar em uma placa desenvolvida pela equipe.

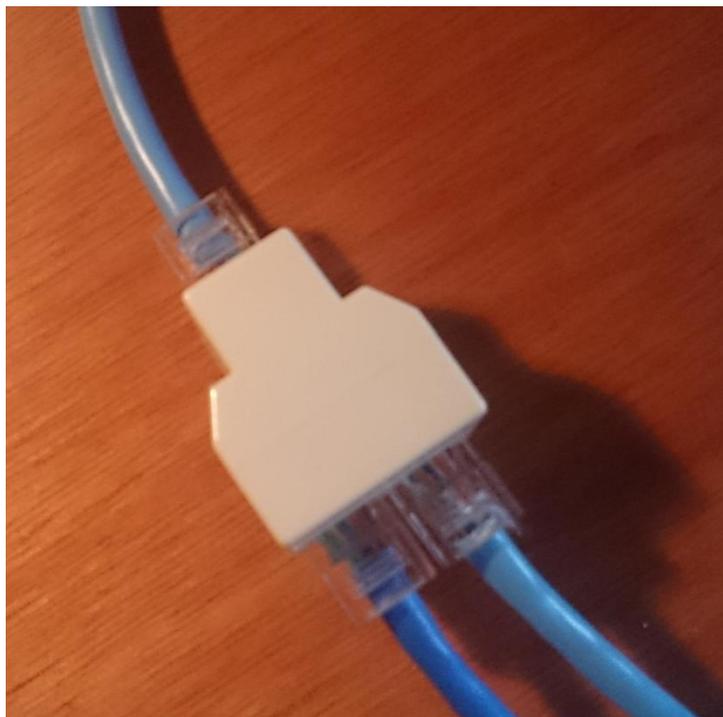
### 3.3.3 Página web

A página *web* apresenta as opções de controle das diversas peças da casa (quarto grande, quarto pequeno, cozinha, banheiro, câmera e alarme residencial). Para acessá-la o usuário conectado na rede local deve digitar o endereço IP da placa central, que aparece no *display* gráfico, em uma página de qualquer navegador *web*. Então abrirá uma página que elucida as peças a serem controladas da residência com seus respectivos equipamentos, sensores e atuadores. A cada evento gerado na página da placa é enviado um comando diferente ao processador Cortex-M3, que processa estes dados e realiza as operações devidas.

### 3.3.4 Comunicação serial

Para realizar a comunicação RS485 foi desenvolvido um protocolo pela equipe. Assim, para cada opção de controle diferente enviadas pelo usuário pela interface página *web*, a *Stellaris* envia dois caracteres diferentes. O primeiro é um número (1,2 ou 3), que identifica a placa MSP-430 que receberá os dados enviados via UART. O segundo caractere enviado é uma letra (de A à Z) que identifica o equipamento sendo controlado na peça da casa e a operação a ser realizada por ele.

Os dados enviados via UART pela placa *Stellaris* são convertidos de nível 5V para RS485.. Os caracteres são transmitidos então pela fiação (passa por cima da laje da residência) e se distribui pelos cômodos. A distribuição entre eles ocorre por conectores T de RJ45, como ilustrado na figura 13. Esta conexão, apesar de não ser o padrão aplicado na indústria, foi escolhida devido ao seu baixo custo e alta disponibilidade no comércio local. A fiação é composta por cabos de rede *Ethernet*. Nela são utilizados 8 fios: A, B, 2 fios de GND e 4 fios de +12V.



**Figura 17 – Conector “T” De Entradas Rj45 Da Fiação.**

**Fonte: Autoria Própria**

### 3.4 Implementação dos módulos

As partes do projeto foram tratadas de forma independente. Isso foi facilitado pela própria estrutura do projeto que é dividido em 4 peças e uma estação central. Assim, pôde-se concentrar especificamente em cada uma dessas partes separadamente até que ela estivesse operando do modo desejado.

Esta parte do desenvolvimento tem por objetivo explicar com detalhes os códigos de programação desenvolvidos para as diversas partes do sistema e também documentar os projetos de *hardware* desenvolvidos.

#### 3.4.1 Controle residencial

Esta parte da documentação tem por objetivo documentar os sensores e atuadores que foram utilizados no projeto, bem como as placas desenvolvidas pela equipe.

#### 3.4.1.1 Alimentação do sistema

- Fonte 127V AC/12V DC

Para possibilitar a alimentação das placas, sensores e atuadores do sistema desenvolvido foi utilizada uma única fonte de 12V e 2ª.

- Bateria UNIPOWER 12V 7Ah

Para manter o sistema em funcionamento mesmo em momento em que há interrupção do funcionamento da rede elétrica foi utilizada uma bateria UNIPOWER 12V 7Ah.

- Circuito de distribuição de tensões SW-R2F12V

Para distribuir as tensões da bateria de 12V e da fonte de 12V pela fiação do sistema foi projetada a placa da figura 14. Esta placa conta com dois fusíveis de 1A e a fonte e bateria de 12V são ligadas em paralelo. A bateria mantém-se carregando enquanto a fonte principal está acionada. Quando esta para de fornecer tensão o relé muda de posição para que a bateria não fique descarregando na fonte. A saída deste circuito são 4 pinos de +12V e dois de GND. Os 4 positivos são ligados aos cabos laranja, laranja claro, verde e verde claro do cabo UTP. As saídas de referência são ligadas nos cabos azul e azul claro do cabo UTP, da fiação do sistema;



Figura 18 - Circuito de distribuição de tensões SW-R2F12V

Fonte: Autoria própria

- Circuito de conversão de níveis de tensão SW-6BUF

Para que houvesse comunicação entre o microcontrolador MSP430, nível alto 3,3V, e o MAX485, nível alto 5V, foi necessário um circuito que fizesse a conversão do nível de tensão. Com esquemático na figura 15.

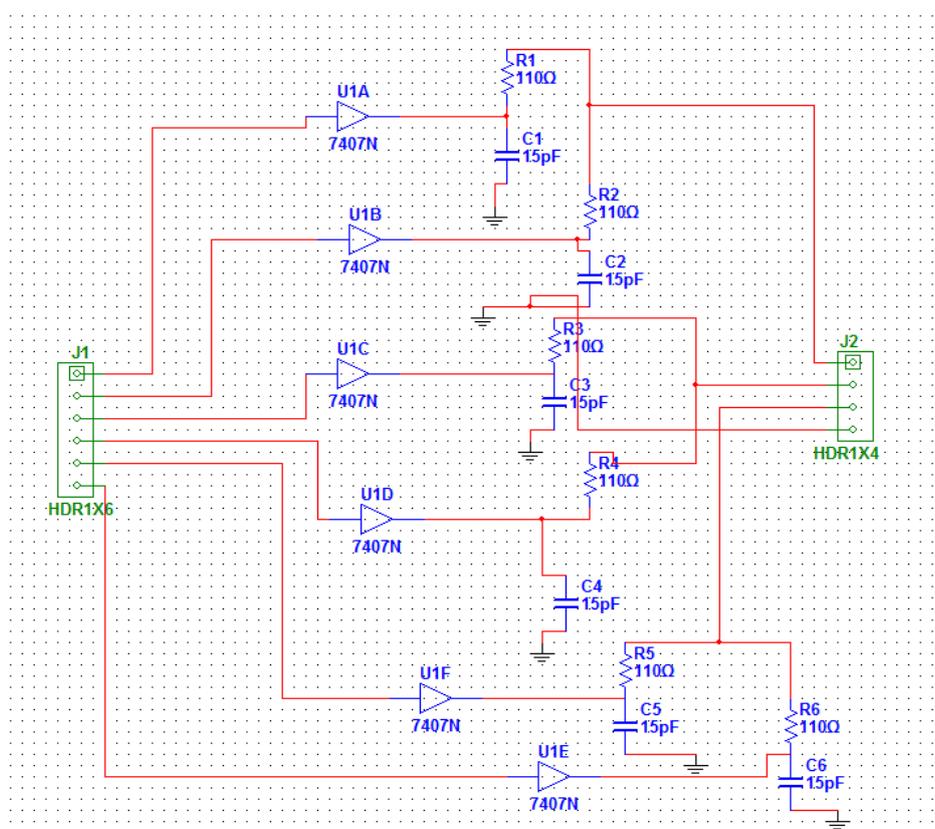
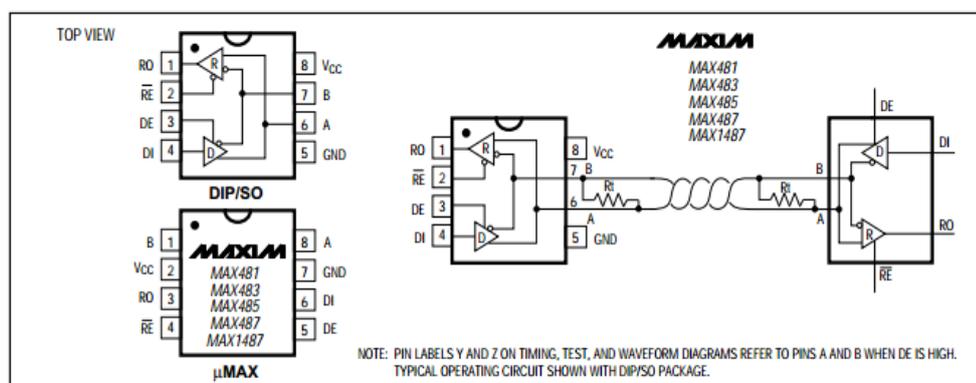


Figura 19 - Esquemático do circuito de buffers projetado.

Fonte: Autoria própria

### 3.4.1.2 Barramento: Placa MAX485

Para realizar a conversão para a comunicação RS-485 *half duplex* foi utilizado o CI MAX485, com configuração de pinos e circuito típico de operação ilustrado na figura 16.

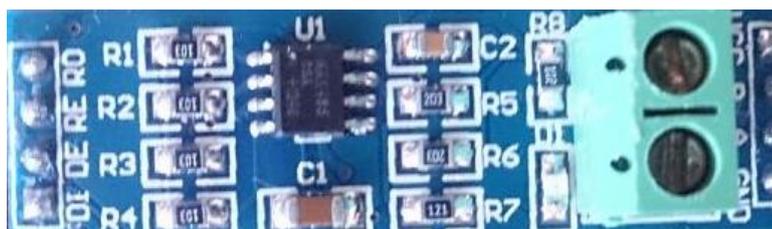


**Figura 20 - MAX485: Configuração de pinos e circuito de operação**

Fonte: MAX485 *datasheet*

Nas placas SW-MSP430, RE e DE do MAX485 foram conectados ao P1.0 e na placa *Stellaris* ao PF0. Em ambas as placas, esses pinos ficam em nível alto quando estão transmitindo dados e baixo quando recebendo.

Na figura 17 está ilustrada a placa conversora de nível TTL para RS-485. Nas placas SW-MSP430 há um espaço reservado para conectar este circuito.



**Figura 21 - Placa para conversão TTL/RS-485**

Fonte: Autoria própria

### 3.4.2 Placas SW-MSP430

Para atender as necessidades do projeto foram projetadas placas que integram o MSP430G2553, o circuito conversor de nível RS485 para 3,3V, e reguladores de tensão para +5V e +3,3V, ver esquemático na figura 18. O nome desta placa é *Sisar Web MSP-430*, com nome abreviado nesta documentação para SW-MSP430.

A figura 19 explicita o *layout* projetado e a figura 20 o circuito montado.

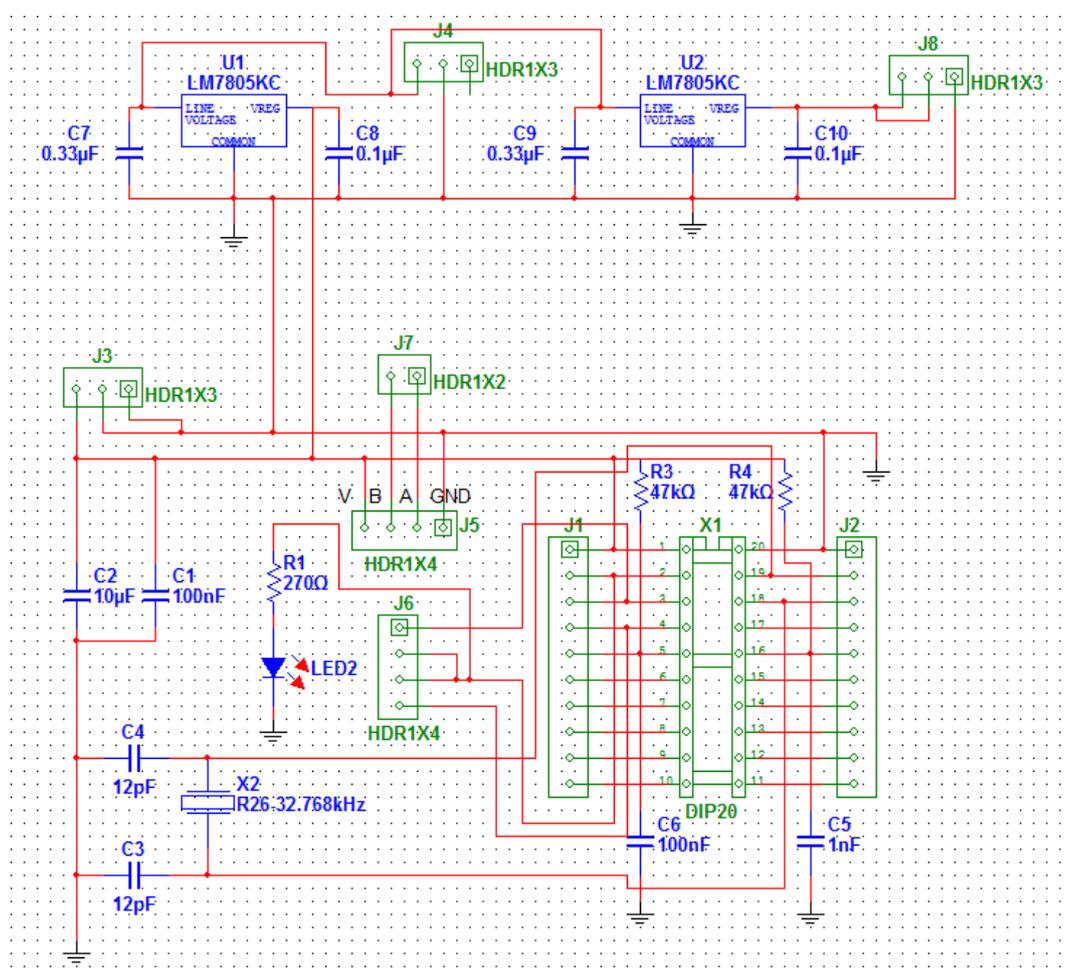
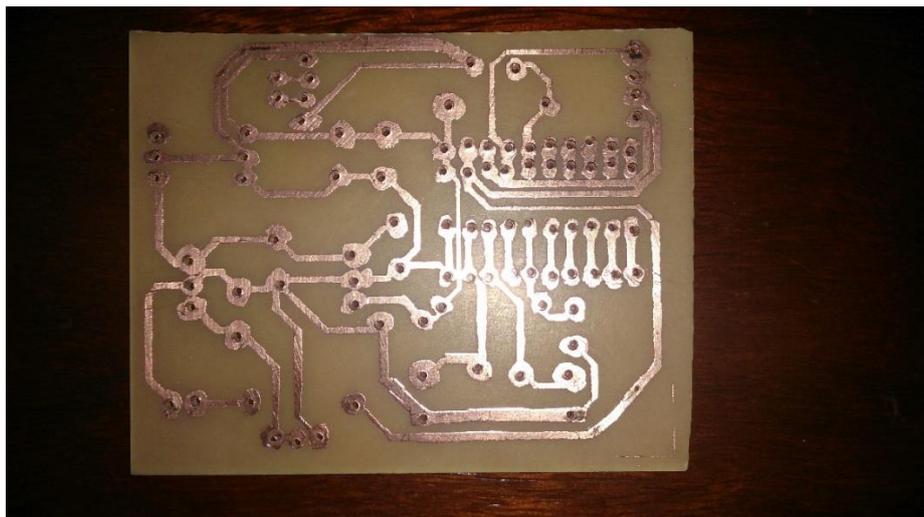


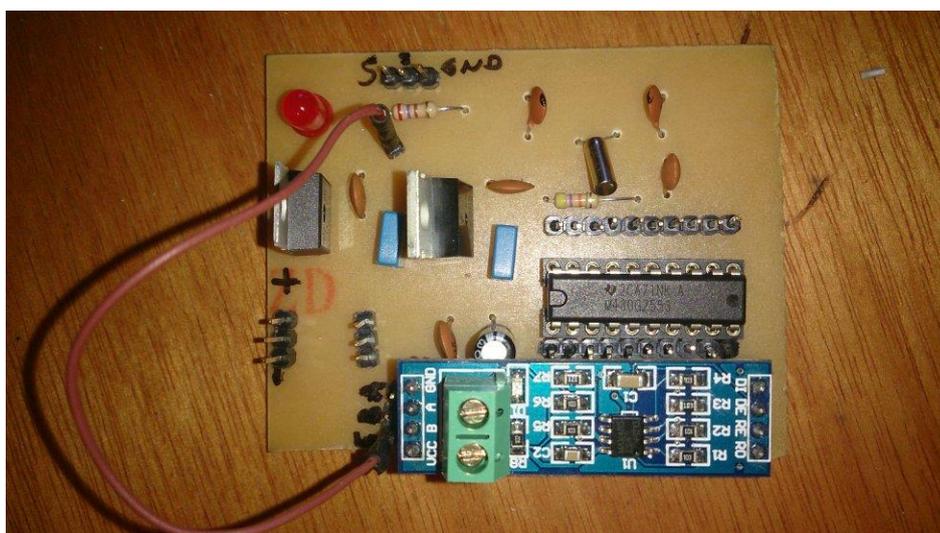
Figura 22 - Diagrama esquemático das placas SW-MSP430.

Fonte: Autoria própria.



**Figura 23 - Layout da placa SW-MSP430 projetada.**

**Fonte: Autoria própria**



**Figura 24 - Placa do SW-MSP430 montada.**

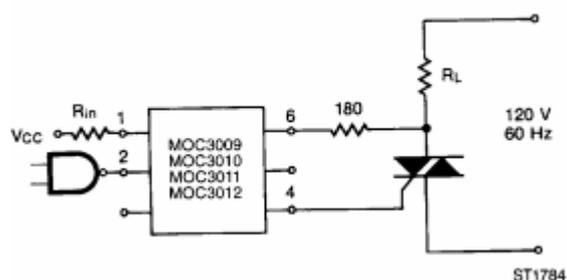
**Fonte: Autoria própria**

### 3.4.3 Atuadores

#### 3.4.3.1 Placa SW-R3OP

Para o acionamento de dispositivos ligados na rede elétrica de 127V foram utilizados circuitos com optoacopladores modelos MOC3020 e MOC3010 e TRIAC's modelo BTA12-600. As placas SW-R5OP e SW-R6OP

têm o mesmo circuito esquemático da figura 21, variando apenas o número de equipamentos que podem ser ligados nelas.



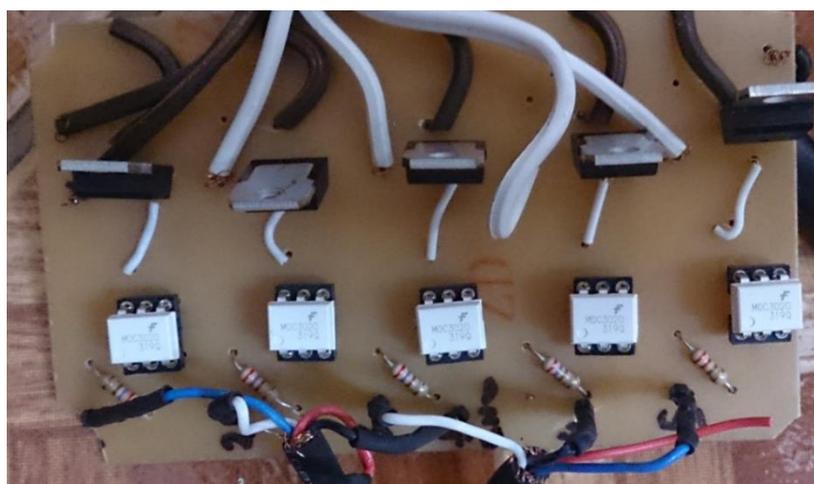
**Figura 25 - Esquemático das placas de optoacopladores**

Fonte: *Datasheet MOC3010*

Para acionar as lâmpadas da cozinha, banheiro e a lâmpada externa foi utilizada uma placa com 3 optoacopladores, chamada de SW-R3OP. Esta placa serve para acionar cargas resistivas.

#### 3.4.3.2 Placa SW-R5OP

Para acionar os dispositivos do quarto grande foi projetada a placa da figura 22, com 5 opto-acopladores, chamada de SW-R5OP.



**Figura 26 - Placa SW-R5OP**

Fonte: *Autoria própria*

#### 3.4.3.3 Placa SW-R6OP

Para acionar o conjunto de lâmpadas dicróicas do quarto pequeno foi projetada uma placa de 6 optoacopladores, chamada de SW-R6OP, figura 23.



**Figura 27 - Placa SW-R6OP montada**

**Fonte: Autoria própria**

#### 3.4.3.4 Placas de Relés *Funduino*

Para acionar cargas indutivas e o sistema de alarme foi utilizada esta placa de relés da figura 24.

Características das placas (Deal Extreme,2013):

- Cor: Vermelha;
- Quantidade: 2;
- Material: placa de circuito impresso;
- VCC: terminal de entrada da fonte de alimentação positiva +3,3V;
- GND: terminal de entrada da fonte de alimentação negativa;
- IN1, IN2, IN3, IN4: terminal de controle de relé. Entrada de alto nível;
- Corrente mínima de acionamento dos relés: 5mA;
- COM: O terminal comum. Sinal de controle negativo. Curto ligado ao GND;

- LED de energia: acionado quando VCC e GND estão conectados á placa;
- LED dos relés: acionado quando o relé está ligado;
- Tensão máxima: 250V AC e 30V DC;
- Corrente máxima: 10 A RMS.

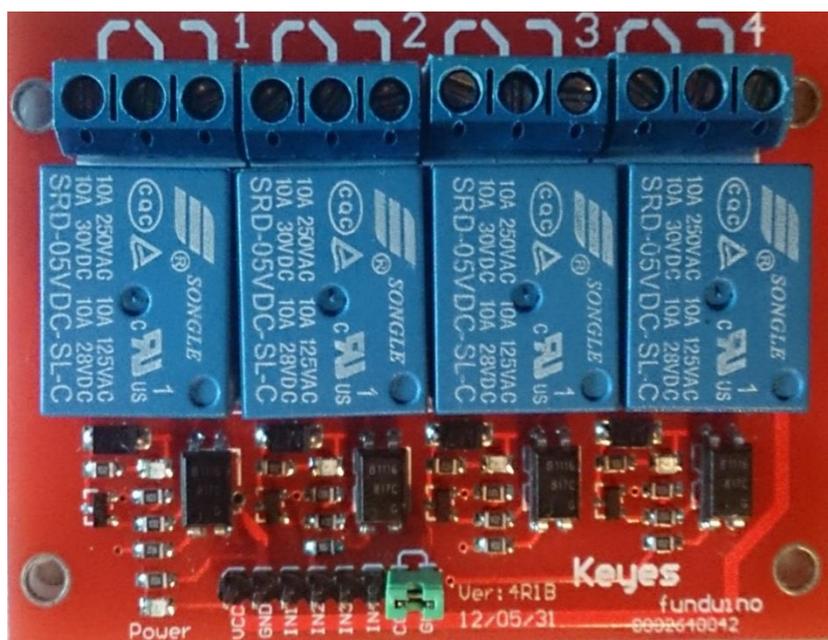
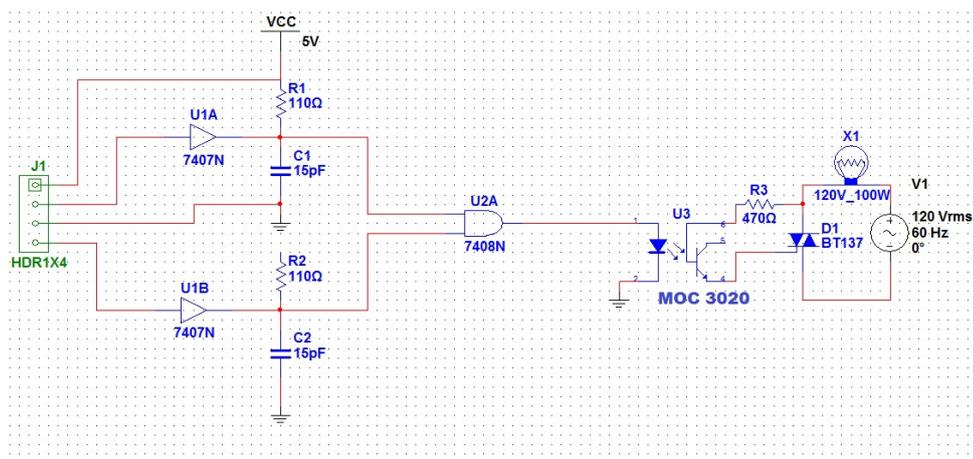


Figura 28 - Placa de Relés Funduino.

Fonte: Autoria Própria.

#### 3.4.3.5 Placa de acionamento da lâmpada externa

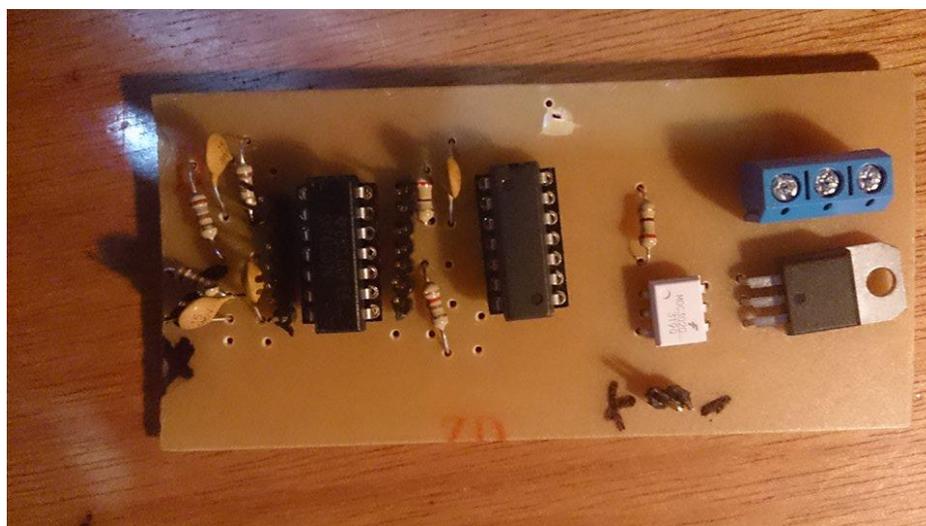
Para ativar a lâmpada da parte externa da casa foi desenvolvido o circuito do esquemático da figura 25. Nesta placa são integrados o sensor de presença e o sensor de luminosidade. As saídas digitais desses sensores são elevadas de nível 3,3V para 5V pelo *buffer* 74LS07. Então essas saídas do *buffer* são ligadas à uma porta lógica AND do CI 74LS08, e caso a luminosidade externa esteja baixa e uma presença for detectada o optoacoplador MOC3020 é acionado e a lâmpada externa é ativada. O circuito montado pode ser visto na figura 26.



**Figura 29 - Circuito esquemático de acionamento da lâmpada externa.**

**Fonte: Autoria própria.**

Este circuito colabora com o funcionamento da câmera IP, fornecendo para ela melhores imagens quando uma presença é detectada no ambiente externo.



**Figura 30 - Placa de acionamento da lâmpada externa montada.**

**Fonte: Autoria própria.**

#### 3.4.4 Alarme residencial

O alarme residencial é integrado aos sensores de presença e gás da residência. Para o sensor de gás da cozinha ele é permanentemente

ativado, devido aos raríssimos momentos em que deverá soar. Já para os sensores de presença ele pode ser ativado ou desativado pelo usuário. O alarme utilizado está exposto na figura 27.



**Figura 31 - Alarme utilizado**

**Fonte: Autoria Própria**

Características (*Datasheet* alarme):

Tensão: 5~12V;

Intensidade sonora: 120dB.

Após o sistema de alarme ser ativado na página *web* do sistema, é aguardado 1 minuto para que os ocupantes possam sair de casa e só então o sistema de alarme estará efetivamente acionado. Após esse tempo, caso alguma presença for detectada na casa o alarme irá soar por 5 minutos seguidos e então irá parar caso nenhuma movimentação seja detectada neste intervalo de tempo.

O apêndice A mostra um trecho de código do MSP430 do quarto grande referente ao acionamento do sistema de alarme.

### 3.4.5 Sensores

Considerando os objetivos do projeto, dimensões da casa e as necessidades dos moradores, optou-se por utilizar sensores de presença e

gás para fins de segurança e o sensor de luminosidade para maior comodidade e consumo inteligente de energia.

#### 3.4.5.1 Sensor de Presença

O sensor de presença PIR (*Passive Infrared*) utilizado no quarto grande e nas demais peças da casa foi o HC-SR501, figura 28, e é controlado pela placa SW-MSP430 do quarto grande.

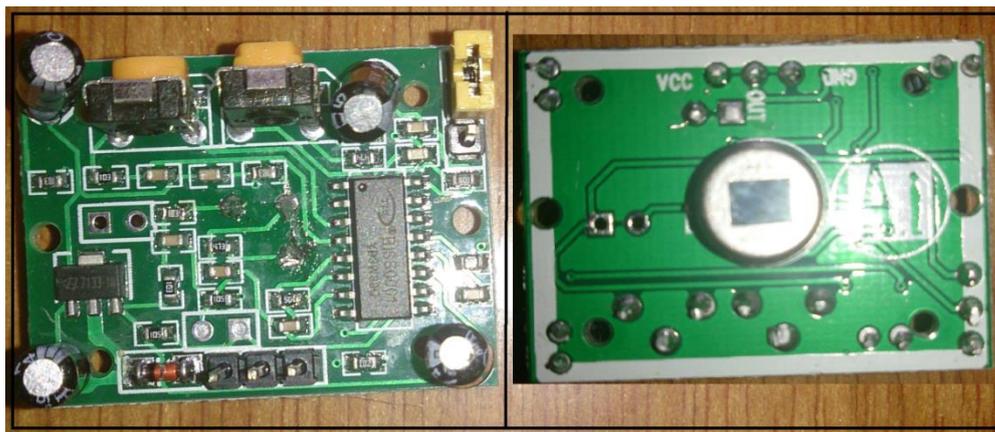
Parâmetros técnicos do HC-SR501 (*Datasheet* HC-SR501):

- Tensão de funcionamento: DC 5V á 20V;
- Consumo de energia estática: 65  $\mu$ A;
- Tensões de saída: 0V e estado ativo em 3,3V;
- Tempo de atraso: ajustável (0,3 segundo á 18 segundos);
- Tempo de bloqueio: 0,2 segundo;
- Alcance de detecção: 7 metros de distância, 120°;
- Temperatura de Operação: -15°C a 70°C;
- Dimensões PCB: 32 mm x 24 mm.

Características:

Sensor automático: quando alguém entra na linha de alcance do sensor a saída vai para 3,3V.

Passado o tempo de atraso, o qual pode ser regulado por um trimpot no próprio módulo, a tensão volta para nível baixo até que ocorra uma nova movimentação no cone de alcance do sensor, que é de 120°.



**Figura 32 - Sensor PIR HC-SR501**

**Fonte: Autoria Própria**

#### 3.4.5.2 Sensor de gás

O sensor de gás utilizado no projeto, figura 29 é o modelo MQ-2, capaz de detectar níveis de propano e metano. Ele está posicionado no teto da cozinha e serve como dispositivo de segurança em casos de incêndio ou vazamento de gás.

Características (*Datasheet MQ-2*):

- Trimpot integrado para ajuste de sensibilidade;
- Tensão de operação de 5V;
- Saídas digital e analógica;
- Dimensões: 4,5cm x 1,8cm.

No projeto em questão foi utilizada a saída analógica do sensor e lido seu valor no ADC da placa SW-MSP430 da cozinha.

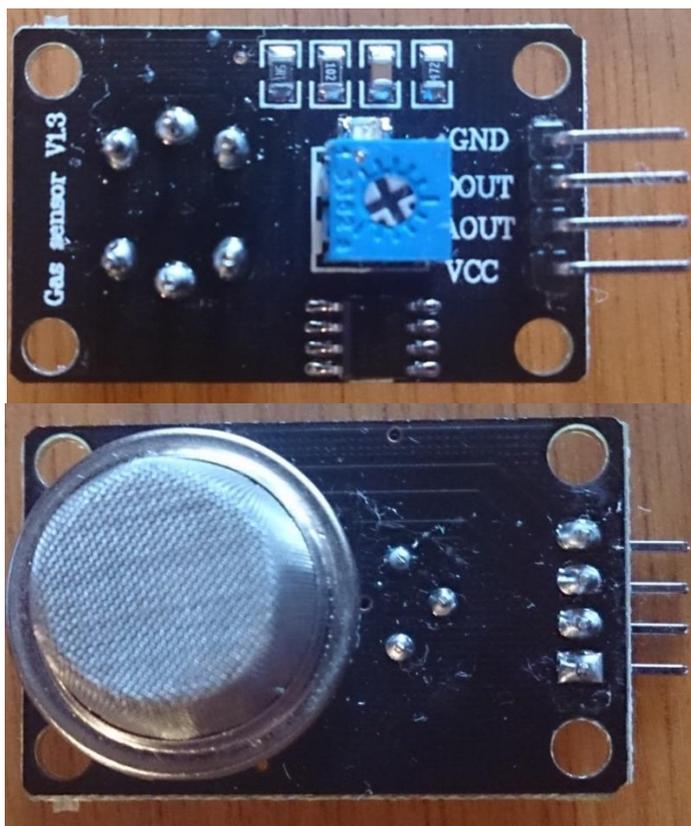


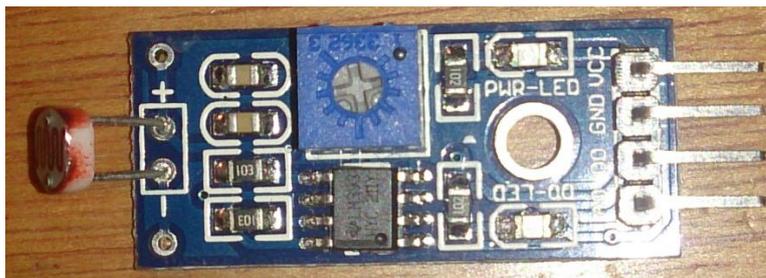
Figura 33 - Sensor De Gases Mq-2

Fonte: Autoria Própria

#### 3.4.5.3 Sensor de luminosidade

Pode-se acionar automaticamente a lâmpada externa utilizando o sensor de luminosidade. Este sensor trabalha em conjunto com a Câmera IP e sensor de presença externo. Assim quando está noite e uma presença foi detectada, a lâmpada externa acende. Isto facilita a visualização das imagens na câmera IP.

O sensor de luminosidade utilizado foi o módulo da figura 30 que utiliza um fotoresistor (LDR) e um comparador de tensão LM393. Pode ser alimentado com tensões entre 3,3V e 5V. Possui saídas digital e analógica e um *trimpot* para regular quando a saída digital deve ser ativada.



**Figura 34 - Sensor de luminosidade LDR**

**Fonte: Autoria própria**

O apêndice B mostra um trecho de código referente ao ADC que faz a leitura da luminosidade ambiente. A leitura dos níveis de gás também funciona de modo semelhante.

#### 3.4.6 Página *web*

A principal interação do usuário com o sistema é por uma página *web* através da qual ele pode acessar a Câmera IP, bem como a página de cada cômodo e, assim, ligar/desligar equipamentos e verificar se os sensores estão detectando algo, como na figura 32. Após confirmar uma operação é soado um sinal sonoro, na placa *Stellaris*, para fins de notificação de sucesso.

Toda vez que é iniciada uma conexão com a página *web* são pedidos o usuário e senha do sistema, assim como na figura 31, para evitar que pessoas não autorizadas acessem o sistema.

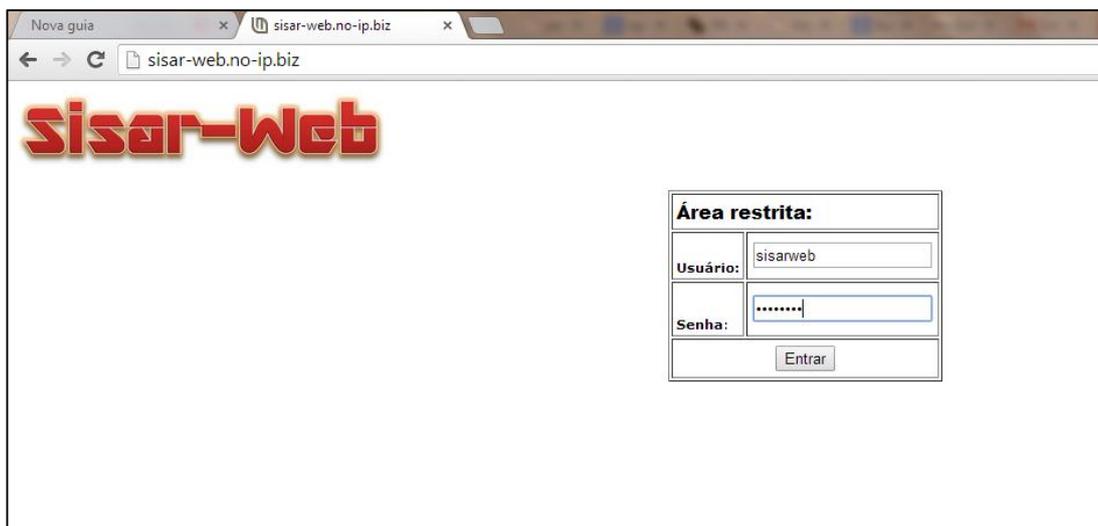


Figura 35 - Pagina Web inicial

Fonte: Autoria própria



Figura 36 - Página do alarme

Fonte: Autoria própria

A figura 33 mostra a página destinada ao quarto grande, com seus respectivos equipamentos e sensor.



Figura 37- Página Web do Quarto Grande

Fonte: Autoria Própria

Se for detectada a presença pelo sensor é mostrada na página a informação de “Movimentação detectada” e “Sem movimentação”, caso o contrário.

Na página do quarto pequeno o usuário pode escolher as cores das lâmpadas que deseja acender (azuis, vermelhas, verdes ou amarelas) ou escolher uma entre quatro opções de piscamento automático, ver figura 34.



Figura 38 - Página Web do Quarto Pequeno

Fonte: Autoria Própria

A página da cozinha, como se vê na figura 35, tem a visualização do nível de gás, informando se o mesmo está baixo, médio, alto ou altíssimo.



Figura 39 - Página Web da Cozinha

Fonte: Autoria Própria

Caso alguma das placas não esteja mandando a resposta correta para a Stellaris quando esta solicita o status dos equipamentos, aparecerá a palavra “desconectado”, assim como na figura 36 mostra a página do banheiro que conta com um sensor de presença e uma lâmpada comandável.



Figura 40- Página Web do Banheiro

Fonte: Autoria Própria

Há dois modos de acessar a página, sendo que ambos requerem a senha da Lan registrada no roteador:

- Quando se está fora da rede Lan digita-se o endereço <http://www.sisar-web.no-ip.biz>
- Quando se está conectado na mesma rede Lan que a LM3S6965 (servidor web), digita-se o endereço IP da mesma que aparece na tela inicial do *display*.

A página foi desenvolvida com o programa *Adobe Dreamweaver CS6*. O *layout* da página teve que ser limitado devido a falta de espaço de memória *flash* na placa Stellaris LM3S6965.

### 3.4.7 Display gráfico da Stellaris

No *display* gráfico da placa central é explicitado o nome do projeto, *Sisar-Web*, o IP da placa na rede local e o IP do roteador na *web*.

### 3.4.8 Comunicação Serial

A comunicação serial foi programada tanto para a *Stellaris* quanto para as placas SW-MSP430. Cada vez que um evento ocorre na residência, dois caracteres são transmitidos pela fiação do sistema. O primeiro caractere é um número (1,2 ou 3) e representa a parte da casa que os dados devem ir ou vir. O segundo caractere é uma letra (de A à Z) e representa as ações que os dispositivos controlados devem executar.

Tanto a placa *Stellaris* quanto a SW-MSP430 estão programadas para receber os mesmos dados seriais. Cada uma delas atuará de forma diferente de acordo com os dados que receberem.

Quando a SW-MSP430, por exemplo, envia à *Stellaris* que o sensor de presença do quarto grande foi acionado será enviado primeiramente o caractere '1', que identifica o quarto grande e então o caractere 'm' que representa que o sensor de presença foi acionado. Assim que a *Stellaris* receber estes caracteres ela atualizará esta informação na página *web*.

O usuário pode selecionar na página *web* que deseja que sejam acesas as lâmpadas azuis do quarto pequeno. Então a *Stellaris* processará a informação recebida da página e enviará pela serial o caractere '2', que representa o quarto pequeno, seguido do caractere 'H', que representa as lâmpadas azuis acesas. Em seguida a SW-MSP430 faz a leitura do nível atual da lâmpada envia o caractere 'h' para a *Stellaris*, a qual envia a string "ON" para a página HTML. O apêndice C mostra como foi programada a serial da *Stellaris* e o apêndice D a serial da SW-MSP430 da cozinha. O apêndice E apresenta um trecho de código referente a transmissão de status da lâmpada da SW-MSP430 da cozinha.

O apêndice F mostra um trecho de código que exemplifica um recebimento de caracteres pelo SW-MSP430 e ativa/desativa um equipamento.

### 3.4.9 Comunicação *Ethernet*

A *Stellaris* LM3S6965 foi também programada para funcionar como um servidor *web*, sendo assim, para o usuário acessar de fora da rede LAN foi necessário configurar o roteador da residência para que o endereço IP da LM3S6965 tivesse uma porta dedicada para dados HTML.

A página *web* se comunica com a *Stellaris* enviando pacotes que chamam funções dedicadas. O apêndice G mostra um trecho do código HTML da página, onde cabe ao usuário clicar no botão e então é enviada a função para a lâmpada da cozinha.

Para melhor entendimento, todos os trechos de código da comunicação serial e *Ethernet* envolvem a lâmpada da cozinha. Os demais equipamentos funcionam de maneira semelhante.

A comunicação com a página html ocorre de duas formas:

- Quando se clica em algum dos botões para realizar alguma operação e é enviada uma string como por exemplo `"/cgi-bin/light_kitchen_on?id"`, constada no apêndice H.
- Quando automaticamente a página de algum cômodo envia uma string como por exemplo `"/light_kitchenstate?id="`, constada no apêndice I.

Na primeira situação o usuário clica na opção de controle desejada, a *Stellaris* recebe a solicitação da página e envia o devido caractere pela porta serial que então chega na placa SW-MSP430, específica para tal caractere, e ela realiza a operação solicitada (por exemplo desligar a lâmpada da cozinha). Após isso a SW-MSP430 retorna um caractere de *status* da lâmpada (se estiver ligada manda 'a', se estiver desligada manda 'b'). A serial da *Stellaris* recebe este caractere e conforme ele, envia uma *string* diferente para a página HTML: se receber 'a' envia "ON", se receber 'b' envia "OFF".

A solicitação da página para leitura dos sensores ocorre a cada 5 segundos.

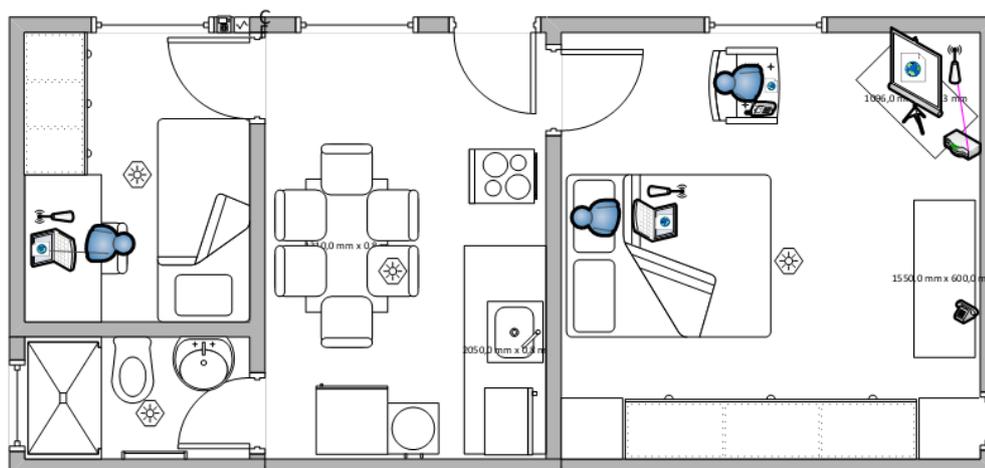
### 3.5 Integração dos módulos

#### 3.5.1 Residência protótipo

O projeto foi instalado na residência de Felipe Joly Petrek. Ao todo são 4 peças controladas:

- Quarto grande (L 4,35 m x C 4,1 m x H 2,40 m);
- Cozinha (L 2,90 m x C 4,10 m x H 2,40 m);
- Quarto pequeno (L 2,35 m x C 3,00 m x H 2,40 m);
- Banheiro (L 2,35 m x C 1,10 m x H 2,40 m);
- Espessura das paredes: 15 cm.

A figura 37 mostra a planta da residência, explicitando também seus móveis.



**Figura 41 - Planta da Residência**

**Fonte: Autoria Própria**

Acima da laje e abaixo do telhado passam os fios da rede RS485. O roteador localiza-se no canto do quarto grande. Para cada peça existe uma lâmpada e no quarto pequeno há um conjunto de lâmpadas dicróicas controláveis pela página *web*. Cada peça possui como dispositivo de segurança um sensor de presença. Há também 2 alto-falantes para o alarme localizados no quarto grande e acima da laje. No teto da cozinha existe um sensor de gás sensível a metano, butano, propano e etanol. Os equipamentos dos quartos e lâmpadas da cozinha e banheiro podem ser

ativados e desativados com auxílios das placas de optoacopladores ligados às placas SW-MSP430. A lâmpada externa foi integrada para ser acionada em conjunto com os sensores de presença e luminosidade, deste modo é beneficiada a qualidade das imagens fornecidas pela câmera IP.

### 3.5.2 Procedimentos de instalação

Inicialmente o projeto foi desenvolvido em módulos separados, após sua finalização foi necessário integrar todas as partes para formar o sistema completo. Nesta etapa a forma final do produto foi levada em conta. Todas as partes do projeto foram inseridas em invólucros apropriados para que o produto apresentasse uma aparência comercialmente atraente.

Após certificar-se de que todas as partes do projeto funcionavam conforme planejado, começou-se a pensar na instalação do sistema nas dependências da residência.

Procurou-se sempre escolher os elementos de instalação (cabos, conectores e invólucros) de alta qualidade, afim de que se tenha uma maior robustez e durabilidade do sistema como um todo.

O primeiro passo foi a compra e montagem dos cabos UTP que realizam a comunicação RS485 entre os equipamentos e os alimenta além dos elementos de conexão entre eles.

Após isso, buscou-se no mercado local uma caixa plástica que servisse como invólucro para a placa central. Então foram feitas adaptações nesta caixa para que pudesse ser possível visualizar o *display*, conectar os botões externos e passar os cabos de comunicação e alimentação.

Os demais equipamentos também receberam invólucros adequados, porém sua montagem foi mais simples do que da central visto que só foi preciso abrir espaço para passar os fios de comunicação e alimentação.

Internamente de cada invólucro montado, para conectar os equipamentos do sistema entre eles foram confeccionados da seguinte maneira: os cabos de alimentação e comunicação RS485 foram todos do tipo UTP e seguiram todos o padrão TIA/EIA 568A. Em uma de suas pontas

eles são conectados em conectores T de RJ45 e na outra, internamente das placas de desenvolvimento, são conectados em barras de pino e isolados com espaguete termo retrátil.

Para conectar as placas SW-MSP430 com as placas relé e os demais sensores foi usado o cabo micro especial de 4x0,14mm<sup>2</sup> com 4 fios internamente. Este cabo foi escolhido por ser de alta resistência a impactos (maleável) e a ruídos (possui uma malha de cobre internamente). Para conectar este cabo nas placas e sensores, em suas pontas foram conectados terminais *Mini Modu* e isolados com espaguete termo retrátil.

Feitas as conexões dos equipamentos e adaptados seus invólucros, iniciou-se o processo de montagem final dos equipamentos em suas posições finais. As placas central e do quarto grande ficaram localizadas dentro do próprio ambiente, já as demais placas e equipamentos ficaram localizadas acima da lage e abaixo do telhado da residência. Deste modo, foi necessário furar a lage da casa em diversos pontos para passar os fios. Estes furos foram feitos em locais onde um visitante ou morador não pode perceber, deste modo as adaptações para instalação do sistema tornaram-se pouco perceptíveis.

### 3.5.3 Resultado da instalação

A figura 38 ilustra a planta da casa, em escala real, com os equipamentos do sistema, fora de escala e com disposição aproximada para facilitar a visualização. Os sensores de presença, gás e luz estão localizados nos tetos dos cômodos. A central, placa SW-MSP430 e SW-R5OP do quarto grande estão localizadas dentro deste cômodo. As demais placas SW-MSP430, placa de relés 2, fonte de alimentação do sistema, cabos e conectores estão localizados acima da lage da casa. Sob os furos 2,3 e 4 da figura 49 estão as lâmpadas controladas. Os demais equipamentos estão dentro dos cômodos. As subseções a seguir irão detalhar os resultados da instalação de cada peça da casa.

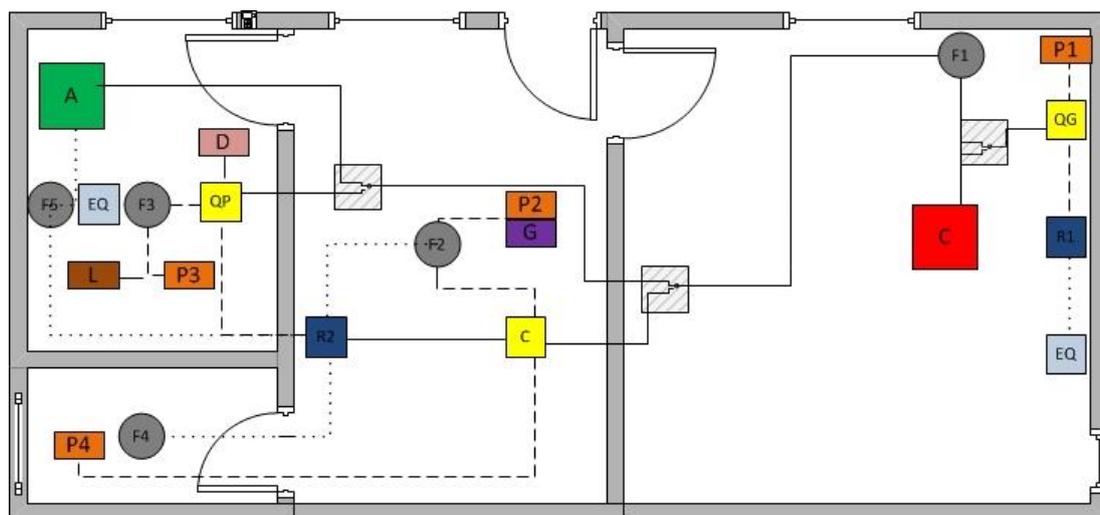


Figura 42 - Planta do sistema instalado

Fonte: Autoria Própria

### 3.5.3.1 Quarto pequeno

#### 3.5.3.1.1 Caixa de madeira do quarto pequeno

Acima da lage e exatamente ao centro do quarto pequeno foi posicionada uma caixa de madeira com dimensões 40cm x 25cm x 15cm, figura 39. Esta caixa integra:

- Fonte e bateria de 12V;
- Circuito de distribuição de tensões SW-R2F12V;
- Placa SW-MSP430 do quarto pequeno;
- Alarme sonoro;
- Placa do MAX485;
- Placa de relés *Funduino* para acionamento do alarme;
- Sensor de presença para proteção contra abertura não permitida da caixa;
- Conector T de RJ45 para distribuição da fiação do sistema;
- Pente de 3 tomadas para conectar o conjunto de lâmpadas SW-10DIC e a fonte de 12V.

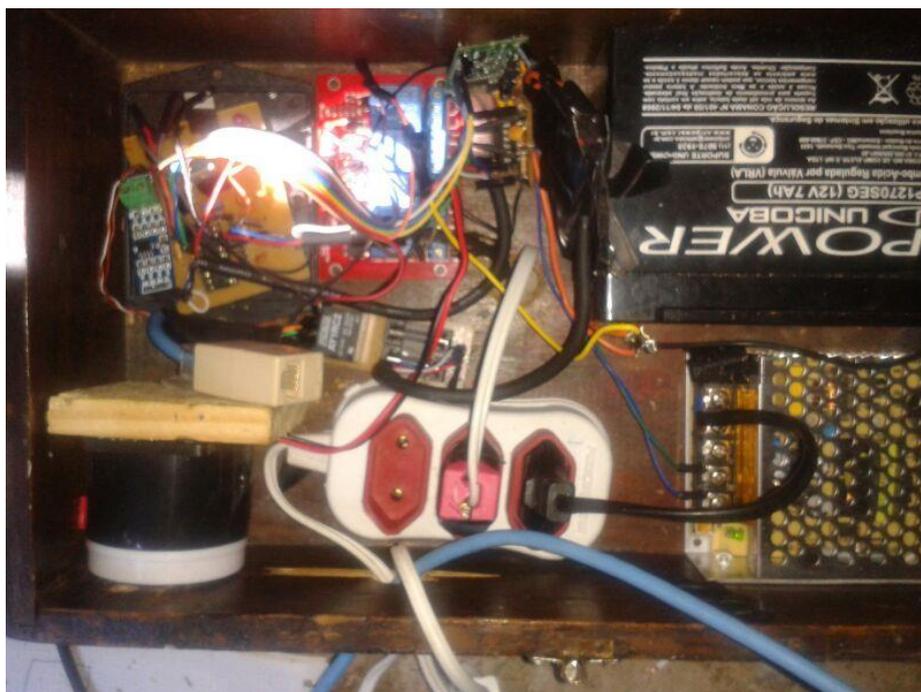


Figura 43 - Caixa de madeira do quarto pequeno

Fonte: Autoria própria

### 3.5.3.1.2 Conjunto de lâmpadas eletronicamente acionadas SW-10DIC

No teto do quarto pequeno foi instalada uma caixa, figura 40, com dimensões de 14,5cm x 9,5cm x 5cm. Foram feitos furos e adaptadas conexões para 10 lâmpadas dicróicas sendo: 3 vermelhas, 3 azuis, 2 amarelas, 2 verdes e 1 lâmpada central. A posição dessas lâmpadas pode ser trocada pelo usuário.

Dentro do invólucro está a placa SW-R6OP. As lâmpadas de mesma cor foram ligadas em paralelo na mesma saída da placa de optoacopladores, deste modo o usuário pode escolher na página *web* com quais cores deseja que o quarto pequeno seja iluminado. Também é possível escolher uma entre três configurações de piscamento automático das lâmpadas para as diversas ocasiões do cotidiano dos moradores da casa.



**Figura 44- Conjunto de lâmpadas eletronicamente acionadas**

**Fonte: Autoria própria**

### 3.5.3.2 Cozinha e Banheiro

Na cozinha e no banheiro foram utilizados circuitos com optoacopladores para controlar as lâmpadas desses cômodos. Além disso, foram posicionados no teto da cozinha os sensores de presença e gás, conforme a figura 41. Na área externa da cozinha foi posicionado um sensor de presença, um optoacoplador e o sensor de luminosidade. Estes três componentes atuam juntos para acionar a lâmpada externa colaborando assim no funcionamento da câmera de monitoramento IP.



**Figura 45- Equipamentos controlados da cozinha**

**Fonte: Autoria própria**

### 3.5.3.3 Quarto grande

Nesta peça são controlados 5 equipamentos pela placa de optoacopladores SW-R5OP adaptada pela equipe desenvolvedora à um filtro de linha *Force Line* de 5 tomadas, conforme visto na figura 42.

Os equipamentos controlados no quarto grande foram escolhidos pela necessidade dos moradores da casa, outros equipamentos poderiam ser controlados de maneira semelhante em outros projetos.



**Figura 46 - Filtro de linha do quarto grande com placa de optoacopladores SW-I5OP.**  
**Fonte: Autoria própria**

#### 3.5.3.3.1 Sistema de Áudio e Vídeo

O sistema de áudio e vídeo do quarto grande contempla:

- *Smart TV* da LG modelo LM 6700 de 42”;
- Decodificador de TV via satélite GVT;
- *Home Theater* LG HB806SV.

Todos os equipamentos acima funcionam na residência na tensão de 127V eficazes.

O acionamento e desacionamento é feito pela placa de optoacopladores SW-I5OP do quarto grande, que está conectada a placa SW-MSP430 do mesmo cômodo.

O sistema de áudio e vídeo é controlado por comandos vindos da página HTML.

O quadro 14 apresenta um trecho de código referente a mudança de níveis de uma IO da placa SW-MSP430 que atua sobre um optoacoplador da placa SW-R5OP. Os demais equipamentos controlados por optoacopladores também operam com um código semelhante.

```
        if (string2[0]=='1') { //Caractere recebido da placa
central
        // '1' refere-se ao quarto grande, '2' ao quarto pequeno,
'3' //á cozinha e banheiro
                if (string2[1] == 'A') //Segundo character
recebido // da placa central. 'A' Refere-se ao acionamento
do primeiro //dispositivo da peça em questão
                {
                        P2OUT |= 0x02; //liga televisão
                }
                if (string2[1] == 'B')
                {
                        P2OUT&= ~0x02; //desliga televisão
                }
        }
```

**Quadro 2 - Trecho de Código Referente à Mudança de Níveis de uma IO da MSP-EXP430G2 do quarto grande**

**Fonte: Autoria Própria.**

### 3.5.3.3.2 Ventilador

O ventilador controlado é um Britânia Ventus Protect 30. Pode-se ligar e desligar este aparelho através de comandos enviados da página *web*. O acionamento e desacionamento é feito pela placa SW-R5OP do quarto grande.

### 3.5.3.3.3 Câmera IP

Também pela placa SW-R5OP é possível ligar e desligar a Câmera IP *Tennis*, figura 43. Ela está localizada na mesma rede da placa central e sua página pode ser acessada após clicar em um *link* na página *web* do

sistema. O funcionamento desta câmera está integrado aos sensores de luminosidade e presença localizados na parte externa da casa.

Características da câmera (*Datasheet Cam IP*):

- Fabricante: Tervis;
- Sensor de imagem: CMOS de 1/4";
- Lente: 3,6mm;
- 10 LEDs infravermelhos;
- Distância da visão noturna: 10 m;
- Áudio de 2 vias;
- Microfone acoplado internamente;
- Compressão de vídeo: MJPEG;
- Taxa de quadros: 30fps;
- Resolução: 640x 480 pixels;
- Ângulo de giro: 340° horizontal e 90° vertical;
- Wifi IEEE 802.11 b/g;
- Alarme com notificações por e-mail com imagens;
- Alimentação: 5V 0,5A;
- Massa: 550g;
- Dimensões: 190mm x 110mm x 170mm;
- Certificações: CE, FCC, RoHS.



**Figura 47 - Câmera IP Tervis**

**Fonte: Tervis, 2013**

#### 3.5.3.3.4 Sensor de presença e alarme

Próximo ao sistema de áudio e vídeo do quarto grande foram posicionados o sensor de presença e o alarme sonoro de 120dB.

Este alarme atua em conjunto com o mesmo modelo localizado na caixa de madeira do quarto pequeno. Eles só devem soar quando o sistema de alarme foi acionado pela página *web* e uma presença foi detectada, ou a caixa de madeira do quarto pequeno foi violada ou ainda quando os níveis de gás da cozinha estão elevados.

### 3.6 Validação do protótipo

Com o projeto finalizado e devidamente instalado foram realizados testes para verificar o comportamento da transmissão RS485 e do sistema todo em situações adversas com longo tempo de uso. Assim pôde-se verificar as partes que apresentaram problemas e feitas as devidas correções.

Esta seção aborda as medidas tomadas para a verificação de erros e testes dos componentes do sistema durante o seu desenvolvimento. Também mostrará os testes realizados durante e após a montagem do sistema na residência protótipo.

### 3.7.1 Testes unitários e modulares

Os testes unitários são aqueles que acontecem nos componentes, dispositivos e placas de desenvolvimento. A medida em que os componentes comprados foram chegando, eles foram sendo testados.

O procedimento de testes ocorreu em paralelo ao processo de aprendizagem de desenvolvimento de código nas placas compradas. Quando as placas MSP-EXP430G2 tornaram-se disponíveis para uso iniciou-se o processo de pesquisa em fóruns e páginas da *Texas Instruments* sobre como operar as diversas funcionalidades da placa. Simultaneamente os sensores (luminosidade, presença e gás) chegavam.

Para testar a placa MSP-EXP430G2 e os sensores de luminosidade e presença inicialmente pesquisou-se sobre códigos que operassem *timers*, ADC e IO's. Criou-se um projeto no *IAR Embedded Workbench* com os códigos pesquisados e iniciou-se o processo de testes. A medida que se verificava que os sensores comprados funcionavam, o código era aprimorado, acrescentando-se novas funcionalidades específicas do projeto de cada peça da residência onde o sistema foi instalado.

Os processos de testes iniciais com a placa *Stellaris* foram semelhantes aos das MSP-EXP430G2. Inicialmente foram estudados códigos exemplos e com o tempo foram sendo modificados para atender as necessidades do projeto.

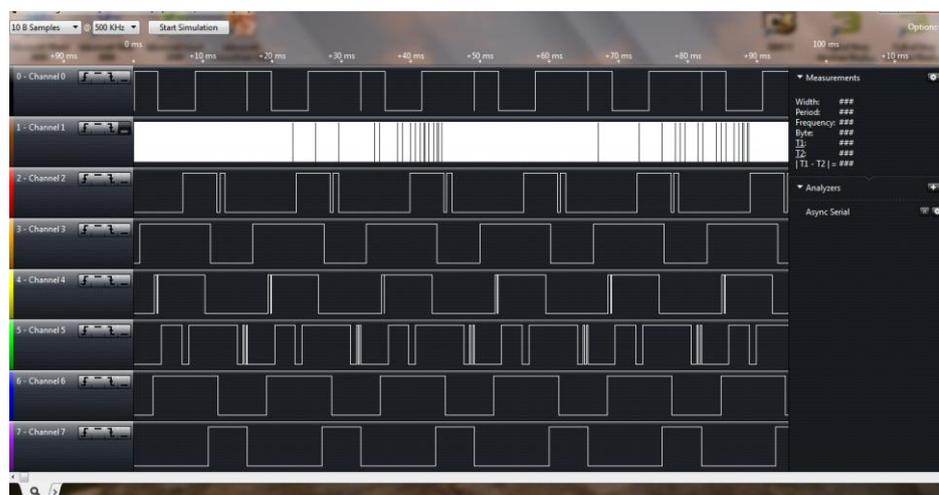
Posteriormente, foi necessário realizar testes da comunicação entre os módulos MSP-EXP430G2 e a placa *Stellaris*. Para tal foi adquirido um Analisador Lógico da *Saleae*, figura 44, com 24MHz de amostragem e 8 canais com interface de *software* ilustrada da figura 45. Ele foi utilizado para

realizar testes da comunicação *Ethernet* e UART. Para testar a comunicação UART inicialmente não foi realizada a conversão para nível de RS485, apenas na etapa final de instalação do sistema a conversão foi utilizada.



**Figura 48 - Analisador lógico Saleae**

**Fonte: Autoria Própria.**



**Figura 49 – Software do Analisador Lógico Saleae**

**Fonte: Autoria Própria.**

Todas essas formas de verificação facilitaram o desenvolvimento, pois permitiram que uma série de testes fosse realizada com apenas uma parcela do sistema. Assim, não era imprescindível o uso de todos os módulos para a verificação de implementações parciais, de forma a proporcionar o uso mais racional dos recursos disponíveis.

### 3.7.2 Verificação da eficácia da comunicação RS485

Após a instalação do sistema por completo, iniciou-se o processo de testes da eficácia do projeto como um todo.

O principal teste realizado foi o de verificar a eficácia da comunicação RS485, e transmissão dos 12V pelo cabo UTP. Para tal, foi utilizado um osciloscópio *Tektronix TDS 2002B* e analisado se o envio e recepção dos caracteres se comportou de maneira correta, além de verificar ruídos, atenuações e interferência nos cabos.

A figura 46 mostra um caractere enviado pela placa *Stellaris*, localizada no quarto grande.

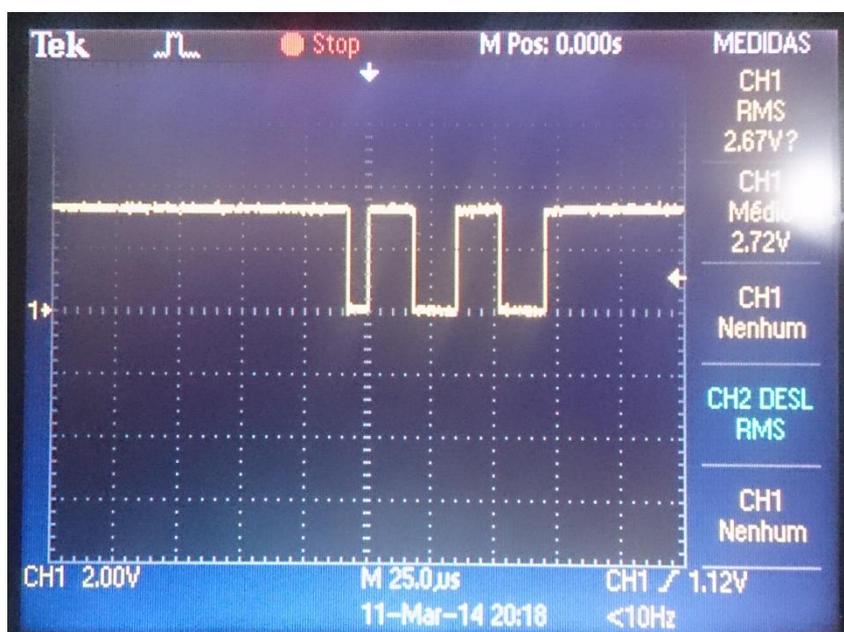


Figura 50 - Caractere 'x' sendo transmitido pela placa Stellaris

Fonte: Autoria própria

A figura 47 mostra o mesmo caractere sendo recebido pela placa SW-MSP430 do quarto pequeno, cozinha e quarto grande respectivamente.



Figura 51- Caracter 'X' sendo recebido pela placa SW-MSP430 do quarto pequeno

Fonte: Aatoria própria

A figura 48 mostram o mesmo caractere sendo enviado pela placa SW-MSP430 do quarto pequeno, cozinha e quarto grande respectivamente.

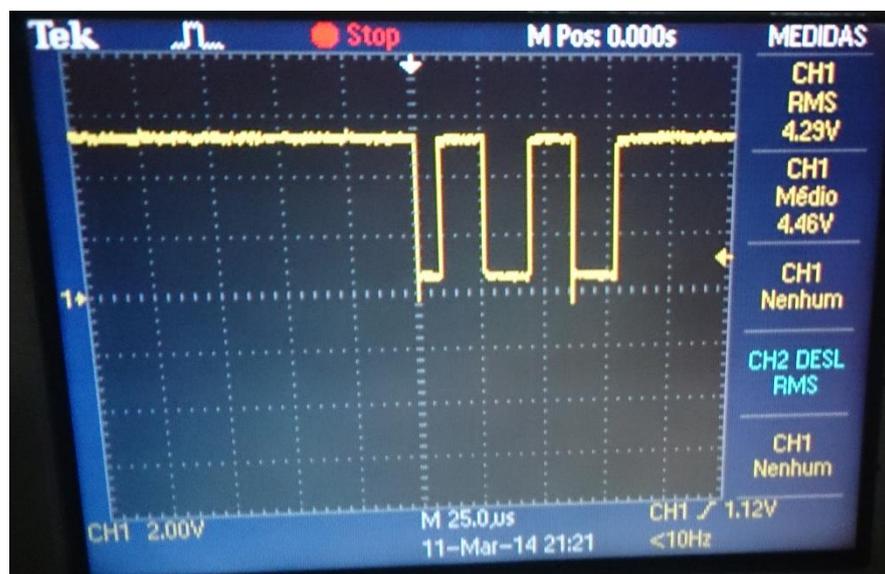
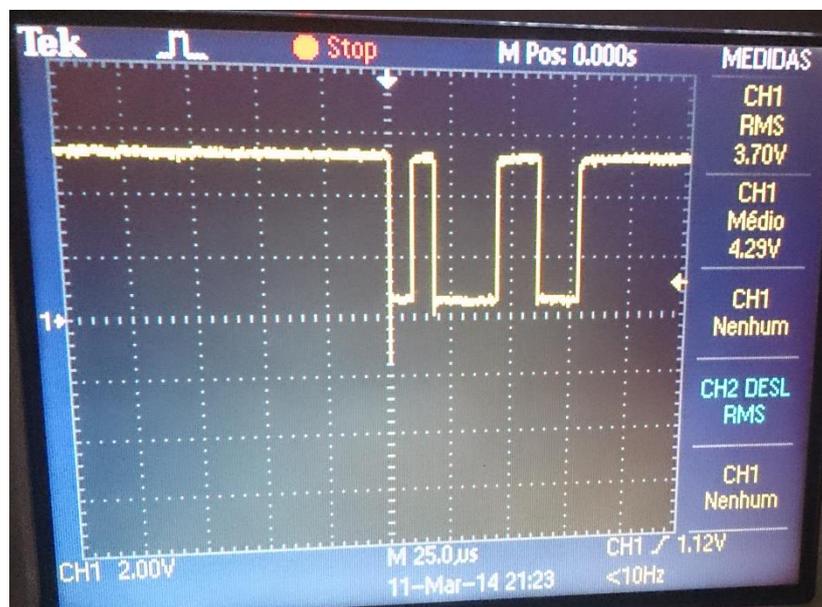


Figura 52 – Caracter 'x' sendo transmitido pela placa SW-MSP430 do quarto pequeno

Fonte: Aatoria própria

A figura 49 mostra um caractere sendo recebido pela placa *Stellaris*, localizada no quarto grande.

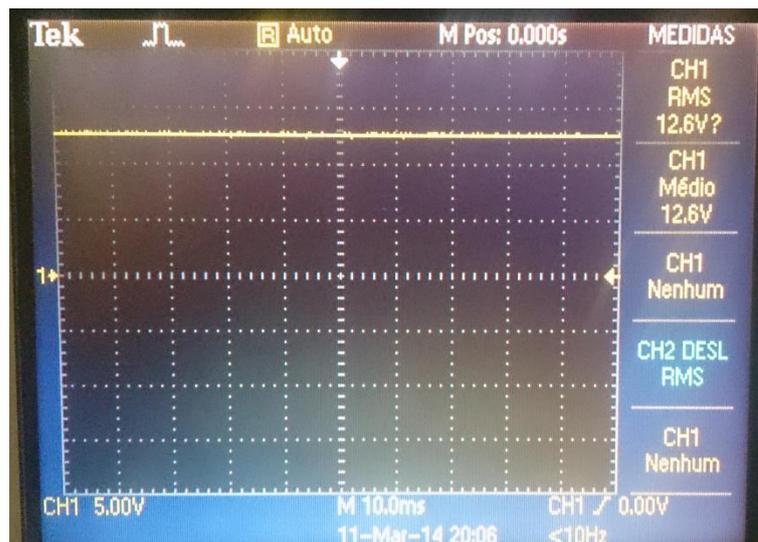


**Figura 53 - Caracter 'x' sendo recebido pela Stellaris**

Fonte: Autoria própria

### 3.7.3 Verificação da eficácia da transmissão de 12V pela casa

A figura 50 mostra a tensão que sai da placa de distribuição de tensões localizada sobre a lage do quarto pequeno. A figura 51 mostra a tensão que chega na entrada de +12V da placa SW-MSP430 do quarto grande. Este teste foi realizado com o sistema em pleno funcionamento: todas as placas, sensores e atuadores ligados.



**Figura 54 - Tensão de saída da placa de distribuição de tensões do sistema**

Fonte: Aatoria própria



**Figura 55- Tensão que chega à entrada da placa SW-MSP430 do quarto grande**

Fonte: Aatoria própria

Analisando as tensões dos cabos de 12V na entrada e saída pode-se observar a partir das figuras 50 e 51 que a atenuação da tensão foi mínima (200 mV), assim como sua ondulação e ruído. Deste modo, pode-se concluir que a transmissão desta tensão por uma casa com cerca de 9 metros de comprimento é eficaz.

### 3.7.4 Verificação da eficácia da transmissão do sinal dos sensores para a placa SW-MSP430

Alguns sensores dispostos pela casa ficaram localizados a distâncias relativamente grandes (~3m) com relação à sua respectiva placa SW-MSP430. Para verificar a eficácia da recepção desses sinais foram efetuadas as medidas com osciloscópio desses sinais.

A figura 52 mostra o sinal de 3,3V que sai do sensor de presença localizado na parte externa da cozinha. A figura 53 mostra o mesmo sinal sendo recebido pela placa SW-MSP430 localizada no centro da cozinha.



Figura 56 - Sinal no pino de saída do sensor de presença externo.

Fonte: Aatoria própria

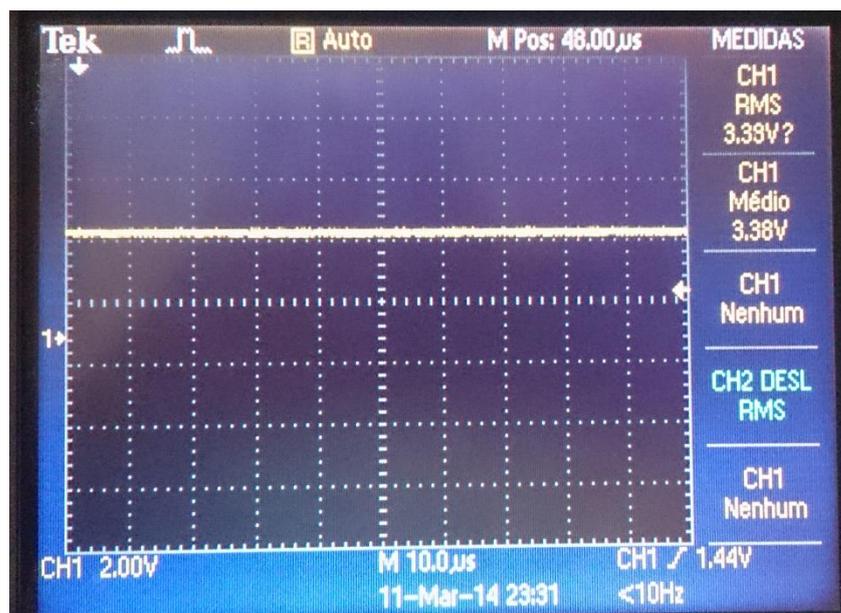


Figura 57 - Sinal do sensor de presença do ambiente externo após passar pelo cabo micro de 3m.

Fonte: Autoria própria

A figura 54 mostra o sinal de 5V que sai do sensor de presença localizado na parte externa da cozinha e que foi amplificado pelo SW-6BUF. A figura 55 mostra o mesmo sinal sendo recebido pela placa SW-MSP430 localizada no centro da cozinha, à 3 metros do sensor.

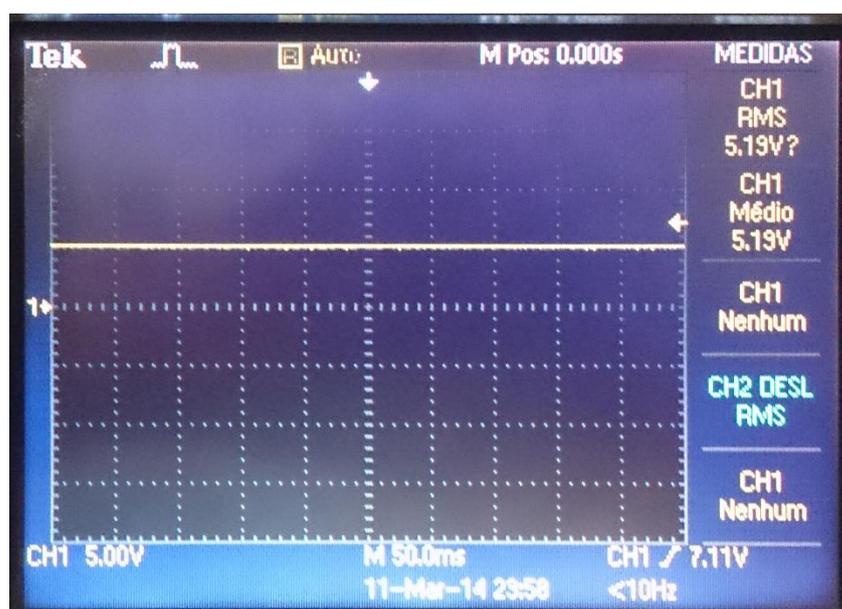
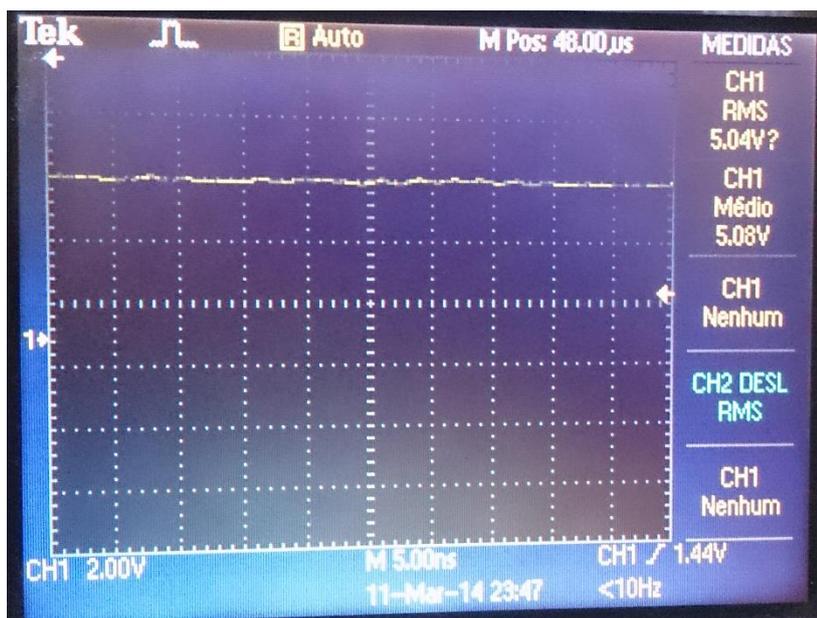


Figura 58 - Sinal do sensor de presença após passar pelo *buffer* 74LS07

Fonte: Autoria própria



**Figura 59 – Sinal do sensor de presença após passar pelo buffer 74LS07 e pelo cabo micro de 3m.**

**Fonte: Aatoria própria**

Após realizar estes testes, pôde-se concluir que a transmissão do sinal do sensor de presença pelo cabo micro não sofreu atenuações, ruídos ou interferências na distância de 3 metros. Assim, não foi necessário utilizar um *buffer* para amplificar a tensão de saída do sensor de presença.

Por outro lado, observou-se que a corrente fornecida pelo sensor de presença não era suficiente para excitar o optoacoplador da lâmpada externa, assim foi necessário amplificar o sinal de saída do sensor para 5V para que pudesse ser realizada a operação necessária.

### 3.7.5 Resultados obtidos

#### 3.7.5.1 Tecnológicos

O projeto desenvolvido mostrou ser de grande valor tecnológico ao passo que permite que diversos equipamentos da residência sejam controlados de qualquer lugar com acesso à internet ou à rede local.

#### 3.7.5.2 Econômicos

A solução desenvolvida mostrou ser de menor custo do que as demais opções de tecnologias de automação residencial devido aos seguintes motivos:

- Utiliza na placa auxiliar um microcontrolador de baixo custo e com circuito de fácil desenvolvimento;
- A comunicação RS485 permite que seja usado um microcontrolador de baixo custo;
- O protocolo de comunicação utilizado é livre de direitos autorais;
- O cabo utilizado na comunicação não precisa ser blindado, o que acarreta em queda de custos;
- Os equipamentos da residência podem ser desligados mesmo quando o morador se encontra distante dela, tal fato permite uma economia na conta de energia elétrica.

#### 3.7.5.3 Sociais

O sistema implementado trouxe maior segurança aos moradores devido aos seguintes motivos:

- Possui um sistema de alarme sonoro integrado aos sensores de presença e gás;
- Lâmpadas podem ser ligadas de qualquer lugar com acesso à internet, simulando assim alguma presença na casa;
- Conta com uma câmera de monitoramento IP mirada ao ambiente externo.

O sistema implementado trouxe maior comodidade aos moradores devido aos seguintes motivos:

- O sistema de áudio/vídeo e ventilador do quarto grande podem ser acionados pela página *web*;
- Foi desenvolvido um conjunto de lâmpadas com diversas configurações de cores para o quarto pequeno.

#### 3.7.5.4 Científicos

A comunicação RS485 mostrou-se um método eficiente neste projeto pois pôde-se observar que as atenuações, ruídos e interferências na transmissão dos caracteres foi imperceptível na distância aplicada de até 9 metros.

A transmissão de 12V no mesmo cabo da fiação RS485 mostrou-se eficiente para as cargas testadas de até 2A pois os ruídos, interferências e atenuações foram mínimos.

A transmissão de sinais de sensores de presença utilizando um cabo com malha blindada é eficiente para distâncias de até 3 metros.

## 4 GESTÃO DO PROJETO

O plano de gestão do projeto foi realizado seguindo os conhecimentos do livro *Um guia do conhecimento em Gerenciamento de Projetos PMBOK*, o livro é dividido em 12 capítulos e esta parte do documento será apresentada seguindo essa ordem. Estes capítulos são:

- 1 Introdução;
  - 2 Ciclo de Vida e organização do projeto;
  - 3 Processos de Gerenciamento de projetos;
  - 4 Gerenciamento de integração do projeto;
  - 5 Gerenciamento do escopo do projeto;
  - 6 Gerenciamento de tempo do projeto;
  - 7 Gerenciamento de custos do projeto;
  - 8 Gerenciamento da qualidade do projeto;
  - 9 Gerenciamento de recursos humanos do projeto;
  - 10 Gerenciamento das comunicações do projeto;
  - 11 Gerenciamento de riscos do projeto;
  - 12 Gerenciamento de aquisições do projeto.
- (PMI,2008)

### 4.1 Introdução

Esta parte tem por objetivo apresentar a base e objetivo das normas de gestão que foram utilizadas além das principais medidas gerenciais tomadas durante o ciclo de vida do projeto.

Antes do desenvolvimento do projeto, a equipe realizou diversas reuniões para definir o escopo do produto e esboçar o cronograma de atividades. Foram definidas as tarefas iniciais de cada integrante e estipulado um prazo para elas.

A criação de tarefas ocorreu durante todo o projeto, cada uma delas tinha prazo para realização, que poderia variar dependendo da dificuldade e prioridade da mesma.

As ferramentas para gerenciamento de tarefas utilizadas foram planilhas no Microsoft Office Excel e Microsoft Office Visio. Outra ferramenta utilizada foi o Microsoft Sky Drive, que permitiu que todas as partes do projeto pudessem ser acessadas facilmente de qualquer lugar com acesso á

internet e também permitiu que as alterações no código feitas pelos integrantes da equipe fossem percebidas rapidamente.

#### 4.2 Ciclo de vida e organização do projeto

Independente de seu tamanho, todo projeto apresenta a seguinte divisão:

- Início do projeto;
- Organização e preparação;
- Execução do trabalho do projeto;
- Encerramento do projeto.

O guia PMBOK originalmente trata de ciclo de vida de projetos em meios organizacionais, onde obviamente os projetos são maiores e mais pessoas estão relacionadas á ele. Como este projeto têm apenas dois integrantes e um orientador, diversos tópicos foram ocultados.

A figura 56 apresenta o ciclo de vida do projeto Sistema de Automação Residencial Controlado via Página Web.

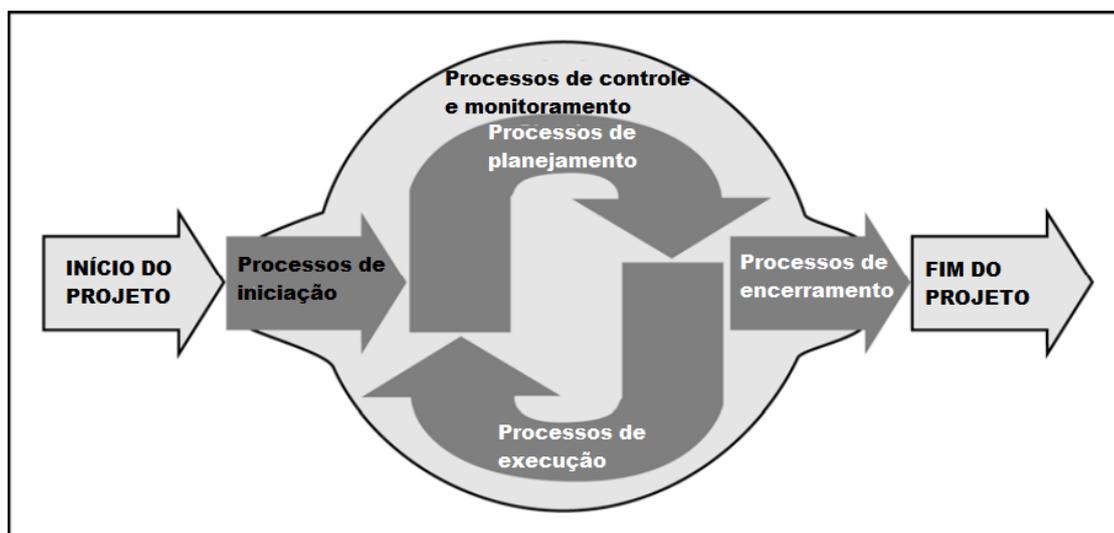


Figura 60 - Ciclo De Vida De Um Projeto Seguindo O Pmbok

Fonte: Autoria Própria

### 4.3 Processos de Gerenciamento de Projetos em um projeto

Os processos do gerenciamento de projetos são agrupados em 5 categorias, conhecidas como grupos de processos de gerenciamento de projetos ( ou grupos de projetos):

- Grupos de processos de iniciação: processos realizados para definir um novo projeto ou nova fase dele.
- Grupo de processos de planejamento: definem o escopo, refinam o objetivo e desenvolvem o curso de ação necessário para alcançar os objetivos para os quais o projeto foi criado.
- Grupo de processos de execução: processos realizados para executar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto para satisfazer as especificações do mesmo.
- Grupo de processos de monitoramento e controle: acompanhar, revisar e regular o progresso e desempenho do projeto, identificar todas as áreas nas quais serão necessárias mudanças no plano e iniciar as mudanças correspondentes.
- Grupo de processos de encerramento: para finalizar as atividades de todos os grupos de processos, visando encerrar formalmente o projeto ou a fase.

(PMI,2008).

### 4.4 Gerenciamento da integração do projeto

#### 4.4.1 Desenvolver o termo de abertura do projeto

Este projeto tem por objetivo desenvolver um sistema cabeado de baixo custo que controle os equipamentos de várias peças de uma residência através de uma página *web*. A necessidade de um produto tal como este é o crescente aumento da necessidade de novos equipamentos de segurança, conforto e controle em uma residência e que precisam de um

ponto central que possa monitorar o funcionamento deles. Cada vez mais residências têm acesso à internet e as tecnologias para automação residencial e segurança vêm crescendo, com isso mais pessoas tornam-se potenciais clientes para este produto.

Em alto nível cita-se como requisitos do projeto:

- Permitir que equipamentos espalhados pela residência possam ser ligados, desligados ou monitorados por uma central.
- Permitir que os mesmos equipamento sejam ligados, desligados ou monitorados por uma página *web*.

O sucesso do projeto é constituído pelo atendimento com qualidade dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Quem avalia este sucesso são os desenvolvedores, moradores da residência, orientador e banca examinadora.

Os gerentes do projeto são os próprios desenvolvedores e estão dispostos em mesmo nível hierárquico.

#### 4.5 Gerenciamento do tempo do projeto

##### 4.5.1 Definir as atividades

Após a definição do escopo do projeto, foi realizada a sua divisão em grupos de macro atividades. Assim, a equipe pode organizar um cronograma inicial (apresentado no quadro 2) utilizado como referência cronológica, a fim de que os integrantes pudessem ter controle sobre as etapas faltantes no processo e gerenciar os recursos de maneira a atingir o objetivo no tempo determinado.

ID	Task Name	Resource Names	jun 2013					jul 2013					ago 2013					set 2013					out 2013					nov 2013	
			26/5	2/6	9/6	16/6	23/6	30/6	7/7	14/7	21/7	28/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	8/9	15/9	22/9	29/9	6/10	13/10	20/10	27/10	3/11	10/11		
1	Definir detalhes do projeto	Diego	■																										
2	Compra internacional de placas e materiais	Diego		■	■																								
3	Estudo das placas	Diego/Felipe	■	■	■	■																							
4	Plano de gestão	Felipe		■																									
5	Documento justificativa ( porque)	Felipe	■																										
6	Configuração dos botões e display da Stellaris	Felipe							■																				
7	Estudo Stellaris Ethernet	Diego							■																				
8	Estudo e testes de programas exemplo da placa Stellaris	Diego/Felipe							■																				
9	Estudo e testes de programas exemplo da placa MSP430	Felipe							■																				
10	Estudo de funcionalidades de sistemas de automação residencial	Diego							■																				
11	Testes de funcionamento no MSP430 dos componentes que chegaram	Felipe							■																				
12	Planejar programa do quarto grande	Felipe							■																				
13	Planejar programa do quarto pequeno	Felipe							■																				
14	Planejar programa da cozinha	Felipe							■																				
15	Planejar programa do banheiro	Felipe							■																				
16	Planejar programa da central	Diego/Felipe							■																				
17	Desenvolver versão inicial do programa do quarto grande	Felipe							■																				
18	Desenvolver versão inicial do programa do quarto pequeno	Felipe							■																				
19	Desenvolver versão inicial do programa da cozinha	Felipe							■																				
20	Desenvolver versão inicial do programa do banheiro	Felipe							■																				
21	Desenvolver versão inicial do programa da central	Felipe							■																				
22	Compra nacional de componentes	Diego																											
23	Desenvolver página WEB do sistema	Diego																											
24	Desenvolver comunicação página web/ placa	Diego																											
25	Desenvolver comunicação placa central/ placas auxiliares.	Felipe																											
26	Montagem de placas de conexão "T" do cabo RS485	Felipe																											
27	Montagem de placa de distribuição de tensões do sistema	Diego																											
28	Integração das placas aos cabos para testes	Diego																											
29	Testar comunicação e funcionamento dos equipamentos controlados	Diego																											
30	Realizar adaptações no código das placas	Felipe																											
31	Testar comunicação e funcionamento dos equipamentos controlados pós adaptações	Felipe																											
32	Instalar sistema na casa	Diego/Felipe																											
33	Checar qualidade da instalação	Diego/Felipe																											
34	Realizar testes de funcionamento	Diego/Felipe																											
35	Fazer adaptações necessárias para o correto funcionamento do sistema.	Diego/Felipe																											
36	Relatório: documento de projeto	Diego/Felipe																											
37	Relatório: documento de gestão	Felipe																											
38	Relatório: plano de negócios	Diego																											
39	Relatório: padronização	Diego																											
40	Relatório: Revisão	Felipe																											
41	Sistema: Revisão	Diego/Felipe																											
42	Enviar relatório ao orientador	Felipe																											
43	Fazer adaptações no relatório	Diego/Felipe																											
44	Enviar relatório ao orientador e banca	Felipe																											
45	Apresentar projeto à banca	Diego/Felipe																											

### Quadro 3 – Cronograma

Fonte - Autoria Própria

## 4.6 Gerenciamento dos custos do projeto

O objetivo deste projeto é de desenvolver um sistema de automação residencial controlado via página *web* e que seja de baixo custo com relação aos demais sistemas do mercado. Este objetivo foi alcançado graças aos esforços em pesquisa por componentes e placas de baixo custo entre distintos fornecedores no planeta. As placas escolhidas foram da Texas Instruments pois são kits voltados ao estudante e que têm seus impostos reduzidos. Os componentes eletrônicos foram comprados no comércio local, pois são de baixo custo e a importação não compensaria para as quantidades compradas. Os sensores e demais equipamentos foram importados da China dos sites *DealExtreme* e *AliExpress*.

COMPRAS NACIONAIS			
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Cabo par trançado Cat5	15		R\$ 16,65
Placa fenolite 100x200	1		R\$ 3,82
Borne kre 02 grande	36		R\$ 20,60
Chave pushbutton	4		R\$ 14,24
Bateria selada 12V 7Ah unipower	1		R\$ 45,61
CI LM7805	4		R\$ 2,80
MOC 3021	3		R\$ 3,60
Triac 06A - 400V	3		R\$ 10,80
Dissipador DM822K	3		R\$ 1,35
Potenciômetro mini	1		R\$ 1,45
Capacitor pol 220K	5		R\$ 2,75
Fusível F-rapido	10		R\$ 5,20
Porta fusível	3		R\$ 1,65
Porta fusível	2	R\$ 0,74	R\$ 1,48

Parafuso c/bucha para dissipadores	4	R\$ 0,30	R\$ 1,20
Cabo microfone 4x0,14mm	5	R\$ 1,65	R\$ 8,25
Espaguete termoretrátil	1	R\$ 1,30	R\$ 1,30
Terminal modu dourado	60	R\$ 0,10	R\$ 6,00
Extensão Elétrica 3m	1	R\$ 13,00	R\$ 13,00
Parafusos para invólucros	40	R\$ 0,15	R\$ 6,00
Terminal modu dourado	50	R\$ 0,10	R\$ 5,00
Mini modu macho	3	R\$ 1,39	R\$ 4,17
Barra de pino 1x40	3	R\$ 2,95	R\$ 8,85
Fita adesiva dupla face	1	R\$ 6,27	R\$ 6,27
Caixa plástica invólucro	2	R\$ 6,09	R\$ 12,18
CI LM78RM33	4	R\$ 1,46	R\$ 5,84
Adaptador T RJ45	4	R\$ 3,84	R\$ 15,36
CI 78L33	4	R\$ 1,50	R\$ 6,00
Conector RJ45 com 10	2	R\$ 3,60	R\$ 7,20
Terminal MFTF	50	R\$ 0,10	R\$ 5,00
Caixa PB- 112/2	1	R\$ 10,70	R\$ 10,70
Caixa PB- 085/2	4	R\$ 4,40	R\$ 17,60
Caixa PB-108	1	R\$ 6,80	R\$ 6,80
Ci 7812	1	R\$ 1,00	R\$ 1,00
Push Button	1	R\$ 3,00	R\$ 3,00

Caixa PB-046	6	R\$ 1,50	R\$ 9,00
--------------	---	----------	----------

**Quadro 4 - Compras Nacionais**

Fonte :Autoria Própria

MATERIAL	REÇO TOTAL US\$	QUANTIDADE	COTAÇÃO DO DOLAR R\$	PREÇO R\$
Stellaris LM3s6965		2		R\$ 0,00
Launc hPad MSP430	SS 49,50	5		R\$ 0,00
TTL / RS485	SS 7,20	2	R\$ 2,30	R\$ 16,56
RS232 / RS485	SS 9,80	2	R\$ 2,30	R\$ 22,54
Jumpers male-male	SS 3,50	1	R\$ 2,30	R\$ 8,05
Jumpers female-female	SS 4,90	1	R\$ 2,30	R\$ 11,27
Intelligent PIR Infrared Motion Sensor Module - White (DC 5~24V)	SS 4,40	2	R\$ 2,30	R\$ 10,12
V71 PAM8403 5V Two-channel Stereo Mini Digital Power Amplifiers Main Control PCB Board	SS 2,80	1	R\$ 2,30	R\$ 6,44

2- Channel 3W PAM8403 Audio Amplifier Board – Red	SS 3,60	1	R\$ 2,30	R\$ 8,28
50mm 3W Speaker Driver Unit - Black + Silver	SS 2,80	1	R\$ 2,30	R\$ 6,44
Photo Resistor Sensor Module for DIY - Blue + Black	SS 2,80	2	R\$ 2,43	R\$ 6,80
Home Dimmer Switch for Fluorescent/LE D Lamps (AC 150~250V)	SS 7,99	1	R\$ 2,30	R\$ 18,38
power supply 5V 35W	SS 15,30	2	R\$ 2,43	R\$ 37,18
PT100 waterproof Thermal Probe Temperature Sensor Temperature controller	SS 7,88	2	R\$ 2,43	R\$ 19,15
rs485 ttl	SS 11,30	2	R\$ 2,43	R\$ 27,46
hcsr50 1 - motion sensor	SS 11,00	10	R\$ 2,43	R\$ 26,73
logical analyzer	SS 8,10	1	R\$ 2,43	R\$ 19,68

**Quadro 5 - Compras Internacionais**

**Fonte: Autoria Própria**

## 4.7 Gerenciamento da qualidade do projeto

### 4.7.1 Planejar a qualidade

Esta parte do plano de gestão da qualidade do projeto, trata de identificar os requisitos e ou padrões de qualidade, bem como documentar de que modo o projeto demonstrará a conformidade.

Os requisitos do projeto já foram identificados na seção 3.5.1. Para seguir os padrões de qualidade exigidos, o projeto deve respeitar os padrões dos planos de gestão de tempo, custos e riscos já descritos nas seções 3.6 e 3.10.

Pelo fato do produto não ser produzido em escala industrial, gráficos de controle aplicados nas teorias de gestão da qualidade não serão apresentados.

### 4.7.2 Realizar a garantia da qualidade

Trata dos processos de auditoria dos requisitos de qualidade e dos resultados das medições de controle de qualidade para garantir que sejam usados os padrões de qualidade e as definições operacionais apropriadas.

A qualidade foi pensado em todos os aspectos de desenvolvimento do projeto:

- Procurou-se comprar placas de desenvolvimento de um fabricante confiável tal como a *Texas Instruments*.
- Procurou-se comprar as demais partes do sistema, quando possível, em módulos já prontos, pois são mais robustos e apresentam menos falhas do que se fossem produzidos pelos próprios membros da equipe.

- Os cabos de comunicação RS485 foram interconectados por “T” de RJ45, por ser a melhor opção encontrada no mercado.
- As pontas dos cabos de conexão foram isoladas com espaguete termo retrátil para evitar possíveis curtos e evitar rompimentos.
- Os furos feitos na lage da residência ficaram em locais discretos, promovendo assim a satisfação dos moradores quanto á estética.
- Todos os circuitos foram inseridos em caixas plásticas de alta resistência afim de protegê-los contra as interpéries do ambiente e acidentes.
- Os códigos gravados nas placas de desenvolvimento foram desenvolvidos de maneira a priorizar a velocidade de transmissão de dados.
- A página *web* e interface via tela gráfica foram desenvolvidos de maneira que os equipamentos fossem facilmente controlados por um usuário leigo.

#### 4.8 Gerenciamento dos recursos humanos do projeto

Consiste em gerir a equipe que irá desenvolver o projeto. Para o projeto em questão a equipe foi imutável e com dois integrantes em mesmo nível hierárquico mas que assumiram diferentes tipos de atividades durante o projeto.

##### 4.8.1 Desenvolver o plano de recursos humanos

Esta parte do plano de gestão trata do processo de identificação de funções, responsabilidades habilidades necessárias para execução das tarefas do projeto.

Os requisitos iniciais para que se pudesse iniciar este projeto era de que fosse executado por alunos com conhecimento e experiência no desenvolvimento de projetos de Engenharia Eletrônica, tal requisito foi imediatamente atendido.

Após a elaboração do documento de especificação do projeto (TCC 1), foram realizadas diversas reuniões entre os integrantes afim de que se pudessem ser discutidos os detalhes das atividades necessárias para o projeto, quem seria o responsável e o prazo atribuído. Procurou-se não atribuir uma mesma atividade para ambos os integrantes da equipe, devido ao grande número de tarefas a serem realizadas.

O resultado do plano de gestão de recursos humanos foi o diagrama de atividades mostrado na seção 4.6.

#### 4.8.2 Desenvolver a equipe do projeto

O processo de desenvolvimento da equipe ocorreu durante toda a execução do curso de Engenharia Eletrônica. Por outro lado, muitos conhecimentos utilizados na execução dos trabalhos não haviam sido previamente estudados pelos integrantes. Deste modo, foi necessária uma pesquisa prévia para aprofundamento nos tópicos onde os integrantes não tinham completo domínio.

### 4.9 Gerenciamento das comunicações do projeto

#### 4.9.1 Identificar as partes interessadas

As principais partes interessadas são:

- Executores: por precisarem desenvolver o projeto para obterem o título de engenheiro.
- Orientador: para elevar sua experiência na orientação de projetos e obtenção de novos conhecimentos.
- Banca examinadora: parte obrigatória para apresentação do projeto.
- Donos da casa onde o projeto foi instalado: benefícios em se ter um sistema de automação residencial em casa que proporcione conforto e segurança.

#### 4.9.2 Planejar as comunicações

A comunicação das partes interessadas do projeto:

- Entre executores: reuniões pessoais, trocas de emails, telefonemas e pasta compartilhada no Microsoft Sky Drive.
- Entre executores e orientador: troca de email e reuniões presenciais.
- Entre executores e banca examinadora: troca de email para agendamento da apresentação e apresentação física.
- Entre executores e donos da residência: reuniões pessoais.

#### 4.10 Gerenciamento de riscos do projeto

##### 4.10.1 Planejar o gerenciamento de riscos

Durante o período de planejamento do projeto, a equipe realizou uma reunião para detalhar o plano de gestão de riscos. Dela, foi obtido o seguinte planejamento:

Metodologia:

Para gerenciar os riscos, serão utilizados os recursos já detalhados nas outras seções do plano de gestão: gestão de pessoas, tempo, custos e escopo. Os dados obtidos destes planos funcionarão como ferramentas para o plano de gestão de riscos. Foi atribuído em específico para Felipe Joly Petrek a gestão dos riscos de tempo e para Diego Vanderlei Guerreiro de Oliveira a gestão de riscos de custos e aquisições.

Os riscos do projeto serão separados em 4 grandes grupos: técnicos, externos, organizacionais e gestão do projeto. Os graus de riscos serão separados em 5 níveis: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto.

Matriz de probabilidade e impacto.

GRUPO	RISCO	DESCRIÇÃO	GRAU	CAUSA	ESTRATÉGIA
TÉCNICOS	Requerimentos sem possibilidade de serem executados	Algum requisito da especificação não pode ser executado por motivo de falta de tecnologia ou conhecimento.	BAIXO	Falhas no planejamento inicial do projeto.	Pesquisa por outras alternativas de execução do requisito.
	Complexidade de desenvolvimento	O produto como um todo não pode ser desenvolvido por ser complexo demais	BAIXO	Falhas no planejamento inicial do projeto.	Alterar especificação do projeto
	Complexidade de instalação	A instalação do produto torna-se complexa demais para os recursos humanos e materiais disponíveis	MODERADO	Falta de conhecimento prévio das tecnologias que serão utilizadas e local de instalação	Pesquisa por melhores métodos de instalação, questionamentos ao orientador do projeto e outras opiniões especializadas.
	Ruído	O envio de dados pela rede torna-se excessivamente ruidoso devido á fatores externos	MODERADO	Presença de fontes de ruído na rede elétricas, antenas e grande distância de transmissão.	Adoção de transmissão em RS-485. Cabo de par trançado. Respeito ás normas de instalação de RS485 e cabos <i>Ethernet</i> . Afastamento das fontes de ruído.

	Qualidade	Projeto operante mas com qualidade abaixo do esperado	MODERADO	Má qualidade de instalação, equipamentos e placas de baixa qualidade.	Padronização da fiação, eliminação de possibilidades de ruídos, curtos e quebras de fios. Escolha por placas originais e de fabricantes conceituados. Compra de materiais em fornecedores conceituados.
	Performance	Projeto operante mas com performance baixa ( demora na resposta aos comandos da página web).	MODERADO	Placas de baixa qualidade, programação errada dos módulos.	Compra de placas de boa performance e ajustar transmissão para velocidade compatível com os requisitos do projeto. Programar página para que receba rápida resposta dos equipamentos controlados.
	Tecnologia desatualizada	Tecnologias descritas na especificação estão descontinuadas.	BAIXO	Placas e demais equipamentos utilizados não estão mais á venda ou o produto após sua conclusão já é obsoleto.	Realizar prévia pesquisa sobre o mercado de automação residencial e as tecnologias utilizadas.
	Componente defeituoso	Componente comprado chega com defeito ou para de funcionar durante os testes.	ALTA	Má qualidade do equipamento ou transporte. Falhas durante os testes do projeto.	Comprar produtos de fornecedores confiáveis. Comprar mais equipamentos do que o necessário para ter um estoque de reposição. Utilizar fusíveis e/ ou optoacopladores para proteção contra sobre corrente.
	Equipamento parar de funcionar	Placas ou equipamentos acidentalmente param de funcionar.	ALTA	Por motivo de mau uso (quebra,curto circuito, derramamento de líquidos, etc) algum equipamento pára de funcionar.	Afastar dos equipamento fontes de risco ( líquidos, objetos cortantes, objetos pesados com risco de queda, isolamento do local de testes e uso de fusíveis e optoacopladores.

EXTERNOS	Ausência de fornecedores	Não foram encontrados fornecedores para os produtos necessários ao desenvolvimento do projeto.	BAIXO	Mau planejamento de aquisições e requerimentos.	Busca por alternativas no mercado que atendam às especificações ou realizar alterações no código ou placas para que suportem os equipamentos similares encontrados.
	Impostos sobre importações	Impostos excessivos na compra de produtos	ALTO	Produto importado que custe mais de US\$ 50,00 deverá pagar imposto.	Separar as compras para que não ultrapassem US\$ 50,00 e busca por fornecedores que vendam produtos de menor custo.
	atrasos no envio de produtos	Produto demora mais de um mês para chegar	ALTO	Devido a fatores externos (fornecedor, burocracia e sistema de entrega) o produto atrasa para chegar	Aguardar o recebimento. Comprar produtos de fornecedores confiáveis e que entregam mais rápido.
GESTÃO DO PROJETO	Alto custo do projeto	Gastos com o projeto superam o planejado.	MODERADO	Equipamentos ou fornecedores de alto custo	Pesquisa por fornecedores de menor custo, substituição por componentes de menor custo ou alterações no projeto por alternativas de menor custo.
	Afastamento temporário de membro da equipe	Por motivo de acidente, doença ou desentendimento algum membro da equipe para de trabalhar.	BAIXO	Por motivo de acidente, doença ou desentendimento algum membro da equipe para de trabalhar.	Cada membro da equipe deve responsabilizar-se pela própria integridade física. O relacionamento entre os membros deve ser bom o suficiente para que o projeto se desenvolva com sucesso.

	Dependências do projeto	Partes do projeto não são executadas devido ao atraso na execução de outras partes que já deveriam estar sido realizadas.	ALTA	Atrasos na execução das atividade devido á diversos fatores ( provas de disciplinas, espera pela chegada de equipamentos importados, comunicação entre os integrantes).	Respeitar o cronograma do projeto para que o desenvolvimento não seja prejudicado. Aprimorar a comunicação entre os membros da equipe.
	Não atendimento aos prazos do plano de gestão	Atraso no cronograma pré-definido	MODERADO	Atrasos no cronograma devido á diversos fatores ( provas de disciplinas, espera pela chegada de equipamentos importados, comunicação entre os integrantes).	Respeitar o cronograma do projeto para que o desenvolvimento não seja prejudicado. Aprimorar a comunicação entre os membros da equipe.
	Produto não atende ás especificações	Produto não atende ás especificações	BAIXO	A tecnologia pedida na especificação não pode ser desenvolvida devido á falta de equipamentos ou conhecimento.	realizar prévia pesquisa sobre o produto a ser desenvolvido de modo que o risco de não atendimento á especificação seja atenuado.

**Quadro 6 - Gerenciamento de Riscos**

**Fonte – Autoria Própria**

## 5 PLANO DE NEGÓCIOS

### 5.1 Sumário Executivo

A empresa IntelHome tem como objetivo se tornar renomada na área da automação residencial. A entrada nesse mercado será através do produto inicial SISAR-WEB, que conta como diferencial o preço, podendo assim atingir as classes média e média alta de Curitiba e Região Metropolitana.

O SISAR-WEB vem com o objetivo de atender um mercado que conta com poucas opções de escolha e carente de um produto que apresente um bom custo/benefício.

O ramo de automação residencial está para ter uma grande alavancagem, segundo uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Automação Residencial (Aureside), 78% dos entrevistados brasileiros estavam interessados em automação residencial, mas 37% dizem que precisam ser convencidos do bom custo/benefício. Assim, este plano de negócio visa apresentar os detalhes para a verificação da viabilidade do projeto.

#### 5.1.1 Visão

Projetar e fornecer sistemas automatizados de alta qualidade que possam oferecer mais comodidade e segurança para as pessoas em seus lares.

#### 5.1.2 Missão

Ser uma empresa modelo em Automação Residencial, com soluções variadas e flexíveis para qualquer ocasião.

### 5.1.3 Valores

Os principais valores da IntelHome são:

- Respeito e ética com o cliente;
- Qualidade e inovação;
- Simplicidade e busca incessante pelo aprimoramento dos produtos;

### 5.1.4 Descrição do Negócio

A empresa IntelHome está inserida no ramo de automação residencial. Esta possui como primeiro produto o SISAR-WEB, que se trata de um sistema de automação residencial via *web*.

A principal estratégia de vendas da empresa consiste no contato pessoal entre o cliente e os representantes comerciais, permitindo à empresa entender as necessidades e desejos individuais de cada cliente. Esses clientes são pessoas de classe média e média alta, principalmente as que possuem um novo projeto de residência, residências no fim das obras e as interessadas em reformas e adaptações.

O principal item que diferencia o SISAR-WEB dos outros sistemas disponíveis no mercado é o preço. O grande atrativo deste sistema ao cliente é um acréscimo em: segurança, economia, conveniência, conforto, praticidade, confiabilidade, interatividade e velocidade.

## 5.2 Objetivo

Nesta seção serão apresentados os objetivos da empresa IntelHome.

### 5.2.1 Objetivos Principais

A IntelHome visa atender o crescente mercado de automação residencial com o sistema SISAR-WEB por um preço acessível. A empresa pretende conseguir pelo menos 25% dos novos clientes deste mercado em Curitiba e região metropolitana em um período de dois anos.

### 5.2.2 Objetivos intermediários

Para alcançar o objetivo principal, são necessários alguns objetivos intermediários, tais como:

- Levantar uma lista de residências, em parceria com construtoras e imobiliárias, em pelo menos 70% das que estão: para ser construídas, em construção ou em reformas e oferecer um pré-projeto num período de 60 dias;
- Visitas ofertando o sistema, um engenheiro mais um executivo comercial, em pelo menos trezentas residências de classe média e alta por mês;
- Vender, no mínimo, 30 novos projetos a cada três meses;

## 5.3 Produtos

### 5.3.1 Descrição do Produto

O foco principal foi a criação de um sistema que tivesse um baixo custo, fácil usabilidade e acima de tudo funcional. O SISAR-WEB oferece:

- Uma página *web*, acessada somente após a digitação de uma senha, onde o usuário pode acessar cada região da residência e ligar/desligar determinados aparelhos e também obter informações de sensores implantados na casa;
- Uma central eletrônica, com *display* e botões, instalada na residência onde o usuário pode realizar os mesmos comandos disponíveis na página *web*.
- Instalação de fiação para comunicação entra a central e as placas eletrônicas, instaladas nos cômodos, que enviam o sinal elétrico para o acionamento dos dispositivos;
- Se desejado pelo cliente, o controle da intensidade luminosa de lâmpadas. Acionamento de equipamentos de diversas potências.
- Projeto específico para cada residência, levando em consideração os anseios do cliente.

O sistema instalado agrega grande valor ao imóvel, além dos diversos benefícios já citados para o usuário.

### 5.3.2 Análise Comparativa

Existem cerca de 250 empresas de automação residencial no país. Das quais, merecem destaque:

- CYBERTRONICS AUTOMAÇÃO – Principal produto: sistema PulseWorx. Utiliza protocolo UPB (patenteado), transmite dados sobre a rede elétrica. Atende nove estados brasileiros, inclusive o Paraná.
- IHC TECHNOLOGIES – Principal produto: sistema iHome. Permite o controle de Iluminação, Áudio, Vídeo e Adicionais (Climatização, Cortinas, entre outros) através do iPod Touch, iPhone, iPad. Atende em quase todo o território nacional.
- GDS Automação Residencial – Principal produto: *Module Web*. Controle da casa via *web* utilizando o *software* NeocDataWeb. Atende Belo Horizonte.

### 5.3.3 Tecnologia

As tecnologias utilizadas pelo SISAR-WEB:

- *Stellaris* LM3S6965 – Utilizada neste projeto como uma central, que recebe os comandos da pagina *web* por *Ethernet* e envia via protocolo RS-485 para as placas MSP430 que controlam as peças da casa;
  - HTML - Consiste em uma linguagem de marcação utilizada para produção de páginas na *web*;
  - *Ethernet* - arquitetura de interconexão para redes locais baseada no envio de pacotes. Ela define cabeamento e sinais elétricos para a camada física, e formato de pacotes e protocolos para a subcamada de controle de acesso ao meio;
  - Comunicação RS-485 - Baseada na transmissão diferencial de dados, através de um par de fios, que é ideal para transmissão em altas velocidades, longas distâncias e em ambientes propícios a interferência eletromagnética;
  - MSP430 - Microcontrolador RISC de 16 bits voltado para aplicações de baixo consumo de energia. No SISAR-WEB, tem

a função de interpretar o sinal RS-485 vindo da central e enviar o sinal de comando para o determinado aparelho.

#### 5.3.4 Produtos e Serviços Futuros

Um futuro serviço seria a utilização de biometria, dando a possibilidade de controlar qualquer dispositivo através dos dedos. Além da comodidade, a biometria pode proteger a casa contra a entrada de estranhos não cadastrados. Caso alguém não autorizado tente entrar na residência, uma mensagem é enviada ao celular, alertando o morador do perigo.

#### 5.4 Análise de Mercado Resumida

A automação residencial ainda é muito recente, resumindo-se em um processo em emergência. As primeiras incursões nestas tecnologias foram no final da década de 1970, quando surgiram nos Estados Unidos os primeiros módulos “inteligentes”, cujos comandos eram enviados pela própria rede elétrica da residência, no conceito de PLC (Power Line Carrier). Tratava-se de soluções simples, praticamente não integradas e que resolviam situações pontuais, como ligar remotamente algum equipamento ou luzes. Com o advento dos computadores pessoais e da internet, a explosão da telefonia móvel e outras tecnologias que ingressaram no mundo pessoal dos consumidores, a aceitação das tecnologias residenciais passou a ter um forte apelo. Nas economias mais desenvolvidas, o cenário para as chamadas “casas inteligentes” tem evoluído de maneira muito positiva nos últimos anos. Tem contribuído para isso a crescente popularização de diversas tecnologias.

#### 5.4.1 Segmentação de Mercado

O SISAR-WEB possui os seguintes segmentos de mercado de Curitiba e região: famílias de classe média, média alta e alta. Das quais se dividem em dois grupos: as que estão com um projeto de residência nova, residência em construção ou residência em reformas; e as que já estão estabelecidas em suas residências, mas que não estão em processo de reforma.

<b>Análise de Mercado</b>			
<b>Clientes Potenciais</b>	<b>2013</b>	<b>Total</b>	<b>Potencial*</b>
Segmento A – Residências em reforma ou em construção	900	90%	80%
Segmento B – Residências prontas	10	10%	30%
<b>Total</b>	1000	100%	62%
*Contempla o percentual estipulado de aceitação por parte do segmento do mercado.			

**Quadro 7 - Número Aproximado De Clientes Contemplando Cada Segmento.**

**Fonte: Autoria Própria**

#### 5.4.2 Segmento Alvo de Mercado

Para o início da abertura do mercado, será escolhido como alvo o segmento de residências em construção/reformas de classe média e média alta de Curitiba e Região Metropolitana. Este segmento é escolhido principalmente por alguns fatores listados abaixo:

- Existe maior facilidade na negociação com o cliente ;
- Classe média crescente na região;
- Mercado imobiliário em plena expansão, principalmente nos bairros de periferia;
- Custos reduzidos com fretes e transportes, pois a sede da empresa é em Curitiba e há vários fornecedores concentrados nesta cidade.

#### 5.4.2.1 Necessidades do Mercado

A procura por novas soluções tem se tornado recorrente em diversos mercados mundiais, ainda mais quando se trata de segurança e comodidade. O grande desafio do mercado nacional de automação residencial é o custo/benefício, pois trata-se de um desejo de muitas pessoas, mas que ainda não está acessível à grande parte da população.

Existe a necessidade de uma maior divulgação do produto, visto que muitos brasileiros ainda não conhecem esse sistema.

#### 5.4.2.2 Tendências do Mercado

Existe uma grande tendência no aumento da integração de diversos sistemas. Com isso, o mercado de automação tende a se alavancar ainda mais, já que pode integrar diversos sistemas, como: segurança, internet, áudio, vídeo, energia e smartphones.

Esta convergência do mercado à tecnologia colabora para a inovação e para uma mudança na mentalidade do mercado alvo, visto que esta alteração promove um aumento na necessidade de mais conforto, comodidade e segurança.

#### 5.4.2.3 Crescimento do Mercado

A expansão do mercado se dá pelo crescimento imobiliário e do mercado de *SmartPhones*, que facilita a usabilidade do produto.

A automação residencial é cada vez mais procurada pelas pessoas. Nos últimos 4 anos, o serviço cresceu 300%, segundo a Aureside, a associação brasileira do setor. Hoje, já são cerca de 250 empresas no Brasil.

Em 2012, o segmento faturou R\$ 4 bilhões e pode crescer mais de 30% em 2013. E o mercado reserva um grande potencial de expansão. Estima-se que um 1,8 milhão de residências estejam aptas a receber o sistema de automação. (G1, 2013)

O mercado de *SmartPhones* em 2012 teve um crescimento de 78% em relação ao ano anterior com mais de 59,5 milhões de celulares vendidos no Brasil e ainda se prevê um crescimento de mais de 24% no ano de 2013 (GIZMODO, 2013). Segundo esta análise, é possível identificar que os *SmartPhones*, identificados no nicho de comércio eletrônico, estão em alta e, segundo o IDC (*International Data Corporation*), o Brasil é previsto para estar em 5º lugar no ranking de principais mercados mundiais de *SmartPhones*.

A tendência principal, analisando todos os itens apresentados acima, é que esta substituição dos celulares por *SmartPhones* se dê de forma gradual, tendo por fim a substituição completa destes por aqueles. Ao bem da verdade, esse mercado cresce tendo em vista a inovação, cuja tendência no mercado é acelerar o processamento de atividades rotineiras.

#### 5.4.3 Análise da Indústria

A Aureside calcula que 300 mil imóveis no Brasil usem algum tipo de sistema e projeta o mercado potencial em 1,5 milhão de casas.

Para o diretor-executivo da Aureside (Associação Brasileira de Automação Residencial), José Roberto Muratoni, a eficiência energética deve atrair um público que, até então, via a automação como um luxo ou um conforto: “Esses novos consumidores vão perceber que o preço do condomínio vai cair se ele adotar a automação”. (Folha de São Paulo, 2013)

As maiores barreiras para o crescimento, segundo a entidade, são a falta de conhecimento da população (e até mesmo de profissionais da construção civil. Estima-se também um crescimento de 30% ano.

#### 5.4.3.1 Players

O mercado para Integradores de Sistemas Residenciais se encontra ainda bastante fragmentado. Os players deste mercado se diferenciam basicamente em três características: tamanho, área de especialização e posição na cadeia de fornecimento.

Quanto ao tamanho, os Integradores hoje variam de profissionais autônomos até empresas de porte nacional.

No quesito área de especialização, variam largamente, de profissionais da área de home theaters e produtos eletrônicos de consumo a consultores em redes de dados ou sistemas de segurança. Devido ao amplo espectro de conhecimentos necessários (e da sua profundidade), muitos integradores optam por se especializar em dois ou três sistemas e estabelecer parcerias com outros profissionais para atender toda a demanda. Desta maneira, podem oferecer pacotes completos aos seus clientes.

Por último, os Integradores são encontrados em diferentes pontos da cadeia de fornecimento. Podem ser apenas projetistas, ou trabalharem como sub-contratados de empreiteiras de instalação. Podem ainda ser revendedores de equipamentos ou fornecedores de serviços complementares como programação e pós-venda.

#### 5.4.3.2 Modelo de Distribuição

O primeiro contato é feito pelo representante comercial através de uma visita junta com um técnico. Após o representante comercial fechar contrato com o cliente a equipe da IntelHome fará a instalação na residência em veículo próprio.

#### 5.4.3.3 Modelo de Competitividade

A principal característica que traz a competitividade entre as empresas do ramo de automação residencial é a busca do melhor custo/benefício. Visto que se trata de um produto/serviço com grande aceitação de mercado, mas ainda pouco adquirido devido ao seu alto custo.

#### 5.4.3.4 Principais Players

Assim como foi mostrado no item 5.4.3.1, os principais players, ou seja, são os seguintes:

- CYBERTRONICS AUTOMAÇÃO;
- IHC TECHNOLOGIES;
- GDS Automação Residencial.

#### 5.5 Oferta e a proposta de valor

Como mencionado anteriormente, o mercado para a venda do SISAR-WEB concentra-se nas residências de classe média alta e alta em

Curitiba e na região metropolitana, focando principalmente as que estão em algum processo de reforma ou em construção.

O produto oferece diversas facilidades e vantagens ao usuário, como maior comodidade; segurança; aumenta o valor agregado do imóvel; uma interface simples que garante uma fácil usabilidade.

O preço do produto varia para cada residência, visto que cada uma terá um projeto customizado conforme desejo do cliente. O SISAR-WEB para uma casa com cerca de 70m<sup>2</sup> tendo três peças integradas ao sistema custa em ao cliente em torno de R\$5.000,00. A adição de uma peça acrescenta por volta de R\$ 2.000,00 ao valor final. O produto também oferece ganho financeiro em atualizações do sistema e também em assistência técnica.

## 5.6 Estratégia e Implementação

As estratégias são pontos fundamentais para que o sucesso seja obtido em uma proposta de valor. Além de estabelecer metas, definir como essas metas serão alcançadas, modifica as vias de se obter a ocorrência da lucratividade.

### 5.6.1 Diferenciais Competitivos e Proposta de Valor

Os principais diferenciais presentes no SISAR-WEB são:

- Valor coerente com o mercado;
- Interface interativa de fácil manuseio;
- Tecnologia acordada com o mercado;
- Sistema de fácil usabilidade;
- Customização conforme desejo do cliente;
- Preço.

Além disso, o produto também agrega uma maior:

- Comodidade;
- Segurança;
- Controle;
- Conforto;
- Economia.

Esses pontos fortes quando agregados com o diferencial competitivo, deixam a proposta de valor com mais veemência a sua importância no mercado.

## 5.6.2 Estratégia de Marketing

Divulgação via redes sociais, imobiliárias, comerciais em rádios e panfletos. Com objetivo de acertar o público de classe média e média alta.

### 5.6.2.1 Estratégia de Preços

O preço do produto é estabelecido após a elaboração do projeto customizado. Tanto para um projeto com poucas peças da casa integradas ao SISAR-WEB como para muitas, o valor torna-se atrativo visto o custo/benefício. Em média, para uma residência de 70m<sup>2</sup> com três peças embutidas ao sistema, o preço do produto fica em torno de R\$5.000,00 e cada peça acrescida ao sistema, em geral, aumenta-se em R\$2.000,00 o preço.

### 5.6.2.2 Estratégia de Promoção

A promoção é feita diretamente ao mercado alvo. Esta estratégia se baseia no fato de que o produto atende principalmente residências de classe média alta e alta que estão em construção.

O agendamento de visitas para a demonstração do produto será o ponto forte, conhecido como marketing direto. A importância neste quesito não é somente direcionar o produto para um mercado-alvo, mas sim atuar sobre ele.

Durante a demonstração, serão usadas estratégias de benefícios do produto.

### 5.6.2.3 Estratégia de Distribuição

A instalação das placas eletrônicas, cabos e dos diversos equipamentos é feita a partir da aquisição do produto e do aval do cliente. A página *web* já começa a ser elaborada após a compra do SISAR-WEB pelo cliente.

### 5.6.2.4 Estratégia de Vendas

As estratégias que serão utilizadas para a venda do produto são importantes, visto que a lucratividade e o desempenho da empresa dependem delas.

### 5.6.2.5 *Forecast*

O quadro 7 ilustra a projeção de vendas para os próximos 3 anos.

Ano 0 (2014)			Ano 1 (2015)			Ano 2 (2016)			
Produtos	Qtd	Preço-	Receita	Qtd	Preço	Receita	Qtd	Preço	Receita

		em média				R\$			
SISAR- WEB	20	R\$ 8000	R\$ 960.000, 00	50	R\$ 8000	1.200.000,00	70	R\$ 5000	R\$ 400000
		R\$ 960.000,00				R\$ 1.200.000,00		R\$ 1.360.000,00	
<b>Receita Total</b>									

**Quadro 8 - Projeção de vendas da Intelhome para os próximos 3 Anos**

**Fonte: Aatoria Própria**

#### 5.6.2.6 Plano de Vendas

Inicialmente, devem ser levantadas as regiões que contenham residências com maior possibilidade de adquirir o produto. Levantar também as que estão em construção ou em reformas através de imobiliárias e construtoras, pois essas tem um maior potencial a aceitar o novo sistema.

A primeira estratégia de venda é atacar as residências em construção/reformas e agendar diretamente com o cliente uma visita para a demonstração do produto.

A segunda estratégia é bater de porta em porta em regiões de família de classes média e alta com um executivo de negócios e apresentar o produto.

#### 5.6.3 Alianças Estratégicas

As alianças que poderão ser realizadas são com empresas que vendem componentes eletrônicos, como a *Texas Instruments*, e imobiliárias e construtoras que forneçam informações de clientes que possuam residências em construção/reformas.

#### 5.6.4 Cronograma

A divisão de tarefas referentes à empresa, com a data inicial e final, bem como os gastos previstos para cada afazer está demonstrada no cronograma explanado no Quadro 9 - Cronograma do ano inicial da empresa Intelhome

SISAR-WEB	Data Inicial	Data final	Gasto Previsto (R\$)	Responsável	Departamento
Desenvolvimento do Projeto SISAR-WEB	08/2012	11/2013	2000	Equipe	Engenharia de Desenvolvimento
Implementação do SISAR-WEB em uma casa modelo	09/2013	11/2013	3000	Equipe	Engenharia de Desenvolvimento
Abertura da Empresa – Burocracia	10/2013	11/2013	3000	Diego	Administração
Abertura da Empresa – Oficial	01/06/2013	01/06/2013	0	Felipe	Administração
Contratação de equipe	01/06/2013	01/08/2013	5000	Diego	Recursos Humanos
Implementações de Estratégias de Marketing e Promoção	01/08/2013	01/08/2013	3000	Felipe	Marketing
Contratação de representante	01/09/2013	01/09/2013	3500	Diego	Recursos Humanos
Início das Vendas	01/09/2013	-	0	Equipe	Marketing e Vendas
Total do Gasto Previsto			R\$ 18.500,00		

**Quadro 9 - Cronograma do ano inicial da empresa Intelhome**

Fonte: Autoria Própria

#### 5.7 Gestão

### 5.7.1 Estrutura Organizacional

Inicialmente, a empresa IntelHome contará com dois sócios fundadores e, à priori, dois colaboradores, um representante e um para a realização da limpeza.

### 5.7.2 Equipe

A equipe de gestão do SISAR-WEB é um dos pontos fortes do negócio, sendo composta por dois profissionais que possuem sólida experiência em eletrônica e tecnologia, atuando há mais de três anos em experiências com *hardware* e *software*, possuindo ótima formação e, sobretudo, grande motivação para enfrentar e superar os desafios de administrar, gerar resultados positivos e conquistar uma participação de mercado expressiva para o empreendimento em questão.

As atividades que não são referentes à eletrônica e administração, tais como marketing e limpeza, serão realizadas por colaboradores a ser contratados.

### 5.7.3 Quadro de Pessoal

Produção	Ano 0 (2014)		Ano 1 (2015)		Ano 2 (2016)	
	Qtde	Salário Anual (R\$)	Qtde	Salário Anual (R\$)	Qtde	Salário Anual (R\$)
Engenheiro De Desenvolvimento	2	95000	2	95000	2	95000
Técnicos	8	18000	8	18000	8	18000
Benefícios E Obrigações		58396,44		58396,44		58396,44

Estagiário	1	15600	2	15600	2	31200
Subtotal	3	349600	4	365200	4	396400
<b>Marketing E Vendas</b>						
Representante	5	42000	5	42000	5	84000
Benefícios E Obrigações		42613,32		42613,32		85226,64
Telefonista	3	12000	3	12000	3	12000
Benefícios E Obrigações		15610,68		15610,68		15610,68
Subtotal	8	54000	8	54000	8	96000
<b>Administrativo</b>						
Administrador	2	27600	2	14400	1	15600
Benefícios E Obrigações		22997,28		22997,28		22997,28
Subtotal	2	27600	2	14400	2	15600
<b>Geral</b>						
Equipe De Limpeza	1	9600	1	9600	1	9600
Benefícios E Obrigações		14485,32		14485,32		14485,32
Subtotal	1	9600	1	9600	1	9600
<b>Total De Pessoas</b>	<b>14</b>		<b>15</b>		<b>15</b>	
<b>Total Da Folha</b>		<b>R\$ 440.800,00</b>		<b>R\$ 443.200,00</b>		<b>R\$ 517.600,00</b>
<b>Benefícios E Obrigações</b>		<b>R\$ 312.103,04</b>		<b>R\$ 312.103,04</b>		<b>R\$ 312.716,36</b>
<b>Total De Gastos Com Folha</b>		<b>R\$ 752.903,04</b>		<b>R\$ 755.303,04</b>		<b>R\$ 830.316,36</b>

**Quadro 10 – Quadro de pessoal da empresa IntelHome**

**Fonte: Autoria Própria**

Representa o quadro de pessoal dos três primeiros anos da empresa IntelHome. Esse quadro contempla o número de pessoas, seu salário anual e suas obrigações e benefícios para com cada colaborador.

Os benefícios são, a princípio, vale-transporte, plano de saúde e vale-refeição. Dados para todos de forma igualitária.

## 5.8 Modelo de negócio CANVAS

O Modelo de Negócio Canvas, figura 57 é uma estratégia de gerenciamento que consegue inserir um negócio no seu grau máximo de potencial. O principal intuito é conseguir transformar uma ideia em um

produto com rentabilidade. Para tal, nove itens são utilizados e descritos de maneira a se relacionarem e se complementarem entre si (SEBRAE, 2012).

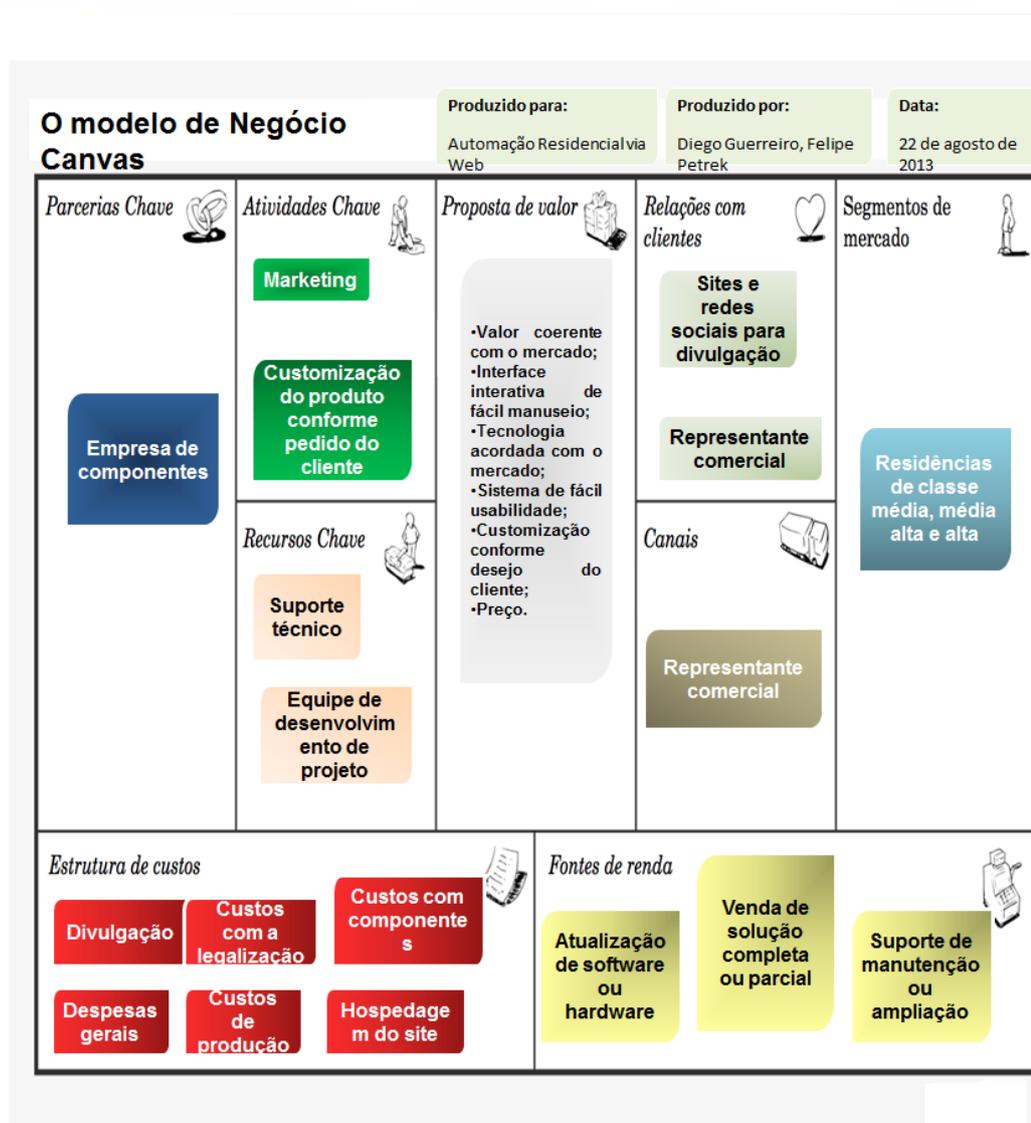


Figura 61 - Modelo de Negócio Canvas da empresa Intelhome

Fonte: Autoria Própria.

Para que o negócio seja consistente, precisam-se realizar algumas atividades consideradas chaves, tais como o desenvolvimento e melhoramento contínuo do produto, atendimento às normas, investimentos em *marketing*, bom serviço de pós venda e busca de incentivos e financiamentos do governo. Todos esses gastos estão na estrutura de custos da empresa, e uma atitude que foi tomada para reduzi-los ao máximo

foi buscar parceiros chave, fidelizando contratos desde que haja uma redução no preço de venda deles.

## 5.9 Plano Financeiro

### 5.9.1 Considerações

A parte central do plano de negócios é a declaração de lucro e prejuízos, o fluxo de caixa e o balanço patrimonial. As seguintes informações são projeções financeiras baseadas em outras empresas que lidam com o mercado de automação residencial. A análise é realizada para os próximos três anos. As estatísticas são retiradas de renomadas empresas deste segmento.

### 5.9.2 Indicadores Financeiros

Considerando o item 5.6.2.5, o crescimento das vendas é de 25% em relação às vendas do ano inicial. A aceitação do produto, bem como a venda através dos representantes são fatores que influenciam esse crescimento.

Para a análise financeira desse crescimento, alguns índices são importantes, como custos e despesas, lucro e receita.

### 5.9.3 Análise do *Break-even*

O *Break-even* acontece no segundo ano de empresa, onde a mesma entra em equilíbrio, ou seja, vende de forma a que o valor total dos proveitos obtidos com as vendas iguala o total de custos.

#### 5.9.4 Projeção do Resultado e Fluxo de Caixa

O quadro 10 demonstra a projeção do resultado e fluxo de caixa da empresa IntelHome durante os três primeiros anos. Embora a empresa apresente em seu ano inicial prejuízo com a entrada de R\$30.000,00 através de empréstimos, em seus anos posteriores é possível quitar as dívidas referentes ao ano inicial e obter lucro com crescimento.

Já em relação às participações, existe o valor de R\$8.000,00 a ser dividido pelos membros da equipe, no caso duas pessoas.

As despesas financeiras baseiam-se principalmente em contas de água, luz e telefone. Nas despesas com vendas, são levados em consideração os gastos referentes à área de marketing. A seguir são apresentados alguns impostos levados em consideração (CODELINES, 2008):

- Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) - pertence ao Estado e a alíquota varia de acordo com a mercadoria;
- Imposto Sobre Serviços (ISS) - pertence ao Município e as alíquotas são de 6% para diversão pública e 5% para os demais serviços;
- Programa de Integração Social (PIS) - pertence à União e as alíquotas são de 0,65% PIS-Cumulativo e de 1,65 % PIS/Não-Cumulativo;
- Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) - pertence à União e a alíquota é de 3 %.

IntelHome – DRE e FLUXO DE CAIXA PROJETADO		Previsão 2014	Previsão 2015	Previsão 2016
<b>RECEITA BRUTA</b>				
Vendas de Produtos		R\$ 960.000,00	R\$ 1.200.000,00	R\$ 1.360.000,00
<b>TOTAL DE RECEITA BRUTA</b>		<b>R\$ 960.000,00</b>	<b>R\$ 1.200.000,00</b>	<b>R\$ 1.360.000,00</b>
% dos Impostos sobre Vendas		<b>18%</b>		
<b>IMPOSTOS SOBRE VENDAS</b>		<b>R\$ 172.800,00</b>	<b>R\$ 216.000,00</b>	<b>R\$ 244.800,00</b>
<b>RECEITA LÍQUIDA</b>		<b>R\$ 787.200,00</b>	<b>R\$ 984.000,00</b>	<b>R\$ 1.115.200,00</b>
<b>CUSTO DOS PRODUTOS VENDIDOS</b>				
Mão de Obra Direta		R\$ 15.600,00	R\$ 15.600,00	R\$ 15.600,00
Matéria Prima e Materiais Diretos		R\$ 540.000,00	R\$ 675.000,00	R\$ 765.000,00
Despesas Indiretas		R\$ 119.567,96	R\$ 117.567,96	R\$ 117.567,96
<b>MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO</b>		<b>R\$ 675.167,96</b>	<b>R\$ 808.167,96</b>	<b>R\$ 898.167,96</b>
% da Receita Líquida		<b>86%</b>	<b>82%</b>	<b>81%</b>
<b>DESPESAS DE VENDAS</b>				
Fixas		R\$ 4.000,00	R\$ 4.500,00	R\$ 4.700,00
% sobre Receitas Brutas		<b>3%</b>		
<b>DESPESAS DE VENDAS</b>		<b>R\$ 32.800,00</b>	<b>R\$ 40.500,00</b>	<b>R\$ 45.500,00</b>
<b>DESPESAS FIXAS</b>				
Pessoal + Encargos + Benefícios		R\$ 621.631,92	R\$ 621.631,92	R\$ 621.631,92
Retiradas e Pró-labore		R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 150.000,00
Aluguéis+ Impostos+ Condomínios +Contas		R\$ 18.000,00	R\$ 18.500,00	R\$ 19.000,00
Administração				
Depreciação / Amortização		R\$ 2.300,00	R\$ 4.600,00	R\$ 5.850,00
<b>DESPESAS FIXAS</b>		<b>791.932</b>	<b>794.732</b>	<b>796.482</b>
<b>LUCRO</b>				
Lucro Operacional		-37.532	148.768	273.218
Imposto de Renda		<b>33%</b>	-	49.093
<b>LUCRO LÍQUIDO APÓS IR</b>		<b>-37.532</b>	<b>99.675</b>	<b>183.056</b>
% da Receita Líquida		<b>-5%</b>	<b>10%</b>	<b>16%</b>
<b>VARIAÇÃO DE CAPITAL DE GIRO</b>				
Contas a Receber no final do período		R\$ 50.000,00	R\$ 45.000,00	R\$ 44.000,00
Estoques no final do período		R\$ 12.000,00	R\$ 3.500,00	R\$ 12.600,00
Contas a Pagar no final do período		R\$ 15.000,00	R\$ -	R\$ -
Impostos a Pagar no final do período				
<b>VARIAÇÃO DE CAPITAL DE GIRO</b>		<b>R\$ 23.000,00</b>	<b>R\$ 41.500,00</b>	<b>R\$ 119.400,00</b>
Depreciação no período		+		
<b>FLUXO DE CAIXA OPERACIONAL</b>		<b>-R\$ 14.531,92</b>	<b>R\$ 141.174,61</b>	<b>R\$ 302.456,11</b>
<b>Investimentos em Ativo Fixo</b>		-		
Adições aos Ativos Fixos		R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Vendas de Ativos Fixos		+	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE (FCF)</b>		<b>-R\$ 15.531,92</b>	<b>R\$ 140.174,61</b>	<b>R\$ 301.456,11</b>
Financiamentos Longo Prazo		+	R\$ 30.000,00	
Amortização de Financiamentos		-		-R\$ 6.000,00
Pagamento de Juros		-	-R\$ 1.200,00	-R\$ 1.200,00
Amortização de empréstimos Curto Prazo		-		
Recursos Próprios		+		
<b>CAIXA GERADA NO PERÍODO</b>		<b>R\$ 15.668,08</b>	<b>R\$ 147.374,61</b>	<b>R\$ 308.656,11</b>
<b>CAIXA GERADA ACUMULADA</b>		<b>R\$ 15.668,08</b>	<b>R\$ 163.042,69</b>	<b>R\$ 471.698,81</b>

Quadro 11 - Demonstração de resultados e fluxo de caixa da empresa IntelHome.

Fonte: Autoria Própria.

## 5.10 Considerações

O capítulo apresentou a projeção de crescimento do mercado de automação residencial, que tende a se expandir muito, visto que se trata de um produto com grande aceitação pela população brasileira, mas que ainda é pouco acessível devido ao seu alto preço. Outro mercado que está em crescimento é o de *SmartPhones*, cada vez mais os consumidores estão comprando celulares que possam realizar tarefas do cotidiano, simplificando-as

O capítulo também apresentou a disposição dos gastos da empresa, que é composta pelos custos indiretos, que têm como fonte basicamente os gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D), apresentado por salário da equipe, compra de computadores e rateio de luz, telefone, água e etc. As despesas da empresa têm uma estrutura de gastos muito parecida com os gastos com P&D e ainda se inclui o valor pago no aluguel e taxas. Nota-se que a maior parte dos gastos é do tipo fixo, logo, com um volume grande de vendas o lucro alcançará patamares notáveis. Por adotar a estratégia de terceirizar a produção, os custos diretos da empresa variam conforme a demanda do mercado.

Na construção da proposta de valor, houve uma convergência entre mercado, cliente e produto, o que fortalece as chances do produto ter aceitação e procura, gerando maior receita, e aumento no lucro, para a empresa. Assim, considera-se o projeto econômica e financeiramente viável.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema atendeu ao escopo proposto visto que ao final obteve-se um Sistema de Automação Residencial que fosse controlado por uma página *web* e de baixo custo e após a instalação ele funcionou conforme planejado.

A comunicação RS485 mostrou-se um eficiente método de transmissão para aplicações em automação residencial pois nas distâncias aplicadas os ruídos, interferências e atenuações dos dados recebidos e enviados foram quase imperceptíveis.

A transmissão de 12V no mesmo cabo da comunicação RS485 é eficiente para as cargas testadas de até 2A.

É possível ler de maneira eficiente o sinal de um sensor na distância de até 3 metros se for utilizado um cabo com malha blindada.

Os gastos com este projeto podem ser reduzidos em projetos futuros visto que alguns componentes comprados não foram utilizados e outros foram desperdiçados. Obviamente isto pode ser admitido por tratar-se do primeiro sistema desenvolvido pela equipe.

Na construção da proposta de valor do plano de negócios, houve uma convergência entre mercado, cliente e produto, o que fortalece as chances do produto ter aceitação e procura, gerando maior receita, e aumento no lucro, para a empresa. Assim, considera-se o projeto econômica e financeiramente viável.

### 6.1 Dificuldades encontradas

Iniciado o desenvolvimento do projeto, a dificuldade encontrada foi a de detalhar como seria realmente o sistema, como os elementos de controle e placas de desenvolvimento que seriam utilizadas. Escolheu-se então por importar diversos módulos do sistema, isto acarretou também em um atraso no início do desenvolvimento pois era necessário aguardar quase dois meses para o produto comprado chegar e então aprender a utilizá-lo.

Quanto a programação das placas de desenvolvimento, foram encontradas dificuldades em programar a placa *Stellaris* LM3S6965 pois ela possui muitos recursos e os exemplos disponíveis para estudo eram muito limitados.

Chegando ao final do período de desenvolvimento percebeu-se que o tamanho do programa gravado na placa central aproximava-se do limite de 256kbytes, assim foi necessário modificar o código apagando partes menos importantes.

Grande parte do sistema foi instalado sob o telhado da residência. Este ambiente é altamente insalubre: tem altas temperaturas, poeira, baixas luminosidade e ventilação e presença de aracnídeos. Devido a estas dificuldades procurou-se certificar-se de que o sistema estava completamente funcionando para só então efetivamente instalá-lo.

## 6.2 Implementações futuras

Para evoluir este sistema pode-se inserir na placa central um cartão SD, permitindo assim que se possa desenvolver páginas *web* mais elaboradas e mais linhas de código no projeto, com novas placas, peças e equipamentos controlados.

É possível expandir o sistema para o ambiente externo da residência e controlar por exemplo equipamentos para irrigação de jardim, sensores de presença, lâmpadas externas, abertura de portões e novas câmeras IP. Como elemento de segurança e cadastro de usuários pode-se utilizar leitores biométricos e de RFID.

## REFERÊNCIAS

AHMED, A., Eletrônica de Potência, Prentice Hall do Brasil, 2000. KELLY, G, Home Automation: Past, Present & Future, Electronics Australia, Fevereiro, 1997.

ALMEIDA, Wellington Márcio. Gestão da Qualidade – Curso Técnico de Manutenção. Ouro Preto, SENAI-MG, 2012. 68 p. EDUCAÇÃO PROFISSIONAL.

AURESIDE, Associação Brasileira de Automação Residencial. A casa da Microsoft. Disponível em <http://www.aureside.org.br/temastec/default.asp?file=concbasicos03.asp>. Acessado em 02/08/2013.

BOLZANI, C. A. M. Desmistificando a domótica. In: Revista Home Theater. [S.l.: s.n.], 2007.

BOLZANI, C. A. M. Residências Inteligentes. [S.l.]: Livraria da Física, 2004.

CASADOMO. Domótica - Introducción. Janeiro 2014. Disponível em: <<http://www.casadomo.com/>>.

CAMARGO, C. P. de. Video on Demand. Janeiro 2014. Disponível em: <<http://www.baixaki.com.br/info/2602-video-on-demand.htm>>.

Conceitos Básicos de RS-485 e RS-422, Kron Medidores. Disponível em: <[www.kronweb.com.br/download2.php?id=548](http://www.kronweb.com.br/download2.php?id=548)>. Acesso 01 nov. 2013.

DOMÓTICA - Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial, Rio de Janeiro: VÉRTICES, v. 6, n. 3, set./dez. 2004.

G1.COM, Empresa fatura R\$ 1 milhão com serviços de automação residencial. Disponível em: <

<http://g1.globo.com/economia/pme/noticia/2013/05/empresa-fatura-r-1-milhao-com-servicos-de-automacao-residencial.html>>. Acesso em: 29 set. 2013.

MAINARDI, E., BANZI, S., BONFIÈ, M. e BEGHELLI, S., A low-cost Home Automation System based on Power-Line Communication Links, 22nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2005 - September 11-14, 2005, Ferrara, Itália.

MARIOTONI, C. A. e ANDRADE Jr., E. P., Descrição de Sistemas de Automação Predial Baseados em Protocolos PLC Utilizados em Edifícios de Pequeno Porte e Residências, Revista de Automação e Tecnologia de Informação. Volume 1, número 1, 2002.

MOTOROLA Lonworks Documentation. 07/08/1998. Low Cost PC Interface to LONWORKS Based Nodes. Disponível em: <http://www.mot.com/SPS/MCTG/MDAD/pdf/DL159/AN1250.pdf>. Acesso em 10/02/2014

NASHELSKY, L. e BOYLESTAD, R. L. ATTIA, Y. A. I. e KITCHENER, J. A. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. Prentice Hall do Brasil, 2004.

Perrin, Bob. The Art and Science of RS-485. Circuit Cellar Magazine, Jul. 1999. Dallas/Maxim Semiconductor. Guidelines for Proper Wiring of an RS-485 (TIA/EIA-485-A) Network. Application Note 763, Jul. 2001.

PINHEIRO, José Maurício Santos, 2006. ZigBee em Home Area Network. Projeto de Redes. Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br>. Acesso em 25/02/2014.

PMI. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos PMBOK. Project Management Institute, 2008.

Soltero, Manny; Zhang, Jing; Cockrill, Chris. 422 and 485 Standards Overview and System Configurations. Application Report SLLA070C, Texas Instruments, Jun. 2002. Texas Instruments. Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485) – Design Notes. Jun. 2002. Gingerich, Kevin. The RS-485 unit load and maximum number of bus connections. Texas Instruments, 2004. Stanek, Jan. Introduction to RS 422 & RS 485. HW Server, Czech Republic, 1998.

SRA Engenharia, Histórico da Automação Residencial, Disponível em: <[http://sraengenharia.blogspot.com.br/2013/01/historico-da-automacao-residencial\\_10.html](http://sraengenharia.blogspot.com.br/2013/01/historico-da-automacao-residencial_10.html)>. Acesso em: 15 set. 2013.

TANENBAUM, Andrew S. Redes de Computadores. Ed. Elsevier. Tradução autorizada do idioma inglês da edição publicada por Prentice Hall. Rio de Janeiro, 2003.

TERUEL, E. C. Uma proposta de framework para sistemas de automação residencial com interface para WEB. 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

TOCCI, R. J., WIDMER, N. S. e MOSS, G. Y L., Sistemas Digitais - Princípios e Aplicações, Prentice Hall do Brasil, 2007.

W3schools, JavaScript Tutorial. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/js/>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

X10. X10 Powerline Carrier (PLC) Technology. Agosto 2014. Disponível em: <[Http://www.x10.com/support/technology1.htm](http://www.x10.com/support/technology1.htm)>.

Z-WAVE. Z-Wave. Disponível em: <[www.zwave.com.br](http://www.zwave.com.br)>. Acesso em: 2 fev 2014.

ZIGBEE. ZigBee Home Automation - Features. Disponível em: <<http://www.zigbee.org/Markets/ZigBeeHomeAutomation/Features.aspx>>. Acesso em: 15 fev 2014.

## APÊNDICES

Apêndice A – trecho de código do MSP430 do quarto grande referente ao acionamento do sistema de alarme

```

if (string2[0] == '3')
{
    if (string2[1] == 'X') //caractere recebido da placa central
    {
        aa=1; //alarme ligado
        if(acionou==0)
        {
            minutos3=minutos; //grava o minuto que foi acionado
            tempo2=tempo; //grava o segundo que foi acionado
            acionou=1;
        }
    }
    if (string2[1] == 'Y') //
    {
        aa=0; //alarme desligado
        acionou=0;
    }
    if((aa==1)|| (result2 >200))//se alarme acionado ou nível de gás
    //acima de 200 (escala de 0 á 1024).[
        if ((result2 >200)|| (minutos>=minutos3+2))
        {
            if((result2>200)|| (0x10&P1IN)|| ((string2[0]=='x')&&(string2[0]=='
            x'))
            //se gás elevado, alarme ativado, ou caractere de alerta recebido
            //de outra MSP-EXP430G2:
            {
                P1OUT |= 0x01; //P1.0 em alto para transmitir pela RS485
                UCA0TXBUF= 'x' ; //envia alerta para demais placas
                string1[0]= UCA0TXBUF;

                minutos2=minutos; //grava minuto que foi tocado
                tocou=1;
            }
            if((tocou==1)&&(minutos>=minutos2+5))
            { P2OUT &= ~0x01; //após 5min tocando ele desliga
                tocou=0; }
        }
    }
}

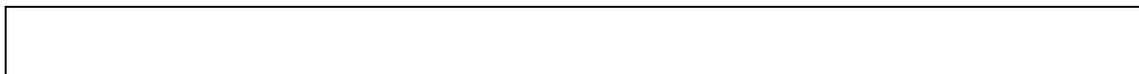
```

## Apêndice B - Trecho de código referente a leitura do valor do sensor de luminosidade

```
    // Serviço de tratamento de interrupção do ADC10 do
MSP430.

#pragma vector=ADC10_VECTOR
__interrupt void ADC10_ISR(void)
{
    ADC10CTL0 &= ~ENC;           // ADC10 desativado
    ADC10CTL0 = 0;              // ADC10, Vref desativado
    cont++; //acrescenta contador do número de leituras
    valores[cont]=ADC10MEM; //salva valor do ADC em um
vetor.
    if (cont >=20)
    {cont=0;
      for (cont2=0; cont2<20;cont2++)
      {
          result=valores[cont2]+result;
      }
      result2=result/20; //faz a media dos 20 valores do ADC
      cont2=0; //zera o contador de valores.
    }
}
```

Apêndice C – Função Que Envia e Recebe dados Pela Serial Da Stellaris



## Apêndice D

```
char UARTTransferExp(const unsigned char *pecad)
//recebe como parâmetro o caractere a ser enviado
    { // habilita a UART0
SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_UART0);
SysCtlPeripheralEnable(SYSCTL_PERIPH_GPIOA);
// habilita a interrupção
IntMasterEnable();
// Configura os pino 0 e 1 do port A como UART.
GPIOPinTypeUART(GPIO_PORTA_BASE, GPIO_PIN_0 | GPIO_PIN_1);
// Configura a serial para 115200bps
UARTConfigSetExpClk(UART0_BASE, SysCtlClockGet(), 115200,
(UART_CONFIG_WLEN_8|UART_CONFIG_STOP_ONE  UART_CONFIG_PAR_NONE))
// Ativa a UART
UARTEnable(UART0_BASE);
// Ativa a porta F3 para permitir envio pela RS485.
GPIO_PORTF_DATA_R |= (0x01);
UARTSend(pecad, 2); //Envia os caracteres recebidos
// Desativa a porta F3 para permitir rerece pela RS485.
GPIO_PORTF_DATA_R &= ~(0x01);
//Espera de tempo para sincronizar com a MSP430.
delay(600000);
//enquanto houver caracteres na fila
while(UARTCharsAvail(UART0_BASE))
{ //grava em corro o caractere recebido
corro = UARTCharGetNonBlocking(UART0_BASE);
}
GPIO_PORTF_DATA_R |= (0x01);
// Desativa a UART
UARTDisable(UART0_BASE);
return corro; //retorna o caracter recebido da MSP430.
}
```

## Apêndice E - Função de transmissão de status da lâmpada da cozinha.

```

if(string2[0]=='3'){
if(((string2[1]=='A')||(string2[1]=='B'))&&(pp[0]==1)&&(pp2[0]==1))
)
    {
        if (0x08 & P2OUT)//se P2.2 está ativa(lâmpada acesa)
        {
            P1OUT |= 0x01;//habilita P1.0 para envio pela
RS485.

            IE2 |= UCA0TXIE;//ativa interrupção de transmissão
            IE2  &= ~UCA0RXIE;//desativa interrupção de
recebimento

            UCA0TXBUF = 'a';//envia para Stellaris caractere
//de

            // lampada acesa
            pp[0]=0;//não permite mais enviar
            pp2[0]=0;
        }
        if (0x08 &~ P2OUT) )//se P2.2 está inativa
        {
            P1OUT |= 0x01;
            IE2 |= UCA0TXIE;
            IE2 &= ~UCA0RXIE;
            UCA0TXBUF = 'b'; //caractere lâmpada apagada
            pp[0]=0;
            pp2[0]=0;
        }
    }
}

```

Apêndice F - Recebimento de caracteres pela serial da MSP-EXP430G2 e acionamento/desacionamento da lâmpada da cozinha.

```

if (string2[0]=='3'){
    if (string2[1] == 'A'){ //se receber "3A" da Stellaris:

        P2OUT |= 0x08; //ativa a lâmpada
        pp2[0]=1; //permite envio de caractere de status 'a'
    }
    if (string2[1] == 'B') //se receber "3B" da Stellaris:
    {
        P2OUT &= ~0x08; //desativa a lâmpada
        pp2[0]=1; //permite envio de caractere de status 'b'
    }
}

```

Apêndice G - Trecho de código que solicita que lâmpada da cozinha seja ligada

```

if(req)
{
req.open("GET",    "/cgi-bin/light_kitchen_on?id"    +    Math.random(),
true);
req.send(null);
}

```

Apêndice H - Trecho de código da Stellaris de quando recebe da página que deseja-se ligar a luz da cozinha

```

if(strncmp(name, "/cgi-bin/light_kitchen_on?id", 28) == 0)
//recebe string acima da página html
{
    ret[3][0]= UARTTransferExp( "3A");//envia 3A pela serial
    io_pwm_freq(7000);
    io_set_pwm(true); //aciona som de envio de dado
}

```

```

delay(60000);
io_set_pwm(false); //desaciona som de envio de dado
ptFile->data = NULL; //resposta de retorno nula
ptFile->len = 0;
ptFile->index = 0;
ptFile->pextension = NULL;
return(ptFile);
}

```

### Apêndice I - Trecho de código da Stellaris de quando recebe da página solicitação para envio de status da lâmpada da cozinha

```

        if(strncmp(name, "/light_kitchenstate?id", 22) == 0){
//se string recebida da página é essa acima(estado da lâmpada da
cozinha)
        if(ret[3][0]=='a') { //caractere recebido 'a' (ver quadro
anterior)
            usnprintf(pcBuf, 4, "ON");
            ptFile->data = pcBuf; //escreve 'ON' na página html
            ptFile->len = strlen(pcBuf);
            ptFile->index = ptFile->len;
            ptFile->pextension = NULL;
            return(ptFile);}
        if(ret[3][0]=='b'){
            usnprintf(pcBuf, 4, "OFF"); //escreve 'OFF' na página html
            ptFile->data = pcBuf;
            ptFile->len = strlen(pcBuf);
            ptFile->index = ptFile->len;
            ptFile->pextension = NULL;
            return(ptFile); }
    }

```