

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

CASE: 2000m² INTELIGENTES²

*Relatório submetido à Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para a aprovação na disciplina
DAS 5511: Projeto de Fim de Curso*

Guilherme Campos Angeloni

Florianópolis, janeiro de 2013

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL
CASE: 2000 m² INTELIGENTES²

Guilherme Campos Angeloni

Esta monografia foi julgada no contexto da disciplina
DAS5511: Projeto de Fim de Curso
e aprovada na sua forma final pelo
Curso de Engenharia de Controle e Automação

Prof. Carlos Montez, Dr. – DAS – UFSC

Assinatura do Orientador

Banca Examinadora:

Eng. Éber Roberto da Silva - ALLCONVERGE
Orientador na Empresa

Prof. Carlos Montez, Dr. – DAS – UFSC
Orientador no Curso

Prof. <nome do professor avaliador>
Avaliador

<nome aluno 1>
<nome aluno 2>
Debatedores

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela natureza e suas Engenharias que teimamos em *matematicar*.

Agradeço ao apoio recebido do meu pai, Luiz Reinaldo Angeloni (*in memoriam*), e da minha mãe, Celita Irene Campos Angeloni, que me estimularam para ingressar e para finalizar a faculdade de Engenharia de Controle e Automação.

Agradeço à minha esposa, Fernanda Leite Silva Campos Angeloni, pela compreensão no decorrer da reta final do curso.

Agradeço à minha tia Maria Terezinha Angeloni pelo apoio imprescindível nos primeiros passos da Smart Homes.

Agradeço ao professor José Ripper Kós pelas dicas e correções.

Um agradecimento especial ao eletricista Norberto que fez todo o lançamento dos cabos na obra, identificou, conforme projeto, e instalou os quadros de distribuição elétrica e as luminárias *in loco*.

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu filho, Lorenzo Leite Campos Angeloni, como um exemplo e relato a ser seguido e melhorado por ele.

Resumo

Empresa com foco em Automação Residencial e a descrição do processo de implementação de um projeto em casa unifamiliar na cidade de Brasília/DF – Brasil entre os anos de 2011 e 2012.

Foi executada a instalação de quatro Quadros de Automação e Controle interligados entre si e a sensores, teclados e pulsadores de comando através de redes I2C; Emprego de Software Supervisório ISIMPLEX com *Multimedia* distribuída pela casa toda através de sonorização ambiente e central de mídia.

A casa é toda controlada por Smartphones, Tablets, PCs ou até mesmo pela TV; além disso, ainda possibilita acesso ao sistema gerencial da casa através da internet e seu alcance global.

PALAVRAS CHAVE: Automação Residencial, Dimer, Domótica, Sonorização Residencial, Software Supervisório, Redes de Automação, i2C, KNX, SCADA.

Abstract

A Home Automation company and a description of a single-family Project implementation process in Brasilia / DF - Brazil between the years of 2011 and 2012.

Installation was performed with four Automation and Control panels interconnected and connected to sensors, keypads and buttons command via I2C networks; Application of Supervisory Software ISIMPLEX with Multimedia distributed to the whole house through ambiente sound and media center.

The whole house is controlled by Smartphones, Tablet PC`s, PC`s or even by TV`s; Moreover, also allows access to the management system over the internet and its global reach.

KEYWORDS: Home Automtion, Dimer, Domotic, Ambient Sound, Supervisory Software, Network Automation, I2C, KNX, SCADA.

Sumário

Agradecimentos	iv
Dedicatória	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Sumário	viii
Capítulo 1: Introdução	1
1.1: A Automação Residencial	1
1.2: Justificativa	1
1.2.1: Um paralelo com as tecnologias industriais / científicas	2
1.2.2: Contextualização com o Curso de Engenharia de Controle e Automação	2
1.3: Mercado Interno de Automação Residencial	3
1.4: Objetivos	5
Capítulo 2: A empresa e o cliente	6
2.1: A AllConverge	6
2.2: A Smart Homes – Automação Residencial	7
2.3: O Cliente	7
Capítulo 3: A Automação Residencial	8
3.1: Conceitos	8
3.1.1: Sistemas Autônomos	8
3.1.2: Integração de Sistemas	8
3.1.3: Residência Inteligente	9
3.1.4: Domótica e a Domótica na Nuvem	9

3.1.5: Segurança da Informação	10
3.1.6: IHC – Interface Homem Computador	10
3.1.7: Software Supervisório SCADA	12
3.1.8: Smart Grid	12
3.2: Divisões da Automação	13
3.2.1: Energia Elétrica / Energia Alternativa	14
3.2.2: Sistemas Hidráulicos	17
3.2.3: HVAC / AVAC	18
3.2.4: Redes	21
3.2.5: Controle de Iluminação e de Motores	22
3.2.6: Incêndio	24
3.2.7: Segurança	25
3.2.8: Controle de Acesso	27
3.2.9: Telefonia	28
3.2.10: Áudio & Vídeo	29
3.2.11: Acessibilidade e Companheirismo	32
3.2.12: Limpeza	32
3.2.13: Gerenciamento	34
Capítulo 4: Tecnologias aplicadas	37
4.1: Redes e seus elementos	37
4.2: Rede de Automação	41
4.3: Software Supervisório	43
4.4: Fluxo de Informação	49
Capítulo 5: O Quadro de Automação	50
5.1: O CLP	60

5.2: O Multiplexador ou MUX	61
5.3: A Expansão a Relé	61
5.4: O Dimer.....	62
5.5: As Fontes.....	63
5.6: A Programação em PDE.....	63
5.7: Problemas Encontrados e Soluções Apresentadas.....	64
Capítulo 6: Resultados.....	68
Capítulo 7: Conclusões e Perspectivas.....	70
Bibliografia:	73
ANEXO 01: SENSORES.....	77
ANEXO 02: CENÁRIOS	78
ANEXO 03: PROJETOS	79

Simbologia

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

AP – Access Point

AURESIDE – Associação Brasileira de Automação Residencial

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

CIM – Computer Integrated Manufacturing

CLP – Controlador Lógico Programável

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

DI – Dispositivo Inteligente

DR – Diferencial Residual

DVR – Digital Video Recorder

EaD – Ensino a Distância

GSM – Global System for Mobile

HD – Hard Disk

HVAC – Heating Ventilation and Air Conditioning

I2C – Inter Integrated Circuit

IHC – Interface Homem Computador

IHM – Interface Homem Máquina

MMC – Multi Media Card

NAS – Network Attached Storage

NBR – Normas da ABNT

NVR – Network Video Recorder

PIP – Picture in Picture

RGB – Red Green Blue

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition

SCR – Silicon Controlled Rectifier

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SO – Sistema Operacional

TCP/IP – Transmission Control Protocol / Internet Protocol

UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Capítulo 1: Introdução

1.1: A Automação Residencial

A Automação Residencial vem difundindo-se a passos largos, devido principalmente à popularização das tecnologias de informação e informática. Vivenciamos uma gama de lançamentos tecnológicos e junto nasce o desejo de acesso ao novo e o contato constante com o mundo cibernético.

Essa crescente necessidade de conforto e de portabilidade leva-nos a adotar novas filosofias de construção civil voltadas para a criação de tecnologias inéditas, as quais culminam na Automação Residencial: poder controlar sua casa pelo computador portátil, de onde estiver.

No capítulo 1 desse material apresentamos os objetivos do trabalho, a justificativa e a contextualização com o curso e com o mercado. No capítulo 2 apresentamos as empresas envolvidas e o cliente. No capítulo 3 discriminamos os conceitos inerentes à Automação Residencial e as suas subdivisões. No capítulo 4 relatamos as tecnologias aplicadas nesse trabalho. No capítulo 5 apresentamos o desenvolvimento dos quadros de controle e seus elementos. No capítulo 6 mostramos os resultados alcançados e concluímos com as conclusões no 7º capítulo.

1.2: Justificativa

Os sistemas de automação utilizados nesse projeto são legados do chão-de-fábrica com tecnologia já estabilizada e bem testada. A sua aplicação no âmbito doméstico é uma tendência sem freios.

O mercado imobiliário aquecido, a concentração de renda, a aproximação da data das Olimpíadas e Copa do Mundo favorecem a instalação desses sistemas no mercado brasileiro.

Precisamos estar preparados para dominar essa competitividade com conhecimento concreto e know-how previamente adquirido.

1.2.1: Um paralelo com as tecnologias industriais / científicas

O emprego das tecnologias já consolidadas no chão-de-fábrica agora no ambiente domiciliar é a mais recente evolução pela qual a sociedade vem passando. E o interesse de inúmeras pessoas em tornar seu cotidiano mais fácil impulsiona a transferência dessa tecnologia do ambiente residencial para o doméstico. Foi assim com os gigantescos mainframes (ou centro de processamento de dados) que se tornaram desktops (computadores pessoais); foi assim com a ARPANET, (a primeira rede de computadores) evoluiu para a INTERNET (a rede mundial de computadores). Dentre tantas mudanças, agora observamos a transição de se automatizar as residências, como foram automatizadas as fábricas sob a filosofia CIM (Computer Integrated Manufacturing). Conceito este que leva a tecnologia de comunicação com periféricos e o seu controle/monitoramento remoto para dentro de casa.

1.2.2: Contextualização com o Curso de Engenharia de Controle e Automação

O projeto desenvolvido baseia-se em diversas disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação:

- Conhecimentos de arquitetura de computadores industriais e de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), abordados em Informática Industrial I e Microprocessadores;
- Conceitos de Eletrônica Básica e Sistemas Digitais, utilizados para o entendimento do funcionamento dos sensores, teclados e conversores;
- Conhecimentos de Elétrica da disciplina Circuitos Elétricos para Controle e Automação e Eletricidade Industrial;
- Tópicos de Modelagem e Controle de Sistemas Automatizados para idealizar o projeto;

- Assuntos abordados em Medição de Grandezas Mecânicas, tais como transdução, transmissão e tratamento de sinais, instrumentos e técnicas de medição;
- Protocolos de redes de comunicação e redes locais industriais, expostos em Redes de Computadores para Automação Industrial;
- Conceitos de Tecnologia da Informação e Segurança da Informação expostos em Aspectos de Segurança em Sistemas de Controle e Automação e Integração de Sistemas Corporativos;
- Assuntos abordados em Instrumentação em Controle, úteis para sensoriamento;
- Conceitos de malha fechada de Sistemas Realimentados e Sinais e Sistemas Lineares;
- Ética Profissional dos Aspectos Econômicos e Sociais da Automação;
- Consciência Sustentável, repassada pela disciplina de Conservação dos Recursos Naturais.

1.3: Mercado Interno de Automação Residencial

Trabalho com Automação Residencial há nove anos. Sou sócio fundador da empresa mais antiga de Florianópolis no setor e percebo a precariedade técnico-científica em que o ramo se encontra.

Não existe profissional de Nível Superior formado em Automação Residencial com diploma nesta área. E, geralmente, o técnico encontrado no mercado tem experiência com ligações de contactoras, minuterias e CLPs industriais.

Hoje o SENAI e a UNISINOS são as únicas instituições com cursos específicos na área. No mais, cada fabricante monta turmas e repassa a sua metodologia e “normas”.

A produção de sistemas *demo* em ambiente acadêmico e escolar tem seus números vertiginosamente crescentes. Fabricantes, revendedores, distribuidores, professores e alunos têm surgido diariamente. Estamos vivenciando o início do *boom* da domótica no Brasil e no mundo.

Estamos chegando no Take-Off curva “S”, conforme previa MARV em 2009 [36] juntamente com nossos concorrentes internacionais. (Orgulhosamente posso dizer que o Brasil está tão mal preparados quanto os demais países. Em viagem à CES 2013 em Las Vegas, no começo deste ano, pude testemunhar que o Japão, a Alemanha e os Estados Unidos, países que sempre estiveram na vanguarda da tecnologia aplicada dentro das residências, estão com sistemas que não integram de forma plena tudo o que a Domótica apresenta).

Observamos que fabricantes como AABB, SIEMENS, MITSUBISHI, PHILIPS, BOSCH, SCHNEIDER, MARVELL demonstraram seus produtos e soluções de ponta como versões demo assim como um aluno técnico brasileiro demonstra um protótipo inacabado para os seus professores.

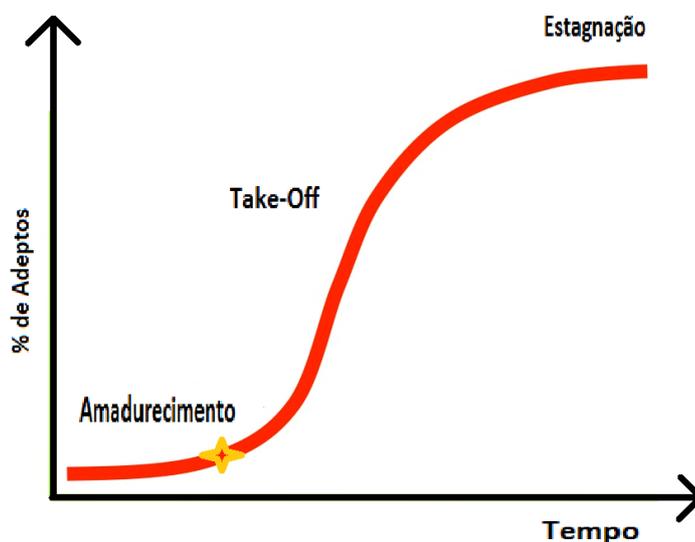


FIGURA 1 - Curva S da tecnologia

Como ainda é uma novidade no mundo inteiro no exterior ainda se nota a falta de norma e literatura específicas, no Brasil esse hiato é ainda maior.

A Associação Brasileira de Automação Residencial tem como mérito a organização de congressos anuais e turmas para aulas básicas semestralmente e em EaD; entretanto, não apresenta trabalhos técnicos e não institui normas em âmbito nacional.

O papel da AURESIDE deixa a desejar, pois recebe patrocínio de empresas instaladoras, fabricantes e deixa de lado um dos tópicos relatados como sua missão, a de “homologar produtos e serviços na área”.

Em agosto de 2012, foi criada no Brasil a fundação KNX (lê-se conéx) da qual orgulhosamente a empresa SMART HOMES AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL é membro e sócia fundadora. Essa organização tem norteado mundialmente para “O” padrão de protocolo e normas a serem seguidos no âmbito de automações residenciais e prediais.

Requisitos tecnológicos, de sustentabilidade e ética de trabalho têm impulsionado para que isso aconteça. Está dando muito certo no restante do planeta e agora começa a rodar de forma muito promissória em terras nacionais a partir deste ano de 2013 conforme relatado em [33].

Além de uma política de marketing invejável, que foi abraçada pelos grandes fabricantes, já citados, o grande diferencial da KNX é a intercambiabilidade. Sendo assim, uma pequena fábrica de painéis *touch screen* pode especializar-se ainda mais no seu segmento e ofertar seu produto para ser integrado com sistemas de outros fabricantes.



FIGURA 2 – Logo KNX para empresas membro

1.4: Objetivos

O case aqui relatado ilustra como decorre a execução do projeto de automação de uma residência de grande porte e alto luxo, em quais áreas se divide, em quanto tempo se concretiza e quais as dificuldades encontradas.

Capítulo 2: A empresa e o cliente.

2.1: A AllConverge

A AllConverge (www.allconverge.com.br) é um agrupamento de empresas nacionais de tecnologia que resolveram comunicar seus produtos e fazer surgir uma solução completa para Automação Residencial.

Tem como fundador o Eng. Éber da Silva, que já trabalha no mercado de casas inteligentes há anos e sempre teve um papel de destaque; mas, continuamente, tinha suas vendas limitadas pelo preço pouco competitivo dos produtos que representava. E, foi buscando sanar esse problema, que resolveu agregar um *pool* de empresas e constituir a Linha de Automação All Converge.

A linha agrada de imediato, quer pelo seu preço bastante acessível, quer por englobar todo o aparato da automação.

Cada um dos módulos que compõem a “família” All Converge é de um fabricante diferente, exigindo um curso para cada um deles, incluindo aqui os fabricantes RKM, DEXTER, GSCON, BIOACCESS, ELIPSE e NWC .



FIGURA 3 – Logo da ALLCONVERGE

2.2: A Smart Homes – Automação Residencial

A SMART HOMES – Automação Residencial é uma empresa que abrange Projeto, Implantação de Sistemas e pós venda a projetos tecnológicos na área de construção civil.

Foi criada dentro do Pólo Tecnológico de Florianópolis na Pré-Incubadora do SENAI/SC e atualmente conta com sede própria na mesma cidade. Somos representantes no estado de Santa Catarina dos produtos All Converge, SBUS HDL, VISACT, INTELBRÁS, SMS LEGRAND e com direitos de revendê-los e instalá-los em outros estados.



FIGURA 4 – Logo da Smart Homes - Automação Residencial

2.3: O Cliente

O cliente é um empresário do ramo de logística do petróleo, de origem Chilena e residente na Rússia, enquanto a esposa e os filhos moram em Brasília/DF.

Na reunião inicial foi discutido todo o potencial da automação e o que era a real necessidade da família:

Segurança integrada, música e filmes para os filhos, portabilidade de acesso a imagens da casa e ao controle de iluminação e climatização.

Capítulo 3: A Automação Residencial

A Automação Residencial abrange diversos campos e conceitos e, para melhor ser estudada, iremos explicar alguns dos temas aqui abordados.

3.1: Conceitos

3.1.1: Sistemas Autônomos

Sistemas que agem sem ação do morador, como por exemplo no caso de detecção da presença de gás na cozinha, ele liga alarme sonoro, dispara SMS, liga exaustor e impede que a lâmpada do ambiente contaminado seja acesa se alguém chegar no local.

Outro sistema que trabalha sem interferência humana é a irrigação que tem um sensor de umidade no solo e irriga o jardim quando for necessário, em horários previamente determinados, mas não sem antes consultar a previsão do tempo. Também há um sensor de presença no local. Com esse sistema evita-se assim o desperdício de água e um incidente de molhar as pessoas em uma festa a céu aberto.

3.1.2: Integração de Sistemas

Como citado acima, a automação precisa de informações de outros sistemas para funcionar de forma inteligente. E a automação fica no meio de todos os sistemas gerenciando e/ou supervisionando o trabalho em âmbito geral. Como exemplo, podemos relatar que se setaram uma temperatura para a sala e o piso aquecido não conseguiu alcançar, a automação pode acionar um ar condicionado no modo *aquecimento*.

Os sistemas de climatização são chamados de HVAC em [9] e em [10], que é a integração de Heating, Ventilation e Air Condition ou em português: Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (melhor relatado na página 18).

3.1.3: Residência Inteligente

Residência Inteligente faz referência a uma casa automatizada, com sistemas integrados de forma cooperativa, envolvendo outros conceitos além dos tecnológicos, para gerar um ambiente seguro, limpo e saudável, sem deixar de lado a eficiência energética.

3.1.4: Domótica e a Domótica na Nuvem

A palavra *Domotique* foi criada pelo sociólogo francês Bruno de Latour no ano de 1984 em seus estudos da relação entre a ciência técnica e o comportamento humano.

Juntando a palavra *domus* (que significa casa em latim) com *informatique* (do francês informática) Latour criou o neologismo *domotique* que foi traduzido para outras línguas como *domótica* (português e espanhol), *domotic* (inglês), *domotica* (italiano).

Hoje Dr. Latour preside a *l'Association pour les Maisons du Futur* que fundou nos anos 80. Ele continua citando tendências, mas desapontando-se com a baixa velocidade que os fabricantes têm apresentado nos últimos 20 anos em trazer essa tecnologia para dentro das casas de forma mais popular.

Mas Latour aposta que a *domótica na nuvem*, que vai interligar os eletrodomésticos trará nova aceleração [34].

Esse mecanismo faz referência à todos os eletroeletrônicos que se interligam através da internet para funcionar em sincronia.

Na *web* ficam salvas todas as necessidades do usuário, parâmetros, agendamentos, preferências; e todos os dispositivos adquiridos acessam essas configurações e sabem o horário de despertar, de servir o almoço; de que música ouvir no período da tarde e qual a cor preferida para relaxar na cromoterapia durante o sono.

3.1.5: Segurança da Informação

O controle de acesso, controle de iluminação, sistemas de vigilância, temperatura e até mesmo a intimidade da família estão acessíveis on-line e exigem aparatos tecnológicos para evitar a invasão, vandalismo cibernético, captura de dados e imagens. Um *hacker* pode causar danos físicos, constrangimentos e danos financeiros estando de posse do controle da casa inteligente. Por isso, a empresa que executa o projeto deve ter esse cuidado.

A responsabilidade civil também deve recair sobre os fornecedores, não esperando esses que as invasões aos seus sistemas sejam corriqueiras como cita MILAGRE em [37].

Sabe-se que nenhum sistema será 100% seguro, como se percebe na fatia enorme de dinheiro desviado do sistema bancário *on-line*. Entretanto, a corrida contra os criminosos digitais deve ser prevista e dificultada.

Além dos dispositivos computadorizados, a maior brecha do sistema sempre está na mão do usuário, o qual deve ser instruído a não anotar suas senhas, nem repassá-las a qualquer um que não goze de sua plena confiança.

No caso deste relatório de acesso público, as variáveis e partes do programa apresentadas não condizem com as realmente utilizadas no programa da casa, como observamos no selo dos anexos. Assim também todas as informações que gerem pontos de insegurança foram cuidadosamente suprimidas.

3.1.6: IHC – Interface Homem Computador

O IHC – Interface Homem Computador é qualquer método de troca de informação entre um usuário humano e um computador. Aqui fazemos referência ao sonho de ter um painel de comando de todos os pontos da casa pelo qual se pode saber tudo o que acontece e tomar decisões de um ponto central.

Antigamente, utilizavam-se painéis sinóticos, como o da *FIGURA 5*, abaixo, retirado de um projeto antigo da FINDER. E o resultado era um ar de tecnologia e um sentimento de domínio sobre a casa.



FIGURA 5 – Painel Sinótico FINDER

Hoje, já temos a possibilidade de usar uma tela TOUCH SCREEN de alta definição e portátil, e a febre dos produtos da Apple tornou acessível e real o uso dos IPADS como controles remotos da casa e da TV.

Existem aplicativos *apps* próprios para controlar todo o *home theater* (TV, NET, BLU-RAY) com custo acessível e programação simplificada, e os softwares supervisórios que comandam toda a casa.



FIGURA 6 – Controle da casa pelo iPad – App iRule

3.1.7: Software Supervisório SCADA

A “cereja do bolo”, que é o controle remoto da casa, sem dúvida, exige muita atenção e cuidado na sua escolha e implementação.

Requisitos como segurança e robustez da automação industrial devem agora ser somados à estética, à integração multimídia e à portabilidade.

Programas industriais são voltados para operação por um técnico especialista, são enxutos e robustos e podem ser usados em ambiente residencial. Porém, o morador da casa pode ser alguém com pouco conhecimento de informática mais interessado no “poder” que a automação lhe concede e menos nas possibilidades que ela realmente tem.

Deve ser dada atenção à resolução e à reprodução de cores do *software* e do *hardware* utilizados. Além de serem compatíveis, devem sanar as expectativas do usuário que hoje tem *smartphone* com tela retina e cabe no bolso.

O *software* de controle total da casa precisa ser intuitivo, fácil de usar, pois vai ser a ferramenta de *marketing* que vai despertar a curiosidade dos amigos da família e potenciais clientes do segmento.

Outro requisito funcional a ser discutido com o morador é se o mesmo tem interesse em trabalhar com o sistema estando fora de casa. Para tanto, podem ser utilizados *softwares* de acesso/controlado remoto virtuais ou uma versão mobile do software SCADA.

3.1.8: Smart Grid

O termo *Smart Grid* foi posto na mesa no artigo [3] de 2005 e na ocasião representava uma rede de distribuição elétrica inteligente com o uso de informação e comunicação para gerar informações sobre o seu uso, qualidade e eficiência em questão de produção e distribuição.

Com o advento da automação residencial, o monitoramento das cargas da *last mile* (tomadas e lâmpadas) pode ser medido pontualmente nas casas ao invés de estimado. Com sensores de corrente dentro do quadro de automação, ou dentro do quadro de distribuição, podemos saber quanto estamos gastando em cada

circuito em tempo real. Essa ferramenta tem um apelo de sustentabilidade muito forte, uma vez que a mesma lógica e o mesmo sistema podem também medir água e gás, além da luz.

3.2: Divisões da Automação

Um sistema domótico pode ser centralizado ou dividido como sugerem DIAS E PIZZOLATO em [21].

Os sistemas divididos ou distribuídos possuem vantagens condizentes a sistemas *wireless* cuja falta de *link* exige que todos os módulos tenham uma “consciência” do que ocorre no resto da rede. A ideia é deveras boa e deve ter conceitos tanto para o sem fio como para o sistema cabeado utilizarem como *stand alone* nos momentos em que a rede cai.

Os sistemas centralizados possuem maior semelhança com os sistemas industriais legados, onde um CLP se responsabiliza por todo ou por uma grande parte dos módulos. Esta foi a topologia usada e que é aqui apresentada. Pode ser subdividida em 13 áreas, no nosso modo de ver, enumeradas abaixo e explanadas em seguida.

1. ENERGIA ELÉTRICA / ENERGIA ALTERNATIVA
2. SISTEMAS HIDRÁULICOS
3. HVAC
4. REDES
5. CONTROLE DE ILUMINAÇÃO E MOTORES
6. INCÊNDIO
7. SEGURANÇA
8. CONTROLE DE ACESSO
9. TELEFONIA
10. ÁUDIO & VÍDEO

11. ACESSIBILIDADE E COMPANHEIRISMO

12. LIMPEZA

13. GERENCIAMENTO

Está surgindo uma nova área, a ramificação para cuidados com os animais de estimação.

3.2.1: Energia Elétrica / Energia Alternativa

A Automação é a ponte entre o cabeamento de lógica e o cabeamento elétrico.

Toda a lógica de funcionamento de uma lâmpada (incandescente, fluorescente) e seus reatores, de um motor (mono ou trifásico) e de um dimer (analógico, digital ou tiristor SCR) deve ser compreendida para ser bem acionada. Caso contrário, pode danificar equipamentos ou ocasionar incêndios.

A energia entregue ao sistema deve ser limpa e constante. Entretanto, no Brasil, é comum ocorrer algumas das várias falhas enumeradas abaixo por PINHEIRO, 2010 [38] e correlacionadas com o elemento de rede elétrica que faz sua correção ou proteção escolhidos por mim.

3.2.1.1: Subtensões

Ocorrem subtensões quando há queda de 15% da tensão nominal da rede. Geralmente se dá por acionamento pontual de cargas elevadas. Sua correção se dá com o uso de estabilizadores de tensão na alimentação das fontes.

3.2.1.2: Sobretensões

Ocorrem sobretensões quando há elevação de 15% da tensão nominal da rede e que se mantém. Deve ser estabilizada com auxílio de estabilizadores de tensão.

3.2.1.3: Surtos

Por conta de uma descarga elétrica na rede, seja vindo da concessionária ou de um motor indutivo da casa, ocasiona elevação na voltagem da ordem de 110%. Para a proteção contra esse efeito, utilizamos um supressor de surto.

3.2.1.4: Quedas de Energia

As quedas de energia ocorrem muito em final de linha de transmissão por conta de sobre aquecimento dos transformadores, raios e descargas elétricas. Para isolar o problema, deve-se usar *no-breaks* ou geradores.

3.2.1.5: Picos de Energia

Ocorrem picos de energia quando há descarga de alta corrente em curto espaço de tempo ocasionada por um raio ou pelo transiente do sistema de energia ao retornar de uma queda. O famoso *overshoot* ou sobressinal do sistema. A defesa para estes acontecimentos são os fusíveis. Porém a escolha deste fusível depende do tipo de carga acionada e do tipo de defeitos esperados.

3.2.1.6: Oscilações

Oscilações é o conjunto de Sobre e Subtensões. Corrigido também por estabilizadores de tensão.

3.2.1.7: Ruído Elétrico

Ruído elétrico são os defeitos na formação das ondas harmônicas ocasionados por chaveamentos na rede os quais são corrigidos com condicionadores de energia.

3.2.1.8: Defasagem

A defasagem ocorre quando nas intermediações temos cargas não reativas, podem ser capacitivas ou indutivas. Sua correção se dá com quadros de correção do fator de potência.

Com tantos problemas, risco de apagão e tendência de baixar custos e elevar o conceito VERDE das nossas linhas elétricas, o governo brasileiro alterou a legislação em abril de 2012 conforme assinado pela Agência Nacional de Energia Elétrica em [4] e [5].

No ano presente de 2013, inicia-se, portanto, a Micro e Mini Geração Distribuída, e a lei passa a permitir a “venda” de energia produzida por meios alternativos em ambiente residencial à concessionária local. As fontes podem ser hidráulicas, eólicas ou solares com potência máxima de 1MWp. Na verdade o dono da casa não receberá em dinheiro, mas em crédito para uso em até 3 anos. A medição é feita através de medidores digitais inteligentes.

Aqui se vislumbra uma grande oportunidade para automação residencial se destacar ainda mais, uma vez que é o sistema interno da casa que monitora o uso da energia alternativa, o estoque nas baterias (pode ser utilizado o banco de baterias do carro elétrico), o status dos inversores de frequência e o consumo pontual das cargas.

Abaixo apresentamos a tela disponível para acesso *on-line* de um sistema supervisorio instalado no CRESESB [26] e [28]. Nota-se o monitoramento de variáveis, tais como temperatura, corrente, tensão e incidência solar.

Todas essas variáveis são de fácil leitura com o uso de transdutores acessíveis no mercado interno. Para o uso dessa energia armazenada em baterias nos turnos sem incidência solar (nuvens ou noite), faz-se necessária a aquisição de módulos inversores, o elemento mais caro do sistema, depois das placas. Estes inversores também geram parâmetros para serem medidos e comparados com os números gerados pela concessionária no fim do mês.

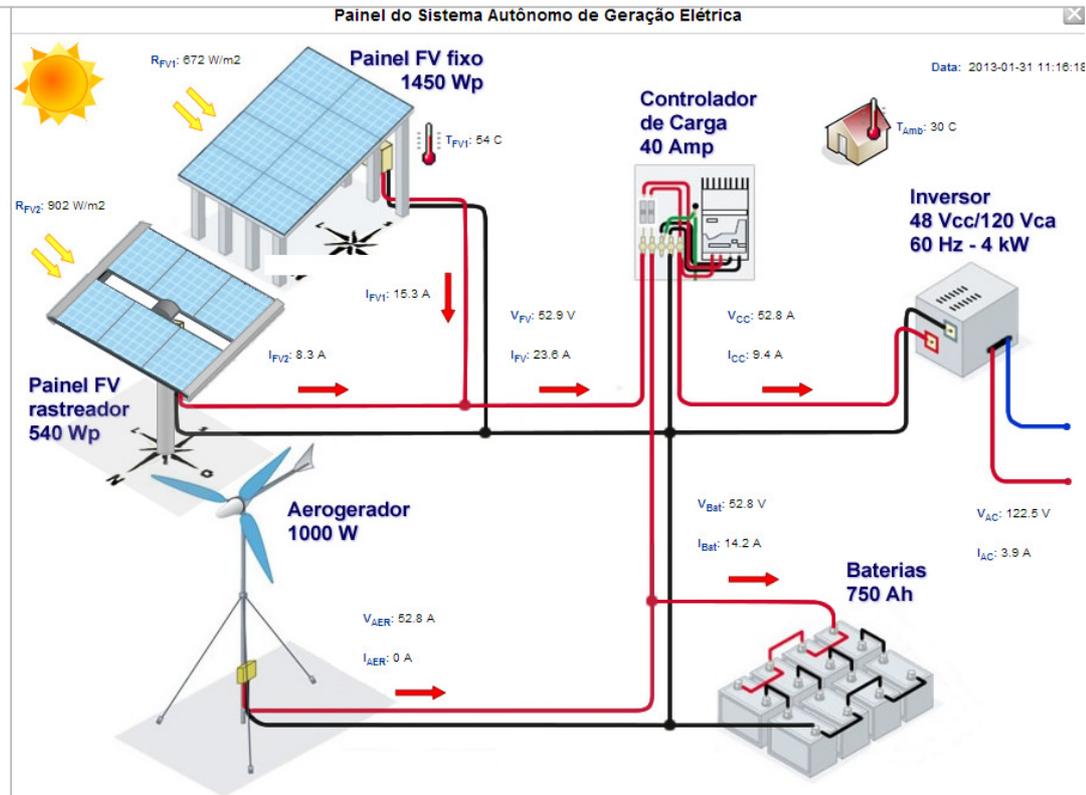


FIGURA 7 - Software SCADA *on-line* de Gerenciamento de Energia Alternativa

Também no ano de 2013, teremos o *ano-teste* assim chamado pela própria ANEEL em [6] para a tarifação passar a ser diferenciada em horários de pico. Portanto, prevê-se que o medidor de energia, dito inteligente, vai precisar tarifar e ponderar o horário em que isso ocorre.

3.2.2: Sistemas Hidráulicos

Os sistemas hidráulicos consistem em estocar águas pluviais fazendo o seu reaproveitamento na irrigação do jardim ou lavar calçadas ou mesmo reuso da água cinza nas descargas da casa, envolvendo automação das bombas dessas cisternas para as caixas mais elevadas.

A automação pode também monitorar o nível desses reservatórios a fim de comutar o uso dessa alternativa para a convencional, no caso de escassez ou usar o transbordo do excesso da água da chuva para o reservatório das águas cinzas.

Sistemas de Irrigação também demandam automação por vigorarem com horários pré-determinados e por serem tarefas repetitivas.

Por conta disso, noções básicas de moto-bombas, pressurizadores de linha e acionadores são bem-vindas; porém, esses sistemas geralmente possuem um quadro de comando separado. Nossa função é reconhecer esses acionamentos e criar interfaces com automação, mesmo que seja um relé de contato seco ou a ação de acionar / desacionar a mesma contactora.

3.2.3: HVAC / AVAC

Esses sistemas de climatização integrados com calefação, ar condicionado, janelas de fluxo de ar, dutos de ventilação, exaustores e integração com estação meteorológica automatizada aumentam o conforto e a economia de maneira inteligente.

3.2.3.1: Heating / Aquecimento

Em países com inverno mais rigoroso do que o nosso, esses sistemas são apontados como os grandes consumidores de energia, pois a calefação é item obrigatório por vários meses seguidos. Essa briga sazonal contra as baixas temperaturas, mantendo um nível de consumo aceitável, acabou por criar sistemas avançados de gerenciamento de temperatura e energia.

Por sorte, o Brasil tem um clima mais ameno e podemos usar esses sistemas e conceitos inteligentes com foco na economia da energia, com uma folga maior de histerese, mantendo um nível confortável de temperatura, sem preocupação com morrer congelado.

Nas residências de luxo do sul do país temos instalados sistemas de calefação inovadores até mesmo para padrões americanos ou europeus.

Nestes locais, encontramos um aquecedor a óleo que cria um clima pontualmente quente que se espalha pelo ar ao resto do ambiente.

Aqui na serra catarinense e gaúcha aplicamos resistências elétricas acolhidas no contra-piso da casa. Essas resistências aquecem todo o piso, e o ar se propaga de forma uniformemente aquecido pelo cômodo.

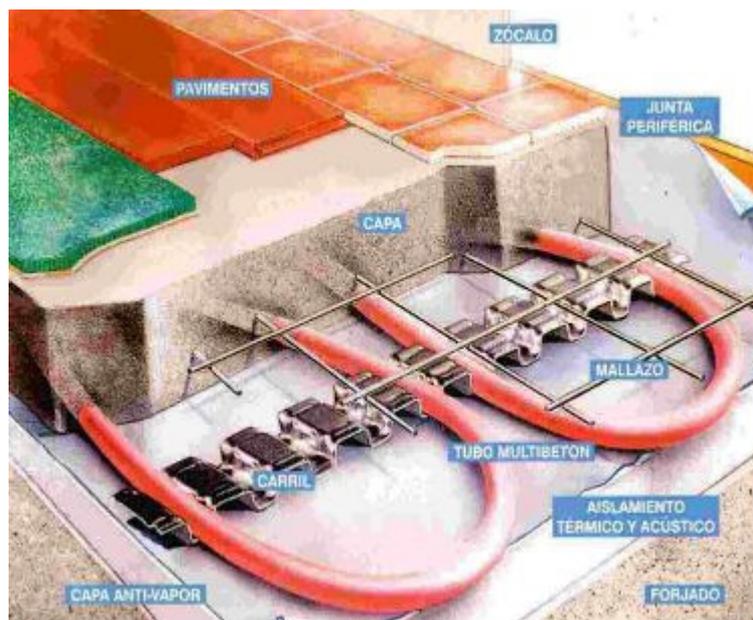


FIGURA 8 – Calefação por piso radiante

3.2.3.2: Ventilation / Ventilação

O primeiro pensamento pode nos arremeter a ventiladores de teto ou de chão barulhentos e cheios de poeira; mas sistemas de ventilação são extremamente saudáveis e modernos.

Diferentemente de um simples ventilador, o sistema de ventilação trabalha com ar em movimento tubulado, enquanto *dumpers* motorizados liberam o ar para determinada área ou o bloqueiam. Essa solução refrigera com ar limpo, diferente do ar condicionado que aprisiona o ar e os germes nele contido. Isso é um requisito imposto por normas internacionais, tendo como referência a EN 13142:2012 e a ISO 16814:2008 que determina requisitos como troca de X volumes de ar para Y pessoas presentes.

Para funcionar plenamente, tem que se automatizado. Com um sistema que monitore a diferença entre a temperatura externa e a temperatura interna e monitore o fluxo de pessoas no ambiente.

Outra vantagem é a economia, já que o vento natural flui de graça pelos cômodos e leva consigo o calor ou o frio. Casas automatizadas podem ter janelas

motorizadas para gerenciar esse fluxo da forma desejada, seja para aquecer ou para resfriar.

3.2.3.3: Air Conditioning / Ar Condicionado

O ar condicionado já foi objeto de desejo e sonho de consumo como um carro zero. Hoje é tão popular que encontramos para comprar nos supermercados e magazines e com milhares de empresas especializadas.

Antigamente era conhecido apenas o ar condicionado com o modelo de janela, no qual o compressor fica metade para dentro e metade para fora da parede. Hoje ele foi separado no modelo cujo nome sugere isso mesmo, o *Split*.

A condensadora que faz barulho e exala ar quente fica completamente do lado externo; e a evaporadora, com um ventilador radial embutido é estrategicamente posicionada no interior do cômodo a ser refrigerado. A automação desses aparelhos é complicada, mas é possível.

Uma solução simples seria uma contactora para ligar e desligar a máquina. Quando ela é religada, deve partir da última programação em que estava. Geralmente tem um *jumper* na evaporadora permitindo que isso aconteça ou não.

A solução intermediária é aprender os comandos de infra-vermelho do controle remoto. É aqui que se encontra o problema.

Os controles remotos geralmente utilizam o protocolo RC5 da PHILIPS e mandam comandos de até 2 bytes, como mostrado por ADAMS em [1] na *FIGURA 9* . Já os equipamentos de Ar Condicionado enviam pacotes de 20 bytes para informar todo o status da máquina, em qualquer botão que se aperte, incluindo aqui velocidade do ventilador, temperatura desejada, data, hora, modo de refrigeração, programação para auto-desligamento.

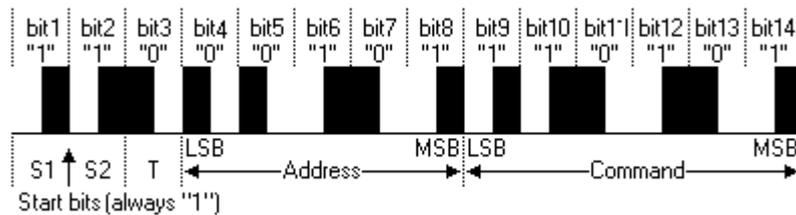


FIGURA 9 - Comando por Infra-Vermelho

Portanto não é qualquer sistema que aprende tais comandos. O equipamento deve ter memória suficiente em *buffer* e estar preparado para enviar esse pacote maior.

Atualmente os sistemas centralizados já são mais tendenciosos a serem automatizados, inclusive com equipamentos e protocolos do seu próprio fabricante.

3.2.4: Redes

Existem muitas redes diferentes em uma casa inteligente como também existem muitos protocolos a serem utilizados.

Cada um tem características próprias e propósitos de uso diferentes, como é o caso de redes sem fio (ótimas para reformas e *retrofitting*); e redes com fio mais adequadas para casas novas. Os protocolos também demandam atenção para serem escolhidos, pois vão dos mais robustos, em mangueiras próximas à rede elétrica aos mais simples, aplicados internamente no quadro de lógica.

Foi escolhido o protocolo com uso justamente do que é o mais indicado para uma casa (que sofre alterações de projeto constantemente), como são os do tipo barramento industrial. Com distâncias de pouco mais de 1 km, os robustos são fáceis de expandir e sem um elo central.

Outro sistema de redes presente na casa são as multimídias. Cabos HDMI hoje transmitem muito mais do que imagem e som, pois trafegam comandos entre aparelhos e levam consigo até o acesso à internet como é o caso do HDMI 1.4.

Em um futuro próximo teremos mais desses cabos interligando a geladeira ao forno de micro-ondas, ou a maquina de lavar ao ferro de passar roupas. É o que a literatura [9] aponta como DI na computação pervasiva.

E, claro que estará sempre presente na casa, a rede de internet e intranet com TCP/IP.

Para integrar redes industriais de barramento com a rede mundial de computadores, precisamos de conversores para fazer o papel de *bridge*. Muitos são realmente pontes, outros, porém, têm papel de *WEBGATE* e hospedam uma página inicial de comandos ou senhas para controlar a casa.

3.2.5: Controle de Iluminação e de Motores

Os projetos luminotécnicos das casas são verdadeiros shows pirotécnicos desenvolvidos pelos arquitetos ou *lighting designers*.

Iluminações indiretas, jogos de luz, fita de led, RGB, cortina de luz, persiana com *blackout* são recursos e efeitos que serão utilizados, dependendo da ocasião. Sendo festa, leitura, jantar romântico, reunião, são requisições com iluminação pertinentes a cada caso.

Do mesmo modo que o volume do som é adequado para determinado dia, a intensidade da iluminação também. Assim se justifica o uso dos dimers: além de controlar a iluminação e acompanhar o clima, ajudando a relaxar ou elevar o ritmo, ele também tem serventia para a economia de energia.

Segundo o fabricante francês de dimers e reatores, LUTRON, os testes com dimers e lâmpadas incandescentes, expostos abaixo, no *QUADRO 1* ilustram a economia e a sobrevida das lâmpadas. JEULAND, 2008 [32] aponta números parecidos.

% Lux	% Economia	X Vida Útil
100	0	1
90	10	2
75	20	4
50	40	20
25	60	>20

QUADRO 1 – Economia com dimers em lâmpadas incandescentes

Em um outro teste, descrito no manual [39], feito pela fabricante RKM de dimers para lâmpadas fluorescentes e utilizando reatores OSRAM, chegou-se ao seguinte resultado:

% Lux	% Economia
100	0
95	5
80	15
70	24
50	40
40	45
30	55
15	64

QUADRO 2 – Economia com dimers em lâmpadas fluorescentes

Confirmando-se, assim, que não somente é possível o uso dos dimers em lâmpadas econômicas como gera economia até mesmo em fluorescentes.

JEULAND, 2008 em [32] também aponta economias de até 50% em seus estudos.

Além dos dimers, a iluminação ligada em relés LIGA-DESLIGA também tem função na automação. Esses relés podem ser comandados via IHM, botões ou por sensores e horários.

No projeto aqui estudado, temos dois sensores. No ANEXO 01: SENSORES (Variáveis e endereço reais do projeto foram alterados para garantir a segurança e integridade do sistema) Foram instalados um sensor crepuscular na rua e um sensor de presença no hall de circulação do andar superior da casa. Como a residência possui um revestimento externo de vidro, é de bom grado que se aproveite a iluminação natural. Portanto, o acionamento do circuito de iluminação só ocorre quando tem gente passando e está noite. Esse mesmo sensor crepuscular aciona

outras lâmpadas externas da casa em outro quadro de automação e substitui uma série de fotocélulas.

Os motores, da mesma forma, completam o “balé” com movimentações das cortinas, persianas, televisões e monitores embutidos, portas e portões.

Sua infraestrutura é similar à da iluminação e pode com ela dividir conduítes e caixas de passagem. Por terem uma carga indutiva, o Eng. Cláudio [12] indica o uso do supressor de surto do esquema da abaixo *FIGURA 10* – e do *QUADRO 3* – tanto para motores quanto para bobinas de contactoras e solenoides.

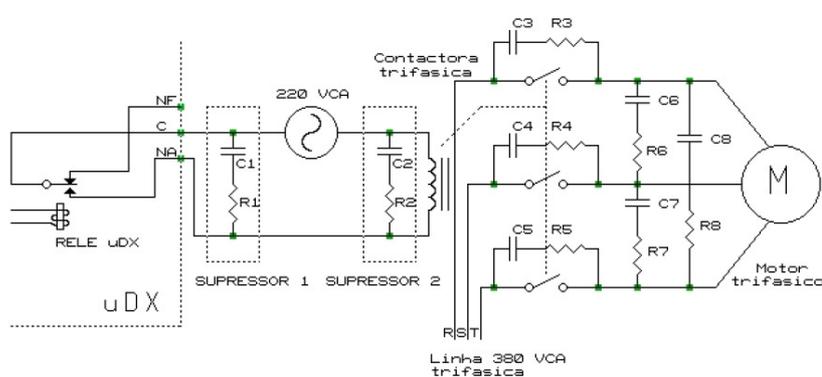


FIGURA 10 – Supressores de Surto

LOCAL	CAPACITOR	RESISTOR	VARISTOR
Bobina Contactora	1 uF/630V	100o/10W	
Contatos da Contactora	0,47uF/630V	100o/5W	
Contatos Relé udx 210	0,1uF/630V	100o/0,5W	S07K275
Bobina de Solenóides	1uF/630V	100o/10W	
Bobina dos Motores	1uF/630V	100o/10W	

QUADRO 3 – Escolha do Supressor

3.2.6: Incêndio

O sistema de detecção tem o papel de alarmar no principio do fogo. Utiliza-se para tanto sensores estrategicamente distribuídos nas áreas protegidas que identificam a presença de calor ou fumaça. Eles são ligados a uma central que monitora o sensor e as ações no caso de incidente. Pode ser endereçável ou não.

As ações a serem tomadas podem ser um simples alarme sonoro ou a ativação do combate ao incêndio com *sprinklers*, ou inflando gás não comburente.

Integrando essas soluções na automação, damos mais agilidade na divulgação do ocorrido. A automação pode alertar celulares, guarita, email, *facebook* e tomar atitudes como liberar o acesso das rotas de evacuação, desligar eletrodomésticos.

Sistemas de detecção e de combate a incêndio são empregados normalmente em ambientes multi-familiares. Entretanto, como esse projeto foge do escopo comum, a casa recebeu um sistema predial para prevenção de danos causados pelo fogo e fumaça com o uso da central da *FIGURA 11* – .



FIGURA 11 – Central de Incêndio usada no Projeto

3.2.7: Segurança

A segurança é uma das vertentes que mais se encontra popularizada nos dias de hoje. Divide-se em ALARMES e em CÂMERAS DE SEGURANÇA.

Com o custo bastante acessível, a segurança com alarmes e câmeras já é comumente encontrada nas nossas casas e escritórios. Sua intenção deve ser vista

como um retardo ou dificuldade a ser vencida pelo criminoso, e não deve ter confiança depositada como 100% seguro.

Com a popularização vem também a diferenciação, então, os sistemas de segurança possuem diferentes custos e diferentes complexidades.

Sistemas duplos de alarme, múltiplas sirenes e sistemas de *backup* de imagens em tempo real podem e devem ser utilizados a fim de melhorar o nível de confiança.

Os sistemas de alarme são compostos de sensores para monitorar presença em locais indesejados no momento. Estes sensores são compostos das mais diferentes tecnologias: PIR, IVA, ultrassônico, ressonância, dielétrico, ótico, etc. Cada uma com uma aplicação diferente para cobrir tanto o ambiente interno quanto o ambiente externo da casa. São ativados por teclados numéricos com senha ou por controles remotos.

Os mais sofisticados permitem montar um cenário diferente para a casa completamente sozinha, no motivo de uma viagem; ou quando a família toda apenas no andar superior, preparando-se para dormir.

Os sistemas de vigilância por sua vez são compostos por câmeras de segurança que mandam a imagem para uma central que as guarda em um HD. Essa central é chamada de DVR.

A evolução dessa tecnologia para o âmbito da internet criou as câmeras IP, que podem ser acessadas diretamente pela rede global e podem gravar sua imagem em um pequeno SSD card. Se, mesmo assim o cliente preferir uma central para monitorar diversas dessas câmeras locais ou remotas (de outra casa), utilizamos as centrais digitais remotas chamadas de NVRs.

Ambos os sistemas de vigilância permitem ao morador que veja as câmeras de sua casa e o estado dos seus eletroeletrônicos. Esse sistema de automação acessado remotamente permite que ele atue como se estivesse presente.

Através de um computador ligado à internet ou mesmo de um telefone celular, o morador tem opções de gerenciar os seus equipamentos e recursos. Atualmente já funciona assim.

No futuro, essa portabilidade pode ser maior e, pelo que acompanhamos nas tendências do mercado, essa tela poderá ficar 24 horas ligada no seus óculos, ou em uma lente implantada na sua retina.

3.2.8: Controle de Acesso

Em uma casa digital, cada morador possui uma chave única para entrar em casa e nos cômodos a que tem direito.

As tecnologias de reconhecimento são diversas e podem ser mais invasivas ou exigir zero contato com o usuário. Algumas delas:

- Senha;
- Cartões de acesso e chaveiros;
- Biometria digital;
- Biometria da íris ou retina;
- Reconhecimento facial (3D inclusive);
- Reconhecimento da placa do carro;
- Reconhecimento vocal.

Após ser identificado, o portador da chave ganha ou não acesso.

O sistema para liberar a sua entrada pode:

- Liberar cancelas;
- Motorizar portas e portões;
- Desligar solenoides de retenção;
- Abrir fechos eletromagnéticos.

Após o morador entrar, o sistema pode agora bajulá-lo com programações de música, iluminação ou canais de televisão ao seu gosto.

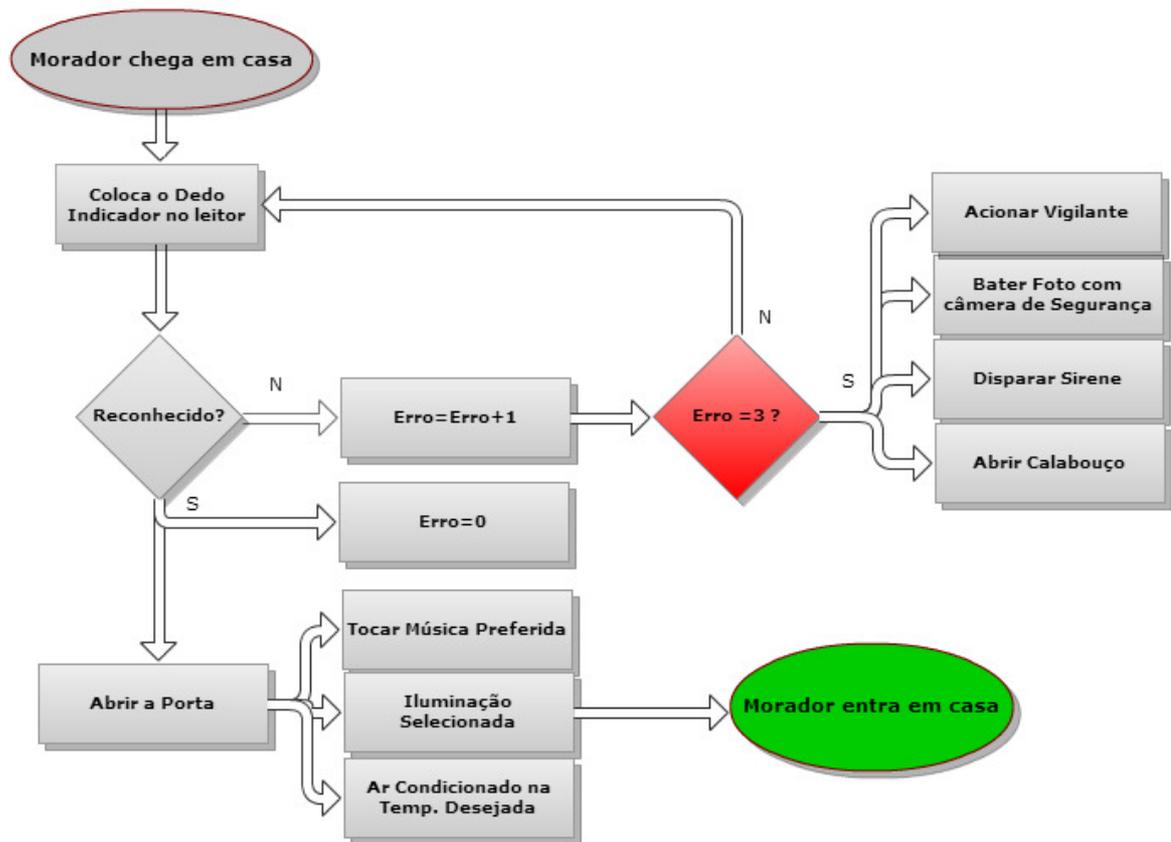


FIGURA 12 – Algoritmo para reconhecimento e Alarme no Controle de Acesso

3.2.9: Telefonia

A tecnologia VoIP pode ser empregada dentro das casas com a função de telefones e de intercomunicadores. Reduz o custo de ligações externas, DDD, e o gerenciamento de ramais e tarifações fica mais dinâmico.

Somado com as dimensões colossais das residências, é comum a necessidade de ligar para outros cômodos para chamar os familiares. Antigamente era sanada essa necessidade com um ramal telefônico. Hoje podemos ligar para um telefone VoIP sem custo.

Para o caso da pessoa chamada não estar próxima ao ramal da sua suíte, o sistema direciona para um *softphone* instalado no seu celular.

Também o próprio morador pode atender ao celular como atenderia ao porteiro eletrônico, simulando a sua presença em casa (evitando assaltos) ou abrindo a porta para um jardineiro, por exemplo.

No livro [25] de Bill Gates, ele relata o uso da telefonia digital de uma forma ainda mais interessante e bem pensada: o visitante/morador da casa porta(m) um cartão de identificação com RFID que permite que o sistema saiba onde ele está e direciona para esse local as chamadas para esta pessoa.

Essa funcionalidade é chamada de Percepção do Sistema ou Rastreamento posteriormente em [9]. Os esforços agora são focados em perceber a intenção do ser humano sem que o mesmo tenha que executar um comando.

3.2.10: Áudio & Vídeo

O *Media Center* gerencia o conteúdo digital da casa (fotos, vídeos, músicas) e busca em todos os computadores e também no repositório NAS os arquivos requisitados para serem vistos em outras máquinas e em outros ambientes.

Projetado assim, a música que vai tocar depende não somente do sistema de som, mas também da rede de dados da casa, tanto para trafegar a música em *streaming* quanto para a sua escolha ser feita.

Sistemas de Som Ambiente e de Vídeo distribuídos por todos os cômodos da casa e na parte externa exigem tubulação própria e há muitas formas de se executar corretamente. Podem ser controlados de forma setorial (apenas no quarto do filho) ou generalizada, na casa inteira (no caso de uma festa).

Além de levar o entretenimento, a central de media pode trazer segurança se distribuir também o monitor das câmeras de vigilância.

Sistemas de Sonorização Digital podem ser analisados como um paralelo da Automação. Como ilustrado abaixo, os *keypads* de som selecionam a música como os teclados de automação selecionam a iluminação. Os cabos são similares e o amplificador tem um papel semelhante ao papel do dimer, enquanto que os alto-falantes se identificam com as lâmpadas.

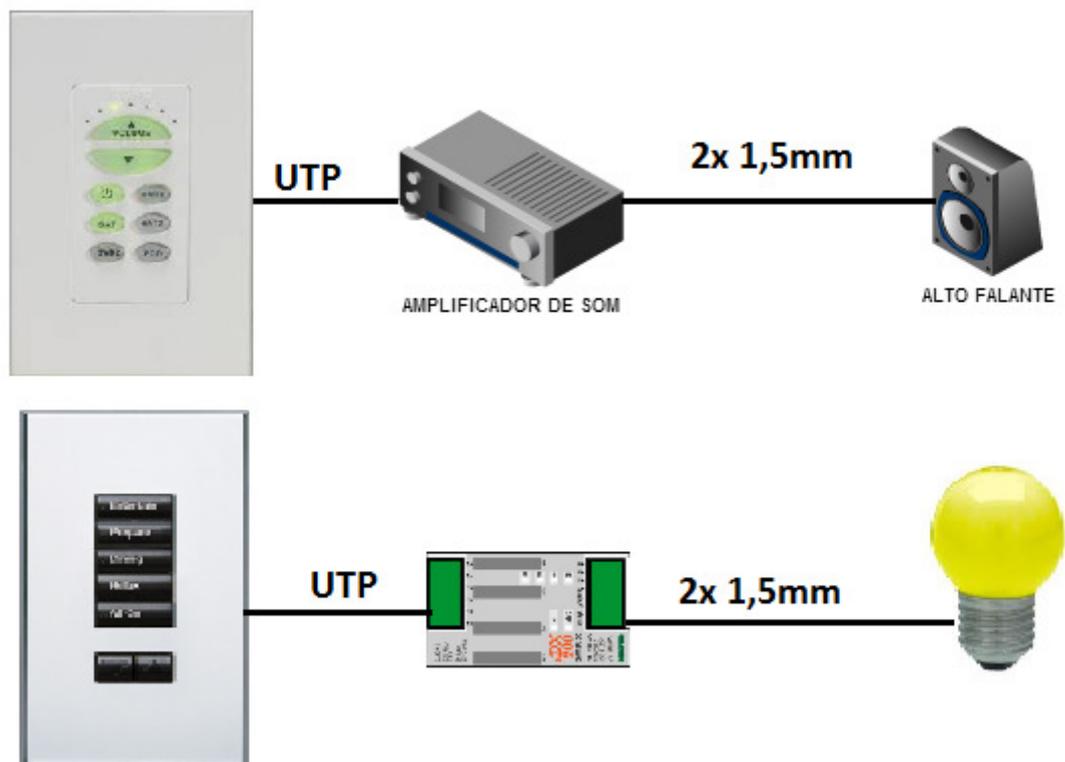


FIGURA 13 – Comparativo entre dimers na Automação e Sonorização Ambiente Digital

3.2.10.1: A TV é o controle

As TVs lançadas hoje têm acesso a conteúdos digitais, seja por antena digital, seja por acesso à internet propriamente. A TV tende a substituir o computador como porta de acesso a conteúdos digitais de notícias, e-mails, fóruns e redes sociais.

Atualmente a televisão não é mais um sistema passivo de informação. Pode-se gerir o conteúdo desejado, gravar e rever programas, telas PIP e ler notícias na velocidade que quiser.

Em alguns sistemas de automação, a própria TV permite ser o controle remoto da casa. (Inclusive foi empregado neste CASE). Através do *Media Center*, instalado no Home Cinema da casa, o morador pode utilizar um controle remoto para navegar pelo MENU da automação ou usar um teclado e mouse *wireless*.



FIGURA 14 – A TV é o Controle

3.2.11: Acessibilidade e Companheirismo

FERREIRA, 2010 apud KELSON, 2012 [26] diz:

“Se a domótica tem representado a comodidade para as pessoas sem limitações motoras, fica fácil prever a sua grande importância se for colocada a serviço da superação das possíveis limitações que um problema de ordem física pode ocasionar ao seu portador”.

Todo esse aparato tecnológico pode servir para o conforto e a economia de um ser humano sem limitações físicas; mas também pode colocar ao alcance de um portador de necessidades especiais coisas simples, que nos exigem pouco ou nenhum esforço, como abrir uma cortina, acender uma luz ou abrir a porta.

Um paciente acamado, portando um *tablet PC* com a automação completa da casa sente-se agora apto a realizar tarefas corriqueiras de forma mais segura, prática e privativa. Sem depender de terceiros, ele passa a gerir tarefas e recursos da casa que outrora poderiam requerer a presença de enfermeiros e técnicos para a sua realização e acompanhamento.

Algumas empresas já perceberam essa necessidade mercadológica e lançaram produtos específicos para este nicho, com interface acoplada para cadeiras de rodas e robôs companheiros para pessoas idosas. [2].

3.2.12: Limpeza

Um dos afazeres domésticos mais repetitivos é o de limpar a casa. Enxergando esse fato como um processo físico-químico de uma indústria, podemos empregar algumas soluções e equipamentos para a sua execução e controle de qualidade.

A aspiração central é uma das melhorias tecnológicas neste setor. Com uma tubulação semelhante à de esgotos embutida nas paredes, são distribuídos pontos de coleta em locais estratégicos. Nestes pontos pode-se conectar uma mangueira, como mostramos na *FIGURA 15* – , e aspirar o pó em um raio de 9 metros. Outra opção é uma pазinha embutida no roda-pé para onde se varre a sujeira do chão.

Essa tubulação é ligada a uma central de vácuo que fica na garagem ou na área de serviço onde é armazenada a sujeira e os ácaros em um filtro.

As vantagens são muitas: além de ser silenciosa, demonstra ser mais portátil e higiênica. Países da Europa e a China determinam o seu uso para melhoria da qualidade interna do ar. Esse sistema realmente retira os seres infectocontagiosos do ambiente interno e o depositam em outro local.



FIGURA 15 – Tomada de Aspiração Central

Para quem quer mais mordomia e esperava o lançamento da empregada dos Jetsons, já tem uma solução. A líder no mercado de robôs militares, a empresa americana iROBOT foi além do esquadrão anti-bombas e resolveu aventurar-se no mercado doméstico, lançando o ROOMBA, FIGURA 16, ; e ainda o SCOOBA e o MINT.

Esses recentes lançamentos são robôs com 40cm de diâmetro e 10cm de altura que passam o dia aspirando, lavando o chão e passando pano respectivamente. Ao término da tarefa, ou o limiar da bateria, eles retornam para a base onde se recarregam automaticamente.[31]



FIGURA 16 – Robô Aspirador *ROOMBA* da *IROBOT*

3.2.13: Gerenciamento

Como todos os itens das demais áreas são passíveis de serem automatizados, um sistema global da casa ou prédio gerencia-os de forma completa e inteligente.

Continuando o paralelo traçado no item 1.2, podemos vislumbrar um *software Plant Manager* ou PIMS trabalhando como gerente supervisor de tudo o que acontece na casa. Aqui é onde se aplicam os *set points* e políticas de uso dos recursos diversos, com a inclusão dos custos globais a serem providos em orçamentos mensais.



FIGURA 17 – Automação é o gerente da casa

Como fazer por exemplo, quando um morador que planeja reduzir 20% do seus custos que hoje são de R\$ 1.000,00 e passar a gastar no máximo R\$ 800,00 com toda a despesa da casa no próximo mês. Para isso, o sistema precisa estudar em banco de dados com parâmetros pré salvos de todos os sistemas e traçar uma metodologia para que isso aconteça acompanhando as políticas de consumo.

Procedimentos a serem sugeridos:

- 1) Verificar o uso indiscriminado de energia elétrica em horários de pico:
 - a. cortar excessos, como irrigação;
 - b. ponderar o uso da cisterna, se a caixa de cima está com 80% de capacidade;
 - c. aumentar histerese e diminuir uso dos compressores;
 - d. alertar o morador ao usar as tomadas da área de serviço;
 - e. dimerizar a iluminação para patamares reduzidos.
- 2) Diminuir set points de temperatura do ambiente e do *boiler*.
- 3) Alertar sobre porta aberta para o caso de ambientes climatizados.
- 4) Diminuir circuitos externos de iluminação no período da madrugada.

- 5) Intercalar o *start* de motores das persianas e elevadores.
- 6) Alterar o horário de despertar da casa para 15 minutos mais tarde.
- 7) Aconselhar que mais de um usuário assistindo ao mesmo conteúdo, que o faça no mesmo monitor que o primeiro.

O aceitar ou não dessa previsão deve passar pelo morador, a fim de que o mesmo possa avaliar a perda de conforto ou de segurança causada pela economia desejada.

Capítulo 4: Tecnologias aplicadas

Foram instalados quatro quadros de automação, cada qual com diversos módulos de expansão, fonte principal, fonte reserva, multiplexadores de entrada, bornes e canaletas e um CLP que controla uma determinada área da casa através de uma rede de sensores i2C e teclados. Esses quadros por sua vez intercomunicam-se através de cabos de par trançados, utilizando padrão RS-485.

4.1: Redes e seus elementos

O *software* supervisorio trabalha em um nível acima da rede de automação e utiliza o TCP/IP e parte da rede de dados da casa.

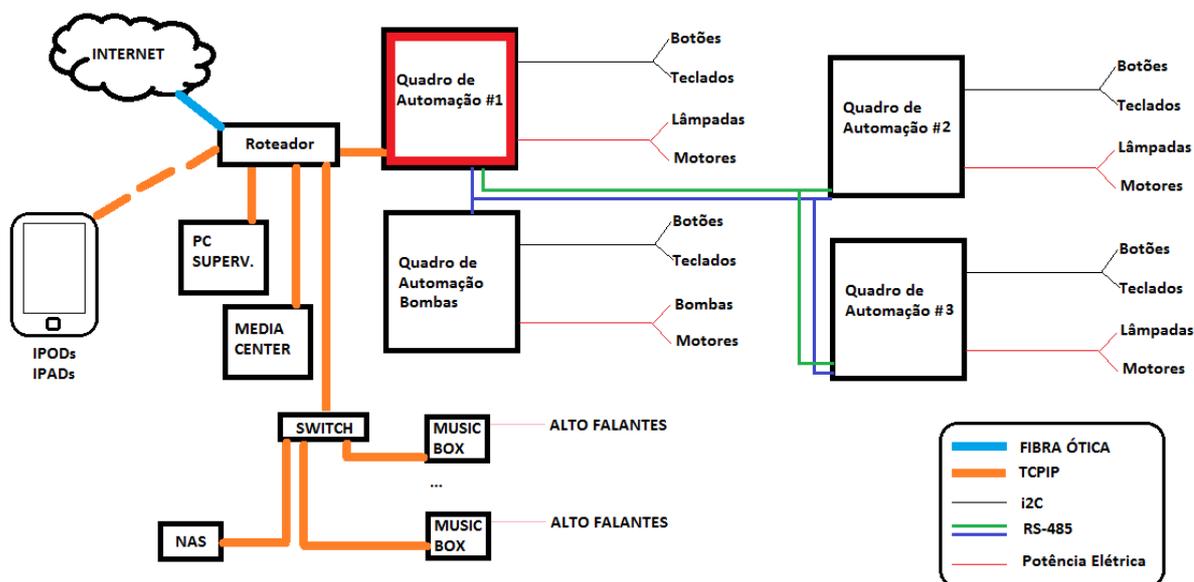


FIGURA 18 – Rede Doméstica e Rede de Automação

O Roteador da casa do case de 2000m² é um equipamento de ponta da CISCO que foi configurado por terceiros, e está montado um RACK 36U na sala técnica próximo ao quadro de Automação #1.



FIGURA 19 – Foto do Rack da Sala Técnica

A rede interna da casa comunica-se com o ambiente externo através de um *link* de fibra ótica de alta velocidade e um *link* de baixa velocidade para apontar um IP FIXO para o sistema.

O Media Center foi fabricado pela ASRock e tem o gerenciamento das mídias do *software* supervisor. Foi concebido em mini-ITX, com placa gráfica de alta resolução da NVIDIA com saída HDMI e baixo nível de ruído, apropriadamente para

ser instalado no ambiente do Home Cinema. Dentro dele roda um LINUX com um servidor de músicas que funciona como apontador para os arquivos em diversos computadores da rede e no *storage* NAS de 2TB.

O NAS é um armazenador de fotos, músicas e filmes que fica disponível para ser acessado pela rede intranet e com conteúdo a ser visualizado em qualquer IPAD, IPHONE ou no MEDIA CENTER do Home Cinema da casa, da marca SAMSUNG. Ele está ligado a um SWITCH onde também se conectam os *MUSIC BOX*.

Os MUSIC BOX são compact-PCs de 11cm, sem *cooler* que rodam *Linux* e um cliente IP que obedece aos comandos do servidor de música dentro do *Media Center*. Existem nove desses equipamentos para atender nove áreas da casa:

- Espaço Gourmet / Piscina
- Salão de Jogos / Festas
- Suíte Master
- Suíte Filho
- Suíte Filha
- Biblioteca e SPA
- Family Room
- Varanda
- Sogro

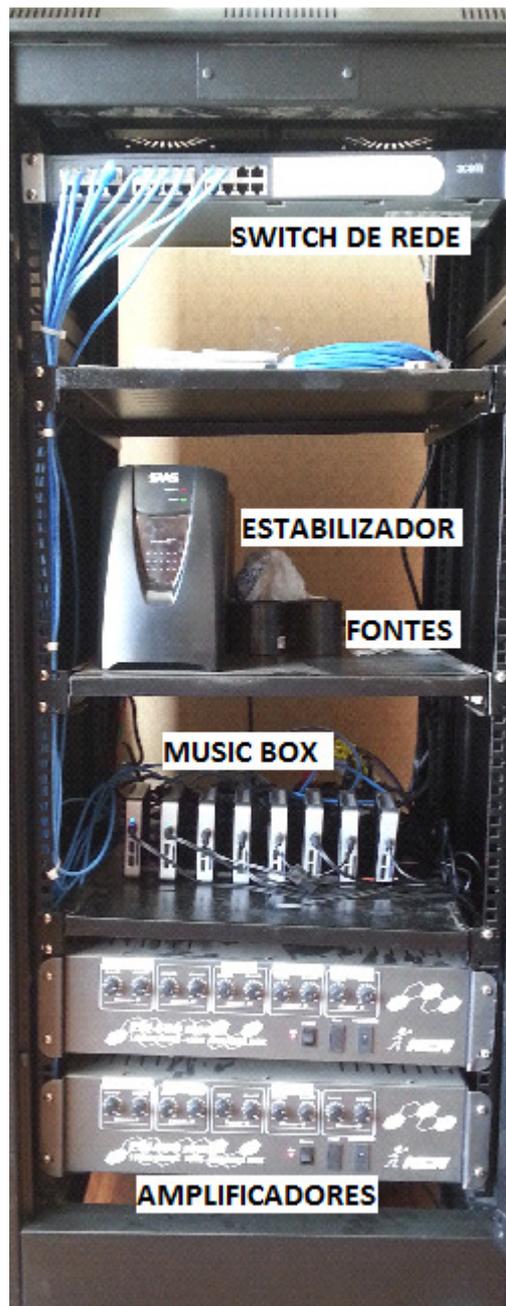


FIGURA 20 – MUSIC BOX E Amplificadores de Som

Os *music box* utilizam tecnologia x86 e uma placa de som *stereo* de qualidade. O arquivo é reproduzido por *streaming* através da rede, e o som passa por um amplificador *stereo* setorizado.

De qualquer lugar, o usuário acessa a interface do sistema, mostrado na *FIGURA 21*, e navega por *playlists*, álbuns completos, músicas avulsas ou rádios

on-line para escolher a faixa que deseja ouvir no seu quarto ou em outro cômodo da casa.

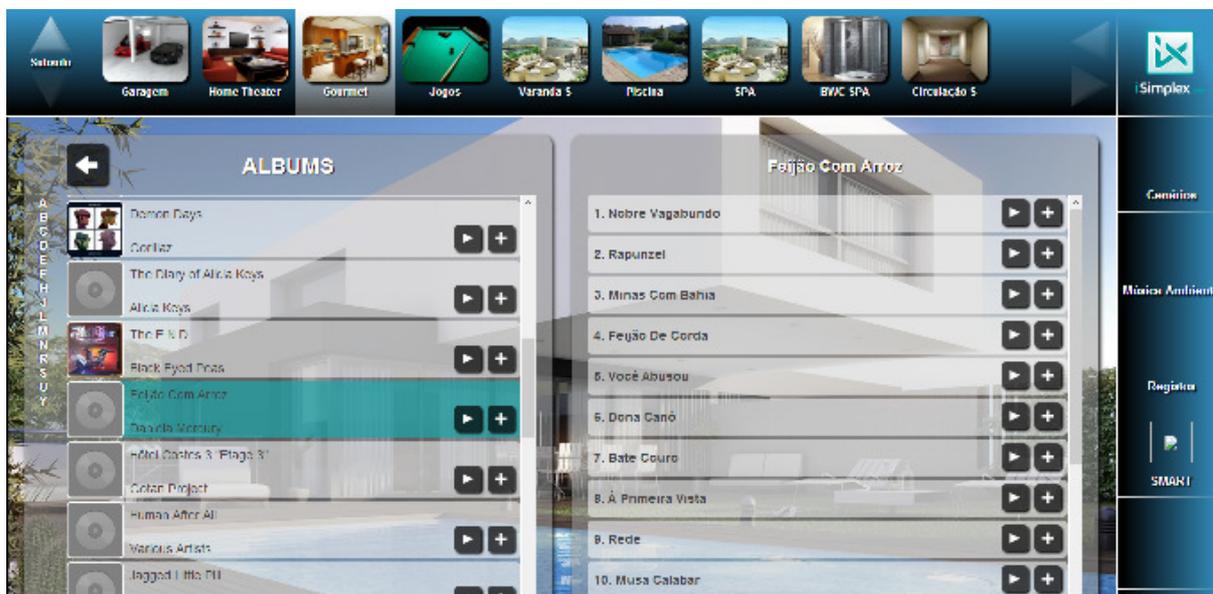


FIGURA 21 – Controle de Áudio pelo Supervisório

4.2: Rede de Automação

A interligação entre os CLPs é feita com padrão RS-485 utilizando par trançado e um protocolo proprietário chamado DXNET, que se trata de um MODBUS modificado.

Diferentemente da topologia estrela aplicada na rede IP, esse padrão utiliza um barramento em linha; e, para evitar eco nas comunicações, foram instalados resistores de final de rede nos 2 CLP's das extremidades: Quadro de Automação das Bombas e Quadro de Automação 3, no andar superior da casa.

A rede i2C utiliza 4 cabos: alimentação em +5VCC, dados DATA, sinal de CLOCK e referência de terra GND; e tem as ligações feitas com conectores RJ11, conforme FIGURA 22 abaixo, retirada do manual [15].



FIGURA 22 – Conector I2C

Para calcular especificamente a distância máxima atingida, depende da qualidade do fio de cobre utilizado e suas características elétricas, tais como capacitância (restrição dada pelo CLOCK e DATA) e resistência (restrição por parte da alimentação +VCC e GND).

A capacitância total deve ser menor ou igual a 56nF e é calculada pela fórmula abaixo:

$$\sigma * \sum \ell \leq 56nF$$

Onde $\left\{ \begin{array}{l} \sigma \text{ é a capacitância em Farads/metro e} \\ \ell \text{ é a distância total em metros de cabo utilizada} \end{array} \right.$

Como um cabo UTP cat5e. tem σ igual a 56nF/1000m, conclui-se que o máximo a ser utilizado em uma linha de rede i2C é de mil metros.

Com relação à resistência, o cálculo envolve o somatório das distâncias da central até cada módulo e a resistência interna r de cada um deles.

$$\rho \cdot \sum (\ell \cdot r) \leq 100\Omega$$

Onde $\left\{ \begin{array}{l} r \text{ é a resistência interna} \\ \rho \text{ é a resistência do fio em } \Omega/m \end{array} \right.$

4.3: Software Supervisório

A máquina servidor da automação é um computador especial e dedicado. Foi produzido pela ASRock em gabinete mini-ITX, sem *cooler*, com HD em estado sólido e configurado para *Wake on Power* para sempre estar ligado quando tiver energia.

Ele foi energizado por um No-Break da brasileira SMS Net4+ e banco de baterias de 1.400 Ah, para assegurar maior tempo ligado possível, mesmo com falta de energia por parte da concessionária.

O *software* idealizado em projeto era o Eclipse SCADA, da empresa gaúcha Elipse. Entretanto, no meio do processo de implantação do sistema, foi lançado um *software* supervisório dedicado ao sistema ALLCONVERGE, mais completo e voltado para automação residencial: o iSIMPLEX, da fabricante portuguesa NWC.

O iSIMPLEX se apresentou como melhor opção, pois além dos comandos de ligar e desligar, dimers e históricos, ele faz o gerenciamento de músicas e filmes da casa, além de ter embarcado um módulo medidor de consumo de energia elétrica pronto e câmeras de segurança (função esta não utilizada neste projeto) e comunicação VoIP (função também não utilizada).

A estrutura do *software* é voltada para ambiente residencial, ele previamente supõe que estamos trabalhando com uma residência e organiza os itens em hierarquias fáceis de gerenciar e alterar.

Com uma lógica fácil de entender na *FIGURA 23*, temos uma casa com pavimentos que possuem divisões em ambientes, e estes, por fim, possuem objetos passíveis de se automatizar.

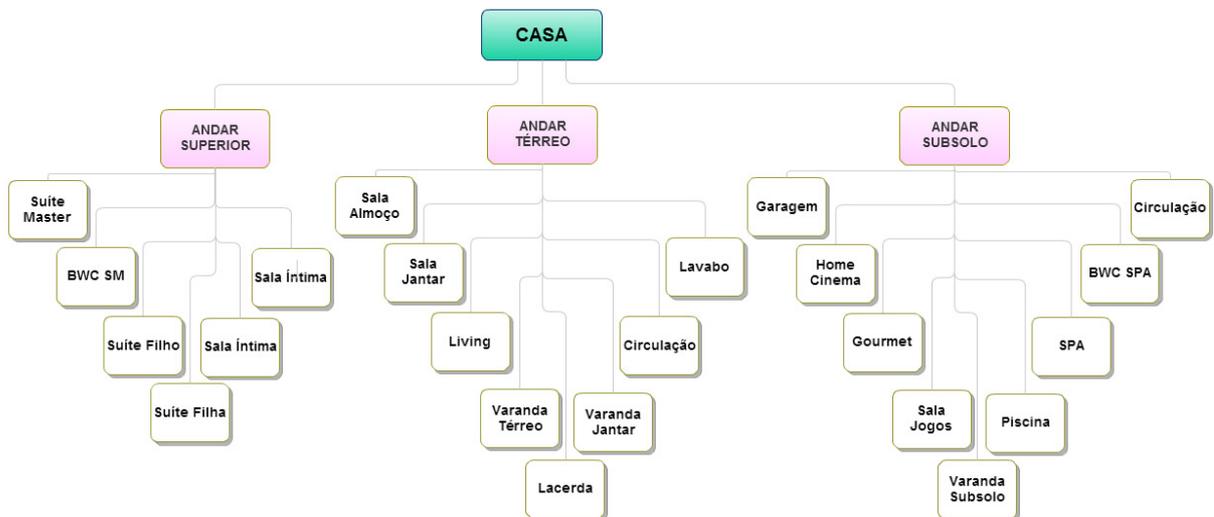


FIGURA 23 – Organização do *Software* Supervisório

O *software* supervisório monitora o que acontece com cada um dos CLPs, e também altera esse estado, caso seja requisitado a fazê-lo.

Então, se alguém liga uma luz no andar inferior da casa, utilizando um botão, o IPAD mostra isso para o proprietário lá no andar superior. E o mesmo pode tomar atitudes como ver a câmera de segurança, chamar o vigilante ou simplesmente confirmar que a luz ligou porque o sensor crepuscular (fotocélula) ligou a iluminação conforme ele pediu em projeto.

Esse *software* é programado ao se fazer um endereçamento do CLP e da variável a ser lida. A sua interface gráfica de programação permite agrupar as variáveis a serem comandadas por cômodos e andares. E já tem em seu sistema logotipos para diversas lâmpadas e motores, além de permitir a sua personalização com fotos reais tiradas na casa do cliente.

Na tela de administração do sistema, podem-se incluir andares ou ambientes ou objetos para a casa, como demonstramos nas FIGURA 24, FIGURA 25 e FIGURA 26



FIGURA 24 – Gerenciando Pavimentos no Supervisório

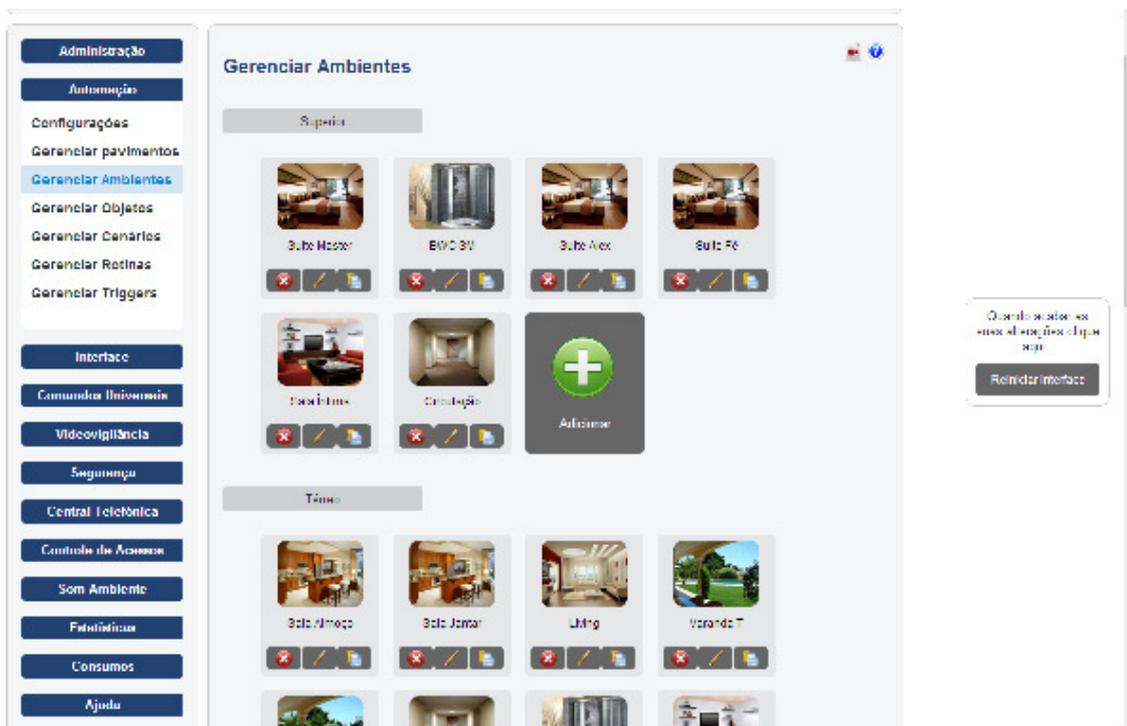


FIGURA 25 – Gerenciando Ambientes no Supervisório

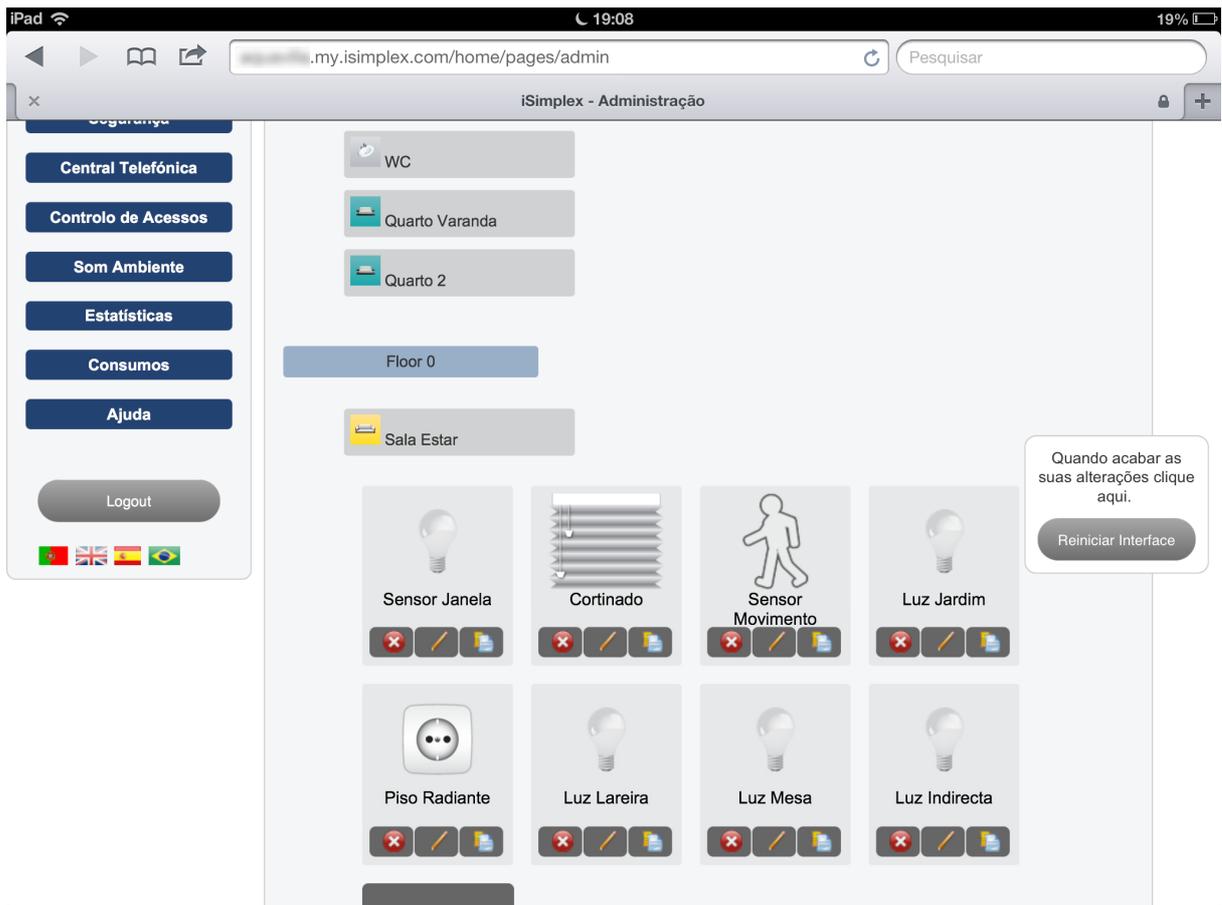


FIGURA 26 – Adicionando Dispositivos no Supervisório

Para o usuário, o *software* pode ser acessado através de um navegador WEB em duas versões: *mobile* e *desktop*.

Na versão *desktop*, temos imagens de fundo personalizadas, barra de navegação superior, barra de navegação direita e área principal, o que pode ser analisado na *FIGURA 27*.

Na barra de menu superior, navega-se pelos andares e selecionam-se os cômodos da casa. A área principal é o local onde ficam os ícones dos dispositivos a serem comandados ou monitorados do ambiente selecionado, e na barra direita, temos atalhos para algumas funções mais usadas como cenários para a casa toda, gráfico de consumos (*FIGURA 29*), música ou para o site da empresa SMART HOMES AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.

Na versão *mobile*, o usuário tem uma interface mais enxuta a fim de economizar no tráfego de dados pela rede 3G quando estiver fora de casa. Perde-se no *design*, mas ganha-se no desempenho.

Apesar de utilizar telas menores, a versão *mobile* tem todas as funções da versão *desktop*. Vide FIGURA 28.



FIGURA 27 – Software Supervisório



FIGURA 28 – Telas do Supervisor para versão *mobile*

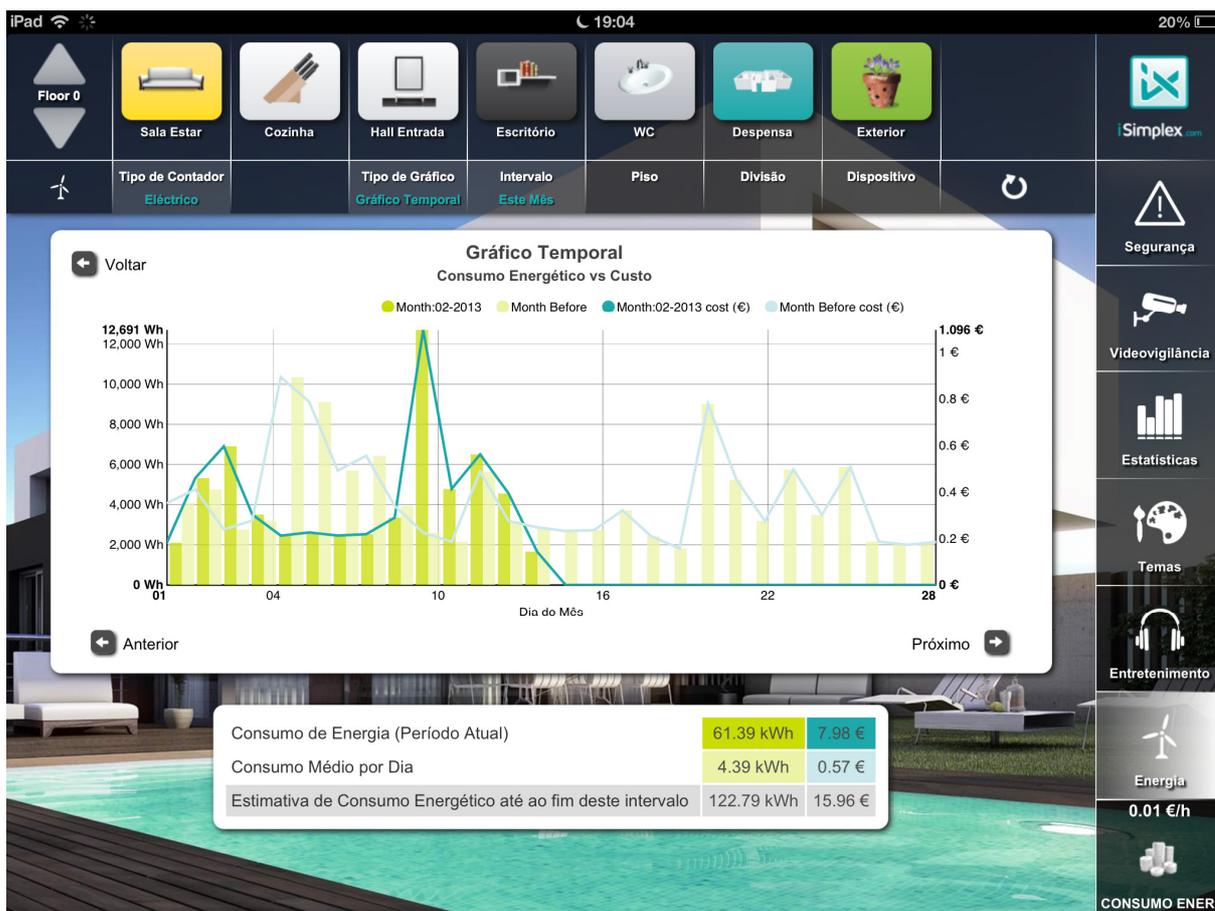


FIGURA 29 – Medição do Consumo. Foto fornecida pelo fabricante

4.4: Fluxo de Informação

Como forma de resumir conceitualmente o quadro de automação e o que já foi exposto, devemos apreciar o fluxo de informação que segue:

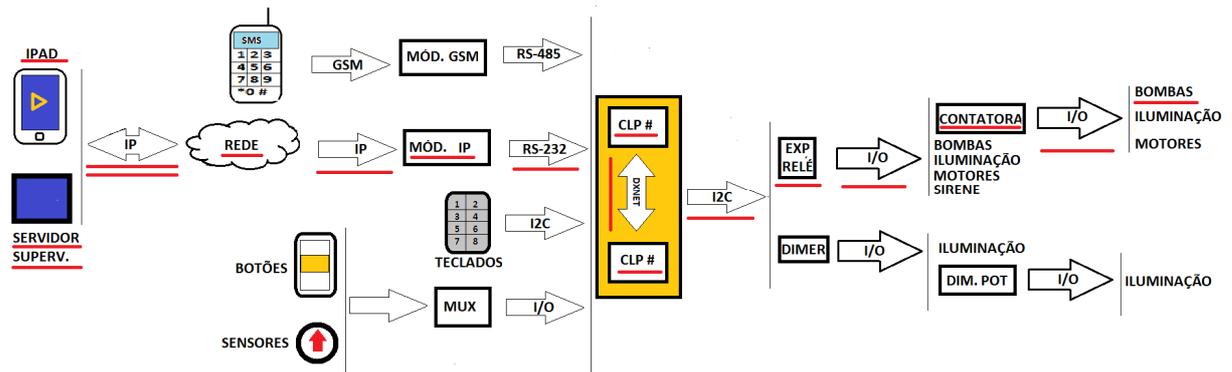


FIGURA 30 – Fluxo de Informação

O sublinhado vermelho dá destaque ao maior trecho da informação, quando um IPAD aciona uma moto bomba no quadro de automação remoto.

Percebe-se que o comando sai do iPad via TCP/IP, conversa com o Software Supervisório na mesma rede IP. Através dela, o sinal é convertido para a rede industrial pelo módulo IP para serial RS-232. Chegando ao CLP 1, ele passa para o CLP 4 pela rede DXNET em barramento RS-485. No CLP 4 correspondente à saída, ele processa essa requisição e atualiza sua saída de expansão pela rede I2C que, por sua vez, aciona um canal de contato seco ligado à bobina da contactora, e esta aciona a potência trifásica para ligar o motor.

O *feedback* - de que isso tudo aconteceu com sucesso - faz o trajeto inverso e acende um indicador na tela do iPad.

Capítulo 5: O Quadro de Automação

Vamos apresentar aqui os elementos que compõem o quadro de Automação Residencial e a evolução do mesmo acompanhando o desenvolvimento da obra civil e elétrica da casa “Case: 2000m² Inteligentes²”.

Todos os equipamentos saíram de Florianópolis previamente testados em bancada onde foi simulado o ambiente da casa com a conexão dos sensores, botões, teclados, expansões e dimers conectados ao CLP e ao servidor do supervisor.

Todo o fluxo de informação e meios de acionamento eram provados em laboratório para evitar surpresas em campo.



FIGURA 31 – Bancada de Testes em Florianópolis/SC

Utilizando um software que mapeava todos os periféricos da rede de cada andar da casa, os equipamentos eram testados, numerados e enviados para a obra algumas semanas antes da saída a campo.

Uma vez estando lá, com o auxílio do eletricista local, instalávamos os módulos remotos e os quadros de Automação, agora com a bandeja cheia.



FIGURA 32 – Keypads antes de serem instalados em Brasília/DF

O quadro tem profundidade e espaço suficientes para instalarmos os módulos, bornes e eletrocalhas necessárias para cada região da residência. Não enfrentamos problemas com espaços, pois os quadros foram superdimensionados com espaço previsto inclusive para futuras expansões do sistema.

As eletrocalhas, da mesma forma, devem comportar o excesso de fiação do sistema atual e dos cabos deixados para sistemas futuros. Elas foram dispostas de forma a deixar fisicamente separados os cabos de lógica e os cabos de elétrica, conforme norma vigente NBR 5410. Note, em detalhe, a legenda CALHAS DE POTÊNCIA e CALHA DE DADOS, na FIGURA 41 – ; e na FIGURA 33 – como a lógica se mantém, tanto no interior dos quadros de automação, quanto fora deles.

Os bornes utilizados são de 2,5mm/4mm adequados ao cabeamento elétrico de 2,5mm. Entretanto, muitos precisaram ser substituídos por ocasião do seu uso constante. As alterações intermitentes desgastaram seus parafusos e roscas o que é considerado regular de acontecer.

Os cabos elétricos foram todos grimpados e numerados com anilhas, em sua maioria pelo eletricista da obra, o Norberto da Silva, supracitado nos agradecimentos desse material. Alguns deles também foram soldados para juntar mais de um circuito, que devem agora ser acionados juntos.

Logo ao lado do quadro de automação, encontra-se sempre o quadro de distribuição elétrica com os disjuntores e supressores e DR`s daquela respectiva área da casa. Essa disposição foi pensada para economizar fiação e centralizar em um único quadro grande a parte de potência elétrica e de automação.

A montagem do quadro de distribuição foi feita pela MACROQUADROS de Florianópolis/SC sob minha supervisão e orientação, acompanhando o projeto do Eng. Eletricista Pedro . O mesmo eletricista Norberto instalou os Quadros de Distribuição, o Quadro de Entrada de Energia, as tomadas e as luminárias da casa.

Podemos acompanhar, da *FIGURA 34* a *FIGURA 41*, a evolução na instalação do Quadro de Automação e do Quadro de Distribuição.



FIGURA 33 – Eletrocalhas de Dados e Elétrica

Na etapa 01, conforme (*FIGURA 34 – Quadro de Automação e Distribuição – Etapa 01*), temos apenas o cabeamento ainda sem identificação e sem distinção de

uso, mas já percebemos que a fiação de potência (cabos coloridos e pretos) estão separados da fiação de comando e lógica (cabos cinza e azul). Isso porque a tubulação deles também corre de forma separada pela casa e na chegada aos quadros. Essa distância é muito importante para evitar ruídos e interferências.



FIGURA 34 – Quadro de Automação e Distribuição – Etapa 01



FIGURA 35 – Foto da Casa – Etapa 01

Na etapa 02, conforme (*FIGURA 36 -*), exibimos as bandejas com os módulos encaixadas no fundo dos quadros. Essas bandejas todas foram montadas

e testadas em Florianópolis antes de serem embarcadas para Brasília. Assim que chegaram, o eletricitista da obra já instalou os cabos nos disjuntores. No dia da chegada em Brasília, foram feitas as ligações dos fios de lógica que visualizamos como a diferença da etapa 02 para a etapa 03, FIGURA 37 - .

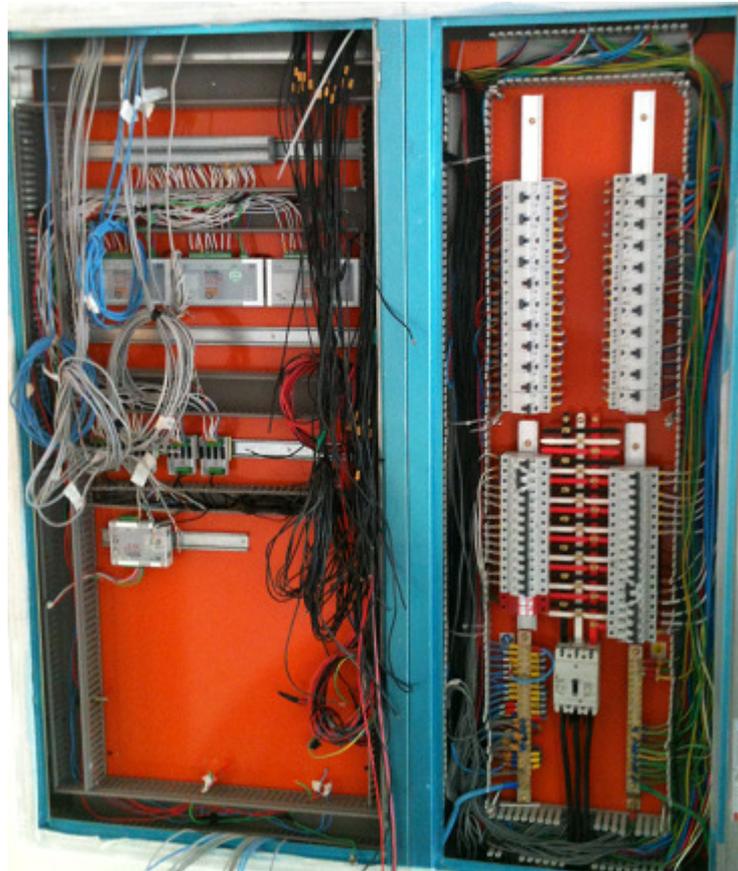


FIGURA 36 - Quadro de Automação e Distribuição – Etapa 02

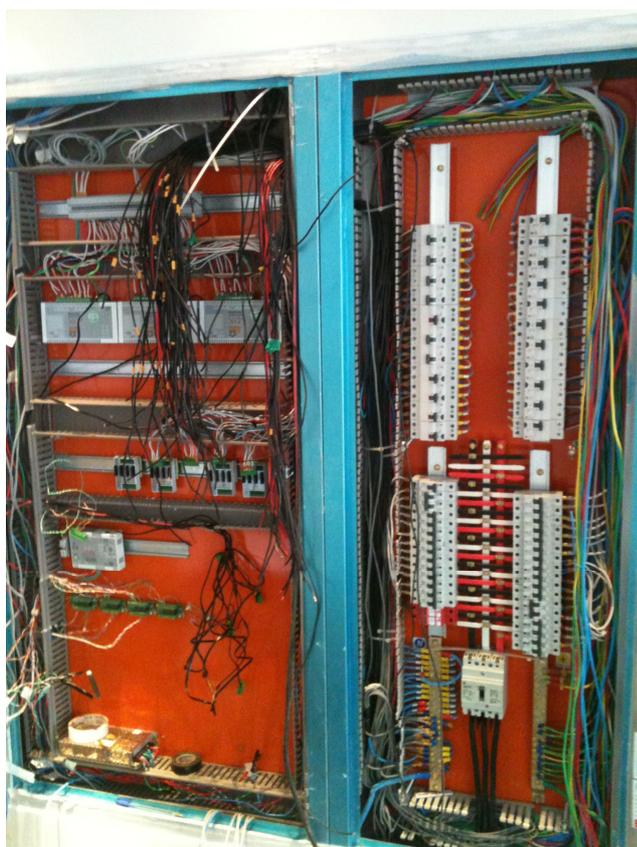


FIGURA 37 - Quadro de Automação e Distribuição – Etapa 03



FIGURA 38 – Foto da Casa na Etapa 03

Na etapa final de montagem exibida na *FIGURA 39* - percebemos uma melhor organização e asseio após o quadro ser todo conectorizado e higienizado.

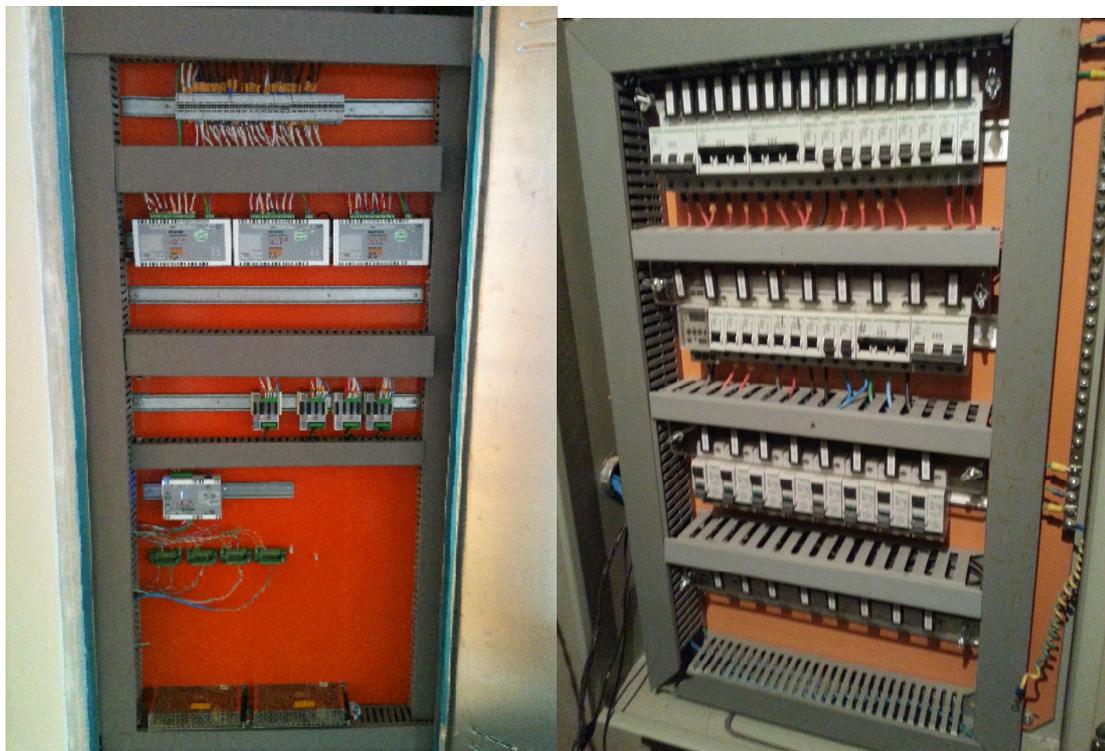


FIGURA 39 - Quadro de Automação e Distribuição – Etapa 04

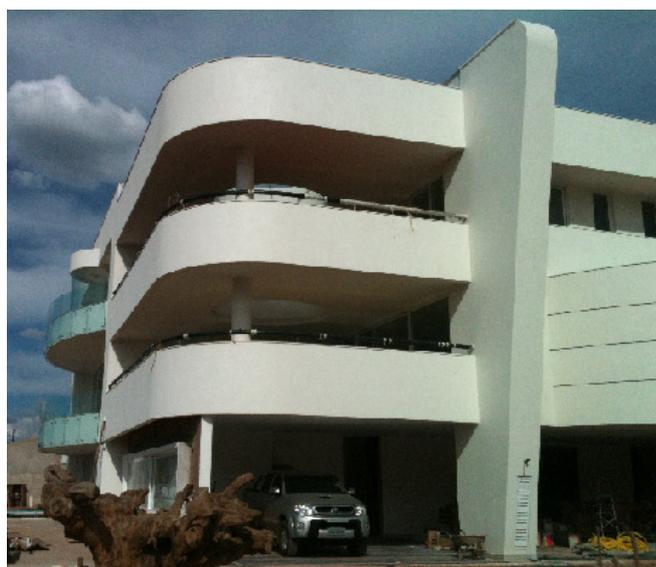


FIGURA 40 – Foto da Casa na Etapa 04

Ao todo, foram instalados três quadros similares ao da *FIGURA 41* – (um para cada andar da casa), e um quarto quadro de automação para as bombas, ilustrado pela *FIGURA 44* – .



FIGURA 41 – Quadro de Automação Identificado

A diferença deste quadro para os demais é que ele fica afastado da residência, situado dentro da casa de máquinas e possui diversas contactoras para possibilitar um ganho nos limites de corrente para os pontos de acionamento a relé. Cada contactora liga um motor, e pode ser acionada por chaves *tri-state* na sua tampa com posições ligar/desligar/automático, como mostra a *FIGURA 42* – , e em detalhe, a *FIGURA 43* – .



FIGURA 42 – Tampa do Quadro de Bombas

Essa chave é de suma importância para seu uso correto e seguro em cada uma das três posições.

Na posição **DESLIGADO**, o motor realmente ficará desligado e não poderá ser acionado remotamente pelo supervisor SCADA ou por botões no interior da casa. Muito útil para garantir segurança à integridade física do técnico ao fazer manutenção em determinada linha hidráulica.

Na posição **MANUAL**, o motor referido será LIGADO sem depender da automação. Sua utilidade é apreciada no caso de a automação sofrer alguma avaria e o sistema pode continuar funcionando de forma plena pelas chaves manuais. Da

mesma forma, facilita ao técnico ligar para fazer testes diretamente pelo quadro, que está na própria casa de máquinas, sem precisar procurar acesso a botões em IHM ou *softwares*.

Na posição **AUTOMÁTICO**, o motor poderá ser LIGADO ou DESLIGADO pelo sistema de automação. É nesta posição que fica a chave quando tudo está funcionando.

Ao todo, são nove chaves para comandar itens do sistema hidráulico da casa, tais como:

1. FILTRO DE PISCINA 1;
2. FILTRO DE PISCINA 2;
3. RECIRCULAÇÃO;
4. CASCATA;
5. BOMBA DO LAGO;
6. JACUZZI;
7. IRRIGAÇÃO;
8. RESERVATÓRIO INFERIOR;
9. RESERVA.



FIGURA 43 – Detalhe do Quadro de Bombas

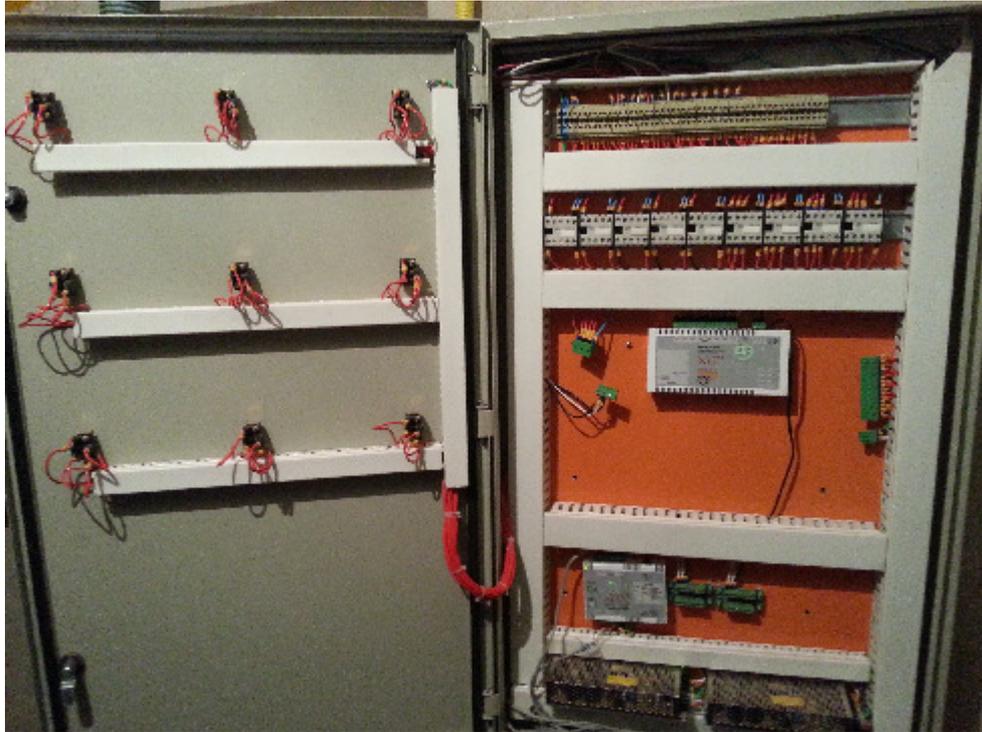


FIGURA 44 – Quadro de Automação das Bombas

5.1: O CLP

O elemento principal é o Controlador Lógico Programável (CLP) onde estão armazenadas as programações de endereço, horários e lógicas de comandos. Ele gerencia e armazena as variáveis do sistema, assim como gerencia os comandos a serem transformados em ações. Ele recebe os comandos através da rede ou por contatos ligados diretamente nas suas entradas (analógicas ou digitais).

Foram utilizados quatro equipamentos do modelo udx201 da DEXTER. Um para cada quadro de automação. Esse CLP possui 8 entradas e 6 saídas analógicas, 2 entradas de contagem rápida, 1200 variáveis de 16 bits e aritmética com ponto flutuante, rede RS-232, rede DXNET/RS-485 de 1500 metros, rede i2C de 1000 metros, entrada para cartão de memória MMC, barramento de saída para expansões e IHM e relógio de tempo real. Tudo encapsulado em dimensões reduzidas e feito com tecnologia SMD, conforme manuais do fabricante em [13], [17] e [18].

5.2: O Multiplexador ou MUX

Para aproveitar uma entrada analógica como várias entradas digitais, utilizamos também MULTIPLEXADORES, que dividem o range de entrada em diversos degraus e consegue identificar qual botão foi apertado.

Damos o exemplo: o range total de uma entrada analógica, configurada para 0 a 20mA, do CLP é de 4095 bits. O Multiplexador (A.K.A. MUX) divide esse range em 10 conforme a tabela abaixo segundo o fabricante em [16]. Dessa forma, cada entrada analógica pode ler agora 10 botões.

2mA	→	$2/20 \cdot 4095$	= 409,5 ≈ 410
4mA	→	$4/20 \cdot 4095$	= 819
6mA	→	$6/20 \cdot 4095$	= 1228,5 ≈ 1229
8mA	→	$8/20 \cdot 4095$	= 1638
10mA	→	$10/20 \cdot 4095$	= 2047,5 ≈ 2048
12mA	→	$12/20 \cdot 4095$	= 2457
14mA	→	$14/20 \cdot 4095$	= 2866,5 ≈ 2867
16mA	→	$16/20 \cdot 4095$	= 3276
18mA	→	$18/20 \cdot 4095$	= 3685,5 ≈ 3686
20mA	→	$20/20 \cdot 4095$	= 4095

QUADRO 4 – Resposta do Multiplexador

Após decodificar o comando, o CLP agora tem uma lógica que deve enviar esse comando para outro CLP, ou ligar uma saída do seu quadro (relé ou dimer).

5.3: A Expansão a Relé

A expansão de saídas a relé udx212-24 possui 8 saídas a relé eletromecânico de 10A @230VAC e se comunica com o CLP através da rede i2C. Tem leds indicativos de cada saída e fusíveis de proteção de forma individualizada.

Sua alimentação é feita através da fonte de 24VCC, que alimenta todo o quadro e, no interior da expansão, serve para fornecer energia às bobinas do relé apenas. A energia que alimenta o seu processamento interno vem pelo próprio cabo da rede de dados.



FIGURA 45 – Expansão a Relé

5.4: O Dimer

O dimer possui quatro saídas com modulação de fase que suportam 260 Watts em 220VAC. Ele também se comunica pela rede I2C, porém, a alimentação interna vem da fonte 24VCC.

Este equipamento é responsável por ligar/desligar suavemente, e manter iluminação halógena ou incandescente, com potência abaixo da nominal. É utilizado para criar ambientes com iluminação adequada e confortável para cada situação.

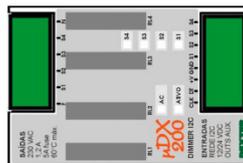


FIGURA 46 - DIMER

Para ser possível dimerizar lâmpadas fluorescentes ou halógenas de maior potência, utilizamos um módulo de potência específico para cada caso.

Em especial para a iluminação colorida do salão de festas, utilizamos 3 reatores QUICKTRONIC, fabricado pela OSRAM, FIGURA 47 – , para controle do efeito RGB.

Eles funcionam dimerizando de forma propocional a uma entrada analógica de 0-10V. Como o CLP possui uma saída compatível, foi fácil de interligar os 2 equipamentos.



FIGURA 47 – Dimer Fluorescente

5.5: As Fontes

Foram empregadas 2 fontes de 24VCC e 12 Amperes em cada quadro da marca LRI escolhidas pelo catálogo [35].

No decorrer da obra, ocorreu queimar algumas fontes. Uma ocasião, por cair partes de fios dentro da fonte, ocasionando um curto-circuito; em outras ocasiões por defeitos da energia elétrica da concessionária.

Como a obra é distante e a fonte geralmente é um fator culminante para gerar manutenção, optou-se por deixar 1 fonte reserva em cada quadro. Para facilitar e agilizar a sua substituição, deixamos também uma chave comutadora para alternar entre a fonte 1 queimada pela fonte 2 reserva. A chave é tri-state e o terceiro estado desliga o referido quadro.

5.6: A Programação em PDE

Os CLPs empregados em Automação Residencial tem uma característica de não serem programados em LADDER, e sim em blocos com MACROFUNÇÕES definidas que precisam apenas de configuração de endereços, pois as suas funções serão sempre as mesmas. No nosso “case”, aqui demonstrado, utilizamos equipamentos industriais e, por isso, a programação foi feita em “LADDER”, com uma linguagem proprietária chamada de PDE pelo fabricante DEXTER.

Aqui se montam as lógicas de funcionamento do sistema e se programa a função indicada e esperada que cada ponto de entrada e de saída desempenharão.

Nessa etapa, também se faz o *link* entre qual variável interna do programa irá atuar em qual saída das expansões ou dimers, além de qual sensor, botão ou teclado altera o estado dessa variável.

Essa variável, ou *bit* ou nodo dependendo do caso fica acessível pela rede IP a fim de poder ser alterada e/ou monitorada pelo *Software* SCADA.

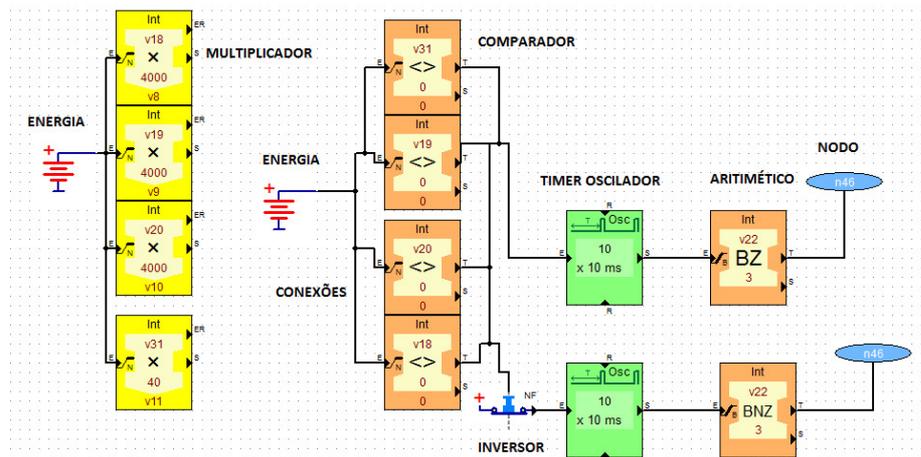


FIGURA 48 - Linguagem PDE

5.7: Problemas Encontrados e Soluções Apresentadas

Enfrentamos problemas diversos na instalação dos sistemas. Um problema que ocorreu aqui, e é recorrente em outros casos, foi o de ruídos na sonorização. A sonorização, por ser muito perceptível ao ouvido humano, apresenta algumas barreiras para a sua completa e perfeita instalação.

Quando o usuário está com o volume da música muito baixo e o ganho do amplificador muito alto, ocorre a amplificação dos ruídos elétricos junto com a música, e piora quando não tem nenhuma fonte de áudio.

Como os cabos utilizados já eram de boa qualidade, verificamos as soldas e refizemos algumas conexões. O ruído diminuiu, mas não sanou. O problema persistiu até passarmos um cabo e equalizar o TERRA elétrico do amplificador com o TERRA elétrico dos *Music Boxes*.

Os próprios music box apresentaram alguns defeitos. Eles rodam um sistema Linux direto de um cartão SSD, e alguns desses cartões não aceitavam a gravação do S.O.

Os Multiplexadores também possuem uma limitação que foi um problema. Eles têm um limite de distância para identificar qual botão está sendo apertado, conforme quadro abaixo:

Entrada	Corrente	Distância máxima
S1	2 mA	28 metros
S2	4 mA	13 metros
S3	6 mA	8 metros
S4	8 mA	5 metros
S5	10 mA	4 metros
S6	12 mA	3 metros
S7	14 mA	2 metros
S8	16 mA	1 metro
S9	18 mA	1 metro
S10	20 mA	1 metro

QUADRO 5 – Resposta do Multiplexador

Tais problemas nos obrigaram a trocar alguns botões pulsadores de lugar e a instalar os módulos multiplexadores dentro das caixas 4x2” de comando de iluminação.

Outro problema que enfrentamos foi a queima de dimers e de fusíveis após a instalação e os testes dos mesmos. Acontece que o electricista, para testar se o fio tem energia, costuma dar um leve toque no neutro para sair faísca. Ele força um curto-circuito! Inacreditavelmente não é uma prática tão incomum no sul do país também.

O problema foi recorrente por algumas ocasiões, por essa razão, pedimos para fábrica de dimers testar alguns fabricantes. E foi então que o Engenheiro Cláudio Dexter da Indústria DEXTER produziu um documento sobre os reatores de dicroicas.

Nesse relatório, a conclusão apontada era de que alguns reatores produziam ruídos na ordem de 1000V de pico, e foram apontados como impróprios para o uso com dimers. Ver NOTA na bibliografia [20]

Um outro obstáculo que encontramos, e facilmente contornado com a literatura do fabricante condizia com o tempo de resposta do sistema.

Ocorre que quanto mais módulos colocamos na rede i2C, maior é o tempo de resposta do sistema, que funciona por *pooling*.

A rede pode ter até 1000m de comprimento, aceita o endereçamento de 64 módulos; porém, o tempo de resposta do sistema vai caindo conforme a latência que cada módulo insere na rede. Veja quadro abaixo retirado do [15]:

$\Delta t \leq 275ms$
$\Delta t_{\text{Keypad}} = 15,5ms$
$\Delta t_{\text{Keypad (16 bits)}} = 18,9ms$
$\Delta t_{\mu DX212} = 15,5ms$
$\Delta t_{\text{Dimmer}} = 34,0ms$
$\Delta t_{\text{Umidade}} = 15,5ms$
$\Delta t_{\text{Temperatura}} = 23,3ms$
$\Delta t_{\text{Temperatura } (\mu DX100)} = 26,7ms$
$\Delta t_{\text{Temperatura } (\mu DX200)} = 26,7ms$

QUADRO 6 – Atraso de cada módulo na rede I2C

Cada equipamento na rede tem um tempo de processamento e a soma deles deve ser menor do que 275ms.

Para não incluir mais um CLP na rede, tivemos que balancear os sensores entre os quatro existentes. A maior dificuldade foi equilibrar a quantidade de pontos nos quadros e linkar os teclados de um andar para o quadro de outro andar menos congestionado.

No decorrer da obra, ocorreram queimas das fontes de alimentação 24VCC. Além da sua troca já relatada, alteramos o projeto desses quadros para acomodar uma fonte reserva, o que se tornou um novo padrão para a confecção de todos os quadros feitos pela Smart Homes – Automação Residencial.

Chegamos em uma etapa em que todos os quadros de automação rodam perfeitamente e se comunicam com o ISIMPLEX. Porém, um oásis de tecnologia, cercado de suprimentos deficitários, não funciona isoladamente.

Tivemos muitas dificuldades enfrentadas com a rede da casa que ora não tinha internet, ora se mostrava instável internamente. Foram trocados os repetidores ACCESS POINT (AP) por equipamentos da APPLE; mas, até hoje não roda 100% como deveria rodar.

A rede de comunicação da casa vem apresentando problemas desde o início e até agora não vigora como definido. Como a rede da casa não é de nossa responsabilidade, não podemos interferir no andamento da sua configuração por limitações de distância e conhecimento técnico pessoal.

O que depende da rede IP acaba assim por estar oscilante. O servidor do iSIMPLEX foi configurado como IP fixo internamente, e, toda vez que trocam de técnico de rede, ele some do DNS e, com ele, vai-se toda a funcionalidade do supervisor. Foi gerado e distribuído um documento com uma tabela de endereços e senhas de configuração, justamente para se evitar que isso ocorra. O mesmo documento é sigiloso e, por razões de segurança requisitados pelo morador não será exposto aqui.

Os problemas com o fornecimento de energia, com *blackouts* até três vezes por semana, foram contornados com NO-BREAKs. A intenção de se colocar o gerador quase foi concretizada; com essas demonstrações de falha de planejamento na infraestrutura elétrica do país e na sua capital federal.

Apesar de apresentar espaço de sobra, tivemos que remontar e readequar parte do sistema para liberar área para outros sistemas, haja vista que aconteceram muitas mudanças na hora de se executar os projetos do ANEXO 03: PROJETOS. Apesar de ser uma das obras que melhor acompanharam o que estava no papel, qualquer mudança pequena em um sistema de grande porte leva a horas de retrabalho. Por isso é muito importante perder alguns minutos a mais no Autocad e no Excell.

Ainda outro problema foram os atrasos extremos na conclusão da obra civil por conta de uma limitação orçamentária e falta de pessoal enfrentada pelo cliente e pelo empreiteiro. Esse retardamento no andamento da parte externa da casa atrasou a entrega do Quadro de Automação das Bombas.

Capítulo 6: Resultados

O sistema todo encontra-se funcionando com três CLPs há mais de um ano e com os quatro CLPs há sete meses. A rede industrial tem-se mostrado estável e a programação, consistente. Os comandos, via sensores, botões, pulsadores, estão em perfeito funcionamento, e o resultado é satisfatório.

O uso do supervisor é feito conforme o esperado: o dono da casa, que paga as contas, preocupa-se em apagar as lâmpadas acesas em excesso, enquanto que as crianças preferem as funções multimídias do som ambiente.

Para o uso da iluminação, conforme a ocasião, foram criados cenários para cada ambiente com o acompanhamento da arquiteta da obra, que projetou os efeitos de iluminação indireta, cores, iluminação natural.

Assim, em um dia de festa o dono da casa pode receber os convidados e apertar um único botão (no IPAD) para acionar mais de 50 circuitos de iluminação, conforme ANEXO 02, e a escolha de um *playlist* pré definido para a ocasião.

Da mesma forma, foi criado um cenário para dar praticidade ao dia-a-dia, assim, antes de dormir aperta-se um botão no IPAD, ou ao lado da cama, e toda a casa se apaga.

Ficou uma vontade de incluir mais soluções ecologicamente corretas e o emprego de técnicas de construções verdes para os futuros projetos incluindo a grande novidade para o setor elétrico de 2013: adotar painéis geradores fotovoltaicos ou eólicos para “vender” essa energia de volta para concessionária e receber em crédito para o próximo mês.

O cronograma levou três vezes o previsto quando foi proposto em 2011, no anteprojeto.

Finalizando este relatório, ficamos contentes com o resultado que o importante é que os objetivos propostos foram todos cumpridos; inclusive mantemos aqui a intenção de tornar este relatório em um livro.

Iremos remodelar os tópicos e montar o relato de forma mais genérica do que um CASE individual. Vamos detalhar o aprendizado neste tempo à frente da SMART HOMES AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL envolvendo outros projetos e repassar a experiência para que sirva de base para todos que estão começando no ramo e que sentem falta de um norte a seguir.

Capítulo 7: Conclusões e Perspectivas

A principal conclusão que se obtém ao participar da construção de uma casa é que o método brasileiro é extremamente desorganizado e cheio de desperdícios. E isso se reflete em todas as disciplinas da obra, inclusive na de Automação.

Ao confeccionar um projeto de Automação Residencial, temos que ponderar alguns itens contra-postos tais como economia x durabilidade. E quando relatamos durabilidade, nos referimos à vida útil que determinada tecnologia terá. Os orçamentos e projetos feitos para essa obra levaram em conta tecnologia recém lançada no mercado americano, antevendo o seu lançamento nos anos decorrentes da execução. Entretanto, muitos produtos já eram obsoletos no mercado nacional e precisaram ser alterados na ocasião da entrega.

A exemplo das interfaces (IHM, IPAD, IPHONE), que tiveram um foco enorme no mercado mundial. Como os IPAD`s que se popularizaram de tal forma que no desenvolvimento do projeto eram “ficção científica”, e atualmente temos dois lançamentos de peso por ano e outro tanto dos concorrentes.

Cada vez fica mais difícil projetar vislumbrando um futuro com tamanho dinamismo. A complexidade de se prever qual tecnologia surgirá/vigorará dentro de 5 anos é grande.

As tecnologias holográficas, telecinese (impressora 3D), robôs domésticos já são realidade hoje. A pergunta que fica para gerações atuais responderem é:

QUAL INFRA-ESTRUTURA DEIXAR PARA A CASA INTELIGENTE USAR DAQUI A 50 ANOS?

O sistema de coleta da chuva paga-se em 2 anos. Mas, em 12 meses, ele é obsoleto. É fácil equalizar a fórmula e convencer o construtor a investir em técnicas e sistemas que se pagarão com o passar dos anos com a economia de energia e recursos naturais. Mas, como manter a casa moderna com o passar desse tempo?

Esse dinamismo todo é ótimo e cria constantemente oportunidades para aplicar o conhecimento do Engenheiro de Automação e Controle, como a produção

de *software* e *hardwares* para este novo campo que se abre. Inversores de frequência da *FIGURA 50* serão instalados em nossas casas em um futuro tão próximo que substituirão as fontes. Geradores Eólicos e Solares, como da *FIGURA 49*, serão vendidos em supermercados. Essa popularização pode vir massivamente com produtos externos ou podemos desenvolver nossos próprios sistemas. A tecnologia já está disponível, e o conhecimento já possuímos.

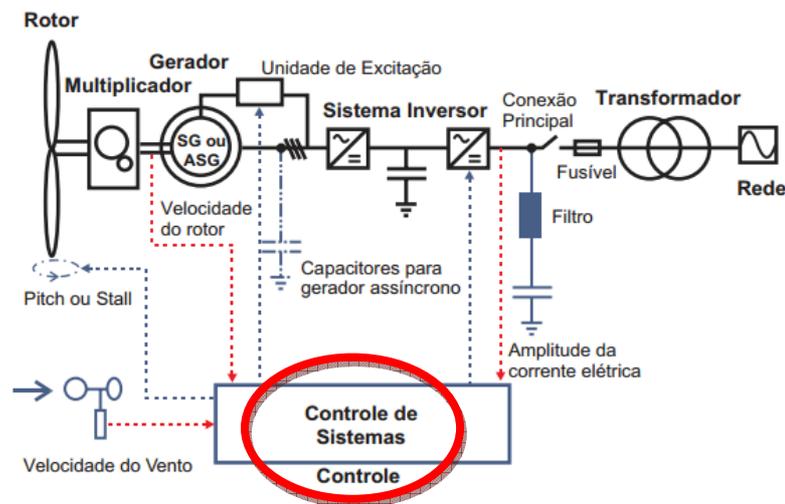


FIGURA 49 – Esquema Elétrico de um Gerador Eólico

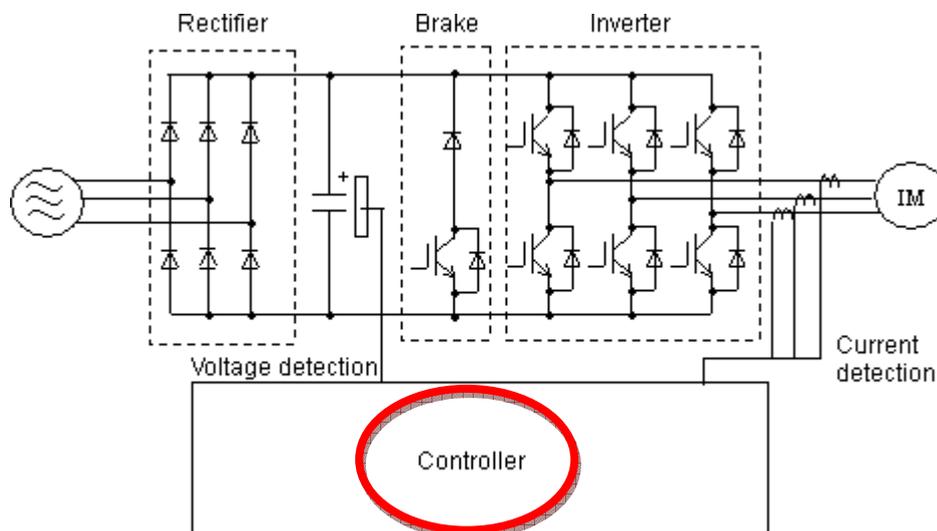


FIGURA 50 – Esquema Elétrico de um Inversor de Frequência

Todo esse desenvolvimento tecnológico cria um dilema. Quando entrei no curso de Tecnologia em Automação Industrial, no CEFET/SC, e que me acompanha no curso de Engenharia da UFSC: *Como incluir no sistema de automação uma segurança ou um bloqueio para evitar que um dia as máquinas tomem o poder da situação?*

Quase tudo o que vemos no setor de automação, que era antes ficção científica contada em livros e filmes tornou-se realidade. E inúmeras dessas histórias são de terror e narram guerras entre seres humanos contra robôs.

Os robôs de Hollywood têm fisionomia humanoide, mas nós Engenheiros de Controle e Automação sabemos que qualquer sistema informatizado pode ser *hackeado* e ter seu controle assumido por outro ser humano ou até por um vírus de computador.

Podemos ponderar o risco de um programa malicioso mutante invadir nossos celulares e linhas de comunicação, pulando por *bluetooth* para a rede CAN dos carros auto guiados e para colheitadeiras que trabalham por GPS e paralisando navios petroleiros e aviões.

Se, por fim, resolvermos correr a pé para nossa casa, cuja segurança e recursos são automatizados, poderemos estar caindo numa armadilha.

Caso os sistemas robotizados fossem uma espécie em desenvolvimento, eles seriam considerados a mais dinâmica e mutável que já existiu. Basta analisar a evolução do computador MARK I para um mini-IPAD em 60 anos.

Hoje a proteção contra vírus e *malwares* é muito bem esquematizada na rede de internet; porém, as redes industriais que se mostram tão seguras e estáveis são, na verdade, as mais desprovidas de escudos e *firewalls*.

Minha sugestão é que se obrigue por lei e bom senso a criar uma MACRO em nível de software para verificar a consistência dos comandos a serem tomados e impeçam a total autonomia do sistema e/ou obrigar o uso um equipamento *sniffer* que não seja modificado pela rede, mas apenas a monitore para uma segunda rede para a qual vai notificar, caso perceba comportamentos suspeitos. Essa segunda rede, a Rede de Notificações, pode fazer contato com uma Rede Mundial de Notificações da mesma forma.

Bibliografia:

- [1] ADAMS, Kelvin. **One For All – Universal Remote Control**. Disponível no site: <<http://www.geocities.ws/kelada2000/ofa.htm>>. Acessado em fev/2013.
- [2] ALMEIDA, Ataíde Jr. **A favor do conforto**. EM Notícias, 2011. Disponível em <http://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2011/07/28/interna_tecnologia,242086/a-favor-do-conforto.shtml#.TjHlq-SHUEU.facebook>. Acessado em fev/2013.
- [3] AMIN, Massoud; WOLLENBERG, Bruce F. **Toward a Smart Grid**. IEEE Power & Energy magazine. set,out/ 2005.
- [4] ANEEL. **Energia Solar**. Disponível no site: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acessado em fev/2013.
- [5] ANEEL. **Resolução normativa número 482**, de 17 de abril de 2012.
- [6] ANEEL. **Altera estrutura tarifária de alta tensão**. Disponível no site: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=4922&id_area=90> . Acessado em fev/2013.
- [7] AURESIDE, **Associação Brasileira de Automação Residencial tem como missão**. Disponível no site: <<http://www.aureside.org.br/quemsomos/default.asp?file=missao.asp&menu=quemos>>. Acessado em fev/2013.
- [8] B&B electronics. **Your Serial and Data Communication Experts**. INDUSTRIAL WIRELESS. Issue 39. Ottawa: 2005.
- [9] BOLZANI, Caio Augustus M. **Residências Inteligentes: um curso de Domótica**. 1.ed. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.
- [10] BRIERE, Danny; HURLEY, Pat. **Smart homes for dummies**. 2.ed. – Editora Wiley, 2003.
- [11] CONNECT WORLD. **Latin America Issue 2005**. London: World Info Comms Ltda, 2005.

- [12] DEXTER, **CONTROLADOR PROGRAMÁVEL - Manual de Utilização µDX 200**, Rev 2.98. Porto Alegre, 2012
- [13] DEXTER, **CONTROLADOR PROGRAMÁVEL – Família de Produtos µDX 201**. Rev. 18 e 21. Porto Alegre, 2011 e 2012
- [14] DEXTER, **Expansão de Saídas via Rede I2C µDX212 e µDX212-12**. Porto Alegre, 2011.
- [15] DEXTER, **Rede de Comunicação I2C**. Porto Alegre, 2011.
- [16] DEXTER, **Multiplexadores para Pulsadores**. Porto Alegre, 2008.
- [17] DEXTER, **Dimmer I2C**. Porto Alegre, 2011.
- [18] DEXTER, **Folheto de Apresentação µDX Série 200**. Porto Alegre, 2005.
- [19] DEXTER, **Expansão de Entrada/Saídas µDX210**. Porto Alegre, 2010.
- [20] DEXTER, **Mini-Dimmer e Dimmer Dexter com Reatores Eletrônicos**. Porto Alegre 2011.
- [21] DIAS, César Luiz de Azevedo e PIZZOLATO, Nélio Domingues. **Domótica – Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial**. Revista VÉRTICES, v. 6, n. 3, p.10-32, 2004.
- [22] DUTRA, Ricardo (Org.).E-Book. **ENERGIA EÓLICA PRINCÍPIOS E TECNOLOGIAS**. Disponível no site:
<http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf>. Acessado em fev/2013.
- [23] FUJIELETRIC. **Inverters**. Disponível no site:
<<http://www.fujielectric.com/products/semiconductor/technical/usage/inverter.html>> Acessado em fev/2013.
- [24] FINDER NEWS. **Instalações Elétricas**. São Paulo, Ed. 23 jul,2007.
- [25] GATES, Bill. **A ESTRADA DO FUTURO**. São Paulo, Editora Schwarcz, 1995.
- [26] GOMES, Kelson. **Automação Residencial: Acessibilidade no Acionamento de Dispositivos Domésticos**. João Pessoa, 2012.

- [27] Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL). E-Book. **Energia Solar. Princípios e Aplicações**. Disponível no site: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acessado em fev/2013.
- [28] Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (CRESESB/CEPEL). **Sistema de Supervisão e Análise de Dados do SAD da Casa Solar Eficiente**. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/sad/index.php>>. Acessado em fev/2013.
- [29] HAI, **Product Guide 2005**. New Orleans, LA: Homeauto, 2005.
- [30] **Home Automation FAQ**. Disponível em <<http://www.automationfaq.com/fom-serve/cache/1.html>>. Acessado em fev/2013.
- [31] IROBOT, **iRobot Roomba® Vacuum Cleaning Robot**. Disponível em <<http://www.irobot.com/en/us/robots/home/roomba.aspx>>. Acessado em fev/2013.
- [32] JEULAND, François-Xavier. **La maison communicante: Réussir son installation domotique et multimedia**. 2.ed. Paris: Editora Eyrolles, 2008.
- [33] KNX BRAZIL, **website**. Disponível em <http://www.knx.org/br/knx-brazil/introducao/> Acesso em nov/2012.
- [34] LATOUR, Bruno de. **LE CLOUD DOMOTIQUE**. Editorial da domotique News. jan/2013. Disponível em <http://domotique-news.com/2013/01/27/ledito-de-dn-274-janv-2013/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=ledito-de-dn-274-janv-2013>. Acessado em fev/2013.
- [35] LRI. **CATÁLOGO MASTER 2005/2006** - Soluções em Automação & TI. Porto Alegre: LR Informática Industrial, 2005
- [36] MARV. **Smart Future – Wave 3 Dilema**. Disponível em <<http://smart-future.org/2009/10/wave-3-dilemma/>>. Acesso em ago/2012.
- [37] MILAGRE, José Antônio. **Perícia Digital e a Domótica: Casa Inteligente, riscos e crimes digitais**. Computer Forensics, 2011.
- [38] PINHEIRO, José Maurício. **Projeto de Rede – AULA 05 Infra-estrutura Elétrica**. UGBVersão 01, 2010.

- [39] RKM SISTEMAS DE AUTOMACAO E CONTROLE. **Módulo de Controle de Iluminação MCI dm4x AllConverge - MANUAL DE UTILIZAÇÃO**. Rev 1.5. Porto Alegre, jan/2008.
- [40] RKM SISTEMAS DE AUTOMACAO E CONTROLE. **Prg – All – RKM Software para programação MCI, MCC IR**. Porto Alegre, mar/2008.
- [41] RKM SISTEMAS DE AUTOMACAO E CONTROLE. **NOTA DE APLICAÇÃO NA-16**. Porto Alegre, set/2010.
- [42] SMARTHOME – **Buyer Guide – Technology for Modern Homes**. Irvine: Editora Smarthome, Volume 77A, Summer 2005.
- [43] **Universal IR Solutions**. Disponível em < <http://www.irtrans.de/en/index.php> >. Acesso em fev/2013.

ANEXO 01: SENSORES

ANEXO 02: CENÁRIOS

ANEXO 03: PROJETOS