

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA  
TESE DEFENDIDA POR Décio Albino  
Canato E APROVADA  
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 27, 02, 07

João Maurício Rosário  
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

## **Utilização de Conceitos de Integração de Sistemas Direcionados a Domótica – Estudo de Caso para Automação Residencial**

Autor: Décio Albino Canato  
Orientador: Prof. Dr. João Maurício Rosário  
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni

29/2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE PROJETOS MECÂNICOS.**

# **Utilização de Conceitos de Integração de Sistemas Direcionados a Domótica – Estudo de Caso para Automação Residencial**

Autor: Décio Albino Canato

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Rosário

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni

Curso: Engenharia Mecânica

Área de Concentração: Mecânica dos Sólidos e Projetos Mecânicos

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Campinas, 2007  
S.P. – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

C16u Canato, Décio Albino  
Utilização de conceitos de integração de sistemas  
direcionados a domótica – estudo de caso para  
automação residencial / Décio Albino Canato. --  
Campinas, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: João Maurício Rosário.  
Co-orientador: Carlos Alberto Mariotoni.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Automação residencial. 2. Edifícios inteligentes.  
3. Sistemas inteligentes. 4. Controladores programáveis.  
5. Automação. I. Rosário, João Maurício. II. Mariotoni,  
Carlos Alberto. III. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia Mecânica. IV. Título.

Título em Inglês: Utilization of concepts in a system integration in the  
application of automation technics – study domotics house.

Palavras-chave em Inglês: Residential automation, Domotics, Systems  
integration.

Área de concentração: Mecânica dos sólidos e projeto mecânico.

Titulação: Mestre em Engenharia Mecânica

Banca examinadora: Antonio Batocchio, Arcanjo Lenzi.

Data da defesa: 27/02/2007

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Mecânica.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE PROJETO MECÂNICO

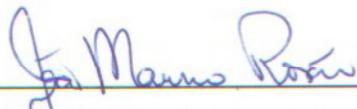
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DE INTEGRAÇÃO  
DE SISTEMAS DIRECIONADOS A DOMÓTICA  
– ESTUDO DE CASO PARA AUTOMAÇÃO  
RESIDENCIAL

Autor: Décio Albino Canato

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Rosário

Co – Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni



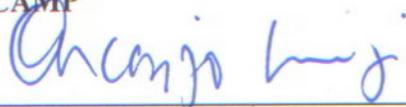
Prof. Dr. João Maurício Rosário, Presidente

UNICAMP



Prof. Dr. Antonio Batocchio

UNICAMP



Prof. Dr. Arcanjo Lenzi,  
UFSC/Florianópolis/SC

Campinas, 27 de fevereiro de 2007.

**Dedicatória:**

A Deus por iluminar sempre meu caminho,  
Ao meu Pai e minha Mãe, por seu amor incondicional,  
As minhas irmãs, por todo o apoio,  
A minha namorada, Ângela, por todo seu incentivo.

## **Agradecimentos**

Aos meus orientadores Professores Dr. João Maurício Rosário e Professor Dr. Carlos Alberto Mariotoni, pela amizade, confiança, dedicação (paciência) e por sempre acreditar em nosso trabalho.

Aos colegas do Departamento de Projetos Mecânicos por suas orientações e auxílios, no desenvolvimento do projeto.

A todos os professores, Departamento de Projetos Mecânicos, pelo incentivo e colaboração.

A todos os funcionários do Departamento de Projetos Mecânicos, por toda colaboração.

A todos meus amigos, uma lista infinita de nomes, que de alguma forma me ajudaram a crescer, e sempre estiveram ao meu lado.

## **Resumo**

A automação residencial é uma modernidade cada vez mais presente nas residências. As soluções tecnológicas disponíveis no mercado deixaram de ser vistas como um luxo para poucos e se tornaram sinônimo de conforto e segurança acessível a todos os usuários interessados.

Para construtores e incorporadores, o diferencial é oferecer aos clientes uma infraestrutura de automação de modo a permitir que o morador possa adequar o conforto e a segurança às suas necessidades e orçamento.

Programar as luzes e cortinas para criar um cenário agradável no ambiente, ou ainda acessar os sistemas de segurança de sua residência, seja por telefone ou através da internet, são algumas das soluções existentes e acessíveis no mundo da automação. Atualmente, para formar um mecanismo automático em uma residência basta ir a qualquer loja de construção civil e comprá-los sem muita dificuldade.

A dúvida que gera quando se faz este tipo de automação, compradas em lojas faça você mesmo, ou seja, montadas em blocos e sem planejamento prévio, é a questão da integração entre os dispositivos automáticos, não existe uma comunicação entre eles, agindo de forma independente, criados sem uma modelagem pré-definida, gerando gastos e transtornos nos projetos atuais e futuros.

Para que as diversas opções possam ser integradas de maneira única e pessoal, ou seja, de acordo com a escolha de quem irá utilizá-las, é necessária a criação de uma infraestrutura adequada. Isto significa prever em projeto o cabeamento, a instalação elétrica e seus acessórios responsáveis pela distribuição de sinais de dados, voz e imagens pela residência

O compromisso deste trabalho é a realização de uma integração de sistemas domésticos automatizados baseados na vasta experiência locada na indústria, visto através das modelagens e integrações de sistemas complexos, ou seja, transportar a tecnologia já dominada da automação industrial para uma tecnologia já não tão recente que é a automação doméstica.

Palavras-chaves: Automação Residencial; Domótica; Integração de Sistemas.

## **Abstract**

Home automation is a modern feature that is becoming more common, nowadays technological solutions available are synonym of comfort and safety instead of being considered an expensive luxury. Different automation options are now acquirable for general costumers.

For contractors and incorporate, the main issue is to offer an automation structure allowing the costumer to suit comfort and safety to the family budget.

Programming light intensity and curtains for a nicer atmosphere, being able to reach home security system either using phone or internet are some of the solutions available for home automation. Nowadays, automation systems can be purchased in many different stores.

The main issue related to this kind of commercially available automation is that the different parts of the system are not integrated and are not able to communicate, being a potential source of extra costs and problems.

On the other hand, if the automation system is planned for a specific house, considering who is going to use the system, most problems could be avoided. Creating a specific automation project means plan the electric installation, the wires design and related accessories responsible for data distribution, voice and image storage.

The aim of this work is to provide an integration of home systems based on the wide experience accumulated by industrial automation, exporting the well-known technology for home automation.

**Keywords – Residential Automation; Domotics; System Integration.**

## Índice

CAPITULO 1 .....	1
INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Apresentações do Problema .....	1
1.2 Objetivo.....	2
1.3 Estrutura do Trabalho.....	3
CAPÍTULO 2 .....	4
DOMÓTICA – TECNOLOGIAS E CONCEITOS .....	4
2.1 Equipamentos Automatizados Direcionados a Automação Residencial.....	6
2.2 Dimensionamento de uma Planta Residencial .....	8
2.3 Custos de uma Automação Residencial. ....	9
2.4 Elementos, Automação e Benefícios de uma Planta Residencial Automatizada.....	12
2.4.1 Controle da Energia.....	12
2.4.2 Controle Segurança .....	14
2.4.3 Controle Água .....	16
2.5 Conclusão .....	17
CAPÍTULO 3 .....	18
SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DOMESTICA .....	18
3.1 A tecnologia X-10 .....	18
3.2 Consumer Electronic Bus (CEBus).....	20
3.3 Smart House .....	23
3.4 Local Operating Network (LON).....	26
3.5 BatiBUS .....	27
3.6 European Installation Bus (EIB) .....	29
3.7 European Home Systems (EHS) .....	32
3.8 Análise Comparativa dos Sistemas Domóticos.....	36
3.9 Conclusão .....	37

CAPÍTULO 4 .....	38
INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS EM AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....	38
4.1 Benefícios da Automação.....	39
4.2 O Conceito <i>Microsoft</i> de casa inteligente .....	42
4.3 Internet e Automação Residencial.....	44
4.4 Conclusão .....	45
CAPÍTULO 5 .....	46
ELEMENTOS DE MODELAGEM.....	46
5.1 Modelagem.....	46
5.2.1 Linguagem Universal de Modelagem (UML – Unified Modeling Language) .....	50
5.2 Componentes.....	52
5.3 Integração entre os Sistemas .....	54
5.4 Supervisão e Comunicação .....	58
5.5 Conclusão .....	59
CAPÍTULO 6 .....	60
EXEMPLOS DE IMPLEMENTAÇÃO.....	60
6.1 Visualização da integração dos sistemas automatizados.....	61
6.2 Programação dos sistemas automatizados.....	62
6.3 Controle de Energia - Iluminação .....	63
6.4 Controle da Segurança - Alarme .....	67
6.5 Conclusão .....	71
CAPÍTULO 7 .....	72
CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS .....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
ANEXO A - Elementos de Entrada.....	80
ANEXO B - Elementos de Saída .....	85
ANEXO C – Controlador Lógico Programável – FST 4.10 .....	87
ANEXO D – Artigo – A casa Inteligente.....	88

## Lista de Figuras

Figura 2.1: Modelo da Planta Residencial (Amory, 2001). .....	9
Figura 3.1 – Protocolo CEBus (Webb, W., 1999).....	21
Figura 3.2- Exemplo da topologia CEBus (Webb, W., 1999) .....	22
Figura 3.3 - Topologia da rede SMART HOUSE (Strassberg, D., 1995).....	25
Figura 3.4 - Trama Batibus (Allen, B. & Dillon, B., 1997) .....	29
Figura 3.5 - Topologia lógica do EIB (EIB. Information Kit; Goossens, M., 1998) .....	31
Figura 3.6 - Pacote EHS (Allen, B. & Dillon, B., 1997).....	34
Figura 5.1: Fluxo da Metodologia para a Modelagem. ....	51
Figura 5.2: Instalação do sensor magnético – (PPA). ....	53
Figura 5.3: Sistemas de Controle Integrados – (Bolzani, 2004). ....	55
Figura 5.4 - Conceito de Automação Residencial – (Aureside).....	57
Figura 6.1 – Planta Residencial Proposta (Casema). ....	60
Figura 6.2 – Visualização da disposição dos sensores na planta residencial. ....	62
Figura 6.3 - Demonstração da estrutura do funcionamento do controle de energia por acionamento de lâmpadas.....	64
Figura 6.4 - Demonstração do Grafcet do funcionamento do controle de acionamento de lâmpadas – geral.....	65
Figura 6.5 - Demonstração da programação Ladder do funcionamento do controle de acionamento de lâmpadas – sala de estar. ....	66
Figura 6.6 – Demonstração da estrutura do funcionamento do controle segurança.....	68
Figura 6.7 - Demonstração do Grafcet do funcionamento do controle do alarme – sala de estar. ....	69
Figura 6.8 - Demonstração da programação Ladder do funcionamento do controle de acionamento do alarme – cômodo sala de estar. ....	70

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Redução de energia com aplicação de sensores – (IFOX).....	14
Tabela 3.1 - Comparação das diversas tecnologias domóticas analisadas – (Fernandes, 2004)....	36
Tabela 6.1 – Demonstração da integração de sensores. ....	61
Tabela 6.2 – Correlação dos sinais de entrada da iluminação com as respectivas saídas .....	64
Tabela 6.3 – Correlação dos sinais de entrada do sistema de segurança com a respectiva saída ..	68

## Nomenclaturas

AC – *Alternating current*;

ADSL - *Asymeric Digital Subscriber Line*;

BCI - *BatiBUS Club International*;

CAL - *linguagem de comunicação*;

CD – *Compact Disc*;

CEBus - *Consumer Electronics Bus*;

CEMIG - *Companhia Energética de Minas Gerais*;

CFTV – *Circuito fechado de TV*;

CIM - *Computer Integrated Manufacturing*;

CLP - *Controladores Lógicos Programáveis*;

COPEL – *Companhia Paranaense de Energia*;

CRC - *Cyclic Redundancy Check*;

CSMA - *Carrier Sense Multiple Access*;

CSMA/CA - *Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*;

DAC – *Date Acquisition Card*;

DLL - *Dynamic Link Librarie*

DVD - *Digital Video Disc*;

EAP - *Extensible Authentication Protocol*;

EHS - *European Home Systems*;

EHSA - *European Home System Association*;

EIA - *Electronics Industries Association*;

EIB - *European Installation Bus*;

EIT - *Enhanced Installation Tool*;

ETE - *EIB Tool Environment*;

ETS - *EIB Tool Software*;

HBS - *Home Bus System*;

HLT - *Home Linking Technology*;

IHM - *interface homem máquina*;

ISDN - *Integrated Services Digital Network*;

LAN - *Local Area Network*;  
LON - *Local Operating Network*;  
MAC - *Medium Access Control*;  
NAHB - *National Association of Home Builders*;  
PCI - *Peripheral Component Interconnect*;  
PLC - *Power Line Communication*;  
RFID - *Radio Frequency Identification*;  
RTU's - *Unidades Remotas*;  
SIT - *Simple Installation Tool*;  
TI - *Tecnologia da Informação*;  
UML – *Unified Modeling Language*;  
UPS - *Uninterruptible Power Supply*;  
WAN - *Wide Area Network*;  
WEP - *Wired Equivalent Privacy*.

# CAPITULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 Apresentações do Problema

O conceito de Casa Inteligente apareceu na década de 80, associado sobre tudo ao setor dos serviços. A principal motivação era a de realizar economias na gestão da energia e de fornecer novas facilidades aos seus utilizadores, principalmente nas áreas do conforto, da segurança e das comunicações.

Desde o começo se constatou que havia lugar para a aplicação dessas mesmas idéias à habitação. Isso ocorreu com particular relevância em países como os EUA, o Japão e a França. Em Portugal, o conceito passou a ser designado por Domótica sob influência do termo francês *Domotique*. Em termos da língua inglesa, designações comuns são *Smart House e Intelligent House*, sendo esta última a mais usada nos nossos dias.

Por definição, automação refere-se a um sistema ou método pelo qual é possível realizar e controlar eventos sem um pensamento consciente usando de um sistema de equipamento eletrônico e/ou mecânico que controlam seu próprio funcionamento, quase sem a intervenção do homem.

A automação residencial, ou a domótica, usa esses princípios aplicados à habitação particular e coletiva, onde este tipo de automação é voltado para o conforto, economia e segurança dos seus utilizadores.

É neste conceito que a automação industrial se aplicará e onde deve se focar o trabalho, demonstrando todo o conceito de projetos e escolha de equipamentos dos quais serão utilizados para a automação de uma casa inteligente.

Para a escolha de equipamentos, e na sua seqüência a programação, foi feita um levantamento das necessidades da automação de uma casa inteligente, onde foram focados os controles, descritos em seguida:

- Energia;
- Iluminação;
- Água;
- Umidade;
- Temperatura;
- Segurança.

Para todas estas necessidades foram feitos estudos, estruturando seus mecanismos e funcionamentos de formas a serem compreendidas em linguagens técnicas de automação, como na forma de diagramas e circuitos, podendo no futuro servir como base para um aperfeiçoamento em algumas das áreas citadas anteriormente.

## **1.2 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é a utilização de conceitos de integração de sistemas em automação industrial direcionado a automação de casas inteligentes, permitindo assim soluções simples e de baixo custo de implementação.

Conseqüentemente, a utilização de equipamentos e ferramentas de programação freqüentemente utilizada na indústria poderá ser aplicada no conceito de domótica residencial, ou seja, tirará de foco o uso convencional dos equipamentos de automação, desbravando-se em uma nova metodologia de estudo e aplicação.

Este estudo foi baseado na integração de sistemas e em toda a programação e controle dos equipamentos automatizados, aplicando técnicas de projetos de automação.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

Assim este trabalho tem como principal objetivo apresentar ferramentas já utilizadas em Automação Industrial, direcionadas a aplicação de Domótica sendo subdivido em sete capítulos descritos a seguir.

Capítulo 1 – Apresenta a descrição do problema abordando os conceitos de Automação Residencial, ressaltando seus benefícios e os tipos de ambientes a serem automatizados.

Capítulo 2 – Insere o conceito de Domótica, com os equipamentos utilizados, o dimensionamento de uma residência automatizada e os benefícios que este tipo de automação traz.

Capítulo 3 – A partir deste capítulo é discutido os tipos de protocolos ou sistemas usualmente empregados no mundo. Dele tira-se uma tabela comparativa de funcionalidade dos diversos protocolos.

Capítulo 4 – Define de integração de sistemas, este capítulo vem pra ressaltar a necessidade e facilidade de interpolar sistemas de automação em um único meio de controle.

Capítulo 5 – O implemento da automação requer certo tempo de projeto, neste capítulo é apresentado elementos para uma modelagem de sistemas domóticos como componentes, a utilização de softwares e a parte de hardware da implementação.

Capítulo 6 – São apresentados alguns exemplos de implementação para uma residência automatizada que vai aliar as vantagens dos meios eletrônicos aos informáticos, de forma a obter uma utilização e uma gestão integrada dos diversos equipamentos de uma casa.

Capítulo 7 – Refere-se às conclusões e perspectivas futuras deste trabalho, onde ao concluído a programação e o término dos sistemas automatizados desta residência, deve-se notar a versatilidade do uso de equipamentos industriais de automação (CLP) na utilização para a automação residencial. Permitindo assim, o grande número de possibilidades de utilização destes equipamentos industriais.

## CAPÍTULO 2

### DOMÓTICA – TECNOLOGIAS E CONCEITOS

A palavra "domótica" tem a sua raiz na palavra latina "*domus*" (casa) - a que se juntou o sufixo de origem grega *tikoV* -, e significa, tudo aquilo que diz respeito à casa, à habitação.

Não é, porém, este sentido lato que nos interessa neste momento, mas sim o sentido restrito, o qual poderá ser entendido como o de uma "ciência que se dedica à aplicação e integração de meios informáticos e tecnológicos de processamento eletrónico ao meio doméstico" (Vale, M.F. et al., 1995).

Trata-se, pois, de uma ciência recente que, se ainda não está completamente consolidada, tornar-se-á em breve, seguramente, uma referência obrigatória no que respeita à construção das casas do futuro. Estas resultarão, cada vez mais, da contribuição conjunta de profissionais de áreas tão diferentes como a construção civil, arquitetura e eletrónica.

A utilização da domótica pode apresentar inúmeras vantagens, das quais destacamos as seguintes:

- **Segurança** - permite a deteção e alarme em caso de invasão de domicílio, a dissuasão através de sirene de alarme ou de sistema de luzes, a marcação de um número de telefone exterior, a simulação da presença dos moradores, através de dispositivos elétricos, tais como luzes, rádio e outros;
- **Gestão de energia** - otimização do consumo de energia graças, por exemplo, à programação do aquecimento ou da climatização, tanto no interior como no exterior, seleção das zonas a aquecer consoante os períodos de ocupação controla de dispositivos elétricos, tais como máquinas de lavar ou sistemas de iluminação, de acordo, por exemplo, com horários de baixa taxaço (com evidentes vantagens, quer para consumidores, quer para fornecedores);

- **Conforto** - controle de luzes de acordo com a luminosidade necessária, programação de regra automática, controle de aquecimento, de eletrodomésticos, etc.

As referidas vantagens ganham maior acuidade nos casos de pessoas que apresentam problemas de mobilidade, tais como idosos ou deficientes.

A Domótica – automação residencial - é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo “Domótica” resulta da junção da palavra “Domus” (casa) com “Telemática” (eletrônica + informática). São estes dois últimos elementos que, quando utilizados em conjunto, rentabilizam o sistema, simplificando a vida diária das pessoas satisfazendo as suas necessidades de comunicação, de conforto e segurança. Assim, a Domótica vem tornar a vida mais confortável e mais segura, permitindo que tarefas mais rotineiras e exaustivas sejam executadas automaticamente.

Com a alteração dos padrões de vida, a domótica encontrou outras áreas onde poderá ser útil, aumentando o número de pessoas para quem se poderá tornar uma mais valia: despreocupação para pessoas que viajam constantemente ou mais autonomia a pessoas com necessidades especiais são apenas alguns exemplos. Dotar as casas com soluções tecnológicas que permitam a independência relativamente a terceiros, é um benefício que não é mensurável e não se pode descurar. Permitir que as tarefas domésticas fossem executadas de uma forma simples e acessível a pessoas idosas, com problemas de mobilidade ou deficiências físicas, vem oferecer um maior conforto e melhorar o seu nível de vida. Pequenos gestos do quotidiano, tal como controlar a iluminação, acionar aparelhos, a partir de uma diferente localização dentro de casa, assim, como acionar mecanismo de alerta quando um imprevisto surgir e a segurança destas pessoas estiverem posta em causa.

A força e a essência da domótica reside na conjugação dos diversos itens descritos. Acima de tudo acreditamos que a domótica é tudo aquilo que nós queremos que seja. Para alguns pode ser tão simples quanto controlar a iluminação ou os aparelhos de sua casa, a partir do mesmo comando que utiliza para a TV. Para outros, é uma casa completamente automatizada que é controlado por uma interface de computador, completamente programado para se adaptar ao seu estilo de vida. O seu sistema de domótica pode ficar encarregue de todas as tarefas complicadas. Apenas a imaginação pode limitar as potencialidades que a domótica tem para lhe oferecer.

## **2.1 Equipamentos Automatizados Direcionados a Automação Residencial**

A automação pode trazer as vantagens, inerentes ao seu desempenho e aplicação:

- Repetibilidade – processos mais uniformes e as características dos produtos podem ser mantidos;
- Flexibilidade – alterações mais rápidas na produção;
- Aumento da produção através do melhor aproveitamento do tempo e aumento da velocidade de operação de máquinas e processos;
- Valorização do ser humano com a sua substituição em trabalhos repetitivos executados em longos períodos, com exaustão física e psicológica, em trabalhos perigosos e em ambientes agressivos.
- Geração de possibilidades para aumento de produtividade (depende de fatores múltiplos, não só da automação);
- Geração de possibilidades para um aumento da qualidade (depende de fatores múltiplos, não só da automação);

Como a automação pode acontecer em vários níveis de sofisticação técnica, pode-se encontrar aplicações que vão desde um controle de parâmetros dimensionais de elevada precisão, como controle de coordenadas em usinagem, medição de parâmetros dimensionais de peças e ferramental, onde é necessária a utilização de sistemas computacionais sofisticados que executam programas especialistas; até o uso de sistemas sem a inclusão de técnicas de controle sofisticadas, com a aplicação de uma lógica de automação simples onde o uso de programas e sistemas de programação simples e de uso geral.

Até o início da década de 60, a utilização de relês eletromecânicos era praticamente a única opção para automação. Com o aparecimento dos microprocessadores aparecem os controladores lógicos programáveis, aonde a forma básica de programação vem da lógica da programação dos diagramas elétricos a relês, operando apenas variáveis digitais, efetuando controle discreto. Na manipulação de variáveis analógicas tais equipamentos são chamados de controladores programáveis.

Ideal para aplicações em sistema de controle de relês e contadores que mesmo sendo funcionais apresentam algumas dificuldades de ordem prática:

- Apresentam um grande número de elementos como relés contadores, etc.
- Esses elementos utilizam-se de fiação, dificultando dessa forma, o acesso, possíveis modificações e ampliações do circuito de controle existente;
- Em caso de falhas, pode levar horas para análise de uma falha técnica devido à complexidade na montagem do circuito;
- Devido ao grande número de elementos utilizados e de seu tamanho físico os painéis elétricos com lógica por relés ocupam um grande espaço;
- Cuidados como proteção contra umidade, excesso de temperaturas, gases inflamáveis, oxidações de partículas sólidas devem ser tomadas.

As programações lógicas do processo por ser realizada por interconexão elétrica com lógica fixam (*hardwired*), eventuais mudanças exige interrupção do processo produtivo, o que causa aumento do custo de produção (*setup* alto); O programa é uma seqüência de instruções a serem executadas pelo equipamento para realizar um processo, sendo a tarefa do controlador ler as instruções contidas no programa, endereçá-las, interpretá-las e enviar um sinal de saída para processar as operações pré-determinadas.

As funções que devem ser realizadas por um controlador lógico programável são básicas:

- armazenar um programa;
- processar o programa;
- executar a varredura das entradas e saídas.

Outra definição para controlador lógico programável é: “equipamento eletrônico digital que possua uma memória programável para armazenar instruções que implementam funções da lógica binária, permitindo a execução de comandos, controle e monitoração de máquinas, equipamentos, dispositivos e de processos de fabricação”.

De larga aplicação em sistemas de produção e controle de máquinas, equipamentos e dispositivos de automação, os controladores lógicos programáveis, ou simplesmente

“controladores programáveis” podem também ser definidos como sistemas processadores de sinais binários, que são recebidos, endereçados, processados internamente através de reles, temporizadores, contadores, etc., de forma lógica, gerando sinais de saída que acionarão os elementos de comando e atuação, de acordo com as necessidades e exigências do projeto.

O controlador lógico programável, como já colocado, tem como função principal substituir as tradicionais lógicas eletro-mecânica, elaboradas através de reles, contadores, fios, e outros elementos eletromecânicos que geram uma programação fixa que só é passível de se modificar ou alterar se novo circuito for elaborado, construído e as mudanças físicas no projeto sejam executadas.

A grande vantagem dos controladores programáveis, é que a lógica pode ser alterada, alterando-se as instruções da programação que foi enviada à memória de CLP e isso pode ser efetuada de forma simples, rápida e com pequenos gastos para sua alteração. Na maioria das vezes somente o tempo de programar nova lógica e carregar o CLP com o novo programa, não havendo necessidade de mudanças físicas no sistema.

Os controladores lógicos programáveis são basicamente equipamentos que fazem a “interligação entre sinais de entrada (input) e os de saída (output) de um comando combinatório simples, mas também podem realizar tarefas de temporização, contagem de sinais, e intertravamento”.

## **2.2 Dimensionamento de uma Planta Residencial**

Uma planta residencial deverá ser escolhida de modo a permitir uma referência para um projeto de automação doméstica de médio porte, onde devem constar dependências que possam estimular a criação de métodos automatizados como: quartos, salas, cozinhas, banheiros, jardim, área externa, etc.

As necessidades de segurança, conforto e economia deverão ser atingidas dentro de um projeto de automação residencial – domótica (Figura 3.1). Para isso criam-se condições de viabilidades de seu uso, como: energia, iluminação, água, umidade, temperatura e segurança e

conforto.

Como será feito somente um estudo de aplicação, cada ambiente da residência onde será protagonizada a automação será compreendida através de um software onde este simulará situações de uso.



Figura 2.1: Modelo da Planta Residencial (Amory, 2001).

### 2.3 Custos de uma Automação Residencial.

O perfil do consumidor e até o local onde está localizado o imóvel influem na decisão de quais tecnologias adquirir, pessoas que vivem em residências isoladas tendem a priorizar investimentos em segurança (Agostini, R. 2007). O acesso por biometria é uma das novidades mais procuradas do setor. O equipamento permite que o cliente entre e saia de casa utilizando apenas seu dedo, pois o sistema opera pelo reconhecimento da impressão digital, dispensando a tradicional chave ou o cartão. Já o monitoramento por vídeo é um recurso comum nos dias de hoje. Com ele, o cliente pode observar em tempo real o que está acontecendo em sua casa, por meio da internet ou de transmissões via satélite, e ainda ter os registros de vídeo gravados, em casas ou apartamentos situados em condomínios, a procura por tecnologias costuma ser mais

diversificada: As pessoas se soltam mais e já pensam diretamente em sistemas de iluminação, áudio e vídeo. O engenheiro prevê uma mudança gradativa no nível de exigência dos consumidores, a tendência é que no futuro os clientes já busquem soluções previamente instaladas no imóvel.

Conforto, segurança e economia. A automação residencial aplica tecnologias no ambiente doméstico para atender basicamente a essas três necessidades. O conforto é garantido por sistemas integrados de som, por exemplo, onde é possível reproduzir o áudio do *home theater* da sala em qualquer ambiente da casa. Ou por banheiras inteligentes, que o usuário pode controlar quando ainda está no trânsito, programando um banho na temperatura ideal, com o melhor nível de água e espuma, para encontrar tudo pronto ao chegar a casa.

A segurança pode ser garantida por sistemas de travamento que isolam o morador em um cômodo da casa, na presença de um invasor. Ou, no caso de uma emergência médica, por um sistema que destranca a porta da casa e avisa ao médico e aos familiares o ocorrido. O apartamento inteligente pode ajudar também na economia de luz e energia. Ao entrar na residência, as luzes podem ser acionadas automaticamente ou, se ainda é dia, as janelas e persianas são abertas para utilizar ao máximo a iluminação natural. O tempo de utilização do ar-condicionado ou do aquecimento também pode ser programado, evitando o gasto desnecessário de energia. Mas, ter um apartamento inteligente ainda é um luxo reservado para poucos, não se pode taxar a automação residencial como algo dispendioso sem antes comparar com gastos normalmente feitos ao se construir ou equipar uma casa. Caro é relativo, se calcular o que se gasta em móveis e pisos e o que se gasta com automação, vai se vir que os valores estão muito próximos. Acontece que as pessoas já pensam nesses outros gastos como naturais.

A automação de modo geral e a residencial está ficando cada vez mais acessível, por conta do barateamento das tecnologias e do aumento da concorrência no setor. Há dez anos havia poucas empresas no ramo e o custo era muito alto. Além disso, as pessoas estão começando a descobrir a automação e a demanda está aumentando. Temos projetos hoje em dia em apartamentos de 90m<sup>2</sup> e 100m<sup>2</sup>, ou seja, não são apenas pessoas de alto padrão (Agostini, R. 2007). É apontado como um novo perfil de consumidor os jovens, que gostam e estão familiarizados com tecnologias.

O crescimento do setor pode tornar a casa do futuro mais próxima dos bolsos menos abastados. Os empreendimentos com automação ainda estão concentrados no sudeste, mas que existem muitos projetos em andamento em diversas partes do país. Calcula-se que esse ano, o setor terá um crescimento de 25% a 30.

Já existem algumas soluções no mercado para quem não está em busca de um novo imóvel, mas quer reformar sua casa com equipamentos de automação. Produtos com protocolo de transmissão sem fio, ou *wireless*, possibilitam o controle de sistemas elétricos e facilitam o manuseio da iluminação, do ar condicionado e outros recursos da residência.

Uma grande vantagem do sistema: o preço. O custo é menor, porque o cliente pode automatizar cada cômodo por sua vez. Há equipamentos próprios e produtos específicos para isso, geralmente relacionados ao controle de iluminação e de alguns eletrodomésticos.

Sistemas de automação de iluminação, painel de controle de ambientes com tela digital de cristal líquido e sistema *touch screen*. Pode controlar a iluminação com dimerização, ar-condicionado e persianas. À noite, a tela pode permanecer acesa ou iluminar-se com a aproximação de um usuário.

Agora, cabe ao morador estabelecer quanto ele está disposto a investir em produtos e serviços de automação. O custo para a implantação da infra-estrutura em uma residência (em construção) para um projeto de automação é de cerca de 3% a 5% do valor do imóvel, informa (Agostini, R. 2007). Nas residências já existentes esse valor é mais elevado, sem exatamente poder precisar valores, mas já existem no mercado soluções que auxiliam nesse processo. Mas, mesmo os custos de infra-estrutura sendo considerados baixos (o que poderia facilitar o crescimento do mercado), ainda há muita resistência dos construtores em apostar nesse diferencial. A tendência é de que cada vez mais as pessoas mudem para lugares que agreguem facilidades de serviços e os empreendimentos terão que oferecer diferencial e, portanto, se renderem à automação.

## **2.4 Elementos, Automação e Benefícios de uma Planta Residencial Automatizada.**

A domótica utiliza vários elementos, que normalmente são independentes, de uma forma sistêmica. Vai aliar as vantagens dos meios eletrônicos aos informáticos, de forma a obter uma utilização e uma gestão integrada dos diversos equipamentos de uma casa.

A Domótica vem tornar a vida mais confortável, mais segura e até mais divertida! Vem permitir que as tarefas mais rotineiras e aborrecidas sejam executadas automaticamente. No manuseamento do sistema poderá fazê-lo de acordo com as suas próprias necessidades. Poderá optar por um manuseamento mais ou menos automático.

Nos sistemas passivos o elemento reage só quando lhe é transmitida uma ordem, dada diretamente pelo utilizador (interruptor) ou por um comando (poderá ser uma ordem ou um conjunto de ordens - macros).

Nos sistemas mais avançados, com mais inteligência, não só interpreta parâmetros, como reage ás circunstâncias (informação que é transmitida pelos sensores), por exemplo, detectar que uma janela está aberta e avisa o utilizador, ou que a temperatura está a diminuir e ligar o aquecimento.

O controle remoto de casas de habitação deixa de ser uma utopia. A domótica permite o acesso às funções vitais da casa, como aquecimento, alarme, fechaduras das portas, quer seja através de um comando remoto, da Internet ou do seu celular.

Programar tarefas diárias (individuais ou em conjunto - macros) de uma forma automática: o que lhe permite reduzir o tempo gasto em rotinas.

As necessidades de segurança, conforto e economia, frisam muito bem porque a necessidade da automação residencial – domótica. Para isso criam-se condições de viabilidade de seu uso, como: energia, iluminação, água, umidade, temperatura e segurança.

### **2.4.1 Controle da Energia**

Utilizando os módulos e aparelhos apropriados permitem-lhe gerir os gastos de eletricidade,

através das funções de regulação de intensidade. Poderá otimizar o consumo de energia tendo em conta a presença /ausência, hábitos e horários.

Para o controle da energia em si, deve-se focar uma gama maior de situações e ambiente, como o controle de iluminação. Estes equipamentos podem ser utilizados programando-os para serem usados em horários econômicos.

A Iluminação deve-se seguir os seguintes ambientes:

- Geral – É o acionamento geral, com ele liga e desliga toda iluminação da residência. Seu funcionamento é simples, depois de determinado um local para o interruptor o usuário acionando o sistema geral de iluminação, onde todos os cômodos da residência ficarão em modo alerta, e ligaram somente quando houver presença de pessoas, e o mesmo desligará depois da falta de presença da mesma, nota-se um tempo para que este desligue.
- Cômodos Internos e Externos- Seu funcionamento responde ao acionamento geral, notando-se que pode haver um controle manual para este cômodo.

A utilização dos sensores de presença permite fazer com que a iluminação se acenda automaticamente quando alguém entrar em um recinto, e se apague algum tempo após a pessoa deixar o ambiente.

Os sensores são ideais para serem usados na garagem, cozinha, dispensa, hall, corredores e áreas de serviço, evitando que a lâmpada permaneça acesa quando não há pessoas presentes, o que acarreta um considerável potencial de economia de energia elétrica de até 60%.

Indicado para uso em salas, escadas, corredores, garagens e demais locais onde existir movimentação de pessoas. Este dispositivo detecta automaticamente a radiação infravermelha, emitida pelo corpo humano, acionando automaticamente uma carga elétrica.

Estes produtos "se pagam" em poucos meses, pois com ele sua economia de energia pode ser de até 60%, quando usado para fins de iluminação (Tabela 3.1).

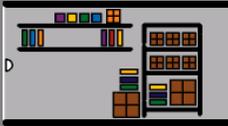
	Estoques e Depósitos	60%
	Banheiros	50%
	Salas de Reuniões e Conferências	50%
	Armazéns	40%
	Corredores e Halls	30%
	Escritórios	30%

Tabela 2.1 - Redução de energia com aplicação de sensores – (IFOX)

## 2.4.2 Controle Segurança

A domótica pode atuar a diversos níveis de segurança. O sistema, auxiliado por sensores, permite-lhe detectar fugas de gás, inundações, incêndios em fase inicial, cortando imediatamente as entradas e avisando-o (e a profissionais de manutenção e bombeiros) do sucedido de forma a se tomar providencias. A segurança ao nível de detecção de intrusos também é relevante e levada em consideração pelo sistema. Através de completos sistemas de segurança (mas de instalação simples) poderá saber quem se encontra nas imediações de sua casa ou escritório, poderá criar programas que não incentivem possíveis intrusos e mesmo quando estes últimos são mais persistentes e se verifica a intrusão, existem mecanismos que o alertam a si (e a outras pessoas, que achar conveniente) do que se está a passar na sua propriedade.

Com apenas alguns elementos de áudio e vídeo poderá ter permanentemente os seus bens vigiados. Podendo aproveitar o mesmo sistema para tomar conta das crianças que brincam no quarto ou no jardim.

A segurança deve ser feita através de situações como: prevenção, identificação e presença não autorizada, destacando os itens de segurança:

- **Portões e Garagens:** O acesso à garagem hoje é sem dúvida um dos melhores caminhos a seguir pelos assaltantes. Com isto, há tentativa de dificultar a sua entrada após a entrada do residente, inibindo com sinal sonoro e luminoso qualquer corpo que passe pelo portão antes, após ou junto com o veículo, após o acionamento do portão.
- **Alarmes Externos:** Outro fator de segurança é a invasão de domicílios, para isto, o sistema de segurança externa poderá detectar qualquer corpo estranho que efetue uma invasão, inibindo com sinal sonoro e luminoso.
- **Portas e Janelas:** A abertura de qualquer porta será feita através de códigos inseridos a fechadura eletrônica, caso haja o rompimento desta ou de qualquer das janelas será feita à inibição pelo sinal sonoro e luminoso.
- **Simulador de Presença:** Neste sistema verifica-se a necessidade de inçar uma presença interna dentro da residência, mesmo que esta esteja vazia. O controle será feito pelas luzes, acendendo e apagando alternadamente e com controle de tempo.

Com a finalidade de proteger áreas comerciais, residências, industriais e outras, os alarmes domésticos foram desenvolvidos para conter a invasão de intrusos na área protegida. Essa proteção é dada através do sensoriamento da residência.

Um sistema de alarme é uns equipamentos simples, criados para detectar invasão em um imóvel e tomar uma ou mais das seguintes atitudes:

- Dar alarme através de uma ou mais sirenes;
- Acender lâmpadas;
- Abrir portas (de um canil, por exemplo);
- Ligar outros aparelhos elétricos.

### 2.4.3 Controle Água

Em uma residência vale a importância de controlar o fluxo de água emitido, pela sua economia.

A automação deste pode ser dividida por:

- **Torneiras:** é controlada através de um sensor de presença ou por um botão temporizado que controla o tempo do fluxo. Nota-se que sua utilização pode ser usada em todas as torneiras da residência e as mesmas em duchas.
- **Sistema de Irrigação:** Consiste no acionamento de um botão para a liberação da água, este persiste durante um tempo e logo encerra a irrigação, dá-se um tempo de drenagem do solo e volta a repetir o processo.

### 2.4.4 Controle de Temperatura e Umidade

Programação de horários para ativar / desativar equipamentos de aquecimento, ventilação ou o ar condicionado, permitindo manter um nível de conforto (ou mesmo aumentando-o, por exemplo, quando liga o ar condicionado momentos antes de chegar a casa), poupando energia (funcionamento de acordo com os horários, presença e temperatura exterior) e não esquecendo a comodidade de poder efetuar uma chamada para casa para se certificar de que realmente desligou o aquecimento.

O controle térmico da residência será feito através do controle de termostatos que acionaram o sistema de condicionamento de ar da residência, este pré-definido pelo usuário.

Este serviço tem como principal missão assegurar o conforto dos ocupantes do edifício, usando da forma mais racional possível a energia usada.

## **2.5 Conclusão**

Quando a domótica surgiu (através dos primeiros edifícios, nos anos 80) pretendia-se controlar a iluminação, condições climáticas, a segurança e a interligação entre esses três elementos. Nos nossos dias, a idéia base é a mesma, a diferença é que o contexto para o qual o sistema está pensado, já não um contexto militar ou industrial, mas sim um contexto doméstico.

Como qualquer novidade, a Automação Doméstica – Domótica - inicialmente é percebida pelo seu usuário como um símbolo de status e modernidade. No momento seguinte, o conforto e a conveniência por ela proporcionada passam a ser decisivo. E por fim, ela se tornará uma necessidade vital e um fator de economia.

No próximo capítulo, serão descritos os protocolos utilizados atualmente no mercado, sua utilização, seus conceitos e mecanismos de automação.

## CAPÍTULO 3

# SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DOMESTICA

Existem disponíveis numerosas soluções comerciais. Podem ser utilizados sistemas inicialmente desenvolvidos nos Estados Unidos, como o X-10, o CEBus (*Consumer Electronics Bus*), o *SMART HOUSE* e o *LonWorks*, ou sistemas inicialmente desenvolvidos na Europa, como o BatiBUS, o EIB (*European Installation Bus*) e o EHS (*European Home Systems*).

Em seguida serão descritas à caracterização de cada uma delas. O grau de profundidade e de desenvolvimento é bastante variável, de tecnologia para tecnologia, tal fato prende-se tão somente com o volume e qualidade da informação encontrada e não com qualquer outro tipo de critério. A mesma falta de informação é também a causa determinante da não inclusão, nesta caracterização, das tecnologias desenvolvidas no terceiro bloco econômico, o Japão, tais como o HBS (*Home Bus System*) e o TRON.

### 3.1 A tecnologia X-10

Entre 1976 e 1978, a empresa Pico Electronics, sediada em Glenrothes (Escócia) tentou desenvolver um sistema de automação doméstica que utilizasse a rede elétrica como meio de comunicação e que permitisse controlar remotamente os aparelhos e luzes de uma qualquer habitação.

Com vista a obter o apoio financeiro necessário para o desenvolvimento e distribuição dos seus produtos, a Pico Electronics associou-se a BSR em 1978, o que resultou na criação da X-10 Ltda, que desenvolveu o sistema X-10, tal como hoje o conhecemos. Os fundadores da X-10 Ltda. estabeleceram os seguintes princípios no que diz respeito à manufatura e comercialização dos seus produtos:

- Os produtos deveriam possuir circuitos integrados com objetivos de desempenhos específicos, isto é, adequados à aplicação;
- A manufatura desses produtos deveria ser barata e feita em grandes quantidades;
- Os produtos deveriam ser introduzidos no mercado a preços bastante acessíveis.

A linha de automação doméstica criada pela companhia X-10 Ltda. baseia-se em dois componentes básicos: controladores e módulos receptores. A comunicação entre estes dispositivos é feita pela rede elétrica - os primeiros enviam sinais (comandos), que são depois recebidos pelos segundos.

Os módulos receptores são simples adaptadores que se ligam entre o dispositivo a controlar (por exemplo, um aparelho eletrodoméstico ou uma lâmpada) e a rede elétrica.

Existem duas classes básicas de módulos receptores: os módulos de lâmpadas e os módulos de aplicativos. Os primeiros permitem ligar/desligar e efetuar o *dim/bright* (diminuição/aumento do nível de intensidade luminosa) das lâmpadas incandescentes. Os segundos usam um relé para ligar/desligar qualquer aplicativo que a eles se encontre conectado, pelo que permitem controlar motores, lâmpadas fluorescentes, etc.

Os controladores enviam comandos pela rede elétrica para os módulos a fim de controlar os dispositivos que lhes estão ligados. Tais controladores podem ser simples, isto é, possuir um número reduzido de comandos, ou então ser mais complexos, com relógio integrado e acesso telefônico. Em geral, qualquer controlador pode ser usado para controlar qualquer módulo. Além disso, os mesmos módulos podem ser controlados por mais do que um controlador.

A seleção de um módulo é feita recorrendo ao seu endereço. Os endereços X-10 são constituídos por duas partes: código de casa (*House Code*) com 4 bits e código de unidade (*Unit Code*), também com 4 bits. A primeira corresponde a um determinado circuito de comando e tem 16 posições possíveis (A - P), enquanto que a segunda corresponde a uma zona de um determinado circuito de comando e tem também 16 posições possíveis (de 1 a 16) (INGE, 1996). Assim, cada letra pode ter 16 zonas - endereços -, por exemplo, de A1 a A16. Tem-se, então, no total  $16 \times 16 = 256$  endereços possíveis.

Em geral, numa determinada casa, é atribuído o mesmo código de casa aos controladores e aos módulos, sendo o código de unidade utilizado para selecionar cada um desses módulos em particular. O código de casa é usado para separar módulos que podem estar instalados em casas ou apartamentos adjacentes, mas que partilham a mesma rede elétrica. Podem-se utilizar vários códigos de casa na mesma casa desde que não se verifique interferência com casas vizinhas. Os códigos de casa e de unidade são atribuídos aos módulos e aos controladores mediante o uso de seletores rotativos.

### **3.2 Consumer Electronic Bus (CEBus)**

O CEBus (*Consumer Electronic Bus*) é um protocolo de comunicação, ponto a ponto, de mensagens de controle relativamente curtas sobre os meios de comunicação disponíveis numa casa (Webb, W., 1999). Este protocolo para automação doméstica é uma norma dos Estados Unidos (EIA - Electronics Industries Association) e surgiu há mais de dez anos. A norma CEBus surgiu em 1984, para dar resposta às necessidades sentidas no seio da automação doméstica e decorrentes dos seguintes fatos:

- Inexistência de uma forma padronizada que permitisse aos diferentes dispositivos comunicarem entre si;
- Incompatibilidade entre os diferentes produtos existentes no mercado, provenientes de fabricantes distintos;
- Incompatibilidade entre formatos (designadamente no que respeita aos dispositivos de controle remoto para televisões, rádios, etc), responsável pela enorme confusão no seio dos consumidores (Wack, K., 1997a).

Após várias mudanças e revisões técnicas, chegou-se ao EIA-600, a norma atual CEBus, cuja promoção cabe diretamente à CIC (CEBus Industry Council - [www.cebuse.org](http://www.cebuse.org)) a qual garante igualmente a certificação, promoção e a compatibilidade de todos os dispositivos CEBus.

O protocolo CEBus (Figura 4.1) tem como referência o modelo OSI, embora não inclua as camadas de apresentação, sessão e transporte. A norma EIA-600 especifica o formato da

mensagem, a entrega desta e as regras de resposta das camadas de aplicação, de rede, lógica e física. Tipicamente, os utilizadores compram os componentes de software do protocolo, modificando a parte variável deste, consoante a aplicação desejada (Webb, W., 1999).

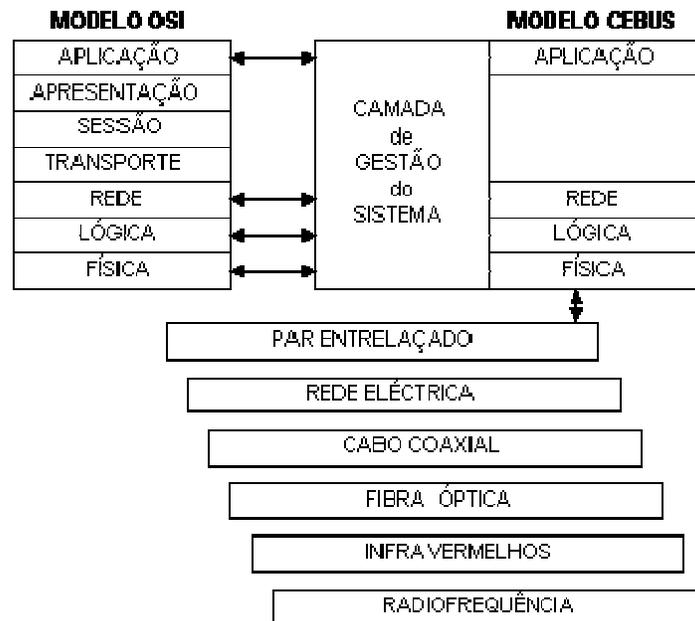


Figura 3.1 – Protocolo CEBus (Webb, W., 1999).

A norma CEBus define uma rede de comunicações que suporta os seguintes meios de comunicação:

- Rede de energia elétrica;
- Par entrelaçado;
- Cabo coaxial;
- Sinalização por infravermelhos;
- Sinalização por radiofrequência;
- Fibra óptica;
- Bus áudio-vídeo.

Com esta variedade de escolha do meio de comunicação, alguns sistemas de automação podem ser instalados, sem necessidade de colocar nova cablagem (figura 3.2). Estes sistemas

podem usar a rede elétrica para troca de dados entre os componentes e, para o controle remoto, infravermelhos ou radio frequência.

Tendo em vista minimizar a interferência, os dispositivos CEBus utilizam uma técnica de espalhamento de espectro (criada pela Intellon Corp.), para colocar informação na rede elétrica. Esta técnica consiste em fazer variar a portadora dos 100kHz aos 400kHz, correspondendo ao dígito 1 à modulação em amplitude de 100 ms e ao dígito 0 a modulação em amplitude de 200 ms. Assim, a taxa de transmissão é variável (aproximadamente 7000 bps), dependendo do número de caracteres "1" e "0" (Webb, W., 1999).

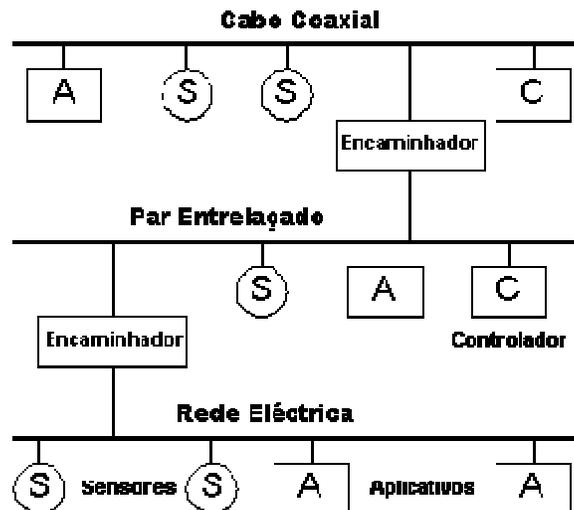


Figura 3.2- Exemplo da topologia CEBus (Webb, W., 1999)

O sistema CEBus possui as seguintes ferramentas (Webb, W., 1999):

- HomeToolPro - é um software para Windows, usado na instalação do sistema CEBus, que possibilita a criação rápida de um projeto onde se podem identificar facilmente os recursos e especificar os comandos CEBus, criando cenários de controle (controle da iluminação, por exemplo);
- CETester - é uma ferramenta usada para teste e monitorização de redes CEBus;
- CEBox - é um software que integra várias ferramentas e bibliotecas do protocolo que facilitam o desenvolvimento de nós CEBus;

- CEBench - é uma ferramenta de desenvolvimento para Windows. Permite a criação de um modelo do projeto que representa os contextos, objetos e variáveis da linguagem de comunicação CAL. Permite também a interação com este modelo: por exemplo, podem enviar-se mensagens CAL e observar as respostas e as modificações das variáveis. O CEBench gere este modelo de forma a produzir um programa para o hardware a que se destina.

### 3.3 Smart House

O Sistema *SMART HOUSE* foi criado nos Estados Unidos (Washington D.C.), na segunda metade dos anos oitenta, pela SMART HOUSE L. P. (Limited Partnership), para *National Association of Home Builders* (NAHB) (Wack, K., 1997c).

Comporta cinco subsistemas: controle/comunicações, telecomunicações, energia elétrica, rede coaxial e energia natural.

Destes, o núcleo é sem dúvida o subsistema de controle/comunicações, que transmite sinais de controle a 50 kbps. Inclui um controlador (*System Controller*), uma fonte de energia de 12V DC, cablagem específica, sensores e atuadores. Possui, além disso, circuitos integrados que formatam mensagens, efetuam a conversão entre protocolos série, implementam o endereçamento dos nós e proporcionam uma interface de controle. Define três tipos de aplicações, subdivididas em três classes: simples, normal e complexa (Strassberg, D., 1995).

As aplicações das três classes ligam-se ao sistema através de conectores que possuem três linhas de estado e uma linha de controle. As duas últimas classes requerem um circuito integrado que implementa as camadas física e lógica do protocolo. As aplicações complexas exigem o uso adicional de um microprocessador.

O elevado custo das instalações, decorrente da enorme variedade de cabos empregados, que exigem muitas vezes o recurso a técnicos especializados, levou a *SMART HOUSE* à criação

de um tipo de cablagem único e de fácil aplicação, constituído por três grupos de cabos (Wack, K., 1997c).

- Cabo de Derivação (*Branch Cabling*) (cabo de potência convencional + cabo digital de dados) para minimizar a interferência mútua e reduzir custos. O cabo digital consiste em quatro pares de pares entrelaçados;
- Cabo de Aplicações (*Applications Cable*) (cabo digital de dados + cabo de potência DC para os sensores);
- Cabo de Comunicações (*Communications Cable*) (cabo coaxial para vídeo + cabo telefônico).

Grande parte das mensagens é transmitida por sensores, aplicativos, tomadas e pelo controlador do sistema, num cabo de seis condutores.

O subsistema de telecomunicações usa quatro pares entrelaçados e permite a acomodação de aplicativos telefônicos, digitais e analógicos, *modems*, decodificadores de multifrequência e dispositivos de voz. Em conjunto com o subsistema de controle/comunicações, o sistema de telecomunicações permite que se efetue o acesso por telefone às funções de segurança da casa e que se efetue o controle remoto dos dispositivos.

Os cabos digitais de sinalização são utilizados para o controle de dispositivos, status e mensagens de dados. O sistema utiliza uma topologia em estrela, no centro da qual se encontra o controlador de sistema (Wack, K., 1997a).

Ao seu lado, situa-se o Centro de Carga que contém os *circuit breakers*. A esta localização dá-se o nome de Centro de Serviço, pois possui uma UPS (*Uninterruptible Power Supply*), que fornece 12V DC e permite manter ativos os sistemas de segurança, alarme e memória dos dispositivos eletrônicos *SMART HOUSE* (no caso, por exemplo, de falha temporária da corrente); o *telephone gateway*, que permite o acesso às funções de segurança da casa e efetuar o controle remoto; o *head-end*, para o sistema do cabo coaxial, etc.

O controlador de sistema é um módulo eletrônico que tem como função a gestão e o controle da comunicação até 30 ramos de rede (cada um destes pode ter até 30 nós ou pontos de

ligação). É também responsável pela implementação de todos os protocolos, executando eventos programados e seqüências temporizadas, gestão de bases de dados, encaminhamento e coordenação de outras funções (Strassberg, D., 1995).

O *SMART HOUSE* definiu uma linguagem formal para o controle de dispositivos e para as mensagens de estado (Figura 3.3).

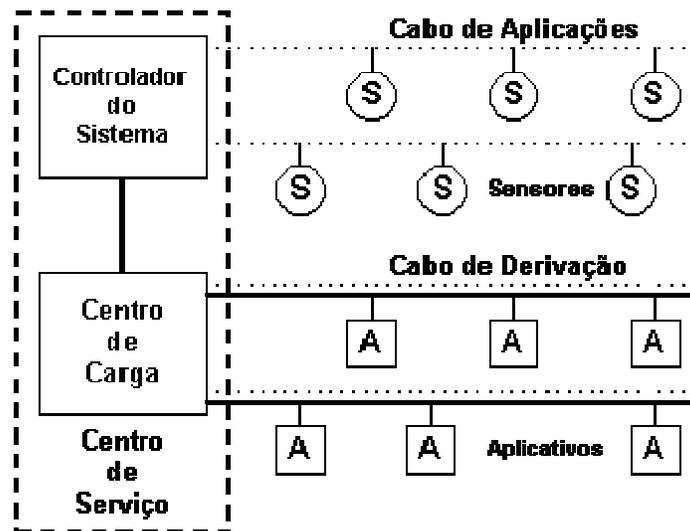


Figura 3.3 - Topologia da rede SMART HOUSE (Strassberg, D., 1995).

No sistema *SMART HOUSE*, sempre que os interruptores são ativados, é enviado um sinal de 12V DC, que será detectado pelo controlador do sistema. Este, por sua vez, envia a potência AC para as tomadas adequadas (segundo tabelas pré-programadas), as quais a aplicação, desde que lhes esteja ligado um dispositivo.

O subsistema de controle/comunicações implementa um par de canais série assíncronos, a 9600 bps, via RS232. Um desses canais serve de interface entre aquele subsistema e o subsistema de telecomunicações. O outro permite aos técnicos de serviço o acesso ao sistema.

### 3.4 Local Operating Network (LON)

LonWorks, ou simplesmente LON (*Local Operating Network*), é uma tecnologia produzida pela *Echelon Corporation* e introduzida no início dos anos 90 (Wack, K., 1997b; Allen, B. & Dillon, B., 1997). Trata-se de uma tecnologia que tem como principais objetivos à criação e a implementação de redes de controle inter operacionais, facultando as ferramentas necessárias à construção de nós inteligentes, subsistemas e sistemas, bem como a sua instalação e manutenção (Lockraff, M., 1996).

Trata-se de uma tecnologia e não de um produto final, uma vez que é exclusivamente vendida à indústria e não aos utilizadores finais, sendo uma solução completa para redes de controle distribuído.

A alta confiabilidade demonstrada, assim como a possibilidade da sua ligação à Internet, aliadas à facilidade de obtenção de todo o material hardware e software necessário ao suporte do seu desenvolvimento, instalação e gestão, levaram a que a tecnologia LonWorks tivesse sido rapidamente aceite no mercado da automação doméstica, mal grado o seu preço elevado para o público em geral.

A plataforma LonWorks pode ser instalada tendo como suporte uma grande variedade de meios de comunicação:

- Rede elétrica;
- Par entrelaçado;
- Rádio Freqüência;
- Infravermelhos;
- Cabo coaxial;
- Fibra óptica.

Numa mesma casa a equipar poderá ser utilizado apenas um dos suportes referidos ou, então, se preferir, uma mistura de vários suportes: numa parte da casa, o controle poderá ser feito, por exemplo, por rede elétrica, numa outra parte por par entrelaçado e nas restantes partes por rádio freqüência, infravermelhos, etc (Raji, R., 1999).

Para a configuração dos dispositivos LonWorks, instalação e gestão de redes, são utilizadas as seguintes ferramentas (Wack, K., 1997b, Wright, M., 1999):

- LonBuilder ® *Developer's Workbench* - Trata-se da ferramenta mais antiga da Echelon e é um ambiente completo para a criação, instalação e teste das redes LonWorks. Incorpora várias ferramentas de desenvolvimento para os vários nós (interfaces para PC, transdutores para os meios de comunicação, emuladores Neuron, compilador Neuron C, gestor de projeto, editor de texto, etc), uma ferramenta de gestão de rede e um analisador do protocolo LonTalk;
- NodeBuilder - É o ambiente usado para criar nós individuais, embora não sirva para implementar e testar redes completas;
- LonMaker (para Windows) - É uma ferramenta usada na instalação dos dispositivos LonWorks. Estes são representados graficamente por objetos que podem ser manipulados.

### **3.5 BatiBUS**

Inicialmente projetado para interligar sensores inteligentes, atuadores e unidades terminais de controle, num edifício, o sistema BatiBUS foi criado em 1988, em França, por Merlin Gerin, AIRELEC, EDF e LANDIS & GYR. Foi também o primeiro bus de campo a aparecer no mercado.

Em 1989, as referidas companhias decidiram criar o BCI (BatiBUS Club International) com o intuito de desenvolver produtos que comunicassem sobre BatiBUS (Allen, B. & Dillon, B., 1997). Dotaram-no também de um conjunto completo de ferramentas de apoio.

Hoje em dia, o BCI já tem mais de 80 parceiros em muitos países, contando com seis delegações nacionais (Espanha, França, Grã-Bretanha, Itália, Holanda e "outros países").

O BCI escolheu o LCIE (*Laboratoire Central des Industries Electriques*) para a certificação dos produtos, a qual permite garantir a conformidade à norma de referência do protocolo BatiBUS e a inter operacionalidade de produtos diferentes sobre BatiBUS.

Trata-se de um bus único que permite a intercomunicação entre todos os módulos (CPUs, sensores e atuadores) do sistema de controle de aquecimento, ar condicionado, iluminação, etc.

O suporte físico do BatiBUS é um simples par entrelaçado, isolado ou não, dependendo do tipo de ambiente eletromagnético (os cabos autorizados são o BatiBUS, vendido pela Merlin Gerlin, ou outro par entrelaçado qualquer), que alimenta os sensores que lhe estão acoplados. Um único cabo BatiBUS é suficiente para controlar todas as operações no mesmo edifício e permite alimentar dispositivos que não consumam mais de 3 mA.

O BatiBUS pode usar qualquer topologia de rede: bus, estrela, token-ring, combinações destas, etc. A sua arquitetura flexível torna o sistema fácil de aumentar.

O BatiBUS usa um protocolo aberto, baseado em CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*), descrito nas normas francesas NFC 46620 e seções seguintes, nas normas europeias (CENELEC) e mundiais (ISO/IEC JTC 1 SC25), operando de uma forma distribuída sem um ponto de controle central.

Todos os módulos podem comunicar desde que a linha se encontre disponível. São identificados por endereços BatiBUS, os quais são definidos na altura da instalação, com a ajuda de seletores rotativos, interruptores ou teclados com displays. Para sistemas mais complexos, o controle pode ser programado a partir de um módulo de comando central.

Sempre que se torne necessário modificar o posicionamento dos módulos ou das funções usadas, basta mudar o endereço ou ligar um componente adicional ao bus.

Os dispositivos comunicam entre si a uma taxa de transmissão de 4800 bps.

A informação transmitida no bus é descrita em termos de tramas, possuindo cada uma delas, tal como se vê na Figura 3.4, os seguintes campos:

- Tipo da mensagem;
- Tipo do destino/emissor;
- Endereço destino/emissor;
- Dados;

- Check.

Tipo da Mensagem	Tipo do destino/emissor	Endereço destino/emissor	dados	check
------------------	-------------------------	--------------------------	-------	-------

Figura 3.4 - Trama Batibus (Allen, B. & Dillon, B., 1997)

O campo tipo da mensagem descreve o conteúdo da trama, indicando se ela contém, por exemplo, uma medida de temperatura, o estado de entrada binária, o comando de uma saída binária, etc; o segundo campo indica quais os tipos de dispositivos que transmitem / recebem a trama (sensor de temperatura, interruptores, etc); o terceiro campo indica os endereços físicos dos dispositivos que transmitem / recebem a trama; o campo de dados contém os dados da trama (permite a transmissão de um máximo de 25 bytes por trama). Finalmente o campo *check* permite evitar os erros de comunicação.

### 3.6 European Installation Bus (EIB)

O sistema EIB (*European Installation Bus*) é um sistema aberto e de alta confiabilidade, desenvolvido pela EIBA . Trata-se de um sistema operativo distribuído, baseado no modelo de referência OSI, para controle de redes, otimizado para o controle de casas e edifícios (EIB. Information Kit; Goossens, M., 1998).

O seu aparecimento surgiu como resposta às novas necessidades e desenvolvimentos, entretanto verificados naquele domínio, a saber:

- Aumento do uso de sistemas de comando e de vigilância nos edifícios e habitações modernos;
- Novas exigências de segurança e de conforto, nos mesmos edifícios e habitações.

Tal evolução produziu, obviamente, uma maior complexidade e morosidade nas instalações dos equipamentos, bem como um aumento dos riscos (em particular, riscos de incêndio) e dos custos de instalação.

Ora foi precisamente o aumento excessivo de cablagem e dos condutores utilizados nas instalações do equipamento que motivou a procura de um tipo de instalação simples, mais racional e flexível, no fundo o recurso a uma alternativa que permitisse a descentralização das diferentes funções (EIB, Siemens).

A tecnologia EIB é uma resposta a essa necessidade e baseia-se numa única linha de comando de expansão radial que possibilita não apenas a transmissão de todas as funções sem qualquer restrição, mas também a redução do número de cabos, dos riscos de incêndio, sem aumentar os custos de instalação.

Além disso, a técnica do bus é apropriada para qualquer tipo de edifícios (sejam eles, por exemplo, residências, escritórios, hotéis ou escolas).

O sistema EIB (Figura 4.5) é um sistema distribuído ponto a ponto (cada dispositivo comunica diretamente com os restantes, o que se traduz por uma resposta mais rápida), que pode conter até 65536 dispositivos.

A topologia lógica, tal como é indicada na Figura 3.5, permite 256 dispositivos em cada linha. Um conjunto de 15 linhas mais uma linha principal (*main line*) constitui uma área. O agrupamento de 15 áreas junta com uma linha de *backbone* forma um domínio.

Num meio de transmissão aberto, os domínios são separados logicamente por um *SystemID* de 16 bits. Sem contar com os endereços reservados para os acopladores de linhas podem ser ligados a uma rede EIB  $(255 \cdot 16) \cdot 15 + 255 = 61455$  dispositivos terminais (Goossens, M., 1998).

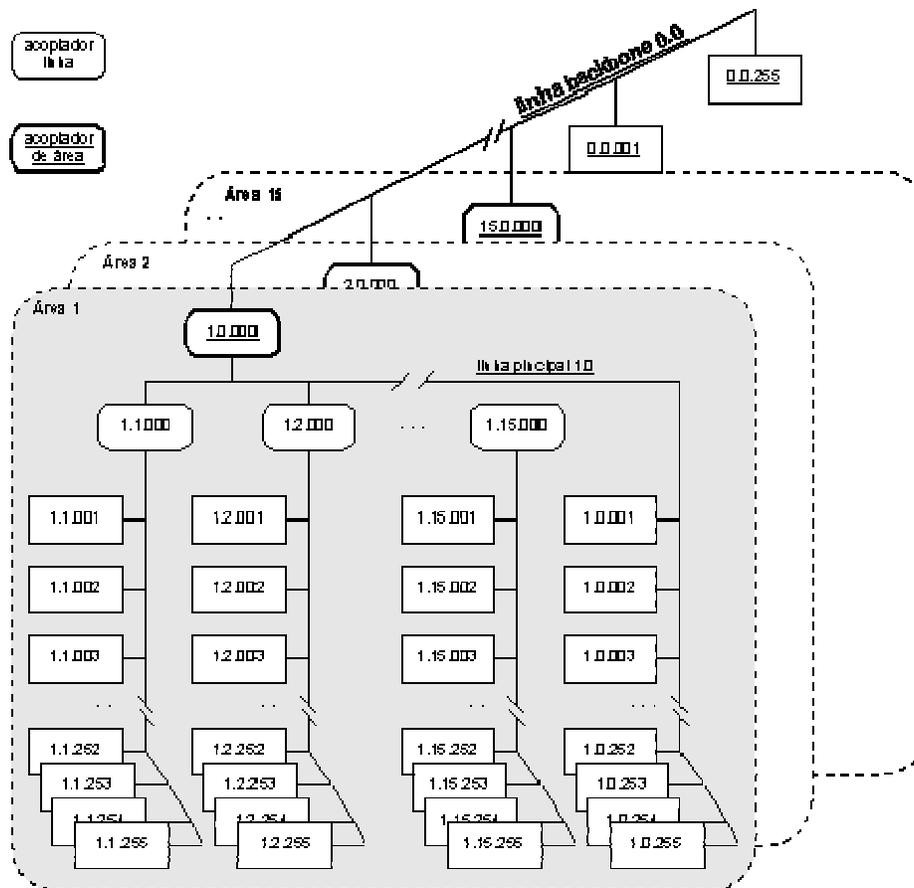


Figura 3.5 - Topologia lógica do EIB (EIB. Information Kit; Goossens, M., 1998)

Os acopladores permitem ligar linhas ou segmentos, por exemplo, num meio de transmissão par entrelaçado, ou diferentes meios de transmissão e podem atuar como: repetidores, *bridge*, encaminhadores, filtros (para otimização do tráfego), etc.

A divisão em linhas e áreas evita a sobrecarga do sistema quando uma delas se encontra com muita densidade de tráfego.

O sistema EIB pode ter como suporte os seguintes meios de transmissão:

- EIB.TP - par entrelaçado (9600 bit/s);
- EIB.PL - rede elétrica (1200/2400 bit/s);
- EIB.RF - radiofrequência (em 1998);
- EIB.net2 - (10 Mbit/s em Ethernet);

- EIB.IR - infravermelhos (em 1999);
- EIB.MMS - permite adicionar serviços multimídia dedicados.

O sistema é controlado por eventos. A sua espinha dorsal percorre todo o edifício ou habitação.

Os sensores e atuadores ligam-se à linha de bus. Uma vez ligados todos os dispositivos, podem trocar informação que é transmitida em série, de acordo com certas regras (protocolo de bus). Para isso é necessário que a informação obtida pelos sensores seja armazenada em pacotes ou telegramas. São estes pacotes que serão enviados, através do bus, a um ou mais atuadores. Por exemplo, um sensor de luz pode não estar somente programado para comunicar com certas lâmpadas, mas também para comunicar com as persianas das janelas, enviando-lhes mensagens para abrirem ou fecharem, de acordo com a luz do dia.

Para que tudo isto funcione, os sensores e atuadores possuem um endereço físico. Deve então se proceder a uma programação das configurações para decidir quais sensores comunicam com quais atuadores. Isto permite a criação de uma única função ou uma comunicação em grupo (criação de uma cena).

Neste sistema são utilizadas as seguintes ferramentas:

- ETS (*EIB Tool Software*) - usada no projeto e na configuração do sistema. Nela, o utilizador lida com itens facilmente reconhecíveis e que representam produtos. Todos estes possuem interfaces mediante as quais podem ser ligados, por forma a constituírem aplicações distribuídas numa rede EIB;
- ETE (*EIB Tool Environment*) - plataforma aberta para desenvolvimento de software (disponibiliza API's normalizadas).

### **3.7 European Home Systems (EHS)**

Criado e desenvolvido na Europa em 1987 (Allen, B. & Dillon, B., 1997)., no âmbito dos programas EUREKA e ESPRIT, o EHS (*European Home Systems*) surgiu como resposta à

necessidade, então sentida, da interligação entre os diferentes equipamentos elétricos e eletrônicos utilizados na construção de casas inteligentes.

Trata-se de um sistema aberto, com gestão distribuída e funções de controle para todos os meios de transmissão disponíveis. É, além disso, um sistema de rede completo que suporta todas as funções domóticas de uma forma modular, facilmente extensível e automaticamente configurável.

Tendo em vista a sua promoção, foi criada em 1990 a EHSA (*European Home System Association*), que integra firmas pertencentes a diferentes ramos de atividade, tais como: construção civil, indústrias de instalação e fornecimento de sistemas de telecomunicações, arquitetos, etc.

A partir da data da sua constituição a EHSA tem vindo a criar novas condições que possibilitem a introdução de aplicações interativas integradas em casas e edifícios, o que vem conseguindo graças à implementação das seguintes medidas:

- transformar a especificação EHS numa norma aberta;
- promover facilidades de ensino, treino e venda de produtos;
- definir especificações de testes de conformidade;
- organizar seminários e participações em exposições;
- distribuir EHSA newsletters;
- iniciar o processo de convergência dos sistemas EHS, EIB e BatiBUS num sistema único, pela junção dos dois últimos (trata-se de sistemas incompatíveis) com elementos da especificação EHS (que vinha revelando algumas dificuldades em se impor, sozinho, no mercado).

A utilização do logotipo EHSA em todos os produtos fabricados garante a sua compatibilidade, que é obtida através da sua normalização (Allen, B. & Dillon, B., 1997).

Como já foi referido, o EHS pode utilizar todo os meios de transmissão existentes: par entrelaçado, cabo coaxial, rede elétrica, radio frequência, etc. Os diferentes dispositivos comunicam entre si a uma taxa de transmissão variável, dependendo do meio físico utilizado.

A função MAC (*Medium Access Control*), do protocolo EHS, transmite pacotes de informação que possuem os seguintes campos, como a Figura 3.6 documenta:

- Endereço (contém o endereço do dispositivo ao qual a mensagem é destinada);
- Dados (contém os dados a transmitir entre os dispositivos);
- CRC (*Cyclic Redundancy Check*), para detecção e correção de erros.

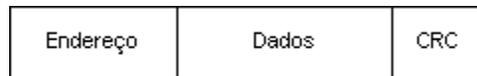


Figura 3.6 - Pacote EHS (Allen, B. & Dillon, B., 1997)

A especificidade do meio físico de transmissão não afeta a confiabilidade da comunicação, graças às camadas mais baixas do protocolo. Este decide o momento em que cada dispositivo pode iniciar a transmissão (utilizando a técnica do CSMA - *Carrier Sense Multiple Access*).

Todas as mensagens deverão ser confirmadas através de mensagens de confirmação (ACKs). Se estas não forem recebidas, proceder-se-á à retransmissão das primeiras.

As técnicas de detecção de erros a empregar dependem do meio de comunicação utilizado. Assim no caso da rede elétrica, por exemplo, é usada a seguinte técnica: emprego de códigos redundantes para detectar e corrigir erros tanto ao nível do *byte* como ao nível da mensagem.

São vários os níveis de endereçamento utilizados, rede e aplicação.

A configuração usa códigos únicos de endereçamento, permitindo a cada secção de rede a utilização até 256 terminais endereçáveis (sensores e atuadores). As secções de rede podem ser interligadas através de encaminhadores, o que permite o aumento da sua capacidade até 1012 endereços.

Numa rede EHS os endereços são atribuídos dinamicamente (Allen, B. & Dillon, B., 1997). Assim que o sistema arranca, uma unidade de sistema (*System Unit*) é responsável por

atribuir os endereços a cada um dos dispositivos existentes no bus e estabelecer a comunicação entre eles. Cada unidade colocada na rede negocia automaticamente o seu endereço de rede, identificando-se a si própria na mesma rede e procurando outras unidades em si interessadas. Gere, de forma transparente, a existência de topologias complicadas, detectando automaticamente os encaminhadores, etc.

As unidades de sistema usadas na gestão e integração da rede são: *Device Co-ordinator*, *Medium Controller* e *Router*. Cada unidade pode conter uma ou mais subunidades, ou seja, coleções de objetos representando elementos básicos das aplicações. São exemplos de subunidades as *Feature Controllers*, as *Simple Devices* e as *Complex Devices* (dispositivos que gerem um sensor ou um atuador específicos).

As ferramentas utilizadas são as seguintes:

- SIT (*Simple Installation Tool*) - já desenvolvida e testada é capaz de detectar problemas básicos de instalação;
- EIT (*Enhanced Installation Tool*) - quase acabada será capaz de detectar qualquer problema nas instalações EHS, incluindo as funcionalidades do protocolo.

### 3.8 Análises Comparativas dos Sistemas Domóticos

	Sistemas	X 10	EIB	LON WORKS	CEBus	BatiBUS	SMART HOUSE	EHS
Temas								
<b>Facilidade e rapidez de instalação</b>		Boa	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Difícil	Moderada
<b>Expansibilidade (nº de dispositivos)</b>		256	65536	10 <sup>19</sup>	61000	7690	900	10 <sup>12</sup>
<b>Comunicação nos dois sentidos</b>		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Modularidade</b>		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Meios de comunicação utilizados</b>		Rede Elétrica; rádio frequência; Infravermelhos	Rede Elétrica; EIB NET; rádio frequência; Infravermelhos	Rede Elétrica; par entrelaçado; rádio frequência; infravermelhos; cabo coaxial; fibra óptica.	Rede Elétrica; par entrelaçado; rádio frequência; infravermelhos; cabo coaxial; fibra óptica; bus de áudio e vídeo.	Cablagem específica (par entrelaçado)	Cablagem específica (coaxial)	Rede Elétrica; par entrelaçado; radio; cabo coaxial; rádio frequência; infravermelhos
<b>Custo</b>		Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Baixo	Moderado e elevado	Sem informação

Tabela 3.1 - Comparação das diversas tecnologias domóticas analisadas – (Fernandes, 2004)

A análise horizontal da tabela 3.1 permite tirar as seguintes conclusões:

- Todos os sistemas apresentam modularidade e comunicação nos dois sentidos;
- A tecnologia X-10 é a mais fácil e rápida de instalar/configurar, situando-se o sistema SMART HOUSE em último lugar;
- No que se refere ao critério da expansibilidade é a tecnologia LonWorks a que permite o maior número de dispositivos (1019), sendo o sistema X-10 o mais limitado (apenas 256 nós);
- Todos os sistemas usam a rede elétrica como meio de comunicação, exceto o BatiBUS e o SMART HOUSE que utilizam cablagem específica;
- Apenas o X-10 não exige ferramentas de instalação/desenvolvimento;
- X-10 e o BatiBUS são tecnologias bastante acessíveis em termos de custo.

Pelo exposto, a partir dos os sistemas analisados anteriormente, o X-10 apresenta o maior número de vantagens (facilidade e rapidez de instalação e configuração; possibilidade de aproveitamento de uma rede elétrica já existente; a não exigência de ferramentas de instalação/desenvolvimento e, sobretudo, o baixo custo). E se pode apresentar algumas limitações no que respeita à expansibilidade, tal fato não é, contudo, impeditivo da sua aplicação em projetos de dimensões reduzidas.

### **3.9 Conclusão**

A discussão sobre protocolos de transmissão entre equipamentos e conectividade entre diversas tecnologias têm propiciado que as grandes corporações (fabricantes, provedores, prestadores de serviços de software e telecomunicações) criem diferentes grupos de trabalho para formalizar padrões em comum. A área de automação residencial é, sem dúvida, uma das mais afetadas por estes estudos e também será uma das grandes beneficiadas.

## CAPÍTULO 4

# INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS EM AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A evolução tecnológica dos diferentes sistemas domésticos, aliados ao crescimento explosivo da Internet e os resultados dos investimentos em infra-estrutura de comunicações, tem estimulado a indústria de construção civil a incorporar soluções inovadoras de automação residencial em seus novos empreendimentos.

Uma das principais preocupações dos projetistas e instaladores de sistemas de Automação Residencial deve ser a integração entre eles. Os produtos modernos, embora muitas vezes de complexa tecnologia, dispõem de interfaces "amigáveis" para que possam ser operados com certa facilidade pelo usuário final.

No entanto, quando uma série de produtos destes trabalham sem comunicação entre si, o resultado na maioria das vezes é uma grande confusão operacional. Imagine por exemplo dois sistemas de iluminação independentes, (iluminação de emergência e iluminação por zonas) atuando de forma separada, um deles utilizando-se de sensores de presença e outro baseado em controle remoto, ou dois sistemas de vídeo na mesma residência (fato muito comum envolvendo o Circuito Fechado de TV que não se comunica com o sistema do *Home Theater*, o que obriga a existência de monitores dedicados, custos duplicados, etc.).

Quando se prevê um cabeamento prévio das residências, toda esta integração pode ser obtida ao final e a um custo muito pequeno. Quando isto não é previsto em projeto, tem-se a improvisação e o desperdício, que sempre resultam em prejuízos financeiros e dificuldades operacionais.

Atualmente, discutir sobre integração de sistemas se considera as aplicações que até alguns anos atrás seriam analisadas como exemplos de ficção científica, tal como o monitoramento e controle residencial, através do uso da ferramenta Internet.

Utilizando a Internet o gerenciamento de residências se estende a qualquer local desde que se tenha o aparelho principal, um computador do tipo *laptop*, permitindo ao usuário (proprietário) o acesso aos equipamentos e serviços lá instalados, inclusive com imagens, basta discar pelo telefone e digitar os códigos pré-estabelecidos.

A importância deste mercado é crescente e desperta o interesse de corporações gigantes como *Microsoft, Intel, Mitsubishi, Phillips, Honeywell* entre outras, que formaram um consórcio e estão atuando em conjunto na busca de soluções integradas, visando o mercado residencial.

#### **4.1 Benefícios da Automação**

Como qualquer novidade, a Automação Residencial inicialmente é percebida pelo cliente como um símbolo de status e modernidade. No momento seguinte, o conforto e a conveniência por elas proporcionada passam a ser decisivo. E por fim, ela se tornará uma necessidade vital e um fator de economia (toma-se como referência a evolução da telefonia celular).

É neste sentido que se deseja estimular o desenvolvimento destas idéias e propagá-las entre os profissionais. Para que se esteja preparado, desde o início, para absorver a demanda deste emergente mercado.

Cronologicamente, o desenvolvimento dos sistemas de automação residencial, surge depois de seus similares nas áreas industrial e comercial. Por motivos econômicos e de escala de produção, os fabricantes e os prestadores de serviços, se voltam àqueles segmentos que lhes propiciam maior rapidez no retorno de seus investimentos. No mercado brasileiro isto não ocorreu de maneira diversa, os primeiros sistemas automatizados de controle foram concebidos para aplicações especificamente industriais, ainda na década de 70.

Consolidada a automação industrial, o comércio foi em seguida contemplado com sua automação que até hoje vem evoluindo, principalmente com o rápido avanço da informática (vide, por exemplo, a utilização intensiva dos códigos de barra) e os *softwares* de supervisão e gerenciamento apresentam aspectos de grande sofisticação. Lojas de departamento, supermercados, hotéis, hospitais, entre outros, têm sua operação totalmente integrada, incluindo sua logística, vendas, finanças, etc. Até mesmo o pequeno comércio e prestadores de serviço se utilizam os benefícios da automação. Da mesma maneira, surgiram os chamados "prédios inteligentes", notadamente aqueles voltados ao uso comercial; seus sistemas automatizados privilegiam as últimas tecnologias no campo de telecomunicações, ar condicionado, segurança predial e controle de acesso.

Os conceitos de projeto são standardizados, isto é, são desenvolvidos a partir de estimativas sobre a utilização padrão de seus recursos; por exemplo, num mesmo prédio comercial podem conviver consultórios médicos, advogados, empresas de alta tecnologia ou consultores e, portanto os conceitos devem valer para uma gama abrangente de usuários e visitante; a infra-estrutura necessária para a automação é criada desde a prancheta, ou seja, prevista nos orçamentos iniciais das obras e incorporadas durante a construção.

A operação pode ser complexa, pois implica grande número de usuários e muitas variáveis de controle; sessões rotineiras de treinamento para seus usuários são sempre bem-vindas. A necessidade de "supervisão" é crítica por isso o monitoramento dos sistemas, acompanhado de relatórios de controle, auditorias, etc. são imprescindíveis.

Destacam-se estes quatro pontos para poder contrapor a eles as peculiaridades dos sistemas residenciais de automação e mostrar como estes se distanciam nestas características. Isto é de extrema importância para o profissional da área, pois exige uma adaptação consciente dos recursos de projeto a serem empregados.

Na automação residencial, em última instância, vale o estilo de vida e preferências de quem vai residir no local; por isso as soluções são muito pessoais e dirigidas; por exemplo, alguns clientes dariam excessiva ênfase aos sistemas de segurança se fossem residir numa casa isolada, mas este mesmo cliente ao optar por num condomínio fechado poderia abrir mão de alguns itens de segurança e, com o mesmo gasto, sofisticar seu *home theater*.

Com relação à infra-estrutura (basicamente cabeamento e definição de equipamentos), infelizmente o projeto de residências ainda deixa muito a desejar; na maioria dos casos hoje vivenciados, as soluções de automação são desenvolvidas no decorrer da obra, quando não apenas ao seu final. Como se pode antever, isto compromete não só o orçamento final, mas também prejudica o aproveitamento ideal dos recursos disponibilizados pela automação. Outro fator, interessante a considerar, é que boa parte dos equipamentos de automação doméstica não ficam obrigatoriamente incorporados ao imóvel, podendo ser levados pelo seu proprietário quando se mudar.

A automação residencial tem que se valer de interfaces amigáveis aos clientes/usuários. Na maioria das vezes, um bem projetado sistema de automação residencial não necessita de um "supervisor", ou seja, se o seu grau de confiabilidade operacional é elevado, o usuário se dá por satisfeito. À exceção dos sistemas de monitoramento e alarme, não se justifica a necessidade de manter registros ou auditar continuamente o funcionamento de equipamentos domésticos; os custos que seriam incorridos nesta prática certamente superariam os benefícios alcançados.

Esta comparação possibilita um novo viés para interpretar as peculiaridades da automação residencial quando comparada aos requisitos da automação industrial e comercial. Logicamente existem características comuns a ambas as áreas, e que são sempre consideradas em qualquer avaliação dotada de bom senso, a saber:

- Adequada relação custo/ benefício;
- Confiabilidade;
- Interatividade;
- Atualização tecnológica (*upgrades*) simples;
- Conforto e conveniência.

Os sistemas residenciais modernos devem incluir num projeto integrado:

- Equipamentos multi-mídia: áudio, vídeo, som ambiente;
- Segurança (alarmes, monitoramento, cftv);
- Controle de iluminação;

- Telefonia;
- Redes de dados e informática;
- Ar condicionado e aquecimento;
- Persianas e cortinas automáticas;
- Eletrodomésticos inteligentes;
- Utilidades (irrigar, bombas, aspiração central, gás);
- Gerenciamento de energia;

#### 4.2 O Conceito *Microsoft* de casa inteligente

O conceito "*Microsoft*" de casa inteligente procura demonstrar como as pessoas irão se beneficiar das conveniências possibilitadas pelas novas tecnologias.

Se você é como a maioria das pessoas ocupadas de hoje em dia, está gastando boa parte do seu tempo usando os equipamentos que foram criados para nos libertar justamente destas tarefas rotineiras. Desde equipamentos domésticos básicos até computadores e eletrônicos, a maioria destes "poupadores" de tempo que tomaram conta de nosso dia-a-dia requer atenção em seu aprendizado, utilização, monitoramento e atualização.

Mas não precisa ser necessariamente assim, pelo menos de acordo com o pessoal da *Microsoft*. A "casa do futuro próximo" irá integrar novas e existentes tecnologias para fazer a vida diária mais fácil, segura e divertida.

Atualmente, um protótipo desta casa do futuro está sendo apresentado no campus da *Microsoft* em *Redmond*. Chamada simplesmente de "Casa *Microsoft*", ela foi projetada para refletir o conceito de casa familiar na visão da companhia, de um bem estar através da tecnologia que cada vez mais se torna personalizada e viável. Acredita a companhia que nesta casa as pessoas economizarão tempo e esforços, serão informadas e entretidas e se comunicarão com outras a qualquer tempo, de qualquer lugar e utilizando-se de qualquer equipamento.

A Casa *Microsoft* integra uma extensa gama de tecnologias, produtos e serviços que trabalham juntos para tornar a vida mais fácil e agradável para todos os membros da família. Por exemplo, as pessoas podem monitorar e controlar o status de qualquer dispositivo conectado a partir de qualquer lugar. Usando PC's, televisores, controles de parede, remotos portáteis e até comandos de voz, os membros da família podem ajustar todas as variáveis de seus ambientes, incluindo aquecimento, ar condicionado, luzes e segurança. Também podem ajustar todos os meios de entretenimento e de comunicação, incluindo computadores, telefones, televisores, música, vídeo, fotos, games, e-mail e Internet. Sem deixar a casa, as pessoas poderão checar outras localidades, como as casas de veraneio ou a residência que parentes mais idosos precisam algum tipo de cuidado.

Quando tiverem que deixar a residência, poderão, ao toque de um único botão, colocar todos os sistemas domésticos na condição "away", reduzindo a iluminação e o aquecimento, desligando eletrodomésticos e armando o sistema de segurança.

À noite, podem ficar sossegados, controlando as imagens da entrada e de diversos locais escolhidos e ainda a iluminação de segurança, tudo a partir do criado mudo ao lado de suas camas.

Mais, os usuários terão identificações bio-seguras, como *iris scanners* que poderão ser utilizadas além de sua atual função de "chave padrão". Por exemplo, como todos os equipamentos estarão conectados, eles poderão "reagir" às necessidades individuais de cada membro da família que entrar na casa ou num determinado ambiente. Os indivíduos, isoladamente, poderão receber mensagens específicas, acender luzes na sua preferência, serem lembrados de seus compromissos e ajustar sua programação de TV e música.

A Microsoft também projetou esta casa para demonstrar como o uso da Internet se tornará mais fácil e conveniente no lar. A família poderá ter sua própria comunidade segura na *Web* que propiciará que seus membros mantenham contato entre si facilmente utilizando *message boards*, calendários e fotos para trocar informações e notícias. A comunidade familiar na *Web* pode organizar reuniões de família, fazer circular fotos de casamentos e outros eventos, rapidamente atualizar planos de férias, transmitir notícias familiares, compartilhar de programações em comum, etc.

A tecnologia nesta casa também possibilitará os usuários a "estocar" todas as suas músicas preferidas numa única central e acessar este acervo de qualquer parte da casa. Cada pessoa poderá criar suas próprias listas de preferências, localizar e organizar estas músicas e acrescentar novas gravações a partir de CD's ou através de *downloads* da Internet. Poderão escutar as músicas antes de adquiri-las e preparar seleções especiais para festas e temas para diversos eventos.

A conveniência e segurança desta conectividade poderá ser estendida ao automóvel. As seleções musicais elaboradas em casa podem ser levadas ao carro em acessórios portáteis. Comandos de voz permitem ao motorista controlar sua seleção musical e o volume sem utilizar as mãos. Podem também manter seus olhos na estrada e solicitar verbalmente ao sistema para procurar pelo telefone de um amigo no seu catálogo de endereços e efetuar a ligação pelo telefone celular. E-mails importantes podem ser reenviados ao carro e seu texto transformado em voz para que o motorista não desvie sua atenção enquanto dirige.

O software de navegação também providenciará instruções exatas, alternando rotas de acordo com o tráfego e avisando quando serão encontrados postos de reabastecimento e serviços. As crianças no banco de trás poderão continuar seu vídeo *game* iniciado em casa ou assistir a um filme no DVD incorporado ao banco traseiro.

E, importante notar, tudo isso já está disponível e é apenas questão de tempo se tornar economicamente viável para a maioria da população.

### **4.3 Internet e Automação Residencial**

Cada vez mais se fala em "conectividade", ou seja, a integração de dispositivos e equipamentos através de redes de controle. Estas possibilidades se ampliaram significativamente com o advento e a expansão da Internet. As grandes empresas das áreas de software, hardware e telecomunicações passaram a investir pesadamente no desenvolvimento de protocolos de compatibilidade para permitir uma conectividade perfeita entre equipamentos. Os fabricantes de equipamentos eletrônicos de uso diário se beneficiam destas pesquisas e incorporam novas tecnologias aos seus produtos. Desta maneira, hoje podemos acionar e controlar equipamentos a

distancia utilizando a Internet; isto já é uma realidade e reflete uma tendência definitiva. Estamos com certeza visualizando apenas a "ponta do *iceberg*" e as possibilidades de novas aplicações se apresentam diariamente.

#### **4.4 Conclusão**

As soluções tradicionais utilizam sistemas autônomos, que não se comunicam entre si. Desta forma, os benefícios da integração dos sistemas não estão sendo levados aos usuários, como por exemplo: maior segurança e economia, conforto, conveniência e entretenimento, entre outros. Além disso, a construção resulta-se mais custosa, os prazos de implantação mais dilatados e os resultados às vezes insatisfatórios.

Não se pode hoje planejar a construção de residências, sem fazer um projeto de integração prévio, definindo todo o cabeamento, infra-estrutura, plataformas de automação e relação de equipamentos necessários.

A seguir, serão descritos os elementos de modelagem, dentre eles os componentes de entrada e saída de sinal, entre os componentes e supervisão de controle.

# CAPÍTULO 5

## ELEMENTOS DE MODELAGEM

Neste capítulo são apresentados a modelagem e os equipamentos geralmente utilizados para automação residencial. Para a escolha destes equipamentos foram pesquisados tipos, modelos e fabricantes que melhor adaptaram ao projeto, também equipamentos similares e com a mesma base de atuação, como nos casos de sensores de iluminação (ultrassom e infravermelho); sensores de alarme foram determinados que fosse o mesmo fabricante para cada caso.

### 5.1 Modelagem

A modelagem é a área que trata da simulação de soluções para problemas científicos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição, e elaborando códigos computacionais para obtenção daquelas soluções. É área em expansão, de ampla aplicação, em:

- desenvolvimento de produtos industriais,
- pesquisas científicas básicas e aplicadas,
- simulações e previsões temporais e espaciais de fenômenos,
- matemática, física, química,
- engenharia e tecnologia,
- biologia e saúde,
- meio ambiente e ecologia,
- oceanografia e geofísica, dentre outras.

Algumas áreas de atividade econômica que auferem benefícios da modelagem computacional são:

- agroindústria,
- medicina,
- construção civil e estruturas,
- aeronáutica, naval e automobilística,
- indústria de petróleo e petroquímica, dentre outras áreas de aplicação.

A sofisticação dos problemas com que a humanidade tem se deparado nas últimas décadas, em áreas tão diversas como as megaestruturas e a mecânica do contínuo, a nanotecnologia, a genômica e a bioinformática, a computação quântica, a ecologia, e a astrofísica, em novos materiais e em desenvolvimento sustentado, a título de exemplo, nos apresenta exigência de respostas exponencialmente mais complexas com relação àquelas que precisamos gerar no passado, apresentando para a ciência e para a comunidade científica um desafio: a necessidade de obtenção de resposta cada vez mais sofisticadas, objetivando tratar aquela complexidade, em tempo sucessivamente menor e por meio de solução de problemas complexos.

Problemas complexos, ou de grande grau de complexidade, resultam em inflação da quantidade de variáveis físicas a manipular e controlar no processo de estabelecimento do problema, estabelecimento de hipóteses para o modelo, proposição de teorias, postulados e teoremas, guias para a busca de solução do problema, controle, aferimento e aproximação da solução. Usualmente problemas complexos demandam forte esforço de cálculo, a partir do estabelecimento de modelos matemáticos robustos ou do estabelecimento de teias de relações entre variáveis em diversas escalas de observação, desde a nano, passando pela micro, até o macro.

O eixo de estabelecimento do modelo de solução de problemas complexos tem sido a observação do problema, de sua fenomenologia e a concepção do modelo físico e do modelo fenomenológico que antecede o desenvolvimento do modelo matemático, desenvolvimento do sistema de equações que regem o problema, e sua solução computacional mediante um código apropriado. O estabelecimento desta concepção de tratamento e abordagem de problemas complexos em ciência, bem como de sua solução a partir deste modelo, considerando uma diversidade de modelos qualitativos, e sobretudo modelos quantitativos, em abordagem numérica

usualmente computacional, busca assim superar a incerteza na trajetória de evolução do problema sob análise, e sobre as variáveis do problema.

Modelos matemáticos estabelecidos a partir de modelos fenomenológico, recaem em sistemas de equações diferenciais parciais ou de equações diferenciais ordinárias de elevado número de incógnitas, demandando forte esforço computacional na sua solução. A aproximação das soluções dessas equações por procedimentos numéricos tornou-se necessária à medida em que as ciências ambientais, engenharias, tecnológicas, e as ciências biológicas e da saúde, avançavam no sentido da satisfação das necessidades humanas.

A abordagem computacional é a adotada na modelagem computacional. Trata-se de área multidisciplinar para o estabelecimento de modelos, com adoção de formulações matemáticas na solução de problemas científicos em estreita aliança e integração com as linhas de pesquisa que definem as áreas de conhecimento associadas aos problemas complexos. Os resultados projetados oferecem uma metodologia para a determinação, no tempo e no espaço do impacto de intervenções humanas, como por exemplo no desmatamento de mata nativa e implantação de indústrias, com base no conhecimento do fluxo das substâncias ou materiais envolvidos nas emissões industriais e no transporte destas no ambiente, das taxas de acumulação nas áreas de influência e projeção dos efeitos sobre as populações afetadas.

Tal abordagem compõe a área de modelagem computacional, na interface com as engenharias, a matemática computacional, a física computacional, e com a computação científica, pertinente à abordagem de soluções para problemas complexos, pertinente à mecânica do contínuo.

Na modelagem os problemas tratam de elevado número de variáveis, propondo-se a adoção de métodos numéricos de tratamento do problema, associado à ferramenta computacional, e às técnicas de programação avançadas, adequadas à otimização da busca das soluções dos problemas complexos. Tal procedimento é adequado tanto a meios contínuos homogêneos como heterogêneos, bem como a sistemas discretos, determinísticos e probabilísticos, incorrendo em menor custo computacional.

A área que aqui conceituamos, é também denominada como simulação computacional científica e mecânica computacional. Trata-se de área que engloba o conjunto de conhecimentos relacionados aos métodos numéricos que envolvem os procedimentos de análise e solução de problemas complexos relacionados à Mecânica do Contínuo, às Ciências Exatas e às Ciências Naturais e Ambientais, a Fenômenos Biológicos, e à Mecânica Orgânica. Diz respeito ao estudo de áreas diversas, particularmente a Mecânica dos Sólidos e a Mecânica dos Fluidos, a Biofísica e Biomecânica, a Sistemas Ecológicos e Populacionais. Seu campo de aplicação, e escalas de observação, abrange as escalas espacial e do tempo, transientes e estacionários. A modelagem computacional, destina-se à solução de problemas complexos regidos por equações diferenciais ordinárias e parciais, e a problemas de valores iniciais e de valores de contorno.

Reunindo um grupo de conhecimentos originados na Mecânica Clássica e na Engenharia Mecânica, passou a superá-las, e tem sido utilizado no meio acadêmico e técnico, denominando o conjunto de conhecimentos fortemente associados ao emprego de computadores na solução de problemas científicos e particularmente métodos numéricos, como nas Engenharias e em Ciências Tecnológicas e Exatas: abrangendo a mecânica do contínuo, mecânica dos sólidos, mecânica dos fluidos, mecânica das estruturas, nanotecnologia e nanofísica, mecânica dos solos e fundações, mecânica da fratura, teoria da elasticidade, teoria das estruturas e resistência dos materiais, aspectos de teoria de projeto e projeto auxiliado por computador, engenharia assistida por computador, plasticidade e viscoelasticidade, escoamento de fluidos, escoamento e mecânica em meios porosos, otimização e programação linear, métodos variacionais e numéricos, algoritmos genéticos, paralelos e distribuídos, visualização científica, modelagem molecular, teoria do caos, e álgebras diversas, dentre outras aplicações.

Alguns dos métodos estudados na modelagem computacional com direcionamento à solução de problemas típicos das engenharias, das ciências exatas, biológicas e ambientais, são: Métodos dos Elementos Finitos, Métodos dos Elementos de Contorno, Método dos Volumes Finitos, Métodos das Diferenças Finitas, Métodos Integrais e Variacionais, Métodos Autoadaptativos, Computação Distribuída, Redes e Grids Computacionais, Computação Vetorial e Paralela Aplicada, Pré e Pós-processamento Gráfico e Otimização, Sistemas de Orientação Espacial, Modelagem do Espaço Humano, Simulação Computacional, Realidade Virtual e Protótipos Computacionais.

A modelagem utiliza um conjunto de métodos, ferramentas e formulações direcionadas à solução de problemas complexos, envolvendo grande número de variáveis, volumosa massa de dados, processamento e manipulação de imagens. Desenvolvimento de modelos matemáticos e de métodos numéricos, bem como discretização e tratamento de meios contínuos estão no seu campo de abrangência.

A Modelagem Científica aplica então a computação e as outras áreas do conhecimento. Ela permite que se criem modelos para situações em que é impossível ou muito caro testar ou medir as diversas soluções possíveis para um fenômeno a partir de modelos experimentais ou por solução analítica. Viabiliza a adoção de abordagem computacional, avançando além das limitações, completando e integrando-se a estas outras abordagens e muitas vezes sendo a única opção, à abordagem experimental e à analítica. Por modelagem científica concebe-se não só a modelagem relacionada ao desenvolvimento de métodos numéricos e variacionais, como também à compreensão e desenvolvimento de modelos associados à fenomenologia física dos problemas complexos, aplicação de modelos já desenvolvidos, simulação, previsão e projeções temporais e espaciais do desenvolvimento de soluções para aqueles problemas.

### **5.2.1 Linguagem Universal de Modelagem (UML – Unified Modeling Language)**

A Linguagem Universal de Modelagem (UML – *Unified Modeling Language*) é utilizada para especificar, visualizar, documentar e implementar sistemas, principalmente sistemas orientados a objeto. Ela é útil em todas as fases do processo de desenvolvimento do sistema.

Tendo surgido em 1997 como uma proposta para padronizar as linguagens de modelagem de sistemas orientados a objeto já existentes, a UML é hoje uma realidade, sendo adotada por muitas empresas do ramo.

Ambientes de desenvolvimento que utilizam linguagens orientadas a objeto consagradas como C++ e Java começam a surgir com suporte a UML, aumentando ainda mais a sua expansão e aceitação.

Modelar é representar o mundo real de forma simplificada. Criamos modelos para obter uma melhor compreensão da entidade real a ser construída. Para cumprir com este objetivo, a UML é constituída de elementos, relacionamentos e diagramas. As interpretações do sistema podem ser feitas sob vários pontos de vista. Existem na UML nove diagramas (figura 5.1), que podem ser classificados em diagramas estruturais (Classes, Objetos, Componentes e Distribuição) e diagramas comportamentais (Casos de Uso, Seqüência, Colaboração, Estados e Atividades).

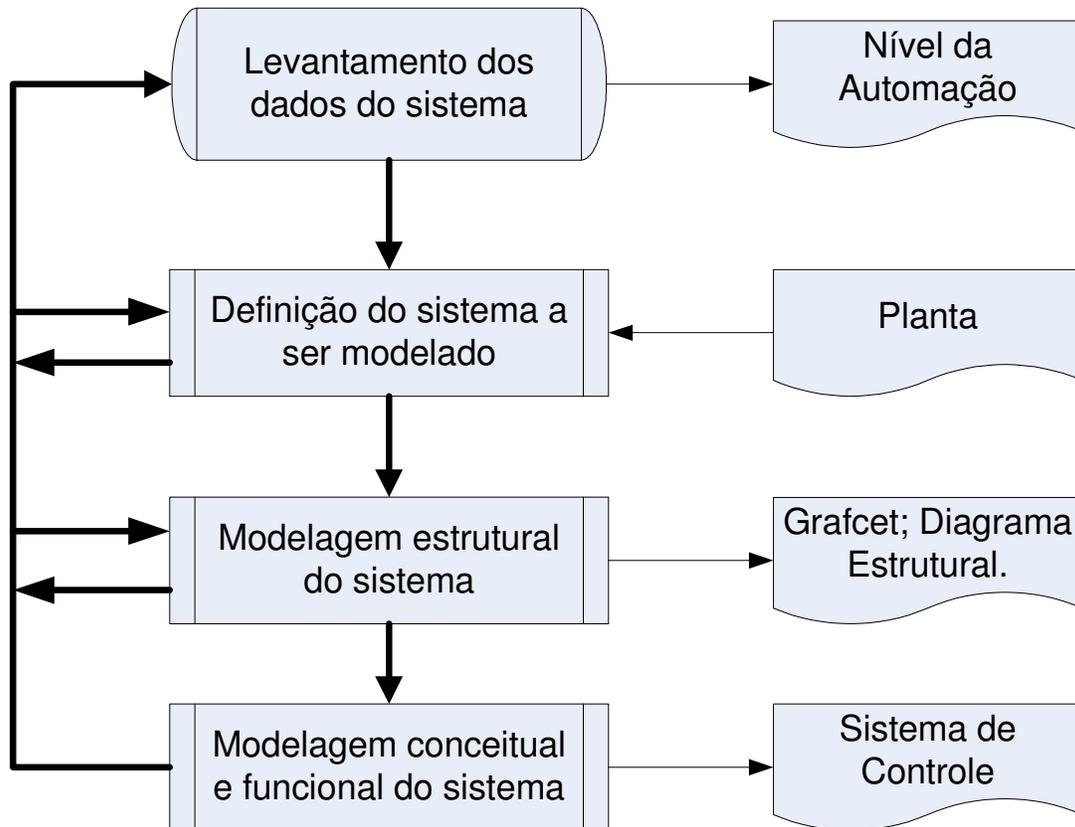


Figura 5.1: Fluxo da Metodologia para a Modelagem.

## 5.2 Componentes

Para a automação os componentes dividem-se em três grandes áreas, citadas a seguir:

- **Componentes de entrada de sinal:** são aqueles usados para monitorar uma ação ou um evento, como: sensores e interruptores. Para automação doméstica, qualquer meio que faça a interface com o ambiente e seus moradores, aplicando como resposta conforto e economia, serão denominadas entradas de sinais. Um elemento utilizado como entrada de sinal é aquele usado para monitorar uma ação ou um evento, como: sensores e interruptores. Os sinais de entradas neste trabalho estão divididos em: sensores de iluminação, sensores de alarme e botões e interruptores.
  - **Sensores de Ultrassom:** Os sensores de Ultrassom (Sensores de Ocupação) são especialmente indicados para ambientes fechados, tais como: longos corredores, halls médios a grandes, e salas de escritório. Por ser extremamente sensível, vão manter as luzes acesas enquanto houver pessoas no ambiente, detectando mínimos movimentos - cerca de 10cm.
  - **Sensores de Presença:** Os sensores de Infravermelho (Sensores de Presença) já são mais indicados para corredores, *halls* pequenos, médios e longos, escadarias, garagens, banheiros etc.
  - **Sensores Magnéticos:** Este tipo de sensor fica fixado ao batente de uma porta ou janela onde estes possuem um ímã (Figura 5.2). Quando há abertura ou arrombamento, o ímã se separa e o sensor é ativado. Indicado para portas de madeira ou metálicas, desde que seja firme caso contrário o vento ou alguma vibração poderá dispará-lo. Estes sensores podem ser com ou sem fio. Aproximando um ímã ao lado respectivo do sensor magnético acoplado ao transmissor e em seguida afastando, o transmissor, ativa por um tempo suficiente, para indicar a central de alarme a situação do setor. Quando com bateria baixa ele emite um beep na central de alarme avisando que a mesma esta descarregada.

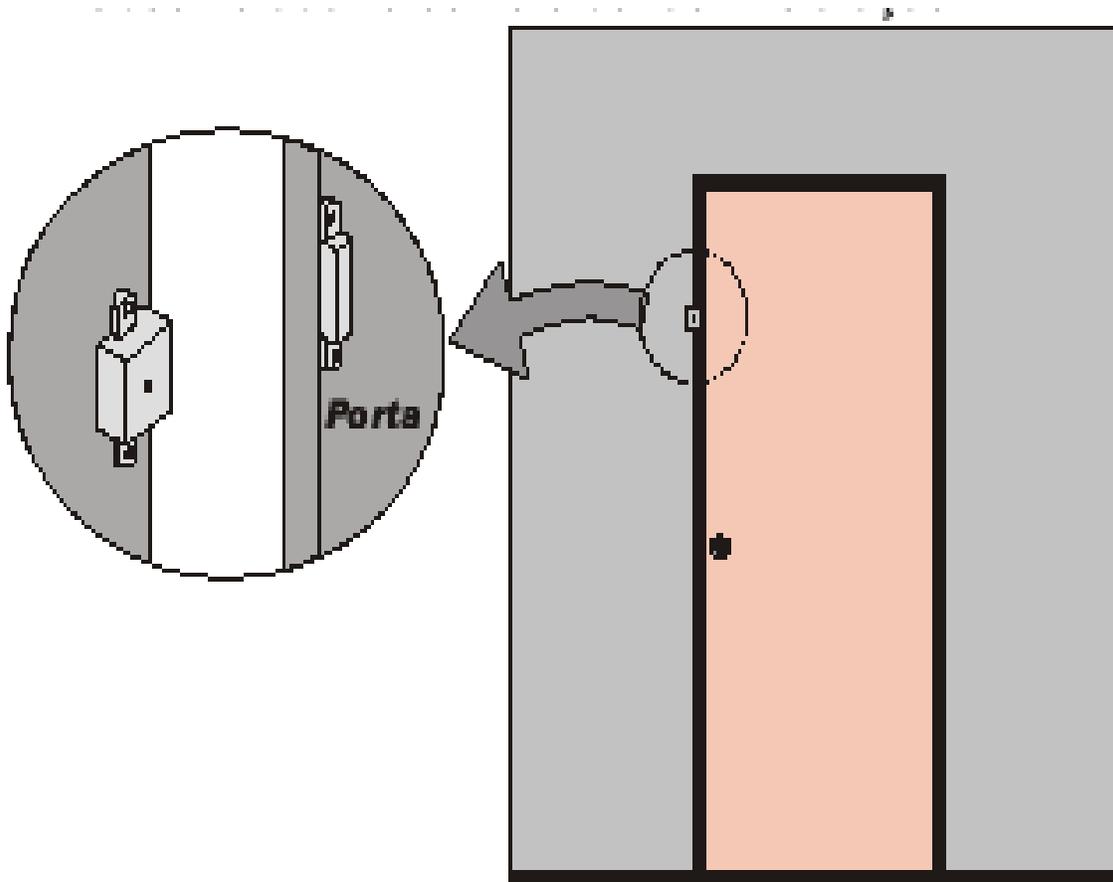


Figura 5.2: Instalação do sensor magnético – (PPA).

- **Sensor Infravermelho Passivo:** Este sensor sendo fixado em uma parede detecta o calor do corpo humano em movimento. Funciona mesmo que o invasor entre por um buraco feito na parede ou pelo teto. Indicado para ambientes fechados com várias portas e janelas. Esses sensores, apesar de simples, precisam de alguns cuidados na instalação. Não devem receber luz do sol direta, não devem ficar próximos a fontes de frio (balcão frigorífico etc.) ou de calor (aquecedores etc.), não devem ser instalados em locais sujeitos a correntes de ar vindas do exterior do imóvel. Sensores infravermelhos passivos como estes não detectam insetos, mas podem detectar pequenos animais (camundongos, passarinhos etc), dependendo da distância e velocidade que passem do sensor. Estes sensores podem ser com ou sem fio.
- **Sensor de Umidade:** O sensor detecta a falta de umidade ocasionada por seca ou evaporação em vasos, piscinas, jardins, caixas d'água e aciona um sinal

automaticamente sem interferência manual, o resultado é a economia de água, de energia elétrica, sem desperdícios, sem perda de tempo, valorizando seu tempo e seu patrimônio.

- **Componentes de sinais de saída:** são aqueles usados para executar uma ação ou um evento, como: motores, válvulas, lâmpadas, sirenes, etc. No caso da automação doméstica, uma saída de sinal é qualquer elemento que receba os sinais da interface com os moradores, e execute a ação desejada. Designa uma saída de sinal um elemento usado para aplicar a ação ou um evento, como: motores, válvulas, lâmpadas, sirenes, etc. Dentre os sinais de saída deste trabalho tem-se: Iluminação (lâmpadas); alarme (sirene) e válvulas direcionais.
- **Controlador:** É este o responsável pelo controle e interface entre os sinais de entrada e saída desenvolvendo a lógica estipula de controle. Para a elaboração dos programas será usada a programação Ladder.

### 5.3 Integração entre os Sistemas

Um dos pontos principais no desenvolvimento de sistemas de automação para residências inteligentes é a integração dos mesmos. Todos os sensores utilizados no sistema de intrusão podem ser utilizados também para controlar a iluminação dos compartimentos. De igual forma, todos os sensores de temperatura atuam permanentemente como detectores de incêndio. Desta forma, os sistemas de segurança de hoje em dia podem fazer mais do que pedir ajuda. Numa rede de comunicações de dados utilizada para este fim, os mesmos sensores que detectam movimento, fogo ou líquidos podem ser utilizados para ativar um número variado de ações. Caso haja a necessidade, o sistema de segurança pode controlar o sistema de ar-condicionado e ventilação (desligando-os em caso de incêndio) e as portas, janelas, grades, e outros sistemas na residência. Ele também pode enviar sinais para ligar e desligar a iluminação de acordo com os estado dos detectores de movimento e auxiliar o funcionamento das câmeras de vigilância. Utiliza-se para isso um modelo de *software* adequado a esta realização, não implicando custos adicionais com equipamentos, uma vez que a rede física já está toda interligada.

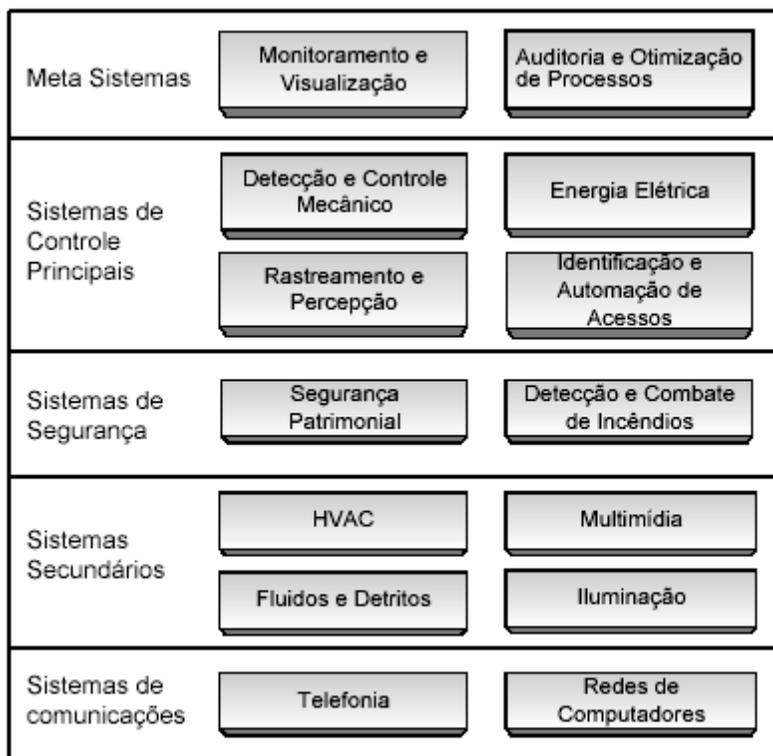


Figura 5.3: Sistemas de Controle Integrados – (Bolzani, 2004).

O *software* de controle que gerencia os subsistemas de uma residência, na maioria das vezes, é implementado pelos próprios provedores dos serviços. A empresa responsável pela instalação do sistema de ar-condicionado pode fornecer o *software* de controle junto com o equipamento e instalá-lo no computador central ou em algum outro dispositivo inteligente. Deste modo, vários softwares de vários sistemas terão que conviver em harmonia dentro da mesma rede doméstica. Daí cria-se uma necessidade de padronização e interoperabilidade não apenas para o *hardware* como também para o *software*, evitando conflitos e maus funcionamentos.

A Figura 5.3 reúne os diversos sistemas de controle empregados e os qualifica quanto à sua funcionalidade.

Com o advento das redes domésticas e dos inúmeros sistemas de controle residenciais, houve a necessidade da qualificação de um profissional que atendesse as exigências do novo mercado possibilitando a criação, o desenvolvimento e a implantação dos sistemas domóticos. Em muitos casos, esse profissional iniciou sua carreira trabalhando em automação industrial

desde o *hardware* básico até o gerenciamento de projetos e implantação de sistemas. A entrada no setor predial foi motivada pela necessidade de definir um nicho de mercado em que pequenas empresas pudessem atuar sem enfrentar a concorrência das grandes firmas de engenharia.

O mercado de automação predial, carente de projetos e mão de obra especializada, abria espaço apenas para tecnologia vinda do exterior e específica para o setor hoteleiro e de centros de compras (*shopping centers*). Os sistemas e equipamentos utilizados até então, provenientes do ambiente industrial, eram adaptados para o setor predial.

Com o crescimento do mercado de automação residencial surgiram os sistemas dedicados e a necessidade da qualificação de um novo segmento de profissionais: o integrador de sistemas residenciais. Os profissionais envolvidos em um projeto variam conforme o que se deseja alcançar. Caso o usuário deseje obter informações sobre um equipamento de *home theater*, um especialista no assunto pode auxiliá-lo, mas muitos não necessitam ou não querem se valer desta ajuda. Mas para projetos maiores envolvendo novas construções e reformas é indispensável e às vezes obrigatório, por imposição de leis locais, a presença de um profissional qualificado. Devido à enorme gama de tecnologias, marcas e modelos, a adoção e implantação do sistema de automação e redes residenciais se tornam complexas. Neste momento, é necessária a participação do integrador de sistemas residenciais, que deve estar presente desde a concepção da nova moradia até o ajuste final e equalização de todo o sistema. É ele quem projeta, coordena os outros profissionais, auxilia na escolha dos equipamentos, acompanha a instalação e até mesmo presta serviços de manutenção e atualização. Para projetar de maneira eficiente, o profissional precisa conhecer toda essa gama de opções disponíveis, identificando as necessidades e limitações do usuário e agregando todos os elementos para um projeto de sucesso.

Existem quatro regras a serem seguidas para os integradores de sistemas residenciais:

- Assimilar os requisitos e objetivos a atingir: o integrador deve conhecer as pessoas envolvidas na execução da obra: o usuário, o mestre de obra, os fornecedores de materiais, a empresa responsável pelos equipamentos e demais profissionais que podem causar um entrave na execução do projeto. Cada um destes grupos tem necessidades conflituosas. É da responsabilidade do integrador identificar todas as necessidades e limitações, de forma a otimizar as relações, integrando-os na gestão e no processo de

desenvolvimento do projeto. As novas tecnologias e os novos métodos de trabalho causam muitas divergências no dia-a-dia de uma obra;

- Compreender a tecnologia: o integrador deve conhecer todas as tecnologias disponíveis e estar atualizado. Isto é um processo sem fim, pois surgem novos conceitos e equipamentos a cada minuto. Atualmente, existem vários sistemas inteligentes disponíveis para serem utilizados em residências e edifícios comerciais e é função do integrador aplicar o equipamento adequado à necessidade do cliente;
- Pesquisar os prós e os contras: o integrador deve basear a sua escolha em critérios pré-estabelecidos tais como limitações de custo e necessidades. Deverá ser capaz de compreender as tendências da tecnologia e reconhecer quando um sistema se torna obsoleto ou inflexível ao longo do tempo;
- Identificar as escolhas tecnológicas criativas: o integrador deve direcionar seu projeto a fim de criar ou aumentar as perspectivas e oportunidades a todos aqueles que o irão utilizar.

A Figura 5.4 exemplifica como as camadas de uma rede doméstica trabalham conjuntamente. No centro, o integrador de sistemas residenciais é o responsável pela harmonia e interoperabilidade de todo o conjunto.

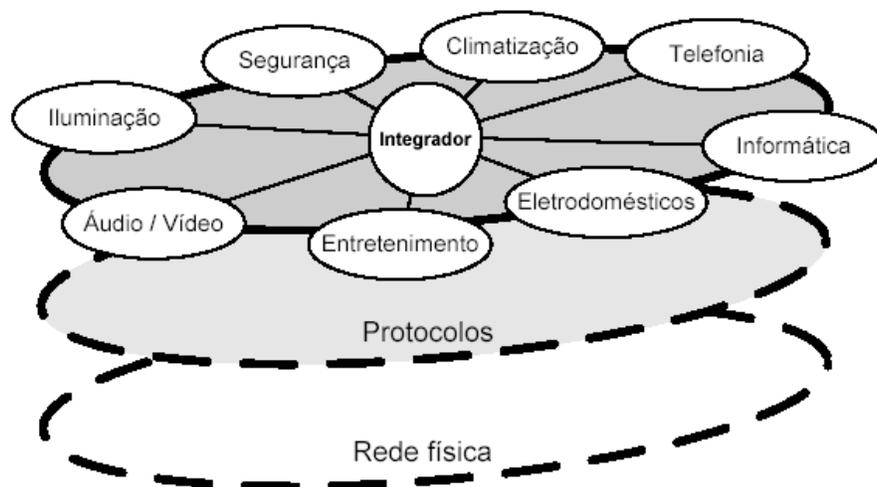


Figura 5.4 - Conceito de Automação Residencial – (Aureside).

## 5.4 Supervisão e Comunicação

Com o surgimento do PC, sumiram as mesas de controle e o PC passou a reinar como a plataforma preferida de supervisão e operação. Os softwares SCADA apareceram em diversos tamanhos, com diversos repertórios de funcionalidades.

Os *softwares* SCADA são chamados de sistemas supervisórios. Tem por objetivo ilustrar o comportamento de um processo através de figuras e gráficos, tornando-se assim, uma interface objetiva entre um operador e o processo.

O *software* supervisório deve ser visto como o conjunto de programas gerados e configurados no software básico de supervisão, implementando as estratégias de controle e supervisão com telas gráficas de interface homem-máquina (IHM) que facilitam a visualização do contexto atual, a aquisição e tratamento de dados do processo e a gerência de relatórios e alarmes.

A padronização dos canais de comunicação entre os CLPs e outros equipamentos inteligentes de automação tem adquirido grande importância, em vista da tendência de integração total dos níveis hierárquicos de automação, verificada após a introdução da filosofia CIM (*Computer Integrated Manufacturing*). Para propiciar esta interatividade surgiram vários protocolos de comunicação, tais como: BITBUS, PROFIBUS, ETHERNET, etc. Muitos fabricantes oferecem redes proprietárias para esta finalidade, porém, a tendência dominante é a de utilizar os diversos sistemas propostos para a padronização de redes para chão de fábrica.

Existem várias maneiras de se trocar informações com qualquer equipamento de aquisição de dados, tais como PLC's (Controladores Lógicos Programáveis), DAC's (Cartões de Aquisição de Dados), RTU's (Unidades Remotas), servidores OPC, controladores e outros tipos de equipamentos.

A forma mais comum e eficiente de se obter comunicação com equipamentos são as DLL's (*Dynamic Link Libraries*). As DLLs são os chamados *drivers* de comunicação, que são

módulos com processamento independente (*threads*), responsáveis pela comunicação com um equipamento em específico.

## **5.5 Conclusão**

A rápida evolução das tecnologias vem acarretando grandes mudanças com relação ao processo de desenvolvimento de sistemas. No estágio em que estamos atualmente é inviável desenvolver projetos sem planejamento prévio. Problemas cada vez mais complexos para serem resolvidos em prazos curtos e que estejam dentro das possibilidades financeiras formam o contexto atual.

Dentro dessa perspectiva, fazes necessário o uso de uma linguagem padrão que permita modelar o sistema que está sendo desenvolvido. A modelagem é uma parte central de todas as atividades que resultam na implementação de um bom sistema de software

No próximo capítulo, será utilizado o conceito de automação industrial aprendido para a resolução de alguns exemplos, desta forma demonstrando uma nova forma de diversificar o conhecimento de automação e suas aplicações.

# CAPÍTULO 6

## EXEMPLOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Neste ponto será apresentada a implementação de toda teoria das ferramentas apresentadas anteriormente em uma residência automatizada.

Para esta implementação foi escolhida uma planta residencial, Figura 6.1, que adequasse a uma parte da gama de possibilidades para uma implementação de automação residencial, dos quais foram introduzidos: um sistema de controle de energia via iluminação, um sistema de segurança e um sistema de irrigação.

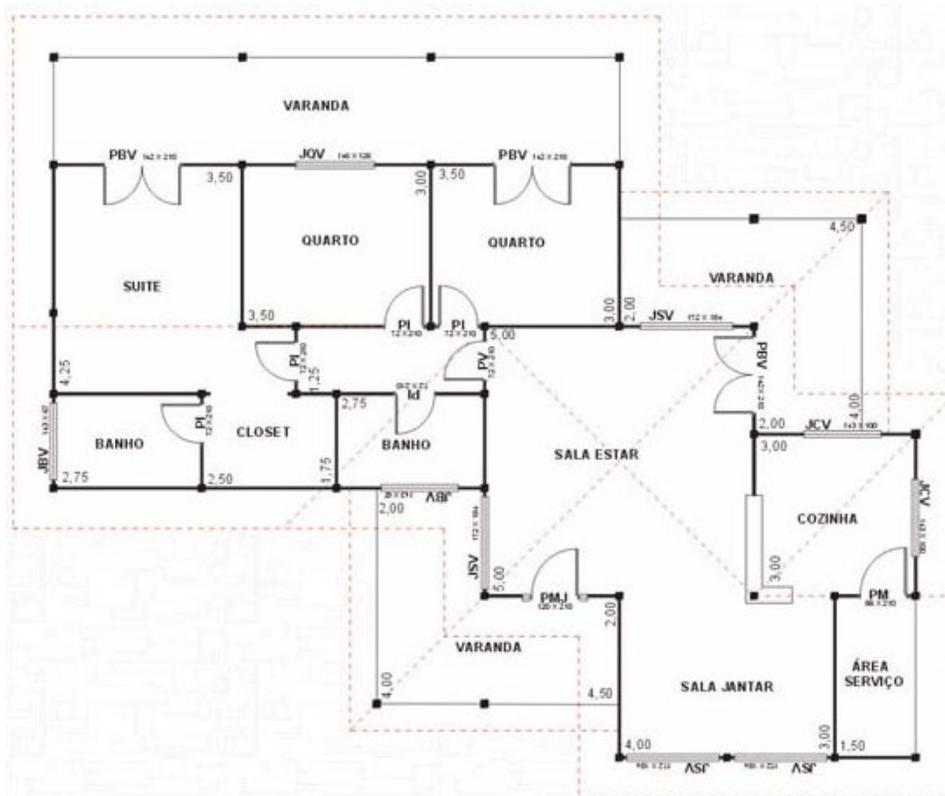


Figura 6.1 – Planta Residencial Proposta (Casema).

## 6.1 Visualização da integração dos sistemas automatizados

A integração dos sistemas ocorrerá através de sensores trabalhando comumente para várias aplicações, por exemplo: o mesmo sensor de presença para o acionamento de luzes e o acionamento do sistema de segurança, esta integração será demonstrada na tabela 6.1, juntamente com a disposição dos sensores na planta pela figura 6.2.

Sistema Controlado	Descrição da Entrada	Simbologia Entrada	Simbologia Saída	Descrição da Saída
Iluminação	Chave Geral de Iluminação	X0	LMP	Todas
	Sensor de Presença	X2		Quarto 1
	Sensor de Presença	X4		Sala de Jantar
	Sensor de Presença	X7		Banheiro Suíte
	Sensor de Presença	X8		Banheiro Social
Alarme	Chave Geral do Alarme	X9	SRN	Sirene
	Sensor Magnético Porta	X10		
	Sensor Magnético Porta	X11		
	Sensor Magnético Porta	X12		
	Sensor Magnético Porta	X13		
	Sensor Magnético Porta	X14		
	Sensor Magnético Janela	X15		
	Sensor Magnético Janela	X16		
	Sensor Magnético Janela	X17		
	Sensor Magnético Janela	X18		
Integração Iluminação / Alarme	Sensor de Presença	X1	LMP / SRN	Suíte / Sirene
	Sensor de Presença	X3		Quarto 2 / Sirene
	Sensor de Presença	X4		Sala de Estar Sirene
	Sensor de Presença	X6		Cozinha / Sirene

Tabela 6.1 – Demonstração da integração de sensores.

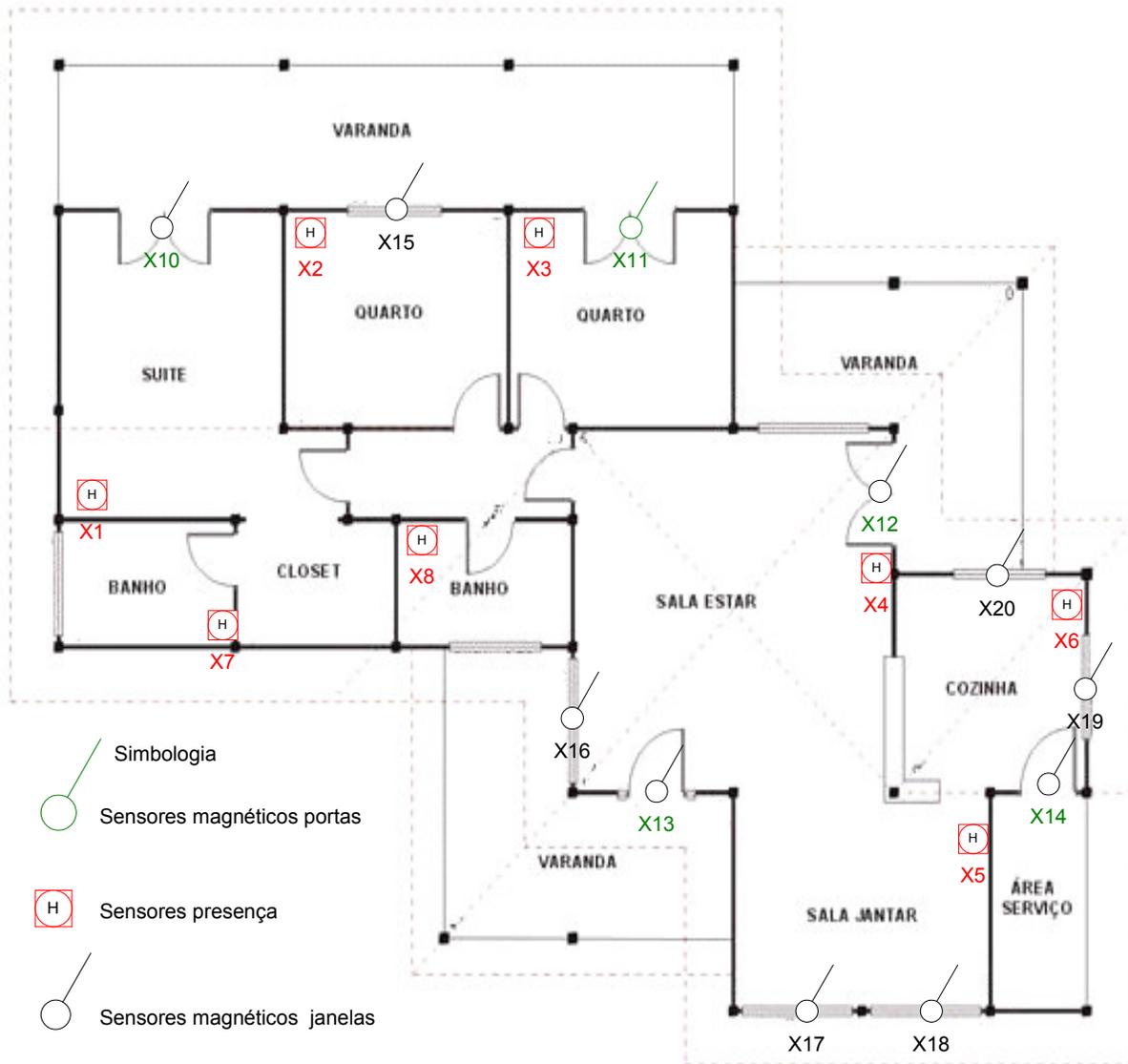


Figura 6.2 – Visualização da disposição dos sensores na planta residencial.

## 6.2 Programação dos sistemas automatizados

Para execução da programação, visualiza-se a necessidade da automação descritas nos seus correspondentes controles sejam de energia, segurança ou controle de entrada de água, isso é feito para tornar a automação viável e com possibilidades de mudanças no decorrer do tempo, podendo melhor se adaptar pelo usuário deste tipo de automação.

Como já citado a programação será dividida em grupos de controle como:

- Controle da Energia;
- Controle da Segurança;
- Controle de Água.

### **6.3 Controle de Energia - Iluminação**

O controle de energia baseia-se no princípio de sua economia por parte da iluminação, portanto o controle é sobre o desperdício de luzes, apagando-as automaticamente sempre que não estiverem sendo usadas.

O programa referido é constituído para acender as luzes somente quando acionado um sinal de presença junto a um interruptor geral, e apagá-la, depois de dado um tempo, se retirada este sinal de presença.

O estudo é dirigido igualmente para todos os cômodos da casa, tendo a opção de acender as lâmpadas manualmente.

Para o controle das luzes serão usados sensores ultra-som e infravermelhos, mediante a suas aplicações, descritas no capítulo anterior, para as necessidades de aplicação.

- **Estrutura do Controle de Energia**

Para elaborar as estruturas do controle de energia leva-se em conta o número de cômodos, já que este tipo de controle está diretamente relacionado ao funcionamento das lâmpadas.

Cada cômodo terá um sensor responsável pelo seu funcionamento em relação as respectivas lâmpadas. Exemplo sensor do cômodo 1 está relacionado ao funcionamento da lâmpada do cômodo 1 e assim por diante como demonstrando na figura 6.3 e a correlação de sensores e sinais de saída na tabela 6.2.

O funcionamento deste controle será demonstrado na apresentação do **Grafcet**, onde mostrará as etapas de funcionamento deste sistema.

A diferença entre qual sensor acionará tal lâmpada será descrito na programação **Ladder** que destingirá a partir de entradas e saídas os seus funcionamentos.

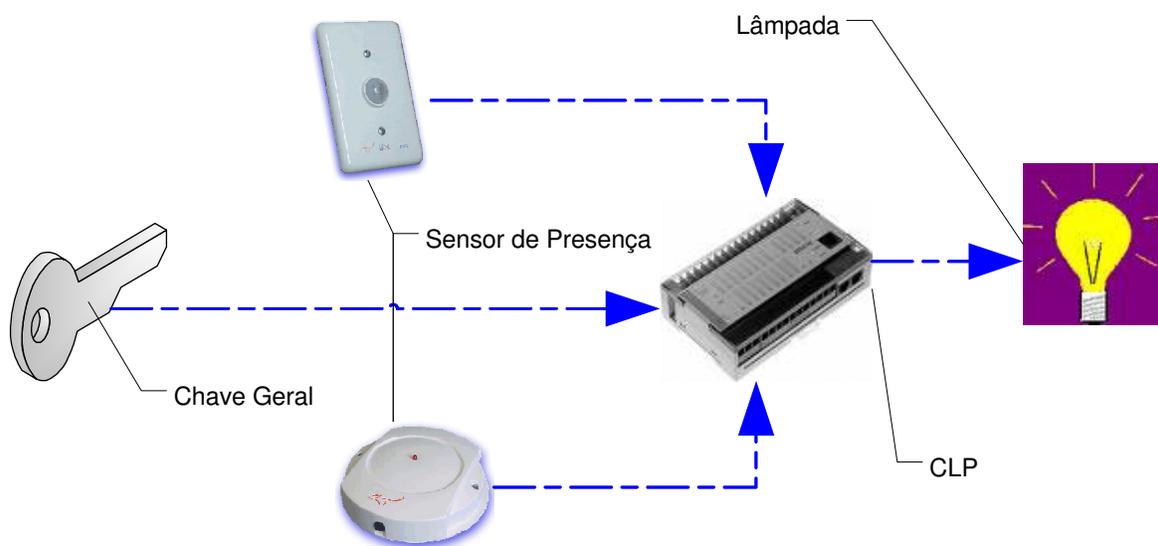


Figura 6.3 - Demonstração da estrutura do funcionamento do controle de energia por acionamento de lâmpadas.

Descrição Entrada	Entradas	Cômodo Correspondente
Chave Geral de Iluminação	X0	Iluminação Geral
Sensor de Presença	X1	Suíte
Sensor de Presença	X2	Quarto 1
Sensor de Presença	X3	Quarto 2
Sensor de Presença	X4	Sala de Estar
Sensor de Presença	X5	Sala de Jantar
Sensor de Presença	X6	Cozinha
Sensor de Presença	X7	Banheiro Suíte
Sensor de Presença	X8	Banheiro Social

Tabela 6.2 – Correlação dos sinais de entrada da iluminação com as respectivas saídas

- **Grafcet do Controle de Energia**

Neste ponto é colocada a representação gráfica do sistema automatizado utilizando a ferramenta do **Grafcet**.

Estas representações gráficas são referentes à somente um sistema de controle,

estendendo-se a todos os sistemas de controle de energia da residência podendo haver variações somente no tempo de espera do desligamento (figura 6.4).

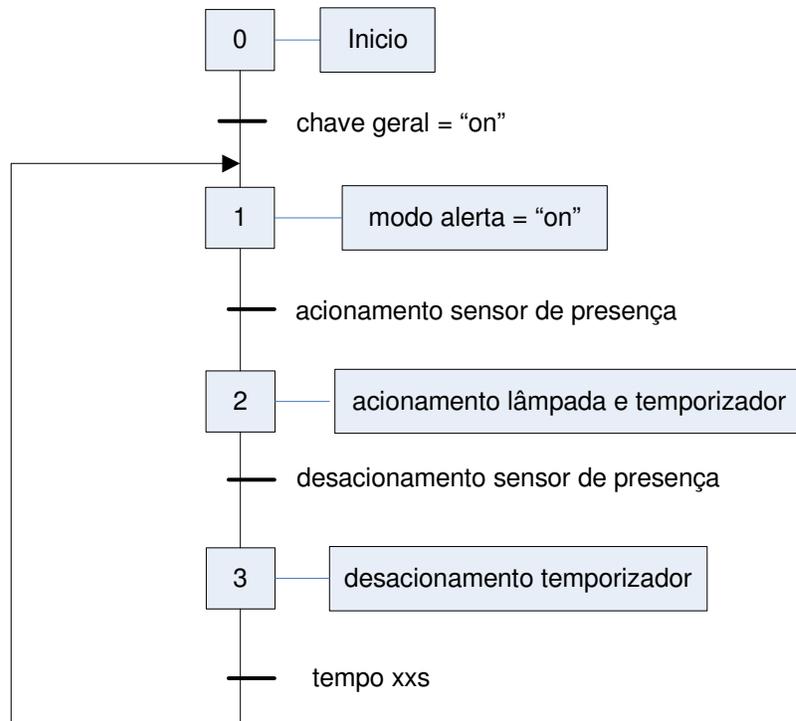


Figura 6.4 - Demonstração do Grafcet do funcionamento do controle de acionamento de lâmpadas – geral.

- **Programação Ladder do Controle de Energia**

Nesta parte temos a apresentação da programação Ladder utilizada para a automação do controle das lâmpadas (figura 6.5).

Na sua descrição temos uma chave geral N/A em série com duas chaves N/A em paralelo dando operação a um temporizador a um elemento final. O primeiro contato refere-se a chave geral dos sistema de controle de energia, esta quando habilitada permite a execução da escolha entre manual ou automática estes sendo as duas chaves em paralelo. Depois de escolhido e acionado a forma de execução do sistema (manual ou automático) a o acionamento de um timer – este programado para 3s, podendo ser modificado conforme a utilização do operador – este que controlará o tempo de acionamento da lâmpada depois de desacionado qualquer contado de

acionamento. Esta programação é referente à somente um sistema de controle, podendo se estender a todos os sistemas de controle de energia, ou seja, todos os cômodos internos e externos, uma vez que todos os sistemas são similares, podendo haver variações somente no tempo decorrido e no caso da programação nos números ou dados das entradas e saídas.

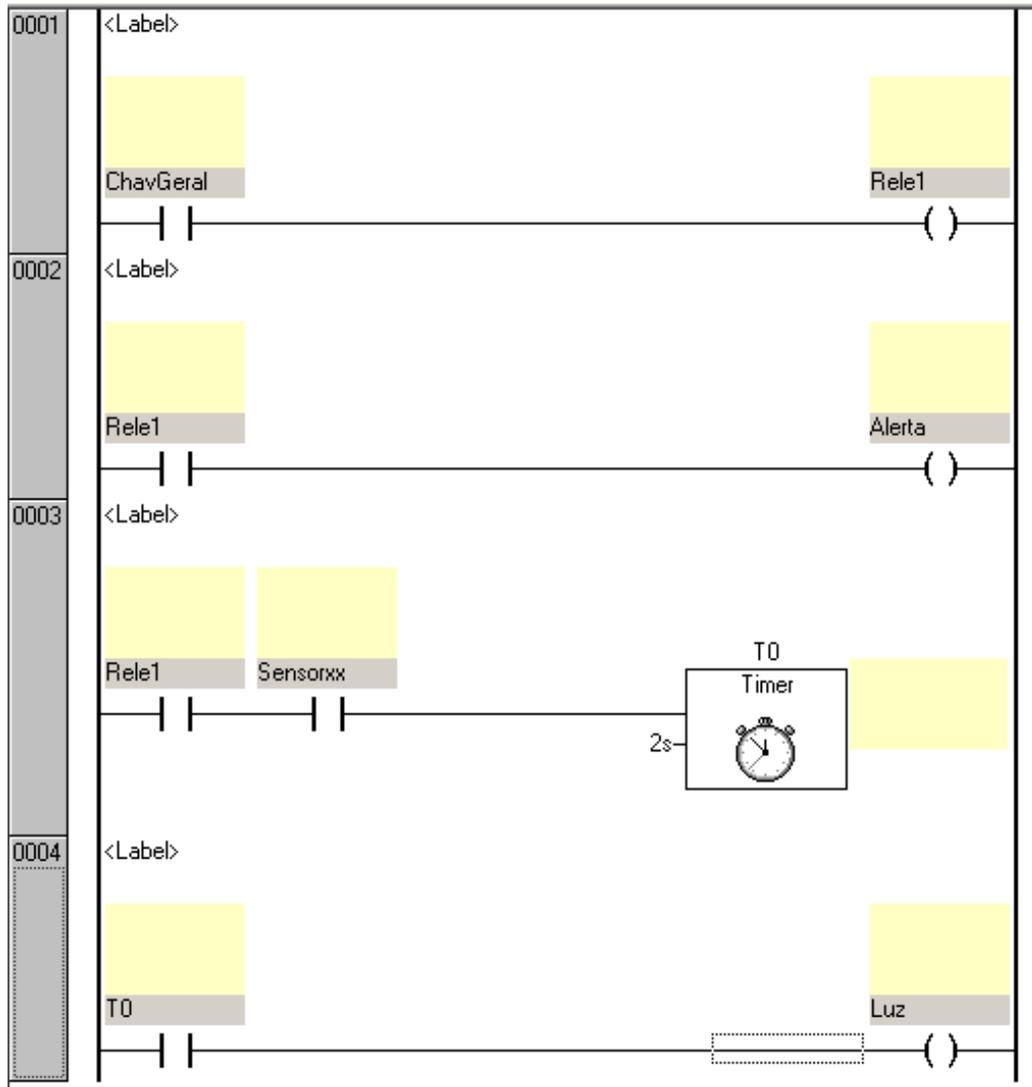


Figura 6.5 - Demonstração da programação Ladder do funcionamento do controle de acionamento de lâmpadas – sala de estar.

## 6.4 Controle da Segurança - Alarme

Os controles da segurança são referidos a fim de detectar quaisquer sinais de arrombamento ou invasão da propriedade.

O programa referido é constituído para ativar o alarme (sirene) caso haja detecção de intrusos na parte externa da residência e arrombamentos nas portas e janelas da residência.

Para o controle da segurança serão usados sensores de ultra-som e infra-vermelhos, mediante a suas aplicações, descritas no capítulo anterior, para as necessidades de aplicação, podendo ser os mesmos da aplicação do controle de iluminação externa e para as portas e janelas em caso de arrombamento serão utilizados sensores magnéticos também descritos no capítulo anterior.

- **Estruturas do Controle de Segurança**

A estrutura do controle da segurança leva em conta o número de portas e janelas e a quantidade de sensores dispostos na parte externa, tendo em vista um único objetivo de acionamento que a ativação do alarme (sirene).

Nesta estrutura haverá dispostos sensores para duas portas, quatro janelas e dois sensores externos, totalizando oito sinais de entrada e somente um sinal de saída - a sirene (figura 6.6).

O funcionamento deste controle será demonstrado na apresentação do **Grafcet**, onde mostrará as etapas de funcionamento deste sistema.

A disposição dos sinais de entrada e os de saída será descrito na programação **Ladder** que distinguirá a partir de entradas e saídas os seus funcionamentos.

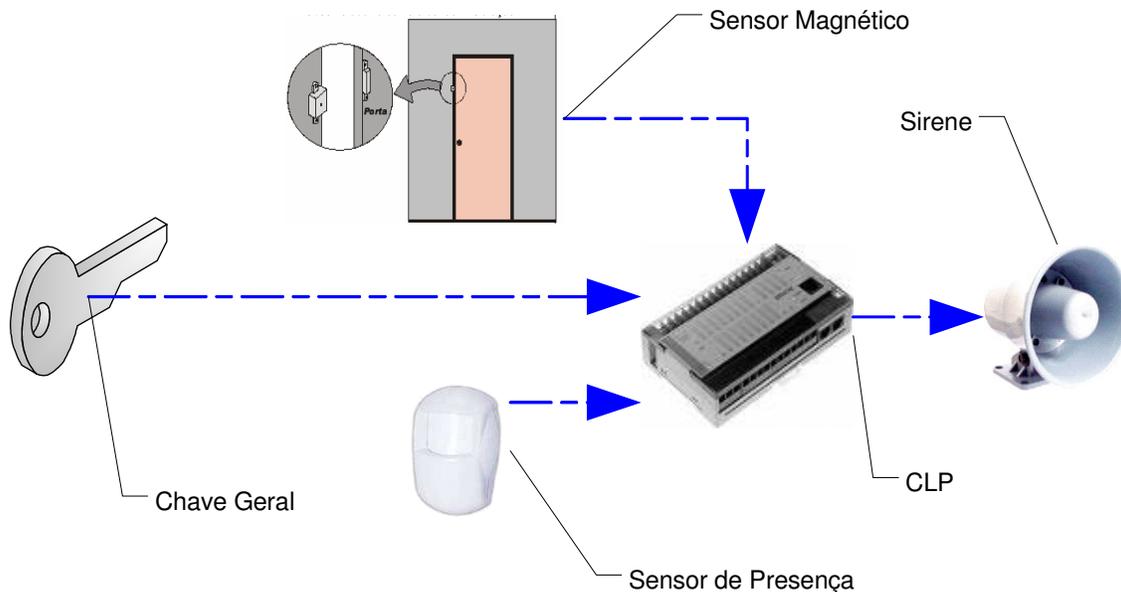


Figura 6.6 – Demonstração da estrutura do funcionamento do controle segurança.

Sinal de Entrada	Entradas	Saída	Descrição da Saída
Chave Geral do Alarme	X9	SRN	Sirene
Sensor Magnético Porta	X10		
Sensor Magnético Porta	X11		
Sensor Magnético Porta	X12		
Sensor Magnético Porta	X13		
Sensor Magnético Porta	X14		
Sensor Magnético Janela	X15		
Sensor Magnético Janela	X16		
Sensor Magnético Janela	X17		
Sensor Magnético Janela	X18		
Sensor Magnético Janela	X19		
Sensor Magnético Janela	X20		
Sensor de Presença	X1		
Sensor de Presença	X3		
Sensor de Presença	X4		
Sensor de Presença	X6		

Tabela 6.3 – Correlação dos sinais de entrada do sistema de segurança com a respectiva saída

- **Grafcet do Controle de Segurança**

No controle de segurança é colocada a representação gráfica do sistema automatizado utilizando a ferramenta do **Grafcet**.

A sua representação pode ser demonstrada na representação na forma descritiva e funcional, onde na primeira etapa temos o sistema em repouso tendo em sua transição o alarme desativado, seguindo para a próxima etapa temos o acionamento de um interruptor geral que ativa o sistema para que fique em modo alerta, pronto para o próximo passo tem-se o acionamento dos sensores de presença ou os sensores magnéticos, que por sua vez acionam o alarme que só poderá ser desativado pela chave geral, colando o alarme de novo em repouso (figura 6.7).

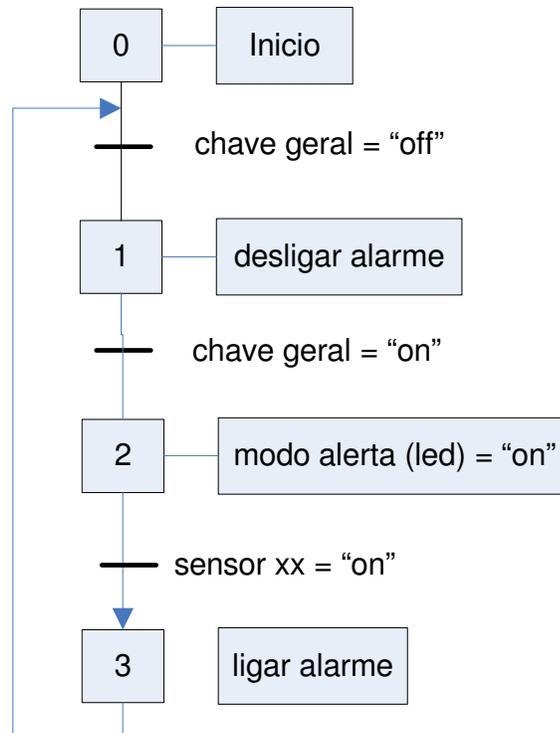


Figura 6.7 - Demonstração do Grafcet do funcionamento do controle do alarme – sala de estar.

- **Programação Ladder do Controle de Segurança**

Nesta parte apresenta-se a programação Ladder utilizada para a automação do controle do sistema de segurança (figura 6.8).

Na sua descrição observa-se uma chave geral N/A em série com quatro chaves N/A em paralelo, dando operação a um relê para um elemento final. O primeiro contato refere-se à chave geral do sistema de controle de segurança. Esta quando habilitada permite o próximo passo, o acionamento de um dos sensores de segurança, seja ele magnético ou de presença. Tendo sinal

em qualquer um deles haverá o acionamento do relê que sela os contatos e aciona o alarme (sireme).

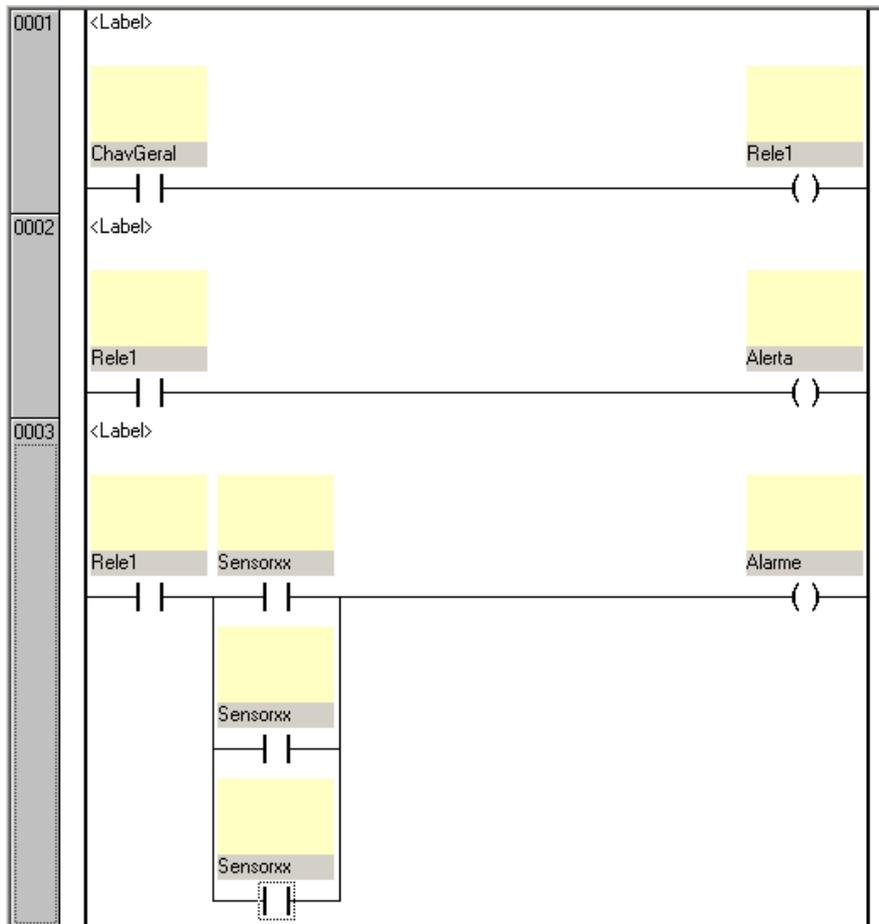


Figura 6.8 - Demonstração da programação Ladder do funcionamento do controle de acionamento do alarme – cômodo sala de estar.

## **6.5 Conclusão**

Neste capítulo, foram demonstrados alguns exemplos de simples automação, feito através de uma linguagem tipicamente industrial. Os sistemas automatizados foram escolhidos por base na necessidade de utilização como a economia de energia e a segurança.

Para esta automação foram utilizados diagramas de estruturas de automação, descrevendo o caminho da entrada do sinal, passando pelo controlador e por fim executando o elemento de saída. A forma de descrição de funcionamento descrita a través do Grafcet, com todas as suas etapas de funcionamento e as transições de acionamento e por fim um exemplo de programação Ladder, demonstrando a programação do controlador lógico.

A seguir será apresentada a conclusão final do trabalho e suas perspectivas futuras, finalizando assim esta dissertação e expondo a visão futura para novas aplicações.

## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Como citado nos primeiros capítulos deste trabalho, hoje no mercado existem protocolos para automação residenciais já definidos e estruturados, podendo assim, o dono da residência comprá-los e instalá-los em casa sem muita dificuldade.

O presente trabalho apresenta uma forma paralela de aplicação deste tipo de automação, trazendo para o mercado, equipamentos de simples operações, encontrado em qualquer rua de comercio de equipamentos elétricos, e uma estrutura de comando encontrado na área industrial.

Na apresentação da implementação do sistema de automação, foram descritos maneiras para se fazer uma automação limpa, ou seja, de simples acesso e compreensão a um possível usuário e outras pessoas que estariam interessadas no trabalho.

Um ponto interessante a ser pesquisado ainda seria a implementação da cablagem da residência, mostrando toda a rede de comunicações entre os equipamentos e o CLP. Outro ponto seria a implementação de um software periférico de acompanhamento e reprogramação do sistema, este poderia informar ao usuário qual a situação da sua residência e até mostrá-la por câmeras acopladas, desde que o software tivesse conexão com Internet.

O mercado de automação residencial ainda é uma criança, abrigando diversas novas oportunidade de negócio, foi estimada para os próximos anos um movimento de bilhões de dólares para este mercado, e empresas como IBM, Microsoft, CISCO, Ericson, Intel, Echelon, GE, Siemens, Sony, Phillips e muitas outras estão abrindo seu campo de pesquisa e criando seus próprios padrões de implementação de sistema de automação residencial.

Em conclusão, a domótica é uma ciência em crescimento, ainda com poucos protocolos bem definidos. Buscou-se neste trabalho apresentar a utilização de meios e métodos aplicados à automação industrial e transferi-los para a automação doméstica.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adept Systems Inc, Boca Raton-FL, AC Reference Implementation of the LonTalk Protocol on the MC68360 Revision 1.7, Julho 1998, disponível em [www.adeptsystemsinc.com](http://www.adeptsystemsinc.com) acessado em 05-02-2002.

AGOSTINI, Renata. Apartamentos Inteligentes, <<http://www.aureside.org.br/imprensa/default.asp?file=45.asp>> acesso em 12/01/2007.

AMORY, Alexandre; PETRINI, Alexandre. 2001, 142f. Sistema Integrado e Multiplataforma para Controle Remoto de Residências. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

ANGEL, Patrícia Marta. **Introducción a la domótica**: tomo I. Embalse: EBAI, 1993.

ALLEN, Bob e Brian Dillon, " Environmental Controland Field Bus Systems ", Dublin, 1997

BALLY, Mark, CEBUS Industry Council (CIC), disponível em <http://www.caba.org/standardsgroupset.html> data do último acesso 15/11/2001.

BATBUS e EIB Disputa pelo Padrão do BUS de Instalações, Revista Eletricidade Moderna nº 232, São Paulo, 1993.

BESSEN, Nelson. **Sistema domótico para automação e controle de um cômodo residencial**. 1996. 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

BOLZANI, Caio Augustus Morais. Desenvolvimento de simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos / C.A.M. Bolzani. – ed. rev. – São Paulo, 2004. 115 p.

- BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **The unified modeling language user guide**. [S.l.]: ACM Press Books, 1999.
- BRETERNITZ Vivaldo José. **Domótica**: as casas inteligentes. jun. 2001. Disponível em: <<http://www.widebiz.com.br/gente/vivaldo/domotica.html>>. Acesso: em 30 mar. 2005.
- BRIERE, Danny, HURLEY, Pat, HURLEY, Patrick, Smart Homes for Dummies, USA, Hungry Minds, 1999.
- BUSHBY, S.T., Back to Basic about BACnet, National Institute of Standards and Tecnology, Ashrae SPC Committee, 1993.
- CASA PLUS. **Domótica**. Portugal, [2004]. Disponível em: <<http://www.casaplus.pt/domotica/domotica.html>>. Acesso em: 30 mar. 2005.
- CASTRO Neto, Jayme, Edifícios de Elevada Tecnologia, São Paulo, ED.Carthago, 1994.
- DORNAN, Andy. **Wireless communication** – o guia essencial de comunicação sem fio. Tradução Fábio Freitas. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- ECHELON CORP., LONWORKS Products, Palo Alto, 1994.
- ECHELON CORP., Underlying Protocol of Echelon's LONWORKS Network, Palo Alto-CA, 1999, disponível em [www.echelon.com/protocol](http://www.echelon.com/protocol), acessado em 05-02-2002.
- EIA Eletronic Industries Association, Handbook of Home Automation System (CEBus).
- EIA/IS 60, Washington-USA, 1992.
- EIB. INFORMATION KIT, Disponível em <<http://www.eiba.com>>. Acesso em 12 janeiro 2004.
- FERNANDES, Pedro Miguel de Miranda. Aplicações Domóticas para Cidadãos com Paralisia Cerebral. Disponível em <<<http://www.bibliotecadigital.com>>>. Acesso em 16 abril 2004.

FOUT, Tom, Universal Plug and Play no Windows XP, Microsoft Corporation, Julho 2001.

FURNESS, H., Digital Communications Provides Control Engineering, 1994.

GERHART, James, Home Automation & Wiring, USA, McGraw-Hill, 1999.

GOOSSENS, Marc, The EIB System for Home & Building Electronics, EIBA S.C., Brussels,

INSTABUS EIB, Comando e Gestão Técnica de Edifícios, SIEMENS

KRÜGER, Erasmo. **Protótipo de sistema de segurança predial através de monitoramento utilizando recursos da internet.** 2002. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. LIPPMAN, Stalnley B. **C# - um guia prático.** Tradução Werner Loeffler. Porto Alegre: Bookman, 2003.

LOCKAREFF, Mark, "Lonworks - An Introduction" in Home Toys Article 1996-2000

MALUF, Augusto J., MARTE, Cláudio Luiz, MARTINI, José Sidnei Colombo, A Influência de Redes Comerciais e barramentos de Campo em Edifícios Inteligentes, 6º Congresso Nacional de Automação Industrial CONAI 94, São Paulo, 1994.

MARTE, Cláudio Luiz, Automação Predial A Inteligência Distribuída nas Edificações, São Paulo, Ed.Carthago, 1995. MARTE, Cláudio Luiz, MARTINI, José Sidnei Colombo, Aspectos Tecnológicos da Automação Predial, V ENIE Encontro Nacional de Instalações Elétricas, São Paulo, 2000.

MARTE, Cláudio Luiz, COSTA, Hebert R.N., FOGAGNOLI, José S.C., A Influência de Sistemas de Automação no Comportamento Energético das Edificações, 5º Congresso Nacional de Automação Industrial CONAI 92, São Paulo, 1992. MICROSOFT, Universal Plug and Play no Windows XP Um Exemplo de Rede UpnP, Junho de 2001, disponível em <http://www.microsoft.com/windowsxp/pro/techinfo/planning/upnp/example.asp> e

<http://www.microsoft.com/brasil/technet/artigos/windowsxp/upnpxp.asp> data do último acesso 22/02/2002.

MURATORI, José Roberto. Mercado de automação residencial, os próximos passos. Disponível em <<<http://www.estoke.com.br/downloads/automacao.pdf>>>. Acesso em 02/02/2007.

RAJI, Reza, "The Lonworks Solution and Your Home" in Home Toys Article, October, 1999

RYE, Dave, "X-10 Ltd. Group History and Overview" in Home Toys Article June 1997

Revista Eletricidade Moderna. A Casa Inteligente Versão Americana, nº 235, São Paulo, 1993.

Revista Mercado de Automação Residencial, Edição 01 Jan/Fev/Mar de 2001, Graphia Editora Técnica e Cultural Ltda, São Paulo-SP, 2001.

Revista Mercado de Automação Residencial, Edição 02 Abril/Maio/Junho de 2001, Graphia Editora Técnica e Cultural Ltda, São Paulo-SP, 2001.

SCHOFIELD, Julie A., Home Automation Takes Off, Design News, 1995.

SOUZA, José Rubens Alves de, Sistema Bus : As Instalações Elétricas na Era das Redes Locais, Revista Eletricidade Moderna nº 232, São Paulo, 1993.

STRASSBERG, Dan, Home Automation Buses: Protocols Really Hit, EDN, 1995.

VALE, Henrique M. F., Duarte, José A. C., Brazete, Sidónio M., Duarte, A. Manuel de Oliveira, "Desenvolvimento de Aplicações para Sistemas Domóticos utilizando programação orientada por objectos em C++" in Revista do DETUA, vol.1, nº 4, Setembro, 1995

WACKS, Kenneth P. Ph D, "Introduction to the CEBus Communications Protocol", HTI News Article, 1997

WACKS, Kenneth P. Ph D, "Introduction to the LonTalk Communications Protocol" in HTI News Article, October, 1997

WACKS, Kenneth P. Ph D, "Introduction to the Smart House System", in HTI News Article,  
December, 1997

WEBB, Warren, "Consumer Bus Defends Home Turf" in EDN Access, August, 1999

WRIGHT, Maury, "Home Invasion: Commercial Networks Move In" in EDN Access, August,  
1999

## **CONGRESSOS:**

BETTONI, Roberto Luiz, Estudo de Caso Automação Predial INCOR, Congresso

BICSI 2001, São Paulo, 2001.

FALGUERA, Luiz Fernando, ORTRONICS, Norma 570-A e Sistema de Automação Residencial, Congresso BICSI 2001, São Paulo, 2001.

FORTI, José Cândido, AURESIDE, Principais Protocolos e Padrões Usados em Automação Residencial, Congresso BICSI 2001, São Paulo, 2001.

FRAZATTO, Cezar, Sistema de Avaliação da Inteligência em Edificações , Congresso

BICSI 2001, São Paulo, 2001.

GOLDSTEIN, Victor, IBM, Soluções no Mercado Imobiliário Novos Empreendimentos e Retrofits, Congresso BICSI 2001, São Paulo, 2001.

MARQUES, Flávio, Furukawa, Sistema Multimídia CATV e WEBTV no Cabeamento, Congresso BICSI 2001, São Paulo, 2001.

MURATORI, José Roberto, AURESIDE, Integração de Sistemas Residenciais, Congresso BICSI 2001, São Paulo, 2001.

RAMIREZ, Gustavo, Chloride, Gerenciamento de No-Break para Infra-Estrutura, Congresso BICSI 2001, São Paulo, 2001.

**WEB PAGES:**

[www.aureside.org.br](http://www.aureside.org.br)

[www.caba.org](http://www.caba.org)

[www.cebus.org](http://www.cebus.org)

[www.domosys.com](http://www.domosys.com)

[www.ge.com](http://www.ge.com)

[www.intel.com.br](http://www.intel.com.br) - UPnP

[www.microsoft.com.br](http://www.microsoft.com.br) - UPnP

[www.mitsubishi.com](http://www.mitsubishi.com)

[www.siemens.com](http://www.siemens.com)

[www.x10.com](http://www.x10.com)

[www.x10br.com.br](http://www.x10br.com.br)

[www.x10pro.com](http://www.x10pro.com)

[www.ifox.com.br](http://www.ifox.com.br)

[www.tracom.com.br](http://www.tracom.com.br)

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Modelagem\\_computacional](http://pt.wikipedia.org/wiki/Modelagem_computacional)

## ANEXO A - Elementos de Entrada

<p style="text-align: center;"><b>Sensor de Ocupação de Ultrassom – MODELO FUTURA – IFOX</b></p> <p>Características Gerais:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ideal para longos corredores, halls de edifícios, estoques, escadarias, salas de escritórios, diretorias, repartições públicas, reuniões, conferências, depósitos, corredores, escritórios, etc..;</li><li>• Deve ser instalado no teto;</li><li>• Ajuste de sensibilidade e de tempo de acionamento;</li><li>• Personalize seu tempo de acionamento, até 1 hora;</li><li>• Excelente sensibilidade, Cobre área de até 3 sensores de infravermelhos.</li></ul> <p>Características Elétricas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Abrangência de 360 graus;</li><li>• Longo alcance, até 20 metros (8 metros lateral);</li><li>• Capacidade normal de 500 Watts para 110V e 1000Watts para 220Volts.</li></ul>	 A photograph of a white, circular ultrasonic occupancy sensor. The device has a central lens and a small red LED indicator. It is shown from a slightly elevated perspective, highlighting its circular shape and the mounting holes around the perimeter.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Sensor de Infravermelho – MODELO ECO-03 -  
IFOX**

Características Gerais:

Ideal para *halls* pequenos de edifícios, estoques pequenos, escadarias, etc...;

Possui fotocélula, para acender a lâmpada somente quando houver penumbra / escuro;

Deve ser instalado na parede substituindo o interruptor;

Não possui ajuste de sensibilidade. (Sempre no máximo);

Características Elétricas:

Abrangência de 90 graus;

Médio alcance, até 4,5 metros frontal e 2,5 metros de raio.

Capacidade normal de 150 Watts



### **Sensor magnético – PPA**

#### Características Gerais:

É um transmissor com um Sensor reed acoplado responsável por monitoramento de portas e janelas diversas.

Possui sistema eletrônico de detecção de carga de bateria baixa emitindo um som através do buzzer localizado na central

Sua montagem é com tecnologia SMD garante maior qualidade.

#### Características Elétricas:

Consumo stand by : 1 a 3 uA

Consumo em Operação: 6,5 mA

Frequência de Operação: 433,92 Mhz

Tensão Máxima de Operação: 13 Vcc

Durabilidade da Bateria: 06 MESES.



### **Sensor Infravermelho Passivo – Sensit PPA**

#### Características Gerais:

Elemento piroelétrico com encapsulamento blindado;

Lente de Fresnel com 24 zonas de detecção;

Volume de detecção: alcance de 13 metros e ângulo de detecção de 120 graus;

Led de teste com liga/desliga;

Sensibilidade: ajustável em dois níveis;

Tempo de acionamento: 2 segundos;

Tempo de estabilização: 60 segundos;

Interruptor tamper (exceção à versão custom);

Montagem em SMD;

Imunidade a pequenos animais de até 12 Kg.

#### Características Elétricas:

Tensão de alimentação: faixa de 10 até 18 Vdc;

Alimentação com bateria de 9Vdc;

Consumo: 50 uA em stand by e 120 uA em detecção.



### **Sensor de Umidade - Tracom**

#### Características Gerais:

- Faixa de operação: 0 – 200 centibars / kPa
- Totalmente em estado sólido
- Não dissolve no solo
- Precisão linear, mesmo em solos úmidos (abaixo de 50 centibars)
- Não é afetado por temperaturas de congelamento
- Compensação interna para níveis de salinidade geralmente encontrados.
- Dimensões: 23 x 83 mm



## ANEXO B - Elementos de Saída

<p style="text-align: center;"><b>Sirene Eletrônica – DNI 3110</b></p> <p>Características Gerais:</p> <p>Bitonal;</p> <p>Dimensões: 10,0 x 10,0 x 11,0cm.</p> <p>Características Elétricas:</p> <p>Alimentação: 12 V;</p> <p>Consumo: 0,4A/4W;</p> <p>Intensidade: 115dB</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

**Válvula de entrada de água - reta 1 entrada e 1 saída –  
Modelo EVA 1 Emicol**

Características Gerais:

Corpo: termoplástico;

Filtro: plástico (removível);

Partes metálicas: aço bicromatizado;

Membrana: borracha (padrão) ou silicone (atóxica);

Terminais: latão;

0,2 to 8,0kgf/cm<sup>2</sup> (vazão mínima = 7 l/min. Com 0,2 kgf/cm<sup>2</sup>; vazão mínima = 40 l/min. com 8,0 kgf/cm<sup>2</sup>);

Temperatura máxima do líquido: 60°C;

Rigidez dielétrica: 1.500 VCA – 1min.;

Saída de água (conexão para mangueira):

Disposição geométrica em relação à entrada: reta

Número de entradas / saídas: 1 entrada / 1 saída

Vida útil: >50.000 operações (3,5 Kgf/cm<sup>2</sup>)

Tipo de terminal (alimentação): Faston 6,3mm x 0.8mm.

Características Elétricas

Bobina: Tensão:

127 VCA/ 60Hz (bobina amarela)

220 VCA/ 50-60Hz (bobina preta)

12 VCC (bobina azul)

24 VCC (bobina verde)

220 / 240 VCA/ 50Hz (bobina vermelha)



## **ANEXO C – Controlador Lógico Programável – FST 4.10**

### **Configuração, parametrização, programação, diagnóstico:**

O sistema de programação FST suporta o processo de desenvolvimento em si muito além da programação final dos controladores FEC Compact, FEC Standard e CPX-FEC.

- Fácil programação de toda a seqüência de um componente da máquina em poucas etapas.
- Simples conexão à rede, simples operação da máquina com o suporte do FED Designer.
- Disponibilidade mundial de especialistas em FST.
- Prática: uma ferramenta de programação para todos os controladores, desde o menor FEC até o CPX modular.
- Confiável: já foram feitos mais de 200.000 instalações com o FST no mundo inteiro em praticamente todas as áreas da tecnologia de produção.
- Um sistema de programação potente e de fácil utilização.

### **Resumo das novas características:**

- Integração da funcionalidade CPX-FEC com uma ferramenta ergonômica de configuração;
- Documentação otimizada do usuário;
- Integração do Modbus TCP.

### **Suporte às seguintes funções essenciais:**

- Interface de usuário de fácil utilização;
- A criação do programa pode ser inicializada imediatamente;
- É possível criar variáveis online durante a programação;
- Linguagens de programação diagrama ladder e linguagem estruturada;
- Programação simplificada de seqüências passo-a-passo;
- Fácil criação de programas e edição de programas existentes via Ethernet;
- Criação extremamente prática de tabelas de comunicação (strings);
- Suporte fácil para Profibus-DP, AS-i e sistemas de Fieldbus;
- Fácil configuração de um sistema de comunicação descentralizado via Ethernet com a ajuda do protocolo EasyIP

## **ANEXO D – Artigo – A casa Inteligente**

Rosário, João Maurício; A casa inteligente. Site: <http://www.universia.com.br>, publicado em 06/08/2004

Computadores cuidando do gramado, da segurança e da qualidade de vida do lar, comunicação remota instantânea com eletrodomésticos e saguões de prédio que sabem exatamente onde você está, iluminando entradas, portas de garagens que só abrem quando reconhecem o dono e elevadores que saúdam o transportado com sua música predileta.

Para boa parte das pessoas, idéias como estas soam como mera extravagância futurísticas. A verdade, porém, é que todas elas são não apenas factíveis como já fazem parte da vida cotidiana de uma parcela da população que tende a aumentar nestes próximos anos. Os setores de automação residencial e predial são um dos novos atrativos do mercado de tecnologia digital e prometem gerar negócios de bilhões de dólares ao longo do planeta nos próximos anos.

No Brasil, o Laboratório de Automação Integrada e Robótica da UNICAMP saiu à frente desta nova revolução, constituindo um grupo de pesquisa na área de Automação Predial e Residencial, a partir da utilização de controladores programáveis e linguagens dedicadas para implementação de "casas inteligentes" com baixo custo de implementação.

### **O Futuro Automatizado - ficção ou realidade.**

Quem acompanhou as visões que a ficção literária e cinematográfica das décadas de 1950 e 60 tinha do futuro automatizado tem razões para se decepcionar com a falta de robôs domésticos, de carros voadores e de computadores inteligentes, pois atualmente, embora não estejamos morando em estações espaciais e usando tele-transporte para evitar o congestionamento, atualmente já é possível criar a cena desejada pelo morador de uma residência, através do controle de iluminação, música, *hometheater* e outras variáveis, equipamentos estes já disponíveis no comércio, e embora seus custos atuais venham se reduzindo, eles ainda são inacessíveis para boa parte da população. É possível construir coisas realmente fantásticas com a tecnologia hoje disponível.

## **O Surgimento da Automação Residencial**

Dentro dessa área o protocolo X-10 é um protocolo de automação residencial, bastante difundido nos EUA, cujos sinais para os módulos de controle trafegam na rede elétrica da casa. Isto torna sua instalação extremamente simples e os módulos podem ser vendidos em supermercados e lojas de departamento. Entretanto esse protocolo apresenta um custo elevado de implementação, que inviabiliza sua utilização em larga escala.

A demanda para automação predial é cada vez maior e presente, uma vez que sistemas de circuito fechado de tevê, iluminação baseada em sensores de presença e portões automáticos são coisas já corriqueiras, entretanto estes dispositivos funcionam independentemente, sem serem integrados e controlados globalmente.

Com a integração, cada sistema tem informações do outro e, assim, um pode influenciar nas decisões dos outros. Para automação residencial, o mercado é diferente. Só agora é que se percebe que ter uma casa automatizada, ou casa inteligente, não é algo apenas para alguém muito rico ou para um futuro distante, acompanhando a evolução da micro-eletrônica.

### **A Realidade nacional**

Num país como o Brasil, com milhões de pessoas morando em favelas, onde a realidade é muito dura e que falar em automação, onde muitas regiões não possuem nem saneamento básico, não faz sentido. Mas é verdade também que o público-alvo do tipo de produto que esse mercado atinge, vem se tornando cada vez maior, com custos cada vez mais acessíveis.

Boa parte dos produtos ainda procura dar conforto e até status, mas muitas vezes trata-se de investimento no conforto e melhoria de vida, além de contemplar aspectos relativos à segurança residencial e predial, e no caso que já atinge grande parte da população, no projeto de controle de instalações prediais de grande porte, como hospitais públicos e postos de saúde, prefeituras, distritos residenciais, escolas, prédios públicos e condomínios residenciais.

### **A Automação Residencial na UNICAMP**

O Laboratório de Automação Integrada e Robótica da UNICAMP implementou uma aplicação-teste do projeto de uma Planta Piloto de um Edifício Inteligente, representando através de uma maquete, um dos blocos da Faculdade de Engenharia Mecânica, permitindo assim, o estudo de caso de um bloco típico do conjunto arquitetônico implementado no decorrer dos últimos anos na UNICAMP.

Esta maquete possui três andares, todas as portas, janelas e entradas possuem sensores de presença. A caixa d'água superior tem sensores de nível, existindo também o controle de entrada de veículos no prédio, através de uma guarita automatizada, o controle de acesso num elevador de três andares, existindo também sensores de presença nos ambientes do interior para controle de luminosidade em função do horário e ambientes onde existem pessoas trabalhando, de modo a permitir o gerenciamento do consumo de energia, e possíveis desperdícios.

Os sinais enviados por estes sensores, comandam a bomba instalada na caixa d'água de baixo, a iluminação dos andares e os outros sistemas. Um Controlador Programável Industrial - CLP recebe informações da planta no computador de supervisão, onde foram implementadas telas animadas representando a planta predial e seus alarmes.

Através de um Sistema de Supervisão e Controle, um software permite o monitoramento dos diferentes sensores através de uma tela gráfica. Uma das principais vantagens dessa solução foi o baixo custo, simples configuração e programação, e ainda por prover comunicação da planta através da utilização de Sistema de Supervisão comercial.

### **Tarefas automatizadas típicas em edifícios e em residências**

Normalmente em edifícios automatiza-se o sistema de iluminação, que pode ser ligada e desligada pela percepção de presença ou pela iluminação externa (solar), o sistema de climatização, de elevadores, o circuito fechado de tevê, o controle de acesso e os sistemas de segurança patrimonial.

Controla-se ainda a demanda de energia elétrica, irrigação de jardins, áreas sociais, como piscinas, salões e quadras, monitoramento de gases como dióxido de carbono e GLP e detecção e

controle de incêndio. Em residências pode-se fazer tudo o que se faz em um edifício, mas de forma personalizada. Além disso, pode-se automatizar a abertura/fechamento de janelas e cortinas, home theaters, comedouros de animais, banheira de hidromassagem, distribuição de áudio e vídeo conforme a conveniência e, para falar a verdade, o que mais a imaginação mandar.

### **A tendência da Automação Residencial para os próximos anos**

Tendo em vista o aumento da criminalidade e delinqüência nos últimos anos, as implementações de sistemas voltados para a segurança serão cada vez mais comuns. Eles se disseminarão antes. Esta onda começou há muito tempo com os interfonos e portões eletrônicos e, mais recentemente, com os circuitos fechados de tevê e com as cercas elétricas. Agora ela virá com os sistemas integrados de segurança.

Em seguida chegará os sistemas de entretenimento, conectando televisão, aparelho de som, computador, central de áudio em MP3 e DVD e distribuindo seus sinais por todos os cantos da casa.

E, por fim, virão os novos sistemas de conforto: iluminação inteligente, comunicação eficiente de qualquer cômodo da casa, controle remoto de todas as funcionalidades do lar, inclusive por telefone. Entre estes últimos estará aquilo que mais se aproxima do robô faxineiro, apresentado pela ficção, que é o sistema de aspiração central a vácuo. Isto tudo já existe e seguramente não custa nenhuma fortuna.

### **Principais Impactos na nossa vida cotidiana**

É muito fácil se acostumar ao conforto, à praticidade. Difícil é perder essas coisas. Já nos acostumamos ao controle remoto, ao forno de microondas, ao telefone celular. Tudo isso era peça de futurologia há pouco tempo, mas pergunte a alguém como seria a vida sem o micro-ondas... Pense ainda nas câmeras de segurança. Em se tratando de prédios públicos pode-se dizer que elas são unanimidade. Se há 15 anos entrássemos em uma loja e percebêssemos que estávamos sendo filmados, ficaríamos intrigados e constrangidos. Hoje nos acostumamos.

E se somos filmados nos bancos, nos restaurantes, nas lojas e supermercados, por que estranharemos se o formos em casa? É natural que queiramos nos sentir protegidos lá também. Entretanto sempre questionaremos segurança e quebra de privacidade.

A palavra é conectividade. As pessoas querem se comunicar. Querem sistemas que falem entre si, que falem com o mundo. Querem uma casa que fale e que entenda o que elas dizem e pensam. O futuro caminha, em minha opinião, no sentido de se poder, cada vez mais, monitorar e comandar qualquer coisa à distância, inclusive a própria casa. Comandos por celular e via internet são os mais cotados, mas ondas de rádio também estão no páreo.

### **Exemplo de uma casa automatizada num futuro próximo**

O despertador toca às 7h. O sistema integrado liga a cafeteira. Faço um pouco de hora para levantar, mas às 7h05 começa a tocar uma música agitada no alto-falante do quarto. Levanto e olho pela varanda: a grama e as flores ainda estão molhadas, programei o sistema para irrigar o jardim às 6h. A piscina está limpa e com a água transparente, e sei que a filtragem e o controle de PH também funcionam bem. Tomo meu café e saio. Já no caminho penso se liguei a segurança da casa. Pelo celular, ligo pra casa, digito minha senha, consulto informações e ligo o alarme. Durante o dia espio pela internet como está a casa, vejo meu cachorro no quintal, bem alimentado pelo sistema automático.

Cansado, voltando do trabalho, tudo que quero é relaxar. No meio do engarrafamento teclo o número de casa e programo a banheira de hidromassagem para a temperatura de 42o C. Quando meu carro se aproxima de casa, o chip localizado no veículo o identifica. Coloco o polegar no identificador de digitais, ao lado do portão, e ele abre. Os sensores de alarme são desligados. As luzes até a entrada da casa acendem. Entro, o portão fecha. Entro em casa e começa a tocar o CD que gosto de ouvir quando chego. Coloco uma lasanha congelada no forno mas não ligo o aparelho. Vou até a banheira: está cheia, a água perfeita. Mais tarde, ainda da banheira, pego o controle remoto que comanda a casa e ligo o micro-ondas.

Curto mais alguns minutos de relaxamento. Saio do banho, me visto e a lasanha está pronta. Janto e vou deitar assistindo a um filme novo, baixado da internet pela casa, que sabe muito bem o tipo de história que gosto.