

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

RODRIGO MINGOLELLI BIONDO

Domótica: Sistemas e Aplicabilidade

São Carlos
2011

RODRIGO MINGOLELLI BIONDO

DOMÓTICA: SISTEMAS E APLICABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Escola de Engenharia de São Carlos, da
Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase
em Eletrônica

ORIENTADOR: Professor Doutor Dennis Brandão

São Carlos
2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E
PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

B615d Biondo, Rodrigo Mingolelli
Domótica : sistemas de aplicabilidade / Rodrigo
Mingolelli Biondo ; orientador Dennis Brandão -- São
Carlos, 2011.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com
ênfase em Eletrônica) -- Escola de Engenharia de São
Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

1. Domótica. 2. Automação residencial. 3.
Residência inteligente. I. Título.

Dedico esse trabalho e a graduação a meus pais por serem aquilo de melhor que tenho em mim.

Agradecimentos

Ao meu pai por se fazer presente, ídolo, fonte de inspiração e de sabedoria, brindemos mais essa vitória. À minha mãe por acreditar em mim e me ensinar que o riso é tão importante quanto a seriedade. À minha irmã por me ensinar que tenho muito a aprender.

Ao Peluso, Tozzi, Fayad, Turazzi, Dultra, amigos que tive o privilégio de herdar e que hoje me servem de norte profissional e pessoal.

Ao Professor Dennis Brandão que me deixou a vontade com o trabalho e sempre se mostrou disposto a ajudar.

Ao pessoal da música, aos amigos da República do Cardim, a minha turma, minha família.

Aos amigos de graduação que levarei para o resto da vida, Zeitona, Samir, meu sócio Nishizawa, Neves, este último serviu de mestre a todos nós, um obrigado especial pela paciência, consideração, humildade e sabedoria.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho, agradeço a Deus por não caberem todos em uma só folha.

“Navegar é preciso, viver não é preciso”

Fernando Pessoa

Resumo

Esse trabalho apresenta uma pesquisa abrangente a respeito da automação residencial, ou domótica, para isso inicia-se com uma abordagem histórica que vai desde o surgimento dessa tecnologia, sua evolução até o que ela representa na contemporaneidade onde se configura como realidade indubitável. Após a contextualização dessa tecnologia há o estudo de aspectos gerais dos principais protocolos de automação residencial existentes, de algumas das inúmeras aplicabilidades possíveis e perspectivas futuras da área.

Palavras-Chave: Domótica; Automação Residencial; Residência Inteligente

Abstract

This paper presents a comprehensive survey about home automation, or domotics, starting with a historical approach that extends from the emergence of this technology, its evolution, to what it represents nowadays, taking shape as a indubitable reality. After the contextualization of this technology, there is the study of general aspects of the main existing home automation protocols, with some of the many possible applications and future prospects of the area.

Key Words: Domotics; Home Automation; Home Intelligence

Índice de Figuras

Figura 1 - Topologias de rede	27
Figura 2 - Analogia camada OSI com empresa de correios.....	29
Figura 3 - Endereçamento X-10	32
Figura 4 - Instalação Convencional X Sistema EIB/KNX.....	36
Figura 5 - Diagrama software ETS.....	36
Figura 6 - Exemplo de uma estrutura KNX / EIB.....	37
Figura 7 - Constituição de um MPDU ("frame").....	40
Figura 8 - Tomada do sistema de aspiração central (HAYDEN)	47
Figura 9 - a) Sistema de Som 5.1 b) Sistema de Som 7.1	49

Índice de tabelas

Tabela 1- Diferença entre os sistemas de automação	25
Tabela 2 - Camadas OSI.....	28
Tabela 3 - Exemplo de Transmissores e Receptores sistema X-10.....	33
Tabela 4- Diferenças entre os protocolos.....	42
Tabela 5 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais NBR 5413.....	45

Sumário

Agradecimentos	7
Resumo	11
Abstract	13
Índice de Figuras	15
Índice de tabelas	17
Sumário	19
Capítulo 1 – Introdução	21
1.1 Apresentação	21
1.2 Objetivos	21
1.3 Organização da Monografia	21
Capítulo 2 – Revisão de Literatura	23
2.1 Domótica	23
2.2 História da Domótica	23
2.3 Sistemas de automação industrial x residencial.....	25
2.4 Conceitos	26
2.4.1 O que é um protocolo de comunicação?	26
2.4.2 Topologia de rede.....	26
2.4.3 Camadas OSI	27
2.4.4 Gateways residenciais.....	30
Capítulo 3 – Metodologia e Estudo	31
3.1 Sistemas de automação residencial.....	31
3.1.1 Sistema X-10	31
3.1.2 Sistema EIB / KNX.....	34
3.1.3 Sistema LonWorks.....	38
3.1.4 Diferença entre os sistemas	40
3.2 Aplicabilidades da Domótica	43

3.2.1	Climatização	43
3.2.2	Dispositivos Elétricos.....	45
3.2.3	Entretenimento	48
3.2.4	Segurança	49
3.2.5	Infra-Estrutura: Energia Solar	50
3.2.6	Saúde (Tecnologias Capacitadoras/Assistidas):	51
Capítulo 4 – Conclusões		53
Referências Bibliográficas		55
ANEXO A - Casa inteligente chega à classe média		57

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Apresentação

Os avanços tecnológicos associados ao novo contexto socioeconômico e ambiental do século XXI revelam inúmeras oportunidades para o desenvolvimento de sistemas inteligentes para o ambiente residencial (BOLZANI, 2010). Assim, na atualidade o compromisso da domótica (automação residencial) não só visa prover o máximo em segurança e conforto, mas também abrange o uso dos recursos de forma eficaz aliados a conceitos ecologicamente sustentáveis, uma vez que a automação e o gerenciamento remoto de dispositivos têm sido apontados como ferramentas importantes para economia e uma gestão eficiente da utilização de recursos energéticos e naturais (SENA, 2005).

Os avanços da microeletrônica e a redução dos custos associados ao processo de implantação de softwares em pequenos chips têm permitido a aplicação de sistemas de controle de processos em situações que, há alguns anos, tinham custo proibitivo. A ampla introdução de sistemas eletrônicos potencializa o papel das residências que deixam de ser uma estrutura inerte para se tornarem ativas e dinâmicas, com a possibilidade de interagirem com seus moradores e com o mundo externo. Tanto que a indústria da construção civil já considera a domótica como um fator de importante diferencial de venda, até mesmo nos imóveis para a classe média (ANEXO 1). Com isso, este trabalho de Conclusão de Curso é motivado pelo potencial dessa tecnologia bem como sua importância no cenário atual.

1.2 Objetivos

Este trabalho propõe como objetivo principal o Estudo da Domótica em aspectos gerais a fim de mostrar sua importância e o cenário em que esta tecnologia está inserida. Será realizada uma abordagem dos principais protocolos existentes bem como diversas aplicações que esta tecnologia permite. Um estudo da evolução da Domótica será feito com intuito de se obter uma melhor contextualização da tese e dos impactos para a sociedade que seu desenvolvimento trará. Assim, o trabalho envolve conhecimentos adquiridos de vários campos abordados durante o curso de graduação na busca do cumprimento dos objetivos aqui propostos.

1.3 Organização da Monografia

A monografia se estrutura de acordo com a segmentação em capítulos proposta a seguir:

Capítulo 1: Introdução - Faz uma sinopse do tema da monografia de modo a fornecer uma idéia abrangente do estudo.

Capítulo 2: Revisão de Literatura – Tem como objetivo apresentar o tema (Domótica), bem como fornecer um embasamento histórico do seu desenvolvimento. A parte de conceitos também será citada nesse capítulo, pois é um ponto importante para a compreensão do estudo.

Capítulo 3: Metodologia e Estudo – Este capítulo apresenta a metodologia usada para estudo, e cobre os pontos abordados para que os objetivos fossem alcançados.

Capítulo 4: Conclusões – Este capítulo apresenta as conclusões do estudo e também possíveis melhorias e idéias interessantes para estudos futuros.

Capítulo 2 – Revisão de Literatura

Este capítulo apresenta a Domótica, além de fornecer um embasamento histórico do seu desenvolvimento. Haverá também uma revisão de literatura de conceitos básicos de rede, pois é um ponto importante para a compreensão do estudo.

2.1 Domótica

A tecnologia de forma geral é desenvolvida para o conforto do ser humano, a rápida evolução das ciências de automação e controle permitiu a realização do que antes só era possível de se imaginar em filmes de ficção científica. Na contemporaneidade podemos, por exemplo, adquirir carros que estacionam “sozinhos” uma tarefa automática impossível de se pensar 30 anos atrás.

Formou-se um ambiente favorável para automatização da residência, tanto que se criou até um termo específico para designar automação residencial proveniente da junção do latim “Domus” (casa) com “Robótica” – A “Domótica”.

É por meio da Domótica que podemos transformar casas em ambientes integrados e altamente automatizados tornando-os mais cômodos e confortáveis. Um morador pode programar sua residência para atender suas necessidades mesmo fora dela como, por exemplo, fazer a regulação térmica da residência para estar na temperatura adequada quando chegar, bem como programar o aquecimento de uma comida pré-determinada de forma que esteja pronta ao chegar à residência. A tecnologia promove ainda benefícios que vão além do conforto, como aumento da economia, segurança, eficiência energética e valorização da residência.

Assim a automação doméstica avançada já é uma realidade e gradualmente representará uma mudança incontestável nos atuais projetos de construção, nos profissionais e na forma de utilização do lar de forma prática e sustentável.

2.2 História da Domótica

Automação é o ato de tornar a operação de um processo ou tarefa de forma automática, com pouca ou nenhuma intervenção humana, liberando o homem para tarefas mais nobres, afastando-o de atividades perigosas ou aumentando o seu tempo de lazer.

Embora as primeiras tentativas de automação tenham surgido na Antiguidade, foi com a Revolução Industrial e o surgimento comercial da eletricidade que ela ganhou um grande impulso. Com o tempo, estes conceitos foram sendo trazidos em menor escala para as residências. Devido à diferente realidade entre o uso dos dois tipos de aplicações, surgiu a necessidade de tecnologias dedicadas para estes

ambientes, onde os espaços são menores e não há necessidade de lógicas complexas.

De acordo com o jornalista Ed Driscoll, o nascimento da automação residencial teve como fator significativo a introdução da televisão em 1939. A televisão posteriormente popularizou o conceito de automação doméstica através de programas populares dos anos 1960 como *The Jetsons*. Uma série de desenvolvimentos tecnológicos no final dos anos 1960 e início de 1970 tornaram a domótica significativamente mais plausível.

Em 1964, na Feira Mundial em New York, A General Electric patrocinou uma exposição montada por Walt Disney, chamada Carrossel do Progresso. Em um palco fixo circular dividido em 6 partes, o auditório girava ao redor para acompanhar o progresso trazido pela eletricidade para dentro de casa. O último estágio era o futuro, onde se apresentava uma residência toda automatizada de caráter utópico para a época. Esta exposição foi posteriormente incorporada à Disneyland e depois à Disneyworld, onde faz sucesso até hoje.

Em 1975, uma tecnologia conhecida como X-10 permitiu que aparelhos e luzes se comunicassem uns com os outros, e os primeiros dispositivos X-10 surgiram em lojas de varejo em 1978. O sistema lançou um software de automação para computador pessoal nos anos 1980 e um sistema de segurança doméstico em 1989. Ao longo da década de 1990, uma série de propagandas sobre o X-10 ajudou a popularizar ainda mais esta tecnologia de automação residencial.

Hoje praticamente qualquer sistema eletrônico ou mecânico em uma casa pode ser aprimorado para funcionar com melhor aproveitamento e rendimento através da automatização doméstica. Ao longo dos anos, as demonstrações de casas do futuro têm impressionado as pessoas com a idéia de que a tecnologia um dia vai fazer todos os aspectos de suas vidas mais fáceis, que as nossas casas vão conversar conosco, que os computadores e as máquinas vão fazer todo o nosso trabalho.

É claro que pelo menos algumas dessas coisas ainda não se tornaram realidade, mas as tecnologias de hoje permitem fazer uma quantidade incrível de controle sobre os sistemas eletrônicos em nossas casas, com um custo cada vez mais acessível. A diferença entre um lar cheio de equipamentos eletrônicos e uma casa automatizada (também chamada de casa inteligente) é a forma como a eletrônica é integrada. Em uma casa padrão, há luzes, componentes de áudio e vídeo, monitores de segurança, aquecimento e refrigeração e equipamentos de comunicação. Com a domótica eles podem ser acessíveis a partir de vários locais da casa, podem "saber" a situação do outro componente e até responder em conformidade. Podem também ser controlados remotamente a partir da Internet ou telefone celular. Domótica

é principalmente a integração. Uma casa bem integrada permite um controle mais adequado do seu ambiente e melhor aproveitamento dos meios de entretenimento.

Estamos sempre falando em futuro, mas já está na hora de vivermos o presente, pois já existem estudos, tecnologia, projetos e residências efetivamente funcionando através dos recursos da Automação. Pretende-se por meio desta pesquisa demonstrar que o que chamamos de sonho, já é realidade.

2.3 Sistemas de automação industrial x residencial

Como visto na seção anterior os sistemas de automação industrial e residencial têm propósitos e características diferentes [Tabela 1- Diferença entre os sistemas de automação], daí a necessidade de se criar protocolos específicos variando com a necessidade de atuação ou aprimorar protocolos de automação de forma a serem flexíveis para diversos tipos de atuação (TEZA, 2002).

Automação Industrial	Automação Residencial
Projeto	
Focado na automatização da manufatura, a fim de promover a maximização da produção e um aumento da qualidade do produto	Focado no cliente, a fim de atender suas necessidades que grande parte das vezes são muito específicas
Infra-Estrutura	
Grande parte das vezes prevista e criada antes do início da obra	Na maior parte das vezes realizada depois que a obra já está pronta, o que aumenta custos.
Interface	
Complexas, já que as operações dependem de muitas variáveis de controle	Fácil e amigável, já que o cliente busca conforto e descomplicação com o sistema
Supervisão	
Monitoramento imprescindível acompanhado de relatórios de controle e auditorias	Não necessita de supervisionamento, a exceção dos sistemas de segurança e alarme. O custo seria elevado se comparado aos benefícios

Tabela 1- Diferença entre os sistemas de automação

2.4 Conceitos

Nessa seção serão apresentados alguns conceitos básicos utilizados em redes fundamentais para a compreensão do estudo.

2.4.1 O que é um protocolo de comunicação?

Um protocolo, independente do contexto, é um acórdão formal, onde ficam estabelecidas regras a serem respeitadas pelas partes envolvidas. Assim um protocolo de comunicação é um conjunto de convenções necessárias para a troca de informação entre diferentes dispositivos. Estes quando compartilham um mesmo protocolo conseguem trocar informações entre si, já que funcionam sob a mesma “linguagem”.

Podem ser do tipo:

- **Standard ou Aberto:** desenvolvido com definições publicadas para que possam ser utilizados por diferentes empresas, assim produtos de diferentes empresas podem obedecer um protocolo em comum, sendo compatíveis entre si
- **Proprietário:** Desenvolvido e patenteado por uma empresa ou grupo que detém a tecnologia e que opta por deixar outras companhias usarem ou não este protocolo.

2.4.2 Topologia de rede

O termo usado para designar a disposição física assumida pelas ligações dos dispositivos a rede, cada dispositivo ligado a rede constitui um nó. As conexões dependem do sistema usado mas podem ser feitas por condutores elétricos, tais como pares trançados ou cabo coaxial, fibra óptica, ou com tecnologias sem fio.

Os sistemas com arquitetura centralizada possuem todos os dispositivos – sensores e atuadores – interligados ao nó central de conexão, assim esses não possuem processamento interno. Em contrapartida, as redes baseadas em arquitetura distribuída não dependem do envio de dados à central já que os próprios dispositivos realizam o processamento internamente o que alivia o tráfego de dados na rede, evitando que um nó fique saturado pela descarga de muitas informações da central sendo preferidas para sistemas de automação residencial (BRAGA, 2007). Segue [Figura 1 - Topologias de rede] alguns dos principais tipos de topologias que os protocolos de comunicação utilizam:

- Estrela (Star): A topologia em estrela é usada para sistemas com arquitetura centralizada portanto é caracterizada por um determinado número de nós conectados a um dispositivo central que processa os sensores e comanda os atuadores.
- Barramento (BUS): Na topologia em **barramento** todos os nós são conectados diretamente na barra de transporte, assim a informação é transmitida para todos os nós ao mesmo tempo (o que se dá o nome de broadcast), o nó atende por um endereço logo as mensagens são recebidas apenas para quem se destina.
- Anel (RING): A topologia em anel é caracterizada por dispositivos que se comunicam em série por um caminho fechado de transmissão formando um anel. O sinal originado por um nó passa em torno do anel, sendo que em cada nó o sinal é regenerado e retransmitido. Como acontece em qualquer topologia, cada estação, ou nó, atende por um endereço que, ao ser reconhecido por uma estação, aceita a mensagem e a trata.
- Malha (Mesh): Nesse tipo de topologia os dispositivos podem se comunicar diretamente com qualquer outro dispositivo de rede de acordo com a necessidade

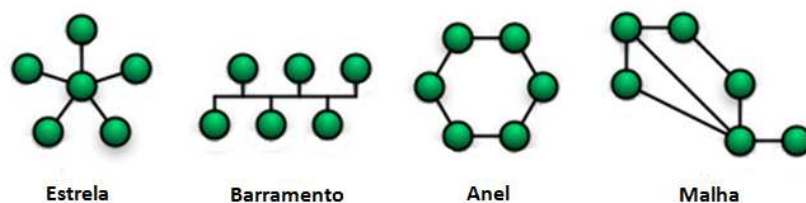


Figura 1 - Topologias de rede

2.4.3 Camadas OSI

O Modelo OSI (Open systems Interconnection) é um ótimo ponto de partida para se compreender melhor como funcionam as redes, já que estas são estruturas bastante complexas que para funcionarem, precisam que os seus diversos componentes funcionem de forma sincronizada e colaborativa.

O Modelo OSI propõe uma subdivisão da arquitetura de redes em diferentes camadas, o que facilita a compreensão do funcionamento das redes, e também permite que as subdivisões sejam projetadas de forma coerente.

O Modelo OSI possui ao todo 7 camadas [Tabela 2 - Camadas OSI] e permite que qualquer empresa desenhe novos protocolos que se adaptem aos níveis já existentes nesse sistema.

	Camada OSI	Objetivo	Serviços Oferecidos
7	Aplicação	Compatibilidade de aplicação	Objetos e tipos padrões, propriedades de configurações, transferência de arquivos e serviços de rede
6	Apresentação	Interpretação de dados	Variáveis de rede e mensagens de aplicação
5	Sessão	Controle	Autenticação
4	Transporte	Confiabilidade ponto a ponto	Confirmação de recebimento de pacotes. Seqüenciamento de pacotes. Detecção de pacotes.
3	Rede	Endereçamento e roteamento	Endereçamento dos dispositivos. Roteamento de pacotes
2	Enlace	Empacotamento e acesso ao meio físico	Empacotamento, codificação dos dados, detecção de erros por código de erros, detecção de colisões. Prioridades.
1	Física	Conexões Elétricas	Interface elétrica para o meio físico de comunicação

Tabela 2 - Camadas OSI

É possível também estabelecer uma analogia entre o modelo OSI e uma empresa de correios [Figura 2 - Analogia camada OSI com empresa de correios] para uma melhor compreensão do funcionamento das camadas (WikiCommons).

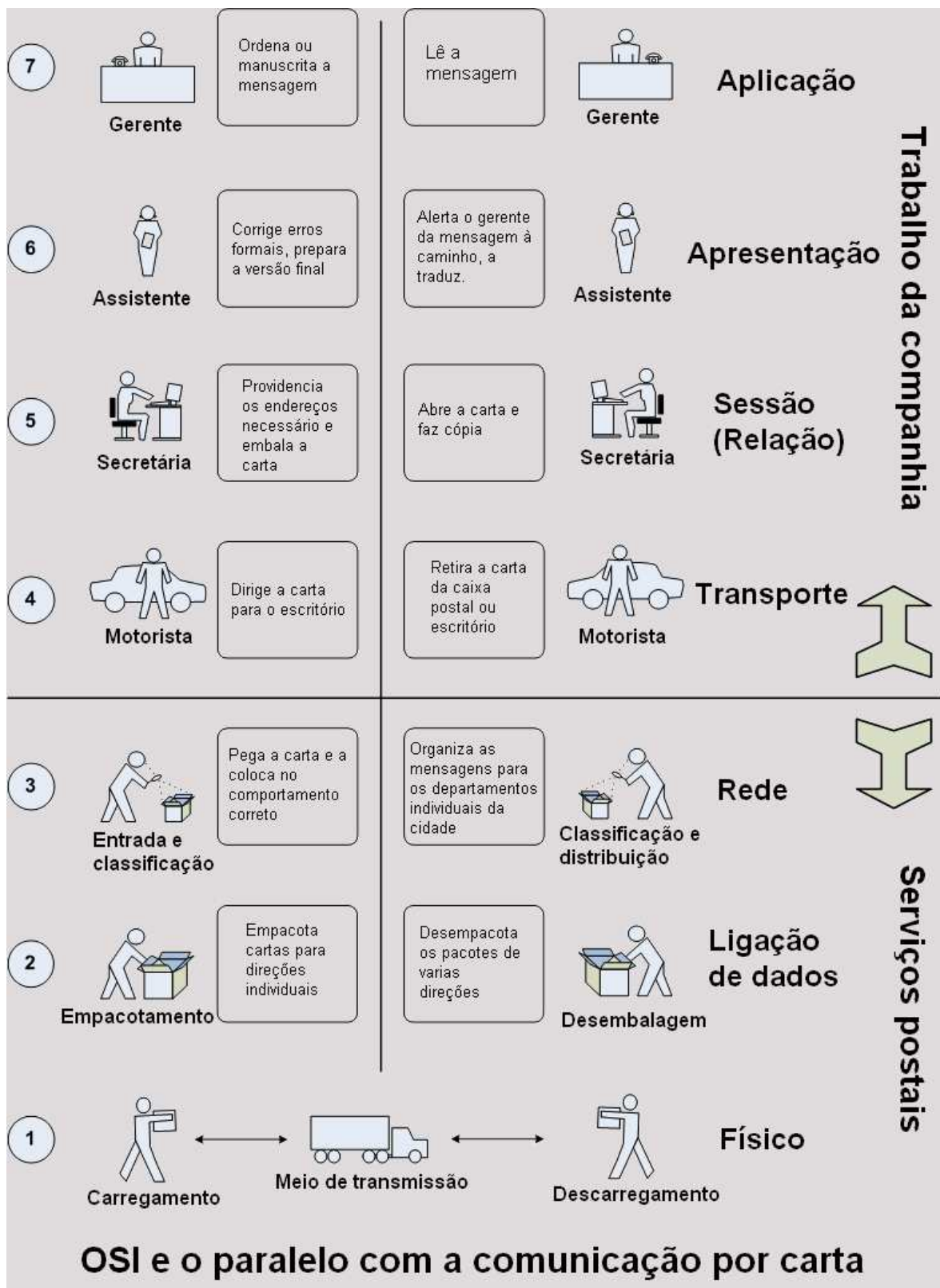


Figura 2 - Analogia camada OSI com empresa de correios

2.4.4 Gateways residenciais

Um gateway residencial é um dispositivo que permite conectar os sistemas residenciais a redes públicas de dados, como por exemplo, a internet. Por meio desse dispositivo é possível conectar o mundo exterior com a residência e, controlar de longa distância os eletroeletrônicos, sistemas de segurança, computadores pessoais, sistemas de climatização e todos os componentes ligados a rede doméstica.

Capítulo 3 – Metodologia e Estudo

Esse capítulo descreve o método de pesquisa utilizado, em que primeiramente realizou-se uma pesquisa a respeito dos sistemas domóticos existentes depois a aplicabilidade desses sistemas embasada no que é tangível por meio dos sistemas estudados.

3.1 Sistemas de automação residencial

Os sistemas de automação residencial promovem a integração e a comunicação dos dispositivos domóticos. Pode-se, por meio desses sistemas, interpretar dados de um ou mais sensores e promover a gestão dos atuadores para atendimento das especificações programadas. Através da leitura de um sensor de luminosidade como exemplo, o sistema pode realizar o controle de uma cortina automatizada juntamente com um sistema de iluminação a fim de regular a luminosidade ambiente.

Há uma vasta quantidade de sistemas de automação residencial, dentre esses foram escolhidos 3 protocolos principais por serem os mais tradicionais, utilizados, e que se apresentam como destaque no mercado. São eles:

- X-10
- EIB/KNX
- LONWORKS

A partir da escolha procurou-se descrever as principais peculiaridades de cada sistema, tendo em vista que uma abordagem completa seria impossível já que os sistemas são complexos e possuem inúmeras especificações.

A listagem completa dos protocolos existentes pode ser encontrada no site da CABA (Continental Automated Buildings Association) [<http://www.caba.org/>]

3.1.1 Sistema X-10

- História

Desenvolvido na década de 70 pela empresa escocesa Pico Eletronics. Por ser uma idéia de sucesso pioneira foi fonte de inspiração para diversos protocolos mais modernos. Hoje é um sistema bastante difundido, sua patente expirou em dezembro de 1997 assim tornou-se possível o desenvolvimento de novos produtos baseado neste protocolo por parte de vários fabricantes.

-Protocolo

O sistema utiliza a rede elétrica para transmitir sinais de controle modulados na frequência da corrente a seus dispositivos (BOLZANI, 2004). Por utilizar o cabeamento da rede residencial já existente, o sistema possui a vantagem de não haver a necessidade de quebra de paredes e alterações na estrutura para passagem de cabos para comunicação. Todo lugar onde haja uma tomada, existe um local potencial para a instalação de um transmissor ou de um receptor para o sistema X-10, ou seja, toda a rede elétrica da residência passa a ser um caminho de comunicação, sem que sejam necessários mais cabos para isso. A arquitetura desse sistema é necessariamente centralizada.

A informação binária é transmitida sempre que o sinal senoidal de tensão elétrica passa pelo zero. Para evitar erros, há uma redundância no envio do sinal, assim cada binário utiliza dois "cruzamentos" no zero. Desta forma, o um binário é representado por um pulso de 120 kHz no primeiro cruzamento e uma ausência de pulso no segundo; um zero binário é representado por uma ausência de pulso no primeiro e um pulso de 120 kHz no segundo.

Basicamente a mensagem é constituída por um sinal de 13 bits: Os primeiros 4 bits são um código de entrada (sempre "1110"), os 4 seguintes um código de ambiente, os 4 seguintes um código de função ou unidade e o último bit representa a função [Figura 3 - Endereçamento X-10]. Este último bit indica se os 4 anteriores devem ser interpretados como função ou como unidade. Para acionar um equipamento X-10 serão necessários dois conjuntos de 13 bits, um para transmitir o endereço e outro para transmitir o comando em si. Todo comando é transmitido duas vezes, no entanto os receptores X-10 só precisam receber uma vez para operar. Entre as transmissões deve-se ter 3 ciclos inoperantes.

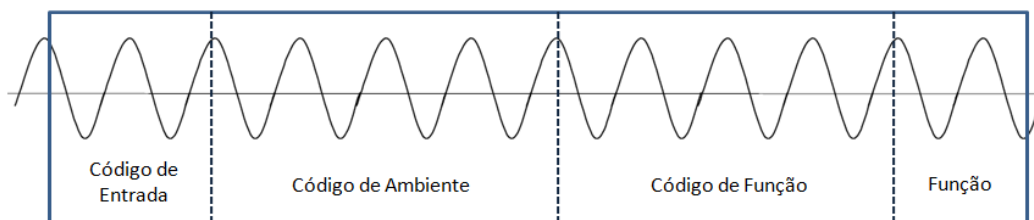


Figura 3 - Endereçamento X-10

A duplicação de comando ajuda a assegurar que o comando foi recebido mesmo com a presença de ruído na transmissão. O código de entrada é o único sinal que não obedece a redundância para cada informação binária, assim a mensagem

precisa de 11 ciclos de corrente alternada para concluir a sua transmissão, os outros sinais precisam de duas passagens pelo zero para cada binário.

A tecnologia permite endereçar 256 pontos diferentes, que podem ser ajustados através de um seletor nos dispositivos receptores. Mais de um equipamento pode ser ligado a um mesmo ponto, para tanto o acionamento de dispositivos diferentes ligados a um mesmo endereço será simultâneo.

A rede é composta basicamente por 2 componentes: módulos transmissores e receptores [Exemplos na Tabela 3 - Exemplo de Transmissores e Receptores sistema X-10]. Os módulos receptores são simples adaptadores que se ligam entre o dispositivo e a rede elétrica.

	Dispositivo	Ação	Aplicações
Receptores	Módulo de Equipamento	ON/OFF	Equipamentos de som / TV
	Módulo de Lâmpadas	ON/OFF/DIM	Lâmpadas
	Interruptor de Parede	ON/OFF/DIM	Luzes Residenciais
	Tomadas de Corrente Elétrica	ON/OFF/DIM	Controle Total
	Módulo Universal	OPEN/CLOSE	Controle dos sistemas
	Módulo de Campanhia	SOM	Sinal Recebido
	Módulo de Sirene	SOM	Alarme de Segurança
Transmissores	Sensores de Luminosidade	ON/OFF	Abertura de janelas
	Sensores de Movimento	ON/OFF	Acionamento de lâmpada devido a movimento
	Termostatos	ON/OFF	Controle de Temperatura
	Sensores de Janelas	OPEN/CLOSE	Acionamento de alarme devido invasão
	Painel de segurança	Alarme e chamada	Acionamento de luzes e realização de chamadas tel
	Controle Remoto	Programação	Controle similar aos controles remotos de TV e Vídeo
	Emissão de Infra-Vermelho	Sinais de Infra-vermelho	Controle de Equipamentos Domésticos

Tabela 3 - Exemplo de Transmissores e Receptores sistema X-10 (SENA, 2005)

O protocolo X-10 é amplamente usado nos Estados Unidos, já na Europa as distribuidoras de energia fornecem 230V/50Hz o que faz com que o protocolo não funcione na maioria dos produtos comercializados, para o funcionamento adequado é preciso de equipamentos compatíveis com a rede específica Européia.

Facilmente percebemos limitações na tecnologia X-10. Por mais que se faça um sistema de controle por software, as funções serão limitadas a simples liga/desliga e dimerização das luzes. Além disso, a maioria dos dispositivos X-10 só se comunicam em um sentido, não sendo possível saber se algumas funções enviadas foram recebidas pelo(s) devido(s) dispositivo(s). Em casas grandes a tecnologia terá problemas para cobrir a área sendo necessário amplificar o sinal para um maior alcance dos comandos. A rede elétrica, por sua vez, pode ocasionar alguns

comportamentos erráticos dos componentes, seja por duplicidade de fase, falta de energia ou descargas eletromagnéticas. A confiabilidade é limitada, não se recomenda seu uso em aplicações críticas (ligadas à segurança doméstica, por exemplo) já que os sistemas de monitoramento para avaliar o status de um equipamento X-10 acrescentam complexidade e possuem custo elevado.

Logo, o X-10 pode ser uma boa solução nos casos de residências já construídas, uma vez que evita transtornos com reformas custosas. Deve ser dirigido para aplicações autônomas (isto é, não integradas) e não críticas. Instalações de grande porte e maior complexidade devem optar por sistemas mais velozes e confiáveis dado que a comunicação X10 tem como taxa máxima de transmissão 60bps. Contabilizadas as restrições, pode-se obter excelente relação custo/benefício.

3.1.2 Sistema EIB / KNX

- História

Visando fortalecer seu mercado, minimizando as importações dos produtos similares, principalmente às do Japão e às dos EUA, a União Européia incentivou o desenvolvimento de um sistema aberto denominado *European Installation Bus* (EIB) (CASADOMO, 2004). A norma EIB foi proposta pela EIBA (European Installation Bus Association), esta associação independente é formada pelos principais fabricantes de produtos elétricos europeus tais como Siemens, ABB, Legrand, Bosch, etc. junto com associações de engenharia e universidades etc. O protocolo, que no início visava atingir apenas o continente europeu, já foi homologado pelos EUA e aprovado pela norma ANSI EIA.776.

Atualmente, devido a resoluções da EIBA o sistema EIB convergiu e unificou-se aos sistemas Batibus e EHS, para a formação de um padrão único, denominado KNX da Associação Konnex. Assim será utilizada a sigla KNX/EIB em vez de utilizar só KNX, porque o KNX é totalmente compatível com EIB, visto a sua base ser EIB onde apenas foram acrescentados mais meios físicos que os protocolos EHS e o BatiBUS suportavam (PALMA, 2008). A idéia foi pegar o que cada sistema tinha de melhor para a criação de um standard europeu capaz de competir em qualidade com outros sistemas como, por exemplo, LonWorks.

-Protocolo

O aumento excessivo de cabos e dos condutores utilizados nas instalações dos equipamentos motivou a procura de um tipo de instalação simples, mais racional e flexível, em que interagem os diversos dispositivos da instalação elétrica da edificação,

como os equipamentos de climatização, segurança, gestão de energia, dentre outros de forma que a abrangesse desde grandes edifícios até pequenas residências.

O sistema EIB/KNX pode ser definido como um sistema descentralizado, no entanto, permite sempre que necessário, a implementação de um sistema centralizado, sendo apenas necessário a inserção de um controlador de aplicações (ApC – Application Controller) no Bus. A gestão num sistema descentralizado fica a cargo dos diferentes dispositivos que, dependendo da função, podem ser transmissores, receptores ou ambos.

Das 7 camadas do modelo OSI, apenas a de sessão e de apresentação é que estão vazias, porque as restantes são utilizadas pelo KNX/EIB. A comunicação pode ser estabelecida por diversos meios físicos, mas o meio mais utilizado se dá por um barramento (BUS), onde cada um dos seus dispositivos tem seu próprio controle. Nesse caso necessita apenas de um software para definir ou alterar sua configuração, e uma vez configurado esse sistema de dispositivos atualiza-se automaticamente. É necessário que todo elemento de entrada ou saída esteja equipado com uma unidade de controle capaz de realizar tarefas de codificação e decodificação dos sinais enviados e recebidos pelo sistema.

Quando um dispositivo emite uma mensagem, esta é recebida por todos os que estão conectados aquela linha, mas somente o destinatário (um ou vários) responde a quem a emitiu mediante um reconhecimento, se a resposta ou o reconhecimento não se realizar em um tempo previamente fixado pelo sistema, o emissor enviará um sinal de erro à sua memória. Se esta mensagem não é destinada a um dispositivo situado em outra linha ou zona, os acopladores instalados permitem que a informação seja dirigida ao caminho adequado até que chegue ao destinatário.

A instalação de um sistema BUS em uma construção nova é mais simples que a instalação elétrica tradicional [exemplo Figura 4 - Instalação Convencional X Sistema EIB/KNX], que nesta faz-se a associação dos interruptores com os elementos e o local a operar e, utilizando o protocolo EIB, somente teríamos que dispor de um cabo BUS para cada elemento da instalação, nem necessidade de saber a função de cada, e repartir a linha de alimentação elétrica para os elementos que a necessitam.

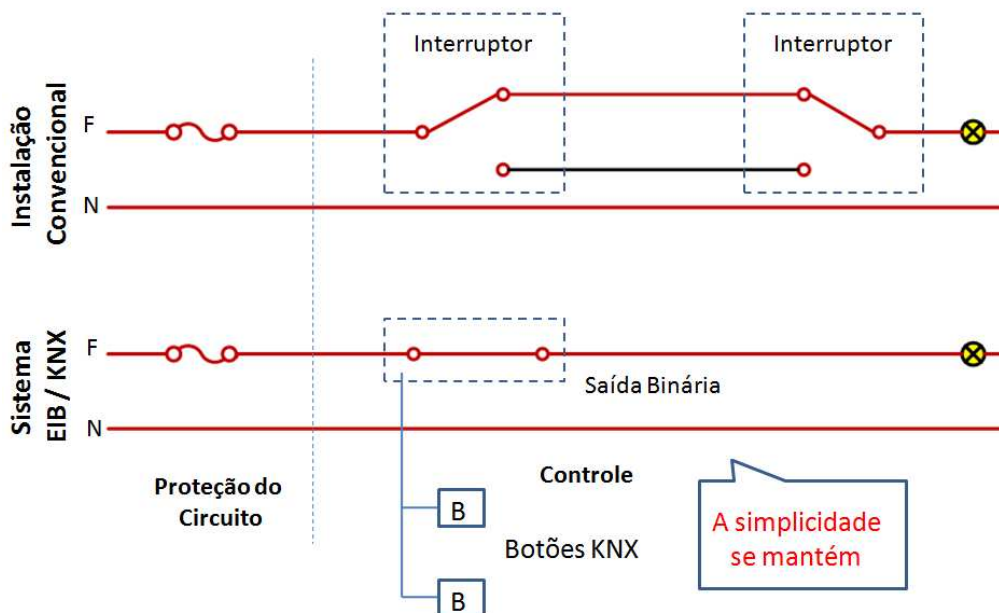


Figura 4 - Instalação Convencional X Sistema EIB/KNX

A associação do dispositivo ao espaço físico e sua função é feita através de um software de configuração ETS (*Engineering Tool Software*) [Figura 5 - Diagrama software ETS]. Cada dispositivo pode ter suas funcionalidades alteradas a qualquer momento e quantas vezes forem necessárias.

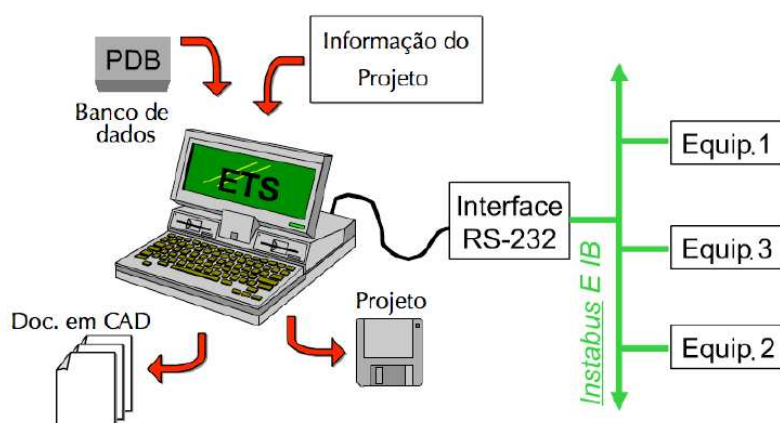


Figura 5 - Diagrama software ETS

Cada dispositivo KNX/EIB, possui dois endereços de 16 bits: um físico e um lógico.

O endereço físico será usado somente durante a configuração do dispositivo através do software, sendo único para cada dispositivo para não haver problemas de ambigüidade na manipulação das funcionalidades. O endereço lógico tem a denotação feita com dois pontos e números decimais, ou seja, na forma X . X . X, em que dois primeiros números decimais são compostos de 4 bits e o último número decimal tem o tamanho de 8 bits. O primeiro e o segundo número decimal contemplam 16

possibilidades e são utilizados para designar os endereços de área e de linha respectivamente. O último número decimal permite 256 possibilidades e corresponde ao endereço do dispositivo. Com isso a rede suporta um total de 65536 dispositivos.

Como dito anteriormente, o sistema na sua forma mais usual utiliza-se dois pares de cabos paralelos como meio físico de comunicação. Um é utilizado como cabo de alimentação e o outro unicamente como cabo de comunicação, que é chamado de BL (*Bus Line* ou linha de barramento). Pode-se conectar até 256 dispositivos em uma BL. Com a utilização de LC (*Line Couplers* ou Acopladores de Linha) é possível utilizar até 15 linhas porque o endereçamento das linhas é feito com 4 bits e o endereço 0 é reservado para o acoplador entre a linha principal e o *backbone*. Este conjunto de dispositivos é chamado de BA (*Bus Area* ou Área de Barramento). Para se expandir o sistema ainda mais, pode-se interligar os BA utilizando dispositivos chamados BC (*Backbone Couplers* ou Acopladores de Backbone), com um limite máximo de 15 áreas porque o endereçamento das áreas é feito com 4 bits e o endereço 0 é reservado para definir os dispositivos KNX/EIB que se ligam diretamente ao *backbone*. Para ilustrar segue a Figura 6 - Exemplo de uma estrutura KNX / EIB] com um exemplo dessa estrutura:

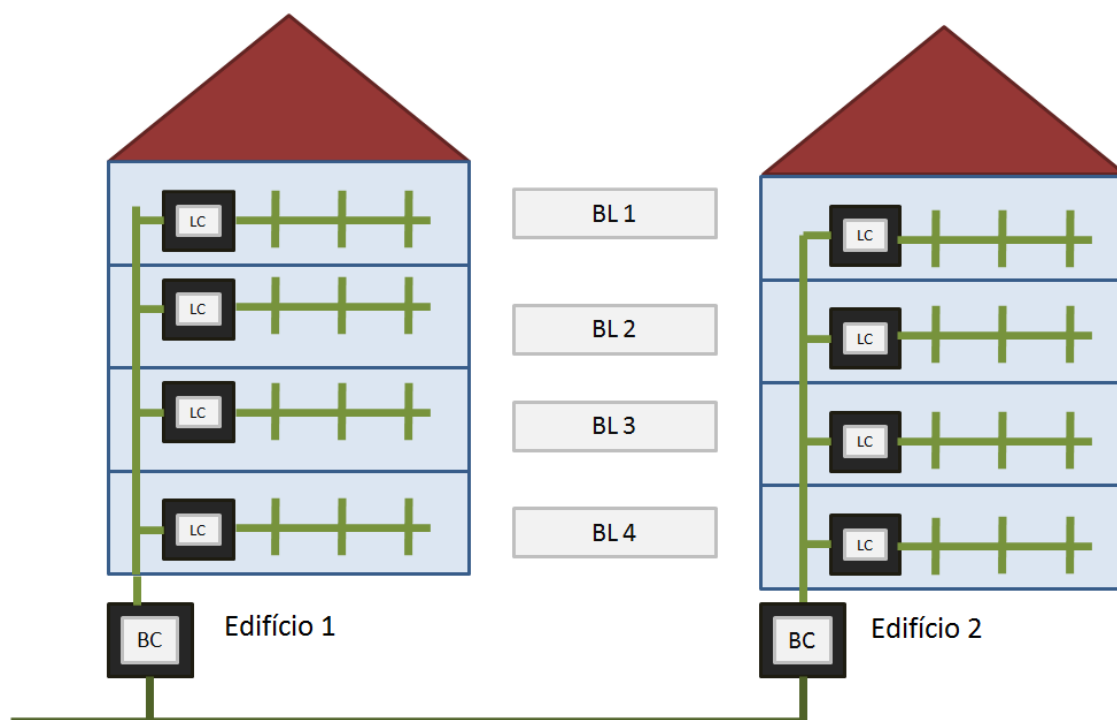


Figura 6 - Exemplo de uma estrutura KNX / EIB

Os LC e BC isolam eletricamente as diferentes linhas e áreas e ajudam a melhorar a eficiência da comunicação de dados, pois funcionam como filtros que não permitem a passagem de mensagens que não se destine àquela linha ou área específica.

O sistema KNX reúne o melhor dos protocolos EIB / EHS e Batibus. E contempla três modos de funcionamento para os dispositivos:

S-mode (System mode): os diversos dispositivos ou modos da nova instalação são instalados e configurados por profissionais com ajuda através do software relatado anteriormente ETS. O modo foi pensado para o uso em instalações mais complexas que impliquem um elevado nível de integração e de funções. Apenas instaladores profissionais e certificados têm acesso a este tipo de material. Este é o modo mais utilizado.

E-mode (Easy mode): na configuração do modo simples os dispositivos são programados em fábrica para realizar uma função concreta. Mesmo assim devem ser configurados alguns detalhes no local da instalação mediante o uso de um controlador ou mediante pequenos interruptores alojados nos dispositivos (como há nos dispositivos X-10). Um instalador sem formação informática pode adquirir os dispositivos E-mode e instalá-los. Assim, a funcionalidade destes produtos está limitada, pois vem estabelecida de fábrica. A vantagem deste modo é a facilidade de instalação uma vez que pode se definir as opções oferecidas mediante um pequeno manual de instruções. Para os que conheçam o X-10, de uso alargado nos EUA, sabem que os dispositivos E-mode irão funcionar com a mesma filosofia.

A-mode (Automatic mode): na configuração do modo automático, com uma filosofia Plug&Play, nem o instalador nem o utilizador final têm de configurar o dispositivo. Este modo é indicado para ser usado em eletrodomésticos e equipamentos de entretenimento. Com a filosofia Plug&Play, o utilizador final não tem de preocupar-se em ler os complicados manuais de instalação ou perder-se num mar de referencias ou especificações. Assim as empresas podem fornecer novos serviços aos seus clientes de forma rápida e sem necessidade de complicadas instalações.

3.1.3 Sistema LonWorks

- História

Lonworks faz parte de um conjunto grande de protocolos e sistemas que são chamados de Fieldbus. Eles nasceram da necessidade de redução de custos e do aumento da qualidade em automação industrial. Na década de 60, criou-se o padrão analógico de 4-20mA em que se necessitava de um par de fios blindados para cada

sensor ou atuador. Com a adoção de uma rede, reduziram-se a complexidade os custos e aumentou-se a qualidade dos circuitos de controle.

Desenvolvido pela Echelon Corp. no início dos anos 90, a tecnologia proprietária LonWorks foi fundada com o objetivo de atender a todos os requisitos da maioria das operações de controle independente das necessidades, de forma a se criar uma plataforma universal – residencial, predial e industrial. No início o sistema tinha uma gestão centralizada complexa desnecessária e que dependendo da magnitude do sistema não possibilitava a comunicação de determinados pontos coordenados por centrais de comandos diferentes.

- Protocolo

Atualmente a topologia usada pelo sistema é do tipo BUS, e o processamento da rede LonWorks não é centralizado o que permite que as aplicações sejam configuradas de um modo mais simples, diminuindo custos de instalação e reduzindo a quantidade de cabos. Como grande vantagem também se pode citar que pelo sistema distribuído o mau funcionamento de uma unidade não acarreta no mau funcionamento da rede o que aumenta a confiabilidade.

Os dispositivos pertencentes a rede tem como peça fundamental um microcontrolador especial chamado de *Neuron-Chip* que permite com que o processamento seja feito em cada nó assim o dispositivo é chamado de inteligente devido ao processamento *in loco*. Daí o nome LonWorks cujas letras iniciais compõe a sigla de *Local Operation Network*.

O sistema é composto basicamente pelos seguintes elementos: Dispositivos (nós), Protocolo de Comunicação (LonTalk) e Meio Físico de Comunicação. As unidades de processamento no *Neuron-Chip* variam de acordo com o modelo e a necessidade de uso do dispositivo já que são responsáveis pela inteligência, além disso, implementam o protocolo de comunicação LonTalk uma vez que o dispositivo está ligado diretamente na rede.

O microprocessador carrega o protocolo de comunicação chamado de *LonTalk* que atende por completo as 7 camadas do modelo OSI. Pelo processamento ser feito no próprio dispositivo há uma grande agilidade na comunicação e um melhor desenvolvimento das aplicações já que o microprocessador é dedicado ao dispositivo.

O meio físico de comunicação no sistema LonWorks pode variar sendo possível instalações com fibra ótica, cabo coaxial, infra-vermelho, rádio-frequência, par trançado. Basta que dispositivos em um mesmo nó tenham transmissores e receptores compatíveis a um mesmo meio. Assim uma mesma rede pode ter vários meios físicos de comunicação.

Através dos dispositivos de E/S dos “nós”, os sinais recebidos podem ligar ou desligar atuadores, ou ler sensores e informar a leitura na rede. Por exemplo, após receber mensagem do “nó” do sistema de detecção de incêndio, o “nó” que controla o elevador pode enviá-lo automaticamente para o andar desejado.

A informação transmitida pelo bus é descrita sob a forma de frames e é denominada por MAC (Media Access Control), Protocol Data Units ou MPDUs na tecnologia LonWork.

Um MPDU é constituído por:

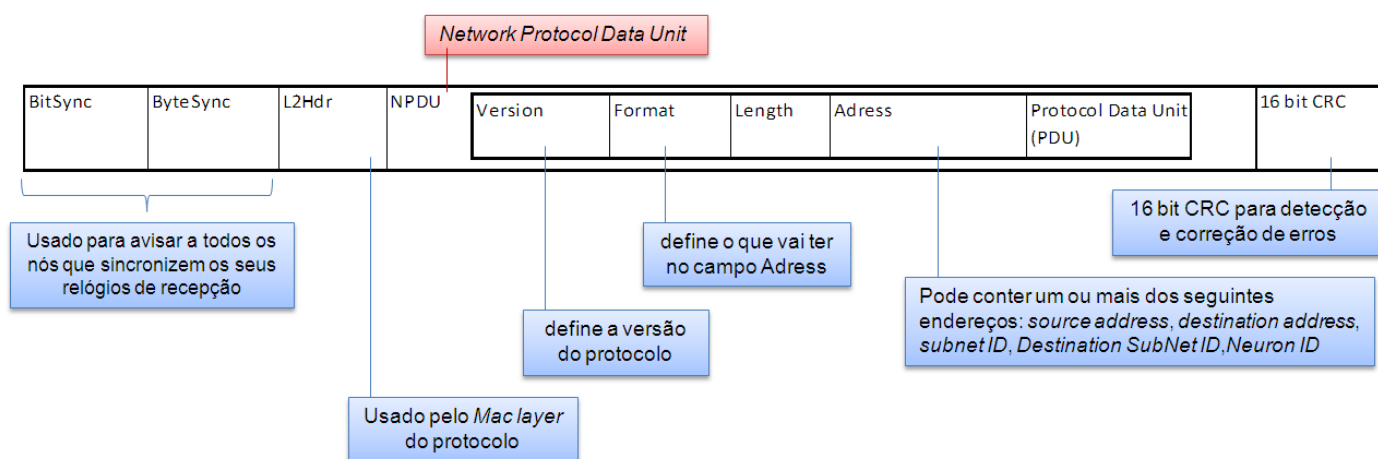


Figura 7 - Constituição de um MPDU ("frame")

O software LonWork Network Service opera o sistema e possui um servidor de rede e suporte ao protocolo IP, sendo possível a realização de uma integração da rede doméstica com a internet, assim é possível controlar o sistema de longas distâncias. O software também possui uma interface de programação e aplicação (API) para gerenciamento da rede, diagnósticos, controle e monitoramento da residência

3.1.4 Diferença entre os sistemas

O sistema X-10 é o que mais se diferencia em relação aos demais sistemas. No entanto, é o mais usado quando falamos de sistemas de automação residencial (BOLZANI, 2004). A [Tabela 4- Diferenças entre os protocolos] mostra um comparativo dos sistemas estudados.

Sistema X10	KNX / EIB	LonWorks
Modos de Transmissão		
Utiliza a rede elétrica para transmissão de dados, o que reduz os custos de instalação. Em contrapartida torna mais difícil a possibilidade de instalações mais exigentes como, por exemplo, em edifícios (a partir dos 185m começam a surgir incapacidades de comunicação).	A maioria das instalações utilizam um barramento próprio de transmissão (Bus), o que acarreta maiores custos de instalação. Consegue instalações de grandes dimensões (1000m de comprimento máximo de barramento + 700m de distância máxima entre barramentos, podem ser interligados até 15 barramentos e 15 áreas).	Pode-se utilizar diferentes meios de transmissão num sistema: par entrelaçado, rede elétrica, RF, infravermelhos, fibra óptica e o cabo coaxial. Permite criar sistemas de grande dimensão, devido à grande diversidade de endereços, podendo alcançar os 2200m de comprimento máximo do barramento.
Endereçamento		
Envia a mensagem para todos os dispositivos do sistema (broadcast). Só os dispositivos que têm o endereço que a mensagem específica é que a recebem. Não necessita de dispositivos adicionais para distribuir as mensagens a não ser os interruptores contidos nos próprios dispositivos. Protocolo de comunicação bastante simples e próprio.	Envia a mensagem (pacote de dados) para um dispositivo; para um grupo de dispositivos ou para todos os dispositivos. Utiliza um sistema composto por acopladores de linha (que interligam os segmentos elétricos contidos numa área) e de área (que interligam as áreas) para endereçar as mensagens. A informação é modulada e conduzida sobre 24VDC. A transmissão dos dados é efetuada de acordo com o protocolo de comunicações série – CSMA/CA.	Tal como no sistema EIB, o LonWorks envia a mensagem para um dispositivo; para um grupo de dispositivos ou para todos os dispositivos. Utiliza routers ou pontes para direcionar as mensagens. A informação é modulada e conduzida sobre 42V diferenciais ($\pm 21V$). O envio de informação é bastante mais complexo, em relação ao sistema X-10, devido ao fato do protocolo obedecer ao modelo OSI que é composto por 7 camadas. A transmissão dos dados é efetuada de acordo com o protocolo de comunicações série – CSMA/CA.
Velocidade		
50 ou 60bps (depende da frequência da rede).	A velocidade média de transmissão é de 9,6Kbps.	Pode atingir um máximo de 1,25Mbps e um mínimo de 2kbps. Tudo depende do meio usado.
Número máximo de dispositivos		
Apenas é possível atribuir 256 endereços diferentes a dispositivos.	Se forem utilizados repetidores o sistema pode chegar a atingir os 65.536 dispositivos.	32.385 dispositivos.
Alimentação dos dispositivos		
Os dispositivos são alimentados diretamente da rede elétrica, onde estão ligados, e também é a partir dela que enviam os dados.	O meio para o envio de dados não é o mesmo que o meio que alimenta os dispositivos. A informação é modulada e conduzida sobre 24VDC.	Os dispositivos são alimentados a partir de fontes de alimentação próprias existentes em cada nó. Logo, o meio por onde são enviados os dados não é o mesmo que os alimenta.

Interação com outros sistemas		
É sempre possível interagir com outros sistemas, embora seja bastante complexo de fazê-lo.	Pode interagir com outros sistemas através do uso de unidades conversoras– gateways, além de ser possível comunicação em diferentes meios no mesmo sistema.	Apenas permite a utilização de diferentes meios de comunicação no mesmo sistema.
Arquitetura do sistema		
Normalmente é utilizado uma arquitetura centralizada.	Usualmente este sistema opta por uma arquitetura descentralizada permitindo maior interação entre os dispositivos, evitando uma organização hierárquica estruturada e elementos de supervisão de rede. Embora seja a situação mais usual este sistema pode também optar pela forma centralizada.	Inicialmente esta topologia de rede foi criada com o objetivo gestão centralizada a nível industrial. Mais tarde, devido a este tipo de gestão ser bastante complexa e de dificultar a possibilidade de o sistema se tornar aberto, surgiu assim a necessidade de tornar este sistema, o mais distribuído possível.

Tabela 4- Diferenças entre os protocolos

3.2 Aplicabilidades da Domótica

Cada indivíduo possui suas próprias necessidades e exigências, assim a aplicação domótica deve atender o modo de ser de cada um. Uma premissa necessária é que as redes do lar sejam de fácil uso, entendimento e aplicabilidade.

A rede deve se mostrar segura, provendo mecanismos de controle de acesso para identificar e diferenciar cada membro da família, a fim de implementar diversos níveis de gerenciamento e controle. Estando em conformidade com as exigências dos usuários esta rede será cada vez mais empregada nos lares, a possibilidade de integração de qualquer dispositivo à rede, independente da marca, modelo ou fornecedor, é um grande apelo de mercado.

Sistemas sem fio (wireless) são sempre bem vistos, pela facilidade de implantação. Apesar das restrições de segurança, eles agregam valor aos sistemas mais antigos, não adicionam novos cabeamentos e garantem mobilidade ao usuário.

Feito essas observações esta seção visa abordar algumas das possíveis aplicabilidades dos sistemas domóticos.

3.2.1 Climatização

- Ventilação

O ventilador se faz um muito importante em um sistema de climatização, além do baixo consumo se comparado a outros modos de se obter uma melhor sensação térmica, também é um dispositivo econômico. Através da domótica é possível associar o acionamento e a intensidade de funcionamento do dispositivo com base em um sensor de temperatura instalado, ou em tempos pré-determinados ou através de um sensor de presença, dentre outras variáveis de controle. Caso o dispositivo permita esse controle pode ser feito por meio de tecnologias sem fio.

-Ar Condicionado

O desenvolvimento da tecnologia de controle fez com que o ar-condicionado se tornasse um elemento muito interessante estendendo sua função além do conforto térmico. É possível hoje através do equipamento realizar um controle da umidade, bem como da qualidade do ar (nível de CO₂ e regulação de nível de contaminantes). É um erro pensar que apenas a manutenção na temperatura ambiente resulta em conforto climático, sem um sistema de controle o ar pode tornar-se seco, e por não ser renovado, com um grande volume de CO₂. Na contemporaneidade se pode pensar em conforto ambiental por meio do controle simultâneo das variáveis climáticas, como

umidade e temperatura além da renovação do ar no ambiente. Em uma domótica completamente integrada pode-se acionar, por exemplo, o fechamento das janelas para um melhor rendimento do ar-condicionado.

-Aquecimento

O sistema de piso aquecido é uma ótima ferramenta para o aquecimento dos ambientes residenciais. É econômico se comparado aos condicionadores de ar, e possui um melhor rendimento já que o aquecimento feito por baixo é favorável a dinâmica do ar.

O ambiente é aquecido de forma uniforme pois o ar mais frio por ser mais denso e pesado está sempre em contato com o piso. A tecnologia não retira umidade do ar e evita mofo e bolores por retirar a umidade dos pisos.

Não é necessário um piso específico para instalação do sistema, é possível optar por pisos de porcelanato, cerâmica, mármore e granito. O sistema funciona com um dispositivo que faz o papel de uma serpentina dentro do contrapiso [ver Figura 7 - Sistema de piso aquecido]. Esse dispositivo pode ser um cabo elétrico ou uma tubulação percorrida por água quente. Com o aquecimento do dispositivo há uma propagação de calor pelo piso, que por sua vez esquentar o ar. Segundo o fabricante Hotfloor o custo do produto varia de 100 a 120 reais o m² (HOTFLOOR).

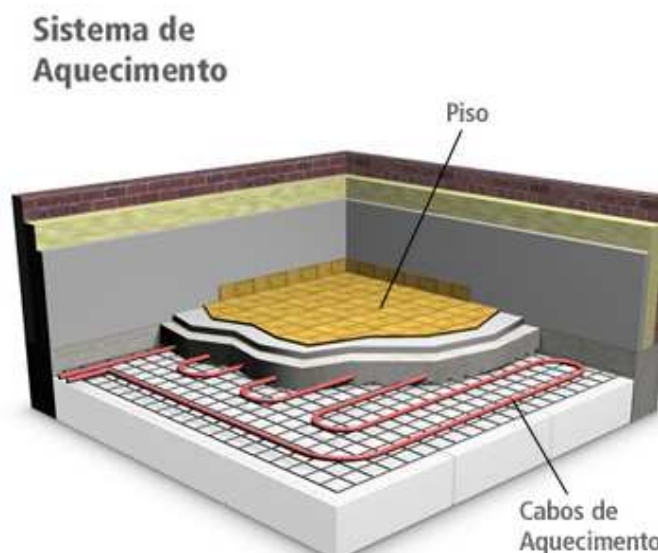


Figura 7 - Sistema de piso aquecido (TECH HOUSE SYSTEM)

Pela domótica é possível realizar o controle do sistema através de vários meios como, por exemplo, Internet, computador, celular, e outros. O morador pode, até se estiver distante fisicamente, acionar o aquecimento e tomar outras providências necessárias como, por exemplo, fechar as janelas e encontrar a casa aquecida

quando chegar. O sistema é versátil e permite até mesmo a programação de uma temperatura diferente para o piso de cada ambiente.

3.2.2 Dispositivos Elétricos

-Iluminação

O controle de iluminação é muito flexível em relação às possibilidades de operação e contribui com a residência em vários aspectos; estética, adequação as necessidades visuais, aumento da eficiência energética são exemplos de vantagens que o controle inteligente da iluminação pode oferecer.

Cenários de iluminação podem ser criados de acordo com a necessidade e o gosto do morador. É possível caracterizar o ambiente e adequar a iluminação a climas festivos, românticos, até mesmo enfatizar quadros artísticos ou da ênfase nos detalhes arquitetônicos da residência. Para certas necessidades específicas, como por exemplo, a criação de um cenário de leitura é possível até fazer o controle da iluminação de acordo com normas. Na [Tabela 1- Diferença entre os sistemas de automação] segue a NBR5413 que diz respeito da iluminação para ambientes específicos.

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de Atividade
A - (Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples)	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100 - 100 - 150 - 200 -	Orientação simples para permanência curta.
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos.
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios.
B - (Iluminação geral para área de trabalho)	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C - (Iluminação adicional/para tarefas visuais difíceis)	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno.
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Tabela 5 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais NBR 5413

A adequação a norma pode ser feita da seguinte maneira: O sistema verifica por meio de um sensor de luz se a luz solar no ambiente atinge o valor programado para a tarefa, se o valor for acima há uma regulação nas cortinas para atender a necessidade, se a luminosidade for baixa, o sistema pode complementar com luz gerada por um dispositivo elétrico (lâmpada, luminária led,...).

A complementação da luminosidade é possível devido ao uso de dimmers que atenuam a potência elétrica fornecida a lâmpada. Antigamente os dimmers eram reostatos ligados em série com as lâmpadas, assim não possuíam um ajuste fino e exato, não eram confiáveis pois que poderiam superaquecer e causar incêndio além de serem pouco eficientes. Com o avanço da eletrônica de potência e da tecnologia de semicondutores foi possível desenvolver dimmers que funcionam como interruptores de alta velocidade, ou seja, chaveiam a lâmpada de acordo com a intensidade desejada; são menores, mais eficientes e seguros, funcionam com lâmpadas de qualquer natureza (incandescentes, fluorescentes, dicroicas,...) e proporcionam vida útil mais longa a lâmpada.

O sensor de luminosidade promove uma integração entre luz artificial e luz ambiente e é um dispositivo importante também para um melhor aproveitamento energético visto que há uma maximização do uso da luz natural, sendo que a luz artificial tem apenas um papel complementar, diferentemente do usual em que as lâmpadas operam totalmente acesas.

O uso de sensores de presença e de *timers* podem também proporcionar uma economia significativa de energia e ajudar na segurança. Os sensores de presença podem operar com uma lógica de forma que quando um ambiente for desocupado ele não permaneça aceso (muito útil principalmente em corredores e banheiros), a atuação na segurança se resume em iluminar o local quando houver presença de algum indivíduo.

O timer, por sua vez, pode operar quando o morador deseja que se tenha iluminação em um lugar pré-determinado em uma faixa de horário, como por exemplo, um jardim externo que só deve ser iluminado das 20hs às 24hs. Sua contribuição para segurança pode vir com uma lógica de acendimento em horários diferentes que faz com que a residência pareça ocupada mesmo na ausência de seus proprietários.

-Cortinas

A automatização das cortinas, é um fator muito importante para o conforto e aproveitamento energético residencial. A abertura e o fechamento desse dispositivo é feito através de um motor geralmente acoplado ao trilho acionado via rádio ou por

meio elétrico. O controle é feito com base em sensores, por meio da definição de cenários ou pelo acionamento direto do usuário (muito útil em caso de deficientes).

A operação com sensores pode usar como variável a luminosidade do ambiente ou mesmo presença de chuva caso a programação envolva um sensor crepuscular. Motores específicos para persianas permitem definir, com precisão, a inclinação das lâminas sendo perfeitamente possível um controle baseado na luminosidade.

Caso o morador se ausente as cortinas podem funcionar de acordo com o cenário montado para simular a presença, assim elas se movimentarão automaticamente para contribuir com a segurança já que darão a impressão de que a casa está habitada.

-Aspiração Central

Aspiração Central é um sistema simples e moderno em matéria de limpeza. A aspiração pode ser feita engatando a mangueira em uma das tomadas que estão distribuídas [Figura 8 - Tomada do sistema de aspiração central] ou por canais de sucção localizados no rodapé ligado ao sistema. Ao ligar a mangueira ou abrir a porta de sucção, realiza-se o fechamento de um circuito que ativa a central.



Figura 8 - Tomada do sistema de aspiração central (HAYDEN)

Além de não haver necessidade de se carregar o aspirador, o sistema tem um poder de sucção 5 vezes superior aos aspiradores convencionais. A poeira e os ácaros são conduzidos à central de aspiração, através da tubulação embutida na parede, onde são retidos em filtro de alto desempenho. O equipamento central é instalado na área de serviço, depósito ou garagem eliminando assim o ruído no

ambiente aspirado. Por fim pode-se limpar a casa mais facilmente, e em qualquer horário, com apenas o ruído causado pela sucção do ar.

-Irrigação

A automatização da irrigação de jardins vai além de um simples acionamento de irrigadores em dias e horários pré-programados. Pode se interpretar dados de sensores de umidade presentes no solo e irrigar de forma a se manter o nível desejado, bem como controlar a irrigação em dias chuvosos através da indicação de sensores crepusculares. Os sistemas atuais permitem o uso racional da água de forma uniforme e pulverizada para não estragar as plantas mais delicadas. Há aspersores de muitos tipos adequados aos mais diversos tipos específicos de plantas e jardins, com ângulo de alcance ajustável eles ficam enterrados no solo e elevam-se com a pressão da água. Um belo jardim valoriza a residência e o sistema de irrigação é muito importante para deixá-lo sempre exuberante.

3.2.3 Entretenimento

-Som

A automação do som residencial consiste em um sistema multi-zonas que permite que se ouça qualquer fonte de áudio a qualquer momento, em cada ambiente. Os sistemas se comportam como verdadeiros sistemas de comunicação e fazem mais do que apenas sonorizar ambientes. Ligando telefones e porteiros eletrônicos a eles, o som ficará automaticamente mudo quando estes tocarem.

O sistema de som residencial também compõe o chamado Home Theater, que é um conjunto multimídia que procura recriar em casa a experiência de assistir a um filme no cinema. A idéia do sistema é tornar a ação mais envolvente, de modo que o ouvinte se sinta imerso na cena, seja ela um filme ou um show. O som deve ser de alta fidelidade, para tanto muitas vezes as caixas são divididas de acordo com a frequência, há caixas para grave, médio e agudo. Assim o sistema é composto por várias caixas distribuídas segundo determinações do projeto já que os efeitos sonoros e falas não vêm apenas da tela, mas de toda a volta do espectador. Segue na [Figura 9 - a) Sistema de Som 5.1 b) Sistema de Som 7.1] um exemplo de um sistema 5.1 (5 caixas de médio/agudo e um subwoofer) e de um sistema 7.1.

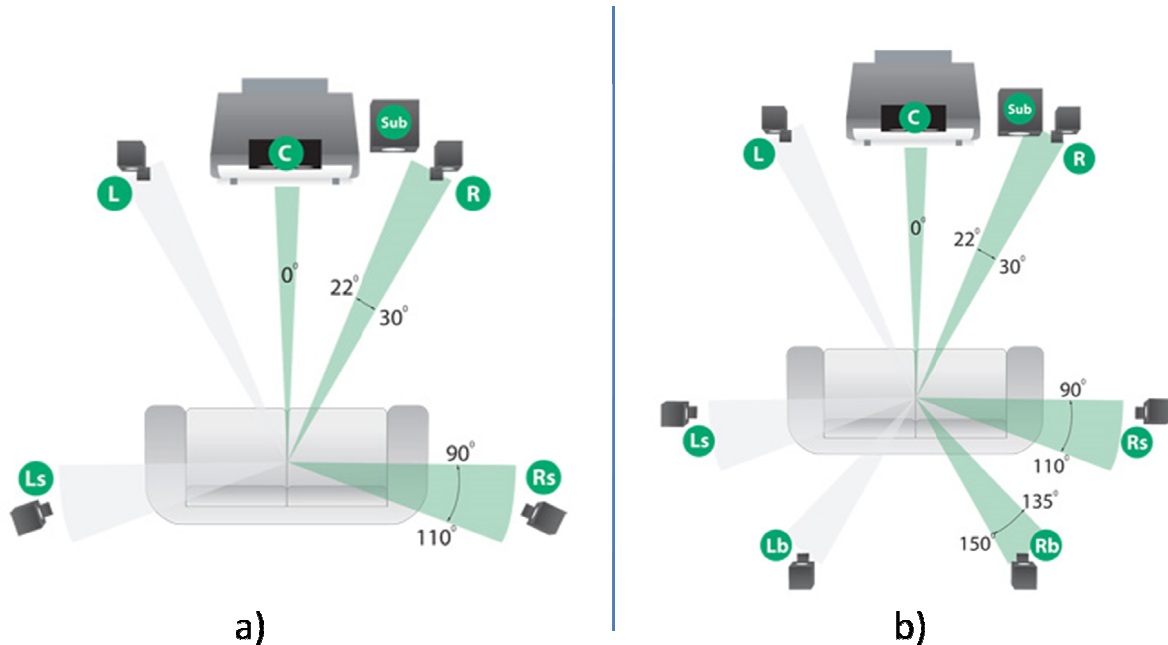


Figura 9 - a) Sistema de Som 5.1 b) Sistema de Som 7.1

3.2.4 Segurança

O Sistema de segurança é parte importante da automação residencial, por meio dele pode se realizar a vigilância das diversas áreas da residência, impedir o acesso de pessoas não autorizadas por meio do controle de acesso, prevenir incêndios e vazamentos de gás ou água em locais críticos. A automatização da segurança é realizada por meio de vários sub-sistemas integrados que se comunicam entre si e tomam as providências necessárias para manter a integridade da residência.

-Sensoriamento e Alarme

O sistema de alarme para detecção de intrusos na residência é bastante popular, utiliza-se de sensores de presença e no caso de detecção de um invasor é acionado um alerta sonoro no intuito de reprimir o invasor, ou no caso de alguns sistemas também bastantes usuais uma central de segurança é avisada via telefone para que providências humanas sejam tomadas, já que se trata de uma situação delicada para ser gerida por dispositivos lógicos.

Com o avanço da domótica os sistemas de alarme passaram a ser usados para alertar o usuário no caso de acontecimento de imprevistos, estes detectados por sensores. É possível alinhar o sistema para que sejam tomadas providências com relação ao evento e além de fazer o alerta sonoro acionar esguichos de emergência, desligar a energia elétrica, iluminar uma rota de fuga e ainda abrir as cortinas para

contribuir com a ventilação do local como, por exemplo, no caso de detecção da presença de fumaça, tornando-se uma importante ferramenta para a proteção do patrimônio.

-Monitoramento Áudio Visual

Através do monitoramento áudio-visual é possível realizar a gravação e transmissão de imagens a uma longa distância através de internet, intranet ou IP. Com a disponibilidade de acesso de forma contínua a Internet, torna-se possível o monitoramento das imagens de forma ininterrupta e com boa qualidade, não sendo restrito apenas a computadores, mas também através de celulares em tempo real de qualquer lugar do mundo através da internet.

-Biometria

O sistema de Biometria na residência é utilizado para controle de acesso. Por meio dele é possível realizar a identificação de um indivíduo com baixo índice de erro, dessa forma o sistema tem a garantia de que realmente o acesso será ao usuário habilitado sendo mais robusto se comparado a um sistema que depende de senhas.

A tecnologia de reconhecimento varia com a segurança que se deseja. Em ordem crescente de nível de segurança elas podem ser respectivamente através da voz, leitura da mão, leitura da digital, leitura da Iris e por fim da retina.

Com o poder computacional dos dias atuais, a precisão dos algoritmos atingiu um nível de confiabilidade muito alto, principalmente as tecnologias que trabalham diretamente com imagens ao vivo ou estáticas. Porém, para aumentar ainda mais essa margem de acertos, sugere-se a utilização da multi-biometria (utilização de duas ou mais tecnologias biométricas), assim tornando inviável uma fraude em qualquer sistema computacional.

3.2.5 Infra-Estrutura: Energia Solar

O Sol é uma fonte de energia inesgotável, limpa e abundante principalmente quando tratamos do Brasil, um dos países mais ricos em termos de incidência de raios solares. Há duas principais maneiras de se utilizar dessa energia em uma residência. Uma forma é fazer o uso dessa fonte para aquecimento de água, outra forma é fazer a geração de energia elétrica por meio de painéis com células fotovoltaicas que convertem a luz solar em energia elétrica.

Para o aquecimento de água o uso dessa energia já é comum em residências novas de médio padrão e, embora não se produza eletricidade há uma grande

redução na conta de luz residencial. O sistema tem longa vida útil e proporciona retorno rápido do investimento necessário para instalação. É uma tendência a ser seguida também motivada pela crescente conscientização dos moradores e projetistas a respeito da necessidade de redução dos impactos sociais e ambientais causados por outras fontes de energia seguido pela recorrente queda de preços na instalação que aumenta cada vez mais o custo x benefício. A domótica pode ajudar nesse sistema através da realização do controle da temperatura no reservatório de água e no caso de o sistema não ser suficiente para suprir a necessidade da residência que seja acionada outras fontes de aquecimento de água, a partir de outras fontes de energia como, por exemplo, a gás natural a fim de proporcionar água quente a residência mesmo em dias que a energia solar não seja suficiente, ou quando o morador realizar uma super-utilizar o sistema no caso de visitas. A água quente pode ser também utilizada para aquecimento do ambiente através de sistemas de piso aquecido que utilizam água quente para o aquecimento.

O sistema de geração de energia elétrica por meio da energia solar é pouco comum devido a seu alto custo e baixo rendimento. Seu funcionamento se dá por meio do Efeito Fotovoltaico, este gerado pela diferença de potencial gerada por um semicondutor quando há incidência de luz na sua extremidade, assim a célula fotovoltaica não armazena energia sendo necessário o sistema ser provido de uma bateria para tal função.

O uso dessa energia é muito importante para a sustentabilidade já que preserva o meio ambiente de danos causados por outras fontes usuais como gás, água, nuclear. É um sistema que se incentivado por órgãos públicos pode promover confortos e qualidade de vida a regiões carentes de rede de distribuição elétrica.

A energia solar pode ser aproveitada na residência com o complemento de outras fontes de energia, ou pode suprir totalmente dependendo do investimento e necessidade do usuário. Trata-se de um sistema muito importante para a domótica, pois além dos benefícios trazidos e já conhecidos mantém a casa em funcionamento mesmo quando o fornecimento de energia elétrica é frágil por parte das companhias distribuidoras de luz.

3.2.6 Saúde (Tecnologias Capacitadoras/Assistidas):

Embora grande parte dessa seção tenha relação com dispositivos de segurança trataremos aqui de um caso especial: o uso da domótica para o auxílio de idosos ou portadores de doenças e deficiências. Consideremos como tecnologias capacitadoras ou assistivas qualquer equipamento ou função tecnológica que sejam

utilizados para dar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência ou incapacidade. (ELOY, PLÁCIDO, *et al.*, 2010)

Além de todo o conforto e segurança gerados por outros sistemas, a tecnologia capacitadora pode atender necessidades especiais como, por exemplo, uma pessoa que sofre mal de Alzheimer (doença degenerativa que acarreta na perda de memória). Neste caso, é possível incluir um sensor que sempre sabe onde ela esta na casa, um microondas, que sabe exatamente o tempo para cozinhar seus alimentos, reconhecendo os pratos colocados, um alerta de telefone celular quando há água no chão, um circuito de TV próximo ao habitante que transmite a imagem de cada visitante que se aproxime da porta, e que para entrar em sua casa, a porta seja aberta de um celular ou outro ponto remoto. Assim a tecnologia capacitadora, reflete na expectativa de vida do morador.

Para adequação as necessidades é preciso que se faça um estudo caso a caso, já que cada habitante terá sua limitação podendo ela ser de fala, visão, mental, audição, cognitiva entre outros.

Capítulo 4 – Conclusões

As novas tecnologias e novas perspectivas de evolução estão cada vez mais presentes no dia a dia da sociedade, influenciam diretamente em seus modos de viver, pensar e agir. Em um horizonte muito próximo, poderemos contar com um considerável aumento da demanda, não só por produtos de automação doméstica, mas também pelos serviços inovadores e capacitados que os acompanham.

A domótica apresenta uma gama de aplicabilidade muito extensa assim uma casa automatizada deixa de ser um luxo, pois além de conforto, representa segurança, economia e qualidade de vida.

Para o recebimento dessa infinidade de recursos disponíveis é necessário uma infra-estrutura. O estudo mostrou que cada sistema de automação residencial tem suas particularidades, e devem ser escolhidos de acordo com a aplicação e as ambições do cliente. Sendo assim, o ideal é que o sistema seja definido com o auxílio de profissionais da área na fase embrionária do projeto residencial levando-se em conta o conhecimento das normas técnicas aplicáveis, das topologias dos diversos subsistemas a serem instalados e das diferentes soluções apresentadas pelos diversos fabricantes de forma a minimizar custos e trazer melhor satisfação ao usuário.

Por fim, os objetivos foram alcançados dentro da idéia proposta uma vez que se pôde mostrar os meios técnicos que fazem a domótica possível, bem como essa tecnologia como realidade inevitável e que trouxe uma concepção nova em que o lar supera o espaço físico, tornando-se um ambiente inteligente e sustentável que proporciona comodidade e satisfação.

Na pesquisa houve o envolvimento de diversas disciplinas lecionadas na graduação como, por exemplo, Controle, Instalações Elétricas, Automação, Princípios de Comunicação, Comunicação Digital, dentre outras. Assim a interdisciplinaridade que também era um dos objetivos foi alcançada.

Referências Bibliográficas¹

BOLZANI, C. A. M. **Residências Inteligentes**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

BOLZANI, C. A. M. **Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências Inteligente**. USP. São Paulo. 2010.

BRAGA, L. C. **ESTUDO DE ASPECTOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COM UMA ABORDAGEM DE AUTOMAÇÃO PREDIAL**. UFMG. Belo Horizonte, p. 165. 2007.

ELOY, S. et al. **Utilização da domótica na estratégia de sustentabilidade social e ambiental**. Instituto Universitário de Lisboa. Lisboa. 2010.

HAYDEN. Disponível em: <<http://www.hayden.com.br/imagens/sistema/sistema1.jpg>>. Acesso em: 2011 mar. 07.

HOTFLOOR. Inverno frio esgota estoque de sistemas de calefação. **HotFloor**. Disponível em: <<http://www.hotfloor.com.br/site/conhecaahotfloor/materias/inverno-frio-esgota-estoque-de-sistemas-de-calefacao>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

PALMA, D. S. D. C. **Domótica KNX/EIB de Baixo Custo**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto. 2008.

SENA, D. C. S. **Automação Residencial**. UFES. Vitória, p. 21. 2005.

TECH HOUSE SYSTEM. Disponível em: <<http://techhousesystem.com.br/site/pisoaquecido.html>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

TEZA, V. R. **ALGUNS ASPECTOS SOBRE A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL - DOMÓTICA**. UFSC. Florianópolis. 2002.

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

WIKICOMMONS. Disponível em:

<http://pt.wikibooks.org/wiki/Ficheiro:Osi_parallel_port.PNG>. Acesso em: 10 abr. 2011.

ANEXO A - Casa inteligente chega à classe média

FOLHA ONLINE 14/03/2011 06h18

Até pouco tempo privilégio de uma parcela pequena de brasileiros, sistemas de automação residencial como fechadura digital, controle de iluminação, som e ar condicionado estão mais acessíveis à classe média.

Graças à queda da cotação do dólar e ao aumento na escala de produção, alguns desses equipamentos estão cerca de 60% mais baratos do que há três anos.

É possível ter um sistema de acesso por biometria (em que a impressão digital substitui as chaves nas portas de entrada) a partir de R\$ 1.500, ou um sistema básico para acionamento de luzes, ar condicionado e sistema de som por R\$ 1.800.

Para os dispostos a investir um pouco mais, há a banheira inteligente, que pode ser programada à distância, pelo celular, por R\$ 21 mil. Entre os mimos, a possibilidade de configurar a temperatura do banho e a emissão de sabonete líquido e essências.

"A queda de preços fez com que os sistemas de automação não fossem vistos apenas como supérfluos ou exclusividade de milionários. O consumidor já os observa como itens acessíveis de conforto", diz José Roberto Muratori, da Associação das Empresas de Automação Residencial (Aureside).

A redução no custo dos sistemas de automação passou a ser vista como uma oportunidade para as construtoras oferecerem apartamentos mais "charmosos" aos consumidores de médio padrão.

A Cyrela optou por incluir em alguns de seus empreendimentos a central inteligente, um sistema pré-montado que permite ao morador configurar a automação de até 12 equipamentos eletrônicos.

A Even teve seu primeiro imóvel com automação em dezembro de 2009, e desde então incluiu sistemas em todos os 11 lançamentos na cidade de São Paulo.

"Como a impressão foi positiva, decidimos incluir desde apartamentos compactos, com 50 metros quadrados avaliados em R\$ 450 mil, até imóveis de alto luxo de R\$ 2 milhões", diz Ricardo Grimone, gerente de incorporação da companhia.

Além do básico

Embora as centrais inteligentes sejam a porta de entrada da automação residencial, há construtoras que decidem fisgar os consumidores com itens de luxo, como no caso da construtora Concal, sediada no Rio.

Em empreendimentos de luxo da zona sul da cidade, avaliados em média em R\$ 5 milhões, além do leitor biométrico, a construtora já incluiu chuveiro com controle digital e banheira inteligente como itens padrão.

"Automação residencial virou motivo de competitividade entre as construtoras, já que representa a extensão do consumo da tecnologia pessoal que esse tipo de comprador já exige", diz o diretor Rodrigo Conde Caldas.

Segundo Grimone, da Even, os próximos passos incluem a automação das áreas comuns, que inclui preparação para internet sem fio wi-fi e sistemas para música e luz no salão de festas