

FABRÍCIO DE CARVALHO SILVA

**REDES DE COMUNICAÇÃO PARA APLICAÇÕES EM AUTOMAÇÃO
RESIDENCIAL: REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

2006

FABRÍCIO DE CARVALHO SILVA

**REDES DE COMUNICAÇÃO PARA APLICAÇÕES EM AUTOMAÇÃO
RESIDENCIAL: REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de Concentração:

Redes e Sistemas Digitais

Orientador:

Prof. Rêmulo Maia Alves

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

**Ficha Catalográfica preparada pela Divisão de Processos Técnico
da Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Fabrício de Carvalho

Redes de Comunicação para Aplicações em Automação Residencial: Revisão de Literatura / Fabrício de Carvalho Silva Lavras – Minas Gerais, 2006. 78p : il.

Monografia de Graduação – Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciência da Computação.

1. Introdução. 2. Modelos de Comunicação. 3. Automação Residencial. 4. Controle Residencial 5. Redes de Comunicação Doméstica 6. Conclusão I. SILVA, F. C. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

FABRÍCIO DE CARVALHO SILVA

**REDES DE COMUNICAÇÃO PARA APLICAÇÕES EM AUTOMAÇÃO
RESIDENCIAL: REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Ciência da Computação para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 26 de Abril de 2006

Prof. André Luiz Zambalde

Prof. Ricardo Martins de Abreu Silva

Prof. DSc. Rêmulo Maia Alves
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo à DEUS, por me guiar em todos os momentos da minha vida e principalmente à conquistar mais esse objetivo.

Aos meus pais, Tadeu e Elma, irmão Anderson, e namorada Cláudia, pelo apoio, incentivo e dedicação desde os momentos mais difíceis até as alegrias compartilhadas nos melhores momentos.

Aos professores, Rêmulo e Anderson, que participaram ativamente e contribuíram para que este projeto fosse concluído.

À empresa onde realizei meu estágio, Redes & Cia, onde cresci profissionalmente e me proporcionou oportunidades de participar de cursos e eventos na área de automação para enriquecimento do meu conhecimento.

Obrigado a todos!

Redes de Comunicação para Aplicações em Automação Residencial: Revisão de Literatura

RESUMO:

Os sistemas em rede de comunicação atualmente estão presentes no cotidiano mais do que se possa imaginar, devido ao fato do conceito de redes estar mudando dos escritórios para as residências, abrindo um grande mercado com inúmeras oportunidades.

O presente trabalho tem como principal objetivo realizar um estudo com foco de revisão de literatura sobre as redes de comunicação aplicadas à Automação Residencial. Apresenta conceitos de modelos de comunicação, automação residencial e um levantamento bibliográfico sobre os principais meios de comunicação utilizados em redes residenciais, que são: redes sem fio, redes baseadas no cabeamento elétrico, no cabeamento telefônico e redes híbridas. Concluindo com uma análise sobre essas redes, onde são apresentadas as principais características, vantagens e desvantagens.

Palavras-Chave: Redes, Comunicação, Automação Residencial.

Nets of Communication for Applications in Residential Automation: Revision of Literature

ABSTRACT:

The systems in communication net currently are gifts in the daily one more of the one than if it can imagine, due to the fact of the concept of nets to be changing of the offices for the residences, opening a great market with innumerable chances.

The present work has as main objective to carry through a study with focus of literature revision on the applied nets of communication to the Residential Automation. It presents concepts of communication models, residential automation and a bibliographical survey on the main used medias in residential nets, that are: nets without wire, nets based on the electric cabeamento, the telephonic cabeamento and hybrid nets. Concluding with an analysis on these nets, where the main characteristics, advantages and disadvantages are presented.

Keywords: *Nets, Communication, Residential Automation.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização e Motivação.....	1
1.2 Objetivos e Justificativas.....	2
1.3 Organização do Trabalho.....	2
2. MODELOS DE COMUNICAÇÃO	3
2.1 Economia da Informação.....	3
2.2 Tendência das Telecomunicações.....	4
2.3 Protocolos.....	6
2.4 Protocolo TCP/IP.....	8
2.5 Computação Pervasiva.....	10
2.6 Convergência de Padrões.....	11
2.7 <i>Always On</i>	12
3. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	15
3.1 Conceitos Básicos.....	15
3.2 Integração dos Sistemas.....	19
3.3 Automação Predial versus Residencial.....	20
3.4 Sistemas Básicos de Automação Residencial.....	21
3.5 <i>Retrofitting</i>	22
4. CONTROLE RESIDENCIAL	23
4.1 Fluídos e Detritos.....	24
4.2 Energia Elétrica.....	24
4.3 Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado.....	25
4.4 Redes de Computadores.....	25
4.5 Iluminação.....	25
4.5.1 Sistemas de Controle de Iluminação.....	26
4.6 Detecção e Combate de Incêndios.....	27
4.7 Segurança Patrimonial.....	27
4.7.1 Sistema de Vigilância com CFTV.....	29
4.7.2 Vídeo-Vigilância sobre IP.....	30
4.7.3 Sistemas de Alarme.....	32
4.8 Controle e Automação de Acesso.....	33
4.9 Detecção e Controle Mecânico.....	35
4.10 Telefonia.....	37
4.11 Áudio e Vídeo.....	37
4.11.1 Distribuição de vídeo.....	38
4.11.2 Vídeo Integrado.....	38
4.11.3 HDTV e Vídeo sob Demanda (VoD).....	39

4.11.4	Áudio Integrado.....	40
4.11.5	Repetidores de Controle Remoto.....	41
5.	REDES DE COMUNICAÇÃO DOMÉSTICA.....	43
5.1	Compartilhamento de Acesso.....	43
5.2	Rede de Dados Baseada no Sistema Telefônico.....	44
5.2.1	Home PNA	45
5.3	Rede Baseada em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica	48
5.3.1	Intellon CEBus & Home PNP	51
5.3.2	Enikia.....	53
5.3.4	INARI Powerline Technology.....	55
5.3.5	X – 10	56
5.4	Redes sem Fio.....	57
5.4.1	IEEE 802.11	58
5.4.2	IR – Infravermelho	59
5.4.3	<i>Bluetooth</i>	59
5.4.4	ZigBee	60
5.4.5	Z – Wave	62
5.4.6	ShareWave.....	62
5.6	Soluções Híbridas	63
5.6.1	LonWorks.....	63
5.6.2	CAN – Controller Area Networks e DeviceNet	65
5.6.3	EmWare e ETI Alliance	68
5.6.4	UPnP.....	69
5.6.5	ECHONET	72
6.	CONCLUSÕES.....	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Modelo de Referência OSI.....	7
Figura 2.2: Pilha de protocolo TCP/IP	9
Figura 2.3: Redes Residenciais.....	14
Figura 3.1: Conceito de automação residencial.....	16
Figura 4.2: Exemplo de utilização de uma câmera IP em uma rede local e internet.....	32
Figura 4.3: Sistema de distribuição de vídeo.....	39
Figura 4.4: Sistema de áudio integrado	41
Figura 5.1: Compartilhamento de acesso com NAT	44
Figura 5.2: Arquitetura da especificação Home PNA.	46
Figura 5.3: Utilização do espectro da solução Home PNA.	47
Figura 5.4: Formato do frame HPNA 2.0.....	47
Figura 5.5: Powerline Bridge.	54
Figura 5.6: Pilha de protocolos Inari	55
Figura 5.7: Protocolo <i>Bluetooth</i>	60
Figura 5.8: Camada de protocolo ShareWave.....	63
Figura 5.9: Estrutura do servidor LNS	64
Figura 5.10: Protocolo LonTalk	65
Figura 5.11: Exemplo de rede CAN.....	66
Figura 5.12: <i>Frame Standard</i> CAN.....	67
Figura 5.13: Topologia Universal UPnP	70
Figura 5.14: Pilha de protocolos UPnP	71
Figura 5.15: Pilha ECHONET.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Situação atual da infra-estrutura doméstica.....	18
Tabela 3.2: Proposta de infra-estrutura doméstica.	18
Tabela 6.1: Características das redes de comunicação.....	74

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Motivação

A estruturação das redes de computadores e sua fusão com as redes de telecomunicações, em geral, é um passo importante para que os meios de comunicação possam responder de uma forma rápida e eficaz às novas solicitações da sociedade cada vez mais globalizada em que se vive. Solicitações tão grandes quanto a importância da comunicação no dia-a-dia.

O fato é que os sistemas em rede hoje estão presentes no cotidiano mais do que se possa imaginar. Estão presentes nas residências controlando a iluminação, o aquecimento, os sistemas de segurança e até mesmo o entretenimento. Nos edifícios comerciais e nas indústrias, controlam o acesso das pessoas, sistemas de ar-condicionado, elevadores e iluminação.

Durante décadas, países em desenvolvimento deixaram o planejamento urbano e social em segundo plano. Em razão desse não planejamento as cidades cresceram de modo caótico e hoje se paga um alto preço por um mínimo de qualidade de vida e bem estar social. Por outro lado, a partir dos anos 90 iniciou-se um período onde as fronteiras geográficas deixaram de ser barreiras à troca de informações, graças aos sistemas de telecomunicações e redes de dados. Deste modo surgiram novas formas e caminhos para promover o desenvolvimento social.

Nessa visão, a residência inteligente aparece com grande importância no papel social, não só por prover conforto através da utilização de equipamentos eletrônicos e interligação em redes, mas por ampliar as interações dos usuários à distância.

Esse novo conceito de residências inteligentes não pode ser adotado como uma solução apenas para ricos que não têm o que fazer com seu dinheiro, ou seja, algo dispensável dentro de uma casa. Deve ser adotada como uma solução para realizar os deveres repetitivos e mecânicos, possibilitando um uso mais apropriado do nosso escasso tempo.

A fórmula computação pervasiva mais convergência digital vem despertando o interesse dos que desenvolvem os padrões tecnológicos da residência deste novo século. A computação pervasiva tem a pretensão de, através da utilização de aparelhos eletroeletrônicos, descomplicar a vida do usuário, cumprindo seu papel com eficiência de modo

simples e confiável. A convergência digital possibilita o barateamento dos equipamentos e serviços de acesso à informação agregando valores aos produtos já existentes e promovendo uma equalização dos níveis de qualidade de vida jamais verificados na história.

1.2 Objetivos e Justificativas

Este projeto tem como principal objetivo desenvolver um estudo sobre as principais redes de comunicação utilizadas em projetos e aplicações em automação residencial e predial. E dentro deste estudo analisar e investigar as características, objetivos, vantagens e desvantagens de cada tipo de rede criando uma fonte de referência e consulta para estudantes e profissionais da área que desejarem ampliar seus conhecimentos sobre automação residencial e predial e que estão preocupados em acompanhar a constante evolução das tecnologias.

A convergência de sistemas e sua padronização serão abordadas em quase todo o trabalho, pois é fundamental para o sucesso das novas tecnologias.

1.3 Organização do Trabalho

Neste primeiro capítulo buscou-se a contextualização do tema e a apresentação dos objetivos do trabalho. No capítulo 2 são apresentados conceitos básicos de modelos de informação na sociedade, bem como uma introdução aos conceitos de redes de comunicação. No seguinte, faz-se uma introdução aos conceitos de automação residencial e predial e o estado atual da área. O capítulo 4 apresenta os sistemas que podem ser integrados para gerenciamento do tráfego de informações. O capítulo 5 apresenta os tipos de redes mais utilizados na comunicação e integração dos sistemas.

2. MODELOS DE COMUNICAÇÃO

De acordo com KRIPPENDORF (1994) um modelo de comunicação trata-se de um modelo matemático, para permitir a transmissão de um conjunto de informações quantificáveis de um lugar para outro, através de um ponto A (o emissor) para um ponto B (o receptor). A informação, uma vez codificada em sinais por um emissor, seria transmitida através de um canal (a mídia) para um receptor que processaria a sua decodificação.

O processo comunicacional é, desse modo, reduzido a uma questão de transporte, no qual as mensagens e significados são tratados como meros sinais a serem identificados e decodificados por um receptor.

2.1 Economia da Informação

Um projeto de telecomunicação além de estar alinhado com as tendências tecnológicas, antes de tudo, deve seguir os preceitos da nova economia da informação para ser factível e ter sucesso. Esse modo de lidar com a informação e transformá-la em um bem de consumo, gerando riquezas, é que vai liderar todo o progresso científico daqui pra frente.

A nova economia tem três características distintivas da economia tradicional, que segundo KELLY (1998) é globalização, favorece tudo o que é intangível (idéias, informação, saber e relações) e está intensivamente interligada. E os principais fatores que permitiram o seu aparecimento foram:

- Evolução da microeletrônica, propiciando equipamentos cada vez mais ágeis, com tamanhos e custos reduzidos.
- Direcionamento da tecnologia para a criação do computador pessoal.
- Surgimento da Internet.

O computador pessoal e uma rede de dados permite o que há de mais importante na nova economia: a criação e a distribuição de aplicações por qualquer elemento interligado.

Para KELLY (1998), o mundo produz cada vez mais novas informações, sendo que nos últimos quatro anos foram criadas mais informações novas do que em toda a história anterior da humanidade, e dobrando a cada ano.

Sendo assim, a residência inteligente deve assumir também o seu papel sendo uma célula de absorção, gerenciamento e geração de conteúdo digital.

KELLY (1998) ainda sintetiza estes novos conceitos em dez mandamentos que estão relacionados com todos os aspectos da casa inteligente:

- 1) A lei da colméia – A vantagem competitiva: um sistema de controle descentralizado.
- 2) A lei dos rendimentos crescentes – O mecanismo de aumento do valor econômico: as conexões entre pessoas e coisas.
- 3) A lei da abundância – Mais dá mais: a inversão do princípio clássico da escassez.
- 4) A lei da tendência ao gratuito – A formação dos preços também é invertida: antecipar o barato ou o gratuito.
- 5) A lei da submissão à casa Web – A conexão das residências através do acesso à Internet.
- 6) A lei de antecipação do obsoletismo – Abandone a galinha dos ovos de ouro antes que se torne obsoleta pela entrada de outras.
- 7) A lei do espaço de negócio – O mercado deixou de ser um local físico, mas um espaço.
- 8) A lei do desequilíbrio – Não há harmonia, tudo é fluxo. A única saída é a inovação.
- 9) A lei da tecnologia relacional – As únicas tecnologias com futuro são as que potencializam relações.
- 10) A lei das ineficiências – A exploração de novas oportunidades vem antes da otimização do que existe.

2.2 Tendência das Telecomunicações

A evolução tecnológica além de possibilitar o acesso ao computador pessoal, propiciou também a construção de sistemas de interligação em redes e a criação da Internet. Existem diversas soluções que propiciam a interligação de equipamentos residenciais à Internet, como podemos ver na Tabela 2.1. Cada um é apropriado para uma situação e envolve as variáveis de custo, distância, finalidade, etc.

Tabela 2.1: Tecnologia de interligação em redes (Fonte: BOLZANI, 2004).

Redes cabeadas (<i>wired lines</i>)	Redes sem fio (<i>wireless</i>)
ISDN	Microondas
xDSL	Celular
TV a Cabo	Satélite
<i>Powerline</i>	Infravermelho
Fibra Óptica	Radiofrequência

Mas com o grande desenvolvimento de diversos sistemas de rede, cada qual com características para atender a um determinado propósito, mostrou-se a necessidade da união dos diversos desenvolvedores a fim de se estabelecer padrões visando a interoperabilidade dos sistemas e a redução de custos.

Segundo BOLZANI (2004) Estes padrões são adotados pelos fabricantes de hardware e software tendo como base uma política comum, visando o benefício de todos. Dentre as preocupações para estabelecer um padrão de tecnologia estão:

- Tipo de rede física.
- Camadas de protocolos necessárias.
- Soluções concorrentes.
- Possibilidade de desenvolvimento de novos serviços.
- Viabilidade econômica e tecnológica.
- Custo / benefício.
- Interoperabilidade com sistemas existentes.
- Desenvolvimento de *software/hardware* apropriado.
- Possibilidade de utilização de *software/hardware* existente.
- Acordo com normas internacionais.
- Escalabilidade.
- Segurança de dados.
- Segurança dos usuários.

- Produção de patentes.
- Comparação entre as tecnologias.
- Características do consumidor final.

2.3 Protocolos

Apenas conectar vários computadores através de um cabo não garante o adequado funcionamento de uma rede de comunicações.

Protocolo é um termo que se tornou famoso após a ampla utilização dos computadores pessoais em redes conectadas à Internet. É considerado um conjunto de padrões de comunicação, e no contexto de telecomunicações é considerado um conjunto formal de convenções que regulam o formato e o sincronismo da troca de mensagens entre dois sistemas de comunicações. Os protocolos também servem para dividir uma tarefa complicada em diversas tarefas mais simples, ou em camadas mais simples (BOLZANI, 2004).

Segundo TORRES (2001), protocolo é uma “linguagem” usada pelos dispositivos de uma rede de modo que eles consigam se entender, isto é, trocar dados e informações entre si. Para que todos os dispositivos de uma rede consigam conversar entre si, todos eles deverão estar usando uma mesma linguagem, isto é, um mesmo protocolo.

Ainda segundo TORRES (2001), quando as redes de computadores surgiram, as soluções eram, na maioria das vezes, proprietárias, isto é, uma determinada tecnologia só era suportada por seu fabricante. Não havia a possibilidade de se misturar soluções de fabricantes diferentes. Dessa forma um mesmo fabricante era responsável por construir praticamente tudo na rede.

Para facilitar a interconexão de sistemas de computadores, a *International Standards Organization* (ISO) desenvolveu um modelo de referência chamado *Open System Inter-connection* (OSI), para que os fabricantes pudessem criar protocolos a partir desse modelo. O modelo de protocolos OSI é um modelo de sete camadas, que é apresentado na Figura 2.1.

Na transmissão de um dado, cada camada pega as informações passadas pela camada superior, acrescenta informações pelas quais ela seja responsável e passa os dados

para a camada inferior. Esse processo é conhecido como encapsulamento (TANENBAUM, 1997).

Cada camada é responsável por um conjunto de processos, o que simplifica seu estudo, implementação e relação com as demais.



Figura 2.1: Modelo de Referência OSI (Fonte: TANENBAUM, 1997).

Características do modelo de Referência OSI, segundo TANENBAUM (1997):

- **Aplicação:** faz a interface entre o protocolo de comunicação e o aplicativo que pediu ou receberá a informação através de rede.
- **Apresentação:** também chamada de Tradução converte o formato de dado recebido pela camada de aplicação em um formato comum a ser usado na transmissão desses dados, ou seja, um formato entendido pelo protocolo usado.
- **Sessão:** permite que duas aplicações em computadores diferentes estabeleçam uma sessão de comunicação. Nesta sessão, essas aplicações definem como será feita a transmissão de dados e coloca marcações nos dados que estão sendo transmitidos. Se porventura a rede falhar, os computadores reiniciam a transmissão dos dados a partir da última marcação recebida pelo computador receptor.
- **Transporte:** responsável por pegar os dados enviados pela camada de Sessão e dividi-los em pacotes que serão transmitidos pela rede, ou, melhor dizendo, repassados para a camada de Rede. No receptor, a camada de Transporte é

responsável por pegar os pacotes recebidos da camada de Rede e remontar o dado original para enviá-lo à camada de Sessão. Isso inclui controle de fluxo (colocar os pacotes recebidos em ordem, caso eles tenham chegado fora de ordem) e correção de erros, tipicamente enviando para o transmissor uma informação de reconhecimento, informando que o pacote foi recebido com sucesso.

- **Rede:** responsável pelo endereçamento dos pacotes, de forma que os pacotes consigam chegar corretamente ao destino. Essa camada também determina a rota que os pacotes irão seguir para atingir o destino, baseada em fatores como condições de tráfego de rede e prioridades.
- **Enlace:** também chamada de Link de Dados, pega os pacotes de dados recebidos da camada de Rede e os transforma em quadros que serão trafegados pela rede, adicionando informações como o endereço da placa de rede de origem, o endereço da placa de rede de destino, dados de controle e os dados em si.
- **Física:** pega os quadros enviados pela camada de Link de Dados e os transforma em sinais compatíveis com o meio onde os dados deverão ser transmitidos. Se o meio for elétrico, essa camada converte os 0s e 1s dos quadros em sinais elétricos a serem transmitido pelo cabo. Se o meio for óptico, essa camada converte os 0s e 1s dos quadros em sinais luminosos e assim por diante, dependendo do meio de transmissão de dados.

2.4 Protocolo TCP/IP

O TCP/IP não é o único protocolo utilizado em redes, porém é o mais famoso por ser adotado para a comunicação da Internet. O TCP (*Transmission Control Protocol*) e o IP (*Internet Protocol*) exercem funções distintas, porém, normalmente trabalham juntos tornando a comunicação de dados eficiente.

Outro fato que tornou o TCP/IP popular é que ele possui arquitetura aberta e qualquer fabricante pode adotar sua própria versão de TCP/IP em seu sistema operacional, como afirma Richard Stevens, em STEVENS (1993): “O TCP/IP é na verdade um

conjunto de protocolos que permite que computadores de todos os tamanhos, de diferentes fabricantes rodando sistemas operacionais totalmente diferentes, se comuniquem entre si”.

As principais características do TCP/IP, segundo STEVENS (1993), são:

- Padrão aberto, livremente disponível e desenvolvido independentemente do hardware ou sistema operacional do computador;
- Independente de hardware específico de rede;
- Possui um esquema de endereçamento comum que possibilita todo dispositivo comunicar-se a outro em toda rede, mesmo que esta seja tão grande quanto a Internet;
- É composto por protocolos padronizados de alto nível para serviços consistentes e amplamente disponíveis.

De uma forma básica, o TCP se encarrega de quebrar os dados em pacotes menores e rearranja-los na outra extremidade, enquanto o IP entrega-os para o destino correto.

Uma rede trabalhando com protocolo TCP/IP utiliza apenas quatro das camadas do modelo OSI, como ilustrado na Figura 2.2.

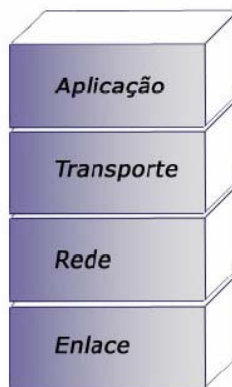


Figura 2.2: Pilha de protocolo TCP/IP (Fonte: TANENBAUM, 1997)

Características do protocolo TCP/IP, segundo TANENBAUM (1997):

- **Enlace:** Permite o transporte de dados pelos diversos tipos de redes (X.25, ATM, FDDI, Ethernet, Token Ring, Frame Relay, etc.). Como há uma grande variedade de soluções utilizando diferentes velocidades, meios de transmissão, etc., esta camada não é normatizada pelo modelo, o que provê uma das grandes

virtudes do TCP/IP, que é a possibilidade de conexão e interoperação de redes heterogêneas.

- **Rede:** Neste nível, todos os dados são tratados como pacotes. É responsável pelo envio e roteamento dos pacotes entre os hosts, ou seja, tem por função encontrar o caminho entre os computadores, função esta, exercida pelo protocolo IP.
- **Transporte:** Oferece a comunicação mais confiável entre os hosts de uma rede. Caso algum pacote se perca, é obrigação da camada enviar um pedido de retransmissão ao emissor. O TCP aloca essas informações em cada pacote e o IP os envia, quando chegam ao destino, o TCP é quem vai colocá-los em ordem. Outra importante função é o controle de fluxo evitando-se congestionamentos na rede.
- **Aplicação:** Aqui se incluem as aplicações, os programas. Quando se faz uma requisição de uma página da Internet, por exemplo, o navegador processa os pacotes que chegam e forma a página para que se possa ver. Isso não ocorre apenas com o destino, ou seja, para receber essas informações um outro programa na origem (também na camada de aplicação) teve que processá-las inicialmente.

O protocolo TCP/IP também é usado nas redes domésticas (transmissão de dados, multimídia e conexão com a Internet), sendo que as redes de controle também o utilizam para transmitir os dados e executar comandos à distância. Muitos eletro-eletrônicos inteligentes também implementa o protocolo internamente: através de chips dedicados, possibilitando a troca de informações entre os dispositivos, computadores pessoais e a Internet.

2.5 Computação Pervasiva

De acordo com BOLZANI (2004), a computação pervasiva pode ser definida como a utilização de sistemas computacionais em um amplo espectro, auxiliando o usuário a controlar sua residência de acordo com sua vontade. Isto acarreta em:

- Interface amigável, ocultando a complexidade dos processos.

- Interconexão de DIs integrados em uma rede de dados universal.
- Sistema digital com manutenção e administração simples.
- Sistema que se auto descobre, sistemas devem descobrir uns aos outros e observar o meio em que se encontram.

Dentro desse contexto BOLZANI (2004) também coloca que a automação deve ser utilizada para ajudar o usuário a cumprir suas tarefas diárias, mas não a pensar por ele. As informações devem estar precisamente dispostas no tempo e no lugar necessários auxiliando na tomada de decisões e, através de aprendizado e adaptação, fornecer sugestões para o gerenciamento dos sistemas.

Geladeiras, microondas, televisores e videocassetes têm microchips embutidos realizando inúmeras funções. Hoje ainda, muitos desses aparelhos não conversam entre si e têm inteligência limitada. Por exemplo, quando se programa o temporizador do forno de microondas, de maneira que possa torrar o alimento, ele não será avisado do problema e o forno, por si só, não abortará a programação.

BOLZANI (2004) afirma que com a adição de inteligência em todos os equipamentos espalhados pela casa, consegue-se uma transformação radical, pois os dispositivos inteligentes, também chamados de DIs, cooperam com a gestão da própria casa, desafogando as tarefas do usuário. Como exemplo, um telefone celular que conversa com os diversos aparelhos eletro-eletrônicos de uma casa, programando-os, determinando o ciclo diário de trabalho e recebendo em tempo real um relatório atualizado do status do sistema. Tudo isso ocorrendo independentemente de marca, modelo ou idioma.

2.6 Convergência de Padrões

Em 1979, Nicholas Negroponte, um guru americano do mundo dos computadores, revelava através de suas palestras, que “toda a tecnologia de comunicação está sofrendo uma metamorfose conjunta que só pode ser compreendida adequadamente se for tratada como um único assunto”.

Segundo FIDLER (1997), o desenvolvimento da linguagem falada e escrita produziu duas grandes transformações no sistema de comunicação humano que tornaram possível a cultura e a civilização moderna. E que, uma terceira transformação, a linguagem

digital, está pronta para influenciar radicalmente a evolução da civilização. E que esta transformação esta intimamente ligada ao conceito de convergência.

A convergência de padrões auxilia o processo de interoperabilidade entre sistemas. E, segundo BOLZANI (2004), é um sistema escalável onde todos os dispositivos interagem conforme suas possibilidades, inteligência e permissão de acesso.

O principal intuito da convergência, na área de telecomunicações, é fornecer ao usuário acesso às informações e aplicações em qualquer lugar, de qualquer rede, por qualquer canal de comunicação, através de uma interface homem máquina coerente (única), com qualidade adequada e de forma transparente, ou seja, tudo que a sociedade de informação atual necessita.

Bill Gates, em seu livro “A estrada da informação” ressalta: “Podendo escolher entre uma linda caixa de correio, toda feita à mão, mas com uma fenda por onde só passa um único tamanho de envelope, e uma caixa velha de papelão onde todo mundo pode deixar correspondência e recados de todo o tipo de tamanho, você escolheria a de acesso mais amplo. Você escolheria compatibilidade.” GATES (1995).

2.7 Always On

Always On é uma expressão em língua inglesa muito utilizada para identificar sistemas conectados indefinidamente à Internet. Não importando o lugar, a hora ou o tipo de sistema, qualquer que seja o equipamento pessoal ou residencial, este deve sempre permanecer conectado à Internet, considerado como uma das imposições da nova economia (BOLZANI, 2004).

Os dispositivos inteligentes devem utilizar algum sistema de rede de dados a fim de manter contato com o usuário caso haja a necessidade de troca de informações, para isso, devemos dividir o universo de utilização de redes em regiões menores para facilitar o gerenciamento dos aparelhos e dos sistemas, prover diversidade de recursos, impedir a criação de monopólios por parte dos provedores de serviços e obter o máximo de desempenho de cada tecnologia.

Na rotina do dia-a-dia podemos imaginar diversas situações em que existe a necessidade da utilização de redes (BOLZANI, 2004):

- Rede Residencial: comando local dos equipamentos de automação, sincronismo de PDAs (Personal Digital Assistants) em alta velocidade com o computador pessoal, distribuição de áudio, vídeo e dados por toda a residência (alta velocidade, alta segurança).
- Rede Veicular: sincronismo do computador veicular com os diversos dispositivos eletrônicos internos do veículo (freios, injeção de combustível, motor, retrovisores, etc.), troca de informações com o computador pessoal do usuário ou com a residência inteligente, transmissão de dados sobre o veículo para fins policiais e de fiscalização.
- Rede Comercial: utilização de grande largura de banda dentro de estabelecimentos comerciais para recebimento de propagandas, releases de filmes em cinemas, tabelas de preços, cardápios de restaurantes, etc. Pode ser utilizada para a retransmissão de sinais da rede de acesso em locais fechados como em cinemas e shopping centers.
- Rede de Acesso: transmissão de dados wireless para o acesso de PDAs e celulares, telemetria (medições de água, luz à distância), sistemas cabeados de alta velocidade para fornecer acesso à rede Internet, conexão do computador veicular com uma prestadora de serviços.

No sentido mais amplo, segundo BOLZANI (2004) as redes residenciais são interconexões de eletro-eletrônicos através de um meio que possibilite a troca de dados entre eles. É através de rede doméstica que se estabelece o fluxo de informações necessárias para o entretenimento e gestão da residência inteligente. A rede doméstica possibilita o controle remoto de equipamentos, a automação de processos e a distribuição de conteúdo digital, vídeos de alta resolução e som a todos os dispositivos.

Existem várias soluções de interligação em rede, como a Ethernet. Muitas exigem a implantação de um novo cabeamento nas residências, mas muitos usuários não estão dispostos a isso. No entanto, existem outras que não requerem muita modificação, como a tecnologia *Powerline* (transmissão de dados pela rede elétrica), também as baseadas na rede de telefonia e os sem fio. Porém, cada uma tem seus pontos fracos, o que influencia organizações a desenvolverem sistemas compostos que utilizam duas ou mais soluções.

Redes residenciais conectam equipamentos de *home-theater*, dispositivos inteligentes, sistemas de telecomunicações, sistemas de controle, segurança, iluminação,

gerenciamento de energia, ar-condicionado, aquecimento e todos aqueles que podem fazer parte do ambiente residencial. Os dispositivos devem estar conectados por um meio físico que possibilite a troca de dados internamente à residência e externamente através de uma rede de acesso. Para uma solução completa do usuário até o provedor de serviços temos normalmente:

- Rede de alta velocidade
- *Gateway* residencial
- Rede interna
- Protocolos de comunicação
- Dispositivos inteligentes
- Software
- Interfaces homem-máquina

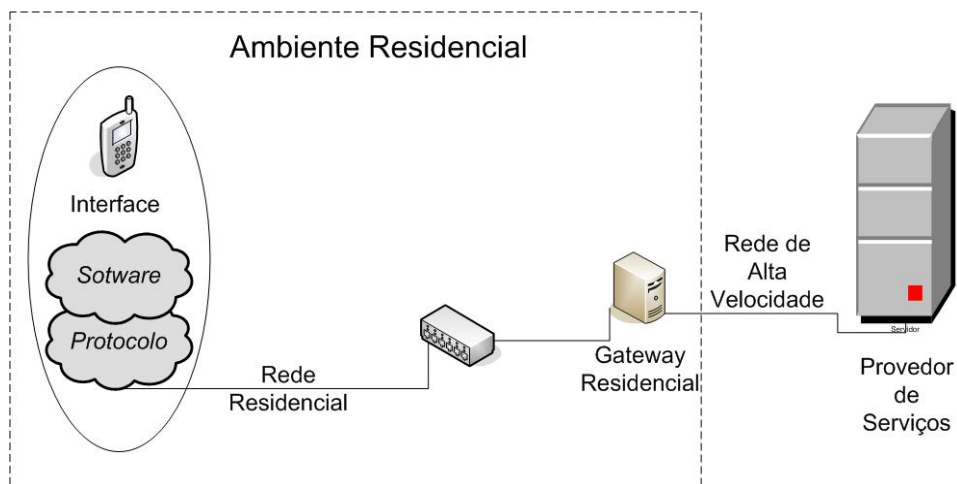


Figura 2.3: Redes Residenciais (Fonte: BOLZANI, 2004).

3. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

3.1 Conceitos Básicos

O conceito de redes de computadores está migrando dos escritórios para as residências, abrindo um grande mercado com inúmeras oportunidades.

Cada nova tecnologia traz acoplado um novo vocabulário. Quando o assunto é residência inteligente, não é diferente: casa automática, casa inteligente, automação residencial, *retrofitting* (ato de introduzir uma modificação ou adaptação em um ambiente já construído para receber algum tipo de sistema eletrônico, BOLZANI, 2004), domótica (ciência moderna de engenharia de instalações em sistemas prediais, BOLZANI, 2004) – mas tudo deve concluir em um só conceito: conforto. Se um sistema eletrônico instalado em um ambiente não oferecer conforto ao usuário, com certeza ele vai ser deixado de lado. Os equipamentos devem unificar controles e processos tornando tudo mais simples. Deve-se observar e adaptar os sistemas aos usuários e não ao contrário. E quanto a automação vai poder ajudar o usuário dependerá do tipo de vida, dos gostos pessoais e dos recursos disponíveis.

Atualmente, todos os aparelhos eletro-eletrônicos trabalham independentes e isolados em suas funções. E segundo BOLZANI (2004) a revolução das redes domésticas e, por consequência, a da automação residencial, estão baseadas no fato de permitir a comunicação entre estes dispositivos e controlá-los através de um gerenciador central, a evolução também deverá permitir controlar a residência remotamente, poupar tempo com tarefas repetitivas, economizar energia, dinheiro e aumentar o conforto.

Para BOLZANI (2004), as residências atualmente possuem diversos cabamentos e dispositivos autônomos que executam tarefas determinadas como:

- Telefonia: sistema telefônico, intercomunicadores, porteiros eletrônicos.
- Informática: rede doméstica, acesso compartilhado, serviços via Internet.
- Rede elétrica: controle de carga, sistema de distribuição, monitoramento de falha, sistema de geração de emergência.
- Segurança: circuito fechado de TV, alarmes, monitoramento, controle de acesso de pedestres e veículos, prevenção de acidentes, iluminação de

segurança, detecção de gases, fumaça calor e fogo, sistema de apoio ao combate de incêndios, simulador de presença, controle de rondas.

- Iluminação: iluminação ambiente, iluminação decorativa, iluminação externa, cenas de iluminação.
- Controle predial: elevadores, aspiração central.
- Hidráulica e gás: aquecimento e pressurização de água, poços, saunas, estações de tratamento de água e esgoto, bombas, irrigação, piscinas, águas ornamentais, sistema de controle e distribuição de gás.
- Entretenimento: *home-theater*, TV por assinatura, distribuição de vídeo, som ambiente, jogos eletrônicos, multimídia.
- Climatização: ar-condicionado, ventilação, controle de janelas, cortinas e persianas.

A Figura 3.1 exemplifica como as camadas de uma rede doméstica trabalham em conjunto. No centro, o integrador de sistemas residenciais é o responsável pela harmonia e interoperabilidade de todo o conjunto.

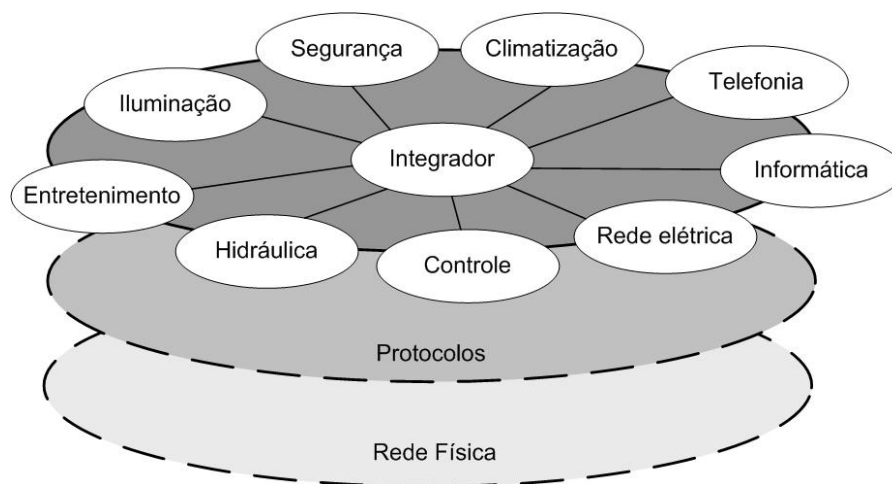


Figura 3.1: Conceito de automação residencial (Fonte: BOLZANI, 2004)

O principal fator a ser considerado na concepção de um projeto de elevada tecnologia, afirma BOLZANI (2004), é o planejamento do sistema de informação. Através dele pode-se prever como se comportarão os aspectos fundamentais da residência: a integração, a interoperabilidade, a engenharia e a infra-estrutura inteligente, ou seja, é

preciso conhecer o ambiente em que será usado a tecnologia para otimizar os recursos disponíveis.

O desenvolvimento de um ambiente inteligente pressupõe o planejamento de temas que até hoje não se observava em construções residenciais, como (BOLZANI, 2004):

- Organização dos sistemas de informática que trabalhavam independentes e podem ser organizados dentro de uma mesma rede de comunicação de dados.
- Sistemas de gerenciamento da residência podem ser concentrados em um único local, possibilitando também o acesso remoto.
- Configuração das redes interna e externa de comunicações.
- Integração dos novos serviços de valor agregado.
- Adaptação da rede aos vários moradores, e não adaptação dos moradores a algum tipo de rede.
- Conexão aos serviços públicos de telecomunicações.
- Máxima flexibilidade nas mudanças.
- Organização do espaço interno e externo, com a introdução de novos equipamentos e novos dispositivos.

Segundo BOLZANI (2004), assim como em muitos aspectos cotidianos, o fator econômico pode limitar o grau de satisfação a atingir, pode-se falar que o nível de automação é delineado por dois fatores, os sonhos e o bolso. Por outro lado, podem ocorrer desperdícios de recursos quando não há adequação entre a tecnologia e o problema que se pretende resolver.

Ainda segundo o mesmo BOLZANI (2004), acredita-se que o investimento em sistemas de automação residencial corresponda em média a 10% do custo total da obra, com um retorno em médio prazo na forma de racionalização dos serviços de manutenção e economia nos gastos com energia, água e gás na ordem de 30%. Observa-se também que a principal preocupação não é o custo com o sistema, mas sim a dúvida quanto ao retorno em comodidade.

Tabela 3.1: Situação atual da infra-estrutura doméstica (BOLZANI, 2004).

Situação atual	Conseqüências
Instalações independentes	Multiplicidade de redes e cabos.
Redes não compatíveis	Manutenção cara e complicada, dependência do fornecedor.
Falta de uniformidade	Impossibilidade de automatização global.
Equipamentos limitados	Dificuldade para integrar novos serviços e interligar redes, ampliação do uso de “adaptadores”, obsolescência em curto prazo.

Tabela 3.2: Proposta de infra-estrutura doméstica (BOLZANI, 2004).

Situação proposta	Conseqüências
Automação de residências	Maior conforto e automatização de serviços.
Integração dos serviços	Barateamento de equipamentos e processos.
Centralização de sistemas	Simplificação da rede.
Conexão com redes externas (Internet e dedicadas)	Comando remoto, utilização de conteúdo digital sob demanda.
Monitoramento remoto de pessoas e equipamentos	Facilidade de integração de novos equipamentos e serviços, rapidez no envio de alarmes, <i>homecare</i>
Eletrodomésticos inteligentes	Acesso à informação de qualquer ponto da casa, diminuição do tempo de procura de avarias, economia de energia.
Auditoria e controle de gastos	Melhoria no funcionamento de sistemas, administração da residência, constante supervisão do conjunto.

O usuário é quem vai dar o primeiro passo na decisão das prioridades e o quanto vai poder investir. Mas também é crucial que o integrador de sistemas residenciais ajude e auxilie nas tomadas de decisões, mostrando o que existe atualmente em termos de tecnologia, equipamentos e como proceder. As soluções podem variar de uma casa em construção para outras já prontas. É necessário optar por um sistema escalável para o bom aproveitamento de recursos, pois permite, num futuro, expandir a rede, adicionar equipamentos e atualizar as aplicações e softwares.

Para BOLZANI (2004) um bom começo para implantação de um sistema é um bom planejamento, saber o que vai ser e o que vai poder ser instalado nos ambientes da casa é essencial para evitar gastos desnecessários e aborrecimentos. Mesmo que não seja possível implantar tudo que se deseja logo no início, deve haver a preocupação de prover todos os meios necessários para futura instalação.

3.2 Integração dos Sistemas

Uma das principais preocupações dos projetistas e instaladores de sistemas de Automação Residencial deve ser a integração dos mesmos. 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 trabalha sem comunicação entre si, o resultado na maioria das vezes é uma grande confusão operacional. Por exemplo, 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 das residências, toda esta integração pode ser obtida ao final e a um custo muito pequeno. Quando isto não é previsto em projeto, aí se tem a improvisação e o desperdício, que sempre resultam em prejuízos financeiros e dificuldades operacionais (BOLZANI, 2004).

Isoladamente, cada um dos sistemas adotados numa residência tem a sua eficiência limitada. Utilizando-se o conceito de integração, o potencial de benefícios se enriquece. A operação fica mais simples, a economia e a segurança aumentam, o conforto alastra-se pela casa toda.

Segundo BOLZANI (2004) Integrador de Sistemas é quem projeta, coordena os outros profissionais, auxilia na escolha de equipamentos, acompanha a instalação e até mesmo presta serviços de manutenção e atualização. Para realizar um projeto de maneira eficiente, o profissional precisa conhecer toda a gama de opções disponíveis, identificando as necessidades e limitações do usuário.

Existem quatro regras a serem seguidas para o sucesso de um integrador de sistemas (BOLZANI, 2004), que são:

- Assimilar os requisitos e objetivos a atingir: conhecer as pessoas envolvidas na execução da obra, desde o usuário, engenheiro, arquiteto, mestre encarregado até fornecedores de materiais e demais profissionais que podem causar um entrave na execução do projeto. Cada um destes grupos tem necessidades conflituosas e é sua responsabilidade identificar todas as necessidade e limitações, de forma a otimizar as relações integrando-os na gestão e no processo de desenvolvimento do projeto. As novas soluções e os novos métodos de trabalho causam muitas divergências no dia-a-dia de uma obra.
- Compreender a tecnologia: conhecer todas as soluções disponíveis e estar atualizado. Isto é um processo sem fim, pois surgem novos conceitos a cada dia. Atualmente, existem vários sistemas inteligentes disponíveis para serem utilizados em residências e edifícios comerciais e é sua função aplicar o equipamento adequado à necessidade do cliente.
- Pesar os prós e os contras: basear a sua escolha em critérios preestabelecidos 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: direcionar seu projeto a fim de criar ou aumentar as perspectivas e oportunidades de todos aqueles que irão utilizar o sistema. Arquiteturas multifuncionais podem ser mais apropriadas para ambientes menores em regiões com grandes índices populacionais, por exemplo.

3.3 Automação Predial versus Residencial

Para NETO (1994) a automação predial está baseada no conceito de integração de sistemas eletroeletrônicos e eletromecânicos aumentando consideravelmente os benefícios. A operação centralizada se torna mais simples e econômica, proporcionando maior segurança e conforto. A automação de hotéis, shopping centers, condomínios ou escritórios adotam como premissa a existência do usuário padrão. Facilitando e direcionando o planejamento das instalações e equipamentos a fim de acomodar a maioria dos usuários.

Outro fator é que, em edifícios comerciais a automação é transparente ao usuário justamente por ser orientada ao público mediano.

Em instalação predial, a automação atua nas funções de elétrica, hidráulica, ar condicionado e vídeo (BOLZANI, 2004).

Sistemas prediais também incorporam toda uma série de outros subsistemas, em especial os destinados à segurança. Sua implementação deve seguir um conjunto de leis e normas especificadas por órgãos competentes. Atualmente, muitos empreendimentos imobiliários de grande porte já utilizam soluções totalmente integradas e, em poucos anos, certamente não haverá mais espaço para as soluções isoladas (BOLZANI, 2004).

Segundo NETO (1994) a automação residencial é muito diferente, sendo projetada para permitir ao usuário interagir e interferir no sistema todo o tempo, ou seja, todas as soluções devem ser orientadas a ele. Outra grande diferença é que o sistema empregado será comandado e modificado, em sua maioria, por pessoas sem conhecimento técnico.

3.4 Sistemas Básicos de Automação Residencial

Já existem diversos modelos de equipamentos de automação residencial no mercado. A escalabilidade de alguns projetos permite que se amplie passo a passo a configuração do sistema (BOLZANI, 2004).

As soluções já existentes como campainhas sem fio, detectores individuais de movimento para controle de iluminação, controles remotos universais, pequenas centrais de segurança entre outros são disponibilizados com fácil instalação. Estas soluções são consideradas “automáticas” por desempenharem suas funções através de programação, porém não podem ser consideradas automatizadas por não permitirem a integração com sistemas vizinhos e nem o comando de um gerenciador central (BOLZANI, 2004).

O’DRISCOLL (2001) mostra que um dos fatores que limita as implementações de soluções residenciais é a imaginação e a disponibilidade financeira do usuário, o controle de todas as funções através de comando de voz e a instalação de dispositivos inteligentes são apenas algumas das atrativas possibilidades que vem levando mais e mais empreendedores a procurar por inovações.

3.5 Retrofitting

Conforme mencionado anteriormente, um projeto de automação pode ser melhor dimensionado quando previsto na fase inicial da construção do imóvel. Porém nada impede que um bom planejamento e equipamentos sem fio permitam que várias soluções sejam implementadas com um mínimo de problemas em caso de reforma. Atualmente observa-se uma grande reabilitação de uso de velhas construções, de caráter histórico e tombado pelo patrimônio.

Alguns conceitos básicos de *retrofitting*, segundo BOLZANI (2004), para implantação de automação, segurança e cabeamento são descritos a seguir:

- Levantamento: A primeira atividade a ser feita é um estudo detalhado da casa ou do prédio, avaliando os equipamentos e sistemas já instalados, com base no levantamento definem-se as soluções a serem automatizadas, para cada item o nível de automação, a segurança e as condições a serem obedecidas pelo sistema.
- Comunicação entre subsistemas: Definem-se as interfaces entre os vários subsistemas a serem implantados.
- Interface com os equipamentos existentes: É preciso um estudo da necessidade de alterações dos equipamentos e sistemas já existentes para que possam ser conectados e integrados ao novo sistema.
- Documentação do novo sistema: Todas as modificações e inovações, seja no processo de planejamento, sejam após a finalização da obra, devem ser descritos em um memorial detalhado com diagramas, listas, funcionamento, etc.
- Plantas e desenhos: Detalhamento técnico através de desenhos e plantas mostrando a arquitetura utilizada, o mapa do cabeamento, detalhes de *racks*, subsistemas específicos são essenciais para um projeto.

4. CONTROLE RESIDENCIAL

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

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

- Sistemas de fluídos e detritos.
- Sistema de energia elétrica.
- Sistema de ventilação, aquecimento e ar-condicionado.
- Sistema de redes de computadores.
- Sistema de controle de iluminação.
- Sistema de detecção e combate de incêndios.
- Sistema de segurança patrimonial.
- Sistema de controle e automação de acessos.
- Sistema de detecção e controle mecânico.
- Sistema de telefonia.
- Sistema de áudio e vídeo.
- Sistema de monitoramento e visualização.
- Sistema de auditoria e automação de processos.

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

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

4.1 Fluídos e Detritos

O sistema de fluídos e detritos compõe todos os mecanismos de troca de materiais líquidos e sólidos de uma residência inteligente com o meio. Provendo uma máxima utilização dos recursos e reutilizado se possível:

- Controle e gerenciamento da demanda de água potável e gás GLP.
- Aproveitamento de águas pluviais (irrigação, lavagem de quintais).
- Detecção de vazamento através de utilização de sensores.
- Tratamento de esgoto.
- Coleta seletiva e reciclagem total ou parcial do lixo.

4.2 Energia Elétrica

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

É preciso prestar atenção no sistema de proteção ao circuito de distribuição da energia elétrica, devido aos picos de tensão e corrente originados de surtos atmosféricos ou flutuações da própria concessionária que podem danificar os aparelhos.

Em qualquer residência inteligente, se faz necessário um sistema de backup de energia para manter pelo menos as centrais de controle e de alarmes em funcionamento. Um gerador é o mais adequado para longos períodos de queda, mas para faltas repentinas ou surtos deve-se prover de um *no-break*.

4.3 Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado

A esse conjunto de sistemas incluindo aquecimento, ventilação e ar-condicionado da-se o nome de sistema de HVAC, que será usado daqui pra frente.

Segundo BOLZANI (2004) o sistema de HVAC pode constituir também de trocadores de calor externo, caldeiras de água, condicionadores de ar, ventiladores e controle de umidade. O sistema central deverá controlar e gerir a energia dos equipamentos a ele conectados através dos dados enviados pelos sensores de temperatura, umidade e ventilação.

Já existe uma linha de controladores eletrônicos centralizados e interface para PC para essa linha que, além de controlarem a temperatura e o liga-desliga, permitem alterar as funções de aquecimento, umidade, purificação e renovação de ar (BOLZANI, 2004).

4.4 Redes de Computadores

Uma residência inteligente deverá abrigar uma infinidade de computadores (provavelmente menores, mais discretos e dedicados), com várias interfaces, sensores e atuadores (TORRES, 2001). Assim é preciso projetar uma rede de dados para interligação destes dispositivos. O Capítulo 5 será dedicado a este assunto, detalhando os diversos meios de interligação existentes.

4.5 Iluminação

Thomas Edson jamais imaginaria que sua invenção se tornaria uma aplicação doméstica tão versátil. Ele apenas queria algo que ajudasse a enxergar no escuro. Enquanto isso, as luminárias e lâmpadas atualmente, quando ligadas a sistemas especiais de controle de iluminação, podem prover muitas outras funções. Para BOLZANI (2004) sistemas inteligentes de iluminação podem acentuar os detalhes arquitetônicos de uma sala ou criar um clima especial, seja ele romântico ou festivo. Ligando e desligando automaticamente, podem proteger uma casa de intrusos, fazendo-a parecer ocupada na ausência de seus proprietários.

Economia de eletricidade é outra vantagem, pois a intensidade de luz é regulada conforme a necessidade e as lâmpadas não precisam ficar totalmente acesas como acontece

normalmente. Os sistemas inteligentes também dão apoio ao *home-theater*, propiciando a iluminação correta para cada uso (assistir programas no telão, ouvir música, etc.).

4.5.1 Sistemas de Controle de Iluminação

O mais simples tipo de controle de iluminação requer pouco mais que módulos ligados em tomadas simples de parede. Estes módulos têm duas formas básicas: uma tomada especial que substitui as tomadas convencionais ou um módulo externo que é plugado às tomadas (no caso de abajures, por exemplo).

Segundo BOLZANI (2004) estes módulos recebem um endereço digital que será utilizado pelos controladores para identificá-los quando emitir um sinal a ele dirigido. Os controladores têm uma gama maior de estilos, podendo variar de interruptores simples até teclados mais completos (de parede ou consoles de mesa). Cada botão deste console pode ligar/desligar e aumentar/diminuir a intensidade do sinal dirigido aos vários módulos e tomadas. Um pouco mais "inteligentes" são alguns destes controladores que incluem *timers* (radio relógios especiais, por exemplo) ou sensores de luz solar. Assim, as lâmpadas vão poder ser acesas conforme o horário programado ou então quando a luz solar for insuficiente.

Ainda segundo o mesmo BOLZANI (2004) este sistema caracteriza-se pela relativa simplicidade de instalação e baixo custo. Do outro lado desta simplicidade estão os sofisticados sistemas de controle que operam através de seu próprio cabeamento dedicado. Estes sistemas de controle dedicados podem ser para um só ambiente ou multi-ambientes. Eles podem responder a uma variedade de sinais, desde um sensor de presença até a ativação de um videocassete. Podem escurecer e clarear em níveis bastante precisos, criando os chamados cenários, ou iluminar um caminho pré-definido, do hall até o quarto, por exemplo. Mais importante que isso, estes sistemas inteligentes podem gerenciar outros sistemas eletrônicos, como o de segurança, de ar condicionado / aquecimento e de entretenimento. O sistema de iluminação pode ser programado de tal forma que o toque de um interruptor instrua o sistema de segurança a ser armado e acender certas luzes.

Existem ainda sistemas de controle de iluminação que não utilizam fio. Os interruptores se comunicam com as lâmpadas em radio frequência. São sistemas que, por não precisarem de fio, podem ser instalados e expandidos com mais facilidade (PINHEIRO, 2006).

4.6 Detecção e Combate de Incêndios

Além dos sistemas convencionais de hidrante e extintores, as residências inteligentes contam com outras formas de monitoramento através de sensores e detectores que ativam os meios de extinção e de alerta automaticamente nas centrais que devem cumprir um programa preestabelecido, como:

- Parada do sistema de HVAC
- Abertura ou fechamento de portas e janelas
- Fechamento de dutos de ar e gás
- Avisos acústicos e ópticos
- Envio de mensagens de alerta via rede telefônica ou rede de acesso
- Corte de energia em determinados ambientes
- Detecção de presença do usuário dentro da residência através do sistema de percepção.

4.7 Segurança Patrimonial

Entre os sistemas domésticos, o mais procurado atualmente, é o de segurança patrimonial. Para se realizar um bom projeto é imprescindível criar soluções compatíveis e complementares, além de cumprir fundamentos considerados básicos neste sistema (BOLZANI, 2004):

- Prevenção ou dissuasão: criação de barreiras físicas ou virtuais, dispersando, dificultando ou ainda impedindo o propósito de intrusão ou ataque.
- Detecção e alarmes: capacidade de se comunicar com sensores, entender seus estados e acionar atuadores.
- Reconhecimento ou identificação: são mecanismos que possibilitam ao sistema diferenciar o usuário do não-usuário e acionar os mecanismos de acordo.

- Retardo: tempo em que o sistema analisa as condições dos sensores e câmeras e verifica a possibilidade de falsos alarmes ou espera por uma ordem do usuário.
- Reação: efetivo disparo de atividades programadas a fim de retardar ou mesmo cancelar o processo de intrusão e emitir avisos.

Para que todos esses fundamentos sejam realizados de forma eficaz é fundamental que o fluxo de informações seja eficaz e confiável, estabelecendo um meio de comunicação rápido e seguro entre os diversos sensores e a central de segurança.

Na central é onde se realiza o tratamento dos sinais através de um software específico, promovendo a visualização clara e objetiva, tanto do estado das instalações dos sensores como dos eventos que vão se produzindo. O programa deve ser capaz de prever várias situações de ataque e reagir com o propósito de nunca deixar o usuário em posição de risco até sinalizando ou acionando rotas de fuga, caso o usuário não estiver no local, o sistema deve estar apto a informar o usuário remotamente através de mensagens de alerta, ou acionar a polícia ou agência particular (BOLZANI, 2004).

O sistema deve atuar em conjunto com os outros sistemas que controlam os demais serviços residenciais, tanto para receber informações como para sugerir ações.

Os sistemas que são empregados na segurança, controlados através de uma central, podem ser divididos em cinco subsistemas (BOLZANI, 2004):

- Detecção perimetral: pretende-se detectar a intrusão ou evasão de qualquer indivíduo pela cerca perimetral do ambiente no menor intervalo de tempo com exatidão do ponto.
- Sensoriamento interno: supervisiona as áreas internas e atua normalmente associado ao controle de acesso e CFTV, e é controlado pela central de alarme.
- Circuito fechado de televisão: o CFTV é mais usado nas áreas críticas do ponto de vista da segurança, sendo supervisionado com câmeras e lentes adaptadas para cada ambiente.
- Controle de acesso: tem a função de permitir ou não a entrada de pessoas, crachás, cartões, senhas e controle biométricos são alguns exemplos.
- Controle de rondas: controle de movimentação do pessoal de segurança.

4.7.1 Sistema de Vigilância com CFTV

Câmeras e monitores são os componentes básicos de sistema de CFTV. Existem câmeras para vários tipos de soluções, variam no tamanho, internas ou externas. Algumas possuem sensor de presença que só começa a gravar quando existe movimento, podem ser de captação de imagem colorida ou preto e branco, as câmeras com imagem em preto e branco são mais indicadas para ambientes com pouca luminosidade, ou então a opção de câmeras com infravermelho que tem grande capacidade de captura em ambientes sem iluminação. Algumas possuem controle de zoom, podendo ser por meio óptico ou digital.

De acordo com BOLZANI (2004) as câmeras de CFTV, normalmente, são constituídas de um sensor de imagem CCD (*Charge Couple Device*) que é um circuito integrado com elementos fotossensitivos fabricados nas dimensões 1/3', 1/2', 2/3' ou 1' (polegadas); estas dimensões passaram a ser utilizados como o tamanho das câmeras que utilizam estes elementos.

Quanto aos monitores, existem diversos modelos dedicados às imagens de CFTV, apresentando alta resolução de imagem e várias entradas e saídas de áudio e vídeo UHS e S-VHS (super VHS). No entanto, é cada vez recomendável fazer uma integração entre o CFTV e o sistema de distribuição de vídeo da residência. Assim é possível visualizar as câmeras internas em qualquer uma das TVs da residência, em canais específicos para este fim. Através de moduladores de sinais que integram as diversas fontes de áudio e vídeo é possível acoplar em um ou mais canais as imagens geradas pelo CFTV (BOLZANI, 2004).

Segundo TORRES (2001) Cabos coaxiais tipo RGC são mais utilizados na instalação de sistemas de CFTV, e também é preciso a fiação de baixa tensão para alimentação das câmeras, porém existem também as soluções sem fio. Os sistemas domésticos mais antigos operavam em 900MHZ com uma qualidade de imagem não satisfatória, agora os mais modernos operam a 2,4GHz permitindo a transmissão de múltiplos canais e imagens com ótimas resoluções.

Dentre os equipamentos de CFTV, destacam-se (BOLZANI, 2004):

- Sequenciador: permite um seqüenciamento na visualização das câmeras.
- Multiplexador: permite a visualização de várias câmeras ao mesmo tempo em uma mesma tela. Os modelos atuais para residências têm normalmente 16

entradas de vídeo, modo multiscreen com apresentação de 1, 4,7,9,10,13 ou 16 telas, detector de falta de sinal de vídeo e funções de zoom.

- Bloco óptico: composto por câmera ou micro-câmera e lentes diversas com opção de zoom. PAN (base para movimento de varredura na vertical)
- *Dome*: caixa de proteção plástica em forma de domo e que impede a visualização da posição da câmera.
- *Time lapse*: espécie de videocassete que grava centenas de horas de imagens através de comando externo ou temporização. Possuem interface serial RS – 232 para controle opcional.
- Controladores: gerenciam todos os sistemas de CFTV incluindo os multiplexadores, monitores, mecanismos de PAN/TILT. Zoom, foco, etc. e contêm interface de comunicação serial para controle externo.
- Sistemas de gravação digital: permitem a gravação das imagens em formato digital e utilizam algum sistema de compressão de vídeo (ex: mpeg). Utilizam *hard disk* ao invés de fita magnética e transmitem as informações de vídeo via conexão com redes LAN/WAN. Os equipamentos mais modernos armazenam o vídeo em discos de DVD-RAM.
- Sistemas de transmissão digital: são interfaces para redes LAN/WAN/Internet ou linha discada. Permite que vários computadores acessem as imagens via *Web browser* e implementam segurança por senhas e níveis de acesso.
- Matrizes comutadoras: atuam como gerenciadores profissionais. É um recurso para ambientes muito grandes com controle de até 8192 câmeras, 1024 monitores e 128 controladores. Interface serial RS-232 e Ethernet.

4.7.2 Vídeo-Vigilância sobre IP

Segundo COLLI (2005) a câmera tradicional, utilizada em sistemas de monitoramento, possui tecnologia analógica para a captação e transmissão dos dados. As imagens captadas por este tipo de câmera, são formadas com a codificação de pulsos elétricos e a tecnologia atualmente empregada proporciona imagens de qualidade inferior

quando comparadas às câmeras com tecnologia digital. O backup dos vídeos geralmente é realizado em fitas VHS que além de ser uma mídia de armazenagem susceptível ao ataque de mofo e traça, é de difícil armazenagem e não facilita a busca e recuperação das imagens. Para que uma imagem possa ser transmitida pela rede, ela necessariamente precisa estar em formato digital e neste sentido para que uma câmera tradicional possa transmitir suas imagens pela internet, ela deve estar conectada a um computador ou outro dispositivo que converteria as imagens analógicas em formato digital e as transmitiria através da rede. As câmeras tradicionais possuem funcionalidades limitadas em se tratando de sensores de alarmes e de presença.

Uma Câmera IP é um equipamento composto por uma câmera de vídeo, um computador especializado e um chip de compressão. O funcionamento dessa tecnologia é bastante simples. Ela captura as imagens através de sua lente, transformando-as em informação em forma de sinais elétricos analógicos. Em seguida, os sinais analógicos são convertidos em sinais digitais pelo computador especializado e são compactados pelo chip de compressão. A intenção deste processo é montar um arquivo de imagem pequeno, que possua um formato bem conhecido entre as entidades comunicantes e que possa trafegar normalmente em uma rede de computadores (COLLI, 2005).

Por incorporarem um chip de processamento, detêm a vantagem de não necessitarem estar conectadas diretamente a um computador e por possuírem uma interface de rede padrão (RJ-45) possibilita a sua conexão direta a um equipamento de interconexão (*Hub* ou *Switch*) e desta forma ela se transforma em mais um elemento comunicante na rede.

De acordo com COLLI (2005) a maioria das câmeras IP, incorpora um servidor Web o que possibilita o envio de imagens em tempo real pela internet permitindo que qualquer computador, que possua um navegador de internet padrão, tenha condições de visualizar as imagens captadas. Alguns fabricantes disponibilizam um software que permite a visualização de várias câmeras ao mesmo tempo em um único monitor. Este software também possui funções de gravação de imagens em horários pré-determinados ou somente quando há detecção movimentos e é muito útil para centrais de vigilância.

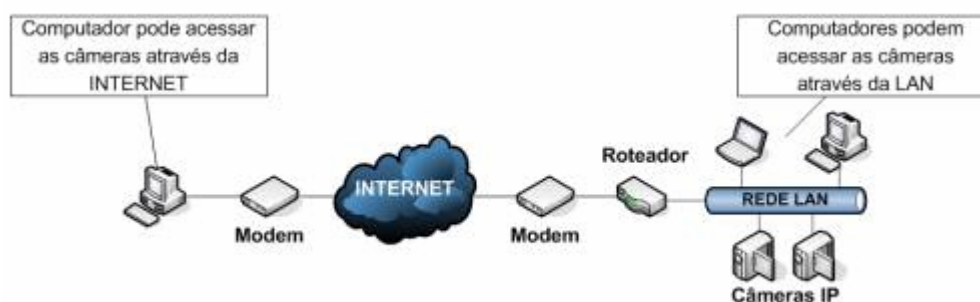


Figura 4.2: Exemplo de utilização de uma câmera IP em uma rede local e internet (Fonte: COLLI, 2005)

Além da câmera IP com interface para rede cabeada existem também as câmeras IP wireless. A tecnologia wireless, favorece a conexão de uma câmera IP em uma rede sem a necessidade de cabeamento. Este procedimento elimina os custos considerados com a instalação de infra-estrutura, cabeamento, mão de obra e mantém os mesmos benefícios das câmeras IP cabeadas (COLLI, 2005).

4.7.3 Sistemas de Alarme

É possível encontrar diversos tipos de sistemas de alarmes, desde os mais simples, até os mais caros, porém mais seguros e confiáveis, projetados e montados especificamente para um ambiente estabelecido.

Dentre os equipamentos de alarmes destacam-se (BOLZANI, 2004):

- Central: dependendo do modelo, gerencia múltiplas partições e zonas (com fio ou sem fio), vários códigos de usuários, gravação os últimos eventos.
- Teclados de controle: estes são utilizados para inserção de senhas, programação, etc., alguns teclas têm teclas iluminadas com níveis ajustáveis de iluminação, *beep* de confirmação, *displays* de cristal líquido e comunicação digital com a central.
- Sensores de presença PIR (infravermelho passivo, imune à animais de estimação e proteção contra interferência de radiofrequência até 1 GHz), de fumaça iônico, de vibração, magnético de portas ou janelas e sensor IVA(infravermelho ativo) que possui um sistema de detecção fotoelétrico

composto por um transmissor e um receptor por onde passam dois feixes de luz reduzindo a probabilidade dos falsos alarmes.

- Cerca eletrificada: 10.000 volts pulsativos com detector de corrente: só pode ser instalada em muros de no mínimo 2 metros de altura. As medidas que obedecem a normas internacionais de segurança fazem com que o invasor seja repellido ao invés de ficar preso à cerca, além de evitar acidentes envolvendo crianças e outras vítimas.
- Discadoras automáticas: possibilitam o envio de mensagens de alarme ou informações sobre o acontecimento no local para o usuário ou central.
- *Software* gerenciador: administra as informações recebidas pelos sensores na tentativa de filtrar os falsos alarmes e em alguns modelos é responsável por prover uma interface gráfica para computadores e interligação em rede.
- Sistema de comunicação com a central remota: a central local, quando detecta um perigo, aciona a central remota através da rede de telefonia fixa ou celular, ou um sistema de transmissão por radiofrequência proprietário. Esta central remota provê rondas e verificações de agentes de segurança, ronda eletrônica (análise da movimentação dos vigilantes dentro do imóvel) e vigilância remota através do CFTV.
- Chaveiro de pânico: o usuário pode discretamente emitir um sinal de emergência para a central, de modo a acionar luzes, alarmes ou efetuar uma ligação telefônica automática. Ele é também uma forma simples e rápida de comunicar uma emergência médica a familiares ou a vizinhos, tendo grande utilidade para idosos ou pessoas que necessitam de cuidados.

4.8 Controle e Automação de Acesso

Segundo O'DRISCOLL (2001) o sistema de acesso tem como principal objetivo efetuar o controle eletrônico das pessoas e carros que estão dentro dos limites da residência. A automação de acesso permite a identificação prévia de visitantes através de sensores e possibilita efetuar determinadas ações de acordo com a programação do sistema

e a identificação da pessoa. Chaves eletrônicas, impressões digitais, reconhecimento de voz, leitura de íris ou mesmo um cartão magnético são exemplos de equipamentos de controle de acesso.

Ainda segundo O'DRISCOLL (2001) em um sistema automatizado de qualidade cada morador tem sua chave eletrônica que permite acessar todas as portas da residência, e essas chaves são extremamente seguras, graças aos seus códigos internos únicos e individuais. O sistema permite que apenas os donos da casa tenham acesso total, os visitantes não possam acessar os quartos dos moradores e empregadas só tenham acesso das 8h às 18h. O sistema pode ser integrado com os outros sistemas, podendo armar e desarmar o sistema de alarme, acionar uma cena pessoal de iluminação, ligar e desligar eletrodomésticos.

A automação de acesso não é restrita apenas as portas de entrada da residência e pode ser estendida a todos os cômodos, isso além de impedir passagem pode tornar o ambiente personalizado e auto-ajustável de acordo com as preferências do usuário.

Os tipos de sistema de controle são os seguintes (O'DRISCOLL, 2001):

- Cartões de acesso: podem ser ópticos, que empregam a tecnologia de código de barras, têm baixo custo e podem ser facilmente codificados e copiados. Existem também os cartões magnéticos, considerado um dos mais seguros do mercado. Os cartões magnéticos são formados por duas fileiras de fios especiais com propriedades ferromagnéticas, prensados entre camadas de plásticos. E por fim smart card ou cartões inteligentes que é um cartão em plástico que possui inserido no seu corpo um circuito eletrônico, e armazena informações de forma rápida e segura.
- RFID (Identificador por rádio frequência) é uma etiqueta de identificação por rádio, constituída de chips de silício e uma pequena antena embutidos, têm várias aplicações e podem ser usadas até para rastreamento, tem a capacidade de selecionar um entre muitos itens dentro do campo de uma antena.
- Sistemas biométricos de identificação: a biometria permite a identificação de uma pessoa pela análise das características físicas tais como: voz, impressões digitais, contornos faciais, reconhecimento da retina ou íris. Isso elimina a quantidade de senhas e chaves que temos que carregar, pois agora, as próprias características do corpo serão as nossas chaves de acesso.

4.9 Detecção e Controle Mecânico

Em uma residência inteligente, a utilização conjunta de sensores e atuadores permite que se obtenham informações sobre o funcionamento dos diversos sistemas, tornando possível a automatização de tarefas pelos gerenciadores e dispositivos inteligentes. A escolha do sensor/atuador por parte do integrador de sistemas residenciais deve ser muito criteriosa, pois cada tipo tem uma ocasião e finalidade bem peculiar (O'DRISCOLL, 2001).

Os sensores/atuadores possibilitam o movimento de grandezas físicas e eventos, encaminhando informação de um evento ao controlador.

Os sistemas de controle devem ser projetados sempre pensando na segurança do usuário e, no caso de uma pane ou mau funcionamento, os sistemas devem tender ao nível de menor energia e maior segurança.

A seguir são listados alguns tipos de sensores/atuadores (BOLZANI, 2004):

- Temperatura: fornecem a medida instantânea da temperatura. Normalmente tem como elemento central um termistor que altera a resistência elétrica em seus terminais de acordo com a temperatura do meio.
- Termovelocímetro: detectam a velocidade de variação da temperatura no tempo, detectando aumentos repentinos na temperatura.
- Umidade relativa: sensores do tipo capacitivo que fornecem a medida instantânea da umidade relativa.
- Qualidade de ar: medidores do nível de dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono.
- Magnético de abertura: utilizados nas portas e janelas e serem controladas.
- Intensidade de iluminação: tem como elemento principal um resistor elétrico em função da intensidade de iluminação que nele incide.
- Pressão e força: compostos por um dispositivo principal que tem sua resistência elétrica alterada conforme a força aplicada na membrana.

- Tacométricos: disco óptico em conjunto com LED (diodo emissor de luz) foto transistor, que medem velocidade angular.
- Fumo: fornecem informação digital (sim ou não) de presença de fumo no ambiente.
- Gás: fornecem informação digital da presença de gás (butano ou propano).
- Movimento: existem basicamente dois tipos de detectores de movimento. Os mais comuns são os infravermelhos ativos e passivos que detectam o movimento de fontes de calor tais como o corpo humano. Outro tipo é o mais baseado em reflexões de microondas, como um radar.
- Sísmicos ou de vibração: dispositivo piezo-elétricos, que geram tensão em seus terminais quando sujeitos à aceleração segundo um dado eixo.
- Ultra-sônicos: microfones que operam em frequências superiores às audíveis e são utilizados no desenvolvimento de alarmes e medidas de distâncias.
- Iônicos de fumaça: pequena quantidade de elemento radioativo, mas com alto poder ionizante, que emite um sinal elétrico na presença de aerossóis e fumaça ainda invisíveis.
- Ópticos de fumaça: composto por um LED e um foto-transistor. Na presença de fumaça, a luz emitida fica difusa sensibilizando o foto-transistor que emite um sinal elétrico.
- Chama: dispositivo com sensibilidade a determinada radiação eletromagnética, infravermelha ou ultravioleta.
- Nível: bóias que acionam interruptores quando um determinado nível de líquido é atingido.
- Líquidos e de vazão: composto por borboletas de plástico ou metal que giram conforme a passagem do líquido permitindo estimar a vazão e detectar a presença de líquidos.
- Fluxo de ar: utilizados no controle de ar.
- Acústico: utilizados para detectar a quebra de vidros através da emissão de um som com frequência específica do vidro sendo quebrado.

- Botão de pânico: alerta o sistema sobre a existência de algum evento anormal no espaço monitorado.
- Corrente PCS (*Power Current Sensors*): monitoram a corrente drenada para equipamentos eletrônicos.
- Sincronismo VSS (*Video Sync Sensor*): detectam a existência de sincronia horizontal ou vertical em sinais de vídeo.

4.10 Telefonia

Os equipamentos de distribuição de telefonia são diversos, sendo compostos por centrais que disponibilizam ramais e intercomunicadores que possibilitam a integração com os sistemas de áudio e vídeo, automação de acessos, segurança e controle.

Esses equipamentos de telefonia atualmente são os mais abrangentes e desenvolvidos para automação residencial, sendo que praticamente tudo é desenvolvido para ser controlado por telefone, através de comandos remotos com simples toques de teclado é possível realizar varias ações.

4.11 Áudio e Vídeo

Os sistemas de Áudio e Vídeo (A/V), também conhecidos como sistemas multimídia, têm evoluído para a integração assim como os demais sistemas já citados. A residência inteligente permitiu essa mudança levando os equipamentos para o *wiring room* (sala central de concentração de cabos e equipamentos), sendo possível ter acesso à música e vídeo de qualquer lugar da residência (BOLZANI, 2004).

O conteúdo analógico se transformou em digital, podendo ser comprimido e mantendo alta qualidade, podendo ser transportado pela rede, fazer *backup* e armazenamento. A comunicação entre os dispositivos para troca de informações e dados também é muito valorizado, através da interligação em redes com fio ou sem fio, assunto este que será mais bem descrito no próximo capítulo.

4.11.1 Distribuição de vídeo

Existem dois modos básicos de distribuir o sinal de TV e vídeo por toda a casa (BOLZANI, 2004):

- Banda base: é distribuído apenas um canal por cabo, por exemplo, os cabos de vídeo atrás do vídeo cassete e DVD. Normalmente são utilizados em curtas distancias.
- Banda comum ou modulada: são distribuídos vários canais por um mesmo cabo, por exemplo, a operadora de CATV transmite seus sinais, combinando vídeo, áudio e sincronismo de vários canais em um mesmo cabo usando o processo de modulação. O cabo mais utilizado para o transporte do sinal de vídeo é o cabo coaxial, dividido em três categorias: cabo 75 ohms – baixo preço e baixa qualidade; cabo RG-59 – mais utilizado nas aplicações de TV; cabo RG-6 – alta qualidade, mais utilizados em receptores de satélite e *cable modem*.

Além do cabeamento, existem os equipamentos que auxiliam na montagem da rede de distribuição de A/V (BOLZANI, 2004):

- Amplificadores: usados para manter o sinal forte o suficiente ao longo dos cabos para que o sinal chegue a distâncias maiores.
- Painel de distribuição e conectores: organizam a instalação e não deixam que a fiação fique aparente ou fora das tomadas.
- Moduladores: usados para converter um sinal em banda básica em um canal de TV igual ao transmitido pela operadora. Necessários quando se deseja enviar um sinal de VCR ou DVD a outros pontos da casa, ou agregar o sinal de uma câmera de segurança no sistema de TV comum.

4.11.2 Vídeo Integrado

O sistema de vídeo integrado permite assistir a uma programação em qualquer TV da casa. É possível, por exemplo, começar a ver um filme na sala e terminar de vê-lo no quarto.

Segundo BOLZANI (2004) o método básico de distribuição de vídeo é através da conexão da saída de uma fonte A/V (DVD, VCR ou um *receiver*) a um amplificador/casador de impedância que irá enviar os mesmos sinais para todos os cômodos da casa. Um sistema de IR (distribuição de sinal infravermelho, será visto mais adiante) prove maior conforto através do uso do comando remoto.

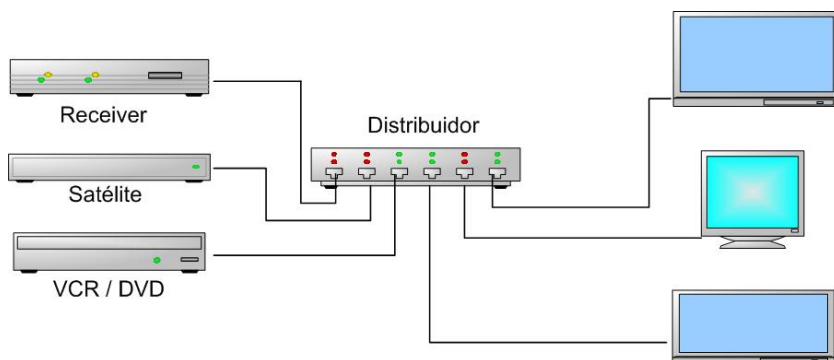


Figura 4.3: Sistema de distribuição de vídeo (Fonte: BOLZANI, 2004).

4.11.3 HDTV e Vídeo sob Demanda (VoD)

A tecnologia interativa, já presente em vários sistemas, não apenas permite maior envolvimento com o que se está executando, como também oferece maior gama de escolhas (INTILLE, 2002).

Segundo INTILLE (2002) o vídeo sob demanda (VoD – *Video on Demand*) é um sistema de distribuição de vídeo digital que envia ao usuário qualquer filme ou show que seja requisitado, na hora em que quiser. Os verdadeiros VoD oferecem acesso instantâneo, vinte e quatro horas por dia, a uma programação de alta qualidade através de rede de acesso (ADSL, CATV, etc.).

Um outro sistema de avançado em entretenimento doméstico é a TV Digital, sendo um novo padrão de transmissão de imagem e som utilizando sinais digitais, provendo grande melhoria tanto na qualidade da imagem quanto na do som (BOLZANI, 2004).

Existem dois formatos básicos, segundo BOLZANI (2004):

- SDTV (*Standard Definition TV*): tem uma melhora em relação às TVs comuns, embora tenha a mesma resolução de imagem.

- **HDTV (*High Definition TV*):** Os monitores de HDTV são construídos com circuitos próprios para receber os sinais especiais gerados nas transmissões locais e de satélite. A imagem vista pelo sistema HDTV digital tem seis vezes mais detalhes que a imagem vista nos últimos 50 anos de transmissões analógicas. No entanto, hoje a estimativa de gasto com um aparelho destes é de US\$ 6000 e o número de programas gerados neste padrão ainda será pequeno nos próximos anos.

Video on demand (VOD) pode parecer a maior novidade em entretenimento doméstico, mas é apenas uma parte do quadro. A outra parte é a TV de alta definição digital (HDTV), que, diferente do VOD, já é disponível hoje - mesmo que apenas episodicamente (menos de 100 emissoras nos EUA estão atualmente transmitindo digitalmente) HDTV transmite uma experiência de imagem em alta resolução que parecem reais. Uma competição esportiva vista em HDTV mostra detalhes como a textura do campo, o uniforme dos jogadores e as expressões da platéia como se vistos ao vivo, dentro do estádio. As emissoras normais são as primeiras a transmitir digitalmente, mas as TVs por satélite iniciaram a transmissão de alguns canais em alta resolução, assim como as de TV a cabo (isto é válido atualmente para os EUA) (BOLZANI, 2004).

4.11.4 Áudio Integrado

Um sistema de som central pode se encarregar de sonorizar toda uma casa, sem que seja preciso trabalhar a todo o volume. Sistemas chamados multi-room distribuem o som de diversas fontes para todos os ambientes desejados, mesmo externos (jardins, piscinas, etc.) (BOLZANI, 2004).

Segundo BOLZANI (2004) os sistemas multi-room podem ser de três tipos básicos. O mais comum é um amplificador multicanal, que pode abastecer vários conjuntos de caixas acústicas. A instalação ficará mais equilibrada se dispuser de um pré-amplificador e um *switcher*, que processa as informações de áudio e regula a distribuição entre os ambientes. Um potenciômetro para controlar o volume individual de cada ambiente completa este tipo básico de sonorização. Várias fontes de áudio podem ser usadas (CD, som digital de sistemas por satélite e radio AM/FM convencional, músicas digitais), mas neste caso apenas uma escolha será disponível de cada vez, ou seja, todos os ambientes receberão o mesmo programa.

Uma segunda possibilidade é a escolha de sistemas denominados *single-box*. Alguns fabricantes combinam todos os equipamentos necessários (*receiver*, amplificador, processador e *switcher*) num único produto. Geralmente, incluem também controles remotos e *keypads* de parede (controladores de ambiente) para facilitar a operação do sistema. Também neste caso, existe a limitação de se ouvir um único programa por vez. Através dos *keypads* pode-se mudar a fonte de áudio, trocar de faixa (CD) ou de estação de rádio e regular o volume em cada ambiente sonorizado.

A terceira alternativa, e a mais sofisticada, é um sistema multizonas que permite que se ouça qualquer fonte de áudio a qualquer momento, em cada ambiente. Cada zona (ou ambiente sonorizado) tem seu próprio *keypad*, usado para se escolher a partir de qual fonte será ouvido, e controlado, o som. O equipamento central deve ser escolhido de acordo, para suportar estas necessidades. Alguns destes sistemas fazem mais do que apenas sonorizar ambientes e se comportam como verdadeiros sistemas de comunicação. Ligando telefones e porteiros eletrônicos a eles, o som ficará automaticamente mudo quando estes tocarem. E também podem ser usados para distribuir sinais de vídeo para os monitores da casa inteira.

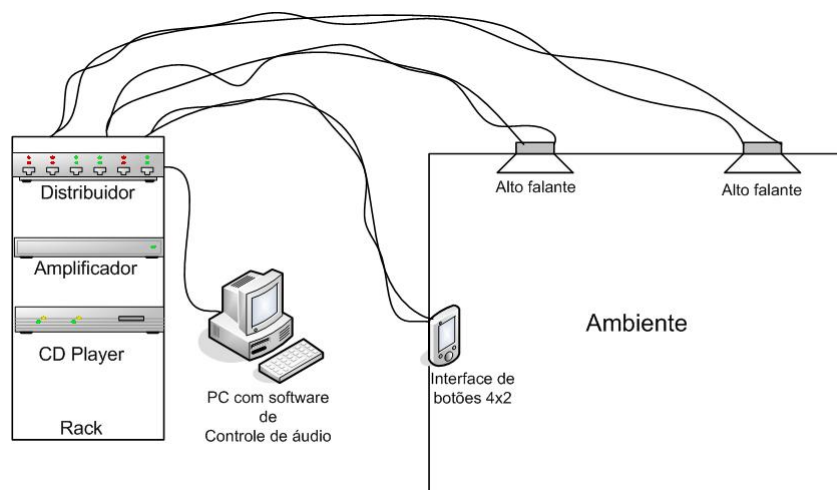


Figura 4.4: Sistema de áudio integrado (Fonte: BOLZANI, 2004).

4.11.5 Repetidores de Controle Remoto

Os transmissores de infravermelho (IR) são utilizados em sistemas de áudio e vídeos unificados onde as fontes de transmissão ficam centralizadas em ambientes

separados do usuário. Seria muito inconveniente ter as TVs e alto falantes nos ambientes e ter que ir até o *rack* principal para mudar de canal ou ajustar o volume.

O repetidor de IR permite enviar os sinais de qualquer canto da casa para a central de áudio e vídeo. Funcionam com qualquer controle remoto comum. Alguns modelos convertem o sinal infravermelho em radiofrequência e transmitem-no por dezenas de metros através da casa; depois no *rack* principal ele converte os sinais de radiofrequência de volta ao IR e transmite-os ao equipamento (BOLZANI, 2004).

5. REDES DE COMUNICAÇÃO DOMÉSTICA

Segundo BOLZANI (2004) a rede doméstica é quem provê a interligação e comunicação entre os equipamentos do usuário, como computadores, dispositivos inteligentes, sensores, atuadores e o *gateway* residencial, como o *cable* modem ou modem ADSL.

Elas possibilitam o acesso instantâneo às informações regidas por empresas da área que estabelecem as tecnologias de redes e protocolos, a fim de suprir as necessidades do uso doméstico. Entre os fóruns, algumas propostas são focadas e têm sido comum a todos. Estas propostas são importantes no que diz respeito às redes, e precisam ser aplicáveis para a criação e desenvolvimento de um tipo de rede (RUSSEL, 2000):

- Permitir o compartilhamento da rede de acesso;
- Permitir a utilização de múltiplos equipamentos;
- Ser de administração e gerenciamento fáceis e simples;
- Isolar o tráfego interno à residência da rede de acesso;
- Oferecer suporte a diferentes protocolos de nível superior;
- Permitir o acesso a diferentes provedores de serviços;
- Implementar diferentes classes de qualidade de serviço.

A tecnologia que envolve as redes domésticas é nova se comparada com as redes de computadores que já passam dos 30 anos, porém graças aos padrões e equipamentos já implementados nas redes de computadores, a velocidade no desenvolvimento das redes domésticas é surpreendente e já possibilita a existência de redes domésticas robustas e eficazes (BOLZANI, 2004).

5.1 Compartilhamento de Acesso

A rede doméstica precisará ter uma constante comunicação com o resto do mundo. Essa comunicação é necessária por causa da quantidade de atividades que atualmente é possível trocar com a rede externa, como por exemplo, *download* de músicas, filmes,

controle dos dispositivos inteligentes da casa através de acesso remoto, leitura de água, gás, telefone e energia on-line (BOLZANI, 2004).

A porta de entrada para toda essa troca de informações é o *gateway* residencial que pode ser um *cable* modem, modem ADSL, um roteador. Porém, por razões de segurança, custo e falta de necessidade, muitos dispositivos inteligentes não estarão interligados diretamente e nem identificados com a rede global de computadores, Internet. Esse fato divulga as informações internas, viabiliza possíveis quebras de sigilo, e pode sobrecarregar a rede de acesso (COMER, 1999).

Segundo TORRES (2001) uma solução para esse tipo de problema é a utilização de um programa que exerce as funções de um tradutor de endereços de rede (NAT – Network Address Translation).

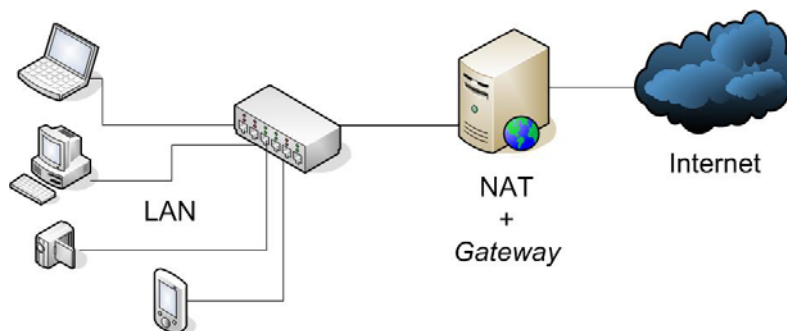


Figura 5.1: Compartilhamento de acesso com NAT (Fonte: BOLZANI, 2004).

O tradutor de endereços e o *gateway* fazem o roteamento para a rede de acesso ou Internet apenas do tráfego que deve necessariamente ser para ela encaminhado, sendo que a comunicação interna entre os dispositivos inteligentes não sairá do domínio da residência (rede interna). Com apenas um acesso, ou seja, um único endereço IP válido, vários dispositivos da rede interna podem se comunicar com o mundo externo (TORRES, 2001).

5.2 Rede de Dados Baseada no Sistema Telefônico

Até recentemente para se conectar equipamentos de áudio e vídeo às redes de computadores era necessário cabos e interfaces especiais, sendo considerados muitas vezes caros e problemáticos. Atualmente o cabeamento de par trançado está sendo aplicado para

ligar vários dispositivos pela casa, se tornando um padrão para o cabeamento (PINHEIRO, 2003).

Segundo BOLZANI (2004) a inovação está na comunicação de dados, que acontece na rede de telefone sem nenhuma interferência na comunicação de voz. Trata-se de uma solução totalmente transparente para os serviços de voz baseados em linhas telefônicas, tais como tecnologias xDSL e ISDN. A velocidade de transmissão supera as expectativas: é possível trabalhar a uma velocidade de 1 Mbps simultaneamente com o serviço de voz, compartilhando acesso à Internet, periféricos, arquivos, aplicações e jogos em rede. Isso representa um desempenho 18 vezes superior aos modems de 56 Kbps.

A seguir será apontada uma tecnologia de rede baseada nas especificações HPNA que utiliza o sistema telefônico residencial como meio físico para implementação da rede local sem necessidade de instalação de novos cabos dentro das paredes.

5.2.1 Home PNA

Segundo O'DRISCOLL (2001), uma rede domiciliar tem como objetivo fazer a interconexão dos computadores e dispositivos de rede dentro das residências, fornecendo, entre outros serviços, compartilhamento de acesso a Internet e de recursos como impressoras e *scanners*. Uma forma possível de implementar uma rede domiciliar, sem utilizar novos fios é reutilizar a fiação telefônica.

Esse tipo de rede de dados foi padronizado na norma HomePNA (*Home Phoneline Network Alliance*, 1999). No mesmo ano de criação já foi desenvolvido um padrão industrial de fácil utilização e bom custo benefício chamado de Home PNA 1.0. Operando em uma banda de 1 Mbps e também foram desenvolvidos os primeiros produtos compatíveis com a rede. Um ano depois veio o Home PNA 2.0 alcançando uma banda de 32 Mbps e utilizando uma faixa de frequência de 2 a 30 MHz. Agora já existe o Home PNA 3.0 otimizando para voz e conteúdo multimídia, suporte a QoS e compartilhamento do acesso à Internet e trabalhando a uma taxa de 128 Mbps (BOLZANI, 2004).

As premissas adotadas pelas companhias foram de garantir a interoperabilidade entre equipamentos de diversos fabricantes e suportar padrões de rede, especialmente o TCP/IP. Assim, adotou-se o padrão 802.3 (CSMA/CD) sobre cabeamento telefônico tradicional (um par trançado de cobre, de categoria 3 ou inferior), porém, a camada MAC tradicional foi substituída pela HPNA 2.0 MAC introduzindo oito níveis de prioridade de

acesso e uma técnica de tratamento de colisões DFPQ (*Distributed Fair Priority Quering*) que minimiza os efeitos de implementação em um meio físico diferente do UTP Cat.5, usado no cabeamento estruturado de redes de computadores (BOLZANI, 2004).

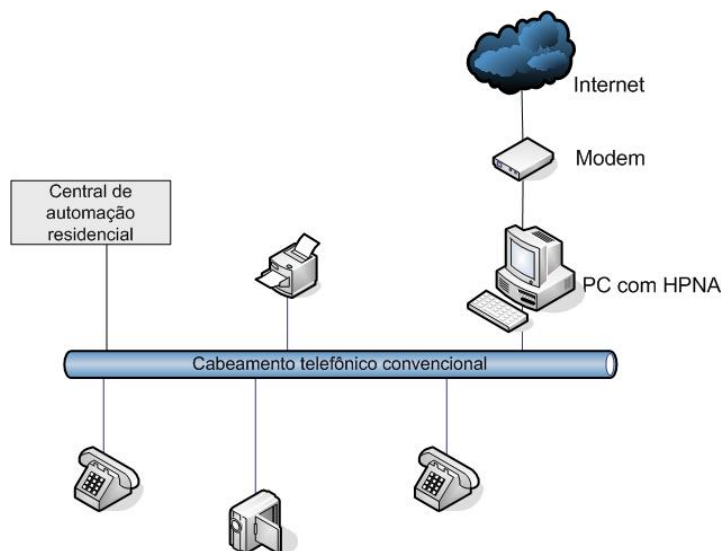


Figura 5.2: Arquitetura da especificação Home PNA (Fonte: BOLZANI, 2004).

Como o sistema telefônico não foi desenvolvido originalmente para altas taxas de transmissão de dados, alguns cuidados foram tomados no desenvolvimento das especificações (BOLZANI, 2004):

- O cabeamento telefônico é um conjunto de vários pequenos ramais interligados, assim, ao se tirar colocar um telefone no cabeamento modifica-se a impedância causando reflexões e atenuações.
- Os ruídos causados pelos aparelhos telefônicos podem interferir na transmissão de dados.
- A rede de dados deve funcionar independentemente do funcionamento do sistema telefônico.

De acordo com BOLZANI (2004) por utilizar o mesmo meio físico do sistema telefônico, o sistema HPNA deve coexistir com a banda base que carrega os sinais de voz (20 Hz a 3.4 KHz) e com o sistema xDSL (25 KHz a 1.1MHz). Essa coexistência é possível devido o conceito de FDM (*Frequency Division Multiplexing*) que faz o compartilhamento comum baseado na colocação de faixas de frequência, como mostrado na Figura 5.3. O padrão HPNA 1.0 utiliza modulação PPM (*Pulse Position Modulation*) e o HPNA 2.0,

assim como o HPNA 3.0 utilizam a modulação FDQAM (*Frequency – Diverse QAM*) possibilitando maiores taxas e robustez.

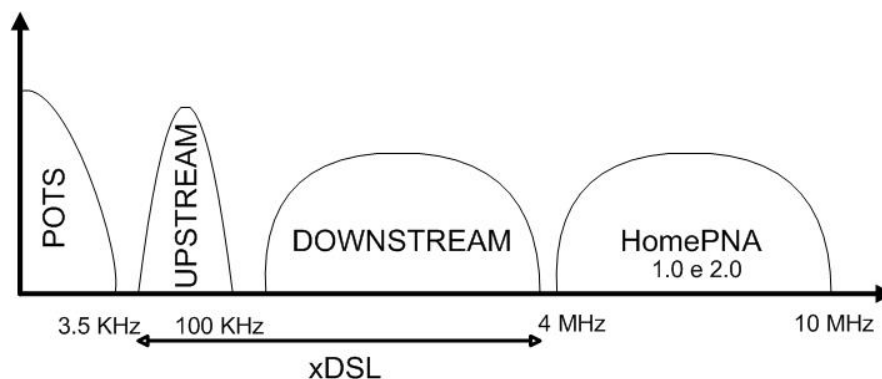


Figura 5.3: Utilização do espectro da solução Home PNA (Fonte: BOLZANI, 2004).

A codificação do pacote de dados varia de 2 a 8 bits por símbolo alcançando uma taxa de 4 à 16 Mbps. O cabeçalho trabalha com 2 bits por símbolo de modo que todos os receptores possam entender o cabeçalho pacote. O formato do frame de HPNA 2.0 utiliza grande parte do frame Ethernet com algumas alterações. Essas alterações são: preâmbulo mais robusto para suportar detecção de portadora (*carrier*) e colisão, ajuste de ganho, sincronismo e equalização do sistema, 8 bits para descrever os diversos tipos de sistemas, 8 bits para especificar o formato da modulação e 8 bits de CRC para constatar a validade do pacote.

Pre âmbulo	Frame control	DST	SRC	Ether- type	Ethernet data	FCS	CRC 16	PAD	EOF
---------------	------------------	-----	-----	----------------	------------------	-----	-----------	-----	-----

Figura 5.4: Formato do frame HPNA 2.0 (Fonte: BOLZANI, 2004).

Todos os dispositivos baseados em Home PNA precisam de um adaptador para controlar entrada e saída de dados da rede, tem as mesmas funções e características de um adaptador Ethernet. De acordo com BOLZANI (2004) Suas principais funções são:

- Preparar os dados para transmissão
- Bufferizar os dados para transmissão
- Enviar dados através da rede
- Controlar fluxo de dados entre dispositivos e meios de transmissão

- Traduzir sinais elétricos em bytes para que o dispositivo possa entender

O fórum HPNA resolveu utilizar o driver NDIS (*Network Driver Interface Specification*) que acompanha a maioria dos sistemas operacionais Windows, ele provê uma biblioteca para gerenciar o envio e recebimento de mensagens pelo adaptador de rede.

Para reduzir o impacto causado pela interferência de ruídos utiliza-se um sistema de retransmissão rápida de pacotes chamada LARQ (*Limited Automatic Repeat Request*) mantendo estável a taxa de transmissão mesmo em um ambiente ruidoso (BOLZANI, 2004).

Atualmente, a utilização de Home PNA é uma boa opção apenas quando não existe a possibilidade de se passar um cabeamento próprio para a rede, por causa do preço e robustez do sistema Ethernet.

5.3 Rede Baseada em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica

Há aproximadamente trinta anos, foi inventado um dispositivo capaz de modular e injetar na rede elétrica os sons captados por um microfone, sendo este sinal recuperado em outro local e convertido novamente em som. Este sistema ficou conhecido por “Babá Eletrônica”, pois ligando um dispositivo no quarto de uma criança e o outro no quarto de seus pais permitia a monitoração da criança em questão (BOLZANI, 2004).

Assim como a “Babá Eletrônica”, muitos equipamentos são capazes de injetar sinais na rede elétrica. Esses sinais nem controlados nem uniformes acabam interferindo em outros equipamentos próximos à fonte geradora. O controle da transmissão dos sinais, desde suas frequências até os níveis de propagação, só foi possível com o avanço das técnicas de modulação e multiplexação, permitindo transmitir sinais diferentes sobre um mesmo meio físico. Pôde-se pensar, então, em transmitir dados e informações utilizando os cabos da rede elétrica: *Powerline Communication* (também conhecido por tecnologia *PLC*) BOLZANI (2004).

Esse tipo de rede é mais viável nos projetos de *retrofitting*, possibilitando que se utilize a fiação elétrica já existente como meio de transmissão dos pacotes de dados, não sendo necessário a implantação de um novo cabeamento. É bem lógico tentar enviar dados pelos mesmos fios que alimentam os equipamentos eletro-eletrônicos, já que os mesmos

necessitam estar ligados na tomada. Porém, variações imprevisíveis dos níveis de impedância, atenuação do sinal e incidência de ruído desestimulam e até impedem o seu desenvolvimento e progresso.

A história de desenvolvimento de redes de dados mostra que sempre foi mais viável modificar o sistema telefônico ou as redes de TV a cabo para as necessidades da economia digital. Entretanto, existem muitos lugares que os sistemas de telefonia e TV a cabo não atende, assim, o *powerline* se apresenta como um dos grandes nichos no mercado atual de redes e automação.

Conforme mencionado anteriormente, o desenvolvimento da tecnologia PLC só foi possível com o avanço das técnicas de modulação, isto porque a modulação consiste no processo de transformar um sinal em uma forma adequada para transmissão através de um determinado meio físico (canal).

De acordo com BOLZANI (2004) no processo de modulação que ocorre no transmissor, algum parâmetro da onda portadora é modificado de acordo com a mensagem a ser enviada pelo canal de transmissão. O receptor recria a mensagem original a partir do sinal recebido através do canal (processo de demodulação). Entretanto, a presença de ruído e a distorção no sinal recebido impossibilitam a recriação exata da mensagem original. A degradação do sinal no sistema como um todo é influenciado pelo tipo de modulação usado, sendo algumas técnicas mais sensíveis a ruídos e distorções que outras. A modulação pode ser classificada em: modulação de onda contínua e modulação por pulsos.

O uso da modulação põe em foco outro importante requisito da transmissão de informação: a multiplexação. Segundo BOLZANI (2004) multiplexação é o processo de combinar vários sinais para a transmissão simultânea sobre o mesmo canal. Dentre os métodos básicos de multiplexação pode-se citar:

- *Frequency-Division Multiplexing* (FDM): usa modulação por onda contínua para colocar cada sinal em uma frequência específica da banda. No receptor são usados vários filtros para separar os diferentes sinais e prepará-los para demodulação.
- *Time-Division Multiplexing* (TDM): usa modulação por pulsos para posicionar os sinais em diferentes fatias de tempo.
- *Code-Division Multiplexing* (CDM): no qual cada sinal é identificado por uma seqüência (código) diferente.

Essas técnicas de modulação são bases para outras mais robustas utilizadas na comunicação pela rede elétrica: a *spread spectrum* (espalhamento espectral) e a OFDM.

Segundo BOLZANI (2004) enquanto a maioria das soluções foca suas discussões nas soluções para grandes distâncias, o *home powerline* enfoca a alta velocidade em pequenas distâncias. Dentre os benefícios deste sistema, destacam-se:

- Alta velocidade em transmissão de dados em qualquer tomada da casa;
- Conexão com a Internet;
- Compatibilidade através de *gateways* com outras relevantes soluções de rede;
- Gerenciamento central de todos os dispositivos
- Instalação rápida e sem cabeamento adicional.

Também conhecida como *PowerLine Communication* (PLC), concorre diretamente com os padrões de redes que utilizam a radiofrequência (802.11) e a fiação telefônica (HPNA).

Como a maioria dos eletro-eletrônicos de uma residência está plugado em uma tomada, e estas estão espalhadas por toda a casa, é natural querer utilizar o próprio cabo de energia como meio para troca de dados. No ambiente doméstico, onde o ruído pode ser controlado e as distâncias em questão não são tão grandes, existe um imenso campo para aplicação desta tecnologia. Porém a sua utilização como rede de acesso ainda é comprometida por causa do alto nível de ruídos e a perda significativa de sinal PLC ao longo dos cabos e transformadores.

O PLC é constituído por quatro blocos funcionais, (BOLZANI, 2004):

- Microprocessador: trata os dados de entrada e saída, promove o sincronismo e carrega os dados para entrega.
- Modulador: utiliza técnicas conhecidas com ASK, FSK ou modulação proprietária para converter os sinais digitais para que possam trafegar na rede elétrica.
- *Driver* de saída: bloco que amplifica os sinais modulados a um nível de potencia adequado para sobrepor ao ruído e evitar o excesso de emissão eletromagnética interferente.

- Acoplador de alta tensão: interface da linha elétrica com o circuito digital. Responsável por inserir e recuperar o sinal da rede elétrica.

Pelo fato da rede elétrica, devido a sua natureza, não ter sido idealizada para transmitir dados, são encontrados vários problemas, dentre eles (BOLZANI, 2004):

- Ruídos: na rede elétrica, sem blindagem, são inúmeras as fontes de ruídos. Sendo estes injetados por eletrodomésticos e ruídos de radiofrequência.
- Distância entre os pontos de acesso: quanto mais longe os pontos, maior a atenuação do sinal e a incidência de ruído.
- Descontinuidade de impedância: ao longo da rede, dependendo se as tomadas estão sendo utilizadas ou não, criam-se pontos de reflexões de sinal e interferência espectral.
- Carga: os eletrodomésticos plugados na tomada, mesmo que desligados, constituem carga resistiva e reativa dissipando a energia transmitida em alta frequência.
- Alta frequência: quanto maior a frequência, maior a atenuação do sinal em meios físicos.

Apesar dos empecilhos, várias empresas estão interessadas na tecnologia por causa do conforto e facilidade de plugar um dispositivo inteligente na tomada e navegar na Internet.

5.3.1 Intellon CEBus & Home PNP

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

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

- Desenvolver um padrão de baixo custo para aplicações em edifícios industriais e não industriais.

- Permitir introdução de novos produtos e serviços em edifícios de acordo com regras de gestão de energia.
- Desenvolver um padrão de comunicação multimídia para controle de edifícios.

Baseado na política de protocolo aberto, o CEBus opera em redes ponto a ponto (comunicação *peer-to-peer*) permitindo o acesso ao meio por qualquer nó a qualquer instante. Deste modo não é necessário a existência de um sistema centralizado de controle. Pode conter vários meios físicos de comunicação, interligando outros serviços e sistemas à rede através de pontes (*bridges*) e roteadores (*routers*) (BOLZANI, 2004).

A tecnologia consiste de dois componentes fundamentais:

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

Segundo BOLZANI (2004) o CEBus utiliza a tecnologia de espalhamento espectral inicializando a modulação numa determinada frequência e variando a cada bit transmitido. A transmissão é inicializada com pulsos de 100 KHz, aumentando linearmente até 400 KHz durante um intervalo de tempo de 100 microssegundos.

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

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

Cada pacote transmitido contém o endereço do remetente e do destinatário. O tamanho mínimo do pacote é de 64 bits.

Os endereços CEBus são ativados na fábrica via hardware e são compostos de 32 bits totalizando quatro bilhões de possibilidades ou combinações.

O padrão CEBus desenvolveu uma linguagem universal para a comunicação entre produtos eletrônicos residenciais chamado CAL (*Common Application Language*), sendo adotado pelo EIA sob o padrão 721. A especificação Home Plug and Play tornou-se uma referência para a utilização da CAL. O Home PnP não é uma linguagem, mas um conjunto

de regras e ferramentas para comunicação entre diversos dispositivos estabelecendo uma interface para outros meios físicos e protocolos.

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

Intellon Co. é uma das empresas líderes em soluções para redes PLC, produz circuitos integrados e módulos para sistemas de comunicação via rede elétrica baseado no CEBus. Em conjunto com outras companhias, foi criada em 2000, a *Home Plug Powerline Alliance*. Visando criar especificações e serviços para aumentar a demanda de produtos PLC (BOLZANI, 2004).

Uma das maiores iniciativas da Intellon em termos de *powerline* é o chipset PowerPacket que reúne todos os circuitos necessários para uma transmissão via rede elétrica a 14 Mbps. O chip do PowerPacket é composto por um *Modem spread spectrum* com modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) com interface física e controle de acesso ao meio implementando o CSMA/CA, ARQ (*Automatic Repeat Request*) para o reenvio rápido de pacotes perdidos, correção de erro, QoS e criptografia. Operando em banda de 4.3 MHz a 20.9 MHz, e em uma tensão amplamente utilizada de 3.3 volts. Possui também um conversor analógico/digital e digital/analógico, ambos com 16 bits, responsável pelo interfaceamento dos dados com o meio analógico (BOLZANI, 2004).

5.3.2 Enikia

Fundada em 1997 e logo se estabelecendo no mercado de rede PLC por desenvolver uma conexão *powerline* de alta velocidade. Um dos seus principais produtos é o Powerline Bridge que interconecta redes *Ethernet* e redes *powerline*.

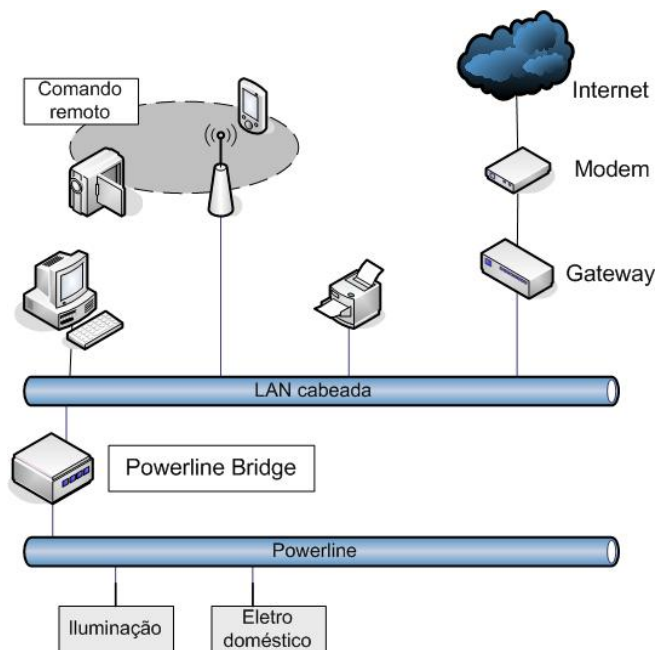


Figura 5.5: Powerline Bridge (Fonte: Autoria Própria).

Sua tecnologia baseia-se em três elementos principais (BOLZANI, 2004):

- Processador de protocolo ACT e o esquema de token SST

O ACT (*Adaptive to Channel and Time*) consiste em analisar o meio através de um detector identificando os intervalos que o meio está mais livre de interferências. Depois usando técnicas que ajustam o tamanho dos pacotes, escolhe a frequência de transmissão que apresenta a melhor relação sinal ruído, provendo um caminho mais limpo para a transmissão dos dados.

Além do ACT, o processador também roda um protocolo de acesso ao meio chamado de SST. Baseado no protocolo de *token* IEEE 802.4, e para aumentar ainda mais a eficiência da rede, o SST não permite que nós inativos utilizem o *token*. Assim, apenas os ativos podem adquiri-lo para se comunicarem, diminuindo a latência e aumentando a banda disponível.

Além disso, todos os nós conhecem os endereços (local e Ethernet) dos outros nós na rede.

- Modem 16 canais DSP

O modem possui dois métodos de modulação, dependendo da relação sinal/ruído, permitindo-se atingir um balanceamento entre robustez e taxa de saída mesmo em flutuações das condições do meio garantindo o maior número de bits por Hz.

- Acoplador de radiofrequência

O sistema de acoplamento com o meio *powerline* é simples, uma vez que todo o processamento digital do sinal é realizado pelo modem. Três bandas são utilizadas na transmissão de sinais: baixa (2 a 30 MHz), média (108 a 174 MHz) e alta (216 a 470 MHz).

5.3.4 INARI Powerline Technology

Formada em 1997, e primeira companhia a colocar no mercado uma placa de rede *powerline*, a *Pass-Port PlugIn Network*. Em 2000 formou uma parceria com a Thomsom Multimedia no desenvolvimento de produtos para redes domésticas, e teve um grande sucesso em vendas com o HP/RCA *System Link*, um adaptador de rede *powerline* da Hewlett-Packard que utiliza o *chipset* IPL 201 da Inari (BOLZANI, 2004).

Segundo BOLZANI (2004) por razões políticas, a INARI não é membro da *Home Plug Powerline Alliance*, que fez com que desenvolvesse sua própria tecnologia denominada de *Digital Powerline* (DPL) que define a *PowerLine Exchange Protocol* (PLX).

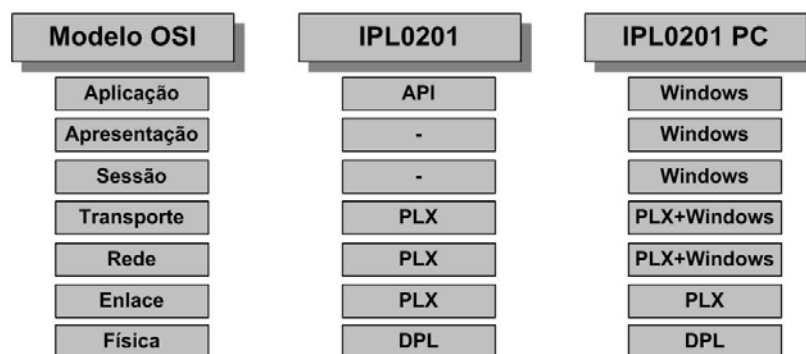


Figura 5.6: Pilha de protocolos Inari (Fonte: BOLZANI, 2004)

Ainda segundo BOLZANI (2004) o DPL é um conjunto de características que define como a informação será transmitida pela camada física para a rede. Utiliza um esquema que elimina o processo de tratamento de erros, permitindo que a interface física alcance taxas de erros mínimos tornando o DPL um sistema robusto para redes *powerline* de alta velocidade.

O PLX é um protocolo proprietário baseado no modelo OSI. Ele combina qualidades dos protocolos anteriores como *Ethernet*, *Token Ring*, 802.11 e CEBus e introduzindo novos conceitos como a comunicação em duas fases propostas pelo DSMA (*Datagram Sensing Multiple Access*) e o CTP (*Centralized Token Passing*). O DSMA faz a verificação das condições do meio e o sistema de temporização aleatória de envio de mensagens. Este sistema é utilizado quando um primeiro dispositivo é inserido em uma rede tornando-se um *Active PLX Manager* ou quando há a inserção de um novo nó em uma rede ativa. Após este processo, a colisão de mensagens é totalmente evitada com o uso do CTP, cujo *token* é administrado pelo *Active PLX Manager* que dá a prioridade de conexão ao nó ativo que deseja se comunicar com a rede. Os inativos são colocados no modo *sleep* eliminando tráfego desnecessário. Como o PLX MAC utiliza um esquema de *token* centralizado, ele pode facilmente suportar pacotes de controle e de dados. Para dados assíncronos ou do tipo *streaming*, o *PLX Manager* aloca dois nós para conversarem diretamente utilizando *time slots* específicos para tais aplicações (BOLZANI, 2004).

5.3.5 X – 10

Segundo O'DRISCOLL (2001) a tecnologia X-10 PLC (*Power Line Carrier*) existe há mais de vinte anos e foi criada inicialmente para integrar baixo custo e controle de equipamentos. Originalmente unidirecional, hoje em dia é possível encontrar equipamentos bidirecionais.

O sistema X-10 é um protocolo de comando remoto desenvolvido para comunicações entre transmissores e receptores X-10 através da fixação da rede elétrica tradicional (*powerline*). Os módulos transmissores do X-10 são adaptadores que conectados à tomada de luz enviam sinais aos módulos receptores para controlar equipamentos simples: interruptores, controles remoto, sensores de presença, entre outros (O'DRISCOLL, 2001).

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

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

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

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

5.4 Redes sem Fio

Ultimamente a comunicação sem fio tem ganhado espaço considerável no mercado de transmissão de dados, tanto nas comunicações de longas distâncias como principalmente nos ambientes locais.

Segundo BOLZANI (2004) no ambiente residencial, muitas soluções proprietárias têm sido usadas para possibilitar a comunicação entre dispositivos inteligentes com o propósito de comando remoto, eliminando os fios, tornando mais flexível e prático o uso desses equipamentos. Uma das vantagens para o ambiente residencial é a facilidade de instalação e, muitas vezes, pela inviabilidade do uso de redes cabeadas em projetos de *retrofitting*. Também se destaca a mobilidade e flexibilidade.

Uma WLAN converte pacotes de dados em ondas de rádio ou infravermelho e os envia para outros dispositivos ou para um ponto de acesso que serve como uma conexão para uma LAN cabeada.

A maioria dos padrões desenvolvidos para redes sem fio tem como premissa prover um conjunto de protocolos que garantissem qualidade para a transmissão de voz ou a transmissão de dados com altas taxas de transferência. As aplicações para redes sem fio vêm crescendo cada vez mais e é possível encontrar diversos padrões e protocolos envolvidos na disputa pelos diversos segmentos de redes de comunicação, cada qual apresentando vantagens e desvantagens e adequando-se melhor a um ou outro tipo de aplicação (BOLZANI, 2004).

5.4.1 IEEE 802.11

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

Para o desenvolvimento do padrão foram colocados em prática alguns padrões proprietários primeiramente, depois empresas como IBM, CISCO e 3COM basearam seus produtos no padrão do IEEE devido às inúmeras vantagens que o padrão aberto oferece: interoperabilidade, baixo custo, demanda de mercado, confiabilidade de projeto, entre outras.

O 802.11 se refere a uma família de especificações sobre a tecnologia *Wireless LAN*. A família 802.11 é subdividida em (O'DRISCOLL, 2001):

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

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

5.4.2 IR – Infravermelho

A transmissão de dados utilizando infravermelho é comum em sistemas ponto a ponto ou ponto a multiponto de curta distância. Um dos dispositivos que utilizam infravermelho mais comum são os controles remotos.

É um sistema simples e de baixo custo, e apresenta um sério problema: o sinal é obstruído com facilidade por superfícies sólidas e até mesmo qualquer objeto que se interponha entre o emissor e o receptor.

Outro problema encontrado é a comunicação entre os dispositivos que gira em torno de 4 metros.

5.4.3 *Bluetooth*

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

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

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

Os dispositivos *Bluetooth* possuem um sistema de uso inteligente da potência do sinal dependente da distância entre os dispositivos. Pelo fato de baixa taxa de operação que pode chegar até 1Mbps e o alcance, o desenvolvimento do *Bluetooth* vem sendo focado como um complemento para conector periféricos menores e dispositivos inteligentes, servindo como opção às interfaces USB, seriais e paralelas, e é bastante útil na interligação

de PDAs e celulares à rede doméstica como interfaces de controle para automação residencial (BOLZANI, 2004).

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

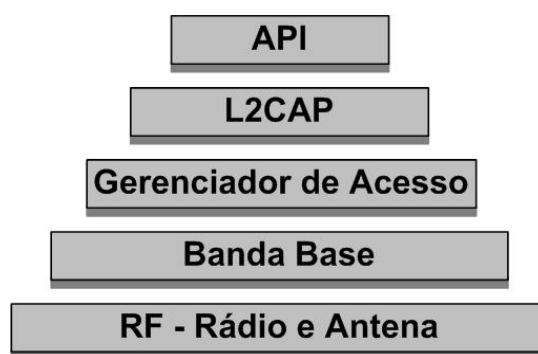


Figura 5.7: Protocolo *Bluetooth* (Fonte: BOLZANI, 2004)

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

5.4.4 ZigBee

Uma das tecnologias mais recentes dentro do grupo das redes pessoais sem fio é o padrão Zigbee, também conhecido como HomeRF Lite e que corresponde ao IEEE 802.15.4, homologado em maio de 2003. Esse padrão vem sendo desenvolvido para se

tornar uma solução de comunicação para redes que não necessitam de soluções complexas para dotar de inteligência os aparelhos de comunicação sob seu controle, barateando assim os custos com equipamentos, manutenção e mão de obra.

Segundo PINHEIRO (2006) o Zigbee é um protocolo para HAN (*Home Area Network*). As soluções baseadas nesse protocolo visam atender as necessidades de controle e segurança das redes domésticas, apresentando um baixo custo de implementação, baixo consumo, topologia de rede variável e velocidades compatíveis com as necessidades dos equipamentos.

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

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

Suas principais características são:

- Comunicação sem fio com alcance previsto de até 500 metros;
- Frequências de operação entre 868MHz e 2,4Ghz;
- Taxa de transmissão em torno de 250Kbps;
- Baixo consumo de energia;
- Baixo custo de implementação;
- Topologia de rede variável.

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

5.4.5 Z – Wave

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

O diferencial para demais tecnologias é a topologia de redes em malha (*Mesh Networks*), pela qual todos os dispositivos estão interligados de forma redundante, garantindo ampla cobertura dos ambientes independentemente da presença de obstáculos. Assim, quando o controle remoto envia um comando do quarto para a cozinha, por exemplo, todos os módulos do sistema recebem a informação e a repassam para que a ação seja concretizada. Com a topologia de rede em malha, cada interruptor, tomada ou sensor de presença atua ao mesmo tempo como um repetidor de sinal, garantindo alcance virtualmente ilimitado (BOLZANI, 2004).

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

5.4.6 ShareWave

Fundada em 1996, a *ShareWave* desenvolve semicondutores, *gateways* e equipamentos sem fio para redes domésticas. Estes equipamentos são desenvolvidos baseados em um protocolo chamado de *whitecap* que aumenta o desempenho e a interoperabilidade no ambiente residencial (BOLZANI, 2004).

O *whitecap* foi desenhado de modo a acomodar todo o conteúdo multimídia incluindo dados de controle, voz, áudio e vídeo sob intenso ruído. Suporta vários tipos de dispositivos de rede incluindo PCs, *laptops*, *gateways* residenciais, Internet *phones* e até TVs. O protocolo é orientado à conexão e usa o sistema de transmissão TDMA (*Time Division Multiple Access*) que compartilha todo o tráfego da rede em quadros de tempo. O TDMA ainda permite alocar apenas a banda necessária que o dispositivo precisa eliminando atrasos na transmissão de conteúdo multimídia.

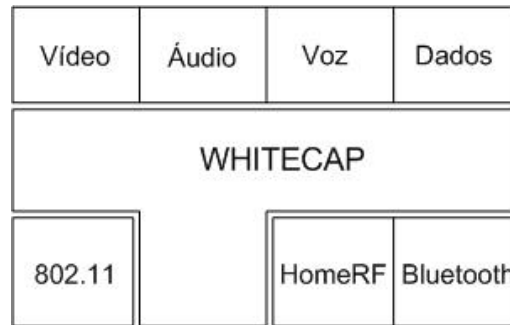


Figura 5.8: Camada de protocolo ShareWave (Fonte: BOLZANI, 2004)

O *whitecap* trabalha no modo *best-effort*, isto é, um tipo de qualidade de serviço, onde os que têm alta prioridade são diferenciados dos de baixa. Os pacotes são divididos em três filas: alta, média e baixa, sendo transmitidos primeiro os pacotes de alta prioridade, sensíveis ao tempo, garantindo a alta qualidade de distribuição de conteúdo multimídia no interior da residência.

5.6 Soluções Híbridas

5.6.1 LonWorks

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

Segundo BOLZANI (2004), o sistema LonWorks é a principal solução de automação residencial. É reconhecido internacionalmente como um padrão de redes de controle interoperacionais como EIA 709.1.

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

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

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

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

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

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

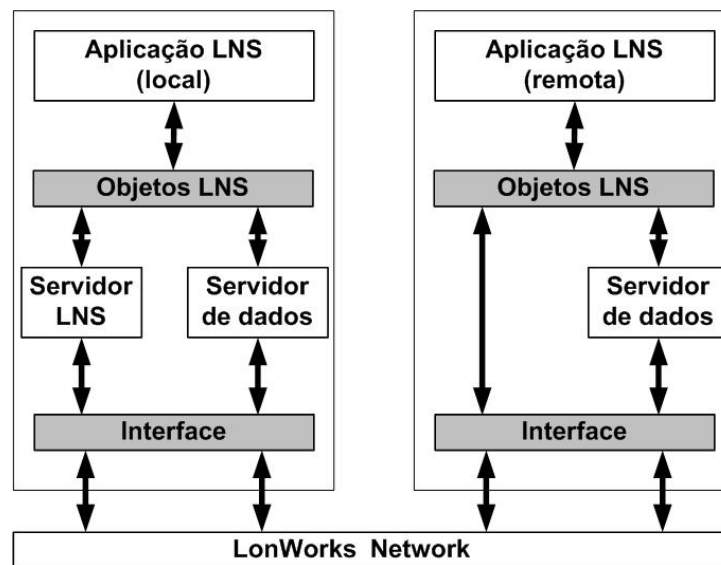


Figura 5.9: Estrutura do servidor LNS (Fonte: BOLZANI, 2004)

Os dispositivos *LonWorks* utilizam um protocolo chamado *LonTalk*, que inclui acesso ao meio, comunicação ponto a ponto e alguns serviços avançados como autenticação, prioridade, detecção de mensagem duplicada, colisão, múltiplas taxas de transmissão, suporte a cliente-servidor e detecção de erros. O *LonTalk* é embutido em um chip chamado *neuron*, um microcontrolador designado a oferecer um bom custo benefício

em automação. Cada chip *neuron* é composto por três CPUs (*Central Process Unit*) de 8 bits cada, memória *on-board* (*RAM, ROM e EEPROM*), no mínimo onze pinos de I/O (entrada e saída) e o protocolo *LonTalk*.

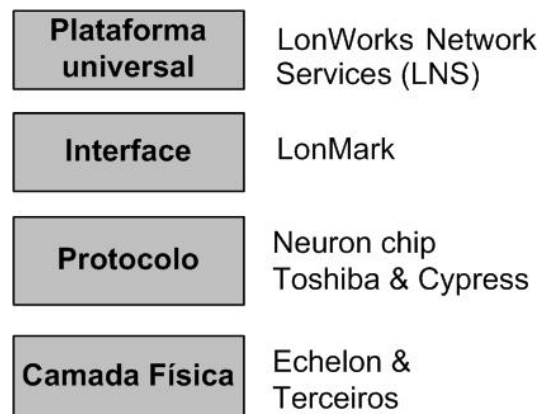


Figura 5.10: Protocolo LonTalk (Fonte: BOLZANI, 2004)

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

A Echelon Co., desenvolvedora do sistema, em conjunto com a Cisco Systems estão desenvolvendo o *i.LON 1000 Internet Server* que vai garantir a total integração entre as redes *LonWorks* e as redes IP. Também inclui um servidor *Web* que pode ser usado como interface gráfica para usuários remotos.

5.6.2 CAN – Controller Area Networks e DeviceNet

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

O CAN permite que controladores, sensores e atuadores possam se comunicar entre si, em tempo real, em até 1 Mbps utilizando somente um par trançado como linha de dados serial.

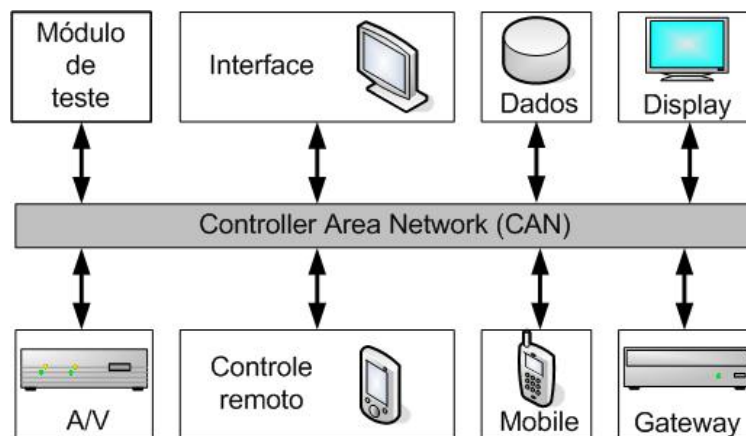


Figura 5.11: Exemplo de rede CAN (Fonte: BOLZANI, 2004).

Devido as suas características, algumas empresas estão desenvolvendo interfaces para utilização na automação residencial. A arquitetura só especifica duas camadas do modelo OSI, a camada física e a de enlace, enquanto que as mais altas são definidas durante a implementação do sistema, pelos próprios desenvolvedores.

Segundo BOLZANI (2004) a utilização do sistema CAN torna-se uma alternativa econômica de rede de dados para muitas aplicações residenciais interligando os sensores, atuadores e todo o controle em tempo real de dados através de par trançado, fibra óptica ou cabo coaxial. Porém, nos meios físicos de cobre, o protocolo se mostrou mais resistente a interferência e com maior detecção de erros e falhas.

Os dispositivos CAN utilizam o modo *multicast* de comunicação, rotulando a mensagem através de um identificador único na rede. Assim a mensagem só é processada por quem possuir o mesmo identificador da mensagem. O protocolo CAN ainda é responsável pela prioridade da mensagem através de um valor numérico (quanto menor o valor maior a prioridade).

O CAN utiliza a codificação NRZ (*Non Return to Zero*) com *bit-stuffing* (para assegurar o sincronismo). O padrão ainda recomenda que os chips de interface sejam desenvolvidos de maneira que a comunicação possa continuar mesmo que um dos dois fios de barramento esteja rompido ou curto-circuitado à fonte de alimentação ou ao terra.

O sistema de suportar a conexão de até 110 dispositivos em distâncias que pode chegar a 1 Km (com queda considerável na taxa de transmissão).

Existem dois formatos de *frames* que são utilizados, o *Standard* e o *Extended*.

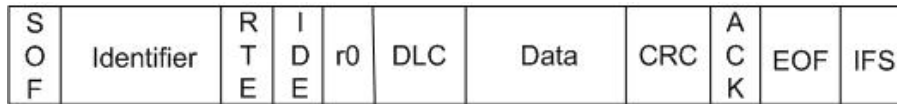


Figura 5.12: *Frame Standard* CAN (Fonte: BOLZANI, 2004)

O *Standard CAN* possui sete campos diferentes:

- SOF (*Start of Frame*): indica o início de um *frame*.
- Campo de decisão: possui o identificador de mensagem de 11 bits e o bit RTR (*Remote Transmission Request*). Se o RTR for 0, a mensagem é um *Data Frame*, caso seja 1, indica uma requisição de envio de dados de outro nó do barramento.
- Campo *Data Frame*: contém 6 bits, sendo r0 e r1 campos reservados e o DLC (*Data Length Code*) que indica o número de *bytes* de dados que o *frame* carrega.
- Campo *Data Field*: campo de dados com 8 *bytes*, sendo o bit mais significativo do primeiro *byte* transmitido primeiro.
- CRC: 15 bits e 1 bit recessivo delimitador.
- ACK (*Acknowledge*): um bit *Slot*, recessivo, porém sobrescrito por bits dominantes transmitidos de um outro nó que recebe a mensagem com sucesso. O segundo bit é recessivo delimitador.
- EOF (*End of Frame*): sendo 7 bits recessivos e o IFS (*Intermission Frame Space*) que permite que todos os controladores se preparem para a próxima tarefa a ser executada.

O segundo formato é o *Extended CAN*, com um identificador de 29 bits, surgiu para ser compatível com outros protocolos seriais e com o próprio *Standard*. A distinção entre

os dois formatos é feita através do bit IDE (*Identifier Extension*), transmitido como bit recessivo no formato *Extended* e o bit dominante no formato *Standard*.

5.6.3 EmWare e ETI Alliance

O propósito da companhia EmWare é promover um sistema chamado de EMIT (*Embedded Micro Internetworking Technology*). A EMIT consiste de uma completa infraestrutura de rede que provê todos os elementos necessários, desde a camada física até a interface com o usuário, facilitando o desenvolvimento de soluções em automação residencial. Segundo BOLZANI (2004) o sistema EMIT é composto por:

- *emNet*: protocolo de rede, aberto e otimizado. Provê meios de comunicação eficiente em barramentos do tipo RS-232, RS-485, *Modems*, RF, IR, CAN, *Powerline*, Ethernet e outros.
- *Device Gate*: linha de *gateway* que permite gerenciamento, diagnóstico e controle remoto dos sistemas de automação.
- *emGateway*: *software* que permite conectar qualquer protocolo de rede ou dispositivo à Internet. Provê aplicações de interface para JAVA, C, C++, Delphi, XML, ActiveX e ambientes de banco de dados.
- *emMicro*: *software* armazenado dentro de eletro-eletrônicos e que permite expor à rede as variáveis, eventos e funções e documentos do dispositivo em questão.
- *emPackage*: é uma ferramenta de *software* com interfaces visuais que permite a criação de aplicativos para o *emMicro*.
- *emMonitor* e *emDeviceManager*: permitem o monitoramento e a execução de testes no processo de desenvolvimento.
- *emChip*: é uma extensão do *emMicro*, provê a habilidade de suporte à múltiplas aplicações e canais de comunicações.
- *emScriptDesigner*: ferramenta de rápido desenvolvimento de aplicações e que permite modifica-las sem a necessidade de recompilá-las.

- *emGatewayManager*: é uma interface tipo *browser* que permite monitorar as redes e controlar o acesso dos usuários aos dispositivos.
- *emFlash*: pode ser adicionado ao *emGatewayManager* permitindo atualização remota do sistema.
- *emController*: *gateway* para a rede local de baixo custo.
- *emControllerManager*: interface que simplifica a configuração e gerenciamento de dispositivos conectados ao *emController*.
- *EMIT Application Interface Services* (AIS): ferramenta e bibliotecas para C++, JAVA e ActiveX chamadas C-EMIT, J-EMIT e X-EMIT *Client Libraries*, respectivamente. Permitem a criação de interfaces complexas em tempo reduzido.

Com soluções desde a camada física até os *softwares* de aplicação, a emWare acredita na proliferação de equipamentos interligados em rede trocando informações e interagindo com o usuário através de telefones celulares, PDAs e *Web browsers*.

5.6.4 UPnP

Segundo O'DRISCOLL (2001) Universal Plug and Play é uma arquitetura de redes direcionada ao ambiente doméstico. É uma extensão da iniciativa *plug and play* introduzido em 1992 pela Intel, Compaq e Microsoft que torna possível transferir arquivos e assistir conteúdo multimídia em qualquer dispositivo em uma rede residencial.

O sistema é composto por várias interfaces que permitem ao usuário conectar um equipamento em qualquer segmento da rede, seja ela Ethernet, Wi-Fi, Home PNA, etc., sem que haja problemas de configuração ou incompatibilidade ou mesmo, preocupação de instalar novos *drivers*. Ele pode ser um outro PC, um *gateway* para acesso a Internet ou mesmo eletro-doméstico.

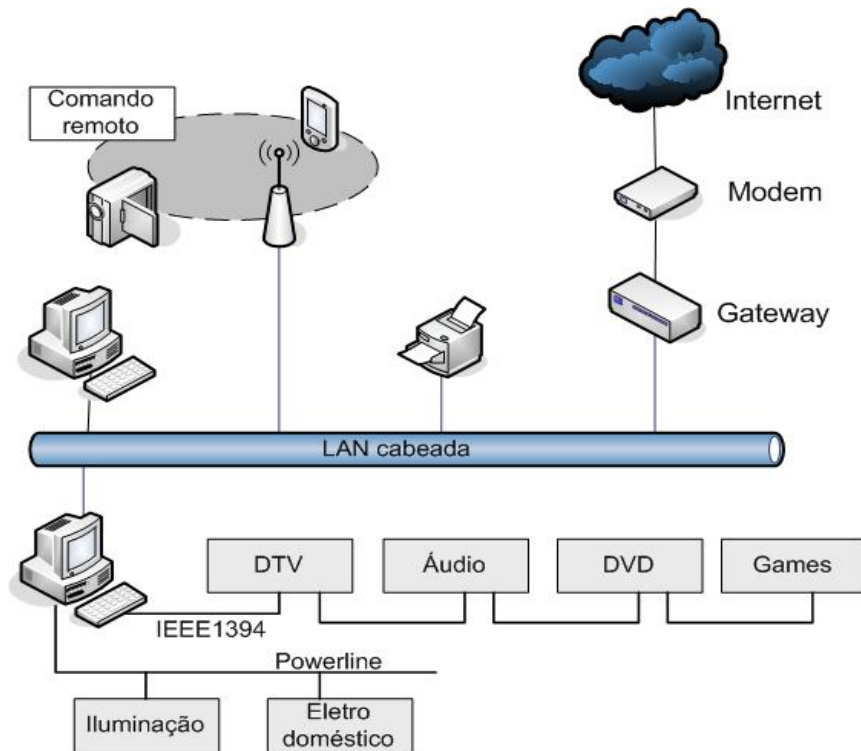


Figura 5.13: Topologia Universal UPnP (Fonte: BOLZANI, 2004)

A arquitetura se baseia nas seguintes premissas (BOLZANI, 2004):

- Padrões abertos: baseado no protocolo IP, sinônimo de Internet, sendo compatível com todos os equipamentos voltados à rede mundial.
- Escalabilidade: permite reaproveitamento de equipamentos, sendo adquirido somente o necessário.
- *Plug and Play*: a idéia é apenas adquirir o equipamento e conecta-lo na rede.
- Leveza: arquitetura leve, utilizada tanto em PCs como em dispositivos baseados em microcontroladores.
- Integração: fácil integração com dispositivos não IP, bem como de equipamentos de outros fabricantes.
- Multiconfiguracao: pode operar numa topologia ponto a ponto, sem um PC como gerenciador.

O UPnP Fórum foi criado com o objetivo de desenvolver protocolos de controle de dispositivos (DCPs), ou seja, métodos de comunicação e interação que permitam a interligação em redes diversas de qualquer equipamento eletrônico.

Os protocolos especificam seis mecanismos de interação que proporcionam e interoperabilidade em uma rede UPnP (BOLZANI, 2004).

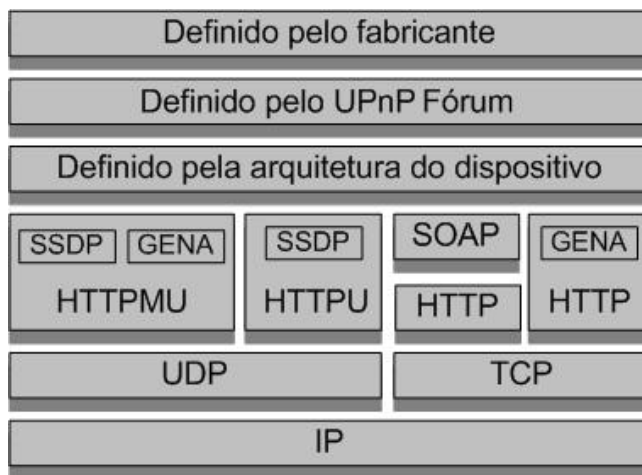


Figura 5.14: Pilha de protocolos UPnP (Fonte: BOLZANI, 2004)

- Endereçamento: dispositivo obtém o número IP dinâmico através de um servidor DHCP (*Dynamic Host Control Protocol*) ou através de um mecanismo chamado de Auto-IP, caso não haja um servidor disponível, onde o dispositivo escolhe um valor aleatório e, através do protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*) verifica se ele já não está em uso.
- Descobrimto: através de *UPnP Discovery Protocol*, que é baseado no SSPP (*Simple Service Discovery Protocol*), o dispositivo avisa para o ponto de controle que está pronto para atuar, que por sua vez, também utiliza o SSPP para procurar algum dispositivo de interesse. Este mecanismo é baseado na troca de mensagens contendo alguns atributos como o tipo e um identificador único.
- Descrição: pontos de controle prendem detalhes sobre os dispositivos e seus serviços através de troca de mensagens.

- Controle: mecanismo pelos quais os pontos de controle acionam um serviço através de mensagem com os argumentos necessários e quando o serviço completa a ação, ou não consegue completar, envia de volta os resultados ou os erros. As mensagens utilizam o XML através do protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) enviados via requisição HTTP (*Hiper Text Transport Protocol*), o mesmo utilizado para estabelecer uma conexão num servidor *Web* e transferir as paginas para o *browser*.
- Evento: dispositivos avisam os pontos de controle sobre mudanças de estado. O ponto de controle deve enviar uma mensagem solicitando o envio do aviso.
- Apresentação: dispositivos fornecem um meio, normalmente uma interface *Web*, para controle e visualização de status. Sendo especificado pelo fabricante, podendo estar presente ou não.

5.6.5 ECHONET

De acordo com BOLZANI (2004) a proposta da ECHONET é implementar o controle de energia nas residências através de um sistema que possa controlar e monitorar à distancia os dispositivos eletro-eletrônicos nas mesmas, de uma forma fácil e sem a necessidade da introdução de novos cabeamentos.

Utilizando a tecnologia sem fio e *poweline* eliminando a necessidade de um cabeamento especial e permitindo a facilidade da implementação de uma rede de dados em um possível retrofitting. A ECHONET vem com a premissa de interconectar e controlar diferentes dispositivos de diferentes fabricantes de forma *plug and play*, o que possibilita que qualquer usuário possa adicionar um novo dispositivo na rede, ou mesmo modificar e remover esses dispositivos (O'DRISCOLL, 2001).

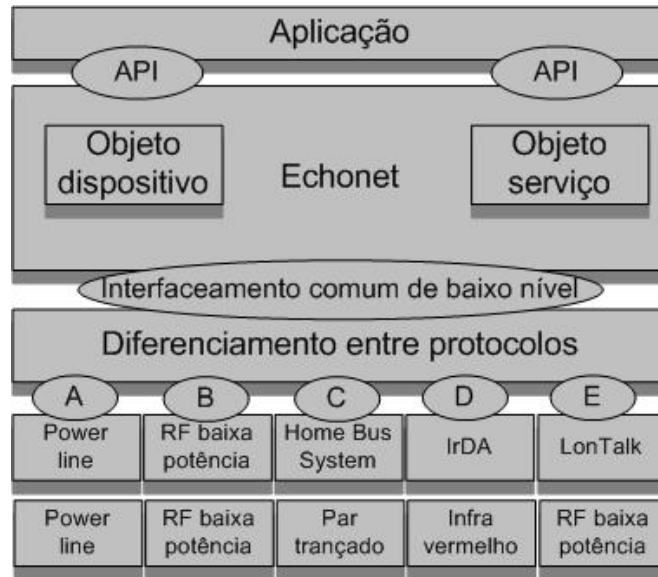


Figura 5.15: Pilha ECHONET (Fonte: BOLZANI, 2004)

As aplicações podem ser divididas em cinco grandes grupos:

- Energia: monitoramento de consumo, plano de redução de energia através do agendamento de operações.
- Saúde: *homecare*, monitoramento de pessoas idosas, portadores de deficiência, pessoas enfermas e de equipamentos hospitalares a distancia.
- Segurança: prevenção de incêndios através do monitoramento do sistema de gás e equipamentos elétricos e prevenção contra intrusão através do monitoramento de pessoas.
- Manutenção remota: diagnóstico e manutenção a distancia de equipamentos, guia de operação e consultoria remotas.
- Operação e controle: monitoramento e operação de dispositivos inteligentes residenciais.

6. CONCLUSÕES

O objetivo de desenvolvimento deste projeto foi realizar um estudo sobre tecnologias de comunicação utilizadas pelos sistemas de automação residencial, fazendo comparações e mostrando vantagens e desvantagens. Com isso foi possível montar uma tabela com as principais características das soluções apresentadas neste trabalho.

Tabela 6.1: Características das redes de comunicação (Fonte: BOLZANI, 2004).

Tecnologia	O que é	Velocidade	Vantagens	Problemas
Rede Cabeada	Comunicação por cabo UTP	Até 10000 Mbps	Rede robusta e padronizada	Necessita de cabeamento próprio
Rede Sem Fio	Comunicação por ondas de rádio	Até 108 Mbps	Mobilidade e flexibilidade	Interferência e Segurança
Rede Cabeamento Telefônico	Comunicação por cabo de telefonia	Até 128 Mbps	Não necessita cabeamento próprio	Interferências causadas por ruídos na rede
Rede Cabeamento Elétrico	Comunicação por cabo da rede elétrica	Até 85 Mbps	Não necessita cabeamento próprio	Interferências causadas por ruídos na rede

Por ser um tema relativamente novo, ainda não existem muitos estudos e materiais sobre a utilização da automação residencial. E através desse trabalho foi alcançado o primeiro objetivo que era de disponibilização de um material como fonte de referência e consulta para enriquecer a bibliografia na área.

O primeiro fato observado é que praticamente todos os tipos de sistemas (telefonia, redes de computadores, iluminação, segurança, áudio e vídeo) projetados para uma residência inteligente já existiam há muito tempo, porém, o grande diferencial em direção a automação é a integração de todos eles. E essa integração leva ao aparecimento de novos conceitos e principalmente de novos métodos de projetos, desenvolvimento e implantação dos sistemas, e principalmente o desenvolvimento de novos equipamentos que ‘falem a mesma língua’, ou melhor, utilizem o mesmo protocolo para troca de mensagens.

Devido ao fato de que nenhuma rede ainda satisfaz os requisitos de segurança e eficiência sob uma grande diversidade de tráfego digital e aplicações, o integrador de sistemas deve implementar diversas soluções em apenas um projeto de residência

inteligente. Integrando da melhor forma possível duas ou mais redes de comunicação para que sejam atendidas todas as necessidades.

Pode-se afirmar que as redes de comunicação são divididas em dois grupos, redes com fio e sem fio. As redes com fio são mais robustas e atendem melhor a necessidade de velocidade e segurança. Porém as redes sem fio são muito utilizadas no caso de *retrofitting* onde não é possível alterar a estrutura do ambiente, e possibilita a mobilidade do sistema.

Dois subgrupos das redes com fio podem ser considerados como solução em cima de solução já existente, que são os sistemas *powerline* aplicados sobre o sistema de rede elétrica e o sistema *phoneline* que é usado sobre o sistema de rede de telefonia, são sistemas aconselhados e mais usados para projetos de *retrofitting* e onde não se deseja investir muito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLZANI, Caio Augustus Morais. *Residências Inteligentes*. 1º Edição. São Paulo: Livraria da Física. 2004. 332p.

COLLI, Rodrigo. *Conhecendo a Vídeo-Vigilância sobre IP*. 2005. Redes & Cia. Disponível em: <http://www.redesecia.com.br>. Acesso em 02/02/2006.

COMER, Douglas. *Computer Networks and Internets* – 2 ed. Prentice Hall Inc, 1999.

FIDLER, R. *Mediamorphosis: Understanding New Media*. Pine Forge Press. 1997.

GATES, B. A *Estrada da Informação*. Companhia das Letras. 1995.

INTILLE, S., 2002. *Designing a Home of the Future*. Massachusetts Institute of Technology. Pervasive Computing.

KELLY, K. *New Rules for the New Economy: 10 Radical Strategies for a Connected World*. 1998.

KRIPPENDORF, Klaus. *Der verschwundene Bote Metaphern und Modelle der Kommunikation* in MERTEN, Klaus et al (Hrsg): *Die Wirklichkeit der Medien*. Opladen: Westdt. Verlag. 1994.

MOTOROLA Lonworks Documentation. 07/08/1998. *Low Cost PC Interface to LONWORKS Based Nodes*. Disponível em: <http://www.mot.com/SPS/MCTG/MDAD/pdf/DL159/AN1250.pdf>. Acesso em 10/02/2006

NETO, J. S. C., 1994. *Edifícios de Alta Tecnologia*. Editora Carthago & Forte.

O'DRISCOLL, G. *The Essential Guide to Home Networking Technologies*. 2001. Prentice Hall.

PINHEIRO, José Maurício Santos. *Guia Completo de Cabeamento Estruturado*. 1º Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus. 2003. 236p.

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

RUSSELL, T. *Telecommunications Protocols*. 2000. Mc Graw Hill.

SAMPAIO, Inês Sílvia Vitorino. *Conceitos e Modelos da Comunicação*. 2001. Disponível em: <http://www.uff.br/mestcii/ines1.htm>. Acesso em 10/12/2005.

TANENBAUM, Andrew S. *Redes de Computadores*: tradução [ds 3. ed. original] Insight Serviços de Informática. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

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

RESUMO ESTENDIDO

A estruturação das redes de computadores e sua fusão com as redes de telecomunicações, em geral, é um passo importante para que os meios de comunicação possam responder de uma forma rápida e eficaz às novas solicitações da sociedade cada vez mais globalizada em que se vive. Solicitações tão grandes quanto a importância da comunicação no dia-a-dia.

Nessa visão, a residência inteligente aparece com grande importância no papel social, não só por prover conforto através da utilização de equipamentos eletrônicos e interligação em redes, mas por ampliar as interações da sociedade globalizada.

Desta forma este trabalho realiza um levantamento bibliográfico sobre as redes de comunicação aplicadas em automação residencial. Tendo como foco as redes sem fio, as redes baseadas no cabeamento elétrico e no cabeamento telefônico e redes híbridas. Primeiramente apresenta-se o conceito de residências inteligentes, que consiste no estudo, implantação e integração de diversos serviços e soluções já existentes, como som ambiente, distribuição de vídeo, rede local, telefonia e segurança, através de redes de comunicação onde todos os serviços possam se conectar e se completarem em seus serviços.

Foi desenvolvido um estudo sobre as características, dificuldades e vantagens sobre cada rede de comunicação apresentada ao longo do desenvolvimento do texto. São apresentados também alguns sistemas que utilizam as tecnologias de comunicação através de rede sem fio, cabeamento elétrico e cabeamento telefônico.

Por fim é apresentado um quadro comparativo entre as características das soluções.