

Comunicação de Dados em Sistemas Domóticos, usando as Redes de Potência (*Power Line*) e a Antena Colectiva (CATV)

José M. P. B. O. Antunes, Pedro M. M. Mostardinha,
Sidónio M. Brazete, A. Manuel de Oliveira Duarte

Resumo- Neste artigo chama-se a atenção para os dois meios mais usados da Domótica, *Power Line* e CATV (Antena Colectiva). Apresentam-se as suas características mais relevantes, bem como as principais normas que regem as comunicações neles assentes.

Descreve-se, ainda, o desenvolvimento de um *modem* para CATV. Este *modem* tem em vista possibilitar a ligação entre os apartamentos e o concentrador geral de informação.

Abstract- This paper presents an overview of the most common networks used in Home Systems, *Power Line* and CATV (Collective Antenna Television). The main characteristics and rules for communicating in these networks are shown here.

The development of a CATV modem is described. This modem will be used to perform the link between the flats and the manager of information of the building.

I. INTRODUÇÃO*

As comunicações de dados nos lares actuais revestem-se, hoje em dia, de uma crescente importância. O desenvolvimento de novos meios físicos para essas comunicações enfrentam alguns problemas que dificultam a sua implantação. Por exemplo, a instalação de um sistema destes num edifício já existente, implicaria a necessidade de se realizarem obras o que leva a encargos suplementares, que se iriam reflectir no custo final da instalação.

Fazendo face a este problema, apresenta-se uma solução bastante atractiva, que consiste em usar as infra-estruturas já existentes no edifício, nomeadamente, a Rede de Potência (*Power Line*), assim como a Rede da Antena Colectiva (CATV).

Assim, o grande esforço da Domótica, ramo recente de aplicação das tecnologias de Informação e das Telecomunicações, direcciona-se para o estudo e implementação de sistemas que proporcionem segurança, economia, lazer e serviços aos utilizadores, bem como explorar as máximas potencialidades que se podem extrair dos sistemas já instalados.

A qualidade das comunicações usando a rede de potência *versus* distâncias envolvidas, vocacionam esta rede para comunicações domésticas dentro de um mesmo

apartamento. Apresentando, também, a seu favor o facto de estar acessível de uma maneira bastante fácil em todas as divisões do lar.

A rede CATV tem uma maior utilização para as comunicações para o exterior dos apartamentos, porque dentro duma casa este meio está disponível em apenas algumas divisões. Em contrapartida esta estrutura chega a todos os apartamentos de um edifício, podendo assim ser o meio físico a utilizar para comunicações entre os apartamentos e um concentrador geral de informação do edifício, funcionando como a «espinha dorsal» das comunicações. No âmbito deste projecto foi desenvolvido um *modem* CATV para comunicações entre os apartamentos e o concentrador geral de informação.

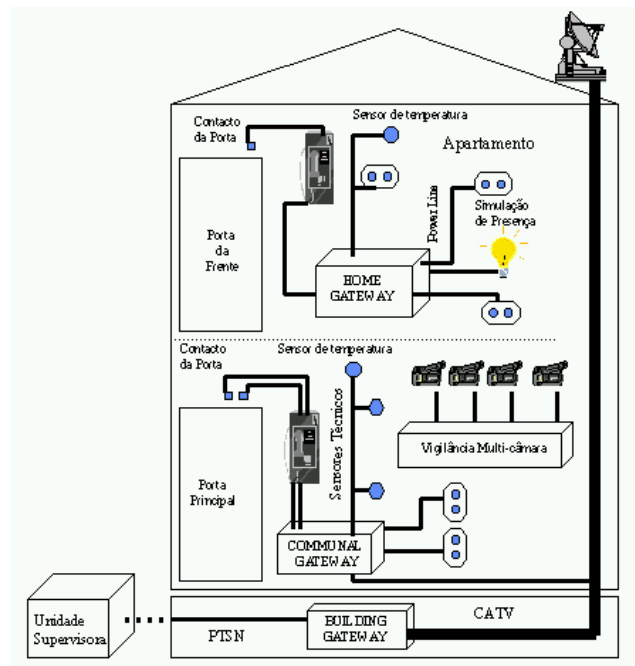


Fig. 1 - Edifício equipado com um Sistema Domótico

Este *modem* codifica os dados digitais usando uma modulação FSK que irão ser injectados num cabo coaxial. Pretende-se que não existam interferências nos canais televisivos que são distribuídos pela antena colectiva (ex.: TV por cabo, canais da antena parabólica comum), para isso foi desenvolvido também um filtro activo que limita a banda passante do Modem.

* Trabalho realizado no âmbito da disciplina de Projecto.

II. ARQUITECTURA DE UM SISTEMA DOMÓTICO

Um edifício equipado com um sistema domótico permite aos seus utilizadores um sem numero de facilidades, como por exemplo::

- ↳ Controlo da temperatura
- ↳ Simulação de presença
- ↳ Gestão de consumos (Electricidade, Gás e água)
- ↳ Monitorização de alarmes (Fogo, Água, Gás e intrusão

Todos estes serviços têm uma implementação transparente para o utilizador, podendo a sua administração e controlo ser efectuado por um elemento exterior ao edifício. Este tipo de serviço contribui para uma maior comodidade e segurança, para todos os que dele desfrutam.

III. REDE DE POTÊNCIA (*POWER LINE*)

A evolução registada, nos últimos anos, ao nível dos dispositivos domésticos, permite pensar que num futuro próximo estes venham a transferir informação via *Power Line*, de uma maneira generalizada. Tornam-se assim em sistemas económicos, pois não existe a necessidade de se instalar cablagem extra para a realização destas comunicações.

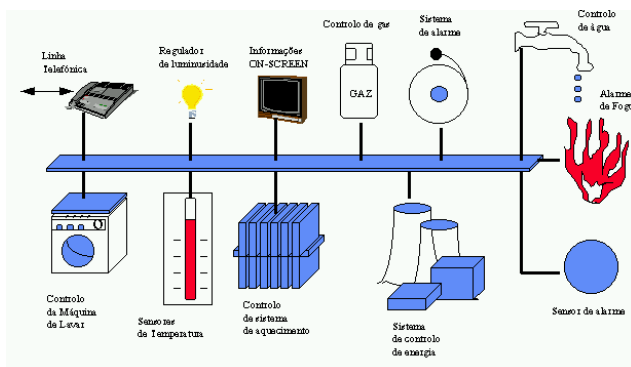


Fig. 2 - Cenário Típico da rede Power Line

A ligação dum qualquer dispositivo à rede é extremamente simples, basta ligá-lo a uma tomada existente numa das divisões da casa. No entanto temos que ter em atenção o seguinte, para que dois dispositivos comuniquem temos que garantir que estes estejam ligados na mesma fase da rede (R, S ou T). Isto é, se os aparelhos estiverem em fase diferentes (no caso de uma alimentação trifásica) não existe comunicação, a não ser que exista para além do *modem* um sistema capaz de executar o *routing* das mensagens entre as várias fases.

Um cenário típico desta rede é apresentado na figura 2. Pelas facilidades aí apresentadas pode-se avaliar a grande versatilidade deste bus. Bus este que é capaz de assegurar as ligações entre todos estes recursos que se encontram espalhados pela casa inteira.

No âmbito do programa europeu ESPRIT, *Home Systems*, foram desenvolvidos vários dispositivos que,

para este meio de comunicação, respeitam as normas CENELEC 50065 - EUROPE.

Um *modem* para *Power Line* deve pois respeitar um certo numero de especificações.

As frequências de transmissão devem estar compreendidas entre:

- ↳ de 95KHz a 125kHz e de 140kHz a 148KHz , se a comunicação não tiver um protocolo definido;
- ↳ de 125KHz a 140KHz, se existir um protocolo definido para essa comunicação.

Verifica-se que a impedância da linha para as frequência de transmissão de 100 KHz, tem uma grande variação do seu valor. Apresenta valores entre $1,5\Omega$ e os 80Ω , o que implica que o *modem* tenha que ser projectado de forma a que trabalhe independentemente do valor da impedância da linha.

Devemos realçar, ainda, que esta variação de impedância da linha, é devida não só às cargas existentes no nosso lar, mas também à carga da linha vinda do exterior

Além disso as especificações CENELEC impõem valores máximos para os sinais enviados. O nível máximo do sinal de saída é de $116\text{dB}\mu\text{V}$, e os seus harmónicos não devem exceder os $46\text{dB}\mu\text{V}$. Estes valores anteriores são respeitantes às condições imaginárias de rede ($50\Omega/50\mu\text{H}+5\Omega$) que simulam a *Power Line* o que equivale a uma rede de impedância 30.4Ω transmitindo a uma frequência de 132.45kHz . Estas limitações do nível do sinal destinam-se a evitar a ocorrência de possíveis interferências.

IV. MODEM PARA CATV (MOTIVAÇÃO)

O sistema por nós desenvolvido, tira partido das cablagens já instaladas no edifício, neste caso o cabo da antena colectiva (CATV).

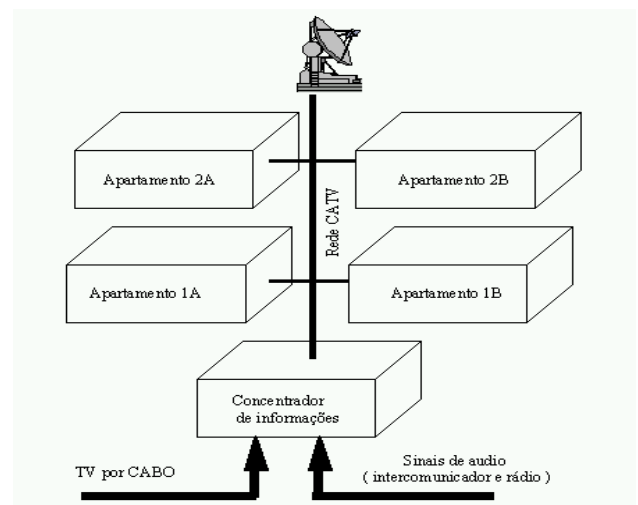


Fig. 3 - Cenário típico da rede CATV

As vantagens do uso deste suporte físico para a transferência de dados dentro do edifício são evidentes, nomeadamente:

↳ O CATV é uma cablagem que chega a todos os apartamentos do edifício;

↳ O tipo de cabo coaxial usado na antena colectiva apresenta uma boa largura de banda, pelo que podemos explorar esta qualidade, de forma a rentabilizar ao máximo este sistema;

↳ Poderemos aproveitar o facto anterior para realizar a transferência de dados, não em banda base, mas fazendo a modulação de uma portadora.

↳ O uso de modulação, que neste caso específico é do tipo FSK, traz vantagens em termos de ruído, pois a banda utilizada para a comunicação pode ser escolhida de forma a registar uma maior SNR.

↳ Como o sinal modulado não tem componente DC e como este não transporta qualquer informação, existe uma economia de potência logo à partida.

A. Especificações

Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto CHIMENE (*Collective Home Interface Made on Existing Networks in Europe*), que apresenta trabalho desenvolvido na área da Domótica. Este grupo estabeleceu normas no que respeita às comunicações tanto no interior do apartamento assim como na área comum edifício.

O sistema realizado teve como directrizes as seguintes normas:

- ↳ Tipo de modulação: FSK
- ↳ Comunicação do tipo *Half-Duplex*
- ↳ Frequência de portadora: 25.3MHz
- ↳ *Threshold* de detecção: 50dB μ V

Este *modem* teve como objectivo fazer o *interface* entre as várias placas HDLC secundárias [4], existentes uma por cada apartamento, e a placa HDLC primária [4], que é a que se encarrega da concentração de todos os eventos a nível do edifício, instalado no concentrador geral de informação.

B. Descrição do trabalho

O projecto por nós desenvolvido pode ser subdividido em dois blocos: um bloco que se encarrega da modulação, e um outro que faz a operação de desmodulação.

Como atrás referido, este MODEM vai ser utilizado na comunicação entre placas que implementam o protocolo de comunicação HDLC. Estas placas estabelecerão uma comunicação do tipo *Half-Duplex*. Surgiu, então, a necessidade de controlar o sentido da comunicação, pois o suporte físico é o mesmo em ambos os sentidos. Para esse efeito, usámos uma linha I/O do microprocessador P8044 da *Intel*. Essa linha de controlo é usada na comunicação série para indicar qual o sentido da comunicação.

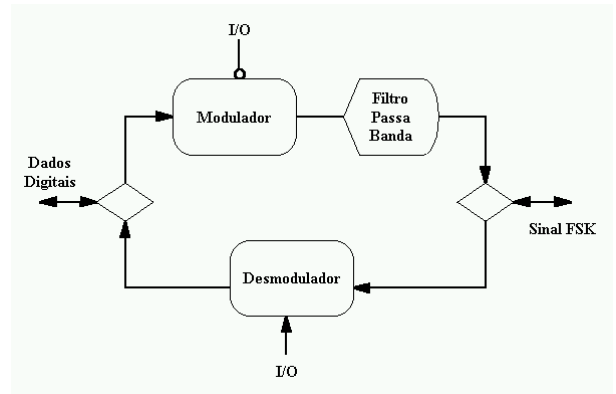


Fig. 4 - Diagrama de Blocos do Modem

1. Modulador

O módulo modulador é compatível com a *Standard IEEE* norma 802.4, dando no entanto a possibilidade de ser usado noutras condições de funcionamento.

Neste sistema é possível actuar sobre dispositivos de regulação, que permitem por exemplo, predefinir o tempo máximo que é permitido para uma emissão sem interrupção, ou ainda poder actuar sobre uma malha LC, de forma a modificarmos o valor da frequência da portadora para os valores desejados.

2. Desmodulador

Este módulo é também compatível com as normas IEEE, 802.4, sendo este o homólogo do bloco anterior.

O módulo desmodulador foi constituído, de forma a podermos ajustar certos parâmetros, para que a detecção se faça o melhor possível. Por exemplo, podemos fazer ajustes da frequência de portadora que o desmodulador está à espera de receber e podemos, ainda, impor qual o nível de sinal, a partir do qual, o que chega, à entrada do desmodulador, será considerado como informação e não como «lixo».

Associado ao desmodulador temos ainda um filtro passa-baixo que tem a funcionalidade de retirar os harmónicos da portadora, bem como o ruído provocado pelo meio em que o sistema está inserido.

3. Filtro activo

Durante os teste efectuados com o MODEM FSK para CATV, foi verificada a necessidade de adicionar um filtro passa-banda na saída do modulador para a linha, pelo facto de este provocar ligeiras interferências sobre os canais televisivos.

Para resolver este problema escolhemos um filtro activo, porque além de fazer a filtragem dos harmónicos produzidos, faz também o *drive* para a linha do cabo coaxial. Após a introdução do filtro passámos a respeitar as normas, quanto aos níveis de ruído causado sobre o espectro no CATV. A figura seguinte ilustra os resultados obtidos no analisador de espectros.

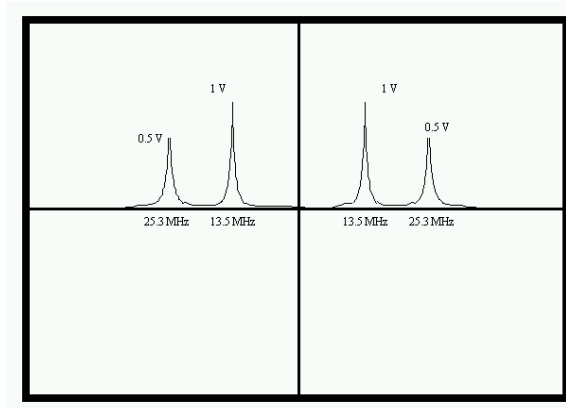


Fig. 5 - Resultados Obtidos no Analisador de Espectros

C. Testes e resultados

O sistema final começou por ser testado na comunicação entre as placas HDLC, para muito pequenas distâncias, partindo depois para testes de longas distâncias, entendam-se longas distâncias relativamente às envolvidas na rede de cabo coaxial existente dentro dum edifício.

Foram realizados testes, colocando uma placa num extremo da rede CATV e outra placa noutra extremo. Estima-se que a distância entre extremos seja de 500m.

Na posse destes resultados, elaborámos a tabela apresentando a estimativa do alcance deste sistema, garantindo, ainda, a fiabilidade da comunicação.

Esta estimativa tem em conta o tipo de cabo coaxial usado, bem como a frequência da portadora.

Frequência da portadora	Máxima taxa de transmissão	Tipo de Cabo			
		R.G-59	R.G-11	JT34125	JT3750J
1MHz	500Kbaud	1.8Km	6.4Km	10Km	15Km
3MHz	1Mbaud	1.5Km	3.6Km	6Km	9.7Km
5MHz	2Mbaud	1.2Km	2.8Km	4.5Km	7.6Km

Fig. 6 - Tabela da relação entre Distância e Frequência da Portadora

Como se pode verificar a distância depende não só da frequência, mas também do tipo de cabo coaxial utilizado. Assegurando uma distância máxima de 15 Km quando o cabo utilizado é o JT3750J, para uma portadora de 1 Mhz à sua máxima taxa de transmissão.

V. CONCLUSÕES

No final do projecto, obtivemos um sistema, que apresenta boa fiabilidade, associada a um bom comportamento no que respeita às distâncias envolvidas nas comunicações.

Este sistema permite futuras aplicações em edifícios, residenciais ou comerciais. Permitindo a instalação de novos serviços sem a necessidade de novos suportes físicos, tendo como consequência uma considerável redução de custos.

Este trabalho fez parte do projecto CHIMENE (*Collective Home Interface Made on Existing Networks in Europe*), que está englobado no programa ESPRIT (*European Strategic Programme for Research in Information Technologies*), da colaboração do Grupo de Sistemas de Banda Larga com o projecto CHIMENE, resultou na instalação de um destes sistemas numa residência de estudantes, permitindo o desenvolvimento e teste de novos sistemas em condições reais de funcionamento.

REFERÊNCIAS

- [1] CHIMENE (Collective Home Interface Made on Existing Network in Europe), "Deliverables of the workpackage 2", Release V1.0, May 1993.
- [2] ESPRIT (Home System Specification), ESPRIT-HS consortium, January 1991.
- [3] "Power Line Modem ST7537", SGS Thompson Microelectronics, April 1994.
- [4] H. Vale, J. Duarte, Relatório de Projecto, Julho de 1995.