

Análise Comparativa de Tecnologias para Domótica

Renato Jorge Caleira Nunes
INESC-ID / Instituto Superior Técnico
E-mail: Renato.Nunes@inesc-id.pt

Resumo

Neste artigo abordam-se diversas tecnologias que podem ser aplicadas ao controlo e automação de habitações, nomeadamente, o X10, o CEBus e o EIB. Estas tecnologias são das mais representativas actualmente, seja pela sua divulgação seja pelas suas características técnicas ou pelo facto de terem sido objecto de normalização. Estas tecnologias competem entre si, disputando o mercado, não existindo nenhuma que se possa considerar dominante.

Procura-se neste artigo fazer uma análise comparativa das principais características de cada uma das tecnologias mencionadas, salientando-se os aspectos positivos e negativos de cada uma delas. Detalham-se aspectos técnicos ao nível dos protocolos de comunicação como, por exemplo, os meios de transmissão usados, o formato das mensagens e tipo de comandos suportados, ritmos de comunicação e capacidade de expansão dos sistemas.

Por último é feita também uma abordagem de alto nível, procurando-se ilustrar como é constituído um sistema típico e como são configuradas as funcionalidades desejadas e que potencialidades são oferecidas.

Introdução

A domótica é uma área muito interessante que tem vindo a atrair um número crescente de pessoas. Está ligada ao controlo e automação de habitações, tendo como objectivos fundamentais oferecer um maior conforto e maior segurança, seja a nível da detecção de situações de emergência tais como incêndios ou fugas de gás ou água, seja a nível da detecção e sinalização de situações de intrusão. No tocante ao conforto, as possibilidades são imensas referindo-se, por exemplo, a possibilidade de controlar a iluminação, o aquecimento ou ar-condicionado, o subir e o descer dos estores, o ligar e o desligar de equipamentos de acordo com programações horárias, etc. Outra vertente também importante refere-se à gestão racional da energia (electricidade e gás, por exemplo), com vista a otimizar os gastos e permitir efectuar poupanças.

Embora os benefícios associados à domótica sejam vários e genericamente reconhecidos, a penetração da domótica, em termos de mercado, tem sido pequena. As razões para este facto são múltiplas, podendo ser apontadas razões de ordem tecnológica, de ordem económica e factores humanos ligados à apetência por este tipo de tecnologias, facilidade de utilização e percepção do grau de utilidade.

Em termos tecnológicos convém referir que existem soluções satisfatórias desde há cerca de três décadas. Porém, a existência de múltiplas alternativas, incompatíveis entre si,

dificultou o processo de implantação. Para procurar ultrapassar estes problemas surgiram vários movimentos de normalização que deram frutos na década de noventa. De salientar, por exemplo, o lançamento da norma CEBus - *Consumer Electronics Bus* - (ANSI/EIA 600) [1] e o LonWorks (ANSI/EIA 709.1-A) [2]. Assistiu-se também a movimentos de abertura de produtos, que antes eram propriedade de empresas, e cujas especificações passaram a estar disponíveis bastando, por exemplo, passar a fazer parte de uma associação, como é o caso do EIB - *European Installation Bus* [3]. De salientar ainda o caso do X10 [4] que é uma tecnologia extremamente popular nos Estados Unidos da América e que, em virtude da sua patente ter expirado, está agora acessível a qualquer empresa sem necessidade de pagamento de direitos.

Os vários movimentos de normalização e de abertura ocorridos conduziram a que várias tecnologias estejam disponíveis e concorram entre si, não existindo nenhuma que seja claramente dominante. Este aspecto tem dificultado uma maior divulgação da domótica pois não tem contribuído para uma maior redução dos custos e coloca o problema de, face a uma situação concreta, decidir qual a tecnologia a adoptar. Esta incerteza tem conduzido inclusive a que certas empresas, que exploram nichos de mercado, optem por usar produtos próprios em detrimento de soluções normalizadas, o que em nada contribui para a clarificação do mercado.

Neste artigo pretende-se esclarecer alguns aspectos tecnológicos associados a três soluções abertas (não proprietárias) bastante representativas actualmente. Assim, são abordadas as tecnologias X10, CEBus e EIB, descrevendo-se algumas das suas características essenciais, potencialidades oferecidas e principais limitações.

A Tecnologia X10

A tecnologia X10 teve a sua aparição na década de 70 e é aquela a que se pode apontar um maior sucesso comercial. O mercado americano é o maior consumidor desta tecnologia onde já se venderam dezenas de milhões de dispositivos X10. A sua divulgação leva a que estes dispositivos tenham um baixo custo sendo facilmente adquiridos em vários locais e até nos supermercados. No nosso país é possível adquirir dispositivos X10 embora, infelizmente, o seu custo seja muito mais elevado do que nos Estados Unidos da América. De qualquer modo, a sua divulgação em Portugal tem vindo a crescer sistematicamente.

A tecnologia X10 usa a rede de distribuição de energia eléctrica como meio de comunicação entre os vários dispositivos. Este é um aspecto chave desta tecnologia e a sua maior vantagem face a outras soluções pois permite o seu uso em casas já existentes, sem necessidade de passar cabos adicionais. Os dispositivos podem ser ligados directamente nas tomadas e ser usados para ligar ou desligar equipamentos, ligar ou desligar lâmpadas ou regular a sua intensidade luminosa.

O envio de informação através da rede eléctrica recorre ao uso de salvas (*bursts*) de sinais de rádio frequência com 120kHz. Essas salvas têm a duração de 1 ms e ocorrem em sincronismo com a passagem por zero da onda sinusoidal da rede eléctrica. Esta particularidade é usada pelos receptores para saberem quando devem escutar a linha. O valor binário 1 corresponde à presença do sinal de 120kHz e o valor binário 0 corresponde à ausência desse sinal.

Com o objectivo de contemplar instalações eléctricas trifásicas, as salvas de 120kHz são emitidas três vezes em cada ciclo, em instantes que coincidem com a passagem por zero da tensão de cada uma das fases - ver figura 1. Deste modo, e recorrendo a acopladores próprios, torna-se possível comunicar com qualquer dispositivo, independentemente da fase em que esteja instalado. Por uma questão de simplificação da explicação, este aspecto será omitido no seguimento do texto, referindo-se apenas os sinais relativos a uma única fase.

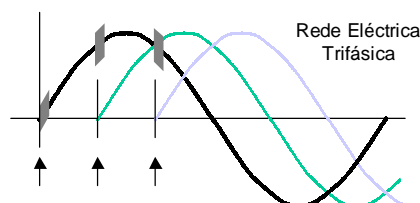


Figura 1. As salvas de 120kHz ocorrem em grupos de três para contemplar instalações trifásicas.

Dado que o meio de distribuição de energia é muito ruidoso electricamente, foi adoptada uma política em que um bit nunca é enviado isoladamente, sendo sempre enviado o bit e o seu complemento. Isto significa na prática que, sempre que se pretende enviar o bit 1 isso corresponde a enviar um 1 (120kHz) seguido de um 0 (ausência de sinal). O envio do bit 0 corresponde a enviar um 0 (ausência de sinal) seguido de um 1 (120kHz). Isto encontra-se ilustrado na figura 2. Este cuidado visa minimizar a probabilidade do ruído eléctrico poder ser confundido com um sinal válido. Contudo, tem como aspecto negativo reduzir o ritmo de transmissão que fica assim restrito a uns meros 50 bps (é enviado um bit por cada ciclo).

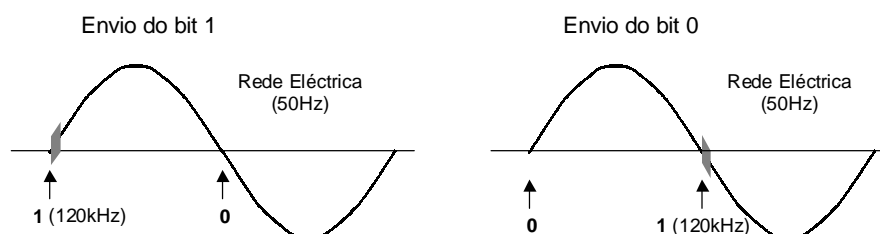


Figura 2. Regra de envio de bits no X10
(por cada bit é enviado o seu valor seguido do seu complemento).

Descreve-se em seguida o formato das tramas X10. Como se observa na figura 3, as tramas possuem quatro campos:

- Código de Início - sequência de bits (1 1 1 0) que identifica o início da trama; esta sequência é exactamente a indicada não se verificando a regra de cada bit ser seguido pelo seu complemento.
- Código da Casa - conjunto de 4 bits (e respectivos complementos) que identifica uma casa.
- Código do Dispositivo ou Código da Função - conjunto de 4 bits (e respectivos complementos) que identificam o número de um dispositivo ou o código da função a executar (ver próximo campo).
- Dispositivo / Função - bit (e respectivo complemento) que identifica se o campo anterior se refere ao número de um dispositivo (bit = 0) ou ao código de uma função (bit = 1).

Código de Início	Código da Casa	Código do Dispositivo ou Código da Função	Dispositivo / Função
1 1 1 0	4 bits (e respectivos complementos)	4 bits (e respectivos complementos)	1 bit (e complemento)

Figura 3. Formato das tramas X10.

Analisando a descrição feita é possível tirar as seguintes conclusões:

- É possível distinguir um máximo de 16 casas (2^4).
- Para um dado código de casa não é possível ter mais de 16 dispositivos (2^4).
Nota: Numa mesma habitação é possível usar diferentes códigos de casa o que permite, em termos práticos, dispor de um total de 8 bits para endereçar dispositivos (4 do código de casa e 4 do código do dispositivo), permitindo distinguir um máximo de 256 dispositivos (2^8).
- Numa mesma trama não é possível referenciar um dispositivo e, ao mesmo tempo, explicitar qual a função a executar.

Um comando X10 envolve normalmente duas acções: activar um dado dispositivo (trama com indicação de código de dispositivo) e, em seguida, indicação da função a executar (trama com código de função). Notar que, após activação de um dado dispositivo, ele permanece activo até ser referenciado outro. Enquanto um dispositivo está activo é possível enviar-lhe múltiplos comandos.

Tabela 1. Comandos X10.

Código	Função	Descrição
0 0 0 0	All Units Off	Desliga todos os dispositivos com o código de casa indicado na trama
0 0 0 1	All Lights On	Liga todos os dispositivos de iluminação com o código de casa indicado
0 0 1 0	On	Liga um dispositivo
0 0 1 1	Off	Desliga um dispositivo
0 1 0 0	Dim	Reduz a intensidade luminosa de um dispositivo
0 1 0 1	Bright	Aumenta a intensidade luminosa de um dispositivo
0 1 1 0	All lights Off	Desliga todos os dispositivos de iluminação com o código de casa indicado
0 1 1 1	Extended Code	Código de extensão (seguem-se-lhe 8 bytes)
1 0 0 0	Hail Request	Solicita resposta de dispositivo com o código de casa indicado na trama
1 0 0 1	Hail Acknowledge	Resposta ao comando anterior
1 0 1 x	Pre-Set Dim	Permite seleccionar 2 níveis pré-definidos de intensidade luminosa
1 1 0 0	Extended Data	Dados adicionais (seguem-se-lhe 8 bytes)
1 1 0 1	Status is On	Resposta indicando que o dispositivo está ligado
1 1 1 0	Status if Off	Resposta indicando que o dispositivo está desligado
1 1 1 1	Status Request	Pedido solicitando o estado de um dispositivo

A tabela 1 descreve os comandos suportados pelo X10. As funções *Hail Request* e *Hail Acknowledge* servem para determinar se é possível comunicar com uma casa vizinha, situação em que o respectivo código de casa não pode ser usado sob pena de causar interferências ou comportamentos indesejados. Relativamente às funções *Extended Code* e *Extended Data*, correspondem a mecanismos introduzidos no X10 para expandir a sua capacidade de enviar mais comandos ou enviar dados adicionais. Porém, dado que nada mais é explicitado, o significado

dessa informação depende do fabricante, não havendo qualquer garantia que produtos de fabricantes diferentes sejam compatíveis entre si.

A concluir esta síntese do funcionamento do X10, convém referir que a generalidade das tramas são enviadas em duplicado, sejam tramas de endereçamento (código de um dispositivo) sejam tramas de comando (código de função). A excepção a esta regra ocorre nas funções *Dim*, *Bright*, *Extended Code* e *Extended Data*. Entre duas tramas diferentes deve existir uma pausa de um mínimo de três ciclos do sinal da rede eléctrica (esta pausa não se verifica entre uma trama e a sua repetição).

O facto de as tramas serem repetidas visa aumentar a fiabilidade da comunicação (se não for recebida à primeira, espera-se que seja recebida à segunda), uma vez que o meio de comunicação é normalmente ruidoso. Porém, a garantia de sucesso oferecida por esta técnica é mínima e tem a desvantagem de tornar os comandos ainda mais morosos. A título de exemplo, refere-se que dar uma ordem a um dispositivo demora cerca de 1 segundo.

Como principais vantagens do X10 apontam-se a sua simplicidade, a facilidade de instalação e uso, e um custo acessível. Como principais desvantagens refere-se o baixo ritmo de comunicação, a baixa fiabilidade do protocolo e um número limitado de funções que essencialmente se restringem ao controlo de iluminação e à capacidade de ligar ou desligar dispositivos.

A concluir refere-se que um sistema X10 pode ser simplesmente constituído por um conjunto de dispositivos que são comandados directamente pelo utilizador usando, por exemplo, um comando remoto. Contudo, é possível construir sistemas mais complexos recorrendo a controladores X10 específicos. Estes controladores têm a capacidade de comunicar com um PC de onde recebem, por exemplo, programações horárias para ligar ou desligar dispositivos, e conjuntos de acções a desencadear em determinadas circunstâncias. O PC é apenas usado na programação do controlador, funcionando este de forma autónoma, ligando e desligando dispositivos consoante as programações horárias definidas e permitindo desencadear múltiplas acções pela simples actuação de uma tecla.

A Tecnologia CEBus

O CEBus - *Consumer Electronics Bus* - consiste num protocolo complexo e muito poderoso. As suas raízes datam de 1984, tendo sofrido uma constante evolução até ter sido objecto de normalização (ANSI/EIA-600) em 1995. Trata-se de um protocolo que segue o modelo OSI contemplando os níveis físico, lógico, rede e aplicação (não existem os níveis de transporte, sessão e apresentação).

O CEBus é um protocolo muito ambicioso, o que se nota desde logo pelos meios de comunicação suportados: rede eléctrica, par entrançado, cabo coaxial, infravermelhos, rádio frequência e fibra óptica. Nalguns destes meios está contemplada a coexistência com sinais de voz e imagem. Está fora do âmbito deste artigo descrever os métodos de codificação de informação usados para comunicar nos diversos meios físicos, convindo contudo referir que foram efectuados grandes investimentos no sentido de tornar essa comunicação muito fiável e o mais possível imune ao ruído. A interligação entre diferentes meios de comunicação é feita recorrendo a dispositivos específicos designados de *routers*, *brouters* e *data-bridges*.

É usado um ritmo de comunicação de cerca de 10 000 bps (o valor médio é 8 500 bps) e o formato das tramas é o representado na figura 4. O comprimento das tramas pode variar desde poucos bytes até cerca de 44. Uma trama típica demora cerca de 25 ms a ser enviada.

Preâmbulo	Serviços do nível lógico	Endereço Destino	Endereço Origem	Serviços do nível de rede	Serviços do nível de aplicação	Mensagem CAL	FCS
1 byte	1 byte	2 bytes	2 bytes	1 a 8 bytes	1 a 2 bytes	n bytes	1 byte

Figura 4. Formato das tramas CEBus.

Um endereço é uma grandeza de 32 bits em que os 16 bits mais significativos são usados para identificar um sistema e os 16 bits menos significativos identificam um dispositivo desse sistema. Cada sistema pode assim possuir até 65 536 endereços (2^{16}), dos quais alguns estão reservados. Por exemplo, o endereço 0 é usado em tramas de divulgação (*broadcast*), que são recebidas por todos os nós de um mesmo sistema. Existe ainda uma gama de endereços que é usada para identificar grupos (são possíveis 3 839 grupos). É possível existirem vários dispositivos com o mesmo endereço de grupo e um dispositivo pode ter mais do um endereço de grupo. Os endereços de grupo permitem a criação de grupos lógicos de dispositivos. Quando é enviada uma mensagem para um endereço de grupo ela é recebida por todos os nós com esse endereço.

O acesso ao meio físico usa a técnica CSMA/CD CR (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection and Collision Resolution*). Esta técnica permite que um dispositivo acesse ao meio de comunicação em qualquer momento desde que este esteja livre (CSMA). Em caso de colisão, os dispositivos têm a capacidade de detectar esse facto (CD), sendo assegurado que um deles consegue transmitir com sucesso (CR).

O CEBus segue um modelo em que todos os dispositivos estão ao mesmo nível, podendo comunicar directamente com qualquer outro, sem existirem hierarquias. Deste modo é possível implementar um controlo distribuído, em que um nó pode solicitar acções da parte de qualquer outro nó, dispensando a existência de um controlador central. Este modelo reflecte um objectivo fundamental do CEBus que visa oferecer um comportamento do tipo *plug-and-play* possibilitando que novos dispositivos sejam inseridos num sistema em qualquer momento.

Para dar suporte à interacção entre as mais diferentes aplicações, o CEBus define a linguagem CAL - *Common Application Language*. Esta linguagem usa a noção de *contexto*, assumindo-se que qualquer produto pode ser descrito como uma colecção de contextos. Actualmente estão definidos mais de 50 contextos que cobrem a generalidade dos produtos, desde iluminação, segurança, aquecimento e ar-condicionado, até máquinas de lavar ou secar roupa, passando pelos televisores e equipamentos de alta-fidelidade. Cada contexto comporta-se sempre do mesmo modo, independentemente do produto a que está associado. Por exemplo, o contexto "amplificador de áudio" tem o mesmo comportamento quer estejamos perante um televisor, um leitor de CDs ou um intercomunicador.

Cada contexto é composto por um ou vários *objectos* que permitem modelar qualquer função de controlo. Estão definidos 26 objectos que representam, por exemplo, sensores digitais, sensores analógicos, interruptores multiposição, motores, teclados, etc. Cada

objecto é descrito por um conjunto pré-definido de variáveis. A linguagem CAL permite consultar ou modificar os valores das variáveis dos diferentes objectos, o que se reflecte no estado ou comportamento dos dispositivos associados a esses objectos.

Da breve descrição efectuada ressalta que as capacidades da tecnologia CEBus são muito superiores às do X10, a todos os níveis. Contudo o preço elevado dos dispositivos CEBus têm dificultado a sua implantação em termos de mercado, o qual, actualmente, apenas tem alguma expressividade nos Estados Unidos da América. O futuro dirá qual o sucesso ou insucesso desta solução, a qual, em termos técnicos, é claramente das melhores, suportando inclusive serviços seguros em que é possível efectuar autenticação e envio de informação codificada.

A Tecnologia EIB

O EIB - *European Installation Bus* - não foi objecto de normalização por organizações como a ANSI ou a EIA mas as suas especificações detalhadas estão acessíveis a qualquer empresa que se torne membro da EIBA (*European Installation Bus Association*) [3].

O EIB pode usar diferentes meios de comunicação (como, por exemplo, rede eléctrica e rádio frequência), embora o mais divulgado seja o cabo do tipo par entrançado. Convém referir que o EIB permite que um único par entrançado seja usado para alimentar um dispositivo e para comunicar com ele. Noutros casos podem ser usados cabos distintos para a alimentação e para a comunicação. Num troço de linha (*Bus Line* - BL, na terminologia EIB) podem ser ligados até 64 dispositivos (ou mais, se forem usados repetidores). É possível ter até 12 troços os quais se interligam através de dispositivos acopladores específicos (*Line Couplers* - LC). Um agregado de troços designa-se por área (*Bus Area* - BA). Um sistema pode ainda ser expandido recorrendo ao uso de múltiplas áreas (até 15), as quais se interligam através de uma linha *backbone* e recorrendo a acopladores adequados (*Backbone Couplers* - BC). A arquitectura de um sistema EIB está representada na figura 5 que também ilustra o uso de repetidores e fontes de alimentação.

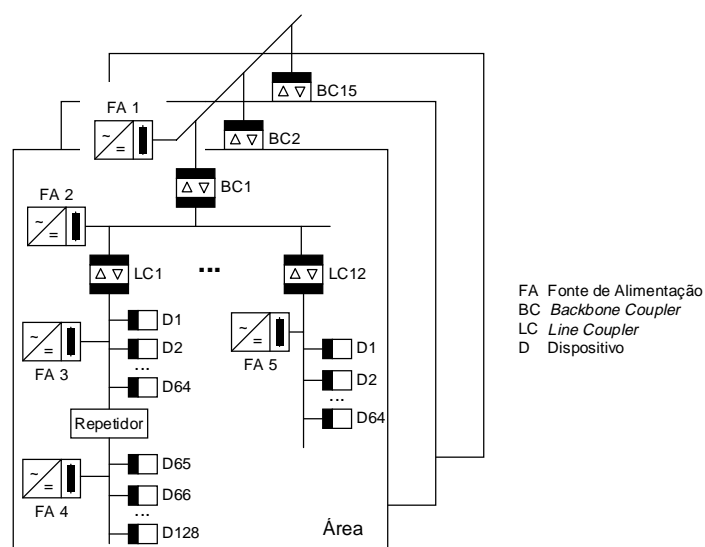


Figura 5. Arquitectura de um sistema EIB

O acesso ao meio físico usa a técnica CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*). Todos os dispositivos escutam o meio físico e só transmitem se este estiver livre. Em caso de colisão, esta é resolvida de forma simples pois o símbolo zero sobrepõe-se ao símbolo um. O dispositivo que estava a enviar o símbolo um detecta que não é esse o símbolo presente na linha e cancela imediatamente a transmissão, permitindo que a transmissão do outro dispositivo prossiga sem ser afectada. A figura 6 ilustra como são codificados os símbolos 0 e 1 num barramento EIB.

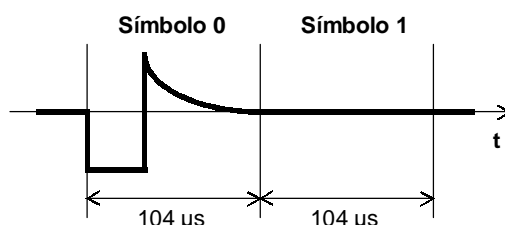


Figura 6. Codificação dos símbolos 0 e 1 num barramento EIB.

O ritmo de transmissão é de 9 600 bps. A informação é enviada em palavras constituídas por grupos de 8 bits, sendo cada grupo antecedido de um bit de início (*start bit*) e seguido por um bit de paridade e por um bit de fim (*stop bit*). Existe uma pausa de dois bits entre cada palavra.

O formato das tramas é o representado na figura 7. Uma trama tem um comprimento que varia tipicamente entre 9 e 23 bytes, demorando entre 20 a 40 ms a ser transmitida.

Campo de Controlo	Endereço Origem	Endereço Destino	Contador	Comprimento	Dados	Verificação
8 bits	16 bits	16+1 bits	3 bits	4 bits	Até 128 bits	8 bits

Figura 7. Formato das tramas EIB.

Um endereço é uma grandeza de 16 bits o que, à partida, permite endereçar até 65 536 (2^{16}) dispositivos. Contudo, por razões várias, o número máximo de dispositivos que podem ser usados num sistema EIB é de 11 520, ou 23 040 se forem usados repetidores (ver a figura 5). Um endereço está decomposto em 3 campos, sendo usados 4 bits para identificar a área, 4 bits para identificar a linha e 8 bits para identificar um dispositivo dentro de uma dada linha. Estes endereços, designados endereços físicos, identificam univocamente um dispositivo. No campo "Endereço Origem" é sempre usado um endereço físico. O campo "Endereço Destino" possui um bit adicional que é usado para distinguir entre endereços físicos e endereços de grupo. Os endereços de grupo permitem estabelecer ligações lógicas entre diversos dispositivos, já que cada dispositivo pode possuir múltiplos endereços de grupo. Quando é enviada uma mensagem para um endereço de grupo essa mensagem é recebida por todos os dispositivos pertencentes a esse grupo.

O mecanismo dos endereços de grupo é muito importante no EIB, sendo essencial para dar suporte ao método mais comum de construção de um sistema, em que é usado controlo distribuído. A concepção e colocação em operação de um sistema EIB é feita recorrendo à aplicação ETS (*EIB Tool Software*), através da qual é possível descrever a constituição física da habitação ou edifício, identificar que dispositivos são usados (tipo, fabricante e

demais características), configurá-los (atribuição de endereço físico, endereços de grupo e outras parametrizações) e definir como interoperam. O mecanismo oferecido pelo EIB de suporte à interoperação é bastante poderoso embora consideremos que a linguagem CAL do CEBus oferece mais flexibilidade e potencialidades superiores.

O principal aspecto negativo que se aponta a esta tecnologia é o seu custo elevado que restringe uma maior divulgação, particularmente no nosso país e ao nível das habitações. Outro aspecto que convém salientar refere-se ao facto de a concepção de um sistema obrigar ao uso da ferramenta ETS e exigir conhecimentos técnicos significativos. A alteração de um projecto obriga também ao uso dessa ferramenta.

A concluir refere-se que a implantação do EIB, em termos de mercado, é bastante significativa e continua em expansão, embora isso se verifique essencialmente a nível europeu. Em Portugal tem-se assistido também a uma tendência de crescente divulgação embora a sua utilização seja mais significativa ao nível dos edifícios do que das habitações.

Síntese

A tecnologia EIB é bastante completa e poderosa como se depreende da exposição efectuada. Ao nível da robustez da comunicação está ao nível do CEBus, sendo ambas claramente superiores ao X10. O mesmo se passa relativamente aos ritmos de transmissão e ao tipo de funcionalidades oferecidas.

No que toca à capacidade de endereçamento, o EIB é claramente superior ao X10 mas inferior ao CEBus. De qualquer modo convém referir que quer o EIB quer o CEBus permitem a realização de sistemas de muito grande dimensão não devendo ser considerados limitados a este nível.

Já no que toca aos aspectos como o custo e facilidade de instalação, o X10 é mais vantajoso. Na tabela 2 apresenta-se uma breve síntese de algumas características fundamentais das tecnologias abordadas.

Tabela 2. Comparação de algumas características fundamentais.

Característica	X10	CEBus	EIB
Ritmo de transmissão (bps)	~ 50	~ 10 000	9 600
Duração típica de uma trama (ms)	940	~ 25	20 a 40
Número máximo de dispositivos	256 (2^8)	~ 4 G (2^{32})	~ 64 K (2^{16})
Custo	Baixo/Médio	Elevado	Elevado
Dificuldade de instalação	Baixa	Média	Alta
Funcionalidade	Baixa	Alta	Alta

Conclusão

Neste artigo foi apresentada uma breve resenha das características técnicas de três tecnologias representativas no domínio da domótica, nomeadamente o X10, o CEBus e o EIB. Foram descritas as suas principais características e vantagens que oferecem, e algumas limitações que possuem.

Espera-se que este artigo contribua para o esclarecimento de dúvidas que se colocam quando se ouve referir estas tecnologias e se desconhecem as suas características técnicas mais relevantes.

Referências

- [1] CEBus - Consumer Electronics Bus, <http://www.cebuse.org>
- [2] LonWorks, <http://www.echelon.com>
- [3] EIB - European Installation Bus, EIB Association, <http://www.eiba.com>
- [4] X10, <http://www.x10.com>
- [5] Renato Nunes, José Delgado, "An Architecture for a Home Automation System", ICECS '98 - International Conference on Electronics, Circuits and Systems, September 1998, pp.259-262.
- [6] Renato Nunes, José Delgado, "An Internet Application for Home Automation", MELECON 2000, May 2000, pp.298-301.
- [7] Pedro Matutino, *Concepção e Desenvolvimento de uma Rede Domótica*, Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Nov. 2001.
- [8] Grayson Evans, *The CEBus Standard*, 1996.
- [9] Siemens, *Instabus EIB - Compact Course*, 1997.