



Estudo Comparativo dos Sistemas de Automação Residencial e Predial mais Difundidos do Brasil: EIB/Konnex e MY HOME-BticinoLegrand

Jamson Justi¹
Gabriel Roson da Silva²
Hamilton Rodrigues Domingues Júnior³
Douglas Lima Ramiro⁴
Edriene Barbosa Lima Justi⁵
Jadson Justi⁶

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPNA)
Universidade Federal de Mato Grosso (IENG/CUVG)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM/ICSEZ)

Resumo

O artigo consiste em um estudo comparativo de dois dos sistemas de automação residencial/predial mais difundidos no mercado brasileiro, o sistema EIB/Konnex e o sistema MY HOME-Bticino Legrand. O trabalho mostra o funcionamento dos seus respectivos sistemas de automação, evidenciando suas principais características e funcionalidades, bem como apontar vantagens e desvantagens de cada sistema. Pode-se afirmar que os dois sistemas possuem pontos positivos e negativos. Um ponto em comum é a praticidade de implementação dessas tecnologias. No entanto, ainda existe uma barreira significativa quanto às instalações desses sistemas nas mais diversas escalas, devido aos altos custos praticados no Brasil.

Palavras-chave: Sistema EIB/Konnex; Sistema MY HOME; Automação Residencial.

¹ Graduado em Engenharia Mecatrônica, Doutorando em Física Ambiental. jamson.justi@ufms.br

² Graduando em Engenharia de Controle e Automação. rosongabriel@outlook.com

³ Graduando em Engenharia de Controle e Automação. hrdjunior@gmail.com

⁴ Graduado em Engenharia Elétrica, Mestre em Engenharia Elétrica. douglasramiro0@gmail.com

⁵ Graduada em Administração, Doutora em Desenvolvimento Regional. edriene@gmail.com

⁶ Graduado em Pedagogia, Mestre em Psicologia. jadsonjusti@hotmail.com



1. Introdução

A automação teve sua origem em uma data incerta, pois, nos primórdios da humanidade já existia automação. Uma das automatizações mais utilizadas na história da humanidade é a Roda d'água. Por definição, automação é qualquer processo que auxilie em tarefas domésticas, industriais ou comerciais, não sendo necessário esforço humano (TEZA, 2002).

Houve maior crescimento da automação após as revoluções industriais. Os processos se tornaram mais dinâmicos, as escalas de produções aumentaram, e cada vez mais, foram necessárias rapidez na fabricação. Exatamente neste momento, a automação foi sendo introduzida no meio doméstico. Especificamente no Brasil, as primeiras automações industriais chegaram por volta da década de 1970 (TEZA, 2002).

Segundo Prudente (2017), a automação residencial ou predial, também chamada de domótica, é a tecnologia que estuda a automação de um prédio ou habitação. E de acordo com Kelly (1997), esses sistemas proporcionam maior conforto, economia e segurança às pessoas.

Controle de iluminação, distribuição inteligente das mídias (telefones, TV a cabo, Internet banda larga, entre outras), manipulação de dispositivos eletrônicos a partir de qualquer lugar do mundo, sistema de controle de câmeras, fechaduras, janelas, controle de vazamento de gás, controle de vazamento de água, irrigação de jardins, são algumas possibilidades que compõem o campo da domótica (FRANCISCO; TREVISANI, 2013).

A domótica facilita o dia-a-dia de pessoas comuns ou com necessidades especiais, resolvendo alguns problemas rotineiros e aparentemente comuns. Algumas funções também podem ajudar na economia de recursos como água e energia elétrica. Todas essas funcionalidades são possíveis graças ao controle dos sensores e atuadores do sistema (CABRAL; CAMPOS, 2008).

Atualmente, as pesquisas na área de automação predial se concentram, majoritariamente, na rede de comunicação entre de sensores e atuadores, nos protocolos usados nessa comunicação e ainda em sistemas de gerenciamento e otimização do uso e



aproveitamento de recursos, inclusive com a possibilidade de inclusão de técnicas de Inteligência Artificial (MARIOTONI; ANDRADE,2002).

A domótica também pode auxiliar no aproveitamento de recursos, mais especificamente na questão energética. A contribuição global de consumo energético por parte de prédios, sejam eles residenciais ou comerciais, está em constante crescimento, alcançando entre 20% e 40% em países desenvolvidos (PÉREZ-LOMBARD; ORTIZ, 2008). Além do mais, é amplamente reconhecido o fato de que, os prédios em geral, consomem mais energia do que é realmente necessário (MILLS, 2011; OZADOWICZ; GRELA,2016; YUAN; EMURA, 2015).

Sistemas de automação predial e residencial são possíveis graças a algumas tecnologias, sendo umas das mais significantes, os sistemas Fieldbus. Sistemas que, de acordo com Prudente (2017), descrevem uma rede de comunicação a barramento do tipo multidrop bidirecional digital que permite conectar vários tipos de dispositivos, como sensores e atuadores. Sistemas que são fundamentais, visto que, de forma sucinta, uma instalação domótica é composta por sensores, botões ou chaves que, por um meio de transmissão, enviam sinais, também conhecidos como telegramas, para um microprocessador que por sua vez determinará a ação ou não de determinado atuador.

O meio de transmissão pode ser um cabo BUS, nos quais as informações que trafegam nele são digitais e precisamente codificadas. Sendo que o conjunto de regras para codificação digital e vínculos de software para a comunicação e transmissão de dados é chamado de protocolo (PRUDENTE, 2017). Outros meios de transmissão que podem compor uma instalação domótica são: *powerline*, comunicação infravermelha, radiofrequência e fibra ótica.

Na Europa, nos Estados Unidos e no Japão já existem padrões de protocolo de comunicação estabelecidos. Os principais protocolos europeus são os: EIB (European Installation Bus), BatiBus, Konnex, MY HOME e EHS (European Home System). Os principais protocolos americanos são os: X10, GEBus e o LONWorks. O protocolo japonês mais utilizado é o HBS (Home Bus System) (PRUDENTE, 2017).

No Brasil, os principais sistemas de automação residencial e predial, e seus respectivos protocolos utilizados são: EIB/Konnex e MY HOME da empresa



BiticinoLegrand. Sendo assim, o propósito deste trabalho é analisar de maneira individual cada tecnologia e mostrar as vantagens e desvantagens de cada sistema.

2. Metodologia

Em meio a diversos fabricantes e opções de implementação de domótica no mercado, este trabalho tem a intenção de analisar, de maneira teórica, mediante pesquisa bibliográfica exploratória, dois dos principais sistemas de automação residencial e predial existentes no Brasil, sendo eles o MY HOME-BiticinoLegrand e o sistema EIB/Konnex.

3. Desenvolvimento

3.1 Sistema EIB/Konnex

Em 1999 foi fundada a associação Konnex (KNX), criando assim o padrão KNX para automação residencial e predial, que é a junção dos sistemas EIBA (European Installation BUS Association), EHSA (European Home Systems Association) e BCI (BatiBUS Club International). A associação é uma organização sem fins lucrativos, composta de várias fabricantes, que produzem seus dispositivos para residências e edifícios que seguem o padrão da norma KNX, no intuito de que os sistemas de automação possam se comunicar com maior facilidade, mesmo com dispositivos de diferentes fabricantes (KNX, 2019).

O protocolo KNX é aprovado mundialmente conforme a Norma Europeia (CENELEC EM 50090 e CEN EM 13321-1) de 2003, a norma internacional (ISO/IEC 14543-3) de 2006, norma chinesa (GB/T 20965) de 2007 e a norma EUA (ANSI/ASHRAE 135) de 2005 (KNX, 2019).

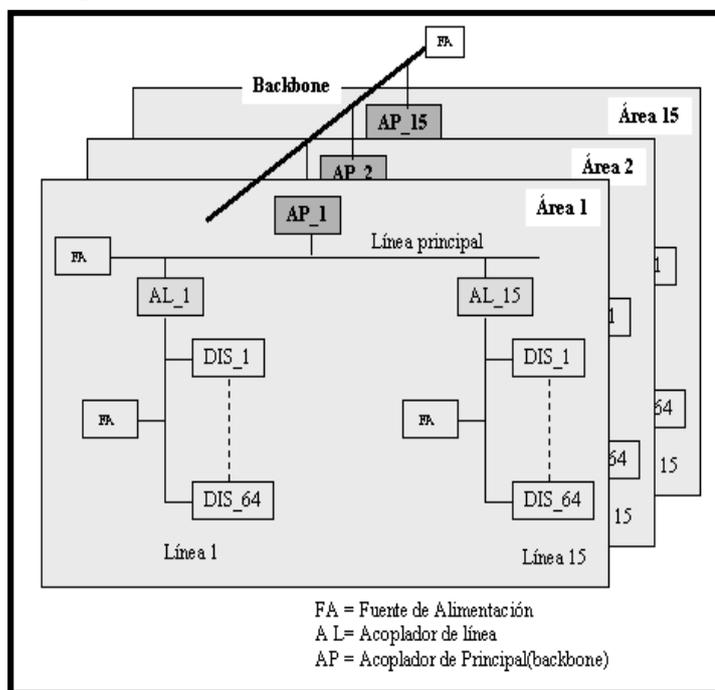
O Sistema Konnex é composto por áreas chamadas de campos e linhas. O máximo de áreas suportadas são 15, e essas são interligadas através de uma linha chamada "dorsal principal". Em cada área tem um uma linha principal, sendo que essa se divide em no máximo 15 linhas secundárias e em cada uma delas o sistema suporta até 64 dispositivos EIB/Konnex (sensores e atuadores). Um acoplador de área faz a conexão entre a linha principal dorsal e a linha principal de cada área.



Em seguida, os acopladores de linha subdividem os sistemas nas linhas secundárias, que possuem um limite máximo de 1000 metros de comprimento, já somando todas as derivações existentes. Esses acopladores têm duas funções muito importantes: fazer o isolamento elétrico protegendo de falhas elétricas, e filtrar os telegramas para que não sejam transmitidos para toda a rede.

Para a alimentação de todo o sistema, são utilizadas fontes 29 VDC do tipo SELV, dando maior segurança para manutenção da rede, evitando contato direto com a rede de potência. Existem considerações a serem tomadas para a instalação das fontes, elas devem ter no máximo 350 metros de distância até o último dispositivo. E como uma linha secundária suporta até 64 dispositivos EIB/Konnex e a corrente média absorvida por cada um é de 10mA, conclui-se que é necessário 640mA para cada linha secundária, sendo que apenas duas fontes são permitidas por linha secundária. Se houver consumo maior que 640mA, é necessário que a distância entre duas fontes seja menor que 200 metros (PRUDENTE, 2017). A Figura 1 mostra a estrutura do protocolo EIB/Konnex.

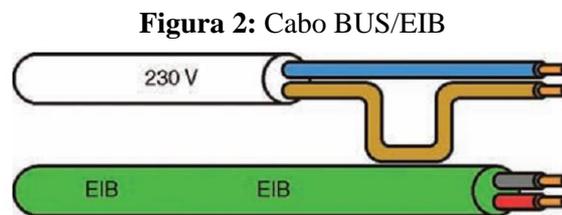
Figura 1: Estrutura do Protocolo EIB/Konnex.



Fonte:(VEGA,2014)



O protocolo KNX, como qualquer instalação domótica, tem comunicação entre todos os dispositivos da instalação, e esta comunicação é feita por quatro diferentes modos: Utilizando Cabo TP (Par trançado), pela PL (Linha de Potência), por RF (Rádio Frequência) e por IP (Ethernet). O mais utilizado é o cabo TP, que consiste em dois modelos, o TP-1 que possui velocidade de transmissão de 9600 bits/s com sinal proveniente do protocolo EIB, e o TP-0 que possui velocidade de transmissão de 4800 bits/s com sinal proveniente do protocolo BatiBus(KNX DO BRASIL, 2019). A Figura 2 abaixo mostra visualmente o cabo bus EIB e seus dois fios.



Fonte: (PRUDENTE, 2017)

A comunicação do tipo PL é mais recomendada em locais onde a instalação elétrica já existe, nisso ela sobrepõe a rede de 230VAC e frequência de 60Hz por um sinal de alta frequência, sendo de 110kHz para o modelo PL-110 com velocidade de 1200 bits/s, sinal proveniente do protocolo EIB, e de 132kHz para o modelo PL-132 com velocidade de 2400 bits/s, sinal proveniente do protocolo EHS.

Por RF, com frequência de comunicação de 868 MHz, tem velocidade de transmissão de 38,4 Kbits/s e foi desenvolvido para o protocolo Konnex, e tem por vantagem a menor quantidade de cabeamento na instalação e menor consumo de energia elétrica. E por fim, o Protocolo Ethernet atende as especificações da KNXnet/IP e os telegramas KNX são encapsulados em telegramas IP podendo utilizar a rede LAN para comunicação dos dispositivos.

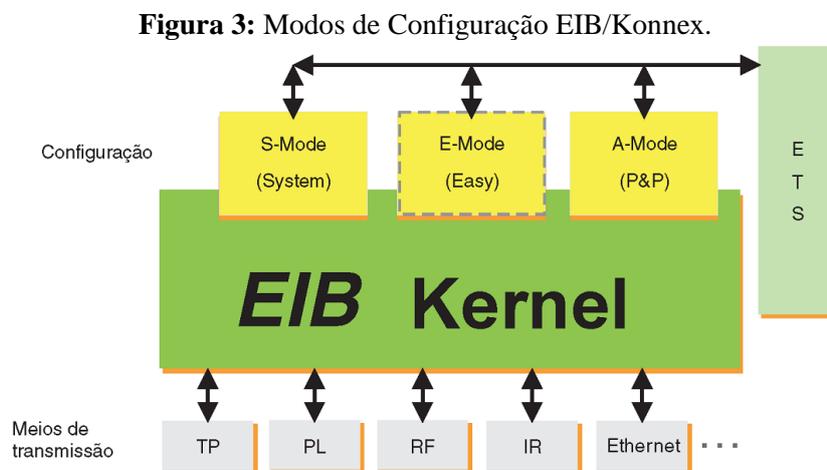
O protocolo KNX, segundo sua norma, funciona em três modos de configuração, sendo eles o Modo S (Modo de sistema), Modo E (Modo Fácil) e o Modo A (Modo Automático). O Modo S é o mais completo entre os três, sendo necessário o uso de um computador para utilizar o software ETS (Eiba Tool Software), que será necessário para



a configuração de todos os parâmetros. É indispensável para esta configuração um instalador certificado em KNX.

O Modo E é um pouco mais simples, e tem um número de funções limitadas, os componentes são pré-programados e possuem um conjunto de parâmetros definidos, restringindo apenas a utilização de configuradores simples para definir as funções. Desse modo, um técnico com formação básica pode realizar a instalação e configuração de uma rede.

Já o Modo A é utilizado para instalações ainda mais simples e com poucos dispositivos, não é necessário aplicar nenhuma configuração, porque ao ser instalado, o sistema se auto configura. Porém, este modo possui um número pequeno de funções que podem ser utilizadas. A Figura 3 mostra os Modos de configuração. A Figura 4 mostra um sistema EIB/Konnex no Modo S, que necessita de um PC com interface RS 232 ou USB para conexão com a linha BUS.



Fonte: (PRUDENTE, 2017)

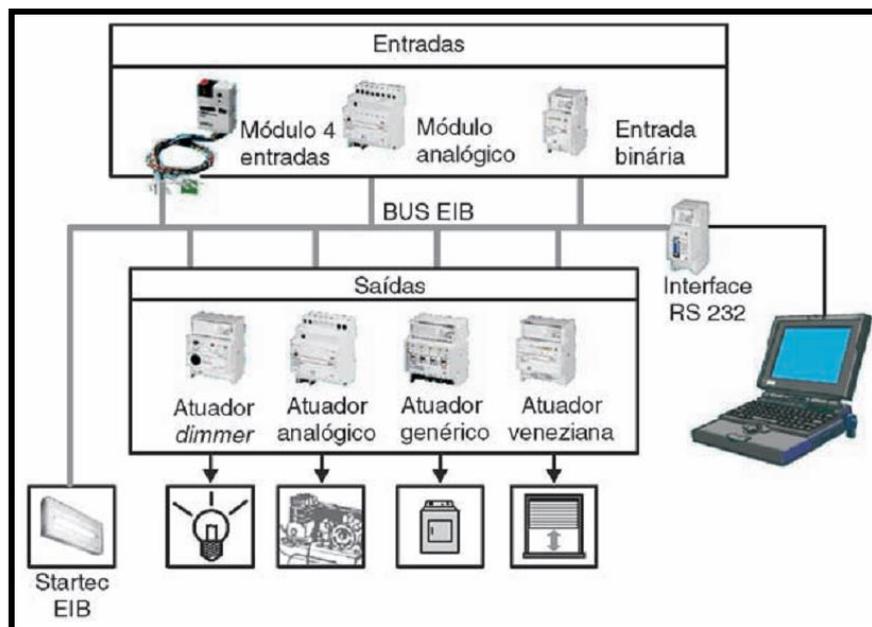
Dentre as principais vantagens do sistema EIB/Konnex estão:

- O Protocolo é aprovado mundialmente, tornando-se a norma internacional para Automação de residências e edifícios.
- Elevada flexibilidade para alteração e ampliação de instalações, pois produtos de diferentes fabricantes podem ser utilizados de diferentes formas e aplicações.



- Utilização da ferramenta ETS, que independe de fabricantes, reconhecendo qualquer dispositivo certificado KNX.
- Pode ser utilizada para todas as aplicações de domótica.
- Pode ser aplicada em diferentes tipos de edifícios, desde novas instalações, até instalações elétricas existentes.
- O protocolo suporta vários meios de comunicação.
- Na instalação da linha secundária, estão disponíveis três configurações: Em linha (Bus), estrela ou árvore.

Figura 4: Sistema EIB/Konnex no Modo S.



Fonte: (PRUDENTE, 2017)

Dentre as principais desvantagens do sistema EIB/Konnex, se evidenciam:

- A não possibilidade de simular a operação da instalação antes de programá-la, devido as limitações do software ETS, que não possui tal funcionalidade.
- Custo elevado, principalmente no Brasil, o que restringe um pouco a divulgação da tecnologia.



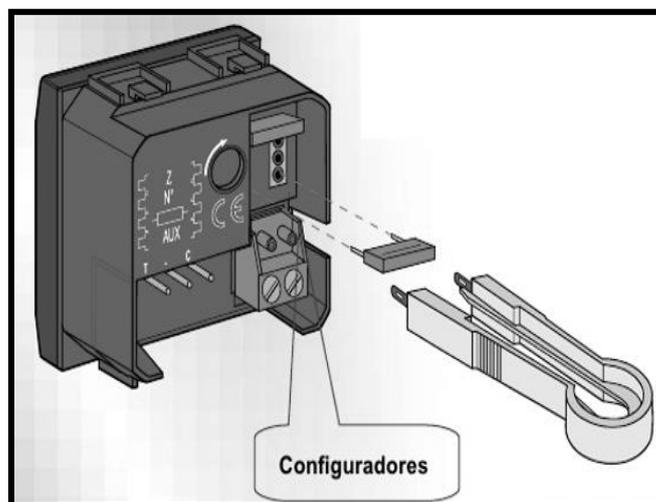
- É um sistema que não possui possibilidade de fiação redundante, não podendo ter duas linhas dorsais principais, ou seja, se uma linha dorsal principal se rompe, a instalação fica inoperante.
- O ETS é o software obrigatório e exclusivo. Para qualquer alteração ou instalação, é necessário o uso deste, além do que, necessita de um conhecimento técnico para utilizá-lo.

3.2 Sistema MY HOME-BticinoLegrand

Outro sistema utilizado no Brasil para automação residencial e predial é o sistema da empresa Bticino-Legrand, conhecido como MY HOME. Esse sistema possui uma ampla linha de produtos e também propõe soluções, estando no mercado há mais de 10 anos (PRUDENTE, 2017).

A tecnologia MY HOME é composta por um BUS proprietário denominado SCS, fundamentado em um cabo telefônico de dois condutores, com o objetivo de alimentar os dispositivos BUS e fornecer sinal de comunicação. Para configurar esse sistema, são utilizados configuradores para uma configuração via hardware, onde pequenas resistências são colocadas no controlador (GUIDA MY HOME, 2002). A Figura 5 abaixo, mostra como são colocados os configuradores.

Figura 5: Modo de inserção dos configuradores.



Fonte: (GUIDA MY HOME,2002)



Características de baixo custo, comparado a outros fabricantes, e fácil instalação, ajudaram a marca no estabelecimento do sistema no mercado, sendo recomendado para instalações de pequeno e médio porte. Um fator relevante é a compatibilidade com o protocolo Konnex.

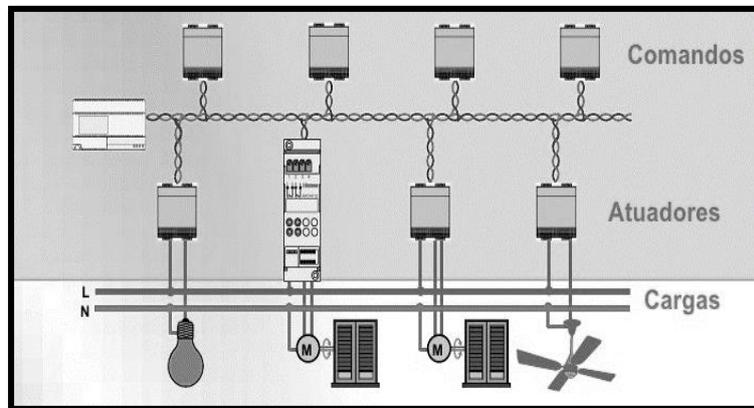
A principal funcionalidade do sistema MY HOME, é a possibilidade de integrar na mesma habitação, as funções de controle da iluminação, energia, antifurto, vídeo controle e comunicação. O fato desse sistema ser modular, garante a alternativa de integrar, a qualquer momento, novas funções completamente compatíveis com aquelas já existentes na habitação. Os meios de transmissão podem ser realizados de diversas maneiras: por meio de cabo telefônico por traçado de isolamento elevado; por dispositivos transmissores e receptores de ondas de radiofrequência, e por linha de energia, graças a tecnologia *Power Line* (PRUDENTE, 2017).

É possível dividir o sistema MY HOME para automação predial em três sistemas funcionais, o sistema SCS de automação, destinado ao controle da instalação elétrica de iluminação e cargas gerais, o sistema SCS de gestão de energia, com o objetivo de permitir o controle da energia elétrica consumida, e o sistema SCS antifurto, sistema que proporciona a proteção dos bens materiais e pessoas de um determinado local. É importante ressaltar que cada um desses sistemas funciona de forma independente uns dos outros, porém utilizam o mesmo cabo BUS para transmissão do protocolo SCS (PRUDENTE, 2017).

O sistema SCS de automação permite controlar diversas funções de um ambiente, de maneira integrada. Esse sistema fornece a opção de controlar a iluminação, o comando de persianas e venezianas, condicionamento do ar e outras cargas que um local venha a ter. Desta forma, o sistema oferece ao usuário o poder de configurar cenários, ou seja, acionando determinado botão de um controle, determinado cenário com certas especificações de cargas, como intensidade luminosa de lâmpadas, cores de lâmpadas, temperatura, abertura de cortinas, entre outras. Permitindo ao usuário personalizar cenários e programá-los previamente (PRUDENTE, 2017). Um exemplo de sistema SCS pode ser visto na Figura 6.



Figura 6: Sistema SCS.



Fonte: (GUIDA MY HOME, 2002)

Todos os dispositivos da linha MY HOME são acopláveis com o cabo de sinal, ou seja, com a linha BUS, em paralelo entre si, e cada parafuso de ligação da linha BUS é removível. O cabo utilizado deve ser isolado, não blindado e nem polarizado. Pode ser utilizado o cabo tipo par trançado, ou o cabo de produção Bticino-Legrand, chamado de cabo SCS. É válido ressaltar que o isolamento deve ser de acordo com tensão máxima dos condutores presentes no eletroduto. Cada dispositivo de comando é conectado ao cabo BUS com um simples cabeamento do tipo paralelo (LEGRAND, 2016).

O endereçamento dos atuadores é definido com os configuradores numéricos de 1 a 9 nas posições Ambiente (A) - grupo de dispositivos pertencentes a um determinado local da residência, como quarto ou sala - e Ponto de luz (PL) - Atuador nesse determinado ambiente. É possível definir no máximo, nove ambientes, pois para cada ambiente, podem-se associar no máximo nove endereços. Os configuradores podem ser visualizados na Figura 7.

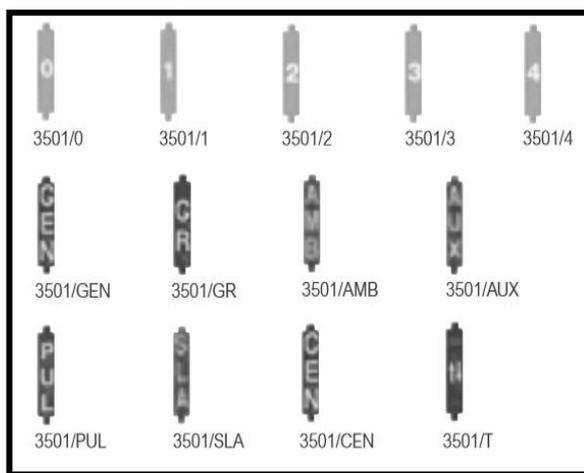
Um terceiro configurador numérico é colocado no encaixe denominado como G (Grupo) – dispositivos que são acionados no mesmo momento, mas são de ambientes diferentes (PRUDENTE, 2017). Exemplo, uma configuração $A = 2$, $PL = 4$ e $G = 3$, corresponde ao dispositivo 4 do ambiente 2 que participa do grupo 3.

Os dispositivos de comando funcionam de maneira similar aos atuadores, e também possuem posições de ambiente e de pontos de luz. O endereçamento é feito com os configuradores numéricos, e com letras impressas, que proporcionam o envio do



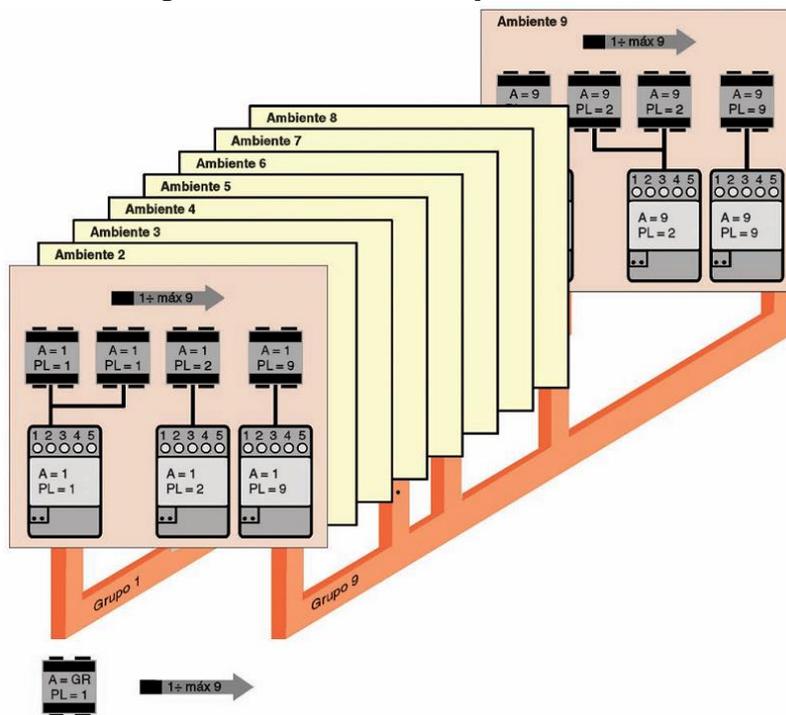
telegrama ao atuador (PRUDENTE, 2017). Um modelo de endereçamento pode ser visto na Figura 8.

Figura 7: Configuradores.



Fonte: (LEGRAND,2016)

Figura 8: Modelo de endereçamento.



Fonte: (PRUDENTE, 2017)

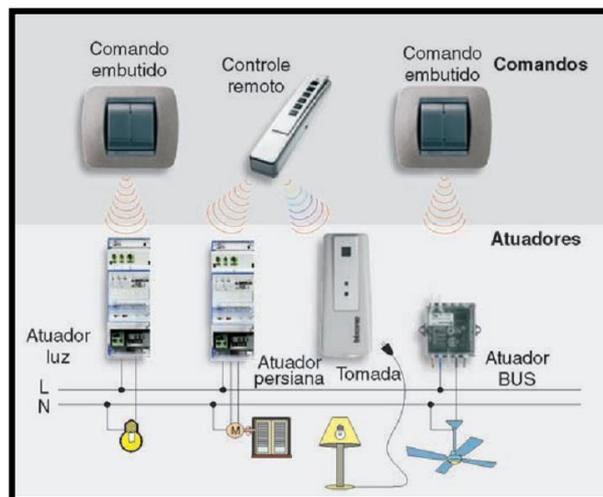


Existem algumas funções especiais, e SLAVE, que também são possíveis com o sistema MY HOME, porém não serão abordados nesse artigo. Além disso, é possível integrar os sistemas SCS automação com os SCS antifurto e SCS gestão de energia.

Uma característica relevante que o sistema MY HOME oferece, é a possibilidade de realizar automação por meio de *Radio/Power Line*. Esse modo de automação permite funções básicas de domótica. Nesse sistema, a comunicação entre os dispositivos ocorre por meio de ondas de rádio, diferentemente das outras instalações MY HOME mencionadas neste trabalho, nas quais a comunicação é feita pelo cabo BUS tipo par trançado. Os atuadores são ligados diretamente na linha de força.

A grande vantagem desse sistema é a de não precisar movimentar cabos em eletrodutos ou conduítes, pois, para ligar uma veneziana ou uma lâmpada, é necessário apenas que o atuador esteja ligado a carga, uma vez que o comando de rádio é quem irá controlar o atuador. É válido lembrar que os componentes de comando de rádio não necessitam de conexão física com o atuador, portanto podem ser posicionados em qualquer ponto do ambiente ou residência (PRUDENTE, 2017). A figura 9 mostra um esquema de ligação da linha *Radio/Power Line*.

Figura 9: Esquemas de ligação da linha *Radio/Power Line*.



Fonte: (PRUDENTE, 2017)



Dentre as principais vantagens do sistema MY HOME estão:

- Comunicação do protocolo SCS com o protocolo EIB/Konnex. A interface F426 faz a comutação do protocolo SCS com o EIB/Konnex.
- Elevada flexibilidade para alteração e ampliação de instalações.
- Ampla gama de produtos para diversas aplicações na área de automação predial e residencial.
- Pode ser aplicada em diferentes tipos de edifícios desde novas instalações até instalações elétricas existentes.

Dentre as principais desvantagens do sistema MY HOME, pode-se citar:

- Preço elevado em relação ao custo de vida no País.
- Para realizar algumas funções mais complexas é necessária a contratação de um técnico.

4. Considerações Finais

A domótica refere-se à automação residencial e predial, e está em constante evolução, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas, facilitando o controle e comando de diversas ações no interior de edifícios e casas.

Nesse sentido, surge a necessidade de protocolos que possibilitam a comunicação e atuação dos dispositivos presentes em uma instalação. Dois dos sistemas mostrados de maneira breve neste trabalho, e os mais difundidos no País, são o Konnex (KNX) e o MYHOME, devido a facilidade de utilização, segurança e flexibilidade de implantação.

São sistemas dedicados a diversos tipos de automação, que podem ser utilizados em sistemas de segurança e de gestão de recursos. Funcionalidades estas, muito relevantes, tendo em vista a busca cada vez mais acentuada por segurança e desenvolvimento de sistemas que contribuam positivamente para o meio ambiente.

A possibilidade de expandir sistemas, aumentar a complexidade dos sistemas existentes, ou de simplesmente instalar domótica em uma instalação que não foi



projetada para receber esse tipo de tecnologia, são qualidades bastante relevantes dos sistemas apresentados.

Os dois sistemas possuem pontos negativos e positivos. Um ponto em comum é a praticidade de implementação dessas tecnologias, apesar de na maioria das situações, necessitar de um técnico especializado e certificado nos protocolos. No entanto, ainda existe uma barreira significativa quanto as instalações desses sistemas nas mais diversas escalas, devido aos altos custos praticados no Brasil.

Referências

CABRAL, M. M. A; CAMPOS, A. L. P. de S. Sistemas de Automação Residencial de Baixo Custo: Uma Realidade Possível. **Holos**, Ano 24, Volume 3, 2008. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/114696526-Holos-issn-instituto-federal-de-educacao-ciencia-e-tecnologia-do-rio-grande-do-norte-brasil.html>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

LEGRAND. **Catálogo**: Sistemas Elétricos e digitais para infraestruturas prediais 2015/2016.

FRANCISCO, L.; TREVISANI, K. HMS: Uma Arquitetura para Automação Residencial Aberta Independente de Tecnologia de Rede. **ColloquiumExactarum**, v.5, n.1, Jan-Jun. 2013, p. 43-56. DOI 10.5747/ce.2013.v05.n1.e053.

GUIDA MY HOME: Applicazioni. **Catálogo MH02G**. Edizione Italiana, 2002.

KELLY, G. **Home Automation**: Past, Present & Future. Electronics Australia, fevereiro, 1997.

KNX DO BRASIL. Disponível em: <<http://knxdobrasil.com.br>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

KNX. Disponível em: <<https://www.knx.org>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

MARIOTONI, C. A; ANDRADE Jr., E. P. Descrição de Sistemas de Automação Predial Baseados em Protocolos PLC Utilizados em Edifícios de Pequeno Porte e Residências. **Revista de Automação e Tecnologia de Informação**. v.1, n.1, 2002.

MILLS, E. Building commissioning: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions in the United States. **Energy Effic.**, v.4, n.2, pp. 145–173, 2011.

OZADOWICZ, A.; GRELA, J. An event-driven building energy management system enabling active demand side management, in **Second International Conference on**



Event-based Control, Communication, and Signal Processing (EBCCSP), pp. 1–8, 2016. DOI 10.1109/ebccsp.2016.7605082.

PÉREZ-LOMBARD, L; ORTIZ, J; POUT, C. A review on buildings energy consumption information. **Energy Build.**, vol. 40, no. 3, pp. 394–398, Jan. 2008.

PRUDENTE, F. **Automação Predial e Residencial**: Uma Introdução. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

TEZA, V. R. **Alguns Aspectos sobre a Automação Residencial – Domótica**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

VEGA, R. **Ventajas e inconvenientes de EIB Konnex**. Disponível em: <<https://ricveal.com/blog/ventajas-inconvenientes-eib-konnex/>>. Acesso em: 04mar. 2019.

YUAN, J. C.; EMURA, K. Development and application of a simple BEMS to measure energy consumption of buildings. **Energy Build.** v.109, pp. 1–11, 2015.