

OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE EDIFÍCIOS INTELIGENTES UTILIZANDO A LÓGICA FUZZY E DAS REDES DE PETRI COLORIDAS

LUCAS JEROMIN NAZARETH¹, PERCY JAVIER IGEI KANESHIRO²

¹ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Guarulhos, lucasjerominn@gmail.com

² Eng. Mecânico, Pesquisador Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Guarulhos, percyigei@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.05.02-5 Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: Atualmente, o consumo energético dos prédios têm se tornado o objeto central de estudo em diversas áreas devido ao aumento dos custos energéticos e às altas concentrações populacionais nas cidades. Uma dessas frentes de pesquisa é a análise da incorporação e interconexão de novas tecnologias em edifícios. Esta área de estudo é chamada de edifícios inteligentes (EI) e foi reforçada graças à crescente demanda por soluções voltadas à maiores eficiências energéticas aliadas ao conforto dos usuários. Neste artigo, foi proposta uma nova abordagem para um sistema de controle EI. Esta abordagem é baseada no paradigma da lógica Fuzzy para realizar o sistema de controle e para modelar e simular o sistema de controle é utilizado as Redes de Petri Coloridas. Para ilustrar as principais vantagens dessa abordagem, é apresentado um estudo de consumo de energia do sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) em um edifício. O EI que apresentamos é composto pelos seguintes sistemas integrados: AVAC, iluminação, segurança, base de dados e detecção de incêndio.

PALAVRAS-CHAVE: Edifícios Inteligentes, Redes de Petri Coloridas, AVAC, Logica Fuzzy.

OPTIMIZATION OF INTELLIGENT BUILDING CONTROL SYSTEMS USING FUZZY LOGIC AND COLORED PETRI NETS

ABSTRACT: Currently, buildings have become the central object of study in several areas due to the high population concentrations in cities. One of these research fronts is the analysis of the incorporation and interconnection of new technologies in buildings. This study area is called intelligent buildings (IB) and has been strengthened thanks to the growing demand for solutions aimed at greater energy efficiency combined with user comfort. In this paper, we proposed a novel approach for an IB control system. This approach is based on the fuzzy logic paradigm in order to perform the control system and to model and simulate the control system is used the Colored Petri Nets. To illustrate the main advantages of this approach, it is presented an energy consumption study of the heating, ventilation and air conditioning system (HVAC) in a building. The IB we presented is composed by the following integrated systems: HVAC, lighting, security, database and fire detection.

KEYWORDS: Intelligent Building, Colored Petri Nets, HVAC, fuzzy logic.

INTRODUÇÃO

Atualmente, as cidades têm sido as principais consumidoras de recursos energéticos da nossa sociedade. De acordo com a U.S. Energy Information Administration, em 2017, cerca de 39% do consumo total de energia dos EUA foi consumido pelos setores residencial e comercial. Espera-se que este consumo de energia aumente em todo o mundo devido à atual taxa de crescimento da população

(OMAR,2018). Para reduzir os impactos ambientais resultantes dessa demanda de energia, os pesquisadores têm procurado métodos mais eficientes e inteligentes para gerenciar os recursos energéticos disponíveis. Aumentar a inteligência e autonomia dos edifícios convencionais tornar-se uma solução viável para este problema.

Os EIs são construções que integram sistemas prediais e permitem a incorporação de novas tecnologias, a fim de se adaptar dinamicamente as preferências do usuário e as situações do ambiente de forma eficiente e eficaz (KANESHIRO et al., 2014). A comunicação entre sistemas prediais é chave para maximizar a utilização de recursos. Devido à integração de sistemas, a idealização do sistema de controle pode se tornar uma tarefa complexa devido ao grande fluxo de informações entre os sistemas prediais. Além disso, com o aumento das empresas que produzem tecnologias de automação predial, a interconexão entre sistemas e dispositivos de diferentes fabricantes se torna uma atividade difícil devido aos diferentes protocolos de comunicação de cada fabricante. Portanto, é necessária uma linguagem de modelagem formal para permitir a representação e simulação dessas tecnologias antes de sua implementação. A modelagem do sistema é uma parte crucial do desenvolvimento do EI, permitindo analisar inúmeras situações, como a detecção de erros e melhorar as funcionalidades do EI. A seguir é apresentado um método para sistematizar a construção do sistema de controle do EI. Esta abordagem utiliza a rede de Petri colorida para modelar e simular o comportamento dos sistemas prediais.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do sistema do EI foi sistematizado em 5 etapas, conforme mostrado a seguir.

Etapla 1 - Familiarização com o estudo de caso: Nesta etapa, são identificadas e definidas das principais características que o sistema de controle do EI irá possuir. Neste estudo, o sistema de controle EI será integrado por 5 subsistemas: Iluminação, segurança, AVAC, base de dados e o sistema combate e prevenção a incêndios. Esse sistema será construído de forma modularizada e heterárquica permitindo o desenvolvimento de um sistema flexível, robusto e escalável.

Etapla 2 - Especificação de estratégias de controle: Esta etapa é usada para definir como EI realizará suas atividades. Neste estudo é proposta uma nova abordagem, a utilização da lógica Fuzzy nos algoritmos de um EI. A lógica Fuzzy apresenta uma resposta gradativa que em relação aos modelos clássicos (KESHTKAR; ARZANPOUR, 2017). No sistema AVAC, por exemplo é calculo o erro entre as preferências do usuário e a temperatura da sala. Posteriormente, essa diferença é convertida em valores porcentuais através da função de pertinência apresentada na Figura 1.

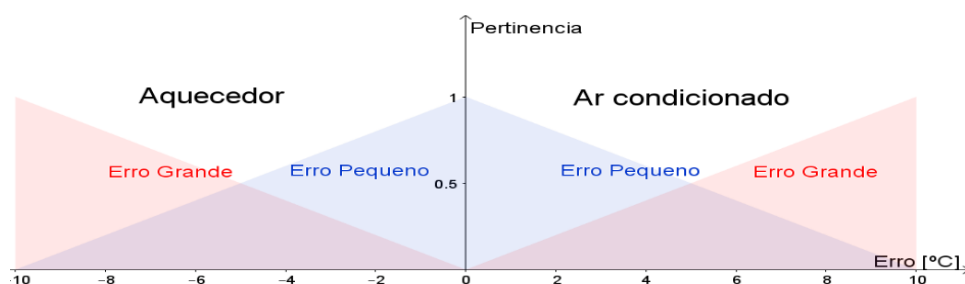


FIGURA 1. Funções de pertinência.

O sistema AVAC também verifica a temperatura externa e utiliza esse dado para ponderar o acionamento de seus dispositivos visando economizar energia. Caso a temperatura externa à sala seja similar à preferência do usuário, o sistema AVAC pondera redução da potência de seus dispositivos e abertura das janelas da sala. Posteriormente, o sistema AVAC organiza seus atuadores em zonas de alta potência ou baixa potência. O resultado obtido é defuzificado através do método do centro de gravidade.

Etapa 3 - Simulação e análise do modelo proposto: Uma vez obtidos os modelos funcionais, os mesmos serão analisados por simulação. A simulação permite a análise de comportamentos inesperados, e até mesmo, descobrir novos recursos que não foram especificados nas etapas de projeto. Para construir o modelo do EI em redes de Petri coloridas, é utilizado o software CPN tools. Esse software foi escolhido, pois permite a simulação procedural do modelo além de permitir a exportação dos dados obtidos durante a simulação.

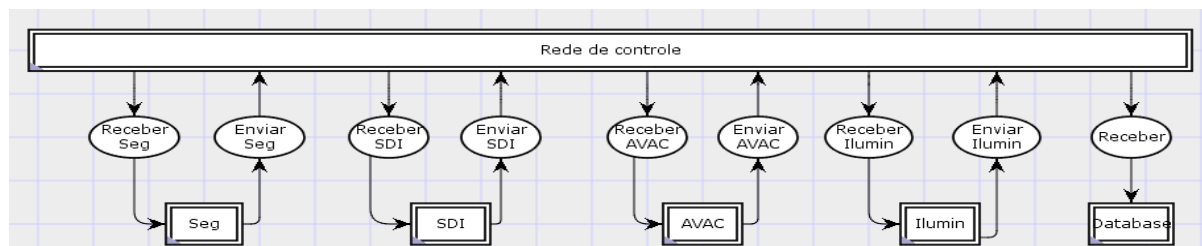


FIGURA 2. Modelo do EI no software CPN tools.

Na figura 2, é apresentado o modelo final do EI. Nessa representação, é possível analisar o fluxo das informações através da rede de controle. As informações de cada subsistema são enviadas à rede através dos lugares “Enviar” e recebidas pelos lugares “Receber”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para comparar a eficiência energética do modelo obtido, foram realizadas simulações de consumo em relação as abordagens tradicionais. Ambos os modelos foram submetidos a uma simulação de uma hora, com tomada de dados a cada um minuto. Para determinar o consumo de cada abordagem foi utilizado como referencia o dispositivo AVAC Carrier, modelo 53LUVH080K. De acordo com a especificação do fabricante, a potencia aquecedor é de 2,46 kW e 2,53 kW para o ar condicionado. Os dados obtidos durante a simulação foram exportados a uma tabela em Excel. Foram obtidos os valores de 1,96 kWh para a abordagem tradicional e 0,91 kWh para a abordagem Fuzzy, ou seja, uma redução de aproximadamente 52% de consumo energético do edifício. Essa redução considerável de energia ocorre porque, ao usar a abordagem tradicional, o equipamento AVAC é desligado apenas quando a temperatura é exatamente igual a preferência do usuário. Por outro lado, na abordagem proposta, o equipamento AVAC utiliza da lógica Fuzzy, e por isso, pode sintonizar dinamicamente da potência dos dispositivos de climatização de acordo com a temperatura ambiente e os ocupantes da sala.

CONCLUSÕES

Ao realizar o estudo, fica demonstrada a funcionalidade e eficiência de um EI controlado por meio de um sistema baseado na lógica fuzzy. A utilização das redes de Petri coloridas possibilitou a modelagem e simulação do sistema de controle do EI. Os resultados se mostraram promissores quando comparado com uma abordagem de controle tradicional.

AGRADECIMENTOS

Programa de bolsas PIBIFSP, Edital N° GRU.0011/2018.

REFERÊNCIAS

KANESHIRO, P., et al, “Situation-aware adaptation approach of energy in Intelligent Buildings using Coloured Petri Nets”. 9th *Conference on Industrial Electronics and Applications*, IEEE, 2014.

KESHTKAR, A.; ARZANPOUR, S. An adaptive fuzzy logic system for residential energy management in smart grid environments. *Applied Energy*, v. 186, p.68-81, 2017. doi : 10.1016/j.apenergy.2016.11.028

OMAR, O. “Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection”. *Alexandria Engineering Journal*, v. 57, no. 4, p.2903-2910. 2018.