

A SUGGESTION OF SOLUTIONS FOR CONTROLLING AND MONITORING OF ELECTRICAL EQUIPMENT IN BUILDINGS AND HOTELS EMPLOYING BMS TECHNOLOGY

Dang Ngoc Trung

TNU - University of Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 04/01/2023 Revised: 08/02/2023 Published: 09/02/2023	The article introduces an overview of building management technology using Building Management System (BMS) through analysis and evaluation of the recent published scientific works and real products on the market of firms such as: Siemens Group; Honeywell, Johnson Controls, PSA, Daly Tech company and so on. Thereby, the author proposed the solutions to control and monitor electrical equipment in buildings, hotels... employing BMS technology. The major content of this article focuses on building control signal communication methods, as well as designing a monitoring interface on Visual studio, AT driver server, Itag builder software... to manage and control electrical devices over Ethernet/Internet. By applying PLC (Programmable Logic Controller) as the central controller, it will help to process signals accurately, synchronously, stably and to retrieve data in real time. The research results have been verified in real models, therefore the correctness of the proposed solution is proven. Besides, a new direction in control and management solutions for buildings and hotels is opening for further development.
KEYWORDS	
Building Management System	
Building Automation	
Smart Device	
Internet of Thing	
Intelligent Building	

ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN, GIÁM SÁT THIẾT BỊ ĐIỆN TRONG TÒA NHÀ, KHÁCH SẠN ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BMS

Đặng Ngọc Trung

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 04/01/2023 Ngày hoàn thiện: 08/02/2023 Ngày đăng: 09/02/2023	Bài báo giới thiệu tổng quan về công nghệ quản lý tòa nhà BMS (Building Management System) thông qua việc phân tích, đánh giá các công trình khoa học đã được công bố và các sản phẩm thực trên thị trường của các hãng như: Tập đoàn Siemens; Công ty Honeywell, Johnson Controls, PSA, Daly Tech..., từ đó đề xuất giải pháp điều khiển và giám sát các thiết bị điện trong tòa nhà, khách sạn... theo công nghệ BMS. Nội dung chính của bài báo tập trung xây dựng phương thức truyền thông tín hiệu điều khiển, cũng như thiết kế giao diện giám sát trên phần mềm Visual studio, AT driver server, Itag builder... để quản lý và điều khiển các thiết bị điện qua mạng Ethernet/ Internet. Bằng việc sử dụng PLC (Programmable Logic Controller) là bộ điều khiển trung tâm sẽ giúp xử lý tín hiệu chính xác, đồng bộ, ổn định và truy xuất dữ liệu theo thời gian thực. Với kết quả nghiên cứu được chạy thử nghiệm trên mô hình thực, đã chứng minh được tính đúng đắn của giải pháp đề xuất, đồng thời sẽ mở ra một hướng đi mới trong giải pháp điều khiển và quản lý tòa nhà, khách sạn... hiện nay.
TỪ KHÓA	
Hệ thống quản lý tòa nhà	
Tự động hóa tòa nhà	
Thiết bị thông minh	
Internet kết nối vạn vật	
Tòa nhà thông minh	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.7201>

Email: trungcsktd@tnut.edu.vn

<http://jst.tnu.edu.vn>

251

Email: jst@tnu.edu.vn

1. Mở đầu

Ngày nay, vấn đề đô thị hóa phát triển nhanh chóng ở các quốc gia, một trong những điểm nhấn quan trọng đó là sự xuất hiện của vô số tòa nhà cao tầng, khách sạn..., tô điểm cho bức tranh tổng thể của đô thị. Trước sự phát triển nhanh chóng đó, vấn đề đặt ra là kiểm định chất lượng các tòa nhà, khách sạn đó như thế nào và dựa vào các tiêu chí nào để đánh giá chất lượng cho các tòa nhà cao tầng, khách sạn đó. Tùy theo quan điểm kiến trúc, kết cấu xây dựng, tiện nghi, khả năng sử dụng hiệu quả và linh hoạt, thân thiện với môi trường, tiết kiệm năng lượng... mà chúng ta có các tiêu chí đánh giá và kiểm định khác nhau. Một trong những tiêu chí để đánh giá và kiểm định là hệ thống quản lý tòa nhà - BMS (Building Management System) minh họa như Hình 1. Hầu hết các tòa nhà cao tầng, khách sạn hiện nay đều được trang bị các thiết bị hiện đại có hệ thống dịch vụ phức tạp nhưng vẫn đang hoạt động độc lập. Vì vậy cần phải xây dựng một giải pháp tích hợp toàn diện nhằm tập trung hóa và toàn diện hóa về việc giám sát, vận hành và quản lý tòa nhà.

Hệ thống BMS là hệ thống đồng bộ cho phép điều khiển và quản lý mọi hệ thống kỹ thuật trong tòa nhà như: hệ thống điện chiếu sáng, hệ thống cung cấp nước sinh hoạt, điều hòa thông gió, cảnh báo môi trường, an ninh, báo cháy – chữa cháy,... đảm bảo cho việc vận hành các thiết bị trong tòa nhà được chính xác, kịp thời, hiệu quả, tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm chi phí vận hành qua mạng nội bộ hoặc Internet/Ethernet [1] - [5]. Hệ thống BMS là hệ thống đồng bộ, thời gian thực, trực tuyến, đa phương tiện, với hệ thống xử lý trung tâm bao gồm phần mềm và phần cứng máy tính, các thiết bị vào/ra, các bộ cảm biến và điều khiển ma trận điểm.



Hình 1. Minh họa hình ảnh công nghệ quản lý tòa nhà – BMS [4]

Hiện nay trên thị trường có rất nhiều hãng đã và đang đưa ra các phiên bản về hệ thống BMS khác nhau như: Trên thế giới có các hãng: Siemens, Honeywell, Johnson controls, Delta control,... Trong nước có thể kể đến: Công ty TNHH CBRE Việt Nam, Công ty CP quản lý và khai thác tài sản PSA, Công ty DalyTech, Công ty CP PMC... Hầu hết các gói sản phẩm có chi phí khá cao thường phù hợp với các khách sạn, tòa nhà hiện đại với chi phí lớn. Ngoài ra, việc can thiệp để mở rộng các chức năng quản lý đối với các kỹ sư vận hành tại các tòa nhà khách sạn là hạn chế, các hệ thống được tích hợp bởi các mạch vi điều khiển dạng hộp đen, do vậy rất khó cho việc nghiên cứu và tiếp cận cải tiến mở rộng các thiết bị ngoại vi.

Khái niệm về hệ thống quản lý tòa nhà - BMS không còn xa lạ, nó ra đời từ năm 1970. Đến nay đã có rất nhiều công trình nghiên cứu và ứng dụng về hệ BMS như: Với các nghiên cứu trong

nước, tác giả trong [1] đã tìm hiểu về hệ BMS và mô phỏng hệ thống BMS trên phần mềm Aposee Insight của Siemens cho tòa nhà, khách sạn Novotel Đà Nẵng để thấy được các tính năng tự động và thông minh trong vận hành quản lý tòa nhà. Trong [2], tác giả đã tìm hiểu các giao thức truyền thông trong hệ BMS và ứng dụng vi điều khiển AVR Atmega 128 để lập trình điều khiển và giám sát cho một bài toán công nghệ cho tòa nhà cao tầng... Trên thế giới, trong [6], tác giả ứng dụng vi điều khiển AT89C52 thiết kế hệ thống điều khiển hệ BMS trên mô hình tại đại học IQRA và tập trung vào điều khiển và tính bảo mật của hệ HVAC. Các tác giả trong [7], [8] lại nghiên cứu tổng quan về cấu trúc điều khiển và phương thức truyền thông trong hệ BMS có ứng dụng công nghệ IoT, đảm bảo tính bảo mật và thông tin dữ liệu được cập nhật chính xác theo thời gian thực. Công trình [9] đề xuất thuật toán điều khiển dự báo kết hợp với trí tuệ nhân tạo để tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng và phát hiện lỗi trong quản lý giám sát tòa nhà. Các tác giả trong [10] tập trung xây dựng thuật toán thiết kế quản lý tòa nhà trên cơ sở một bộ dữ liệu chuẩn có tính đến vấn đề nội suy để tránh lỗi do tư duy vận hành của con người, đồng thời phối hợp thiết kế giao diện điều khiển giám sát công nghiệp vào vận hành tòa nhà qua SCADA/HMI. Trong [11] nghiên cứu đi sâu về hướng thiết kế hệ thống quản lý tòa nhà đa tác nhân, tức là phân nhỏ hệ thống quản lý tòa nhà thành các hệ thống con xử lý ở các cấp khác nhau, từ đó tối ưu được dữ liệu xử lý ở bộ điều khiển trung tâm thông qua sóng wifi. Với [12], tác giả giới thiệu kiến trúc và các giao thức truyền thông trong quản lý tòa nhà hiện nay như: BACnet, KNX, Dali, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave... Đồng thời so sánh và dự đoán khả năng ứng dụng giữa các giao thức trong thực tế sắp tới. Nghiên cứu [13] tập trung nghiên cứu và ứng dụng các sản phẩm quản lý tòa nhà của hãng Wago trong điều khiển và giám sát các thiết bị trong tòa nhà qua mạng Internet, giúp giảm chi phí vận hành, thời gian và giảm tổn hao năng lượng.

Như vậy, có thể thấy rằng việc nghiên cứu hướng cải tạo cũng như đề xuất các giải pháp mới để xây dựng phương thức điều khiển, giám sát quản lý tòa nhà, khách sạn... là hướng đi tất yếu, nhằm đưa ra các ứng dụng trong vận hành quản lý tòa nhà, khách sạn theo hướng mở, tăng hiệu quả trong quá trình vận hành. Trong đó, việc xây dựng cấu trúc điều khiển và giám sát, cũng như giải pháp truyền thông dữ liệu trong hầu hết các bài toán công nghệ của công trình chung cư cao tầng, khách sạn, khu thương mại dịch vụ... luôn là các bài toán có hướng mở và có thể có nhiều giải pháp khác nhau để thực hiện công nghệ BMS. Bằng sự kết hợp giữa giải pháp truyền thông, bộ điều khiển trung tâm với các cảm biến như: cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ ẩm, cảm biến khói, cảm biến mức... sẽ đem lại những công nghệ tự động và thông minh trong việc vận hành các chức năng khác nhau của một tòa nhà, khách sạn đó. Việc xây dựng cấu trúc điều khiển và truyền thông được xem là khâu then chốt cho mỗi công trình. Vì vậy, bài báo tập trung đề xuất giải pháp mới để điều khiển, giám sát và truyền thông tín hiệu trong các tòa nhà cao tầng, khách sạn... theo công nghệ BMS. Trong đó, hệ thống có sử dụng phối hợp một số giao thức truyền thông như: Internet/Ethernet, Modbus RS485... qua giao diện giám sát thiết kế trên phần mềm Visual Studio, Itag Builder, AT driver server... và sự lựa chọn bộ điều khiển trung tâm là PLC. Bởi lẽ, PLC là một thiết bị lập trình và vận hành tương đối đơn giản và có độ chính xác cao và rất phổ biến trong nhiều lĩnh vực hiện nay.

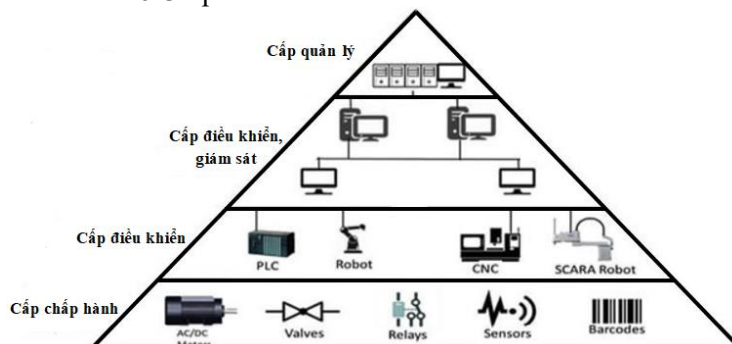
2. Cấu trúc và tính năng của hệ thống quản lý tòa nhà BMS

2.1. Cấu trúc quản lý và vận hành của hệ thống quản lý tòa nhà - BMS

Hệ thống BMS có cấu trúc quản lý và vận hành của một hệ thống điều khiển phân tán. Hệ thống được phân thành 4 cấp cơ bản như Hình 2 [3], [4], [13], [14]:

➤ *Cấp chấp hành*: Gồm các hệ thống đầu vào như: hệ thống cảm biến, camera, công tắc thẻ từ,... các hệ thống đầu ra gồm các cơ cấu chấp hành như: quạt thông gió, điều hòa, đèn, còi, máy bơm,... Cấp này có chức năng đo lường, dẫn động, chuyển đổi tín hiệu.

➤ **Cấp điều khiển:** Bao gồm các bộ điều khiển DDC, PLC, PAC,... Cấp điều khiển có nhiệm vụ tiếp nhận thông tin từ các bộ cảm biến và xử lý thông tin theo thuật toán nhất định sau đó gửi tín hiệu điều khiển đến cơ cấu chấp hành.

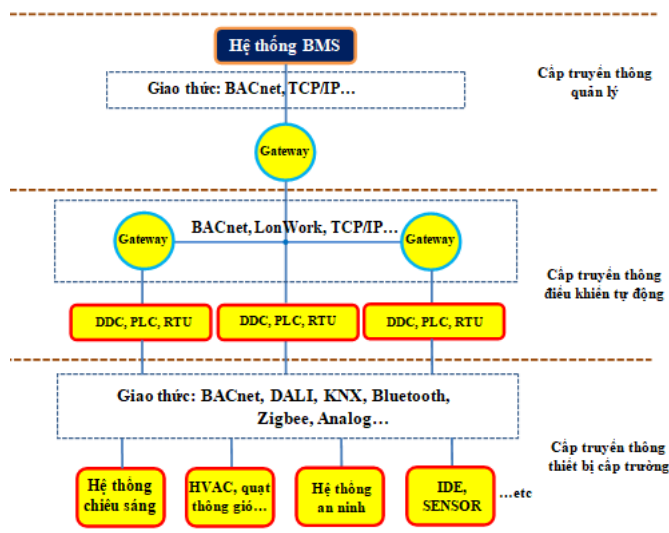


Hình 2. Cấu trúc cơ bản hệ thống quản lý tòa nhà – BMS

➤ **Cấp điều khiển, giám sát:** có chức năng giám sát và vận hành quá trình kỹ thuật, hỗ trợ người dùng trong việc cài đặt ứng dụng, giám sát quá trình vận hành để xử lý những sự cố bất ngờ. Việc điều khiển giám sát không đòi hỏi quá nhiều phương tiện, dễ dàng thao tác qua máy tính thông thường.

➤ **Cấp quản lý:** là cấp cao nhất trong các cấp, là bộ phận theo dõi, giám sát, điều hành và đưa ra quyết định chiến lược cho hệ thống. Chức năng chính của cấp quản lý là thu thập, lưu trữ và xử lý các dữ liệu như: thống kê dữ liệu sử dụng năng lượng, chi phí vận hành, lịch sử các cảnh báo và sự cố phát sinh... Sau đó, hệ thống tạo ra các báo cáo phục vụ cho quá trình quản lý và khai thác hệ thống cơ sở vật chất kỹ thuật một cách hiệu quả, bền vững.

2.2. Cấu trúc về truyền thông tín hiệu trong hệ thống quản lý tòa nhà - BMS



Hình 3. Cấu trúc truyền thông cơ bản trong hệ thống quản lý tòa nhà – BMS

Hiện nay, không có một bộ quy định tiêu chuẩn thành phần hoặc chức năng nào về sử dụng giải pháp truyền thông tín hiệu trong BMS, có nghĩa là mỗi tòa nhà đều có giải pháp độc đáo của riêng mình. Hầu hết các hệ thống BMS sẽ tự thay đổi trong suốt vòng đời của tòa nhà, thêm hoặc xóa các đơn vị đầu vào/ra ở các cấp khi cần thiết. Có thể làm được điều này mà không thay đổi cơ sở hạ tầng chính của BMS là điều kiện tiên quyết để có một BMS hoạt động bền vững. Sử dụng các giao thức truyền thông và thiết bị truyền thông có khả năng thích ứng và mở rộng có lẽ là quan trọng nhất để thực hiện trong vấn đề này. Bằng việc phối hợp các giao thức truyền thông

theo các chuẩn quốc tế cho các tòa nhà nói chung và trong hệ thống BMS nói riêng sẽ đem lại những ưu điểm và tính năng độc đáo cho một giải pháp truyền thông [5], [12], [13]. Ngoài ra giúp cho các hệ thống BMS có thể phối hợp linh hoạt các thiết bị điều khiển, thiết bị đo lường, thiết bị chấp hành của các hãng khác nhau cùng giao thức vận hành trên cùng một hệ thống. Do vậy, đây sẽ là một hướng cho các nghiên cứu triển khai các giải pháp truyền thông của mình cho hệ thống BMS này. Hình 3 trình bày minh họa một cấu trúc truyền thông cơ bản và phổ biến của hệ thống BMS thực tế.

2.3. Tính năng hệ thống quản lý tòa nhà BMS

Các tính năng của hệ thống quản lý tòa nhà gồm [1] - [4], [12] - [14]:

➤ Đồng bộ các lệnh điều khiển thiết bị trong tòa nhà, khách sạn... trực tuyến theo thời gian thực. Giúp các nhân viên kỹ thuật có thể vận hành các hệ thống này một cách an toàn, chính xác và hiệu quả.

➤ Thực hiện thao tác vận hành, giám sát trực quan các bài toán công nghệ trong tòa nhà, khách sạn như: hệ thống chiếu sáng, hệ thống bơm nước, quạt thông gió... thông qua một giao diện mở có khả năng điều khiển qua sự phối hợp nhiều giao thức truyền thông khác nhau. Đồng thời đảm bảo các hệ thống này luôn hoạt động và vận hành một cách tối ưu, hiệu quả. Qua đó, đáp ứng tốt nhất nhu cầu sử dụng, giúp những người sinh sống hoặc làm việc trong tòa nhà luôn cảm thấy thoải mái và tiện nghi.

➤ Tự động phát hiện và cảnh báo các sự cố chính xác, kịp thời như: khói thuốc, hỏa hoạn,... đến đội ngũ vận hành, làm giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản khi xảy ra sự cố.

➤ Xuất báo cáo dữ liệu theo thời gian thực cho cấp quản lý và nhân viên vận hành khi cần kiểm soát và thống kê thông tin hệ thống dưới nhiều hình thức như: bảng số liệu, đồ thị tần suất,... giúp nắm bắt được thông tin lưu trữ một cách chính xác.

➤ Kiểm soát chất lượng cung cấp điện năng, tiết kiệm năng lượng điện, đảm bảo đường truyền tín hiệu mạng, chất lượng không khí, môi trường... giúp tạo ra môi trường làm việc liên tục, không bị gián đoạn, thân thiện và thoải mái nhất.

➤ Hệ thống có khả năng mở rộng các module chức năng điều khiển, giám sát và linh động trong việc phối hợp sử dụng thiết bị của các hãng thiết bị khác nhau. Qua đó mang lại các giải pháp hoàn hảo, giúp nâng cao hiệu quả vận hành của tòa nhà.

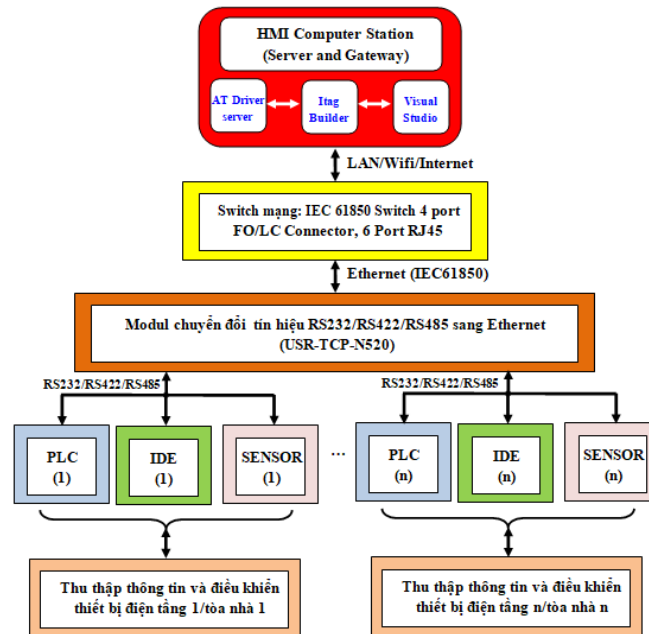
3. Đề xuất cấu trúc điều khiển giám sát và truyền thông tín hiệu trong hệ thống BMS

Qua tìm hiểu thực tế nhu cầu về quản lý và vận hành các hệ thống: tòa nhà cao tầng, chung cư, khách sạn của các hãng trên thị trường hiện nay, kết hợp với việc nghiên cứu một số giải pháp xây dựng hệ thống BMS trong các công trình khoa học trong nước và trên thế giới, nhận thấy thiết bị của các hãng là hệ thống được tích hợp các module độc lập của hãng, dẫn đến hệ thống thường không có tính mở cho người sử dụng và vận hành. Bên cạnh đó, các vi mạch thiết kế điều khiển chủ yếu là vi xử lý sẽ là một trở ngại lớn cho người vận hành và sửa chữa. Xuất phát từ những trở ngại đó, bài báo tập trung đề xuất giải pháp điều khiển và giám sát thiết bị điện trong các tòa nhà cao tầng, khách sạn qua mạng Ethernet/Internet ứng dụng PLC với cấu trúc cụ thể như sau:

Trong đó:

+ Ứng dụng PLC (các dòng PLC không có khả năng tự kết nối mạng Internet, giá thành rẻ) làm bộ điều khiển trung tâm, PLC là các thiết bị lập trình điều khiển có độ tin cậy cao, khả năng mở rộng được các module giúp cho người sử dụng và vận hành dễ dàng mở rộng hệ thống theo nhu cầu thực tế. Bên cạnh đó, các thiết bị PLC còn đưa đến cho người sử dụng tư duy lập trình đơn giản và dễ tiếp cận hơn so với module được tích hợp sẵn trên thị trường của các hãng.

+ Ứng dụng các phần mềm mã nguồn mở như: Visual studio, AT Driver server, Itag Builder, VSPE... để thiết kế giao diện giám sát và phối hợp với module USB-TCP-N520 chuyển đổi tín hiệu từ RS232/ RS485/ RS422 sang Ethernet truyền thông tín hiệu trong hệ thống qua mạng Internet.



Hình 4. Cấu trúc điều khiển thiết bị điện trong tòa nhà ứng dụng công nghệ BMS đề xuất

+ Các thiết bị điện tử thông minh (IDE) và cảm biến (Sensor) giúp thu thập thông tin từ môi trường và một số thiết bị điện chuyên dụng để gửi tín hiệu về bộ điều khiển trung tâm PLC xử lý và phát tín hiệu điều khiển các thiết bị điện trong hệ thống.

Với đề xuất giải pháp điều khiển và giám sát thiết bị điện trong tòa nhà theo cấu trúc Hình 4, cho phép khai thác được các dòng PLC có giá thành rẻ, không có khả năng giao tiếp với mạng Internet trở nên có khả năng kết nối truyền thông và xử lý tín hiệu qua mạng Internet. Đồng thời với giao diện giám sát thiết kế trên phần mềm Visual studio kết hợp với các phần mềm AT Driver server, Itag Builder, VSPE... giúp linh hoạt trong việc mở rộng các ứng dụng và phối hợp đa thiết bị của các hãng có cùng chuẩn truyền thông, tạo sự linh hoạt trong việc thay thế và sửa chữa các thiết bị trong hệ thống sau này. Đây được xem như là ý tưởng chính trong nội dung của bài báo đề xuất.

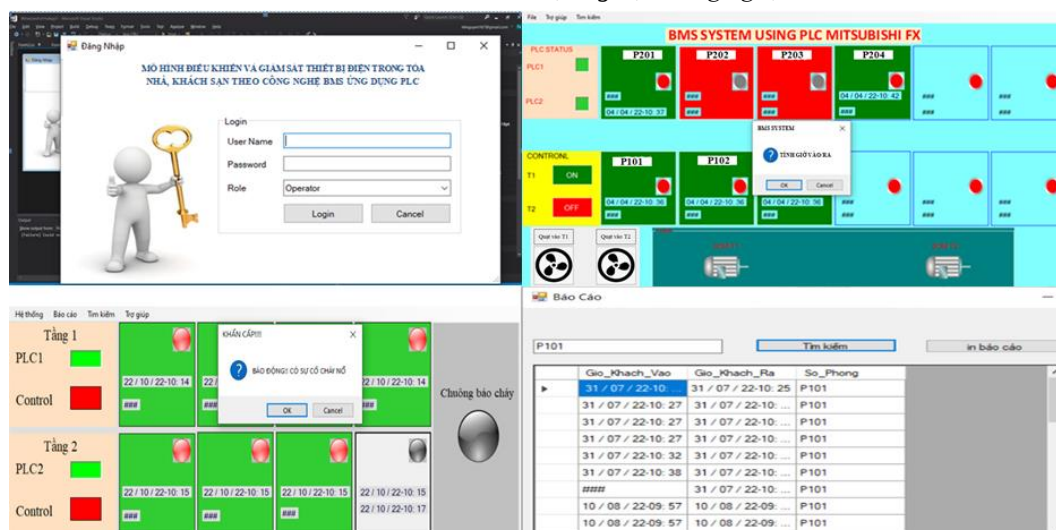
4. Thực nghiệm với cấu trúc điều khiển giám sát thiết bị điện theo công nghệ BMS đề xuất

Để chứng minh tính đúng đắn của cấu trúc điều khiển và giám sát thiết bị điện trong tòa nhà, khách sạn ứng dụng công nghệ BMS đã đề xuất trong Hình 4. Bài báo xây dựng mô hình thực nghiệm như Hình 5 và giao diện giám sát được thiết kế trên Visual studio như Hình 6, để điều khiển thiết bị điện trong tòa nhà, khách sạn ứng dụng PLC Mitsubishi dòng FX, với bài toán công nghệ như sau: mô hình gồm có 2 tầng T1 và T2 của tòa nhà, khách sạn. Trong đó tầng T1 gồm có các phòng P101, P102, P103, P104; tầng T2 gồm có các phòng P201, P202, P203, P204. Việc cung cấp điện cho các phòng của từng tầng được điều khiển thông qua các hệ thống role, contactor. Có thể điều khiển trực tiếp bằng tay qua các công tắc tại bàn lễ tân; cấp điện thông qua việc quét thẻ từ tại cửa mỗi phòng hoặc điều khiển từ xa thông qua màn hình giám sát đặt tại phòng lễ tân của mỗi tòa nhà, khách sạn qua mạng Ethernet/Internet. Một số chức năng của mô hình thực hiện theo công nghệ BMS cụ thể như sau:

- + Điều khiển và giám sát hệ thống đèn chiếu sáng, hệ thống bơm nước, quạt gió hành lang...
- + Cập nhật và tính toán tự động thời gian khách vào phòng và rời khỏi phòng tòa nhà, khách sạn.
- + Giám sát và cảnh báo hệ thống báo cháy khách sạn (Alarm).
- + Bảo mật phân cấp quản lý (Security).
- + Xuất báo cáo dữ liệu theo thời gian (Report).



Hình 5. Hình ảnh mô hình thực nghiệm công nghệ BMS



Hình 6. Một số hình ảnh chạy thử nghiệm trên mô hình thực

Nhận xét: Thông qua kết quả chạy thực nghiệm trên Hình 6, cho thấy cấu trúc điều khiển giám sát đã đề xuất hoàn toàn đảm bảo được các yêu cầu của công nghệ BMS cũng như thỏa mãn các chuẩn truyền thông hiện nay. Trong đó, với việc sử dụng bộ điều khiển là PLC cho phép mở rộng được các tính năng của hệ thống một cách đơn giản bằng cách sử dụng thêm các module mở rộng để tăng thêm các ngõ vào/ra tín hiệu. Đây được xem là ưu điểm so với các công nghệ BMS trên thị trường hiện nay. Giúp cho các kỹ sư vận hành hệ thống BMS có thể phối hợp đa năng các thiết bị cùng chuẩn giao tiếp của các hãng khác nhau trên thị trường. Đồng thời với giao diện giám sát thiết kế trên Visual Studio cho phép hiển thị không giới hạn tính năng cho các phòng của tòa nhà, khách sạn mà không ảnh hưởng đến cấu trúc chung của hệ thống.

5. Kết luận

Bài báo tổng quan về công nghệ quản lý tòa nhà BMS; giới thiệu cấu trúc và một số tính năng cơ bản của hệ thống BMS. Trong đó, nội dung tập trung chính vào đề xuất cấu trúc điều khiển và giám sát thiết bị điện trong tòa nhà theo công nghệ BMS ứng dụng PLC làm bộ điều khiển trung tâm, trên cơ sở xây dựng giao diện giám sát phối hợp các phần mềm mã nguồn mở như: Visual Studio, AT Driver Server... và module chuyển đổi tín hiệu USR-TCP-N502 để chạy thực nghiệm

trên mô hình thực đã khẳng định tính đúng đắn của cấu trúc đề xuất. Kết quả bài báo sẽ mở ra hướng đi mới cho công nghệ quản lý tòa nhà BMS có thể liên kết đa thiết bị của các hãng có chung chuẩn truyền thông trong cùng một bài toán công nghệ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] T. V. Nguyen, "Research the application of a BMS system for Novotel Da Nang hotel building," Master thesis of engineering, majoring in Network and electrical systems, University of Da Nang, (in Vietnamese), 2012.
- [2] D. H. Nguyen, "Research on communication standards and build an application for monitoring, control and operating systems of high-rise buildings," Master thesis, majoring in Electronic Engineering, Vietnam National University, Hanoi, 2010.
- [3] PSA, 2021. [Online]. Available: <https://psa.vn/quan-ly-toa-nha/he-thong-quan-ly-toa-nha-bms.html/>. [Accessed Dec. 2, 2021].
- [4] DALYTECH, 2020. [Online]. Available: <http://dalytech.com.vn/>. [Accessed Sep. 15, 2020].
- [5] N. T. Dang, "Improvements of control panel for remote switchgear of electrical instrument in smart house using rf and wifi," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 185, no. 09, pp. 21-25, 2018.
- [6] W. Tariq, A. Mustafa, and Z. Rasool, "Building Management System for IQRA University," *Asian Journal of Engineering, Sciences & Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 106-109, 2012.
- [7] A. Harkare, V. Potdar, A. Mishra, A. Kekre, and H. Harkare, "Methodology for Implementation of Building Management System Using IoT," in *Evolutionary Computing and Mobile Sustainable Networks*, Springer, 2021, pp. 939-948, doi: 10.1007/978-981-15-5258-8_86.
- [8] D. Minoli, K. Sohraby, and B. Occhiogrosso, "IoT Considerations, Requirements, and Architectures for Smart Buildings - Energy Optimization and Next Generation Building Management Systems" *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 1-16, 2017, doi: 10.1109/JIOT.2017.2647881.
- [9] N. Bogdanovs, R. Belinskis, V. Jeralovics, A. Krumins, V. Afonicevs, and A. Ipatovs, "Intelligence system of building management system for energy efficiency in the test facility," *IEEE 2018 Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO)*, Riga, 2018, pp. 100-105, doi: 10.1109/RTUWO.2018.8587909.
- [10] G. Hayduk, P. Kwasnowski, and Z. Mikos, "Building management system architecture for large building automation systems," *IEEE 2016 17th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, High Tatras, Slovakia, 2016, pp. 232-235, doi: 10.1109/CarpathianCC.2016.7501100.
- [11] H. V. V. Priyadarshana, W. K. I. Madushanaka, L. L. L. Anuruddha, G. T. Chathura, H. W. D. Hettiarachchi, and K. T. M. U. Hemapala, "Multi-agent controlled building management system", *IEEE 2017 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)*, Vellore, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/IPACT.2017.8244900.
- [12] R. Nerland, "Communication Protocols in Building Management Systems. State of the Art Assessment and the Future Influence of the Internet of Things," Master's Thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2018.
- [13] R. J. N. Ahmed, "Design and Implementation of Building Management System using Internet of Things," Master's Thesis, Sudan University of Science and Technology, 2018.
- [14] V. Sutedy, P. Wang, L. H. Koh, and F. H. Choo, "Intelligent eco-building management system," *IEEE 2015 IEEE International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (CYBER)*, Shenyang, China, 2015, pp. 229-233, doi:10.1109/CYBER.2015.7287940.