

# GIẢI PHÁP IoT ĐỂ GIÁM SÁT, ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG CÔNG CỘNG ĐÔ THỊ SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ LED TRÊN CƠ SỞ CÔNG NGHỆ LoRa

Hà Mạnh Đào<sup>1</sup>, Đỗ Xuân Hùng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, <sup>2</sup>Công ty cổ phần chiếu sáng Hà Nội

hmdao@ioit.ac.vn, daohm@hau.edu.vn

**TÓM TẮT:** Hiện nay do sự phát triển của công nghệ LED, do yêu cầu bức thiết việc tiết kiệm điện năng, các hệ thống chiếu sáng nói chung, hệ thống chiếu sáng công cộng nói riêng đang được thay thế bằng công nghệ đèn LED. Hệ thống chiếu sáng với công nghệ LED cho phép tiết kiệm điện năng hiệu quả, thời gian sống dài nhưng cũng đòi hỏi hệ thống giám sát, điều khiển phù hợp với đặc điểm của công nghệ đèn LED. Bài báo này đưa ra một giải pháp IoT trên cơ sở công nghệ LoRa cho phép thu thập dữ liệu, giám sát và điều khiển hệ thống chiếu sáng đô thị sử dụng công nghệ đèn LED. Qua quá trình thử nghiệm, hệ thống tỏ ra đáp ứng được yêu cầu của hệ thống và dễ dàng tích hợp với các công nghệ IoT khác.

**Từ khóa:** Công nghệ LED, hệ thống chiếu sáng công cộng, LoRa, LoRaWAN, HTCS\_LED.

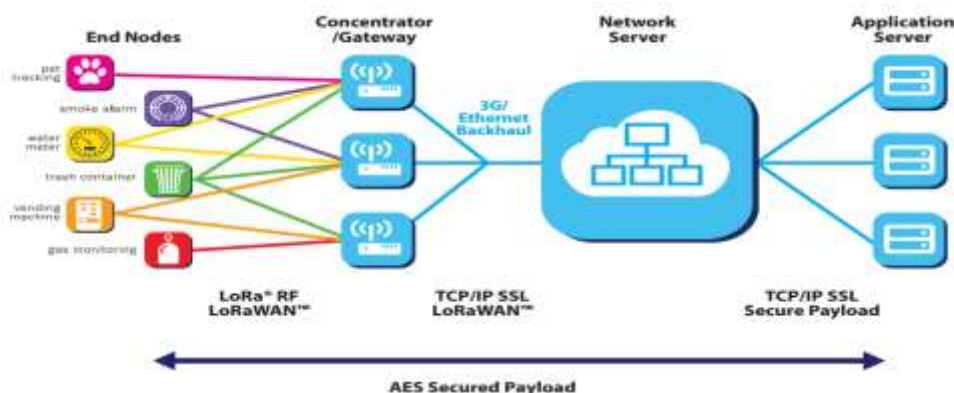
## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay các hệ thống chiếu sáng công cộng đang dần được thay thế bằng công nghệ LED vì công nghệ LED cho phép tiết kiệm điện năng, thời gian sử dụng kéo dài hơn các công nghệ truyền thống, giảm được ô nhiễm ánh sáng, tạo hệ thống giao thông an toàn hơn, giảm khí CO<sub>2</sub>, tránh độc hại do thủy ngân và dễ điều khiển. Ở Việt Nam, các hệ thống chiếu sáng công cộng tại các thành phố lớn như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh,... đang triển khai công nghệ này. Hệ thống chiếu sáng với công nghệ LED tích hợp với IoT cho phép giám sát và điều khiển hệ thống chiếu sáng mềm dẻo hơn, hiệu quả hơn và khắc phục được nhược điểm của các hệ thống đèn chiếu sáng truyền thống. Bài báo này đề xuất giải pháp IoT với công nghệ LoRa cho phép tạo ra một hệ thống HTCS\_LED hoàn chỉnh, hiệu quả, giảm giá thành và dễ dàng tích hợp với các hệ thống khác phù hợp với xu thế xây dựng các thành phố thông minh ở nước ta hiện nay. Hệ thống HTCS\_LED cho phép thu thập dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm, độ sáng, dòng, áp tiêu thụ và điều khiển công suất, đặt chế độ chiếu sáng của từng đèn LED trong hệ thống chiếu sáng công cộng. Từ đó hệ thống cho phép giám sát, điều khiển tự động hệ thống chiếu sáng công cộng hiệu quả, mềm dẻo, giảm chi phí và phù hợp với thực tế.

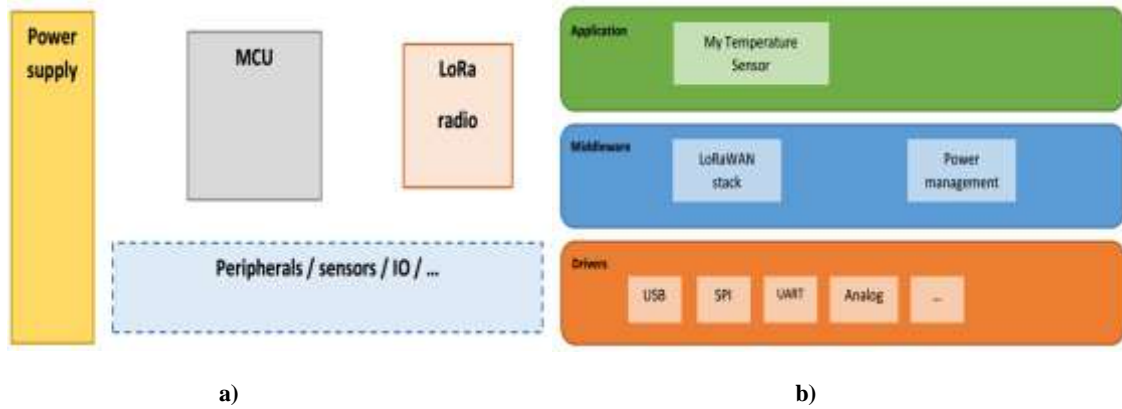
Phần còn lại của bài báo bao gồm: phần 2 trình bày giới thiệu về công nghệ IoT với LoRa, phần 3 đưa ra giải pháp thu thập dữ liệu giám sát và điều khiển tự động hệ thống chiếu sáng công cộng HTCS\_LED với công nghệ LED từ xa qua mạng LoRa, phần 4 là phần triển khai thử nghiệm, đánh giá và cuối cùng là phần 5 là phần kết luận.

## II. CÔNG NGHỆ IoT VỚI LoRa

LoRa là công nghệ được phát minh bởi Cycleo năm 2010 tại Pháp, sau đó được công ty Semtech mua lại vào năm 2012. LoRa là công nghệ với các modul vô tuyến được phát triển cho các ứng dụng có tốc độ thấp, tiêu thụ năng lượng thấp nhưng có khoảng cách truyền thông lớn có tốc độ truyền dữ liệu từ 0,3 kbps đến 50 kbps với độ rộng băng thông 125 Khz. LoRa cũng là công nghệ cho phép định vị mà không cần đến GPS và cũng là công nghệ cho phép triển khai ứng dụng với chi phí thấp. Trong kiến trúc LoRa lớp MAC được bổ sung để chuẩn hóa và mở rộng lớp truyền thông vật lý để phù hợp với mạng internet và được gọi là đặc tả LoRaWAN. LoRaWAN gồm các thành phần chủ chốt: trạm cơ sở hoặc Gateway (LRR, LRC),... máy chủ mạng LoRaWAN, hệ thống trợ giúp hoạt động (OSS) để giám sát và quản lý hệ thống mạng [1].



Hình 1. Kiến trúc mạng của LoRaWAN

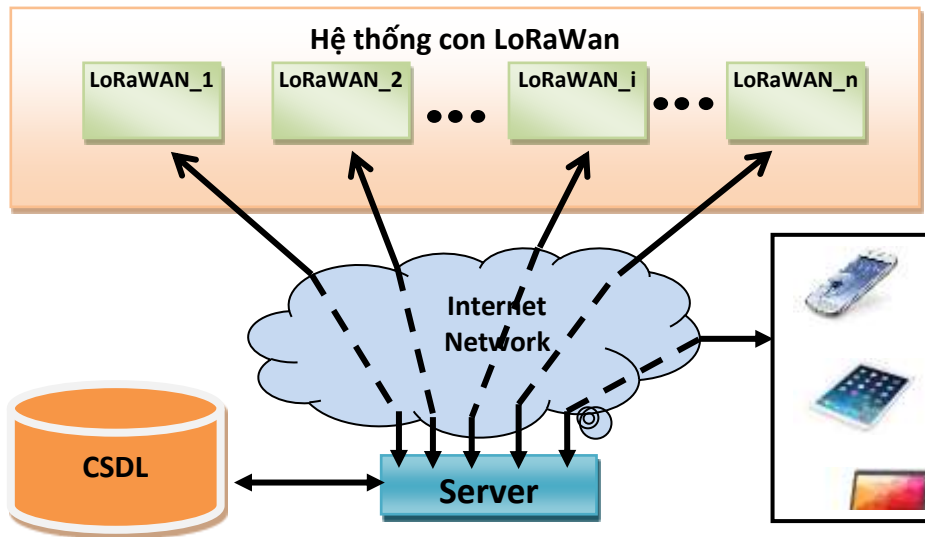


Hình 2. a) Kiến trúc phần cứng, b) Kiến trúc phần mềm

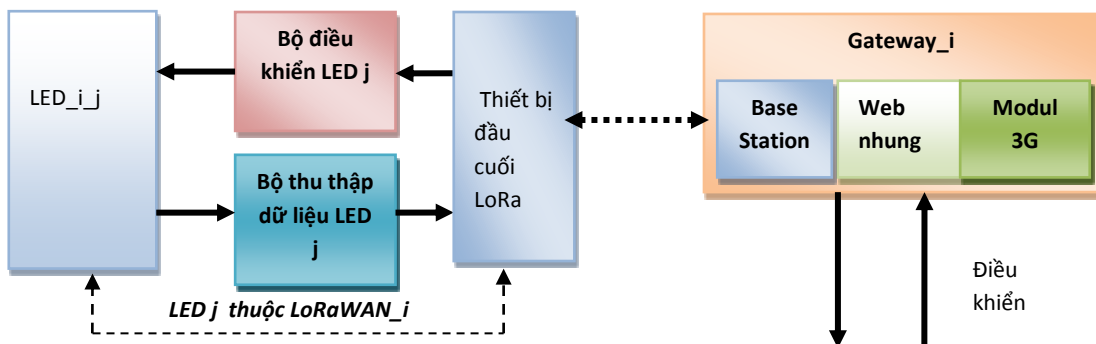
Kiến trúc của LoRaWAN [1] thể hiện như hình 1. Nó là một mạng kiểu “star-of-star”, trong đó Gateway có nhiệm vụ chuyển tiếp các thông điệp giữa các thiết bị đầu cuối và máy chủ của mạng lõi trung tâm. Tất cả các Gateway kết nối với máy chủ thông qua các kết nối IP chuẩn trong khi các thiết bị cuối sử dụng truyền thông LoRa kiểu sing-hop kết nối với 1 hoặc nhiều Gateway. Thiết bị đầu cuối LoRa có kiến trúc phần cứng và mềm điển hình như hình 2 [3]. Trong đó lớp Driver cung cấp các bộ thích nghi phần cứng (Adapter) và thực thi tất cả các trình điều khiển thiết bị để quản lý thiết bị ngoại vi. Lớp Middleware thực thi các thư viện giao thức truyền thông (LoRaWAN, 6LowPAN,...) và thực thi các trình điều khiển phức tạp như màn hình, GPS,... Và cuối cùng là lớp Application gồm các ứng dụng cụ thể.

### III. XÂY DỰNG HỆ THỐNG HTCS\_LED

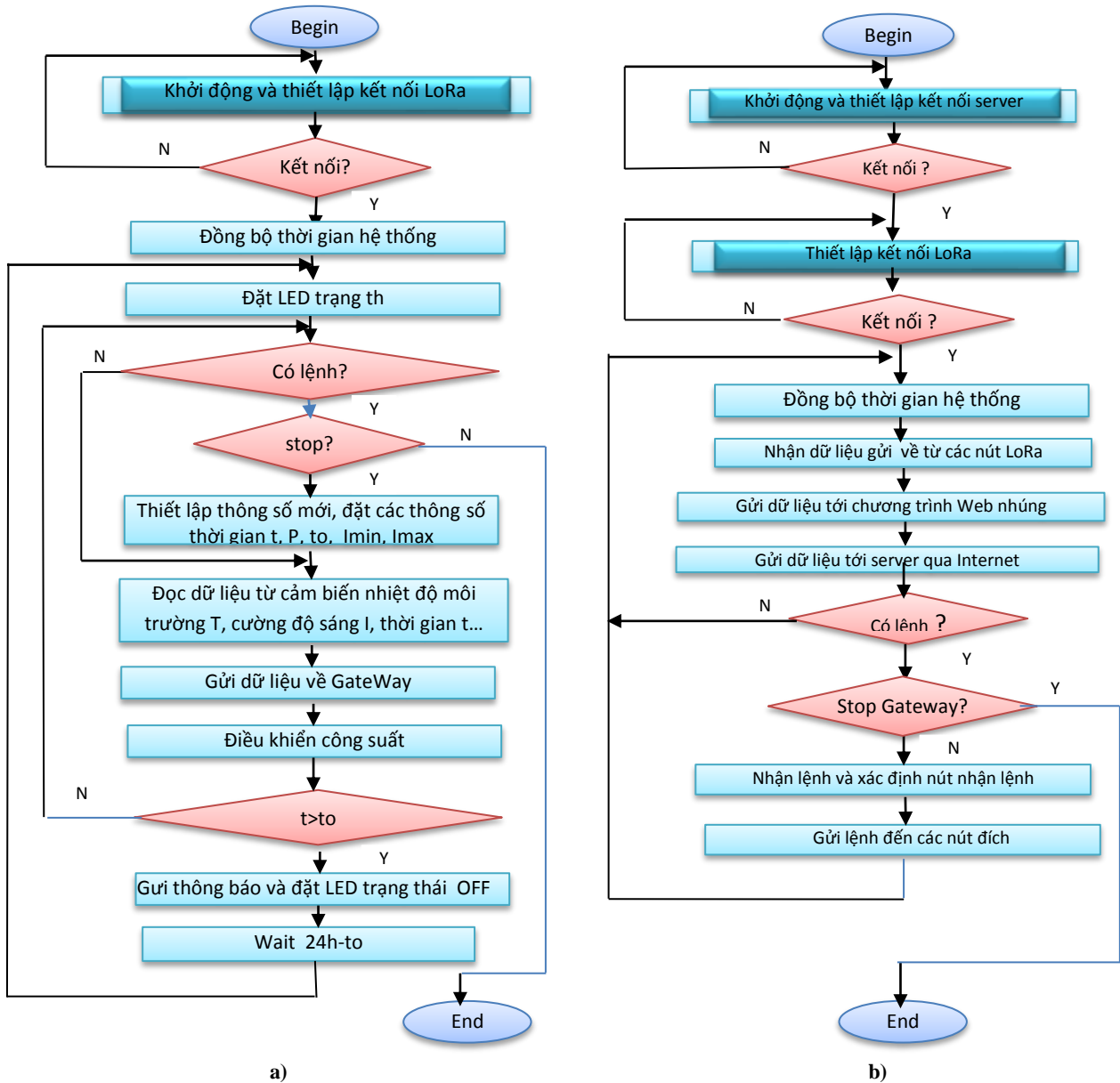
#### A. Hệ thống HTCS\_LED



Hình 3. Mô hình tổng quát hệ thống giám sát Hệ thống HTCS\_LED



Hình 4. Cấu trúc của hệ thống con HTCS\_LED\_i



Hình 5 . Lưu đồ thuật toán của các nút LoRa: a) Nút thiết bị cuối LoRa; b) Nút Gateway

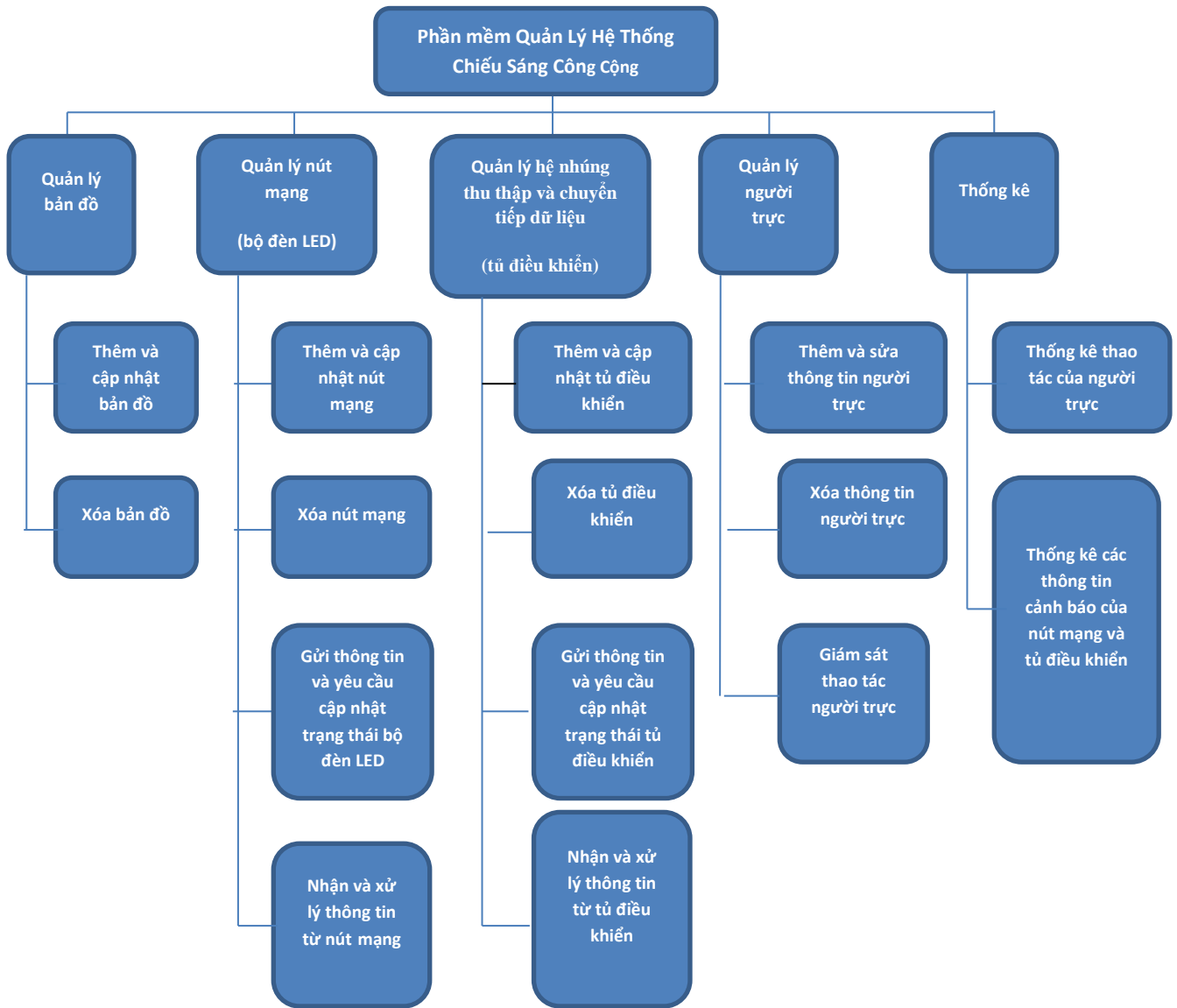
Mô hình hệ thống tổng quát của HTCS\_LED thể hiện như hình 3. Trong hệ thống này các khối LoraWAN<sub>i</sub> với  $i=1,2,\dots,n$  là các hệ thống con của các hệ thống chiếu sáng công cộng của từng tuyến đường hoặc khu vực. Dữ liệu thu thập từ các hệ thống con này được truyền qua mạng truyền thông GPRS hoặc 3G hoặc internet về máy chủ giám sát (server) và lưu trữ trong cơ sở dữ liệu. Người sử dụng có thể giám sát, điều khiển từ xa thông qua máy chủ hoặc trực tiếp qua các thiết bị đầu cuối như laptop, máy tính bảng, điện thoại di động,... Người giám sát cũng có thể gửi lệnh điều khiển từ xa trực tiếp tới các hệ thống con LoRaWAN<sub>i</sub> hoặc qua máy chủ.

Hệ thống con của LoRAWAN thứ  $i$  gồm các khối như hình 4. Nó gồm một mạng các nút LoRa gắn chặt với hệ thống chiếu sáng của một tuyến đường hoặc một đoạn hoặc một khu vực xác định. Mỗi đèn LED được gắn một nút LoRa với địa chỉ LoRa xác định. Mỗi nút LoRa có nhiệm vụ thu thập dữ liệu về độ sáng, dòng tiêu thụ điện áp, độ sáng, nhiệt độ, độ ẩm,... của mỗi LED gửi qua mạng LoRa về các GateWay (mỗi LED có thể gửi tới nhiều GateWay, mỗi tuyến đèn cũng có thể có nhiều GateWay) và gửi qua mạng internet hoặc qua mạng di động sử dụng công nghệ GPRS hoặc 3G về máy chủ. Tại máy chủ dữ liệu sẽ được xử lý, được sử dụng để giám sát và lưu trong cơ sở dữ liệu. Ngược lại các tín hiệu điều khiển gửi tới từ máy chủ hoặc người sử dụng qua thiết bị đầu cuối như laptop, máy tính bảng, điện thoại di động,... cũng được gửi qua mạng LoRa đến các bộ điều khiển của mỗi đèn để thiết lập các chế độ làm việc của mỗi đèn LED theo thời gian trong ngày, trong tuần.

**B. Phần mềm hệ thống HTCS\_LED**

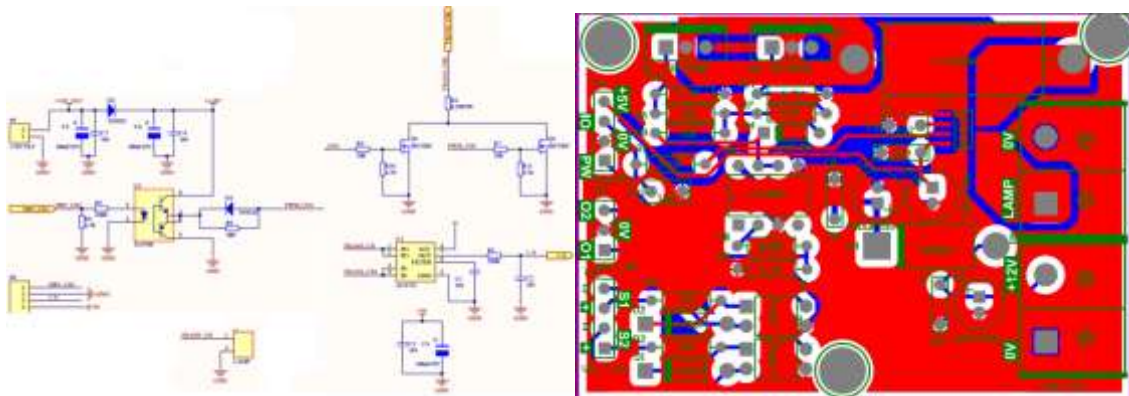
Hệ thống phần mềm bao gồm các phần mềm nhúng tại mỗi nút thiết bị đầu cuối LoRa được gắn với mỗi LED, phần mềm nhúng tại nút Gateway và phần mềm quản lý, giám sát và điều khiển tại máy chủ với công nghệ Webservice

kết hợp với Json. Hình 5 là lưu đồ thuật toán của phần mềm nhúng của thiết bị đầu cuối LoRa và một phần của Gateway. Hình 6 là sơ đồ chức năng của chương trình quản lý, giám sát và điều khiển tại máy chủ. Chương trình cho phép định vị LED và hiển thị trên Google Map; giám sát phát hiện thông báo LED bị hỏng hay bị già; thiết đặt thời gian bật/ tắt hệ thống chiếu sáng và điều khiển công suất theo lịch trong tuần, thời gian trong ngày và các tác vụ quản lý khác.



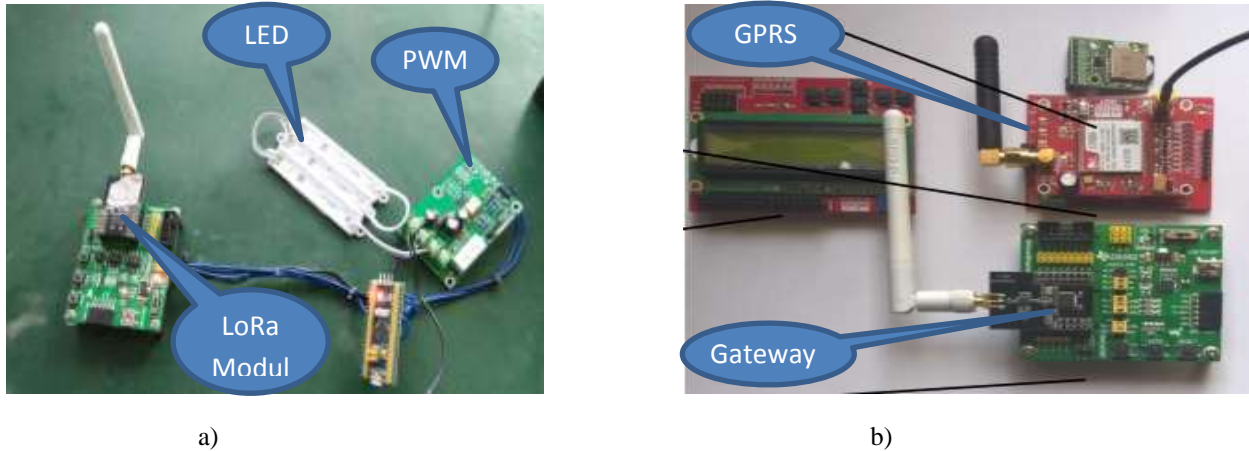
**Hình 6.** Sơ đồ chức năng của chương trình thu thập dữ liệu/giám sát, cảnh báo và điều khiển tại máy chủ

**IV. THỬ NGHIỆM**



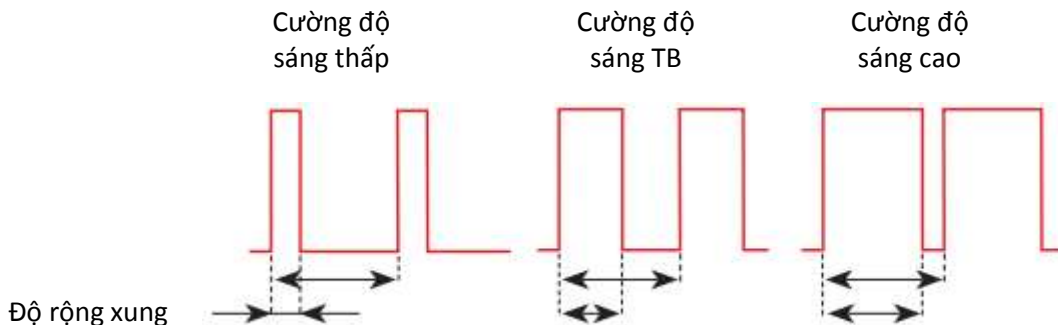
**Hình 7.** Bộ điều khiển công suất LED theo độ rộng xung PWM

Hệ thống thử nghiệm được xây dựng trên cơ sở các modul LoRa SX 1278 – 433 MHz với khoảng cách truyền thông vô tuyến tới 5000 m của nhà sản xuất SEMTECH. Hệ thống thử nghiệm với 2 nút LoRa, một nút Gateway với modul 3G cho phép kết nối internet tới máy chủ. Mạch điều khiển công suất LED sử dụng phương pháp điều chế độ rộng xung PWM để điều khiển công suất chiếu sáng của LED theo lịch đặt trước. Hình 7 là sơ đồ nguyên lý và mạch in mạch điều khiển theo phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM), hình 8 là một nút đầu cuối LoRa với LED. Hệ thống thử nghiệm đã thực hiện 2 kịch bản: Kịch bản 1 tiến hành thu thập dữ liệu là nhiệt độ, độ ẩm, dòng tiêu thụ, điện áp và độ sáng; kịch bản 2 tiến hành thiết lập lịch bật/ tắt, điều khiển công suất chiếu sáng thay đổi theo giờ. Các kịch bản đã thử nghiệm với các khoảng cách giữa nút cuối LoRa và Gateway khác nhau.



**Hình 8.** a) Nút thiết bị cuối LoRa b) Nút Gateway kết nối với máy chủ qua GPRS

Thực nghiệm tiến hành với đèn LED gồm 9 LED với thông số: Điện áp nguồn DC 12 V, công suất 2,7 W, nhiệt độ làm việc từ -30 đến 50 °C, hiệu suất 100 Lm/W, độ sáng 40 đến 47 Lm. Kết quả thử nghiệm với bộ điều khiển độ rộng xung có dạng xung (hình 9) biến đổi từ 60% đến 100% với 3 mức 60%, 80%, 100% cho kết quả bảng dữ liệu thu được một số thông số như bảng 1. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động tin cậy, đáp ứng được yêu cầu đặt ra.



**Hình 9.** Điều khiển cường độ sáng bằng độ rộng xung (PWM)

**Bảng 1.** Một số kết quả thực nghiệm

STT	Độ rộng xung	Điện áp	Công suất ra	Độ sáng	Nhiệt độ
1	60%	12	0.4715 W	26,8 Lm	28°C
2	80%	12	0.6191 W	35,4 Lm	28°C
3	100%	12	0.7085 W	45 Lm	28°C

#### IV. KẾT LUẬN

Giải pháp IoT với LoRa ứng dụng cho các hệ thống chiếu sáng công cộng LED thật sự là một giải pháp hiệu quả, mềm dẻo, giá thành hạ, an toàn và dễ dàng tích hợp với các hệ thống khác trong tiến trình xây dựng thành phố thông minh. Trong bài báo này tác giả đã tiến hành khảo sát hệ thống chiếu sáng thực tế (Hà Nội), đưa ra giải pháp, tiến hành xây dựng hệ thống thử nghiệm với công nghệ LED. Kết quả thực nghiệm đã cho thấy hoạt động của hệ thống đáng tin cậy, đáp ứng được yêu cầu và có thể triển khai trong các hệ thống chiếu sáng công cộng LED trong thực tế. Bước phát triển tiếp theo nhóm tác giả sẽ kết hợp với các công ty chiếu sáng đang triển khai công nghệ LED để thử nghiệm hệ thống HTCS\_LED vào hệ thống chiếu sáng công cộng thực tế và hoàn thiện hệ thống để có thể triển khai trước mắt trong các thành phố lớn ở Việt Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] LoRa Alliance, “LoRaWAN™ -What is it?”, A technical overview of LoRa® and LoRaWAN™ , Technical Marketing Workgroup 1.0, November 2015.
- [2] N. Sornin , M. Luis, T. Eirich, T. Kramp, O.Hersent, “LoRa Specification”, Copyright © 2015 LoRa Alliance, Inc.
- [3] Nicolas DUCROT, Dominique RAY, Ahmed SAADANI, “LoRa Device Developer Guide”, Orange Connected Objects & Partnerships, April 2016.
- [4] Semtech, “SX1272/3/6/7/8: LoRa Energy Consumption Design”, Application Note AN1200.17

## THE IoT SOLUTION FOR MONITORING AND CONTROL OF URBAN PUBLIC LIGHTING SYSTEMS USING LED TECHNOLOGY BASED ON LoRa TECHNOLOGY

**Ha Manh Dao, Do Xuan Hung**

**ABSTRACT:** *Currently, due to the development of LED technology, due to the urgent need of energy saving, lighting systems in general, the public lighting system in particular is being replaced by LED technology. Lighting systems with LED technology enable efficient power saving, long lifespan but also require monitoring and control system in accordance with the characteristics of LED technology. This article offers an IoT solution based on the LoRa technology that enables data collection, monitoring and control of urban lighting systems using LED technology. Throughout the testing process, the system proved to meet the requirements of the system and could integrate with other IoT technologies.*