

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO MẠCH GIÁM SÁT HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG LED DÙNG TRONG NÔNG NGHIỆP

Trần Văn Hiệp, Nguyễn Đăng Cơ, Trần Đức Huy, Lê Việt Cường,
Phạm Đức Thắng, Bùi Đình Tú*

Khoa Vật lý kỹ thuật và Công nghệ nano, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia
Hà Nội, Nhà E4, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội.

*Email: buidinhtu@gmail.com

Tóm tắt

Ứng dụng công nghệ cao đang là yêu cầu tất yếu của mỗi nền nông nghiệp hiện đại. Một điều kiện quan trọng và có tính tiên quyết trong thành công của nông nghiệp công nghệ cao đó là hệ thống chiếu sáng cung cấp photon ánh sáng cho quá trình quang hợp của cây xanh. Trong báo cáo này là kết quả thiết kế, chế tạo một hệ thống chiếu sáng thông minh được tính toán dựa trên việc thu nhận tín hiệu của cảm biến ánh sáng. Các cảm biến có thời gian đáp ứng < 100 ms, chuẩn hóa với hệ thống chiếu sáng LED tiêu chuẩn trong nông nghiệp (bước sóng 450 nm và 640 nm), được tích hợp với mạch giám sát và thử nghiệm tại Khoa Vật lý kỹ thuật và Công nghệ nano, Trường Đại học Công nghệ. Hệ thống được thiết kế dựa trên sự kết hợp giữa CPU nhúng thuộc họ ARM và vi điều khiển họ AVR cùng với các hệ thống SoC và được kết nối với mạng internet để thu nhận và xử lý tín hiệu. Hệ thống hoạt động ổn định ở các điều kiện khác nhau, phù hợp với khí hậu ở Việt Nam. Hệ thống thiết bị này cho phép giám sát và điều khiển tự động hệ thống chiếu sáng trong nông nghiệp và là một giải pháp tiết kiệm năng lượng nói chung.

Từ khóa: Cảm biến ánh sáng, LED, tiết kiệm năng lượng chiếu sáng.

GIỚI THIỆU

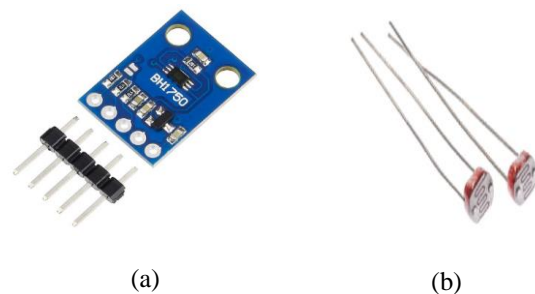
Ánh sáng là yếu tố quan trọng nhất cho sự sinh trưởng và sự phát triển của cây. Nó liên quan trực tiếp tới quá trình quang hợp của cây. Quá trình này biến các chất vô cơ, nước và khí CO₂ thành hợp chất hữu cơ tích lũy trong lá, hoa, quả, củ... phục vụ cho nhu cầu sống của con người và các động vật[1].

Các loài cây rau khác nhau có nhu cầu về ánh sáng khác nhau hay chu kỳ quang là khác nhau: các loại rau trồng vào mùa hè yêu cầu cường độ chiếu sáng mạnh, thời gian chiếu sáng dài, từ 12 tới 14 giờ mỗi ngày[2]. Trong khi đó các loại rau trồng vào mùa đông yêu cầu cường độ ánh sáng yếu hơn và thời gian chiếu sáng từ 6 đến 12 giờ mỗi ngày[2]. Do đó, trong nông nghiệp việc hiểu biết về chu kỳ quang của từng loại cây là một việc cần thiết để nâng cao năng suất cây trồng. Điều khiển được thời gian thu hoạch, chất lượng sản phẩm sau thu hoạch. Trong nghiên cứu này chúng tôi sẽ nghiên cứu, thiết kế mạch điều khiển, giám sát hệ thống chiếu sáng LED bằng việc sử dụng các cảm biến ánh sáng được chuẩn hóa với các LED nông nghiệp và được tích hợp trong các hệ thống vi xử lý nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng các hệ thống chiếu sáng LED ứng dụng với các loại cây trồng có giá trị cao phục vụ nền nông nghiệp hiện đại ở Việt Nam trong tương lai.

THỰC NGHIỆM

Khảo sát quang phổ của LED [3] nông nghiệp sử dụng hệ thiết bị quả cầu tích phân tích phân Gamma kiểm tra thông số quang của đèn LED nông nghiệp đã được thương mại hóa và sử dụng trong nông nghiệp ở các nước như Nhật, Israel.

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng quang trở thương mại và đồng thời để chuẩn hóa quang trở chúng tôi sử dụng module cảm biến ánh sáng BH1750 xem trên Hình 1.



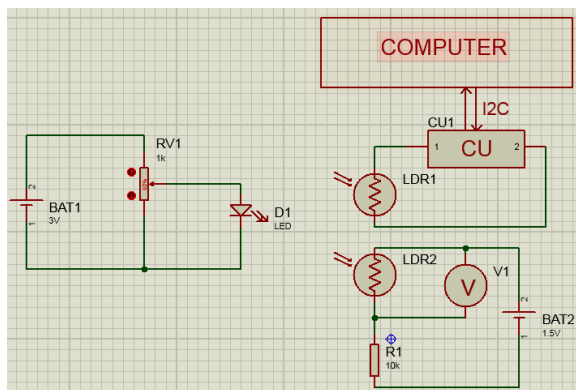
Hình 1: (a) Module cảm biến ánh sáng BH1750 và (b) một loại quang trở dựa trên hiệu ứng quang dẫn.

Một số thông số cơ bản của module BH1750:

- Giao tiếp I₂C (hỗ trợ chế độ f/s).
- Nhạy với ánh sáng trong vùng khả kiến (390-750 nm).

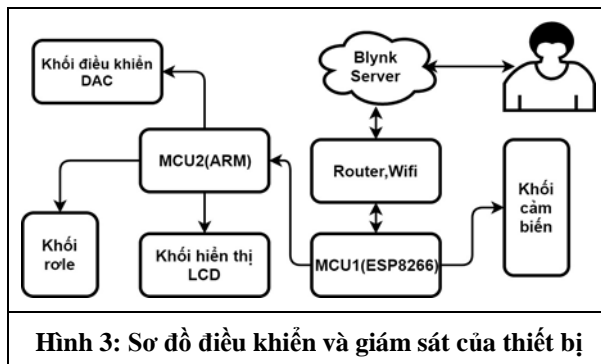
- Độ phân giải cao (1 – 65535 lx).
- Ảnh hưởng của hồng ngoại nhỏ.

Module BH1750 được ghép nối với máy tính cho tín hiệu ra đã được chuẩn hóa dưới dạng số. Quang trở được ghép nối tiếp với điện trở và mắc vào nguồn điện. Sau đó, chúng ta sẽ tiến hành đo sự thay đổi của điện trở của quang trở khi thay đổi độ sáng đèn LED bằng cách thay đổi biên trở RV1, ở đây ta sử dụng R1 có giá trị 9,84 kΩ. Đặt hệ trong buồng tối với LDR1 và LDR2 sát nhau trên mặt phẳng sao cho khoảng cách từ LDR1 và LDR2 đến nguồn sáng LED là như nhau, thay đổi giá trị RV1 xem sơ đồ trên Hình 2



Hình 2: Sơ đồ mắc mạch chuẩn hóa quang trở theo module cảm biến ánh sáng BH1750.

Dữ liệu từ cảm biến sẽ được xử lý bởi MCU1 (Module ESP8266) [4], cường độ ánh sáng, được gửi lên internet qua mạng wifi đến máy chủ của Blynk. Từ máy chủ của Blynk, người dùng sử dụng thiết bị di động thông minh có kết nối internet có thể truy cập vào để điều khiển và quan sát các thông số môi trường xem sơ đồ khối trên Hình 3.



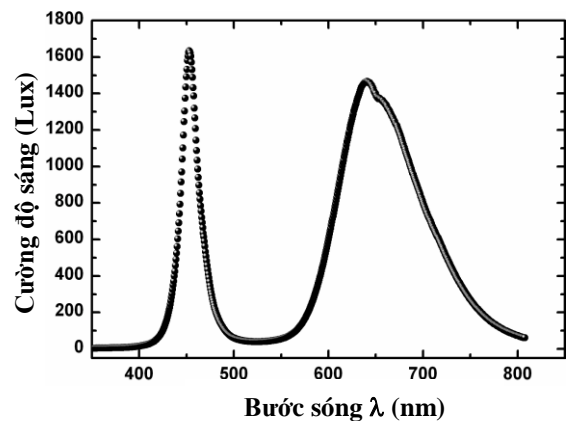
Hình 3: Sơ đồ điều khiển và giám sát của thiết bị

Mặt khác dữ liệu được xử lý ở MCU1 cũng được gửi đến MCU2 qua giao tiếp nối tiếp UART. Ở đây MCU2 sẽ so sánh các thông số ánh sáng với các giới hạn đã cài đặt từ đó đóng ngắt các rơ le để điều khiển các hệ thống dòng điện để thay đổi cường độ ánh sáng. Sau đó các thông số sẽ được hiển thị lên màn hình LCD.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

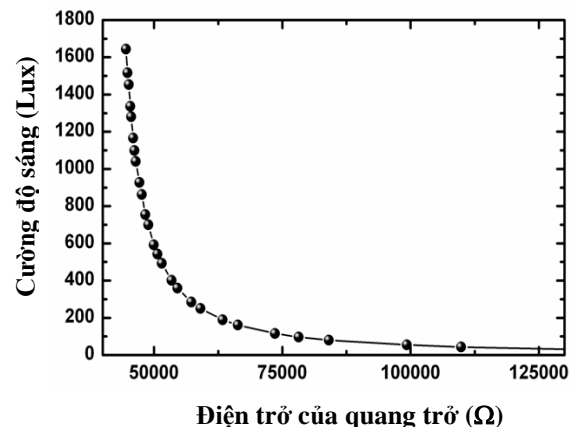
a. Kết quả khảo sát đèn LED

Trên Hình 4 là kết quả phép đo quang phổ của đèn LED dùng trong nông nghiệp. Kết quả chỉ ra rằng có 2 đỉnh bước sóng 450 nm và 640 nm tương ứng với 2 màu Blue và Red, đây là 2 bước sóng hoàn toàn phù hợp với quang phổ hấp thụ của lá cây là 440nm với chlorophyll-a và 652nm với với chlorophyll-b[5].



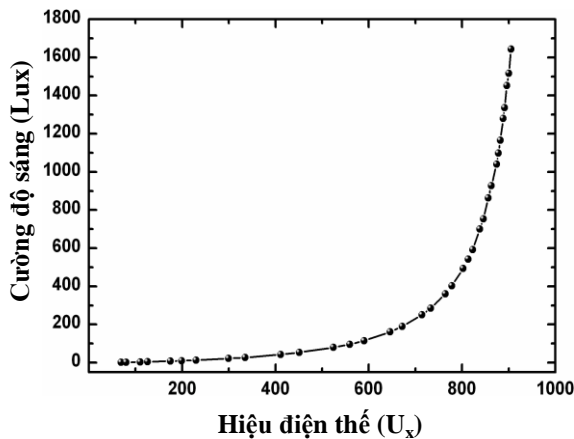
Hình 4: Quang phổ đèn LED trong nông nghiệp.

b. Chuẩn hóa quang trở



Hình 5: Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của điện trở của quang trở vào cường độ ánh sáng.

Trên Hình 5 biểu diễn sự phụ thuộc điện trở của quang trở vào cường độ ánh sáng đèn LED. Khi ở trong bóng tối (cường độ ánh sáng < 1 lux) quang trở có điện trở đến vài kΩ. Khi có ánh sáng, điện trở giảm xuống mức một vài trăm Ω và sự phụ thuộc của điện trở vào cường độ ánh sáng là không tuyến tính. Để thuận tiện cho quá trình tính toán trong MCU, ta xử lý số liệu thu được và tìm mối liên hệ giữa hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở R_1 là U_{R1} và cường độ ánh sáng đo được bằng module BH 1750.



Hình 6: Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa đại lượng U_x và cường độ ánh sáng

với: $U_{R1} = \frac{U_x}{5} \cdot 1024 (V)$

Từ đồ thị hình 5, chúng ta thấy rằng mối liên hệ giữa đại lượng U_x và cường độ ánh sáng không phải dạng đồ thị tuyến tính (Đa phần các loại quang trở không phụ thuộc tuyến tính vào cường độ ánh sáng[6]) mà có dạng ():

$$y = a \times \ln x + b$$

Giả sử cường độ ánh sáng đo được ở BH1750 là I_{BH1750} , sử dụng công cụ Fit của Excel ta thu được công thức biểu diễn sự phụ thuộc của hiệu điện thế U_x và cường độ ánh sáng:

$$U_x = 130,46 \times \ln(I_{BH1750}) - 36,15$$

Từ quá trình đo đạc và tính toán trong phần thực nghiệm chuẩn hóa cảm biến ánh sáng ta thu được công thức sự phụ thuộc của cường độ ánh sáng vào điện áp U_x :

$$I_R = e^{\frac{U_x - 36,15}{13,46}} (lux)$$

trong đó I_R là cường độ ánh sáng thu được bởi quang trở.

Do đặc trưng về dải nhạy của mỗi cảm biến là khác nhau nên việc quang trở được chuẩn hóa riêng cho đèn LED trong nông nghiệp sẽ không chính xác nếu sử dụng với ánh sáng LED chiếu sáng thông thường.

Dựa vào công thức thu được ta tiến hành tính toán các giới hạn ánh cường độ ánh trong code trước khi nhúng vào MCU.

c. Thử nghiệm

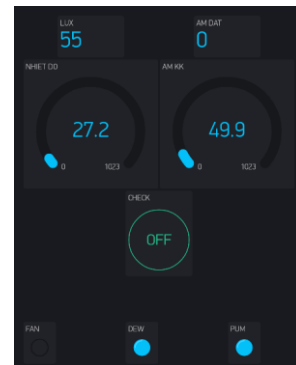
Các thông số đọc được từ cảm biến được hiển thị lên màn hình, quá trình nhận dữ liệu từ cảm biến được cập nhật 3 giây một lần. Việc hiển thị các

thông số trên màn hình LCD [7] thuận có thể không cần sử dụng mạng internet (Hình 7).



Hình 7: Màn hình LCD 1604 hiển thị các thông số môi trường (bao gồm ánh sáng).

Thời gian đáp ứng của cảm biến ánh sáng là tương đối nhanh (<100 ms).



Hình 8: Thử nghiệm đo thông số môi trường (ánh sáng) được hiển thị trên ứng dụng điện thoại thông minh.

Dữ liệu thu thập được từ cảm biến ngoài việc hiển thị trực tiếp trên thiết bị còn được gửi về máy chủ. Người dùng sử dụng điện thoại thông minh có thể tải ứng dụng và quan sát các thông số từ xa. Bằng phương pháp giám sát bằng điện thoại bước đầu cho thấy tốc độ gửi và nhận dữ liệu là rất ổn định (Tốc độ mạng kiểm tra tại có tốc độ tải về 1Mbps, tốc độ tải lên 1Mbps) (Hình 8).

Như vậy ta thấy ngoài việc sử dụng module với chức năng như một thiết bị ngoại tuyến (offline), ta có thể điều khiển và giám sát các thông số môi trường qua điện thoại thông minh, mà không yêu cầu sử dụng các gói tốc độ cao.

KẾT LUẬN

- Đã chế tạo thành công thiết bị giám sát và điều khiển một số thông số như cường độ ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm phục vụ trong sản xuất nông nghiệp công nghệ cao (bước sóng LED tại 2 đỉnh phổ là 450 nm và 640 nm. Thông qua mạng internet, hiển thị trực tiếp trên LCD. Các cảm biến đáp ứng nhanh với thời gian đáp ứng là nhỏ hơn 100 ms.

- Thiết bị có thể tích hợp các thuật toán để lập trình điều khiển phù hợp với từng loại cây trồng. Đóng ngắt từ xa, tự động thông qua mạng internet.

Lời cảm ơn

Công trình này được thực hiện tại khoa VLKT&CNNN, trường Đại học Công Nghệ-ĐHQGHN, PTN trọng điểm Micro&Nano-ĐHQGHN, hỗ trợ kinh phí từ đề tài cấp ĐHQG Mã số QG 16.26

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Trí Thông, Hồ Viết Duẩn, Dương Thị Thùy Trang, Lê Trọng Hữu Thông, Phạm Thị Thanh Ngân, Trần Thị Minh Trang, Nguyễn Thị Thanh Phương, Các nhân tố cấu thành hệ sinh thái môi trường quan giữa các cấu thành, Trường đại học Nông lâm Tp.HCM, tr 16. (2009)
2. Phan Ngọc Nhí, Ngô Thị Mỹ Hà, Nguyễn Thị Kiều Khuyên, Tống Thị Sa Non, Võ Thị Bích Thủy và Trần Thị Ba, Ảnh hưởng của loại đèn LED và thời gian chiếu sáng đến sự sinh trưởng và năng suất xà

lách thủy canh, Tạp chí Khoa học trường Đại Học Cần Thơ, tr 170-178. (2016)

3. Martin G., Muray K. Réti I., Diós J., Schanda J. (1990): Miniature Integrating SphereSilicon Detector Combination for LED Total Power Measurement, Measurement, pp. 84-89 (1990/8).
4. ESP8266EX Datasheet, Chapter 3- Functional Description, Espressif Inc, 2017, http://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
5. Gianfelice Cinque, Roberta Croce & Roberto Bassi, Absorption spectra of chlorophyll a and b in Lhcb protein environment, Kluwer Academic Publishers, pp. 236, pp. 239.(2000)
6. A. Dias Tavares , M. Muramatsu, Some Simple Experiments in Optics Using a Photo-Resistor, International Journal on Hands-on Science, pp. 86 (2008).
7. LCD Display Datasheet, Matrix Multimedia LCD Display, Users' guide, page 4-7,2007. <http://www.farnell.com/datasheets/58820.pdf>