



THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CƯỜNG ĐỘ CỦA LED ỨNG DỤNG TRONG GIÀN NUÔI CÂY MÔ

Nguyễn Như Bách², Đỗ Trọng Tấn¹, Nguyễn Ngọc Minh³

¹ Trung tâm Công nghệ Vi điện tử và Tin học, Viện Ứng dụng Công nghệ-NACENTECH

² Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

³ Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

Ngày nhận: 10/01/2017

Ngày sửa chữa: 18/02/2017

Ngày xét duyệt: 15/03/2017

Tóm tắt:

Bài báo trình bày về nghiên cứu, thiết kế bộ điều khiển chiếu sáng sử dụng LED ứng dụng trong giàn nuôi cây mô. Việc chiếu sáng bằng ánh sáng đơn sắc với cường độ ánh sáng phù hợp sẽ mang lại hiệu suất năng lượng sinh học cao từ đó kích thích sự phát triển của cây trồng hơn so với các loại bóng đèn truyền thống khác. Trong bài báo này sẽ trình bày thiết kế bộ điều khiển khiến cho giàn đèn LED có công suất 24W (24 bóng đèn 1W) với các tính năng bao gồm: điều khiển cường độ ánh sáng của giàn đèn, hiển thị thời gian; thiết lập chu trình nuôi cấy, lưu trữ, xuất dữ liệu phục vụ công tác nghiên cứu báo cáo.

Từ khóa: LED nuôi cấy mô, Driver LED, Phương pháp điều khiển dòng.

Chữ viết tắt

LED	Light Emitting Diode
PWM	Pulse-width modulation
KH&CN	Khoa Học Công Nghệ

1. Phần mở đầu

Nuôi cấy mô, tế bào thực vật là khái niệm chung cho tất cả các loại nuôi cấy nguyên liệu thực vật hoàn toàn sạch các vi sinh vật, trên môi trường dinh dưỡng nhân tạo, trong điều kiện vô trùng. Các kỹ thuật khác nhau trong nuôi cấy mô tế bào thực vật có thể cung cấp những lợi thế nhất định so với phương pháp nhân giống truyền thống không có được như: Nhân nhanh giống cây trồng ở quy mô công nghiệp kể cả trên đối tượng khó nhân bằng phương pháp thông thường với hệ số nhân rất cao và cho ra các cá thể hoàn toàn đồng nhất về mặt di truyền, đồng đều về kích thước [1]. Một trong những yếu tố có vai trò quyết định tác động đến sự phát triển của mô là ánh sáng. Với mỗi phương pháp nuôi cấy mô, mỗi loại đối tượng cây, mỗi giai đoạn sinh trưởng lại cần mức độ chiếu sáng khác nhau nhằm cung cấp đủ lượng ánh sáng cho cây quang hợp. Đối với thực vật, trong quang phổ hấp thụ của diệp lục, có hai vùng ánh sáng mà diệp lục hấp thụ mạnh nhất tạo nên hai đỉnh hấp thụ cực đại. Đó là vùng ánh sáng đỏ với cực đại là 662 nm và vùng ánh sáng xanh tím với cực đại là 430 nm. Do vậy việc sử dụng nguồn sáng thông thường trong chiếu sáng phòng nuôi cấy mô hiện nay không phải là giải pháp tối ưu giúp cây sinh trưởng tốt. Hơn nữa, đặc điểm chiếu sáng trong phòng nuôi cấy mô là sử dụng 100% ánh sáng nhân tạo, thời gian chiếu

sáng liên tục 24/24 giờ. Vấn đề đặt ra là cần nghiên cứu xây dựng những giải pháp chiếu sáng khoa học, hiệu quả, vừa đảm bảo yêu cầu tiết kiệm điện vừa đảm bảo sự sinh trưởng, phát triển và hệ số nhân của cây nhân giống giúp nâng cao năng suất, hiệu quả kinh tế [2]. Hiện nay có nhiều trung tâm, các viện nghiên cứu đã nghiên cứu và áp dụng các hệ thống giàn nuôi cấy mô chiếu sáng bằng LED như ở trung tâm Ứng dụng KH&CN Lâm Đồng, Trung tâm phát triển công nghệ cao – Viện Hàn Lâm khoa học công nghệ hay công ty Rạng Đông. Tuy nhiên, các hệ giàn nuôi cấy mô đang được sử dụng chủ yếu mới tập trung vào chiếu sáng đủ cho một giống cây trồng và được cấp nguồn trực tiếp, không ứng dụng các bộ điều khiển. Cường độ sáng của từng giàn đèn thường được đặt cố định bằng cách thay đổi số lượng các bóng trong một giàn và nhiều hạn chế khác. Qua những phân tích, đánh giá trên ta thấy việc thiết kế một bộ điều khiển có thể tạo ra các nguồn sáng có phổ ánh sáng thích hợp với phổ nhạy cảm của cây trồng, đem lại hiệu quả chiếu sáng cao trong nuôi cấy mô là cần thiết. Hệ thống điều khiển cho giàn nuôi cấy mô cần đảm bảo một số yêu cầu sau: Điều khiển giàn đèn có công suất 24W với nhiều mức cường độ ánh sáng phù hợp cho từng giai đoạn phát triển của mô cây, giám sát và hiển thị cường độ sáng, có thể cài đặt chu trình sáng theo thời gian và truyền thông.

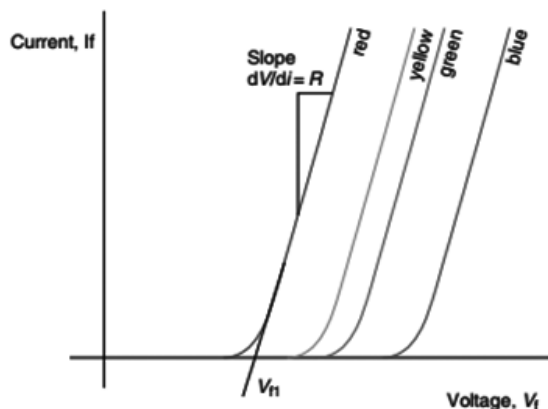
2. Nội dung chính

2.1. Tổng quan về điều khiển cường độ sáng LED

Nguyên lý hoạt động của LED giống như nhiều loại Diode bán dẫn khác và có đường đặc tính Volt-Ampe như Hình 1. Tùy vào từng loại LED mà

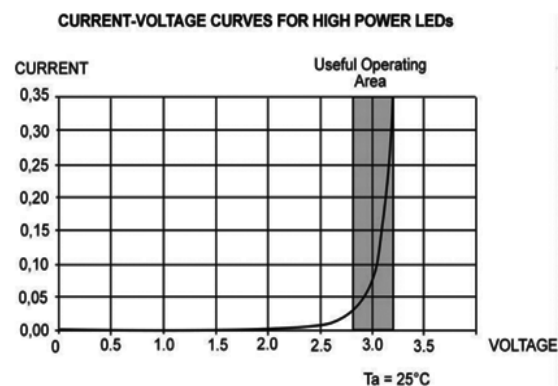
điện áp phân cực thuận khác nhau. Đối với LED thường thì điện áp phân cực thuận khoảng 1,5V đến 2,5V. Với mỗi loại LED khác nhau lại có một điện áp phân cực khác nhau như LED đỏ 2V, Led xanh 3,5 V[3].

Đặc tuyến điện áp – dòng điện của LED là một hàm không tuyến tính. Nếu ở một điện áp thấp dưới ngưỡng cho phép thì Diot trong LED sẽ không thông và LED sẽ không sáng.

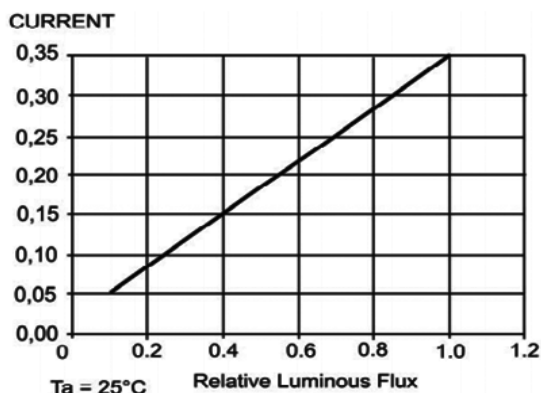


Hình 1. Đặc tính Volt-Ampe của đèn LED [3]

Bởi vậy, khi tăng dần điện áp cấp vào LED đến một ngưỡng nào đó thì LED sẽ bắt đầu sáng và dòng điện đi qua LED sẽ tăng nhanh. Sau đó, nếu tiếp tục tăng điện áp thì nhiệt độ LED sẽ tăng nhanh và dẫn đến cháy LED. Để LEDs có thể hoạt động tốt, cần điều khiển LED trong vùng hoạt động của nó (Hình 1) [4]. Thêm nữa, vùng điện áp hoạt động của mỗi LED khác nhau lại khác nhau (cho dù những LED đó cùng lô sản xuất và nhà cung cấp). Hầu hết các LED công suất tuy chung một loại nhưng đều có giá trị điện áp rơi V_f dao động trong khoảng 20% giá trị danh định [4]. Tuy nhiên, đặc tuyến giữa cường độ sáng và dòng điện đi qua LED lại là một hàm tuyến tính và không có khác biệt nhiều giữa các đèn LED thuộc cùng một lô sản xuất. Điều này được thể hiện ở (Hình 3).



Hình 2. Vùng hoạt động của một LED công suất [4]

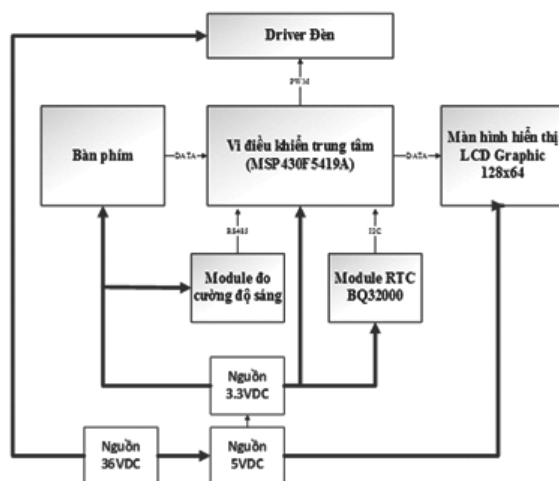


Hình 3. Đường đặc tuyến của dòng điện và cường độ sáng của LED [4]

Từ các phân tích trên nhóm tác giả đã đưa ra phương pháp điều khiển tối ưu cho LED công suất là phương pháp điều khiển dòng. Khi đó bộ điều khiển sẽ tự động điều chỉnh điện áp đầu ra để giữ cho dòng điện đi qua LED luôn là một hằng số, từ đó sẽ ổn định được cường độ sáng của bóng đèn. Phương pháp này có thể áp dụng được với từng bóng LED riêng lẻ hoặc đối với các LED mắc nối tiếp nhau. Bởi vì, khi dòng điện qua LED được giữ ổn định thì chúng sẽ có cường độ sáng như nhau cho dù điện áp rơi trên từng đèn LED có khác nhau.

2.2. Thiết kế bộ điều khiển cường độ sáng LED

Từ những phân tích trên, nhóm nghiên cứu đã đưa ra được sơ đồ khối bộ điều khiển giàn nuôi cấy mô như Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ khối bộ điều khiển giàn nuôi cấy mô

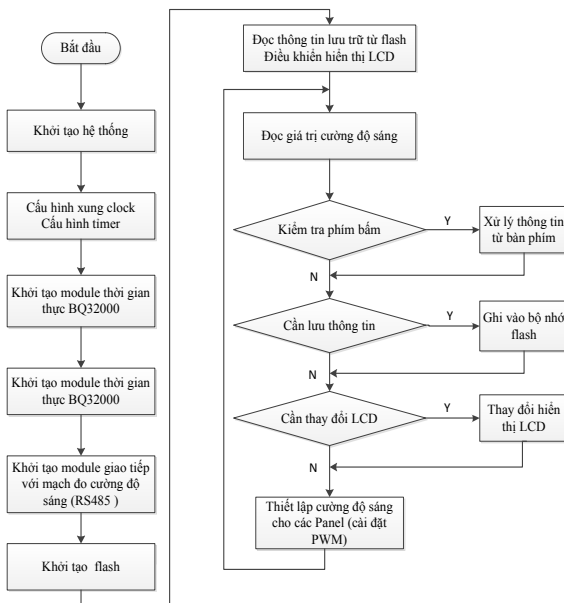
Hoạt động của bộ điều khiển giàn đèn là khi dữ liệu điều khiển được nhập từ bàn phím sẽ được vi xử lý trung tâm tính toán xử lý và đưa ra tín hiệu điều khiển tương ứng với mức cường độ sáng cần thiết của giàn đèn để điều khiển bộ driver đèn. Trong thiết kế này, nhóm nghiên cứu đã tiến hành

thiết kế bộ driver cho giàn đèn sử dụng IC LM3406 của hãng Texas Instrument với các ưu điểm sau: IC tích hợp sẵn bộ biến đổi buck, sử dụng phương pháp điều khiển dòng, cho đầu ra ổn định.

Để đảm bảo tín hiệu dòng điện qua các nhánh mắc song song của giàn đèn cân bằng nhau, nhóm đã sử dụng thêm mạch mirror current đã được trình bày ở tài liệu [4]. Tín hiệu điều khiển cho bộ driver là tín hiệu PWM từ bộ điều khiển cường độ sáng. Vì xử lý được lựa chọn là vi điều khiển MSP430F5419A với ưu điểm là tốc độ xử lý nhanh (tần số có thể lên đến 25MHz), tiêu thụ điện thấp (tiêu thụ 230µA ở tần số 8MHz), có ngoại vi đủ lớn để giao tiếp với các ngoại vi bên ngoài như BQ3200, Bàn phím, Màn hình LCD Graph 128x64.

2.3. Xây dựng phần mềm cho hệ điều khiển giàn nuôi cấy mô sử dụng LED

Việc xây dựng lưu đồ thuật toán và lập trình cho bộ điều khiển giàn nuôi cấy mô phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của thiết bị bao gồm: hiển thị thông tin cường độ sáng của mỗi panel đèn, đọc và hiển thị thời gian thực lên màn hình, điều khiển cường độ sáng cho từng giàn đèn khi có lệnh điều khiển, có chế độ cài đặt thời gian, cài đặt cường độ sáng cho từng panel đèn.

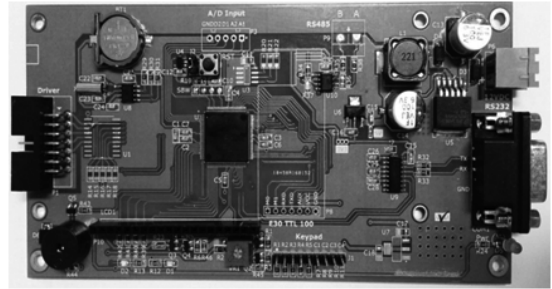


Hình 5. Lưu đồ thuật toán chương trình chính của bộ điều khiển

3. Kết quả và thảo luận

Sau khi nghiên cứu và thiết kế, nhóm thực hiện đã chế tạo bộ điều khiển cường độ sáng cho giàn nuôi cấy mô sử dụng LED (hình 6, hình 7). Để đánh giá chất lượng của bộ điều khiển, nhóm tiến

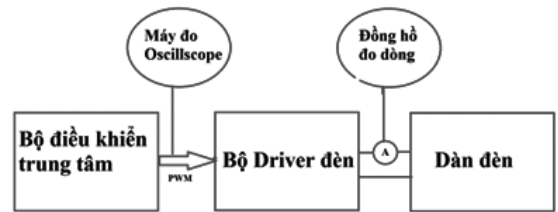
hành đo và đánh giá tín hiệu xung điều khiển PWM và cường độ dòng điện đi qua giàn đèn. Sơ đồ đo, thử nghiệm được hệ hiện như Hình 8.



Hình 6. Mạch in khối điều khiển chính

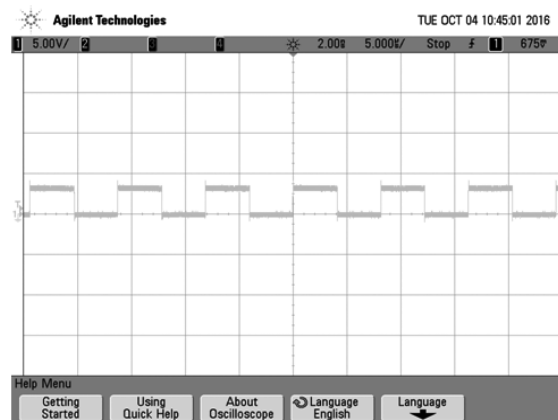


Hình 7. Bộ điều khiển cường độ sáng giàn đèn nuôi cấy mô

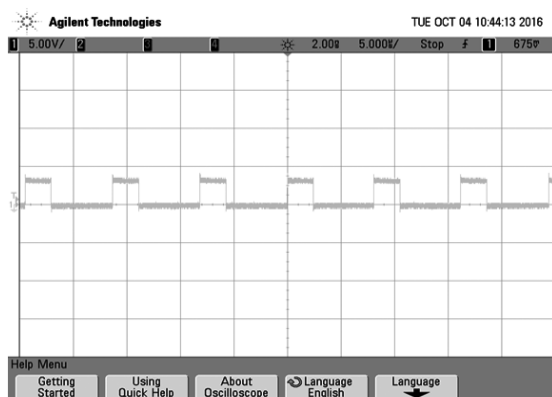


Hình 8. Sơ đồ đo thử nghiệm các thông số bộ điều khiển

Kết quả đo tín hiệu xung được thực hiện trên máy Oscilloscope MSO7054B cho ra chất lượng tốt, ổn định, các giá trị PWM đúng so với giá trị đặt (Hình 9), (Hình 10).



Hình 9. Đồ thị xung PWM với tỉ lệ 50:50



Hình 10. Đồ thị xung PWM với tỉ lệ 30:70

Giàn đèn được sử dụng trong bài báo này có công suất 24W (24 bóng LED 1W), chia làm 2 nhánh mắc song song (mỗi nhánh 12 bóng LED 1W). Nhóm tác giả đã tiến hành đo và đánh giá chất lượng dòng điều khiển của bộ driver, dòng điện của từng nhánh đèn LED và cho ra kết quả như Bảng.

Bảng 1. Bảng đo cường độ dòng khi lắp bộ điều khiển

Tỉ lệ pwm (On:Off) (1)	Dòng tổng (A) (2)	Dòng nhánh 1 (A) (3)	Dòng nhánh 2 (A) (4)	Sai lệch (3)– (4)
30:70	0.195	0.091	0.095	0.004
50:50	0.331	0.160	0.169	0.009
70:30	0.450	0.222	0.228	0.008
100:1	0.658	0.328	0.331	0.005

Bảng 1 cho ta thấy độ sai lệch dòng giữa các nhánh là rất nhỏ điều đó chứng tỏ bộ driver đèn sử dụng IC LM3406 kết hợp với mạch mirror current có thể điều khiển cường độ dòng điện các nhánh đèn LED mắc song song với giá trị chênh lệch rất nhỏ.

Bộ điều khiển cường độ sáng giàn đèn đã được lắp đặt thử nghiệm tại Trung tâm Sinh học thực nghiệm (Hình 11).

Tài liệu tham khảo

- [1]. Ngô Xuân Bình, “Nuôi cấy mô tế bào thực vật cơ sở lý luận và ứng dụng”, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2010.
- [2]. Giải pháp chiếu sáng trong nuôi cấy mô (In_vitro) – Tiết kiệm năng lượng, kích thích sinh trưởng. Truy cập 30.8.2016, <http://www.rangdongvn.com/vi/he-thong-giai-phap/chieu-sang-nong-nghiep-cong-nghe-cao/giai-phap-chieu-sang-trong-nuoi-cay-mo-in_vitro-%E2%80%93-tiet-kiem-nang-luong-kich-thich-sinh-truong-id-7619.aspx>
- [3]. S. Winder, “Power Supplies for LED Driving”, Newnes, 2008.
- [4]. S. Roberts, “High Power LED and RCD Applications Guide”, Recom Technical Manager, Europe.



Hình 11. Thử nghiệm bộ điều khiển chiếu sáng trên Trung tâm Sinh học thực nghiệm

Sau thời gian thử nghiệm, bộ điều khiển cường độ sáng hoạt động ổn định trong thời gian dài (từ 3/16-9/16) và chất lượng cây con trong nuôi cấy mô bằng hệ đèn LED cho ra kết quả tốt hơn so với chiếu sáng đèn huỳnh quang thông thường thể hiện qua Bảng 2.

Bảng 2. Bảng so sánh ảnh hưởng các điều kiện chiếu sáng đến chất lượng cây Đẳng sâm trong giai đoạn nhân nhanh

Điều kiện chiếu sáng	Số chồi	Chiều cao chồi	Đặc điểm hình thái
Tối hoàn toàn	9.1	3.5	Các chồi mọc khá thưa, chồi nhỏ, màu trắng
Đèn huỳnh quang	19.5	5.0	Chồi mọc dày, chồi nhỏ, thấp và yếu
Dàn đèn LED	25.9	6.7	Cụm chồi dày và nhiều chồi mập, khỏe, màu xanh đậm

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã trình bày được thiết kế bộ điều khiển cường độ sáng LED sử dụng trong nuôi cấy mô và đã ứng dụng thành công trong việc nuôi cấy mô tại Trung tâm Sinh học thực nghiệm – Viện Ứng dụng Công nghệ. Kết quả nghiên cứu mở ra hướng đi mới trong việc nhân rộng bộ điều khiển cường độ sáng đèn LED ứng dụng cho các phòng nuôi cấy mô trong nước giúp nâng cao chất lượng chiếu sáng trong nuôi cấy mô.

[5]. Lutron, “Dimming LEDs via PWM and CCR”.

[6]. O. Semiconductor, “AND9041/D - Designing High-Efficiency LED Driver Circuits using the NCL30051”.

DESIGNING THE LIGHT INTENSITY CONTROLLER SYSTEM FOR THE LED ARRAY WITH APPLICATION IN PLANT TISSUE

Abstract:

The paper presents the LED illumination control system that is applied in plant tissue culture. Monochromatic light illuminating with appropriate light intensity will produce high bio-energy efficiency that in turn stimulates the growth of the plant than other types of conventional bulb. This article presents a light controller system for LED arrays with power of 24W (24 bulbs 1W) which features: controlling the light intensity of LED arrays, displaying real time; being able to set up process of cultivation, saving and exporting data for research report.

Keywords: LED tissue cultivation, Driver LED, Current control method.