

CHẾ TẠO THIẾT BỊ ĐO ĐẶC TRƯNG MỘT SỐ LINH KIỆN BÁN DẪN PHỤC VỤ TRONG HỌC TẬP VÀ GIẢNG DẠY

Trần Đức Huy, Lê Việt Cường, Trần Văn Hiệp, Nguyễn Đăng Cơ, Nguyễn Ngọc Huyền, Bùi Đình Tú

Khoa Vật lý kỹ thuật và Công nghệ nano, Trường Đại học Công Nghệ
Đại học Quốc gia Hà Nội, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Email: cmcbkit@gmail.com

Tóm tắt

Thiết bị được thiết kế dựa trên vi điều khiển Atmega328 kết hợp với mạch cấp dòng và thu nhận tín hiệu điện áp từ các linh kiện bán dẫn và được ghép nối với máy tính để thu nhận và xử lý tín hiệu thông qua cổng giao tiếp chuẩn UART và phần mềm Labview. Thiết bị sẽ xác định giá trị $U_{ngưỡng}$ của các linh kiện bán dẫn và bước sóng của các linh kiện phát quang, pin mặt trời. Công suất tiêu thụ của thiết bị $\sim 0.3W/h$, độ chính xác của thiết bị so với các thiết bị thương mại nhập khẩu (giá thành rất cao) có sai số 10 nm khi đo giá trị bước sóng và 0.1 mV khi đo giá trị $U_{ngưỡng}$ của các linh kiện bán dẫn

Từ khóa: Từ khóa: thiết bị đo bước sóng, đo I(V), chiếu sáng nông nghiệp

GIỚI THIỆU

Linh kiện bán dẫn là một linh kiện quan trọng xuất hiện trong hầu hết các thiết bị điện tử ngày nay. Việc đo đặc các thông số đặc trưng I(V) của chúng giúp chúng ta hiểu được một số tính chất của linh kiện bán dẫn như vật liệu, bước sóng, góc mở [1,2]. Có rất nhiều các phương pháp đo có thể kể đến như các máy đo được ghép nối hệ thống máy tính của Keithley và một số các thiết bị đo đơn giản phục vụ trong phòng thí nghiệm. Các phương pháp này đều có những nhược điểm: thiết bị đắt tiền (chỉ có thể trang bị trong các phòng thí nghiệm). Để khắc phục những nhược điểm trên, chúng tôi đã xây dựng bộ thiết bị đo đặc trưng I(V) cầm tay. Một sản phẩm nhỏ gọn, tiện ích và có thể đáp ứng trong học tập và giảng dạy tại các trường trung học phổ thông, cao đẳng và đại học.

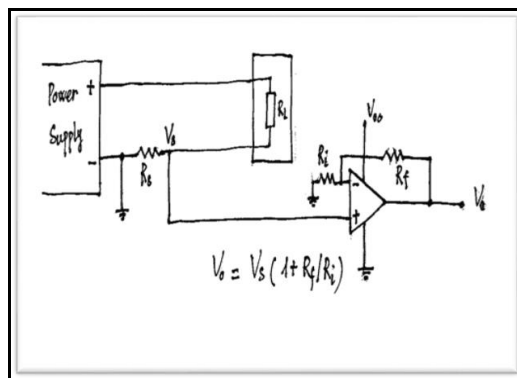
THỰC NGHIỆM

AVR là một họ vi điều khiển do hãng Atmel sản xuất [3, 4]. AVR là chip vi điều khiển 8 bits với cấu trúc tập lệnh đơn giản hóa-RISC (Reduced Instruction Set Computer), một kiểu cấu trúc đang thể hiện ưu thế trong các bộ xử lý.

So với các chip vi điều khiển 8 bits khác, AVR có nhiều đặc tính hơn hẳn, hơn cả trong tính ứng dụng (dễ sử dụng) và đặc biệt là về chức năng:

Thiết bị lập trình cho AVR rất đơn giản, có loại mạch nạp chỉ cần vài điện trở là có thể làm

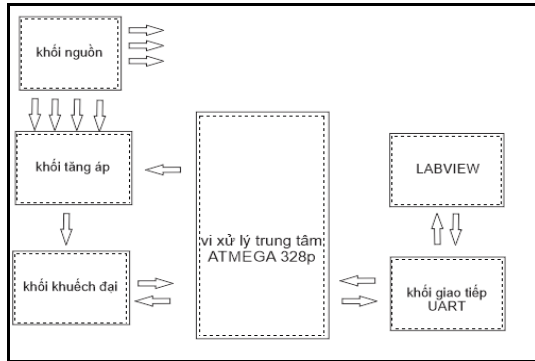
được. Một số AVR còn hỗ trợ lập trình on-chip bằng bootloader không cần mạch nạp.



Hình 1: Nguyên lý đo dòng một chiều của tải

Vi điều khiển (chip AVR) thường không có ngõ cụ thể để đo dòng điện, nhưng chúng có các kênh ADC qua đó chúng ta có thể đo tín hiệu điện áp trong một khoảng nhất định. Có nghĩa là dòng một chiều có thể được đo gián tiếp thông qua kênh ADC của vi điều khiển bằng cách chuyển từ việc đo dòng điện sang thành đo điện thế. Cách đơn giản nhất để làm việc này là đặt một điện trở mắc nối trên đường cả dòng điện và đo điện áp giữa hai đầu của điện trở. Nhưng còn có một vấn đề, đó là nếu thêm một điện trở vào mạch thì nó cũng sẽ làm thay đổi dòng điện ban đầu chúng ta cần đo. Do đó chúng ta phải sử dụng một điện trở có giá trị rất nhỏ để dòng điện không bị thay đổi quá nhiều. Tùy thuộc vào giá trị của dòng điện bạn muốn đo mà chọn điện trở có các thông số phù hợp.

Trong mạch trên, R_s là điện trở có giá trị thấp (0.22Ω) được mắc nối tiếp với điện trở tải. Chúng ta đang cần phải đo dòng điện tải (I). Điện áp thấp giữa hai đầu R_s được gia tăng lên bởi mạch khuếch đại không đảo. Với $R_f=10K$ và $R_i=1.0K$, dòng điện của R_s sẽ được gia tăng lên khoảng 11 lần ($11 = \frac{10+1}{1}$).



Hình 2: Sơ đồ hệ thống thiết bị.

Mạch sẽ được kết nối với máy tính thông qua giao tiếp UART để gửi nhận tín hiệu dưới sự điều khiển của phần mềm Labview – phần mềm được dùng nhiều trong các phòng thí nghiệm, lĩnh vực khoa học kỹ thuật như tự động hóa, điều khiển, điện tử, cơ điện tử, hàng không, hóa sinh, điện tử, y sinh,... Xem sơ đồ khối của thiết bị trên hình 2.

Với phương pháp hồi quy tuyến tính cho phép ta xác định được hiệu điện thế ngưỡng của các linh kiện bán dẫn từ đường đặc trưng $I(V)$. Để xác định đường thẳng $y=ax+b$ ta chọn đoạn đồ thị tuyến tính trên đường đặc trưng $I(V)$ của đèn led.

Để tiện lợi cho việc xác định U_{ng} ta quy ước:

$y=U, x=1$, đồ thị cắt trục tung ở đâu thì đó là U_{ng} hay $U_{ng} = b$

Tính a, b theo công thức:

$$a = \frac{n \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i y_i - \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i \sum_{i=1 \rightarrow n} y_i}{n \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i^2 - (\sum_{i=1 \rightarrow n} x_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} x_i^2 \sum_{i=1 \rightarrow n} y_i^2 - \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i y_i}{n \sum_{i=1 \rightarrow n} x_i^2 - (\sum_{i=1 \rightarrow n} x_i)^2} (*)$$

$$b = U_{ng}$$

Sai số của U_{ng} được tính theo công thức:

$$\frac{\Delta U_{ng}}{U_{ng}} = 2(1-r)$$

Trong đó r là hệ số tương quan được tính theo công thức:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2)(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2)}}$$

Với led, laser khi xác định được U_{ng} ta có thể nội suy ngược ra bước sóng ánh sáng phát ra bằng công thức $\frac{hc}{\lambda} = eU_{ng}$

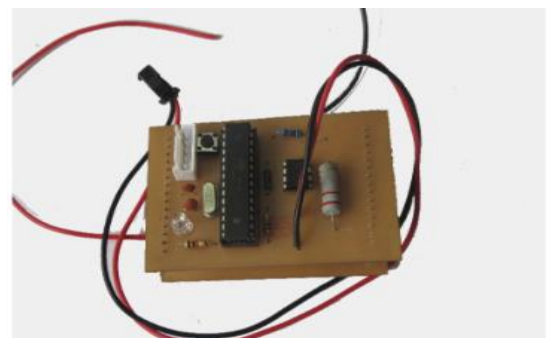
Kết quả đo đạc được so sánh và hiệu chỉnh bằng hệ thống máy Keithley 2700 và quả cầu tích phân LCS-100 đặt tại phòng thí nghiệm thuộc khoa VLKT-Đại học Công nghệ, ĐHQGHN.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

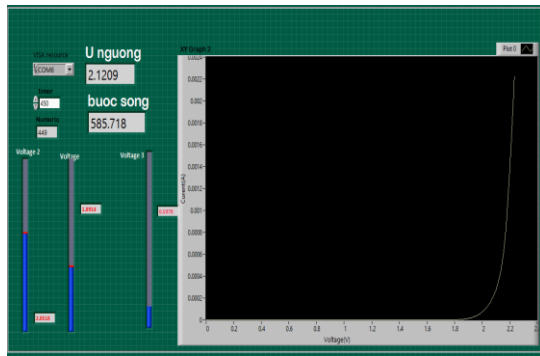
Sau thời gian nghiên cứu, nhóm đã chế tạo thành công thiết bị đo đặc trưng một số linh kiện bán dẫn.

Mạch được thiết kế theo kiểu tầng 2 lớp giúp tối giản không gian. Nguyên mẫu được thiết kế theo phương pháp thủ công xem trên hình 3.

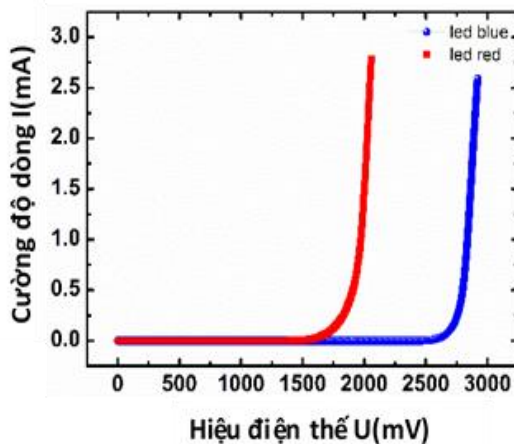
Các thông số như U_{ng} , bước sóng và đặc trưng $I(v)$ được thể hiện trực quan trên màn hình xem hình 4.



Hình 3: Mạch hoàn thiện của sản phẩm.

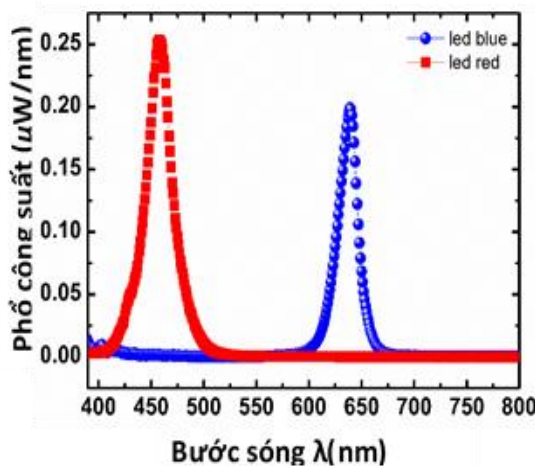


Hình 4: Giao diện thiết kế bằng phần mềm Labview.



Hình 5. Đặc trưng I(v) của bóng X1 (led xanh dương) và bóng X2 (led đỏ) đo bằng thiết bị.

Khi cường độ dòng điện bắt đầu nhảy vọt ($\Delta y > 0.05$) ta coi đó là điểm bắt đầu để lấy giá trị đưa vào công thức (*) để xây dựng đường tuyến tính hóa và tìm giá trị của U_{ng} từ đó nội suy ra bước sóng. Tất cả công việc này được thực hiện bằng thuật toán sử dụng phần mềm LabView.



Hình 6: Phổ phân bố công suất phụ thuộc vào bước sóng đo bằng quả cầu Tích phân LCS-100.

Khi so sánh với quả cầu tích ta có bảng kết quả bước sóng đo được (đơn vị nm)

Bảng 1: Kết quả bước sóng đo được (nm)

	Led đỏ	Led xanh dương
LCS-100	640	462
Thiết bị chế tạo	640	457

Kết quả khi so sánh hai phép đo với 2 thiết bị trên cùng một linh kiện Led chỉ ra rằng, độ sai lệch khoảng 10 nm khi đo giá trị bước sóng và 0.1 mV khi đo giá trị U_{ng} của các linh kiện bán dẫn.

KẾT LUẬN

Trong thời gian nghiên cứu, nhóm đã thiết kế, chế tạo và thiết bị chế tạo ra thiết bị đo đặc trưng của một số linh kiện như laser, diode, led với độ chính xác cao so với các thiết bị của hãng, sai khác nhỏ ($< 10\text{nm}$). Thiết bị chế tạo có ưu điểm có thể xuất ra các dữ liệu của linh kiện như điện áp ngưỡng, bước sóng (led, laser), công suất của linh kiện mà một số thiết bị hiện có tại phòng thí nghiệm không thực hiện được. Thiết bị ngoài việc xác định ngưỡng của các linh kiện bán dẫn, Laser, diode, transistor thì còn xác định bước sóng của các linh kiện phát quang.

Lời cảm ơn

Công trình này được thực hiện tại khoa VLKT&CNN, Trường Đại học Công nghệ-ĐHQGHN, PTN trọng điểm Micro&Nano-ĐHQGHN, và sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài cấp ĐHQG mã số QG 16.26.

Tài liệu tham khảo

1. Martin G., Muray K. Réti I., Diós J., Schanda J. (1990): Miniature Integrating Sphere Silicon Detector Combination for LED Total Power Measurement, Measurement 1990/8, pp. 84-89.
2. Nguyễn Năng Định - Đại cương khoa học vật liệu.
3. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/21897b.pdf>.
4. <http://www.atmel.com/images/Atmel-0856-AVR-Instruction-Set-Manual.pdf>.