

CHẾ TẠO BỘ THÍ NGHIỆM ĐO ĐẶC TỰ ĐỘNG ĐẶC TUYẾN VOLT - AMPERE MỘT SỐ LINH KIỆN ĐIỆN TỬ NHẪM PHỤC VỤ GIẢNG DẠY VẬT LÝ 11 TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

Nhận bài:

11 – 06 – 2018

Chấp nhận đăng:

20 – 08 – 2018

<http://jshe.ued.udn.vn/>

Nguyễn Tấn Phát^a, Phan Nhật Huân^b, Trần Thanh Phương^b, Ngô Minh Nhật^b, Nguyễn Lâm Duy^b

Tóm tắt: Trong chương trình Vật lý 11 trung học phổ thông, kiến thức về định luật Ohm và đặc tuyến Volt - Ampere của diode, transistor là những kiến thức quan trọng nhưng lại trừu tượng và khó giảng giải cho học sinh. Trong báo cáo này, một bộ thí nghiệm được chế tạo với khả năng đo đặc tự động đặc tuyến Volt - Ampere của điện trở, diode và transistor trong khoảng thời gian ngắn với độ chính xác cao và có thể kết nối với máy vi tính thông qua bluetooth. Các số liệu đo đặc được cập nhật liên tục và biểu diễn trên giao diện máy vi tính nên học sinh có thể quan sát trực tiếp đặc tuyến Volt - Ampere của các linh kiện nhằm rút ra nhận xét và kết luận, qua đó kích thích sự hứng thú của học sinh trong giờ học và góp phần phát triển năng lực thực nghiệm cho học sinh.

Từ khóa: đặc tuyến Volt - Ampere; vi điều khiển; tự động; Bluetooth.

1. Giới thiệu

Thí nghiệm đóng vai trò rất quan trọng trong Vật lý nói riêng và các môn khoa học tự nhiên nói chung, giúp cho con người thấu hiểu được bản chất của các hiện tượng thực tế đang xảy ra xung quanh chúng ta [3]. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng, việc giảng dạy Vật lý thông qua các thí nghiệm giúp học sinh tiếp thu kiến thức tốt hơn so với các phương pháp truyền thống, đặc biệt là với các nội dung khó và trừu tượng [1, 2]. Ngoài ra, việc kết hợp giảng dạy Vật lý thông qua thí nghiệm còn giúp học sinh rèn luyện các kỹ năng thực hành và góp phần phát triển năng lực khoa học, năng lực thực nghiệm và phát triển trí tuệ cho học sinh [2]. Trong chương trình Vật lý lớp 11 THPT, phần Điện học đóng vai trò rất quan trọng và chiếm phần lớn nội dung của chương trình. Trong số đó, các kiến thức về định luật Ohm, đặc tuyến Volt - Ampere của diode và transistor là các kiến thức khó hình dung và tương đối trừu tượng, do đó cần phải có những bộ thí nghiệm để hỗ trợ cho việc giảng

day. Hiện nay, trong và ngoài nước đã nghiên cứu và xây dựng các bộ thí nghiệm nhằm phục vụ cho việc giảng dạy các nội dung kiến thức này có thể kể đến như bộ thí nghiệm khảo sát đặc tuyến của diode và transistor của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh [4] và Trường Đại học Thủ Dầu Một [5], hay bộ thí nghiệm của hãng sản xuất thiết bị giáo dục nước ngoài Phywe. Hai bộ thí nghiệm trong nước có cấu tạo đơn giản, thực hiện thí nghiệm hoàn toàn thủ công, đòi hỏi phải lắp ráp mạch điện tương đối phức tạp và không kết nối được với máy vi tính. Ngược lại, bộ thí nghiệm của nước ngoài có khả năng ghi nhận dữ liệu tự động nhưng có giá thành rất cao, do đó cũng không phù hợp với điều kiện giảng dạy ở Việt Nam.

Dựa trên quá trình phân tích những ưu và nhược điểm của các sản phẩm hiện có, ứng dụng những thành tựu của khoa học kỹ thuật, đặc biệt là công nghệ vi điều khiển và kết nối không dây, báo cáo này trình bày việc nghiên cứu và chế tạo một bộ thí nghiệm có khả năng đo đặc tự động đặc tuyến Volt - Ampere của một số linh kiện điện tử (điện trở, diode, transistor) trong khoảng thời gian ngắn (1 phút/thí nghiệm), có khả năng kết nối với máy vi tính thông qua Bluetooth nhằm tương tác với người sử dụng. Với bộ thí nghiệm này, giáo viên có thể

^{a,b}Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh

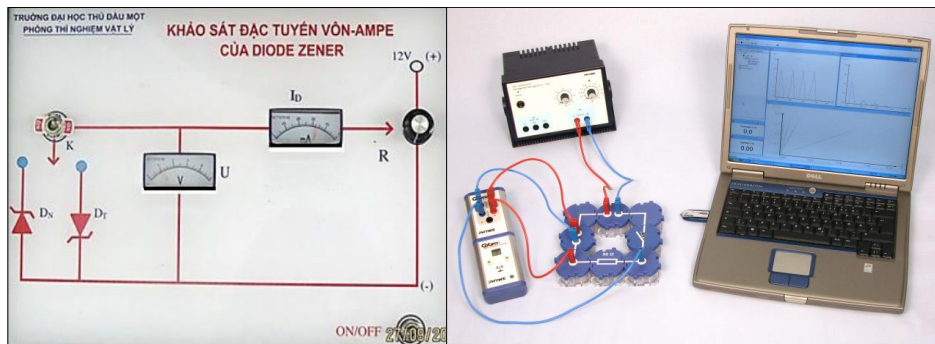
* Liên hệ tác giả

Nguyễn Tấn Phát

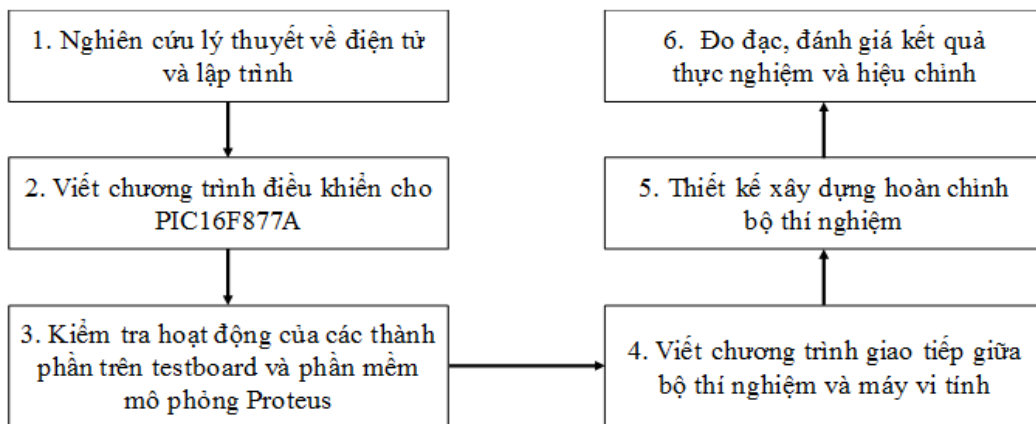
Email: phatnt@hcmup.edu.vn

thực hiện các thí nghiệm ngay tại lớp học, kết quả đo đạc được hiển thị trực tiếp dưới dạng đồ thị do đó học sinh có thể quan sát quá trình đo và rút ra nhận xét, kết

luận. Điều này không những giúp phát triển tư duy cho học sinh mà còn kích thích sự hứng thú trong học tập và góp phần phát triển năng lực thực nghiệm cho học sinh.



Hình 1. (a) Bộ thí nghiệm khảo sát đặc tuyến Volt - Ampere của diode zener của Trường Đại học Thủ Dầu Một [5] và (b) bộ thí nghiệm khảo sát định luật Ohm của Pyhwe



Hình 2. Tóm tắt quá trình nghiên cứu, xây dựng bộ thí nghiệm

2. Nội dung nghiên cứu

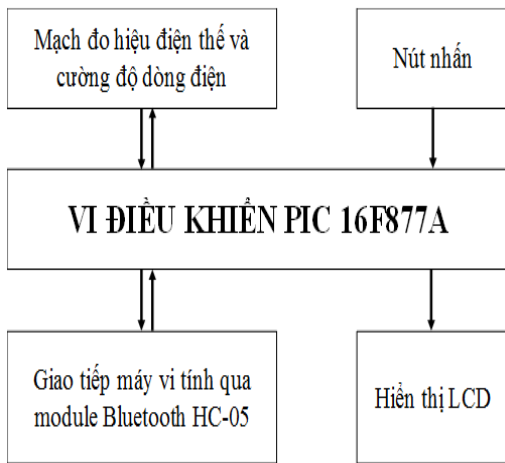
2.1. Phương pháp nghiên cứu

Bộ thí nghiệm được xây dựng trên cơ sở phân tích những ưu và nhược điểm của các sản phẩm cùng loại hiện có ở trong và ngoài nước, cùng với sự tiếp thu ý kiến đóng góp của các chuyên gia trong lĩnh vực điện tử tự động để hình thành ý tưởng ban đầu và phát thảo mô hình của bộ thí nghiệm. Sau đó, dựa trên phương pháp thực nghiệm và những kiến thức về điện tử và tự động hoá, bộ thí nghiệm được xây dựng theo quy trình được tóm tắt như Hình 2.

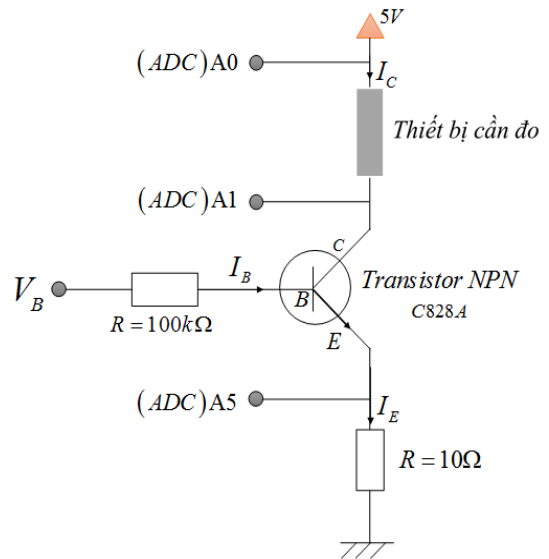
2.2. Cấu trúc và hoạt động của bộ thí nghiệm

2.2.1. Cấu trúc của bộ thí nghiệm

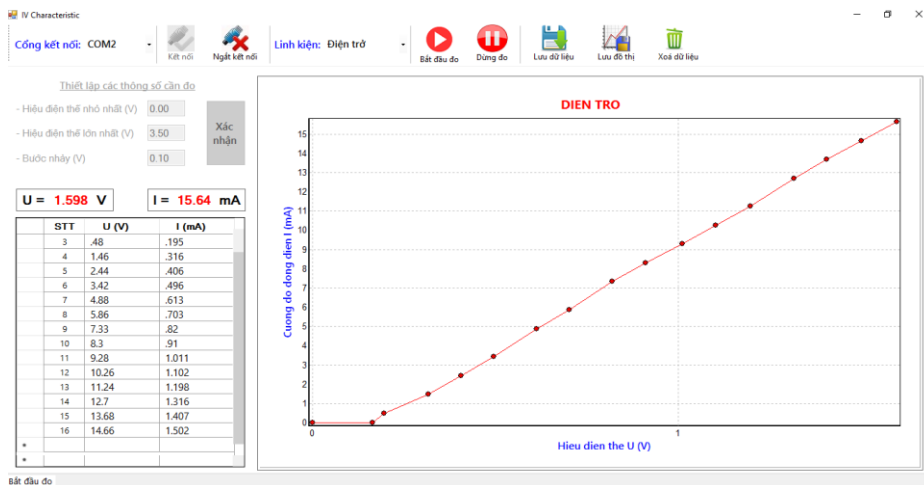
Vi điều khiển PIC16F877A đóng vai trò là trung tâm điều khiển, có nhiệm vụ nhận các thông số của quá trình đo đạc (linh kiện cần đo, hiệu điện thế cần đo nhỏ nhất và lớn nhất, bước nhảy điện thế) do người dùng quy định từ phần mềm máy vi tính hoặc từ các nút nhấn trên bề mặt của hộp thí nghiệm, sau đó điều khiển mạch đo để xuất ra các giá trị hiệu điện thế mong muốn, đo cường độ dòng điện qua linh kiện rồi gửi cập giá trị đo đạc được lên máy vi tính và hiển thị lên màn hình LCD.



Hình 3. Cấu trúc của bộ thí nghiệm



Hình 4. Sơ đồ mạch đo hiệu điện thế và cường độ dòng điện của linh kiện điện tử



Hình 5. Chương trình giao tiếp với người sử dụng trên máy vi tính

2.2.2. Mạch điện tử đo hiệu điện thế và cường độ dòng điện

Để xây dựng đặc tuyến Volt - Ampere của một linh kiện, ta đặt một hiệu điện thế U vào hai đầu của linh kiện rồi đo cường độ dòng điện I qua linh kiện đó. Mạch điện tử để đo hiệu điện thế và cường độ dòng điện qua một linh kiện điện tử có cấu tạo như Hình 4. Bằng cách thay đổi điện thế V_B tại chân B của transistor lưỡng cực (BJT) loại NPN (mã số C828A) thông qua IC DAC0808, ta làm thay đổi dòng I_C qua linh kiện cần đo, nghĩa là làm thay đổi hiệu điện thế giữa hai đầu của linh kiện đó. Giá trị hiệu điện thế giữa hai đầu linh kiện được ghi nhận thông qua bộ chuyển

đổi tín hiệu tương tự - số (ADC - Analog to Digital Converter) của vi điều khiển PIC16F877A. Vì dòng I_B có giá trị rất nhỏ nên có thể xem gần đúng I_C ; I_E và do đó bằng cách sử dụng bộ ADC của vi điều khiển, ta có thể xác định được điện thế tại chân E của transistor, nghĩa là xác định được dòng I_E qua điện trở 10Ω .

2.2.3. Giao diện giao tiếp với người sử dụng trên máy vi tính

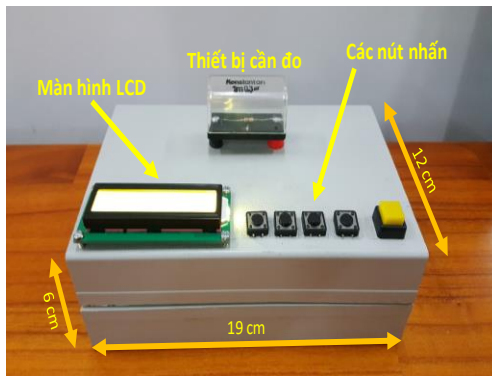
Bộ thí nghiệm có thể kết nối không dây với máy vi tính thông qua Bluetooth bằng module HC-05. Một phần mềm được xây dựng trên nền tảng Visual Basic (Hình 5)

nhằm phục vụ cho việc tương tác của người sử dụng với bộ thí nghiệm. Chương trình được xây dựng tương đối đơn giản nhưng đầy đủ các chức năng cần thiết. Người dùng có thể thiết lập các thông số cho quá trình đo đặc tuyến Volt - Ampere của một linh kiện điện tử, cũng như quan sát trực tiếp quá trình đo đặc khi các dữ liệu được cập nhật liên tục và tự động lên đồ thị. Bằng cách này, học sinh có thể quan sát được dạng đồ thị và tự rút ra được các kiến thức về định luật Ohm cũng như dạng đặc tuyến Volt - Ampere của diode và transistor.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Bộ thí nghiệm hoàn chỉnh

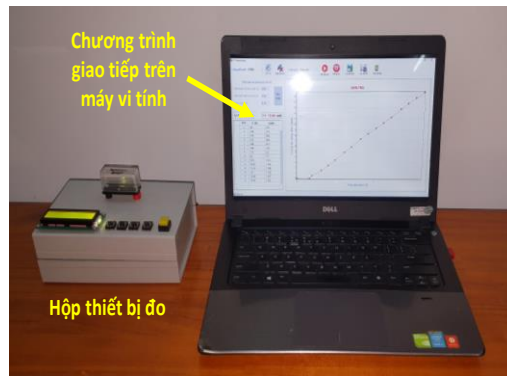
Bộ thí nghiệm được đặt trong một hộp có kích thước nhỏ gọn (19x12x6cm) như Hình 6. Các linh kiện



(điện trở, diode, transistor) được đóng gói trong các hộp và có thể cắm trực tiếp lên trên bề mặt hộp thí nghiệm. Bộ thí nghiệm sử dụng nguồn điện 220V dân dụng.

Bộ thí nghiệm này có thể hoạt động ở hai chế độ: thủ công và tự động. Ở chế độ thủ công, người dùng thiết lập các thông số của quá trình đo đặc tuyến thông qua các nút nhấn, các kết quả đo đặc được hiển thị trên màn hình LCD. Ngược lại, trong chế độ tự động, phần mềm máy vi tính là nơi thiết lập các thông số đo đặc và đồng thời hiển thị kết quả đo đặc đặc tuyến Volt - Ampere dưới dạng đồ thị.

Để đánh giá hoạt động và mức độ chính xác, bộ thí nghiệm được sử dụng để đo đặc tuyến Volt - Ampere của các điện trở, diode và transistor đã biết trước thông số của nhà sản xuất.



Hình 6. (a) Bộ thí nghiệm hoàn chỉnh và (b) khi kết nối máy vi tính qua Bluetooth

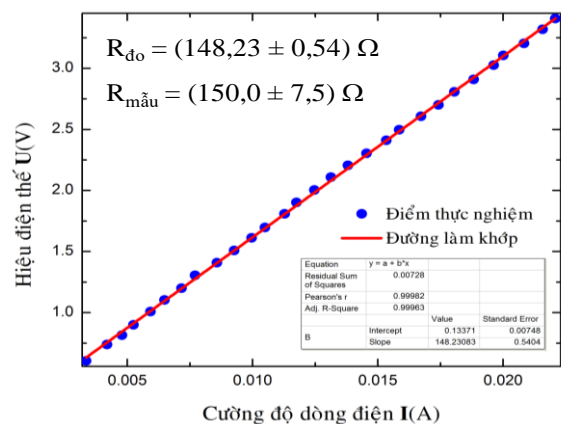
3.2. Khảo sát định luật Ohm cho điện trở

Thực hiện đo đặc tuyến Volt - Ampere của điện trở giá trị $(150 \pm 7,5)\Omega$ trong khoảng từ 0V đến 3,3V, kết quả đo đặc được thể hiện như Hình 7.

Đồ thị mô tả đặc tuyến Volt - Ampere của điện trở đo đặc được có dạng một đường thẳng đi qua gốc tọa độ, điều này phản ánh đúng định luật Ohm. Bằng cách làm khớp các điểm thực nghiệm với một đường thẳng có dạng $Y = A + BX$, ta có thể tính được giá trị điện trở từ các số liệu này là $R_{đo} = 148,23\Omega$, có độ lệch tương đối 1,1% so với giá trị nhà sản xuất cung cấp. Kết quả này thể hiện mức độ chính xác cao trong việc đo đặc đặc tuyến Volt - Ampere của điện trở của bộ thí nghiệm.

Tiếp tục thực hiện thí nghiệm này với một số điện trở khác cũng thu được các đặc tuyến Volt - Ampere có

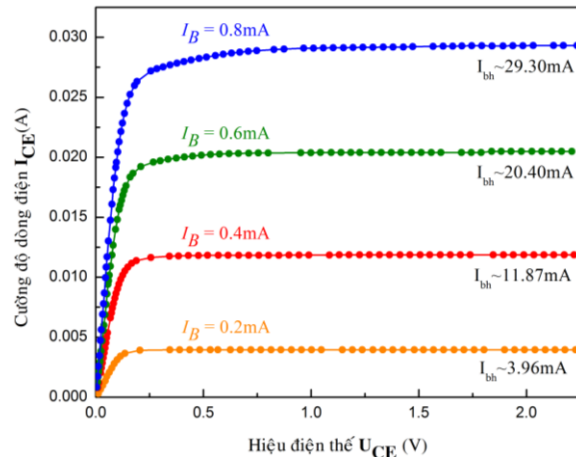
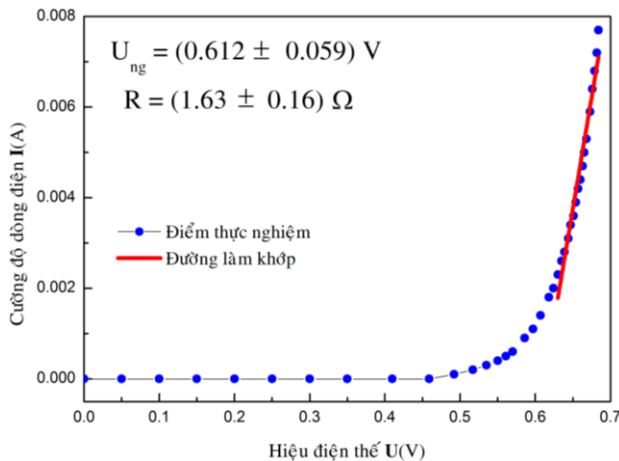
dạng đường thẳng đi qua gốc tọa độ. Giá trị điện trở suy ra được từ các đồ thị này được liệt kê trong Bảng 1.



Hình 7. Đặc tuyến Volt - Ampere của điện trở $(150 \pm 7,5)\Omega$ đo đặc bằng bộ thí nghiệm

Bảng 1. Kết quả đo đặc tuyến Volt - Ampere của một số điện trở

STT	Giá trị nhà sản xuất (Ω)	Giá trị đo được (Ω)	Độ lệch tương đối (%)
1	$33 \pm 1,6$	$26,2 \pm 1,7$	20%
2	$47 \pm 2,4$	$39,5 \pm 1,1$	16%
3	$100 \pm 5,0$	$95,65 \pm 0,77$	4,4%
4	$147 \pm 7,4$	$143,89 \pm 0,59$	2,1%
5	200 ± 10	$200,62 \pm 0,83$	0,3%
6	220 ± 11	$225,71 \pm 0,95$	2,6%
7	330 ± 17	$335,5 \pm 1,2$	1,7%
8	470 ± 24	$495,9 \pm 3,8$	5,5%
9	680 ± 34	$719,1 \pm 4,0$	5,7%
10	820 ± 41	$844,4 \pm 3,9$	2,9%
11	1000 ± 50	$964,57 \pm 4,5$	3,5%



Hình 8. Đặc tuyến Volt - Ampere của diode (trái) và của transistor NPN (phải)

Kết quả các phép đo điện trở có giá trị nhỏ hơn 100Ω mắc phải sai số tương đối lớn. Tuy nhiên, sai số này giảm mạnh khi đo đặc trên các điện trở lớn với độ lệch tương đối lớn nhất chỉ là 5,7%. Như vậy, có thể kết luận rằng bộ thí nghiệm cho kết quả có độ chính xác cao với các điện trở có giá trị lớn nhưng cần phải được hiệu chỉnh lại với các điện trở có giá trị nhỏ hơn 100Ω .

3.3. Khảo sát đặc tuyến Volt - Ampere của diode và transistor

Tiến hành quá trình đo đặc đặc tuyến Volt - Ampere của diode và transistor lưỡng cực NPN mã số C828A với dòng qua cực Base của transistor lần lượt là 0,2; 0,4; 0,6 và 0,8mA thu được kết quả như Hình 8.

Kết quả thực nghiệm phản ánh đúng dạng đặc tuyến Volt - Ampere của diode và transistor loại NPN điển hình. Từ đồ thị, ta có thể suy ra được một số thông số đặc trưng của linh kiện, chẳng hạn như điện áp ngưỡng của diode là $U_{ng} = (0,612 \pm 0,059) V$, điện trở của diode trong vùng hoạt động tuyến tính là $R = (1,63 \pm 0,16) V$ và dòng điện bão hoà tương ứng với các dòng I_B khác nhau của transistor lần lượt là 3,96; 11,87; 20,40 và 29,30mA.

4. Nhận xét, đánh giá

Bộ thí nghiệm có khả năng thực hiện đo đặc đặc tuyến Volt - Ampere của các linh kiện điện tử tương đối chính xác với thao tác đơn giản và nhanh chóng. Từ các kết quả thu được, giáo viên có thể yêu cầu và gợi ý cho học sinh nhận xét về dạng đặc tuyến của các linh kiện

điện tử, hoặc tự tính toán các thông số đặc trưng của các linh kiện để có thể tự lĩnh hội kiến thức, phát triển khả năng tính toán và tư duy thực nghiệm của học sinh. Tuy nhiên, bộ thí nghiệm này cần được hiệu chỉnh sao cho khả năng đo đặc đặc tuyến của các điện trở có giá trị nhỏ cho độ chính xác cao hơn. Nếu khắc phục được các nhược điểm này, bộ thí nghiệm có thể được sử dụng tại lớp trong các tiết dạy của giáo viên để minh họa cho học sinh, hoặc có thể được sử dụng trong các buổi học thực hành Vật lý.

Tài liệu tham khảo

- [1] A. Hofstein, V.N. Lunetta (2004). The laboratory in science education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- [2] C. Tsihouridis, D. Vavougiou, G.S. Ioannidis, A. Alexias, C. Argyropoulos, S. Poullos (2015). The effect of teaching electric circuits switching from real to virtual lab or vice versa - A case study with junior high-school learners. *Proceedings of 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning*, IEEE, 643-649.
- [3] D. Psillos and H. Niedderer (2002). *Issues and Questions Regarding the Effectiveness of Labwork in Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Eds. Dordrecht: Kluwer, 21-30.
- [4] Lê Sơn Hải, Trần Thị Khánh Chi (2016). *Nghiên cứu, xây dựng và hoàn thiện hệ thống đo đặc và giao tiếp cho bài thí nghiệm vật lý khảo sát đặc tuyến diode và transistor*. Đề tài NCKH cơ sở mã số T2015-107, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh.
- [5] Nguyễn Thanh Tùng (2017). Thiết kế mới một số bài thí nghiệm vật lý đại cương. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Thủ Dầu Một*, 2(33), 154-160.

FABRICATING AN EXPERIMENTAL SYSTEM TO AUTOMATICALLY MEASURE I-V CURVES OF SOME DEVICES FOR TEACHING PHYSICS IN HIGH SCHOOL (GRADE 11)

Abstract: Ohm's law and I-V curves of diode and transistor are some of the most important and basic knowledge in Physics-Grade 11 program. However, those are quite abstract and teachers found it difficult to deliver knowledge to students, therefore, fabricating demonstrative models is an urgent requirement. A new experimental toolkit was built which can measure the I-V curves of resistors, diodes and transistors in a short duration with high precision. In addition, it can also connect with a personal computer via Bluetooth for interacting with users. The measured data are updated automatically onto computer and demonstrated as a graph, which allows students to follow and acquire knowledge by themselves. This experimental system is expected to improve the learning excitement and practical capacity for students.

Key words: I-V curves; microcontroller; automatically; Bluetooth.