

# Thiết kế, chế tạo bộ thực hành điện tử công suất

Thi Thom Hoang\*, Văn Lợi Nguyễn\*

\*Trường Đại học Nha Trang

Received: 8/2/2024; Accepted: 16/2/2024; Published: 26/2/2024

**Abstract:** Currently, university education is strongly innovating its training programs and teaching methods, with a focus on placing the learner at the center and emphasizing the development of the learner's capabilities. One of the most noticeable changes is the increase in practical training hours, reducing the time spent on theoretical classes, especially in technical fields. This research paper designs and manufactures a set of practical modules for Power Electronics with the purpose of establishing a practical kit applicable to the Power Electronics course, while also supporting practical exercises in electronic engineering and automatic control courses.

The outcome of this project has many suitable features for teaching and training in the Electrical and Electronics Department at Nha Trang University compared to existing products in the market. This is because the product is built based on a close alignment with the content of the "Power Electronics" course, meeting the department's output standards. Moreover, the cost of the product is economical, only one-fifth of the cost of a Power Electronics practical kit in the market. Additionally, the model is aesthetically designed, compact, and user-friendly.

**Keywords:** Voltage converters, Rectifiers, Power electronics, Semiconductor valves

## 1. Đặt vấn đề

Điện tử công suất là công nghệ dùng để biến đổi điện năng từ dạng này sang dạng khác, trong đó các phần tử bán dẫn công suất sẽ đóng vai trò trung tâm. Bộ biến đổi (BBĐ) điện tử công suất chính là bộ biến đổi tĩnh (static converter) để phân biệt với các máy điện truyền thống, thường biến đổi điện dựa trên nguyên tắc biến đổi dòng điện từ trường. Trong các bộ biến đổi này, các phần tử bán dẫn công suất hoạt động như những khóa bán dẫn, hay còn gọi là van bán dẫn.

Các van bán dẫn (VBD) đang có nhiều bước tiến và thu hút sự quan tâm trong nhiều năm gần đây. Các hội nghị quốc tế và các tạp chí uy tín hàng năm trong lĩnh vực đều có nhiều bài thảo luận chuyên sâu về chủ đề này. Trong đó, van Silicon carbide (SiC) và Gallium nitride (GaN) được tập trung vì chúng cho hiệu suất cao hơn các loại van Si thông thường [3, 4]. Ngoài ra, một số van Si mới phát triển gần đây cũng đang được thử nghiệm và áp dụng cho các ứng dụng BBĐ trong công nghiệp ví dụ như IEGT và RC-IGBT. IEGT được phát triển có khả năng làm việc ở điện áp và dòng điện cao hơn IGBT thông thường, và đem lại hiệu suất cao hơn.

Ở Việt Nam, điện tử công suất được ứng dụng rộng rãi trong hầu hết các ngành công nghiệp hiện đại, như truyền động điện, nấu luyện thép, gia nhiệt cảm ứng, điện phân nhôm từ quặng mỏ, giao thông

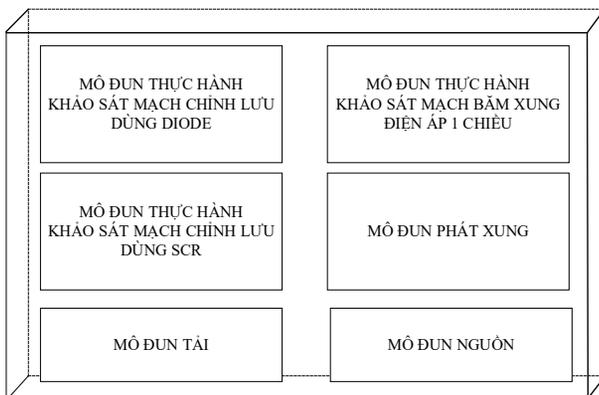
đường sắt, các quá trình điện phân trong công nghiệp hóa chất, ứng dụng trong rất nhiều các thiết bị công nghiệp và thiết bị dân dụng khác nhau [6]. Chính vì thế, việc đào tạo nguồn nhân lực cho lĩnh vực này hiện nay đang ngày càng được quan tâm nhiều hơn. Đối với khối ngành điện - điện tử, tại các trường đại học, cao đẳng và dạy nghề ở Việt Nam hiện nay, điện tử công suất là học phần bắt buộc và cũng là một trong những học phần được thiết kế với khối lượng kiến thức nhiều nhất. Tuy nhiên, trang thiết bị phòng thí nghiệm, thực hành của học phần Điện tử công suất ở các cơ sở giáo dục nói chung, và tại Khoa Điện - Điện tử, trường Đại học Nha Trang nói riêng còn nhiều thiếu thốn. Thực trạng này làm cản trở khả năng sáng tạo của sinh viên và quan trọng hơn khiến sinh viên hạn chế về kỹ năng thực hành, gây khó khăn trong tiếp cận và làm chủ các trang thiết bị thực tế sau khi tốt nghiệp. Để khắc phục các hạn chế trên, với kinh nghiệm chế tạo các bộ thực hành trước đó, chúng tôi thực hiện đề tài: "Thiết kế, chế tạo một số mô đun thực hành điện tử công suất". Sản phẩm được thiết kế, chế tạo dựa trên nội dung chương trình đào tạo, nhu cầu sử dụng của sinh viên, và bám sát các thiết bị thực trong nhà máy công nghiệp hiện đại ngày nay. Hơn nữa, các mô đun này do đội ngũ cán bộ, giảng viên thực hiện, những người hoàn toàn nắm vững được công nghệ, dễ dàng thay đổi, sửa chữa, cải tiến cho phù hợp với thực tế, từ đó nâng cao

năng lực đào tạo và hiệu suất làm việc của các trang thiết bị phòng thí nghiệm, thực hành.

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Sơ đồ khối tổng thể của thiết kế

Sơ đồ khối cấu trúc tổng thể của bàn thực hành điện tử công suất được trình bày ở Hình 2.1. Do thời gian và kinh phí còn hạn chế, trong khuôn khổ đề tài này, chúng tôi chỉ thiết kế, chế tạo một số mô đun thực hành Điện tử công suất như sau: một mô đun thực hành mạch chỉnh lưu dùng diode, một mô đun thực hành mạch chỉnh lưu dùng SCR, một mô đun thực hành mạch băm xung 1 chiều (chooper), một mô đun phát xung, một mô đun nguồn và một mô đun tải.



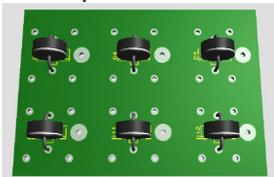
Hình 2.1. Sơ đồ kết nối trên bộ thí nghiệm

### 2.2. Thiết kế các mô đun thực hành Điện tử công suất

#### 2.2.1. Bộ chỉnh lưu dùng diode

Bộ chỉnh lưu là thiết bị được sử dụng để biến đổi năng lượng dòng điện xoay chiều thành năng lượng dòng điện một chiều. Bộ chỉnh lưu dùng diode được thiết kế sử dụng 06 diode công suất 2CZ15A với điện áp định mức là 1000V và dòng định mức là 15A. Để thuận tiện cho sinh viên có thể tạo thành nhiều bài thực hành khác nhau, các diode được bố trí độc lập và có thể kết nối với nhau thông qua các jack cắm.

Sơ đồ 3D mặt trên mạch in bộ chỉnh lưu không điều khiển được thể hiện trên hình 2.2.



Hình 2.2. Sơ đồ 3D bố trí bộ chỉnh lưu dùng diode

#### 2.2.2. Bộ chỉnh lưu dùng SCR

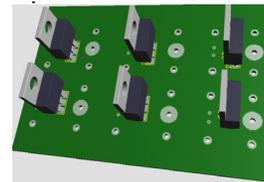
Mạch chỉnh lưu dùng diode tuy đơn giản nhưng

chỉ cấp ra tải một điện áp nhất định, chỉ phụ thuộc vào mạch van và điện áp nguồn  $U_2$ , không cho phép thay đổi hoặc giữ ổn định theo yêu cầu của tải. Điều này do diode luôn tự dẫn dưới tác động của chính điện áp nguồn xoay chiều gọi là mở tự nhiên. Nếu thay diode bằng SCR ta sẽ điều khiển được điểm dẫn của van theo ý muốn, vì để mở được SCR cần có hai điều kiện đồng thời:  $U_{AK} > 0$  và  $I_G$  đủ lớn.

Bộ chỉnh lưu dùng SCR được thiết kế sử dụng loại S6015L với điện áp định mức là 600V và dòng định mức là 15A.

Để thuận tiện cho sinh viên có thể tạo thành nhiều bài thực hành khác nhau, các diode được bố trí độc lập và có thể kết nối với nhau thông qua các jack cắm.

Sơ đồ 3D mặt trên mạch in bộ chỉnh lưu có điều khiển được thể hiện trên hình 2.3.

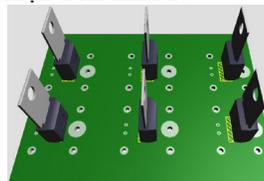


Hình 2.3. Sơ đồ 3D mặt trên mạch in bộ chỉnh lưu dùng SCR

#### 2.2.3. Bộ điều chỉnh điện áp một chiều

Bộ biến đổi điện áp một chiều (hay còn gọi là băm xung một chiều) là thiết bị để điều chỉnh điện áp một chiều ra tải từ một nguồn điện áp một chiều cố định. Bộ chỉnh lưu điện áp một chiều được thiết kế sử dụng IGBT FGAF40N60 với điện áp định mức 600V, dòng điện 40A.

Sơ đồ 3D mặt trên mạch in bộ băm xung một chiều được thể hiện trên hình 2.4.



Hình 2.4. Sơ đồ 3D mặt trên mạch in bộ điều chỉnh điện áp một chiều

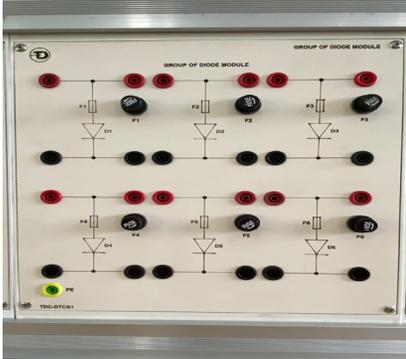
## 3. Kết quả và thảo luận

Các mô-đun thực hành mạch chỉnh lưu dùng diode, mô-đun thực hành mạch chỉnh lưu dùng SCR, mô-đun thực hành mạch băm xung 1 chiều (chooper), mô-đun tải điện trở, mô-đun tải điện cảm được thiết kế, chế tạo và gắn vào hộp nhựa. Hộp đựng các mô-đun này có khả năng trượt trên một khung được chế tạo bằng nhôm định hình để đảm bảo tính dễ dàng di chuyển trong quá trình sinh viên thực hành. Mô-đun

phát xung, mô-đun nguồn và mô-đun tải sau khi chế tạo được gắn cố định vào Panel thực hành. Kết quả gia công được thể hiện như dưới đây:

### 3.1. Mô hình bộ chỉnh lưu dùng diode

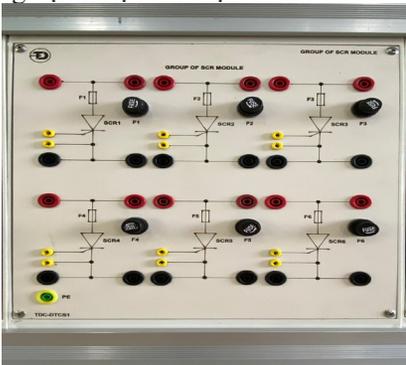
Mô-đun mạch chỉnh lưu dùng diode hoàn thiện được thể hiện trên hình 2.5.



Hình 2.5. Mô-đun bộ chỉnh lưu dùng Di-ốt hoàn thiện

### 3.2. Mô hình bộ chỉnh lưu dùng SCR

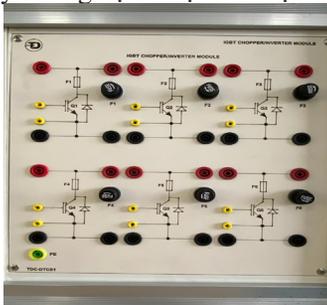
Mô-đun mạch chỉnh lưu dùng SCR và kết quả chạy thử nghiệm được thể hiện trên hình 2.6.



Hình 2.6. Mô-đun bộ chỉnh lưu dùng SCR hoàn thiện

### 3.3. Bộ điều chỉnh điện áp một chiều

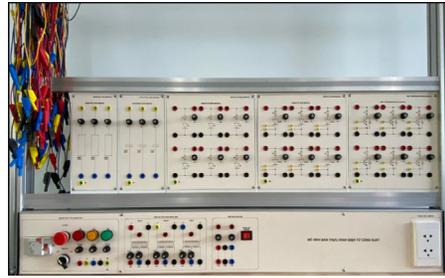
Mô-đun mạch điều chỉnh điện áp một chiều và kết quả chạy thử nghiệm được thể hiện trên hình 2.7.



Hình 2.7. Mô-đun mạch điều chỉnh điện áp 1 chiều hoàn thiện

### 3.4. Bộ thực hành ĐTCS hoàn chỉnh

Bộ thực hành Điện tử công suất hoàn chỉnh được thể hiện trên hình 2.8



Hình 2.8. Bộ thí nghiệm hoàn chỉnh

Trong đó, các khối được bố trí lần lượt theo thứ tự: Mô-đun tải điện trở, mô-đun tải điện dung, mô-đun chỉnh lưu dùng đi-ốt, mô-đun chỉnh lưu dùng SCR, mô-đun mạch điều áp 1 chiều dùng IGBT. Bên dưới là các khối nguồn 3 pha, máy biến áp ba pha với 02 đầu ra điện áp 90V và 45V cho mỗi pha, khối nguồn 01 chiều với 02 mức điện áp ra +15V và -15V.

Các mô-đun được để mở, sinh viên sẽ được chủ động hoàn toàn trong việc kết nối các thiết bị thông qua các jack kết nối để khảo sát hoạt động của hệ thống theo sơ đồ nguyên lý đã học. Từ đó làm phát huy tối đa tính tích cực, chủ động của người học, khơi dậy niềm đam mê nghiên cứu các kiến thức mới, công nghệ mới.

## 4. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu ứng dụng và phát triển của các mạch điện tử công suất, bài báo đã trình bày phương pháp “Thiết kế, chế tạo bộ thực hành Điện tử công suất”. Sản phẩm là trang thiết bị thiết thực cho sinh viên thực hành học phần Điện tử công suất và hỗ trợ thực hành một số môn học liên quan như: kỹ thuật điện tử, điều khiển tự động. Sản phẩm không chỉ có nhiều tính năng phù hợp trong giảng dạy và đào tạo tại khoa Điện – Điện tử, Đại học Nha Trang mà giá thành còn thấp hơn rất nhiều so với các sản phẩm hiện có trên thị trường. Với bộ thí nghiệm mang tính mở này, giảng viên và sinh viên có điều kiện thuận lợi để nghiên cứu, phát triển các ứng dụng mới, thử nghiệm các thuật toán điều khiển mới, tạo ra nhiều sản phẩm trí tuệ trong tương lai.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Bimbhra, P. S., and Surinder Kaur. Power electronics. Vol. 2. India: Khanna publishers, 2012.
- [2] L. F. S. Alves et al., “SIC power devices in power electronics: An overview,” 2017 Brazilian Power Electronics Conference (COBEP), Juiz de Fora, Brazil, 2017, pp. 1-8, doi: 10.1109/COBEP.2017.8257396.
- [3] A. Castellazzi, “Status and Trends of Wide-Band-Gap Power Conversion,” Tutorial seminar 8, ICPE 2019-ECCE Asia, 2019.