

**UBND TỈNH LÂM ĐỒNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐÀ LẠT**

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

NGÀNH/NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

Lâm Đồng, năm 2017

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình *Điện tử công suất* này được biên soạn theo chương trình khung đào tạo mô đun nghề chuyên ngành Điện Công Nghiệp ở bậc cao. Tài liệu này là loại giáo trình nội bộ dùng trong nhà trường với mục đích làm tài liệu giảng dạy cho giáo viên và học sinh, sinh viên nên các nguồn thông tin có thể được tham khảo. Giáo trình trình bày những vấn đề cốt lõi nhất của mô đun Điện tử công suất dưới dạng bài học tích hợp. Các bài học được trình bày lý thuyết ngắn gọn, tiếp sau đó là phần thực hành liên quan đến lý thuyết ở trên. Giáo trình gồm có 6 bài:

Bài 1: Các khái niệm cơ bản

Bài 2: Linh kiện điện tử công suất

Bài 3: Bộ chỉnh lưu

Bài 4: Bộ biến đổi điện áp xoay chiều

Bài 5: Bộ biến đổi điện áp một chiều

Bài 6: Bộ nghịch lưu và bộ biến tần

Chúng tôi mong rằng sinh viên tự tìm hiểu trước mỗi vấn đề cần học đồng thời kết hợp với bài giảng trên lớp của giáo viên để việc học mô đun đạt hiệu quả.

Trong quá trình giảng dạy và biên soạn giáo trình này, chúng tôi đã nhận được sự động viên của quý thầy, cô trong Ban Giám Hiệu nhà trường cũng như những ý kiến của các đồng nghiệp trong khoa Điện – Điện tử. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn và hy vọng rằng giáo trình này sẽ giúp cho việc dạy và học mô đun Điện tử công suất ngày càng tốt hơn.

Mặc dù đã rất nỗ lực, song chắc không thể không có thiếu sót. Do đó chúng tôi rất mong nhận được những góp ý sửa đổi bổ sung thêm để giáo trình ngày càng hoàn thiện qua địa chỉ: “ Khoa Điện – Điện tử, Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt , email: dien@cdndalat.edu.vn”

Lâm Đồng, ngày 4 tháng 7 năm 2017

Chủ biên ThS. Trịnh Hải Thanh Bình

ThS. Nguyễn Mạnh Cường

KS. Đặng Lê Lam Sơn

KS. Bùi Quang Sơn

MỤC LỤC

BÀI 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN.....	10
1.1 Tổng quan.....	10
1.2 Tính toán Điện tử công suất	13
BÀI 2. LINH KIỆN ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT	19
2.1 Phân loại	19
2.2 Diode	21
A. Cơ sở lý thuyết.....	21
B. Thực hành	22
2.3 Transistor BJT.....	22
A. Cơ sở lý thuyết.....	22
B. Thực hành	26
2.4 Transistor MOSFET	27
A. Cơ sở lý thuyết.....	27
B. Thực hành	30
2.5 Transistor IGBT	35
A. Cơ sở lý thuyết.....	35
B. Thực hành	36
2.6 Thyristor SCR.....	39
A. Cơ sở lý thuyết.....	39
B. Thực hành	41
2.7 TRIAC	43
A. Cơ sở lý thuyết.....	43
B. Thực hành	44
2.8 Thực hành Bộ nguồn và hướng dẫn sử dụng Oscilloscope.....	47
A. Thực hành bộ nguồn	47
B. Hướng dẫn sử dụng Oscilloscope	51
C. Các quy trình thực hành cơ bản	52
BÀI 3. BỘ CHỈNH LƯU	53
A. Cơ sở lý thuyết.....	53
3.1 Các khái niệm cơ bản và phân loại	53
3.2 Chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ không điều khiển.....	54
3.3 Chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ có điều khiển.....	55

3.4	Chỉnh lưu hai pha nửa chu kỳ không điều khiển	56
3.5	Chỉnh lưu hai pha nửa chu kỳ có điều khiển	57
3.6	Chỉnh lưu cầu một pha không điều khiển	58
3.7	Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.....	59
3.8	Chỉnh lưu ba pha nửa chu kỳ không điều khiển	60
3.9	Chỉnh lưu cầu ba pha không điều khiển	62
3.10	Chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển	63
B.	Thực hành	64
BÀI 4. BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU		73
4.1	Bộ biến đổi điện áp xoay chiều một pha.....	73
A.	Cơ sở lý thuyết.....	73
B.	Thực hành	75
4.2	Bộ biến đổi điện áp xoay chiều ba pha	82
A.	Cơ sở lý thuyết.....	82
B.	Thực hành	84
BÀI 5. BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU		91
5.1	Bộ giảm áp.....	91
A.	Cơ sở lý thuyết.....	91
B.	Thực hành	96
5.2	Bộ tăng áp.....	98
A.	Cơ sở lý thuyết.....	98
B.	Thực hành	99
BÀI 6. BỘ NGHỊCH LƯU VÀ BỘ BIẾN TẦN		104
6.1	Bộ nghịch lưu	104
A.	Cơ sở lý thuyết.....	104
B.	Thực hành	111
6.2	Bộ biến tần.....	112
A.	Cơ sở lý thuyết.....	112
B.	Thực hành	115
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....		122

CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

Tên mô đun: ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

Mã mô đun: MĐ20

Thời gian thực hiện mô đun: 60 giờ; (Lý thuyết: 30 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 27 giờ; Kiểm tra: 03 giờ)

I. Vị trí, tính chất của mô đun:

1. Vị trí: Trước khi học mô đun này cần hoàn thành các môn học, mô đun cơ sở, đặc biệt là các môn học, mô đun: Mạch điện; Điện tử cơ bản.

2. Tính chất: Là mô đun kỹ thuật chuyên môn, thuộc mô đun đào tạo nghề bắt buộc

II. Mục tiêu mô đun:

- Về kiến thức:
 - Mô tả được đặc trưng và những ứng dụng chủ yếu của các linh kiện Diode, Mosfet, DIAC, TRIAC, IGBT, SCR.
 - Giải thích được dạng sóng vào, ra ở bộ biến đổi AC-AC.
 - Giải thích được nguyên lý làm việc và tính toán những bộ biến đổi DC-DC.
- Về kỹ năng:
 - Vận dụng được các kiến thức về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của mạch tạo xung và biến đổi dạng xung.
 - Vận dụng được các loại mạch điện tử công suất trong thiết bị điện công nghiệp.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học.
 - Có khả năng tự nghiên cứu, tự học, tham khảo tài liệu liên quan đến môn học để vận dụng vào hoạt động học tập.
 - Vận dụng được các kiến thức tự nghiên cứu, học tập và kiến thức, kỹ năng đã được học để hoàn thiện các kỹ năng liên quan đến môn học một cách khoa học, đúng quy định.

III. Nội dung mô đun:

1. Nội dung tổng quát và phân bổ thời gian:

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra*
1	Bài 1: Các khái niệm cơ bản	2	2		
	1.1 Tổng quan về điện tử công suất	1	1		
	1.2 Tính toán điện tử công suất				
2	Bài 2: Các linh kiện bán dẫn	1	1		1
	2.1 Phân loại	15	7	7	
	2.2 Diode				
	2.3 Transistor BJT	1	1		
	2.4 Transistor MOSFET	2	1	1	
	2.5 Transistor IGBT	2	1	1	
	2.6 Thyristor SCR	2	1	1	
	2.7 Triac	2	1	1	1

		2	1	1	
		4	1	2	
3	Bài 3: Bộ chỉnh lưu	12	4	7	1
	3.1 Bộ chỉnh lưu một pha	6	2	4	
	3.2 Bộ chỉnh lưu ba pha	6	2	3	1
4	Bài 4: Bộ biến đổi điện áp xoay chiều	9	4	5	
	4.1 Bộ biến đổi điện áp xoay chiều một pha	4	2	2	
	4.2 Bộ biến đổi điện áp xoay chiều ba pha	5	2	3	
5	Bài 5: Bộ biến đổi điện áp một chiều	7	4	3	
	5.1 Bộ giảm áp				
	5.2 Bộ tăng áp	4	2	2	
	5.3 Các phương pháp điều khiển bộ biến đổi điện áp một chiều	2	1	1	
	Bài 6: Bộ nghịch lưu và bộ biến tần	1	1		
	6.1 Bộ nghịch lưu áp một pha				1
6	6.2 Phân tích bộ nghịch lưu áp ba pha	15	9	5	
	6.3 Bộ nghịch lưu dòng điện				
	6.4 Bộ biến tần gián tiếp	2	2		
	6.5 Bộ biến tần trực tiếp	4	2	2	
		2	2		1
		4	2	2	
		3	1	1	
	Cộng:	60	30	27	3

BÀI 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Giới thiệu

Bài học này giới thiệu về những khái niệm cơ bản cần thiết nhất trong lĩnh vực điện tử công suất là ứng dụng của công nghệ điện tử trong sản xuất công nghiệp.

Mục tiêu

- Trình bày được quá trình phát triển, ý nghĩa và phạm vi nghiên cứu ứng dụng của điện tử công suất
- Tính toán được các đại lượng trong điện tử công suất.

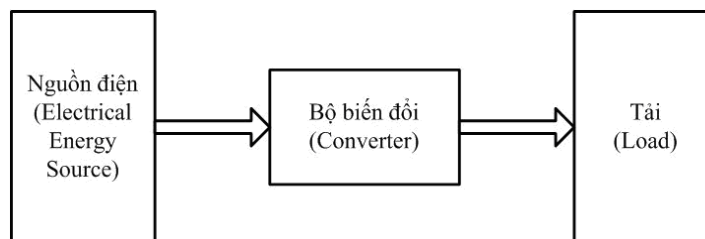
Nội dung chính của bài

1.1 Tổng quan

1. Khái niệm Điện tử công suất

Điện tử công suất (ĐTCS) là chuyên ngành nghiên cứu các phương pháp và các thiết bị dùng để *biến đổi và điều khiển nguồn năng lượng điện*.

Việc biến đổi và điều khiển năng lượng điện trong công nghiệp trước đây chủ yếu sử dụng các relay (rơ-le), dựa vào việc đóng mở các relay mà có được nguồn điện năng theo ý muốn. Tuy nhiên, do yêu cầu ngày càng cao của thực tiễn sản xuất, kèm theo đó là sự tiến bộ của công nghệ bán dẫn đã cho phép chế tạo các phần tử đóng, cắt bán dẫn (không tiếp điểm) công suất lớn nhằm thay thế các mạch relay tiếp điểm →> ngành Điện tử công suất

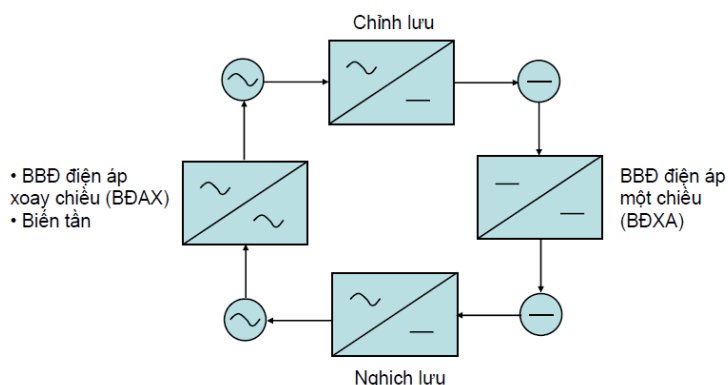


Hình 1.1-1: Sơ đồ chung về bộ biến đổi Điện tử công suất

2. Đối tượng nghiên cứu của điện tử công suất

Các bộ biến đổi công suất

Các bộ khóa điện tử công suất lớn- Linh kiện điện tử công suất



Hình 1.1-2 : Đối tượng nghiên cứu của điện tử công suất

1.1 Các bộ biến đổi

Các bộ biến đổi điện tử công suất được phân loại theo công dụng của chúng như sau:

Điện xoay chiều → Điện một chiều: Các bộ Chỉnh lưu (Rectifier) **điều khiển** (dùng Thyristor) hoặc **không điều khiển** (dùng Diốt) tùy theo việc ta có cần điều khiển giá trị của dòng điện một chiều ở đầu ra hay không.

Điện một chiều → Điện xoay chiều: Các bộ Nghịch lưu (Inverter). Các bộ nghịch lưu có khả năng biến dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều có giá trị điện áp và tần số thay đổi được tùy vào luật đóng mở các van bán dẫn.

Điện một chiều → Điện một chiều: Các bộ Điều áp một chiều, biến đổi điện áp một chiều – DC to DC converter, DC chopper). Các bộ biến đổi này biến dòng điện một chiều có giá trị cố định thành dòng điện một chiều có giá trị điện áp và dòng điện điều khiển được.

Điện xoay chiều → Điện xoay chiều: Các bộ Biến tần (Frequency Driver) trực tiếp (Cycloconverter) hoặc gián tiếp (Inverter). Các bộ biến tần có khả năng biến nguồn điện xoay chiều có giá trị dòng điện, điện áp và tần số cố định của lưới điện thành dòng điện xoay chiều có giá trị dòng, áp và tần số điều khiển được theo ý muốn chỉ là sự phân loại mang tính chất cơ bản và rất chung chung, khi đi sâu vào từng khía cạnh ta sẽ thấy sự phong phú của các loại thiết bị biến đổi điện tử công suất.

1.2 Linh kiện điện tử công suất

Trong các bộ biến đổi công suất các phần tử bán dẫn công suất được sử dụng như những khóa bán dẫn, còn gọi là các van bán dẫn, khi **mở** dẫn dòng thì nối tải vào nguồn, khi **khóa** thì không cho dòng điện chạy qua. Đặc tính chung:

Khi van mở cho dòng chạy qua thì điện trở tương đương rất nhỏ, khi khóa thì điện trở tương đương rất lớn. Nhờ đó tổn hao công suất trong quá trình làm việc được tính bằng tích của điện áp rơi trên phần tử với dòng điện chạy qua sẽ có giá trị rất nhỏ.

Các phần tử bán dẫn chỉ dẫn dòng theo 1 chiều khi phần tử được đặt dưới điện áp phân cực thuận. Khi điện áp đặt lên phần tử là phân cực ngược, dòng qua phần tử có giá trị rất nhỏ, cỡ mA, gọi là dòng rò.

Do đó, linh kiện bán dẫn hoạt động với hai chế độ làm việc đóng và ngắt dòng điện được xem là **lý tưởng** nếu ở trạng thái dẫn điện nó có độ sụt áp bằng không và ở trạng thái không dẫn điện, dòng điện qua nó bằng không.

Các linh kiện bán dẫn có thể chuyển đổi trạng thái làm việc của mình, ví dụ từ trạng thái không dẫn điện (ngắt) sang trạng thái dẫn điện (đóng) và ngược lại thông qua tác vụ kích thích của tín hiệu lên cổng điều khiển (ngõ vào) của linh kiện. Ta gọi linh kiện có tính điều khiển. Tín hiệu điều khiển có thể tồn tại dưới dạng dòng điện, điện áp, ánh sáng với công suất thường nhỏ hơn rất nhiều so với công suất của nguồn và tải.

Các phần tử bán dẫn công suất được phân loại:

- Không điều khiển, ví dụ: điôt
- Có điều khiển: Thyristor, TRIAC

3. Lĩnh vực ứng dụng của ĐTCS

1. Các thiết bị gia dụng

- Tủ lạnh, tủ đông
- Gia nhiệt, sưởi
- Hệ thống điều hòa không khí
- Hệ thống chiếu sáng
- Các thiết bị điện tử dân dụng (thiết bị nghe nhìn, giải trí...)

2. Trang thiết bị cho cao ốc

- Hệ thống sưởi, thông gió, điều hòa
- Máy tính và các thiết bị văn phòng
- Thang máy
- UPS (Uninterruptible Power Supply)

3. Công nghiệp

- Bơm
- Máy nén
- Quạt gió
- Máy công cụ
- Lò nấu hồ quang, lò nấu cảm ứng
- Gia nhiệt cảm ứng (tôi cao tần...)
- Máy hàn điện

4. Giao thông vận tải

- Điều khiển động cơ xe hơi điện

- Nạp acquy xe hơi điện
- Các hệ thống tàu điện, tàu điện ngầm

5. Hệ thống điện

- Truyền tải điện DC cao áp (HVPS) High voltage power supply
- Bộ bù tĩnh
- Hệ thống máy phát dùng nguồn năng lượng tái sinh (renewable energy): năng lượng mặt trời, năng lượng gió...
- Các hệ thống tích trữ năng lượng (energy storage system)

6. Hàng không

- Hệ thống điện tàu con thoi
- Hệ thống điện máy bay
- Hệ thống điện các vệ tinh

7. Viễn thông

- Bộ nạp bình acquy
- Bộ nguồn (DC, UPS)

4. Ưu điểm nổi bật của các ứng dụng điện tử công suất

- + Van bán dẫn thực hiện đóng ngắt dòng điện không sinh ra tia lửa điện, không bị mài mòn theo thời gian;
- + Đóng ngắt dòng điện lớn bởi tín hiệu điều khiển từ các mạch điện tử công suất nhỏ;
- + Hiệu suất cao (vì tổn hao trên các bộ biến đổi chỉ là tổn hao trên các van bán dẫn- khóa điện tử, không đáng kể so với công suất điện cần biến đổi);
- + Cung cấp cho phụ tải nguồn năng lượng với đặc tính theo yêu cầu, đáp ứng quá trình điều khiển với thời gian phù hợp.

1.2 Tính toán Điện tử công suất

1. Trị trung bình của một đại lượng

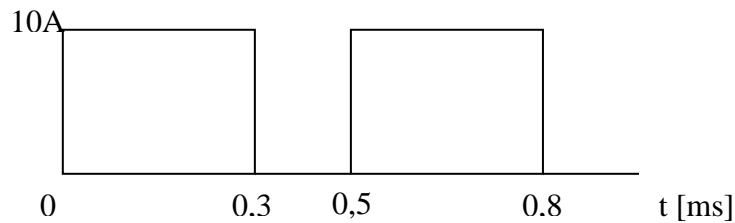
“Gọi $i(t)$ là hàm biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ T_p . Trị trung bình của đại lượng i , viết tắt là I_d được xác định theo hệ thức:

$$I_d = \frac{1}{T_p} \int_{t_0}^{t_0+T_p} i(t) dt$$

Với t_0 là thời điểm đầu của chu kỳ được lấy tích phân.

Ví dụ 1:

Xét quá trình dòng điện trên hình 1.2-1



Hình 1.2-1

Trị trung bình dòng điện cho bởi hệ thức:

$$I_d = \frac{1}{0,5} \int_0^{0,5} i(t)dt = \frac{1}{0,5} \int_0^{0,3} 10dt = 6[V]$$

Trong nhiều trường hợp, việc lấy tích phân theo hàm biến thời gian phức tạp hơn là lấy theo biến góc cho bởi hệ thức:

$$X = \omega t \text{ với } \omega \text{ là tần số góc nào đó xác định}$$

Khi ấy, trị trung bình đại lượng theo góc X tính theo hệ thức:

$$I_d = \frac{1}{T_p} \int_{t_0}^{t_0+T_p} i(t)dt = \frac{1}{X_p} \int_{X_0}^{X_0+X_p} i(X)dX$$

$$\text{Với } X_0 = \omega t_0; X_p = \omega T_p; X = \omega t; dX = d(\omega t)$$

Ví dụ 2:

Tính trị trung bình điện áp chỉnh lưu của bộ chỉnh lưu cầu 1 pha không điều khiển. Hàm điện áp chỉnh lưu có dạng $u = U_m|\sin(\omega t)|$; với $U_m = 220\sqrt{2}$ [V]; $\omega = 314$ [rad/s].

Giải:

Để dàng thấy rằng, chu kỳ của dạng điện áp trên là $T_p = 001$ [s]. Đặt $X=314t$; $X_p=314 \cdot 0,01 = \pi$ [rad].

Ta có:

$$U_d = \frac{1}{X_p} \int_{X_0}^{X_0+X_p} u(X)dX = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} 220\sqrt{2} \sin X dX = 198[V]$$

Các trường hợp đặc biệt:

Tải R:

Quan hệ giữa điện áp tức thời và dòng điện tức thời qua điện trở R cho bởi:
 $u_R = Ri_R$

Lấy trị trung bình hai vế ta có: $\bar{U} = R \cdot \bar{I}$

Tải L:

Ta có: $u_L = L \frac{di_L}{dt}$

Ở chế độ xác lập $i_L(t_0) = i_L(t_0+T_P)$, trị trung bình của điện áp trên L được xác định bằng cách lấy tích phân hai vế của hệ thức trên trong thời gian (t_0, t_0+T_P) . Kết quả thu được: $\bar{U} = 0$

Tải RL:

Ta có: $u_z = Ri_z + L \frac{di_z}{dt}$

Trị trung bình áp: $\bar{U}_z = R\bar{I} + \bar{U} = R\bar{I}$

Từ đó: $\bar{I} = \frac{\bar{U}_z}{R}$

Như vậy trị trung bình của dòng không phụ thuộc vào giá trị L mà chỉ phụ thuộc vào R và điện áp U_z .

Tải RLE:

Ta có: $u_z = Ri_z + L \frac{di_z}{dt} + E$

Với E là sức điện động không đổi

Kết quả: $\bar{U} = R\bar{I} + E$

Hay : $\bar{I} = \frac{\bar{U} - E}{R}$

Ví dụ 3:

Giả sử, ta có nguồn áp cho như trường hợp ví dụ 2, tải RLE nối tiếp: $R = 1 \Omega$, L vô cùng lớn và $E = 50V$. Tính trị trung bình dòng qua tải và công suất qua tải?

Giải:

$$\bar{U} = 198V$$

Dòng qua tải trung bình: $\bar{I} = \frac{198 - 50}{1} = 148A$

Công suất trung bình qua tải: do L vô cùng lớn nên dòng qua tải không đổi trong suốt chu kỳ. Từ đó: $i_z = \bar{I} = 148A$. Suy ra: $\bar{P} = \bar{U} \cdot \bar{I} = 198 \cdot 148 = 29304W$

2. Trị hiệu dụng một đại lượng i

Giả thiết đại lượng i biến thiên theo thời gian qua một hàm tuần hoàn với chu kỳ T_p hoặc với chu kỳ theo góc $X_p = \omega T_p$. Trị hiệu dụng của đại lượng i được tính theo công thức:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T_p} \int_{t_0}^{t_0+T_p} i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{X_p} \int_{X_0}^{X_0+X_p} i^2 dX}$$

Ví dụ 4:

Cho một điện áp dạng $u = U_m \sin(314t) = 220\sqrt{2} \sin(314t)$ [V]. Tính trị hiệu dụng của điện áp trên?

Giải:

Chu kỳ của điện áp u là 2π [rad]. Trị hiệu dụng điện áp cho bởi hệ thức:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T_p} \int_{t_0}^{t_0+T_p} u^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (U_m \sin X)^2 dX}$$

Lấy tích phân ta thu được kết quả:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 220[V]$$

3. Hệ số công suất

Hệ số công suất λ định nghĩa cho một tải tiêu thụ là tỷ số giữa công suất tiêu thụ thực tế trên tải P và công suất biểu kiến S mà nguồn cấp cho tải đó.

$$\lambda = \frac{P}{S}$$

a) Nguồn áp dạng sin và tải tuyến tính: (R, L, C không đổi và suất điện động dạng sin), dòng điện qua tải sẽ có dạng sin cùng tần số của nguồn áp với góc lệch pha có độ lớn bằng φ . Ta có hệ thức tính hệ số công suất như sau:

$$P = mUI \cos \varphi$$

$$S = mUI$$

$$\lambda = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

Trong đó: U, I là các trị hiệu dụng của điện áp và dòng điện qua tải; m là tổng số pha.

b) Các bộ biến đổi công suất là những thiết bị có tính phi tuyến. Giả sử nguồn cung cấp dạng sin và dòng điện qua nó có dạng tuần hoàn không sin. Dựa vào phân tích Fourier áp dụng cho dòng điện i, ta có thể tách dòng điện thành các thành phần sóng hài cơ bản i_1 cùng tần số với nguồn áp và các sóng hài bậc cao i_2, i_3, \dots . Dễ dàng

thấy rằng, sóng điện áp nguồn và sóng hài cơ bản của dòng điện tạo nên công suất tiêu thụ của tải:

$$P = P_1 = mUI_1 \cos \varphi_1$$

φ_1 : là góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện sóng hài cơ bản.

Các sóng hài còn lại (bậc cao) tạo nên công suất ảo.

Ta có:
$$S^2 = (mUI)^2 = m^2 U^2 (I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots)$$

$$\begin{aligned} S^2 &= m^2 U^2 I_1^2 + m^2 U^2 \sum_{j=2}^{\infty} I_j^2 \\ &= m^2 U^2 I_1^2 \cos^2 \varphi_1 + m^2 U^2 I_1^2 \sin^2 \varphi_1 + m^2 U^2 \sum_{j=2}^{\infty} I_j^2 \end{aligned}$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 + D^2$$

Với $P = mUI_1 \cos \varphi_1$: công suất tiêu thụ của tải

$Q = mUI_1 \sin \varphi_1$: công suất phản kháng (công suất ảo do sóng hài cơ bản của dòng điện tạo nên)

$D = \sqrt{m^2 U^2 \sum_{j=2}^{\infty} I_j^2}$: công suất biến dạng (công suất ảo do sóng hài bậc cao của dòng điện tạo nên)

Từ đó rút ra biểu thức tính hệ số công suất theo các thành phần công suất như sau:

$$\lambda = \frac{P}{Q} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}}$$

Phương pháp để tăng hệ số công suất

- *Giảm Q*: thực hiện bù công suất phản kháng. Các biện pháp thực hiện như bù bằng tụ điện, bù bằng máy điện đồng bộ kích từ dư hoặc dùng thiết bị hiện đại bù bán dẫn (SVC- Static Var Compensator):

- *Giảm D*: Tùy theo phạm vi hoạt động của dây tần số của sóng hài bậc cao được bù, ta phân biệt các biện pháp sau đây:

+ Lọc sóng hài: áp dụng cho các sóng hài bậc cao lớn hơn sóng hài cơ bản đến giá trị khoảng kHz. Có thể sử dụng các mạch lọc cộng hưởng LC. Ví dụ dùng mạch lọc LC cộng hưởng với bậc 5, 7, 11... mắc song song với nguồn cần lọc.

+ Khử nhiễu: áp dụng cho các sóng bậc cao có tần số khoảng kHz đến hàng MHz.. Một trong các biện pháp sử dụng là dùng tụ, dùng biện pháp bọc kim dây dẫn hoặc dùng lưới chống nhiễu cho thiết bị.

BÀI 2. LINH KIỆN ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

Giới thiệu

Bài học này giới thiệu về nguyên lý đóng/cắt mạch điện xoay chiều và một chiều bằng linh kiện bán dẫn công suất : Diode, BJT, VMOSFET, thyristor, ELR...phương pháp này đã dần thay thế các thiết bị đóng/cắt cơ học do có nhiều ưu điểm, đặc biệt đối với các ứng dụng yêu cầu tốc độ và tần suất đóng/cắt cao.

Mục tiêu

- Nhận dạng được các linh kiện điện tử công suất dùng trong các thiết bị điện tử;
- Trình bày được cấu tạo và các thông số kỹ thuật của các loại linh kiện điện tử công suất;
- Giải thích được nguyên lý làm việc các loại linh kiện;
- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học, đảm bảo an toàn, tiết kiệm.

2.1 Phân loại

1. Bán dẫn:

Là chất mà trong nhiệt độ bình thường nó có độ dẫn điện giữa chất dẫn điện và chất cách điện. Hiện nay, bán dẫn thường dùng là Silic, Silic tinh khiết có cấu trúc tinh thể rất bền vững. Ở nhiệt độ thấp, nó không có các điện tích tự do. Vì thế, Silic tinh khiết hoạt động như chất cách điện.

Hỗn hợp Silic với các nguyên tố khác có ảnh hưởng rất lớn đến độ dẫn điện của Silic. Một của hỗn hợp của Silic chứa thừa điện tích tự do và các điện tích này trở thành hạt dẫn điện, hỗn hợp này tạo thành chất bán dẫn loại N. Một số hỗn hợp của Silic thiếu điện tử- chúng có lỗ hổng. Các lỗ hổng tạo thành thành phần dẫn điện chủ yếu. Hỗn hợp loại này tạo thành bán dẫn loại P với độ dẫn điện loại P.

Lớp tiếp xúc PN: là vùng trong bán dẫn mà vùng dẫn điện loại P được chuyển thành loại N.

2. Phân loại linh kiện bán dẫn theo khả năng điều khiển

Các linh kiện bán dẫn công suất trong lĩnh vực điện tử công suất có hai chức năng cơ bản: đóng và ngắt dòng điện đi qua nó. Trạng thái linh kiện dẫn điện (đóng) là trạng thái linh kiện có tác dụng như một điện trở rất bé (gần bằng không). Độ lớn dòng điện qua linh kiện phụ thuộc trạng thái mạch điện lúc linh kiện đóng và độ sụt áp trên linh kiện nhỏ không đáng kể (tối đa khoảng vài volt).

Trạng thái linh kiện không dẫn điện (ngắt dòng điện) là trạng thái linh kiện có tác dụng trong mạch như một điện trở rất lớn. Dòng điện đi qua linh kiện có độ lớn

không đáng kể; độ lớn điện áp đặt lên linh kiện phụ thuộc vào trạng thái hoạt động của mạch điện bên ngoài.

Do đó, linh kiện bán dẫn hoạt động với hai chế độ làm việc đóng và ngắt dòng điện được xem là lý tưởng nếu ở trạng thái dẫn điện nó có độ sụt áp bằng không và ở trạng thái không dẫn điện, dòng điện qua nó bằng không.

Các linh kiện bán dẫn có thể chuyển đổi trạng thái làm việc của mình, ví dụ từ trạng thái không dẫn điện (ngắt) sang trạng thái dẫn điện (đóng) và ngược lại thông qua tác dụng kích thích của tín hiệu lên cổng điều khiển (ngõ vào) của linh kiện. Ta gọi linh kiện có tính điều khiển. Tín hiệu điều khiển có thể tồn tại dưới dạng dòng điện, điện áp, ánh sáng với công suất thường nhỏ hơn rất nhiều so với công suất của nguồn và tải.

Trong trường hợp linh kiện không chứa cổng điều khiển và quá trình chuyển trạng thái làm việc của linh kiện xảy ra dưới tác dụng của nguồn công suất ở ngõ ra, ta gọi linh kiện thuộc loại không điều khiển. Ví dụ: diode, diac là các linh kiện không điều khiển

Nếu thông qua cổng điều khiển, tín hiệu chỉ tác động đến chức năng đóng dòng điện mà không thể tác động làm ngắt dòng điện qua nó, ta gọi linh kiện không có khả năng kích ngắt. Ví dụ như thyristor, triac.

Ngược lại, các linh kiện có thể thay đổi trạng thái từ dẫn điện sang ngắt điện và ngược lại thông qua tác dụng của tín hiệu điều khiển, được gọi là linh kiện có khả năng kích ngắt (Self commutated device-tạm dịch linh kiện tự chuyển mạch). Đại diện cho nhóm linh kiện này là transistor (BJT, MOSFET, IGBT), GTO (Gate-Turn-Off thyristor), IGCT, MCT, MTO.

Với những nhận xét ở trên, các linh kiện bán dẫn công suất, theo chức năng đóng và ngắt dòng điện và theo khả năng điều khiển các chức năng này, có thể chia làm 3 nhóm chính:

- Nhóm một: gồm các linh kiện không điều khiển như diode, diac;
- Nhóm hai: gồm các linh kiện điều khiển kích đóng được như thyristor, triac;
- Nhóm ba: gồm các linh kiện điều khiển kích ngắt được như transistor (BJT, MOSFET, IGBT), GTO.

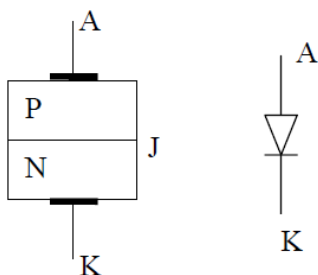
Ngoài ra, dạng mạch phức hợp gồm thyristor và bộ chuyển mạch cũng có khả năng đóng dòng điện cũng như ngắt dòng điện qua nó nhờ tác dụng của các tín hiệu điều khiển lên các cổng điều khiển. Về khía cạnh điều khiển, mạch phức hợp này cùng với các linh kiện nhóm ba tạo thành nhóm công tắc tự chuyển mạch

2.2 Diode

A. Cơ sở lý thuyết

1. Cấu trúc và kí hiệu

Điốt gồm 2 điện cực, điện cực được nối với bán dẫn loại P được gọi là anốt (A), điện cực được nối với miền N được gọi là katốt (K).



Hình 2.2-1: Cấu trúc và ký hiệu của điốt công suất

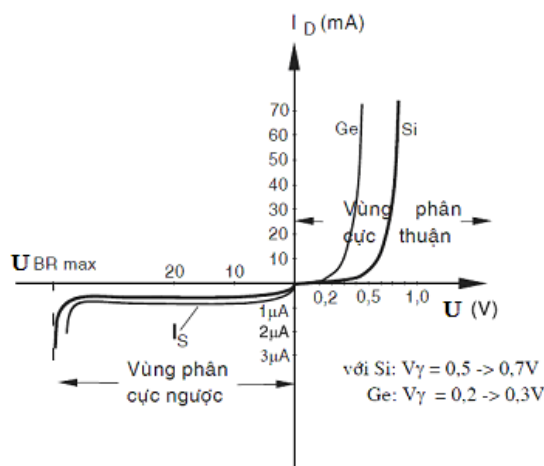
Dòng điện chảy qua điốt làm điốt nóng lên, chủ yếu tại vùng chuyển tiếp, Đối với điốt loại Si, nhiệt độ mặt ghép T_j cho phép là 200°C . Vượt quá nhiệt độ này điốt có thể bị phá hỏng. Để làm mát điốt, người ta thường dùng cánh tản nhiệt được quạt mát với tốc độ gió 10m/s, hoặc cho nước hay dầu biến thể chảy qua cánh tản nhiệt với tốc độ lớn hay nhỏ tùy theo dòng điện.

2. Đặc tính Vôn-Ampe của điốt

Gồm 2 nhánh: nhánh thuận (1) và nhánh ngược (2).

Dưới điện áp $U > 0$, điốt phân cực thuận, điện thế giảm xuống gần bằng 0. Khi tăng U , lúc đầu dòng tăng từ từ, sau khi U lớn hơn 0, đến khi điện áp thuận có giá trị cỡ khoảng 0.7V đối với Si và khoảng 0.3V với Ge. Khi điện áp thuận vượt quá giá trị này thì dòng thuận tăng một cách đáng kể, đường đặc tính có dạng hàm mũ.

Khi điện áp $U < 0$, điốt bị phân cực ngược. Khi tăng $|U|$, dòng điện ngược cũng tăng từ từ đến khi $|U| > 0.1\text{V}$, dòng điện ngược dừng lại ở giá trị vài chục mA. Dòng điện này sẽ phá hỏng điốt, vì vậy để bảo vệ điốt người ta chỉ cho chúng làm việc dưới điện áp $U = (0.7 \div 0.8\text{V}) U_z$.



Hình 2.2-2: Đặc tuyến V-A của Điốt

3. Thông số cơ bản của điốt

I_{dm} – dòng điện định mức, giá trị trung bình của dòng điện cho phép chạy qua điốt, hiện nay dòng điện lớn nhất của một diod công suất tới 7000A

ΔU – sụt áp thuận; Sụt áp của diod trong khoảng (0,7 - 2)V

T_{cp} - nhiệt độ làm việc cho phép; Tại lớp tiếp giáp khoảng 200 °C

$U_{Ng,max}$ - điện áp ngược lớn nhất mà điốt có thể chịu đựng được, trong khoảng (50-4000)V

$I_{r,max}$ – dòng điện nghịch tối đa
tần số đóng cắt của điốt

t_r - thời gian phục hồi của điốt

4. Các điốt đặc biệt

Schottky điốt: độ sụt áp theo chiều thuận thấp (khoảng 0,3V). Do đó, nó được sử dụng cho các mạch điện áp thấp. Điện áp ngược chịu được khoảng 50-100V

- *Điốt phục hồi nhanh*: được áp dụng trong các mạch hoạt động tần số cao. Khả năng chịu áp đến vài ngàn volt và dòng vài trăm Ampe, thời gian phục hồi t_{rr} khoảng vài μs .
- *Điốt tần số công nghiệp*: các điốt tần số công nghiệp được chế tạo để đạt độ sụt áp thấp khi dẫn điện. Hệ quả, thời gian t_r tăng lên. Khả năng chịu áp của chúng khoảng vài kilovolt và dòng điện vài kiloampe.

B. Thực hành

-Chỉnh đồng hồ ở thang X 1 Ω

-Đo vào hai đầu các điốt, đảo chiều que đo- Nếu đo thấy một chiều lên kim, đảo chiều que đo thấy không lên kim => là điốt tốt

- Nếu cả hai chiều đo kim lên hết thang đo ($=0\Omega$) là đi ốt bị chập

- Nếu cả hai chiều đo không lên kim => là đi ốt bị đứt

2.3 Transistor BJT

A. Cơ sở lý thuyết

1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của transistor

Dòng điện cực đại: là dòng điện giới hạn của transistor, vượt qua dòng giới hạn này transistor sẽ bị hỏng.

Điện áp cực đại: là điện áp giới hạn của transistor đặt vào cực CE, vượt qua điện áp giới hạn này transistor sẽ bị đánh thủng.

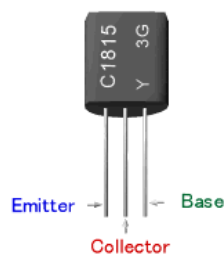
Tần số cắt: là tần số giới hạn mà transistor làm việc bình thường, vượt quá tần số này thì độ khuếch đại của transistor bị giảm.

Hệ số khuếch đại: Là tỷ lệ biến đổi của dòng I_{CE} lớn gấp bao nhiêu lần dòng I_{BE} .

Công suất cực đại: Khi hoạt động transistor tiêu tán một công suất $P = U_{CE} \cdot I_{CE}$ nếu công suất này vượt quá công suất cực đại của transistor thì transistor sẽ bị hỏng.

2. Cách xác định chân E, B, C của transistor

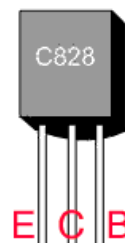
Với các loại transistor công suất nhỏ: thì thứ tự chân C và B tùy theo bóng của nước nào sản xuất, nhưng chân E luôn ở bên trái nếu ta để transistor như hình 2.2-1:



Hình 2.3-1: Transistor công suất nhỏ

Nếu là transistor do Nhật sản xuất: thí dụ transistor C828, A564 thì chân C ở giữa, chân B ở bên phải. Nếu là transistor Trung quốc sản xuất thì chân B ở giữa, chân C ở bên phải. Tuy nhiên một số transistor được sản xuất nhái thì không theo thứ tự này => để biết chính xác ta dùng phương pháp đo bằng đồng hồ vạn năng.

Với loại transistor công suất lớn: (như hình 2.2-2) thì hầu hết đều có chung thứ tự chân là: Bên trái là cực B, ở giữa là cực C và bên phải là cực E.



Hình 2.3-2: Transistor công suất lớn

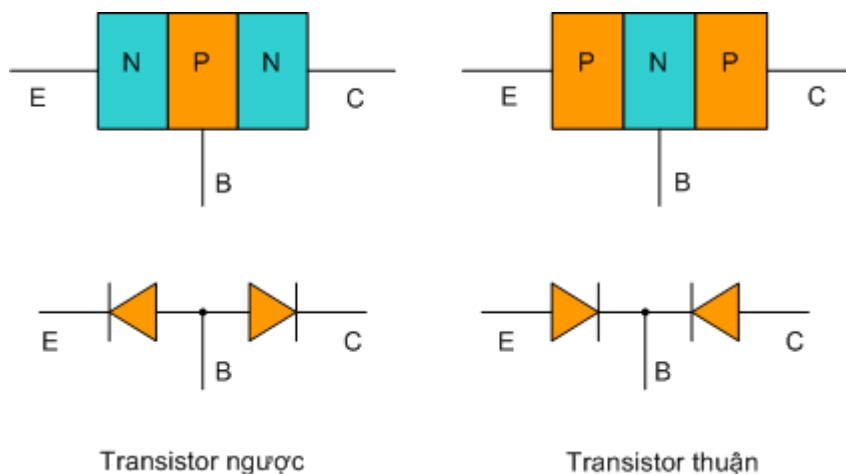
Đo xác định chân B và C:

Với transistor công suất nhỏ thì thông thường chân E ở bên trái như vậy ta chỉ xác định chân B và suy ra chân C là chân còn lại.

Để đồng hồ thang $\times 1\Omega$, đặt cố định một que đo vào **tùng chân**, que kia chuyển sang hai chân còn lại, nếu kim lên = nhau thì chân có que đặt cố định là chân B, nếu que đồng hồ cố định là que đen thì là transistor NPN, là que đỏ thì là transistor PNP.

Phương pháp kiểm tra Transistor:

Transistor khi hoạt động có thể hư hỏng do nhiều nguyên nhân, như hỏng do nhiệt độ, độ ẩm, do điện áp nguồn tăng cao hoặc do chất lượng của bản thân transistor, để kiểm tra transistor bạn hãy nhớ cấu tạo của chúng.



Hình 2.3-3: Cấu tạo của Transistor

Kiểm tra transistor ngược NPN tương tự kiểm tra hai điốt đấu chung cực Anôt, điểm chung là cực B, nếu đo từ B sang C và B sang E (que đen vào B) thì tương đương như đo hai điốt thuận chiều => kim lên , tất cả các trường hợp đo khác kim không lên.

Kiểm tra transistor thuận PNP tương tự kiểm tra hai Điốt đấu chung cực Katôt, điểm chung là cực B của transistor, nếu đo từ B sang C và B sang E (que đỏ vào B) thì tương đương như đo hai điốt thuận chiều => kim lên , tất cả các trường hợp đo khác kim không lên. Trái với các điều trên là transistor bị hỏng.

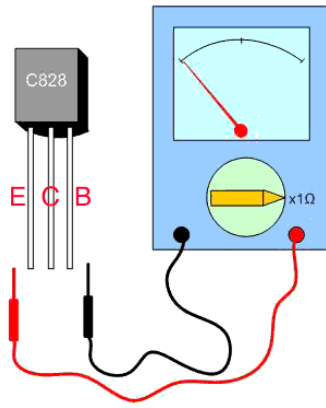
Transistor có thể bị hỏng ở các trường hợp:

- Đo thuận chiều từ B sang E hoặc từ B sang C => kim không lên là transistor đứt BE hoặc đứt BC.
- Đo từ B sang E hoặc từ B sang C kim lên cả hai chiều là chập hay dò BE hoặc BC.
- Đo giữa C và E kim lên là bị chập CE.

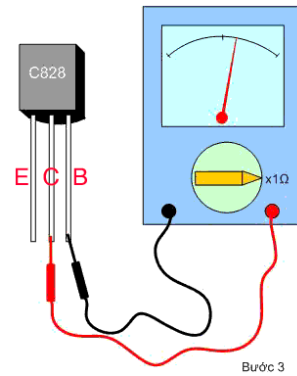
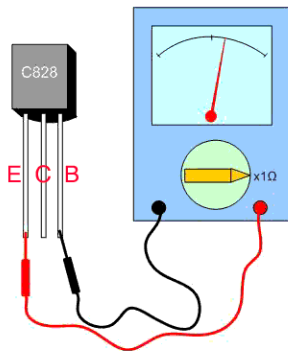
Phép đo cho biết Transistor còn tốt:

Trước hết nhìn vào ký hiệu ta biết được transistor C828 bóng ngược, và các chân của Transistor lần lượt là ECB (dựa vào tên Transistor).

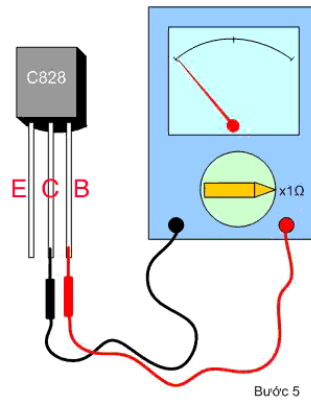
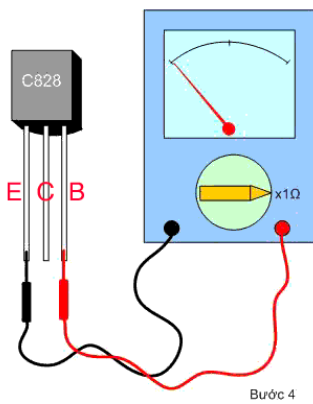
Bước 1: Chuẩn bị đo để đồng hồ ở thang $\times 1\Omega$



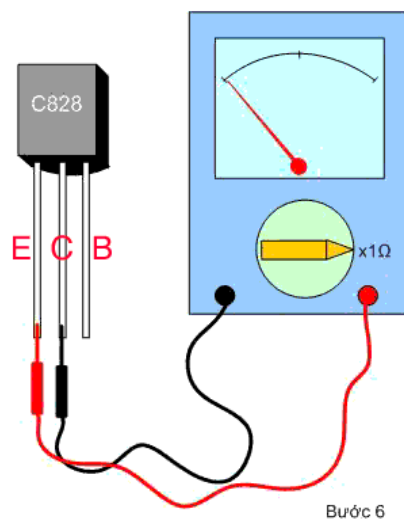
Bước 2 và bước 3: Đo thuận chiều BE và BC => kim lên.



Bước 4 và bước 5: Đo ngược chiều BE và BC => kim không lên.



Bước 6: Đo giữa C và E kim không lên.



Phép đo cho biết transistor bị chập mối BE:

Bước 1: Chuẩn bị.

Bước 2: Đo thuận giữa B và E kim lên = 0 Ω

Bước 3: Đo ngược giữa B và E kim lên = 0 Ω

B. Thực hành

1. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

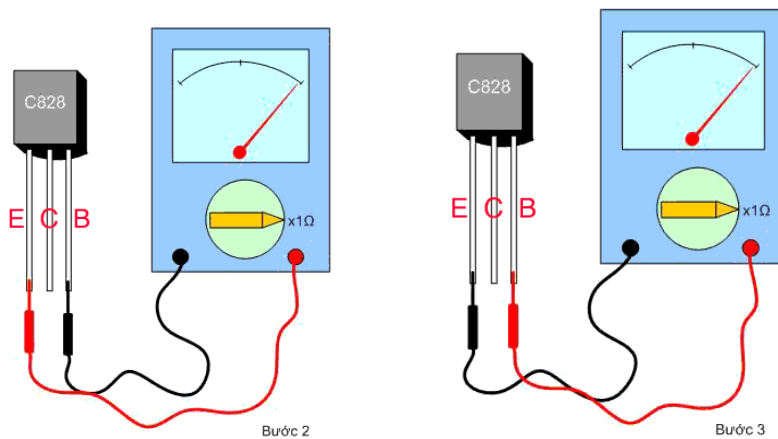
Thiết bị thực hành chứa các phần chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Các linh kiện rời: C828, C1815, H1061, 2N3055, 2N2955, A1015.
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

- Tập hợp các linh kiện cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.
- Gắn các module lên khung thực tập.
- Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

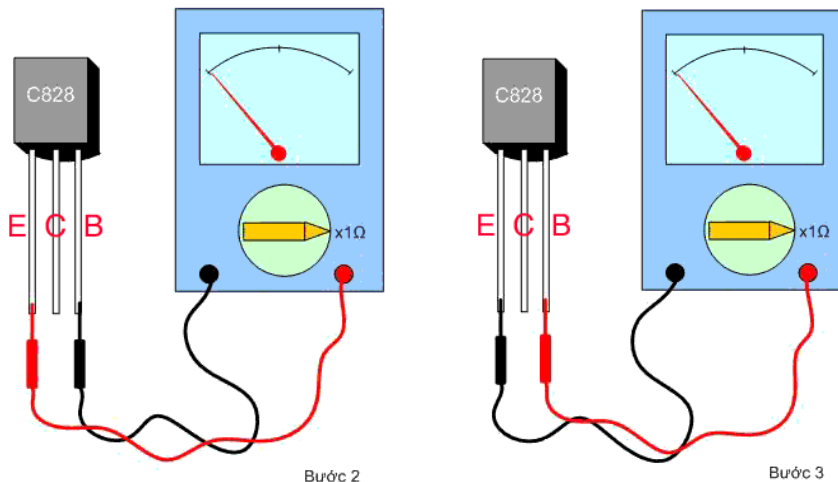
2. Các bài thực hành



Phép đo cho biết Transistor bị đứt mối BE:

Bước 1: Chuẩn bị.

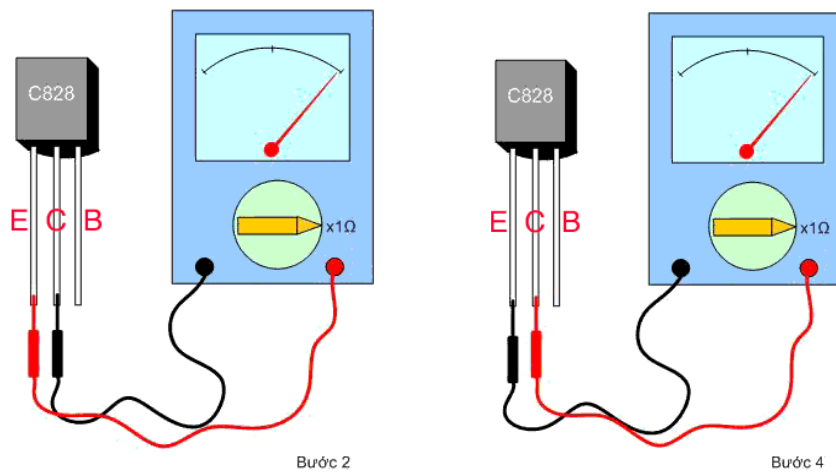
Bước 2 và 3: Đo cả hai chiều giữa B và E kim không lên.



Phép đo cho biết Transistor bị chập mỗi CE:

Bước 1: Chuẩn bị.

Bước 2 và 4: Đo cả hai chiều giữa C và E kim lên = 0 Ω.



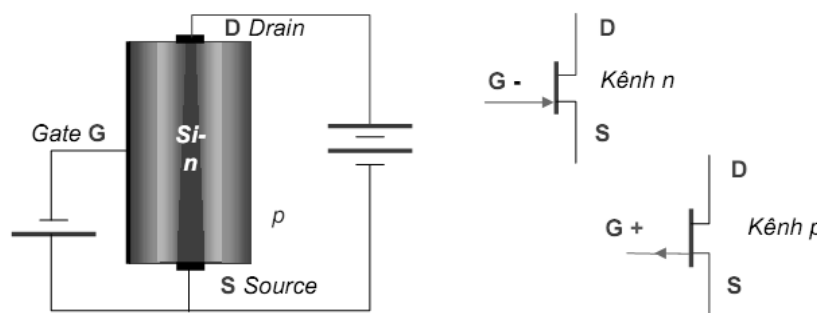
Trường hợp đo giữa C và E kim lên một chút là bị dò CE.

2.4 Transistor MOSFET

A. Cơ sở lý thuyết

1. JFET

- Cấu tạo và ký hiệu quy ước:



Hình 2.4-1: Cấu tạo và ký hiệu của JFET

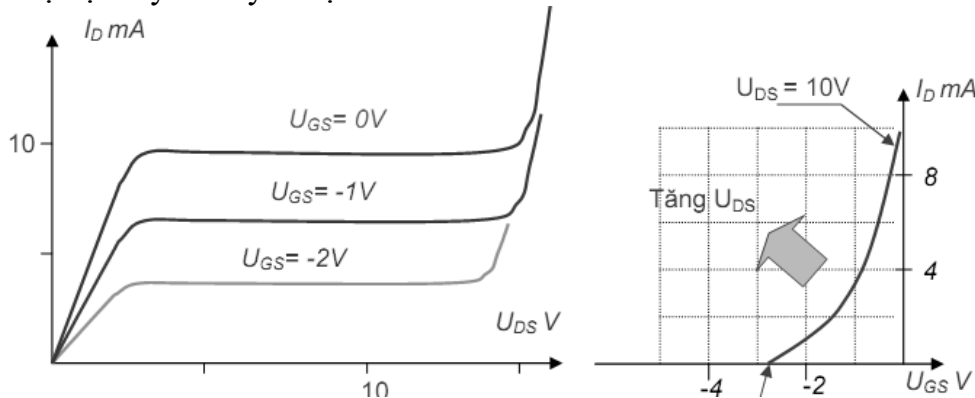
Hình trên là cấu trúc JFET kiểu kênh n: trên đế tinh thể bán dẫn Si-n người ta tạo xung quanh nó 1 lớp bán dẫn p (có tạp chất nồng độ cao hơn so với đế) và đưa ra 3 điện cực là cực nguồn S (Source), cực máng D (Drain) và cực cửa G (Gate). Như vậy hình thành một kênh dẫn điện loại n nối giữa hai cực D và S, cách li với cực cửa G (dùng làm điện cực điều khiển) bởi 1 lớp tiếp xúc p-n bao quanh kênh dẫn. Hoàn toàn tương tự, nếu xuất phát từ đế bán dẫn loại p, ta có loại JFET kênh p với các ký hiệu quy ước phân biệt cho trên hình.

- Nguyên lý hoạt động: Để phân cực JFET, người ta dùng hai nguồn điện áp ngoài là $U_{DS} > 0$ và $U_{GS} < 0$ như hình vẽ (với kênh P, các chiều điện áp phân cực sẽ ngược lại, sao cho tiếp giáp p-n bao quanh kênh dẫn luôn được phân cực ngược). Do tác dụng của các điện trường này, trên kênh dẫn xuất hiện 1 dòng điện (là dòng điện tử với kênh n) hướng từ cực D tới cực S gọi là dòng điện cực máng I_D . Dòng I_D có độ lớn tùy thuộc vào các giá trị U_{DS} và U_{GS} vì độ dẫn điện của kênh phụ thuộc mạnh cả hai điện trường này. Nếu xét riêng sự phụ thuộc của I_D vào từng điện áp khi giữ cho điện áp còn lại không đổi (coi là một tham số) ta nhận được hai hệ hàm quan trọng nhất của JFET là:

$$I_D = f_1(U_{DS}) \Big|_{U_{GS} = \text{const}}$$

$$I_D = f_2(U_{GS}) \Big|_{U_{DS} = \text{const}}$$

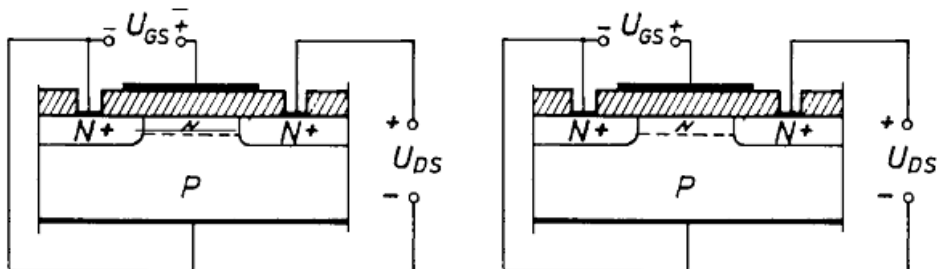
- Họ đặc tuyến truyền đạt:

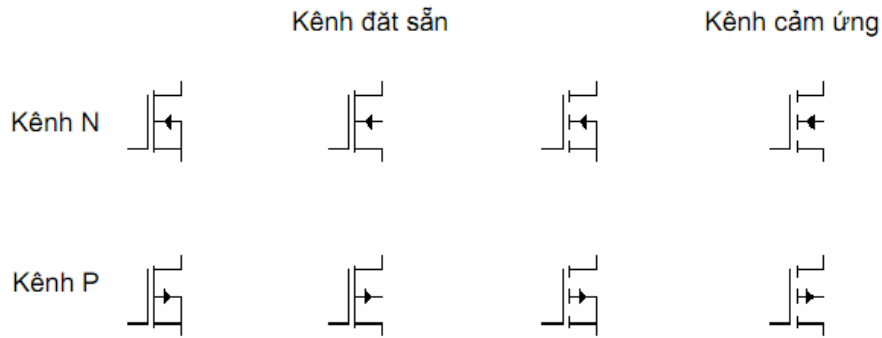


Hình 2.4-2: Đặc tính của JFET

2. MOSFET

- Cấu tạo và kí hiệu quy ước:





Hình 2.4-3: Cấu tạo và ký hiệu của MOSFET

Trên nền đế là đơn tinh thể bán dẫn tạp chất loại p (Si-p), người ta pha tạp chất bằng phương pháp công nghệ đặc biệt (plana, Epitaxi hay khuếch tán ion) để tạo ra 2 vùng bán dẫn loại n⁺ (nồng độ pha tạp cao hơn so với đế) và lấy ra hai điện cực là D và S. Hai vùng này được nối thông với nhau nhờ một kênh dẫn điện loại n có thể hình thành ngay trong quá trình chế tạo (loại kênh đặt sẵn) hay chỉ hình thành sau khi đã có 1 điện trường ngoài (lúc làm việc trong mạch điện) tác động (loại kênh cảm ứng). Tại phần đối diện với kênh dẫn, người ta tạo ra điện cực thứ ba là cực cửa G sau khi đã phủ lên bề mặt kênh 1 lớp cách điện mỏng SiO₂. Từ đó MOSFET còn có tên là loại FET có cực cửa cách li (IGFET). Kênh dẫn được cách li với đế nhờ tiếp giáp p-n thường được phân cực ngược nhờ 1 điện áp phụ đưa tới cực thứ 4 là cực đế.

- Nguyên lý hoạt động:

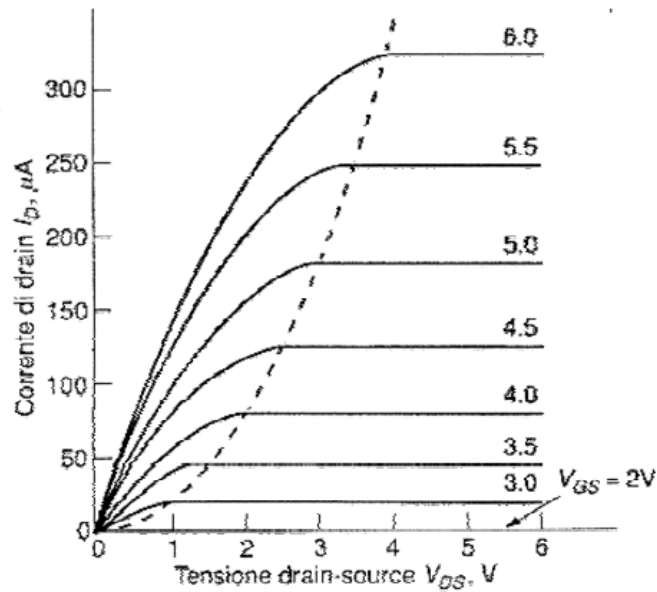
Để phân cực MOSFET người ta đặt 1 điện áp $U_{DS} > 0$. Cần phân biệt hai trường hợp:

Với loại kênh đặt sẵn, xuất hiện dòng điện tử trên kênh dẫn nối giữa S và D và trong mạch ngoài có dòng cực máng I_D (chiều đi vào cực D), ngay cả khi chưa có điện áp đặt vào cực cửa ($U_{GS} = 0$).

Nếu đặt lên cực cửa điện áp $U_{GS} > 0$, điện tử tự do có trong vùng đế (là hạt thiểu số) được hút vào vùng kênh dẫn đối diện với cực cửa làm giàu hạt dẫn cho kênh, tức là làm giảm điện trở của kênh, do đó làm tăng dòng cực máng I_D . Chế độ làm việc này được gọi là chế độ giàu của MOSFET.

Nếu đặt tới cực cửa điện áp $U_{GS} < 0$, quá trình trên sẽ ngược lại, làm kênh dẫn bị nghèo đi do các hạt dẫn (là điện tử) bị đẩy xa khỏi kênh. Điện trở kênh dẫn tăng tùy theo mức độ tăng của U_{GS} theo chiều âm sẽ làm giảm dòng I_D . Đây là chế độ nghèo của MOSFET.

Nếu xác định quan hệ hàm số $I_D = F_3(U_{DS})$ lấy với những giá trị khác nhau của U_{GS} bằng lí thuyết thay thực nghiệm, ta thu được họ đặc tuyến ra của MOSFET loại kênh n đặt sẵn như trên hình 2.3-4.

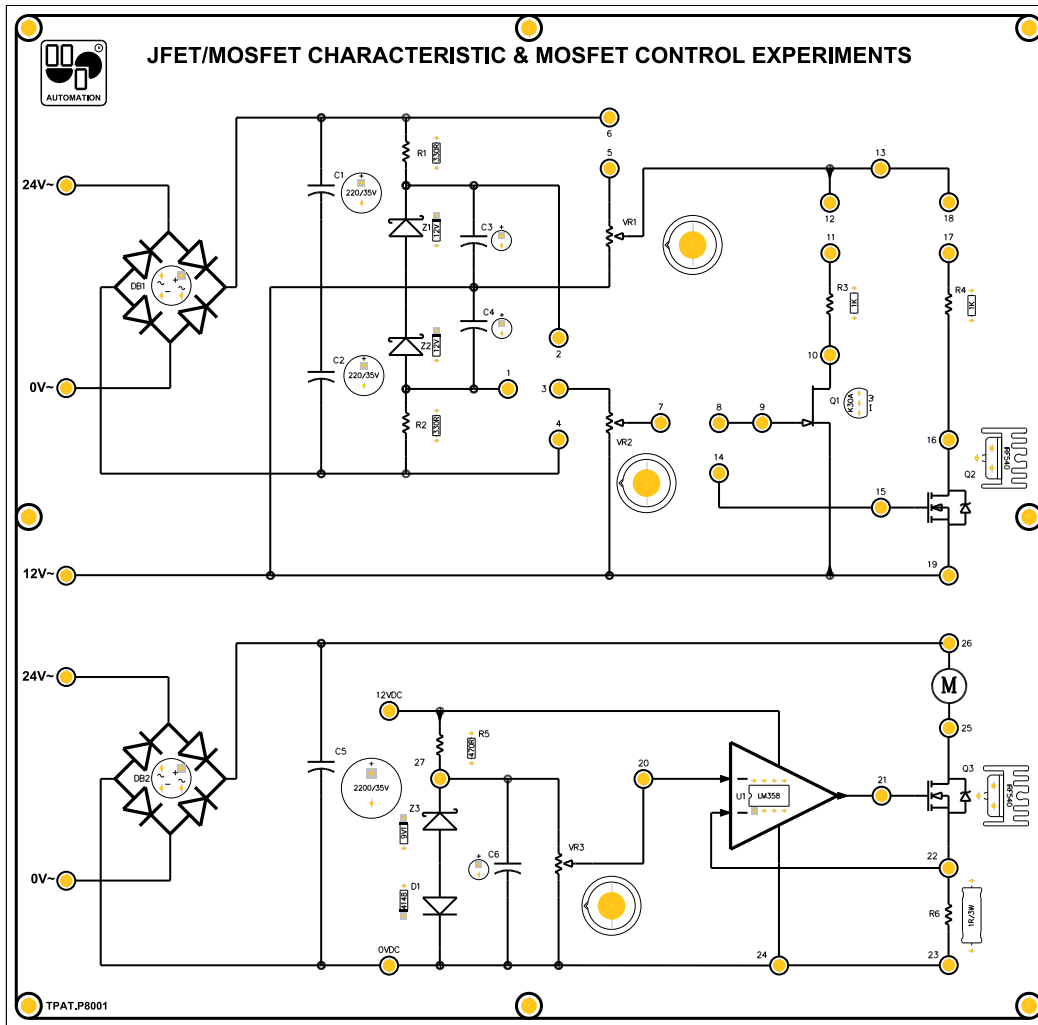


Hình 2.4-4: Đặc tính của MOSFET

B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm dùng đo kiểm, khảo sát đặc tính của JFET và MOSFET.



Hình 2.4-5: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm JFET/MOSFET

2. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phân chức năng sau:

- + Module bộ nguồn;
- + Khối thực nghiệm điều khiển MOSFET và đặc trưng JFET/MOSFET (Module JFET/MOSFET characteristic & MOSFET control experiments);
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng;
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở mục 2a.

Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

3. Các bài thực hành

a. Đo kiểm JFET/MOSFET

B1: Tháo tất cả các chốt cắm.

B2: Dùng ômkế ở thang đo Rx10, thực hiện các phép đo với JFET và ghi lại kết quả vào bảng 2.1

Bảng 2-1

Cực của JFET	G(9)	S
Que đo ômkế	Đen	đỏ
Kết quả		

Cực của JFET	G	S
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		

Cực của JFET	G(9)	D(10)
Que đo ômkế	Đen	đỏ
Kết quả		

Cực của JFET	G(9)	D(10)
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		

Cực của JFET	D	S
Que đo ômkế	Đen	đỏ
Kết quả		

Cực của JFET	D	S
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		

B3: Từ kết quả trên đưa ra kết luận đó là JFET loại nào?

B4: Dùng ômkế ở thang đo Rx10, thực hiện các phép đo với MOSFET và ghi lại kết quả vào bảng 2.2

Bảng 2-2

Cực của MOSFET	G(15)	S(19)
Que đo ômkế	Đen	đỏ
Kết quả		
Cực của MOSFET	G(15)	D(16)
Que đo ômkế	Đen	đỏ
Kết quả		
Cực của MOSFET	D	S
Que đo ômkế	Đen	đỏ
Kết quả		

Cực của MOSFET	G(15)	S(19)
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		
Cực của MOSFET	G(15)	D(16)
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		
Cực của MOSFET	D	S
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		

B5: Từ kết quả trên đưa ra kết luận đó là MOSFET loại nào?

c. Đặc tuyến JFET

B1: Nối nguồn 24VAC, 12VAC, 0VAC vào các rắc tương ứng trên module thí nghiệm.

B2: Vận VR1 hết về bên phải, VR2 hết về bên trái. Nối rắc 1-3, 5-6, 7-8, 11-12.

B3: Đặt đồng hồ số ở thang đo DCV 20 để đo U_{GS} và dòng I_D ($I_D = U_{R3}/R3$) của JFET.

B4: Tắt nguồn cung cấp.

B5: Dùng đồng hồ đa năng đo U_{GS} của JFET và U_{R3} . Điều chỉnh VR1 để $U_{DS} \geq 10V$ để JFET dẫn bão hoà. Điều chỉnh VR2 để có các giá trị U_{GS} theo bảng 2.3. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.3.

Bảng 2-3

U_{GS}	0V	-0,5V	-1V	-1,5V	-2V	-2,5V	-3V	-3,5V	-4V	-4,5V	-5V	-5,5V	-6V
U_{R3}													
I_D													

B6: Chuyển zắc 1-3 sang 2-3, dùng đồng hồ đa năng đo U_{GS} của JFET và U_{R3} . Điều chỉnh VR2 để có các giá trị U_{GS} theo bảng dưới. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.4.

Bảng 2-4

U_{GS}	0V	0,5V	1V	1,5V	2V	2,5V	3V	3,5V	4V	4,5V	5V	5,5V	6V
U_{R3}													
I_D													

B7: Vẽ đặc tuyến $U_{GS}-I_D$ từ kết quả bước 5 và bước 6. Xác định giá trị điện áp khoá U_P .

B8: Chuyển zắc 2-3 sang 1-3, điều chỉnh VR2 để $U_{GS} = -1,5V$, điều chỉnh VR1 để có các giá trị U_{DS} theo bảng 7.5. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.5.

Bảng 2-5

$$U_{GS} = -1,5V$$

U_{DS}	0V	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V
U_{R3}													
I_D													

Điều chỉnh VR2 để $U_{GS} = -1,0V$, điều chỉnh VR1 để có các giá trị U_{DS} theo bảng 2.6. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.6.

Bảng 2-6

$$U_{GS} = -1,0V$$

U_{DS}	0V	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V
----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

U_{R3}													
I_D													

Điều chỉnh VR2 để $U_{GS} = -0,5V$, điều chỉnh VR1 để có các giá trị U_{DS} theo bảng 2.7. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.7.

Bảng 2-7

$U_{GS} = -0,5V$

U_{DS}	0V	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V
U_{R3}													
I_D													

B9: Từ kết quả đo được tại bước 8 vẽ các đặc tuyến $U_{GS}-I_D$. Mô tả sự khác nhau giữa các đặc tuyến này.

d. Đặc tuyến MOSFET

B1: Nối nguồn 24VAC, 12VAC, 0VAC vào các zắc tương ứng trên module thí nghiệm.

B2: Vận VR1 hết về bên phải, VR2 hết về bên trái. Nối zắc 1-3, 5-6, 7-14, 17-18.

B3: Đặt đồng hồ số ở thang đo DCV 20 để đo U_{GS} và dòng I_D ($I_D = U_{R4}/R_4$) của MOSFET.

B4: Bật nguồn cung cấp.

B5: Dùng đồng hồ đa năng đo U_{GS} của MOSFET và U_{R4} . Điều chỉnh VR1 để $U_{DS} \geq 10V$ để MOSFET dẫn bão hoà. Điều chỉnh VR2 để có các giá trị U_{GS} theo bảng 2.8. Đo các giá trị U_{R4} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.8.

Bảng 2-8

U_{GS}	0V	-0,5V	-1V	-1,5V	-2V	-2,5V	-3V	-3,5V	-4V	-4,5V	-5V	-5,5V	-6V
U_{R4}													
I_D													

B6: Chuyển zắc 1-3 sang 2-3, dùng đồng hồ đa năng đo U_{GS} của MOSFET và U_{R4} . Điều chỉnh VR2 để có các giá trị U_{GS} theo bảng 7.9. Đo các giá trị U_{R4} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.9.

Bảng 2-9

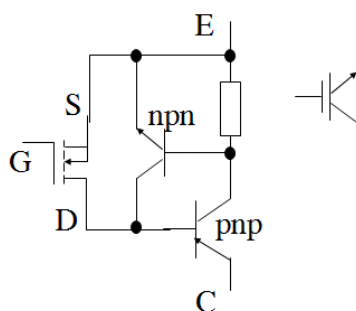
U_{GS}	0V	0,5V	1V	1,5V	2V	2,5V	3V	3,5V	4V	4,5V	5V	5,5V	6V
U_{R4}													
I_D													

B7: Vẽ đặc tuyến $U_{GS}-I_D$ từ kết quả bước 5 và bước 6. Xác định giá trị điện áp ngưỡng U_T .

2.5 Transistor IGBT

A. Cơ sở lý thuyết

Về cấu trúc bán dẫn, IGBT rất giống với MOSFET, điểm khác nhau là có thêm lớp nối với collector tạo nên cấu trúc bán dẫn p-n-p giữa emitter (tương tự cực gốc) với collector (tương tự với cực máng), mà không phải là n-n như ở MOSFET. Vì thế có thể coi IGBT tương đương với một transistor p-n-p với dòng base được điều khiển bởi một MOSFET.



Hình 2.5-1: Sơ đồ tương đương và cấu tạo của IGBT

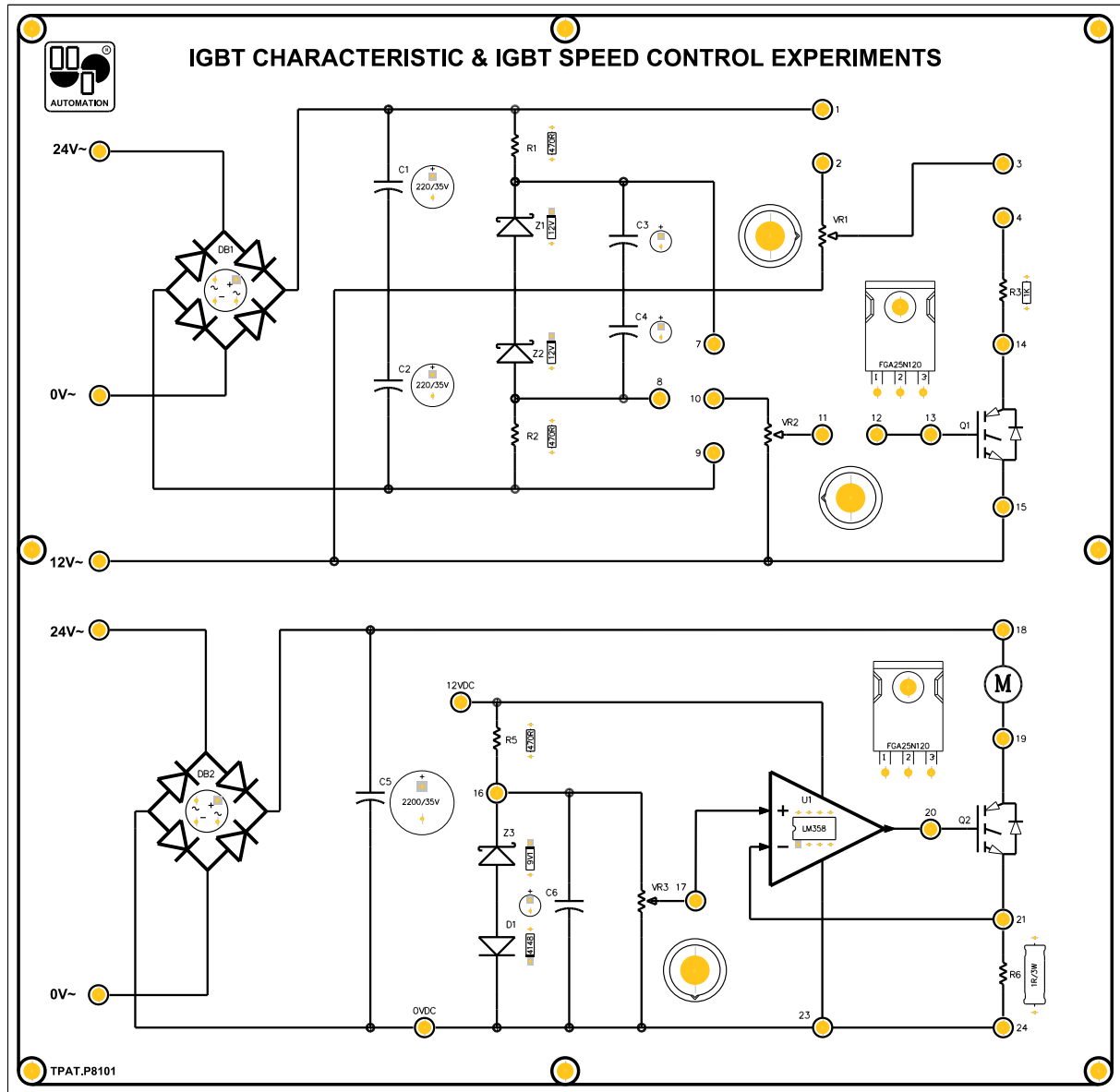
Dưới tác dụng của áp điều khiển $U_{ge} > 0$, kênh dẫn với các hạt mang điện là các điện tử được hình thành, giống như ở cấu trúc MOSFET. Các điện tử di chuyển về phía collector vượt qua lớp tiếp giáp n-p như ở cấu trúc giữa base và collector ở transistor thường, tạo nên dòng collector.

Do cấu trúc n-p-n mà điện áp thuận giữa C và E trong chế độ dẫn dòng ở IGBT thấp hơn hẳn so với Mosfet. Tuy nhiên do cấu trúc này làm cho thời gian đóng cắt của IGBT chậm hơn so với Mosfet, đặc biệt là khi khóa lại. Trên hình vẽ thể hiện cấu trúc tương đương của IGBT với Mosfet và một Tranzitor p-n-p. Ký hiệu dòng qua IGBT gồm hai thành phần: i_1 dòng qua Mosfet, i_2 dòng qua transistor. Phần Mosfet trong IGBT có thể khóa lại nhanh chóng nếu xả hết được điện tích giữa G và E, do đó dòng $i_1 = 0$, tuy nhiên i_2 sẽ không suy giảm nhanh chóng được do lượng điện tích lũy trong (tương đương với bazơ của cấu trúc p-n-p) chỉ có thể mất đi do quá trình tự trung hòa điện tích. Điều này xuất hiện vùng dòng điện kéo dài khi khóa IGBT.

B. Thực hành

1. Giới thiệu bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm dùng để khảo đặc tính của IGBT và sử dụng IGBT điều khiển động cơ.



Hình 2.5-2: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm IGBT

2. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phần chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Khối thực nghiệm điều khiển tốc độ nhờ IGBT và đặc trưng của IGBT (Module IGBT characteristic & IGBT speed control experiments)
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

3. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.

Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

4. Các bài thực hành

a. Đo kiểm IGBT

B1: Tháo tất cả các rắc cắm.

B2: Dùng ômkế ở thang đo Rx10, thực hiện các phép đo với IGBT và ghi lại kết quả vào bảng 2.10.

Bảng 2-10

Cực của IGBT	G(13)	E(15)
Que đo ômkế	đen	đỏ
Kết quả		

Cực của IGBT	G(13)	E(15)
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		

Cực của IGBT	G(13)	C(14)
Que đo ômkế	đen	đỏ
Kết quả		

Cực của IGBT	G(13)	C(14)
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		

Cực của IGBT	C	E
Que đo ômkế	đen	đỏ
Kết quả		

Cực của IGBT	C	E
Que đo ômkế	đỏ	đen
Kết quả		

B3: Từ kết quả trên mô tả đặc tính của IGBT.

e. Đặc tuyến IGBT

B1: Nối nguồn 24VAC, 12VAC, 0VAC vào các rắc tương ứng trên module thí nghiệm.

B2: Vặn VR1 hết về bên phải, VR2 hết về bên trái. Nối rắc 1-2, 3-4, 8-10, 11-12.

B3: Đặt đồng hồ số ở thang đo DCV 20 để đo U_{GE} và dòng I_C ($I_C = U_{R3}/R_3$) của IGBT.

B4: Tắt nguồn cung cấp.

B5: Dùng đồng hồ đa năng đo U_{GE} của IGBT và I_C . Điều chỉnh VR1 để $U_{CE} \geq 10V$, điều chỉnh VR2 để có các giá trị U_{GE} theo bảng dưới. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_C và điền vào bảng 2.11.

Bảng 2-11

U_{GE}	0V	-0,5V	-1V	-1,5V	-2V	-2,5V	-3V	-3,5V	-4V	-4,5V	-5V	-5,5V	-6V
U_{R3}													
I_C													

B6: Chuyển 8-10 sang 7-10, dùng đồng hồ đa năng đo U_{GE} của IGBT và U_{R3} . Điều chỉnh VR2 để có các giá trị U_{GE} theo bảng dưới. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_D và điền vào bảng 2.12.

Bảng 2-12

U_{GE}	0V	0,5V	1V	1,5V	2V	2,5V	3V	3,5V	4V	4,5V	5V	5,5V	6V
U_{R3}													
I_D													

B7: Vẽ đặc tuyến $U_{GE}-I_C$ từ kết quả bước 5 và bước 6. Mô tả đường đặc tuyến.

B8: Nối zắc cắm 7-10, điều chỉnh VR2 để $U_{GE} = 4,0V$. Điều chỉnh VR1 để có các giá trị U_{CE} theo bảng dưới. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_C và điền vào bảng 2.13.

Bảng 2-13

$$U_{GE} = 4,0V$$

U_{CE}	0V	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V
U_{R3}													
I_C													

Điều chỉnh VR2 để $U_{GE} = 4,5V$, điều chỉnh VR1 để có các giá trị U_{CE} theo bảng 2.12. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_C và điền vào bảng 2.14.

Bảng 2-14

$$U_{GE} = 4,5V$$

U_{CE}	0V	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V
U_{R3}													
I_C													

Điều chỉnh VR2 để $U_{GE} = 5,0V$, điều chỉnh VR1 để có các giá trị U_{CE} theo bảng 2.13. Đo các giá trị U_{R3} tương ứng, tính giá trị I_C và điền vào bảng 2.15.

Bảng 2-15

$$U_{GE} = 5,0V$$

U_{CE}	0V	1V	2V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V
U_{R3}													
I_C													

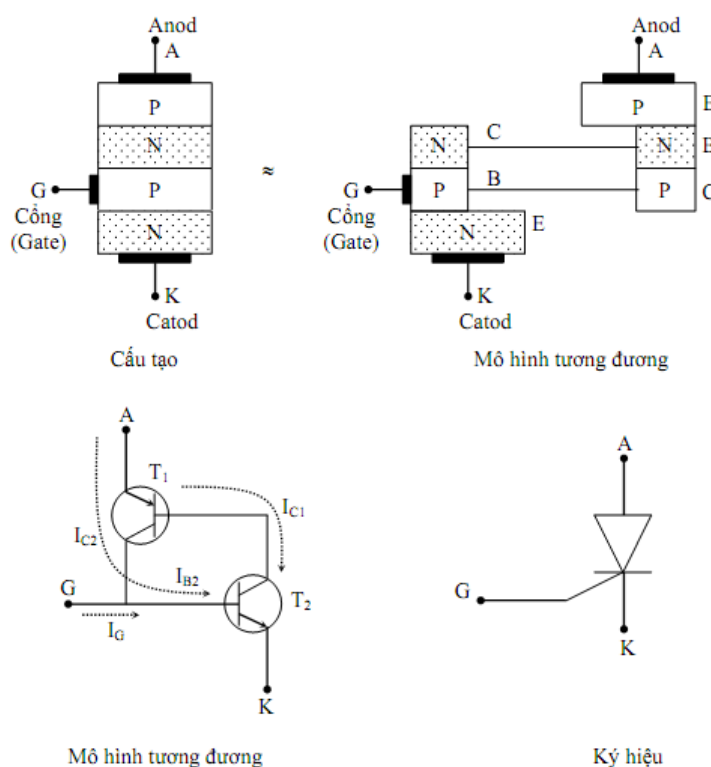
B9: Từ kết quả đo được tại bước 8 vẽ các đặc tuyến $U_{CE}-I_C$. Mô tả sự khác nhau giữa các đặc tuyến này.

2.6 Thyristor SCR

A. Cơ sở lý thuyết

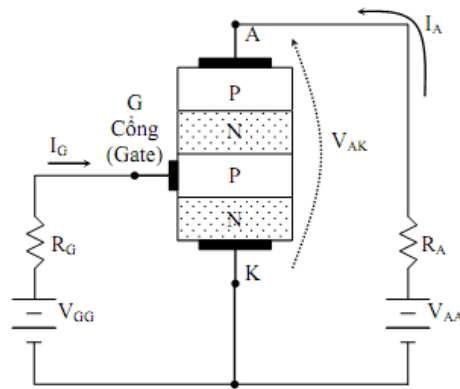
1. Cấu tạo của SCR

SCR được cấu tạo bởi 4 lớp bán dẫn PNP (có 3 nối PN). Như tên gọi ta thấy SCR là một điốt chỉnh lưu được kiểm soát bởi cổng silicium. Các tiếp xúc kim loại được tạo ra các cực Anod A, Catot K và cổng G.



Hình 2.6-1: Cấu tạo và ký hiệu của SCR

Nếu ta mắc một nguồn điện một chiều V_{AA} vào SCR như hình sau. một dòng điện nhỏ I_G kích vào cực cổng G sẽ làm nối PN giữa cực cổng G và catot K dẫn phát khởi dòng lớn hơn nhiều. Nếu ta đổi chiều nguồn V_{AA} (cực dương nối với catot, cực âm nối với anod) sẽ không có dòng điện qua SCR cho dù có dòng điện kích I_G . Như vậy ta có thể hiểu SCR như một điốt nhưng có thêm cực cổng G và để SCR dẫn điện phải có dòng điện kích I_G vào cực cổng.



Hình 2.6-2: Phân cực cho SCR

Ta thấy SCR có thể coi như tương đương với hai transistor PNP và NPN liên kết nhau qua ngõ nền và thu.

Khi có một dòng điện nhỏ I kích vào cực nền của Transistor NPN T_1 tức cổng G của SCR. Dòng điện I_G sẽ tạo ra dòng cực thu I_{C1} lớn hơn, mà I_{C1} lại chính là dòng nền I_{B2} của transistor PNP T_2 nên tạo ra dòng thu I_{C2} lại lớn hơn trước... Hiện tượng này cứ tiếp tục nên cả hai transistor nhanh chóng trở nên bão hòa. Dòng bão hòa qua hai transistor chính là dòng anod của SCR. Dòng điện này tùy thuộc vào V_{AA} và điện trở tải R_A .

Cơ chế hoạt động như trên của SCR cho thấy dòng I_G không cần lớn và chỉ cần tồn tại trong thời gian ngắn. Khi SCR đã dẫn điện, nếu ta ngắt bỏ I_G thì SCR vẫn tiếp tục dẫn điện, nghĩa là ta không thể ngắt SCR bằng cực cổng, đây cũng là một nhược điểm của SCR so với transistor.

Người ta chỉ có thể ngắt SCR bằng cách cắt nguồn V_{AA} hoặc giảm V_{AA} sao cho dòng điện qua SCR nhỏ hơn một trị số nào đó (tùy thuộc vào từng SCR) gọi là dòng điện duy trì I_H (holding current).

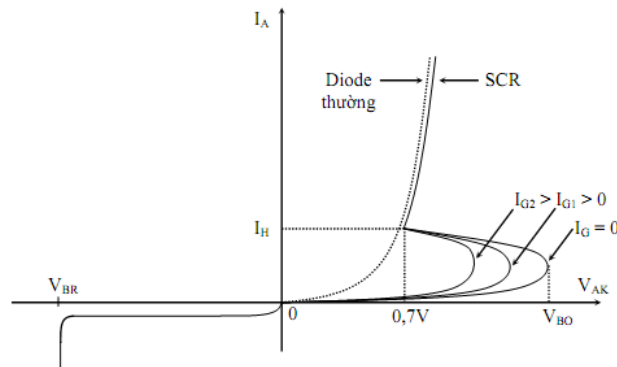
2. Đặc tuyến của SCR

Đặc tuyến này trình bày sự biến thiên của dòng điện anod I_A theo điện thế anod-catod V_{AK} với dòng cổng I_G coi như thông số.

- Khi SCR được phân cực nghịch (điện thế anod âm hơn điện thế catod), chỉ có một dòng điện rỉ rất nhỏ chạy qua SCR.

- Khi SCR được phân cực thuận (điện thế anod dương hơn điện thế catod), nếu ta nối tắt (hoặc để hở) nguồn V_{GG} ($I_G=0$), khi V_{AK} còn nhỏ, chỉ có một dòng điện rất nhỏ chạy qua SCR (trong thực tế người ta xem như SCR không dẫn điện), nhưng khi V_{AK} đạt đến một trị số nào đó (tùy thuộc vào từng SCR) gọi là điện thế quay về V thì điện thế V_{AK} đột ngột xuống khoảng 0,7V như điốt thường. Dòng điện tương ứng bây giờ chính là dòng điện duy trì I_H . Từ bây giờ, SCR chuyển sang trạng thái dẫn điện và có đặc tuyến gần giống như điốt thường.

Nếu ta tăng nguồn V_{GG} để tạo dòng kích I_G , ta thấy điện thế quay về nhỏ hơn và khi dòng kích I_G càng lớn, điện thế quay về V_{BO} càng nhỏ.

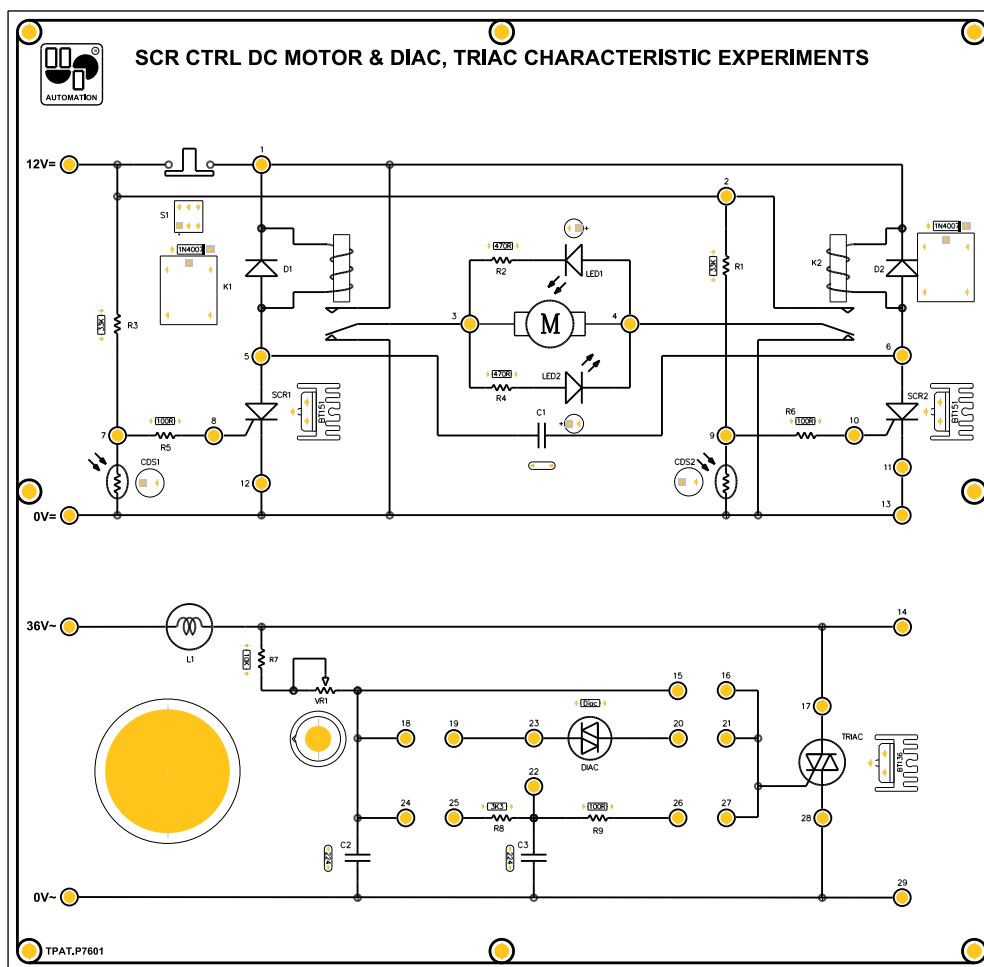


Hình 2.6-3: Đặc tuyến VA SCR

B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm điều chỉnh tốc động động cơ bằng SCR.



Hình 2.6-4: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm SCR điều khiển động cơ và TRIAC, DIAC

2. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phần chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module SCR CTRLDC Motor & DIAC, TRIAC characteristic experiments.
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.

Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

3. Các bài thực hành

a. SCR điều khiển động cơ 1 chiều

B1: Nối nguồn DC 12V vào bộ thí nghiệm.

B2: Khi SCR khoá quan sát và ghi lại trạng thái của LED.

.....

Dùng vôn kế đo và ghi lại giá trị điện áp UAK của 2 SCR. Ghi lại trạng thái của mỗi SCR.

UAK1=.....0.....V; UAK2=.....0....V;

Ghi lại trạng thái của mỗi SCR.....

B3: Dùng Vôn kế đo và ghi lại giá trị điện áp tại tiếp điểm của role1 và role2

UCOM1=.....V; UCOM2=.....V

B4: Dùng Vôn kế đo và ghi lại giá trị điện áp tại quang trở CDS1 và CDS2.

UCDS1=.....V; UCDS2=.....V

Ghi lại trạng thái của mỗi SCR.....

B5: Đưa cường độ ánh sáng lớn vào CDS1, đo điện áp qua CDS1. So sánh kết quả với bước 4.....

B6: Đưa cường độ ánh sáng lớn vào CDS2, đo điện áp qua CDS2. So sánh kết quả với bước 4.....

B7: Che tối CDS1, đo điện áp U_G (zắc 8). U_{G1} =....., U_{COM1} =....., quan sát chiều quay của động cơ.....

B8: Che tối CDS2, đo điện áp U_G (zắc 10), U_{G2} =....., U_{COM2} =....., quan sát chiều quay của động cơ.....

B9: Che tối CDS1, LED1 hay LED2 sáng.....

Che tối CDS2, LED1 hay LED2 sáng.....

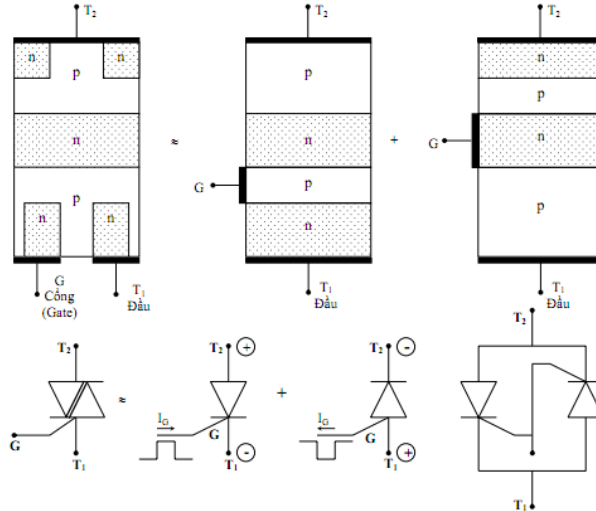
B10: Ấn S1 tắt động cơ, LED nào sáng?.....

Đề chạy động cơ, dùng tay che một CSD bất kỳ.

2.7 TRIAC

A. Cơ sở lý thuyết

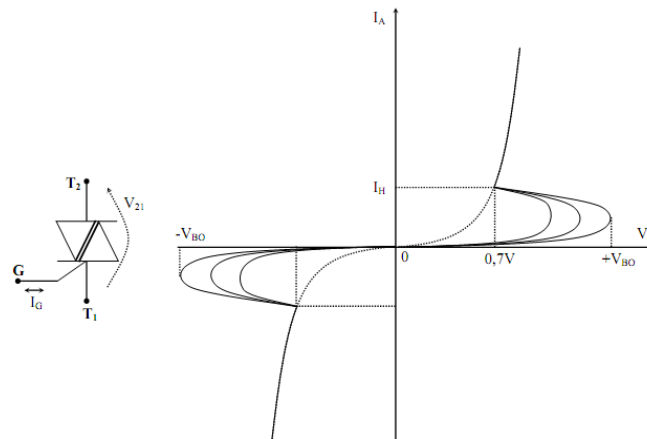
TRIAC thường được coi như một SCR lưỡng hướng vì có thể dẫn điện theo hai chiều. Hình 2.6-1 đây cho thấy cấu tạo của TRIAC.



Hình 2.7-1: Cấu tạo và ký hiệu của TRIAC

Như vậy, ta thấy TRIAC như gồm bởi một SCR PNPN dẫn điện theo chiều từ trên xuống dưới, kích bởi dòng cổng dương và một SCR NPNP dẫn điện theo chiều từ dưới lên kích bởi dòng cổng âm. Hai cực còn lại gọi là hai đầu cuối chính (main terminal).

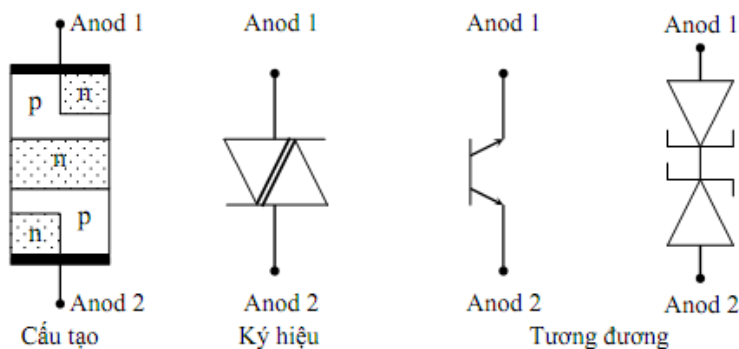
- Do đầu T_2 dương hơn đầu T_1 , để TRIAC dẫn điện ta có thể kích dòng cổng dương và khi đầu T_2 âm hơn T_1 ta có thể kích dòng cổng âm. Vì vậy mà đặc tuyến V-A của TRIAC có dạng:



Hình 2.7-2: Đặc tuyến V-A của TRIAC

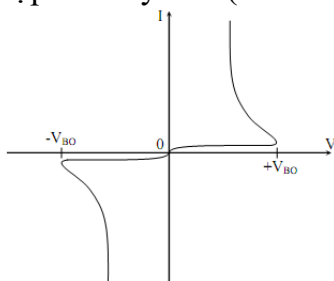
1. DIAC

Về cấu tạo, DIAC giống như một SCR không có cực cổng hay đúng hơn là một transistor không có cực nền. Hình sau đây mô tả cấu tạo, ký hiệu và mạch tương đương của DIAC.



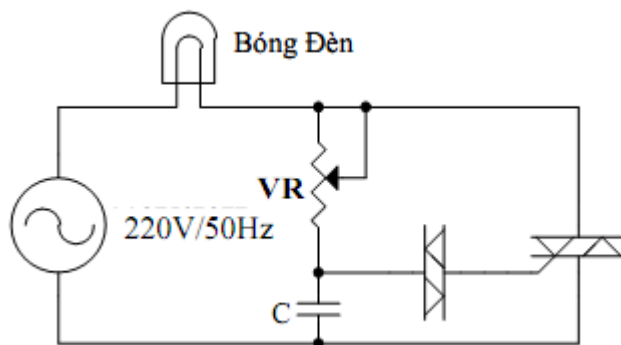
Hình 2.7-3: Cấu tạo và ký hiệu của DIAC

Khi áp một hiệu điện thế một chiều theo một chiều nhất định thì khi đến điện thế V_{BO} , DIAC dẫn điện p hiệu thế theo chiều ngược lại thì đến trị số $-V_{BO}$, DIAC cũng dẫn điện, DIAC thể hiện một điện trở âm (điện thế hai đầu DIAC giảm khi dòng điện qua DIAC tăng). Từ các tính chất trên, DIAC tương đương với hai Điốt Zener mắc đối đầu. Thực tế, khi không có DIAC, người ta có thể dùng hai Điốt Zener có điện thế Zener thích hợp để thay thế. (Hình 2.6-3)



Hình 2.7-4: Đặc tuyến của DIAC

Trong ứng dụng, DIAC thường dùng để mở TRIAC. Thí dụ như mạch điều chỉnh độ sáng của bóng đèn (Hình 2.6-5)



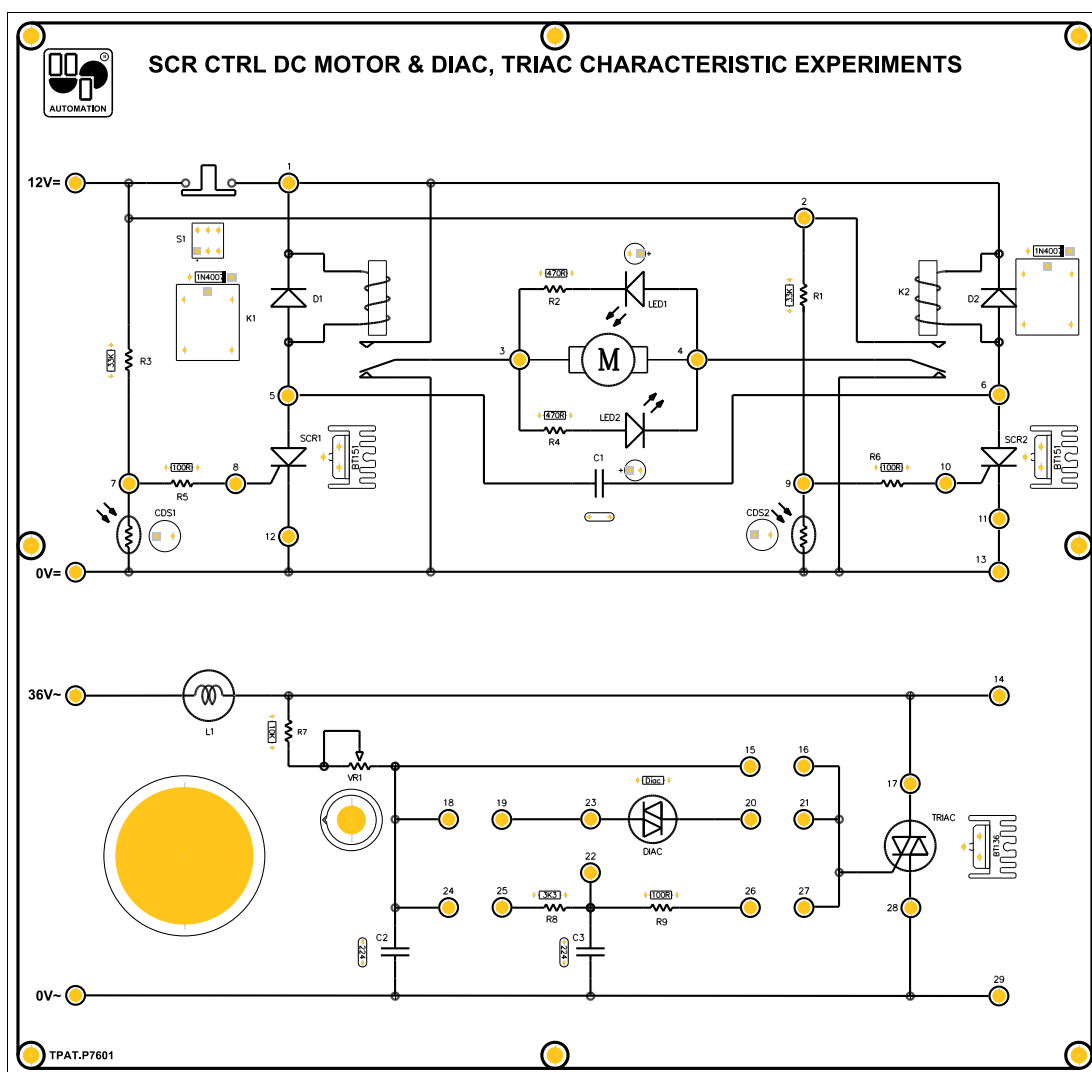
Hình 2.7-5: Ứng dụng của DIAC

Ở bán kỳ dương thì điện thế tăng, tụ nạp điện cho đến điện B_0 thì DIAC dẫn, tạo dòng kích cho TRIAC dẫn điện. Hết bán kỳ dương, TRIAC tạm ngưng. Đến bán kỳ âm tụ C nạp điện theo chiều ngược lại đến điện thế $-V_{BO}$, DIAC lại dẫn điện kích TRIAC dẫn điện. Ta thay đổi VR để thay đổi thời hằng nạp điện của tụ C, do đó thay đổi góc dẫn của TRIAC đưa đến làm thay đổi độ sáng của bóng đèn.

B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm khảo sát điều chỉnh tốc động cơ bằng SCR.



Hình 2.7-6: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm SCR điều khiển động cơ và TRIAC, DIAC

2. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phần chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module SCR CTRL DC Motor & DIAC, TRIAC characteristic experiments.
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

c. Lắp ráp thiết bị thực tập

- Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.
- Gắn các module lên khung thực tập.
- Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

3. Bài thực hành

Đặc tuyến DIAC & TRIAC

B1: Từ module nguồn, nối nguồn 36VAC vào zắc 36V~, 0VAC vào zắc 0V~. Để lấy được nguồn cấp 36VAC thì từ module nguồn, nối zắc L1 với L2 rồi nối chung vào pha A của nguồn cấp từ lưới điện. Zắc N nối với pha trung tính (N) của lưới điện. Nối 24VAC từ đầu ra của biến áp 1 với 0VAC của đầu ra biến áp 2 (phương pháp nối tiếp). Kết quả ta sẽ lấy ra được nguồn 36VAC từ zắc 12VAC của biến áp 2, còn 0VAC lấy từ zắc 0VAC của biến áp 1.

B2: Nối zắc 15-16, điều chỉnh VR1, quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của đèn..... Đặt VR1 ở vị trí giữa, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng điện áp qua tụ C2 và TRIAC vào bảng 2.16.

Bảng 2-16

TRIAC	U_{C2}

B3: Tháo zắc cắm 15-16, nối zắc 18-19, 20-21. Điều chỉnh VR1, quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của đèn..... Đặt VR1 ở vị trí giữa, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng điện áp qua tụ C2 và TRIAC vào bảng 2.17.

Bảng 2-17

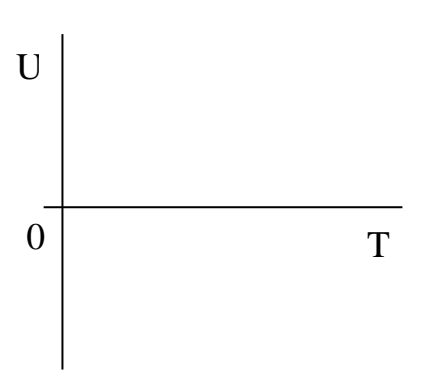
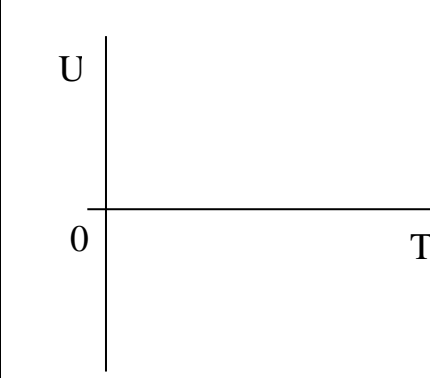
TRIAC	U_{C2}

B4: Tháo zắc 18-19, 20-21; nối zắc 24-25, 26-27. Vặn VR1 quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của đèn

So sánh với kết quả B2. Hiện tượng trễ (nhảy đèn) có được cải thiện?

Đặt VR1 ở vị trí giữa, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng điện áp qua tụ C2 và TRIAC vào bảng 2.18.

Bảng 2-18

TRIAC	U_{C2}
	

2.8 Thực hành Bộ nguồn và hướng dẫn sử dụng Oscilloscope

A. Thực hành bộ nguồn

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ nguồn là thiết bị cung cấp năng lượng cho mạch điện. Các thiết điện tử chủ yếu sử dụng nguồn một chiều ổn định.

Modul bộ nguồn gồm 2 phần:

Bộ nguồn xoay chiều nhiều đầu ra.

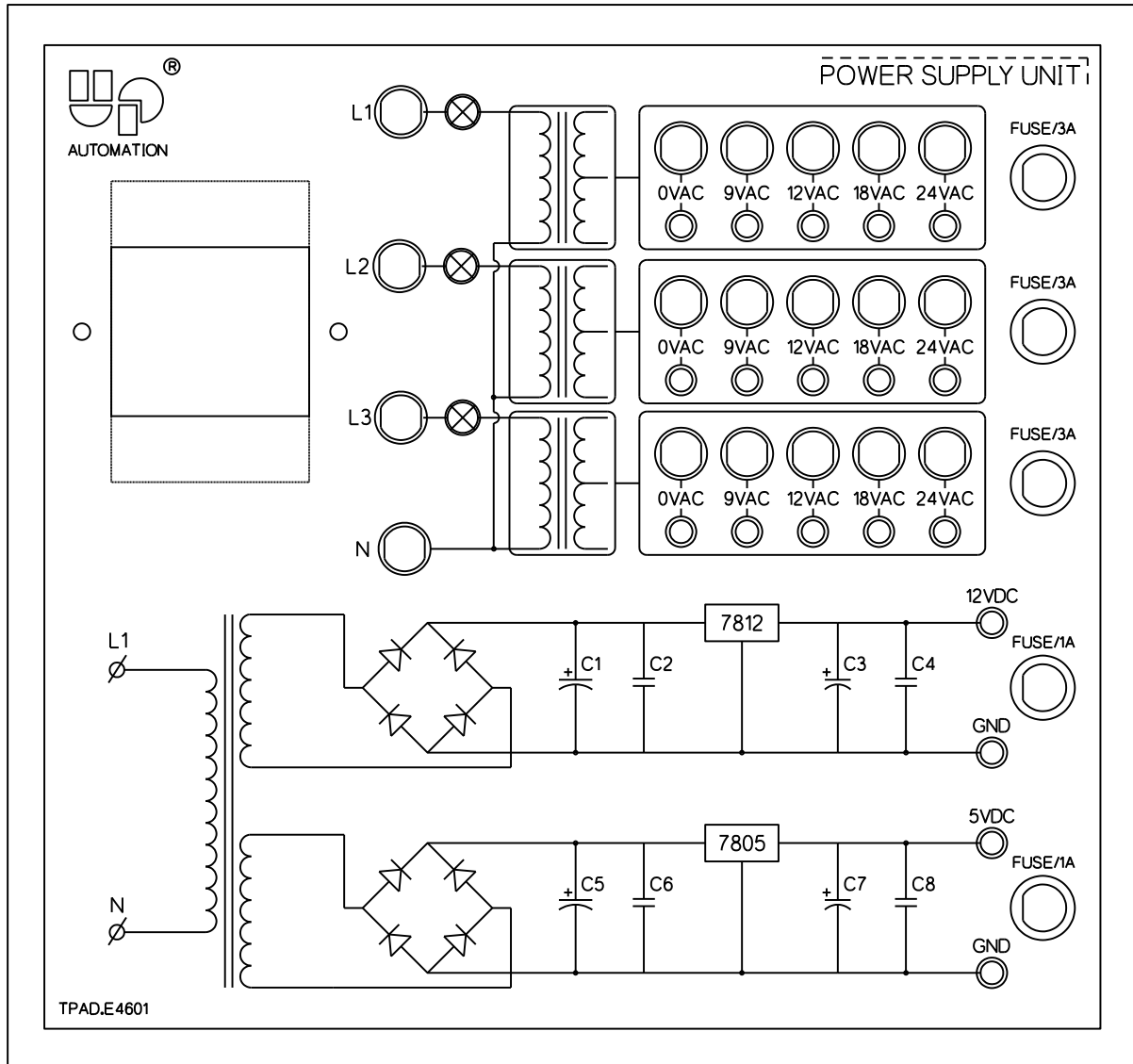
Bộ nguồn một chiều ổn áp.

* Bộ nguồn xoay chiều nhiều đầu ra là máy biến áp ba pha L1, L2, L3. Mỗi pha có 4 đầu ra: 9V, 12V, 18V, 24V.

* Bộ nguồn một chiều ổn áp gồm một biến áp hạ áp với sơ cấp có điện áp đầu vào là 220V (L,N). Thứ cấp có 2 cuộn dây riêng biệt, mỗi cuộn lấy ra 2 đầu ra.

- Cuộn thứ cấp 1 lấy ra điện áp 9V xoay chiều; qua mạch chỉnh lưu, tụ lọc C1 C2 vào chân 1 IC ổn áp 7805 để lấy ra điện áp một chiều ổn định 5V; tụ C3, C4 là tụ lọc ra.

- Cuộn thứ cấp 2 lấy ra điện áp 12V xoay chiều; qua mạch chỉnh lưu; tụ lọc C5, C6 vào chân 1 IC ổn áp 7812 để lấy ra điện áp một chiều ổn định 12V; tụ C7, C8 là tụ lọc ra.



Hình 1.5 – Sơ đồ mặt trước bộ nguồn

2. Yêu cầu đối với người thực hành

- Có kiến thức về linh kiện điện tử cơ bản, các mạch chỉnh lưu, các loại IC ổn áp.
- Kiến thức trong môn kỹ thuật điện tử tương tự.
- Là sinh viên các trường cao đẳng, đại học.

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phân chức năng sau:

+ Module bộ nguồn.

Đồng hồ vạn năng.

Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.

Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

3. Các bài thực hành

A. Bộ nguồn xoay chiều

B1: Nối giắc cắm nguồn vào bộ thí nghiệm.

B2: Bật át tô mát, dùng vôn kế xoay chiều đo các đầu ra của pha L1 với 0V, ghi lại kết quả.

B3: Dùng vôn kế xoay chiều đo các đầu ra của pha L2 với 0V, ghi lại kết quả.

B4: Dùng vôn kế xoay chiều đo các đầu ra của pha L3 với 0V, ghi lại kết quả.

B5: So sánh kết quả 3 lần đo với các mức điện áp tương ứng.

B6: Đo các đầu ra 9V, 12V, 18V, 24V với đầu 0V của pha tương ứng. So sánh kết quả đo được với giá trị ghi trên module. Nhận xét.

B7: Tắt át tô mát.

B. Bộ nguồn ổn áp một chiều

B8: Bật át tô mát, Dùng vôn kế một chiều đo 12VDC với GND (chú ý đầu đúng cực tính của vôn kế), ghi lại kết quả.

B9: Dùng vôn kế một chiều đo đầu ra 5VDC còn lại với GND, ghi lại kết quả.

B10: So sánh kết quả vừa đo với điện áp ghi trên module. Nhận xét.

B11: Tắt át tô mát.

4. Nội dung báo cáo thí nghiệm

a. Các mục sinh viên cần phải hoàn thành

- Tiến hành thí nghiệm với trình tự đã hướng dẫn.
- Ghi các kết quả thí nghiệm vào mẫu báo cáo.
- Nhận xét, đánh giá và so sánh kết quả thí nghiệm thu được.

b. Một số câu hỏi giúp cho việc thí nghiệm

- Nêu cấu tạo của máy biến áp 3 pha
- Vẽ mạch và phân tích nguyên lý của các dạng mạch chỉnh lưu.

Kết quả thí nghiệm

1 Thí nghiệm với mạch bộ nguồn xoay chiều

Đo điện áp thực thứ cấp:

Điện áp pha L1	
Điện áp pha L2	
Điện áp pha L2	

Nhận xét:

.....

.....

.....

Đo điện áp thực sơ cấp:

	Pha L1	Pha L2	Pha L3
Tại điểm 9V			
Tại điểm 12V			
Tại điểm 18V			
Tại điểm 24V			

Nhận xét:

.....

.....

.....

2 Thí nghiệm với bộ nguồn ổn áp một chiều

Đo điện áp ổn áp thực:

Tại điểm 5V	
Tại điểm 12V	

Nhận xét:

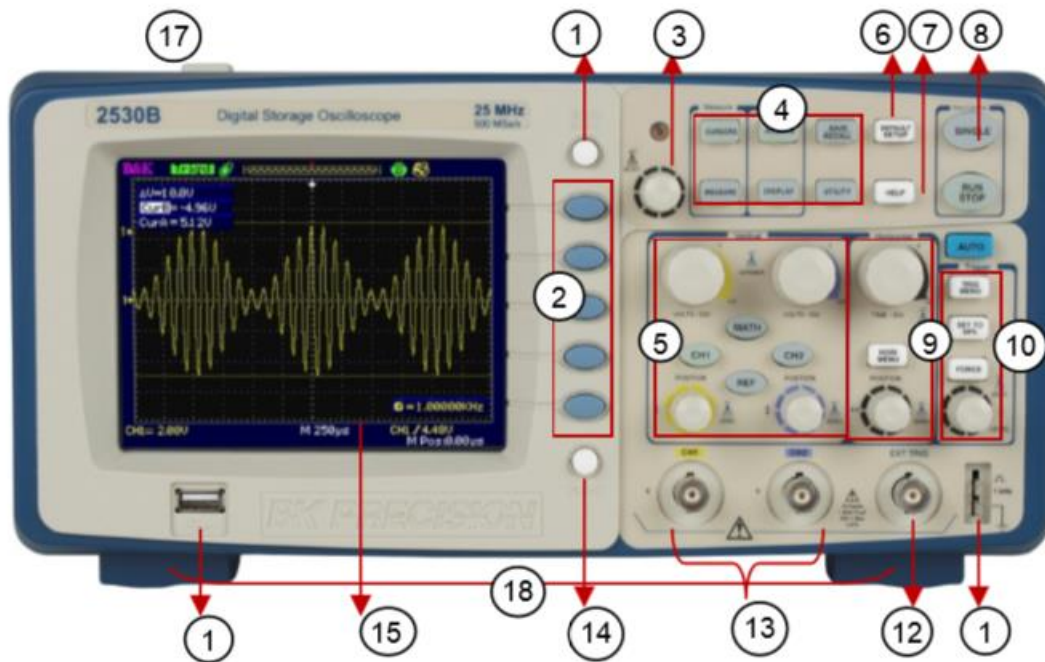
.....

.....

.....

B. Hướng dẫn sử dụng Oscilloscope

1. Giới thiệu Oscilloscope Kỹ thuật số BK Precision 2532B



- ①: nút ON/OFF của màn hình
- ②: nút chọn chế độ trên màn hình
- ③: nút chỉnh các chế độ
- ④: các nút chỉnh chế độ thông dụng: con trỏ, nút hiển thị, nút Save, chức năng, đo lường
- ⑤: nút chỉnh chế độ trực y
- ⑥: nút chỉnh về chế độ mặc định
- ⑦: nút Help
- ⑧: nút Run / Stop màn hình
- ⑨: nút chỉnh chế độ trực x
- ⑩ : điều khiển trigger
- ①①: phát xung 1kHz
- ①②: trigger ngoài
- ①③: tín hiệu vào của kênh 1 và kênh 2
- ①④: nút in màn hình
- ①⑤: màn hình LCD
- ①⑥: Jack cắm USB
- ①⑦: ON/OFF
- ①⑧: chân đế

2. Các thao tác đo chính của Oscilloscope

- Sử dụng Oscilloscope , nối GND vào 0V của pha 1, nối CH1 vào 9V của pha 1
- Bấm Auto, chỉnh sóng vào giữa màn hình với độ hiển thị biên độ tràn màn hình.
- Bấm “Measure” chọn đo kênh 1- Giá trị thứ 1:với chế độ Voltage= Vrms để hiển thị giá trị V
- Bấm Measure chọn đo kênh 1 – Giá trị thứ 2: chế độ : Type-Frequency.

C. Các quy trình thực hành cơ bản

1. Quy trình thực hành trên bảng

STT	Bước	Nội dung thực hiện	Yêu cầu
1	1	kiểm tra cầu chì.	
2	2	dùng đồng hồ kim chỉnh sang thang đo AC 250V đo điện thế pha - nguồn trên bàn nguồn. Mở CP nguồn nhỏ.	Vặn thang đo đồng hồ đúng trước khi đo
3	3	Dùng đồng hồ kim chỉnh thang đo AC 50V đo điện thế các điểm trên nguồn nhỏ	Kiểm tra nguồn trước khi mở nguồn.

2. Quy trình đo dòng áp bằng đồng hồ số:

a. Thao tác đo áp:

STT	Bước	Nội dung thực hiện	Yêu cầu
1	1	xác định áp đang đo là AC hay DC.	
2	2	chỉnh thang đo cho phù hợp	Vặn thang đo đồng hồ đúng trước khi đo
3	3	mắc đồng hồ song song với tải	dây đen: tại COM. Dây đỏ: tại V

b. Thao tác đo dòng:

STT	Bước	Nội dung thực hiện	Yêu cầu
1	1	xác định dòng đang đo là AC hay DC.	
2	2	chỉnh thang đo cho phù hợp	Vặn thang đo đồng hồ đúng trước khi đo
3	3	mắc đồng hồ nối tiếp với tải	dây đen: tại COM. Dây đỏ: tại V

:

BÀI 3. BỘ CHỈNH LƯU

Giới thiệu

- Bài học này giới thiệu về nguyên lý mạch điện, các thông số cơ bản đánh giá về các mạch chỉnh lưu cố định một pha bán kỳ, toàn kỳ, mạch chỉnh lưu 3 pha hình tia và 3 pha cầu
- Nội dung bài còn đi sâu vào khảo sát về dòng điện, điện áp cũng như công suất trong các mạch nêu trên nhằm giúp người học có khả năng phân tích, phán đoán các nguyên nhân hư hỏng có thể xảy ra trong thực tế

Mục tiêu

- Xác định được nhiệm vụ và chức năng của từng khối của bộ chỉnh lưu không điều khiển và có điều khiển.
- Tính toán mạch chỉnh lưu theo yêu cầu cho trước
- Kiểm tra, sửa chữa được những hỏng hóc trong mạch chỉnh lưu AC - DC 1 pha và 3 pha theo đúng yêu cầu kỹ thuật.
- Trình bày được mục tiêu tính toán các thông số kỹ thuật của mạch chỉnh lưu.
- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học, đảm bảo an toàn, tiết kiệm.

Nội dung chính của bài

A. Cơ sở lý thuyết

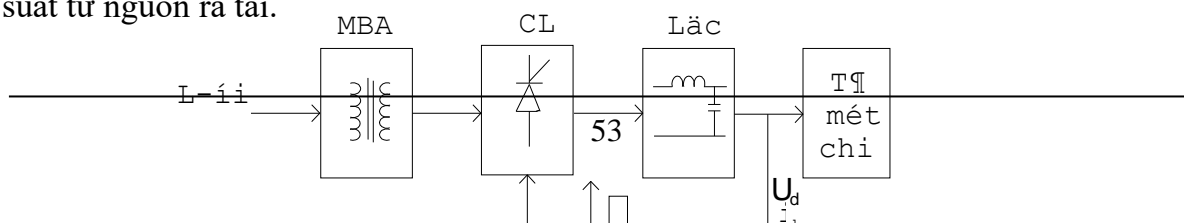
3.1 Các khái niệm cơ bản và phân loại

Chỉnh lưu làm nhiệm vụ đổi áp xoay chiều thành áp một chiều trên tải. Điện áp chỉnh lưu ra không được phẳng lý tưởng như điện áp áp quy mà nó có chứa thành phần xoay chiều cùng với một chiều. Trị số điện áp ra một chiều, hiệu suất chỉnh lưu vv... phụ thuộc vào nguồn xoay chiều, sơ đồ chỉnh lưu... Có nhiều cách để phân loại các bộ chỉnh lưu.

Các bộ chỉnh lưu có thể được chia làm hai nhóm chính: chỉnh lưu một nửa chu kỳ và chỉnh lưu hai nửa chu kỳ, cũng có thể chia các chỉnh lưu ra làm ba loại:

- Chỉnh lưu không điều khiển (dùng toàn điốt)
- Chỉnh lưu có điều khiển (dùng toàn tiristor)
- Chỉnh lưu bán điều khiển (dùng cả điốt và tiristor)

Chỉnh lưu không điều khiển có điện áp ra cố định, chỉnh lưu có điều khiển điện áp ra thay đổi được bằng cách thay đổi góc mở của tiristor. Chỉnh lưu có điều khiển thường gọi là bộ biến đổi hai chiều vì công suất có thể chạy theo hai chiều giữa nguồn và tải. Chỉnh lưu bán điều khiển cho phép điều chỉnh điện áp ra nhưng không đổi được cực tính của áp. Chính vì vậy mà chỉnh lưu không điều khiển và chỉnh lưu bán điều khiển còn được gọi là bộ biến đổi một chiều, nó chỉ cho công suất từ nguồn ra tải.

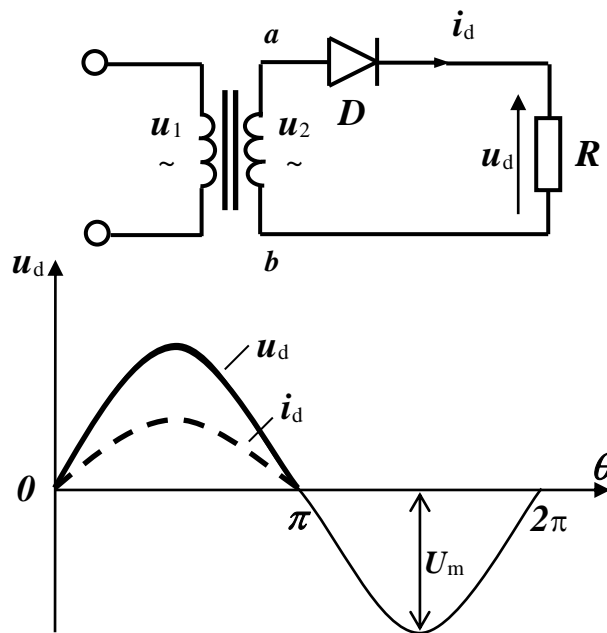


Hình 3.1-1: Sơ đồ cấu trúc của bộ chỉnh lưu

3.2 Chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ không điều khiển

Ta xét sơ đồ chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ không điều khiển được cho trên hình 3.2-1. Trong đó điốt dẫn điện như một khoá chuyển mạch ở vị trí đóng khi điện áp anốt là dương so với catốt và ngừng dẫn khi dòng điện triệt tiêu, như vậy một khoá chuyển mạch ở trạng thái mở khi dòng điện triệt tiêu. Thời gian bắt đầu dẫn và khoá của điốt chỉ vài micro giây, có thể coi bằng không so với thời gian nửa chu kỳ của nguồn tần số 50Hz.

Khi tải là điện trở thuần



Hình 3.2-1: Mạch chỉnh lưu bán kỳ

Các hệ thức tính toán cơ bản

Trên hình 3.2-1 cho thấy khi $0 < \theta < \pi$ điện áp u_2 dương, D mở cho dòng chảy qua. Nếu bỏ qua áp rơi trong D ta có:

$$u_d = \sqrt{2}U_2 \sin \theta = i_d R$$

$$i_d = \frac{\sqrt{2}}{R} U_2 \sin \theta$$

Trong đó: $\theta = \omega t$: Góc pha

$\omega = 2\pi f$: Tần số góc [Rad/s]

f : Tần số điện áp lưới [Hz]

Trong khoảng $\pi < \theta < 2\pi$ điện áp u_2 âm điốt D bị khoá nên .

$$U_d = 0; i_d = 0$$

Điốt D chịu áp ngược với giá trị cực đại.

$$U_m = \sqrt{2}U_2$$

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu:

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{2}U_2 \sin \theta .d\theta = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0,45U_2$$

Trị trung bình của dòng tải bằng:

$$I_d = \frac{U_d}{R} = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi R}$$

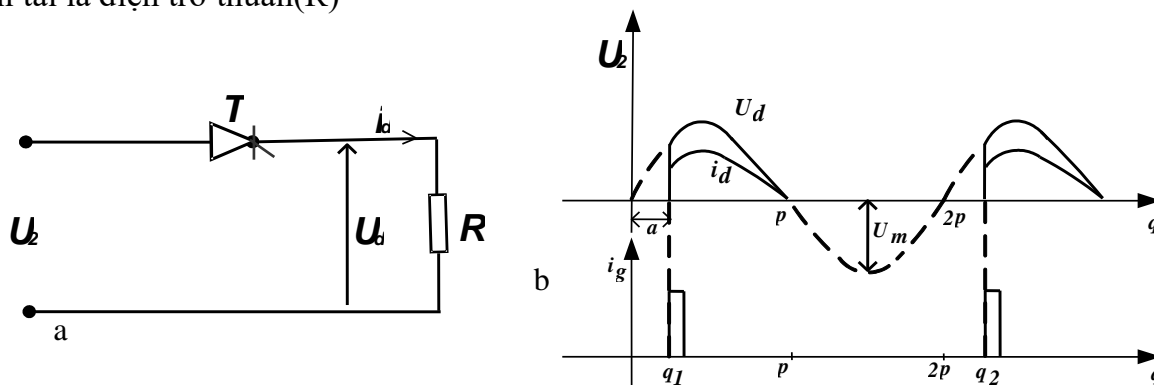
Trị hiệu dụng dòng thứ cấp biến áp bằng:

$$I = I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \left(\frac{\sqrt{2}U_2 \sin \theta}{R} \right)^2 d\theta} = \frac{U_2}{\sqrt{2}R}$$

2.2

3.3 Chỉnh lưu một pha nửa chu kỳ có điều khiển

Khi tải là điện trở thuần(R)



Hình 3.3-1: Sơ đồ nguyên lý dạng sóng của mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ có điều khiển

Tại thời điểm θ_1 lệch góc α so với 0, ta cấp xung điều khiển vào cực điều khiển của tiristor T, T mở do có xung điều khiển và điện áp anốt của nó dương. Tại thời điểm $\theta = \pi$ điện áp $U_2 = 0$ nên T khóa vì dòng điện tải bằng không, Đến thời điểm $\theta_2 = 2\pi + \alpha$ ta lại cấp xung điều khiển, T lại mở như đã mô tả ở trên. Vì tải thuần trở (dòng áp cùng pha) nên đường cong dòng tải chỉnh lưu sẽ đồng pha với điện áp chỉnh lưu

Các hệ thức tính toán cơ bản

Điện áp chỉnh lưu trung bình:

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_\alpha^\pi \sqrt{2}U_2 \sin \theta .d\theta = 0.45U_2 \cos \alpha$$

Dòng chỉnh lưu trung bình:

$$I_d = U_d / R = \frac{0.45U_2 \cos \alpha}{R}$$

Dòng qua tiristor

$$I_T = I_d$$

Điện áp ngược cực đại đặt lên T:

$$U_m = \sqrt{2}U_2$$

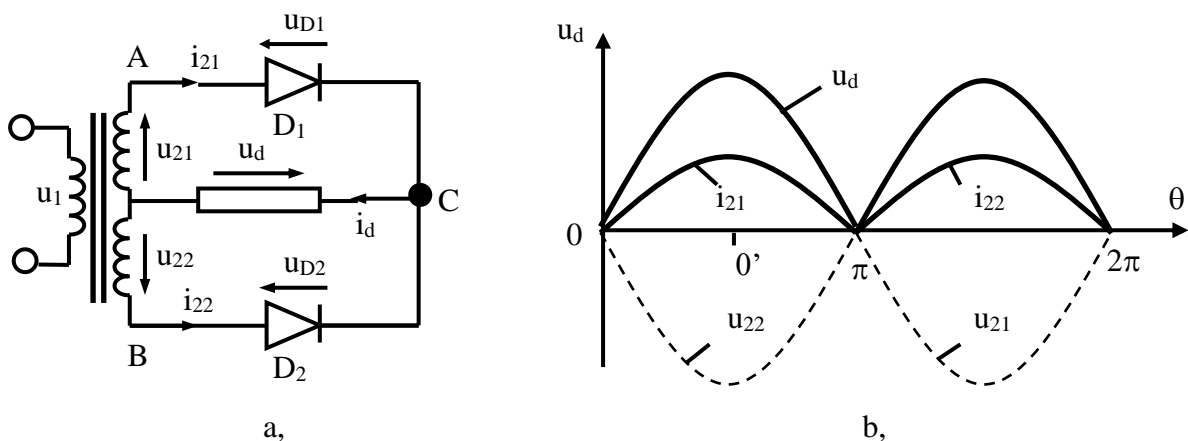
Chu kỳ cấp xung điều khiển là 2π .

3.4 Chỉnh lưu hai pha nửa chu kỳ không điều khiển

Nguyên lý làm việc

Khi tải thuần trở

Sơ đồ nguyên lý của chỉnh lưu hai pha nửa chu kỳ không điều khiển tải thuần trở cho ở hình 3.4-1



Hình 3.4-1: Sơ đồ nguyên lý dạng sóng của chỉnh lưu hai pha nửa chu kỳ tải thuần trở

* Các hệ thức tính toán cơ bản

Giả thiết rằng điện áp thứ cấp của máy biến áp có giá trị:

$$u_{21} = \sqrt{2}U_2 \sin \theta$$

$$u_{22} = -\sqrt{2}U_2 \sin \theta$$

Trong khoảng $0 < \theta < \pi$, D_1 mở có các hệ thức:

$$\begin{cases} i_d = i_{21} = \frac{\sqrt{2}U_2}{R} \sin \theta \\ u_{D2} = u_{22} - u_{21} = -2\sqrt{2}U_2 \cdot \sin \theta \end{cases}$$

Trong đó: $u_{\max} = 2\sqrt{2}U_2$

- Trong khoảng $\pi < \theta < 2\pi$, D_2 mở các hệ thức tương tự như còn điện áp trên D_1

sẽ là: $u_{D1} = 2\sqrt{2}U_2 \sin \theta$

Điện áp chỉnh lưu trung bình:

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d d\theta = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0,9U_2$$

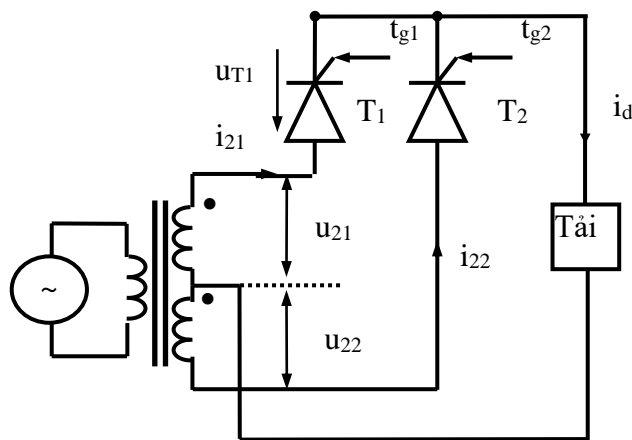
Dòng điện tải trung bình:

$$I_d = \frac{U_d}{R} = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi R} = \frac{0,9U_2}{R}$$

Dòng điện trung bình chảy qua điốt:

$$I_D = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} i_d d\theta = \frac{I_d}{2}$$

3.5 chỉnh lưu hai pha nửa chu kỳ có điều khiển



Hình 3.5-1: Sơ đồ chỉnh lưu 2 pha nửa chu kỳ có điều khiển

Khi tiristor T_1 được mở sẽ có dòng điện chạy qua tải và duy trì tiristor T_1 ở trạng thái dẫn tới lúc bắt đầu nửa chu kỳ âm của điện áp u_{21} . Nhưng khi điện áp u_{21} trở nên âm thì điện áp u_{22} trở nên dương và khi kích mở tiristor T_2 thì ngay lập tức T_2 chuyển sang trạng thái dẫn. Điều đó làm thay đổi đường đi của dòng điện tải. Bằng cách đặt điện áp ngược lên tiristor T_1 , dòng điện chuyển sang tiristor T_2 . Dạng sóng điện áp trên tiristor biểu diễn trên hình 3.5-1 chứng tỏ rằng tiristor có thể chuyển sang dẫn điện ở thời điểm bất kỳ khi điện áp u_T dương. Điện áp ngược cực đại đặt lên tiristor có giá bằng $2U_{max}$ nghĩa là bằng trị số cực đại của thứ cấp máy biến áp. Trước khi xét cụ thể các trường hợp tải khác nhau chúng ta sẽ xét hiện tượng trùng dẫn.

- Điện áp chỉnh lưu trung bình.

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \cdot 2 \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} [\cos \alpha - \cos(\pi + \alpha)]$$

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \cos \alpha = 0,9u_2 \cos \alpha$$

- Mỗi tiristor phải chịu điện áp ngược lớn nhất $u_{max} = 2\sqrt{2}U_2 = 2,83U_2$

3.6 Chỉnh lưu cầu một pha không điều khiển

Chỉnh lưu cầu một pha không điều khiển có sơ đồ nguyên lý hình 3.6-1 gồm hai chỉnh lưu nửa chu kỳ mắc nối tiếp. Để tạo ra chỉnh lưu cầu bốn điốt, hai điốt có anốt đấu chung và hai điốt có catốt đấu chung.

* Các hệ thức tính toán cơ bản khi tải thuần trở

Trị trung bình của dòng tải:

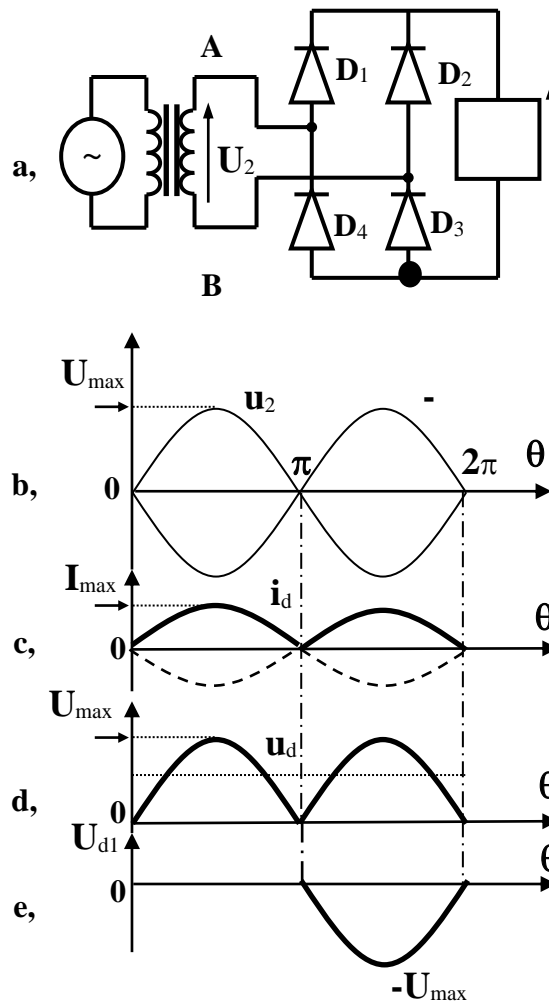
$$I_d = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{\sqrt{2}U_2 \sin \theta}{R} d\theta = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi R}$$

Điện áp chỉnh lưu trung bình:

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} = 0.9U_2$$

Trị trung bình của dòng chảy qua điốt:

$$I_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{\sqrt{2}U_2 \sin \theta}{R} d\theta = \frac{I_d}{2}$$



Hình 3.6-1: Sơ đồ chỉnh lưu cầu 1 pha không điều khiển

3.7 chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng

Trị trung bình của điện áp tải:

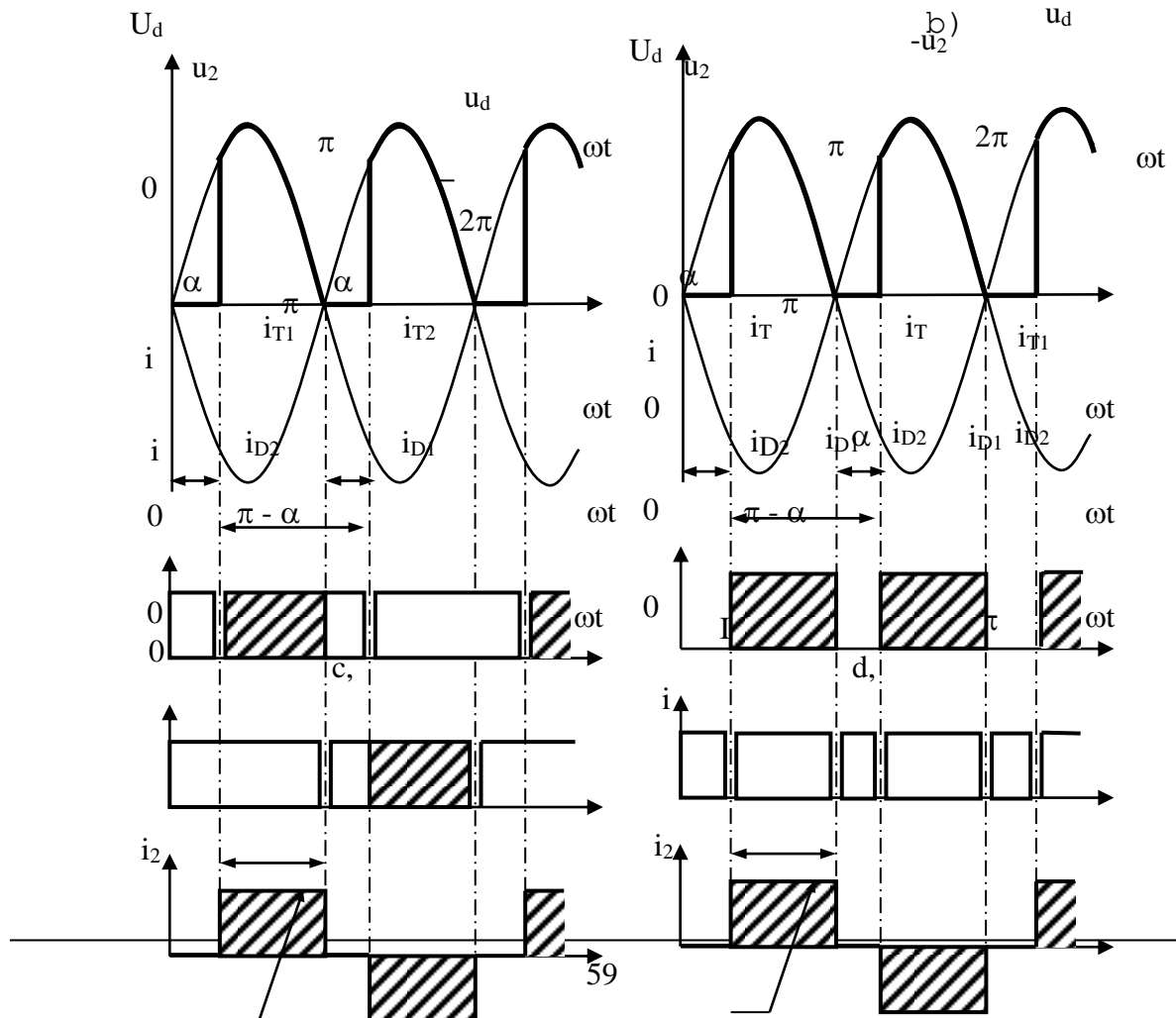
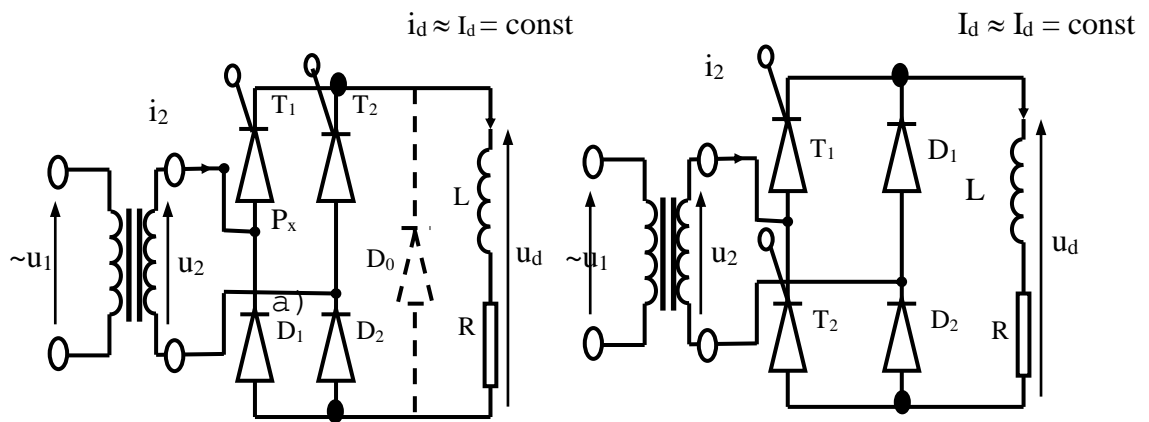
$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (1 + \cos \alpha) = \frac{U_{d0}}{2} (1 + \cos \alpha) = U_{d0} \cos^2 \frac{\alpha}{2}$$

trong đó u_{d0} là giá trị áp chỉnh lưu trung bình khi góc $\alpha = 0$

$$u_{d0} = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi}$$

Dòng tải trung bình:

$$I_d = \frac{u_d}{R} = \frac{\sqrt{2}U_2}{R\pi} (1 + \cos \alpha)$$



Hình 3.7-1: Sơ đồ chỉnh lưu cầu 1 pha điều khiển không đối xứng

3.8 Chỉnh lưu ba pha nửa chu kỳ không điều khiển

Sơ đồ nguyên lý của chỉnh lưu ba pha nửa chu kỳ không điều khiển cho trên hình 3.8-1. Sơ đồ chỉnh lưu ba pha nửa chu kỳ là sơ đồ cơ bản của nhiều bộ chỉnh lưu nhiều pha. Để đơn giản ta giả thiết nguồn nối hình sao. Từ sơ đồ cho thấy mỗi pha của nguồn được nối với tải qua một điốt, cũng như ở tất cả các sơ đồ chỉnh lưu nửa chu kỳ, dòng điện tải được khép mạch qua trung tính của nguồn.

Nguyên lý làm việc của chỉnh lưu ba pha nửa chu kỳ

Chỉnh lưu làm việc bằng cách chỉ cho một điốt dẫn điện ở thời điểm mà điốt nối với pha có trị số tức thời dương nhất. Điện áp chỉnh lưu trên tải có dạng tùy thuộc vào tính chất của tải. Thí dụ xét tại θ_1 điện áp pha A là dương nhất nên D_1 mở trong khoảng $(\frac{\pi}{6} < \theta < \frac{5\pi}{6})$, trong khoảng $(\frac{5\pi}{6} < \theta < \frac{9\pi}{6})$ u_{2b} lại dương nhất nên dòng tải chuyển từ D_1 sang D_2 , trong khoảng $(\frac{9\pi}{6} < \theta < \frac{13\pi}{6})$ u_{2c} lại dương nhất nên dòng tải chuyển sang D_3 các điểm chuyển từ điốt này sang điốt kia gọi là điểm mở tự nhiên.

Quan sát dạng sóng của điện áp u_d của điốt xác định được thời điểm chuyển mạch. Điện áp đặt lên điốt trở nên âm hơn ngay sau điểm mở tự nhiên do đó điốt dẫn trước đó bị khoá.

Các hệ thức tính toán

a. Khi tải thuần trở, $x_a = 0, x_d = 0$

Dạng sóng dòng và áp chỉnh lưu cho trên hình 3.8-1

Trị trung bình của điện áp chỉnh lưu khi bỏ qua các tổn hao là:

$$u_d = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = 1,17U_2$$

Trong đó U_2 là trị hiệu dụng của điện áp pha phía thứ cấp.

Trị trung bình của dòng tải:

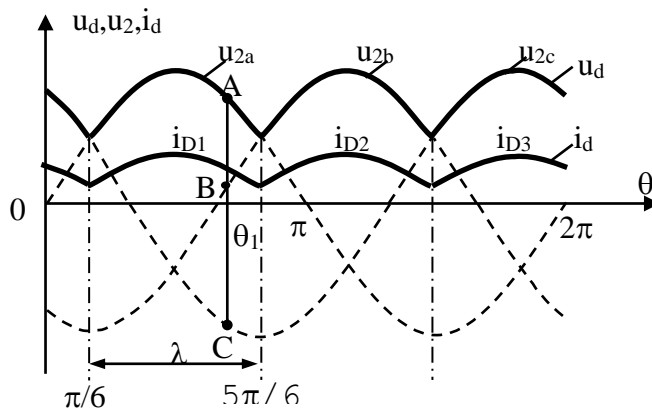
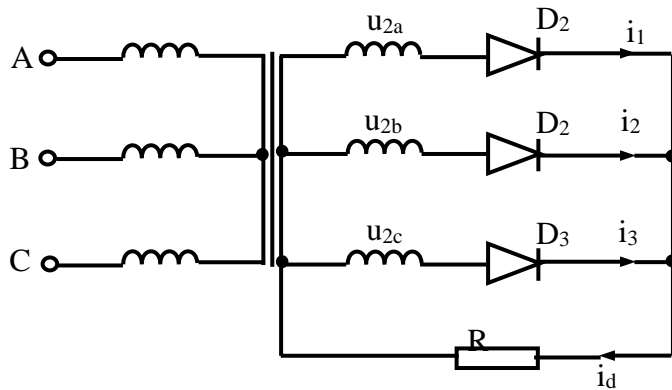
$$I_d = \frac{U_d}{R}$$

Trị trung bình của dòng qua điốt:

$$I_D = \frac{I_d}{3}$$

Trị cực đại của dòng điốt:

$$I_{D\max} = i_{d\max} = 1,21I_D$$



Hình 3.8-1: Sơ đồ dạng sóng mạch chỉnh lưu tia 3 pha không điều khiển

Điện áp ngược trên điốt không dẫn điện bằng hiệu số giữa điện áp pha đang dẫn điện và điện áp pha tương ứng với điốt đó.

Giá trị cực đại của điện áp ngược.

$$u_{D\max} = \sqrt{3}\sqrt{2}U_2 = 2,45U_2$$

Căn cứ vào các số liệu trên để chọn điốt:

Nếu giả thiết dòng I_d được san phẳng hoàn toàn thì dòng thứ cấp của biến áp là:

$$I_2 = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = I_D \sqrt{3}$$

Công suất chỉnh lưu:

$$P_d = U_d \cdot I_d$$

Công suất máy biến áp khi thứ cấp đấu sao.

$$P_{ba} = 1,34P_d$$

Trị trung bình của dòng chảy qua điốt: $I_D = \frac{I_d}{3}$

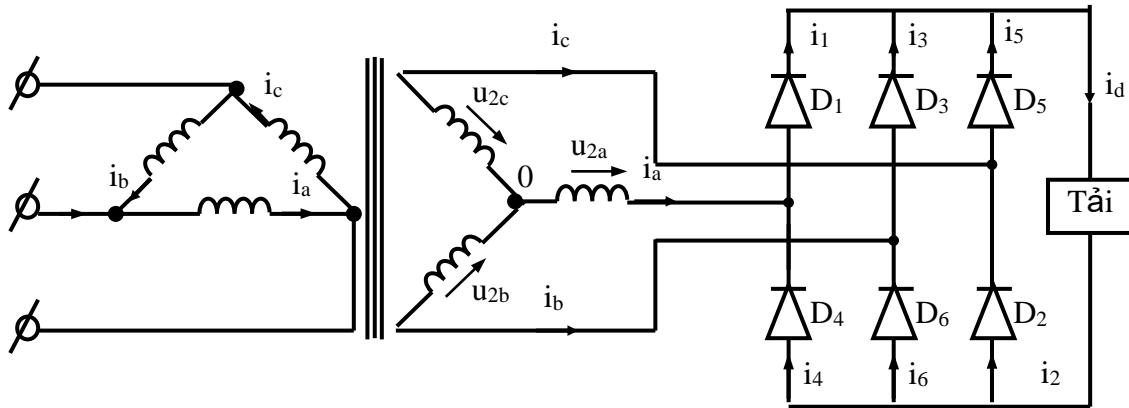
Dòng chảy qua mỗi cuộn thứ cấp máy biến áp đầu sao: $I_2 = 0,58I_d$

Công suất máy biến áp : $S = 3U_2I_2$

3.9 Chỉnh lưu cầu ba pha không điều khiển

Sơ đồ nguyên lý của chỉnh lưu cầu ba pha không điều khiển cho trên hình 3.9-1. Các cuộn sơ cấp của máy biến áp có thể nối theo hình sao hoặc tam giác, còn cuộn thứ cấp nối theo hình sao.

Ta chia các điốt ra làm hai nhóm, nhóm catốt và nhóm anốt. Nhóm catốt là nhóm có các catốt đấu chung và nối với cực dương của tải vì vậy điốt thuộc nhóm này sẽ dẫn điện khi điện thế anốt của nó dương nhất. Các điốt thuộc nhóm anốt có các anốt đấu chung lại với nhau và đấu với đầu âm của tải. Vì vậy điốt của nhóm này sẽ dẫn điện khi catốt của nó sẽ âm nhất. Thời gian dẫn điện của điốt bất kỳ là $1/3$ chu kỳ (tương ứng với góc $2\pi/3$), vậy tại bất kỳ một thời điểm nào cũng có một điốt thuộc nhóm anốt và một điốt thuộc nhóm catốt dẫn dòng tải.

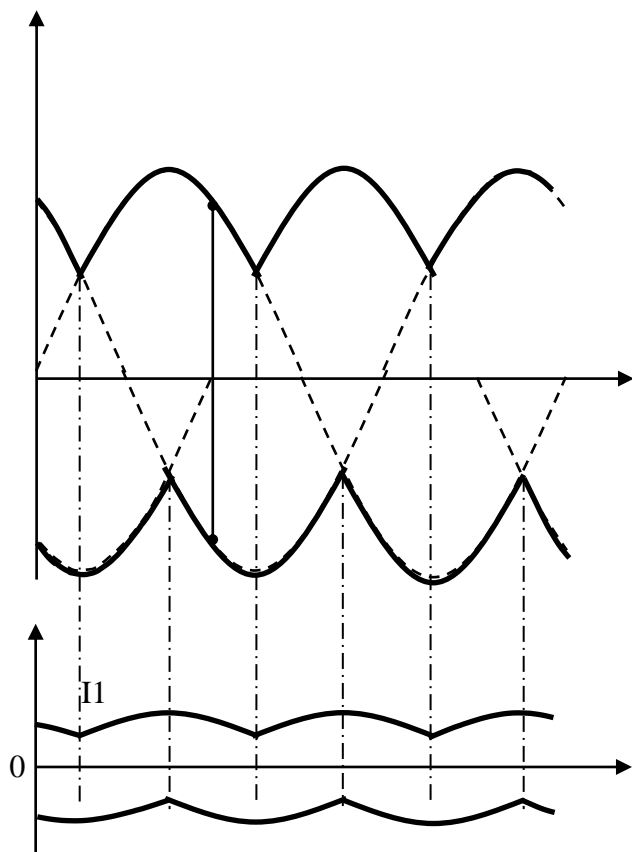


Hình 3.9-1: Sơ đồ chỉnh lưu cầu 3 pha không điều khiển

Thứ tự đóng mở các van và tóm tắt hoạt động của sơ đồ như bảng dưới

Khoảng	Điốt mở	Điện áp tải U_d
Từ $\frac{\pi}{6}$ đến $\frac{3\pi}{6}$	1 và 6	$U_{2a} - U_{2b}$
Từ $\frac{3\pi}{6}$ đến $\frac{5\pi}{6}$	1 và 2	$U_{2a} - U_{2c}$
Từ $\frac{5\pi}{6}$ đến $\frac{7\pi}{6}$	3 và 2	$U_{2b} - U_{2c}$
Từ $\frac{7\pi}{6}$ đến $\frac{9\pi}{6}$	3 và 4	$U_{2b} - U_{2a}$

Từ $\frac{9\pi}{6}$ đến $\frac{11\pi}{6}$	5 và 4	$U_{2c} - U_{2a}$
Từ $\frac{11\pi}{6}$ đến $\frac{13\pi}{6}$	5 và 6	$U_{2c} - U_{2b}$



Hình 3.9-2: Dạng sóng chỉnh lưu cầu 3 pha không điều khiển

3.10 Chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển

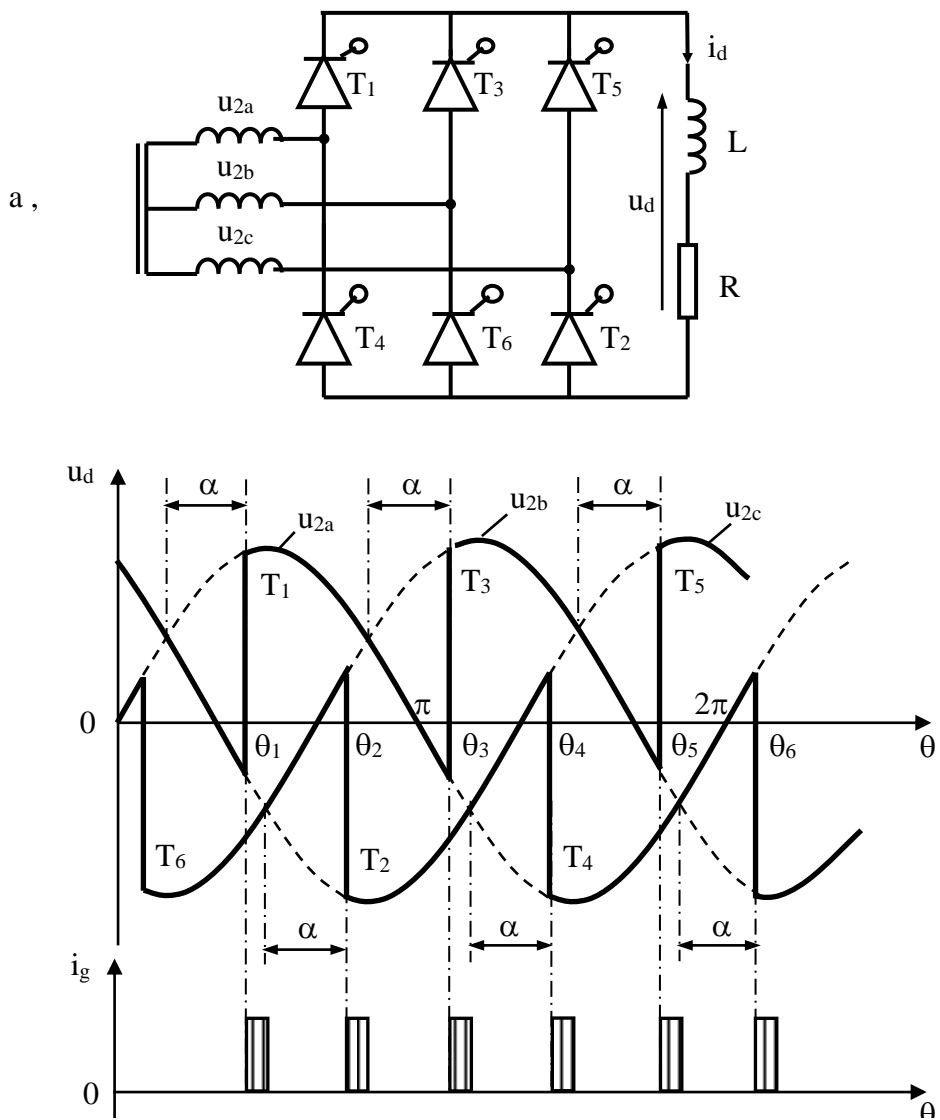
Sơ đồ nguyên lý của chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển cho trên hình 3.10-1a. Nó gồm 6 tiristor và chia làm hai nhóm là catốt chung (T_1, T_3, T_5) và anốt chung (T_2, T_4, T_6). Điện áp pha thứ cấp của máy biến áp lệch nhau 120° .

$$u_{2a} = \sqrt{2}U_2 \sin \theta$$

$$u_{2b} = \sqrt{2}U_2 \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$u_{2c} = \sqrt{2}U_2 \sin\left(\theta - \frac{4\pi}{3}\right)$$

Biến áp có thể có tổ đấu dây: Y - Y, Y - Δ , Δ - Y và Δ - Δ . Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ dạng sóng như sau:

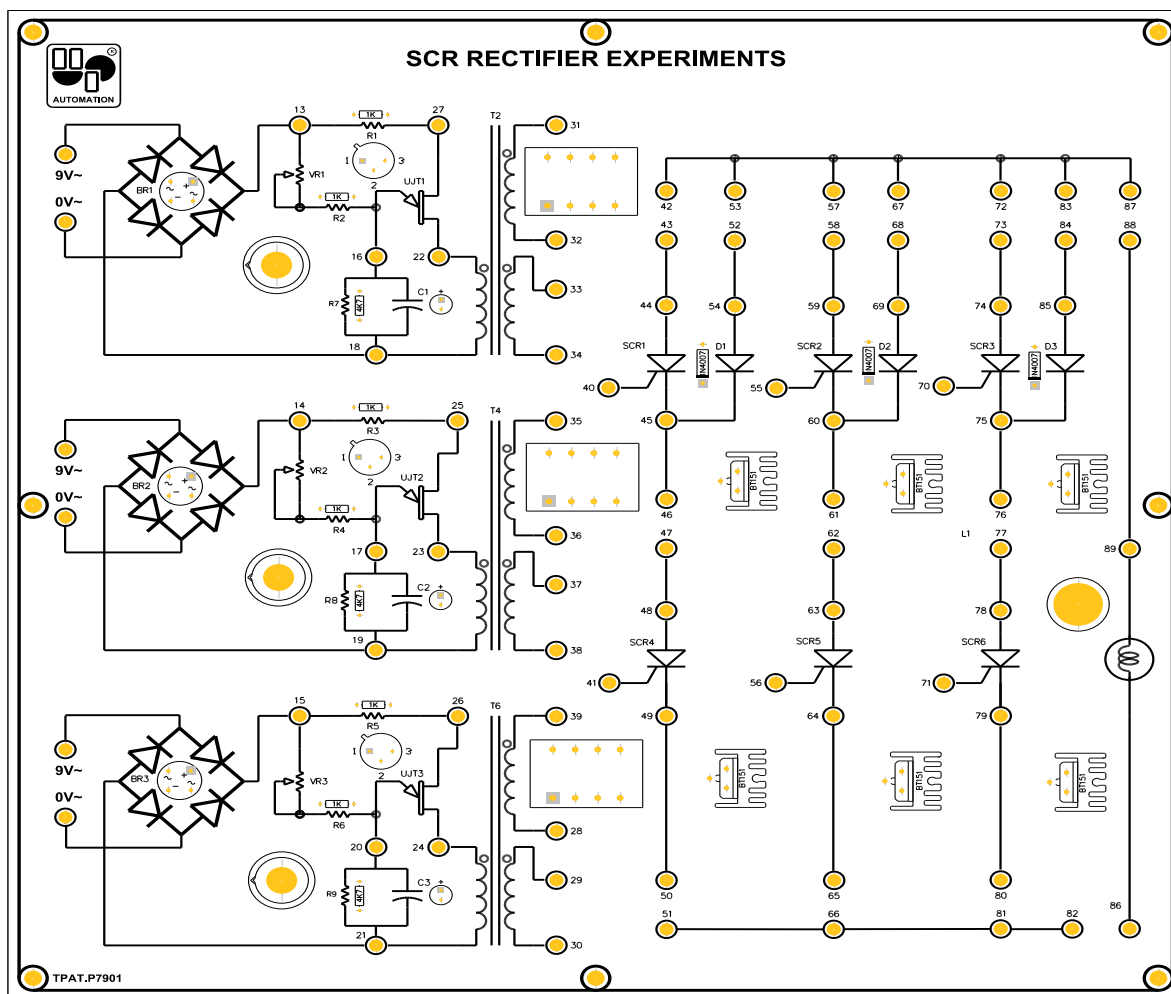


Hình 3.10-1: Sơ đồ dạng sóng chỉnh lưu cầu 3 pha điều khiển

B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm dùng khảo sát các mạch chỉnh lưu dùng SCR.



Hình 3.10-2: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm chỉnh lưu SCR

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phần chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module SCR rectifier experiments
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.

Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

2. Các bài thực hành

B1: Cấp nguồn 9VAC, 0VAC vào zắc 9V~, 0V~; nối nguồn 24VAC vào zắc 89 và 0VAC vào zắc 48; nối các zắc 50-51, 82-86, 33-41, 34-49.

B2: Vận VR1 về bên trái, quan sát và ghi lại độ sáng của đèn. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại 16-18 của UJT1, vẽ độ sáng của đèn L1 vào bảng 3.1.

Bảng 3-1

UJT1 E-G1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				
L1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				

B3: Điều chỉnh VR1 để tần số tại 16-18 của UJT1 là 60Hz. vẽ lại dạng sóng vào bảng. Quan sát và ghi lại độ sáng của đèn, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng (điện áp) qua đèn L1 vào bảng 3.2.

Bảng 3-2

UJT1 E-G1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				
L1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				

B4: Vận chậm VR1 về bên phải để đèn L1 tắt. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại 16-18 của UJT1 và đèn L1 vào bảng 3.3.

Bảng 3-3

UJT1 E-G1		
L1		

B5: Vận VR1 về bên phải cho đến khi tắt đèn L1, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại 16-18 của UJT1 và đèn L1 vào bảng 3.4.

Bảng 3-4

UJT1 E-G1		
L1		

B6: Đây là mạch chỉnh lưu gì?

B7: Tắt công tắc nguồn.

B8: Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 1 của module nguồn vào zắc 9V~, 0V~ pha 1 của module thí nghiệm. Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 2 của module nguồn vào zắc 9V~, 0V~ pha 2 của module thí nghiệm. Nối nguồn 24VAC pha 1 của module nguồn vào zắc 48, 0VAC pha 1 với 24VAC pha 2 rồi nối tiếp đến zắc 89 của module thí nghiệm. Nối nguồn 0VAC của pha 2 vào zắc 63, nối các zắc 50-51, 65-66, 82-86, 33-41, 34-49, 37-56, 38-64.

B9: Vận VR1, VR2 hết về bên trái.

B10: Vận lần lượt VR1, VR2 để tần số tại E(16)-G1(18) của UJT1 và E(17)-G2(19) của UJT2 là 60Hz. Kiểm tra độ sáng của đèn L1. Nếu L1 chưa sáng nhất, điều chỉnh VR1, VR2 để L1 sáng nhất. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1, E-G2 của UJT2 và vẽ dạng sóng qua đèn L1 vào bảng 3.5.

Bảng 3-5

UJT1 E-G1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
UJT2 E-G2	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
L1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				

B11: So sánh độ sáng của đèn tại B3 và B10. Bước nào đèn sáng hơn, tại sao?

B12: Đây là mạch chỉnh lưu gì?

B13: Tắt công tắc nguồn.

B14:

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 1 của module nguồn vào zás 9V~, 0V~ pha 1 của module thí nghiệm.

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 2 của module nguồn vào zás 9V~, 0V~ pha 2 của module thí nghiệm.

Nối nguồn 24VAC pha 1 của module nguồn vào zás 89, 0VAC pha 1 của module nguồn vào zás 48

Nối các zás 50-51, 82-86, 33-41, 34-49, 37-56, 38-64, 48-64, 49-63.

B15: Vặn VR1, VR2 hết về bên trái.

B16: Vặn lần lượt VR1, VR2 để tần số tại E-G1 của UJT1 và E-G2 của UJT2 là 60Hz. Kiểm tra độ sáng của đèn L1. Nếu L1 chưa sáng nhất, điều chỉnh VR1, VR2 để L1 sáng nhất. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1, E-G2 của UJT2 và vẽ dạng sóng qua đèn L1 vào bảng 3.6.

Bảng 3-6

UJT1 E-G1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
UJT2 E-G2	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
L1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				

B17: Vận lần lượt VR1, VR2, quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của L1.

B18: Tắt công tắc nguồn.

B19:

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 1 của module nguồn vào zás 9V~, 0V~ pha 1 của module thí nghiệm.

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 2 của module nguồn vào zás 9V~, 0V~ pha 2 của module thí nghiệm.

Nối nguồn 24VAC pha 1 của module nguồn vào zás 63, nối 0VAC vào zás 48.

Nối các zás 50-51, 65-66, 82-86, 52-53, 67-68, 87-88, 46-47, 61-62, 33-41, 34-49, 37-56, 38-64.

B20: Vận VR1, VR2 hết về bên trái.

B21: Vận lần lượt VR1, VR2 để tần số tại E(16)-G1(18) của UJT1 và E(17)-G2(19) của UJT2 là 60Hz. Kiểm tra độ sáng của đèn L1. Nếu L1 chưa sáng nhất, điều chỉnh VR1, VR2 để L1 sáng nhất. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1, E-G2 của UJT2 và vẽ dạng sóng qua đèn L1 vào bảng 3.7.

Bảng 3-7

UJT1 E-G1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
UJT2 E-G2	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
L1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				

B22: Vận lần lượt VR1, VR2, quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của L1.
Đây là mạch chỉnh lưu gì?

B23: Tắt công tắc nguồn.

B24:

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 1 của module nguồn vào zắc 9V~, 0V~ pha 1 của module thí nghiệm.

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 2 của module nguồn vào zắc 9V~, 0V~ pha 2 của module thí nghiệm.

Nối nguồn 24VAC pha 1 của module nguồn vào zắc 63, nối 0VAC vào zắc 48.

Nối các zắc 50-51, 65-66, 82-86, 42-43, 57-58, 87-88, 46-47, 61-62, 33-40, 34-45, 31-56, 32-64, 35-55, 36-60, 37-41, 38-49.

B25: Vận VR1, VR2 hết về bên trái.

B26: Vận lần lượt VR1, VR2 để tần số tại E-G1 của UJT1 và E-G2 của UJT2 là 60Hz. Kiểm tra độ sáng của đèn L1. Nếu L1 chưa sáng nhất, điều chỉnh VR1, VR2 để L1 sáng nhất. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1, E-G2 của UJT2 và vẽ dạng sóng qua đèn L1 vào bảng 3.8.

Bảng 3-8

UJT1 E-G1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
UJT2 E-G2	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
L1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				

Bảng 3-9

B27: Vặn lần lượt VR1, VR2, quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của L1.

Đây là mạch chỉnh lưu gì?

B28: Tắt công tắc nguồn.

B29:

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 1 của module nguồn vào tắc 9V~, 0V~ pha 1 của module thí nghiệm.

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 2 của module nguồn vào tắc 9V~, 0V~ pha 2 của module thí nghiệm.

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC từ pha 3 của module nguồn vào tắc 9V~, 0V~ pha 3 của module thí nghiệm.

Nối nguồn 24VAC pha 1 của module nguồn vào tắc 48. Nối nguồn 24VAC pha 2 của module nguồn vào tắc 63. Nối nguồn 24VAC pha 3 của module nguồn vào tắc 78, nối 0VAC pha 1 với pha 2 với pha 3 rồi nối với tắc 89.

Nối các tắc 50-51, 65-66, 80-81, 82-86, 33-41, 34-49, 37-56, 38-64, 29-71, 30-79

B30: Vặn VR1, VR2 và VR3 hết về bên trái.

B31: Vặn lần lượt VR1, VR2 để tần số tại E-G1 của UJT1 và E-G2 của UJT2 và E-G3 của UJT3 là 60Hz. Kiểm tra độ sáng của đèn L1. Nếu L1 chưa sáng nhất, điều chỉnh VR1, VR2 và VR3 để L1 sáng nhất. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1, E-G2 của UJT2, E-G3 của UJT3 và vẽ dạng sóng qua đèn L1 vào bảng 3.9.

Bảng 3-10

UJT1 E-G1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
UJT2 E-G2	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
UJT3 E-G3	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				
L1	<table border="1"><tbody><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></tbody></table>				

B32: Vận lần lượt VR1, VR2, VR3 quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của L1. Đây là mạch chỉnh lưu gì?

B33: Tắt công tắc nguồn.

BÀI 4. BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Giới thiệu

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều được sử dụng để thay đổi trị hiệu dụng của điện áp ngõ ra. Nó được mắc vào nguồn xoay chiều dạng sin với tần số và trị hiệu dụng không đổi và tạo ở ngõ ra điện áp xoay chiều có cùng tần số nhưng trị hiệu dụng điều khiển được. Do đó, bộ biến đổi điện áp xoay chiều có tính năng giống như máy biến áp điều khiển vô cấp. Điện áp đáp ứng ở ngõ ra thay đổi nhanh và liên tục.

Mục tiêu

- Trình bày được nhiệm vụ và chức năng các phần tử trong bộ biến đổi
- Giải thích được nguyên lý làm việc của sơ đồ
- Sử dụng đúng chức năng các loại mạch biến đổi đáp ứng từng thiết bị điện điện tử thực tế.
- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học, đảm bảo an toàn, tiết kiệm.

Nội dung chính của bài

4.1 Bộ biến đổi điện áp xoay chiều một pha

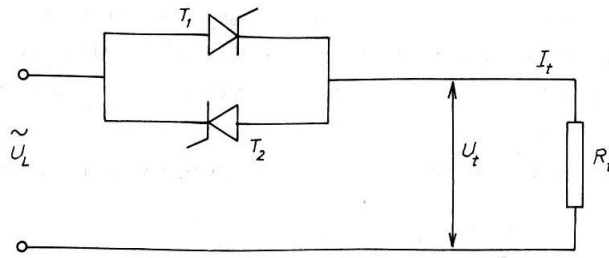
A. Cơ sở lý thuyết

Để thay đổi giá trị của điện áp xoay chiều, ngoài phương pháp cổ điển là dùng máy biến áp, người ta có thể dùng các bộ thyristo đấu song song ngược. Nhờ biện pháp này việc điều chỉnh điện áp được linh hoạt hơn (vô cấp, nhanh, dễ tạo các mạch vòng tự động điều chỉnh). Kích thước của bộ biến đổi nhẹ, gọn và có giá thành hạ hơn nhiều so với dùng biến áp. Nhược điểm cơ bản của phương pháp này là chất lượng điện áp không tốt và cần sử dụng thêm bộ lọc xoay chiều để khắc phục nhược điểm này.

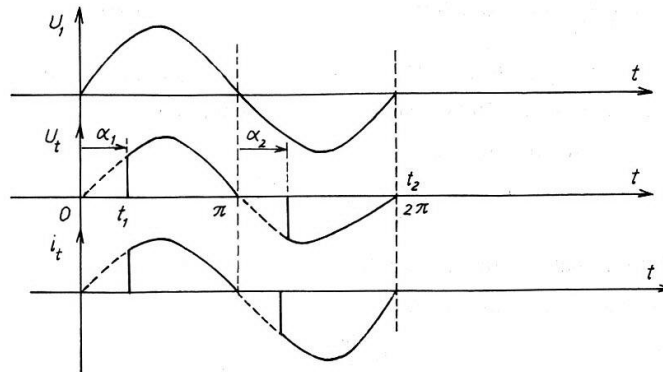
Việc điều khiển thời điểm đóng mở của thyristo tạo ra những xung áp trên tải nên bộ biến đổi được gọi là bộ điều chỉnh xung áp xoay chiều.

1. Tải R

Sơ đồ bộ biến đổi một pha gồm một bộ thyristo đấu song song ngược (T1 và T2) và được mắc nối tiếp với tải (hình 4.1-1). Đồ thị dạng dòng điện và điện áp trên tải được thể hiện trên hình 4.1-2.



Hình 4.1-1: Bộ điều chỉnh xung áp xoay chiều



Hình 4.1-2: Đồ thị dòng điện và điện áp

Ta có giá trị hiệu dụng của điện áp trên tải bằng:

$$U_t = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_1^2 d\theta} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} (\sqrt{2}U_1 \sin\theta)^2 d\theta} = U_1 \sqrt{\frac{\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}}{\pi}} = f(\alpha)$$

Nhận xét:

- Bằng cách thay đổi góc điều khiển α , giá trị hiệu dụng trên tải cũng được thay đổi tương ứng.

- Tham số điều chỉnh là góc α hoàn toàn tương tự như trong thiết bị chỉnh lưu

- Nhược điểm: điện áp ra tải không có dạng hình sin mà chỉ là các mảnh của hình sin. Như vậy, thực chất sẽ gồm một thành phần điều hòa bậc 1 có tần số trùng với tần số nguồn và là hữu ích với tải, ngoài ra còn vô số các thành phần bậc cao, có hại. Đây chính là điều hạn chế ứng dụng của điều áp xoay chiều.

2. Tải RL

Khi tải mang tính điện cảm thì dạng dòng điện và điện áp sẽ khác nhau (hình 4.1-2)

Bài toán này giống chỉnh lưu một pha một nửa chu kỳ, biểu thức dòng điện tải:

$$i_i(\theta) = \frac{U_m}{Z} \left[\sin(\theta - \varphi) - \sin(\alpha - \varphi) e^{\frac{\theta - \alpha}{Tg\varphi}} \right]$$

Nhận xét:

- Điều áp xoay chiều một pha giống 2 bộ chỉnh lưu một pha một nửa chu kỳ hoạt động kế tiếp nhau, mỗi bộ phụ trách một dấu của điện áp ra nên tổng lại có dòng xoay chiều

- Điện áp ra vẫn không hình sin mà là các mảnh hình sin

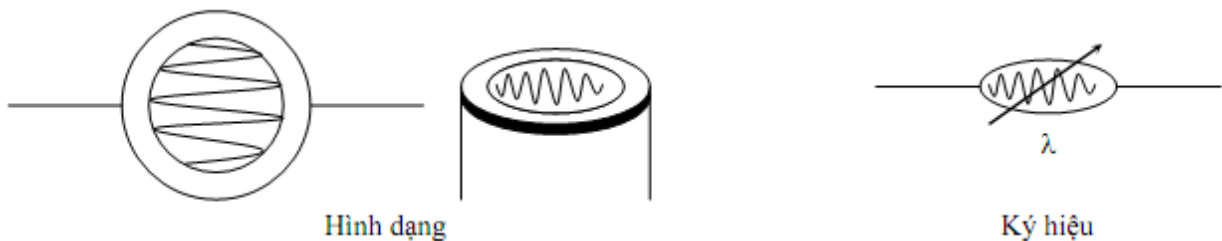
- Nếu trong trường hợp tải thuần trở góc dẫn của van là $\lambda = \pi - \alpha$ thì ở đây,

trong trường hợp tải RL: $\lambda > \pi - \alpha$ và $\sin(\lambda + \alpha - \varphi) = \sin(\alpha - \varphi) e^{\frac{\lambda}{Tg\varphi}}$

- Nếu trong trường hợp tải thuần trở phạm vi điều chỉnh góc α là $0 \div \pi$ thì với tải RL, phạm vi này bị thu hẹp $\alpha = (\varphi, 180^\circ)$. Có nghĩa là khi $\alpha = \varphi$, điện áp tải hoàn toàn bằng điện áp nguồn

3. Cấu tạo của quang trở

Quang điện trở là điện trở có trị số càng giảm khi được chiếu sáng càng mạnh. Điện trở tối (khi không được chiếu sáng - ở trong bóng tối) thường trên $1M\Omega$, trị số này giảm rất nhỏ có thể dưới 100Ω khi được chiếu sáng mạnh.



Hình 4.1-3: Hình dạng và ký hiệu của quang trở

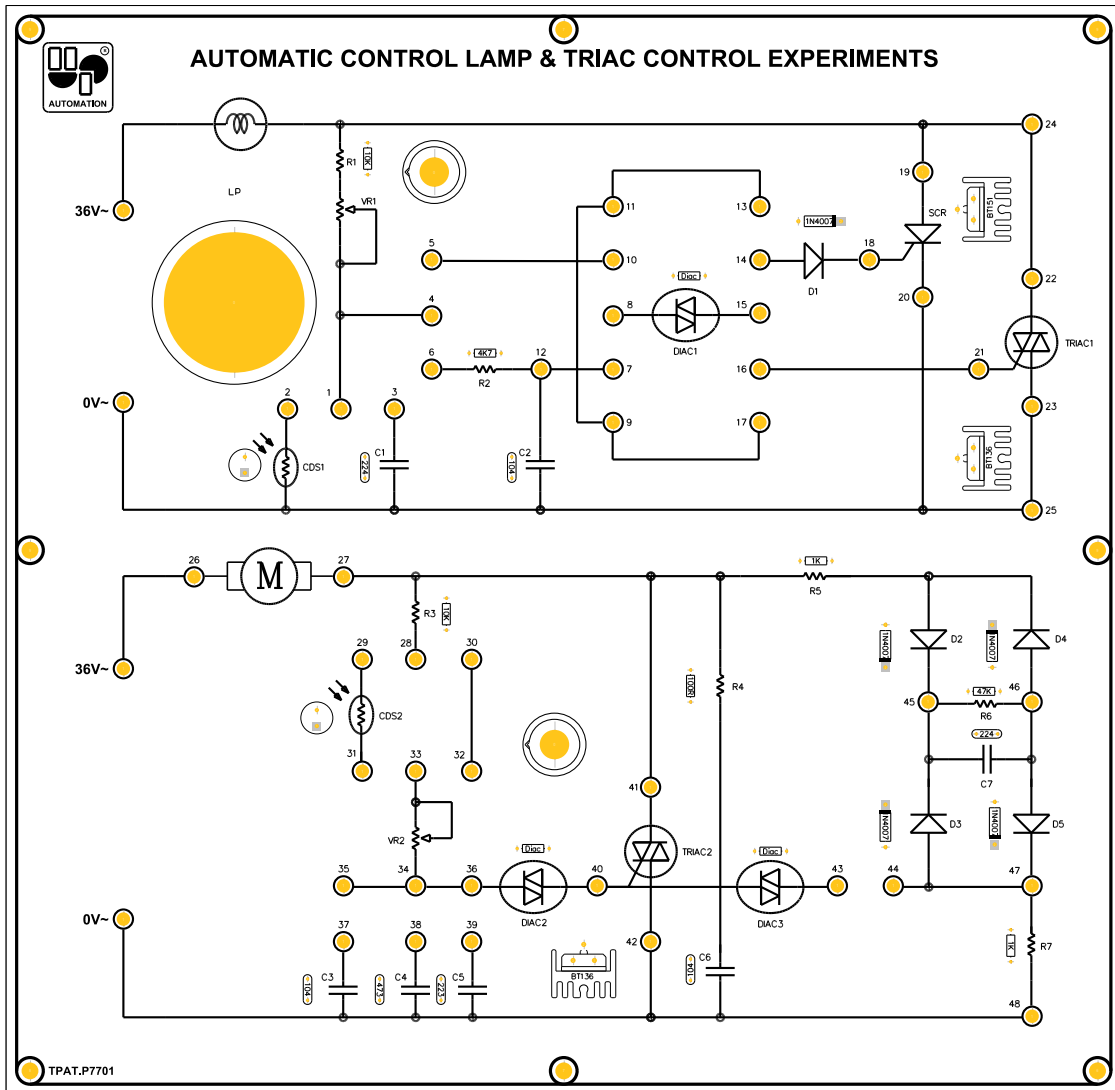
Nguyên lý làm việc của quang điện trở là khi ánh sáng chiếu vào chất bán dẫn (có thể là Cadmium sulfide – CdS, Cadmium selenide – CdSe) làm phát sinh các điện tử tự do, tức sự dẫn điện tăng lên và làm giảm điện trở của chất bán dẫn. Các đặc tính điện và độ nhạy của quang điện trở dĩ nhiên tùy thuộc vào vật liệu dùng trong chế tạo.

Về phương diện năng lượng, ta nói ánh sáng đã cung cấp một năng lượng $E=h.f$ để các điện tử nhảy từ dải hóa trị lên dải dẫn điện. Như vậy năng lượng cần thiết $h.f$ phải lớn hơn năng lượng của dải cấm.

B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm dùng TRIAC điều chỉnh tốc độ động cơ và điều chỉnh độ sáng của đèn.



Hình 4.1-4: Sơ đồ mặt trước bộ thí TRIAC điều chỉnh độ sáng của đèn

2. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phân chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module Automatic control lamp & TRIAC control experiments
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

c. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.

Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

3. Các bài thực hành

a. Tự động điều chỉnh độ sáng của đèn

B1: Từ module nguồn, nối nguồn 36VAC vào zắc 36V~, 0VAC vào zắc 0V~. Để lấy được nguồn cấp 36VAC thì từ module nguồn, nối zắc L1 với L2 rồi nối chung vào pha A của nguồn cấp từ lưới điện. Zắc N nối với pha trung tính (N) của lưới điện. Nối 24VAC từ đầu ra của biến áp 1 với 0VAC của đầu ra biến áp 2 (phương pháp nối tiếp). Kết quả ta sẽ lấy ra được nguồn 36VAC từ zắc 12VAC của biến áp 2, còn 0VAC lấy từ zắc 0VAC của biến áp 1.

Lắp đèn vào đui đèn trên module.

B2: Nối zắc 1-3, 4-5, 10-11, 13-14. Vận VR1, quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của đèn. Xem hiện tượng gì xảy ra?

B3: Đặt VR1 ở vị trí giữa. Đo áp, vẽ dạng sóng tại A của SCR và tụ C1 vào bảng 4.1.

Bảng 4-1

SCR A		U _{C1}	
U		U	
0	T	0	T

B4: Chuyển zắc cắm 13-14 sang 16-17, lặp lại bước 2 và 3 vẽ vào bảng 4.2.

Bảng 4-2

TRIAC (22)		U _{C1}	
U		U	
0	T	0	T

B5: Tháo các zắc. Nối zắc 1-3, 4-5, 8-10, 14-15; lặp lại B2, B3 vẽ vào bảng 4.3.

Bảng 4-3

SCR A		U_{C1}	
U		U	
0	T	0	T

B6: Chuyển zắc cắm 14-15 sang 15-16, lặp lại bước 2 và 3 vẽ vào bảng 4.4.

Bảng 4-4

TRIAC (22)		U_{C1}	
U		U	
0	T	0	T

B7: Nối zắc 1-3, 4-6, 7-9, 13-14. Vận VR1, quan sát và ghi lại sự thay đổi độ sáng của đèn. Xem hiện tượng gì xảy ra?

B8: Đặt VR1 ở giữa. Đo áp, vẽ dạng sóng tại A của SCR và tụ C1 vào bảng 4.5.

Bảng 4-5

SCR A		U_{C2}	
U		U	
0	T	0	T

B9: Chuyển zắc cắm 13-14 sang 16-17, lặp lại bước 7 và 8 vẽ vào bảng 4.6.

Bảng 4-6

TRIAC (22)		U_{C2}	
U		U	
0	T	0	T

B10: Nối zắc 1-3, 4-6, 7-8, 14-15, lặp lại bước 7 và 8 vẽ vào bảng 4.7.

Bảng 4-7

SCR A		U_{C2}	
U		U	
0	T	0	T

B11: Chuyển zắc cắm 14-15 sang 15-16, lặp lại bước 7 và 8 vẽ vào bảng 4.8.

Bảng 4-8

TRIAC(22)		U_{C2}	
U		U	
0	T	0	T

B12: Mạch nào tốt nhất? Mạch điều khiển nào có năng lượng đầu ra lớn nhất?

B13: Nối zắc 1-2, 4-5, 8-10, 15-16. Để quang trở CDS1 được chiếu sáng tự nhiên, điều chỉnh VR1 để TRIAC ở trạng thái khoá trước khi dẫn.

B14: Che tối CDS1, quan sát và ghi lại trạng thái của đèn, TRIAC1 và DIAC1.

B14: Bỏ che tối CDS1, quan sát và ghi lại trạng thái của đèn, TRIAC1 và DIAC1.

TRIAC điều khiển tốc độ động cơ

B1: Nối động cơ vào bộ thí nghiệm, nối nguồn AC 36V vào module (cách nối như bài thực hành DIAC, TRIAC 1 ở trang 41)

B2: Vận VR2 về phía phải, nối zắc 28-30, 32-33, 35-37, 43-44.

B3: Bật công tắc nguồn, động cơ có chạy không? Quan sát và ghi lại sự thay đổi của UR7 và động cơ.

B4: Vận VR2, quan sát và ghi lại sự thay đổi tốc độ quay của động cơ.

B5: Điều chỉnh VR2 để động cơ quay chậm nhất. Tắt nguồn rồi bật lại, quan sát và ghi lại sự thay đổi tốc độ quay của động cơ. Dùng máy hiện sóng quan sát và ghi lại sự thay đổi dạng sóng của TRIAC 2.

B6: Đặt VR2 ở vị trí giữa, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng của TRIAC2 và điện áp qua tụ C3 vào bảng 4.9.

Bảng 4-9

TRIAC(41)	U_{C3}

B7: Tắt nguồn, chuyển zắc 35-37 sang 34-38. Vận VR2 về phía phải, lặp lại từ bước 3 đến bước 6. Vẽ kết quả vào bảng 4.10.

Bảng 4-10

TRIAC(41)	U_{C4}

B8: Tắt nguồn, chuyển zắc 34-38 sang 36-39. Vận VR2 về phía phải, lặp lại từ bước 3 đến bước 6. Vẽ kết quả vào bảng 4.11.

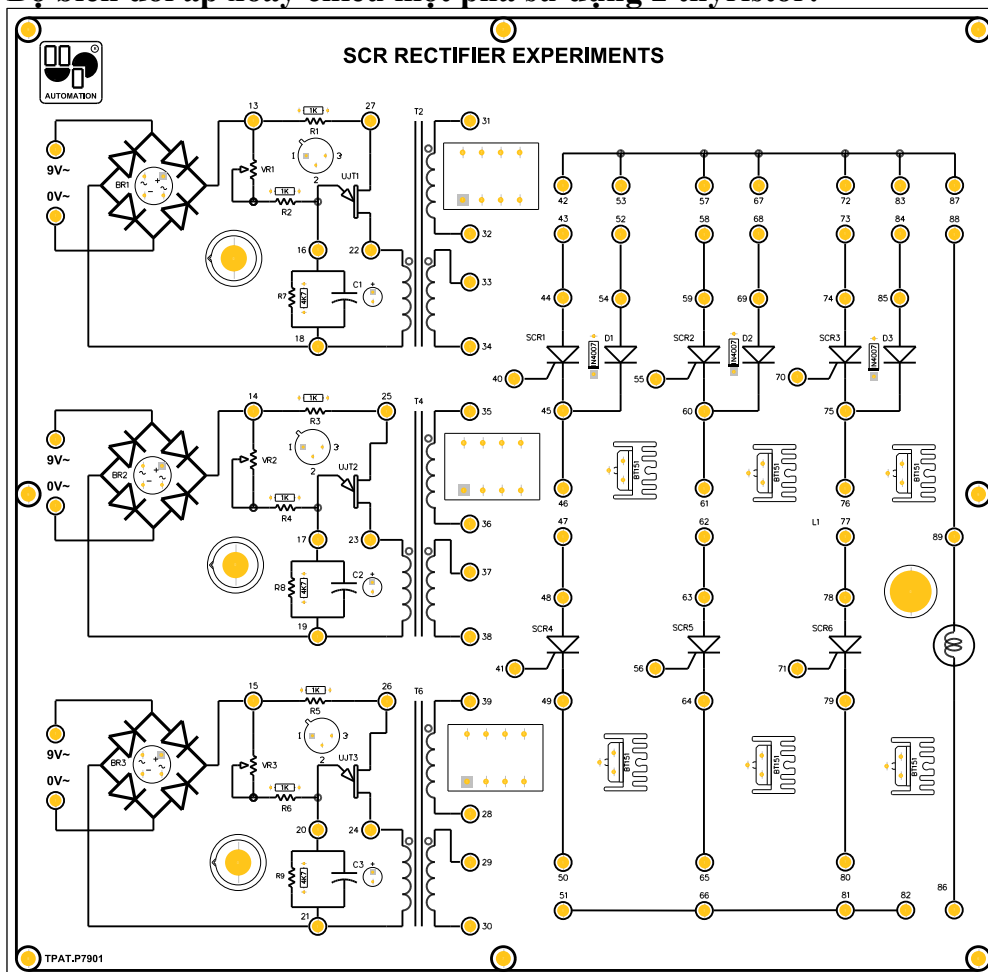
Bảng 4-11

TRIAC(41)	U _{C5}

B9: Tắt nguồn, nối zắc 28-29, 31-33, 35-37, 43-44 và bật nguồn.

B10: Khi CDS2 được chiếu sáng tự nhiên, điều chỉnh VR2 để động cơ quay bình thường. Che tối CDS2 động cơ còn quay không? Bỏ che tối CDS2 động cơ còn quay không?

Bộ biến đổi áp xoay chiều một pha sử dụng 2 thyristor:



1. Nội dung thực hành

b. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phần chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module SCR Rectifier experiments
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

d. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.

Gắn các module lên khung thực tập.

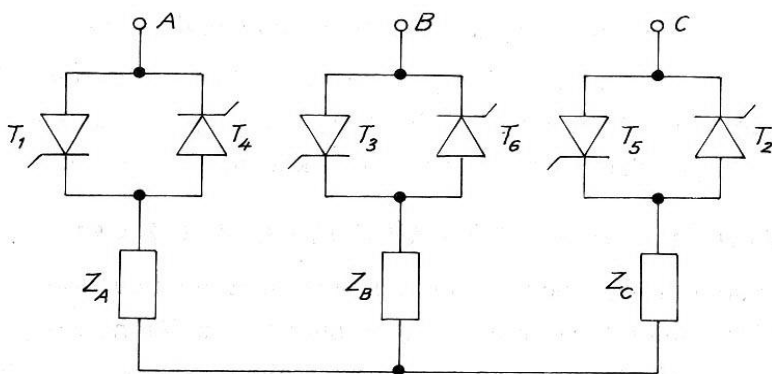
Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

4.2 Bộ biến đổi điện áp xoay chiều ba pha

A. Cơ sở lý thuyết

Trong thực tế người ta hay sử dụng bộ điều chỉnh xung áp ba pha (điều khiển động cơ không đồng bộ 3 pha) điều khiển nhiệt độ của các lò điện trở. Có nhiều sơ đồ điều áp 3 pha, ở đây ta chỉ xét sơ đồ 6 thyristo đấu song song ngược (hình 4.2-1).

Thực chất điều chỉnh giống sơ đồ cầu 3 pha.



Hình 4.2-1: Bộ biến đổi xung áp

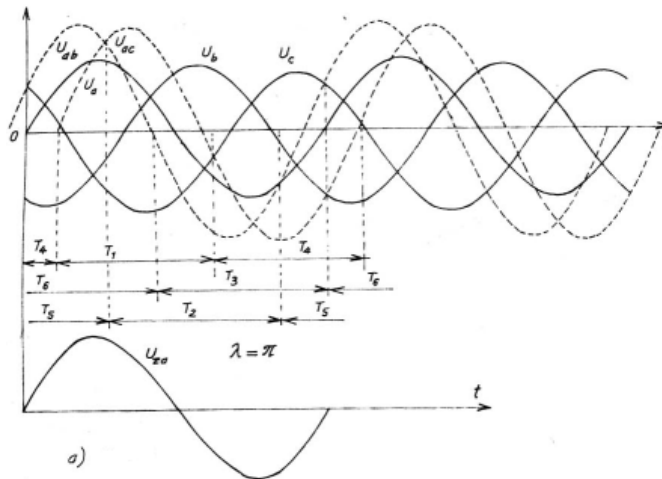
Một số quy luật chung:

Để đảm bảo lượng song hài là tối thiểu, các góc mở của thyristo phải bằng nhau, do đó mỗi van lần lượt được mở cách nhau 60° , có 3 trường hợp tùy thuộc vào góc α :

- Trong toàn mạch 3 pha, số lượng van lớn nhất có thể dẫn trong một thời điểm là 3 van. Khi có 3 van dẫn, tức là mỗi pha có một van dẫn: $U_{ZA} = U_a; U_{ZB} = U_b; U_{ZC} = U_c$

- Chỉ có hai van dẫn: tức là có một pha không dẫn, $u_t = 0$; nó bị ngắt khỏi nguồn.
- Hai pha còn lại được đấu nối tiếp với điện áp dây của nguồn nên: $U_t = U_d/2$
- Không có van nào dẫn

a. $\alpha \leq 60^\circ$

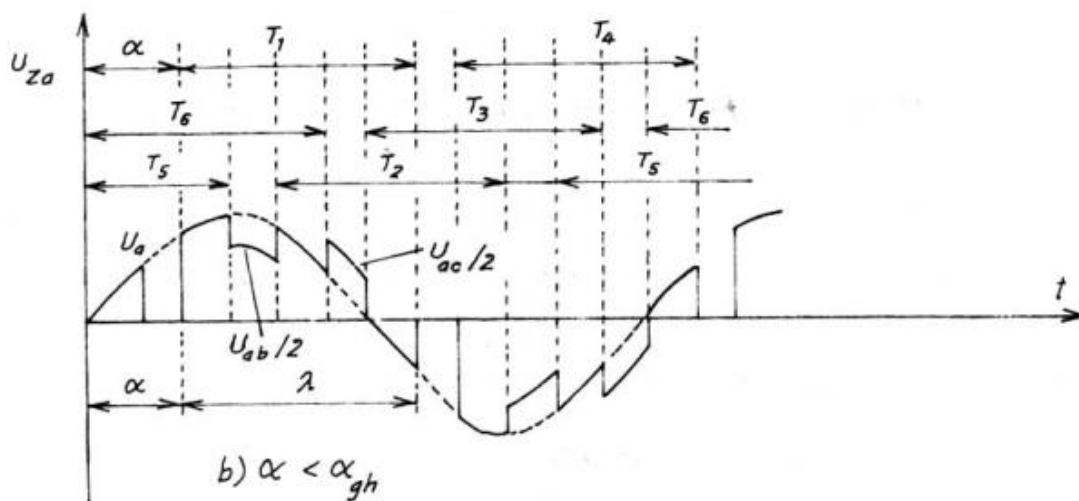


Hình 4.2-2: $\alpha \leq 60^\circ$

- Quy luật: - 3 van hoặc 2 van dẫn kế tiếp nhau.
 - Góc dẫn của mỗi van là $\lambda = \pi - \alpha$

b. $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

- Quy luật: - Hai van dẫn
 - Góc dẫn: $\lambda = 120^\circ$
 - Các van cùng nhóm lần lượt dẫn: van sau mở ra thì van trước khóa lại
 Ví dụ: $\alpha = 75^\circ$ (hình 4.2-3)



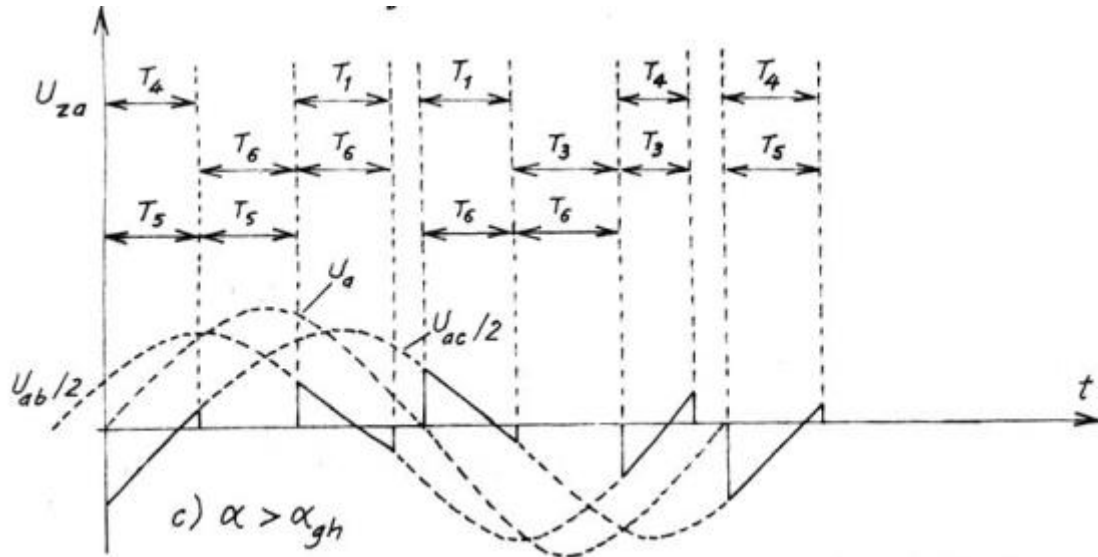
Hình 4.2-3: $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

Nhận xét:

- Dạng điện áp ra tải gần với dạng xung nên các sóng hài bậc cao lớn.

- Góc dẫn không phụ thuộc vào α . Điều này xảy ra vì khi van tiếp theo dẫn thì điện áp nguồn của van trước đang âm, vì vậy nó lập tức đưa điện áp vào van đó làm van khóa ngay, không thể có trường hợp 3 van đều dẫn ở đây.

c. $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$



Hình 4.2-4: $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$

Quy luật:

- Trong mạch sẽ có hai trạng thái thay thế nhau là hai van dẫn hoặc không có van nào dẫn.
- Mỗi van sẽ dẫn nhưng không liên tục mà ngắt thành hai đoạn, mỗi đoạn dẫn kéo dài $(150^\circ - \alpha)$, đoạn nghỉ kéo dài $(\alpha - 90^\circ)$.
- Van sẽ khóa mỗi lần điện áp dây về đến 0

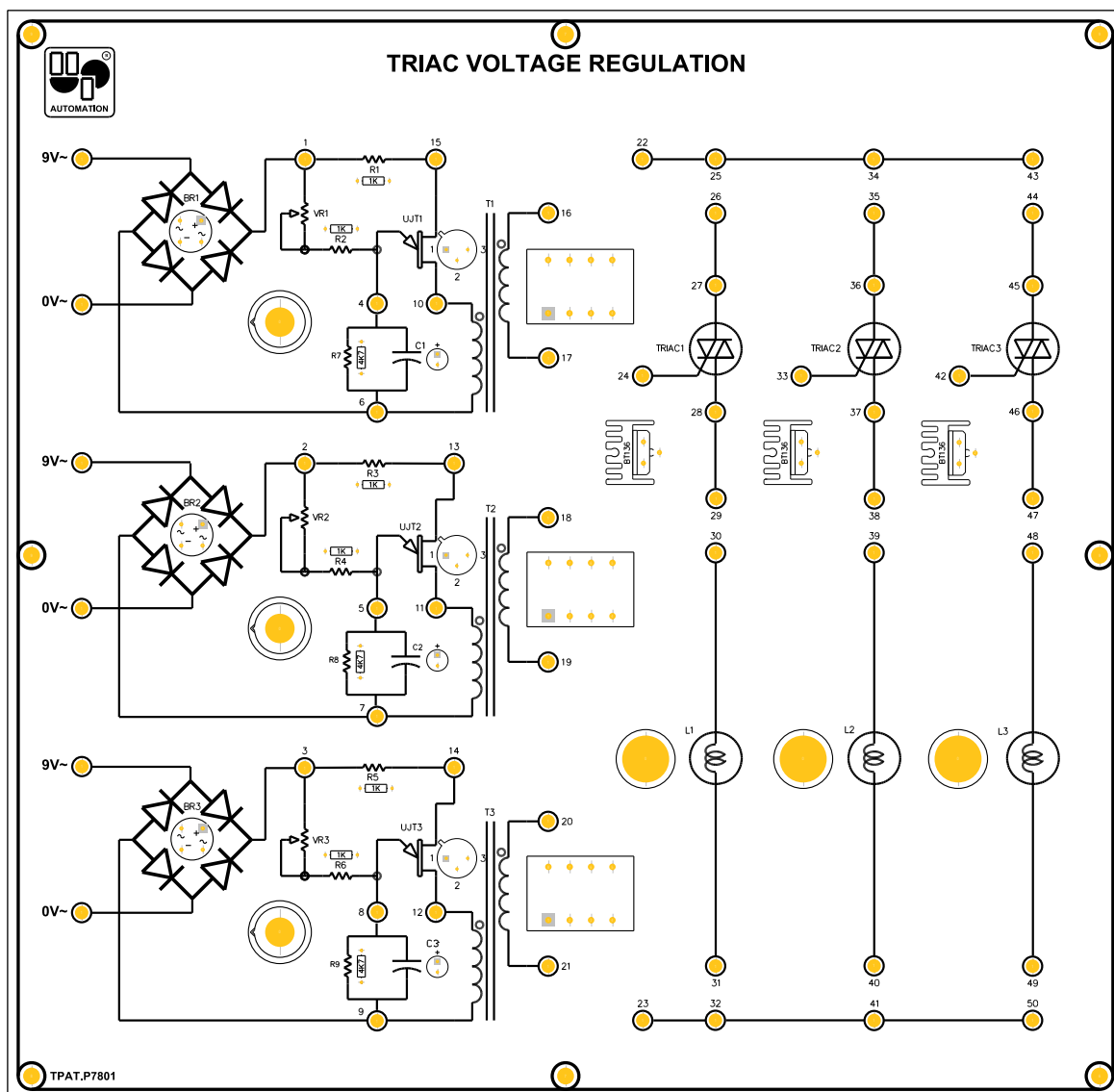
Nhận xét:

- Góc điều khiển lớn nhất là $\alpha_{\max} = 150^\circ$

B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm dùng khảo sát các mạch điều khiển áp xoay chiều dùng TRIAC.



Hình 4.2-5: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm chỉnh lưu TRIAC

2. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phân chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module TRIAC voltage regulation
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.
Gắn các module lên khung thực tập.
Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

3. Các bài thực hành

B1: Cấp nguồn 9VAC, 0VAC vào zắc 9V~, 0V~ của pha 1, cấp nguồn 24VAC vào zắc 22, 0VAC vào zắc 23; nối các zắc 25-26, 29-30, 31-32, 16-24, 17-28.

B2: Vận VR1 về bên trái, quan sát và ghi lại độ sáng của đèn. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E(zắc 4)-G1(zắc 6) của UJT1, và của đèn L1 vào bảng 4.12.

Bảng 4-12

UJT1 E-G1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				
L1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				

B3: Điều chỉnh VR1 để tần số tại E-G1 của UJT1 là 60Hz. vẽ lại dạng sóng vào bảng. Quan sát và ghi lại độ sáng của đèn, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng qua đèn L1 vào bảng 4.13.

Bảng 4-13

UJT1 E-G1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				
L1	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>				

B4: Vận chậm VR1 về bên phải để đèn L1 tắt. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1 và đèn L1 vào bảng 4-14

Bảng 4-14

UJT1 E-G1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </table>				
L1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </table>				

B5: Vận VR1 về bên phải, quan sát và ghi lại độ sáng của đèn, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1 và đèn L1 vào bảng 4-15

Bảng 4-15

UJT1 E-G1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </table>				
L1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </table>				

B6: Đây là mạch gì?

B7: Tắt công tắc nguồn.

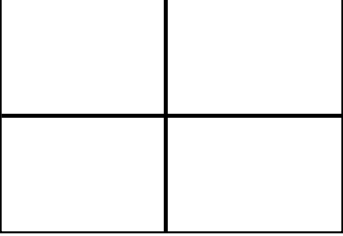
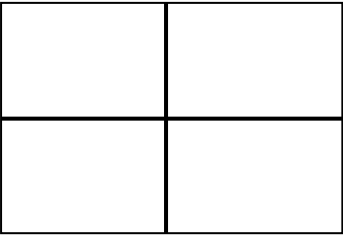
B8: Làm tương tự đối với pha còn lại.

B11: Cấp nguồn 9VAC, 0VAC vào zắc 9V~, 0V~ của pha 1,
Cấp nguồn 9VAC, 0VAC vào zắc 9V~, 0V~ của pha 2,

Cấp nguồn 9VAC, 0VAC vào zắc 9V~, 0V~ của pha 3, nối các zắc 25-26, 29-30, 31-32, 16-24. 17-28. nối các zắc 34-35, 38-39, 40-41, nối các zắc 43-44, 47-48, 49-50

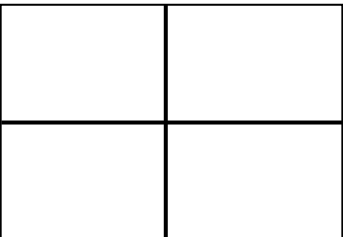
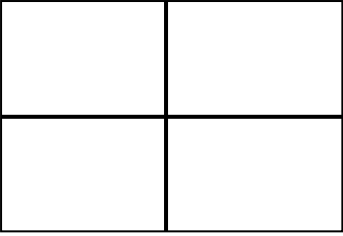
B12: Vận VR1 về bên trái, quan sát và ghi lại độ sáng của đèn. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E(zắc 4)-G1(zắc 6) của UJT1, và của đèn L1 vào bảng 4-16.

Bảng 4-166

<p>UJT1 E-G1</p>	
<p>L1</p>	

B3: Điều chỉnh VR1 để tần số tại E-G1 của UJT1 là 60Hz. vẽ lại dạng sóng vào bảng. Quan sát và ghi lại độ sáng của đèn, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng qua đèn L1 vào bảng 4-17.

Bảng 4-17

<p>UJT1 E-G1</p>	
<p>L1</p>	

B4: Vận chậm VR1 về bên phải để đèn L1 tắt. Dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1 và đèn L1 vào bảng 4-18

Bảng 4-18

UJT1 E-G1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </tbody> </table>				
L1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </tbody> </table>				

Bảng 4.3

B5: Vận VR1 về bên phải, quan sát và ghi lại độ sáng của đèn, dùng máy hiện sóng đo và vẽ dạng sóng tại E-G1 của UJT1 và đèn L1 vào bảng 4-19

Bảng 4-19

UJT1 E-G1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </tbody> </table>				
L1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> <td style="width: 50%; height: 50%;"></td> </tr> </tbody> </table>				

B6: Đây là mạch gì?

B7: Tắt công tắc nguồn.

B8: Làm tương tự đối với pha còn lại.

BÀI 5. BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU

Giới thiệu

Bộ biến đổi điện áp một chiều được sử dụng rộng rãi trong thực tế để thay đổi trị hiệu dụng của điện áp ngõ ra. Bài học này cung cấp cho người học nguyên lý hoạt động của các bộ biến đổi điện áp một chiều và rèn luyện kỹ năng lắp bộ biến đổi áp một chiều, biến đổi áp một chiều ổn áp tuyến tính.

Mục tiêu

- Trình bày được nhiệm vụ và chức năng từng khối của bộ biến đổi
- Giải thích nguyên lý làm việc của mạch điện
- Lắp ráp được bộ biến đổi DC - DC không cách ly.
- Lắp ráp được bộ ổn áp tuyến tính.
- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học, đảm bảo an toàn, tiết kiệm

Nội dung chính của bài

5.1 Bộ giảm áp

A. Cơ sở lý thuyết

Bộ biến đổi xung áp (BBĐXA) là bộ biến đổi mà điện áp nguồn được đóng, cắt vào phụ tải một cách có chu kỳ. Do đó điện áp trên tải là những xung áp một chiều (băm xung một chiều) hoặc xoay chiều (BBĐXA xoay chiều) tùy thuộc vào điện áp nguồn là điện áp một chiều hoặc xoay chiều.

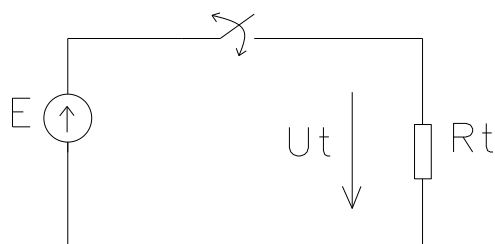
1. Cấu trúc và phân loại của băm xung một chiều

a. Định nghĩa

Băm xung một chiều là thiết bị dùng để điều chỉnh điện áp một chiều ra tải từ một nguồn điện áp một chiều cố định

b. Nguyên lý cơ bản

Nguyên lý cơ bản của bộ biến đổi xung áp một chiều được mô tả trên hình 5.1-1



Hình 5.1-1: Sơ đồ nguyên lý của bộ biến đổi

Công tắc T đóng cắt có chu kỳ

- Trong khoảng $0 \div t_0$: T đóng, $U_R = E$

- Trong khoảng $t_0 \div T$: T ngắt, $U_R = 0$ Như vậy giá trị trung bình của điện áp trên tải sẽ là:

$$U_t = \frac{1}{T} \int_0^T u_t(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{t_0} E dt$$

$$U_t = \frac{t_0}{T} E = \gamma \cdot E$$

γ – hệ số điều chỉnh

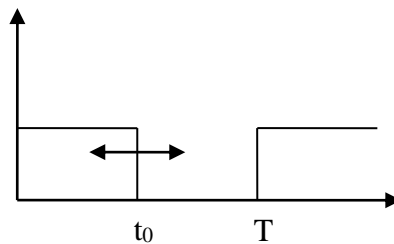
T – chu kỳ đóng cắt của khóa T

Biểu thức này cho thấy: bằng cách thay đổi γ ta có thể thay đổi điện áp ra tải theo ý muốn.

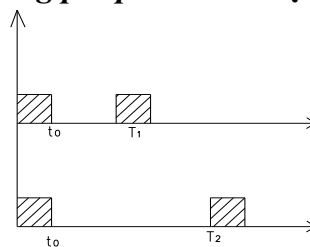
2. Các phương pháp điều chỉnh γ :

Phương pháp 1: Giữ chu kỳ $T = \text{const}$, thay đổi t_0 (hình 5.1-2)

Phương pháp này gọi là phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM). Đây là phương pháp thông dụng nhất.



Hình 5.1-2: Phương pháp điều chế độ rộng PWM



Hình 5.1-3: Phương pháp thay đổi tần số

Phương pháp 2: Giữ $t_0 = \text{const}$, $T = \text{var}$, tức là thay đổi tần số f (hình 5.1-3)

Gọi là phương pháp xung tần

Phương pháp 3: Kết hợp hai phương pháp trên: $t_0 = \text{var}$, $T = \text{var}$

Mục đích để giữ độ đập mạch của dòng điện là tốt nhất, ΔI tối ưu

Gọi là phương pháp xung thời gian

3. Ưu, nhược điểm của BBDXA

BBDXA có khả năng điều chỉnh và ổn định điện áp ra trên phụ tải

Ưu điểm:

- Hiệu suất cao vì tổn hao công suất trong bộ biến đổi không đáng kể so với các bộ biến đổi liên tục.

- Độ chính xác cao cũng như ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường, vì yếu tố điều chỉnh là thời gian đóng khóa T mà không phải giá trị điện trở của các phần tử điều chỉnh thường gặp trong các bộ điều chỉnh liên tục.

- Chất lượng điện áp tốt hơn so với bộ biến đổi liên tục.

- Kích thước gọn nhẹ.

Nhược điểm

- Cần có bộ lọc đầu ra, do đó làm tăng quán tính của bộ biến đổi khi làm việc trong hệ thống kín.

- Tần số đóng cắt lớn sẽ tạo ra nhiễu cho nguồn cũng như các thiết bị điều khiển.

Đối với các bộ biến đổi công suất trung bình (hàng chục kW) và nhỏ (vài kW), người ta thường dùng các khóa điện tử là các bóng bán dẫn lưỡng cực IGBT. Trong trường hợp công suất lớn (vài trăm kW), người ta sử dụng GTO hoặc thyristo.

4. Phân loại

Có nhiều cách phân loại các bộ biến đổi xung áp một chiều:

- Bộ biến đổi xung áp nối tiếp hay song song

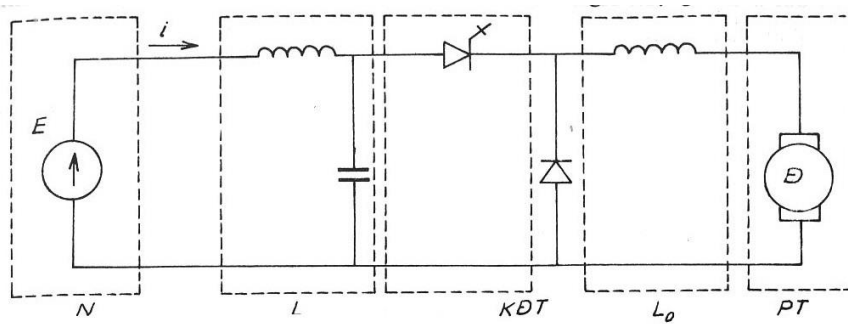
- Bộ biến đổi xung áp có điện áp ra nhỏ hơn điện áp vào, và bộ biến đổi xung áp có điện áp ra lớn hơn điện áp vào.

- Bộ biến đổi xung áp không đảo chiều hoặc bộ biến đổi xung áp có đảo chiều.

5. Sơ đồ cấu trúc

Cấu trúc của bộ biến đổi xung áp một chiều thường có dạng như hình 5.1-5

Sơ đồ hình 5.1-5 gồm các phần tử chủ yếu như nguồn N, bộ lọc đầu vào L, khóa điện tử (KĐT), bộ lọc đầu ra (L_0) và phụ tải (PT) (động cơ điện một chiều).



Hình 5.1-4: Sơ đồ cấu trúc bộ biến đổi xung áp một chiều

Nguồn một chiều có thể là ắc quy hoặc bộ chỉnh lưu.

Bộ lọc đầu vào thường dùng mạch LC hoặc chỉ dùng điện cảm. Tụ C có thể được thay thế bằng các phân tử tích trữ năng lượng như ắc quy.

Khóa điện tử (KĐT): chủ yếu là các van bán dẫn điều khiển hoàn toàn (GTO, BT hoặc IGBT).

Bộ lọc đầu ra (L_0) có tác dụng san phẳng dòng điện ở đầu ra của bộ biến đổi.

6. BXMC có van mắc nối tiếp với tải (buck chopper)

Sơ đồ cơ bản gồm tụ lọc đầu vào (C), khóa điện tử (GTO), cuộn kháng L, điôt đệm D và phụ tải R (hình 5.1-5a).

Khóa điện tử sẽ được đóng cắt với chu kỳ T theo luật điều khiển như đồ thị ở hình 5.1-5b. Điôt đệm D sẽ dẫn điện khi $U_G > 0$ và điôt D sẽ khóa khi $U_G < 0$.

Từ $(0 \div t_0)$, T dẫn điện, năng lượng của nguồn sẽ được cấp cho phụ tải, nếu coi van là lý tưởng, $t_{on,of} = 0$ thì $U_{AB} = E$. Khi đó D khóa (coi D không tham gia vào mạch), trở thành bài toán quá độ:

$$i_t = i_{xl} + i_{td} = \frac{E}{R} + Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\text{do } i_t(0) = 0 \text{ nên } A = -\frac{E}{R}, \text{ suy ra: } i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{với } \tau = \frac{L_t}{R_t}$$

Như vậy $i_t(t)$ biến thiên theo hàm mũ

- Từ $(t_0 \div T)$, van khóa do năng lượng tích trữ trong điện cảm, dòng điện vẫn theo chiều cũ và khép mạch qua van đệm D, lúc này $U_{AB} = U_D = 0$.

$$i_t = i_{xl} + i_{td} = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

Tùy theo mức độ suy giảm của dòng điện mà mạch có thể có 3 chế độ dòng điện:

- Chế độ dòng điện gián đoạn: là chế độ mà dòng tải đã kịp về 0 trước thời điểm T, tức là có giai đoạn dòng tải bằng không, nói cách khác là dòng điện lúc có lúc không => không tốt.

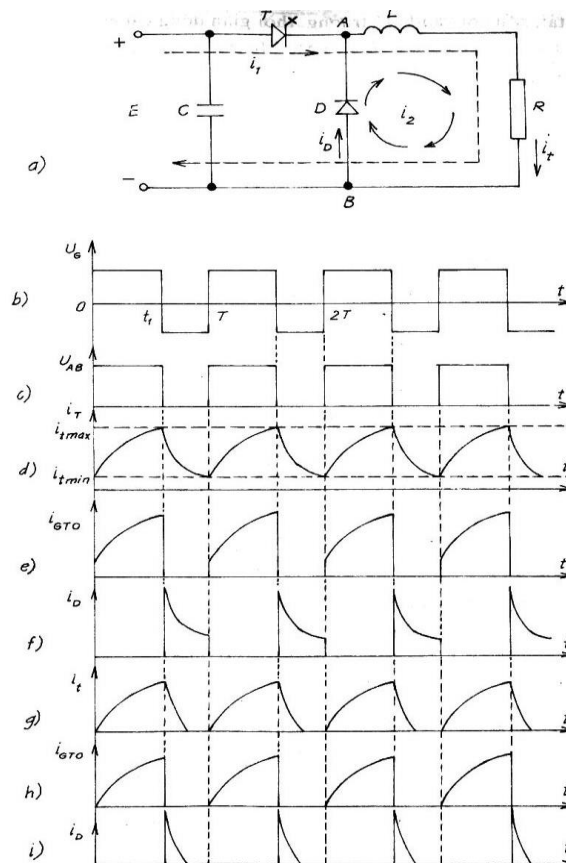
- Dòng điện liên tục: dòng tải chưa kịp về đến 0 trước thời điểm T nên sẽ không còn giai đoạn dòng tải bằng 0, dòng liên tục chảy qua tải.

- Chế độ ranh giới: dòng tải vừa về đến 0 ở thời điểm T.

Chú ý: Nếu $T - t_0 > 4\tau$ (thời gian xả lớn hơn 4 lần hằng số thời gian của mạch) => chế độ dòng điện gián đoạn. Nếu $T - t_0 < 4\tau$ => chế độ dòng điện liên tục.

Sơ đồ mạch điện ở cả hai trường hợp dòng điện liên tục và gián đoạn là như nhau, nghiệm tổng quát như nhau:

$$i_1(t) = \frac{E}{R} + A_1 e^{-\frac{t}{T}}; i_2(t) = A_2 e^{-\frac{t}{T}}, \text{ chúng chỉ khác nhau ở giá trị } A_1, A_2.$$



Hình 5.1-5: Sơ đồ và biểu đồ xung của bộ biến đổi xung áp

Nhận xét:

- Điện áp trên tải có dạng xung thay đổi giữa hai giá trị 0 và +E

- Bằng cách thay đổi $\gamma = \frac{t_1}{T}$, ta điều khiển trị trung bình áp trên tải theo các hệ thức $U_\gamma = \gamma E$

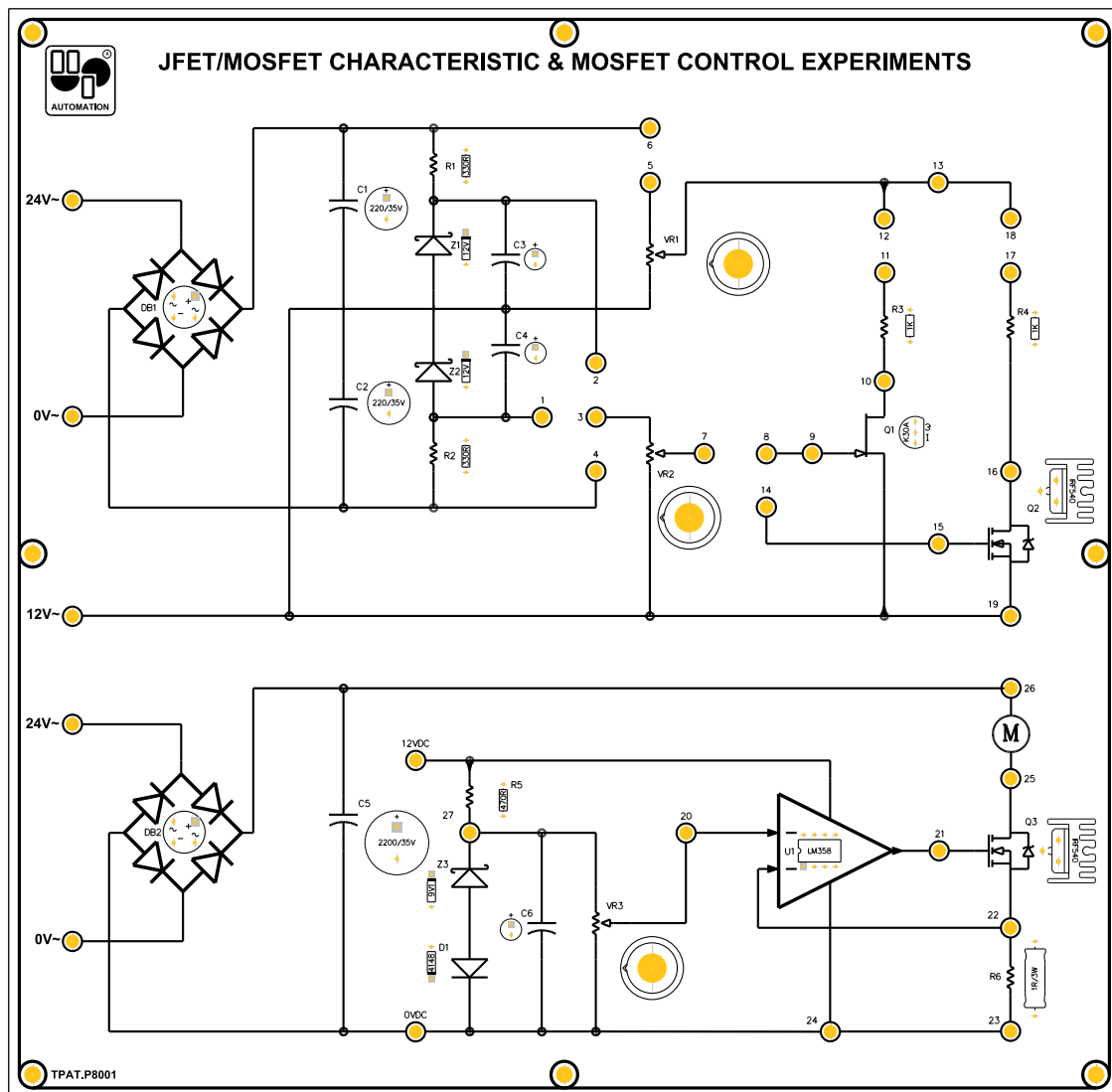
Do $0 \leq \gamma = \frac{t_1}{T} \leq 1 \Rightarrow 0 \leq U \leq E$

Vì vậy, bộ băm xung một chiều này được gọi là bộ giảm áp, dùng làm nguồn điện áp cho truyền động điện động cơ một chiều, làm bộ phận nguồn cho bộ biến tần áp, bộ biến tần dòng điện.

B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm dùng thực hành bộ điều áp một chiều dùng MOSFET.



Hình 5.1-6: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm JFET/MOSFET

2. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phần chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module JFET/MOSFET characteristic & MOSFET control experiments
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên.

Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

3. Các bài thực hành

MOSFET điều khiển tốc độ động cơ

B1: Nối nguồn 24VAC vào zắc 24V~, nối nguồn 12VDC vào zắc 12VDC trên module thí nghiệm. Nối động cơ 24V vào bộ thí nghiệm.

B2: Vận VR3 hết về bên trái.

B3: Bật nguồn cung cấp.

B4: Đặt đồng hồ đa năng ở thang đo DCV 20 để đo điện áp tại G của MOSFET với GND và đo điện áp qua R6.

B5: Điều chỉnh VR3 đến khi động cơ quay. Quan sát và ghi lại tốc độ quay của động cơ. Đo và ghi giá trị điện áp tại chân 1 của U1 và áp rơi trên R6 vào bảng 5.1.

Bảng 5-1

Điểm đo	Kết quả
Chân 1 của U1	
U_{R6}	
Tốc độ quay của động cơ	

B6: Điều chỉnh chậm VR3 để tăng tốc độ của động cơ. Quan sát và ghi lại sự thay đổi. Đo và ghi giá trị điện áp tại chân 1 của U1 và áp rơi trên R6 vào bảng 5.2.

Bảng 5-2

Điểm đo	Kết quả
Chân 1 của U1	
U_{R6}	
Tốc độ quay của động cơ	

B7: Vận VR3 đến vị trí lớn nhất, quan sát và ghi lại sự thay đổi. Đo và ghi giá trị điện áp tại chân 1 của U1 và áp rơi trên R6 vào bảng 5.3.

Bảng 5-3

Điểm đo	Kết quả
Chân 1 của U1	
U_{R6}	
Tốc độ quay của động cơ	

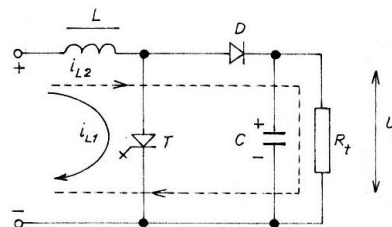
B8: Ghi lại áp tại chân 1 của U1 khi động cơ quay nhanh nhất.

5.2 Bộ tăng áp

A. Cơ sở lý thuyết

BXMC có van mắc song song với tải (boost chopper)

Bộ biến đổi xung áp có dạng mô tả trên hình 5.2-1



Hình 5.2-1: Bộ biến đổi xung áp song song

Trong một chu kỳ, van T được đóng mở nhờ tín hiệu điều khiển U_G .

- Từ $0 \div t_1$, van T dẫn, toàn bộ điện áp nguồn được đặt vào cuộn cảm L và cuộn cảm sẽ dự trữ một năng lượng nhất định: $E = U_L = L \frac{di}{dt}$

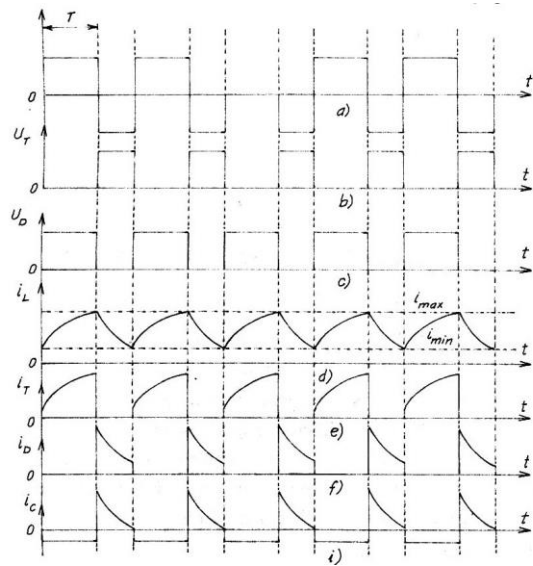
$$i = \int \frac{E}{L} dt = \frac{E}{L} T \Rightarrow i \text{ tăng tuyến tính}$$

$$- t = t_1: \quad I_L = I(t_0) \Rightarrow W_L = \frac{I_L^2(t_0)L}{2}$$

Vậy quá trình ($0 \div t_1$) là quá trình nạp năng lượng cho L

- Từ $t_1 \div T$: van T bị khóa, toàn bộ năng lượng của nguồn và của cuộn kháng sẽ đặt lên tải (dòng điện lúc này là i_{L2}). Nhờ năng lượng tích trữ trong điện cảm nên điện áp trên tải sẽ lớn hơn điện áp nguồn. Tụ C dùng để tích năng lượng và lọc điện áp ra. Khi van T mở, năng lượng tụ C sẽ cấp cho tải duy trì cho điện áp trên tải dao động trên một phạm vi nhất định.

Đồ thị dòng điện và điện áp trong các phần tử của sơ đồ sẽ có dạng như ở hình 5.2-2. Nếu giảm phụ tải đến mức nào đó thì dòng qua cuộn kháng sẽ gián đoạn.

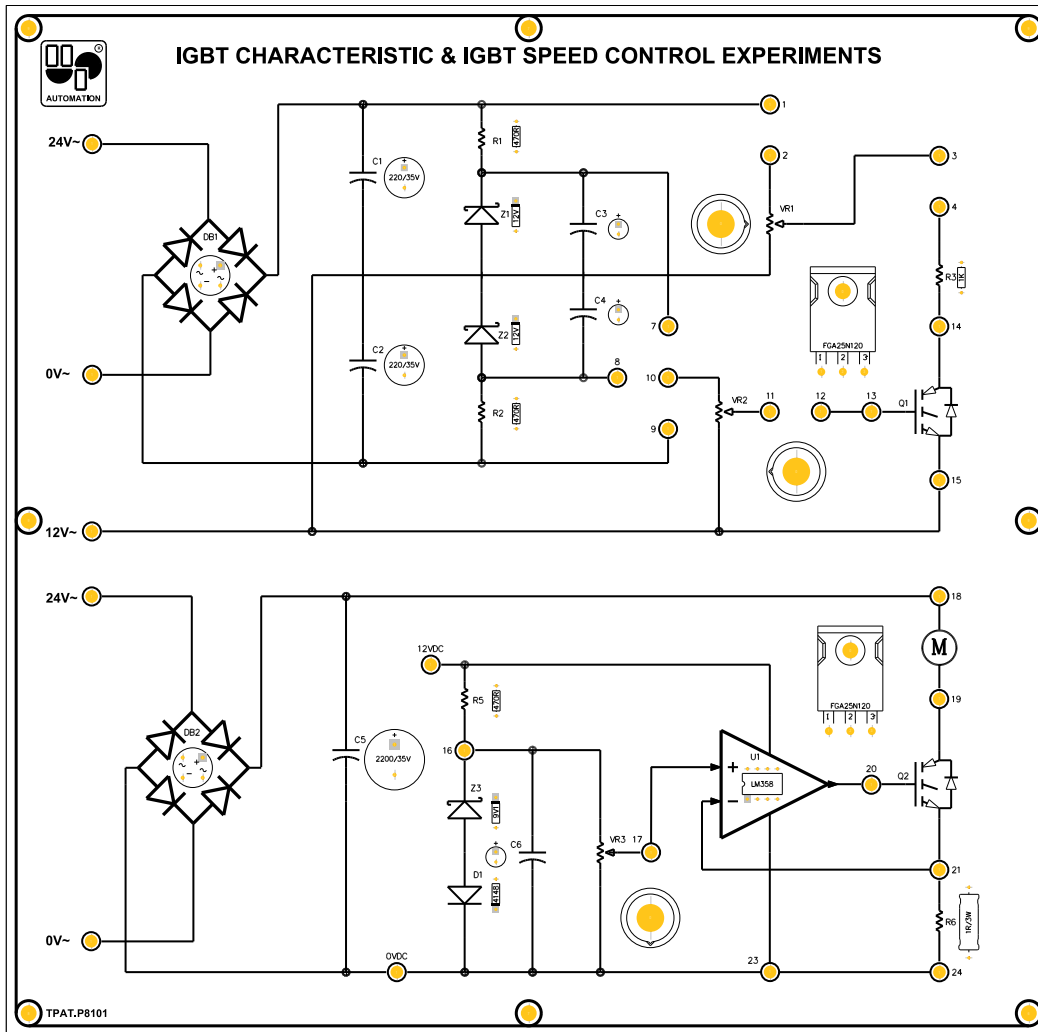


Hình 5.2-2: Đồ thị dòng điện và điện áp

B. Thực hành

1. Giới thiệu bộ thí nghiệm

Bộ thí nghiệm dùng khảo sát bộ băm xung áp một chiều dùng IGBT



Hình 5.2-3: Sơ đồ mặt trước bộ thí nghiệm IGBT

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phân chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module IGBT characteristic & IGBT speed control experiments
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên. Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

2. Các bài thực hành

a. IGBT điều khiển tốc độ động cơ

B1: Nối nguồn 24VAC vào zás 24V~, nối nguồn 12VDC vào zás 12VDC trên module thí nghiệm. Nối động cơ 24V vào bộ thí nghiệm.

B2: Vặn VR3 hết về bên trái.

B3: Bật nguồn cung cấp.

B4: Đặt đồng hồ đa năng ở thang đo DCV 20 để đo điện áp tại chân 1 của U1 với GND và đo điện áp qua R6.

B5: Điều chỉnh chậm VR3 đến khi động cơ quay. Quan sát và ghi lại tốc độ quay của động cơ. Đo và ghi giá trị điện áp tại chân 1 của U1 và áp rơi trên R6 vào bảng 5.4.

Bảng 5-4

Điểm đo	Kết quả
Chân 1 của U1	
U_{R6}	
Tốc độ quay của động cơ	

B6: Điều chỉnh chậm VR3 để tăng tốc độ của động cơ. Quan sát và ghi lại sự thay đổi. Đo và ghi giá trị điện áp tại chân 1 của U1 và áp rơi trên R6 vào bảng 5.5.

Bảng 5-5

Điểm đo	Kết quả
Chân 1 của U1	
U_{R6}	
Tốc độ quay của động cơ	

B7: Vận VR3 đến vị trí lớn nhất, quan sát và ghi lại sự thay đổi. Đo và ghi giá trị điện áp tại chân 1 của U1 và áp rơi trên R6 vào bảng 5.6.

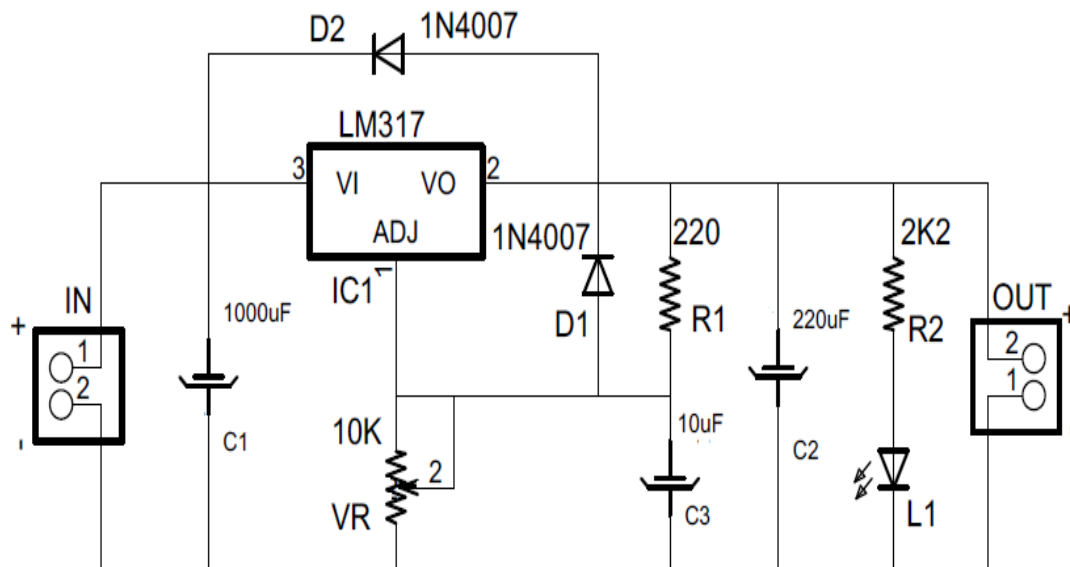
Bảng 5-6

Điểm đo	Kết quả
Chân 1 của U1	
U_{R6}	
Tốc độ quay của động cơ	

B8: Ghi lại áp tại chân 1 của U1 khi động cơ quay nhanh nhất.

b. Thực hành lắp ráp mạch ổn áp điều chỉnh được dùng IC LM317

1. Phân tích mạch điện ổn áp điều chỉnh được



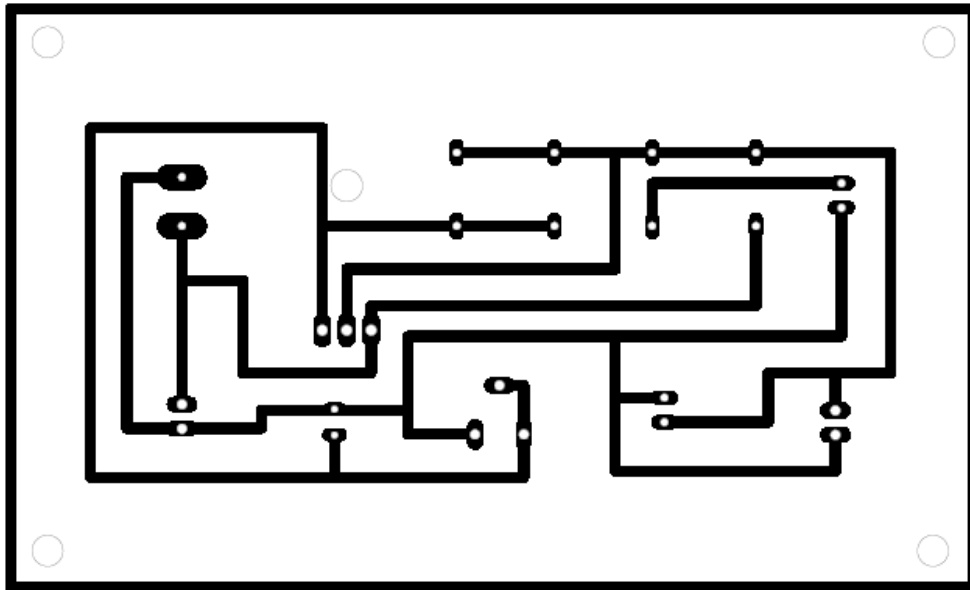
Hình 5.2-4: sơ đồ nguyên lý mạch ổn áp dùng IC điều chỉnh

Nguyên lý hoạt động:

- Khi cấp nguồn cho mạch với điện áp $3 \leq U_{\text{vào}} - U_{\text{ra}} \leq 40$ thì ngõ ra sẽ nhận một mức điện áp từ 1.25V đến 37V
- Bình thường áp ngõ vào cao hơn ngõ ra, D2 bị phân cực ngược nên không có tác dụng .
- Khi bị ngắn mạch, áp ngõ ra vẫn còn chứa ở tụ, sẽ xảy ra hiện tượng dòng xả ngược qua IC, lúc này D2 xả dòng mạnh làm áp ngõ ra còn khoảng 0.7V → bảo vệ IC LM 317
- Khi ngõ ra bị ngắn mạch, áp trên tụ C3 vẫn còn cao → mạch lấy mẫu bên trong IC tiếp tục kích IC dẫn mạnh có thể gây quá dòng, lúc này D1 xả mạnh → IC được bảo vệ an toàn.

2. Lắp ráp linh kiện

- Sơ đồ mạch in



Sơ đồ mạch ổn áp dùng IC điều chỉnh (lớp BOTTOM)

- Kiểm tra linh kiện
- Lắp các linh kiện thụ động
- Lắp các linh kiện tích cực
- Hàn chân linh kiện
- Cắt chân linh kiện

3. Chạy thử, kiểm tra mạch điện

- Kiểm tra mạch điện
- Kết nối mạch điện
- Cân chỉnh mạch điện
- Chạy thử mạch điện

BÀI 6. BỘ NGHỊCH LƯU VÀ BỘ BIẾN TẦN

Giới thiệu

Nghịch lưu là một dạng mạch phát sinh nguồn xoay chiều nguồn một chiều.

Biến tần là thiết bị biến đổi dòng xoay chiều với tần số của lưới điện thành dòng xoay chiều có tần số khác với tần số của lưới.

Bài học này cung cấp cho người học kiến thức về cấu trúc, phân loại của các bộ nghịch lưu và bộ biến tần, rèn luyện kỹ năng lắp ráp bộ nghịch lưu và đấu nối biến tần để điều khiển động cơ.

Mục tiêu

- Trình bày được nguyên lý biến nguồn AC tần số cố định thành nguồn AC tần số thấp hơn.
- Xác định được nhiệm vụ và chức năng của từng khối của bộ biến tần.
- Chọn lựa sử dụng đúng chức năng các bộ biến tần đáp ứng được từng thiết bị thực tế.
- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học, đảm bảo an toàn, tiết kiệm

Nội dung chính của bài

6.1 Bộ nghịch lưu

A. Cơ sở lý thuyết

Nghịch lưu độc lập là thiết bị biến đổi dòng điện một chiều thành dòng xoay chiều có tần số ra có thể thay đổi được và làm việc với phụ tải độc lập.

Nghịch lưu độc lập và biến tần được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như cung cấp điện (từ các nguồn độc lập như ắc quy), các hệ truyền động xoay chiều, giao thông, truyền tải điện năng, luyện kim...

Phân loại: - theo sơ đồ: nghịch lưu một pha và nghịch lưu ba pha

- theo quá trình điện từ xảy ra trong nghịch lưu: nghịch lưu áp, nghịch lưu dòng, nghịch lưu cộng hưởng.

1. Nghịch lưu dòng một pha

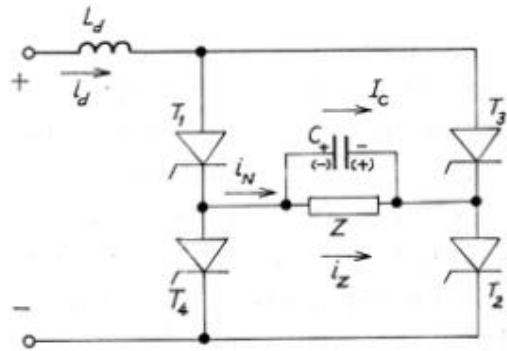
Nghịch lưu dòng: nguồn dòng một chiều => dòng xoay chiều có tần số tùy ý

Đặc điểm: nguồn một chiều cấp điện cho bộ biến đổi phải là *nguồn dòng*, do đó điện cảm đầu vào L_d phải có giá trị lớn vô cùng để đảm bảo dòng điện là liên tục.

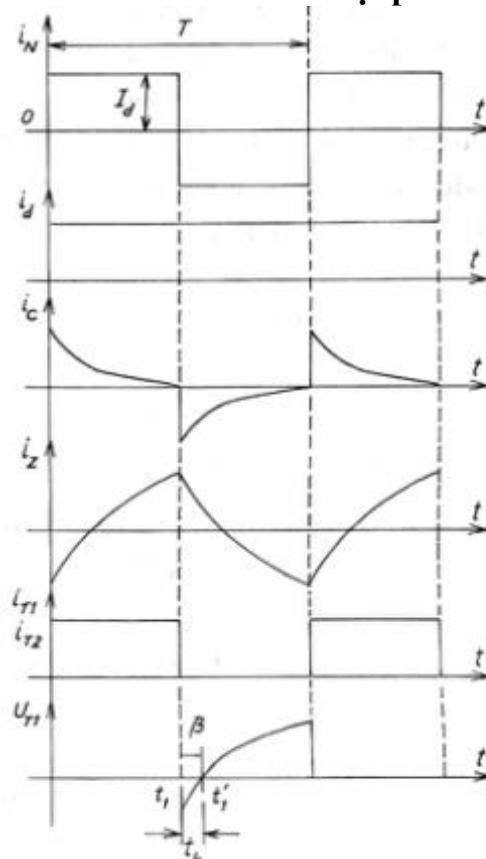
• Nguyên lý làm việc

❖ Tải R

Sơ đồ nghịch lưu dòng một pha được trình bày trên hình 6.2-1



Hình 6.1-1: Sơ đồ cầu một pha



Hình 6.1-2: Biểu đồ xung

Các tín hiệu điều khiển được đưa vào T_1, T_2 lệch pha với tín hiệu điều khiển đưa vào T_3, T_4 một góc 180° .

$L = \infty \Rightarrow$ dòng điện đầu vào được san phẳng, nguồn cấp cho nghịch lưu là nguồn dòng và dạng dòng điện của nghịch lưu (i_N) có dạng xung vuông.

$t = 0$: mở cặp van T_1, T_2 , $i_N = i_d = I_d$, i_C tăng đột biến, tụ C bắt đầu được nạp điện với dấu “+” ở bên trái và dấu “-” bên phải. Khi tụ C được nạp đầy, $i_C = 0$. Do $i_N = i_C + i_Z = I_d =$ hằng số, nên lúc đầu i_Z nhỏ và sau đó i_Z tăng lên.

$t = t_1$: mở cặp van T_3, T_4 , tụ C phóng điện từ cực “+” về cực “-”. Dòng phóng ngược chiều với dòng qua T_1, T_2 sẽ làm cho T_1 và T_2 khóa lại. Quá trình

chuyển mạch xảy ra gần như tức thời. Sau đó tụ C sẽ được nạp điện theo chiều ngược lại với cực tính đảo chiều, $i_N = i_d = I_d$ nhưng đã đổi dấu.

$t = t_2$, mở T_1, T_2 thì T_3, T_4 sẽ khóa lại và quá trình được lặp lại như trước.

Như vậy, chức năng cơ bản của tụ C làm nhiệm vụ chuyển mạch cho các tiristo (ở thời điểm t_1 : khi mở T_3, T_4 ; tiristo T_1, T_2 khóa lại bởi điện áp ngược của tụ C đặt lên). Khoảng thời gian duy trì điện áp ngược t_1 đến t_1' là cần thiết để duy trì quá trình khóa và phục hồi tính chất điều khiển của van và $t_1 - t_1' = t_k \geq t_{off}$; t_{off} là thời gian khóa của tiristo hay chính là thời gian phục hồi tính điều khiển.

Nhân xét:

Trong nghịch lưu độc lập dòng điện, dòng điện phải sớm pha một góc so với điện áp, chính là góc khóa của van

Dạng dòng điện ra được xác định trước, không phụ thuộc vào tải.

Nghịch lưu độc lập dòng điện không được làm việc với tải thay đổi được trong dải rộng vì:

- Khi $R_{tải}$ nhỏ: i_Z lớn $\Rightarrow i_C = I_d - i_Z$ nhỏ, u_C chỉ nạp đến điện áp thấp, góc khóa giảm do tụ phóng nhanh, do đó không đủ thời gian để khóa chắc van, dẫn đến hiện tượng “sập nghịch lưu”.

- Khi $R_{tải}$ quá lớn: i_Z nhỏ $\Rightarrow i_C = I_d - i_Z \approx I_d \Rightarrow u_{ra} = u_C = \frac{1}{C} \int i_C dt = \frac{I}{C} t$: tụ được nạp tuyến tính $\Rightarrow u_C$ nạp được trị số rất lớn làm hỏng tụ hoặc hỏng van.

❖ Tải RL

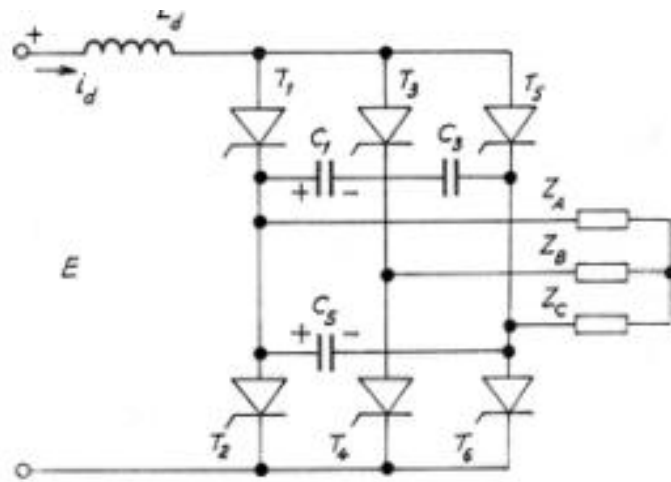
Dạng dòng điện của nghịch lưu là dòng xoay chiều hình xung vuông góc. Phân tích theo chuỗi Fourier và lấy thành phần sóng điều hòa bậc 1, coi dòng điện là hình sin và sử dụng phương pháp vectơ phân tích mạch.

Theo biểu đồ vectơ, ta thấy tụ C phải thực hiện hai chức năng:

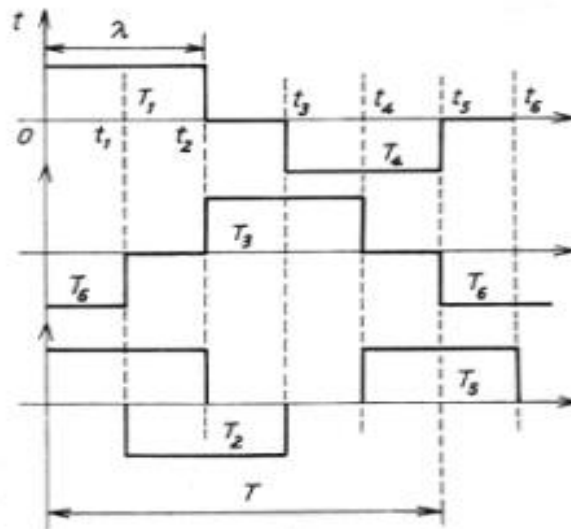
- Bù hết năng lượng phản kháng ở tải.
- Cần dư một lượng β để tạo góc vượt của dòng so với áp đủ để khóa chắc van.

2. Nghịch lưu dòng ba pha

Sử dụng phổ biến vì công suất của nó lớn và đáp ứng được các ứng dụng trong công nghiệp. Sơ đồ nguyên lý mạch nghịch lưu dòng ba pha hình 6.1-3.



Hình 6.1-2: Sơ đồ nghịch lưu dòng ba pha



Hình 6.1-3: Biểu đồ xung

Nguồn đầu vào phải là nguồn dòng, vì vậy $L_d = \infty$.

Để đảm bảo khóa được các tiristo và tạo ra hệ thống dòng điện ba pha đối xứng thì luật dẫn điện của các thyristo phải tuân theo đồ thị trên hình 6.3-2.

Qua đồ thị ta thấy mỗi van động lực chỉ dẫn trong khoảng thời gian $\lambda = 120^\circ$.

$0 \div t_1$: T_1, T_5 dẫn. Dòng điện sẽ qua T_1, Z_A, Z_B và T_5 ; đồng thời sẽ có dòng nạp cho tụ C_1 qua $T_1 - C_1 - T_5$. Khi tụ C_1 được nạp đầy thì $i_{C1} = 0$. Tụ C_1 được nạp với dấu điện áp (như hình vẽ) để chuẩn bị cho quá trình chuyển mạch khóa T_1 .

$t = t_2$, khi mở T_3 , điện áp ngược của tụ C_1 đặt lên T_1 làm cho T_1 bị khóa lại. Tương tự như vậy khi T_2 và T_3 dẫn ($t_2 \div t_3$) thì tụ C_3 được nạp với dấu hiệu điện áp để chuẩn bị khóa T_3 .

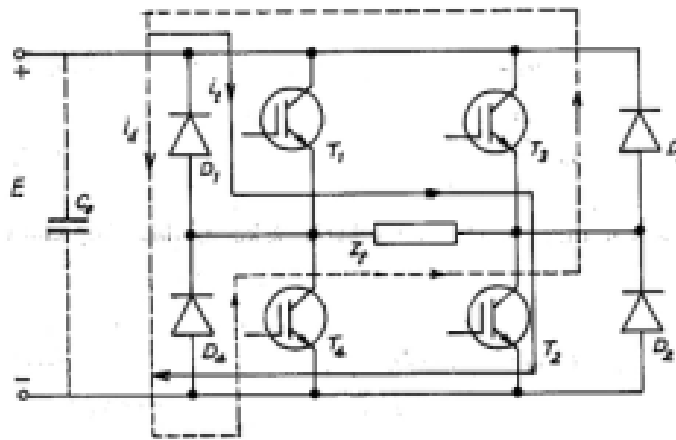
Đối với nhóm catôt chung T_2, T_4, T_5 , quá trình chuyển mạch cũng diễn ra như vậy.

3. Nghịch lưu áp một pha

Nghịch lưu áp là thiết bị biến đổi nguồn áp một chiều thành nguồn áp xoay chiều 3 pha với tần số tùy ý.

Nguồn áp một chiều vẫn là nguồn được sử dụng phổ biến trong thực tế. Hơn nữa điện áp ra của nghịch lưu áp có thể điều chế theo phương pháp khác nhau để có thể giảm điều hòa bậc cao.

a. Cấu tạo



Sơ đồ

Hình 6.1-4: Sơ đồ nghịch lưu áp cầu một pha

nghịch lưu áp một pha được mô tả trên hình 6.1-5.

D_1, D_2, D_3, D_4 : trả công suất phản kháng của tải về lưới => tránh được hiện tượng quá áp ở đầu nguồn.

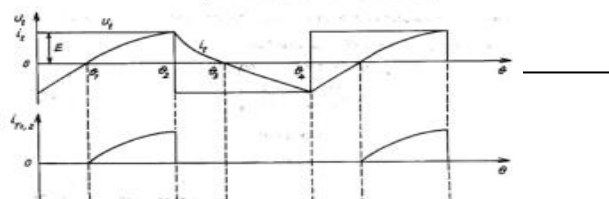
Tụ C thực hiện việc tiếp nhận công suất phản kháng của tải, đồng thời tụ C còn đảm bảo cho nguồn đầu vào là nguồn áp (C càng lớn, r_{ng} càng nhỏ, và U_v được san phẳng).

b. Nguyên lý làm việc

$0 \div \theta_2$: cặp van T_1, T_2 dẫn điện, phụ tải được đấu vào nguồn, do nguồn là nguồn áp nên điện áp trên tải $U_1 = E$ (hướng dòng điện là đường nét đậm).

$0 \div \theta_2, T_1, T_2$ khóa, T_3, T_4 mở ra. Tải sẽ được đấu vào nguồn theo chiều ngược lại, tức là dấu điện áp trên tải sẽ đảo chiều và $U_1 = -E$. Do tải mang tính trở cảm nên dòng vẫn giữ nguyên hướng cũ (đường nét đậm), T_1, T_2 đã bị khóa, nên dòng phải khép mạch qua D_3, D_4 . Sđđ cảm ứng trên tải sẽ trở thành nguồn trả năng lượng thông qua D_3, D_4 về tụ C (đường nét đứt)

Tương tự như vậy khi khóa cặp T_3 và T_4 dòng tải sẽ khép mạch qua D_1 và D_2 . Đồ thị điện áp U_t , dòng tải i_t , dòng qua điôt i_D và dòng qua tiristo được biểu diễn trên hình 6.1-6.



❖ Tải RL

Xét T_1, T_2 dẫn:

$$i_{ra} = i_{xl} + i_{td} = \frac{E}{R} + Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$i(t=0) = -i(t=0 + \frac{T}{2}) = -i(\frac{T}{2})$$

$$\frac{E}{R} + A = -(\frac{E}{R} + Ae^{-\frac{T}{2\tau}})$$

$$A(1 + e^{-\frac{T}{2\tau}}) = -\frac{2E}{R}$$

$$A = -\frac{2E}{R} \frac{1}{1 + e^{-\frac{T}{2\tau}}}$$

$$i(t) = \frac{E}{R} (1 - \frac{2e^{-\frac{t}{\tau}}}{1 + e^{-\frac{T}{2\tau}}})$$

Hình 6.1-5: Dạng sóng điện áp

Vì $i(t)$ là hàm mũ nên không tiện sử dụng. Thực tế ta dùng phương pháp sóng hài cơ bản. Ta coi điện áp ra là hình sin, tức là chỉ có thành phần bậc một của sóng hài theo khai triển Fourie của điện áp ra.

$$u_{ra} = u_{ra}^1 = U_{1m} \sin \omega t$$

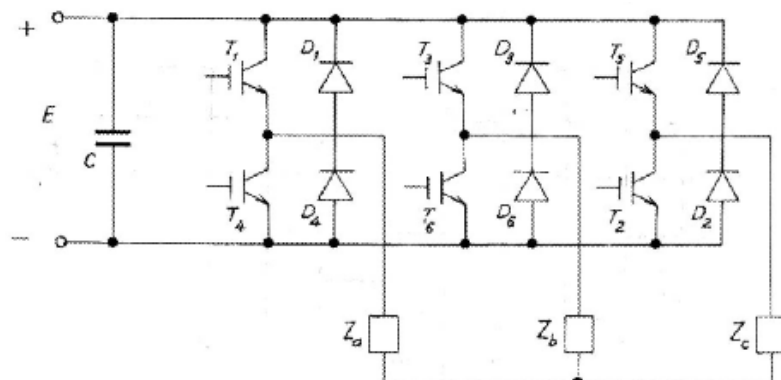
$$\omega = 2\pi f$$

$$U_{1m} = \frac{4}{\pi} E$$

Rồi sau đó ta sử dụng phương pháp giải mạch điện hình sin để khảo sát mạch.

4. Nghịch lưu áp ba pha

Nghịch lưu ba pha là thiết bị biến đổi điện áp một chiều thành ba điện áp xoay chiều ba pha đối xứng.

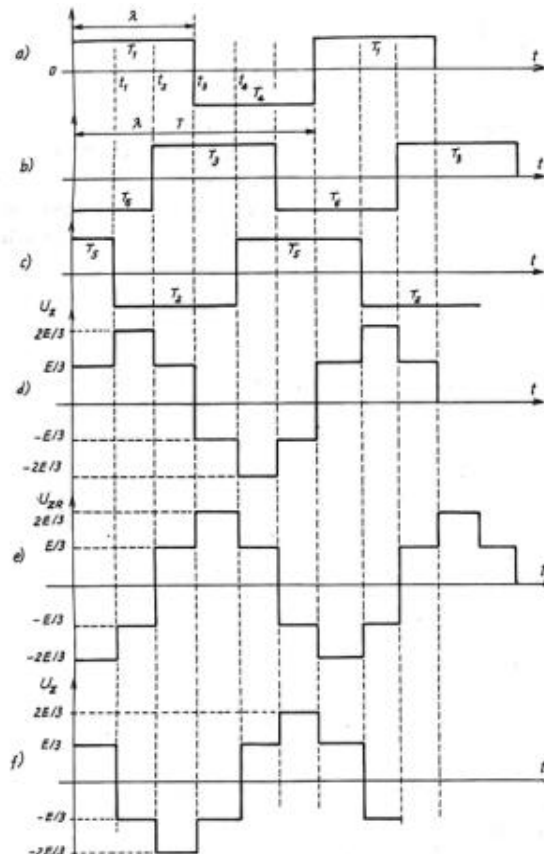


Hình 6.1-6: Sơ đồ nghịch lưu áp 3 pha

Giả thiết:

- Van lý tưởng, đóng mở tức thì
- Nguồn có nội trở nhỏ vô cùng và dẫn điện theo hai chiều.
- Van động lực cơ bản ($T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_5$) làm việc với độ dẫn điện $\lambda = 180^\circ$
- $Z_a = Z_b = Z_c$

Các điôt : $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_5$ làm chức năng trả năng lượng về nguồn. Tụ C đảm bảo nguồn là nguồn áp và để tiếp nhận năng lượng phản kháng từ tải.



Hình 6.1-7: Đồ thị dạng sóng điện áp

Dạng điện áp trên tải được xây dựng như sau:

$0 \div t_1$: T_1, T_5, T_5 dẫn, sơ đồ thay thế có dạng như trên hình 6.1-9a

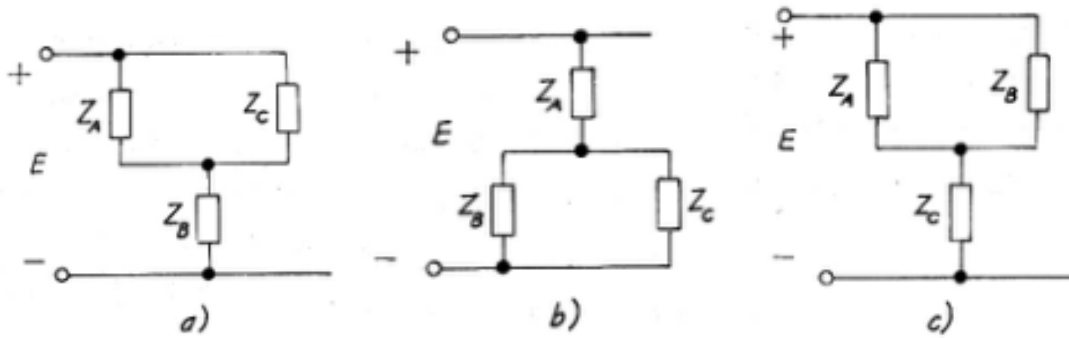
Từ sơ đồ thay thế ta thấy: $U_{ZA} = E/3$

$t_1 \div t_2$: T_1, T_2, T_5 dẫn, sơ đồ thay thế có dạng như trên hình 6.1-9b.

$$U_{ZA} = 2E/3$$

$t_2 \div t_3$: T_1, T_2, T_3 dẫn, sơ đồ thay thế có dạng như trên hình 6.1-9c

$$U_{ZA} = E/3$$



Hình 6.1-8: Sơ đồ thay thế a, b, c

Giá trị hiệu dụng của điện áp pha là: $U_{pha} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_{pha}^2(\theta) d\theta} = \frac{\sqrt{2}}{3} E$

Suy ra : $U_A(t) = \frac{2}{3} E \sin \omega t$

$$U_B(t) = \frac{2}{3} E \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$U_C(t) = \frac{2}{3} E \sin(\omega t + 120^\circ)$$

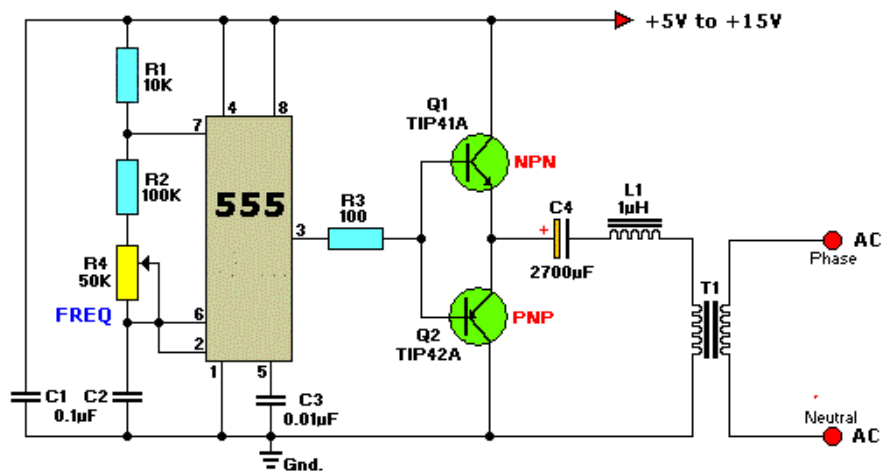
Từ các biểu thức điện áp dễ dàng tìm ra dòng trên tải và xác định dòng trung bình qua van cũng giống như nghịch lưu áp một pha.

B. Thực hành

1. Lắp ráp bộ nghịch lưu

a. Nghiên cứu sơ đồ

- + Sơ đồ nguyên lý mạch nguồn
- + Sơ đồ lắp ráp
- + Kiểm tra mạch điện sau khi lắp ráp



Hình 6.1-9: sơ đồ nguyên lý mạch nghịch lưu

b. Kiểm tra nguồn và chạy thử

Bước 1. Cấp nguồn +12Vdc cho mảng sơ đồ ứng dụng bộ băm. Mass nối trực tiếp.

Bước 2. Nối ngã ra của mạch tạo xung với ngã vào của mạch công suất .

_ Vị trí A1 nối với A1

_ Vị trí A2 nối với A2

Bước 3. Nối ngã ra của mạch công suất với tải motor.

Bước 4. Mở nguồn cung cấp , sử dụng dao động ký quan sát dạng sóng trên tải .

Bước 5. Thay đổi biến trở quan sát trạng thái làm việc của tải . Giải thích nguyên tắc của mạch

2. Sửa chữa bộ nghịch lưu

Các Bước sửa chữa của bộ nguồn được thực hiện theo các bước như sau:

Bước 1: Cấp nguồn vào mạch phát xung

Bước 2: Kiểm tra các tín hiệu được cấp vào chân điều khiển của Transistor

Bước 3: Điều chỉnh tín hiệu độ rộng xung ở máy phát xung để kiểm tra tín hiệu xung ở mạch phát xung tín hiệu ngõ ra

Bước 4: báo cáo kết quả kiểm tra

6.2 Bộ biến tần

A. Cơ sở lý thuyết

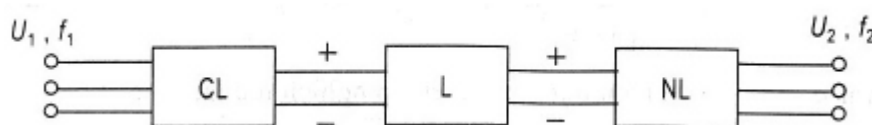
Biến tần là thiết bị biến đổi dòng xoay chiều với tần số của lưới điện thành dòng xoay chiều có tần số khác với tần số của lưới.

Biến tần thường được chia làm hai loại:

- Biến tần trực tiếp
- Biến tần gián tiếp

1. Biến tần gián tiếp

Sơ đồ cấu trúc như trên hình 5.11. Bộ biến tần gồm các khâu:



Hình 6.2-1: Sơ đồ cấu trúc của biến tần gián tiếp

- Chỉnh lưu (CL): dùng để biến đổi điện áp xoay chiều thành một chiều, thường dùng chỉnh lưu không điều khiển

- Lọc (L): là phẳng điện áp

- Nghịch lưu (NL): biến năng lượng xoay chiều thành năng lượng một chiều. Nghịch lưu được dùng trong biến tần thường là các mạch cơ bản đã nêu ở phần trên.s

Như vậy để biến đổi tần số cần thông qua khâu trung gian một chiều, do đó nó có tên gọi là biến tần gián tiếp.

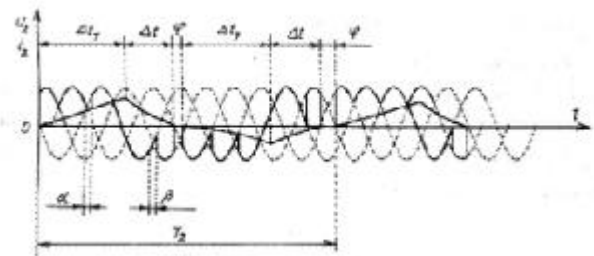
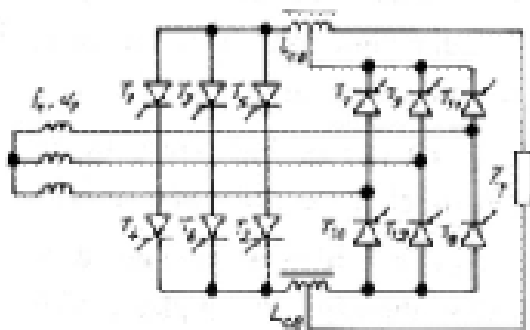
Ưu điểm: Có thể điều chỉnh tần số và điện áp trong phạm vi khá rộng; dễ dàng tạo ra các bộ nguồn (dòng, áp) theo ý muốn.

Nhược điểm: hiệu suất thấp do phải biến đổi năng lượng 2 lần. Công suất cũng như kích thước của bộ biến đổi lớn.

2. Biến tần trực tiếp

Biến tần trực tiếp là biến đổi tần số trực tiếp từ lưới điện xoay chiều, không thông qua khâu trung gian (hình 5.12)

Nguyên tắc: Dùng hai bộ chỉnh lưu giống hệt nhau nhưng đấu song song và ngược cực tính ở đầu ra. Sau đó cho hai bộ chạy lần lượt kế tiếp nhau. Mỗi bộ phụ trách một dấu của điện áp ra tải, tức là mỗi bộ chạy đúng nửa chu kỳ của tần số.



Hình 6.2-2: Dạng điện áp ra

Hình 6.2-3: Biến tần trực tiếp

Xét bộ biến tần dùng 2 bộ chỉnh lưu hình tia: Giả thiết tải thuần trở, van là lý tưởng. Điện áp trên tải (u_2) gồm hai nửa sóng dương và âm. Nửa sóng dương được tạo ra khi nhóm van I làm việc (T_1, T_2, T_3), còn nửa sóng âm được tạo ra khi nhóm van II (T_4, T_5, T_6) làm việc. Lần lượt đóng mở các nhóm van I, II ta sẽ tạo ra trên tải một điện áp xoay chiều.

Theo hình ta có:

$$\frac{T_2}{2} = \frac{T_1}{2} + n \frac{T_1}{m_1} = T_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{n}{m_1} \right)$$

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Với: m_1 là số pha của điện áp lưới

Tần số của điện áp ra (f_2) bao giờ cũng thấp hơn tần số lưới (f_1)

Suy ra:
$$f_2 = \frac{f_1 m_1}{2n + m_1}$$

Tần số f_2 biến đổi không trơn mà nhảy cấp. Để điều chỉnh f_2 vô cấp, cần tạo thời gian trễ giữa hai bộ chỉnh lưu (góc φ) và như vậy tần số ra:

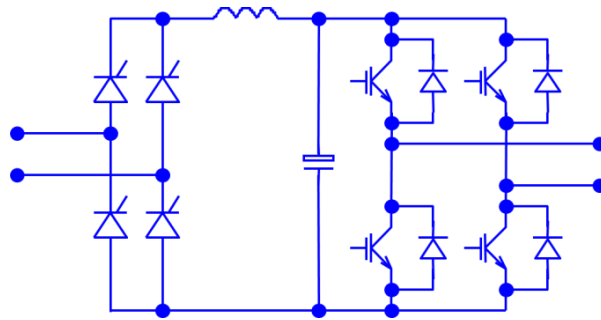
$$f_2 = \frac{f_1 m_1 \pi}{\pi(2n + m_1) \varphi m_1}$$

Ưu điểm: hiệu suất cao vì chỉ có một lần biến đổi năng lượng

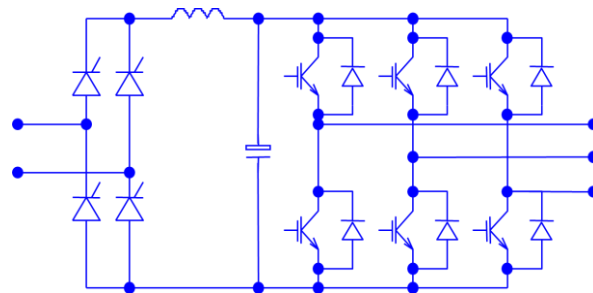
Nhược điểm: khó điều chỉnh tần số, điều chỉnh không trơn, nhảy cấp, điện áp ra khó điều chỉnh hơn. Do đó biến tần trực tiếp chỉ dùng với công suất cực lớn hàng MW.

3. Sơ đồ các loại biến tần công nghiệp

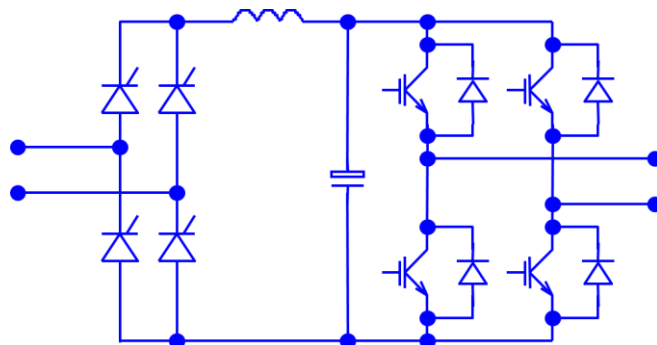
a. Biến tần đầu vào một pha ra một pha



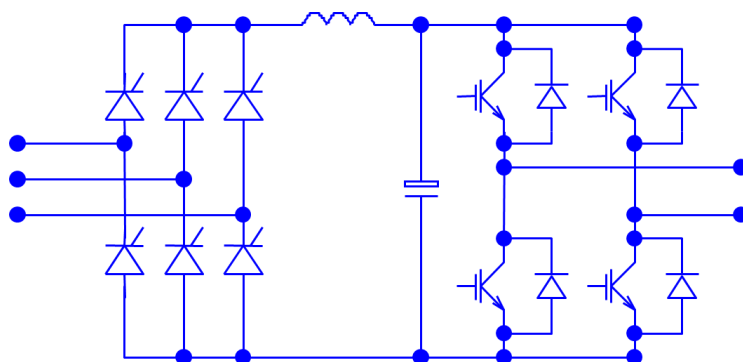
b. Biến tần đầu vào một pha ra ba pha



c. Biến tần đầu vào ba pha ra một pha

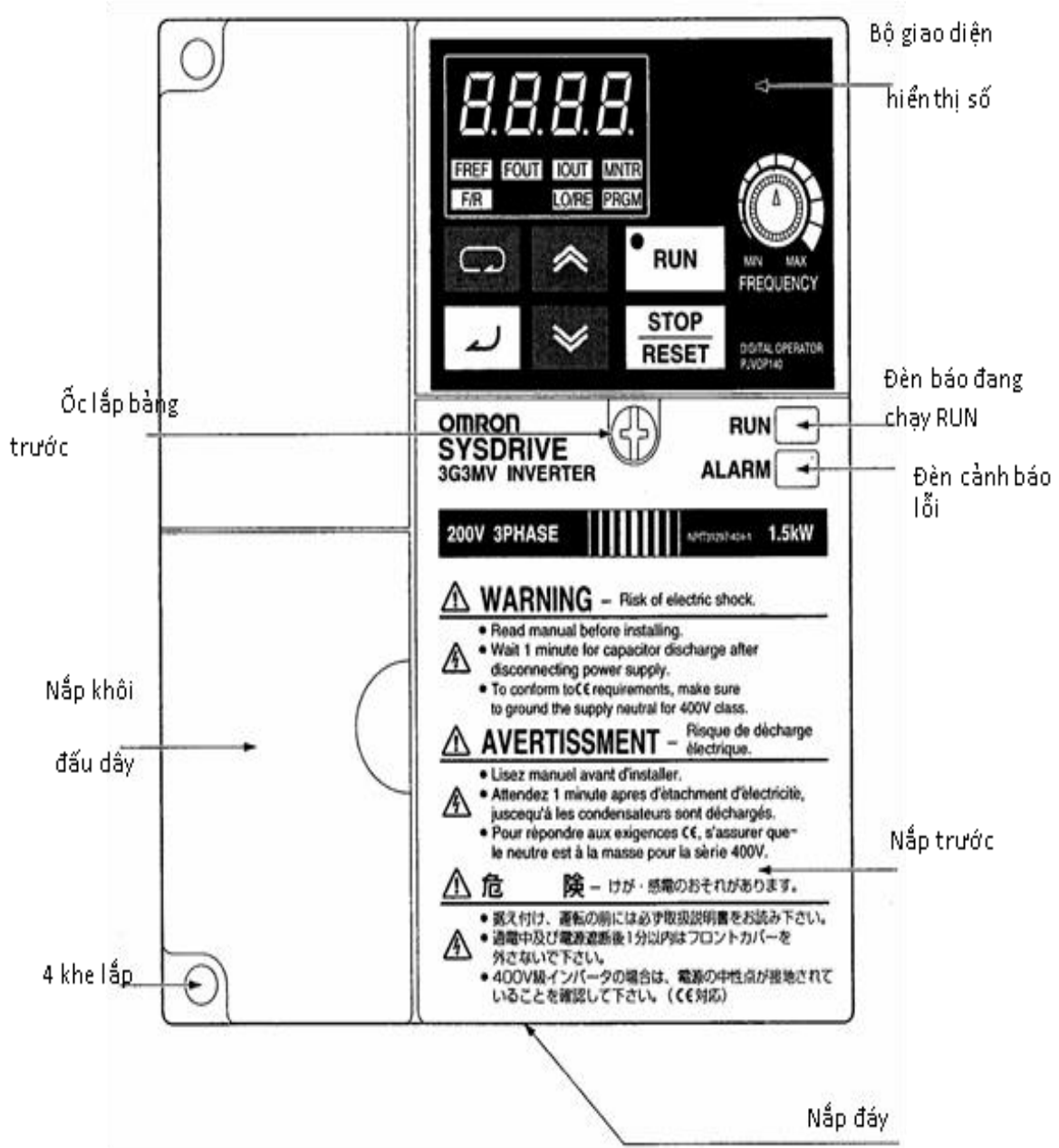


d. Biến tần đầu vào ba pha ra ba pha








B. Thực hành

1. Giới thiệu về bộ thí nghiệm



Hình 6.2-4: Bộ thí nghiệm biến tần OMRON

  	Nút tăng	Tăng số theo dõi thông số, số của thông số và các giá trị đặt
	Nút giảm	
	Nút Enter	Chấp nhận số theo dõi thông số, số của thông số và các giá trị bên trong sau khi chúng đã được đặt hay thay đổi
 	Nút chạy RUN	Chạy biến tần khi biến tần đang hoạt động với bộ giao diện
	Nút Stop/Reset	Dừng biến tần trừ khi thông số n06 được đặt để cấm nút Stop. Cũng làm chức năng như một phím reset khi có lỗi với biến tần

2. Nội dung thực hành

a. Thiết bị sử dụng

Thiết bị thực hành chứa các phân chức năng sau:

- + Module bộ nguồn.
- + Module biến tần OMRON 3G3MV
- + Đồng hồ vạn năng, máy hiện sóng.
- + Dây nối có chốt cắm 2 đầu.

b. Lắp ráp thiết bị thực tập

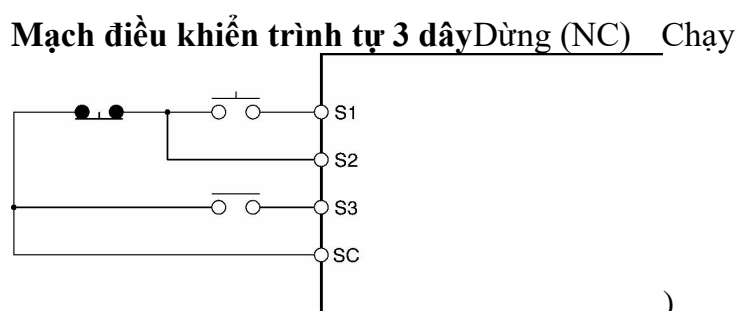
Tập hợp các Module cần thiết cho thực tập theo danh mục liệt kê ở trên. Gắn các module lên khung thực tập.

Sử dụng dây nối để lần lượt tạo ra các mạch thí nghiệm.

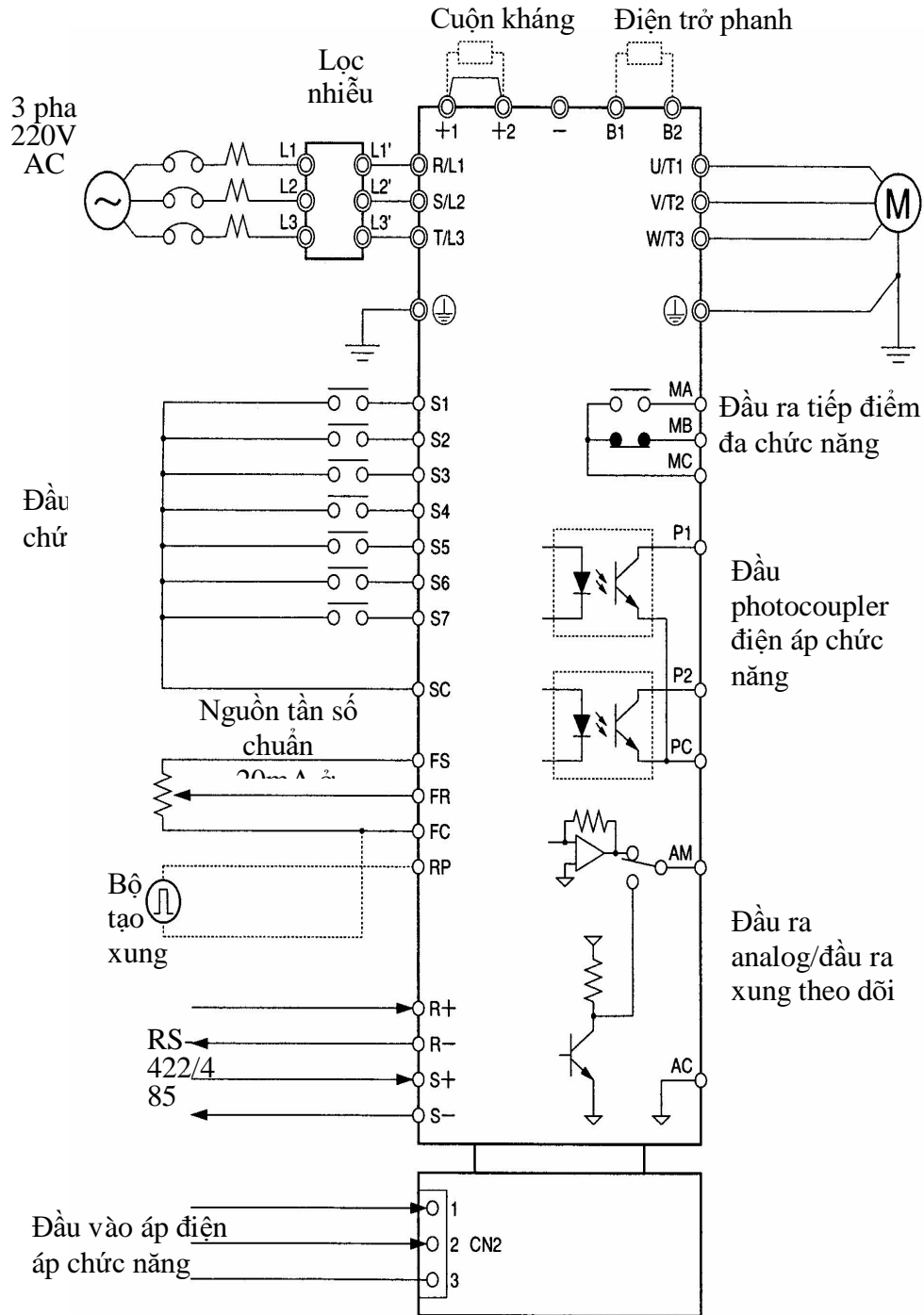
3. Các bài thực hành

a. Xác định các phím chức năng trên bảng thực hành

Chú ý: Vì lý do an toàn, việc reset sẽ không hoạt động trong khi lệnh RUN (quay thuận hay nghịch) đang có hiệu lực. Hãy chờ đến khi lệnh RUN là OFF trước khi reset biến tần.



Chú ý: Đặt thông số n52 cho đầu vào trình tự 3 dây



Ký hiệu		T	Chức năng	Mức tín hiệu
Input (Đầu vào)	S1	Quay thuận/Dừng	Quay thuận ở ON, Dừng ở OFF	Photocoupler 8 mA ở 24 V DC

	S2	Đầu vào đa chức năng 1 (S2)		Chú ý NPN là thiết lập mặc định. nối chúng bằng cách tạo một đất chung. Không cần nguồn ngoài. Để cung cấp nguồn ngoài và nối các đầu nối qua dây dương chung, hãy đặt SW7 về PNP và nguồn cấp ở 24 V DC $\pm 10\%$.
	S3	Đầu vào đa chức năng 1 (S3)		

b. Lắp đặt

- Nối dây phải được thực hiện chỉ sau khi chắc chắn rằng nguồn cấp đã được tắt. Nếu không có thể gây giật

- Nối dây phải được thực hiện bởi nhân viên có phận sự. Nếu không có thể gây giật hoặc cháy

- Luôn nối các đầu dây tiếp đất với đất bằng điện trở $< 100\Omega$ với loại 200VAC hoặc điện trở $< 10\Omega$ với loại 400VAC. Nếu không có thể gây tai nạn điện giật

- Lắp một aptomat bên ngoài và thực hiện các biện pháp an toàn khác đối với ngắn mạch với các dây nối bên ngoài. Nếu không có thể gây cháy

	Ký hiệu	Tên	Chức năng	Mức tín hiệu
Đầu ra	MA	Đầu ra tiếp điểm đa chức năng (thường mở)		Đầu ra role 1 A max. ở 30 V DC 1 A max. ở 250 V AC
	MB	Đầu ra tiếp điểm đa chức năng (thường đóng)		
	MC	Đầu ra chung tiếp điểm đa chức năng	Chung cho MA và MB	
	AM	Đầu ra theo dõi analog		Đầu ra analog: 2 mA max. ở 0 - 10 V DC
	MC	Đầu ra chung tiếp điểm đa chức năng	Chung cho MA và MB	
	P1	Đầu ra photocoupler 1 (lõi)		Đầu ra hở collector 50mA max ở 48VDC
	P2	Đầu ra photocoupler 2 (lõi)		
	PC	Đầu ra photocoupler chung		

	R+	Phía nhận		RS422/485
	R-			
	S+	Phía gửi		
	S-			
	AM	Đầu ra theo dõi analog		Đầu ra analog: 2 mA max. ở 0 - 10 V DC
	AC	Đầu ra chung theo dõi analog	Chung cho AM	Đầu ra xung (điện áp max: 12VDC)

Đầu vào	S4	Đầu vào đa chức năng 3 (S4)		
	S5	Đầu vào đa chức năng 4 (S5)		
	S6	Đầu vào đa chức năng 1 (S6)		
	S7	Đầu vào đa chức năng 1 (S7)		
	SC	đầu vào chung logic trình tự	Chung cho S1 đến S9	
	FS	Nguồn cấp cho tần số chuẩn	Nguồn cấp DC cho tần số chuẩn	20 mA ở 12 V DC
	FR	Đầu vào tần số chuẩn	Đầu vào tần số chuẩn	0 to 10 V DC (trở kháng vào: 20 kΩ)
	FC	Đầu nối chung cho đầu vào tần số chuẩn	Đầu nối chung cho đầu vào tần số chuẩn	
	RP	Đầu vào xung		Tần số đáp ứng: 0-36KHz (30%-70% ED) H: 3,5-13.2V L: 0,8V Max (trở kháng đầu vào 2,24 (kΩ))

CN2	1	Đầu vào áp analog đa chức năng		Điện áp vào (giữa đầu 1 và 3): 0-10VDC Dòng điện vào (giữa đầu 2 và 3): 4-20mA
	2	Đầu vào dòng analog đa chức năng		
	3	Đầu vào analog đa chức năng chung		

c. Kiểm tra

- Đảm bảo điện áp danh định đầu vào của biến tần phù hợp với điện áp cấp AC. Nếu không có thể gây cháy, tai nạn hoặc hoạt động sai.

- Bảo đảm đã vặn chắc các vít ở khối đầu dây. Nếu không có thể gây tai nạn hoặc hư hỏng biến tần

- Không được nối điện AC vào các đầu ra U,V hoặc W. Làm như vậy có thể gây cháy, tai nạn hoặc hoạt động sai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] – Nguyễn Thế Công, Trần Văn Thịnh, *Điện tử công suất, lý thuyết, thiết kế, ứng dụng*, Nxb Khoa học kỹ thuật, 2008.
- [2] – Võ Minh Chính, Phạm Quốc Hải, Trần Trọng Minh, *Điện tử công suất*, Nxb Khoa học kỹ thuật, 2004.
- [3] – Võ Minh Chính, *Điện tử công suất*, Nxb Khoa học kỹ thuật, 2008
- [4] – Phạm Quốc Hải, *Phân tích và giải mạch điện tử công suất*, NXB Khoa học kỹ thuật, 2002
- [5] – Lê Đăng Doanh, Nguyễn Thế công, Trần Văn Thịnh, *Điện tử công suất tập 1,2*, Nxb Khoa học kỹ thuật, 2007
- [6] – Nguyễn Bình, *Điện tử công suất*, NXB Khoa học kỹ thuật, 1996
- [7] – M.H. Rashid , *Power electronics – Circuits- Devices and applications*, Pearson Education Inc. Prentice Hall, 2004.
- [8] – PTS. Nguyễn văn Nhò, *Bài giảng Điện tử công suất 1 & Bài tập*, Khoa Điện & Điện tử, ĐHBK TP HCM, 2010