

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH HÀ TĨNH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ VIỆT – ĐỨC HÀ TỈNH



GIÁO TRÌNH
Mô đun: ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT
NGHỀ: ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG
(LƯU HÀNH NỘI BỘ)

Tác giả: ThS: Lê Thị Lân

Hà Tĩnh, năm 2017

MỤC LỤC

BÀI 1: TỔNG QUAN VỀ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT.....	4
2. Nguyên tắc biến đổi tĩnh	6
2.1 Sơ đồ khối	6
2.2 Các loại tải.....	7
2.3 Các van biến đổi.....	8
3. Cơ bản về điều khiển mạch hở.....	8
3.1 Khái niệm cơ bản	8
3.2 Các phương pháp điều khiển	11
3.3 Phần tử chấp hành	17
4. Điều khiển mạch kín.....	17
4.1 Khái niệm	17
4.2 Hoạt động của vòng điều chỉnh	19
4.4 Khâu điều chỉnh dùng op-amp.....	31
BÀI 2: CÔNG TÁC ĐIỆN TỬ (VAN BÁN DẪN).....	41
1. Linh kiện điện tử công suất.....	41
1.1 Diode công suất	41
1.2 Thyristor	47
1.3 Triac và Diac.....	50
1.4 Transistor công suất	52
1.5. MOSFET	55
1.6 IGBT.....	57
1.7 GTO.....	59
2. PHƯƠNG PHÁP BẢO VỆ DIODE SILIC	62
2.1 Bảo vệ quá áp.....	62
2.2 Bảo vệ quá dòng và ngắn mạch	66
2.3 Bảo vệ quá nhiệt	69
3. Công tác xoay chiều ba pha	74
3.1 Đại cương	74
3.2 Công tác xoay chiều.....	75

3.3 Công tắc 3 pha	81
3.4 Ứng dụng	83
4. Công tắc một chiều.....	89
4.1 Đại cương	89
4.2 Rò le bán dẫn	89
4.3 Công tắc DC dùng transistor	89
BÀI 3 : CHỈNH LƯU CÔNG SUẤT KHÔNG ĐIỀU KHIỂN	99
1. Các khái niệm cơ bản	99
2. Mạch chỉnh lưu công suất một pha không điều khiển.....	102
2.1 Chỉnh lưu công suất một nửa chu kỳ	102
2.2 Chỉnh lưu công suất hai nửa chu kỳ.....	107
2.3 Chỉnh lưu công suất cầu một pha (B2)	108
3. Chỉnh lưu 3 pha	112
3.1 Đại cương	112
3.2 Mạch chỉnh lưu 3 pha hình tia (M3)	112
3.3 Mạch chỉnh lưu 3 pha hình cầu.....	118
BÀI 4 : CHỈNH LƯU CÔNG SUẤT CÓ ĐIỀU KHIỂN	123
1. Tổng quan mạch điều khiển chỉnh lưu công suất.....	123
1.1 Nguyên tắc cơ bản.....	123
1.2 Điều khiển chuỗi xung	123
1.3 Điều khiển góc pha	124
2. Mạch chỉnh lưu công suất một pha có điều khiển.....	126
2.2 Mạch chỉnh lưu công suất hai nửa chu kỳ có điều khiển.....	129
2.3 Mạch chỉnh lưu hình cầu một pha có điều khiển.....	130
2.4 Khảo sát mạch biến đổi công suất toàn phần (B2)	131
3. Mạch chỉnh lưu công suất 3 pha có điều khiển.....	135
3.1 Mạch chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển.	135
3.2 Chỉnh lưu 3 pha hình cầu có điều khiển (B6).....	142
4. Thiết kế tính toán lắp mạch điều khiển	152
BÀI 5: ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU	170
1. Khái niệm.....	170

2. Điều khiển điện áp xoay chiều một pha	170
2.1 Điều khiển chuỗi xung với tải trở kháng và tải biến áp.....	171
2.2 Điều khiển góc pha	174
2.3 Mạch điều khiển công suất AC tải điện trở.....	176
2.4 Điều khiển công suất AC tải điện cảm.....	178
2.6 Mạch điều khiển kết hợp TCA 780.....	183
2.7 Điều khiển công suất phản kháng.....	190
3. Điều khiển điện áp xoay chiều 3 pha	193
3.1 Đại cương	193
3.2 Khảo sát điện áp.....	194
3.3 Đường đặc tính điều khiển	197
4. Biến tần	198
4.1 Đại cương	198
4.2 Biến tần gián tiếp	199
4.3 Biến tần trực tiếp.....	203
4.4 Hướng dẫn sử dụng biến tần của Siemens	206
BÀI 6: NGHỊCH LƯU	247
1. Các khái niệm và phân loại.....	247
2. Mạch nghịch lưu một pha:	247
2.1 Nghịch lưu phụ thuộc:.....	247
2.2 Nghịch lưu độc lập	249
3. Nghịch lưu 3 pha	253
3.1 Nghịch lưu 3 pha phụ thuộc	253
TÀI LIỆU THAM KHẢO	258

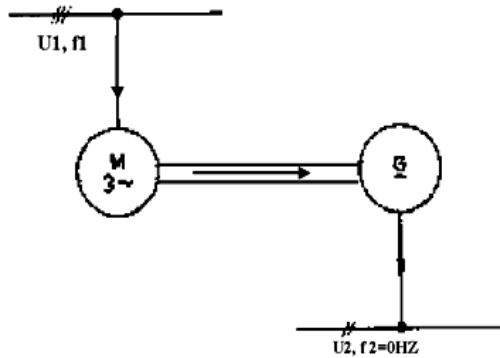
BÀI 1: TỔNG QUAN VỀ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

1.1 Quá trình phát triển

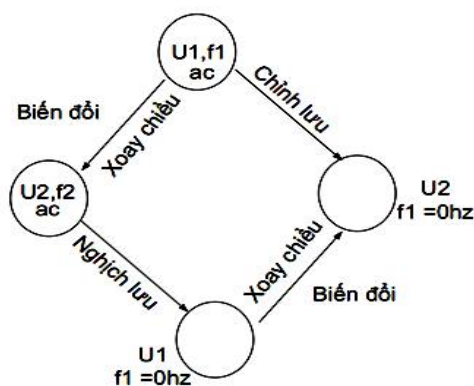
Điện tử công suất có thể được xếp vào phạm vi các môn thuộc về kỹ thuật năng lượng của ngành kỹ thuật điện nói chung. Tuy nhiên việc nghiên cứu không chỉ dừng lại ở phần công suất mà còn được ứng dụng trong các lĩnh vực điều khiển khác

Kể từ khi hiệu ứng nắn điện của miền tiếp xúc PN được công bố bởi Shockley vào năm 1949 thì ứng dụng của chất bán dẫn càng ngày càng đi sâu vào các lĩnh vực chuyên môn của ngành kỹ thuật điện và từ đó phát triển thành ngành điện tử công suất chuyên nghiên cứu về khả năng ứng dụng của chất bán dẫn trong lĩnh vực năng lượng

Với sự thành công trong việc truyền tải dòng điện 3 pha vào năm 1891, dòng điện một chiều được thay thế bởi dòng điện xoay chiều trong việc sản xuất điện năng, do đó để cung cấp cho các tải một chiều cần thiết phải biến đổi từ dòng điện xoay chiều thành một chiều, yêu cầu này có thể được thực hiện bằng hệ thống máy phát - động cơ như ở hình 1.1. Hiện nay phương pháp này chỉ còn áp dụng trong kỹ thuật hàn điện.



Hình 1.1 Nguyên lý hệ biến đổi quay



Hình 1.2 Dòng năng lượng trong hệ biến đổi tĩnh. Q: Nguồn ; V: Tải

Thay thế cho hệ thống máy điện quay nói trên là việc ứng dụng đèn hơi thủy ngân để nắn điện kéo dài trong vòng 50 năm và sau đó chấm dứt bởi sự ra đời của thyristor.

Điện tử công suất nghiên cứu về các phương pháp biến đổi dòng điện và cả các yêu cầu đóng/ngắt và điều khiển, trong đó chủ yếu là kỹ thuật đóng/ngắt trong mạch điện một chiều và xoay chiều, điều khiển dòng một chiều, xoay chiều, các hệ thống chỉnh lưu, nghịch lưu nhằm biến đổi điện áp và tần số của nguồn năng lượng ban đầu sang các giá trị khác theo yêu cầu (hình 1.2)

Ưu điểm của các mạch biến đổi điện tử so với các phương pháp biến đổi khác được liệt kê ra như sau:

- Hiệu suất làm việc cao
 - Kích thước nhỏ gọn
 - Có tính kinh tế cao
 - Vận hành và bảo trì dễ dàng
 - Không bị ảnh hưởng bởi khí hậu, độ ẩm nhờ các linh kiện đều được bọc trong vỏ kín
 - Làm việc ổn định với các biến động của điện áp nguồn cung cấp
 - Dễ dự phòng, thay thế
 - Tuổi thọ cao
 - Không có phần tử chuyển động trong điều kiện tỏa nhiệt tự nhiên, có thể làm mát bằng quạt gió để kéo dài tuổi thọ
 - Đáp ứng được các giá trị điện áp và dòng điện theo yêu cầu bằng cách ráp song song và nối tiếp các thyristor lại với nhau.
 - Chịu được chấn động cao, thích hợp cho các thiết bị lưu động

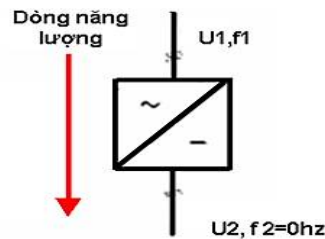
- Phạm vi nhiệt độ làm việc rộng, thông số ít thay đổi theo nhiệt độ
- Đặc tính điều khiển có nhiều ưu điểm

2. Nguyên tắc biến đổi tĩnh

2.1 Sơ đồ khối

Trong lĩnh vực điện tử công suất, để biểu diễn các khối chức năng người ta dùng các ký hiệu sơ đồ khối, điện năng truyền từ nguồn (có chỉ số 1) đến tải (có chỉ số 2)

a. Khối chỉnh lưu

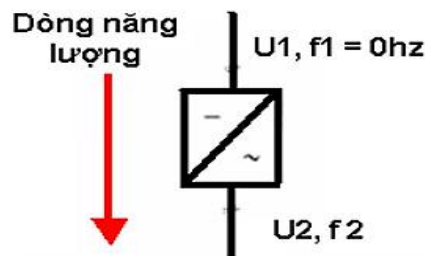


Hình 1.3 Sơ đồ khối hệ chỉnh lưu

Nhiệm vụ của mạch chỉnh lưu nhằm biến đổi năng lượng nguồn xoay chiều một pha hoặc ba pha sang dạng năng lượng một chiều (hình 1.3)

b. Khối nghịch lưu

Nhiệm vụ mạch nghịch lưu nhằm biến đổi năng lượng dòng một chiều thành năng lượng xoay chiều một pha hoặc ba pha (hình 1.4)

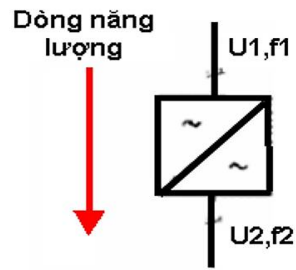


Hình 1.4 Sơ đồ khối hệ nghịch lưu

c. Các hệ biến đổi

Các mạch biến đổi nhằm thay đổi:

Dòng xoay chiều có điện áp, tần số và số pha xác định sang các giá trị khác (hình 1.5)



Hình 1.5 Sơ đồ khối hệ biến đổi

Dòng một chiều có điện áp xác định sang dòng một chiều có giá trị điện áp khác (converter DC to DC)

Mạch biến đổi thường là sự kết hợp từ mạch chỉnh lưu và mạch nghịch lưu. Do đó, lại được chia làm hai loại: Biến đổi trực tiếp và biến đổi có khâu trung gian

2.2 Các loại tải

Tính chất của tải có ảnh hưởng rất quan trọng đến chế độ làm việc của các mạch đổi điện, người ta chia tải thành các loại như sau:

2.2.1 Tải thụ động

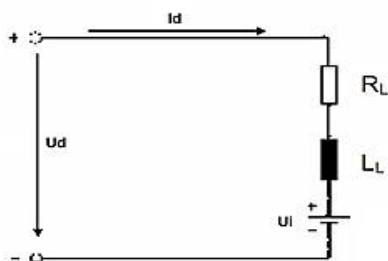
Tải thuần trở chỉ bao gồm các điện trở thuần, đây là loại tải đơn giản nhất, dòng điện qua tải và điện áp rơi trên tải cùng pha với nhau. Loại này được ứng dụng chủ yếu trong lĩnh vực chiếu sáng và trong các lò nung.

Tải cảm kháng có đặc tính lưu trữ năng lượng, tính chất này được thể hiện ở hiện tượng san bằng thành phần gợn sóng có trong điện áp một chiều ở ngõ ra của mạch nắn điện và xung điện áp cao xuất hiện tại thời điểm cắt tải

Các ứng dụng quan trọng của loại tải này là: Các cuộn kích từ trong máy điện (tạo ra từ trường), trong các thiết bị nung cảm ứng và các lò tôi cao tần. Trong các trường hợp này điện cảm thường được mắc song song với điện dung để tạo thành một khung cộng hưởng song song

2.2.2 Tải tích cực

Các loại tải này thường có kèm theo một nguồn điện áp (hình 1.6) như các van chỉnh lưu ở chế độ phân cực nghịch. Ví dụ: Quá trình nạp điện bình ắc quy và sức phản điện của động cơ điện.



Hình 1.6 Sơ đồ tương đương của một tải trở kháng với sức phản điện

2.3 Các van biến đổi

Các van điện là những phần tử chỉ cho dòng điện chảy qua theo một chiều nhất định. Trong lĩnh vực điện tử công suất đó chính là các diode bán dẫn và thyristor kể cả những transistor công suất

2.3.1 Van không điều khiển được (diode)

Một diode lý tưởng chỉ cho dòng điện chạy qua nó khi điện áp anode dương hơn cathode, điện áp ngõ ra của diode chỉ phụ thuộc theo điện áp ngõ vào của diode đó

2.3.2 Van điều khiển được (thyristor)

Một chỉnh lưu có điều khiển lý tưởng vẫn không dẫn điện mặc dù giữa anode và cathode được phân cực thuận (anode dương hơn cathode). Điều kiện để các van này dẫn điện là đồng thời với chế độ phân cực thuận phải có thêm xung kích tại cực cổng (UAK dương và UGK dương). Điện áp ngõ ra không những phụ thuộc theo điện áp vào mà còn phụ thuộc theo thời điểm xuất hiện xung kích (đặc trưng bởi góc kích α)

3. Cơ bản về điều khiển mạch hở

3.1 Khái niệm cơ bản

Vào thế kỷ trước đây, nhờ ứng dụng của cơ khí hóa vào kỹ thuật mà sự phát triển lúc bấy giờ chủ yếu là hướng về khả năng tự động hóa.

Tự động hóa một quá trình có nghĩa là quá trình đó sẽ tự thực hiện theo một chương trình đặt sẵn nào đó nếu hội đủ một số điều kiện cho trước không cần sự tham gia của con người. Ưu điểm của kỹ thuật tự động hóa là độ an toàn, độ chính xác và tính kinh tế rất cao. Kỹ thuật tự động hóa được phân thành hai chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và kỹ thuật điều chỉnh. Tuy nhiên, trong thực tế cũng thường gặp trường hợp kết hợp cả hai. Ví dụ: Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều bằng cầu chỉnh lưu có điều khiển.

Từ sự mô tả các van chỉnh lưu ở phần trên có sử dụng khái niệm van có điều khiển. Các thyristor được điều khiển bằng cách dịch chuyển pha của xung kích và dẫn đến là điện áp ra cũng như công suất rơi trên tải cũng thay đổi theo.

Thuật ngữ ‘điều khiển’ cũng đã nói lên một quá trình mà trong đó một hoặc nhiều đại lượng vào của hệ thống có ảnh hưởng đến các đại lượng ra của hệ thống đó.

Khi các đại lượng ra không được hồi tiếp trở lại ngõ vào, người ta gọi là quá trình hở, hướng tác động của quá trình là cố định và được biểu diễn bằng các mũi tên như trong hình 1.7

Trong thực tế, các khái niệm và tên gọi trong kỹ thuật điều khiển được định nghĩa và sử dụng theo tiêu chuẩn DIN 19226 như sau:

Đại lượng ra X_{out} : là một đại lượng vật lý của hệ thống, đại lượng này bị ảnh hưởng theo một quy luật điều khiển nhất định

Đối tượng điều khiển: là một khâu trong quá trình điều khiển, là nơi xuất phát đại lượng ra, trong hệ thống truyền động điều chỉnh bằng thyristor: Động cơ và thyristor là đối tượng điều khiển, tốc độ và momen quay là các đại lượng ra.

Phần tử chấp hành là một bộ phận của đối tượng điều khiển tác động trực tiếp đến năng lượng hoặc khối lượng cần điều khiển, có loại phần tử tác động gián đoạn như: rờ le, công tắc tơ và cũng có loại tác động liên tục như: Con trượt, van tiết lưu, transistor và mạch nắn điện có điện áp ra thay đổi được

Tín hiệu điều khiển y : là tín hiệu tác động vào phần tử chấp hành, đây chính là tín hiệu ra của phần tử điều khiển.

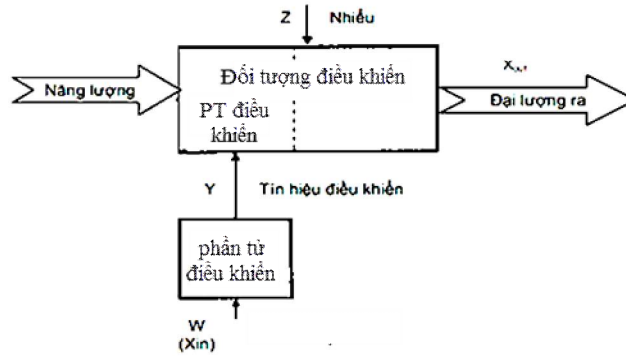
Phần tử điều khiển: có nhiệm vụ tạo ra tín hiệu điều khiển, cấu trúc của phần tử điều khiển phụ thuộc theo đại lượng vào.

Đại lượng vào w : được đưa từ ngoài vào hệ thống, độc lập với quá trình điều khiển, giữa đại lượng vào với đại lượng ra tồn tại một quan hệ xác định

Nhiều z : có nguồn gốc từ nhiều nguyên nhân khác nhau, có thể tạo ra những tác động ngoài ý muốn đến kết quả điều khiển

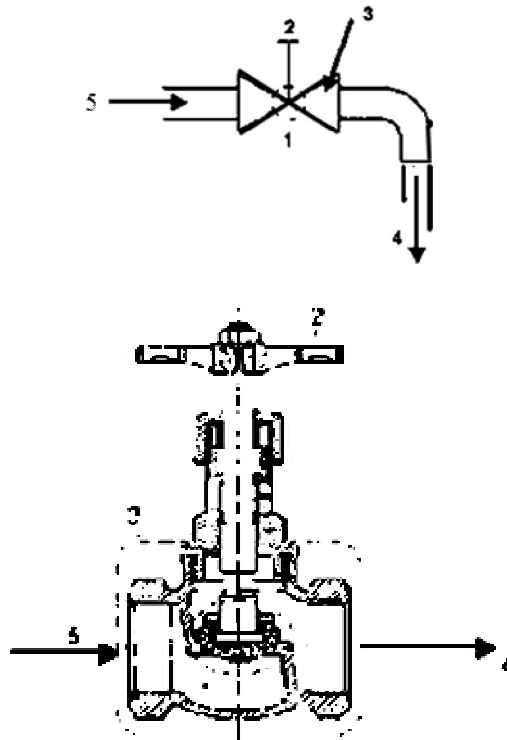


Hình 1.7 Định nghĩa hệ điều khiển hở



Hình 1.8 Sơ đồ khối một hệ điều khiển hở

Ví dụ 1: Hình 1.9 mô tả quá trình điều khiển lưu lượng nước chảy qua một vòi nước.

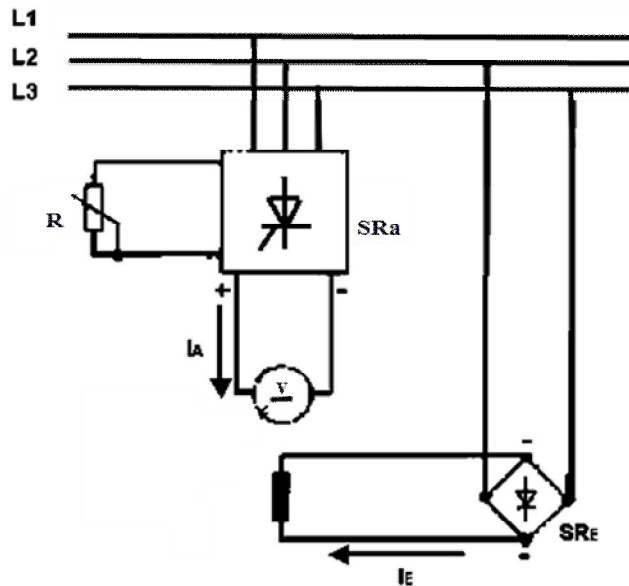


Hình 1.9 Minh họa một hệ điều khiển hở

Kết quả so sánh có thể trình bày như sau:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| Đại lượng ra (4) | - Lưu lượng nước |
| Đối tượng điều khiển (3) | - Ống dẫn của vòi nước |
| Phần tử chấp hành (1) | - Van cao su |
| Tín hiệu điều khiển | - Độ mở của van |

Phần tử điều khiển (2)	- Tay vặn
Đại lượng vào	- Góc xoay của tay vặn
Nhiều (5)	- Sự thay đổi áp lực nước
Ví dụ 2: Một động cơ một chiều được thay đổi tốc độ bởi mạch nắn điện cầu có điều khiển (SRA) (hình 1.10) điện áp vào là 3 pha	
Đại lượng ra	- Tốc độ động cơ
Đối tượng điều khiển	- Mạch chỉnh lưu và động cơ
Phần tử chấp hành	- Thyristor
Tín hiệu điều khiển	- Góc kích
Phần tử điều khiển	- Mạch tạo xung kích
Đại lượng vào	- Điện áp
Nhiều	- Biến thiên của tải và điện áp nguồn



Hình 1.10 Điều chỉnh vô cấp tốc độ động cơ một chiều bằng mạch chỉnh lưu 3 pha thay đổi được điện áp ra

Từ hai ví dụ trên cho thấy: Quy luật của nhiễu thường là không biết trước, để loại bỏ những ảnh hưởng không tốt do nhiễu gây ra cho hệ thống, người ta thường xử dụng các điện áp bù đặt ở ngõ vào.

Ví dụ trong hệ thống điều khiển lò sưởi, nhiệt độ bên ngoài là nhiễu sẽ được cộng thêm với đại lượng vào W do đó, sẽ tự triệt tiêu được loại nhiễu này

3.2 Các phương pháp điều khiển

Dựa trên nguyên lý làm việc người ta chia thành hai phương pháp điều khiển.

1. Điều khiển vô cấp
2. Điều khiển gián đoạn

Dựa trên trình tự thực hiện người ta chia thành: Điều khiển theo chương trình, điều khiển theo thời gian, điều khiển theo tuyến, điều khiển theo quá trình và điều khiển lập trình.

3.2.1 Điều khiển vô cấp

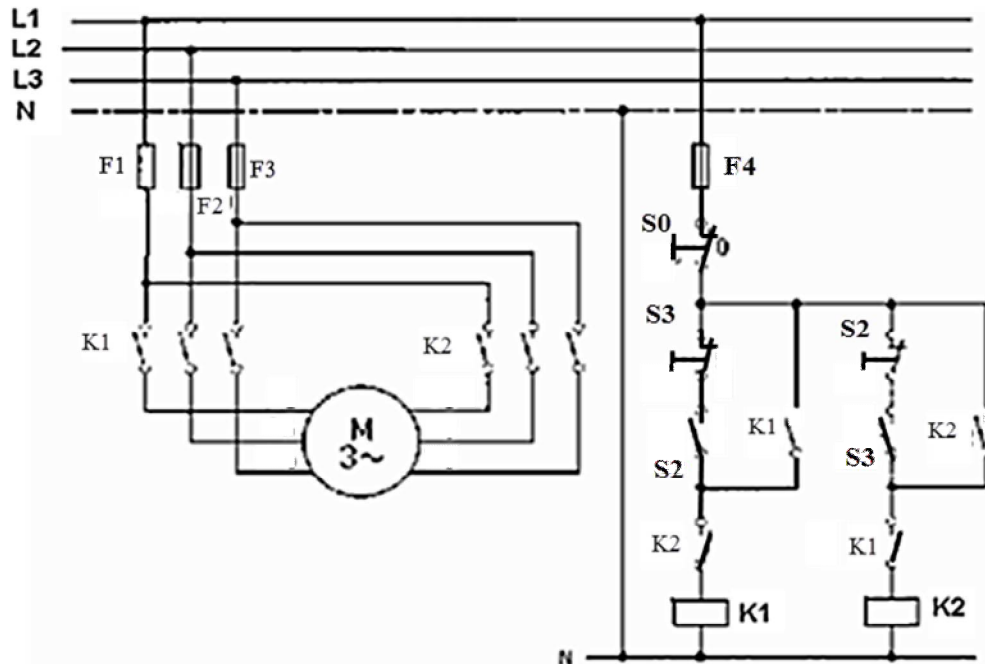
Trong phương pháp này giữa các đại lượng vào và đại lượng ra luôn tồn tại một quan hệ đơn trị ở trạng thái ổn định đến nỗi nhiễu cũng không làm xáo trộn hoạt động của hệ thống. Đại lượng vào w có thể được chỉnh định hoặc thay đổi từ 0 đến W_{max} bởi công nhân vận hành máy. Mạch điều chỉnh vô cấp độ sáng của đèn là một ví dụ

3.2.2 Điều khiển gián đoạn

Hệ thống điều khiển trong trường hợp này làm việc ở chế độ đóng-ngắt. Trước tiên, đại lượng vào có giá trị tương ứng với mức đóng (ON) để tác động phần tử chấp hành. Hệ thống sẽ chuyển sang trạng thái ngắt ví dụ khi nhấn nút STOP hoặc một tiếp điểm hành trình nào đó.

Phương pháp này được dùng rất phổ biến trong các hệ thống có phần tử chấp hành loại điện cơ như: Rơ le, công tắc tơ

Hình 1.11. Cho thấy một ví dụ mạch chuyển tốc độ nhảy cấp động cơ 3



pha không đồng bộ dùng công tắc tơ.

Hình 1.11 Điều khiển tốc độ nhảy cấp động cơ 3 pha hai dây quấn

Nguyên lý hoạt động :

Nút nhấn S2 hoặc S3 tác động đến các cuộn K1 hoặc K2 tùy thuộc vào chế độ làm việc của động cơ ở tốc độ thấp hoặc cao. Mạch chỉ có thể chuyển sang tốc độ khác sau khi tác động S1 (OFF).

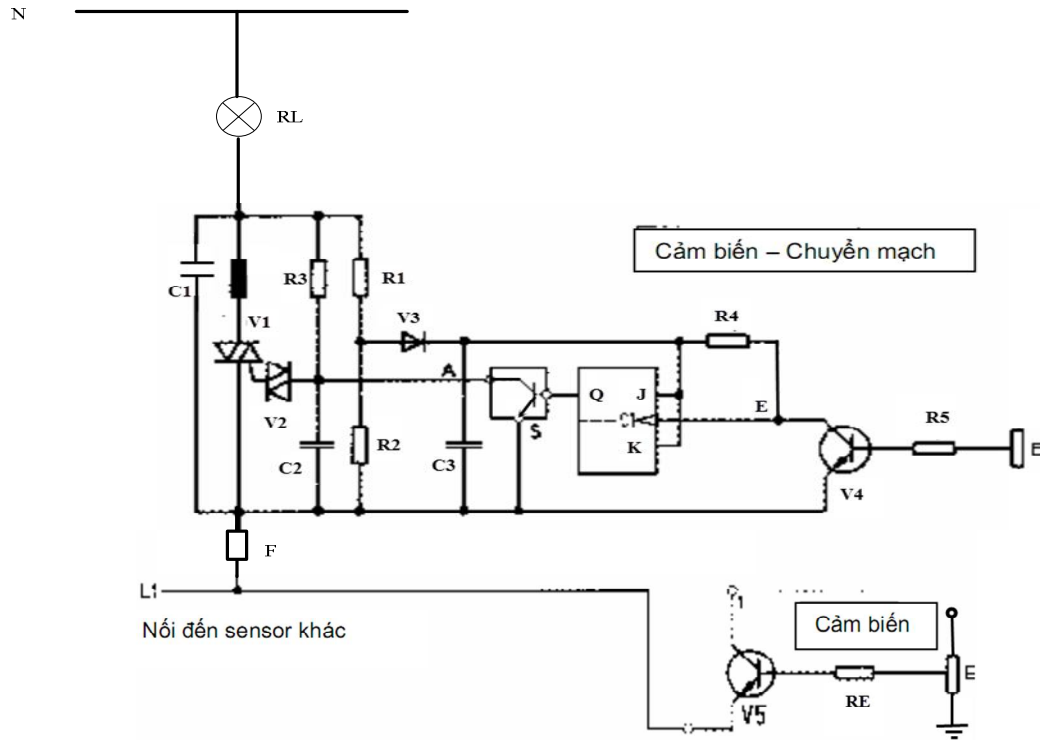
Mạch điều khiển đảo chiều cũng tương ứng như trên, chiều quay của động cơ 3 pha được điều khiển bằng cách đảo chiều từ trường

Trong kỹ thuật lắp đặt điện gia dụng, phương pháp điều khiển gián đoạn được thực hiện bởi các rơ le dòng, mạch cảm biến - tiếp điểm và cảm biến - không tiếp điểm (bán dẫn), loại này được trình bày ở hình 1.12

Nguyên lý hoạt động :

Các phần tử R1, R2, V3 và C3 tạo nguồn nuôi cho Flip-Flop và các transistor trong mạch cảm biến và cảm biến, Flip-Flop đóng vai trò một rơ le điện tử. Khi có tín hiệu tại ngõ vào E (do tiếp xúc vào bản cực cảm biến B). Transistor S tắt, triac được kích trong khoảng thời gian từng bán kỳ của điện áp nguồn và lúc này có dòng qua tải. Xung vào tiếp theo làm transistor dẫn, tụ C2 bị ngắn mạch và triac chuyển sang trạng thái tắt, dòng qua tải bằng 0.

Một trường hợp đặc biệt của phương pháp điều khiển gián đoạn là "chế độ tiếp xúc", ở chế độ này trạng thái ON chỉ có hiệu lực khi một nút nhấn hoặc một tiếp điểm nhiều vị trí được duy trì trạng thái đóng, loại này thường gặp ở các cơ cấu nâng, mỗi một chuyển động như : Tới, lui, lên, xuống cần một nút nhấn riêng, trong ứng dụng này vị trí của cần trục là đại lượng ra Xout



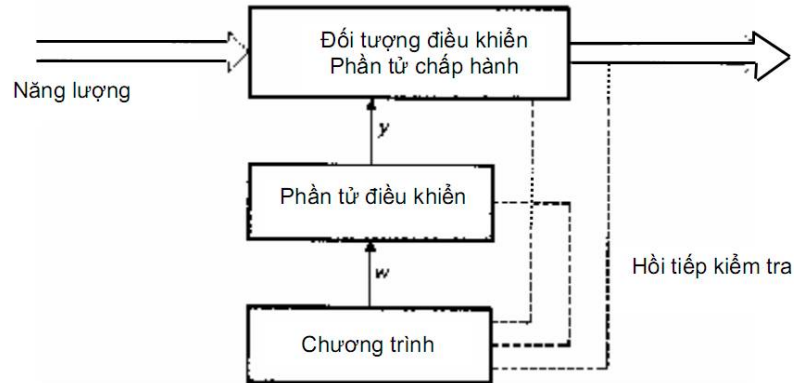
Hình 1.12 Hệ điều khiển gián đoạn dùng cảm biến

3.2.3 Điều khiển theo chương trình

Điều khiển theo chương trình là sự mở rộng của hai phương pháp điều khiển vô cấp và điều khiển gián đoạn, trong phương pháp này sử dụng các "cảm biến chương trình" và lại được chia làm hai loại: Điều khiển tuần tự theo thời gian và điều khiển theo tuyến.

Một ví dụ điều khiển tuần tự theo thời gian đơn giản nhất là quá trình điều khiển độ sáng bằng thiết bị định thời. Các cảm biến chương trình thường là các đĩa lệch tâm, cam chuyển mạch, băng đục lỗ và các loại băng từ. Phương pháp điều khiển theo tuyến thường thấy ở các máy tự động gia công kim loại, việc điều khiển tốc độ quay và tốc độ ăn dao phụ thuộc vào vị trí của công cụ. trong lĩnh vực vận tải tốc độ vận chuyển được điều khiển phù hợp theo từng tuyến (tuyến truyền vận, tuyến hãm, vị trí dừng).

Mức phát triển cao hơn của phương pháp điều khiển theo chương trình là phương pháp điều khiển tuần tự theo quá trình (hình 1.13). Trong đó các thao tác hoặc các tiến trình vật lý được thực hiện theo một thứ tự đã được lập trình tùy thuộc vào các trạng thái đạt được của quá trình điều khiển. Chương trình có thể được cài đặt cố định hoặc được đọc ra từ các bìa đục lỗ, băng đục lỗ, băng từ hoặc một thiết bị lưu trữ khác

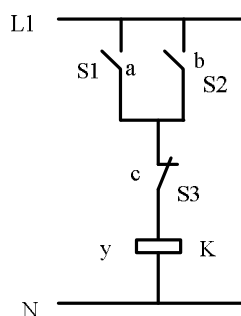


Hình 1.13 Đồ thị tín hiệu của phương pháp điều khiển tuần tự

Một ví dụ đơn giản cho phương pháp này là mạch tự động đổi nối sao-tam giác, điều kiện để mạch được phép chuyển đổi cách nối là phải đạt được thời gian khởi động tối thiểu hoặc tốc độ tối thiểu của động cơ không đồng bộ 3 pha

3.2.4 Điều khiển lập trình

Việc nâng cao hiệu suất tự động hóa là một yêu cầu cần thiết của kỹ thuật điều khiển. Trong phương pháp điều khiển dùng rơ le và các linh kiện điện tử, quan hệ giữa các ngõ vào với các ngõ ra được mô tả bởi sơ đồ mạch điều khiển, các phần tử trong mạch được hàn nối với nhau theo sơ đồ này. Người ta gọi các hệ thống kể trên làm việc theo một "chương trình cứng", sơ đồ mạch điều khiển có thể được mô tả đầy đủ bằng cách liệt kê ra các quan hệ có trong đó. Ví dụ mô tả mạch điện vẽ ở hình 1.14.



Hình 1.14 Điều khiển dùng role

Khi a hoặc b đóng và c đang ở vị trí đóng thì rơ le y sẽ có điện, sự mô tả này được biểu diễn bởi phương trình

$$y = (a+b).c$$

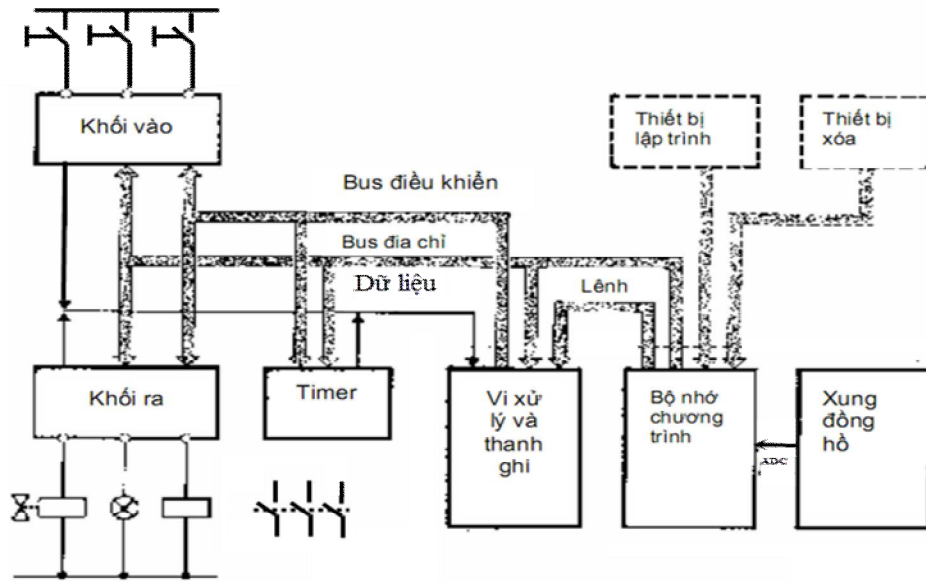
Trong nhiều trường hợp, phương pháp như trên khó thực hiện và không kinh tế. Để khắc phục nhiều nhà sản xuất đã đưa ra phương pháp điều khiển có khả năng lập trình.

Trong phương pháp này yêu cầu điều khiển không phụ thuộc hoàn toàn vào một mạch điện đã được lắp ráp sẵn mà chủ yếu là vào một chương trình (phần mềm) gồm các chỉ thị điều khiển vi xử lý được sắp xếp phù hợp với thuật giải để giải quyết yêu cầu điều khiển đề ra. Ví dụ: Hệ thống điều khiển máy cán, máy công cụ và các máy gia công nhựa

Cấu tạo cơ bản của hệ thống điều khiển lập trình được mô tả trong sơ đồ vẽ ở hình 1.15

Các lệnh thực hiện chương trình được chứa trong bộ nhớ chương trình, vi xử lý sẽ thi hành theo phần mã công tác của lệnh, các lệnh bắt đầu bởi các quan hệ logic và kết thúc bởi các thao tác đóng/ngắt mạch.

Khởi tạo xung đồng hồ liên kết với bộ đếm địa chỉ để đọc mã lệnh, các khối vào và ra có nhiệm vụ giao tiếp với các thiết bị ngoại vi của hệ thống điều khiển lập trình .



Hình 1.15 Cấu tạo cơ bản hệ điều khiển lập trình

3.3 Phần tử chấp hành

Các phần tử thừa hành trong một hệ tự động điều khiển không chỉ là các thiết bị điện mà còn bao gồm cả các van, con trượt và bơm định lượng. Bảng vẽ ở hình 1.17 liệt kê các phần tử thừa hành quan trọng trong kỹ thuật điện

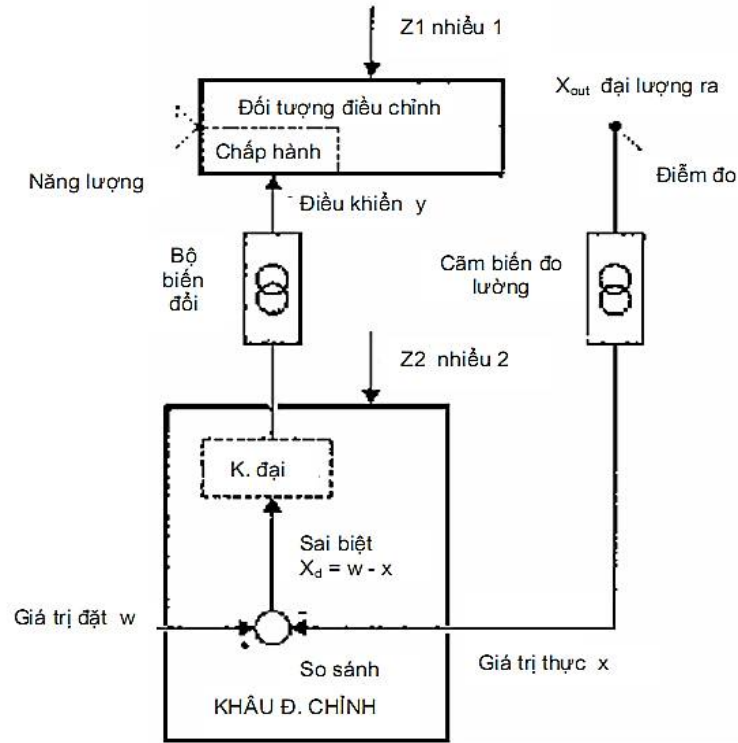
4. Điều khiển mạch kín

4.1 Khái niệm

Như mô hình trình bày ở trên. Trong đó con người đóng vai trò khâu điều chỉnh - đã cho thấy tất cả đặc tính của hệ thống điều chỉnh bằng tay

Nói chung, quá trình điều chỉnh là một quá trình tự động, qua đó một đại lượng vật lý ví dụ Nhiệt độ của lò nung là đại lượng mẫu x luôn được ghi nhận và xử lý liên tục bằng cách so sánh giữa đại lượng mẫu với đại lượng chuẩn w (giá trị đặt) sự sai biệt nếu có sẽ làm thay đổi tín hiệu điều khiển sao cho sự sai biệt này giảm đến mức tối thiểu.

Đại lượng mẫu là yếu tố cần thiết cho khâu so sánh của quá trình điều chỉnh khép kín hay còn gọi là "vòng điều chỉnh" (hình 1.18).



Hình 1.18 Sơ đồ khối hệ điều chỉnh

Trong vòng điều chỉnh được phân thành: Đối tượng điều chỉnh và khâu điều chỉnh, khâu điều chỉnh bao gồm cả khâu so sánh có tín hiệu ra phụ thuộc vào sự sai biệt giữa đại lượng mẫu và đại lượng chuẩn, tín hiệu này sẽ điều chỉnh lại đại lượng ra theo đúng yêu cầu.

Mục đích cuối cùng của việc điều chỉnh là đạt được giá trị đặt chính là đại lượng vào w trong kỹ thuật điều khiển, dựa vào đại lượng này người ta chia ra các loại: Điều chỉnh theo giá trị cố định, điều chỉnh tùy động và điều chỉnh theo trình tự thời gian.

Trong phương pháp điều chỉnh theo giá trị cố định, giá trị đặt là một hằng số trong suốt quá trình hoạt động.

Trong phương pháp điều chỉnh tùy động, giá trị thực phụ thuộc theo giá trị đặt và giá trị này lại được thay đổi trong quá trình hoạt động. Ví dụ: Máy cắt bằng tia lửa điện, vị trí cắt được xác định bằng máy tính, tại mỗi vị trí có một giá trị đặt tương ứng.

Trong phương pháp điều chỉnh theo trình tự thời gian, giá trị đặt phụ thuộc theo một trình tự thời gian cho trước. Ví dụ: Hệ thống điều chỉnh giảm dần nhiệt độ trong phòng sau mỗi giờ đồng hồ.

Khác với trong kỹ thuật điều khiển, tín hiệu điều khiển trong kỹ thuật điều chỉnh không bị ảnh hưởng theo giá trị đặt mà chỉ phụ thuộc vào tín hiệu sai biệt X_d .

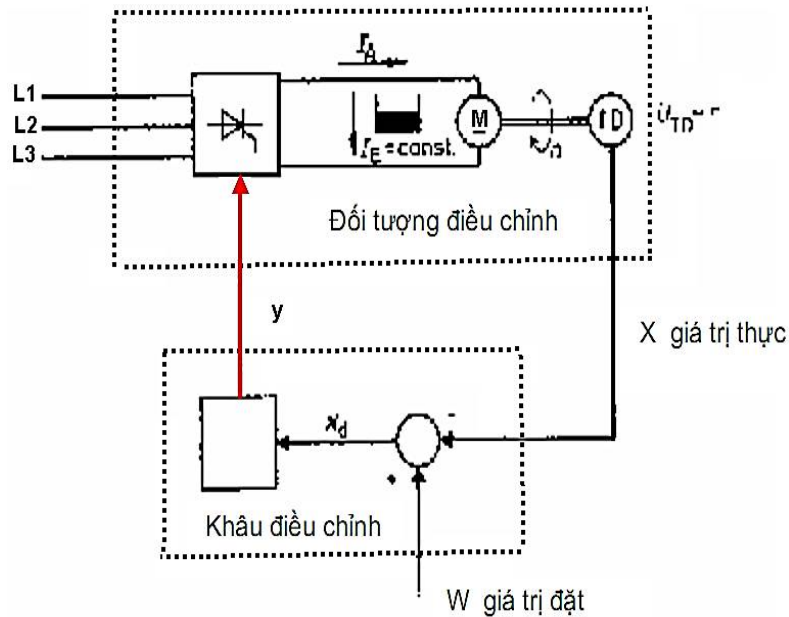
Đây là tín hiệu ra của khâu so sánh với hai tín hiệu vào là giá trị đặt w và giá trị mẫu x , sau đó tín hiệu điều khiển sẽ tiếp tục tác động đến phần tử chấp hành

Các khái niệm thường dùng trong kỹ thuật điều chỉnh là:

Tín hiệu sai lệch $X_d = w - x$

Độ lệch điều chỉnh $X_w = x - w = -X_d$

Nhiều là những yếu tố gây ra các ảnh hưởng không mong muốn cho đối tượng điều chỉnh và khâu điều chỉnh, nhiều tạo ra một thay đổi nhất định trong đại lượng mẫu x mặc dù giá trị đặt không đổi và trong đại lượng ra X_{out} mặc dù tín hiệu điều khiển cố định. Hình 1.19 trình bày một vòng điều chỉnh tạo nên từ một hệ điều khiển hở có hồi tiếp.



Hình 1.19 Điều chỉnh tốc độ động cơ 1 chiều

4.2 Hoạt động của vòng điều chỉnh

Hình 1.18.và 1.19 cho thấy cấu tạo của một vòng điều chỉnh, trong đó chủ yếu là đối tượng điều chỉnh và khâu điều chỉnh

Giống như trong kỹ thuật điều khiển, đại lượng ra được lấy từ đối tượng điều chỉnh, đặc tính vật lý phụ thuộc vào cấu tạo của chúng. Trong hình 1.19 đối tượng điều chỉnh gồm một mạch nắn điện có điều khiển dùng làm nguồn cấp điện cho động cơ một chiều. Tốc độ n của động cơ là đại lượng mẫu được một máy phát tốc biến đổi

từ tốc độ sang điện áp, khâu này được gọi là khâu biến đổi (cảm biến đo lường) giá trị đo. Trong khâu điều chỉnh gồm một khối so sánh giữa hai giá trị: Mẫu và Đặt, ngõ ra của khối so sánh xuất hiện tín hiệu sai biệt và được dùng để điều chỉnh lại góc kích của mạch nắn điện có điều khiển nhằm làm cho tốc độ động cơ đạt được giá trị mong muốn.

Tốc độ sai biệt luôn tồn tại trong văng điều chỉnh do tác động của nhiễu hoặc có sự thay đổi của đại lượng đặt. Trong hệ thống vẽ ở hình 1.19 Nhiễu có thể là sự biến thiên của tải hoặc của điện áp nguồn cung cấp. Để loại bỏ ảnh hưởng của nhiễu cần thiết phải thêm vào hệ thống một khâu điều chỉnh có đặc tính được chọn thích hợp. Tuy nhiên, để có thể chọn được khâu điều chỉnh có đặc tính hợp lý nhất thì phải nắm rõ tính chất của đối tượng điều chỉnh

Điểm khác nhau giữa kỹ thuật điều khiển và kỹ thuật điều chỉnh là việc hồi tiếp tín hiệu ra trở lại ngõ vào của hệ thống. Trên đường hồi tiếp bao gồm một khâu điều chỉnh và một khâu so sánh, trong sơ đồ khối cho thấy tín hiệu mẫu x có thêm dấu trừ có nghĩa là tín hiệu hồi tiếp bị đảo pha (hồi tiếp âm), điều này là cần thiết để hệ thống được ổn định: Khi tín hiệu ra xout tăng lên thì tín hiệu điều chỉnh y sẽ giảm xuống và ngược lại. Hình 1.20

trình bày nguyên tắc của hai vòng điều chỉnh.

Sơ đồ ở hình a tương tự như một mạch khuếch đại đảo trong đó đối tượng điều chỉnh là một khuếch đại thuật toán và khâu điều chỉnh là các điện trở hồi tiếp âm, tín hiệu hồi tiếp được đưa vào ngõ vào đảo của Khuếch đại thuật toán nhằm mục đích đảo pha.

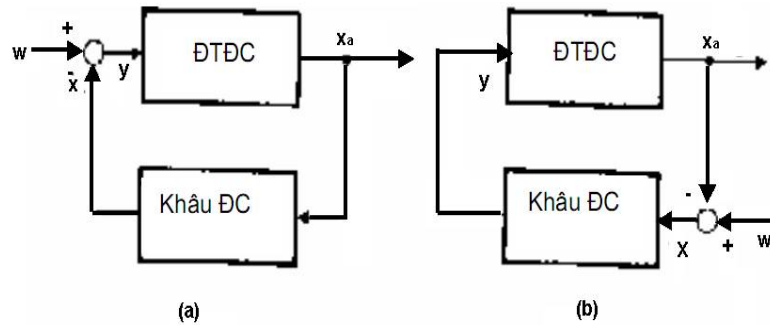
Thông thường khâu so sánh được đặt trước khâu điều chỉnh (hình 1.20b) và hình 1.19 là một mạch điển hình của loại này.

Một vòng điều chỉnh khép kín có một đáp ứng nhất định đối với sự biến thiên của đại lượng chỉnh định và cả của nhiễu. Do đó, các vòng điều chỉnh được chia thành hai loại: Vòng điều chỉnh đáp ứng với nhiễu và vòng điều chỉnh đáp ứng với đại lượng chỉnh định.

Có nhiều phương pháp xác định đặc tính của đối tượng điều chỉnh, của khâu điều chỉnh và của vòng điều chỉnh. Trong phương pháp tần số người ta đặt lên ngõ vào của hệ hống một tín hiệu hình sin có biên độ cố định nhưng tần số thay đổi, sau đó đo biên độ và pha của tín hiệu ra tương ứng với các tần số khác nhau của tín hiệu vào.

Phương pháp thứ hai là phương pháp xung được dùng để khảo sát đáp ứng của hệ thống ứng với một tín hiệu đột biến ở ngõ vào, dạng tín hiệu ra được gọi là đáp ứng xung của hệ thống .

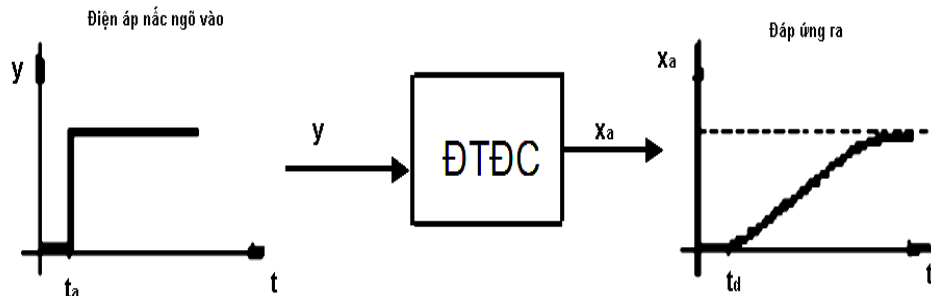
Trong hệ thống ở hình 1.21 khi ngõ vào xuất hiện một đột biến điện áp thì phải sau một khoảng thời gian nhất định điện áp ra mới đạt được giá trị xác lập, tốc độ đáp ứng của hệ thống được xác định dựa trên thời gian chuyển tiếp T_{tr} là khoảng thời gian cần thiết để điện áp ra tăng đến giá trị xác lập X_{out} với một sai số là ΔX_{out} , sai số này phụ thuộc vào yêu cầu của hệ thống. Trong trạng thái chuyển tiếp, tất cả các quá trình điều hòa sẽ giảm đi và tiến đến chế độ xác lập. Nếu đặt cùng một đột biến điện áp như thế vào đối tượng điều chỉnh có đặc tính khác, đáp ứng của hệ có thể giống như ở hình 1.22.



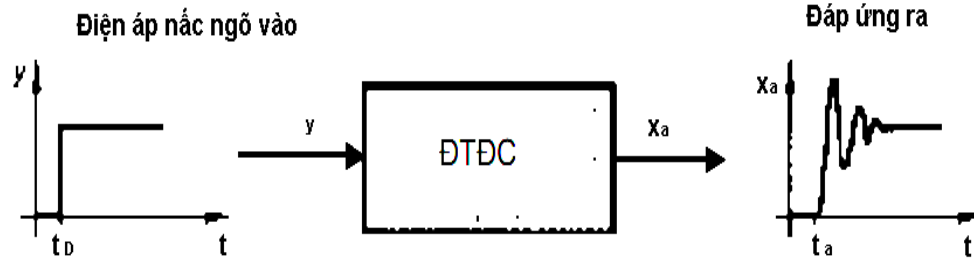
Hình 1.20 Sơ đồ khối các vòng điều chỉnh

Trong trường hợp này tốc độ đáp ứng của hệ thống nhanh hơn nhưng tín hiệu ra sẽ có hiện tượng vượt lớn, do đó phát sinh thêm một tiêu chuẩn để đánh giá hệ thống đó là độ vượt lớn O có giá trị được tính theo công thức.

$$O = \frac{\Delta X_{out \max}}{X_{out}} \cdot 100\%$$



Hình 1.21 Đáp ứng của đối tượng điều chỉnh với điện áp nấc ngõ vào



Hình 1.22 Đáp ứng của đối tượng điều chỉnh với điện áp nấc ngõ vào

Trong thực tế, cả hai thông số T_{tr} và O càng nhỏ càng tốt, nhưng thường không đạt được cả hai mà phải chọn một biện pháp dung hòa giữa hai yêu cầu trên. Hình 1.23 mô tả hai đặc tính trên của hệ thống điều chỉnh.

Đáp ứng đối với nhiễu và đối với đại lượng đặt của một vòng điều chỉnh được xác định dựa vào hai phương pháp vừa trình bày ở trên.

4.2.1 Đáp ứng nhiễu trong phương pháp giá trị cố định

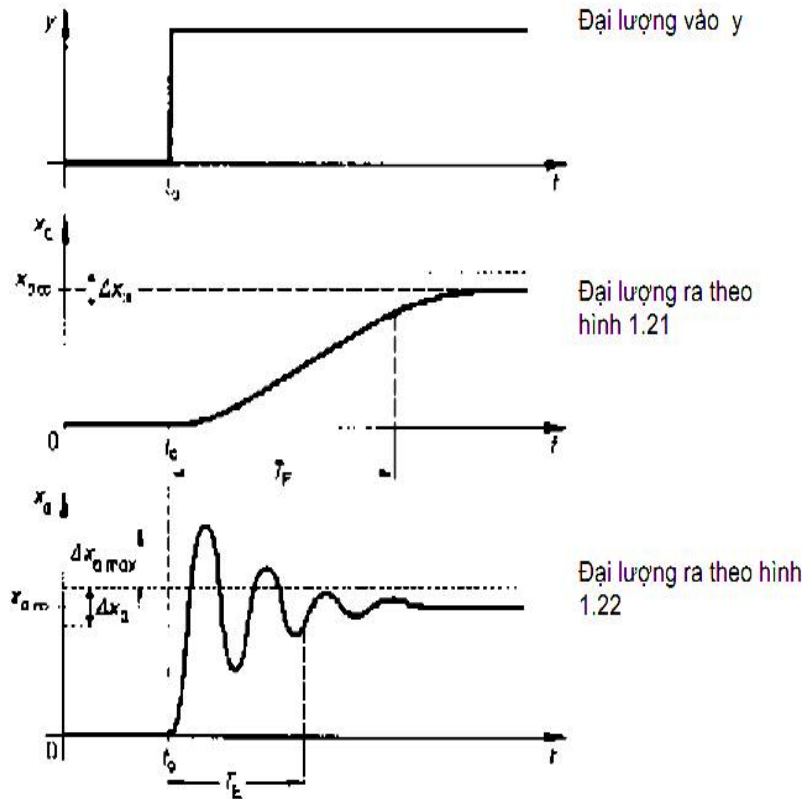
Để khảo sát đáp ứng nhiễu của một vòng điều chỉnh, trước tiên giữ cho đại lượng đặt w không đổi và sau đó khảo sát biến thiên của tín hiệu ra khi có tác động của nhiễu. Hình 1.24 trình bày đồ thị thời gian của các đại lượng này.

Lấy ví dụ ở hình 1.19, nhiễu là sự biến thiên của tải đặt lên động cơ.

Đầu tiên đặt lên động cơ tải cố định có trị số z_0 (hình 1.24) và thay đổi đại lượng đặt w_0 tốc độ tương ứng lúc này là $n_0 = x_{out0}$

Tại thời điểm t_1 , thay đổi tải từ giá trị z_0 lên z_1 (lượng biến thiên là Δz_0) tốc độ động cơ cũng sẽ thay đổi theo nhiễu hay ít là phụ thuộc vào chất lượng của vòng điều chỉnh, khi hệ thống đã ở chế độ xác lập, tốc độ lúc này là $n_1 = x_{out1}$. Sự sai biệt giữa tốc độ trước và sau tác động của nhiễu còn gọi là độ lệch xác lập là:

$$\Delta X_{out \infty} = X_{out 0} - X_{out 1} = n_0 - n_1$$



Hình 1.23 Trình bày 2 thông số đặc tính trong phương pháp điện áp nấc

Và được gọi là độ lệch điều chỉnh. Trong đó chỉ số ∞ có nghĩa là trị số xác lập mới chỉ đạt được sau một khoảng thời gian vô cùng lớn.

Một hệ thống điều chỉnh được gọi là tốt khi $\Delta X_{out \infty} = 0$, điều này sẽ được giải thích ở đề mục 4.4.2

4.2.2 Đáp ứng của hệ tự động với giá trị đặt

Để khảo sát đáp ứng này, giá trị của nhiễu được giữ cố định và khảo sát tín hiệu ra tương ứng với sự thay đổi của đại lượng đặt từ w_0 đến w_1 Hình 1.25 trình bày đồ thị thời gian của các đại lượng nêu trên

Lấy ví dụ điều khiển động cơ một chiều ở hình 1.19 để dễ minh họa đáp ứng này của hệ thống.

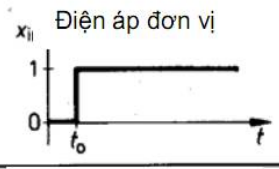
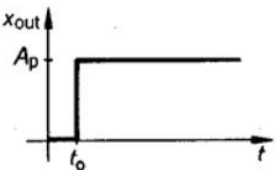
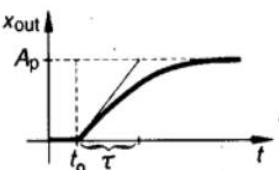
Giả sử tải và điện áp nguồn (nguyên nhân gây nhiễu) được giữ ổn định, thay đổi đại lượng đặt w từ w_0 đến w_1 tốc độ động cơ cũng sẽ thay đổi từ n_0 đến n_1 sau một thời gian trì hoãn do quán tính của hệ thống, một hệ thống điều chỉnh tốt khi giảm được thời gian trì hoãn và độ vượt ló của tín hiệu ra.

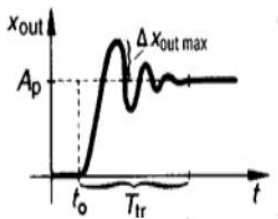
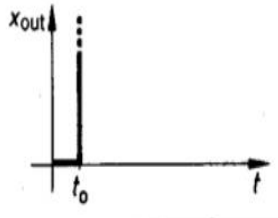
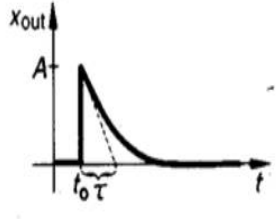
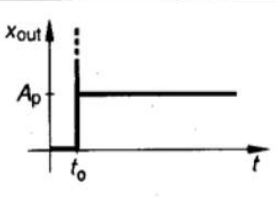
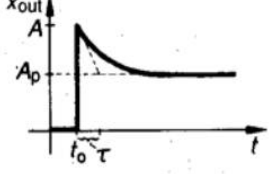
4.3 Đặc tính các khâu điều chỉnh cơ bản

Như đã đề cập trong phần 4.2. Một khâu điều chỉnh phải điều chỉnh một đối tượng. Do đặc tính các đối tượng không giống nhau nên cũng phải cần có các kiểu điều chỉnh khác nhau. Đặc tính của các khâu và của các đối tượng điều chỉnh được đặc trưng bởi đáp ứng của chúng ứng với tín hiệu đơn vị (là tín hiệu có giá trị từ 0 lên 1) sự thay đổi điện áp ra khi có tác động của điện áp đơn vị gọi là hàm truyền. Trong hình 1.26a và hình 1.26b trình bày các kiểu quan trọng nhất của các khâu điều chỉnh cơ bản kèm theo hàm

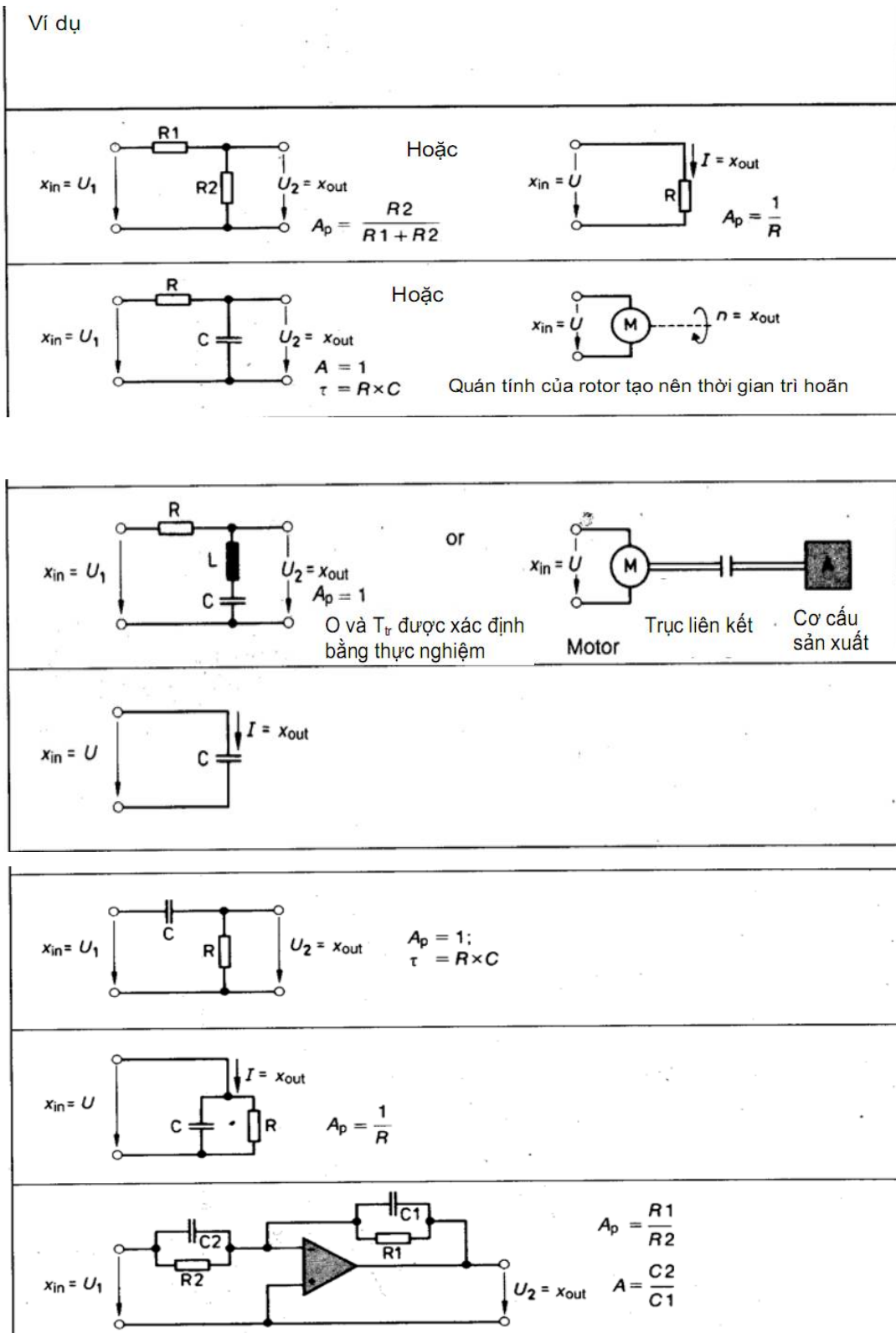
truyền, các thông số đặc trưng và các ví dụ điển hình.

Để xác định hàm truyền, trước tiên phải đặt hệ thống ở trạng thái tĩnh có nghĩa là năng lượng còn trữ trong đó phải được phóng hết

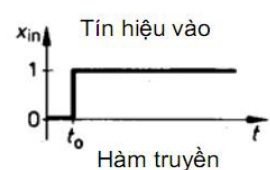
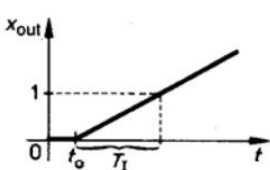
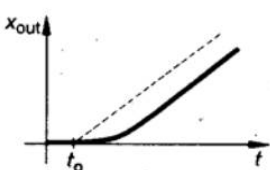
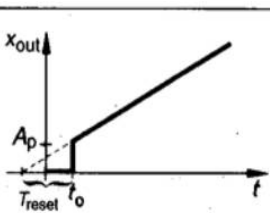
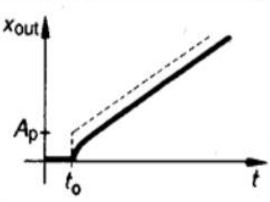
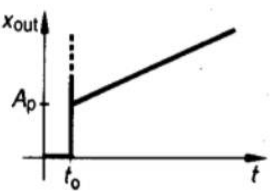
Tên gọi	 <p style="text-align: center;">Điện áp đơn vị</p>	Thông số đặc trưng
	Hàm truyền 1	
Khâu tỉ lệ (P)		Hệ số tỉ lệ A_p $A_p = \frac{x_{out}}{x_{in}}$
Khâu quán tính bậc 1 (PT1)		Hệ số tỉ lệ A_p $A_p = \frac{x_{out \infty}}{x_{in}}$; Hằng số thời gian τ τ là thời gian cần thiết để tín hiệu ra tăng đến 63% trị xác lập

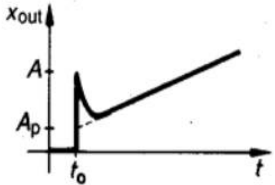
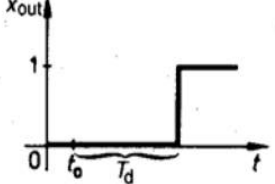
<p>Khâu quán tính bậc 2 (PT2)</p>	 <p>The graph shows the output x_{out} versus time t. It starts at a delay time t_0, then rises to a peak value A_p with an overshoot $\Delta x_{out max}$. The signal then oscillates and settles to a steady-state value. The settling time T_{tr} is indicated as the time for the signal to reach and stay within a certain range of the steady-state value.</p>	<p>Hệ số tỉ lệ A_p</p> $A_p = \frac{x_{out \infty}}{x_{in}}$ <p>Thời gian chuyển tiếp T_{tr} (h. 1.23)</p>
<p>Khâu vi phân (D)</p>	 <p>The graph shows the output x_{out} versus time t. It features a vertical impulse at the delay time t_0, followed by a zero output for the remainder of the time.</p>	<p>Hàm truyền theo lý thuyết là 1 xung có biên độ vô cùng và bề rộng bằng 0</p> <p>Hằng số vi phân K_D</p>
<p>Khâu vi phân quán tính bậc 1 (DT1)</p>	 <p>The graph shows the output x_{out} versus time t. It starts at a delay time t_0 with a peak value A, then decays exponentially towards zero. The time constant τ is indicated as the time for the signal to decay to approximately 37% of its initial peak value.</p>	<p>Hệ số khuếch đại A</p> <p>Hằng số thời gian τ</p>
<p>Khâu vi phân – Tỉ lệ (PD)</p>	 <p>The graph shows the output x_{out} versus time t. It features a vertical impulse at the delay time t_0, followed by a constant steady-state output level A_p.</p>	<p>Hệ số tỉ lệ A_p</p> <p>Xem khâu vi phân</p>
<p>Khâu vi phân – Tỉ lệ – Quán tính bậc 1 (PDT1)</p>	 <p>The graph shows the output x_{out} versus time t. It starts at a delay time t_0 with a peak value A, then decays to a steady-state value A_p. The time constant τ is indicated as the time for the signal to decay to approximately 37% of its initial peak value.</p>	<p>Hệ số tỉ lệ A_p, A</p> <p>Hằng số thời gian τ</p>

Hình 2.16a Các khâu điều chỉnh cơ bản: Đặc tính và ví dụ

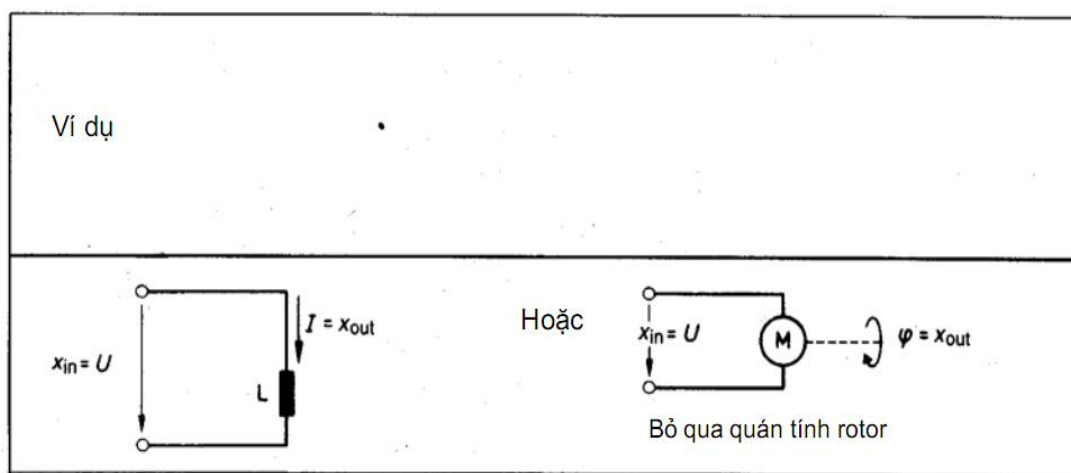


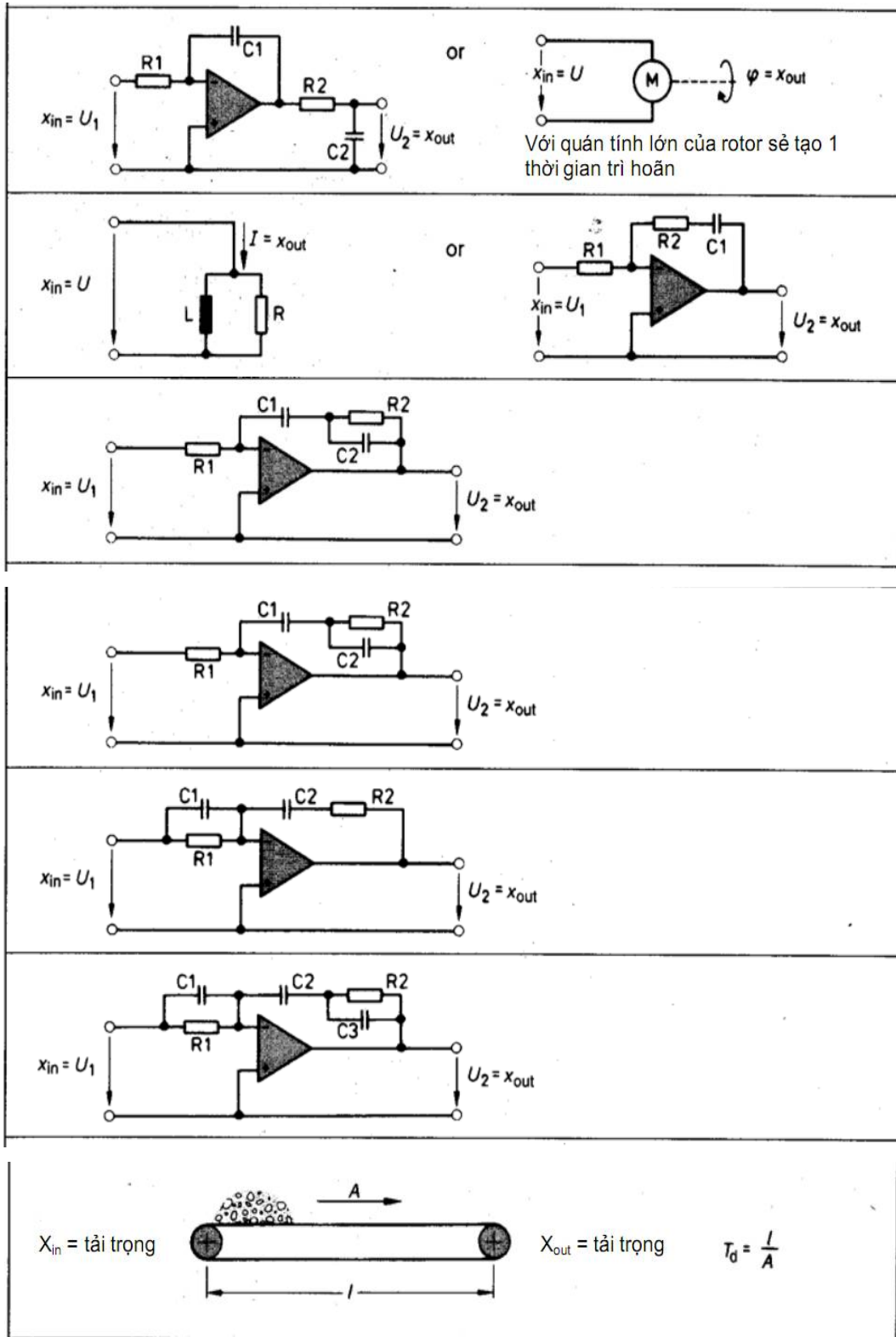
Hình 2.16a Các khâu điều chỉnh cơ bản : Đặc tính và ví dụ

<p>Tên gọi</p>		<p>Thông số đặc trưng</p>
<p>Khâu tích phân</p>		<p>Hằng số tích phân T_i còn gọi là K_i</p>
<p>Khâu tích phân – Quán tính bậc 1 (IT1)</p>		<p>Hằng số tích phân T_i Hằng số thời gian τ</p>
<p>Khâu tích phân – Tỷ lệ (PI)</p>		<p>Thời gian hiệu chỉnh T_{reset} Hệ số tỷ lệ A_p Đáp ứng của khâu PI giống như khâu I, quá trình tích phân xảy ra trước thời điểm xuất hiện xung vào một khoảng bằng thời gian hiệu chỉnh</p>
<p>Khâu tích phân – Tỷ lệ - Quán tính bậc 1 (PIT1)</p>		
<p>Khâu Vi tích phân – Tỷ lệ (PID)</p>		<p>P – Hệ số tỷ lệ A_p I – Hằng số tích phân T_i D – Hằng số vi phân K_D</p>

<p>Khâu Vi tích phân – Tỷ lệ - Quán tính bậc 1 (PIDT1)</p>		<p>P – Hệ số tỷ lệ A_p DT1 – Hệ số tỷ lệ A T1 – Hằng số thời gian τ I – Hằng số tích phân T_i</p>
<p>Khâu trễ T_d</p>		<p>Khâu này có thời gian trễ cố định T_d đối với tín hiệu vào</p>

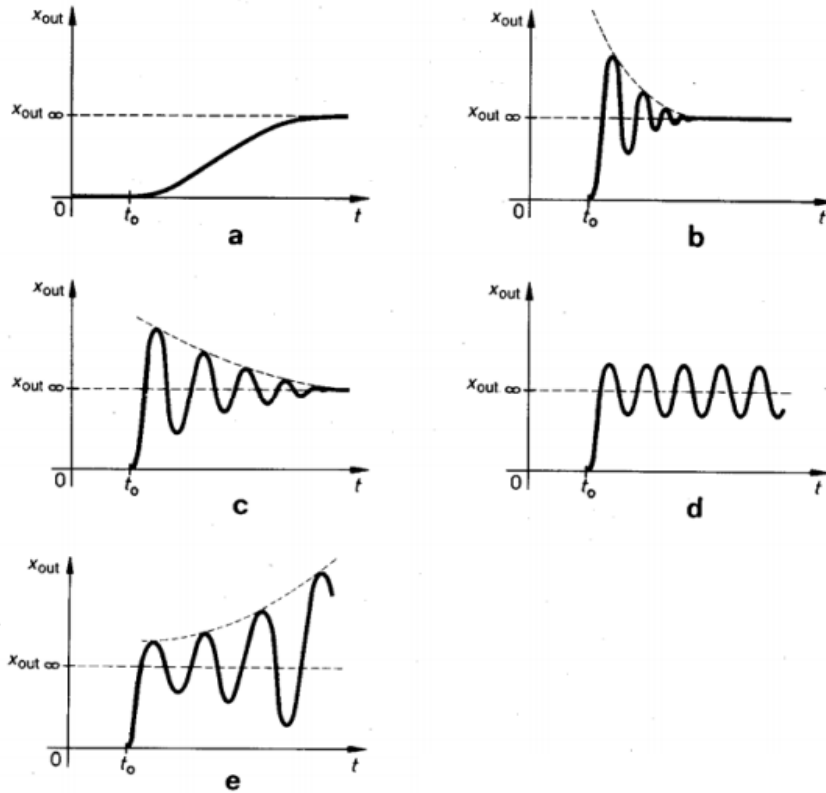
Hình 1.26b Các khâu điều khiển cơ bản : Đặc tính và ví dụ





Hình 1.26b Các khâu điều khiển cơ bản : Đặc tính và ví dụ

Hệ thống với hai phần tử tích trữ năng lượng



Hình 1.27 Hàm truyền của hệ PT2

Một hệ thống mà hàm truyền của nó tạo nên một dao động thì trong nó luôn tồn tại 2 phần tử tích trữ năng lượng có đặc tính khác nhau và năng lượng có thể trao đổi qua lại giữa chúng với nhau. Ví dụ trong khâu quán tính bậc hai ở hình 1.26 có một mạch dao động LC và trong trường hợp truyền động bằng động cơ các phần tử tích trữ năng lượng là khối lượng quay và thiết bị giảm chấn, năng lượng trao đổi giữa chúng với nhau thông

qua các liên kết cơ học. Những hệ thống như thế trong kỹ thuật điều chỉnh được gọi là hệ PT2

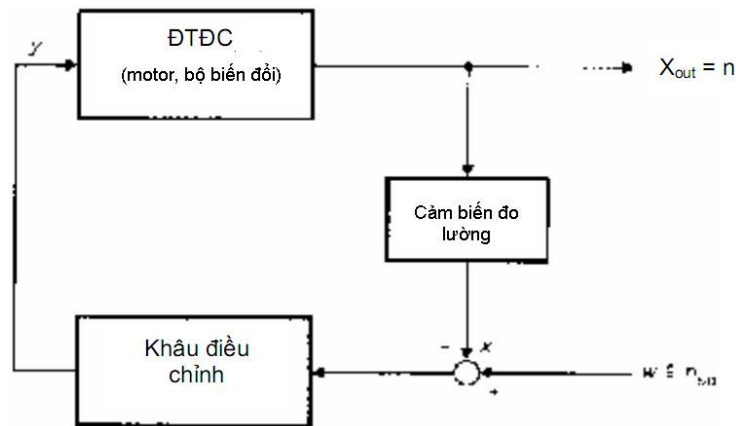
Các hệ PT2 rất thường gặp trên thực tế. Hình 1.27 trình bày các dạng hàm truyền khác nhau. Các hàm ở hình 1.27a, 1.27b và 1.27c có một điểm giống nhau là sau một khoảng thời gian chuyển tiếp ngắn, ngõ ra sẽ đạt giá trị xác lập $x_{out \infty}$ và hệ thống ổn định tại vị trí này.

Hình 1.27a trình bày một trường hợp giới hạn không tuần hoàn, hàm truyền là thẳng và chưa gây ra hiện tượng vượt lố.

Hình 1.27b và 1.27c là các dao động tắt dần theo quy luật hàm mũ

4.4 Khâu điều chỉnh dùng op-amp

Khuếch đại thuật toán thường được dùng trong các khâu điều chỉnh điện tử, KĐTT có thể thực hiện rất nhiều chức năng khác nhau nhờ vào các linh kiện ráp thêm bên ngoài. Hình 1.28 cho thấy một khâu điều chỉnh phức tạp dùng KĐTT.



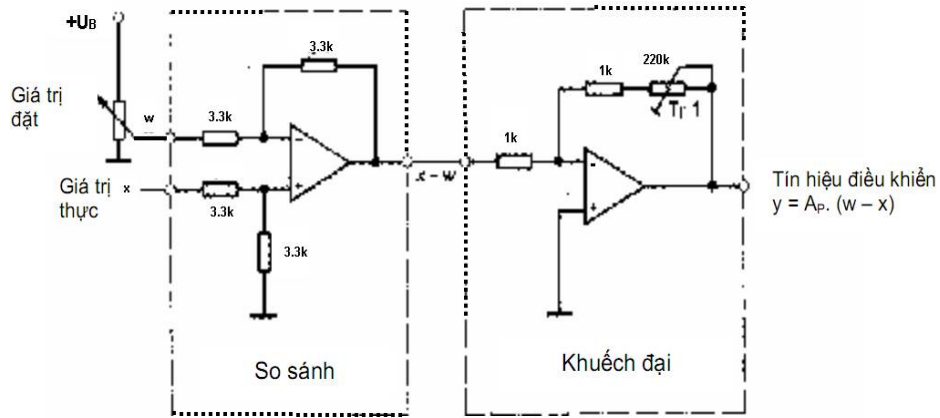
Hình 1.28 Vòng điều chỉnh tốc độ

4.4.1 Khâu tỉ lệ dùng op-amp

Đối tượng điều chỉnh bao gồm một động cơ, khối biến đổi công suất với mạch kích, điện áp điều khiển được tạo ra từ khâu điều chỉnh chính là tín hiệu vào của đối tượng điều chỉnh. Cảm biến đo lường tạo ra một điện áp tỉ lệ với tốc độ quay thực của động cơ. Mạch điện trong hình 1.29 là sơ đồ của khâu điều chỉnh và mạch cộng trong hình 1.28. Trong cả hai trường hợp, mạch so sánh - mạch trừ - bảo đảm sao cho tín hiệu sai biệt giữa giá trị thực x và giá trị đặt w luôn được tạo ra. Tín hiệu này hoặc độ lệch điều chỉnh

sau đó được đưa vào mạch khuếch đại đảo.

Trong phần 4.2 đã đề cập rằng: Để hệ thống được ổn định trong vùng làm việc thì đại lượng mẫu x phải đảo pha. Trong hình 1.29 đại lượng x được đưa vào ngõ không đảo của mạch so sánh và sau đó được đảo pha ở phần mạch khuếch đại, còn đối với đại lượng đặt thì bị đảo pha hai lần nên cực tính vẫn không thay đổi.



Hình 1.29 Khâu P dùng 2 op-amp

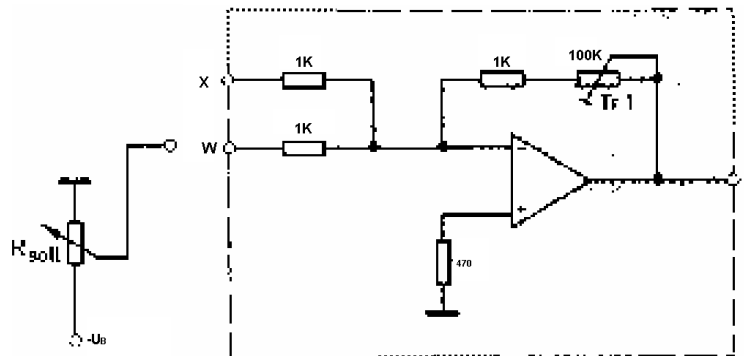
Hệ số tỉ lệ A_P của mạch có thể chỉnh được từ $A_P = 1$ đến $A_P = 100$ với biến trở đặt ở nhánh hồi tiếp của mạch khuếch đại đảo .

Bây giờ nếu thay đổi biến trở điều chỉnh sao cho đại lượng đặt tăng lên thì điện áp ra y của khâu điều chỉnh cũng sẽ tăng theo tác động đến phần tử chấp hành trong đối tượng điều chỉnh để tạo ra một điện áp lớn hơn cung cấp cho động cơ. Do đó, tốc độ hệ thống cũng sẽ tăng lên

Quá trình diễn tiến ngược lại khi giảm tải động cơ và khâu điều chỉnh sẽ làm cho tốc độ đã tăng giảm xuống trở lại.

Khâu tỉ lệ P có thể bị sai lệch bởi nhiễu, độ lệch càng nhỏ hệ số khuếch đại khâu điều chỉnh càng lớn, độ lệch điều chỉnh cũng làm cho tốc độ ban đầu của động cơ tương ứng với trị số đặt không còn đúng. Đây là khuyết điểm của khâu tỉ lệ ngược lại với ưu điểm tác động rất nhanh của mạch.

Nếu cực tính của trị số thực tế và trị số đặt được chọn phù hợp thì có thể thực hiện khâu điều chỉnh chỉ dùng duy nhất một op-amp (hình 1.30)

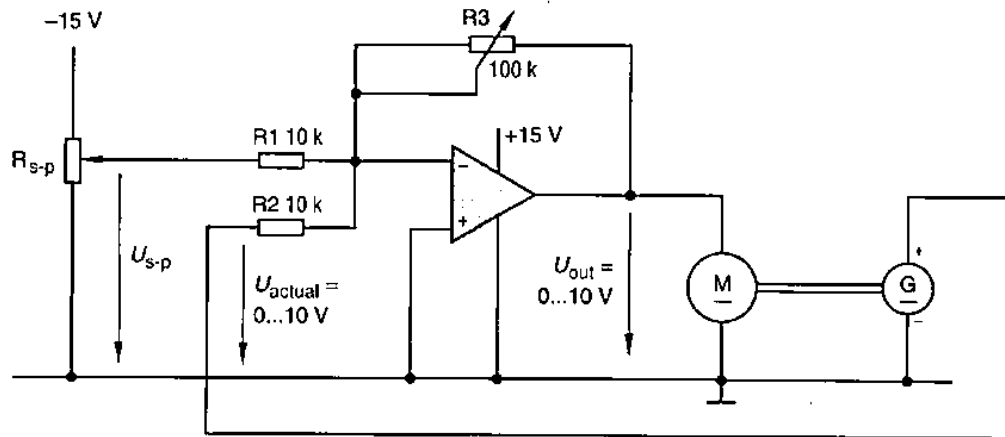


Hình 1.30 Khâu P dùng 1 op-amp

Khâu điều chỉnh ở hình 1.29 và 1.30 có cùng đặc tính, để làm rõ độ lệch điều chỉnh tồn tại trong hệ thống, phần dưới đây sẽ trình bày hai phương pháp tính toán

Ví dụ:

Hình 1.31 mô tả một động cơ làm việc tại tốc độ định mức với điện áp nguồn nuôi là $U_{out} = 10V$, một máy phát tốc liên kết với trục động cơ phát ra điện áp tỉ lệ với tốc độ quay, điện áp này được điều chỉnh sao cho tại tốc độ định mức $U_{actual} = U_{out} = 10V$. Giá trị đặt và thực tế được liên tục so sánh bởi op-amp có chức năng là khâu tỉ lệ và điện áp ra U_{out} sẽ được điều chỉnh trở lại khi xuất hiện nhiễu.



Hình 1.31 Động cơ DC với khâu tỉ lệ

a/ Giả thiết: $U_{out} = U_{actual} = 10V$; $R_3 = 20K\Omega$

Tìm: Độ lệch điều chỉnh $X_W = X - W$

Giá trị đặt cần thiết U_{s-p}

Điện áp ra của op-amp được tính theo công thức

$$-U_{out} = \left(\frac{R_3}{R_1} \cdot U_{s-p} \right) + \left(\frac{R_3}{R_2} \cdot U_{actual} \right)$$

Vì: $R_1 = R_2$; suy ra hệ số tỉ lệ

Và: $-U_{out} = A_P \cdot U_{s-p} + A_P \cdot U_{actual}$

$$-U_{out} = A_P (U_{s-p} + U_{actual})$$

$$\begin{aligned} U_{s-p} &= -\frac{U_{out}}{A_P} - U_{actual} = -\frac{10V}{2} - 10V \\ &= -15V \end{aligned}$$

Do đó, tại $A_P = 2$ phải chỉnh $U_{s-p} = -W = -15V$, để tốc độ động cơ đặt giá trị định mức, độ lệch điều chỉnh được tính như sau:

$$\begin{aligned} X_W &= X - W = U_{\text{actual}} + U_{s-p} \\ &= 10V - 15V \\ &= -5V \end{aligned}$$

b/ Giả thiết: $U_{\text{out}} = U_{\text{actual}} = 10V$; $R_3 = 100K\Omega$

Tìm: Độ lệch điều chỉnh $X_W = X - W$

Giá trị đặt cần thiết U_{s-p}

Bây giờ $R_3 = 100K\Omega$ nên A_p sẽ thay đổi

$$A_p = \frac{R_3}{R_1} = \frac{R_3}{R_2} = \frac{100K\Omega}{10K\Omega} = 10$$

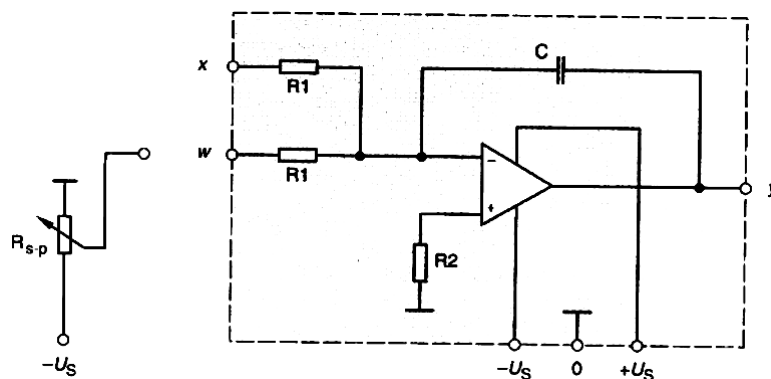
$$U_{s-p} = -\frac{U_{\text{out}}}{A_p} - U_{\text{actual}} = -\frac{10V}{10} - 10V$$

$$\begin{aligned} U_{s-p} &= -11V \\ X_W &= X - W \\ &= 10V - 11V \\ &= -1V \end{aligned}$$

Do hệ số khuếch đại của khâu tỉ lệ tăng nên độ lệch điều chỉnh $XW = -5V$ ở trường hợp a giảm xuống $XW = -1V$. Khi tăng hệ số khuếch đại quá lớn sẽ làm hệ thống không ổn định, trong thực tế không thể giảm độ lệch điều chỉnh xuống bằng 0

4.4.2 Khâu tích phân dùng op-amp

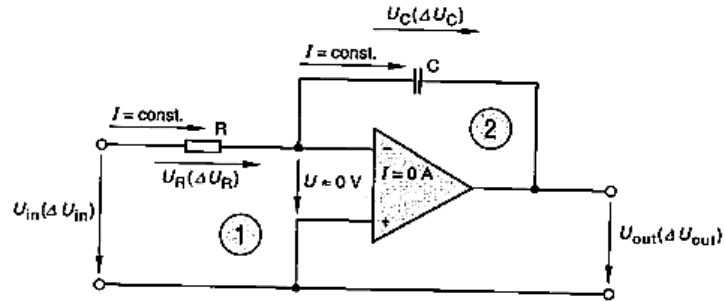
Độ lệch điều chỉnh tồn tại trong khâu tỉ lệ được hạn chế bằng một khâu tích phân. Hình 1.32 trình bày mạch điện khâu tích phân dùng op-amp



Hình 1.32 Khâu tích phân dùng op-amp

Ở chế độ không tải, tốc độ yêu cầu của động cơ được xác định bởi tín hiệu vào W , khi tổng hai giá trị UX (thực tế) với UW (giá trị đặt) bằng 0 thì khâu tích phân sẽ không còn thay đổi điện áp ra của nó (hình 1.32).

Bây giờ nếu có nhiễu V.D: tải tăng lên dẫn đến tốc độ động cơ giảm xuống, khâu điều chỉnh sẽ tăng tín hiệu điều chỉnh cho đến khi hệ thống trở về tốc độ ban đầu và tín hiệu tổng ở ngõ vào của khâu tích phân lại trở về 0. Trong khâu tích phân không tồn tại độ lệch điều chỉnh như trong khâu tỉ lệ tuy nhiên tốc độ tác động chậm, hằng số thời gian của mạch chọn càng lớn thì quá trình điều chỉnh càng kéo dài. Đặc tính của khâu tích phân được chỉ rõ qua ví dụ tính toán sau đây.



Hình 1.33 Điện áp và dòng điện của khâu tích phân dùng op-amp

Trong hình 1.33 cho thấy tất cả các điện áp và dòng điện cần thiết cho việc tính toán, ta có:

1. Mạch vòng thứ nhất

$$U_{in} = U_R + U \quad \text{vì } U = 0V$$

$$U_{in} = U_R = I \cdot R$$

$$I = U_{in} / R$$

2. Mạch vòng thứ hai

$$U_{out} = -U_C + U \quad \text{vì } U = 0V$$

$$U_{out} = -U_C$$

Từ quan hệ $Q = C \cdot U$; suy ra:

$$Q = C \cdot U_C$$

$$i \cdot t = C \cdot U_C$$

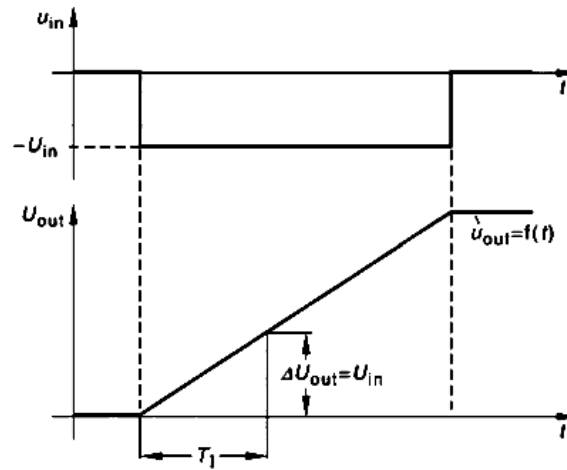
$$U_C = i \cdot t / C$$

$$U_{out} = -i \cdot t / C$$

$$U_{out} = (-U_{in} \cdot t / R) / C = (-U_{in} / R) \cdot (t / C)$$

và: $\Delta U_{out} = (-U_{in} / R) \cdot \Delta t / C$

$$= -U_{in} \cdot \Delta t / T_i$$



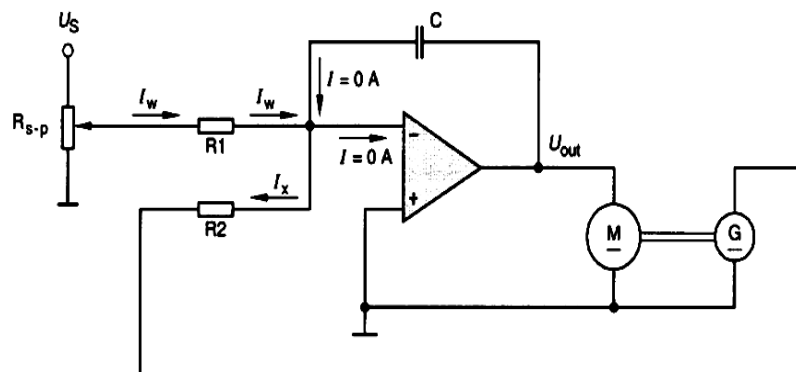
Hình 1.34 Đồ thị điện áp vào – ra của khâu tích phân

Thời gian tích phân vừa tính được $T_i = R \cdot C$ được trình bày ở hình 1.34

Từ phương trình này cũng cho thấy khi $\Delta t = T_i$ thì $\Delta U_{out} = U_{in}$, điện áp UA tiếp tục tăng cho đến khi $U_E = 0$ hoặc đến điện áp giới hạn của khâu tích phân.

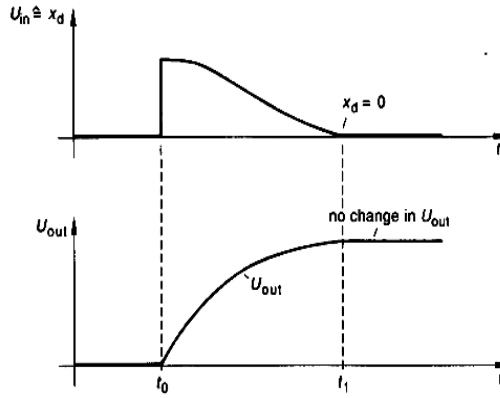
Khi $U_{soll} = U_{ist}$ điện áp sẽ không còn thay đổi nên độ lệch điều chỉnh XW bằng 0 và điều này cũng cho thấy rằng nếu hai giá trị thực tế và chỉnh định ở trạng thái tĩnh bằng nhau nhưng có dấu ngược nhau thì dòng điện hồi tiếp bằng 0, có nghĩa là tụ vừa nạp vừa xả và điện áp ra là hằng số.

Trong hình 1.35 xử dụng động cơ ở hình 1.31. được điều khiển bởi một khâu tích phân dùng op-amp



Hình 1.35 Động cơ với khâu tích phân

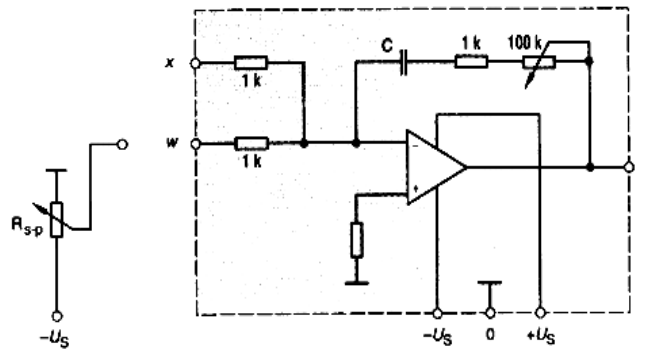
Trong hình 1.36 trình bày biểu đồ thời gian của UA và UE, cũng từ đồ thị này cho thấy điện áp ra không còn thay đổi khi U_{in} hoặc X_d bằng 0



Hình 1.36 Đáp ứng của khâu tích phân điều khiển motor

4.4.3 Khâu tích phân – Tỷ lệ dùng op-amp

Các khuyết điểm nêu trên được khắc phục bằng cách kết hợp hai khâu tỉ lệ và tích phân với nhau gọi là khâu tích phân-tỉ lệ. Hình 1.37 trình bày mạch điện loại này dùng op-amp



Hình 1.37 Khâu PI dùng op-amp

Đặc tính của khâu tích phân-tỉ lệ được giải thích ở hàm truyền trong hình 1.26, tại sườn lên của điện áp đơn vị điện dung xem như ngắn mạch và khâu điều chỉnh có đặc tính của khâu tỉ lệ với hệ số khuếch đại A_P , sau đó đặc tính khâu tích phân bắt đầu có tác dụng và điện áp ngõ ra tăng cho đến khi độ lệch điều chỉnh bị san bằng.

Do ưu điểm trên cộng với khả năng dễ cân chỉnh nên khâu PI rất thông dụng trong lĩnh vực truyền động điện.

4.4.4 Vòng điều chỉnh phức hợp

Trong các thiết bị chỉnh dòng dùng thyristor trên thực tế hầu như luôn sử dụng khâu PI trong mạch điều chỉnh phức hợp, mạch điện thường dùng nhất gồm một mạch điều chỉnh tốc độ kết hợp với mạch điều chỉnh dòng điện.

Dòng điện được chỉnh bằng cách thay đổi góc kích và dòng này còn được hồi tiếp trở về để tránh trường hợp khi vượt quá trị số cho phép thì pha của xung kích

phải thay đổi nhằm giảm dòng cung cấp động cơ xuống thấp hơn giới hạn cho phép và điều này sẽ hạn chế dòng điện quá cao vào động cơ và thyristor.

Mạch chỉnh dòng được đặt trước mạch chỉnh tốc độ, trong đó tốc độ thực tế và tốc độ đặt được so sánh với nhau và tín hiệu ra của nó là giá trị đặt của mạch chỉnh dòng tiếp theo.

Tín hiệu điều khiển của phần tử điều khiển có thể được dịch chuyển với tín hiệu ra của khâu chỉnh dòng, một thay đổi về tốc độ sẽ tạo ra đáp ứng ngược lại bằng sự dịch pha xung kích cho đến khi hệ thống trở về tốc độ ban đầu.

Thông thường mạch chỉnh tốc độ có hằng số thời gian lớn hơn của mạch chỉnh dòng. Dưới đây là các trị số thông dụng:

Mạch chỉnh tốc độ	Mạch chỉnh dòng
$T_n = 220K\Omega. 1\mu F$	$T_i = 10K\Omega. 4,7\mu F$
$T_n = 220mS$	$T_i = 4,7mS$

Hầu hết các mạch chỉnh dòng và tốc độ được cấu tạo từ khâu PI (hình 1.38). Bây giờ nếu ghép nối tiếp hai mạch điều chỉnh với nhau thì phải lưu ý đến cực tính điện áp của từng mạch sao cho phù hợp. Giả sử bắt đầu từ ngõ vào của khối điều khiển xung:

Uin của khối điều khiển dương thì động cơ chạy

Uin của khối điều khiển âm thì động cơ dừng.

Sau đây là các quan hệ nhận được:

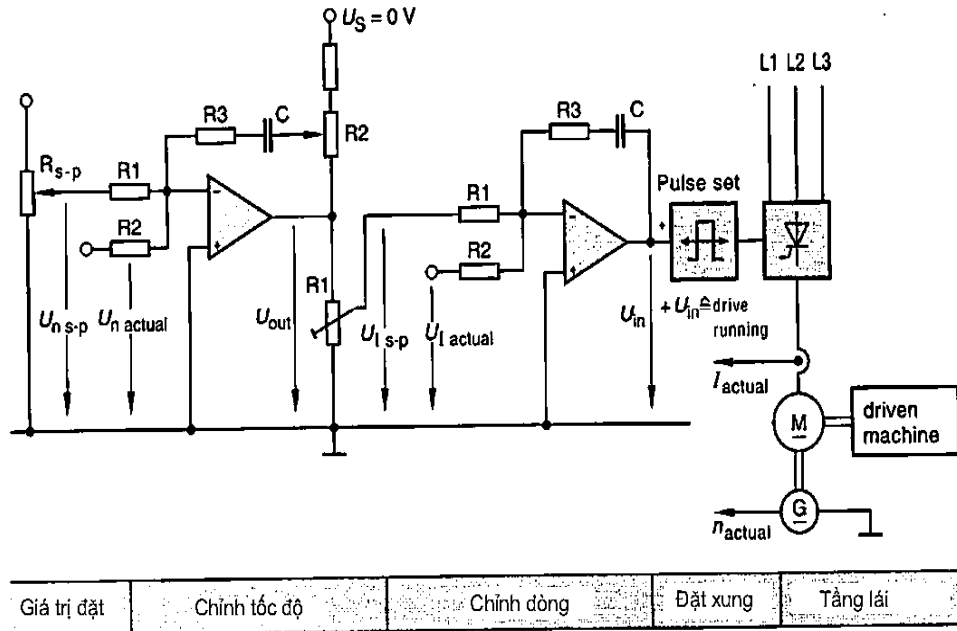
Khối điều khiển xung Uin dương = Uout- chỉnh dòng

Chỉnh dòng (s-p) Ui s-p âm = Uout- chỉnh tốc độ

Chỉnh dòng (actual) Ui actual dương

Chỉnh tốc độ (s-p) Un s-p dương

Chỉnh tốc độ (actual) Un actual âm



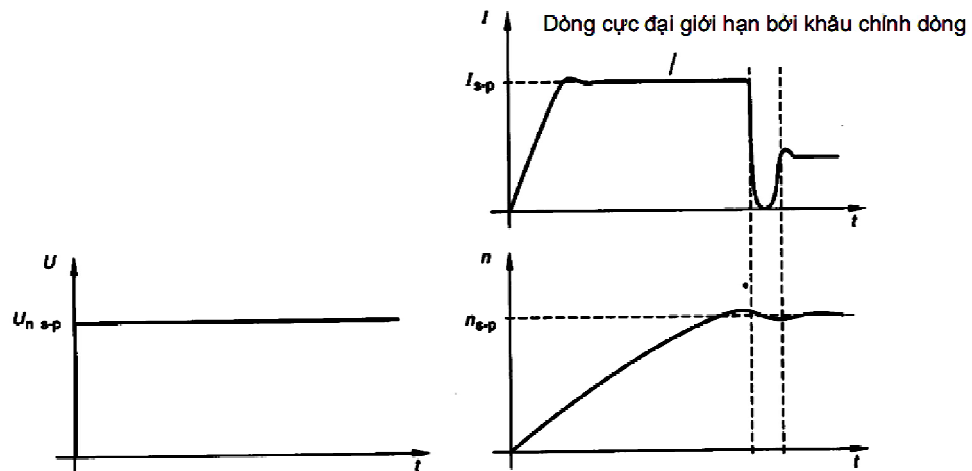
Hình 1.38 Chỉnh tốc độ với chỉnh dòng

Tất cả các điều kiện kể trên phải được thỏa mãn và được áp dụng trong hình 1.38, ngoài ra mạch điều chỉnh còn phải được tối ưu hóa.

Hình 1.39 cho thấy đáp ứng của khâu tỉ lệ và tích phân trong cùng một hệ điều chỉnh, đó là quá trình biến thiên của dòng điện và tốc độ sau khi đóng mạch.

Tốc độ quay được điều chỉnh bằng biến trở R_{s-p} , biến trở R_1 đặt trị số dòng chỉnh định, biến trở R_2 thay đổi hệ số tỉ lệ của mạch điều chỉnh tốc độ.

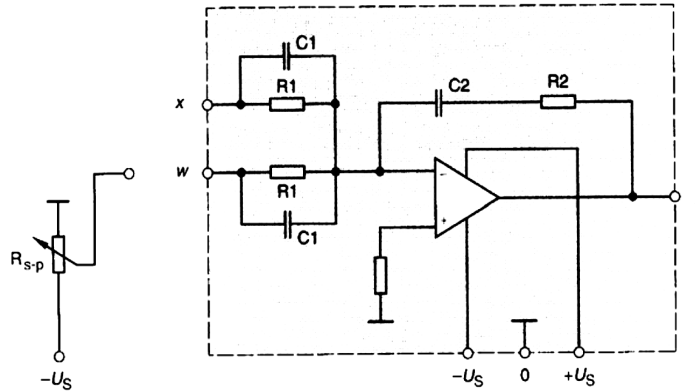
Nếu trong quá trình làm việc giá trị cân chỉnh không tốt thì mạch tích phân có thể bị ảnh hưởng theo sự thay đổi của điện dung.



Hình 1.39 Đặc tính cơ bản của tốc độ và dòng điện sau khi đóng mạch hệ truyền động dùng PI

4.4.5 Khâu PID dùng op-amp

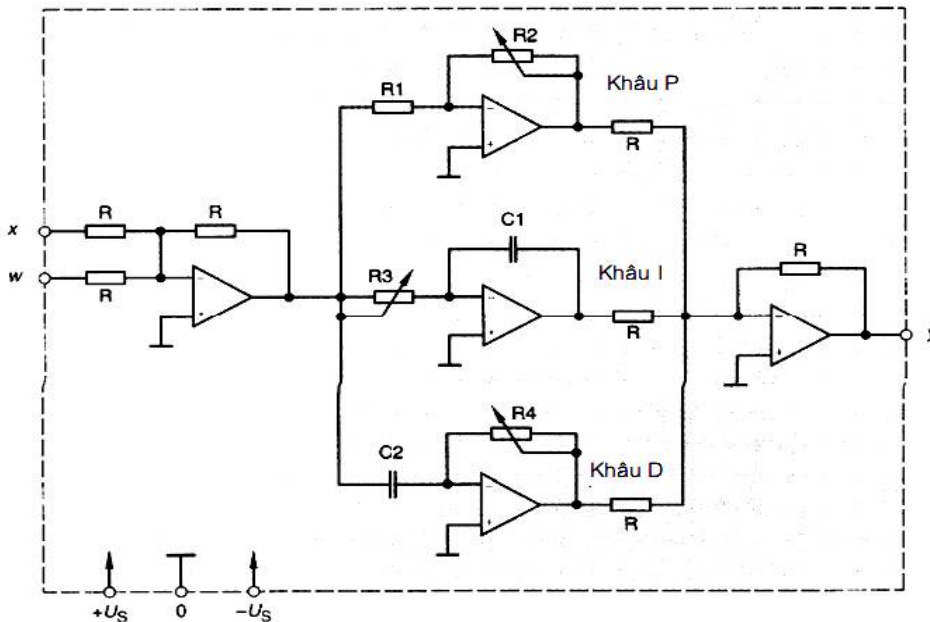
Đối với các loại nhiễu có tốc độ biến thiên nhanh, do mạch tích phân đáp ứng chậm nên mạch tỉ lệ sẽ xuất hiện một lượng sai lệch điều chỉnh nào đó. Trong trường hợp này phải dùng khâu điều chỉnh PID: Mạch vi phân chỉ đáp ứng với các biến thiên của đại lượng vào và mạch điều chỉnh sẽ tác động rất nhanh. Hình 1.40 trình bày mạch điện một khâu PID dùng op-amp



Hình 1.40 Khâu PID dùng op-amp

Ưu điểm của hệ thống là có thể chỉnh các khâu P, I và D riêng rẽ nhau tránh việc chòng chéo các thông số chỉnh định sao cho phù hợp với yêu cầu điều chỉnh

Hình 1.41 giới thiệu khâu PID có các thông số chỉnh được, do đó khâu này có thể kết hợp tối ưu với đối tượng điều chỉnh



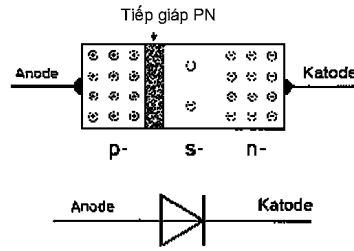
Hình 1.41 Khâu PID dùng op-amp có thông số chỉnh được

BÀI 2: CÔNG TÁC ĐIỆN TỬ (VAN BÁN DẪN)

1. Linh kiện điện tử công suất

1.1 Diode công suất

Khác với diode thường, về mặt cấu tạo diode công suất bao gồm 3 vùng bán dẫn silic với mật độ tạp chất khác nhau gọi là cấu trúc PsN, giữa hai vùng bán dẫn PN là một vùng có mật độ tạp chất rất thấp (vùng S) (hình 2.1)



Hình 2.1 Cấu tạo và ký hiệu điện diode công suất PsN

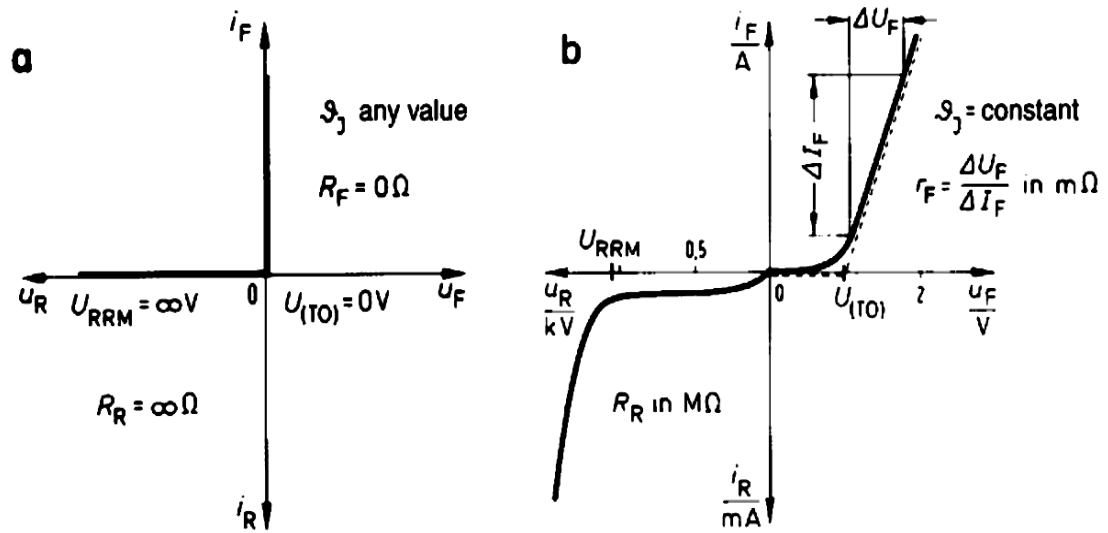
1.1.1 Đặc tuyến V – A

Đường đặc tính diode công suất rất gần với đặc tính lý tưởng (hình 2.2), trong đó đoạn đặc tính thuận có độ dốc rất thẳng đứng (hình 2.2b) vì vậy, nhiệt độ trên diode xem như không đổi, điện áp thuận trên diode là tổng giữa điện áp ngưỡng $U_{(TO)}$ không phụ thuộc dòng điện với thành phần điện áp tỉ lệ với dòng điện thuận chảy qua diode. Giả sử nhiệt độ là hằng số, điện áp thuận trên diode được tính theo công thức gần đúng sau :

$$U_F = U_{(TO)} + r_F \cdot I_F$$

Với r_F : Điện trở động theo chiều thuận $r_F = \frac{\Delta U_F}{\Delta I_F}$

Các ký hiệu thường dùng trong thiết kế : F = Forward để chỉ trạng thái dẫn theo chiều thuận, R = Reverse để chỉ trạng thái khóa trong vùng nghịch



Hình 2.2 a) Đặc tính diode lý tưởng ; b) đặc tính diode thực tế

1.1.2 Ví dụ

Một diode công suất có đặc tính như sau:

Điện áp ngưỡng $U_{(TO)} = 0,85v$

Điện trở động $r_F = 8m\Omega$

Với dòng chảy qua cố định $I_F = 50A$, suy ra điện áp thuận trên diode là:

$$U_F = U_{(TO)} + r_F \cdot I_F = 0,85v + 8m\Omega \cdot 50A = 1,25v$$

1.1.3 Hệ số hình dáng

Độ tin cậy của diode được đánh giá qua khả năng chịu tải ở chế độ làm việc dài hạn với tần số lưới điện 50-60Hz và nhiệt độ tại mỗi nối phụ thuộc rất lớn vào công suất tiêu tán, nhiệt trở và điều kiện tỏa nhiệt của diode

Trong ví dụ 1.2.2, dòng qua diode có giá trị cố định là trường hợp hiếm khi xảy ra. Trên thực tế, dòng qua diode có dạng xung và gồm hai giá trị: Giá trị hiệu dụng và giá trị trung bình, như trong trường hợp chỉnh lưu 3 pha bán kỳ (M3) thời gian dẫn của mỗi diode là T/3. Hình 2.3 trình bày các giá trị của i đo bằng dụng cụ đo chỉ thị kim



Hình 2.3 Đồ thị thời gian dòng thuận của diode, giá trị trung bình và hiệu dụng

Trong số tay tra cứu thường cho giá trị trung bình I_{FAV} của diode. Hình 2.3 cho thấy các giá trị này được tính từ chuỗi xung dòng qua diode.

$$I_{FAV} \times T = I_d \times \frac{T}{3}$$

$$I_{FAV} = \frac{1}{3} \times I_d$$

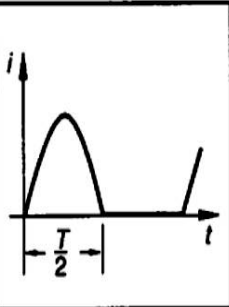
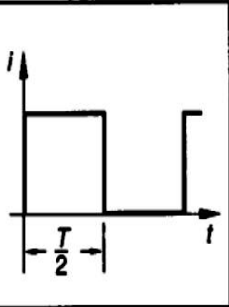
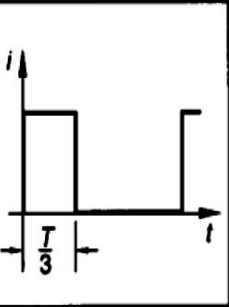
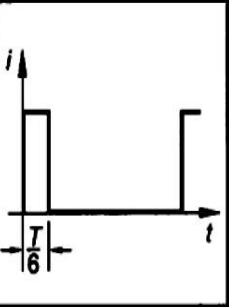
Mặt khác giá trị hiệu dụng I_{FRMS} được đo bằng đồng hồ

$$I_{FRMS} = \sqrt{\frac{I_d^2 \times \frac{T}{3}}{T}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times I_d$$

Sự khác nhau giữa dòng điện đo bằng đồng hồ với dòng tính toán được thể hiện F, đó là tỉ số giữa giá trị hiệu dụng với giá trị trung bình. Theo hình 2.3

$$F = \frac{I_{FRMS}}{I_{FAV}} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} \times \frac{3}{I_d} = \frac{3}{\sqrt{3}} = 1,73$$

Vì hệ số giá trị F thuộc vào dạng dòng điện nên trong thực tế đối với các dạng tín hiệu thông dụng khi biết F và một trong hai giá trị, có thể tìm được giá trị còn lại một cách dễ dàng (hình 2.4)

Dạng dòng điện				
F	1.57	1.41	1.73	2.45
F^2	2.47	2.0	3.0	6.0

Hình 2.4 Hệ số hình dáng các dạng dòng điện quan trọng

1.2.4 Công suất trên diode khi dẫn điện

Công suất rơi trên diode được tính theo công thức

$$P_F = U_{(TO)} \cdot I_{FAV} + r_F \cdot I_{FRMS}^2$$

Với $I_{FRMS} = F \cdot I_{FAV}$, suy ra:

$$P_F = U_{(TO)} \cdot I_{FAV} + r_F \cdot F^2 \cdot I_{FAV}^2$$

1.2.5 Ví dụ

Một diode công suất có: $I_{FAV} = 25A$, $I_{FRMS} = 48A$, $U_{(TO)} = 0,75V$ và $r_F = 8m\Omega$ được sử dụng trong một mạch chỉnh lưu cầu với tải điện trở có $I_d = 40A$. Kiểm tra khả năng chịu đựng của diode

$$I_{FAV} = \frac{1}{2} \times I_d = 20A < 25A$$

Từ hình 2.4 suy ra: $F = 1,57$

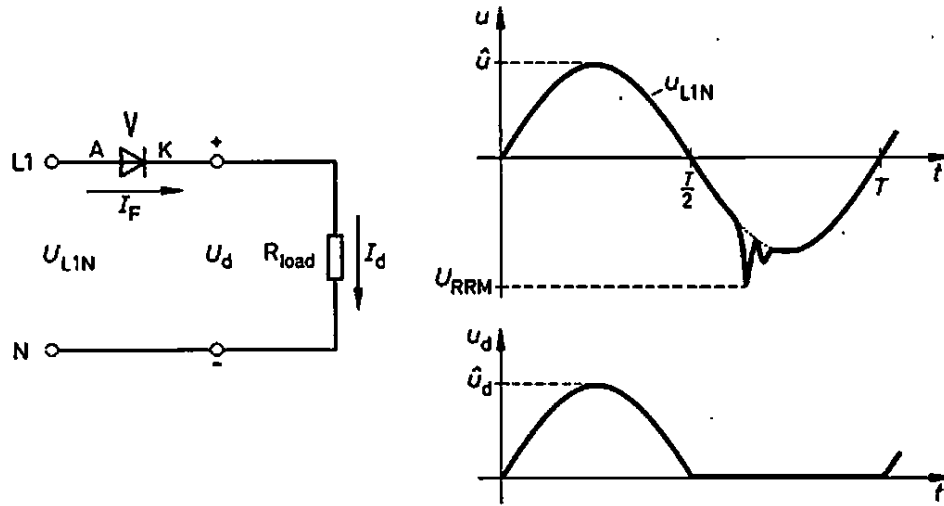
$$I_{FRMS} = F \cdot I_{FAV} = 1,57 \cdot 20A = 31,4A < 48A$$

Cả hai giá trị dòng điện đều nhỏ hơn trị số cho phép, công suất rơi trên diode được tính như sau:

$$\begin{aligned} P_F &= U_{(TO)} \cdot I_{FAV} + r_F \cdot F^2 \cdot I_{FAV}^2 \\ &= 0,75V \cdot 20A + 8m\Omega \cdot 2,47 \cdot 400A^2 \\ &= 15W + 7,9W = 23W \end{aligned}$$

1.2.6 Điều kiện chuyển mạch và điện áp nghịch

Một diode được điều khiển dẫn hay tắt là do cực tính điện áp đặt trên nó, nhưng diode chỉ chuyển sang trạng thái tắt khi dòng qua diode bằng 0 (hình 2.5)



Hình 2.5 Diode như 1 công tắc điều khiển bằng điện áp

Trong hình trình bày một công tắc diode lý tưởng đáp ứng được các điều kiện sau:

- Công tắc hở khi $U < 0v$
- Công tắc đóng khi $U > 0v$
- Công tắc hở khi $I_F < 0A$

Trong quá trình làm việc thường xuất hiện các xung nhiễu làm cho điện áp nghịch tức thời đặt lên diode tăng nhưng không được vượt quá trị số cho phép U_{RRM} , trong mạch chỉnh lưu trị số này được chọn với hệ số an toàn từ 1,5...2. Do đó:

$$U_{RRM} \gg (1,5...2). U$$

Nếu ngõ ra mạch chỉnh lưu có dùng tụ lọc thì điện áp nghịch đặt trên diode bằng 2 lần giá trị đỉnh của điện áp xoay chiều ở ngõ vào

$$U_{RRM} \gg (1,5...2). \hat{u}$$

1.2.7 Phân loại diode công suất

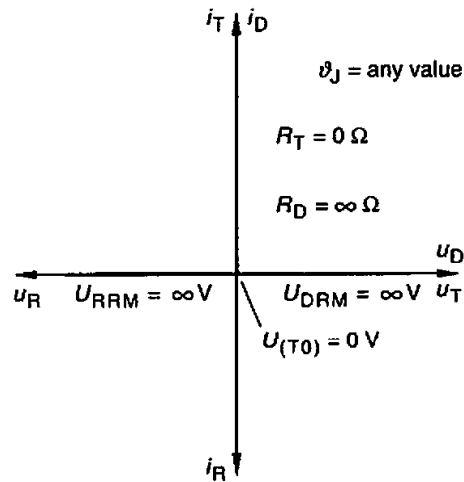
Dựa trên lĩnh vực ứng dụng, các diode công suất được chia thành các loại như sau:

- + Diode tiêu chuẩn (tốc độ chậm) dùng cho các yêu cầu thông thường với tần số làm việc từ 50...60Hz
- + Diode công suất lớn với dòng cho phép đến 1,5KA
- + Diode điện áp cao với điện áp nghịch cho phép đến 5KV

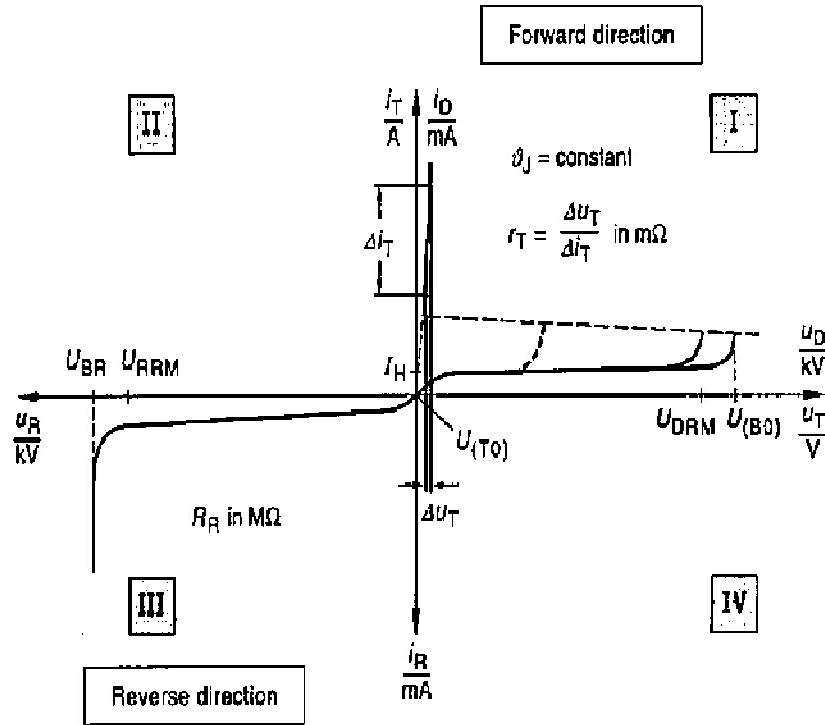
- + Diode tốc độ nhanh với thời gian trì hoãn ngắn, có đặc tính động và hiệu suất cao.
- + Các diode cho phép làm việc với xung điện áp nghịch trong một khoảng thời gian ngắn

1.2 Thyristor

Cũng thường được gọi là SCR. Thyristor là linh kiện điện tử công suất rất thông dụng, đoạn đặc tính nghịch (phần tư thứ 3) của Thyristor giống như của diode, trong đoạn đặc tính thuận (phần tư thứ 1) Thyristor chỉ có hai trạng thái xác định (hình 2.6 và 2.7), để chuyển từ trạng thái khóa thuận sang trạng thái dẫn cần phải kích xung điện áp dương vào cực cổng Thyristor, khoảng cách từ gốc tọa độ đến thời điểm xuất hiện xung kích gọi là góc kích α



Hình 2.6 Đặc tính thyristor lý tưởng

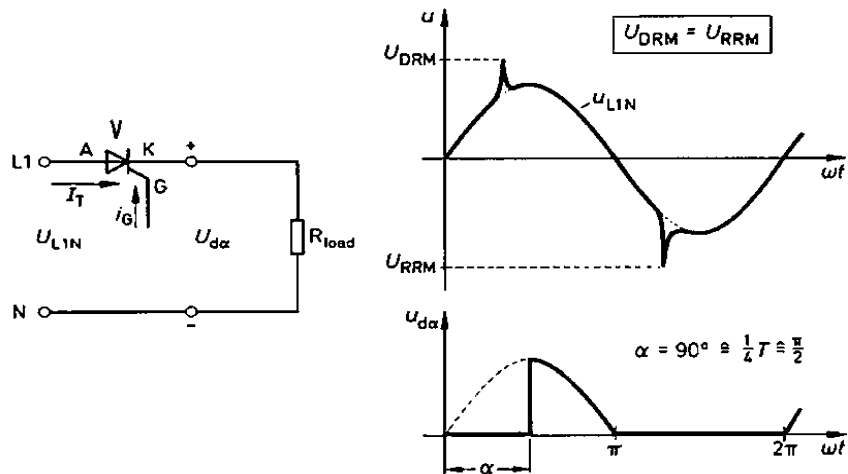


Hình 2.7 Đường đặc tính thực tế của thyristor

Vì đặc tính thuận giống như diode nên phương pháp tính công suất tiêu tán cũng tương tự diode, chỉ khác ở chỉ số F được thay bằng chỉ số T

$$F = \frac{I_{RMS}}{I_{TAV}}$$

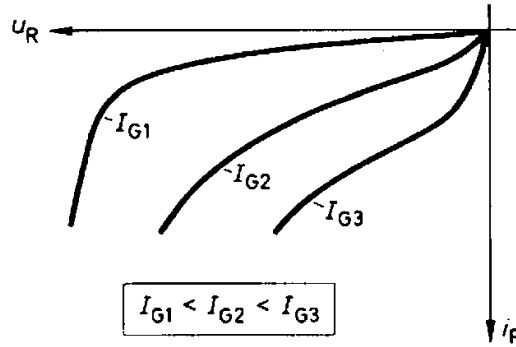
Hình 2.8 là mạch chỉnh lưu có điều khiển dùng thyristor với các điều kiện chuyển mạch như sau:



Hình 2.8 Thyristor như 1 công tắc điều khiển bằng công suất và xung kích

Dòng kích trong khoảng thời gian bán kỳ âm sẽ làm giảm khả năng chịu đựng điện áp nghịch của thyristor (hình 2.9): Mặc dù theo chiều thuận chỉ có một miền PN Phân cực nghịch trong khi theo chiều nghịch là hai miền. Nhưng nhà sản xuất thường cho hai trị số điện áp đánh thủng là bằng nhau

$$U_{DRM} = U_{RRM}$$



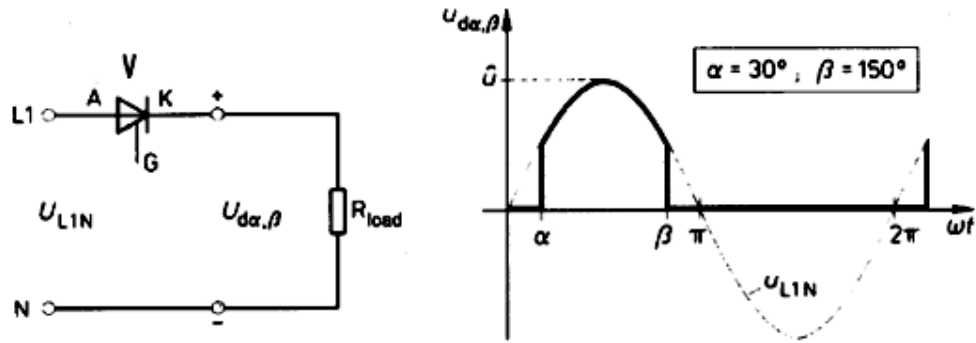
Hình 2.9 Đặc tính khóa nghịch của thyristor theo dòng kích

Ngoài ra trong sổ tay còn cho biết dòng rò theo chiều thuận I_D cũng như theo chiều nghịch I_R . Các dòng điện này phụ thuộc vào nhiệt độ môi nối v_j , U_{DRM} và cả U_{RRM}

Về phần mạch điều khiển trong sổ tay còn cho biết dòng kích I_{GT} và điện áp kích U_{GT} , thông thường các trị số này là tối thiểu và với điều kiện tại nhiệt độ môi nối là 250C

Trong trường hợp tải điện cảm, xung kích phải được duy trì cho đến khi dòng qua thyristor lớn hơn dòng duy trì I_H để tránh trường hợp thyristor chuyển về trạng thái tắt (khóa thuận)

Hiện nay trên thị trường đã chế tạo được một số loại thyristor có các tính chất đặc biệt như: Photo thyristor được dùng trong trường hợp cần cách ly về điện giữa mạch điều khiển với mạch động lực



Hình 2.10 GTO thyristor cho phép tắt

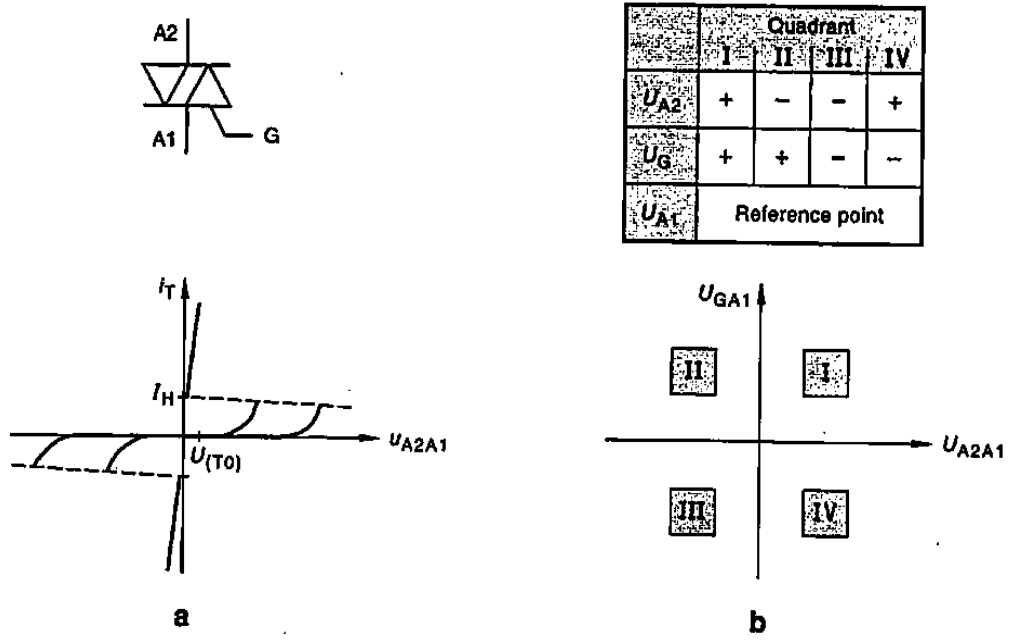
Và GTO thyristor nhằm mục đích cải thiện hệ số công suất trong các hệ thống chỉnh lưu. Hình 2.14 trình bày mạch điện dùng GTO thyristor (gate turn off) kèm theo biểu đồ điện áp, điện áp ra không những phụ thuộc điện áp vào, góc kích mà còn phụ thuộc vào góc tắt β

1.3 Triac và Diac

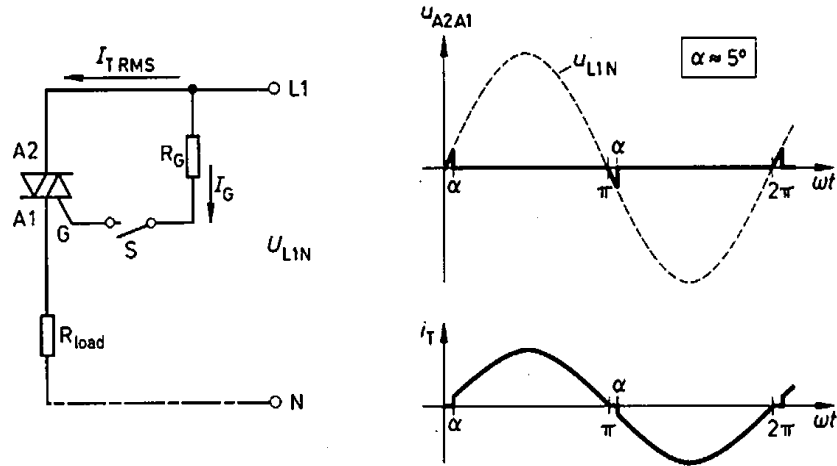
Về nguyên tắc, triac tương đương với 2 thyristor ghép song song ngược chiều và có chung cực công: Đặc tính của triac là dẫn điện hai chiều, ký hiệu, đặc tuyến và phương pháp điều khiển linh kiện này được trình bày ở hình 2.11

Giống như thyristor, sau khi được kích dẫn, triac chỉ duy trì trạng thái dẫn điện khi dòng qua nó lớn hơn dòng duy trì I_H .

Triac được dùng để điều khiển dòng điện xoay chiều (hình 2.12) trong hình 2.12 cho thấy triac được xử dụng như một công tắc xoay chiều điều khiển đèn, motor, lò sưởi công suất nhỏ và trung bình



Hình 2.11 Ký hiệu, đặc tính và cách điều khiển triac



Hình 2.12 Điều chỉnh dòng xoay chiều dùng triac

Triac thực tế - 2N6344 - ON Semiconductor

MAXIMUM RATINGS ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
*Peak Repetitive Off-State Voltage(1) ($T_J = -40$ to $+110^\circ\text{C}$, Sine Wave 50 to 60 Hz, Gate Open)	V_{DRM} V_{RRM}	600 800	Volts
*On-State RMS Current ($T_C = +80^\circ\text{C}$) Full Cycle Sine Wave 50 to 60 Hz ($T_C = +80^\circ\text{C}$)	$I_{T(RMS)}$	8.0 4.0	Amps
*Peak Non-Repetitive Surge Current: (One Full Cycle, Sine Wave 60 Hz, $T_C = +25^\circ\text{C}$) Preceded and followed by rated current	I_{TSM}	100	Amps
Circuit Fusing Consideration. ($t = 3.3$ ms)	I^2t	40	A^2s
*Peak Gate Power ($T_C = +80^\circ\text{C}$, Pulse Width = 2 μs)	P_{GM}	20	Watts
*Average Gate Power ($T_C = +80^\circ\text{C}$, $t = 3.3$ ms)	$P_{G(AV)}$	0.5	Watt
*Peak Gate Current: ($T_C = +80^\circ\text{C}$, Pulse Width = 2.0 μs)	I_{GM}	2.0	Amps
*Peak Gate Voltage ($T_C = +80^\circ\text{C}$, Pulse Width = 2.0 μs)	V_{GM}	10	Volts
*Operating Junction Temperature Range	T_J	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
*Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$



TO-220AB
CASE 221A
STYLE 4

PIN ASSIGNMENT

Pin	Assignment
1	Main Terminal 1
2	Main Terminal 2
3	Gate
4	Main Terminal 2

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
2N6344	TO220AB	500/Box
2N6349	TO220AB	500/Box

Preferred devices are recommended choices for future use and best overall value.

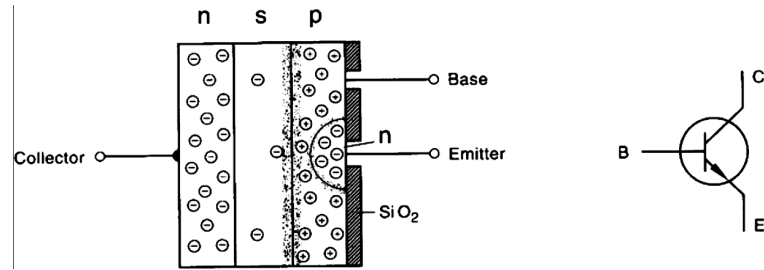
1.4 Transistor công suất

Do đặc tính của vật liệu chế tạo, cho đến nay vẫn còn tồn tại mâu thuẫn giữa hai yêu cầu: Chịu đựng được điện áp cao và dòng tải lớn trong 1 transistor công suất.

Transistor công suất được chia làm 3 loại như sau:

1.4.1 Transistor 3 miền khuếch tán

Cấu tạo loại này là 1 transistor NPN được chế tạo dựa trên nền bán dẫn loại N có mật độ tạp chất thấp. Đầu tiên, phosphor được khuếch tán lên một mặt của chất bán dẫn silic để tạo ra lớp bán dẫn N mật độ cao, tiếp theo đó pha tạp chất Bohr lên bề mặt còn lại để tạo nên vùng P và quá trình tiếp theo lại được thực hiện với phosphor. Mặt ngoài của vùng P được bao bởi lớp cách điện oxid silic (SiO_2) và có chứa một khoảng trống để đưa vào vùng N điện cực emitter (hình 2.13)



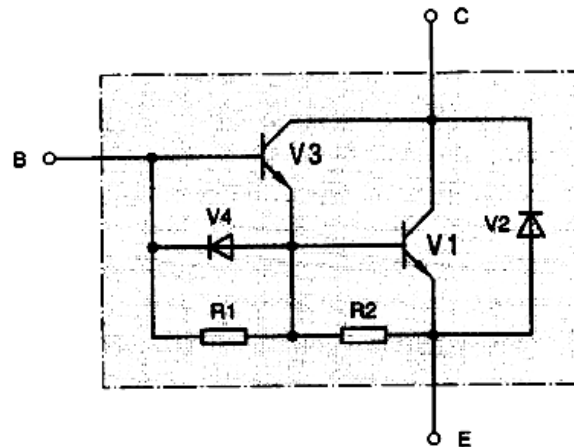
Hình 2.13 Transistor 3 miền khuếch đại

Ở giữa miền cực thu -loại N- và miền cực nền -loại P- có một vùng đệm loại N mật độ thấp nên làm tăng khả năng chịu đựng điện áp nghịch u_{CE} của transistor.

V.D: 1,2KV tại dòng cực thu là 15A, linh kiện này được ứng dụng nhiều trong trường hợp đóng ngắt tốc độ cao với tải điện cảm có tần số hàng KHz như trong hệ thống quét ngang của máy thu hình hoặc các mạch biến đổi công suất nhỏ đến 5KW

1.4.2 Transistor công suất ghép Darlington

Transistor công suất với dòng lớn hơn 10A có hệ số khuếch đại dòng rất thấp, do đó khi yêu cầu làm việc với dòng điện và điện áp cao chúng thường được ghép darlington với nhau trong đó có kết hợp thêm các diode bảo vệ và các điện trở cân bằng (hình 2.14)



Hình 2.14 Transistor công suất Darlington điện áp cao và tốc độ cao

Do tín hiệu điều khiển các transistor darlington không cần lớn nên có thể giảm được các tầng điều khiển như vẫn thường áp dụng đối với các transistor công suất đơn lẻ.

R1, R2 : Điện trở cân bằng để ổn định U_{BE}

V4 : Diode tăng tốc để giảm

V2 : Diode bảo vệ

Bảng 2.15 trình bày một số loại transistor công suất darlington tốc độ cao

Hãng sản xuất	Kiểu	$U_{CE\ max}$	$I_{C\ max}$
General Electric	GE 5060	450 V	25 A
Texas Instruments	BUW 181	800 V	16 A

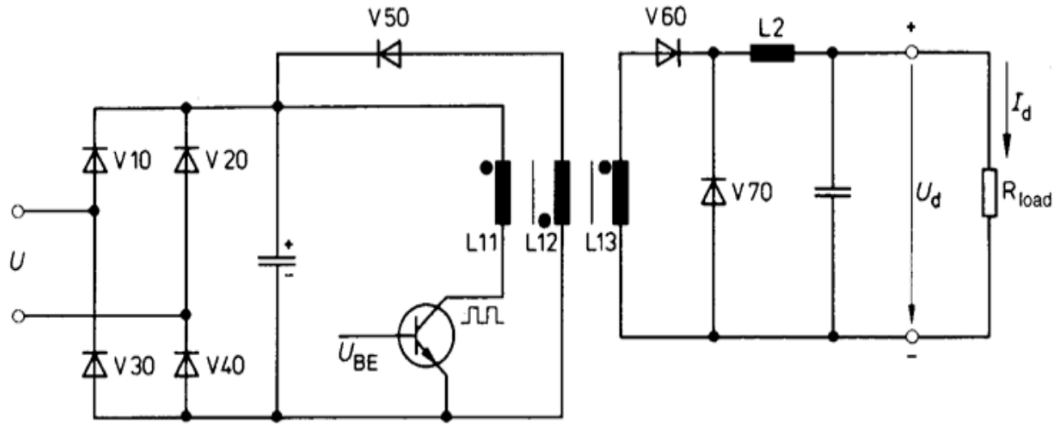
1.4.3 Transistor công suất epitaxi

Kỹ thuật epitaxi có hiệu quả rất lớn trong quá trình chế tạo transistor công suất bằng kỹ thuật này có thể tăng dòng cực thu đến 20A, điện áp nghịch 150v và công suất tiêu tán 250W đối với cả 2 loại PNP và NPN (transistor bổ túc) và chúng thường đượ cứng dụng trong các mạch khuếch đại âm tần công suất lớn

1.4.4 Bộ nguồn chế độ xung

Bộ nguồn chế độ xung là một ứng dụng của các transistor công suất do cấu tạo gọn nhẹ và hiệu suất cao hơn so với các mạch nguồn nuôi cổ điển.

Trong mạch này điện áp nắn từ lưới điện được đóng ngắt với tần số từ 15-30KHz, sau đó qua biến áp và lại đượ chỉnh lưu trở lại thành một chiều. Hình 2.16.



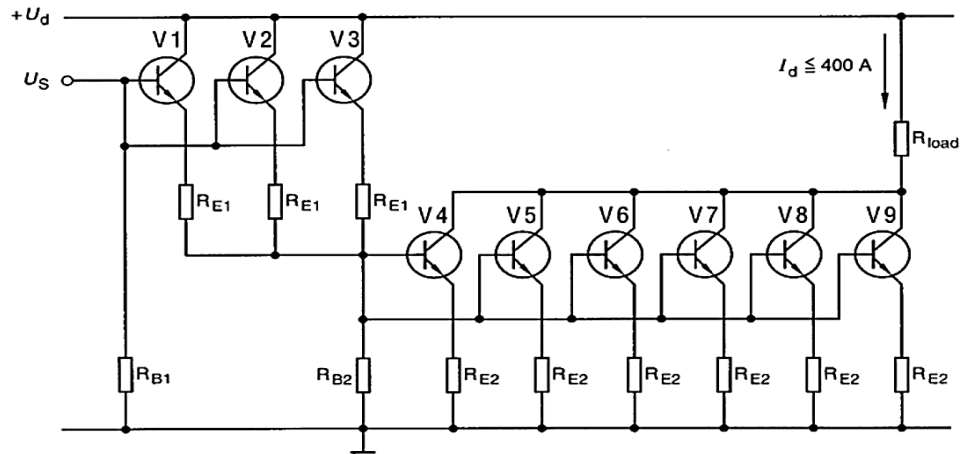
Hình 2.16 Bộ nguồn xung theo nguyên lý biến đổi đồng dẫn đơn

Trong khoảng thời gian transistor dẫn điện, năng lượng đượ chuyển sang cuộn thứ cấp biến áp và tạo ra dòng điện chảy qua V60, L2 và R_{load} . Trong khoảng thời gian tắt của transistor không có dòng qua V60, lúc này năng lượng tích trữ trong L2 sẽ duy trì dòng tải ngang qua V70 và năng lượng từ trường trong biến áp ngang qua V50 và cuộn khử từ đượ nạp vào tụ lọc nguồn, chu kỳ thứ hai tiếp tục khi transistor dẫn điện trở lại

1.4.5 Bộ điều khiển 400 A dùng transistor công suất

Trong nhiều thiết bị điều chỉnh dòng lớn thường thực hiện bằng cách ghép song song nhiều transistor công suất lại với nhau. Hình 2.17 trình bày một bộ cắt dòng 400A điều khiển động cơ một chiều trong kỹ thuật hàng không

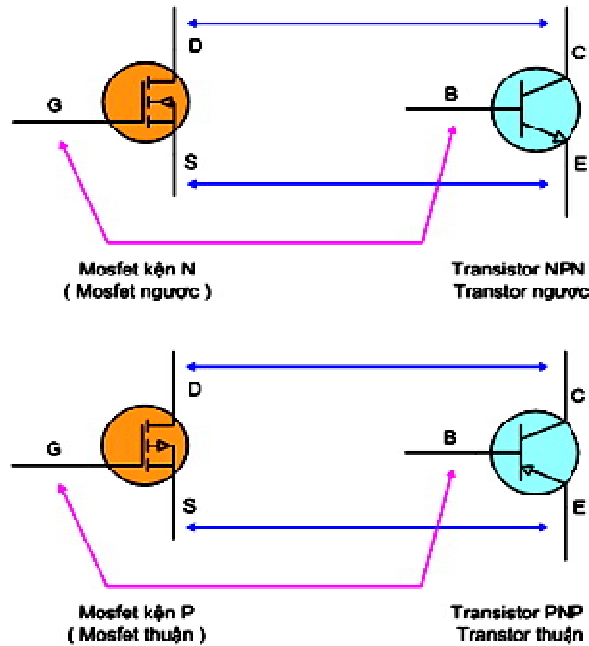
Tầng công suất gồm 6 transistor 70A ghép song song và tầng điều khiển gồm 3 transistor 20A ghép song song, các điện trở mạch cực phát có tác dụng phân bố đều dòng điện trong các nhánh



Hình 2.17 Bộ điều khiển 400 A dùng transistor công suất

1.5. MOSFET

1.5.1 Cấu tạo Mosfet



Hình 2.18 Cấu tạo Mosfet

G : Gate gọi là cực cổng

S : Source gọi là cực nguồn

D : Drain gọi là cực máng

Mosfet kện N có hai miếng bán dẫn loại P đặt trên nền bán dẫn N, giữa hai lớp P-N được cách điện bởi lớp SiO₂ hai miếng bán dẫn P được nối ra thành cực D và cực S, nền bán dẫn N được nối với lớp màng mỏng ở trên sau đó được dấu ra thành cực G.

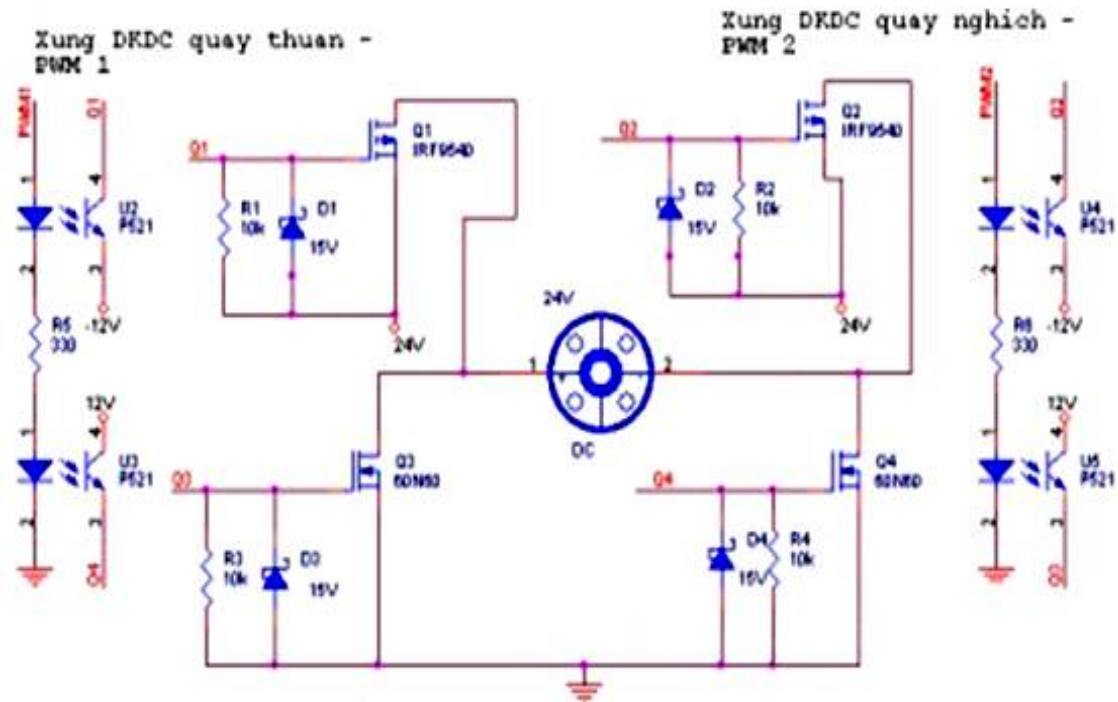
Mosfet có điện trở giữa cực G với cực S và giữa cực G với cực D là vô cùng lớn, còn điện trở giữa cực D và cực S phụ thuộc vào điện áp chênh lệch giữa cực G và cực S (U_{GS})

Khi điện áp $U_{GS} = 0$ thì điện trở R_{DS} rất lớn, khi điện áp $U_{GS} > 0 \Rightarrow$ do hiệu ứng từ trường làm cho điện trở R_{DS} giảm, điện áp U_{GS} càng lớn thì điện trở R_{DS} càng nhỏ.

1.5.2 Mạch điều khiển động cơ dung Mosfet

Đối với tải thiết bị cần tần số đóng cắt lớn ($>20\text{Khz}$) người ta thường không dùng BJT vì nhược điểm trên mà người ta dùng các linh kiện công suất như Mosfet hay IGBT ... Và cái này thường dùng để điều khiển động cơ DC lớn và các bộ bấm áp có công suất lớn. Cái này chúng ta cần chú đến : Tín hiệu điều khiển đóng cắt, bảo vệ các van điều khiển, dòng ngược từ tải có khả năng phá hủy tiếp giáp

Ví dụ như mạch dùng Công suất dùng Mosfet điều khiển động cơ DC - 24V:



Hình 2.19 : Mạch điều khiển động cơ dùng Mosfet

Mạch này là điều khiển động cơ DC-24V hay nhỏ hơn 24V dùng cầu H sử dụng **Mosfet** công suất. Trong mạch này do tín hiệu từ vi điều khiển không đủ để mở khóa Fet cho nên phải dùng con kích xung là opto P521 .

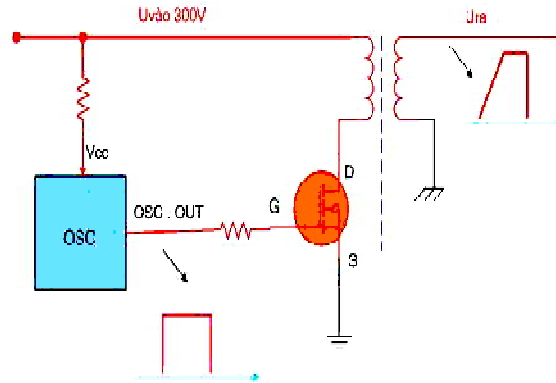
Ngoài ra còn thiết kế ra những mạch cầu H công suất lớn hơn như thế phải cần dùng các con **Mosfet** hay IGBT có Id lớn phù hợp với tải khi đó mạch cầu H của bạn phải dùng tất cả các FET cùng kênh và có mạch lái

Trong thực tế có 1 loại IC bán dẫn được tích hợp luôn cả cầu H trong đó ta chỉ cần cấp xung điều khiển, có bảo vệ dòng :

+ L293 : Với điện áp đầu vào là 36V và dòng điện định qua nó là 1.2A

+ L298 : Với điện áp đầu vào là 46V và dòng điện định qua nó là 4A

1.5.3 Mạch tạo xung nguồn



Hình 2.20 Mạch tạo xung nguồn

Trong bộ nguồn xung của Monitor hoặc máy vi tính, người ta thường dùng cặp linh kiện là IC tạo dao động và đèn Mosfet, dao động tạo ra từ IC có dạng xung vuông được đưa đến chân G của Mosfet, tại thời điểm xung có điện áp $> 0V \Rightarrow$ đèn Mosfet dẫn, khi xung dao động $= 0V$ Mosfet ngắt \Rightarrow như vậy dao động tạo ra sẽ điều khiển cho Mosfet liên tục đóng ngắt tạo thành dòng điện biến thiên liên tục chạy qua cuộn sơ cấp \Rightarrow sinh ra từ trường biến thiên cảm ứng lên các cuộn thứ cấp \Rightarrow cho ta điện áp ra

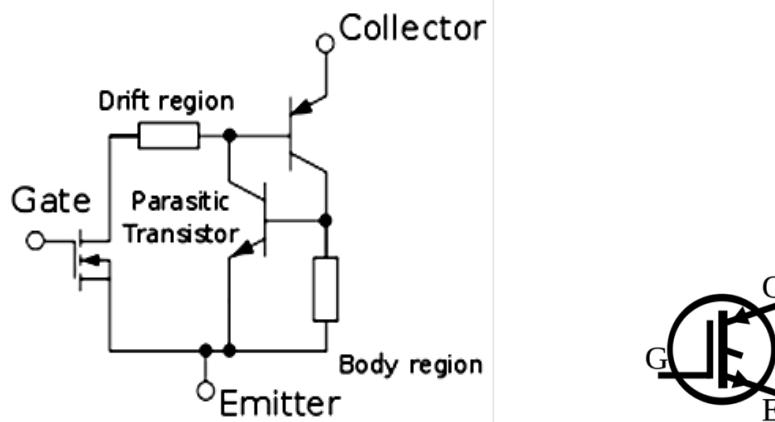
1.6 IGBT

1.6.1 Cấu tạo

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 emiter (tương tự cực gốc) với collector (tương tự với cực máng), mà không phải là n-n như ở MOSFET . Vì thế

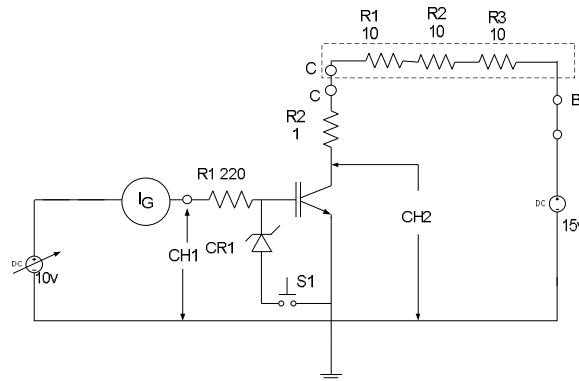
có thể coi IGBT tương đương với một transistor p-n-p với dòng base được điều khiển bởi một MOSFET.

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.



Hình 2.29: Cấu trúc của IGBT

1.6.2 Khảo sát IGBT



Hình 2.24

Bước 1: Tắt nguồn. Thiết lập mạch như hình 2.24 (chỉ thay MOSFET bằng IGBT)

Bước 2: Trên bộchân đế, xoay núm dương của nguồn điều khiển hết cỡ ngược chiều kim đồng hồ để thu được điện áp 0V. Sau đó, bật nguồn cung cấp.

Bước 3: Trên bộdao động ký. Điện áp giữa cực C và E của IGBT là bao nhiêu?

$$V_{CE} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

Bước 4: Xoay nguồn điều khiển dương theo chiều kim đồng hồ sao cho điện áp cực G IGBT tăng đến 10V.

Bước 5: Điện áp giữa cực C và E của IGBT là bao nhiêu?

$$V_{CE(ON)} = \text{_____ V}$$

Bước 6: Dùng VOM ở chế độ DC, đo điện áp trên điện trở R1 ở phía cực G. Dòng cực G xác định bằng cách lấy điện áp đo được chia cho điện trở R1. xác định dòng G.

$$I_G = \text{_____ mA}$$

Bước 7: Biến đổi vài lần điện áp giữa 0 đến 10V, quan sát thật kỹ tín hiệu

bước 8: Có phải IGBT hoạt động như một công tắc được điều khiển bởi dòng G, nghĩa là dẫn điện khi cung cấp điện áp 10V cho dòng G và ngắt điện khi không cung cấp điện áp cho dòng G không?

Có

Không

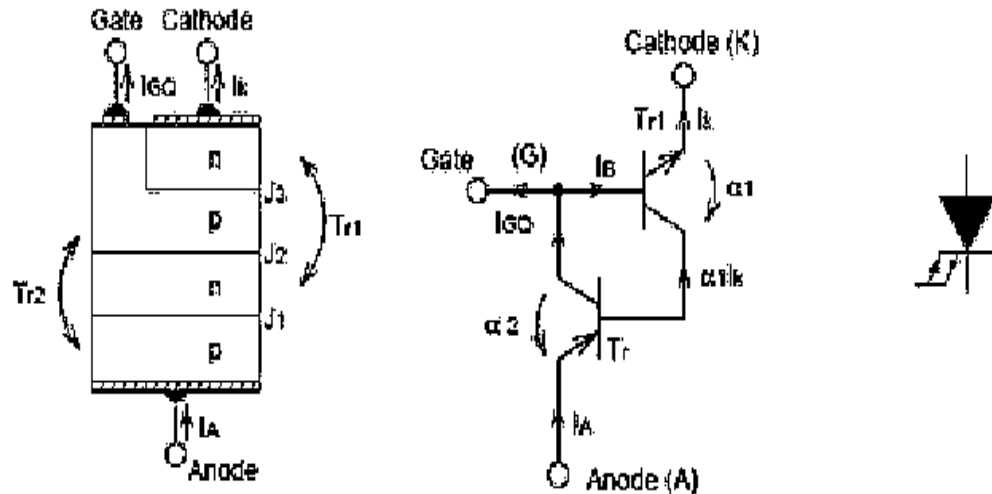
1.7 GTO

1.7.1 Cấu tạo

- GTO có thêm công kích ngắt mắc song song với công kích dẫn.
- Để GTO dẫn thì dòng kích dẫn phải được duy trì khi nó dẫn.
- Khi dòng kích vượt quá giá trị cho phép thì GTO sẽ không kích ngắt được
- GTO được sử dụng cho các mạch công suất lớn có thể lên tới 6000- 7000A

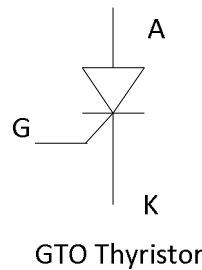
Để kích dẫn hoặc ngắt công tắc bán dẫn ở công suất rất cao, nên dùng thyristor GTO. Ví dụ, GTO có thể chuyển mạch tại dòng có cường độ 850A và chịu hiệu điện thế 4500V. Ngoài ra GTO còn là một công tắc điện có thể điều khiển mà chịu được một điện áp ngược bằng điện áp thuận

Thyristor GTO là công tắc có thể điều khiển dùng trong mức công suất cao nhất. Để kích dẫn GTO cần có một xung dòng dương từ cực G. Để ngắt GTO, cần cung cấp cho GTO một xung dòng âm. Cần duy trì một dòng điện cực G đủ lớn để GTO duy trì trạng thái hiện tại.



Hình 2.30 : Cấu tạo của GTO

- Ký hiệu GTO tương tự như ký hiệu Thyristor, như đã xem trong tài liệu Mạch điều khiển pha và Thyristor, ngoại trừ dấu gạch xiên nhỏ được thêm vào



Hình 2.31 : Ký hiệu của GTO Thyristor

1.7.2 Khảo sát GTO - Thyristor

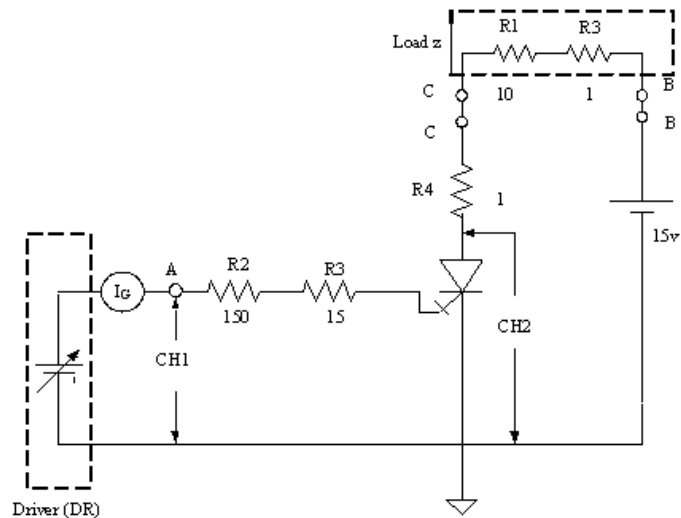
Bước 1: Nối cực POWER INPUT của bảng mạch với nguồn cung cấp 15V. Lúc này đừng bật nguồn cung cấp.

Bước 2: Thiết lập mạch như hình 2.32. Để làm được điều đó, đặt một jumper để nối R1, dùng jumper thứ 2 để làm đoạn mạch có cuộn cảm L1. Trong khối mạch DRIVER, đặt 1 jumper giữa cực dương của nguồn và ngõ ra cực A. Sau đó nối cực A của khối mạch DRIVER với cực A của khối mạch Thyristor GTO. Trong khối mạch THYRISTOR GTO, đặt jumper nối nối cực B đến +15V. Sau cùng, nối cực B và C của khối mạch LOAD (Z) với cực B và C của khối mạch Thyristor GTO

Bước 3: Trên bọchân đế, xoay núm dương của nguồn điều khiển hết cỡ ngược chiều kim đồng hồ để thu được điện áp 0V. Sau đó, bật nguồn cung cấp.

Bước 4: Trên bộ dao động ký, trên kênh 2, điện áp giữa anode và cathode của Thyristor GTO là bao nhiêu?

$V_{AK} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$



Hình 2.32 Khảo sát Thyristor GTO

Bước 5: Xem kết quả ở bước 4, bạn có thể xác định Thyristor GTO ngắt và ngăn không cho dòng I_A chạy qua không ?

Có

Không

Bước 6: Xoay nguồn điều khiển dương theo chiều kim đồng hồ sao cho điện áp cực G Thyristor GTO tăng đến 10V.

Bước 7: Điện áp giữa cực anode và cathode của Thyristor GTO bằng bao nhiêu?

$V_{AK(ON)} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

Bước 8: Xem kết quả ở bước 7, bạn có thể xác định Thyristor GTO dẫn và cho dòng I_A chạy qua không ?

Có

Không

Bước 9: Tương tự câu trên, xác định dòng G của GTO.

$I_G = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$

Bước 10: Dùng nguồn điều khiển dương, thay đổi vài lần điện áp từ 0 đến 10V, trong khi đó quan sát tín hiệu.

Bước 11: Có phải Thyristor GTO hoạt động như một công tắc được điều khiển bởi dòng G không?

Có

Không

Cấp lại dòng cực G. Giảm điện áp của nguồn dương cho đến khi Thyristor GTO tắt. Ghi lại giá trị dòng điện làm cho Thyristor GTO tắt.

$$I_A = \text{_____} A$$

Bước 12: Xoay núm điều khiển nguồn âm hết cỡ theo ngược chiều kim đồng hồ. Gỡ jumper mà nối ngõ ra dương (+10V) với cực A và nối ngõ ra âm (-10V) với cực A để đưa xung âm vào cực G Thyristor GTO.

Bước 13: Điện áp ở các cực Thyristor GTO bằng bao nhiêu?

$$V_G = \text{_____} V$$

Bước 14: Dùng jumper, biến đổi vài lần điện áp từ +10V đến -10V, để cấp không cố định vài xung âm và dương đến cực G Thyristor GTO trong khi đó quan sát tín hiệu

Bước 15: Thyristor GTO có hoạt động như công tắc có thể điều khiển mà bật khi nó nhận xung dòng dương ở cực G và tắt khi nhận xung dòng âm ở cực G không?

Có

Không

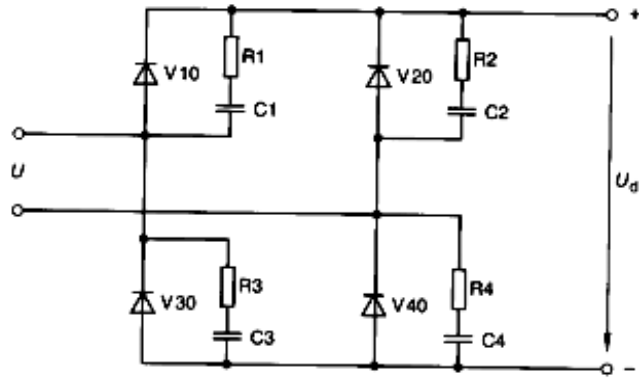
2. PHƯƠNG PHÁP BẢO VỆ DIODE SILIC

2.1 Bảo vệ quá áp

Hiện tượng quá điện áp có thể phát sinh do hiệu ứng tích tụ điện tích, áp suất hoặc biến thiên dòng điện trong điện cảm, các điện áp này có thể vượt quá điện ápngịnh cho phép của diode và làm hư hỏng diode

2.1.1 Bảo vệ quá áp do hiệu ứng tích tụ điện tích

Khi điện áp trên diode giảm xuống 0, lúc này tại vùng tiếp xúc vẫn còn nhiều hạt tải tự do và dòng điện vẫn tiếp tục chảy qua diode mặc dù điện áp trên diode lúc đó đảo chiều và dòng này sẽ giảm đột ngột khi các hạt tải rời khỏi vùng tiếp xúc, đột biến dòng điện này sẽ tạo ra trong mạch điện cảm một xung điện áp Hiện tượng tích tụ điện tích phát sinh theo chu kỳ và phụ thuộc vào điện áp lưới điện. Xung điện áp phát sinh sẽ cộng thêm với điện áp lưới và gây nguy hiểm cho diode tương ứng, bằng cách ghép một mạch bảo vệ có tính chất điện dung song song với diode (còn gọi là mạch AHS) để dòng điện này có thể tiếp tục chảy qua điện dung (hình 2.33)



Hình 2.33 Bảo vệ diode trong chỉnh lưu cầu bằng mạch AHS

Ngược lại với diode, đối với thyristor mức điện tích nạp vào tụ phụ thuộc vào góc kích và trong thời gian thyristor dẫn tụ sẽ phóng điện đột ngột. Do đó, trong trường hợp này cũng phải xử dụng mạch bảo vệ AHS gồm một tụ điện nối tiếp với một điện trở đệm (hình 2.34), giá trị các linh kiện này phụ thuộc vào mạch điện cụ thể, điện áp lưới và dòng thuận cho phép. V.D: Với các thyristor có dòng điện khoảng 50A các giá trị này được cho trong hình 2.34

Điện áp nguồn	Điện trở	Tụ
125-249 V, 40-60 Hz	47-68 Ω , 6 W	0,22 μ F, 600 V~
250-379 V, 40-60 Hz	68-100 Ω , 6 W	0,1 μ F, 600 V~
380-500 V, 40-60 Hz	100-150 Ω , 10 W	0,1 μ F, 600 V~

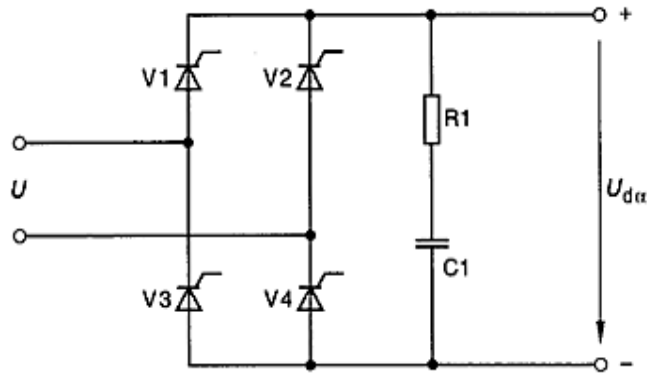
Hình 2.34 Giá trị các mạch AHS

2.1.2 Quá áp do đóng ngắt

Quá điện áp có thể xảy ra do hiện tượng đóng ngắt tải điện cảm hoặc điện dung, do biến thiên từ thông trong các động cơ điện một chiều và cũng có thể do sét đánh vào dây dẫn ngoài trời. Do đó, việc chọn biện pháp bảo vệ phụ thuộc vào từng trường hợp và ứng dụng cụ thể.

Trong nhiều trường hợp, hiện tượng quá áp có thể được bảo vệ bởi một mạch RC. Trong đó, tác dụng của các điện dung nhằm tích trữ năng lượng của các xung điện áp và của các điện trở nối tiếp là để triệt tiêu dao động tự kích. Trong nhiều trường hợp một mạch RC như thế thường thực hiện cả hai nhiệm vụ: Bảo vệ AHS và bảo vệ quá điện áp hình 2.35)

Phương pháp này cũng có hạn chế là kích thước tụ lớn và tính kinh tế không cao, đối với các diode điện áp thấp thường dùng phương pháp bảo vệ bằng các phân tử giới hạn điện áp.



Hình 2.35 Bảo vệ quá áp do đóng ngắt và tích tụ điện tích

2.1.3 các phần tử bảo vệ quá áp

Các phần tử này được chia làm hai loại: Loại dẫn điện khi quá điện áp và loại hạn chế điện áp. Đường đặc tính của loại dẫn quá áp có đoạn đặc tính điện trở âm, chúng sẽ chuyển sang trạng thái dẫn điện (điện trở nhỏ) khi điện áp đạt một giá trị xác định.

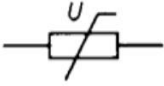


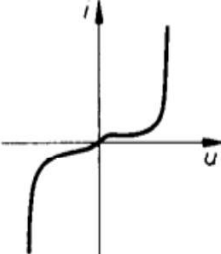
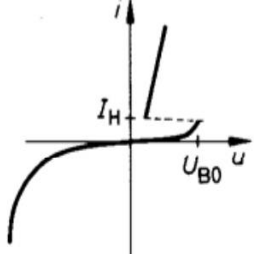
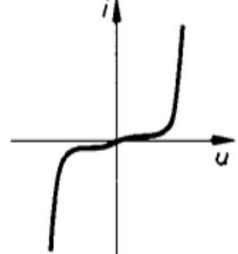
Các phần tử giới hạn điện áp bao gồm: Varistor và các diode giới hạn điện áp đối xứng, các linh kiện này hạn chế điện áp tại một giá trị xác định để bảo vệ các linh kiện bán dẫn khác. Hình 2.36 trình bày ba loại phần tử bảo vệ quá áp quan trọng nhất thường được dùng trong kỹ thuật chỉnh dòng

Varistor oxid kim loại

Loại này phù hợp với đặc tính của thyristor (hình 2.36). Vì chúng có nhiệt dung lớn nên thường dùng để hạn chế điện áp tạo ra bởi các xung điện áp, Varistor được dùng như mạch TSE đối với các thyristor có đỉnh dòng ngược nhỏ hơn 20A. Ứng dụng chủ yếu của chúng là để hạn chế điện áp trong các mạch chỉnh lưu không điều khiển có công suất nhỏ và trung bình và cả các mạch ổn áp

Diode quá áp

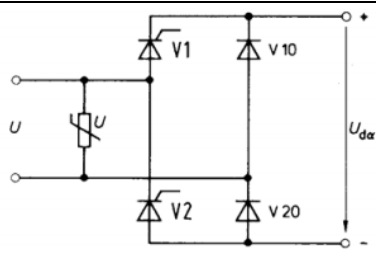
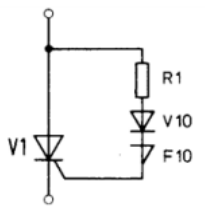
Chúng có cấu tạo giống thyristor nhưng có điện áp đánh thủng cố định và chính xác UBO (hình 2.36), loại này không có cực cổng, điện áp đánh thủng được chế tạo từ 500V đến 4000V nhằm mục đích ngăn khả năng tự dẫn của thyristor.

Phần tử	Varistor	Diode quá áp	Diode ổn áp đối xứng
Ký hiệu điện			
Đặc tính			

Hình 2.36 Các phần tử bảo vệ quá áp

Varistor: sẽ hạn chế điện áp khi thyristor ở trạng thái khóa thuận để tránh hiện tượng tự dẫn của thyristor khi xuất hiện xung điện áp.

Diode ổn áp đối xứng : Là kết hợp giữa hai diode giới hạn điện áp (hình 2.28) ghép nối tiếp và ngược chiều. loại này thích hợp để bảo vệ cho các diode lớn trong các thiết bị có công suất từ 100KW trở lên. Đối với các thyristor có tốc độ tăng điện áp thấp cần phải thêm mạch AHS. Hình 2.37 trình bày các ứng dụng điển hình

	Bảo vệ quá áp các bộ biến đổi công suất thấp dùng varistor
	Bảo vệ các thyristor công suất ở trạng thái khóa dùng diode quá áp

	<p>Bảo vệ quá áp các van bộ biến đổi công suất lớn theo chiều khóa dùng diode quá áp</p>
	<p>Bảo vệ quá áp theo 2 chiều các thyristor công suất lớn dùng diode ổn áp đối xứng</p>
	<p>Bảo vệ quá áp các thyristor công suất lớn trong mạch nối tiếp dùng diode ổn áp đối xứng kết hợp mạch AHS</p>

Hình 2.37 Các ứng dụng bảo vệ quá áp điển hình

2.2 Bảo vệ quá dòng và ngắn mạch

Các diode silic thường có nhiệt dung thấp nên dễ bị quá nhiệt khi dòng điện chảy qua có giá trị quá lớn. Tốc độ tăng dòng không được lớn hơn giá trị cho phép S_{i-krit} , nếu không có thể dẫn đến hư hỏng diode. Giới hạn dòng điện và công suất phải được lưu ý và được cho trong sổ tay của nhà sản xuất. Tốc độ tăng dòng di/dt có thể giảm được bằng cách ghép thêm điện cảm

Trong quá trình làm việc, các diode còn phải được bảo vệ:

- Quá dòng ngắn hạn khi chạm mạch cũng như quá tải
- Quá dòng dài hạn (luôn bị quá tải)

Dựa trên nguyên nhân phát sinh, các hiện tượng trên được phân loại như sau:

Ngắn mạch bên trong

Gây ra bởi khả năng chịu đựng điện áp thuận cũng như nghịch của thyristor giảm bởi xung nhiễu hoặc các miền tiếp xúc bên trong bị ngắn mạch

Ngắn mạch bên ngoài

Gây ra do tải bị ngắn mạch, điện áp lưới quá cao hoặc hư hỏng thiết bị chuyển mạch.

Hiện tượng quá tải dài hạn có thể do nguyên nhân cơ khí, ví dụ hệ truyền động bị kẹt hoặc có thể do nguyên nhân tải điện ví dụ mạch hạn dòng không hoạt động .

Dựa trên phương pháp bảo vệ bao gồm hai loại: Bảo vệ ngắn mạch và bảo vệ toàn bộ. Trong phương pháp bảo vệ toàn bộ phải chọn thiết bị bảo vệ có đặc tính tác động sao cho trong suốt thời gian bảo vệ dòng điện vẫn thấp hơn dòng giới hạn của diode, điều này có thể đạt được bằng các biện pháp sau đây:

- Dùng cầu chì tác động nhanh
- Dùng thiết bị đóng cắt từ tốc độ cao
- Kết hợp cầu chì tác động nhanh với tiếp điểm nhiệt
- Kết hợp cả ba biện pháp nêu trên

2.2.1 Bảo vệ bằng cầu chì

Trong nhiều trường hợp đặc biệt là khi công suất nhỏ, phương pháp bảo vệ thường dùng là cầu chì tác động nhanh trong khoảng từ 1mS đến 10mS khi có quá dòng. Một đại lượng quan trọng cho việc tính chọn cầu chì là tích phân tải giới hạn của diode. Đó là nhiệt độ cho phép của vùng chặn được biểu thị bằng tổng tất cả các giá trị tức thời i^2 trong một khoảng thời gian xác định

Với diode có $I_{FAV} = 50A$

$$\int_{i_F}^2 dt = 3500 A^2S \text{ trong } 10mS \text{ tại } \theta_J = 45^0 C$$

hoặc

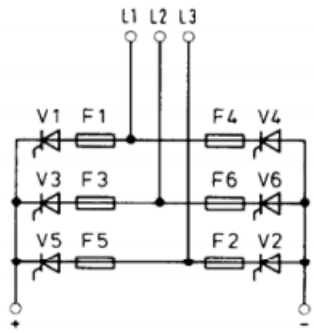
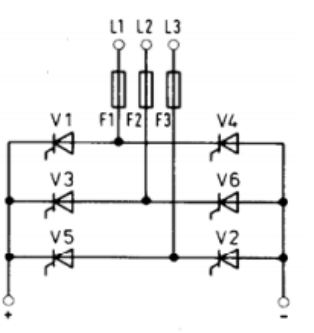
Với thyristor có $I_{TAV} = 50A$

$$\int_{i_F}^2 dt = 7200 A^2S \text{ trong } 10mS \text{ tại } \theta_J = 45^0 C$$

Hoặc

$$\int_{i_F}^2 dt = 2400 A^2S \text{ trong } 10mS \text{ tại } \theta_J = 125^0 C$$

Sơ đồ mạch	Cầu chì nội bộ	Cầu chì ngoài
------------	----------------	---------------

		
ứng dụng	Trường hợp có sức phản điện và các van ghép song song trong mỗi nhánh	Trường hợp công suất > 20 KW
Ưu điểm	Chống ngược cực tính trong máy nạp điện, có khả năng bảo vệ tốt hơn cho các van	Giá thành thấp
Khuyết điểm	Giá thành cao	Không tốt khi quá dòng xảy ra trong khoảng thời gian ngắn

Hình 2.38 Bảo vệ bằng cầu chì tác động nhanh

Trong phương pháp bảo vệ này giá trị $i^2 dt$ của cầu chì trong thời gian đáp ứng phải luôn nhỏ hơn phân nửa giá trị tích phân tải giới hạn của diode. Trong thực tế thường chọn

$$(i^2 dt)_{\text{cầu chì}} \leq 0,9 (i^2 dt)_{\text{diode}}$$

Dòng định mức của cầu chì nên chọn từ 1,1 đến 1,4 lần dòng điện thực tế. Cầu chì tác động nhanh có dạng ống thủy tinh với một vòng màu vàng và ký hiệu FF. Ví dụ cầu chì loại Silized 5SD420 có các thông số quan trọng như sau:

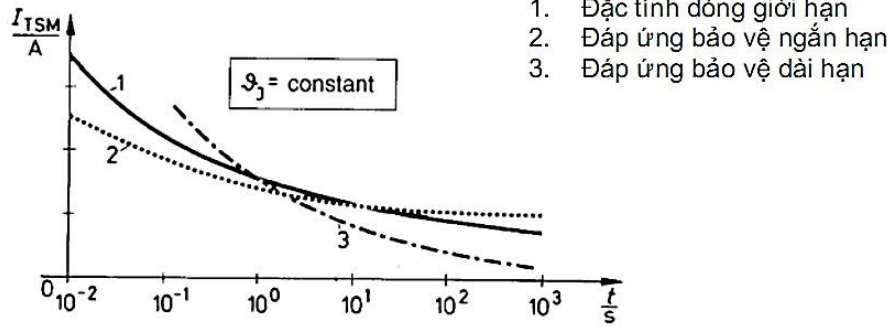
$$\text{Điện áp } U = 500V$$

$$\text{Dòng } I_{RMS} = 16A$$

$$i^2 t = 60A^2S$$

2.2.2 Phương pháp bảo vệ quá dòng kết hợp

Đối với các thiết bị lớn chỉ nên dùng một cầu chì để bảo vệ ngắn mạch. Vì vậy, việc bảo vệ quá dòng phải cần dùng thêm các phần tử khác. Đặc tính của các phần tử như thế, tổ hợp bảo vệ, bao gồm một cầu chì tác động nhanh bảo vệ ngắn mạch và một tiếp điểm nhiệt bảo vệ quá dòng dài hạn trong phạm vi công suất từ 6 - 20KW (hình 2.39). Trong hình 2.39 là hai sơ đồ bảo vệ có công suất khác nhau.



Hình 2.39 Đặc tính bảo vệ ngắn mạch và quá dòng

Sơ đồ	Bảo vệ MCB	Bảo vệ kết hợp
ứng dụng	ứng dụng có công suất $\leq 15 \text{ KW}$	ứng dụng có công suất $\geq 20 \text{ KW}$
Ưu điểm	Không cần thay mới khi có sự cố, tiết kiệm tiếp điểm làm việc	Thích hợp cho yêu cầu bảo vệ các van
Khuyết điểm	Bảo vệ ngắn hạn kém	Chi phí cao

Hình 2.40 So sánh 2 phương pháp bảo vệ với các mức công suất khác nhau

2.3 Bảo vệ quá nhiệt

2.3.1 Đại cương

Điện áp thuận của linh kiện bán dẫn nhỏ hơn nhiều so với điện áp nguồn nuôi nhưng do dòng điện qua miền tiếp xúc tương đối lớn nên công suất rơi trên miền tiếp xúc cũng làm tăng nhiệt độ tại đây.

Nếu tần số làm việc lớn hơn 60Hz hoặc khi làm việc với tín hiệu xung thì công suất tiêu hao trong thời gian chuyển mạch sẽ làm nhiệt độ tăng cao, tương quan giữa tiêu hao công suất lúc đóng và ngắt mạch còn phụ thuộc theo loại tải.

Để tính toán công suất tiêu hao tổng Pges rơi trên linh kiện phải biết công suất tiêu hao khi dẫn thuận P_F , khi dẫn nghịch P_R , công suất điều khiển P_{contr} và công suất chuyển mạch P_{sw}

$$P_{tot} = P_F + P_R + P_{contr} + P_{sw}$$

Trong lĩnh vực điện tử công suất, công suất tiêu hao nghịch và điều khiển có thể bỏ qua, và công suất tổng khi làm việc ở tần số cao hoặc xung được tính gần đúng theo công thức

$$P_{tot} \approx P_F + P_{sw}$$

Và khi tần số làm việc nhỏ hơn 60Hz

$$P_{tot} \approx P_F$$

Trong hình 2.41 trình bày các công thức tính tiêu hao công suất trên linh kiện bán dẫn

Linh kiện	Phương trình
Transistor	$P_F = U_{CE\ sat} \times I_C$
Diode	$P_F = U_{(TO)} \times I_{FAV} + r_F \times F^2 \times I_{FAV}^2$
Thyristor	$P_T = U_{(TO)} \times I_{TAV} + r_T \times F^2 \times I_{TAV}^2$

Hình 2.41 Công suất tiêu hao thuận trên linh kiện bán dẫn

2.3.2 Đặc tính nhiệt tĩnh

Trong phần này trình bày về nhiệt dung của linh kiện và sẽ được giảm đi nhờ các cánh tỏa nhiệt, có nghĩa là nhiệt độ phát sinh phải được truyền toàn bộ vào môi trường làm nguội. Nhiệt trở phải có giá trị thật thấp để công suất tiêu hao P_{tot} có thể truyền từ cánh tỏa nhiệt vào không khí dễ dàng. Gọi $\Delta\vartheta$ là chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ môi nối ϑ_J với nhiệt độ môi trường ϑ_A

$$\Delta\vartheta = \vartheta_J - \vartheta_A$$

Suy ra nhiệt trở được tính theo công thức

$$R_{th\ tot} = \frac{\vartheta_J - \vartheta_A}{P_{tot}}$$

Nhiệt trở tổng là tổng cộng các nhiệt trở thành phần: Nhiệt trở giữa vỏ với mỗi nối ($R_{th\ JC}$), giữa vỏ với cánh tỏa nhiệt ($R_{th\ CK}$) và giữa cánh tỏa nhiệt với môi trường ($R_{th\ KA}$)

$$R_{th\ tot} = R_{th\ JC} + R_{th\ CK} + R_{th\ KA}$$

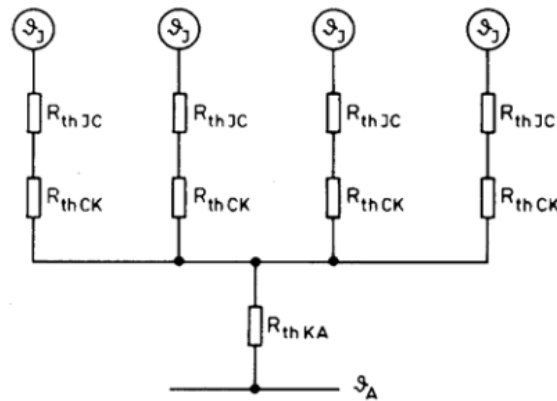
Đối với các linh kiện công suất lớn, cánh tỏa nhiệt được đặt ở hai mặt tương đương như mạch ghép song song

$$\frac{1}{R_{th\ tot}} = \frac{1}{R_{th\ JA\ anode}} + \frac{1}{R_{th\ JA\ cathode}}$$

2.3.3 Ví dụ ghép 4 diode trên 1 cánh tỏa nhiệt

Từ sổ tay của nhà sản xuất tìm được các giá trị cho phép tương ứng với các loại cánh tỏa nhiệt. Ứng dụng sơ đồ nhiệt tương đương ở hình 2.42. Bốn diode trong mạch chỉnh lưu cầu được ghép chung trên cùng một cánh tỏa nhiệt

$$R_{th\ JC} = 1,5\text{K/W}; R_{th\ CK} = 0,7\text{K/W}; R_{th\ KA} = 0,35\text{K/W}; \vartheta_J = 180^{\circ}\text{C}; \vartheta_A = 45^{\circ}\text{C}$$



Hình 2.42 Sơ đồ tương đương nhiệt trở tĩnh của cánh tỏa nhiệt chung

$$\begin{aligned} R_{th\ tot} &= (1/4)(R_{th\ JC} + R_{th\ CK}) + R_{th\ KA} \\ &= (1/4)(1,5 + 0,7) \text{ K/W} + 0,35 \text{ K/W} \\ &= 0,55 \text{ K/W} + 0,35 \text{ K/W} \\ &= 0,9 \text{ K/W} \end{aligned}$$

Với giá trị này suy ra công suất tối đa trên 4 diode

$$P_{tot} = \frac{\vartheta_J - \vartheta_A}{R_{th\ tot}} = \frac{180^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}}{0,9 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = \frac{135 \text{ K}}{0,9 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 150 \text{ W}$$

Công suất tiêu hao trên mỗi diode

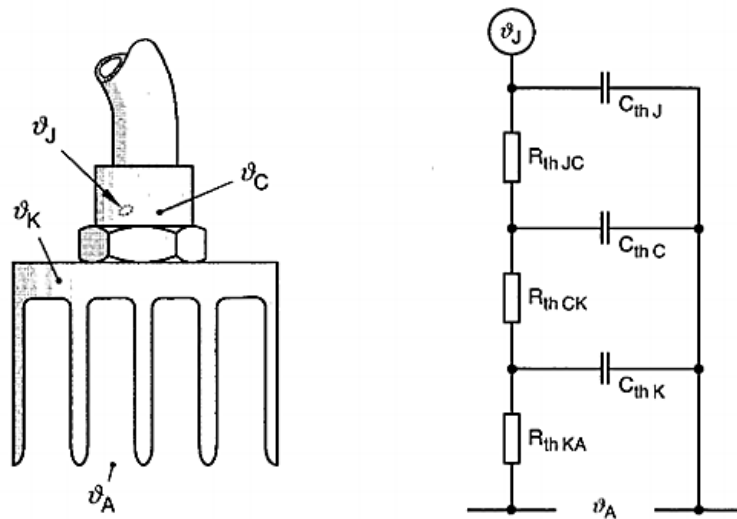
$$P_{\text{Diode}} = \frac{P_{\text{tot}}}{4} = \frac{150 \text{ W}}{4} = 37,5 \text{ W}$$

2.3.4 Đặc tính nhiệt động

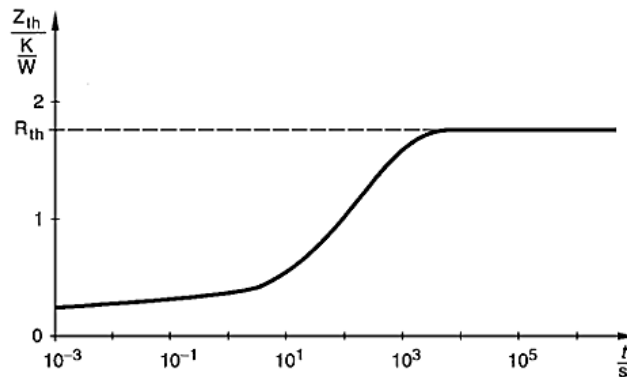
Khi dòng tải thay đổi V.D: Trong chế độ làm việc xung, lúc này hệ thống tỏa nhiệt được xem như là sự kết hợp giữa nhiệt trở và nhiệt dung (hình 2.43), đặc tính nhiệt của linh kiện gọi là nhiệt trở động Z_{th} , giá trị này thay đổi theo thời gian và là đơn vị đo khả năng truyền nhiệt trong một khoảng thời gian ngắn. Vì trong khoảng thời gian dài thì các nhiệt dung C_{th} đã được nạp ổn định nên có thể thay thế bằng nhiệt trở tĩnh như chỉ ở

hình 2.36

$$Z_{th} = R_{th} \text{ khi } t > 10^3 \text{ S}$$



Hình 2.43 Sơ đồ tương đương nhiệt trở động của van có tỏa nhiệt



Hình 2.44 Đặc tính nhiệt trở động Z_{th}

2.3.5 Các cách truyền dẫn nhiệt

Trong trạng thái tĩnh, phụ thuộc vào loại và kích thước diode và cả thiết bị cũng như chế độ làm việc, nhiệt có thể truyền dẫn bằng nhiều cách: Bức xạ nhiệt, dẫn nhiệt và đối lưu

Bức xạ nhiệt

Quá trình truyền nhiệt xảy ra do dao động sóng điện từ, vật đen có khả năng bức xạ nhiệt cao nhất

Năng lượng nhiệt có thể được truyền đi bằng bức xạ nhưng trong chất bán dẫn nhiệt được truyền đi tỉ lệ với điều kiện truyền nhiệt và đối lưu và không do hiện tượng bức xạ

Dẫn nhiệt

Việc truyền dẫn năng lượng ra môi trường lạnh hơn là do hiệu ứng va chạm của các phân tử chuyển động nhanh trong môi trường nóng, khả năng truyền nhiệt phụ thuộc vào tính chất của vật liệu và được đánh giá bởi độ dẫn nhiệt λ (hình 2.45). Cánh tỏa nhiệt được chế tạo chủ yếu từ nhôm và đồng, bạc có độ dẫn nhiệt tốt nhưng ít được dùng vì giá thành cao

Vật liệu	Độ dẫn nhiệt $\lambda \left[\frac{W}{Km} \right]$	Hệ số nhiệt $c \left[\frac{Wh}{KgK} \right]$	Mật độ $\rho \left[\frac{kg}{dm^3} \right]$
Bạc	415	0,07	10,5
Đồng	394	0,1	8,9
Nhôm	229	0,24	2,7
Sắt	71	0,13	7,8
Nước	0,6	1,63	1
Không khí	0,02	0,28	$1,29 \times 10^{-3}$

Hình 2.45 Đặc tính nhiệt của vật liệu

Đối lưu

Trước tiên, nhiệt lượng được hấp thu bởi chất lỏng hoặc chất khí như nước hoặc không khí và sau đó được truyền đi bởi chuyển động của các chất đó (không khí nóng bay lên cao).

Hiện tượng đối lưu là một dạng làm nguội bằng không khí thường dùng cho các linh kiện bán dẫn, đặc biệt là không khí tạo một tiếp xúc rất tốt với vỏ của linh kiện và cánh tỏa nhiệt

Trong trường hợp công suất lớn, ngoài biện pháp làm nguội bằng không khí còn sử dụng nước cũng như các loại dầu đặc biệt

Đối với các linh kiện công suất nhỏ được làm nguội tự nhiên bằng không khí, diện tích cánh tỏa nhiệt được tính theo công thức kinh nghiệm

$$A = \text{const} \times \frac{P_{\text{tot}}}{\Delta \vartheta}$$

$$\Delta \vartheta = \vartheta_{\text{Jmax}} - \vartheta_{\text{A}}$$

$$\text{const} = (0,6..1) \frac{K \times \text{cm}^2}{W}$$

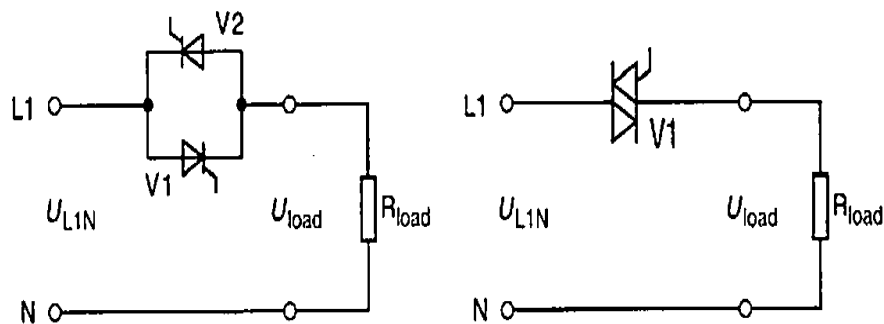
Làm nguội cưỡng bức

Được thực hiện bằng quạt gió hoặc bơm nước vào linh kiện cần làm nguội. Phương pháp này thường dùng trong trường hợp công suất lớn để bảo đảm tốt khả năng tỏa nhiệt

3. Công tắc xoay chiều ba pha

3.1 Đại cương

Các van bán dẫn có điều khiển như: Transistor và thyristor chỉ cho dòng điện chảy qua theo một chiều, nhưng trong kỹ thuật xoay chiều và 3 pha, một chuyển mạch điện tử hải có khả năng cho dòng điện chảy theo hai chiều, yêu cầu này được thực hiện bằng triac hoặc ghép song song và ngược chiều các thyristor với nhau (hình 2.46)



Hình 2.46: Công tắc xoay chiều dùng thyristor và triac

Công tắc được đóng bằng cách kích xung vào van tương ứng với chiều dẫn điện, xung kích là điện áp một chiều tại mỗi bán kỳ của điện áp xoay chiều

Mặc dù các công tắc cơ khí vẫn còn sử dụng nhưng trong nhiều lĩnh vực chúng đã bị thay thế bởi công tắc điện tử

Trong số tay kỹ thuật các công tắc điện tử có ký hiệu như sau:

Rờ le điện tử ELR hoặc

Rờ le bán dẫn SSR

Phần sau đây trình bày ưu và khuyết điểm của công tắc điện tử so với công tắc cơ khí.

Ưu điểm

- Tốc độ chuyển mạch cao
- Tần số đóng ngắt cao
- Tuổi thọ dài
- Độ tin cậy cao
- Không gây nhiễu
- Không bị ảnh hưởng môi trường
- Không bị rung động

Khuyết điểm

- Không cách ly về điện giữa lưới và tải ngay cả ở trạng thái tắt
- Tiêu hao tương đối lớn
- Khả năng quá dòng có giới hạn
- Khả năng quá áp có giới hạn

3.2 Công tắc xoay chiều

Dòng điện và điện áp trong tải điện trở thì tỉ lệ với nhau. Do đó, nếu xung kích xuất hiện ngay tại thời điểm điện áp lưới đạt giá trị cực đại thì dòng điện trong mạch sẽ tăng đột ngột lên giá trị cực đại, với tốc độ tăng dòng quá lớn như thế có thể gây nguy hiểm cho van bán dẫn và còn tạo nên nhiễu tần số cao.

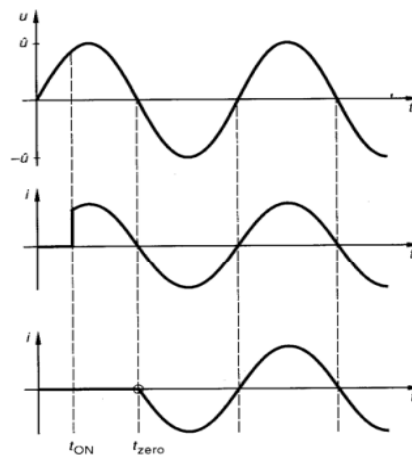
Hiện nay, hầu hết các công tắc xoay chiều ứng dụng trong công nghiệp đều là loại chuyển mạch tại điểm điện áp bằng 0, phần tiếp theo đây sẽ giới thiệu một số công tắc quan trọng thuộc loại này

3.2.1 Nguyên tắc chuyển mạch tại điểm 0

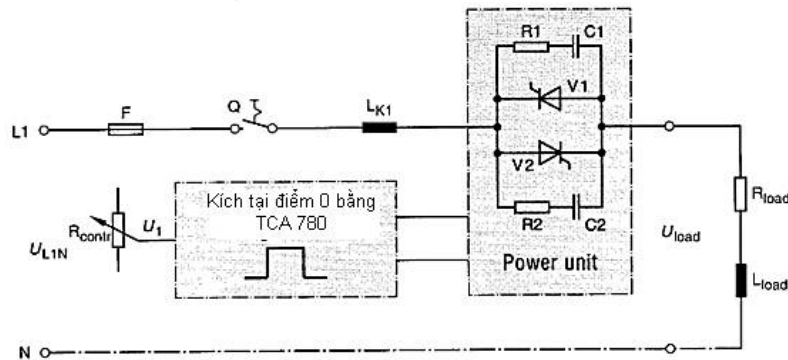
Hình 2.47 trình bày quan hệ giữa hoạt động của một công tắc khi đóng trực tiếp với tải và khi đóng tại điểm 0.

Công tắc chuyển mạch tại điểm 0 cấu tạo từ các linh kiện điện tử, trong trường hợp công suất lớn thường hay dùng thyristor hoặc triac với thời điểm kích ngay sau khi điện áp lưới qua điểm 0.

Thyristor cũng như triac được điều khiển bằng điện áp một chiều hoặc xung, hiện nay có nhiều mạch điều khiển được chế tạo bằng công nghệ vi mạch. Hình 2.48 trình bày một công tắc chuyển mạch tại điểm 0 dùng vi mạch điều khiển TCA 780 với tải cảm kháng, bằng cách chỉnh biến trở ở vị trí thích hợp sao cho góc kích ổn định tại $\alpha = 0^0$ và khi tải được đóng mạch thì xung kích phải có bề rộng đủ lớn để dòng điện qua van có đủ thời gian tăng cao hơn dòng duy trì. Chuyển mạch tại điểm 0 cũng có thể thực hiện với vi mạch U106BS.



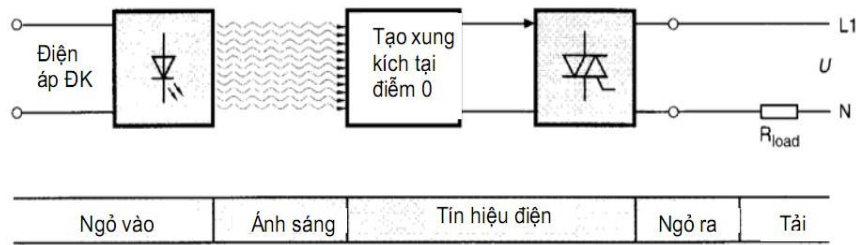
Hình 2.47 Dòng tải qua công tắc 1 pha có và không có kích tại điểm 0



Hình 2.48 Công tắc xoay chiều 1 pha W1

3.2.2 Rò le điện tử (ELR)

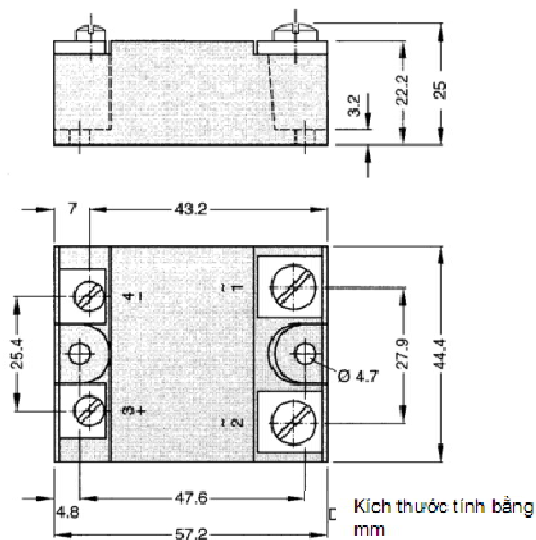
Rò le điện tử được gọi là ELR hoặc SSR (rò le bán dẫn), ngày nay được ứng dụng rất nhiều trong kỹ thuật điều khiển điện tử, để cách ly về điện giữa tải với mạch điều khiển trong thực tế thường dùng các liên kết quang học (hình 2.49) và lúc này tín hiệu điều khiển được truyền đến phần động lực thông qua ánh sáng.



Hình 2.49 Sơ đồ khối ELR

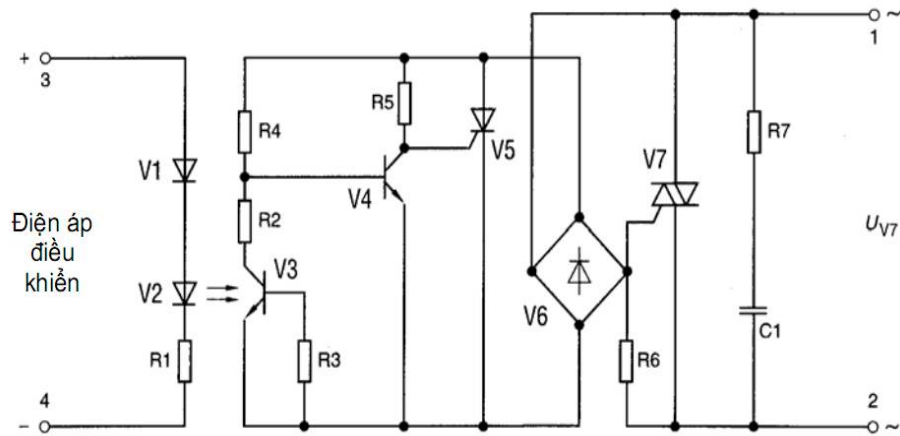
Thông số kỹ thuật của rơ le điện tử ELR A 240 (Siemens)

Dòng chuyển mạch hiệu dụng	40 A
Điện áp chuyển mạch hiệu dụng	240 V
Đỉnh điện áp cực đại khi tắt	600 V
Điện áp 0	< 30 V
Tần số làm việc	47...63 Hz
Dòng duy trì	100 mA
Độ tăng điện áp	200 V/ μ S
Độ tăng dòng điện	20 A/ μ S
Tích phân tải giới hạn (10mS)	300 A2S
Điện áp điều khiển (một chiều)	3...30 V
Dòng điều khiển (một chiều)	< 20 mA
Nhiệt độ làm việc	-20...+80°C
Trọng lượng	115 g

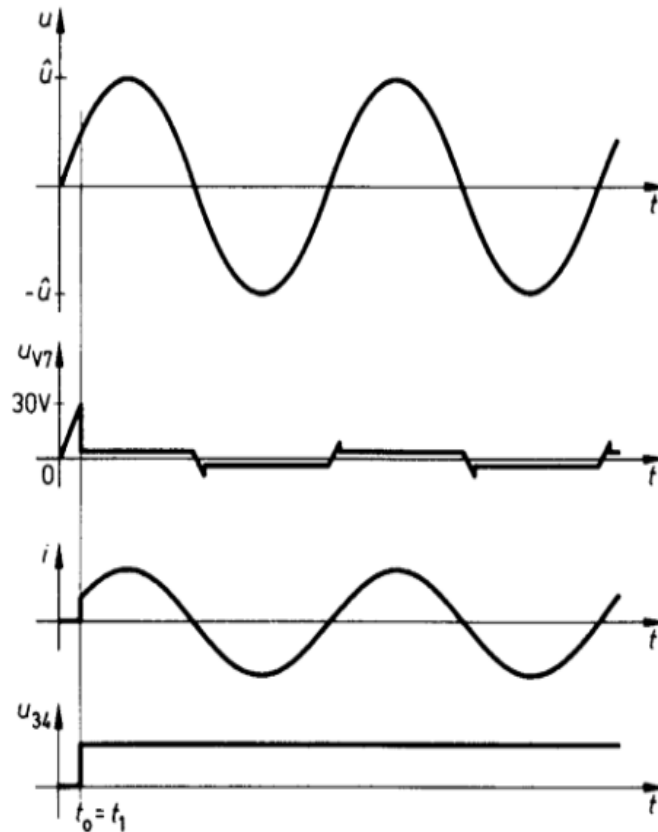


Hình 2.50 Kích thước của ELR 40 A

Một linh kiện ELR như thế được chế tạo dưới dạng một khối với 4 chân ra (hình 2.50) .



Hình 2.51 Sơ đồ cơ bản của ELR



Hình 2.52 Đặc tính chuyển mạch của ELR trong vùng điện áp bằng 0

Hình 2.52 trình bày nguyên lý làm việc của ELR khi không có điện áp điều khiển đặt giữa chân 3 và 4 (ELR sẽ tắt), led V2 không sáng và quang transistor V3 bị khóa, lúc này có dòng cực nền chảy qua R4 làm cho V4 dẫn bảo hòa, tín hiệu điều

kiểm thyristor V5 bị ngắn mạch, thyristor V5 và triac V7 tắt qua tải chỉ có dòng rò rất nhỏ chảy qua hai linh kiện này.

Bây giờ, nếu đặt điện áp điều khiển từ 3V...30V giữa chân 3 và 4 của ELR thì led V2 sẽ sáng làm cho quang transistor V3 dẫn điện, với cầu phân áp chọn thích hợp thì V4 vẫn duy trì trạng thái tắt lân cận giá trị 0V của điện áp lưới, dòng kích qua R5 làm thyristor V5 và triac V7 dẫn điện cung cấp dòng cho tải, khi $I_L > I_H$ điện áp rơi trên ELR có giá trị $U < 1,6V$

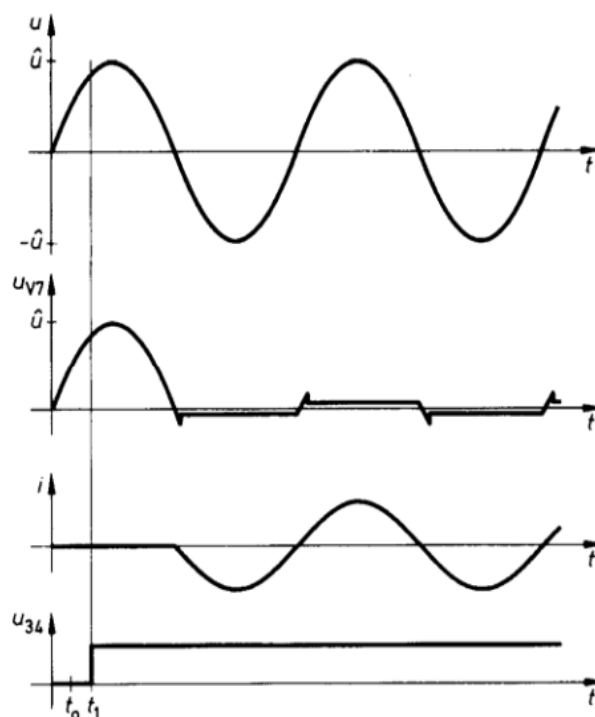
Nếu điện áp điều khiển U_{contr} xuất hiện tại thời điểm t1 (hình 2.45), lúc này điện áp lưới $U > 30V$, ELR vẫn duy trì trạng thái tắt cho đến bán kỳ kế tiếp. Thời gian trì hoãn lúc đóng mạch có thể kéo dài đến 1 bán kỳ do đặc tính kích tại điểm 0, điều này được minh họa trong biểu đồ thời gian dưới đây

Tại thời điểm t1 quang transistor V3 được kích dẫn, transistor V4 vẫn còn dẫn vì điện áp cực nền của nó đủ lớn nên thyristor V5 và triac V7 cũng như tải vẫn ở trạng thái tắt.

Trong chế độ làm việc dài hạn, ELR và tải luôn dẫn điện khi điện áp điều khiển còn được duy trì. Như đường đặc tính ở hình 2.52 và 2.53 cho thấy triac V7 được kích dẫn trong mỗi bán kỳ tại điểm có điện áp bằng 0.

Khi mất điện áp điều khiển, tại bán kỳ kế tiếp triac không được tiếp tục kích nên sẽ tắt và dòng qua tải lúc này bằng 0.

Diode V1 trong mạch điều khiển hình 2.53 có nhiệm vụ bảo vệ ngược cực tính cho led (vì led có điện áp nghịch cho phép rất thấp)



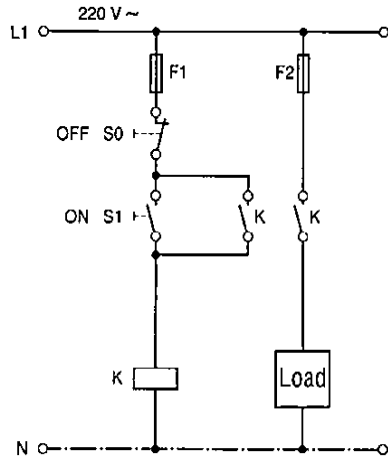
Hình 2.53 Đặc tính chuyển mạch của ELR khi điện áp lớn hơn 0 V

3.2.3 ELR trong mạch tự duy trì

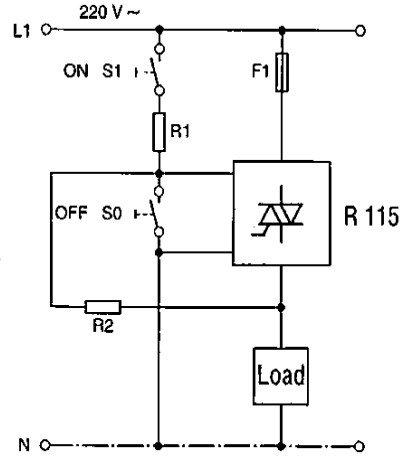
Để đơn giản cho việc chuyển đổi từ các thiết bị đóng cắt điện cơ sang điện tử, các khái niệm trong kỹ thuật điều khiển điện cơ cũng được áp dụng trong kỹ thuật điều khiển dùng mạch điện tử

Ví dụ trong yêu cầu đóng ngắt dùng nút nhấn có một mạch rất quen thuộc đó là mạch "tiếp điểm tự duy trì" (hình 2.53)

Nếu đưa khái niệm tự duy trì vào lĩnh vực điện tử công nghiệp thì có nghĩa là ELR cũng được đóng điện bởi một nút nhấn và bị cắt bởi một nút nhấn khác, nhưng ngược lại với hình 2.53 là yêu cầu điều khiển này không dùng tiếp điểm phụ. Trong hình 2.54



Hình 2.54 Mạch tự duy trì dùng công tắc tơ điện cơ



Hình 2.55 Mạch tự duy trì dùng ELR

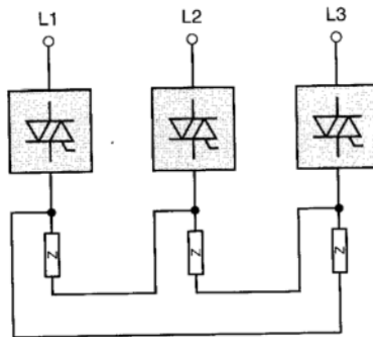
trình bày một mạch tự duy trì chỉ dùng ELR và một bộ tích lũy năng lượng tại ngõ vào điều khiển làm nhiệm vụ tự duy trì.

Sau khi ấn S1, bộ tích lũy phải nhận đủ năng lượng và chuẩn bị sẵn sàng để kích ELR trong các bán kỳ tiếp theo sau đó mà không cần phải ấn S1, trong hình 2.55 trình bày mạch tự duy trì dùng ELR R115 (BBC), khi ấn nút S0, năng lượng điều khiển trong bộ tích lũy bị mất và ELR chuyển sang trạng thái tắt cho đến khi có xung kích dẫn tiếp theo bằng cách ấn S1.

3.3 Công tắc 3 pha

3.3.1 Đại cương

Một công tắc 3 pha cơ khí còn gọi là công tắc 3 cực bao gồm 3 tiếp điểm được tác động cùng lúc, công tắc điện tử cũng tương tự như thế (hình 2.56)



Hình 2.56 Công tắc 3 pha W3 sơ đồ B tải tam giác

Bao gồm 3 công tắc 1 pha W1 và được gọi là công tắc 3 pha W3. Tải 3 pha có thể ghép theo sơ đồ hình tam giác hoặc hình sao. Có nhiều dạng mạch khác nhau

phụ thuộc vào từng loại công tắc điện tử. V.D: Mạch ghép hình sao có hoặc không có dây trung tính, ngoài ra mạch điện còn được phân loại dựa trên cách sắp xếp linh kiện

Sơ đồ A

Trong sơ đồ này các công tắc hoạt động độc lập với nhau, không bị phụ thuộc vào các công tắc khác

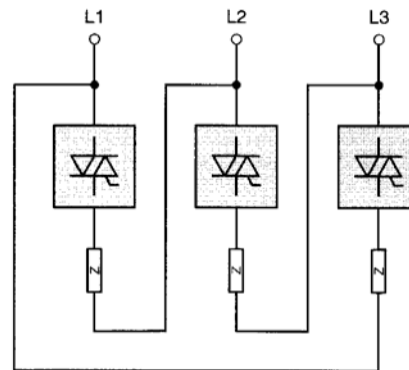
Sơ đồ B

Một công tắc chỉ hoạt động cùng lúc với công tắc khác

3.3.2 Mạch ghép tam giác

Trong dạng mạch A, mỗi một công tắc $W1$ hoạt động hoàn toàn độc lập với các công tắc khác. Từ hình 2.57 cho thấy trong dạng mạch này mỗi phụ tải 3 pha riêng lẻ được đóng mạch bởi công tắc tương ứng và điện áp đặt lên tải là điện áp dây U .

Ngược lại, trong dạng mạch B được trình bày ở hình 2.48 dòng điện chỉ chảy qua tải khi ít nhất hai trong ba công tắc dẫn điện.

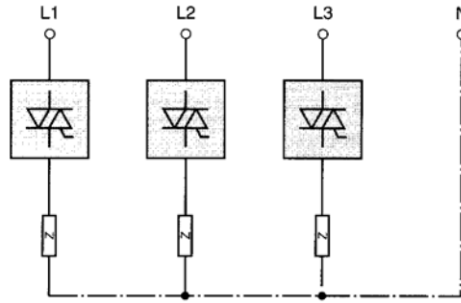


Hình 2.57 Công tắc $W3$ sơ đồ A, tải tam giác

3.3.3 Mạch ghép sao với dây trung tính

Một sơ đồ mạch $W3$ khác trong đó các công tắc hoạt động độc lập với nhau (hình 2.57), khác với mạch trong mục 3.3.2, điện áp đặt lên tải lúc này là điện áp pha $U_{LN} = U/3$

Trong hệ thống tải 3 pha không đối xứng sẽ làm xuất hiện dòng điện trong dây trung tính, loại mạch này không được sử dụng phổ biến



Hình 2.58 Công tắc $W3$ sơ đồ A, tải nối sao có dây trung tính

3.3.4 Mạch ghép sao không có dây trung tính

Xem mạch điện trong hình 2.51, điều kiện để một công tắc dẫn điện phụ thuộc trực tiếp vào trạng thái của hai công tắc khác. V.D: Công tắc ở dây L1 chỉ dẫn khi ít nhất có một trong hai công tắc khác cùng dẫn, để duy trì trạng thái dẫn dòng điện trong từng van phải lớn hơn dòng duy trì

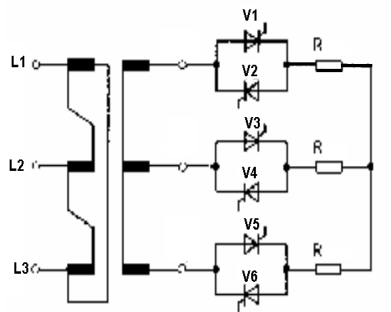
Đối với dạng mạch B, các khả năng sau đây có thể xảy ra:

Trường hợp 1

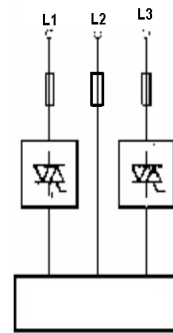
V.D: Hai công tắc ở L1 và L2 dẫn nên trở kháng Z1 và Z2 xem như được ghép nối tiếp và điện áp dây U_{L1L2} chia đều trên hai trở kháng này

Trường hợp 2

Khi cả ba công tắc đều dẫn, lúc này điện áp đặt lên mỗi tải riêng lẻ là điện áp pha $U_{LN} = U/3$



Hình 2.59: Công tắc 3-pha mode B, tải trở
Đấu sao không có dây trung tính



Hình 2.60: Công tắc 3 pha
đơn giản dung $2ELR$

3.4 Ứng dụng

Như đã đề cập đến các ưu điểm của công tắc điện tử, loại công tắc này thích hợp với các ứng dụng trong kỹ thuật dòng 3 pha có tần số đóng ngắt cao và dòng tải lớn.

V.D: Điều khiển động cơ và lò sưởi

3.4.1 Công tắc 3 pha kích bằng dòng xoay chiều

Như đã đề cập đến các ưu điểm của công tắc điện tử, loại công tắc này thích hợp với các ứng dụng trong kỹ thuật dòng 3 pha có tần số đóng ngắt cao và dòng tải lớn.

V.D: Điều khiển động cơ và lò sưởi

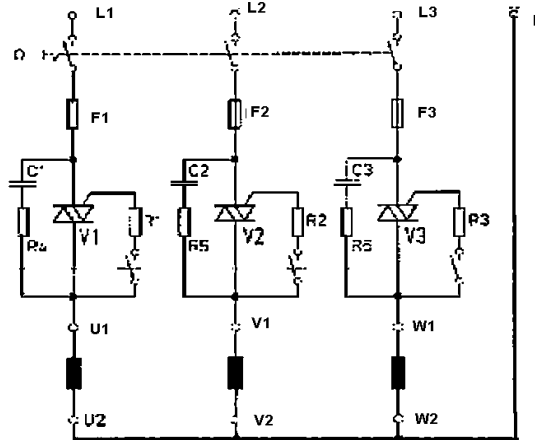
3.4.1 Công tắc 3 pha kích bằng dòng xoay chiều

Trong hình 2.61 là mạch điều khiển động cơ 3 pha công suất tiêu thụ đến 0,7KVA có biểu đồ vectơ kèm theo ở hình 2.62. Linh kiện xử dụng là các triac loại TXC02C60 (Siemens) được kích bằng dòng điện xoay chiều, các triac này có thể được điều khiển riêng rẽ nhờ có dây trung tính.

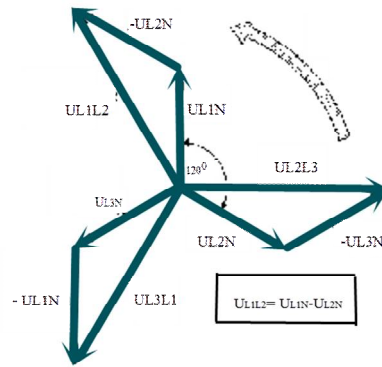
Tiếp điểm S có nhiệm vụ tắt/mở mạch, điện trở cực công triac tạo góc kích khoảng 60° tại mỗi phần tư thứ nhất cũng như thứ ba

3.4.2 Công tắc 3 pha kích một chiều

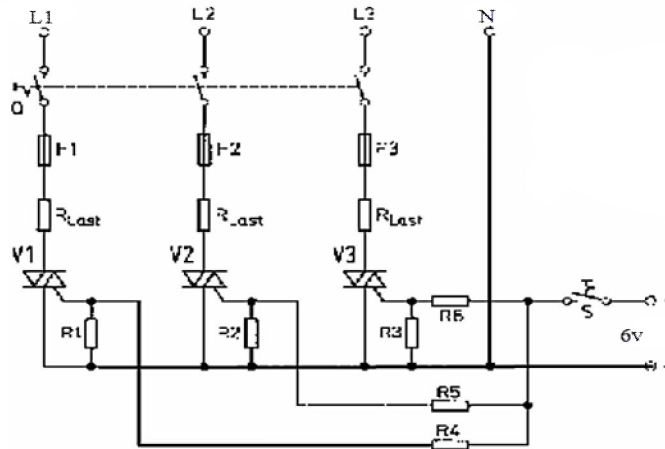
Hình 2.63 trình bày một chuyên mạch 3 pha kích bằng dòng một chiều tải điện trở. Với sơ đồ như trên cho thấy tất cả các điện cực A1 của 3 triac đều nối vào dây trung tính và cũng là điểm chung của điện áp kích, các triac trong mạch được kích dẫn theo nguyên tắc ở phần tư thứ ba và thứ tư. Công tắc S dùng để tắt/mở ba mạch kích, vì điện áp kích là một chiều nên các triac vẫn còn dẫn điện cho đến khi dòng tải giảm bằng 0.



Hình 2.61 Công tắc 3 pha kích xoay chiều mode A



Hình 2.62 Đồ thị vec tơ điện áp của hình 2.61



Hình 2.63 Công tắc 3 pha mode A kích bằng dòng 1 chiều

- V1, V2, V3 Triacs
- Typ TXC03A6C
- R1, R2, R3 10 kΩ
- R4, R5, R6 52 Ω, 1W
- R_{f,ast} > 300 Ω

3.4.3 Công tắc 3 pha dùng ELR

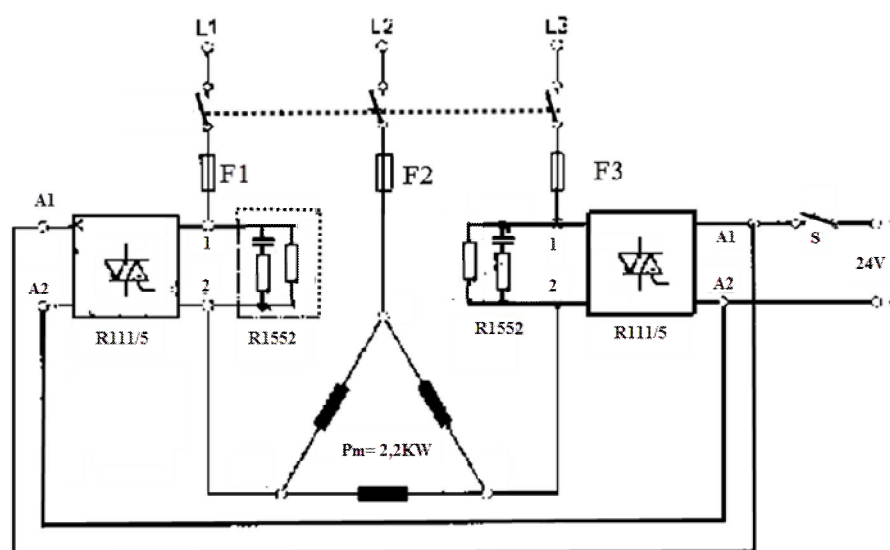
Điều khiển động cơ là một ứng dụng quan trọng của công tắc điện tử 3 pha. Hình 2.64 trình bày một hệ thống điều khiển động cơ dùng rơ le điện tử R111/5 (BBC) có cấu tạo được vẽ ở hình 2.65, loại này thích hợp để điều khiển động cơ có công suất đến 2,2KW

Đặc tính kỹ thuật của R111/5

Ngõ ra

Điện áp làm việc định mức U	380V
Dãi điện áp làm việc cho phép	100...420V

Dòng làm việc định mức	10A
Dòng định mức không có tỏa nhiệt	5A
Dòng đỉnh 10mS	150A
Tích phân tải giới hạn 10mS	195A2S
Điện áp nghịch cho phép	1600V
Điện áp rơi cực đại	$\leq 3,2V$
Dòng rò cực đại	$\leq 8mA$
Dòng duy trì	5mA
Độ tăng điện áp du/dt	$\geq 200V/\mu S$



Hình 2.64 Công tắc 3 pha điều khiển động cơ 3 pha dùng ELR

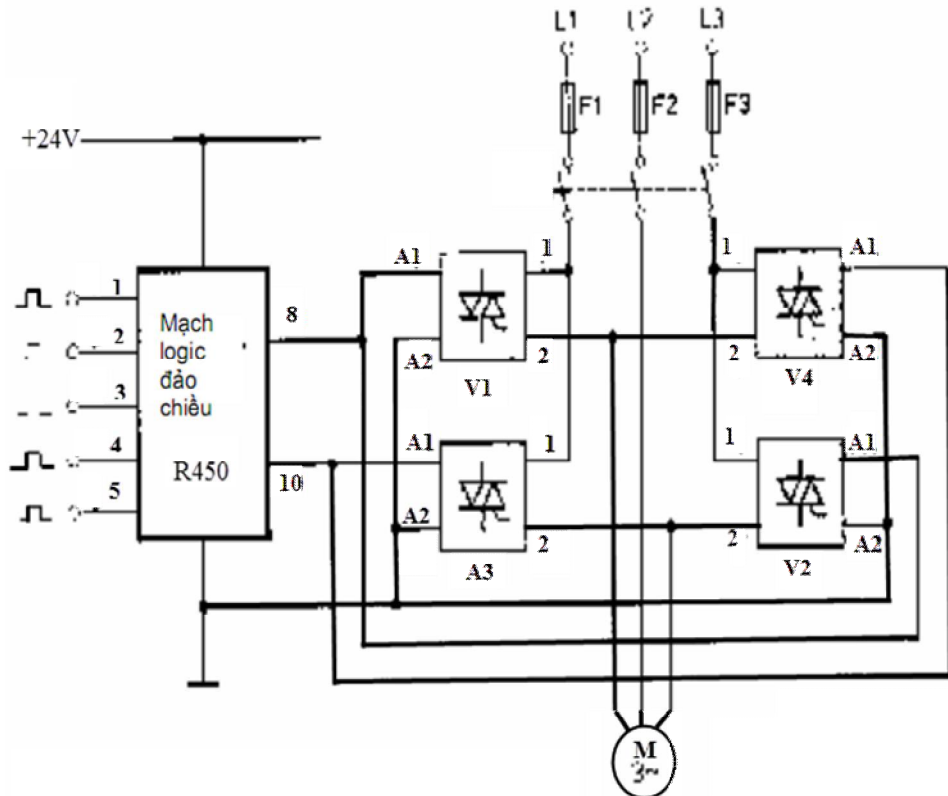
Ngõ vào

Dãi điện áp điều khiển	3...32V
Điện áp thấp nhất	1V
Dòng điện điều khiển	3...32mA
Trở kháng vào	1KW
Thời gian trì hoãn	$\leq 10mS$
Điện áp cách ly vào/ra	$250V_{eff}$
Điện áp cách ly với vỏ	$2500V_{eff}$
Nhiệt độ môi trường	25...+70°C

Trên nguyên tắc chỉ cần nối trực tiếp chân L2 với động cơ, mỗi rô le hoạt động như 1 công tắc, tiếp điểm Q trong hình 2.63 dùng để đóng/mở hệ thống khi cần sửa chữa hoặc bảo trì

Mạch bảo vệ R1552 gồm một varistor mắc song song với một mạch RC, loại varistor oxid kẽm BOV 420 S 20K (BBC) có tác dụng giới hạn điện áp đỉnh và mạch nối tiếp RC có $R = 47\Omega/2W$; $C = 0,1\mu F/400V$ dùng để giảm độ tăng điện áp du/dt, đây chính là mạch AHS.

3.4.4 Mạch đảo chiều dùng công tắc điện tử



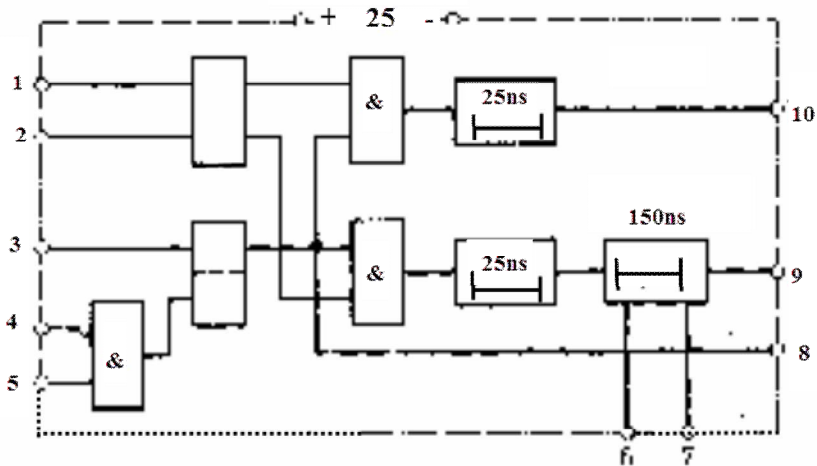
Hình 2.65 Mạch đảo chiều bằng công tắc điện tử

Chiều quay động cơ ba pha được thay đổi bằng cách đảo thứ tự hai trong ba pha, yêu cầu này rất phổ biến và để bảo đảm an toàn cần phải có mạch bảo vệ đảo chiều. Nếu các động cơ thường hay đảo chiều thì điều cần thiết để kéo dài tuổi thọ của các bộ phận cơ khí cũng như điện là phải thường xuyên bảo trì và sửa chữa, nếu thay bằng mạch điện tử thì những yêu cầu này sẽ giảm đi rất nhiều.

Mạch điện hình 2.65 được thiết kế theo nguyên lý làm việc của mạch đảo chiều dùng phần tử điện cơ, yêu cầu khóa liên động giữa các ngõ vào điều khiển và đảo thứ tự pha nhờ ứng dụng các ELR.

Tuy nhiên, khi dùng ELR để đảo chiều quay cần phải kết hợp thêm các phần tử khác như: Chốt hoặc bộ tạo trì hoãn vì thyristor cũng như triac vẫn duy trì trạng thái dẫn đến 10mS và có thể gây nên ngắn mạch các pha khi chuyển mạch trực tiếp

Hiện tượng trên được khắc phục bằng một mạch logic đảo chiều có khả năng loại bỏ các khuyết điểm trong quá trình đảo chiều. Hình 2.65 và 2.66 mô tả mạch logic đảo chiều R459 (BBC), nguyên lý làm việc như sau:



Hình 2.66 Sơ đồ khối logic điều khiển đảo chiều R 459

Tín hiệu đảo chiều từ cảm biến cơ hoặc cảm biến điện cảm được đưa đến các ngõ vào 1 và 2, chiều quay tương ứng tại các ngõ ra 9 và 10 được duy trì cho đến khi có tín hiệu đảo chiều tiếp theo, hiện tượng ngắn mạch được hạn chế nhờ hai khâu trì hoãn $t_{del} = 25mS$ đặt trên đường truyền tín hiệu dẫn đến các ngõ ra, tại ngõ ra 9 còn thêm một khâu trì hoãn thay đổi được từ 0,2 đến 2 giây bằng biến trở, có thể loại bỏ khâu này bằng cách ngắn mạch hai chân 6 và 7 ở bên ngoài vi mạch.

Giả sử chân 3 vi mạch là ngõ Set của FF và chân 5 là ngõ Reset, nếu ngắn mạch chân 3 và 4 thì FF được ưu tiên ở trạng thái Set và ngõ ra của FF được dẫn ra ở chân 8.

Đặc tính kỹ thuật của R459 như sau:

Đặc tính điện

Dòng tiêu thụ

Trạng thái nghỉ	20mA
Trạng thái Set	40mA + dòng ra
Tín hiệu vào (tất cả các ngõ vào)	$\geq 1,3mA$
Khả năng tải ngõ ra (chân 9, 10)	200mA

Khả năng tải ngõ ra (chân 8)	25mA
Thời gian trì hoãn điển hình	
Trì hoãn Set	8mS
Trì hoãn Reset	2,5mS
Trì hoãn đảo chiều	25mS
Tạm dừng (chỉnh được)	200..2000mS
Nguồn nuôi 24VDC	
Dung sai $\pm 30\%$	
Độ gợn sóng $\leq 5\%$	
Đặc tính cơ	
Hình dạng Vỏ nhựa DIN 46277	
Kích thước (BxHxT) 20 x 88 x 102mm	
Chân ra 2,8mm dạng phẳng	
Nhiệt độ làm việc -25...+700C	
Trọng lượng 0,110Kg	

4. Công tắc một chiều

4.1 Đại cương

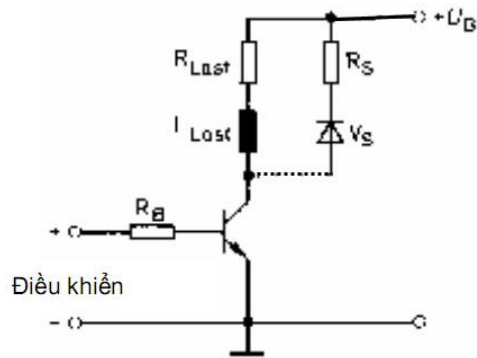
Khác với công tắc xoay chiều và công tắc ba pha cần phải dùng ít nhất là hai thyristor, trong công tắc điện tử một chiều chỉ cần một thyristor và cũng có thể sử dụng các transistor chuyển mạch

4.2 Rờ le bán dẫn

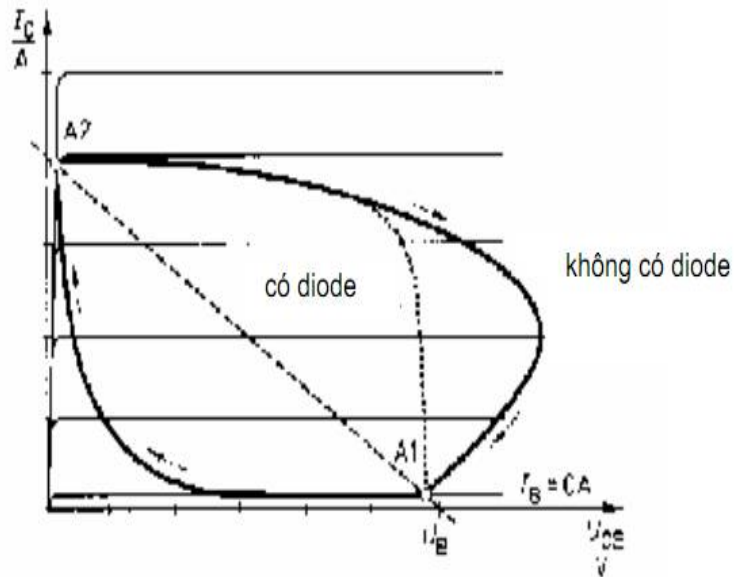
Là một dạng phát triển của công tắc xoay chiều điện tử được chế tạo gọn trong một khối. V.D: các công tắc tơ điện tử xoay chiều. Do yêu cầu không cao nên các công tắc tơ DC loại này không hiện nay chưa phổ biến mà thay vào đó là việc sử dụng các công tắc DC bằng transistor và thyristor truyền thống.

4.3 Công tắc DC dùng transistor

Như đã biết, ở chế độ chuyển mạch điểm làm việc của transistor chỉ ở một trong hai vị trí ON hoặc OFF và đặc tính chuyển mạch phụ thuộc trực tiếp vào loại tải sử dụng. Hình 2.67 trình bày đường đặc tính làm việc tương ứng tải điện trở (đường đứt nét) và hai đường của tải điện cảm



Hình 2.67 Transistor với tải điện cảm



Hình 2.68 Đặc tính làm việc của ống tắc transistor với tải điện cảm

4.3.1 Công tắc DC dùng BJT

Hình 2.67 là sơ đồ nguyên lý của công tắc transistor tải điện kháng bao gồm thành phần điện cảm L_L và thành phần điện trở R_L với các đặc tuyến tương ứng ở hình 2.68

Trong thực tế, mạch trên thường được ứng dụng để điều khiển nam châm máy nâng vận chuyển. Ưu điểm của loại mạch này là có khả năng tránh được các điện áp nhiễu do ghép ký sinh với dây dẫn ngõ vào.

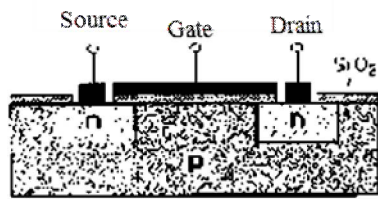
4.3.2 Công tắc DC dùng FET

Thời gian trước đây transistor trường không được sử dụng trong lĩnh vực điện tử công suất, ưu điểm của chúng là:

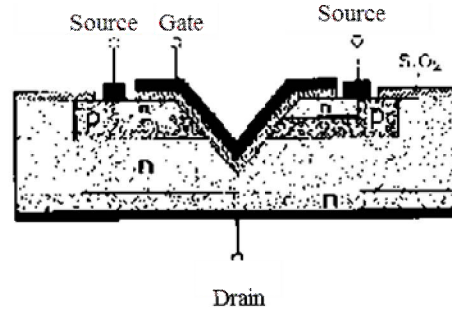
- Công suất điều khiển thấp

- Độ ổn định nhiệt tốt và khuyết điểm là điện trở khi dẫn điện còn cao. Hình 2.69 và 2.70 trình bày cấu tạo của loại MOSFET thông dụng và của loại FET công suất mới hiện nay (VMOS-FET) được dùng trong các chuyển mạch một chiều, ngoài ưu điểm đã kể ở trên chúng còn có ưu điểm nữa là không cần điện trở cân bằng khi ghép song song các VMOS-FET lại với nhau (hình 2.71) như trong trường hợp BJT (hình 2.72)

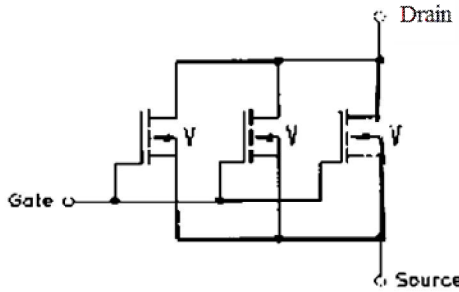
Nhờ cấu tạo gọn nhẹ nên hiện nay trong một vi mạch có thể tích hợp được đến 1 vài ngàn VMOS-FET có điện áp cho phép đến 1000V và dòng đến 30A.



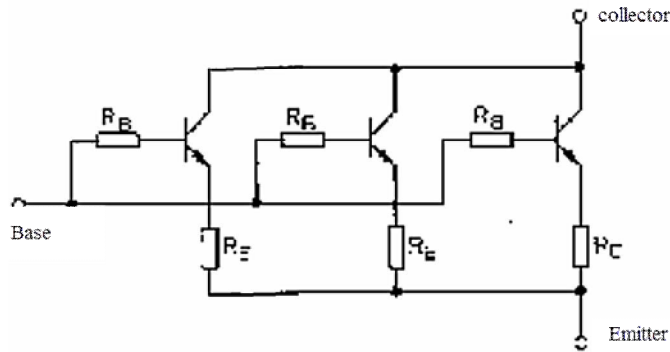
Hình 2.69 Mặt cắt MOSFET kênh N loại tăng



Hình 2.70 Mặt cắt VMOSFET công suất



Hình 2.71 Ghép song song VMOSFET

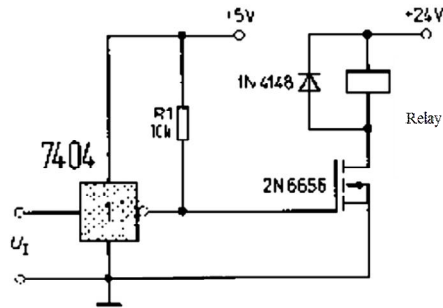


Hình 2.72 Ghép song song BJT

4.3.3 Ví dụ : Bộ đóng/cắt điện dùng VMOS

Hình 2.73 mô tả công tác một chiều điều khiển nam châm kéo dùng VMOS-FET 2N6656 có ngõ vào được điều khiển bằng tín hiệu TTL, điện áp cực đại của FET là $U_{DSmax} = 135V$ và dòng cực đại $I_{Dmax} = 3A$

FET công suất không cần dòng điều khiển. Tuy nhiên, để đạt được dòng I_{DS} lớn thì điện áp điều khiển tối thiểu $U_{contr} \geq 5V$ tại cực cổng của VMOS-FET. Điều này được thực hiện trong hình 2.73 bằng một điện trở kéo lên $R1 = 10K\Omega$



Hình 2.73 Công tắc DC dùng VMOSFET

4.4 Công tắc DC dùng GTO thyristor

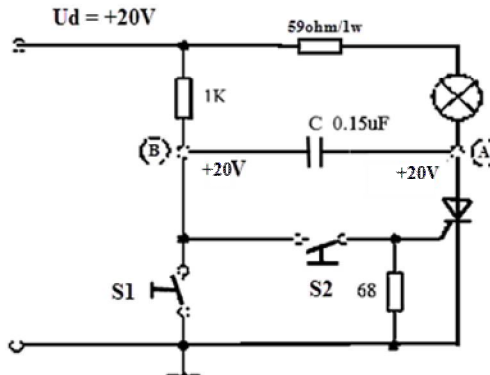
Hiện nay chỉ có GTO thyristor mới có khả năng tắt bằng cách đưa xung âm kích vào cực cổng, các loại thyristor này được chế tạo với dòng điện làm việc đến 200A và điện áp đến 1200V. Nhưng đến nay phạm vi ứng dụng linh kiện này cũng còn hạn chế do giá thành và công suất điều khiển để tắt còn cao.

4.5 Công tắc DC dùng thyristor

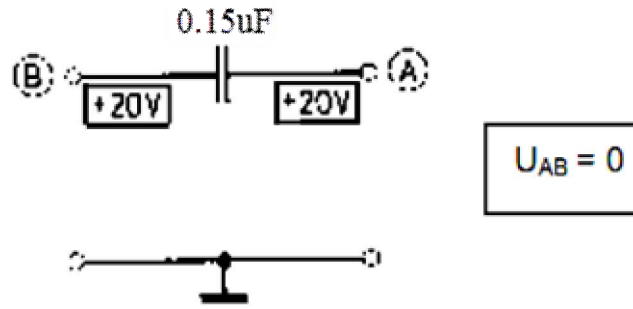
Như đã biết, hầu như các chuyển mạch một chiều điện áp cao và dòng điện lớn đều sử dụng thyristor. Tuy nhiên, ngoài những ưu điểm trên cũng còn tồn tại một khuyết điểm là một thyristor đang dẫn trong mạch điện một chiều chỉ có thể tắt bằng biện pháp cưỡng bức, điều này được thực hiện nhờ năng lượng tích trữ trong một điện dung

4.5.1 Công tắc DC thyristor với tải điện trở

Hình 2.74 là sơ đồ chuyển mạch một chiều dùng thyristor với tải điện trở, tiếp theo đó là phân giải thích nguyên lý làm việc của tụ giao hoán để tắt thyristor



Hình 2.74 Công tắc DC thyristor với tụ giao hoán (các nút nhấn S1 và S2 là thường hở)



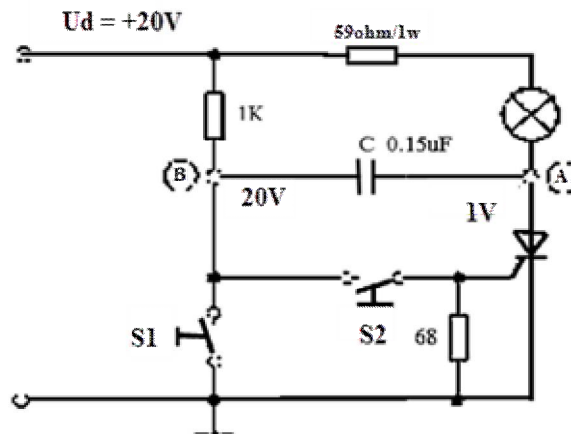
Hình 2.74 Điện tích trong tụ ở trạng thái 1

Trạng thái 1 (Trạng thái tĩnh)

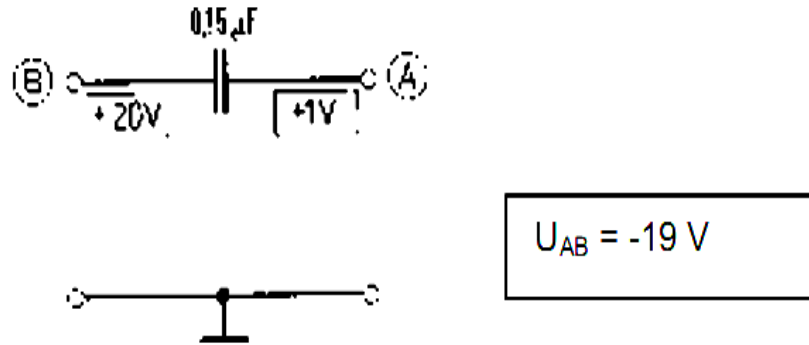
Thyristor V1 tắt, nút nhấn S1 và S2 hở (hình 2.73), dòng trong mạch bằng 0, qua đèn và điện trở 1KΩ, điện áp 2 cực của điện dung C = 0,15μF cũng bằng điện áp nguồn U = 20V và tụ không được nạp (hình 2.74)

Trạng thái 2 (Trạng thái tĩnh)

Thyristor V1 được kích bởi S2, sau khi kích S2 lại hở (hình 2.75), lúc này có dòng qua đèn, điện áp tại cực A của tụ vào khoảng +1V (điện áp rơi trên thyristor), điện áp tại cực B của tụ là UB = +20V và tụ được nạp một lượng điện áp khoảng 19V vì B dương hơn A (hình 2.76)



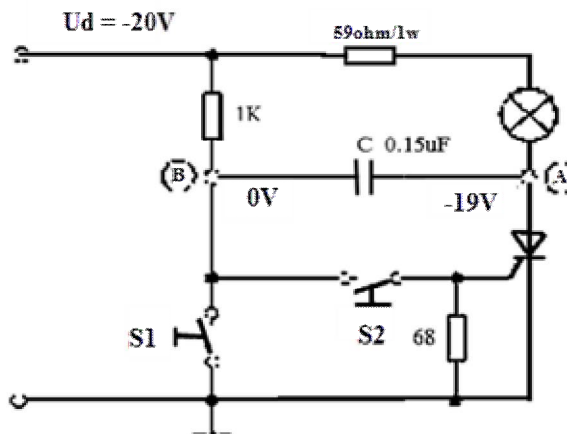
Hình 2.75 Trạng thái 2 thyristor V1 đang dẫn



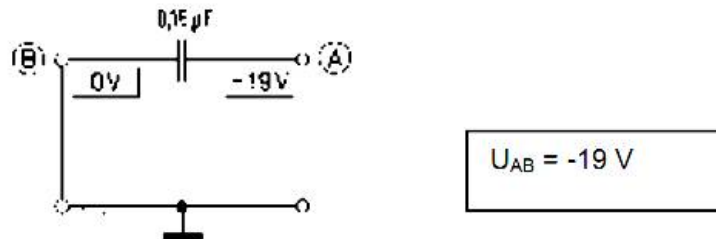
Hình 2.76 Tụ đang nạp ở trạng thái 2

Trạng thái 3 (trạng thái động)

Thyristor V1 dẫn điện, sau khi đóng S1 cực B của tụ xem như nối masse, vì điện áp cực B từ $+20V$ giảm xuống $0V$ (hình 2.77) và điện tích chứa trong tụ không thể thay đổi tức thời nên điện áp cực A sẽ thay đổi từ $+1$ xuống $-19V$ (hình 2.78) làm cho thyristor bị phân cực nghịch (anode âm hơn cathode), kết quả là dòng điện bị giảm thấp hơn dòng duy trì và thyristor chuyển sang trạng thái tắt



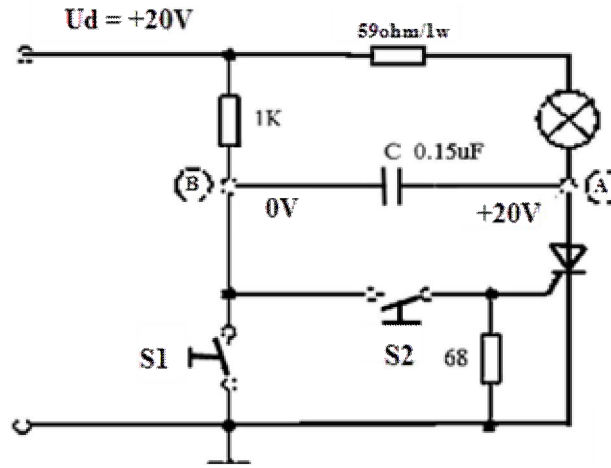
Hình 2.77 Trạng thái 3 nút nhấn S1 vừa mới đóng



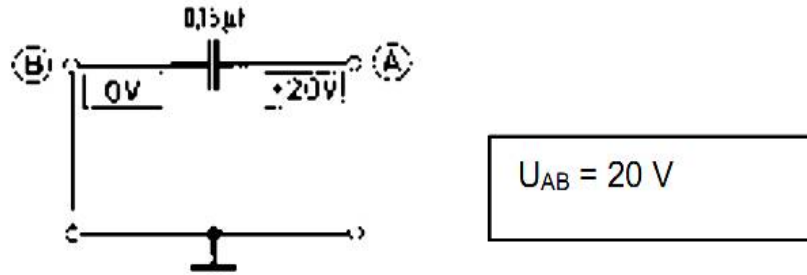
Hình 2.78 Điện tích trong tụ ở trạng thái 3

Trạng thái 4 (trạng thái động)

Thyristor V1 tắt, S1 còn đóng (hình 2.79), ngay khi thyristor tắt dòng không còn chảy qua đèn, điện áp tại cực A của tụ tăng từ -19V đến +20V (tụ được nạp theo chiều ngược lại)



Hình 2.79 Trạng thái 4 S1 vẫn còn đóng, thyristor V1 tắt

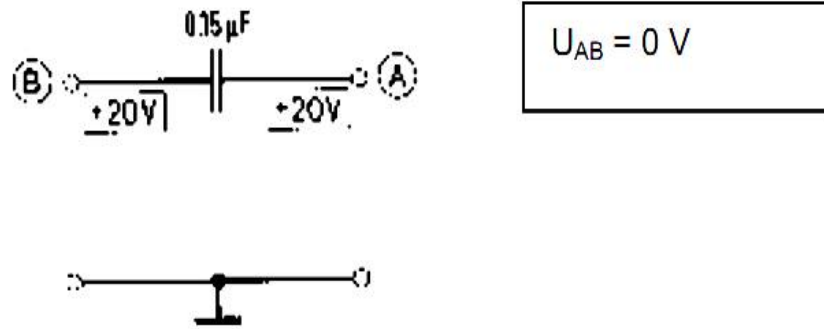


Hình 2.80 Điện tích trong tụ ở trạng thái 4

Quá trình nạp này xảy ra sau khi tụ đã phóng điện trước đó qua điện trở trong của nguồn nuôi

Trạng thái 5 (trạng thái động)

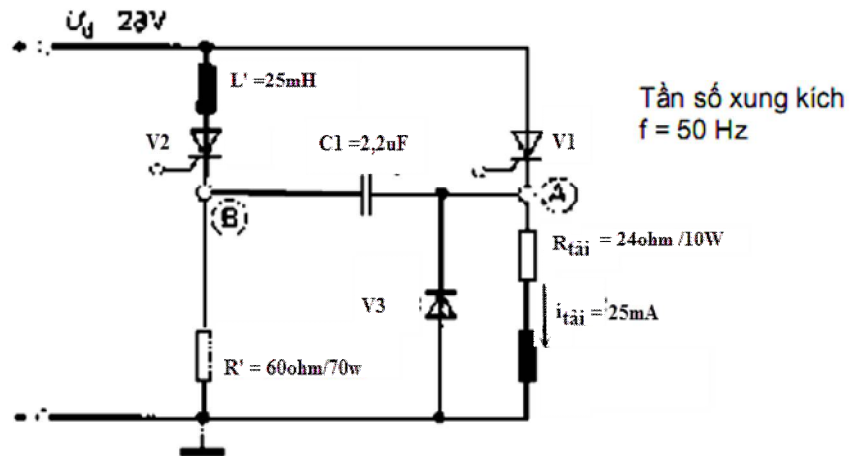
Tụ đã được nạp đến 20V (cực A dương hơn cực B). Khi S1 mở ra, tụ sẽ phóng điện qua các điện trở 1KΩ, 68Ω và đèn theo quy luật hàm mũ cho đến khi điện áp cực B bằng $U = +20V$ (hình 2.81), lúc này mạch trở về trạng thái 1 và chuẩn bị chờ xung kích kế tiếp



Hình 2.81 Điện tích trong tụ ở trạng thái 5, S1 hở

4.5.2 Công tắc DC dùng thyristor với tải trở kháng

Chuyển mạch một chiều vừa trình bày ở phần trên cũng có thể làm việc với tải trở kháng nếu thêm vào trong mạch một vài phân tử thích hợp



Hình 2.82 Công tắc DC thyristor với tải trở kháng (mạch thí nghiệm)

Chuyển mạch một chiều thường được ứng dụng trong các thiết bị chỉnh dòng, ưu điểm của chúng so với chuyển mạch cơ là thời gian tác động nhanh và độ tin cậy cao.

V.D: Trong trường hợp phải tác động tức thời các khởi động từ và sau đó điện áp nguồn cũng như điện áp cảm ứng được chứa trong một điện dung sẽ phóng qua thyristor và khởi động từ.

Diode V3 có tác dụng triệt tiêu điện áp cảm ứng trên thyristor V1 khi ngắt dòng qua tải điện cảm. Nếu tụ giao hoán tắt thyristor chính quá nhanh thì qua diode V3 dòng tải sẽ có dạng hàm mũ

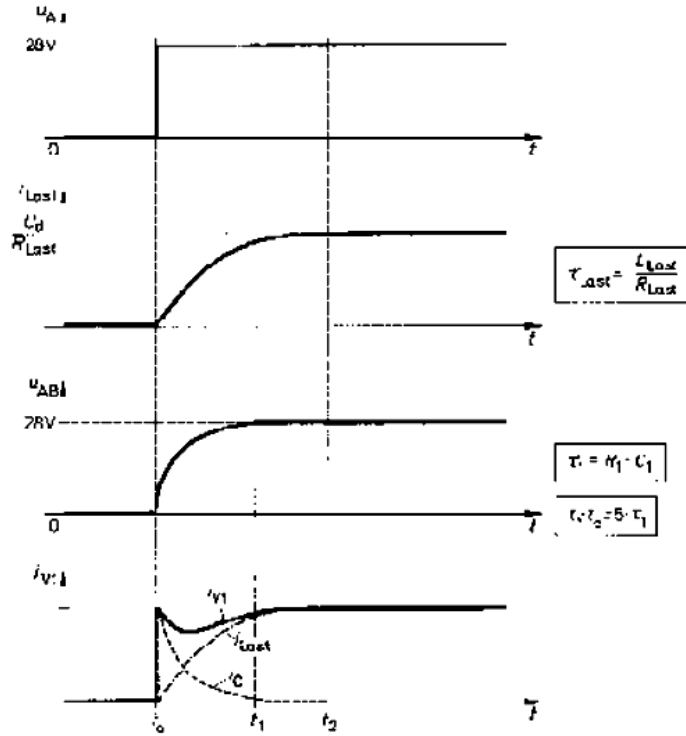
Đặc tính đóng/ngắt của công tắc một chiều dùng thyristor hình 2.80 được giải thích bởi các đồ thị 2.83 và 2.84

Quá trình đóng mạch (hình 2.83)

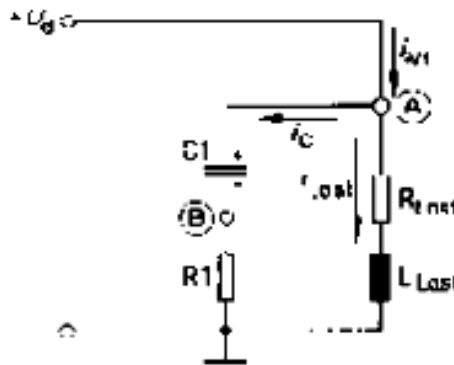
Đưa xung kích vào cực công V1 tại thời điểm t_0 , thyristor dẫn điện và điện áp đặt lên tải lúc này là U_d

$$U_d = U_A$$

Vì V2 chưa dẫn và V3 phân cực nghịch nên có thể đơn giản mạch điện như vẽ ở hình 2.83



Hình 2.83 Quá trình đóng mạch



Hình 2.84 Mạch tương đương khi $t > t_0$

Dòng tổng i_{V1} tại điểm A được chia làm hai: i_C và i_L , tụ giao hoán C1 được nạp trong khoảng thời gian $t_1 - t_0 = 5 \cdot t_1$, với các điều kiện ban đầu

$$U_{AB} = U_d$$

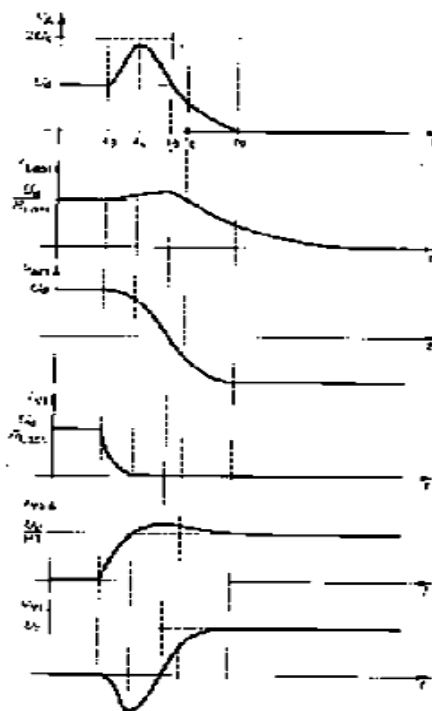
$$i_C = 0$$

Khi $t > t_1$ thì $i_{V1} = I_L$, với hằng số thời gian t_L và theo quy luật hàm mũ, tại $t = t_2$ dòng tải đạt giá trị cực đại

$$I_L = U_d/RL; t_2 - t_0 = 5 \cdot t_L$$

Khi $t > t_2$ quá trình đóng mạch chấm dứt

Quá trình ngắt mạch (hình 2.85)



Hình 2.85 Quá trình ngắt mạch

Quá trình ngắt mạch được bắt đầu tại thời điểm t_3 bằng cách kích thyristor V_2 dẫn điện (hình 2.85). Trong hình 2.86 trình bày mạch điện lúc tắt với chiều chảy của i_C trong khoảng thời gian t_3 và t_4 .

Yêu cầu đánh giá kết quả học tập

Sau khi học xong bài này yêu cầu học sinh phải trình bày được

- Nguyên lý cấu tạo linh kiện điện tử công suất : Diode, transistor, triac, thyristor, FET
- Phương pháp ghép song song, nối tiếp
- Các phương pháp bảo vệ

- Rò le bán dẫn : Cấu tạo, đặc tính và ứng dụng
- Các mạch ứng dụng đóng/cắt DC, AC 1 pha và 3 pha
- Công tắc một chiều dùng thyristor kết hợp tụ giao hoán

BÀI 3 : CHỈNH LƯU CÔNG SUẤT KHÔNG ĐIỀU KHIỂN

1. Các khái niệm cơ bản

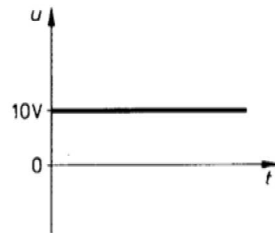
Như đã đề cập ở các bài trước, nguồn cấp điện một chiều thường được chỉnh lưu từ dòng điện xoay chiều một pha hoặc ba pha vì các máy phát điện một chiều ngày càng ít thông dụng. Trong thiết bị điện tử công suất thường gặp các giá trị dòng thuận lớn và điện áp nghịch cao. Do đó, chỉ các diode silicon trong các mạch điện ở phần sau được dùng làm van chỉnh lưu

Khác với điện áp một chiều từ nguồn pin hoặc các nguồn ổn áp, điện áp ra của các mạch chỉnh lưu không cố định theo thời gian mà có dạng xung một chiều, còn được gọi là điện áp hỗn hợp, điện áp này có thể đo được bằng các thiết bị đo từ điện (trị trung bình) hoặc thiết bị đo điện từ (hiệu dụng). Nếu dùng các thiết bị đo có chỉnh lưu (VOM) thì hệ số hình dáng của điện áp đo phải được tính toán, điều này là cần thiết vì thang đo của loại thiết bị này được khắc độ theo trị hiệu dụng, hệ số hình dáng được chọn giá trị là $F = 1,11$ ($I_{FAV} \neq I_{FRMS}$)

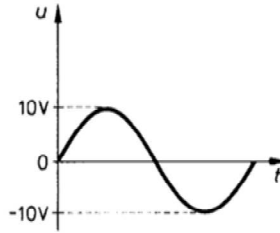
Với điện áp và dòng DC có dạng xung, sự sai biệt giữa trị trung bình với trị hiệu dụng là kết quả của sóng hài.

1.1 Ví dụ : Điện áp và dòng điện dạng xung

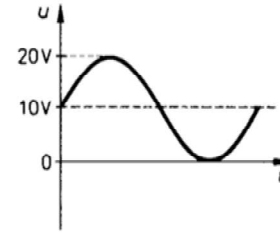
Điện áp hỗn hợp ở hình 4.3 bao gồm thành phần DC lý tưởng U_d và thành phần AC hình sin với $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$



Hình 3.1 Điện áp DC lý tưởng $U_d = 10 \text{ V}$



Hình 3.2 Thành phần xoay chiều $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 7,07 \text{ V}$



Hình 3.3 Điện áp hỗn hợp
 $U_d = 10 \text{ V}$
 $U_m = 12,25 \text{ V}$

Đối với điện áp ở hình 3.3, giá trị trung bình của điện áp hỗn hợp được đo bằng dụng đo từ điện là :

$$U_d = 10 \text{ V}$$

Trị hiệu dụng của điện áp hỗn hợp là

$$U_m = \sqrt{U_d^2 + \frac{\hat{u}^2}{2}}$$

Với $U_d = \hat{u} = 10 \text{ V}$, suy ra :

$$U_m = \sqrt{\hat{u}^2 + \frac{\hat{u}^2}{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}\hat{u}^2} = 1,225 \times 10 \text{ V} = 12,25 \text{ V}$$

Như đã đề cập ở trên, trong thực tế các giá trị hiệu dụng thường được đo bằng các thiết bị đo điện từ

Trong trường hợp tải thuần trở, phương pháp đo này cũng được áp dụng khi xem các giá trị đo

$U_d \neq U_m$ và tương tự như thế $I_d \neq I_m$ Sự khác nhau này cũng đúng với công suất

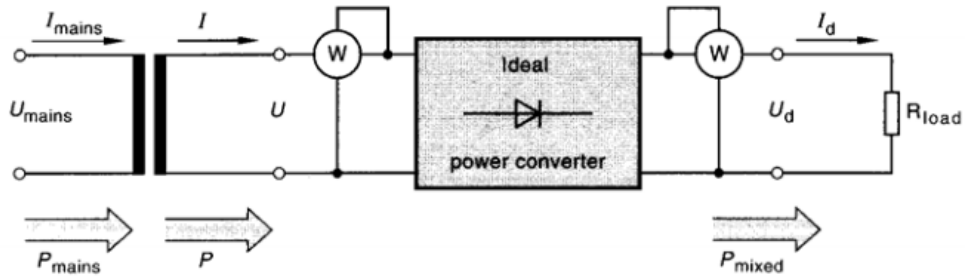
1.2 Công suất

Giả sử $P_{\text{loss}} = 0 \text{ W}$ đối với mạch chỉnh lưu lý tưởng, do đó :

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} = \frac{P_m(\text{DC})}{P(\text{AC})} = 1$$

Kết quả là $P_{(\text{AC})} = P_{(\text{DC})}$

Điều này cũng được chứng minh trực tiếp bằng cách dùng thiết bị đo kiểu điện động



Hình 3.4 Sơ đồ mạch chỉnh lưu lý tưởng với đồng hồ đo công suất $P = P_m$

Từ hình 3.4, công thức tính công suất chỉ đúng trong biểu thức sau :

$$P_m = U_m \times I_m > U_d \times I_d$$

Công suất một chiều P_m lớn hơn công suất một chiều P_d , nếu kể đến công suất dư P_{ex} là công suất tạo nên bởi thành phần gợn sóng hoặc bởi các sóng hài

$$P = P_m = P_d + P_{ex} = U_d \times I_d + U_{ripp\ rms}^2 \times \frac{1}{R_{load}}$$

Trong trường hợp lý tưởng $U_{ripp} = 0$ suy ra :

$$P(a.c) = U_d \times I_d$$

Điện áp gợn sóng được định nghĩa là giá trị hiệu dụng của các sóng hài

$$U_{ripp\ rms} = \sqrt{\sum U_\gamma^2} \text{ với } \gamma = 1, 2, 3, \dots$$

Vì trong lĩnh vực điện tử công suất các thành phần gợn sóng chủ yếu phụ thuộc vào mạch chỉnh lưu, hệ số gợn sóng được định nghĩa là tỉ số giữa điện áp gợn sóng với điện áp một chiều

$$w = \frac{U_{ripp\ rms}}{U_d} \text{ hoặc } w = \frac{U_{ripp\ rms}}{U_d} \times 100\%$$

1.3 Xác định điện áp gợn sóng

Nếu điện áp ở hình 3.3 đặt lên một tải thuần trở thì công suất thực sự rơi trên tải sẽ là :

$$P_m = U_m^2 \times \frac{1}{R_{load}} = \frac{(12,25)^2}{100\Omega} = 1,5\text{ W}$$

Gồm hai thành phần

$$P_d = U_d^2 \times \frac{1}{R_{load}} = \frac{(10 \text{ V})^2}{100 \Omega} = 1,5 \text{ W}$$

$$P_{ex} = U_{ripp\text{rms}}^2 \times \frac{1}{R_{load}} = \frac{(7,07 \text{ V})^2}{100 \Omega} = 0,5 \text{ W}$$

Hệ số gọn sóng w của điện áp một chiều dạng xung là :

$$w = \frac{U_{ripp\text{rms}}}{U_d} \times 100 = \frac{7,07 \text{ V}}{10 \text{ V}} \times 100 = 70,7\%$$

2. Mạch chỉnh lưu công suất một pha không điều khiển

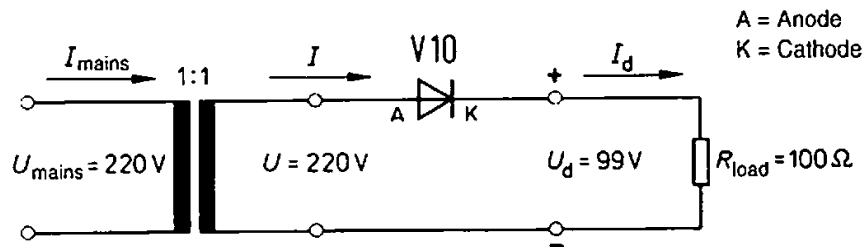
2.1 Chỉnh lưu công suất một nửa chu kỳ

2.1.1 Đại cương

Trong lĩnh vực điện tử công suất, mạch này không quan trọng lắm do mạch có nhiều đặc điểm không phù hợp với các mạch biến đổi công suất.

2.1.2 Khảo sát điện áp

Trong hình 3.5 vì không điều khiển được nên van V10 chỉ bắt đầu dẫn khi điện áp anode dương hơn cathode, điều này chỉ diễn ra trong suốt bán kỳ dương của điện áp xoay chiều và tạo nên dòng một chiều chảy ngang qua tải Rload. Giả sử $rF \ll R_{load}$; u (a.c) = u (d.c) tại mọi thời điểm của bán kỳ dương. Trong khoảng thời gian bán kỳ âm $R_{load} \ll R_R \approx \infty \Omega$, lúc này mạch không dẫn và $u = -U_{AK}$



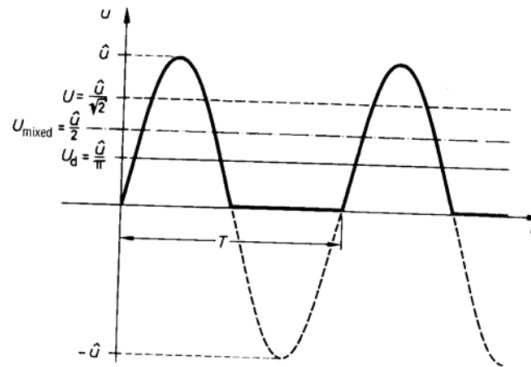
Hình 3.5 Mạch chỉnh công suất một nửa chu kỳ

Trong hình 3.6 giá trị tức thời của điện áp một chiều ở ngõ ra được trình bày đầy đủ và điện áp xoay chiều được biểu diễn bằng đường đứt nét

Như đã biết, trị hiệu dụng U của điện áp xoay chiều ngõ vào được tính theo công thức $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0.707 * \hat{u}$ (đường đứt nét trong hình 3.6)

Trong đó, $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{U}{\sqrt{2}}$ là trị hiệu dụng của điện áp DC ở ngõ ra (đường gạch chấm) trong hình 3.6

Trong thực tế, trị trung bình của điện áp DC ở ngõ ra rất quan trọng, đối với mạch M1 giá trị này được tính như sau :



Hình 3.6 Điện áp DC ngõ ra và AC ngõ vào của mạch chỉnh lưu bán kỳ

$$U_d = \frac{\hat{u}}{\pi} = \frac{\sqrt{3} \times U}{\pi} = 0,45 U \text{ hoặc } \frac{U}{U_d} = 2,22$$

Do trong mạch M1, điện áp DC chỉ xuất hiện trong một bán kỳ nên sẽ phát sinh các dòng điện cao không liên tục trên tải điện trở. Trong nhiều ứng dụng điện tử công suất cần phải tránh những khoảng thời gian không có dòng điện như thế.

Điện áp được làm phẳng bằng cách dùng các điện dung nếu không thì thông thường kỹ thuật chỉnh lưu sẽ không có ý nghĩa. Vì đối với tải dòng lớn tụ cũng phải có điện dung rất lớn nên trong các mạch biến đổi công suất dòng điện được làm phẳng bằng cuộn cảm.

Đỉnh điện áp nghịch U_{RRM} đặt lên diode bằng với đỉnh âm của điện áp xoay chiều

$$U_{RRM} = \hat{u} \text{ hoặc } \frac{U_{RRM}}{U_d} = 3,14$$

2.1.3 Số xung và hệ số gợn sóng

Số xung p có nghĩa là số khối điện áp DC xảy ra trong cùng một chu kỳ với điện áp nguồn AC. Trong mạch chỉnh lưu bán kỳ giá trị p = 1 và chỉ có 1 xung xuất hiện có nghĩa là một bán kỳ hình sin trong mỗi chu kỳ, ở bán kỳ thứ hai không có điện áp, khoảng trống điện áp lớn này biểu thị điện áp gợn sóng và hệ số gợn sóng của điện áp DC trong mạch chỉnh lưu.

Xác định hệ số gợn sóng w

Với điện trở có trị số 100 W nối vào nguồn xoay chiều có $U = 220 \text{ V}$, công suất rơi trên điện trở là

$$P = \frac{U^2}{R_{\text{load}}} = \frac{220 \text{ V} \times 220 \text{ V}}{100 \Omega} = 484 \text{ W}(100\%)$$

Nếu bây giờ nối điện trở này vào cùng điện áp như trên và nối tiếp với một diode thì chỉ có 50% công suất là 242 W rơi trên điện trở

$$U_d = 0,45 \times U = 0,45 \times 220 \text{ V} = 99 \text{ V}$$

Công suất một chiều được tính như sau :

$$P_d = \frac{U_d^2}{R} = \frac{99 \text{ V} \times 99 \text{ V}}{100 \Omega} = 98,01 \text{ W}(100\%)$$

Trong trường hợp này, công suất sai biệt hoặc công suất dư là :

$$P = P - P = 484 \text{ W} - 242 \text{ W} = 242 \text{ W}$$

Từ đó suy ra điện áp gợn sóng

$$U_{\text{ripp rms}} = \sqrt{P_{\text{ex}} \times R} = \sqrt{143,99 \text{ W} \times 100 \Omega} = 120 \text{ V}$$

Hệ số gợn sóng của mạch

$$w = \frac{U_{\text{ripp rms}}}{U_d} = \frac{120 \text{ V}}{99 \text{ V}} = 1,21 \text{ hoặc } w = 121\%$$

2.1.4 Khảo sát dòng điện

Một cách tổng quát, thành phần DC được cung cấp bởi một mạch biến đổi công suất được tạo nên từ các thành phần từ các van kế cận, các van này được nối với nhau ở anode hoặc cathode. Số lượng các mạch nhánh này còn được gọi là số “đảo mạch” q . Số q ở đây phải là 1

Dòng điện thành phần trong mạch nhánh bằng với dòng thuận trung bình I_{FAV} của một diode (trừ trường hợp các diode nối song song với nhau)

$$I_{\text{FAV}} = I_d$$

Trong mạch chỉnh lưu bán kỳ, thời gian dòng điện chảy qua diode $\theta = 180^\circ$ trong suốt một nửa chu kỳ $T/2$

Vì đối với tải thuần trở, dòng I_d và điện áp một chiều U_d quan hệ với nhau bởi định luật ohm, có nghĩa là $U_d = I_d \times R_{\text{load}}$

$$I_d = \frac{\hat{i}}{\pi} \text{ và } I_m = \frac{\hat{i}}{2}$$

Tỉ số dòng điện

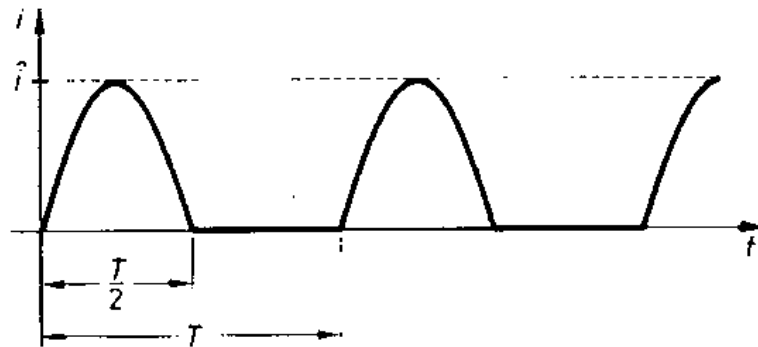
$$\frac{I_m}{I_d} = \frac{\hat{i} \times \pi}{2 \times \hat{i}} = \frac{\pi}{2} = 1,57$$

Cũng thường được xem là một thông số quan hệ, trong mạch chỉnh lưu bán kỳ tỉ số này chính là $\frac{I_{FRMS}}{I_d}$

$$I = I_{FRMS} = I_m$$

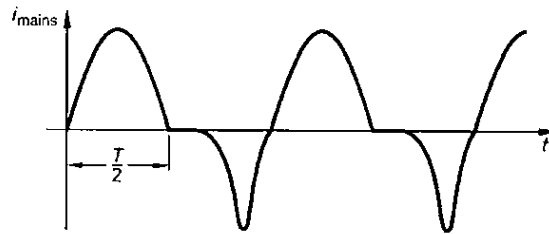
Nếu bao gồm biến áp như ở hình 4.5 khi khảo sát dòng điện sẽ phát sinh một mâu thuẫn. Ngay cả khi trong biến áp không có tổn hao và tỉ số biến áp $r = 1$ thì giá trị hiệu dụng bên sơ cấp I_{mains} cũng nhỏ hơn trị hiệu dụng dòng thứ cấp I . Điều này được giải thích từ hình 3.7

Như đã biết, dòng vào của mạch là dòng hỗn hợp bao gồm thành phần DC và AC. Tuy nhiên, do biến áp chỉ làm việc với dòng xoay chiều, thành phần một chiều chỉ chảy bên cuộn thứ cấp sẽ tạo nên từ trường một chiều trong lõi thép



Hình 3.7 Dòng thứ cấp I trong mạch chỉnh lưu bán kỳ tải thuần trở

Trong trường hợp lý tưởng, đồ thị dòng sơ cấp I_{mains} có thể được xác định bằng cách dịch chuyển trục thời gian của dòng hỗn hợp thứ cấp I . điều này cần thiết để diện tích phần dương và âm của dòng điện theo thời gian bằng nhau. Tuy nhiên, trong thực tế kết quả nhận được giống như trình bày trong hình 3.8



Hình 3.8 Dạng dòng điện sơ cấp của mạch chỉnh lưu M1 tải thuần trở

Trong khoảng thời gian bán kỳ dương, công suất được truyền sang bên thứ cấp. Mặt khác, năng lượng từ hóa biến áp được tạo nên bởi một xung dòng cao trong khoảng thời gian bán kỳ âm của điện áp

Hệ số gợn sóng w (hình 3.7) là 121%, dòng xoay chiều sơ cấp trong điều kiện lý tưởng là :

$$I_{\text{mains}} = 1,21 \times I_d$$

Dòng hỗn hợp bên thứ cấp được tính theo công thức

$$I_m = 1,57 \times I_d$$

Sau đó, mặc dù số vòng dây bên sơ và thứ cấp bằng nhau ($N_1 = N_2$), tỉ số dòng điện cũng không bằng 1, nhưng :

$$\frac{I}{I_{\text{mains}}} = \frac{I_m}{I_{\text{mains}}} = \frac{1,57}{1,21} = 1,3$$

Như đã lưu ý ở các phần trước, kết quả này có 1 ý nghĩa đặc biệt trong quá trình tính toán biến áp.

2.1.5 Khảo sát công suất

Đối với điện áp và dòng điện DC lý tưởng, công suất DC được tính theo công thức

$$P_d = U_d \times I_d$$

Tuy nhiên, khi điện áp DC có dạng xung

$$P_m = U_m \times I_m$$

Điều này đã được chứng minh trong trường hợp không có tổn hao, giá trị này bằng với công suất xoay chiều P

Công suất biểu kiến S bên cuộn thứ cấp

$$S = U \times I = \frac{\pi \times U_d}{\sqrt{2}} \times \frac{\pi}{2} \times I_d = 3,49 U_d \times I_d = 3,49 P_d$$

Với tỉ số biến áp là r , công suất ngõ vào là

$$S_{\text{mains}} = U_{\text{mains}} \times I_{\text{mains}} = r \times U \times \frac{1,21 \times I_d}{r} = \frac{\pi \times U_d}{\sqrt{2}} \times 1,21 I_d = 2,69 P_d$$

Việc tính toán biến áp dựa trên công suất biểu kiến $S = U \times I$. Không cần quan tâm đến hệ số công suất \cos bởi vì mạch từ và sự cách ly được thiết kế dựa trên biên độ của điện áp cung cấp trong khi phần dẫn điện và các đại lượng làm nguội được xem là hàm của dòng điện hiệu dụng.

Trong kỹ thuật điện truyền thống, đối với biến áp lý tưởng thì công suất biểu kiến bên sơ và thứ cấp bằng nhau. Cơ sở của sự bằng nhau này sự giả định điện áp và dòng điện là hình sin. Tuy nhiên, với một giả định như thế ít được áp dụng trong điện tử công suất. Điện áp hình sin xuất hiện trong biến áp của bộ biến đổi công suất nhưng dòng điện thì lại không phải là hình sin và thường khác nhau ở bên sơ và thứ cấp.

$$S_{\text{mains}} \neq S$$

Trên cơ sở bằng nhau này, thuật ngữ “công suất ước lượng máy biến áp” được đề nghị trong điện tử công suất, để tính đến các hiệu ứng đặc biệt do thành phần DC bên thứ cấp.

Trong trường hợp chỉnh lưu bán kỳ

$$S_T = \frac{1}{2} (S_{\text{mains}} + S) = \frac{1}{2} (2,69 + 3,49) P_d = 3,09 P_d$$

Lưu ý : Trong nhiều sổ tay kỹ thuật thường cho biết tỉ số công suất và S_T được thay bằng P_T .

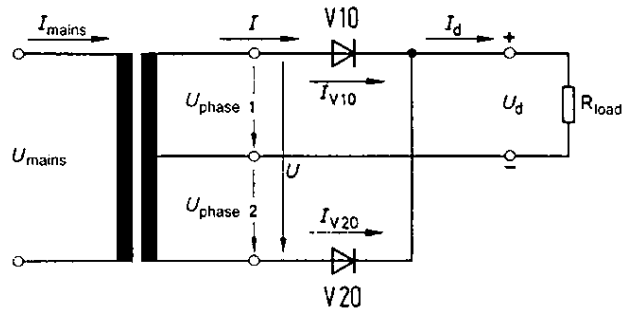
2.2 Chỉnh lưu công suất hai nửa chu kỳ

2.2.1 Đại cương

Mạch chỉnh lưu gồm 2 dạng : sơ đồ dùng biến áp có điểm giữa và sơ đồ dùng cầu diode. Khác với chỉnh lưu bán kỳ trong mạch chỉnh lưu toàn kỳ dòng chỉnh lưu vẫn tồn tại trong khoảng thời gian bán kỳ âm của lưới điện. Điện áp lưới có thể đưa trực tiếp vào mạch chỉnh lưu cầu không cần qua trung gian một biến áp. Đây cũng là lý do làm cho mạch chỉnh lưu cầu được dùng phổ biến trong thực tế.

2.2.2 Chỉnh lưu toàn kỳ dùng biến áp có điểm giữa (M2)

Phần tử cơ bản trong mạch M2 là một biến áp có điểm giữa bên cuộn thứ cấp như trình bày trong hình 3.14. Trên nguyên tắc mạch này gồm hai mạch M1 ghép song song với nhau



Hình 3.14 Mạch chỉnh lưu toàn kỳ M2

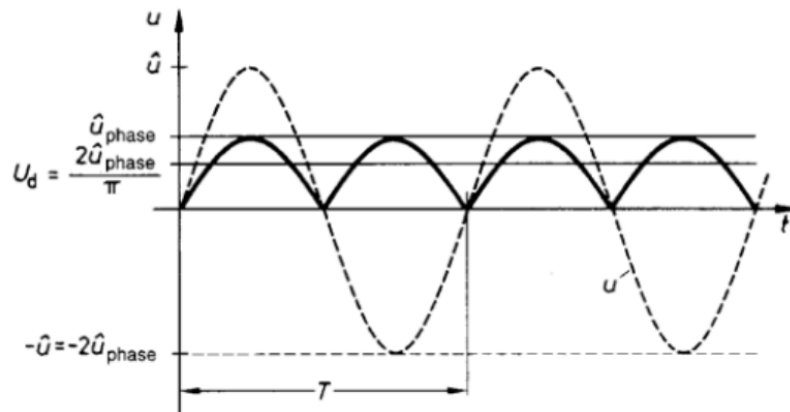
Cuộn thứ cấp được xem như là cuộn dây 2 pha với các điện áp pha là $U_{\text{phase 1}}$ và $U_{\text{phase 2}}$. Điện áp giữa hai pha này là

$$U = U_{\text{phase 1}} + U_{\text{phase 2}}$$

Điện áp một chiều ở ngõ ra bằng hai lần so với khi dùng cuộn dây 1 pha

$$U_d = \frac{2 \times \hat{U}_{\text{phase}}}{\pi} = \frac{2 \times \sqrt{2} U_{\text{phase}}}{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U = 0,45 U$$

Điện áp trên các diode cũng bằng 2 lần, một ưu điểm của sơ đồ là các diode có cùng điện áp và có thể được gắn trực tiếp trên cùng cánh tỏa nhiệt. Đặc tính của mạch M2 trong hình 3.15 điện áp DC ngõ ra được vẽ bởi đường liên tục và điện áp xoay chiều giữa hai pha là đường đứt nét



Hình 3.15 Dạng điện áp trong mạch M2

2.3 Chỉnh lưu công suất cầu một pha (B2)

Mạch cầu B hoặc B2 cũng được xem như là một mạch cầu 1 pha. Như đã biết, trong thực tế các mạch chỉnh lưu thường được áp dụng phù hợp với ưu điểm của từng loại

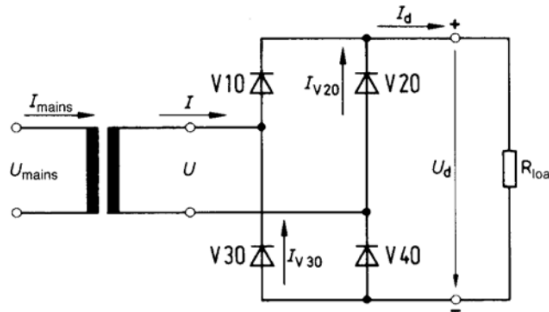
2.3.1 Khảo sát điện áp

Ngoài các ưu điểm, mạch B2 cũng có khuyết điểm là điện áp thuận bị giảm nhiều hơn trên hai diode V10 và V40 cũng như trên V20 và V30 vì từng cặp diode được nối tiếp nhau khi dẫn.

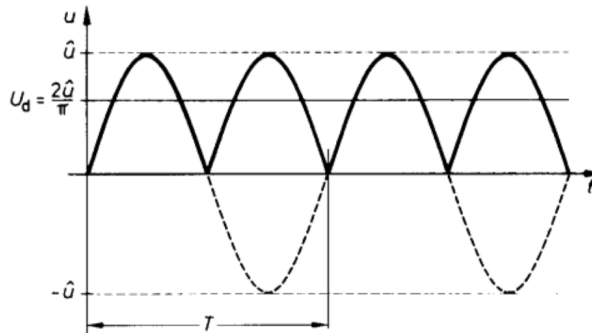
Theo hình 3.16 cho thấy V10 và V40 dẫn điện trong khoảng thời gian bán kỳ dương trong khi V20 và V30 trong khoảng thời gian bán kỳ âm của điện áp lưới, nếu kể đến điện áp rơi trên các diode, ta có :

$$U_d = U - 2U_F$$

Nếu điện áp một chiều có giá trị cao, có thể xem gần đúng $U_d \approx U$



Hình 3.16 Mạch chỉnh lưu cầu B2



Hình 3.17 Dạng sóng điện áp trong mạch B2

Do dòng điện DC có mặt trong cả hai bán kỳ nên trị số của dòng này được tính như sau

$$\begin{aligned} U_d &= \frac{2}{\pi} \times \hat{u} = 0,637 \hat{u} \\ &= \frac{2}{\pi} \times \sqrt{2} \times U = 0,9 U \end{aligned}$$

Từ công thức suy ra :

$$\frac{U}{U_d} = 1,11 \text{ với } U = U_{\text{mixed}}$$

Với $U_{\text{RRM}} = \hat{u}$, trị số điện áp nghịch được tính

$$U_{RRM} = 1,57 \times U_d$$

Giá trị này được dùng khi tính chọn diode

2.3.2 Số xung và hệ số gợn sóng

Theo hình 3.17 cho thấy trong một chu kỳ điện áp lưới có hai xung điện áp DC do đó số xung $p = 2$. Với $\cos \phi = 1$, 100% công suất biến đổi trong trường hợp này là

$$U \times I = P = P_{\text{mixed}} = \left(\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \right)^2 \times \frac{1}{R_{\text{load}}}$$

Hệ số gợn sóng trong mạch B2

$$\begin{aligned} w &= \frac{U_{\text{ripp,rms}}}{U_d} \times 100 = \frac{\sqrt{\frac{\hat{u}^2}{2} - \frac{4\hat{u}^2}{\pi^2}}}{\frac{2\hat{u}}{\pi}} \times 100 \\ &= \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2}} \times 100 = 48,3\% \end{aligned}$$

2.3.3 Khảo sát dòng điện

Vì dòng điện một chiều I_d chảy luân phiên qua hai mạch nhánh, số lần chuyển mạch $q = 2$. Chuyển mạch là quá trình thay đổi chiều dòng điện từ nhánh này sang nhánh khác với cùng một điện áp. Dòng điện trong hai nhánh cũng bằng nhau. Dòng điện thuận trung bình I_{FAV} qua diode bằng phân nửa dòng tải I_d

$$I_{FAV} = \frac{1}{2} I_d$$

Dòng điện thuận hiệu dụng qua diode

$$I_{FRMS} = 0,785 I_d$$

Thời gian dòng điện chảy trong mỗi nhánh là $\theta = 180^\circ$ theo nguyên lý hoạt động của mạch B2, đối với tải thuần trở dòng trong cuộn thứ cấp là hình sin. Tuy nhiên, do dòng xoay chiều và một chiều có quan hệ với nhau

$$I_{\text{mixed}} = I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} \quad \text{và với} \quad \frac{\hat{u}}{U_d} = \frac{\pi}{2}$$

Kết quả tương tự

$$\frac{\hat{i}}{I_d} = \frac{\pi}{2}$$

Suy ra tỉ số dòng điện

$$\frac{I}{I_d} = \frac{\hat{i} \times \pi}{\sqrt{2} \times 2 \times \hat{i}} = 1,11$$

Đối với biến áp có $r = 1$, $I_{mains} = I$

$$\frac{I_{mains}}{I_d} = 1,11$$

2.3.4 Khảo sát công suất

Sử dụng các kết quả ở trên, $U = 1,11 \times U_d$ và $I = 1,11 \times I_d$ để tính công suất biểu kiến

$$S = U \times I = 1,11 \times U_d \times 1,11 \times I_d = 1,23 \times P_d$$

Khi có biến áp công suất này là công suất biểu kiến bên sơ cấp

$$S_{mains} = U_{mains} \times I_{mains} = S = 1,23 \times P_d$$

Và phương pháp thiết kế ước lượng máy biến áp

$$S_T = \frac{1}{2} (S_{mains} + S) = 1,23 P_d$$

Do đó, hầu hết các mạch B2 đều có máy biến áp

2.4. Chỉnh lưu công suất cầu một pha

Xét tải là điện cảm

Trong lĩnh vực điện tử công suất tải thường gặp là loại trở kháng ví dụ các loại động cơ điện, sơ đồ cơ bản được trình bày ở hình 3.11, trong đó điện trở tải được thay thế bởi tải cảm kháng, do năng lượng tích trữ trong cảm kháng có tác dụng san phẳng dòng điện nên dòng một chiều qua diode sẽ biến đổi từ dạng hình sin tại cảm kháng $L = 0$ H sang hình vuông khi cảm kháng tăng lên (hình 3.18)

Loại tải này cũng cho hệ số gợn sóng điện áp $w = 48,3\%$ nhưng hệ số gợn sóng dòng điện giảm xuống 0%

Dòng điện một chiều lý tưởng $I_{mixed} = I_d = I$, do đó công suất biểu kiến bên thứ cấp được tính như sau :

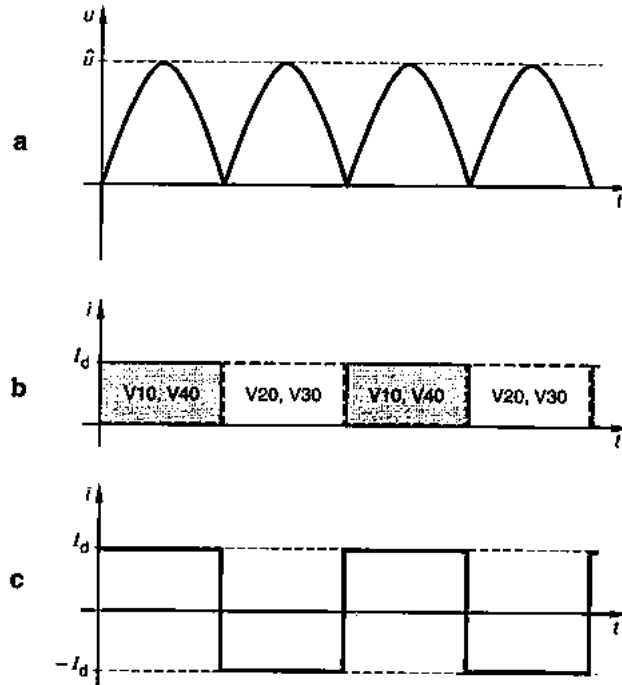
$$S = U \times I = 1,11 \times U_d \times 1,0 \times I_d = 1,11 \times P_d$$

Giá trị hiệu dụng của dòng điện hỗn hợp hình vuông

$$I_{mixed} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_d \text{ với } T_P = T_O$$

với $T_P = T_O$. Tỉ số dòng điện sau đây được áp dụng cho việc thiết kế diode

$$\frac{I_{FRMS}}{I_d} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$$



(a) Điện áp DC khi $p = 2$, (b) Dòng DC I_d với dòng diode $i_{V10} = i_{V40}$ (đường liên tục) và $i_{V20} = i_{V30}$ (đường đứt nét)
 (c) Dòng vào xoay chiều có dạng hình vuông

Hình 3.18

3. Chỉnh lưu 3 pha

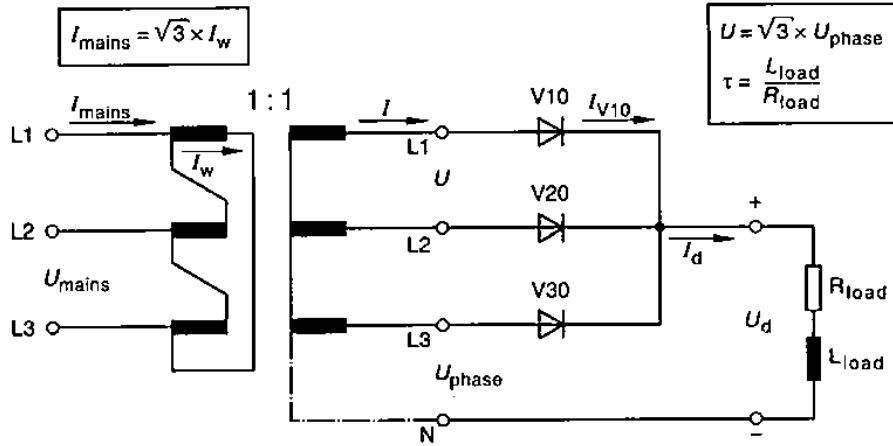
3.1 Đại cương

Các bộ chỉnh lưu công suất lớn được thiết kế để phục vụ yêu cầu kết nối với hệ thống 3 pha.

Sau đây là một vài mạch được áp dụng trong thực tế, gồm các mạch chỉnh lưu 3 pha và 6 pha.

3.2 Mạch chỉnh lưu 3 pha hình tia (M3)

Mạch chỉnh lưu 3 pha đơn giản nhất là mạch M3. Trong hình 3.14 cho thấy ba van bán dẫn được đặt vào 3 pha L1, L2 và L3. Vì các cathode của 3 van có cùng điện áp nên có thể nối chung lại với nhau, sau đó tải được nối giữa điểm chung này với dây trung tính của biến áp (đấu sao). Do đó, cuộn thứ cấp của biến áp phải đấu sao



Hình 3.19 Mạch chỉnh lưu 3 pha M3

3.2.1 Khảo sát điện áp

Như đã biết, diode sẽ không dẫn điện cho đến khi nào điện áp anode dương hơn cathode. Từ hình 3.20 b cho thấy van V10 dẫn trong khoảng thời gian từ t1 đến t2 vì lúc này điện áp UL1N là dương nhất (hình 4.15a). Tuy nhiên, tại t2 thì UL2N lại dương hơn UL1N và van V20 trở nên dẫn. Do dòng điện chuyển từ V10 sang V20 bởi sự thay đổi giá trị điện áp của lưới điện nên mạch chỉnh lưu này được gọi là mạch “biến đổi chuyển mạch lưới”. Trở lại hình 4.15b cho thấy điện áp một chiều Ud không giảm xuống 0 vì quá trình chuyển mạch xảy ra trong khoảng thời gian là 120°

Vì điện áp xung Ud có trị số thấp nhất tại $\sin 30^\circ = 0,5$ nên điện áp gợn sóng là $U_{ripp\ pp} = 0,5 \times \hat{u}_{phase}$. Do đó, giá trị trung bình của điện áp DC cũng cao hơn so với các mạch chỉnh lưu ở các phần trên.

$$\begin{aligned}
 U_d &= \frac{3}{\pi} \hat{u}_{phase} \times \sin 60^\circ \\
 &= 0,827 \times \hat{u}_{phase} = 0,827 \sqrt{2} \times U_{phas} \\
 &= 1,17 U_{phase} \\
 \frac{U_d}{U_{phase}} &= 1,17
 \end{aligned}$$

Thay điện áp dây phase $U = \sqrt{3} U_{pha}$ vào phương trình trên

$$U_d = 0,676 \times U \text{ và } \frac{U}{U_d} = 1,48$$

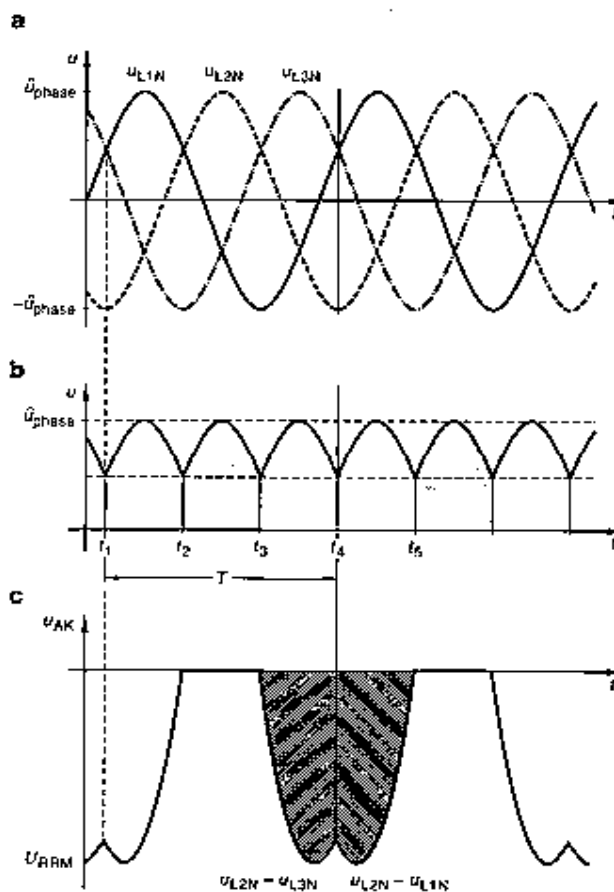
Trong mạch M3, điện áp nghịch đặt lên mỗi diode là điện áp sai biệt tức thời giữa các pha của các diode đang dẫn và không dẫn.

Suy ra giá trị đỉnh của điện áp nghịch như sau :

$$U_{RRM} = \sqrt{3} \times \hat{u}_{\text{phase}} = \sqrt{3} \times \sqrt{2} U_{\text{phase}} = \sqrt{2} \times U$$

Tham chiếu với điện áp một chiều lý tưởng

$$\frac{U_{RRM}}{U_d} = \frac{\sqrt{3} \hat{u}_{\text{phase}}}{0,827 \hat{u}_{\text{phase}}} = 2,09$$



- a) Điện áp pha U_{L1N} , U_{L2N} và U_{L3N}
- b) Điện áp ra một chiều
- c) Điện áp trên diode V20

Hình 3.20

Điện áp UAK của diode V20 được trình bày ở hình 3.20 c. Trong suốt thời gian dẫn điện từ t2 đến t3 và sau t5, điện áp trên diode bằng 0 (trong thực tế $U_F \approx 1$ V). Quá trình chuyển từ V20 sang V30 xảy ra tại thời điểm t3 sao cho giá trị tức thời của điện áp nghịch được tạo nên từ sai biệt giữa các điện áp pha $U_{L2N} - U_{L3N}$ và điện áp dây U_{L2L3} . Sự chuyển mạch tiếp theo xảy ra tại thời điểm t4 từ V30 sang V10, điện áp nghịch tương ứng

là $U_{L2N} - U_{L1N}$

3.2.2 Số xung và hệ số gợn sóng

Trong suốt chu kỳ T của điện áp lưới, điện áp DC bao gồm tất cả các điện áp pha và cũng có 3 khối điện áp trong mỗi chu kỳ. Do đó, số xung $p = 3$.

Hệ số gợn sóng trong trường hợp này cũng nhỏ hơn trong mạch chỉnh lưu toàn kỳ 1 pha

$$W = 18,3\%$$

Giá trị này rất khó xác định bằng phương pháp đo

3.2.3 Khảo sát dòng điện

Đối với tải thuần trở dòng một chiều I_d sẽ tỉ lệ với U_d , vì trong một chu kỳ có 3 thành phần dòng điện, do đó :

$$\frac{I_{FAV}}{I_d} = \frac{1}{3} \text{ và } \frac{I_{FRMS}}{I_d} = 0,587$$

Đối với tải cảm kháng $\frac{I_{FAV}}{I_c} = \frac{1}{3}$, nhưng

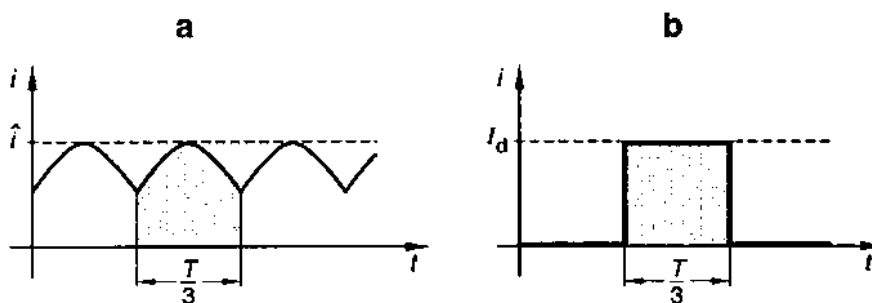
$$\frac{I_{FRMS}}{I_d} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,577$$

Thời gian chảy của dòng điện cũng giảm xuống

$$\theta = \frac{2\pi}{p} = 120^\circ$$

Đối với tải thuần trở $\frac{L}{R} = 0$ và với tải cảm kháng $\frac{L}{R} = \infty$

Trong hình 3.21 cho thấy sự khác biệt về dòng điện tương ứng với các loại tải khác nhau



Hình 3.21 Dòng điện qua các diode trong mạch M3

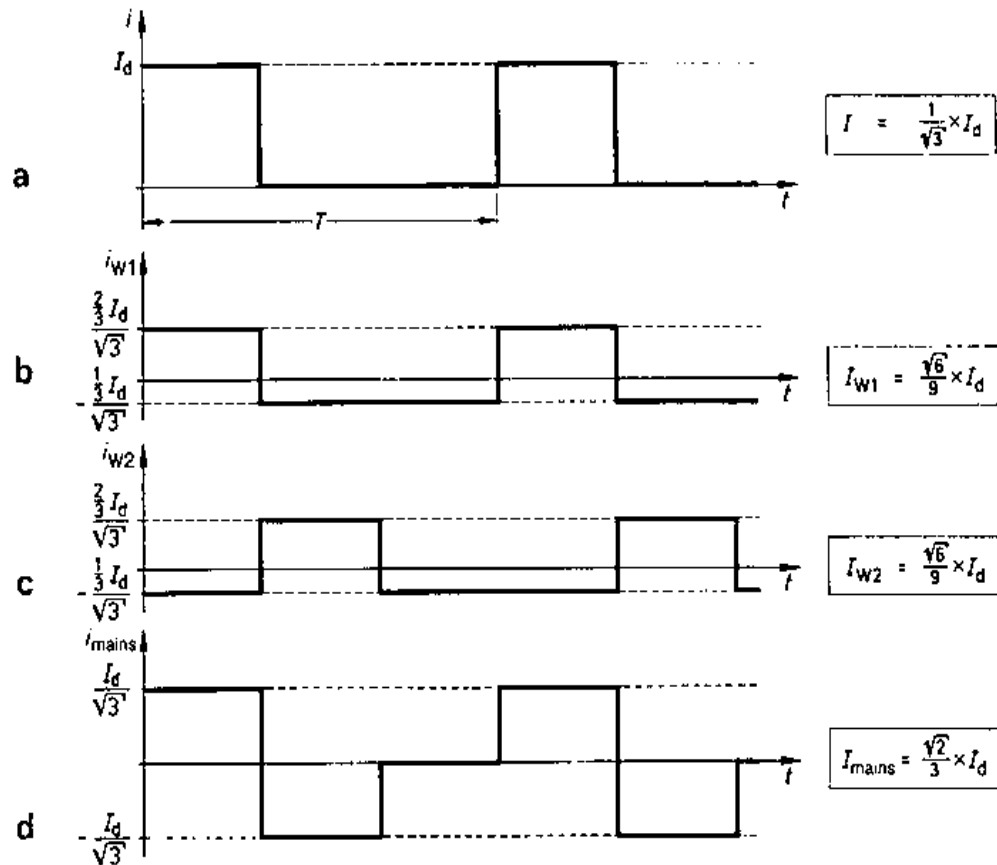
a) Trường hợp $\frac{L}{R} = 0$ b) Trường hợp $\frac{L}{R} \rightarrow \infty$

Với $\frac{I_{FRMS}}{I_d} = 0,587$ với $\frac{I_{FRMS}}{I_d} = 0,577$

Do đó trong hình 3.21 chỉ giới thiệu tỉ số dòng điện với tải cảm kháng

$$\frac{I_{FRMS}}{I_d} = \frac{I}{I_d} = 0,577$$

Như đã biết cách đấu dây của biến áp có một ý nghĩa quan trọng ví dụ với biến áp có cuộn sơ cấp đấu Δ sẽ cải thiện hiệu suất xử dụng của biến áp. Trong mạch M3 thích hợp đặc biệt với các cách nối Dy, Dz và Yz (D = Delta, Y = sao và Z = zig-zag). Hình 3.22 trình bày dạng dòng điện trong cách nối Dy



Dòng điện trong mạch M3 với biến áp đầu Dy

a) Dòng điện dây bên thứ cấp

b, c) Dòng qua hai cuộn dây

d) Dòng điện lưới

Hình 3.22

3.2.4 Khảo sát công suất

Trong kỹ thuật 3 pha, công suất biểu kiến bên thứ cấp của mạch M3 là

$$S = \sqrt{3} U_d I = \sqrt{3} \times 1,48 U_d \times 0,577 I_d = 1,48 \times P_d$$

Theo hình 3.22 d suy ra bên sơ cấp

$$I_{mains} = \frac{\sqrt{2}}{3} \times I_d = 0,471 \times I_d$$

Từ phương trình trên dẫn đến kết quả

$$S_{mains} = \sqrt{3} \times U_{mains} \times I_{mains} = \sqrt{3} \times 1,48 U_d \times 0,47 \times I_d = 1,21 P_d$$

Công thức sau đây được dùng để thiết kế máy biến áp

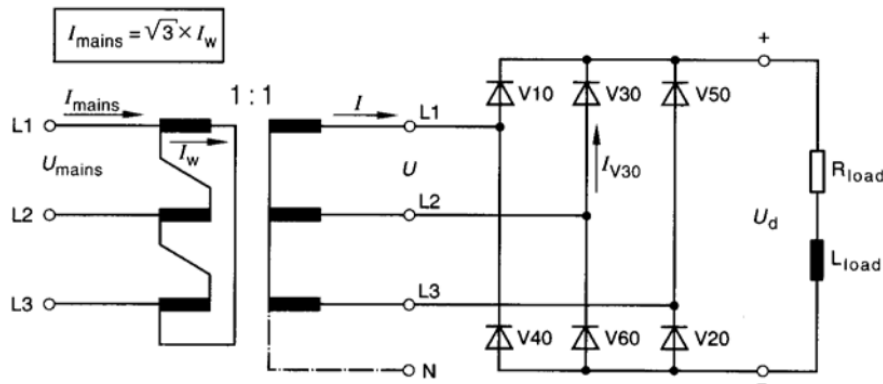
$$S_T = \frac{1}{2}(S_{\text{mains}} + S) = 1,35 P_d$$

3.3 Mạch chỉnh lưu 3 pha hình cầu

3.3.1 Đại cương

Một loại chỉnh lưu có ưu điểm về hệ số gợn sóng và công suất là mạch chỉnh lưu cầu 3 pha còn được gọi là mạch 6 pha B6. Ngoài ra do không cần đến biến áp đấu sao như trong mạch M3. Có thể xem mạch chỉnh lưu B6 là sự nối tiếp của 1 mạch M3 cathode chung với mạch M3 anode chung.

Mạch chỉnh lưu B6 cơ bản được trình bày trong hình 3.23



Hình 3.23 Mạch chỉnh lưu cầu 3 pha

3.3.2 Khảo sát điện áp

Trong hình 3.24 điện áp một chiều của 2 mạch M3 là đường bao của điện áp ba pha, do các giá trị đỉnh chuyển vị trí cho nhau mỗi 60° hoặc $\frac{T}{6}$, sự tương tác giữa hai điện áp tạo ra một nhóm 6 xung có nghĩa là $p = 6$.

Trong mỗi trường hợp, hai chỏm điện áp của B6 xảy ra trong vòng 2 biên độ của các điện áp M3 riêng biệt, các chỏm điện áp này lệch 30° so với các đỉnh điện áp M3 (hình 3.24c)

Công thức sau được áp dụng

$$U_d(B6) = u_d(M3 K) - u_d(M3 A)$$

Trong các tính toán gần đúng, hệ số gợn sóng $w = 4,2\%$ rất nhỏ trong mạch B6 có thể bỏ qua do giá trị này rất khó nhận ra bởi các thiết bị đo thực tế.

Điện áp trung bình của mạch B6 là :

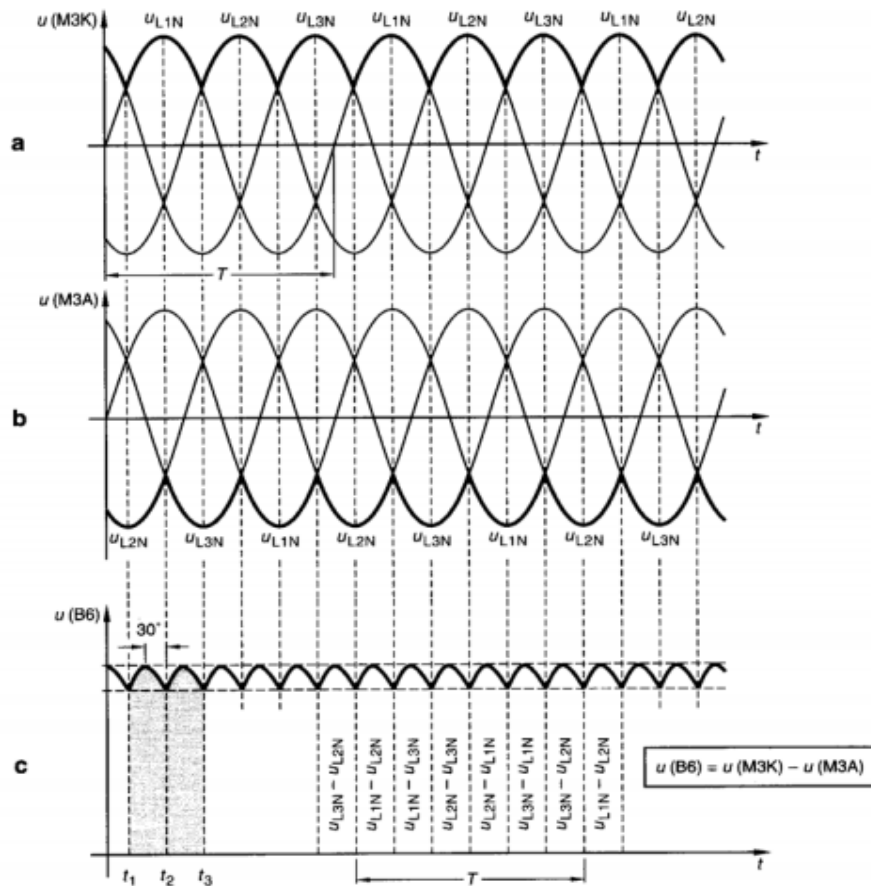
$$U_d = 2 \times \frac{3}{\pi} \hat{u}_{\text{phase}} \sin 60^\circ = 2 \times 0,827 \hat{u}_{\text{phase}}$$

$$\text{Với } U = \sqrt{3} U_{\text{phase}} \text{ và } U_{\text{phase}} = \frac{\hat{u}_{\text{phase}}}{\sqrt{2}}$$

Suy ra

$$U_d = 2,34 \times U_{\text{phase}} \text{ hoặc } \frac{U_{\text{phase}}}{U_d} = 0,43$$

$$U_d = 1,35 \times U \text{ và } \frac{U}{U_d} = 0,74$$



a, b) Đường bao của điện áp 3 pha

c) Điện áp DC trong mạch B6 là hiệu giữa 2 điện áp DC trong mạch M3

Hình 3.24

Thời điểm kích các diode sau 30° kể từ giá trị 0 của điện áp pha hoặc 60° so với giá trị 0 của điện áp dây tương ứng. Thời gian dẫn dòng là $\frac{1}{3} \cong 120^\circ$. Vì trong

trường hợp hai diode nối tiếp nhau, trong nhiều tài liệu thường dùng s để chỉ số nhóm chuyển mạch.

Đối với mạch B2 và B6 có $s = 2$ cho thấy số lượng mạch M được ghép nối tiếp.

Trong phân nửa thời gian dẫn của một diode (60°) một chuyển tiếp được tiếp tục từ diode được ghép nối tiếp trong nhóm chuyển mạch thứ hai, điều này tạo nên dạng điện áp được tô đen trong hình 3.24c

Công thức sau được áp dụng

$$U_d(B6) = u_d(M3 K) - u_d(M3 A)$$

Trong các tính toán gần đúng, hệ số gợn sóng $w = 4,2\%$ rất nhỏ trong mạch B6 có thể bỏ qua do giá trị này rất khó nhận ra bởi các thiết bị đo thực tế.

Điện áp trung bình của mạch B6 là :

$$U_d = 2 \times \frac{3}{\pi} \hat{u}_{\text{phase}} \sin 60^\circ = 2 \times 0,827 \hat{u}_{\text{phase}}$$

Với $U = \sqrt{3} U_{\text{phase}}$ và $U_{\text{phase}} = \frac{\hat{u}_{\text{phase}}}{\sqrt{2}}$

Suy ra

$$U_d = 2,34 \times U_{\text{phase}} \text{ hoặc } \frac{U_{\text{phase}}}{U_d} = 0,43$$

$$U_d = 1,35 \times U \text{ và } \frac{U}{U_d} = 0,74$$

Thời điểm kích các diode sau 30° kể từ giá trị 0 của điện áp pha hoặc 60° so với giá trị 0 của điện áp dây tương ứng. Thời gian dẫn dòng là $\frac{1}{3}T \approx 120^\circ$. Vì trong trường hợp hai diode nối tiếp nhau, trong nhiều tài liệu thường dùng s để chỉ số nhóm chuyển mạch. Đối với mạch B2 và B6 có $s = 2$ cho thấy số lượng mạch M được ghép nối tiếp.

Trong phân nửa thời gian dẫn của một diode (60°) một chuyển tiếp được tiếp tục từ diode được ghép nối tiếp trong nhóm chuyển mạch thứ hai, điều này tạo nên dạng điện áp được tô đen trong hình 3.24c

V10 dẫn điện từ thời điểm $t1$ đến $t3$ vì U_{LN1} dương nhất trong suốt chu kỳ đối với mạch M3 cathode chung. Cho đến thời điểm $t2$ diode V60 được xem như nối tiếp và đến $t3$ lại được loại ra bởi diode V20.

Với sơ đồ mạch như trên, điện áp nghịch cực đại bằng với giá trị đỉnh của điện áp dây

$$U_{RRM} = \hat{u}$$

Tuy nhiên, điện áp một chiều u_d chỉ nhận được phân nửa giá trị so với mạch M3

$$\frac{U_{RRM}}{U_d} = \frac{\hat{u}}{1,35 \times U} = \frac{\hat{u} \times \sqrt{2}}{1,35 \times \hat{u}} = 1,05$$

3.3.3 Khảo sát dòng điện

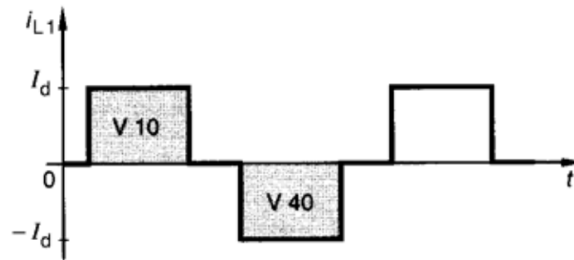
Do có 3 nhánh chuyển mạch trong mỗi nhóm ($q = 3$) nên dòng qua diode sẽ giảm

$$I_{FAV} = \frac{1}{3} I_d \text{ và } I_{FRMS} = 0,577 I_d$$

Trong trạng thái xác lập, dòng xoay chiều trong cuộn thứ cấp có giá trị

$$I = \sqrt{\frac{2}{3}} \times I_d = 0,816 \times I_d$$

Điều này được chỉ rõ trong hình 4.20 đối với cuộn 1 của biến áp



Hình 3.25 Dòng điện dây bên thứ cấp ở pha 1, phần dương qua V10 và âm qua V40

Với tỉ số biến áp $r = 1$, dòng điện dây bên sơ cấp lớn hơn dòng sơ cấp có nghĩa là

$$\frac{I_w}{I} = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ sao cho } I_{\text{mains}} = I \text{ hoặc đối với } I_d$$

$$\frac{I_w}{I_d} = 0,471 \text{ hoặc } \frac{I_{\text{mains}}}{I_d} = 0,816$$

Lưu ý : Đối với kiểu đấu dây biến áp AY theo hình 3.22, $r = 1$

$$r = \frac{U_{\text{mains}}}{U} = \frac{N_{\text{primary}}}{\sqrt{3} \times N_{\text{secondary}}}$$

Có nghĩa là số vòng dây sơ cấp lớn hơn với hệ số là $\sqrt{3} = 1,73$

Trong mạch YY với $r = 1$ thì điện áp, dòng điện cũng như số vòng dây cuộn sơ và thứ cấp thì bằng nhau

3.3.4 Khảo sát công suất

Vì dòng điện xoay chiều chảy qua cả hai cuộn trong biến áp nên công suất biểu kiến của sơ và thứ cấp bằng nhau và do đó công suất danh định cũng bằng nhau, các quan hệ này không phụ thuộc vào tỉ số biến áp và kiểu đấu dây. Trong thực tế :

$$S = \sqrt{3} \times U \times I = 1,73 \times 0,74 U_d \times 0,816 I_d = 1,05 P_d$$

Và do đó

$$\frac{S}{P_d} = \frac{S_{mains}}{P_d} = \frac{S_T}{P_d} = 1,05$$

BÀI 4 : CHỈNH LƯU CÔNG SUẤT CÓ ĐIỀU KHIỂN

1. Tổng quan mạch điều khiển chỉnh lưu công suất

1.1 Nguyên tắc cơ bản

Quá trình hoạt động của mạch điều khiển công suất trong lưới điện xoay chiều một pha cũng như 3 pha tương đối không có vấn đề gì xảy ra. Các linh kiện triac và thyristor sẽ tự động tắt khi dòng điện chảy qua chúng bằng 0. Tuy nhiên, với các ứng dụng trong mạch điện một chiều thì vẫn phải có biện pháp thích hợp để tắt các thyristor

Trong mạch điện xoay chiều một pha và ba pha ngoài phương pháp thay đổi góc pha còn có thể áp dụng phương pháp điều khiển chuỗi xung để thay đổi công suất rơi trên tải.

1.2 Điều khiển chuỗi xung

Phương pháp này còn được gọi là phương pháp điều khiển toàn sóng, điểm đặc biệt của phương pháp là áp dụng kỹ thuật chuyển mạch tại điểm 0 để điều khiển đóng-mở tải, thời gian đóng-mở thay đổi làm thay đổi công suất rơi trên tải từ 0% đến 100%.

Phương pháp này thường áp dụng trong yêu cầu điều khiển lò sưởi vì các ưu điểm sau đây:

- + Ít gây nhiễu vô tuyến do đặc điểm của phương pháp kích tại điểm 0
- + Hệ số công suất $\cos \phi = 1$ vì công suất phản kháng thấp
- + Ít sóng hài vì trong khoảng thời gian dẫn điện dòng qua tải có dạng hình sin

Về cơ bản tín hiệu điều khiển có dạng hình chữ nhật với bề rộng xung thay đổi và chu kỳ cố định. Hình 3.1 mô tả nguyên tắc phương pháp điều khiển chuỗi xung với chu kỳ $T_{sw} = 80$ ms, dòng điện chảy qua tải trong khoảng thời gian $t_{on} = 60$ ms và ngừng trong khoảng thời gian $t_{off} = 20$ ms, từ tỉ số t_{on}/T_{off} cho thấy công suất P rơi trên tải có giá trị nhỏ hơn công suất cực đại P_{max}

$$P = (t_{on}/T_{off}) \cdot P_{max}$$

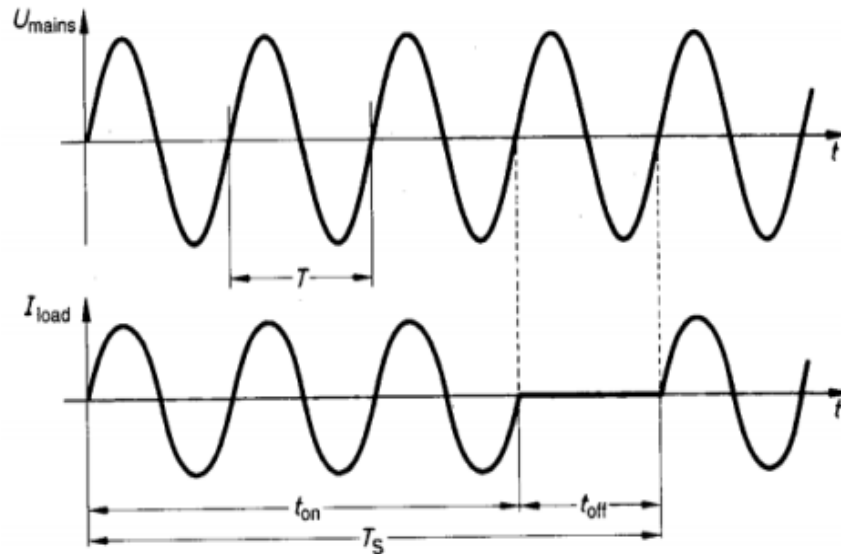
Hình 4.1 tương ứng với trường hợp $P = 3/4 \cdot P_{max}$ tức là công suất rơi trên tải bằng 75% công suất tiêu thụ cực đại của tải.

Ngược lại, công suất tải sẽ đạt cực đại khi thời gian tắt t_{off} ngắn nhất. Tuy nhiên, phương pháp này không thích hợp cho yêu cầu điều khiển độ sáng đèn và tốc độ động cơ vì ánh sáng bị nhấp nháy và động cơ quay không tròn vòng

Trong thực tế có nhiều vi mạch được chế tạo cho yêu cầu điều khiển chuỗi xung, các IC này còn được kết hợp thêm khả năng định thời cũng như tạo xung kích cho các mạch điều khiển bằng phương pháp thay đổi góc pha

Theo chuẩn DIN EN 50006/VDE 0838, phương pháp điều khiển chuỗi xung được gọi là đối xứng khi không có thành phần một chiều qua tải hoặc số lượng bán kỳ dương bằng với số lượng bán kỳ âm trong khoảng thời gian dẫn

Để điều khiển công suất tải từ $P = 1\%$ đến $P = 99\%$, giả sử $T_{sw} = 4S$ (tương đương 200 chu kỳ) tại tần số lưới là $f = 50Hz$ thì thời gian dẫn ngắn nhất $t_{on\ min} = 40mS$ và dài nhất $t_{on\ max} = 3960mS$ và xung điều khiển phải có dạng chữ nhật với bề rộng thay đổi từ 40mS đến 3960mS và chu kỳ phải cố định tại $T_{sw} = 4S$



Hình 4.1 Nguyên tắc điều khiển chuỗi xung

1.3 Điều khiển góc pha

Điều chỉnh dòng xoay chiều 1 pha và 3 pha bằng phương pháp thay đổi góc pha được áp dụng để thay thế phương pháp dùng tiếp điểm cơ học V.D: Điều khiển độ sáng đèn, các lĩnh vực thường áp dụng phương pháp này là:

- Thay đổi tốc độ động cơ quạt gió
- Thay đổi độ sáng đèn

- Thay thế các biến áp xoay
- Chỉnh tốc độ động cơ vạn năng

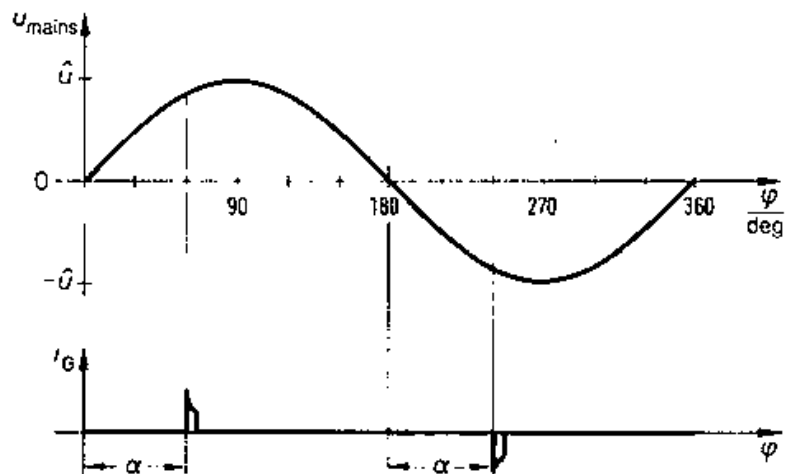
Quá trình chuyển mạch được kích tại mỗi bán kỳ của điện áp lưới, trong phương pháp này góc kích có một giá trị xác định trong mỗi bán kỳ điện áp lưới, thay đổi góc kích sẽ làm thay đổi dòng điện hiệu dụng cũng như công suất trung bình trên tải từ 0% đến 100%

Góc lệch pha của xung kích tính từ điểm 0 của điện áp lưới gọi là góc kích α , điện áp rơi trên tải được ký hiệu là U_α để phân biệt với điện áp lưới U

Trường hợp đặc biệt khi $\alpha = 0^\circ$

$$U = U_\alpha = U_0$$

Về nguyên tắc góc kích ở bán kỳ dương và bán kỳ âm đối xứng với nhau như trình bày ở hình 4.2



Hình 4.2 Định nghĩa góc kích α

Ngược lại trong mạch chỉnh lưu, trong các thiết bị điều khiển công suất 1 pha cũng như 3 pha không xảy ra quá trình chuyển tiếp V.D: Trong trường hợp hai thyristor ghép song song ngược chiều, dòng qua 1 thyristor sau khi về 0, sau khi kích thyristor nghịch đối dòng sẽ chảy trở lại sau một khoảng thời gian mất dòng rất ngắn (ngắn nhất tại $\alpha = 0^\circ$)

Nếu một thiết bị điều chỉnh được mở rộng để sử dụng trong một hệ tự động điều chỉnh thì thiết bị này phải có khả năng thay đổi công suất trung bình trên tải sao cho các đại lượng cần điều chỉnh như: Nhiệt độ, độ sáng hoặc tốc độ động cơ là hằng số và luôn luôn tương ứng với trị số đặt trước

2. Mạch chỉnh lưu công suất một pha có điều khiển

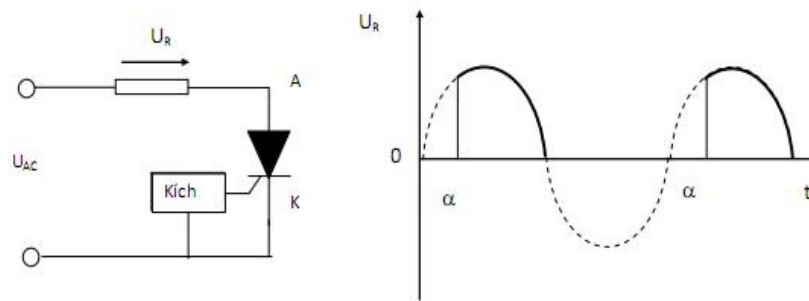
Mục tiêu

- + Biết được nguyên lý chỉnh lưu công suất một nửa chu kỳ, hai nửa chu kỳ, toàn kỳ
- + Vẽ lại sơ đồ và dạng sóng ngõ ra của các mạch chỉnh lưu có điều khiển

2.1 Mạch chỉnh lưu công suất một nửa chu kỳ

Chỉnh lưu dùng SCR gọi là chỉnh lưu có điều khiển. SCR chỉ mở cho dòng chảy qua khi thỏa mãn hai điều kiện: $U_{AK} > 0$ và $I_G > 0$ và nó tự động khóa lại ở bán kỳ âm của điện áp, vì vậy cần phải có mạch kích SCR vào thời điểm thích hợp.

2.1.1 Trường hợp tải thuần trở:



Hình 4.3 : Mạch chỉnh lưu một pha dùng SCR và dạng điện áp ra trên tải thuần trở R.

Vào bán kỳ dương đoạn từ $0 - \alpha$ SCR được phân cực thuận nhưng vẫn chưa dẫn vì chưa có xung kích vào cực G. Đoạn từ α đến π SCR dẫn vì đã có xung kích vào cực G. Vào bán kỳ âm SCR được phân cực nghịch nên SCR ngưng dẫn. Như vậy, tùy thuộc vào vị trí góc mở α mà dạng sóng điện áp ra thay đổi.

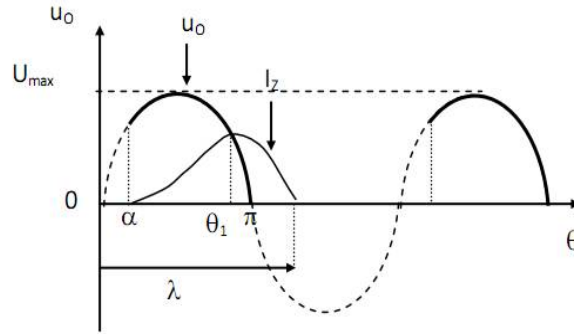
Điện áp ra trung bình trên tải

$$U_{tb} = 0,45 \frac{1 + \cos \alpha}{2} \cdot U_{in}$$

với α gọi là góc mở tính từ thời điểm điện áp đổi chiều từ âm sang dương, tức lúc $U = 0$

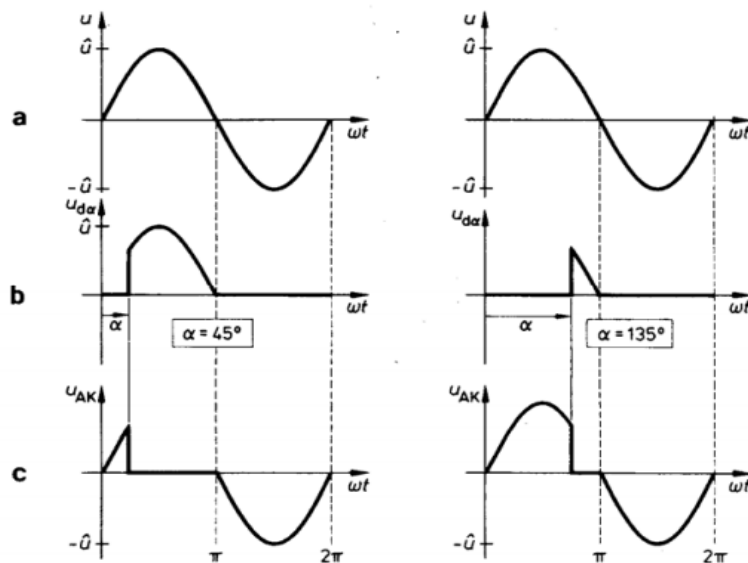
Trường hợp tải R + L: Do tải mang tính cảm nên đường cong dòng điện i_d kéo dài ra khỏi π khi mà điện áp U_i đã chuyển sang nửa chu kỳ âm

λ là góc tính từ gốc toạ độ đến điểm dòng điện i_R giảm về 0, gọi là góc tắt dòng.



Hình 4.4 : Dạng điện áp và dòng điện trên tải $R + L$ khi chỉnh lưu bán kỳ bằng SCR

2.1.2 Khảo sát về dòng điện



- a) Điện áp vào hình sin U
- b) Điện áp ra $U_{d\alpha}$ tại $\alpha = 45^\circ$ và $\alpha = 135^\circ$
- c) Điện áp U_{AK} trên thyristor

Hình 4.5

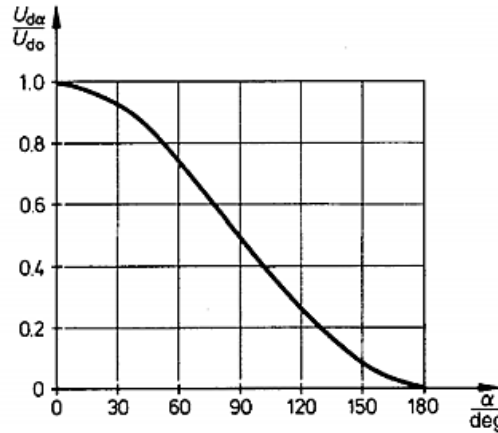
Trong trường hợp tải thuần trở, mỗi khi thyristor được kích, điện áp và dòng điện trên tải luôn đồng pha với nhau. Vì dòng điện lớn nhất khi $\alpha = 0^\circ$ giống như trong mạch chỉnh lưu nên việc tính chọn van có thể theo công thức sau

$$\frac{I}{I_{d0}} = 1,57$$

Đối với các mạch biến đổi công suất có điều khiển khác, dòng điện tại $\alpha = 0^0$ cũng bằng với dòng điện của mạch biến đổi công suất cố định

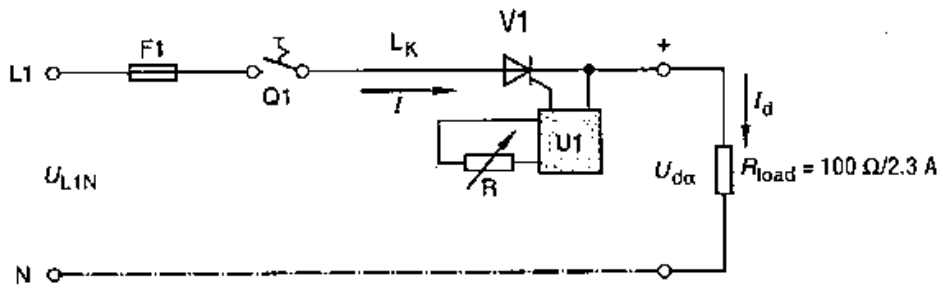
Đặc tính điều khiển

Đồ thị biểu diễn tỉ số điện áp $\frac{U_{d\alpha}}{U_{d0}}$ là một hàm theo góc kích α của mạch M1 được trình bày ở hình 4.6



Hình 4.6 Đặc tính mạch biến đổi điều khiển bán phân tải thuần trở

2.1.3 Khảo sát về điện áp



Hình 4.7

Với mạch điện mô tả trong hình 4.7 cũng như với tất cả các mạch biến đổi công suất điều khiển được, điện áp ra DC $U_{d\alpha}$ là một hàm theo góc kích α và được biểu diễn theo công thức sau

$$U_{d\alpha} = U_{d0} \left(\frac{1 + \cos\alpha}{2} \right) \text{ với } U_{d0} = 0,45 U$$

Khi góc kích $\alpha = 0^0$, $\frac{U}{U_{d0}} = 2,22$

Từ phạm vi góc kích cho phép, hình 4.5 trình bày hai trường hợp $\alpha = 45^0$

và $\alpha = 135^\circ$

Nếu $\alpha = 180^\circ$ thì mạch không thể kích được vì giá trị tức thời của điện áp xoay chiều lúc này bằng 0. Khi $\alpha > 180^\circ$, mạch cũng không kích được vì điện áp anode của thyristor âm hơn cathode trong suốt khoảng thời gian bán kỳ âm, do đó thyristor sẽ tắt

2.1.4 Ví dụ

Mạch biến đổi công suất điều khiển bán phần với $U = 220\text{ V}$ và $\alpha = 120^\circ$ Khi $\alpha = 120^\circ$, giá trị $\cos 120^\circ = -0,5$, điện áp một chiều $U_{d\alpha}$ được tính như sau :

$$\begin{aligned}U_{d\alpha} &= U_{d0} \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right) \\U_{d120} &= 0,45 \times U \left(\frac{1 + \cos 120^\circ}{2} \right) \\&= 0,45 \times 220 \text{ V} \left(\frac{1 + (-0,5)}{2} \right) \\&= 99 \text{ V} \left(\frac{1 - 0,5}{2} \right) \\U_{d120} &= 24,75 \text{ V}\end{aligned}$$

Với $U_{d0} = 99\text{ V}$, suy ra

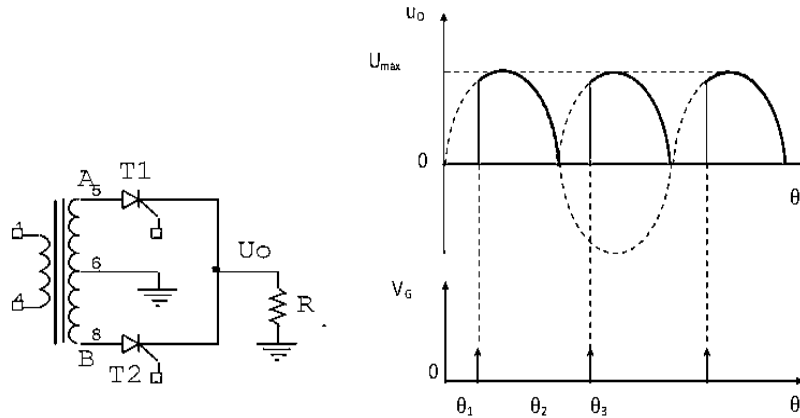
$$\frac{U_{d120}}{U_{d0}} = \frac{24,75 \text{ V}}{99 \text{ V}} = 0,25$$

2.2 Mạch chỉnh lưu công suất hai nửa chu kỳ có điều khiển

Với $U_{in} = U_{AB}$ ta có điện áp trung bình lối ra:

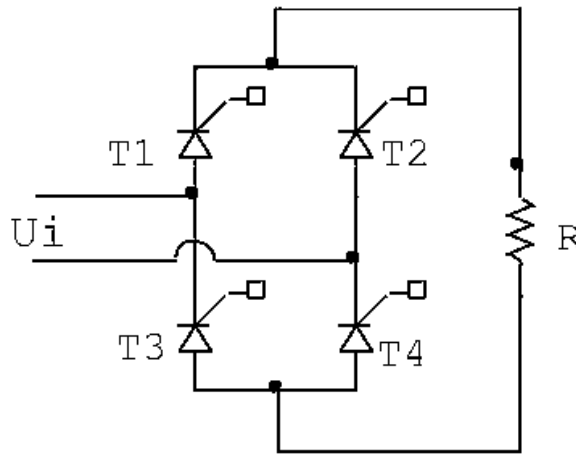
$$U_{tb} = 0,45 U_{in} \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

Ta có thể kích theo thứ tự từng SCR một, nhưng cũng có thể kích đồng thời hai SCR vì lúc đó một trong hai SCR bị phân cực ngược do đó không bị ảnh hưởng bởi xung kích.



Hình 4.8: Mạch chỉnh lưu hình tia có điều khiển và dạng sóng ngõ ra

2.3 Mạch chỉnh lưu hình cầu một pha có điều khiển.



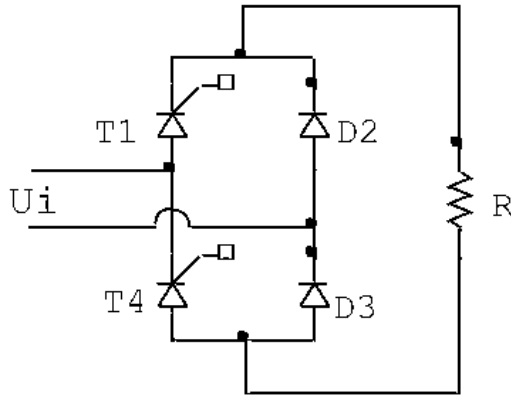
Hình 4.9: Sơ đồ chỉnh lưu cầu dùng SCR

Dạng điện áp ra cũng giống trường hợp chỉnh lưu hình tia nhưng biên độ gấp đôi.

Điện áp trung bình lõi ra: $U_{th} = 0.9U_{in} \frac{1+\cos\alpha}{2}$

Ngoài sơ đồ chỉnh lưu cầu như ở trên, còn có các mạch chỉnh lưu gọi là không đối xứng với việc thay hai SCR bằng hai diod.

Giá trị điện áp trung bình trong chỉnh lưu không đối xứng cũng như trường hợp đối xứng đối $U_{TB} = 0.9U_{in} \frac{1+\cos\alpha}{2}$, tuy nhiên mạch điều khiển đơn giản, dễ sử dụng và giá thành hạ.



Hình 4.10: Mạch chỉnh lưu cầu không đối xứng

2.4 Khảo sát mạch biến đổi công suất toàn phần (B2)

2.4.1 Đại cương

Khi khảo sát mạch biến đổi công suất cố định đã cho thấy mạch cầu là dạng mạch rất thường được sử dụng. Ưu điểm trước tiên của chúng là có thể nối trực tiếp vào lưới điện, thứ hai là cho phép tận dụng được biến áp ghép nối tiếp. Tuy nhiên, trong công nghiệp mạch B2 chỉ được dùng cho công suất đến 10 KW do tải ứng dụng của mạch này trong hệ thống 3 pha là không đối xứng. Tuy nhiên, mạch B2 rất thường được ứng dụng trong lĩnh vực giao thông trong hệ thống điện 1 pha với công suất lên đến hàng MW.

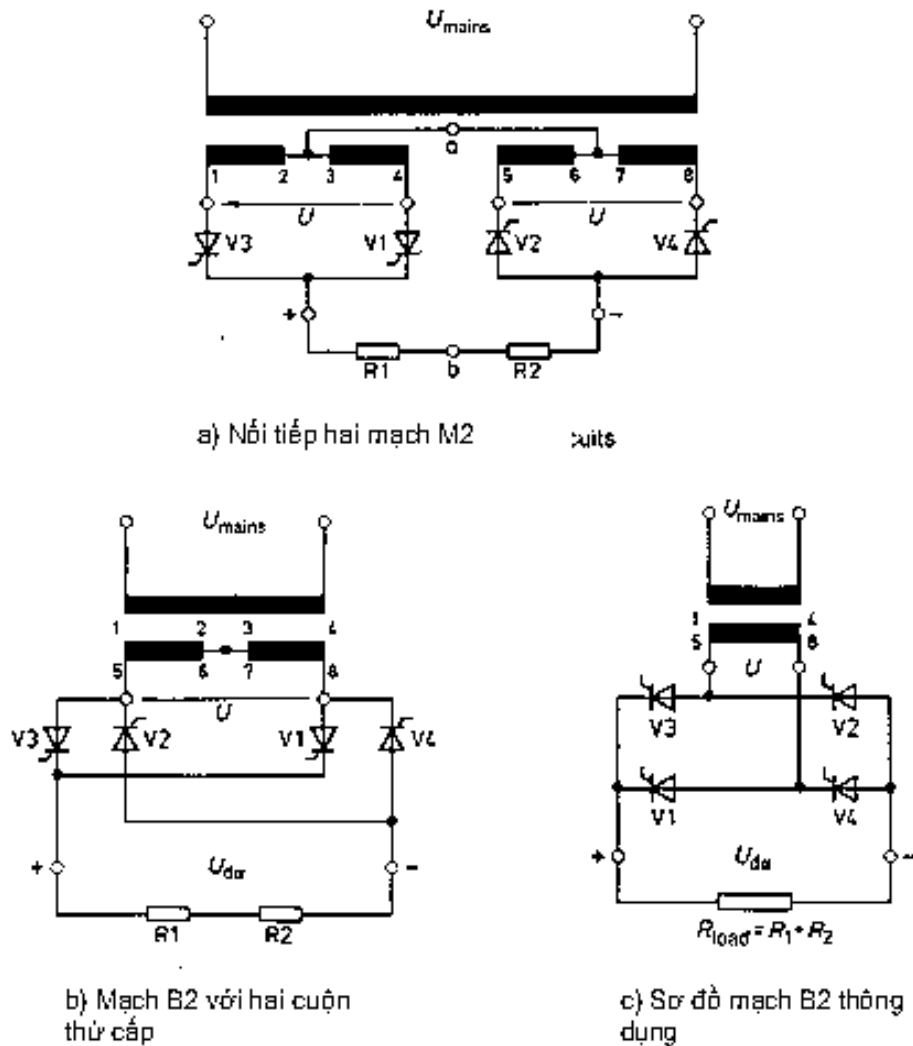
Nguyên lý hoạt động cơ bản của mạch B2 đã được trình bày ở các bài trước. Trong hình 4.11 giới thiệu lại từng bước từ cách ghép nối tiếp hai mạch M2 để tạo thành mạch B2.

$$U_{d\alpha} = \frac{1}{2} U_{d0} (1 + \cos \alpha); U_{d0} = 0,9 U$$

Trường hợp tải cảm kháng

$$U_{d\alpha} = U_{d0} \times \cos \alpha ; U_{d0} = 0,9 U$$

Các giá trị điện áp có thể nhận được bằng cách áp dụng các phương trình về điện áp ra DC đối với tải trở kháng, điều này không chỉ là quan hệ với góc kích α mà cũng là quan hệ với tỉ số giữa các thành phần điện trở với điện cảm



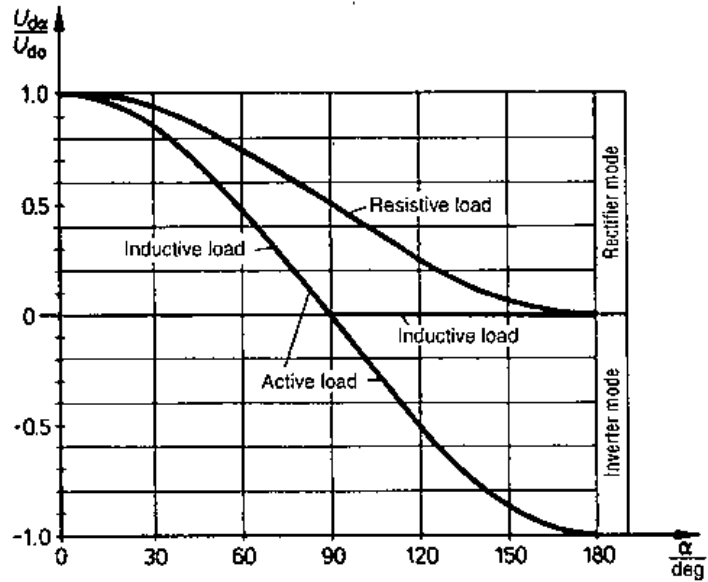
Hình 4.11 Cách tạo mạch B2 từ hai mạch M2

Vì điện áp DC ra của mạch B2 gồm hai xung, trường hợp tải điện cảm tại các góc kích $\alpha < 90^\circ$, năng lượng từ trường được tích trữ không giảm hoàn toàn, tại thời điểm này năng lượng hồi tiếp bị kết thúc sớm hơn bán kỳ thứ hai của điện áp và bắt đầu quá trình tích trữ năng lượng mới.

2.4.2 Đặc tính điều khiển

Hình 5.8 trình bày đặc tính điều khiển của mạch B2. Tỷ số điện áp $\frac{U_{da}}{U_{do}} = f(\alpha)$ được vẽ tương ứng với hai trường hợp: Tải thuần trở và tải thuần cảm hoặc tải tích cực. Từ hình vẽ cho thấy các đường đặc tính chỉ giống nhau tại $\alpha = 0^\circ$, đặc tính đối với tải trở kháng cũng được suy ra từ các đặc tính này

Nên nhớ rằng tải phải là loại tích cực với hiệu quả từ $\alpha > 90^\circ$ năng lượng được trả về hệ thống bởi hiện tượng nghịch lưu. Ví dụ năng lượng này có thể được tạo ra từ một máy phát DC



Hình 4.12 Đường đặc tính điều khiển của mạch biến đổi B2

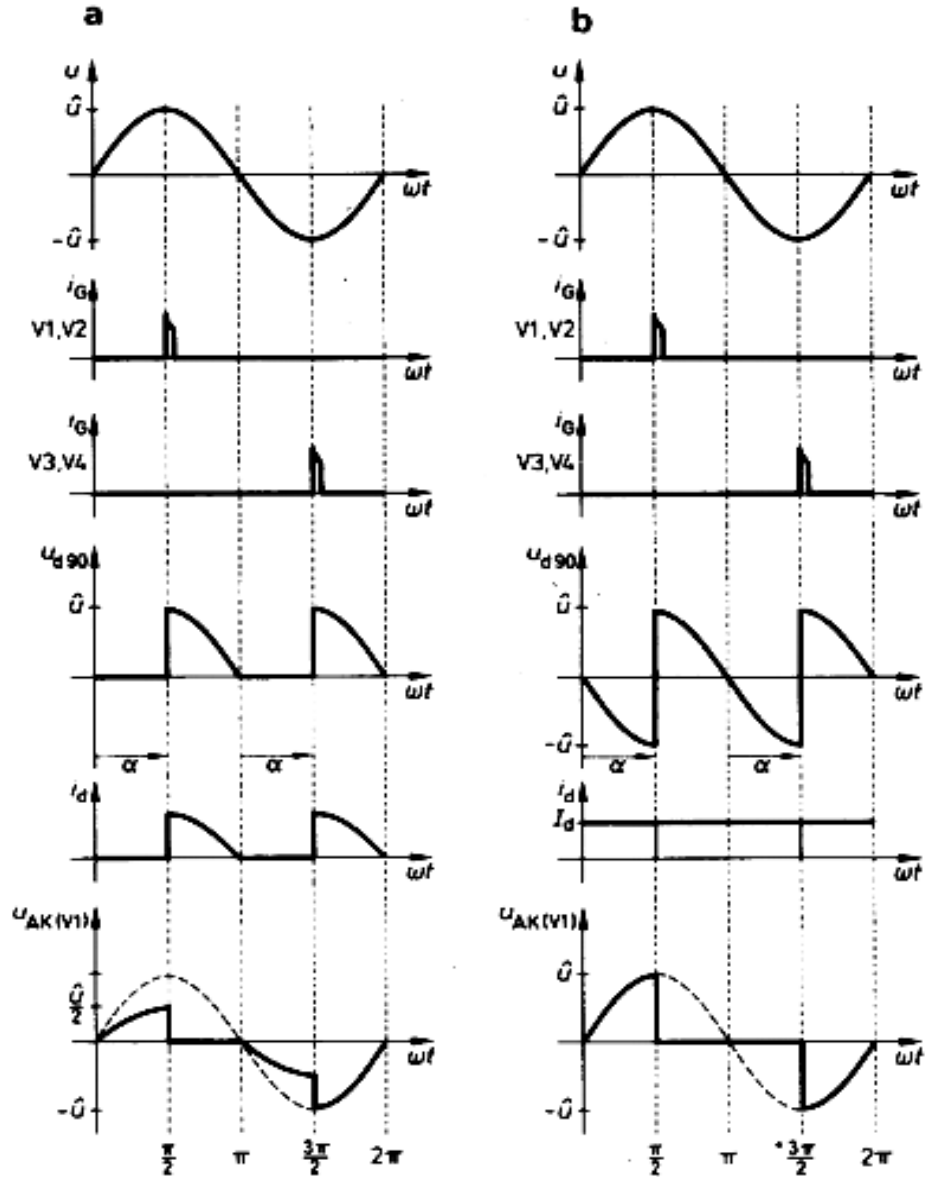
2.4.3 Hiện tượng khe hở

Mặc dù đặc tính điện áp DC ở ngõ ra là hai xung và đặc biệt là trong trường hợp tải thuần trở, sự gián đoạn điện áp và dòng điện vẫn xảy ra tại góc kích $\alpha > 0^\circ$. Đối với các bộ biến đổi công suất khi I_d tạm thời bằng 0 trong khoảng thời gian giữa các xung của điện áp ra DC. Hiện tượng này là một vấn đề đặc biệt đối với một số yêu cầu điều khiển. Ví dụ một hệ thống điều khiển dòng điện đang hoạt động nhưng do hiệu ứng này dòng điện thực tế sẽ bằng 0 trong một khoảng thời gian xác định. Để khắc phục cần phải dùng một cuộn cảm hoặc một vòng điều khiển đặc biệt để san bằng sự gián đoạn của dòng điện. Hình 4.13 mô tả ảnh hưởng của tải trong hai trường hợp $\frac{L}{R} = 0$, và $\frac{L}{R} = \infty$ tại $\alpha = 90^\circ$. Các đường biểu diễn còn trình bày xung kích là một hàm $i_G = f(\omega t)$.

2.4.4 Khảo sát điện áp nghịch

Điện áp nghịch trên thyristor V1 được xác định theo hình 4.13. Với tải điện trở, điện áp UAK trong khoảng từ 0 đến $\pi/2$ bằng một nửa điện áp lưới, do không có dòng điện nên điện áp này được chia trên hai van. Trong khoảng từ $\pi/2$ đến π , van ở trạng thái dẫn và $U_{AK} = 0$ V khi $r_T = 0 \Omega$, sau đó V3 và V4 được kích tại $\alpha = 270^\circ$, điện áp trên V1 chuyển sang $-\hat{u}$ nếu dòng điện một chiều I_d chảy qua điện cảm là không đổi. Trong trường hợp

khác điện áp nghịch luôn bằng điện áp lưới



a) Tải điện trở

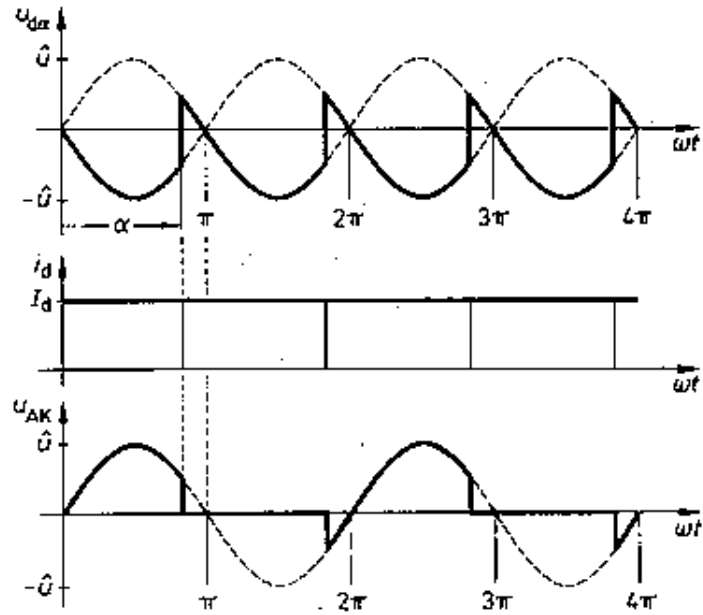
b) Tải điện cảm

Hình 4.13 Dạng sóng điện áp và dòng điện trong mạch B2 tại $\alpha = 90^\circ$

2.4.5 Chế độ nghịch lưu

Đối với bộ biến đổi điều khiển toàn phân giả sử dòng điện một chiều I_d đã được làm phẳng rất tốt, sau đó điện áp ra DC dương tại góc kích $\alpha < 90^\circ$ và chế độ chỉnh lưu xuất hiện

Nếu bây giờ xung kích xảy ra tại $\alpha > 90^\circ$, điện áp ra DC trở nên âm và mạch hoạt động ở chế độ nghịch lưu. Trong hình 4.14 trình bày chế độ nghịch lưu tại $\alpha = 150^\circ$



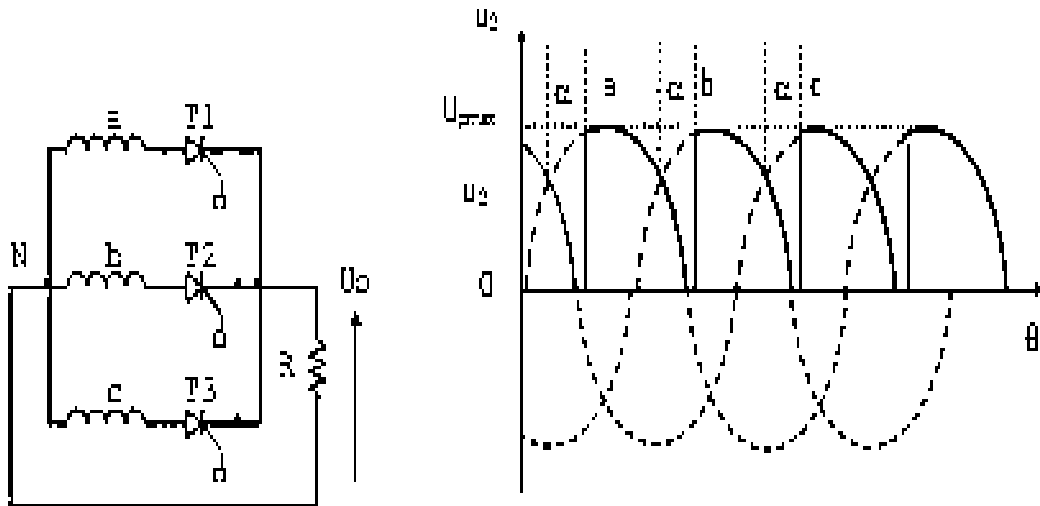
Hình 4.14 Dạng sóng điện áp và dòng điện ở chế độ nghịch lưu tại $\alpha = 150^\circ$

3. Mạch chỉnh lưu công suất 3 pha có điều khiển

3.1 Mạch chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển.

Điện áp ra trung bình: Trường hợp : $\alpha \leq 30^\circ$; $U_{tb} = 1,17 U_p \cdot \cos \alpha$ với α là góc tính từ điểm giao nhau của các đường điện áp pha (phân dương) đến khi có xung điều khiển. Khi

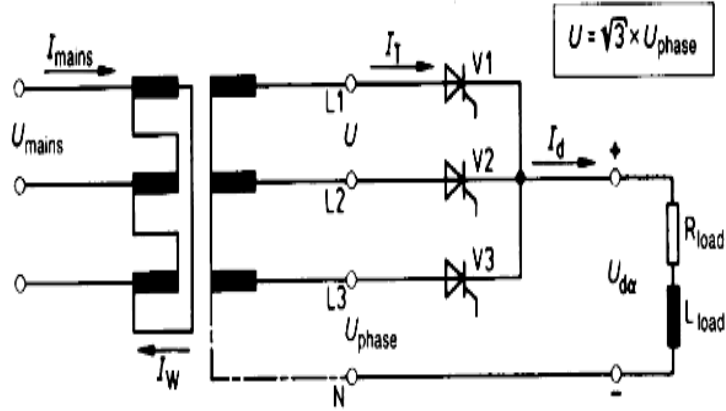
$$\alpha > 30^\circ ; U_{tb} = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{2\pi} U_p \left[\cos \left(\frac{\pi}{6} + \alpha \right) + 1 \right]$$



Hình 4.17 : Mạch chỉnh lưu ba pha hình tia có điều khiển và dạng sóng ngõ ra

3.1.1 Khảo sát mạch chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển

Mạch M3 (hình 4.18) rất thích hợp để mô tả hiệu quả của mạch biến đổi công suất, do đó trong phần này sẽ khảo sát một số tính chất đặc biệt của chúng

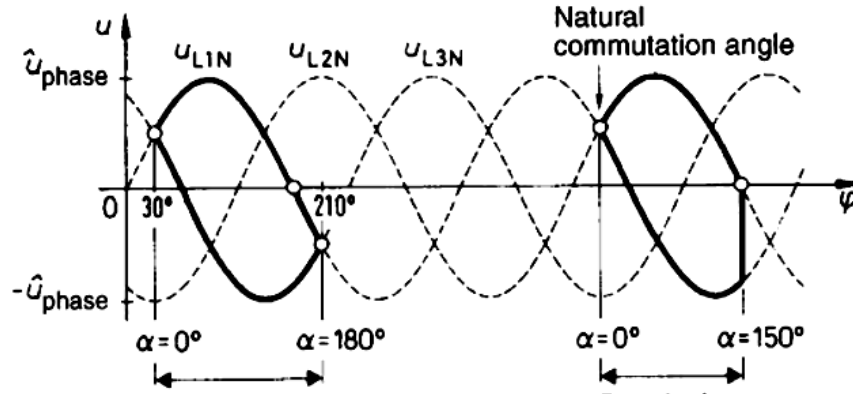


Hình 4.18 Mạch chỉnh lưu M3 có điều khiển

3.1.2 Phạm vi điều khiển

Khởi tạo xung kích cho các thyristor trong mạch M3 phải được thiết kế sao cho có thể tạo ra 3 xung trong mỗi chu kỳ và lệch nhau 120^0 , thêm vào đó chúng phải có khả năng dịch pha khi cần thiết tương ứng với phạm vi điều khiển. Do điện áp U_{L1N} (hình 4.18) từ thời điểm chuyển mạch đầu tiên ($\alpha = 0^0$) đến điểm giao nhau với U_{L3N} ($\alpha = 180^0$) có giá trị dương hơn điện áp này, van V1 chỉ có thể được kích trong khoảng thời gian này. Với $I_d =$ hằng số hoặc không có sự gián đoạn dòng điện, V3 duy trì trạng thái dẫn cho đến khi V1 được kích. Với mạch biến đổi này, các loại tải tích cực cho phép phạm vi điều khiển theo lý thuyết từ $\alpha = 0^0$ đến $\alpha = 180^0$. Phạm vi điều khiển giảm với một tải điện trở. Tuy nhiên, do điện áp ra không xuất hiện phần âm. Đối với loại tải này van tương ứng bị khóa tại $\alpha = 150^0$

Do thời gian chuyển mạch và thời gian tắt của các van, van không nhận được điện áp thuận trong khoảng thời gian này, với tải tích cực phạm vi điều khiển chỉ có thể áp dụng khoảng $\alpha = 150^0$ (hình 4.19)



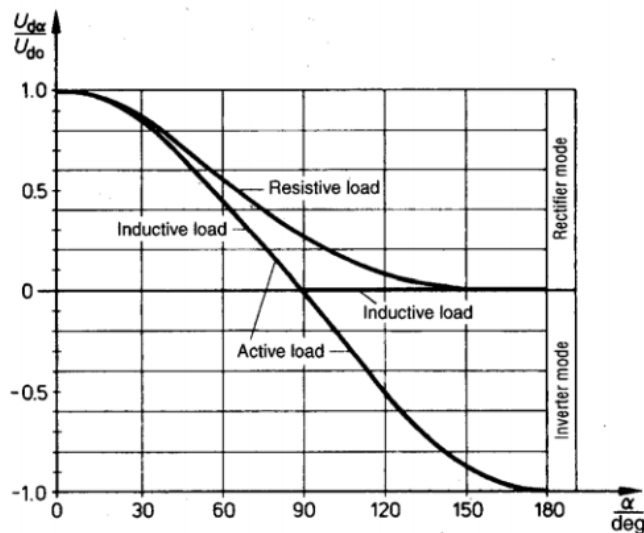
Hình 4.19 Phạm vi điều khiển của mạch M3

3.1.3 Khảo sát điện áp

Điện áp một chiều của mạch B2 chỉ không phụ thuộc vào tải tại $\alpha = 0^\circ$. Với mạch M3 thì khác, điện áp DC độc lập với tải trong khoảng từ $\alpha = 0^\circ$ đến $\alpha = 30^\circ$. Điều này có nghĩa là ngay cả khi tải là thuần trở hiện tượng khe hở có thể bắt đầu sớm nhất khi $\alpha > 30^\circ$ và cũng nên nhớ rằng tại thời điểm này thời điểm kích đầu tiên trong mạch M3 là 30° . Do đó với góc kích $\alpha = 30^\circ$ trùng với $\omega t = 60^\circ$ của điện áp xoay chiều, vị trí đặc biệt này được gọi là góc điều khiển tới hạn α_{crit} . Trên góc điều khiển tới hạn, điện áp DC của mạch M3 được tính như sau :

$$U_{d\alpha} = U_{d0} \cos \alpha \text{ với } U_{d0} = 0,676 \times U$$

Đối với tải điện cảm quan hệ trên cũng được áp dụng trong khoảng $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ và trong khoảng $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$, điện áp $U_{d\alpha}$ luôn bằng 0 (hình 4.20). Trong hình này còn cho thấy điện áp $U_{d\alpha}$ chỉ có giá trị âm khi tải là loại tích cực.



Hình 4.20 Sự phụ thuộc đặc tính điều khiển theo tải trong mạch M3

Từ $\alpha = \alpha_{\text{crit}} = 30^\circ$ trở đi, có hiện tượng khe hở khi tải là thuần trở nên $U_{d\alpha}$ phải được tính theo công suất sau :

$$U_{d\alpha} = 0,577 \times U_{d0} [1 + \cos (\alpha + 30^\circ)] \text{ với } U_{d0} = 0,676 U \text{ và } 30^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$$

Trong phạm vi góc kích $150^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$, điện áp $U_{d\alpha} = 0$ V vì như đã biết với tải điện trở điện áp DC không có phần âm

3.1.4 Ví dụ :

Mạch M3 có điều khiển với $U_{LN} = 220$ V và $\alpha = 120^\circ$. Một mạch biến đổi M3 được nối vào hệ thống 3 pha có $U_{LN} = 220$ V, điện áp ra DC được xác định đối với tải thuần trở và tải tích cực tại $\alpha = 120^\circ$. Các kết quả sau đó được kiểm tra bằng cách tham khảo đường đặc tính điều khiển tương ứng.

a. Tải thuần trở

$$\begin{aligned} U_{d\alpha} &= 0,577 \times U_{d0} [1 + \cos (\alpha + 30^\circ)] \\ &= 0,577 \times 0,676 \times U [1 + \cos (\alpha + 30^\circ)] \\ U_{d120} &= 0,577 \times 0,676 \times \sqrt{3} \times U_{LN} [1 + \cos (120^\circ + 30^\circ)] \\ &= 0,577 \times 1,17 \times 220 \text{ V} [1 + \cos 150^\circ] \\ &= 19,9 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\frac{U_{d120}}{U_{d0}} = \frac{19,9 \text{ V}}{1,17 \times 220 \text{ V}} = 0,08$$

b) Tải tích cực

$$\begin{aligned} U_{d\alpha} &= U_{d0} \times \cos \alpha \\ U_{d120} &= 1,17 \times 220 \text{ V} \times \cos 120^\circ \\ &= 257,4 \text{ V} \times \cos 120^\circ \\ &= -128,7 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\frac{U_{d120}}{U_{d0}} = -\frac{128,7 \text{ V}}{257,4 \text{ V}} = -0,5$$

3.1.5 Hoạt động với các loại tải khác nhau

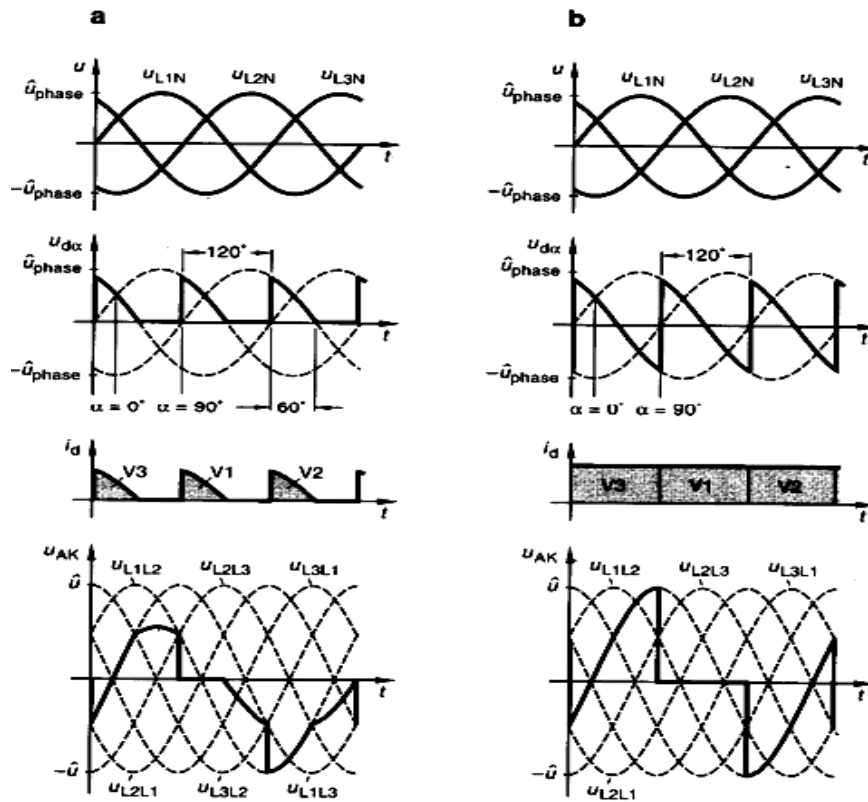
Cũng giống như đã làm với mạch biến đổi B2 trong phần này sẽ so sánh các đường đặc tính tại $\alpha = 90^\circ$ với tải điện trở và tải cảm kháng (hình 4.21) . Các đồ thị trình bày rõ ràng đặc tính hoạt động của mạch biến đổi có điều khiển. Ví dụ với tải cảm kháng và $\alpha = 90^\circ$, lại một lần nữa $U_{d90} = 0$ V do diện tích góc kích/điện áp ở phần dương và âm bằng nhau

Các đồ thị trình bày rõ ràng đặc tính hoạt động của mạch biến đổi có điều khiển. Ví dụ với tải cảm kháng và $\alpha = 90^\circ$, lại một lần nữa $U_{d90} = 0$ V do điện tích góc kích/điện áp ở phần dương và âm bằng nhau

Do hiện tượng khe hở (hình 4.21 a) trong khoảng từ $\alpha_{crit} = 30^\circ$ đến $\alpha = 90^\circ$, điện áp nghịch U_{AK} trên van bị giảm, mặc dù chỉ có điện áp van V1 được vẽ trên đồ thị. Tuy nhiên, khi thyristor V3 được kích, điện áp trên V1 sẽ tăng lên \hat{u}

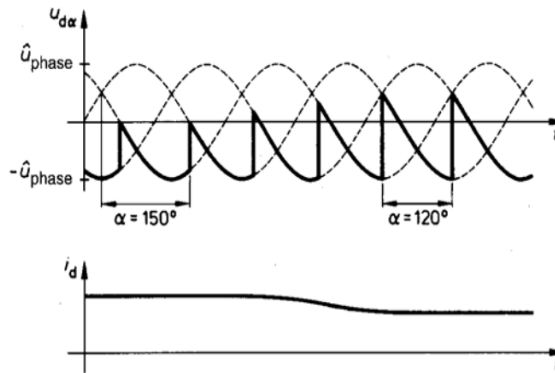
Nếu điện tích ở phần âm lớn hơn ở phần dương thì U_{da} sẽ âm và chế độ hoạt động là nghịch lưu. Tuy nhiên, trên cơ bản chế độ này chỉ có hiệu lực khi tải còn khả năng cung cấp năng lượng, điện áp từ tải phải luôn lớn hơn điện áp lưới để bảo đảm dòng điện tiếp tục chảy theo chiều trước đó của nó.

Nếu trong mạch tải có một nguồn cung cấp năng lượng (động cơ một chiều kích từ song song với dòng kích từ không đổi) thì lúc này động cơ sẽ sang chế độ máy phát bởi cơ năng tích trữ trong tải cơ khí và nó sẽ tạo ra dòng điện ngang qua mạch biến đổi đi vào hệ thống và nó sẽ bị hãm (hãm tái sinh). Kết quả là tốc độ bị giảm và điện áp trên động cơ giảm xuống. Để vẫn còn cho phép dòng chảy và qua đó tiếp tục chế độ nghịch lưu, góc kích cần phải được điều chỉnh liên tục sao cho điện áp cảm ứng của động cơ hoạt động như một máy phát tại mọi thời điểm đều lớn hơn điện áp U_{da} của mạch biến đổi. Trường hợp này được giới thiệu lại trong hình 4.22 với sự chuyển tiếp từ $\alpha = 150^\circ$ đến $\alpha = 120^\circ$.



Hình 4.21 Điện áp và dòng điện tại $\alpha = 90^0$ với các loại tải khác nhau

Bằng cách dùng một vòng điều khiển, góc dẫn dòng điện α có thể được kết nối sao cho dòng điện luôn được duy trì không đổi cho đến khi động cơ ngừng.



Hình 4.22 Điều chỉnh góc kích mạch M3 với điện áp cảm ứng hồi tiếp và giảm dòng tải

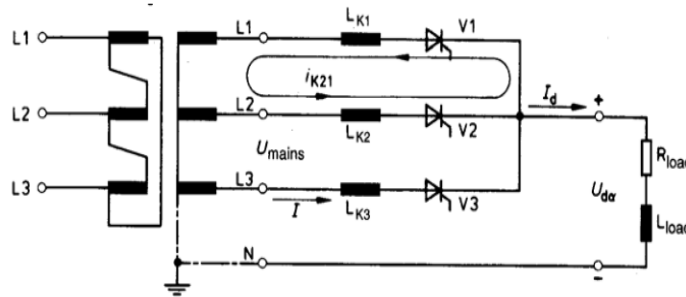
3.1.6 Quá trình chuyển mạch

Như đã nói ở trên, dòng điện chuyển từ một nhánh sang nhánh kế bên trong cùng một nhóm chuyển mạch được gọi là một quá trình chuyển mạch. Cho đến nay, việc thay thế một van đang dẫn bởi một van kế tiếp một cách lý tưởng được xem như là tức thời. Tuy nhiên, trong thực tế việc chuyển mạch ảnh hưởng đến dạng điện áp và dòng điện đối với cả hai mạch biến đổi cố định và có điều khiển. Trước hết hãy xét

ảnh hưởng của quá trình chuyển mạch trong mạch biến đổi cố định ($\alpha = 0^\circ$) trong hình 4.23

Việc chuyển mạch từ U_{L1N} sang U_{L2N} bắt đầu tại thời điểm kích đầu tiên tiếp theo tại $\omega t = 150^\circ$ (hình 4.23). V1 vẫn còn dẫn điện do đặc tính của điện cảm, i_{L1} không thể tức thời bằng 0. Tuy nhiên van V2 cũng sẵn sàng dẫn điện do xung kích và điện áp trên nó. Kể từ khi van V3 bị khóa trong chu kỳ đang xét nên chỉ cần chú ý đến hai mạch nhánh phía trên gồm V1 và V2

Trong lúc chuyển mạch, các van này tạo nên một mạch kín (hình 4.23), điện áp đặt vào mạch lúc này là điện áp dây U_{L2L1} . Cuộn chuyển mạch L_{K1} , L_{K2} và cả cuộn dây biến áp có tác dụng như điện trở tải bên trong. Tải của mạch biến đổi là R và L không bao gồm trong quá trình chuyển mạch. Tuy nhiên, dòng chuyển mạch i_{K21} chỉ bị giới hạn bởi các điện cảm trong mạch.



Hình 4.23 Quá trình chuyển mạch từ van 1 sang van 2

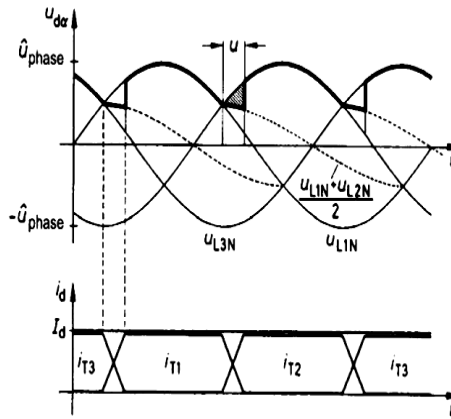
Do điện cảm tải ghép nối tiếp ($\tau = \frac{L}{R} \rightarrow \infty$) nên dòng một chiều I_d có thể xem như là hằng số, áp dụng phương trình nút bên phía cathode trong hình 4.23

$$i_{L2} = I_d - i_{L1}$$

Dòng điện chuyển mạch i_{K21} có dạng hình sin và đi sau điện áp U_{L2L1} một góc 90° . Khi $i_{L2} = I_d$ và do đó $i_{L1} = 0$, quá trình chuyển mạch hoàn tất.

Quá trình chuyển mạch mô tả trong hình 4.24 được gọi là thời gian chuyển mạch hoặc góc trùng dẫn u phụ thuộc vào việc chọn tọa độ

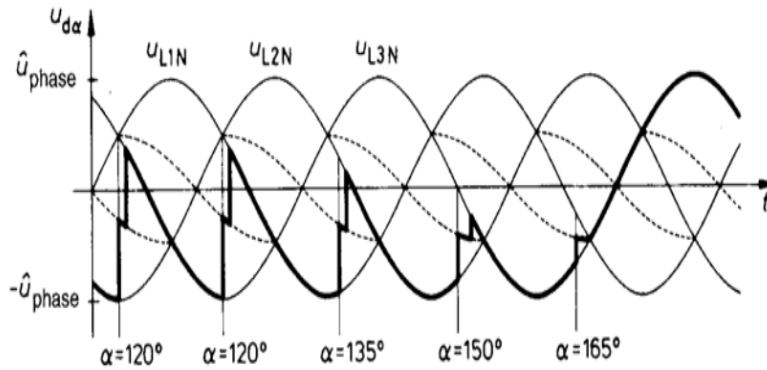
Bởi vì sơ đồ chuyển mạch thường có dạng đối xứng ($L_{K1} = L_{K2}$) trong khoảng thời gian trùng dẫn $U_d = U_{L1L2}/2$. Hình 4.23 cũng cho thấy rằng sự chuyển mạch gây ra mất điện áp DC và được gọi là sụt áp DC cảm ứng D_x



Hình 4.24 Ảnh hưởng của sự chuyển mạch tại $\alpha = 0^0$

Hình 4.25 trình bày chế độ nghịch lưu ($90^0 \leq \alpha \leq 180^0$), trái ngược với chế độ chỉnh lưu ($0^0 \leq \alpha \leq 90^0$) một lượng tăng điện áp đột biến xảy ra.

Khi tăng góc kích, sai lệch điện áp hiệu dụng tăng lên đến $\alpha = 90^0$ sao cho quá trình chuyển tiếp dòng điện được nhanh chóng và thời gian trùng dẫn giảm



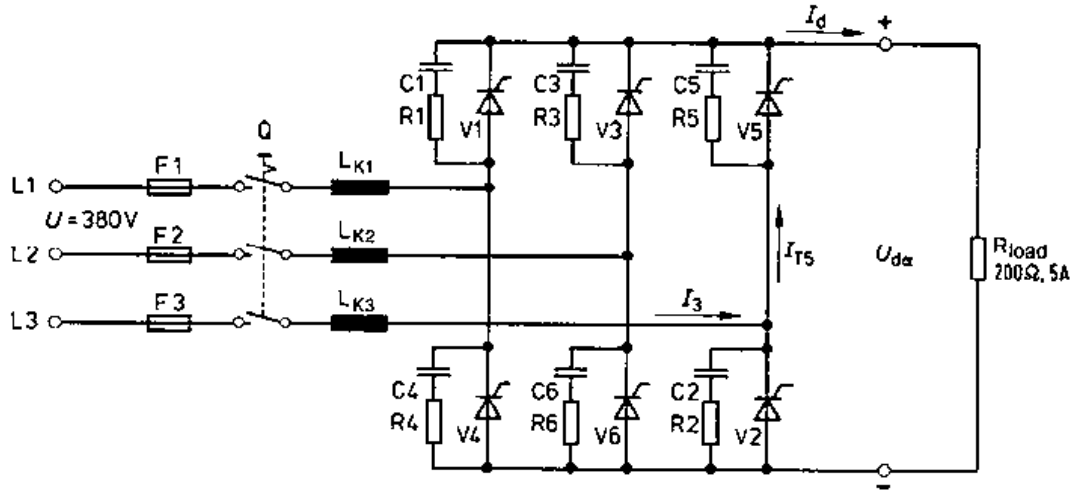
Hình 4.25 Điện áp ra DC trong chế độ nghịch lưu

3.2 Chỉnh lưu 3 pha hình cầu có điều khiển (B6)

3.2.1 Đại cương

Sơ đồ cầu 3 pha điều khiển toàn phần rất thông dụng trong các bộ biến đổi công suất. Ưu điểm của loại này so với mạch M3 là khả năng tận dụng biến áp nguồn tốt hơn. Vì cũng giống như trong mạch cầu B2 do có dòng điện xoay chiều chảy trong mạch thứ cấp. Hơn nữa, hệ số gợn sóng và các đặc tính khác cũng được cải thiện tốt hơn.

Các thyristor có cực cathode nối sao mang số thứ tự lẻ (V1, V3, V5) và các thyristor có anode nối sao mang số thứ tự chẵn (V4, V6, V2), vì vậy điều này cũng là một ưu điểm khi khảo sát các xung kích tương ứng.



Hình 4.27 Khối công suất của mạch B6

3.2.2 Phạm vi điều khiển của mạch biến đổi B6

Tại $\alpha = 0^0$, hoạt động của mạch hoàn toàn giống với mạch chỉnh lưu B6 không điều khiển đã thảo luận ở các bài trước.

Giống như tất cả các mạch cầu khác, Mạch B6 có thể được tạo nên bằng cách ghép nối tiếp hai mạch M3. Mỗi mạch M3 riêng biệt có 1 thời điểm kích tự nhiên là 30^0 , thêm vào hai điện áp thành phần lệch pha nhau sẽ tạo nên điện áp ra 6 xung (hình 4.27). Đối với điện áp ra DC, với sự chuyển mạch xảy ra mỗi 60^0 , và thời điểm kích tự nhiên bây giờ tại 60^0 về phía dương kể từ góc 0 của điện áp đây.

Do đó, ngay cả đối với tải thuần trở cũng không xuất hiện hiệu ứng khe hở cho đến góc kích $\alpha = 60^0$. Vì vậy biểu thức không phụ thuộc tải sau đây được áp dụng trong khoảng $0^0 \leq \alpha \leq 60^0$

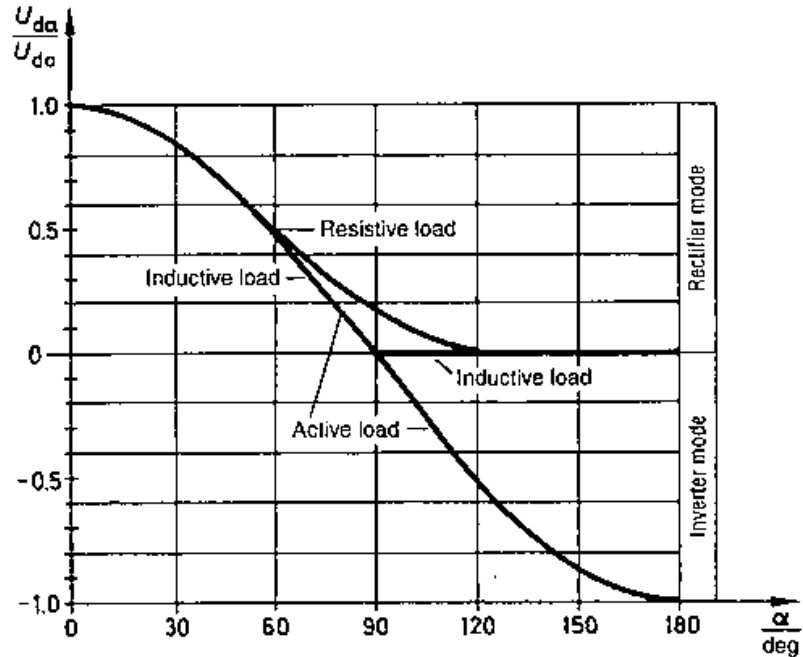
$$U_{d\alpha} = U_{d0} \cos \alpha \quad \text{với } U_{d0} = 1,35 U$$

Giả sử trong trường hợp tải điện cảm, $U_{d\alpha}$ cũng được xác định theo quan hệ trên trong khoảng điều khiển $0^0 \leq \alpha \leq 90^0$. Từ $90^0 \leq \alpha \leq 180^0$, $U_{d\alpha}$ luôn bằng 0. Như mô tả trong hình 4.28, $U_{d\alpha}$ có thể chỉ có giá trị âm với tải điện cảm

Trong phạm vi điều khiển ($60^0 \leq \alpha \leq 120^0$), đối với tải thuần trở sẽ xảy ra hiệu ứng khe hở và điện áp ra DC được tính như sau :

$$U_{d\alpha} = \frac{1}{2} U_{d0} \left[1 + 1,154 \times \cos(\alpha + 30^0) \right]$$

Trong phạm vi góc kích $120^0 \leq \alpha \leq 180^0$, điện áp ra $U_{da} = 0$ đối với tải điện trở. Các quan hệ này cũng có thể được biểu diễn bằng đồ thị đặc tính điều khiển (hình 4.28)



Hình 4.28 Đặc tính điều khiển theo tải của mạch B6

3.2.3 Chuỗi xung kích

Đối với mỗi mạch M3 (hình 4.29), mạch B6 cần 3 xung kích lệch nhau 120° , kết quả là vị trí qua điểm 0 của 3 điện áp dây kế tiếp mỗi xung là 60° và mỗi 60° cần có 1 xung kích. Bởi vì trong mạch cầu phải có 2 van dẫn cùng lúc nên mạch B6 không thể hoạt động giống như mạch M3. Dĩ nhiên điều này có thể được khắc phục bằng cách dùng 6 xung dài với bề rộng xung $t_p > T/6$ hoặc góc kích $\Psi_P > 60^\circ$. Điều này cũng cung cấp độ phủ

xung tương ứng cho yêu cầu mở máy mạch B6. Tuy nhiên trong điện tử công suất kể từ khi các biến áp xung được sử dụng do yêu cầu cần phải cách ly, phương pháp kích này có nhiều khiếm khuyết. Với lý do trên có 1 sự ưu tiên về việc áp dụng các xung kép cho mỗi thyristor theo sau mỗi cái khác một khoảng thời gian là 60° . Phương pháp kích này cũng tăng khả năng sử dụng các biến áp xung nhỏ hơn một cách đáng kể

Dĩ nhiên các xung kép được dùng để khởi động mạch biến đổi công suất hoặc khi hoạt động với dòng điện ngắt quãng. Tuy nhiên, theo nguyên lý mạch khối điều khiển sẽ liên tục phát ra các xung kép.

Để cho dễ hiểu trong phần này sẽ khảo sát từng bước quá trình kích mạch B6 phù hợp với hình 4.30. Tương quan về thời gian giữa điện áp dây với các xung kích cũng được trình bày ở hình 4.30

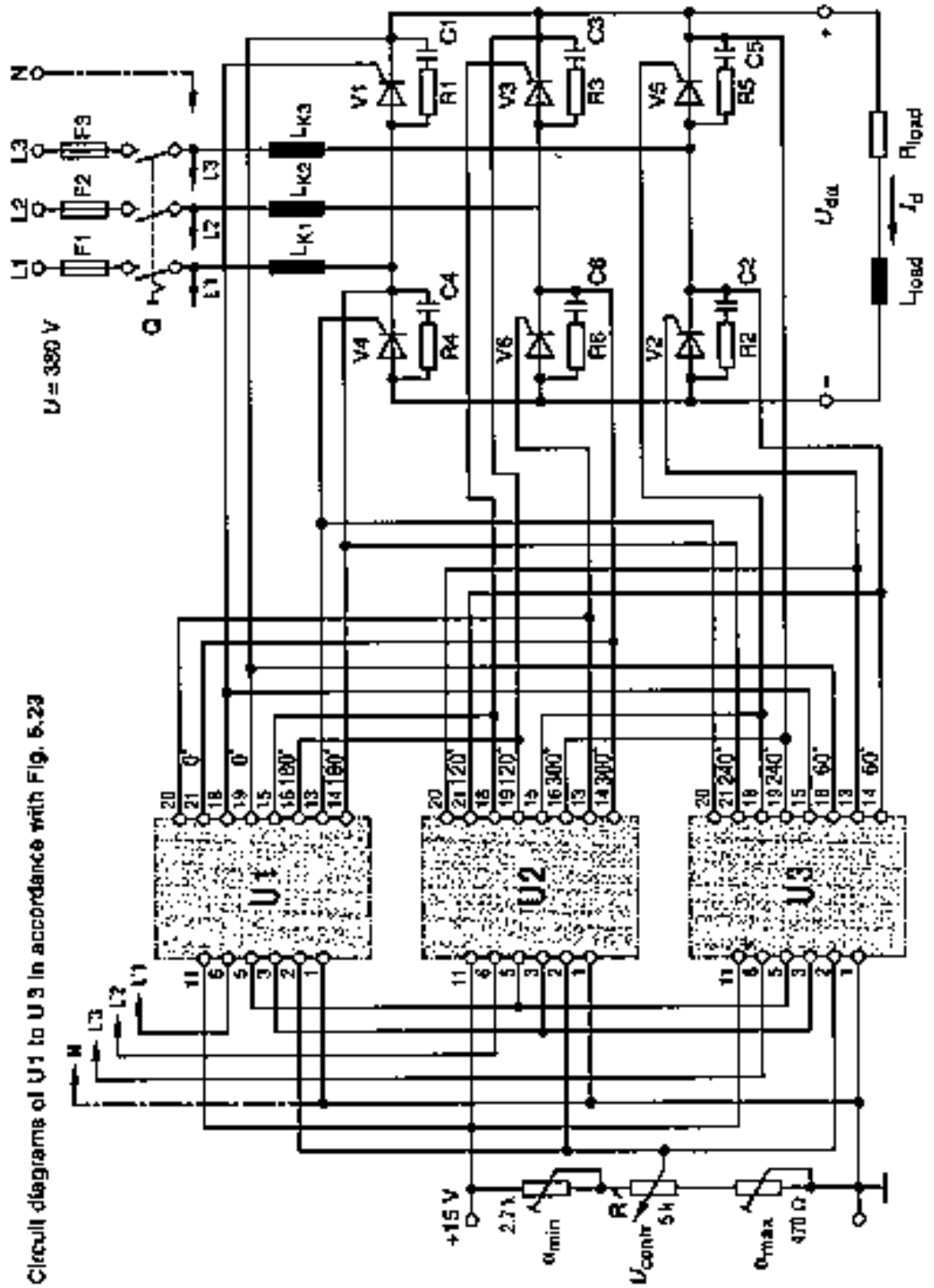
Tại thời điểm t_1 , thyristor V1 và V6 trong các pha L1 và L2 được kích (khởi động mạch), sau 60° dòng điện phải chuyển từ V6 (L2) sang V2 (L3). Bây giờ V2 nhận xung chính của nó trong khi V1 nhận xung thứ hai của nó (xung theo sau). Sau đó, sự chuyển mạch xảy ra tại mỗi 60° và vì vậy mỗi thyristor duy trì trạng thái dẫn trong 120° . Chuỗi các xung kích phải rất sát nhau. Điều này không chỉ áp dụng tại $\alpha = 0$ mà cũng đúng khi điều chỉnh góc kích để thay đổi điện áp ra của mạch biến đổi. Để các xung kích luôn lặp lại tại cùng thời điểm điều cần thiết là xung kích hoặc mạch điều khiển phải được đồng bộ bởi các điện áp dây.

Sự cần thiết sử dụng 1 xung liên tiếp đối với hiệu ứng khe hở được chứng minh rõ ràng trong hình 4.30d

Như đã biết, mạch B6 cần nhiều xung kích nhất. Khối tạo xung là khối đất tiên nhất trong mạch B6. Tuy nhiên nó cũng góp phần làm giảm linh kiện một cách đáng kể bằng cách áp dụng modul điều khiển pha tích hợp đặc biệt, ví dụ UAA 145 của hãng AEG.

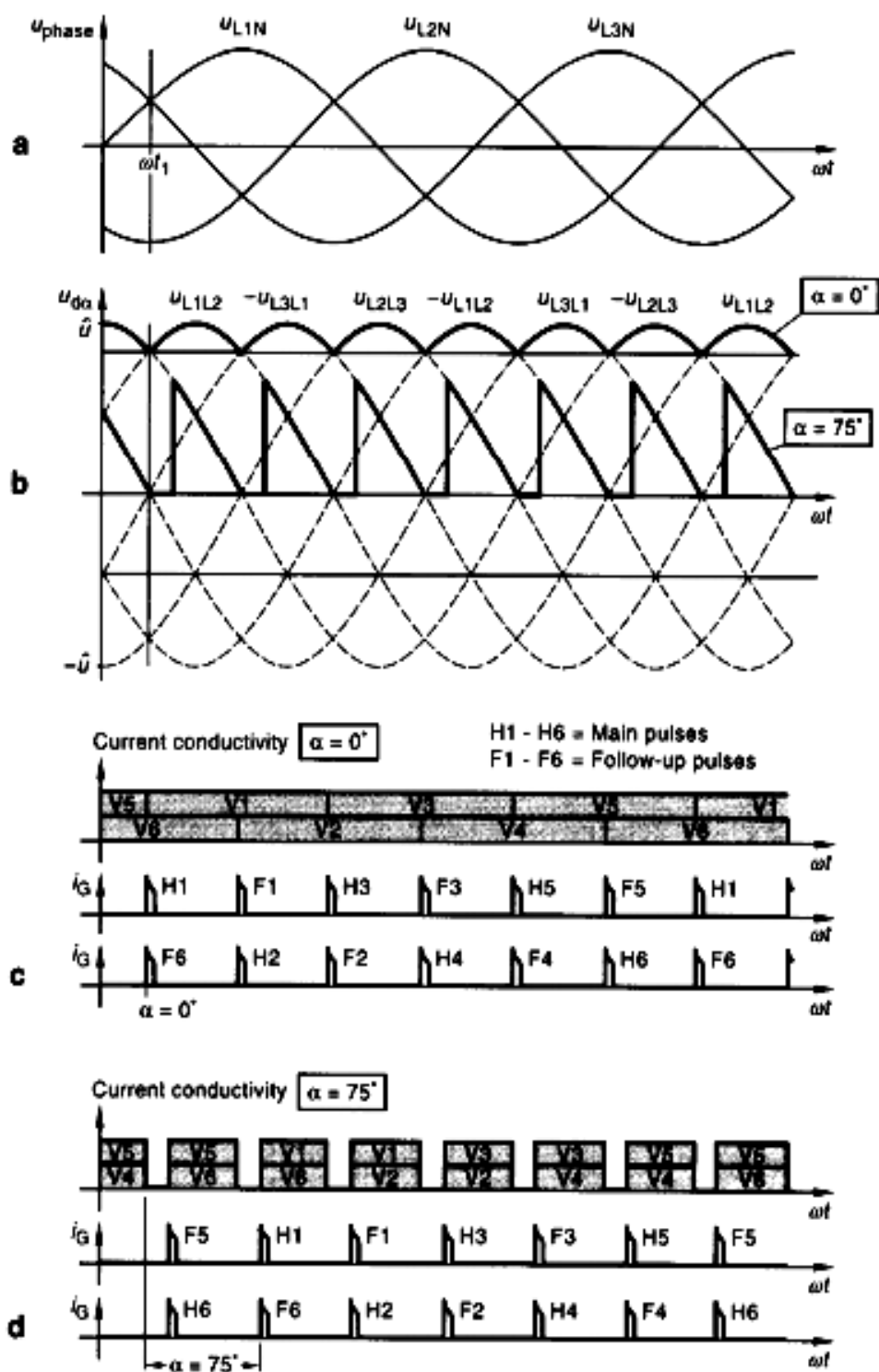
Sơ đồ của module tạo xung kích bao gồm IC TCA 780 được trình bày ở hình 4.31, module này cũng còn kết hợp với bộ chỉnh lưu-biến đổi 6 xung SR6, xung kích được đưa ra từ 3 khối U1, U2 và U3 (hình 4.29) bằng điện áp điều khiển góc kích trên biến trở R các điện áp đồng bộ cần thiết lấy từ điện áp pha trên cuộn thứ cấp qua điện trở $R_2 = 1,2 \text{ M}\Omega$ (hình 4.31).

Các xung kích lệch pha 180° qua các chân 14 và 15 của IC được khuếch đại lên bởi các transistor chuyển mạch và được tạo thành hai xung bằng các biến áp xung có 2 cuộn thứ cấp. Ví dụ thyristor 1 trong hình 4.29 nhận xung thứ hai 0° của module tạo xung thứ nhất làm xung kích chính và bằng cách ghép song song, xung đầu tiên 180° là xung phụ từ module tạo xung kích thứ ba. Cần nhớ rằng góc dịch pha $2 \times 120^\circ + 180^\circ = 420^\circ$, điều này biểu thị một độ dịch hiệu dụng của 60°

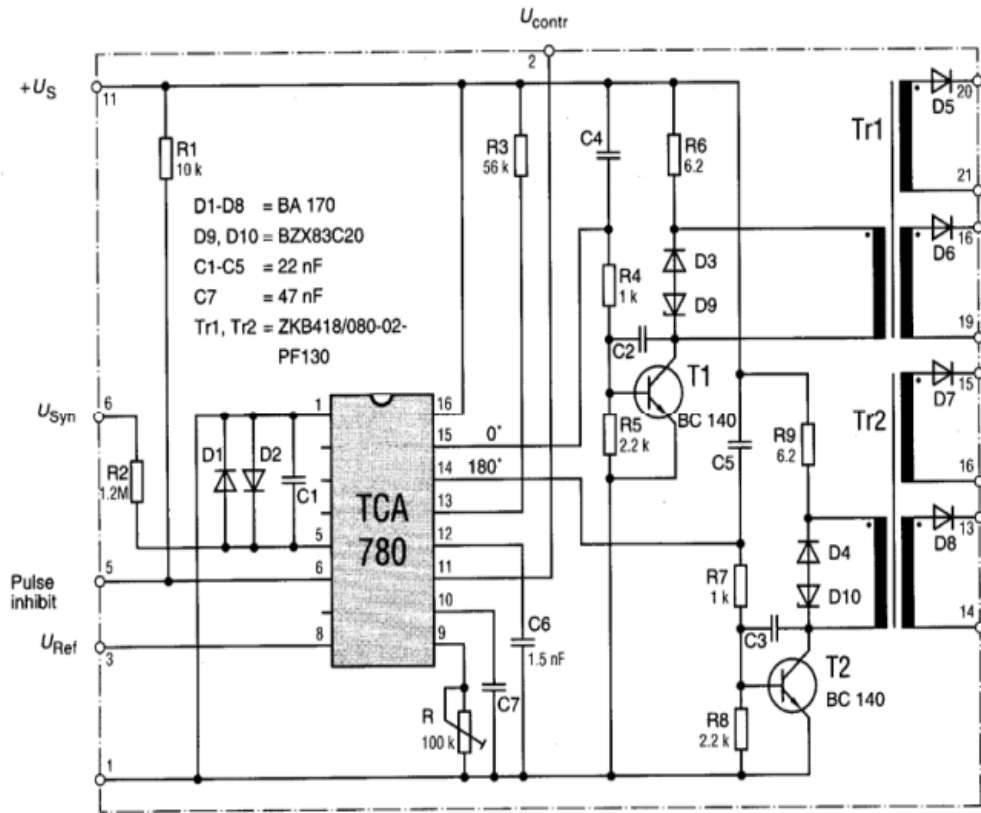


Hình 4.29 Sơ đồ mạch tạo xung chính và xung phụ trong mạch B6

- a) Dạng sóng điện áp pha ; b) Điện áp ra DC tại $\alpha = 0^\circ$ và $\alpha = 75^\circ$; c) Góc dẫn và xung kích tại $\alpha = 0^\circ$; d) Góc dẫn và xung kích tại $\alpha = 75^\circ$, tải điện trở



Hình 4.30 Xung kích mạch cầu B6

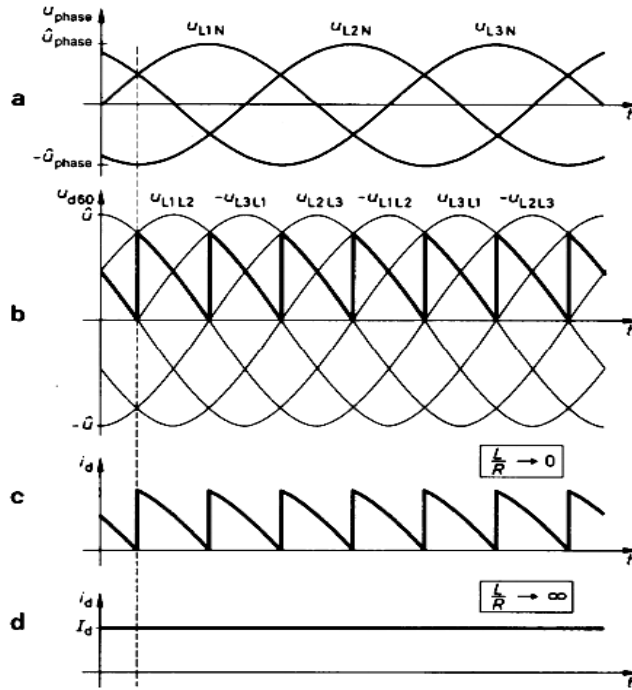


Hình 4.31 Khối tạo xung với 4 ngõ ra cách ly

3.2.4 Mạch biến đổi B6 với các loại tải khác nhau

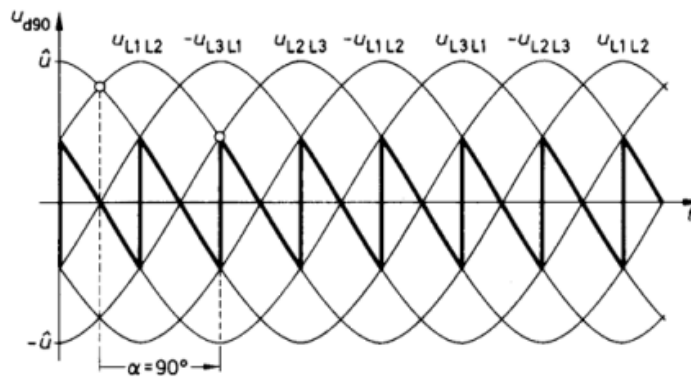
Tại $\alpha = 0^0$, mạch xem như làm việc ở chế độ không có điều khiển như trình bày ở hình 4.25. Trong khoảng $0^0 \leq \alpha \leq 60^0$, đặc tính điện áp ra giống nhau trong cả hai trường hợp $\frac{L}{R} \rightarrow 0$ và $\frac{L}{R} \rightarrow \infty$. Trong trường hợp $\frac{L}{R} \rightarrow 0$ có nghĩa là tải thuần trở, dòng điện I_d tỉ lệ với điện áp $U_{d\alpha}$, trong khi đối với loại tải khác thì dòng điện I_d có giá trị không đổi bởi vì tải là cảm kháng. Với $\alpha = 60^0$, đặc tính điện áp U_d áp dụng cho cả hai loại tải, nhưng ngược lại các dòng một chiều tương ứng lại khác nhau.

Mạch B6 chỉ hoạt động ở chế độ chỉnh lưu trong trường hợp tải là thuần trở vì vậy không có phần diện tích điện áp/góc kích theo chiều âm. Như trong hình 4.32 cho thấy hiệu ứng khe hở bắt đầu từ $\alpha > 60^0$, sau đó các khe hở lớn xuất hiện trước $\alpha = 90^0$. Khi $\alpha > 120^0$ sẽ không có dòng điện do điện áp bằng 0. Với tải điện cảm và tại $\alpha = 90^0$, phần diện tích dương và âm bằng nhau và $U_{d90} = 0 \text{ V}$. Đây là giới hạn đối với việc chuyển tiếp từ chế độ chỉnh lưu sang nghịch lưu như trình bày ở hình 4.33. Trong hình 4.34 và 4.35 mô tả chi tiết đặc tính của $U_{d\alpha}$ trong chế độ nghịch lưu

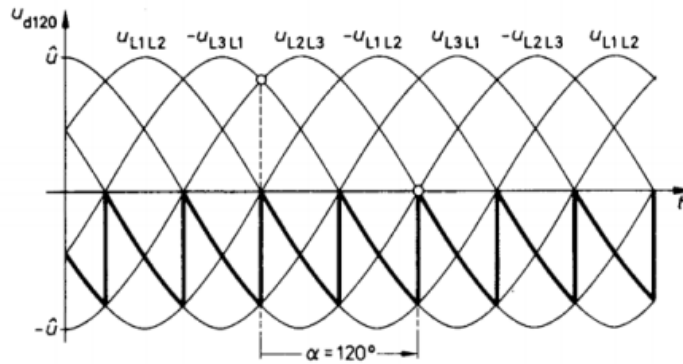


- a) Dạng sóng các điện áp pha
- b) Dạng điện áp ra DC
- c) Dòng tải tại $\alpha = 60^\circ$, tải điện trở
- d) Dòng tải tại $\alpha = 60^\circ$, tải cảm kháng

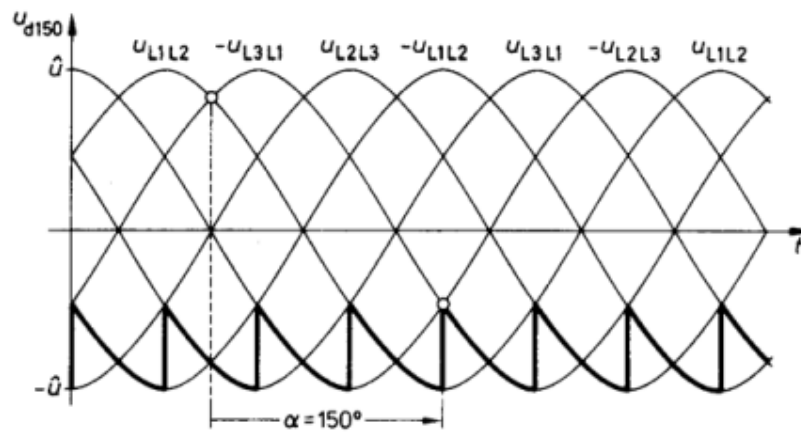
Hình 4.32 Mạch B6 với các loại tải khác nhau



Hình 4.33 Điện áp ra DC lúc chuyển tiếp từ chỉnh lưu sang nghịch lưu tại $\alpha = 90^\circ$ và $U_{d90} = 0 \text{ V}$



Hình 4.34 Điện áp DC âm trong chế độ nghịch lưu tại $\alpha = 120^\circ$

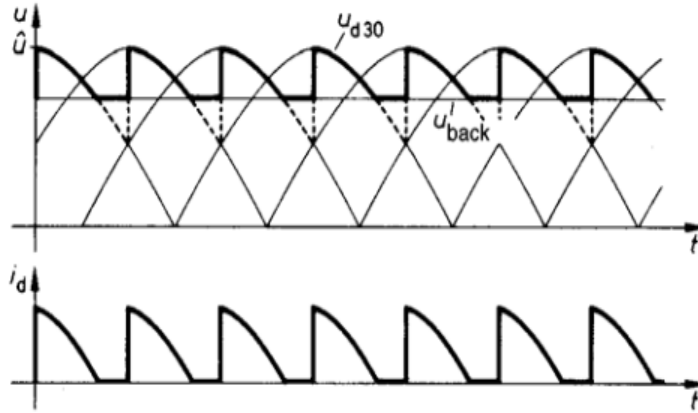


Hình 4.35 Điện áp ra DC âm trong chế độ nghịch lưu tại $\alpha = 150^\circ$

3.2.5 Hoạt động với sức phản điện

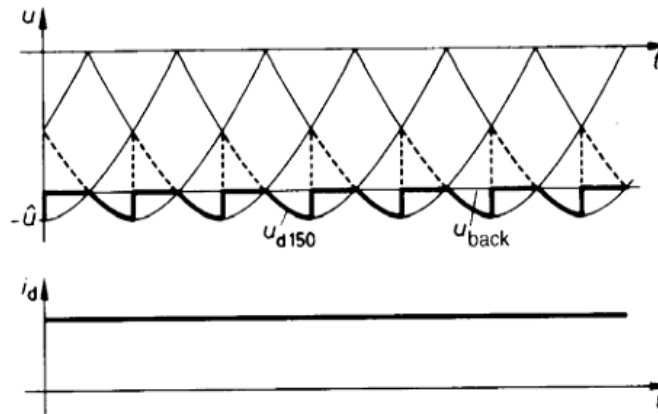
Bên cạnh các loại tải thuần trở và thuần cảm còn có loại tải hỗn hợp, loại này thường gặp trong thực tế. Ví dụ nam châm điện, cuộn kích từ động cơ

Ngoài ra còn một loại tải có sức phản điện ví dụ động cơ DC và bình accu. Trong những trường hợp này đường bao khe hở phụ thuộc chủ yếu vào sức phản điện của tải. Do hiệu ứng khe hở trong mạch B6 xảy ra trước khi $\alpha = 30^\circ$, nếu $U_{d \max} > U_{\text{back}} > U_{d \min}$ (hình 4.36)



Hình 4.36 Điện áp và dòng ra tại khe hở khi $\alpha = 30^\circ$, tải điện trở và sức phản điện không đổi

Nếu có một nguồn năng lượng bên phần DC, có thể đạt được chế độ nghịch lưu (hình 4.37)



**Hình 4.37 Điện áp ra và dòng tải trong chế độ nghịch lưu
Tại $\alpha = 150^\circ$, tải cảm kháng có sức phản điện không đổi**

3.2.6 Đặc tính tải

Cho đến nay, các bộ biến đổi công suất đã được xem như là các nguồn điện áp lý tưởng trong đó điện áp ra DC độc lập với tải

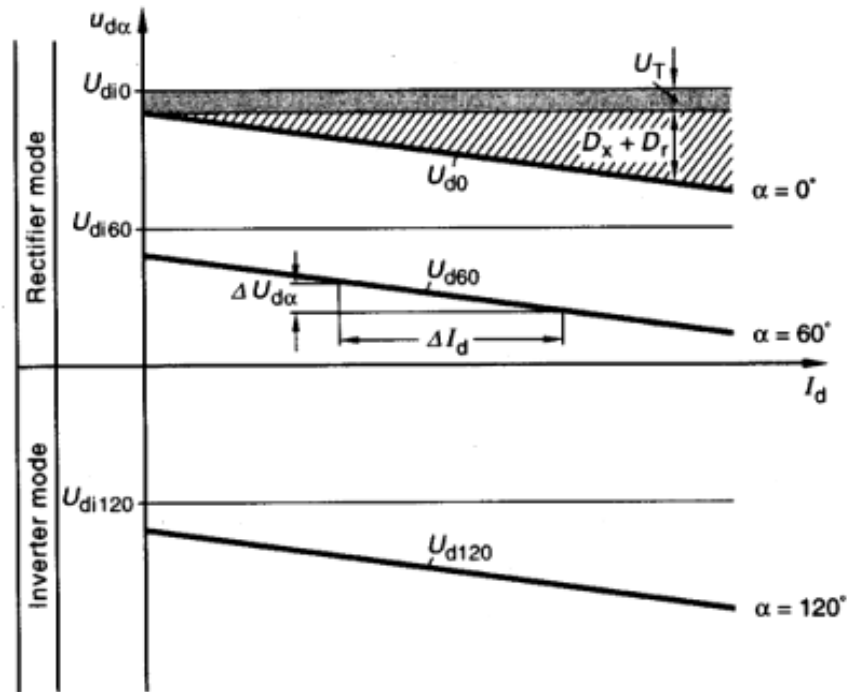
Sự thay đổi điện áp DC cảm ứng D_x Trong thực tế D_x không phụ thuộc theo góc kích mà phụ thuộc theo tải. Tuy nhiên, về cơ bản một điện áp rơi sẽ xuất hiện trên các điện trở của mạch chuyển tiếp và được gọi là độ ổn áp D_r và thường được bỏ qua trong biểu thức của D_x . Nhưng cũng giống như D_x , D_r là một hàm tuyến tính theo dòng điện.

Trong hình 4.38 trình bày đặc tính của tải trong trường hợp không có điều khiển, gọi điện áp lý tưởng là $U_{di\alpha}$ và điện áp thực tế theo lý thuyết có quan hệ như sau

$$U_{d\alpha} = U_{di\alpha} - U_T - D_x - D_r$$

Tuy nhiên, trong thực tế có thể xem $U_{di\alpha} \approx U_{d\alpha}$ với một độ chính xác thích hợp. Khi tăng góc kích α , đường đặc tính sẽ tịnh tiến xuống phía dưới, điều này được nhận thấy rõ ở chế độ chỉnh lưu, điện áp rơi làm giảm điện áp ra DC dương $U_{d\alpha}$ và làm tăng điện áp ra DC âm $U_{d\alpha}$ trong chế độ nghịch lưu

Trong hình 4.38 cũng cho thấy, giá trị hiệu dụng của điện áp trên van phải được trừ đi từ $U_{d\alpha}$, trong trường hợp mạch cầu là $2U_T$ và trong các mạch bán kỳ là U_T . Các điện áp rơi thuận này có thể được xem như độc lập với tải



Hình 4.38 Đặc tính tải với các góc kích khác nhau

4. Thiết kế tính toán lắp mạch điều khiển

4.1 Mạch điều khiển động cơ một chiều

4.1.1 Các phương pháp điều khiển

* Phương pháp thay đổi độ rộng xung

Nội dung của phương pháp này là thay đổi t_1 , giữ nguyên T . Giá trị trung bình của điện áp ra khi thay đổi độ rộng là: $U_d = \frac{t_1 U}{T} = \gamma U$

Trong đó đặt : $\gamma = \frac{t_1}{T}$

Ngoài ra có thể phối hợp cả hai phương pháp trên. Thực tế phương pháp biến đổi độ rộng xung được dùng phổ biến hơn vì đơn giản hơn, không cần thiết bị biến tần đi kèm.

Ở đây ta chọn cách thay đổi độ rộng xung, phương pháp này gọi là PWM (Pulse Width Modulation). Theo phương pháp này tần số băm xung sẽ là hằng số. Việc điều khiển trạng thái đóng mở của van dựa vào việc so sánh một điện áp điều khiển với một sóng tuần hoàn (thường là dạng tam giác (Sawtooth)) có biên độ đỉnh không đổi. Nó sẽ thiết lập tần số đóng cắt cho van, tần số đóng cắt này là không đổi với dải tần từ 400Hz đến 200kHz. Khi $U_{ct} > U_{st}$ thì cho tín hiệu điều khiển mở van, ngược lại khóa van. Phương pháp điều khiển bộ băm xung có đảo chiều

Nguyên tắc điều khiển

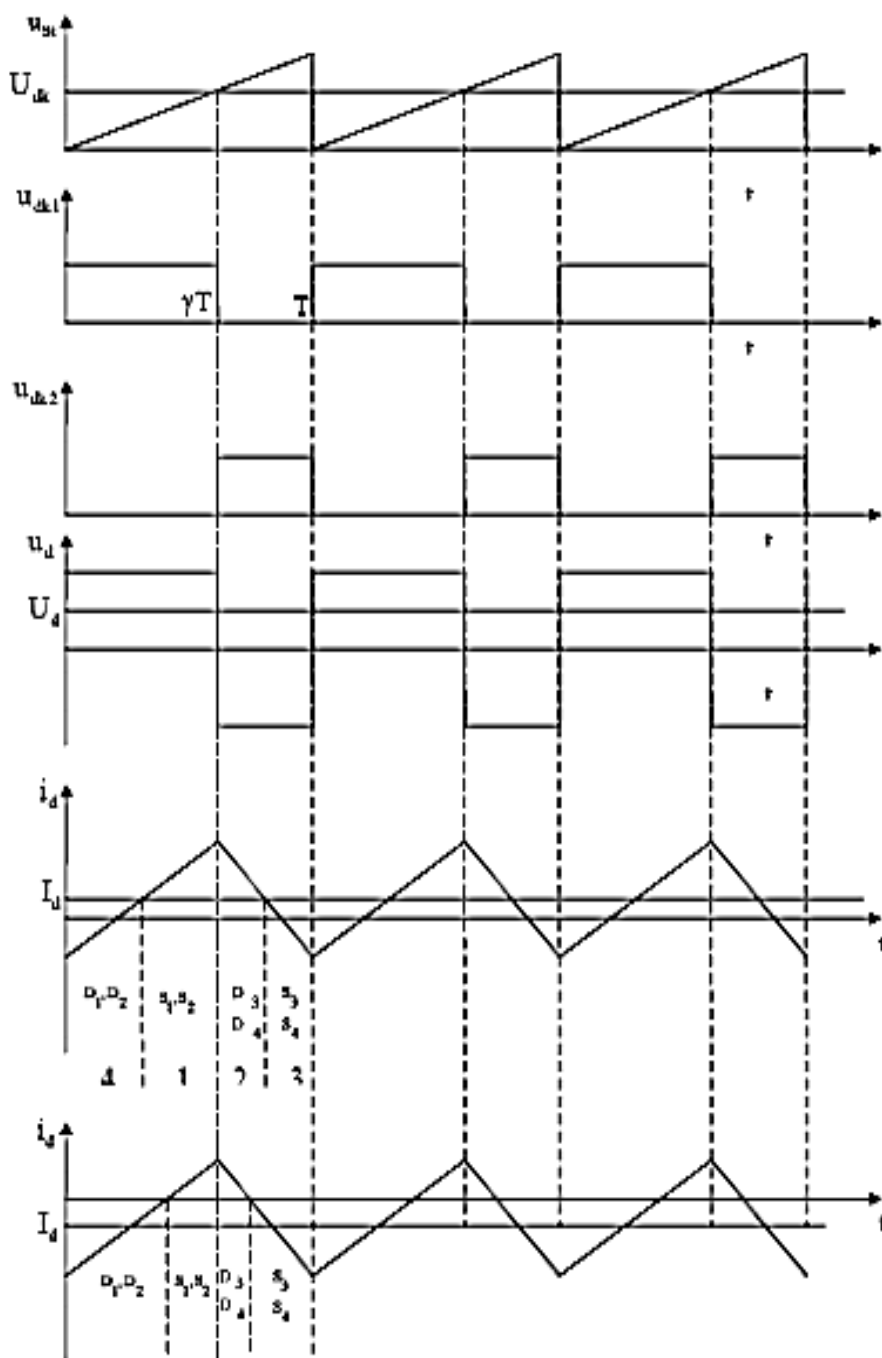
Theo phương pháp điều khiển này các cặp van S1 và S2; S3 và S4 lập thành hai cặp van mà trong mỗi cặp thì hai van được điều khiển đóng cắt đồng thời.

Tín hiệu điều khiển được tạo ra bằng cách so sánh điện áp điều khiển với điện áp tựa (thường là dạng xung tam giác):

-Nếu $U_{dk} > u_{tua}$ thì S1 và S2 được kích dẫn; S3 và S4 được kích tắt.

-Nếu $U_{dk} < u_{tua}$ thì S1 và S2 được kích tắt; S3 và S4 được kích dẫn.

Biểu đồ dạng sóng dòng, áp trên tải



Chế độ hoạt động:

+Trong khoảng 1: S1 và S2 được kích dẫn, S3 và S4 được kích tắt, động cơ được nối với nguồn U, dòng qua phần ứng tăng đến giá trị I_{max} .

+Trong khoảng 2: S1 và S2 được kích tắt, S3 và S4 được kích dẫn, nhưng do tải có tính cảm kháng nên dòng điện phần ứng khép mạch qua D3 và D4 về

nguồn, S3 và S4 bị đặt điện áp ngược bởi hai diode D3 và D4 nên khoá, dòng id giảm từ I_{max} về 0.

+Trong khoảng 3: S3 và S4 được kích dẫn, điện áp đặt lên động cơ là -U,

dòng id tăng theo chiều ngược lại (giảm từ 0 về I_{min} theo chiều dương).

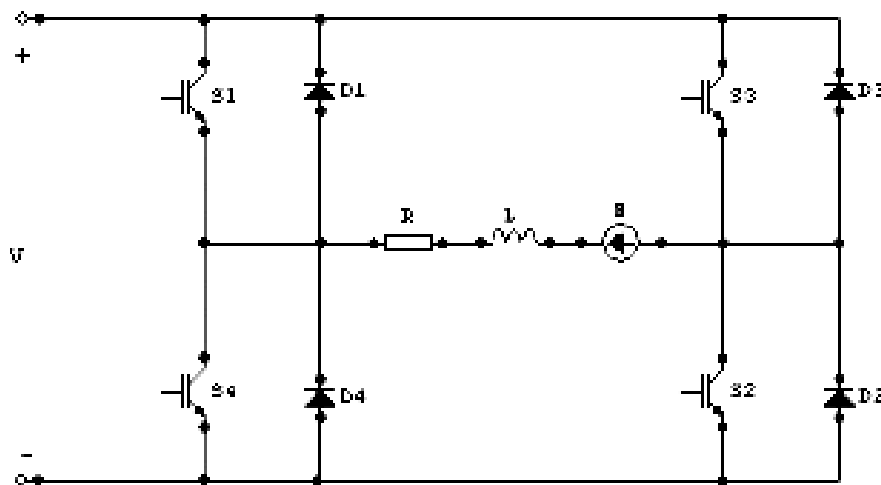
+Trong khoảng 4: S3 và S4 được kích tắt, S1 và S2 được kích dẫn, nhưng do trước đó dòng id chạy theo chiều ngược lại nên dòng id tiếp tục chảy theo chiều cũ, khép mạch qua các diode D1 và D2 về nguồn; S1 và S2 bị đặt điện áp ngược bởi hai diode D1 và D2 phân cực thuận nên khoá, do đó id giảm theo chiều ngược lại từ I_{min} về 0.

4.1.2 Thiết kế mạch điều khiển

* Các thông số dùng để thiết kế

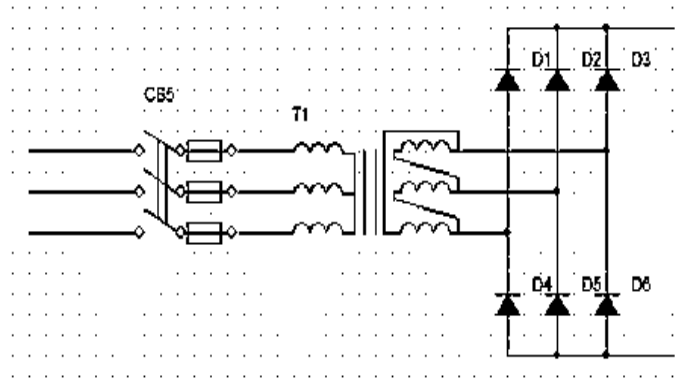
Điện áp lưới (VAC)	Dòng định mức	Điện áp phản ứng	Phạm vi điều chỉnh
127V	6A	400V	25:1

Sơ đồ mạch động lực đơn giản



Chọn tần số băm xung $f = 500\text{Hz}$

Mạch cấp nguồn một chiều cho động cơ



Chọn máy biến áp 3 pha 3 trụ sơ đồ đấu dây Δ/Y làm mát bằng không khí tự nhiên. Máy biến áp công suất nhỏ, chỉ cỡ chục KVA trở lại, sụt áp trên điện trở lớn khoảng 4%, sụt áp trên cuộn kháng ít hơn khoảng 2%. Điện áp sụt trên 2 Điốt khoảng 2V.

Tính chọn van bán dẫn công suất

- Tính chọn Điốt mạch van

Qua phân tích các mạch lực ta thấy

+ Dòng điện trung bình chạy qua diode với giá trị dòng định mức động cơ $I_{dm} = 6A$

Chọn chế độ làm mát là van có cánh tỏa nhiệt với đủ diện tích bề mặt và có quạt thông gió, khi đó cho dòng điện làm việc cho phép chạy qua van tới 50% I_{dm} Lúc đó dòng chạy qua van cần chọn :

$$I_{dmv} = K_i \cdot I_{max} = 6/0.5 = 12(A)$$

Qua các biểu đồ ta thấy : Điện áp ngược cực đại đặt trên mỗi van(bỏ qua sụt áp trên mỗi van là $U = 400V$

Chọn hệ số quá điện áp $K_u = 2.5 \rightarrow U_{ngv} = 2.5 \cdot 400 = 1000(V)$

Chọn 4 diode loại CR20-100 có các thông số sau :

Ký hiệu	$I_{max}(A)$	$U_n(V)$	$I_r(A)$	$I_{th}(A)$	T_{cp}	$\Delta U(V)$
1N2455R	20	1000	20	10u	200	1.1

Trong đó :

I_{max} : Dòng điện làm việc cực đại cho phép qua van

U_{ngv} : Điện áp ngược cực đại cho phép đặt lên van

I_{pik} : Đỉnh xung dòng điện

ΔU :Tôn hao điện áp ở trạng thái mở của Diode

I_{th} : Dòng điện thử cực đại

I_r : Dòng điện rò ở nhiệt độ 250 C

T_{cp} : Nhiệt độ cho phép làm việc.

- Tính chọn IGBT

Tính dòng trung bình chạy qua van:

Qua phân tích các mạch lực trên ta thấy:

Dòng điện trung bình chạy qua van lụ : $I_S = \gamma I_t$

Với giá trị dòng điện định mức động cơ là $I_{tdm} = 6(A)$

+ Chọn chế độ làm mát là van có cánh tản nhiệt với đủ diện tích bề mặt và có quạt thông gió, khi đó dòng điện làm việc cho phép chạy qua van lên tới 50 % I_{dm} .

Lúc đó dòng điện qua van cần chọn :

$I_{dmv} = k_i I_{max} = 6/0.5 = 12(A)$

Qua các biểu đồ ta thấy :Điện áp ngược cực đại đặt lên mỗi van (bỏ qua sụt áp trên các van) là $U_{ngmax} = E = 400(V)$

Chọn hệ số quá điện áp $k_u = 2.5 \rightarrow U_{ngv} = k_u \cdot U_{ngmax} = 2.5 \cdot 400 = 1000(V)$.

Từ các tính toán trên ta chọn 4 van IGBT ...có các thông số sau:

Loại	Loại vỏ	$I_{cmax}(A)$	$V_{ce}(V)$	P_{dmax}	$V_{ce}(sat)$	$I_{ce}(uA)$	In.Diode
IRG4PH30K	TO247A	20	120	100W	4	250	No

- Tính chọn Điốt mạch chỉnh lưu

Tính chọn dựa vào các yếu tố cơ bản dòng tải, điều kiện toả nhiệt, điện áp làm việc, các thông số cơ bản của van được tính như sau :

+ Điện áp ngược lớn nhất mà Diode phải chịu:

$U_{nmax} = K_{nv} \cdot U_2 = 418,88 (V)$.

Điện áp ngược của van cần chọn :

$U_{nv} = K_{dtU} \cdot U_{nmax} = 2,5 \cdot 418,88 = 1047,20$

Trong đó :

K_{dtU} - hệ số dự trữ điện áp ,chọn $K_{dtU} = 2,5$.

+ Dòng làm việc của van được tính theo dòng hiệu dụng : $I_{Iv} = 3,46 (A)$ (Do trong sơ đồ cầu 3 pha ,hệ số dòng hiệu dụng : $K_{hd} = 0,57$) . Chọn điều kiện làm việc của van là

có cánh toả nhiệt và đầy đủ diện tích toả nhiệt; Không có quạt đối lưu không khí ,với điều kiện đó dòng định mức của van cần

chọn :

$I_{dm} = K_i \cdot I_{lv} = 3,2 \cdot 3,46 = 11,07$ (A) (K_i là hệ số dự trữ dòng điện và chọn $K_i = 3,2$)

Từ các thông số U_{nv} , I_{dmv} ta chọn 6 Diode loại SKR20/12 do nhà sản xuất IR sản xuất có các thông số sau :

Điện áp ngược cực đại của van :	$U_n = 1200$ (V)
Dòng điện định mức của van :	$I_{dm} = 20$ (A)
Dòng điện thử cực đại :	$I_{th} = 60$ (A)
Dòng điện rò :	$I_r = 4$ (mA)
Sụt áp lớn nhất của Diode ở trạng thái dẫn là :	$\Delta U = 1,55$ (V)
Nhiệt độ làm việc cực đại cho phép :	$T_{max} = 180^{\circ}C$

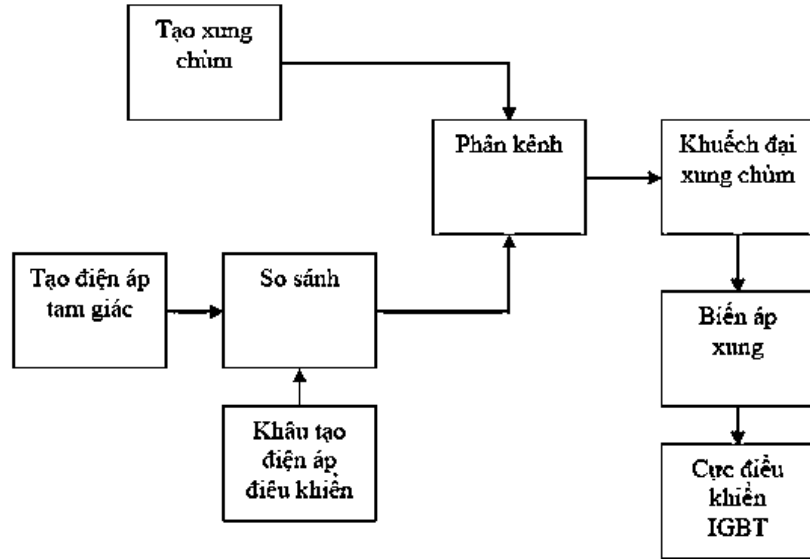
Cấu trúc mạch điều khiển

* Yêu cầu chung của mạch điều khiển

Mạch điều khiển điều khiển bơm xung áp một chiều cần được xây dựng theo các nguyên tắc và yêu cầu sau:

- Tạo được xung mở IGBT có biên độ điện áp là +15V, độ rộng theo yêu cầu điều khiển.
- Tạo được xung khóa IGBT có biên độ điện áp là -5V, độ rộng theo yêu cầu.
- Tạo được 2 kênh điều khiển 2 nhóm van IGBT theo luật điều khiển đối xứng.
- Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt.
- Đảm bảo các van đóng, mở an toàn tức là nhóm van này khóa chắc chắn thì nhóm van còn lại mới được mở.
- Tần số làm việc của mạch điều khiển là 2kHz

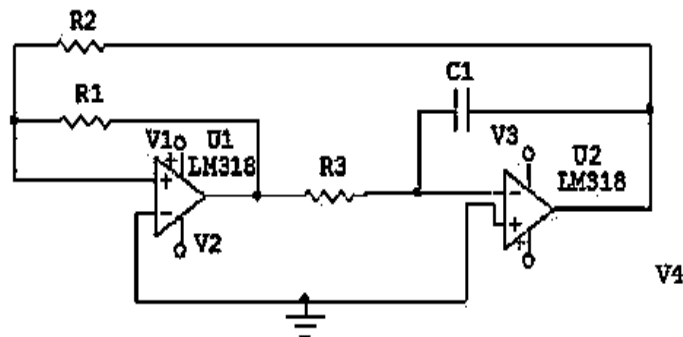
Sơ đồ khối mạch điều khiển:



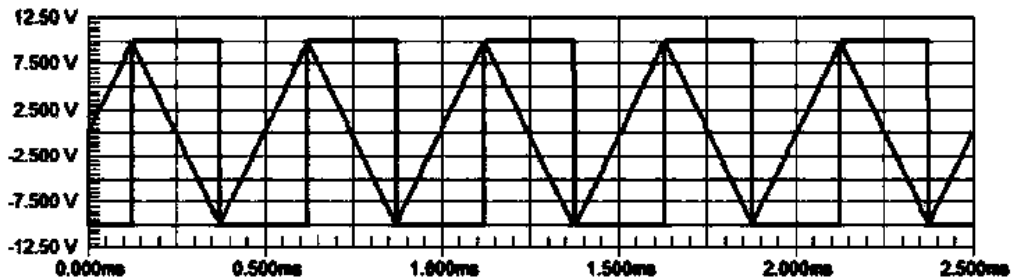
Khâu tạo điện áp tam giác

Để mạch điều khiển hoạt động tốt với luật điều khiển đối xứng ta chọn phương pháp tạo điện áp tựa là điện áp tam giác bằng tích phân sóng vuông.

Sơ đồ:



Giải thích nguyên tắc hoạt động:



Khuếch thuật toán U1 có hồi tiếp dương bằng điện trở R1, đầu ra có trị số điện áp bão hòa và dấu phụ thuộc hiệu điện áp hai cổng (+) và (-). Đầu vào (+) có 2

tín hiệu, một tín hiệu không đổi lấy từ đầu ra của U1, một tín hiệu biến thiên lấy từ đầu ra của khuếch thuật toán U2. Điện áp chuẩn so sánh để quyết định đổi dấu điện áp ra của U1 là trung tính vào (-). Giả sử đầu ra của U1 âm, khuếch thuật toán U2 tích phân đảo dấu cho điện áp có sườn đi lên của điện áp tựa. Điện áp vào của (+) lấy từ R1 và R2, hai điện áp này trái dấu nhau. Điện áp vào qua R2 biến thiên theo đường nạp của tụ, còn điện áp vào qua R1 không đổi, tới khi nào $U(+)=0$ thì đầu ra của U1 đổi dấu thành dương. Chu kỳ điện áp của U1 cứ luân phiên đổi dấu như vậy cho ta điện áp tựa như có dạng tam giác như hình vẽ.

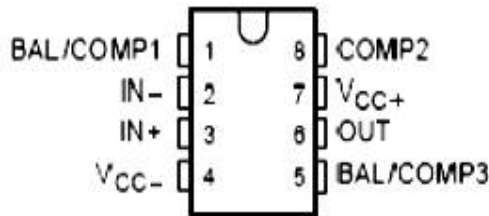
Tần số của điện áp tựa được tính dựa vào công thức sau:

$$f = \frac{1}{4.R_3.C_1.\frac{R_2}{R_1}}$$

Do tần số làm việc yêu cầu của mạch điều khiển là 2kHz nên tần số làm việc của mạch tạo xung tam giác cũng phải là 2 kHz. Điều đó làm nảy sinh vấn đề là khuếch thuật toán không thể chọn loại bình thường mà ta phải chọn loại có tốc độ làm việc nhanh.

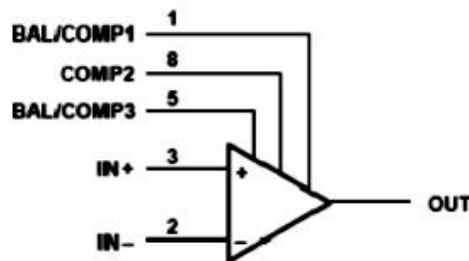
Tính toán:

- Chọn khuếch thuật toán là loại IC LM318 của hãng Texas Instrument có tốc độ làm việc nhanh.



Kí hiệu KĐT tương ứng với chân IC :

symbol



Thông số chính

Điện áp nguồn cấp(VCC)	20V đx
Dải thông	15MHz
Slew rate	70V/us

- Để tần số làm việc là 2 kHz ta chọn:

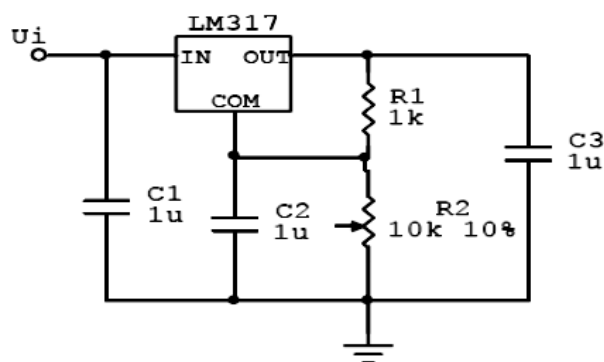
$$R1=R2=0.47k\Omega$$

$$R2=4.7k\Omega$$

$$\rightarrow C1=0.0266\mu F$$

Khâu tạo điện áp điều khiển

Sơ đồ



Giải thích nguyên tắc hoạt động:

Việc thay đổi giá trị điện áp điều khiển quyết định hệ số γ của mạch điều khiển xung áp.

- Khi $U_{đk}=0$ thì $\gamma=0.5$

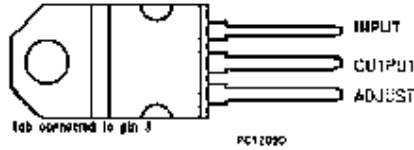
- Khi $U_{đk}=U_{đinh}$ thì $\gamma=1$

- Khi $U_{đk}= - U_{đinh}$ thì $\gamma=0$

Do điện áp tựa có dạng tuyến tính nên việc điều chỉnh tốc độ động cơ một cách tuyến tính với phạm vi 25:1 có thể đưa về việc điều chỉnh điện áp điều khiển tuyến tính trong phạm vi 25 lần.

Khâu tạo điện áp điều khiển sử dụng IC LM317 có tác dụng tạo ra nguồn ổn áp thay đổi từ 1.2 đến 37V

IC LM31



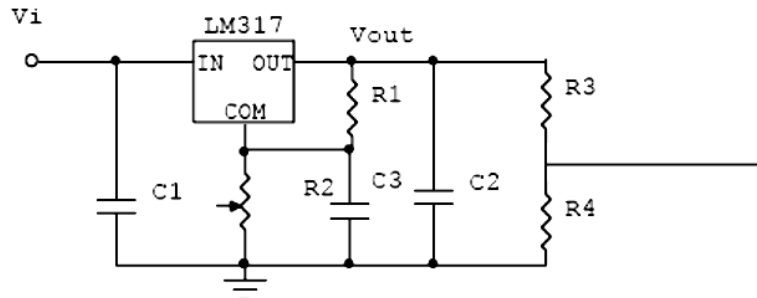
Thông số chính

Dải điện áp ra	1.2 đến 37V
Dòng ra giới hạn	1.5A
Sai số	0.5%

Các tụ C1, C2, C3 có tác dụng ổn định điện áp đầu vào và đầu ra, để đảm bảo nguồn áp có dạng và giá trị không đổi.

Ta chọn $C1 = C2 = C3 = 1(\mu F)$.

Điện trở R1 và biến trở R2 được chọn sao cho có thể tạo ra một U_{out} biến thiên trong dải từ 1.25 đến $1.25 * 25 = 31.25$ (V). Điện áp này được lấy ra phù hợp với điện áp tựa trong bộ so sánh nhờ vào 2 điện trở R3, R4 mắc nối tiếp như sau:



Chọn $R1 = 0.24 k\Omega$ thì:

- khi $U_{out} = 1.25V$ thì $R2 = 0 k\Omega$
- khi $U_{out} = 31.25V$ thì $R2 = 5760 k\Omega$

Như vậy ta có thể chọn R2 là loại biến trở $6k\Omega$

Để đưa điện áp điều khiển thích hợp với $U_{tựa}$ tại bộ so sánh ta dùng 2 điện trở mắc nối tiếp là R3 và R4. Để có thể tận dụng tốt nhất công suất động cơ, thỏa mãn nhu cầu của γ ($0.526 < \gamma < 0.9$) đã đặt ra ở phần mạch lực, ta cần tính toán để $U_{đk}$ như sau:

- Phương trình của $U_{tựa}$ theo thời gian:

khi $t=0 \rightarrow U_{t\grave{a}ra}(0) = 0V$

khi $t=T/4 = 0.125ms \rightarrow U_{t\grave{a}ra}(0.125*10^{-3}) = 10V$

- $U_{t\grave{a}ra} = 8*10^4.t (V)$

- Phương trình của γ theo thời gian (chỉ mang tính chất toán học):

khi $t=0$ thì $U_{đk} = 0$ ($U_{đk}$ cắt $U_{t\grave{a}ra}$ tại $t=0$) $\rightarrow \gamma = 0.5$

khi $t=T/4 = 0.125ms$ thì $U_{đk} = 10V$ ($U_{đk}$ cắt $U_{t\grave{a}ra}$ tại $t=0.125ms$) $\rightarrow \gamma = 1$

- $\gamma = 0.125*10^{-3}.t + 0.5$

- Khi $\gamma = 0.526$ thì $t=6.5*10^{-6}s \rightarrow U_{t\grave{a}ra} = 0.52(V) \rightarrow U_{đk} = 0.52V$

- Khi $\gamma = 0.9$ thì $t=10^{-4}s \rightarrow U_{t\grave{a}ra} = 8V \rightarrow U_{đk} = 8V$.

- Dựa vào kết quả tính toán ở trên, ta cần tìm $R3$ và $R4$ sao cho $U_{đk}$ biến thiên từ $0.52V$ đến $8V$.

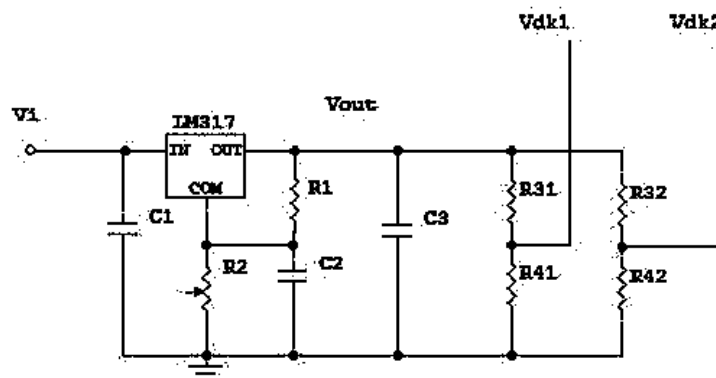
Áp dụng (*) ta chọn $R4=52k\Omega$ và $R3=73k\Omega$

Tạo trễ đối với mạch điều khiển

Như đã trình bày ở trên, ta sẽ đảm bảo an toàn đóng cắt cho các nhóm IGBT bằng cách đưa các giá trị $U_{đk}$ khác nhau vào các bộ so sánh ứng với mỗi kênh điều khiển tương ứng với mỗi nhóm IGBT. Bằng cách làm như vậy ta vừa có thể giảm ước được khâu tạo trễ lại vừa đảm bảo an toàn đóng cắt cho tất cả các lần chuyển đổi giữa các nhóm van.

Việc tạo ra các giá trị $U_{đk}$ khác nhau được thực hiện bằng 2 cặp điện trở $R31, R41$ và $R32, R42$ như trong sơ đồ mạch sau:

Trong phần trên ta đã tính toán được cặp điện trở $R3$ và $R4$ thỏa mãn yêu cầu của γ . Trong phần này ta giữ nguyên các giá trị đó cho cặp $R31$ và $R41$; còn cặp điện trở $R32$ và $R42$ được tính toán sao cho thỏa mãn yêu cầu an toàn cho đóng mở van.



Với IGBT đã chọn trong phần mạch lực, ta cần tính thời gian trễ $t_{trễ} > t_{off}$.
 Dựa vào phương trình của $U_{tự\ áp}$ theo thời gian, ta có:

$$U_{tự\ áp} = 8 \cdot 10^4 \cdot t \text{ (V)}$$

Thời gian trễ cần thiết là $t_{trễ} = 1\mu s$ nên điểm chuyển đổi trên điện áp tự áp phải chênh nhau giá trị: $8 \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0.08 \text{ (V)}$

Cặp điện trở R32, R42 cần chọn sao cho $U_{đk2}$ biến thiên trong khoảng
 Chọn R42=44kΩ và R32=81kΩ, R42=44kΩ và R32=81kΩ

Khâu đảo chiều động cơ (dùng công tắc 2 vị trí):

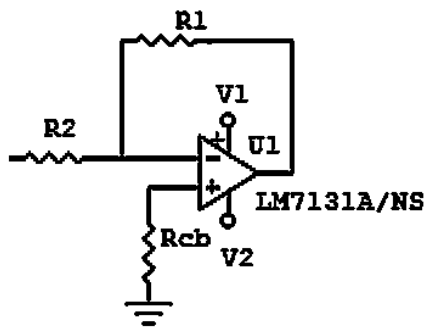
Nguyên tắc đảo chiều động cơ là :

- Đầu tiên giảm tốc độ động cơ về không.
- Ấn nút để chuyển tốc độ theo chiều ngược lại. Nút bấm ở đây được thiết kế là một công tắc liên động để thực hiện chuyển mạch

Tín hiệu điều khiển.

- Theo tính chất $U_{đk}$ đã được trình bày ở trên, bộ phận tạo trễ đảm bảo an toàn cho van được quyết định bởi bộ phân áp nhờ 2 cặp điện trở R31, R41 và R32, R42. Do đó, khi điện áp điều khiển đổi chiều thì đường cấp $U_{đk1}$ biến thành đường cấp $U_{đk2}$ thì mới đảm bảo nhóm van này đóng thì nhóm van kia mới mở.

Khâu đảo chiều điện áp $U_{đk}$ là một bộ đảo dấu sử dụng khuếch thuật toán. Bộ đảo dấu này chỉ đảo dấu một giá trị không đổi và không đòi hỏi tần số làm việc cao. Tuy nhiên, để đồng bộ các thiết bị yêu cầu tần số cao, ta chọn bộ đảo dấu là khuếch thuật toán LM7131A/NS. Sơ đồ bộ đảo dấu như sau:



Thực chất của bộ đảo dấu là một bộ khuếch đại đảo , do đó ta chọn
 $R1=R2=1k\Omega$, Rcb có tác dụng cân bằng điện trở vào nên ta chọn là 0.5kΩ.

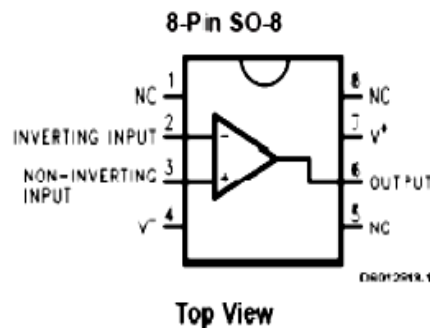
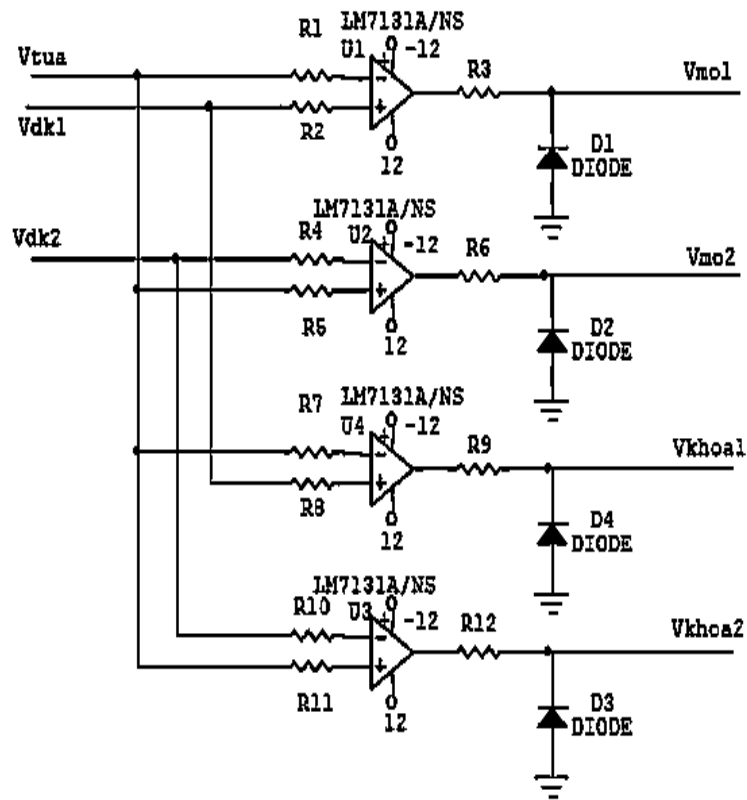
Khâu so sánh tạo xung điều khiển van

Giải thích nguyên lý hoạt động:

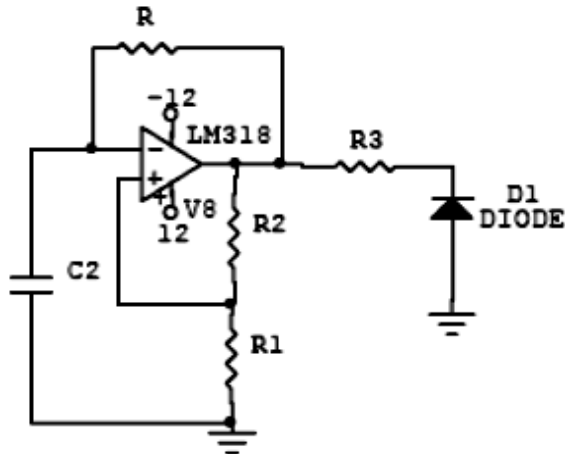
Với 2 giá trị $U_{đk}$ ta đem so sánh với giá trị U_{ttra} để tạo ra 4 xung đưa đến bộ trộn xung phía sau. Hai xung $U_{mở1}$ và $U_{khóa1}$ đồng bộ với nhau, xung này ở mức cao thì xung kia ở mức thấp. Trễ hơn một khoảng là hai xung $U_{mở2}$ và $U_{khóa2}$ cũng đồng bộ với nhau.

Khuếch thuật toán được sử dụng là loại có thời gian tác động nhanh tạo điều kiện cho xung ra có sườn lên, sườn xuống dốc. Ta dùng loại LM7131A/NS của hãng National Semiconductor sản xuất.

- Sơ đồ chân:



* Khâu tạo xung chùm



Giải thích nguyên lý hoạt động:

Đây là mạch tạo dao động dùng khuếch thuật toán, rất thông dụng hiện nay. Khuếch thuật toán được sử dụng như bộ so sánh hai cửa. Tụ C liên tục phóng, nạp làm cho khuếch thuật toán đảo trạng thái mỗi lần điện áp trên tụ đạt trị số bộ chia điện áp R_1, R_2 .

Chu kỳ dao động được tính theo công thức sau:

$$T = 2RC \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

Tính toán:

- Khuếch thuật toán dùng loại có tốc độ cao là LM318 đã nêu ở trên.

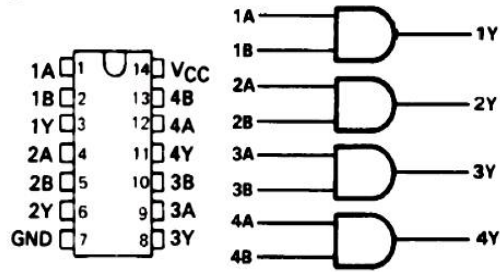
- Ta chọn sao cho $(R_2 + R_1)$ cỡ 20 (k Ω). Thông thường ta chọn $R_2 < R_1$. Vậy ta chọn các giá trị như sau: $R_1=15\text{k}\Omega$ và $R_2=4.7\text{k}\Omega$

Từ công thức ràng buộc ở trên ta có $R \cdot C_2 = 12.5 \cdot 10^{-6}$. Ta chọn $R=5.6\text{k}\Omega$ và $C_2 = 0.0022\mu\text{F}$

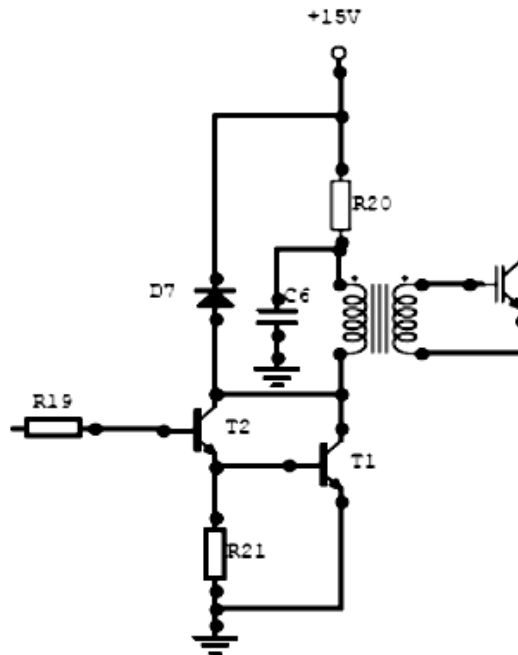
- Chọn D1 là Diode FJT1100

Khâu trộn xung

Mạch trộn xung dùng các cổng logic AND, có 4 tín hiệu cần trộn xung nên mạch cần 4 cổng AND, ta dùng 1 IC 7408 do hãng Texas Instrument sản xuất có tích hợp 4 cổng AND trong một IC



Khâu khuếch đại xung chòm



Để cách ly giữa mạch lực và mạch điều khiển ta dùng biến áp xung. Tuy nhiên do tính chất vi phân của biến áp xung nên không cho phép truyền các xung rộng vài miligiây. Chính vì tính chất này mà ta phải truyền xung rộng dưới dạng xung chòm để biến áp xung hoạt động bình thường. Để đơn giản mạch đồng thời bảo đảm hệ số khuếch đại dòng cần thiết tầng khuếch đại ta dùng là kiểu Dalinton. Sơ đồ mạch như hình vẽ trên.

Để đảm bảo điện áp bên cuộn sơ cấp của BAX là 15(V) ta chọn nguồn nuôi có giá trị $V_{cc} = 20$ (V). (Vì còn phải tính đến sụt áp trên điện trở).

Khi có tín hiệu xung đi vào thì bóng T2 sẽ mở đồng thời làm mở luôn T1. Lúc này xuất hiện dòng điện chạy từ nguồn nuôi qua R20, qua cuộn sơ cấp và T1 rồi đi xuống đất và thành lập trên cuộn sơ cấp một điện áp U1. Điện trở R20 có tác dụng bảo vệ T1 tránh dòng I1 vượt quá giá trị I_{C1max} .

Biến áp xung

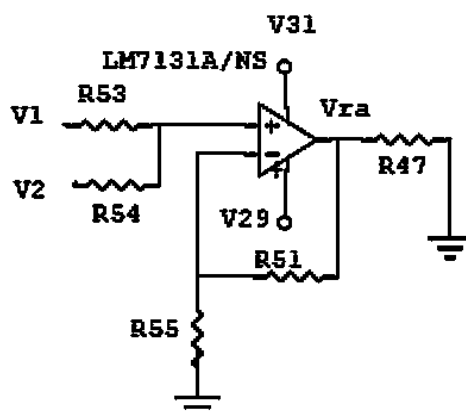
Máy biến áp xung thực hiện các nhiệm vụ:

- Cách li mạch lực và mạch điều khiển.
- Phối hợp trở kháng.
- Nhân thành nhiều xung (BAX nhiều cuộn thứ cấp) cho van cần mở đồng thời.

Mạch điều khiển gồm có 4 biến áp xung, trong đó 2 cái tạo xung mở cho các van, 2 cái tạo xung khóa cho các van.

Khâu chuẩn hóa tín hiệu điều khiển:

Khâu này đặt sau biến áp xung, có nhiệm vụ biến đổi các tín hiệu từ biến áp xung thành các tín hiệu điện áp phù hợp để đóng mở các van. Để đóng mở được các van, yêu cầu điện áp mở là +15V và điện áp khóa là -5V. Ta điều chế bằng cách đảo dấu điện áp +5V thành -5V bằng một mạch đảo dấu như đã trình bày ở trên, sau đó dùng một mạch cộng tương ứng để cộng điện áp +15V với -5V tương ứng. Sơ đồ mạch cộng như sau:



Chọn $R51 = R55 = R53 = R54 = 1k\Omega$

Khuếch thuật toán vẫn chọn loại có tốc độ nhanh là LM7131A/NS

Tín hiệu điện áp từ sau khâu chuẩn hóa này sẽ được đưa vào cực điều khiển của IGBT.

Nguyên lý hoạt động của mạch điều khiển

Khâu tạo điện áp tam giác sẽ cho ta một điện áp tựa có dạng tam giác thuận tiện cho khâu so sánh tiếp theo. Khâu tạo điện áp tựa này thực chất bao gồm 2 khâu là khâu phát xung đồng bộ và khâu tạo xung răng cưa (dạng tam giác). Khâu này sẽ quyết định luôn tần số điều khiển các IGBT. Sơ dĩ ta chọn điện áp tựa dạng này là vì có 2 ưu điểm sau:

Đảm bảo an toàn cho việc đóng mở các van bán dẫn. Với 2 điện áp điều khiển lệch nhau cỡ 0.2V đưa vào 2 mạch so sánh tương ứng 2 kênh điều khiển 2 nhóm IGBT ta có thể tin tưởng rằng trong toàn bộ quá trình hoạt động, nhóm van này khóa chắc chắn thì nhóm van còn lại mới được phát xung mở. Giải pháp này ưu điểm hơn cách sử dụng khâu trễ để đảm bảo an toàn cho các van bán dẫn.

Điện áp tựa dạng tam giác gồm cả miền âm lẫn miền dương cho phép ta đảo chiều động cơ đơn giản bằng cách đảo dấu điện áp điều khiển đưa vào mạch so sánh.

Điện áp tựa được đưa vào các bộ so sánh (Comparator) cùng với điện áp điều khiển để thu được điện áp dạng xung $\pm U_{bh}$ thích hợp với các kênh điều khiển mà luật đóng mở và luật điều khiển đối xứng đặt ra. Để đảm bảo phạm vi điều chỉnh tốc độ là 25:1 ta cần đưa điện áp điều khiển vào với biên độ biến thiên 25 lần. Công việc này được thực hiện nhờ bộ ổn áp dùng IC LM317. Ở đây ta cần dùng 2 bộ ổn áp LM317 để đưa vào 2 điện áp điều khiển chênh lệch nhau cỡ 0.2V.

Việc đảo chiều quay động cơ được thực hiện nhờ bộ đảo dấu điện áp điều khiển. Nguyên lý của bộ đảo dấu này thực chất là mạch tổ hợp tuyến tính một thành phần dùng khuếch thuật toán.

Ta sử dụng phương pháp cách ly từ để cách ly mạch lực và mạch điều khiển bằng biến áp xung. Tuy nhiên do tính chất vi phân của máy biến áp nên không cho phép truyền các xung rộng vài ms. Chính vì tính chất này mà người ta phải truyền xung rộng dưới dạng xung chùm để biến áp xung hoạt động được bình thường. Nguyên tắc ở đây là tín hiệu (hay xung có độ rộng cỡ ms) sau bộ so sánh đi ra được coi là các tín hiệu cho phép hay cấm xung chùm với tần số cao đi vào BAX dùng các phần tử logic AND.

Xung chùm được tạo ra bởi khâu tạo xung chùm với tần số 20 kHz, sau khi được trộn với điện áp so sánh sẽ có dạng các chùm xung đi ra từ mạch logic với công suất nhỏ. Do đó để đảm bảo mở được các van lực nó phải đi qua khâu khuếch đại xung. Khâu khuếch đại xung phổ biến nhất và cũng được sử dụng trong bài tập này là phương pháp dùng tầng khuếch đại Dalinton.

5. Sửa chữa mạch điều khiển

Bước 1: chuẩn bị trang thiết bị vật tư thực tập

Bước 2: Cấp nguồn vào mạch điều khiển

Bước 3: Kiểm tra các khối trong mạch điều khiển

+ Kiểm tra khối tạo xung chùm

+ Kiểm tra mạch tạo điện áp rang cưa

- + Kiểm tra tín hiệu tam giác
- + kiểm tra tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra của biến áp xung
- +Kiểm tra các cực điều khiển của IGBT

Bước 4: Báo cáo thực tập

Kiểm tra

Yêu cầu về đánh giá : học sinh phải trình bày được

Nguyên lý làm việc các mạch chỉnh lưu thông dụng trong lĩnh vực điện tử công suất, các yếu tố ảnh hưởng đến thông số của mạch

- Phân biệt các điểm khác nhau giữa các mạch chỉnh lưu
- tính toán được một mạch chỉnh lưu điển hình theo yêu cầu cho trước

BÀI 5: ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

1. Khái niệm

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.

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều được sử dụng để điều khiển công suất tiêu thụ của các tải như lò nung điện trở, bếp điện, điều khiển chiếu sáng cho sân khấu, quảng cáo, điều khiển vận tốc động cơ không đồng bộ công suất vừa và nhỏ (máy quạt gió, máy bơm, máy xay), điều khiển động cơ vạn năng (dụng cụ điện cầm tay, máy trộn, máy sấy). Bộ biến đổi xoay chiều còn được dùng trong các hệ thống bù nhuyến công suất phản kháng.

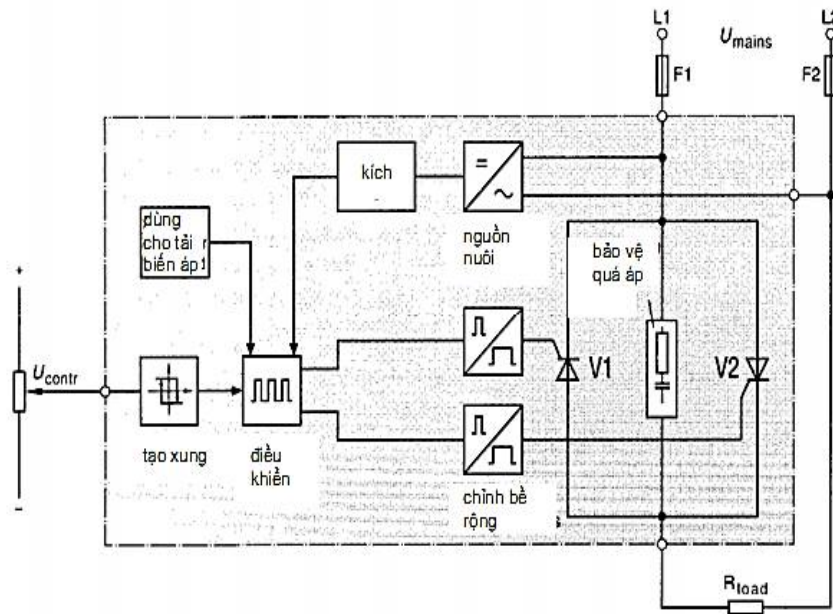
2. Điều khiển điện áp xoay chiều một pha

2.1 Điều khiển chuỗi xung với tải trở kháng và tải biến áp

2.2.1 Cấu tạo thiết bị

Thiết bị điều khiển công suất xoay chiều kiểu EFL (BBC) bao gồm hai thyristor ghép song song ngược chiều và được ghép nối tiếp với tải, tín hiệu điều khiển hai thyristor này có thể là tín hiệu nhị phân hoặc một tín hiệu điện áp.

Trong sơ đồ khối ở hình 5.1 còn bao gồm một khối tạo xung có nhiệm vụ biến đổi từ một điện áp vào tương tự thành tín hiệu nhị phân có tần số phù hợp, tiếp theo sau là hai tầng điều chỉnh bề rộng xung để bảo đảm kích dẫn ổn định cho tải điện cảm, nếu điện áp điều khiển được lấy từ một cảm biến nhiệt thì mạch sẽ có chức năng kiểm soát nhiệt độ



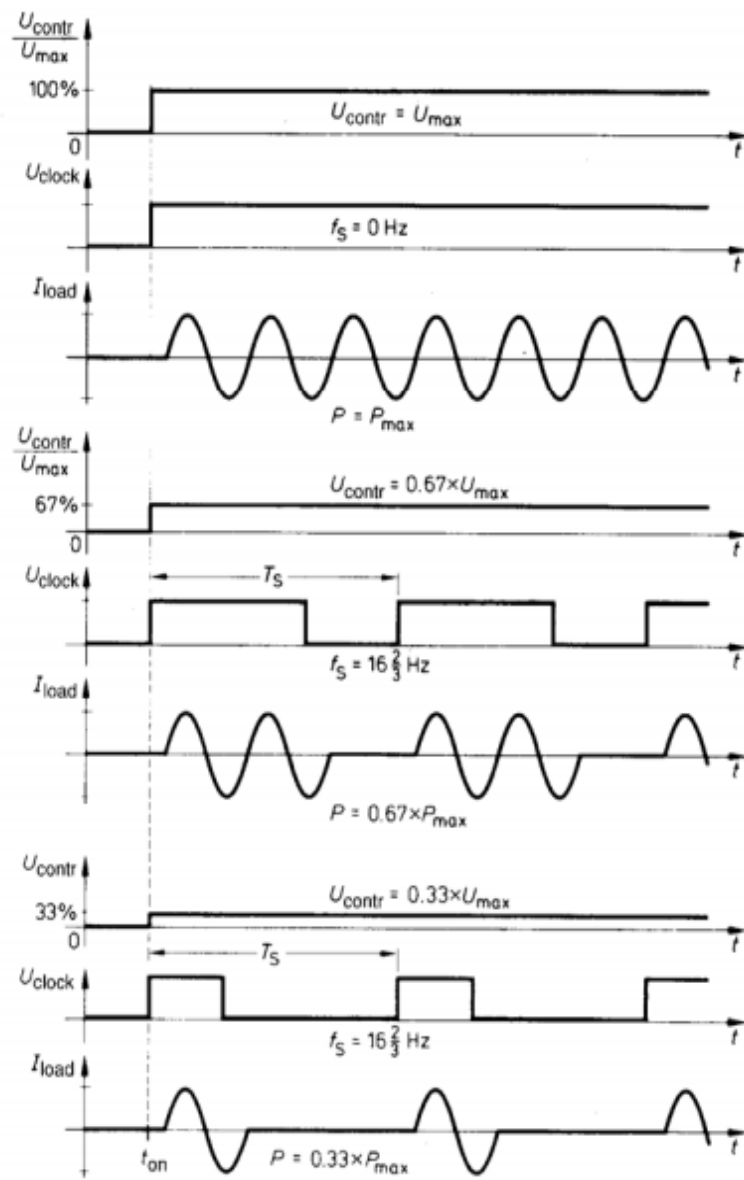
Hình 5.1 Sơ đồ khối của bộ điều khiển AC EFL

Trong hình 5.2 trình bày 3 ví dụ cho thấy cách bộ tạo xung biến đổi từ điện áp điều khiển U_{contr} sang tín hiệu nhị phân với tần số điều khiển thay đổi

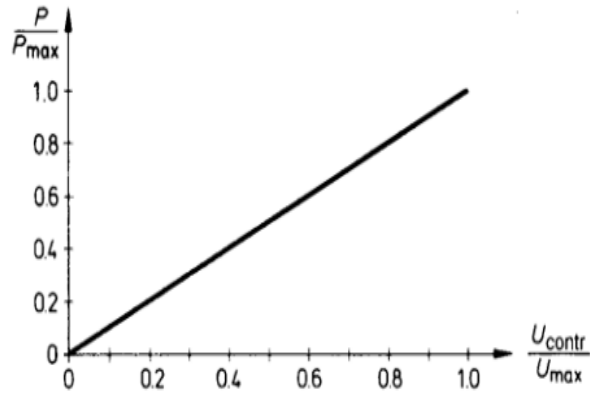
$$f_s = \frac{1}{T_s}$$

Thiết bị này có quan hệ giữa điện áp điều khiển với công suất P là tuyến tính (hình 5.3)

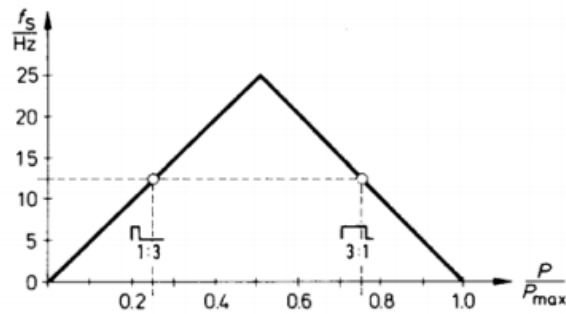
Hình 5.4 cho thấy quan hệ giữa phạm vi điều chỉnh với tần số điều khiển f_s , tại tần số $f = 25\text{Hz}$ công suất ra chỉ bằng $(P/P_{max}) = 0,5$ công suất cực đại, tại tần số $f = 25\text{Hz}$ công suất có thể điều chỉnh trong phạm vi 0,25 đến 0,75. Như vậy, để tăng phạm vi điều chỉnh công suất thì phải giảm tần số điều khiển



Hình 5.2 Quan hệ giữa điện áp điều khiển với công suất trên tải



Hình 5.3 Quan hệ giữa điện áp điều khiển với công suất biến đổi



Hình 5.4 Quan hệ giữa tần số điều khiển với công suất biến đổi

2.2.2 Điều khiển tải trở kháng

Trong hình 5.1 đã trình bày hai khối điều chỉnh bề rộng xung nhằm mục đích kích dẫn thyristor một cách chắc chắn khi tải là điện cảm, nhưng trong trường hợp này tải là trở kháng có nghĩa là có thêm thành phần điện trở thuần nên sẽ xuất hiện thành phần một chiều do góc lệch pha chồng lên trên điện áp xoay chiều và làm sai thời điểm kích (không còn đúng vị trí 0)

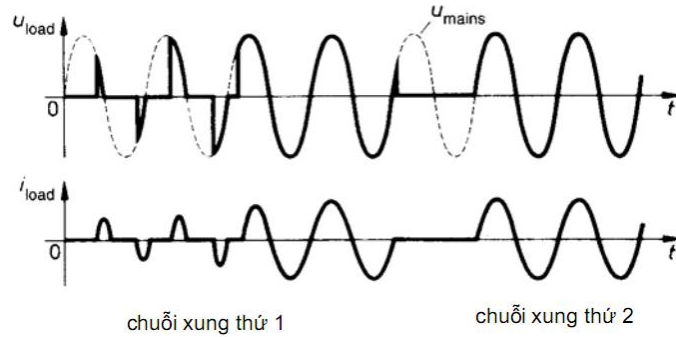
Do đó, để hạn chế hiện tượng này trong khối tạo xung kích được kết hợp thêm mạch logic chỉ cho điện áp vào mạch sau một góc trễ α_0 kể từ lúc bắt đầu xung kích đầu tiên, góc lệch này thay đổi được nhờ một biến trở tùy theo tính chất của từng loại tải trong phạm vi từ $30^\circ \dots 120^\circ$.

Giới hạn này chỉ ảnh hưởng đến chuỗi xung đầu tiên, tại các chuỗi xung tiếp theo việc chuyển mạch xảy ra tại điểm 0 của điện áp nguồn

2.2.3 Điều khiển tải biến áp

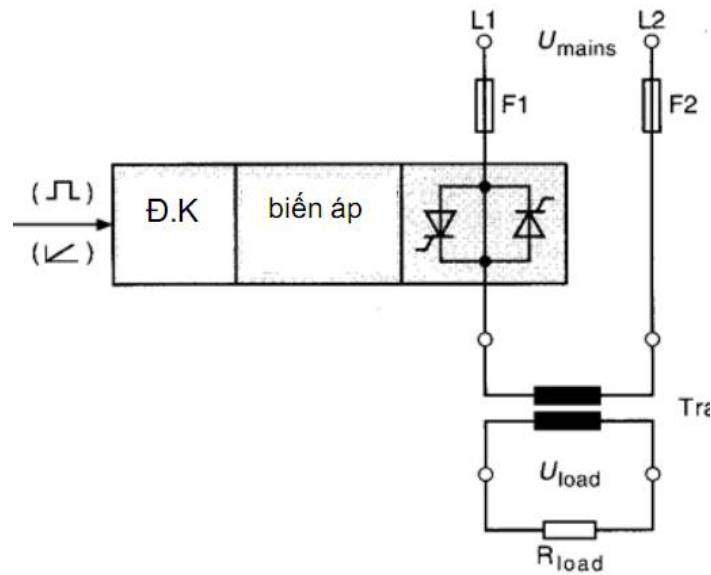
Khi đóng mạch một biến áp cũng có thể phát sinh một xung quá dòng, giá trị xung dòng này không chỉ phụ thuộc vào thông số máy biến áp mà chủ yếu phụ thuộc vào thời điểm kích và sẽ phát sinh một trị cực đại, một mạch bảo vệ được ráp thêm

để tăng độ an toàn cho linh kiện bán dẫn (xem hình 5.1). Sau khi đóng mạch, điện áp trên biến áp được tăng dần trong khoảng thời gian của chuỗi xung đầu tiên (hình 5.5)



Hình 5.5 Điện áp và dòng điện tương ứng với bộ biến đổi công suất AC trong hình 5.6

Góc kích giảm dần, tại chuỗi xung thứ hai và các chuỗi xung tiếp theo góc kích có giá trị bằng 0



Hình 5.6 Bộ điều khiển công suất AC (W1) loại EFL tải biến áp

2.2 Điều khiển góc pha

2.2.1 So sánh giữa bộ điều khiển công suất AC với biến áp xoay

Điện áp ra của mạch điều chỉnh và cả điện áp trên tải đều được quy đổi thành công suất trung bình, công suất này không chỉ phụ thuộc vào góc kích mà còn phụ thuộc theo đặc tính của tải

Điểm khác biệt đầu tiên giữa phương pháp chỉnh bằng biến áp và mạch điện tử là:

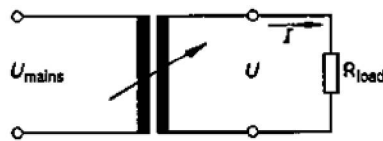
Để giảm công suất trên tải xuống còn $0,5P_{max}$ thì theo công thức $P = U^2/R$ cho thấy phải giảm điện áp xuống còn 70%, hình 5.7 trình bày phương pháp điều chỉnh dùng biến áp

Từ hình 5.7b và c cho thấy đường biểu diễn công suất trong trường hợp tải điện trở có dạng hình sin dương và tần số gấp đôi tần số lưới điện

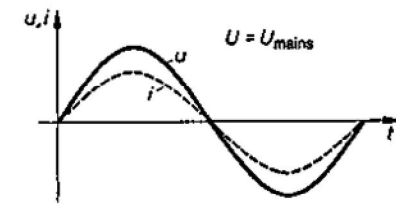
Trong phương pháp thay đổi góc pha, điện áp và dòng điện hiệu dụng không còn là hình sin do đó không thể đo bằng đồng hồ vạn năng thông thường (cuộn dây di động kết hợp chỉnh lưu) mà phải dùng đồng hồ có lõi thép di động hoặc đồng hồ số. Hình 5.8 trình bày các dạng sóng đo bằng máy hiện sóng

Do đó, trong phương pháp biến áp để giảm công suất xuống còn 60% thì phải giảm điện áp xuống 70,7%, và trong phương pháp thay đổi góc pha thì phải giảm điện tích điện áp xuống còn 50%, công thức sau đây được áp dụng cho biến áp xoay

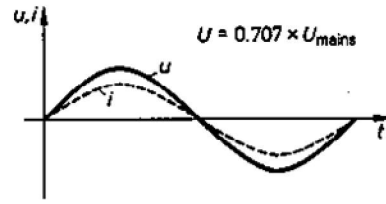
$$P = 0,707U \cdot 0,707I_{max} = 0,5P_{max}$$



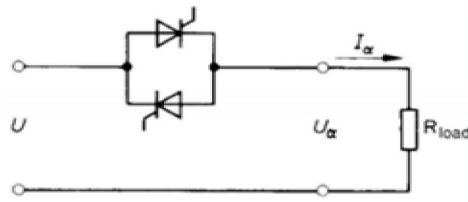
Hình 5.7a Sơ đồ điều khiển công suất dùng biến áp



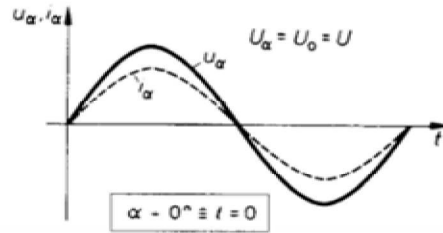
Hình 5.7b Đồ thị u, I và p khi $U = U_{mains}$



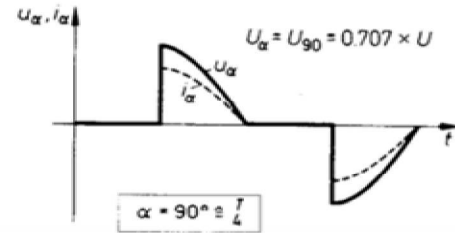
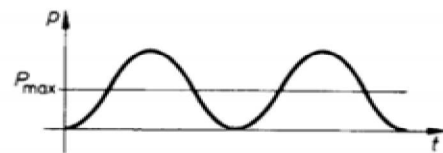
Hình 5.7c Đồ thị u, I và p khi $U = 0,707 U_{mains}$



Hình 5.8 a Sơ đồ mạch điều khiển công suất dùng mạch 2 chiều W 1C



Hình 5.8 b Đồ thị u_α , i_α và p khi $\alpha = 0^\circ$



Hình 5.8 c Đồ thị u_α , i_α và p khi $\alpha = 90^\circ$



Để diện tích điện áp còn 50% thì góc kích α phải là 90° , khác với phương pháp biến áp dòng điện trong khoảng thời gian thyristor dẫn điện không bị giảm nên diện tích công suất ra sẽ bằng 50% diện tích P_{max}

$$P = 0,5P_{max}$$

2.3 Mạch điều khiển công suất AC tải điện trở

Theo định luật ohm, dòng và áp qua điện trở tỉ lệ với nhau và suy ra quan hệ như sau:

$$\frac{U_\alpha}{U_0} = \frac{I_\alpha}{I_0} = \sqrt{1 - \frac{\alpha}{180^\circ} + \frac{1}{2\pi} \sin 2\alpha}$$

Cách áp dụng công thức này trong thực tế được minh họa qua 2 ví dụ sau

Ví dụ 1 : Cho biết : $U = 220 \text{ V}$, $\alpha = 60^\circ$

Tìm : U_α ?

$$U_\alpha = U_0 \sqrt{1 - \frac{\alpha}{180^\circ} + \frac{1}{2\pi} \sin 2\alpha}$$

$$\begin{aligned}
 U_{60^0} &= 220 \text{ V} \sqrt{1 - \frac{60^0}{80^0} + \frac{1}{2\pi} \sin(2 \times 60^0)} \\
 &= 220 \text{ V} \sqrt{1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{6,28} \sin 120^0} \\
 &= 220 \text{ V} \sqrt{0,667 + 0,159 \times 0,866}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{60^0} &= 220 \text{ V} \sqrt{0,667 + 0,138} \\
 &= 220 \text{ V} \sqrt{0,805}
 \end{aligned}$$

$$U_{60^0} = 197,4 \text{ V}$$

Ví dụ 2 :

Một bộ điều khiển công suất AC được nối vào lưới điện 220 V/50 Hz. Tìm công suất trên tải $R = 22 \Omega$ với $\alpha = 120^0 \cong \frac{2}{3}\pi$?

Từ $P_{\max} = P_0 = I_0^2 \times R_{\text{load}}$ và $P_\alpha = I_\alpha^2 \times R_{\text{load}}$ với

$$I_0 = \frac{U_0}{R_{\text{load}}} = \frac{220 \text{ V}}{22 \Omega} = 10 \text{ A}$$

$$I_\alpha = I_0 \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \sin 2\alpha}$$

$$I_{120^0} = 10 \text{ A} \sqrt{1 - \frac{2\pi}{3\pi} + \frac{1}{2\pi} \sin(2 \times 120^0)}$$

$$\begin{aligned}
 I_{120^0} &= 10 \text{ A} \sqrt{0,333 + 0,159 \sin 240^0} \\
 &= 10 \text{ A} \sqrt{0,333 + 0,159(-0,866)} \\
 &= 10 \text{ A} \sqrt{0,333 - 0,138} \\
 &= 10 \text{ A} \sqrt{0,195}
 \end{aligned}$$

$$I_{120^0} = 4,42 \text{ A}$$

Với $P_\alpha = I_\alpha^2 \times R_{\text{load}}$

$$P_{120^0} = (4,42 \text{ A})^2 \times 22 \Omega$$

$$P_{120^0} = 429 \text{ W}$$

Vì công suất tối đa $P_{\max} = P_0 = I_0 \times U_0 = 10 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 2,2 \text{ KW}$, suy ra :

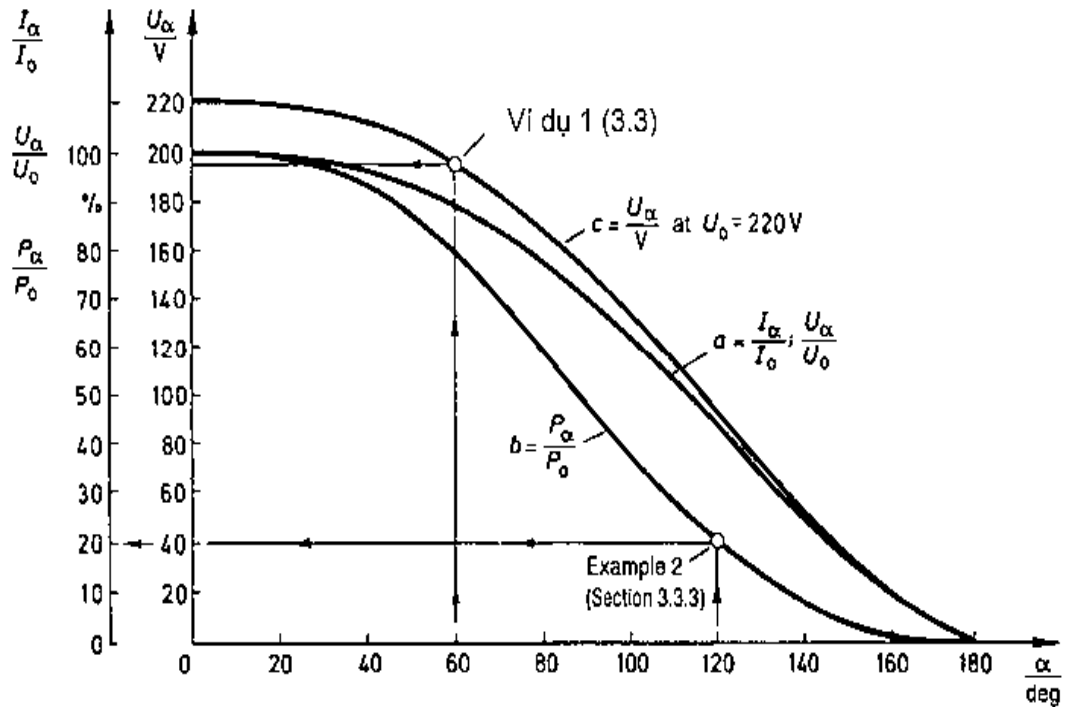
$$\begin{aligned}
 \frac{P_\alpha}{P_0} \times 100\% &= \frac{0,429 \text{ KW}}{2,2 \text{ KW}} \times 100\% \\
 &= 19,5\% \approx 20\%
 \end{aligned}$$

Đặc tính mạch biến đổi AC tải điện trở

Trong thực tế phần lớn ký số thứ ba của một trị số thường chỉ có ý nghĩa lý thuyết.

V.D: Giá trị tính toán của điện áp lưới là 220 V trong khi giá trị đo được là 223 V. Sự sai lệch giữa lý thuyết với thực tế là không thể tránh được vì do dung sai của linh kiện cũng như sai số khi đo

Do đó, trong thực hành người ta thường xử dụng các đường đặc tính mặc dù độ chính xác không cao nhưng vẫn chấp nhận được, hình 5.9 trình bày các đường đặc tính điều khiển quan trọng

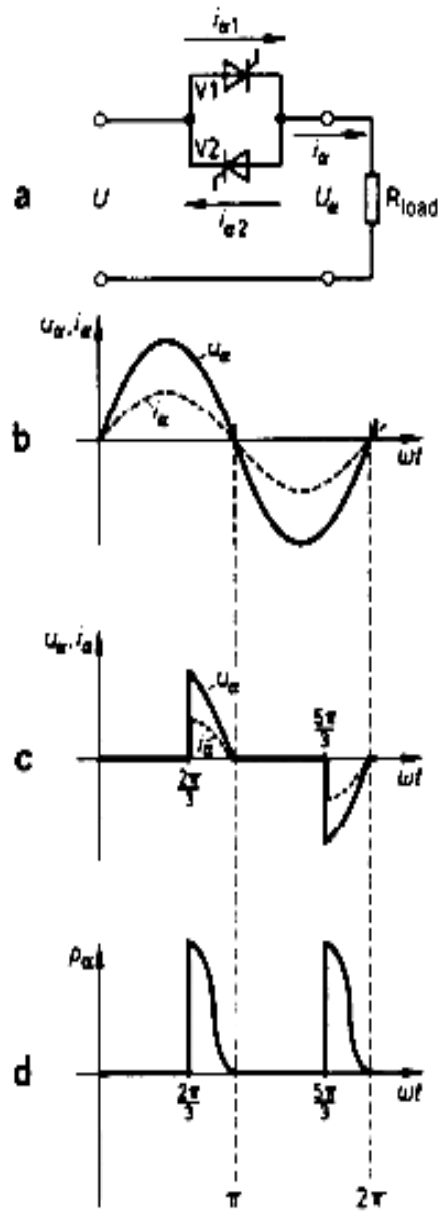


Hình 5.9 Đặc tính mạch điều khiển công suất AC tải điện trở

Đường đặc tính (a) là tỉ lệ phần trăm giữa $I_\alpha/I_0 = f(\alpha)$ hoặc $U_\alpha/U_0 = f(\alpha)$, đường đặc tính (b) biểu diễn quan hệ $P_\alpha/P_0 = f(\alpha)$

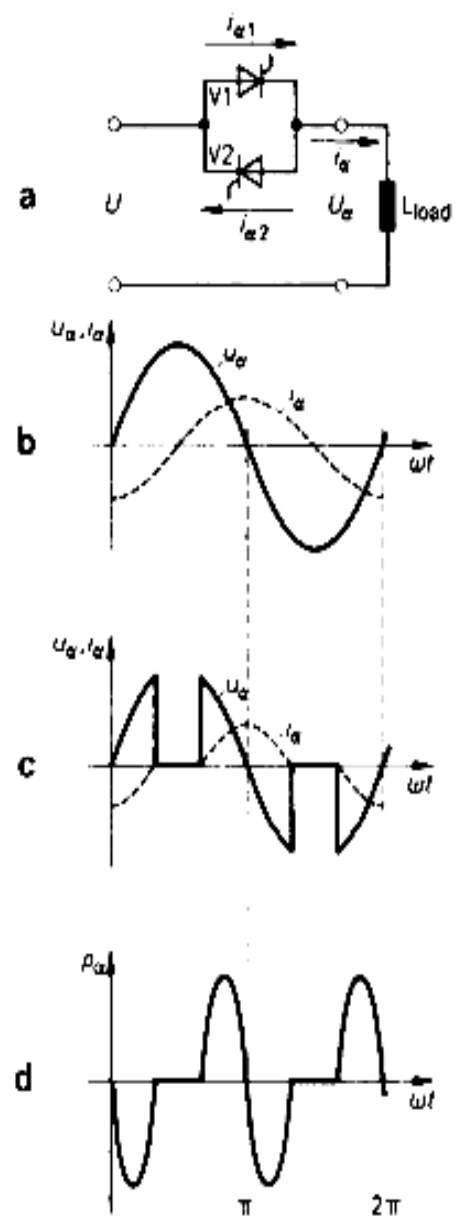
Trong đa số các trường hợp thường điện áp lưới có giá trị $U = 220$ V do đó đường biểu diễn (c) được dùng để biểu diễn quan hệ $U_\alpha = f(\alpha)$ với $U_0 = 220$ V. Ưu điểm của phương pháp đồ thị là xác định kết quả dễ dàng và nhanh chóng V.D hai bài tập ở phần trên

2.4 Điều khiển công suất AC tải điện cảm



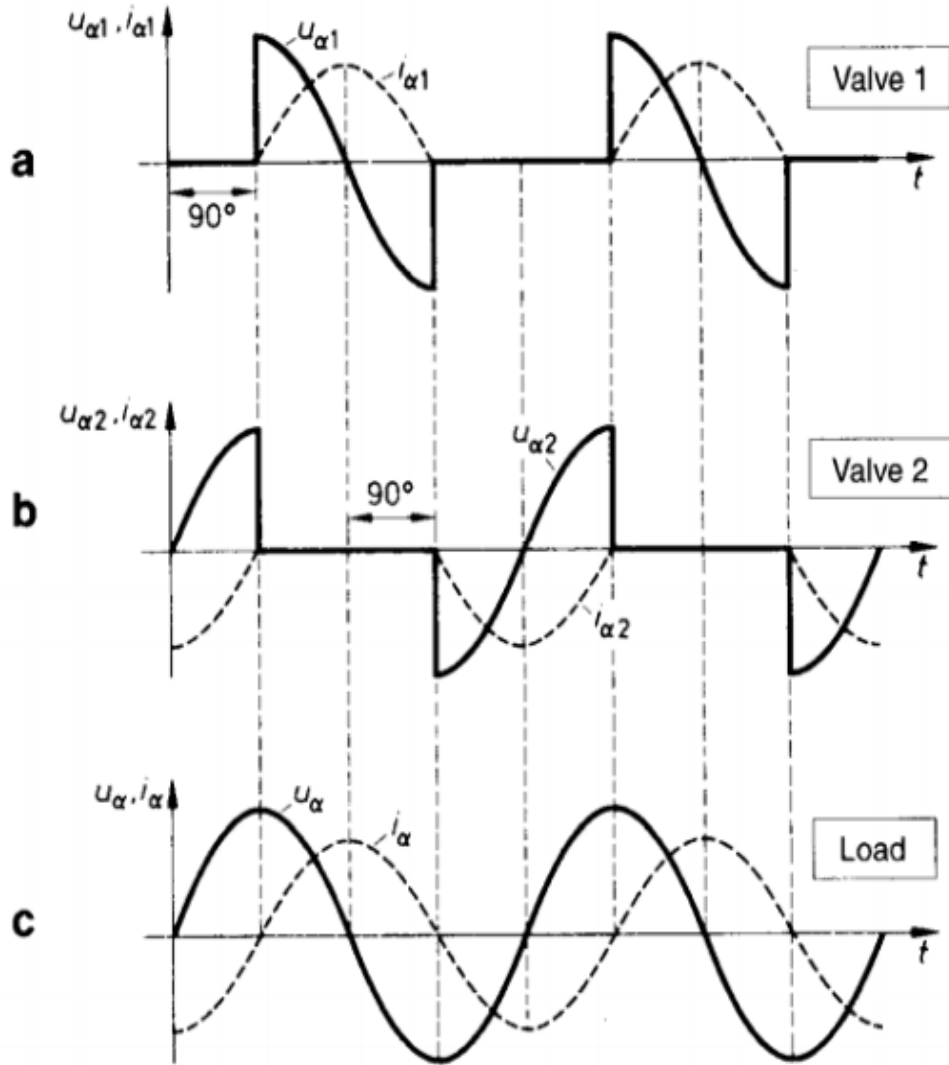
- a) Mạch W1 tải điện trở
- b) Đặc tính dòng và áp với $\alpha = 0^\circ$
- c) Đặc tính dòng và áp với $\alpha = 120^\circ$
- d) Đặc tính công suất với $\alpha = 120^\circ$

Hình 5.10



- a) Mạch W1 tải điện trở
- b) Đặc tính dòng và áp với $\alpha = 0^\circ$
- c) Đặc tính dòng và áp với $\alpha = 120^\circ$
- d) Đặc tính công suất với $\alpha = 120^\circ$

Hình 5.11



- a) Tạo ra bởi V1 với $\alpha = 90^\circ$
- b) Tạo ra bởi V2 với $\alpha = 90^\circ$
- c) Kết quả với $u_\alpha = u_{\alpha1} + u_{\alpha2}$ và $i_\alpha = i_{\alpha1} + i_{\alpha2}$

Hình 5.12 Đồ thị dòng điện và điện áp

Trong trường hợp đặc biệt tải là thuần điện cảm tức là hằng số thời gian rất lớn, về cơ bản tỉ lệ giữa năng lượng nhận và phát ra của điện cảm khác với trong trường hợp tải thuần trở

Trong trường hợp lý tưởng một thyristor sau khi kích sẽ tiếp tục dẫn điện cho đến khi $i_T = 0$ A. Do đó, một mạch điều khiển công suất xoay chiều có thể thay đổi góc kích trên tải điện cảm từ giá trị $\alpha > 90^\circ$

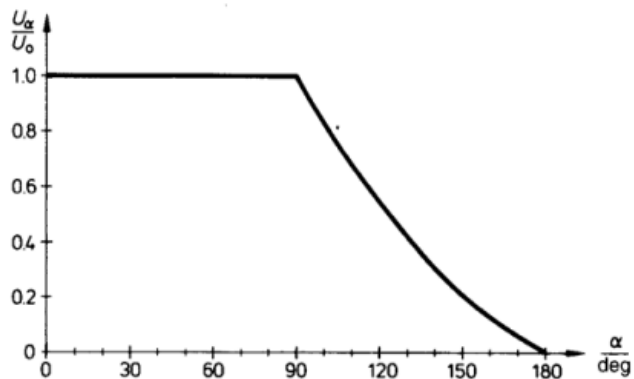
Để giải thích rõ điều này, trước tiên hãy quan sát phạm vi kích từ $90^\circ..180^\circ$, hình 5.10 và 5.11 trình bày lần lượt hai trường hợp đặc biệt tải thuần trở và tải

thuần cảm. Khi $\alpha = 0^0$ (thuần trở) cũng như khi $\alpha = 90^0$ (thuần cảm) thì lúc này toàn bộ điện áp lưới sẽ đặt hết lên tải, dòng và điện áp trên tải thuần trở đồng pha với nhau trong khi đối với tải thuần cảm thì dòng chậm hơn 90^0 do hiện tượng tích trữ năng lượng của điện cảm

Tại $\alpha = 120^0$ dòng điện và điện áp qua tải điện cảm không còn là hình sin, vì dòng qua điện cảm luôn biến thiên chậm nên sau đó tại $\alpha = 180^0$ mới đạt đến cực đại và trở về 0 trong khoảng từ $180^0..270^0$. Vì dòng điện có giá trị dương nên thyristor duy trì trạng thái dẫn điện mặc dù điện áp có giá trị âm, góc dẫn δ trong trường hợp tải điện cảm có giá trị gấp đôi so với tải thuần trở

Đồ thị hình 5.11d là tích số $p = U\alpha.I\alpha$ cho thấy phần diện tích dương (nhận năng lượng) và phần diện tích âm (phóng năng lượng) có giá trị bằng nhau, hình 5.12 cho thấy điện áp và dòng điện tạo nên từ hai thyristor khi $\alpha = 90^0$

Trong phạm vi từ $0^0..90^0$ cũng giống như công tắc điện tử, mạch điều khiển tải điện cảm không thay đổi được điện áp trên tải, hình 5.13 là đường đặc tính điều khiển tương ứng



Hình 5.13 Đặc tính mạch điều khiển công suất AC tải thuần cảm

2.5 Điều khiển công suất AC tải trở kháng

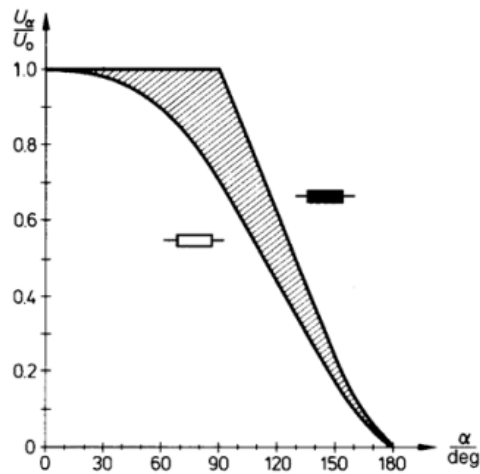
Điện trở và đèn dây tóc là loại tải thuần trở, ngược lại với động cơ và đèn huỳnh quang là loại tải trở kháng nên dòng và áp qua chúng không còn đồng pha với nhau, dòng điện chậm pha hơn điện áp và giá trị trung bình của hệ số công suất thường ở trong khoảng từ $\cos\phi = 0,5$ đến $\cos\phi = 0,8$.

Vì dòng điện trở về 0 chậm hơn điện áp và một thyristor vẫn duy trì trạng thái dẫn điện cho đến khi dòng điện qua nó bằng 0, nếu điện áp trên tải trong khoảng thời gian này đã đảo chiều thì thyristor ghép ngược chiều chỉ được kích trở lại khi dòng qua thyristor đang dần trở về 0

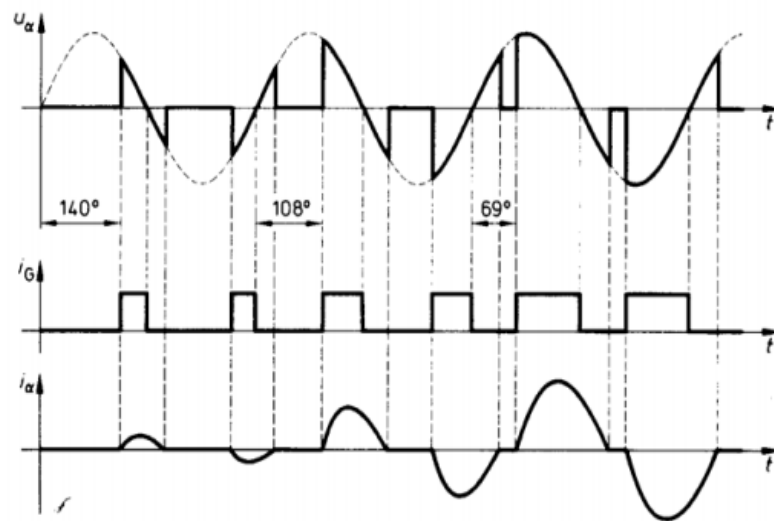
Nếu mạch kích chỉ tạo ra được xung kích có bề rộng hẹp thì có thể xảy ra một hiện tượng là có một vùng kích không tác dụng dẫn đến kết quả là 2 thyristor dẫn điện không đều nhau trong từng bán kỳ lưới điện làm phát sinh thành phần một chiều, nếu tải trong mạch là biến áp thì thành phần một chiều này sẽ làm biến áp bão hòa và có thể dẫn đến ngắn mạch.

Nhằm hạn chế hiện tượng này thì mạch kích phải có khả năng tạo ra xung đủ rộng hoặc một chuỗi xung thay vì một xung

Trong trường hợp tải trở kháng phạm vi điều khiển phụ thuộc vào hằng số thời gian $\tau = L/R$ đường đặc tính điều khiển trình bày ở hình 5.14 nằm trong vùng gạch chéo giữa đường điều khiển tải thuần trở và thuần cảm



Hình 5.14 Phạm vi điều khiển với tải trở kháng đó là vùng giới hạn giữa vùng thuần trở với thuần cảm

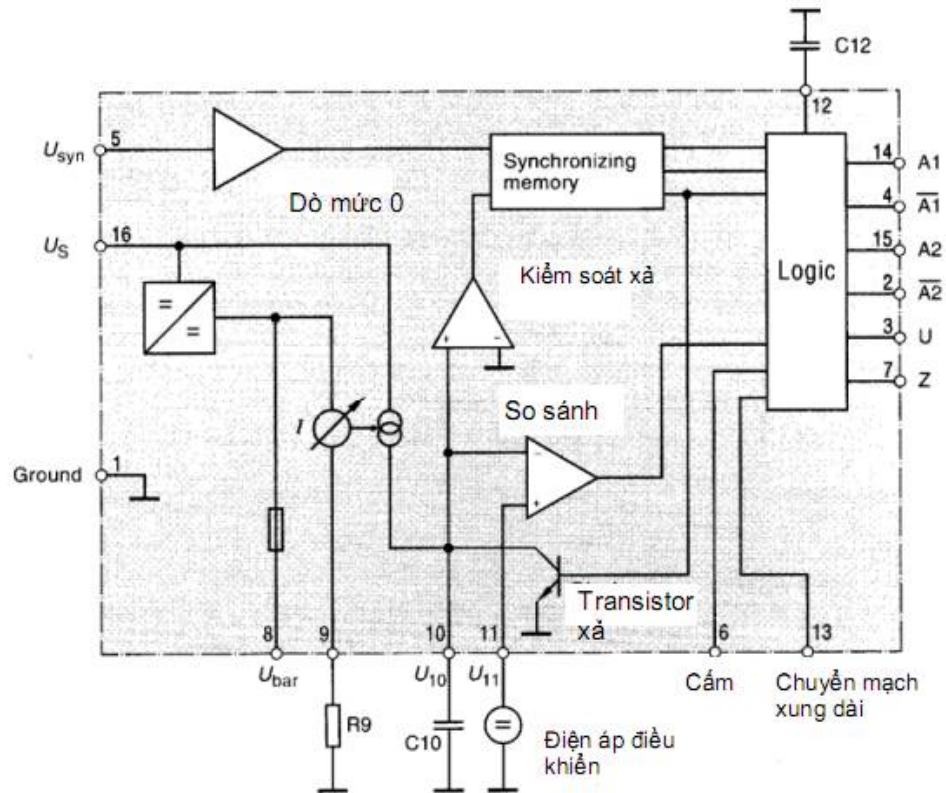


Hình 5.15 Dạng sóng mạch điều khiển công suất AC tải trở kháng

2.6 Mạch điều khiển kết hợp TCA 780

2.6.1 Đại cương

Mạch điều khiển có thể được thực hiện bằng linh kiện rời cũng như vi mạch, trong phần dưới đây sẽ giới thiệu mạch điều khiển dùng vi mạch TC780, cấu tạo bên trong của vi mạch rất phức tạp nhưng trong thực tế xử dụng điều này không quan trọng, hình 5.16 mô tả sơ đồ khối và trong hình 5.17 là các dạng xung tương ứng



Hình 5.16 Sơ đồ khối vi mạch TCA 780

2.6.2 Nguyên lý làm việc và dạng xung

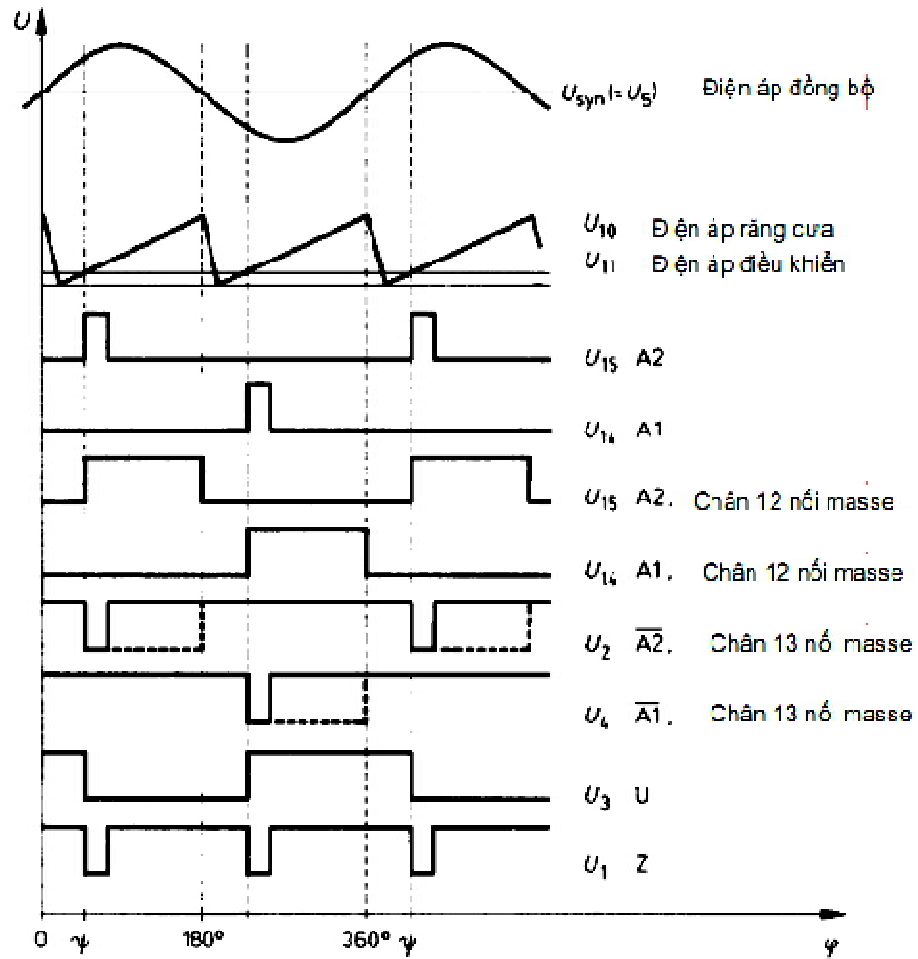
Vi mạch TCA 780 là sản phẩm của hãng Siemens, nguyên lý làm việc được trình bày như sau:

Tín hiệu đồng bộ (U_{syn}) được lấy từ điện áp lưới ngang qua một điện trở có giá trị rất lớn, một mạch nhận dạng điểm 0 phát hiện điểm 0 và cung cấp cho bộ nhớ đồng bộ để điều khiển mạch tạo xung răng cưa có điện dung C10 được nạp điện từ một nguồn dòng hằng xác định bởi điện trở R9, khi U_{10} lớn hơn điện áp điều khiển U_{11} (điểm chuyển mạch c) sẽ tạo ra tín hiệu đến mạch logic

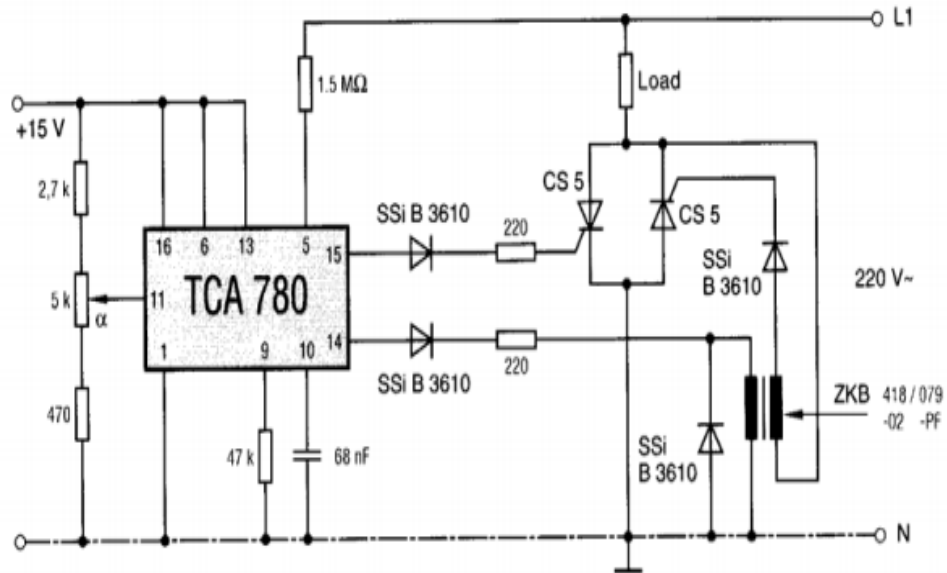
Tại các ngõ ra A1 và A2 xuất hiện xung dương bề rộng khoảng $30\mu s$ tương ứng với mỗi bán kỳ của điện áp lưới, bề rộng xung có thể kéo dài đến 180° bằng tụ C12, nếu nối chân 12 xuống masse thì xung sẽ có bề rộng ϕ đến 180°

Tại các ngõ ra A1 và A2 là các xung ngược pha với các xung tại A1 và A2, tại chân 3 là tín hiệu $\phi + 180^\circ$ dùng để điều khiển mạch logic ráp thêm bên ngoài

Tín hiệu tại ngõ ra Z (chân 7) là kết quả NOR giữa A1 với A2, có thể khóa các ngõ ra A1, A2 và A1, A2 bằng tín hiệu ở ngõ vào khóa (inhibit input) hình 5.16 mô tả một ứng dụng điều khiển toàn sóng dùng TCA 780



Hình 5.17 Dạng xung của TCA 780

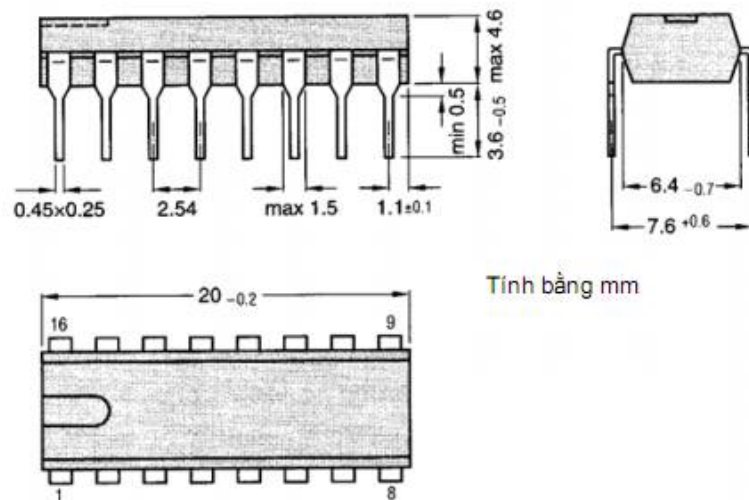


Hình 5.18 Điều khiển công suất AC dùng TCA 780

Trong sơ đồ vi mạch TCA 780 được dùng để điều khiển hai thyristor ghép song song ngược chiều, pha của xung kích có thể thay đổi từ $0^0 \dots 180^0$ bằng biến trở 5K Ω , trong khoảng thời gian bán kỳ âm của điện áp lưới xung kích xuất hiện tại chân 14 và trong khoảng thời gian bán kỳ dương tại chân 15

2.6.3 Thông số kỹ thuật

Trong thực hành, các giá trị giới hạn và thông số kỹ thuật của linh kiện có một ý nghĩa rất quan trọng, hình 5.19 là kích thước của vi mạch, hình 5.20 cho biết các trị số giới hạn và hình 5.21 là các thông số kỹ thuật



Hình 5.19 Kích thước TCA 780

Thông số giới hạn

Nguồn nuôi	U_S	18	V
Dòng ra cực đại, chân 14,15	I_Q	55	mA
Điện áp khóa	U_6	U_S	V
Điện áp điều khiển	U_{11}	U_{S-2}	V
Điện áp, xung ngắn	U_{13}	U_S	V
Dòng vào đồng bộ	I_S	200	μA
Điện áp ra cực đại, chân 14, 15	U_Q	U_S	V
Nhiệt độ môi nổi	T_J	150	$^{\circ}C$
Nhiệt độ lưu trữ	T_{SW}	-140	$^{\circ}C$
Nhiệt trở	R_{thSA}	120	K/W

Phạm vi hoạt động

Nguồn nuôi	U_S	8 đến 18	V
Tần số	f	10 đến 100	Hz
Nhiệt độ môi trường	T_{amb}	0 đến 70	$^{\circ}C$

Hình 5.20 Thông số giới hạn của TCA 780

Đặc tính ($U_S = 15 V, T = 15^{\circ}C$)		Min	Typ	Max
Dòng tiêu thụ (không tải)	I_S		5	10 mA
Đồng bộ, chân 5				
Dòng vào	I_S	1	200	μA
Điện áp bù	ΔU_S	5	30	75 mV
Ngõ vào điều khiển, chân 11				
Điện áp điều khiển	U_{11}	-		U_{S-} V
Điện trở vào	R_i	0	15	2 K Ω
Kích tức thời	t_z		$\frac{U_{11} * R_2 * C_{20}}{U_{ref} * K}$	
Tạo xung răng cưa			$\frac{U_{ref} * K}{R_9}$	

Dòng nạp cực đại	I_{10}	30	-		μA
Dòng nạp	I_{10}	0			
Điện áp răng cưa	U_{10}				
Điện áp răng cưa cực đại	U_{10}			$\frac{U_{ref} \cdot F}{R_9}$	U_{s-2} V
Điện áp tụ	U_{10}				mV
Điện trở răng cưa	R_9			100	K Ω
Tụ ngoài	C_{10}	20		500	μF
Thời gian hồi răng cưa ($C_{10} = 47$ nF)		t_f	25	0.5	μS

Khóa, chân 6

Khóa ngõ ra	U_{6L}	-		2	V
Cho phép ngõ ra	U_{6H}	3			V
Dòng vào tại $U_6 = 10$ V	I_{6H}	5		100	μA
Dòng vào tại $U_6 = 1,7$ V	I_{6L}			-	μA
				100	μA

Chuyển mạch xung rộng ($180^\circ = \alpha$), chân

13	U_{13}	3		-	V
Xung ngắn tại ngõ ra		H	5	2	V
Xung rộng tại ngõ ra	U_{13L}			100	μA
Dòng vào tại $U_{13} = 10$ V	U_{13}			-	μA

Ngõ ra, chân 2,3,4,7

Dòng nghịch, $U_Q = U_S = 15$ V	I_{CEO}			100	μA
Điện áp bảo hòa, $I = 1,5$ mA	U_{sat}			2	V

Ngõ ra, chân 14,15

Điện áp ra mức cao,	U_{14}	U			V
---------------------	----------	---	--	--	---

I _Q = 50 mA				
Điện áp ra mức thấp, I _Q = 1,5 mA	15H S ⁻	2	V	
Bề rộng xung (xung ngắn) không có C12	15L		μS	
	tp	43		
		0		
Ổn áp trong				
Điện áp chuẩn	U _{ref}	3,		V
Dung sai		1		%
Khả năng tải, ghép song song 10 IC	I _{ref}	±1	2	mA

Hình 5.21 Đặc tính của TCA 780

Vi mạch này được dùng trong các mạch thay đổi góc pha để điều khiển thyristor, triac, transistor. Như đã nói xung điều khiển có thể dịch pha trong khoảng $0^0 \leq \alpha \leq 180^0$ tính từ điểm 0 của điện áp lưới, ưu điểm khi dùng vi mạch này là :

- Việc dò điểm 0 có độ tin cậy cao
- Tương thích với LSL
- Cho phép điều khiển 3 pha bằng 3 IC

Các ứng dụng điển hình của vi mạch :

- Các mạch biến đổi công suất
- Các mạch điều khiển công suất AC
- Điều khiển 3 pha
- Chuyển mạch tại điểm 0

3.6.4 Các ứng dụng điều khiển công suất AC điển hình

Trong ứng dụng công nghiệp thường dùng các hệ SIVOLT-A (Siemens) như đã giới thiệu ở phần trước, thiết bị này được chế tạo dạng khối nhỏ gọn, nguyên lý làm việc được mô tả như sau

Thiết bị SIVOLT-A gồm hai thyristor ghép song song ngược chiều và nối tiếp với tải bên ngoài khi đưa vào lưới điện, điện áp trên tải được thay đổi theo phương pháp thay đổi góc pha, mỗi một thyristor được điều khiển trong một bán kỳ của điện áp lưới

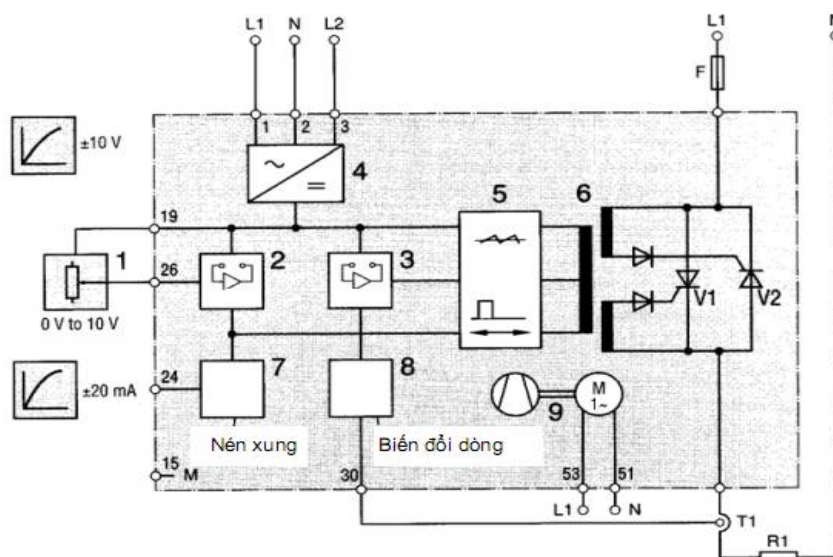
Trong trường hợp tải thuần trở, toàn bộ điện áp lưới sẽ đặt lên tải khi góc kích $\alpha = 0^{\circ}$, đối với tải thuần điện cảm thì toàn bộ điện áp lưới sẽ đặt lên tải tại $\alpha = 90^{\circ}$ và điện áp trên tải giảm khi tăng góc kích lớn hơn 90° , khi $\alpha = 180^{\circ}$ điện áp trên tải bằng 0

Xung kích cho các thyristor được tạo ra từ một khối điều khiển, đây là khối quan trọng của SIVOLT-A, nếu đặt một điện áp một chiều thay đổi được từ -10 V ...0 V vào ngõ vào của khối điều khiển thì sẽ thay đổi được góc kích một cách liên tục từ $0^{\circ} - 180^{\circ}$

Trong khối điều khiển xử dụng một vi mạch chuyên dùng hoạt động theo phương pháp thay đổi góc pha, xung kích vẫn được duy trì trong khoảng thời gian 210mS sau khi mất điện áp lưới, một rơ le có thể được dùng để xóa xung kích trong khi làm việc bằng cách tác động một tiếp điểm nối thêm bên ngoài, để tăng công suất có thể ghép song song hai thiết bị điều khiển công suất SIVOLT-A

Khối điều khiển gồm hai mạch khuếch đại điều chỉnh được, bằng cách nối dây thích hợp, hai mạch này sẽ có chức năng của mạch tự động điều chỉnh, mạch tăng tốc hoặc đảo pha tín hiệu

Để điều chỉnh dòng điện trung bình và điện áp trung bình thì khối biến đổi trị số tức thời cũng thay đổi và tín hiệu có cực tính thích hợp sẽ được đặt vào ngõ vào của mạch khuếch đại, chênh lệch giữa trị số tức thời với trị số đặt trước sẽ tạo tín hiệu điều khiển cho khối điều khiển. Hình 5.22 là sơ đồ khối của thiết bị ổn định dùng bộ điều khiển công suất



Hình 5.22 Sơ đồ khối mạch tự động điều chỉnh dòng điện

1. Biến trở giá trị đặt (1 KW) hoặc tín hiệu nối tiếp ngõ ra của mạch
 2. Tạo xung răng cưa
 3. Điều khiển giá trị trung bình
 4. Nguồn nuôi
 5. Khối điều khiển
 6. Biến áp xung
 7. Khối nén xung
 8. Biến đổi dòng điện thực tế
 9. Quạt làm nguội (chỉ có khi dòng ≥ 120 A)
- R1 Tải (điện trở hoặc điện cảm)
 F Cầu chì
 T1 Biến dòng
 V1, V2 Thyristor

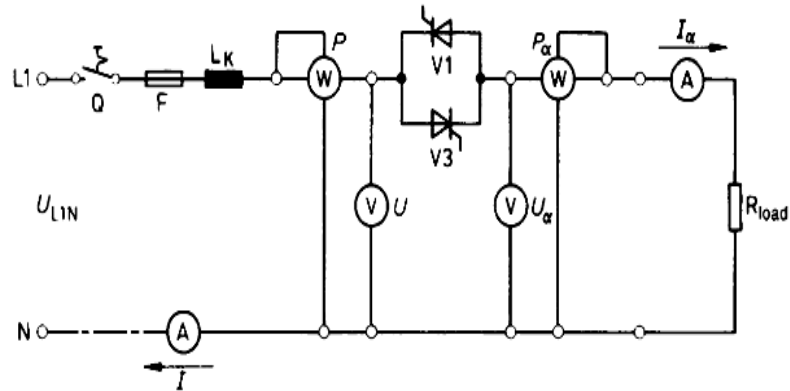
2.7 Điều khiển công suất phản kháng

2.7.1 Đại cương

Khác với công tắc xoay chiều điện tử và phương pháp điều khiển chuỗi xung, phương pháp thay đổi góc pha sẽ tạo ra một dòng điện không sin mặc dù điện áp lưới là hình sin, kết quả là công suất phản kháng vẫn tồn tại ngay cả khi tải là thuần trở, hiện tượng này vẫn xảy ra với các bộ biến đổi công suất có điều khiển

2.7.2 Xác định công suất phản kháng trong mạch W1 tải thuần trở

Công suất phản kháng có thể được xác định trong một mạch thí nghiệm dùng bộ thực tập chỉnh lưu-biến đổi SR6 (hình 5.23)



Hình 5.23 Khối công suất của mạch W1 với các đồng hồ đo hiệu dụng

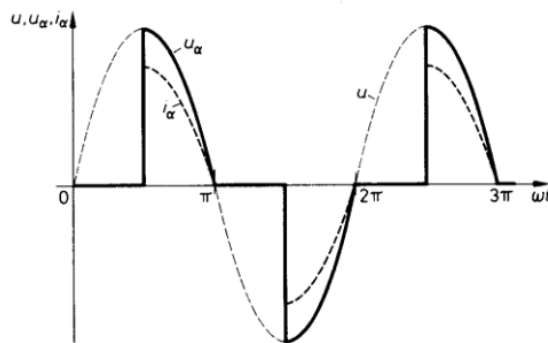
Như đã biết, điện áp và dòng điện trên một điện trở thì tỉ lệ và đồng pha với nhau, điều này cũng áp dụng đối với tải thuần trở của một mạch điều khiển công suất AC. Hình 5.24 trình bày đường đặc tính tương ứng với $\alpha = 90^\circ$

Áp dụng định luật Ohm đối với mỗi giá trị tức thời của điện áp và dòng điện không hình sin

$$R_{\text{load}} = \frac{U_\alpha}{I_\alpha}$$

Công suất tác dụng P tính từ các giá trị hiệu dụng đo được U, I trong phạm vi kích $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

$$P = P_\alpha = U_\alpha \times I_\alpha$$



Hình 5.24 Dạng sóng mạch thí nghiệm W1

Tại ngõ vào của mạch điều khiển công suất AC là điện áp lưới có dạng hình sin, nhưng dòng xoay chiều trong mạch lại không phải hình sin ($I = I_\alpha$)

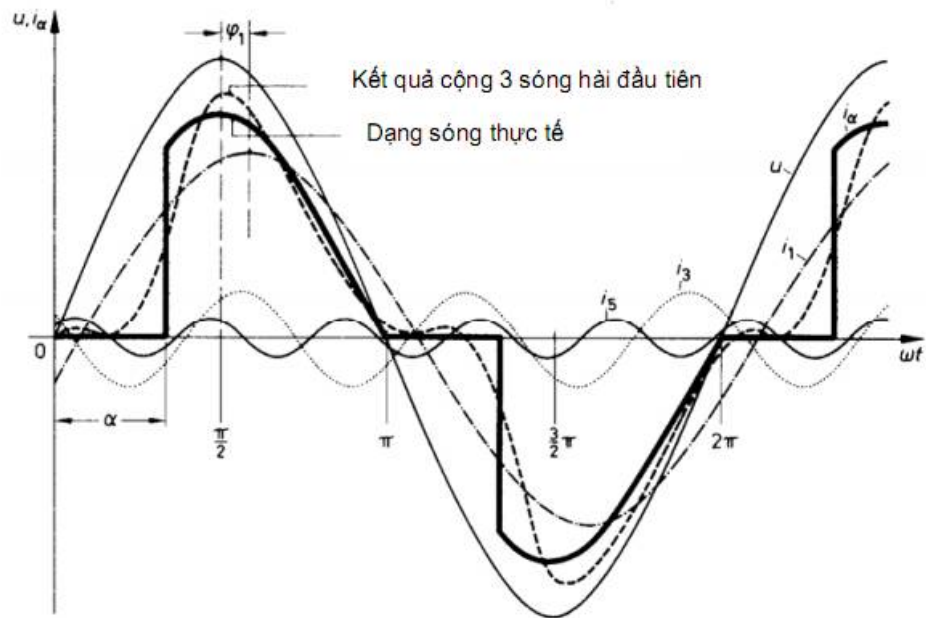
Kết quả đo ở ngõ vào của mạch cho thấy $P < S = U \cdot I_\alpha$, vì công suất biểu kiến lớn hơn công suất tác dụng nên phải xuất hiện một thành phần công suất phản kháng theo công thức

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

2.7.3 Sóng hài dòng điện

Tại các góc kích $\alpha > 0^0$, dòng điện không còn hình sin nên việc tính toán giá trị hiệu dụng từ giá trị đỉnh trở nên phức tạp. Trong phương pháp toán học người ta thường dùng định lý Fourier để phân tích dòng điện tuần hoàn này thành sóng cơ bản và các thành phần sóng hài Hình 2.25 trình bày kết quả phân tích tại góc kích $\alpha = 60^0$

Để đơn giản, trong hình chỉ quan tâm đến ba thành phần hình sin đầu tiên trong chuỗi phân tích Fourier I_1, I_2 và I_3 , nếu cộng ba thành phần này với nhau thì sẽ tạo ra dòng điện có dạng gần đúng với thực tế



Hình 5.25 Phân tích gần đúng thành 3 thành phần hình sin

Thành phần dòng điện I_1 là sóng cơ bản có tần số bằng với tần số dòng tải. Kết quả phân tích bằng toán học cho thấy sóng hài có bậc càng cao thì biên độ của chúng càng nhỏ và trong trường hợp này chỉ có các sóng hài bậc lẻ. Có nghĩa là với $f_1 = 50\text{Hz}$ thì $f_3 = 3 \cdot f_1 = 150\text{Hz}$ và $f_5 = 5 \cdot f_1 = 250\text{Hz}$

Vì dòng tải không hình sin nên dòng trên dây dẫn sẽ tạo nên nhiều sóng hài bậc cao trong lưới điện hiện tượng này được gọi là “nhiều lưới”

2.7.4 Hệ số công suất tổng

Từ hình 2.25 cho thấy sóng cơ bản I1 lệch pha so với điện áp lưới U một góc ϕ_1 và hệ số công suất tương ứng là $\cos \phi_1$, có thể chứng minh rằng các sóng hài bậc cao chỉ tạo nên công suất phản kháng và riêng sóng cơ bản còn có thành phần công suất tác dụng có giá trị phụ thuộc theo góc kích

$$P_{\text{tot}} = U \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1$$

Nếu bỏ qua tiêu hao của mạch thì công suất tác dụng ngõ vào sẽ bằng với công suất ra $U_\alpha \cdot I_\alpha$. Vì khó xác định giá trị đỉnh i_1 và giá trị hiệu dụng I1 nên trong kỹ thuật chỉnh lưu thường dùng khái niệm hệ số công suất tổng

$$\lambda = P/S = U_\alpha \cdot I_\alpha / U \cdot I = U \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1 / U \cdot I = U_\alpha / U$$

$$\text{Suy ra: } P = \lambda \cdot S \text{ và } U_\alpha = \lambda \cdot U$$

3. Điều khiển điện áp xoay chiều 3 pha

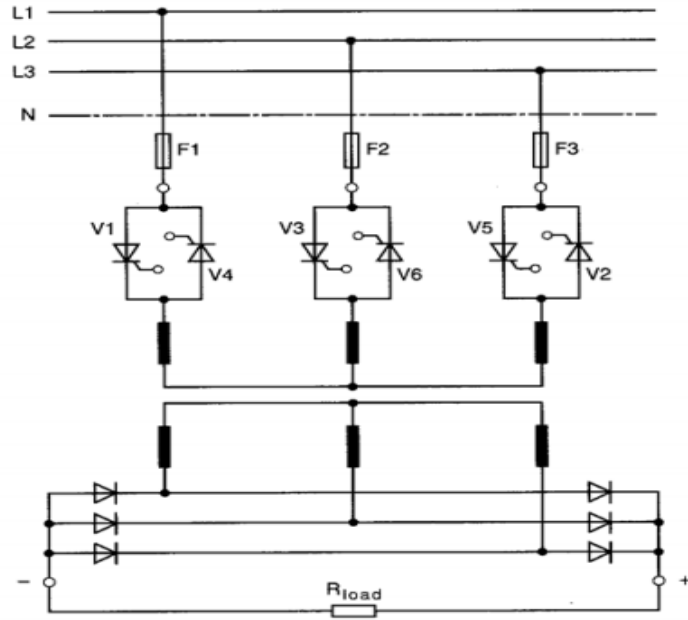
3.1 Đại cương

Cũng giống như trường hợp công tắc điện tử 3 pha, bộ điều khiển công suất 3 pha cũng được tạo ra bằng cách ghép 3 mạch điều khiển 1 pha với nhau và được ký hiệu là W3

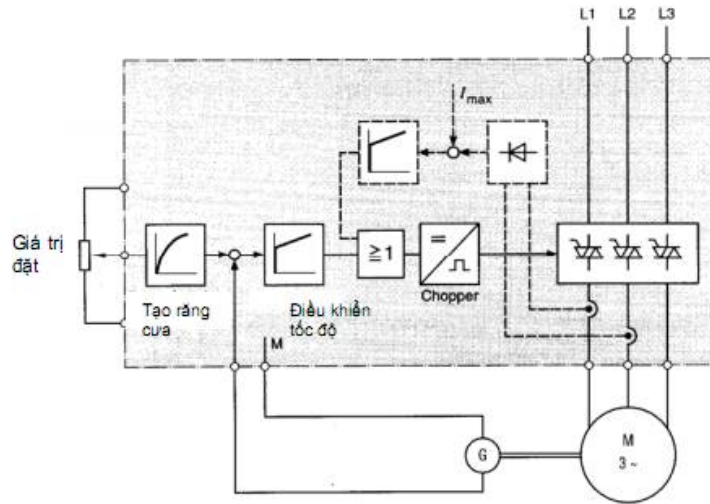
Để thay đổi công suất trung bình trên tải các mạch điều khiển công suất 3 pha áp dụng phương pháp thay đổi góc pha, các mạch này thường dùng trong các thiết bị điều chỉnh nhiệt độ, điều chỉnh độ sáng.

Một ứng dụng đặc biệt của mạch điều khiển 3 pha là các hệ thống điện giải, yêu cầu của điện giải là phải thay đổi được dòng điện một chiều có giá trị rất lớn, phương pháp thực hiện là dùng một biến áp có dòng thứ cấp cao kết hợp với mạch chỉnh lưu và dòng sơ cấp được điều chỉnh bởi mạch điều khiển công suất 3 pha

Giải pháp Điều khiển 3 pha - Biến áp - Chỉnh lưu có tính kinh tế rất cao so với phương pháp chỉnh lưu có điều khiển dùng các thyristor đặc tiền. Hình 5.29 trình bày một hệ thống theo nguyên tắc này. Mạch điều khiển công suất 3 pha còn dùng trong các hệ truyền động điện, hình 5.30 là sơ đồ khối của một hệ thống điều chỉnh tốc độ động cơ 3 pha rotor lồng sóc



Hình 5.29 Điều khiển công suất 3 pha với tải biến áp



Hình 5.30 Điều khiển công suất 3 pha với tải động cơ

3.2 Khảo sát điện áp

Điện áp ra có thể xem là giá trị hiệu dụng phụ thuộc vào góc kích α , đặc tính tải và cấu trúc của mạch điều khiển công suất 3 pha. Tuy nhiên, dòng chảy trên dây dẫn có thể lớn hơn, không chỉ phương pháp tính toán giá trị hiệu dụng của dòng và điện áp mà cả đồ thị điện áp ra cũng rất phức tạp.

Hình 5.31 và 5.32 là đồ thị biểu diễn điện áp ra của mạch điều khiển công suất 3 pha tải điện trở đầu tam giác (hình 5.31) và đầu sao (hình 3.35) tại góc kích $\alpha = 45^\circ$

Hình 5.31 là mạch W3 ráp theo dạng mạch B tải điện trở đầu tam giác, hình 5.32 là dạng điện áp UUV tương ứng của hệ thống 3 pha tại góc kích $\alpha = 45^\circ$

Trong phạm vi góc kích từ φ_1 đến φ_2 , điện áp trên tải U_{UV} bằng với điện áp dây U_{L1L2} , trong khoảng thời gian này dòng điện chảy qua V1 và V4, tại thời điểm φ_2 dòng điện qua V4 bằng 0 và V6 bắt đầu dẫn, dòng chảy qua tải RVW và RWU vì góc kích bằng 45° nên V3 không được kích cho đến khi góc kích bằng φ_3 , điện áp là U_{L1L3} là điện áp điều khiển và :

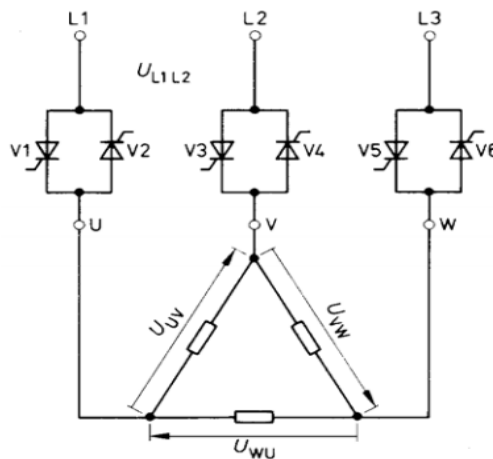
$$U_{UV} = U_{UV}/2 = U_{L1L3}/2$$

Khi V3 được kích tại φ_3 thì điện áp UUV lại bằng điện áp dây U_{L1L2} , đến φ_4 thì V1 tắt và $U_{UV} = U_{L3L2}/2$. Sau đó tại φ_5 V2 được kích và trong khoảng $\varphi_5 - \varphi_6$ điện áp $U_{UV} = U_{L1L2}$, quá trình tiếp tục và kết quả nhận được như sau:

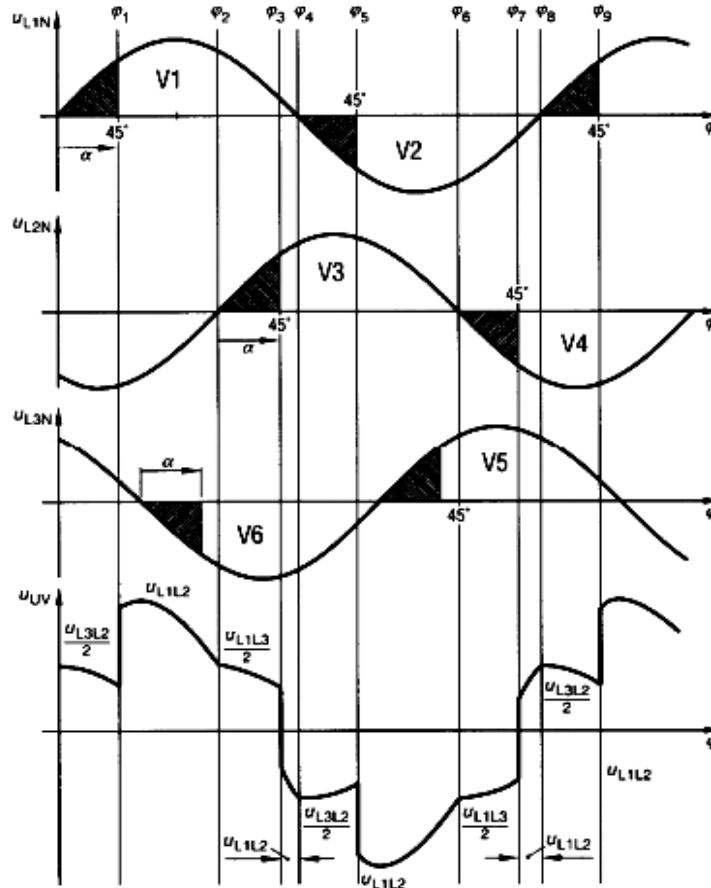
$\varphi_6 - \varphi_7$	$U_{UV} = U_{L1L3}/2$
$\varphi_7 - \varphi_8$	$U_{UV} = U_{L1L2}$
$\varphi_8 - \varphi_9$	$U_{UV} = U_{L3L2}/2$

Một chu kỳ mới bắt đầu từ thời điểm $\varphi_9 = \varphi_1$, từ hình 5.31 và 5.32 suy ra trường hợp tải thuần trở đầu sao không có dây trung tính.

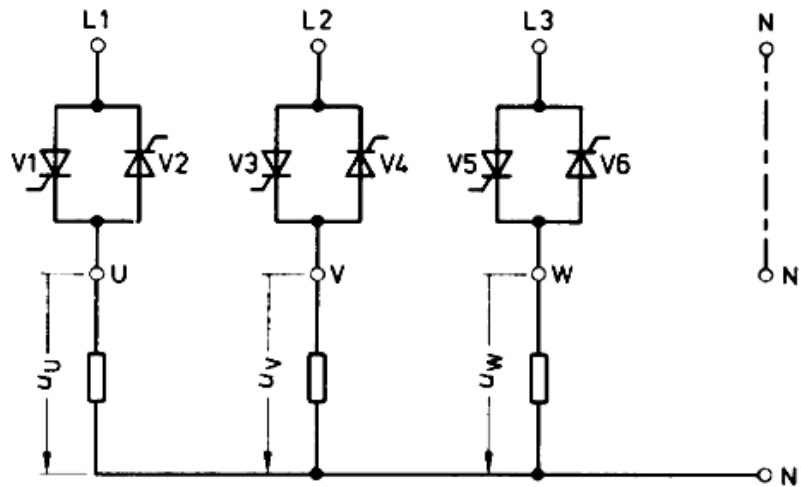
Hình 5.33 trình bày sơ đồ mạch điều khiển W3 tải thuần trở đầu sao, vì là dạng mạch B nên chỉ có dòng qua tải khi có ít nhất 2 bộ W1 dẫn điện



Hình 5.31 Điều khiển công suất 3 pha tải tam giác

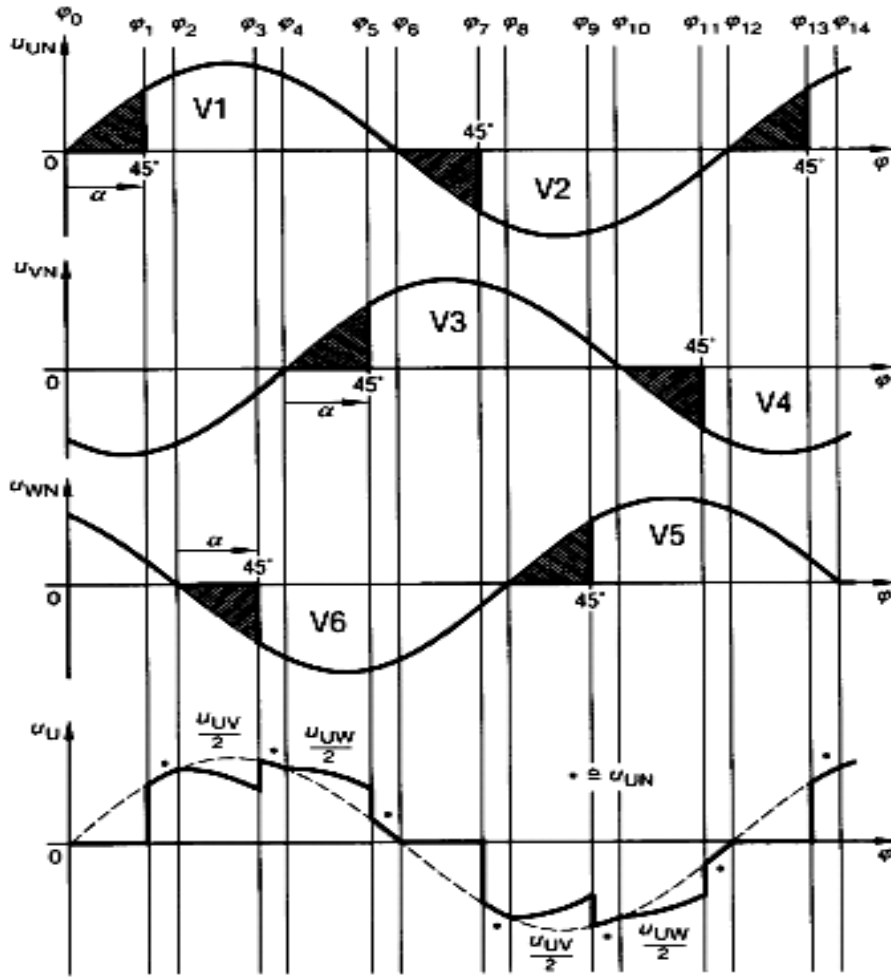


Hình 5.32 Dạng sóng điện áp trên tải



Hình 5.33 Điều khiển công suất 3 pha tải thuần trở đầu sao

Đồ thị điện áp trình bày ở hình 5.34 cho thấy giá trị U_U tại góc kích 45° , từ các điện áp pha U_{UN} , U_{WN} , U_{VN} và U_{WN}



Hình 5.34 Dạng sóng điện áp trên tải

Do có thời gian trì hoãn khi kích nên trong phạm vi góc kích $\varphi_0 - \varphi_1$, $\varphi_6 - \varphi_7$ và $\varphi_{12} - \varphi_{13}$ điện áp trên tải bằng 0 V.

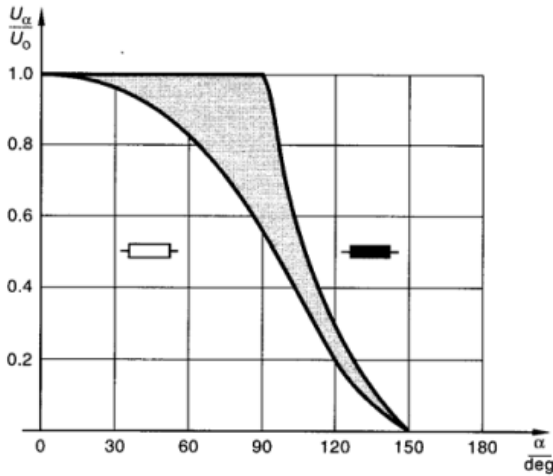
Trong khoảng $\varphi_1 - \varphi_2$, $\varphi_3 - \varphi_4$, $\varphi_5 - \varphi_6$, $\varphi_7 - \varphi_8$, $\varphi_9 - \varphi_{10}$ và $\varphi_{11} - \varphi_{12}$ toàn bộ điện áp pha U_{LIN} rơi trên điện trở tải và $U_U = U_{LIN}$, điện áp được phân chia trong các khoảng thời gian còn lại $\varphi_2 - \varphi_3$, $\varphi_4 - \varphi_5$, $\varphi_8 - \varphi_9$ và $\varphi_{10} - \varphi_{11}$, vì trong mỗi trường hợp chỉ có 2 bộ W1 dẫn nên chỉ có 50% điện áp dây rơi trên điện trở tải.

3.3 Đường đặc tính điều khiển

Đối với dạng sơ đồ A, đặc tính điều khiển của mạch điều khiển công suất AC một cũng áp dụng được cho mạch điều khiển công suất 3 pha

Hình 5.35 trình bày đặc tính mạch điều khiển công suất 3 pha ráp theo sơ đồ B. Trong hình cho thấy giới hạn của phạm vi điều khiển tại $\alpha = 150^\circ$ với tải bất kỳ,

tại các giá trị $\alpha \geq 150^0$ thì không có dòng điện chảy qua vì tại các thời điểm kích của mỗi van các van khác đều không dẫn



Hình 5.35 Đặc tính điều khiển W3 sơ đồ B tải thuần trở vs thuần cảm

Với tải điện cảm, tương tự mạch điều khiển công suất AC một pha việc kích chỉ có hiệu lực khi $\alpha \geq 90^0$ và hiện tượng này lại gây nên năng lượng từ trường tích trữ trong tải bất chấp điện áp trên anode – cathode đảo chiều van vẫn dẫn điện cho đến khi dòng thuận qua nó bằng 0

4. Biến tần

4.1 Đại cương

Biến tần là các bộ biến đổi dùng để biến đổi nguồn điện áp với các thông số như điện áp và tần số không đổi, thành nguồn điện với các thông số thay đổi được. Thông thường biến tần làm việc với nguồn đầu vào lấy từ lưới điện, nhưng về nguyên tắc, biến tần có thể làm việc với bất cứ nguồn điện xoay chiều nào.

Biến tần được phân chia làm hai loại: biến tần trực tiếp và biến tần gián tiếp. Biến tần gián tiếp, hay còn gọi là biến tần có khâu trung gian một chiều, dùng bộ chỉnh lưu để biến nguồn điện áp xoay chiều thành nguồn điện một chiều, tích trữ trong các kho từ, dùng cuộn cảm, hoặc trong các kho điện, dùng tụ điện, sau đó lại dùng bộ nghịch lưu để biến nguồn một chiều thành nguồn điện xoay chiều. Khâu trung gian một chiều tạo ra một khâu độc lập nhất định, biến đổi chậm, tách phần phụ tải ra khỏi lưới điện.

Biến tần trực tiếp, khác với biến tần gián tiếp, tạo ra điện áp trên tải bằng các phần của điện áp lưới, mỗi lần nối tải vào nguồn bằng một phần tử đóng cắt, không thông qua một kho năng lượng trung gian nào. Biến tần trực tiếp có khả năng trao đổi năng lượng với lưới theo cả hai chiều. Đây là đặc tính ưu việt nhất của biến tần trực

tiếp so với biến tần gián tiếp, nhất là đối với các hệ điện cơ công suất lớn và rất lớn, từ hàng trăm kW đến vài MW. Ngoài ra, tổn hao công suất trong biến tần trực tiếp cũng ít hơn vì phụ tải chỉ nối với nguồn qua phần tử đóng cắt, không thông qua khâu trung gian nào. Tuy nhiên số lượng van ở biến tần trực tiếp lớn hơn và hệ thống điều khiển cũng phức tạp hơn rất nhiều.

4.2 Biến tần gián tiếp

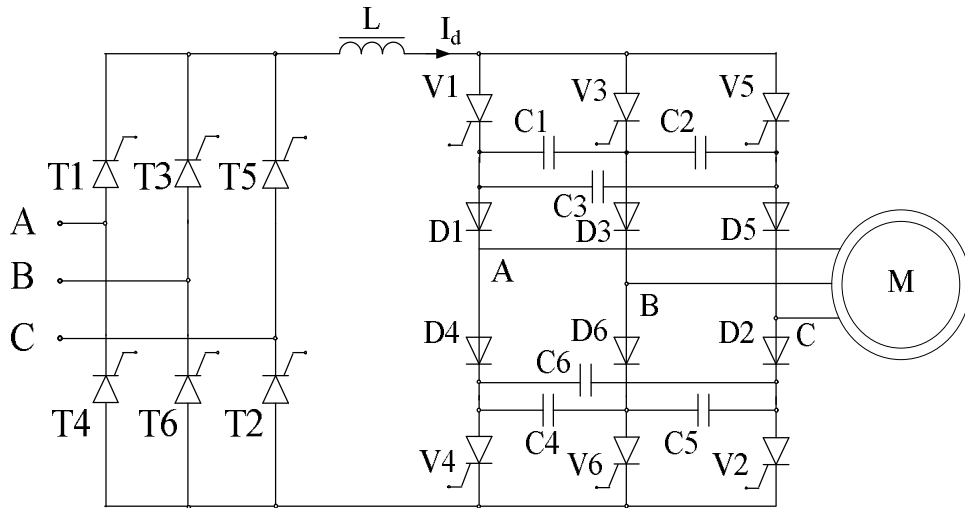
Biến tần gián tiếp được cấu tạo từ bộ chỉnh lưu, khâu lọc trung gian và bộ nghịch lưu. Các bộ biến đổi cấu tạo nên biến tần gián tiếp đã được nghiên cứu kỹ ở các chương trên. Ở đây sẽ chỉ giới thiệu khái quát một số sơ đồ để thấy được các đặc điểm của các biến tần trong thực tế.

Biến tần gián tiếp chia ra làm ba loại chính:

- Biến tần nguồn dòng,
- Biến tần nguồn áp với nguồn một chiều đầu vào có điều chỉnh,
- Biến tần nguồn áp với nguồn một chiều đầu vào không điều chỉnh.

4.2.1 Biến tần nguồn dòng

Sơ đồ tiêu biểu của biến tần nguồn dòng cho trên hình 5.38 . Chỉnh lưu tiristo đầu vào cùng với cuộn cảm L phía một chiều tạo nên nguồn dòng. Nghịch lưu ở đây là sơ đồ nguồn dòng song song, có điôt cách ly. Dòng điện đầu ra nghịch lưu có dạng xung chữ nhật, điện áp ra có dạng tương đối sin nếu phụ tải là động cơ.



Hình 5.38 Sơ đồ biến tần gián tiếp nguồn dòng.

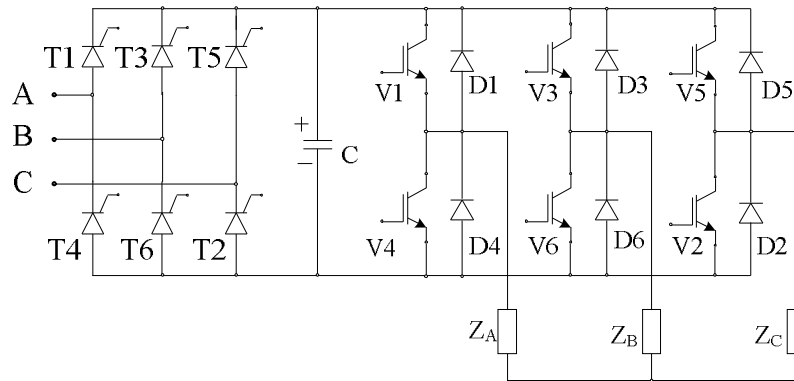
Ưu điểm cơ bản của sơ đồ này khi dùng với động cơ không đồng bộ là có khả năng trả năng lượng về lưới. Để lý giải điều này trước hết ta giả thiết bỏ qua tổn thất trên bộ biến đổi. Khi đó công suất ra tải có thể coi gần đúng bằng công suất phía một

chiều, $P_t = U_{da}I_d$. Do dòng một chiều luôn chỉ có một hướng cố định nên khi động cơ phát huy công suất trên tải ta phải có $U_{da} > 0$. Khi động cơ chuyển sang chế độ máy phát mà dòng một chiều vẫn giữ nguyên chiều cũ thì bắt buộc $U_{da} < 0$, mạch chỉnh lưu chuyển sang chế độ nghịch lưu phụ thuộc đưa trả năng lượng về phía lưới xoay chiều. Điều này xảy ra một cách tự nhiên do tác dụng của mạch vòng dòng điện phía đầu vào biến tần. Biến tần nguồn dòng cũng không sợ chế độ ngắn mạch vì dòng một chiều luôn được giữ không đổi.

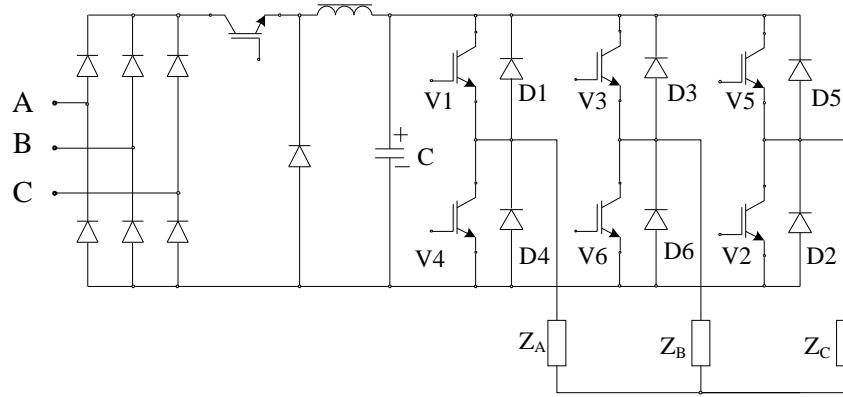
Nhược điểm của biến tần nguồn dòng là hệ số công suất thấp và phụ thuộc vào phụ tải. Với công suất nhỏ sơ đồ này kém hiệu quả vì kích thước công kênh nhưng với công suất lớn hơn 100 kW thì biến tần nguồn dòng có thể là một giải pháp thích hợp.

4.2.2 Biến tần nguồn áp với nguồn một chiều đầu vào có điều chỉnh

Biến tần nguồn áp loại này dùng nghịch lưu nguồn áp với đầu vào một chiều điều khiển được. Điện áp phía một chiều có thể điều chỉnh được nhờ chỉnh lưu tiristo, như sơ đồ trên hình 5.39, hoặc chỉnh lưu điốt có bộ biến đổi xung áp một chiều, như sơ đồ trên hình 5.40.



Hình 5.39 Biến tần nguồn áp với phần một chiều dùng chỉnh lưu tiristo.

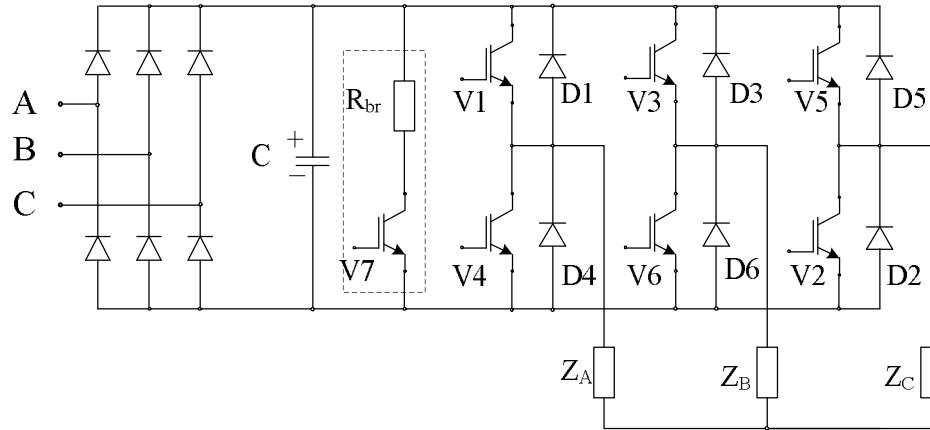


Hình 5.40 *Biến tần nguồn áp với phần một chiều dùng chỉnh lưu điôt và bộ biến đổi xung áp một chiều.*

Điện áp ra nghịch lưu có dạng bậc thang chữ nhật, biên độ thay đổi nhờ điều chỉnh điện áp phía một chiều. Hình dạng và giá trị điện áp ra không đổi, không phụ thuộc phụ tải, nhưng có độ méo phi tuyến lớn. Sơ đồ hình 5.39 có hệ số công suất thấp, tụ một chiều phải có giá trị lớn để san bằng điện áp chỉnh lưu. Sơ đồ hình 5.40 có nhược điểm là qua nhiều khâu biến đổi, tổn thất lớn. Các sơ đồ này chỉ ý nghĩa truyền thống khi phía nghịch lưu chưa có được những van tác động nhanh để áp dụng biến điệu bề rộng xung.

4.2.3 Biến tần biến điệu bề rộng xung PWM

Biến tần nguồn áp biến điệu bề rộng xung là dạng được ứng dụng phổ biến nhất hiện nay. Sơ đồ dùng chỉnh lưu điôt đầu vào nên hệ số công suất cao. Với công suất nhỏ phần nghịch lưu dùng MOSFET, với công suất trung bình và lớn dùng IGBT, công suất rất lớn dùng GTO. Như sơ đồ trên hình 5.41, toàn bộ phần mạch lực, gồm cả chỉnh lưu điôt và nghịch lưu IGBT có thể được chế tạo dưới dạng module với kích thước nhỏ gọn. Vì chỉnh lưu đầu vào dùng điôt nên sơ đồ không có khả năng trao đổi công suất với lưới. Trong những ứng dụng khi phía tải xoay chiều yêu cầu trả năng lượng về nguồn, điện áp trên tụ một chiều có thể tăng lên quá lớn. Sơ đồ phải trang bị thêm bộ phận băm xung áp phía một chiều dùng IGBT V7, xả năng lượng của tụ trên điện trở công suất R_{br} (V7 và R_{br} gọi là mạch hãm - braking chopper). Trên module công suất có thể có cả IGBT V7, còn điện trở R_{br} được tính toán tùy theo nhu cầu và lắp thêm ở ngoài.



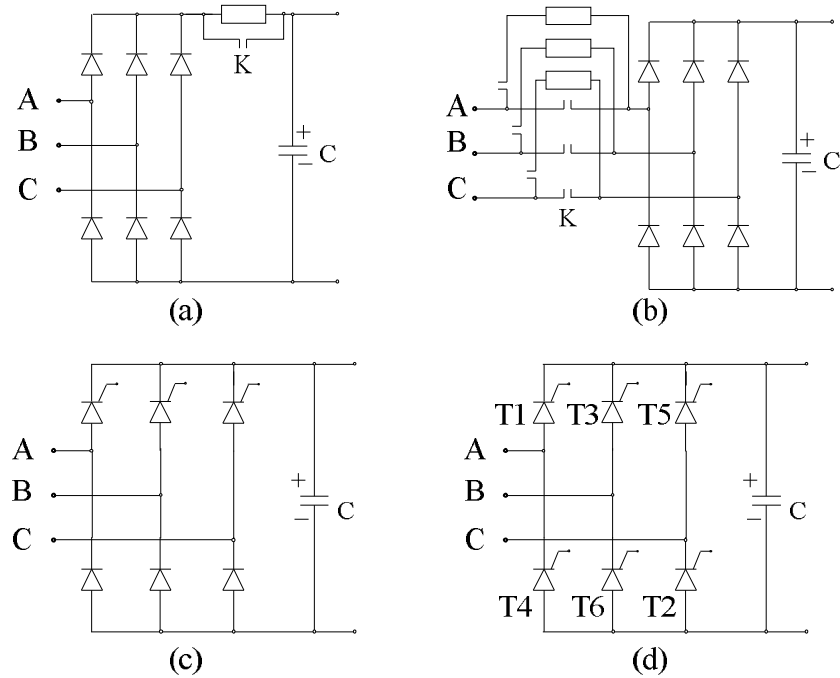
Hình 5.41 Biến tần nguồn áp biến điệu bề rộng xung.

IGBT được sử dụng trong các biến tần công suất đến 300 kW, điện áp lưới đầu vào đến 690 V. Tần số băm xung của PWM thay đổi từ 2 kHz đến 10 kHz. Công suất càng lớn thì tần số băm xung càng phải chọn thấp để giảm tổn hao do quá trình đóng cắt trên van.

GTO được sử dụng ở dải công suất lớn, trên 300 kW, điện áp lưới đến 690 V, tần số băm xung cỡ 1 kHz.

Điện áp ở đầu ra của biến tần là những xung áp có độ rộng thay đổi theo phương pháp biến điệu bề rộng xung, chứa chủ yếu là thành phần sóng hài cơ bản. Trên những phụ tải mang tính cảm, như cuộn dây của động cơ xoay chiều, điện áp này tạo nên dòng điện rất gần hình sin. Tuy vậy, những xung áp có độ rộng ngắn có giá trị dU/dt lớn có thể gây hỏng cách điện của các động cơ. Đây là điều cần lưu ý, nhất là với những động cơ công suất lớn khi thành phần điện trở thuần của cuộn dây rất nhỏ. Trong những trường hợp cần thiết có thể phải dùng những mạch lọc LC đơn giản, kích thước nhỏ để tạo ra điện áp hình sin tuyệt đối.

Vì sử dụng chỉnh lưu không điều khiển phía đầu vào nên hệ số công suất của sơ đồ cao, không phụ thuộc vào phụ tải. Tuy nhiên ở thời điểm đóng điện ban đầu, dòng nạp cho tụ một chiều có thể có giá trị quá lớn, làm hỏng các điốt đầu vào. Dòng nạp cho tụ lúc khởi động phải được hạn chế, bằng một trong các phương pháp như trình bày trên hình 5.42 .



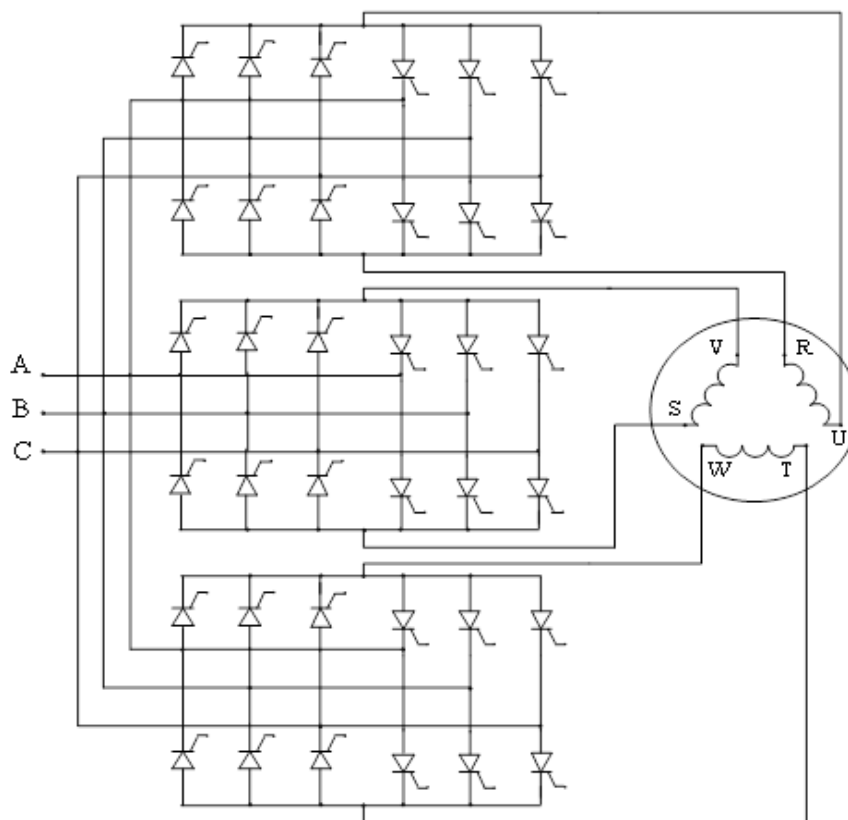
Hình 5.42 Các biện pháp hạn chế dòng nạp cho tụ một chiều lúc khởi động. (a) Dùng điện trở nối tiếp với tụ; (b) Dùng điện trở nối tiếp với mạch xoay chiều đầu vào; (c) Dùng cầu chỉnh lưu bán điều khiển; (d) Dùng cầu chỉnh lưu tiristo.

Các biện pháp trên hình 5.42 được áp dụng cho các dải công suất từ nhỏ đến lớn theo thứ tự từ (a) đến (d). Với công suất rất lớn việc dùng tiếp điểm công-tác-tơ để loại bỏ điện trở khởi động không thể áp dụng được mà phải dùng đến các mạch không tiếp điểm dùng tiristo. Sau khi khởi động xong các cầu chỉnh lưu sẽ làm việc ở góc điều khiển bằng 0, giống như cầu điôt để đảm bảo hệ số công suất của sơ đồ.

4.3 Biến tần trực tiếp

4.3.1 Nguyên lý biến tần trực tiếp

Sơ đồ cơ bản của biến tần trực tiếp cho trên hình 5.43 . Sơ đồ gồm ba pha điện áp ra. Mỗi pha đầu ra, về nguyên tắc, chính là đầu ra của một chỉnh lưu có đảo chiều. Mỗi sơ đồ chỉnh lưu có đảo chiều có thể điều khiển chung hoặc điều khiển riêng. Phương pháp điều khiển riêng cho phép loại bỏ cuộn kháng cân bằng là một kỹ thuật tiên tiến thường được áp dụng ngày nay. Nguyên lý điều khiển và dạng điện áp ra một pha của biến tần trực tiếp trên hình 5.43 được mô tả trên hình 5.44



Hình 5.43 Sơ đồ nguyên lý biến tần trực tiếp.

Như đã biết, điện áp ra của sơ đồ chỉnh lưu phụ thuộc góc điều khiển α theo quy luật:

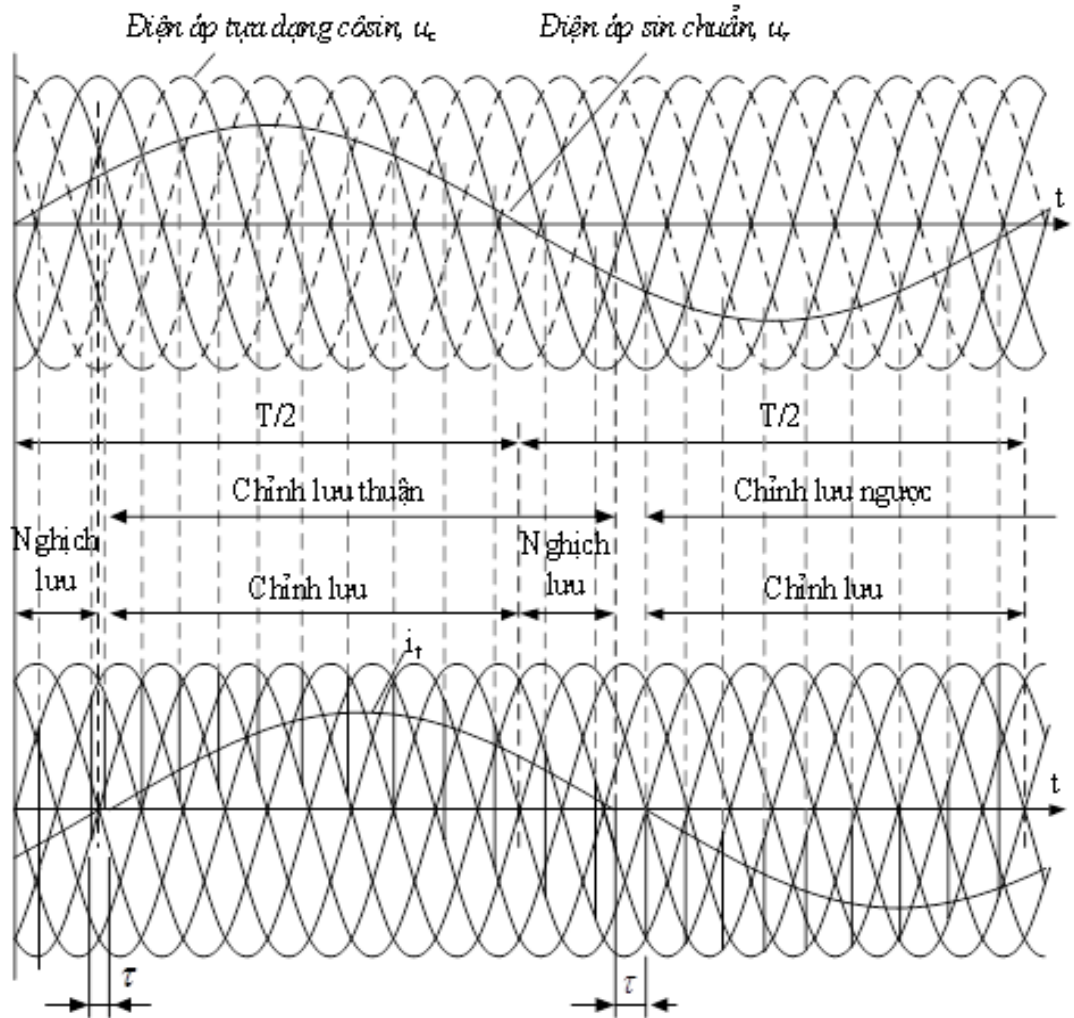
$$U_{d\alpha} = U_{d0} \cos \alpha .$$

Nếu sử dụng quy luật điều khiển arccos, sao cho $\alpha = \arccos U_r$, thì ta sẽ có $U_{d\alpha} = U_{d0} U_r$. Do đó nếu thay đổi điện áp điều khiển U_r theo một sóng hình sin, tần số thấp $U_r = \mu \sin(\omega_2 t)$, ta sẽ có được:

$$U_{d\alpha} = U_{d0} \mu \sin(\omega_2 t),$$

trong đó: ω_2 là tần số góc của điện áp ra mong muốn,

$$\mu = \frac{U_r}{U_{r,\max}}; 0 \leq \mu \leq 1 \text{ là hệ số biến điệu.}$$



Hình 5.44 Dạng điện áp ra một pha của biến tần trực tiếp.

Đồ thị hình 5.44 mô tả nguyên lý hoạt động trên. Theo nguyên lý này, một điện áp sin chuẩn với tần số góc ω_2 được so sánh với hệ thống điện áp tựa dạng cosin để xác định góc điều khiển α cho sơ đồ chỉnh cầu ba pha. Để quá trình biến điệu thực hiện được tần số của điện áp ra mong muốn phải nhỏ hơn hai lần tần số điện áp lưới.

Điện áp tựa dạng cosin được tạo ra từ chỉnh các điện áp pha. Ví dụ, trong sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha góc điều khiển $\alpha = 0$ được tính từ các điểm chuyển mạch tự nhiên. Đối với các tiristo thuộc pha A, điểm chuyển mạch tự nhiên chậm pha so với pha A góc 30° . Như vậy một điện áp sớm pha hơn 60° so với pha A sẽ có điểm cao nhất sau 90° , đó chính là điện áp pha $-B$. Tương tự như vậy có thể xác định được tất cả các đường điện áp tựa cho các pha còn lại.

Theo nguyên tắc điều khiển riêng, các bộ biến đổi chỉ được phép đảo chiều khi dòng điện về đến 0, sau một thời gian trễ an toàn τ . Vì vậy, nếu tải là trở cảm các bộ

biến đổi sẽ luân phiên làm việc ở chế độ chỉnh lưu và chế độ nghịch lưu phụ thuộc trong mỗi nửa chu kỳ của dòng điện ra tải. Điều này được chỉ rõ trên đồ thị hình 5.44 với giả thiết gần đúng dòng điện ra có dạng sin. Hình ảnh thực tế hơn về dạng điện áp ra cũng như dòng tải trong biến tần trực tiếp có thể thu được nhờ mô phỏng trên MATLAB-SIMULINK.

4.4 Hướng dẫn sử dụng biến tần của Siemens



4.4.1 Đại cương

Ngày nay, việc tự động hoá trong công nghiệp và ổn định tốc độ động cơ đã không còn xa lạ gì với những người đang công tác trong lĩnh vực kỹ thuật. Biến tần là một trong những thiết bị điện tử hỗ trợ đắc lực nhất trong việc ổn định tốc độ và ổ tốc độ động cơ một cách dễ dàng nhất mà hầu hết các xí nghiệp đang sử dụng

4.4.2 Ứng dụng chung

a) MM 410 :

Dùng điều khiển một bộ cửa cuốn gara, một barrie, một băng quang cáo chuyển động linh hoạt , một hệ thống máy bơm hay quạt gió, sử dụng nguồn điện có sẵn 220V.

b) MM 420 :

Một hệ thống băng tải, hay một hệ định vị đơn giản rẻ tiền kết hợp với PLC (S7-200) ... và còn nhiều nhiệm vụ điều khiển nữa mà bộ biến tần MM420 có thể đảm nhiệm. Giá thành hạ trong khi vẫn có nhiều tính năng và khả năng tổ hợp linh hoạt làm cho MM420 trở thành một loại biến tần phù hợp hoàn hảo với nhu cầu của người dùng.

c) MM 440 :

MM 440 chính là một họ biến tần mạnh mẽ nhất trong dòng các biến tần tiêu chuẩn. Khả năng điều khiển Vector cho tốc độ và Môment hay khả năng điều khiển

vòng kín bằng bộ PID có sẵn đem lại độ chính xác tuyệt vời cho các hệ thống truyền động quan trọng như các hệ nâng chuyên, các hệ thống định vị. Không chỉ có vậy, một loạt khối logic có sẵn lập trình tự do cung cấp cho người dùng sự linh hoạt tối đa trong việc điều khiển hàng loạt các thao tác một cách tự động.

4.4.3. Thông số kỹ thuật

a) Biến tần MM 410 :

Điện áp vào và Công suất	220V đến 240V 1 AC \pm 10% 0,12 đến 0,75kW 100V đến 120V 1 AC \pm 10% 0,12 đến 0,55kW
Tần số điện vào	47 đến 63Hz
Tần số điện ra	0 đến 650Hz
Hệ số công suất	0,95
Hiệu suất chuyển đổi	96 đến 97%
Khả năng quá tải	Quá dòng 1,5 x dòng định mức trong 60 giây ở mỗi 300 giây
Dòng điện vào khởi động	Thấp hơn dòng điện vào định mức
Phương pháp điều khiển	Tuyến tính V/f; bình phương V/f; đa điểm V/f
Tần số điều chế xung (PWM)	8kHz (tiêu chuẩn) 2kHz đến 16kHz (bước chỉnh 2Khz)
Tần số cố định	3, tùy đặt
Dải tần số nhảy	1, tùy đặt
Độ phân giải điểm đặt	10 bit analog 0,01Hz giao tiếp nối tiếp (mạng)
Các đầu vào số	3 đầu vào số lập trình được, chung đất phù hợp với PLC
Các đầu vào tương tự	1, dùng cho điểm đặt (0 đến 10V, định thang được hoặc dùng

	như đầu vào số thứ 4)
Các đầu ra rơ le	1, tùy chọn chức năng 30VDC/5A (tải trở), 250VAC/2A (tải cảm)
Cổng giao tiếp nối tiếp	RS-485, vận hành với USS protocol
Độ dài cáp động cơ	max. 30m (bọc kim) max. 50m (không bọc kim)
Tính tương thích điện từ	Bộ biến tần với bộ lọc EMC lắp sẵn theo EN 61 800-3 (giới hạn theo chuẩn EN 55 011, Class B)
Hãm	Hãm DC, hãm tổ hợp
Cấp bảo vệ	IP 20
Dải nhiệt độ làm việc	-10°C đến +50°C
Độ ẩm	90% không đọng nước
Độ cao lắp đặt	1000m trên mực nước biển
Các chức năng bảo vệ	Thấp áp, quá áp, quá tải, chạm đất, ngắn mạch, chống kẹt, I ² t quá nhiệt động cơ, quá nhiệt biến tần
Phù hợp theo các tiêu chuẩn CE mark	Phù hợp với chỉ dẫn về thiết bị thấp áp 73/23/EC, loại có lọc còn phù hợp với chỉ dẫn 89/336/EC
Kích thước và tùy chọn (không có tùy chọn)	Cỡ vỏ (FS) Cao x Rộng x Sâu kg AA 150 x 69 x 118 0,8 AB 150 x 69 x 138 1,0

b) Biến tần MM 420 :

Điện áp vào và Công suất	200V đến 240V 1 AC ± 10%	0,12
--------------------------	--------------------------	------

	<p>đến 3kW</p> <p>200V đến 240V 3 AC \pm 10% 0,12 đến 5,5kW</p> <p>380V đến 480V 3 AC \pm 10% 0,37 đến 11kW</p>
Tần số điện vào	47 đến 63Hz
Tần số điện ra	0 đến 650Hz
Hiệu suất chuyển đổi	96 đến 97%
Khả năng quá tải	Quá dòng 1,5 x dòng định mức trong 60 giây ở mỗi 300 giây
Dòng điện vào khởi động	Thấp hơn dòng điện vào định mức
Phương pháp điều	Tuyến tính V/f; bình phương V/f; đa điểm V/f; điều khiển từ dòng thông FCC
Tần số điều chế xung (PWM)	16kHz (tiêu chuẩn cho 230V 1PH hay 3PH) 4kHz (tiêu chuẩn cho 400V 3PH) 2kHz đến 16kHz (bước chỉnh 2kHz)
Tần số cố định	7, tùy đặt
Dải tần số nhảy	4, tùy đặt
Độ phân giải điểm đặt	10 bit analog 0,01Hz giao tiếp nối tiếp (mạng)
Các đầu vào số	số 3 đầu vào số lập trình được, cách ly. Có thể chuyển đổi PNP / NPN
Các đầu vào tương tự	dùng cho điểm đặt hay phản hồi cho PI (0 đến 10V, định thang được hoặc dùng như đầu vào số thứ 4)
Các đầu ra tương tự	1, tùy chọn chức năng; 0 – 20mA
Cổng giao tiếp nối tiếp	RS-485, vận hành với USS protocol
Độ dài cáp động cơ	- Không có kháng ra :

	Max. 50m (bọc kim) Max. 100m (không bọc kim) - Có kháng ra : max. 200m (bọc kim) max. 300m (không bọc kim)												
Tính tương thích điện từ	Bộ biến tần với bộ lọc EMC lắp sẵn theo EN 61 800-3 (giới hạn theo chuẩn EN 55 011, Class B)												
Hãm	Hãm DC, hãm tổ hợp												
Cấp bảo vệ	IP 20												
Dải nhiệt độ làm việc	-10°C đến +50°C												
Độ ẩm	90% không đọng nước												
Độ cao lắp đặt	1000m trên mực nước biển												
Các chức năng bảo vệ	Thấp áp, quá áp, quá tải, chạm đất, ngắn mạch, chống kẹt, I ² t quá nhiệt động cơ, quá nhiệt biến tần, khóa tham số PIN												
Phù hợp theo các tiêu chuẩn CE mark	Phù hợp với chỉ dẫn về thiết bị thấp áp 73/23/EC, loại có lọc còn phù hợp với chỉ dẫn 89/336/EC												
Kích thước và tùy chọn (không có tùy chọn)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Cỡ vỏ (FS)</th> <th>Cao x Rộng x Sâu</th> <th>kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>150 x 69 x 118</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>150 x 69 x 138</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>245 x 185 x 195</td> <td>5,0</td> </tr> </tbody> </table>	Cỡ vỏ (FS)	Cao x Rộng x Sâu	kg	A	150 x 69 x 118	0,8	B	150 x 69 x 138	1,0	C	245 x 185 x 195	5,0
Cỡ vỏ (FS)	Cao x Rộng x Sâu	kg											
A	150 x 69 x 118	0,8											
B	150 x 69 x 138	1,0											
C	245 x 185 x 195	5,0											

b) Biến tần MM 440 :

Điện áp vào và Công suất	CT	VT
	200V đến 240V 1 AC ± 10% 3kW	0,12 ÷ 0,12 ÷ 3kW
	200V đến 240V 3 AC ± 10%	0,12 ÷

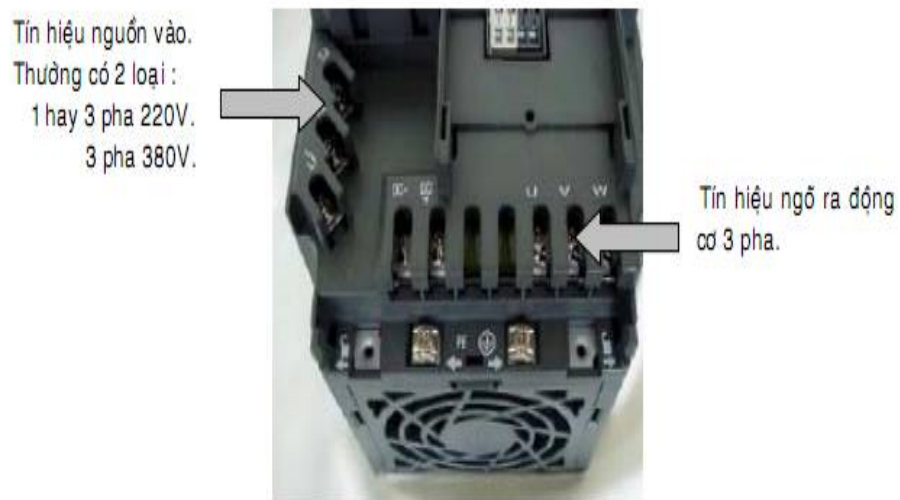
	45kW 0,12 ÷ 3kW 380V đến 480V 3 AC ± 10% 0,37 ÷ 75kW 0,12 ÷ 3kW 380V đến 480V 3 AC ± 10% 0,75 ÷ 75kW 0,12 ÷ 3kW
Tần số điện vào	47 đến 63Hz
Tần số điện ra	0 đến 650Hz
Hệ số công suất	≥ 0.7
Hiệu suất chuyển đổi	96 đến 97%
Khả năng quá tải	Quá dòng 1,5 x dòng định mức trong 60 giây ở mỗi 300 giây hay 2 x dòng định mức trong 3 giây ở mỗi 300 giây
Dòng điện vào khởi động	Thấp hơn dòng điện vào định mức
Phương pháp điều khiển	Tuyến tính V/f; bình phương V/f; đa điểm V/f; điều khiển từ dòng thông FCC
Tần số điều chế xung (PWM)	2kHz đến 16kHz (ở bước 2kHz)
Tần số cố định	15, tùy đặt
Dải tần số nhảy	4, tùy đặt
Độ phân giải điểm đặt	10 bit analog 0,01Hz giao tiếp nối tiếp (mạng) 0,01Hz digital
Các đầu vào số	6 đầu vào số lập trình được, cách ly. Có thể chuyển đổi PNP /NPN
Các đầu vào tương tự	2 *0 tới 10V, 0 tới 20mA và -10 tới +10V *0 tới 10V và 0 tới 20mA
Các đầu ra rơ le	3, tùy chọn chức năng 30VDC/5A (tải trở), 250VAC/2A (tải cảm)

Các đầu ra tương tự	2, tùy chọn chức năng; 0,25 – 20mA																								
Cổng giao tiếp nối tiếp	RS-485, vận hành với USS protocol																								
Tính tương thích điện từ	Bộ biến tần với bộ lọc EMC lắp sẵn theo EN 55 011, Class A hay Class B																								
Hãm	Hãm DC, hãm tổ hợp																								
Cấp bảo vệ	IP 20																								
Dải nhiệt độ làm việc	CT -10°C đến +50°C VT -10°C đến +40°C																								
Nhiệt độ bảo quản	-40°C đến +70°C																								
Độ ẩm	95% không đọng nước																								
Độ cao lắp đặt	1000m trên mực nước biển																								
Các chức năng bảo vệ	Thấp áp, quá áp, quá tải, chạm đất, ngắn mạch, chống kẹt, I ² t quá nhiệt động cơ, quá nhiệt biến tần, khoá tham số PIN																								
Phù hợp theo các tiêu chuẩn CE mark	Phù hợp với chỉ dẫn về thiết bị thấp áp 73/23/EC, loại có lọc còn phù hợp với chỉ dẫn 89/336/EC																								
Kích thước và tùy chọn (không có tùy chọn)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Cỡ vỏ (FS)</th> <th style="text-align: left;">Cao x Rộng x Sâu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>73 x 173 x 149</td> </tr> <tr> <td>1,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>149 x 202 x 172</td> </tr> <tr> <td>3,4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>185 x 245 x 195</td> </tr> <tr> <td>5,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>275 x 520 x 245</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>275 x 650 x 245</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F không lọc</td> <td>350 x 850 x 320</td> </tr> </tbody> </table>	Cỡ vỏ (FS)	Cao x Rộng x Sâu	A	73 x 173 x 149	1,3		B	149 x 202 x 172	3,4		C	185 x 245 x 195	5,7		D	275 x 520 x 245	17		E	275 x 650 x 245	22		F không lọc	350 x 850 x 320
Cỡ vỏ (FS)	Cao x Rộng x Sâu																								
A	73 x 173 x 149																								
1,3																									
B	149 x 202 x 172																								
3,4																									
C	185 x 245 x 195																								
5,7																									
D	275 x 520 x 245																								
17																									
E	275 x 650 x 245																								
22																									
F không lọc	350 x 850 x 320																								

	56
F có lọc	350 x 1150 x 320
75	

4.4.4 Sơ đồ đấu dây

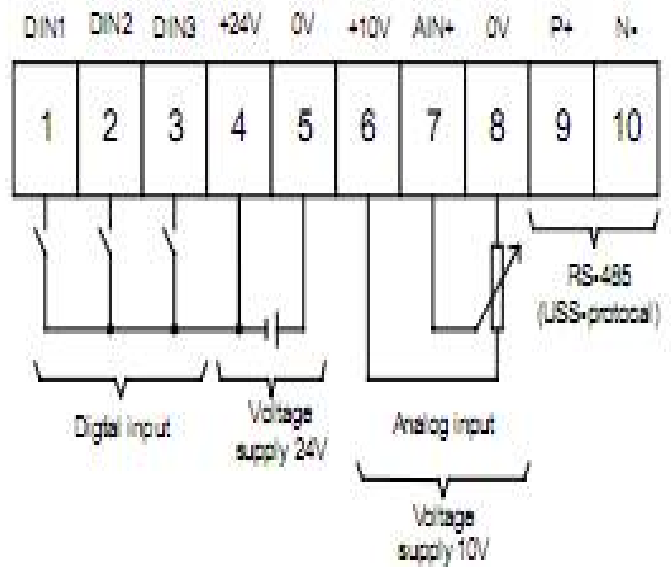
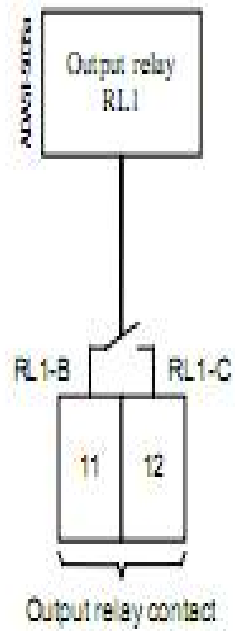
Sơ đồ động lực nhìn chung của các loại biến tần đều như nhau, ta mắc theo như hình sau :

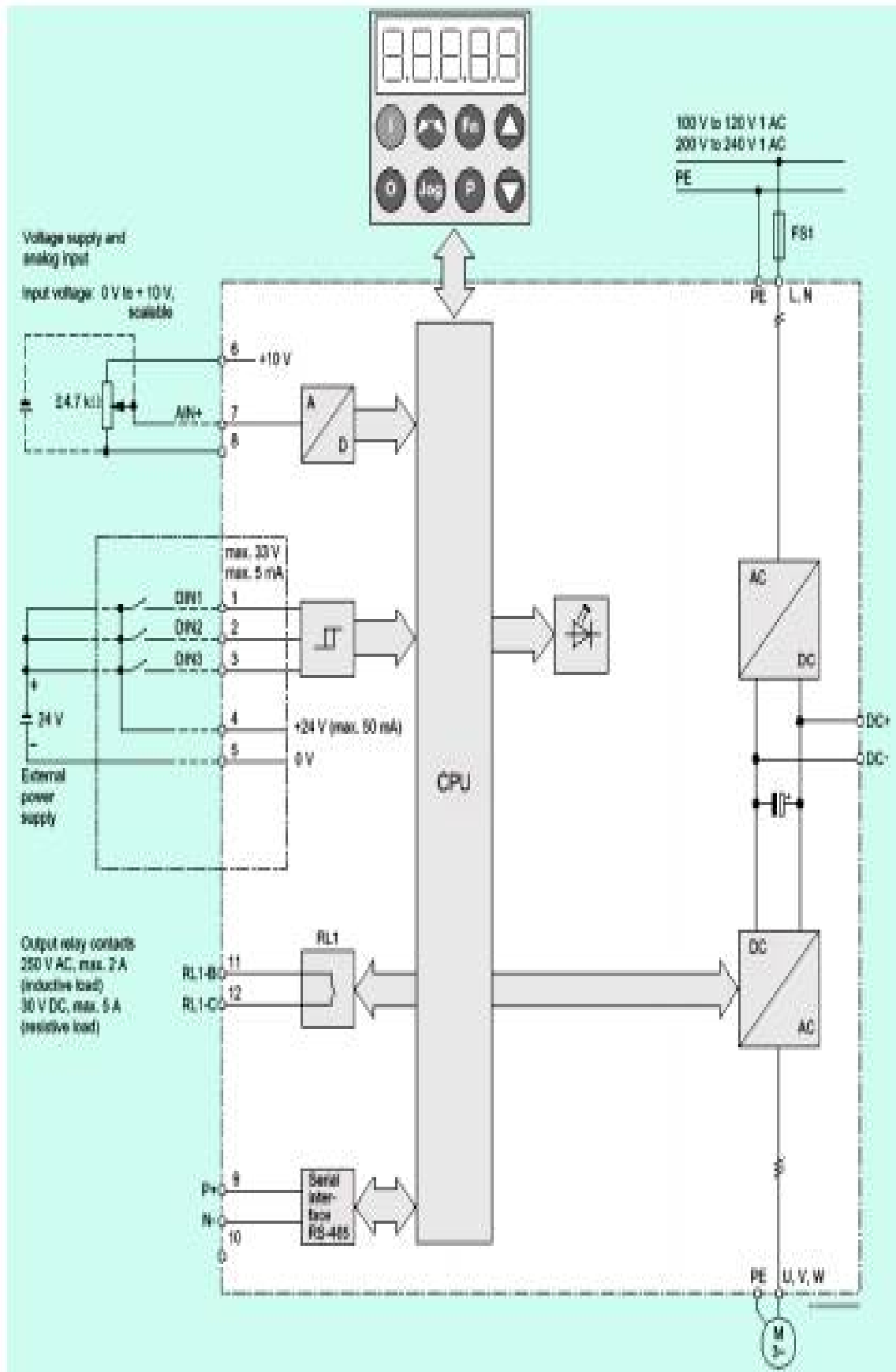


Hình 5.45

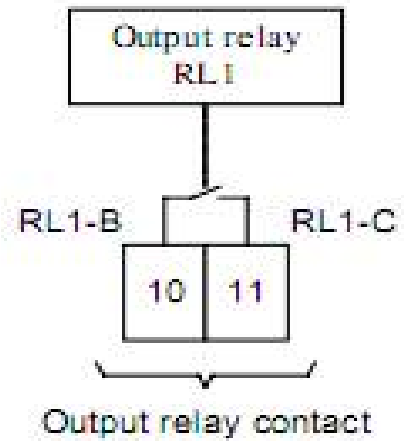
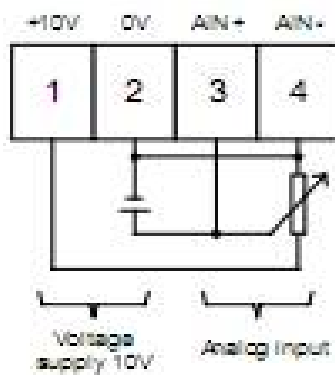
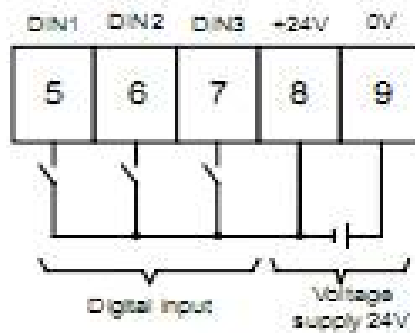
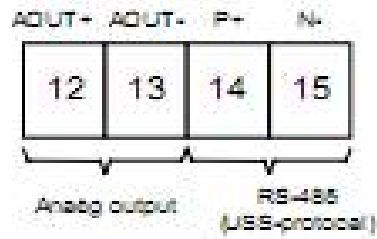
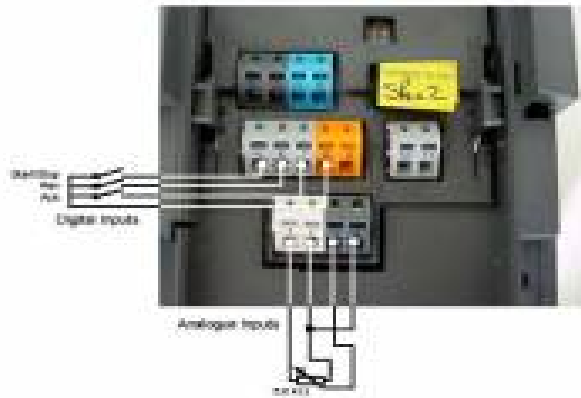
Sơ đồ mạch điều khiển :

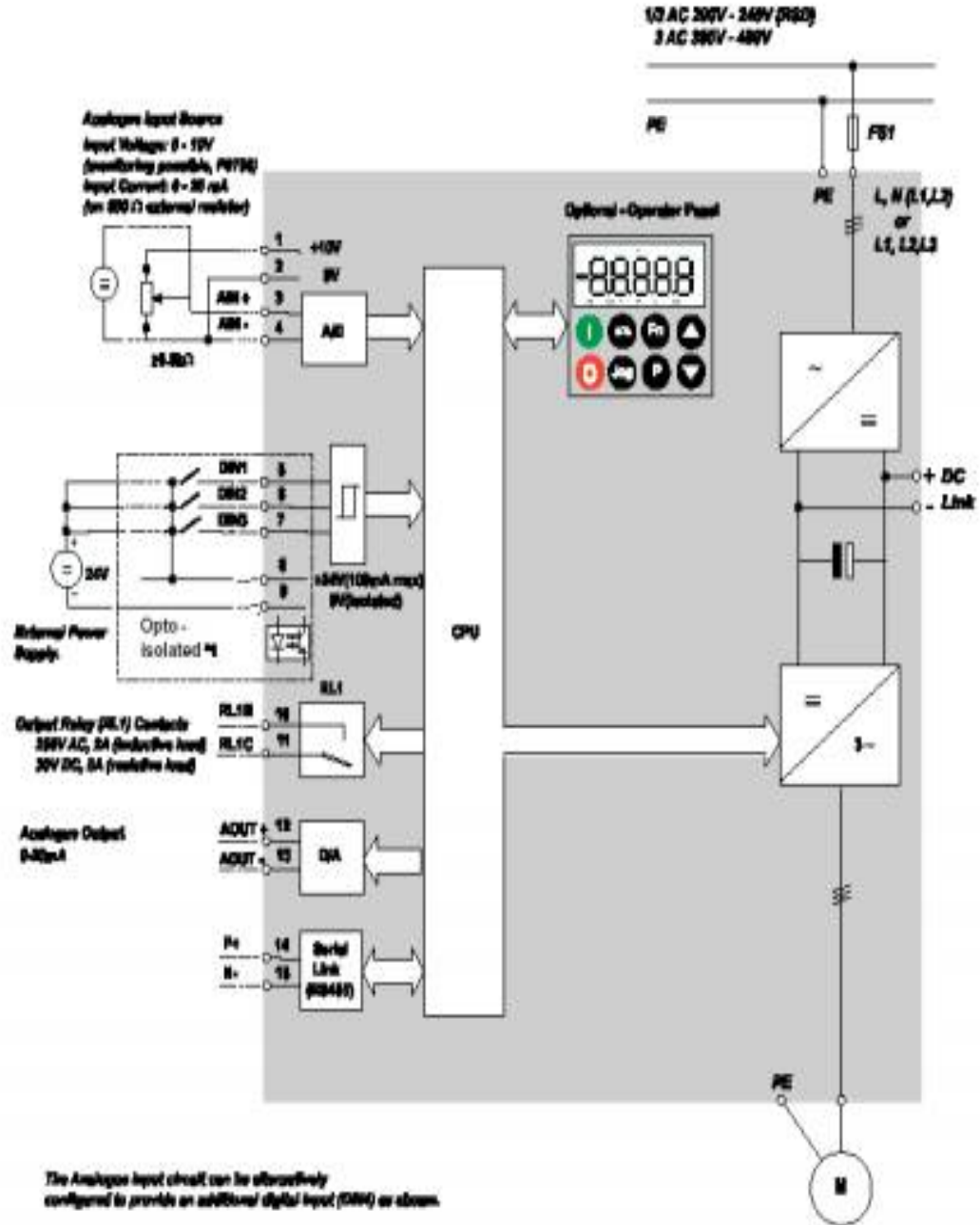
a) MM410



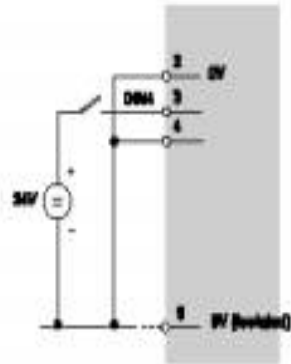


b) MM420

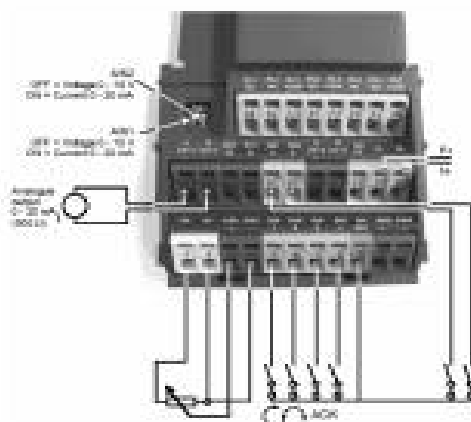




The Analog input circuit can be alternatively configured to provide an additional digital input (DI) as shown.



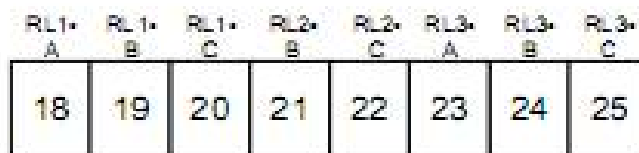
c) MM440



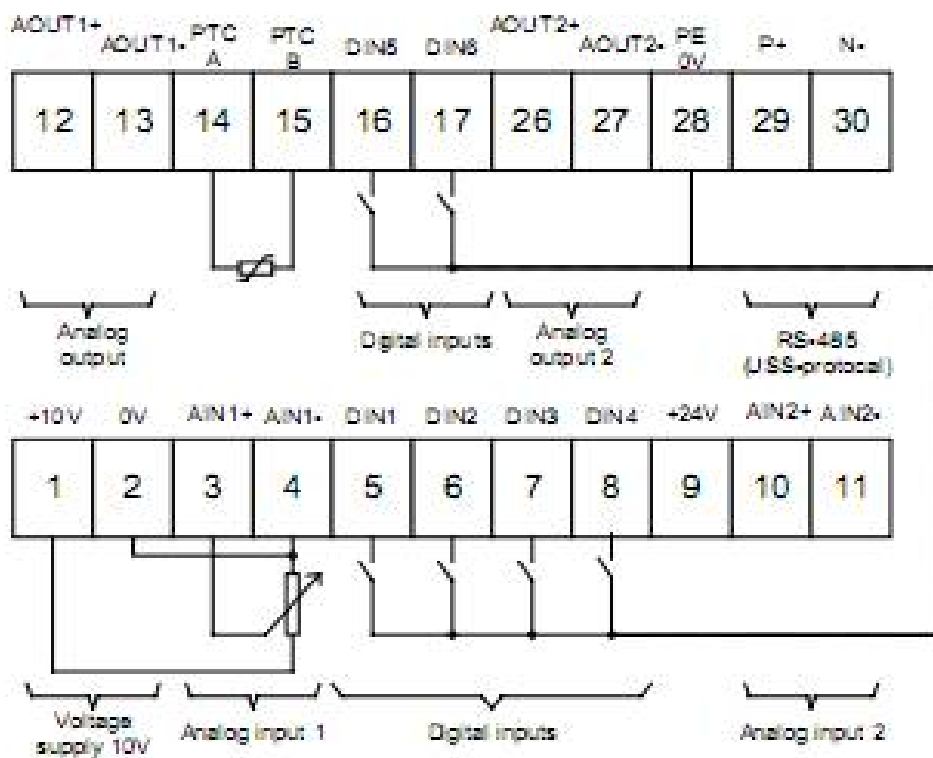
AIN1 AIN2

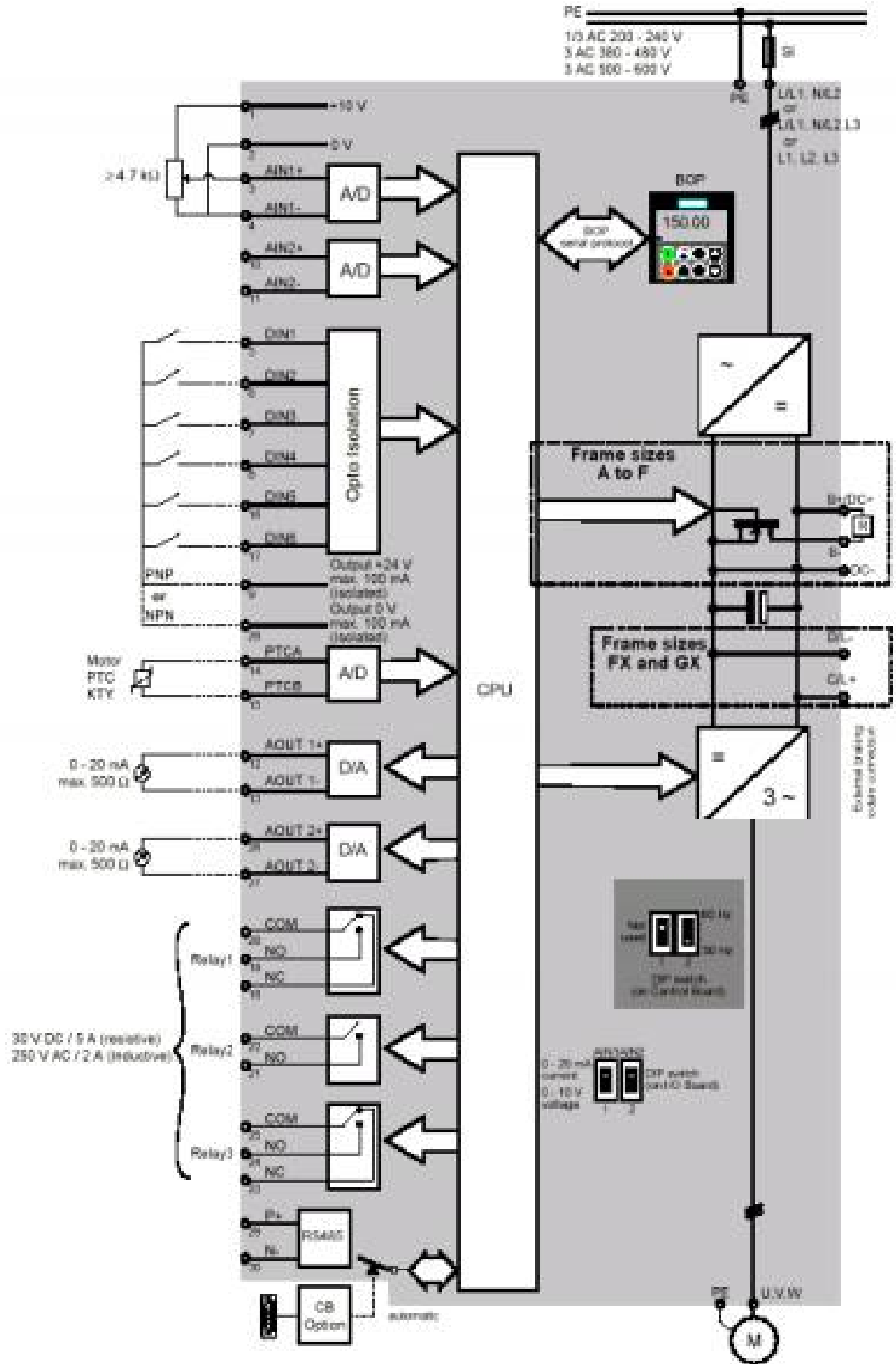


DIP Switches :
0mA - 20mA
or 0V - 10V



Output relay contacts










d. Sử dụng màn hình














Màn hình BOP hiển thị 5 số. Những đèn Led 7 đoạn này sẽ trình bày những tham số và giá trị, những tin nhắn về cảnh báo và lỗi, điểm đặt và giá trị hoạt động. Những thông tin về tham số không được lưu trên màn hình BOP này.

Bảng điều khiển	Hàm	Chức năng
	Trạng thái hiển thị	Trình bày trên màn hình những giá trị cài đặt trên biến tần
	Khởi động biến tần	Nhấn nút này để khởi động biến tần. Nút này mặc định không sử dụng được, nó chỉ sử dụng được khi cài đặt P700 = 1.
	Tắt biến tần	OFF1 : Nhấn nút này làm dừng động cơ theo thời gian giảm tốc. Nút này mặc định không sử dụng được, nó chỉ sử dụng được khi cài đặt P700 = 1. OFF2 : Nhấn nút này 2 lần (hay 1 lần nhưng lâu) làm cho động cơ dừng nhanh. Hàm này luôn sử dụng được
	Thay đổi chiều quay	Nhấn nút này để đổi chiều quay của động cơ. Khi động cơ đổi chiều, trên màn hình sẽ hiển thị dấu '-'. Mặc định không sử dụng, chỉ sử dụng khi đặt P700 = 1.

	Xoay nhẹ động cơ	Nhấn nút này khi biến tần không có tín hiệu ra làm cho động cơ khởi động và chạy tại tần số xác định. Động cơ dừng khi thả nút này ra. Khi động cơ đang chạy, nút này không có tác dụng.
	Hàm	Nút này sử dụng xem thông tin thêm vào. Nó làm việc bằng cách nhấn và giữ nút, nó sẽ lần lượt trình chiếu : <ol style="list-style-type: none"> 1. Điện áp DC-link (V). 2. Dòng ra (A). 3. Tần số ngõ ra (Hz). 4. Điện áp ngõ ra (V). 5. Giá trị lựa chọn tại P0005 (nếu P0005 đặt trình chiếu giá trị 3. 4. 5. thì nó sẽ không xuất hiện lại lần nữa). Nhảy hàm : Từ tham số rxxxx hay Pxxxx nhấn nút Fn này sẽ quay về r0000, ta có thể thay đổi tham số nếu yêu cầu, nhấn nút Fn này lại lần nữa từ r0000, sẽ quay về tham số ban đầu.
	Tham số truy cập	Nhấn nút này dùng để truy cập những tham số.
	Tăng giá trị	Nhấn nút này để gia tăng giá trị hiện hành. Để thay đổi ‘điểm đặt tần số ‘ đặt P1000 = 1.
	Giảm giá trị	Nhấn nút này để giảm giá trị hiện hành. Để thay đổi ‘điểm đặt tần số ‘ đặt P1000 = 1.

Ví dụ: để cài đặt P004 = 7 ta làm các bước như sau

Bước thực hiện	Kết quả trình bày
----------------	-------------------

1. Nhấn nút  để xử lý tham số	
2. Nhấn nút  cho tới khi tham số P004 xuất hiện	
3. Nhấn nút  để xử lý tham số	
4. Nhấn nút  hay  để chọn giá trị yêu cầu	
5 Nhấn nút  để xác nhận và lưu trữ dữ liệu	

4.4.5 Các tham số thông dụng

Tham số	Ý nghĩa	Mặc định	Mức
P003	Cấp truy cập của người sử dụng. Đặt : 0 : Người sử dụng chọn danh sách chỉ số. 1 : Mức chuẩn. 2 : Mức mở rộng. 3 : Mức chuyên dụng. 4 : Mức phục vụ.	1	1
P0004	Bộ lọc thông số. Đặt : 0 : Tất cả thông số. 2 : Thông số Inverter. 3 : Thông số Động cơ. 4 : Hiện thị thông số về tốc độ. 5 : Thông số về lắp đặt/ kỹ thuật. 7 : Những lệnh, I/O nhị phân. 8 : ADC và DAC. 10 : Kênh điểm cài đặt / RFG.	0	1

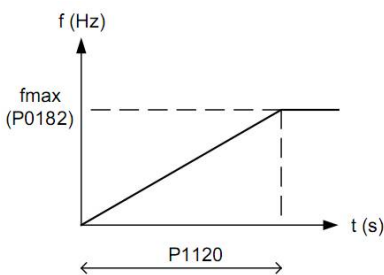
	<p>12 : Điều khiển đặc trưng.</p> <p>13 : Điều khiển Động cơ.</p> <p>20 : Kết nối.</p> <p>21 : Báo lỗi/ Cảnh báo/ Giám sát.</p> <p>22 : Điều khiển về kỹ thuật (ví dụ PID).</p>		
P0005	<p>Lựa chọn cách hiển thị khi Biến Tần hoạt động. Đặt :</p> <p>21 : Hiển thị tần số</p> <p>25 : Hiển thị điện áp đầu ra.</p> <p>26 : Hiển thị điện áp trên DC Bus.</p> <p>27 : Hiển thị dòng điện đầu ra.</p>	21	2
P0010	<p>Chỉ số cài đặt nhanh.</p> <p>Cách cài đặt này cho phép các chỉ số được lựa chọn theo từng nhóm chức năng để cài đặt. Đặt :</p> <p>0 : Sẵn sàng để chạy.</p> <p>1 : Cài đặt nhanh.</p> <p>30 : Cài đặt Factory.</p>	0	1
P0300	<p>Lựa chọn loại Động cơ. (Cài đặt nhanh). Đặt :</p> <p>1 : Động cơ không đồng bộ.</p> <p>2 : Động cơ đồng bộ.</p> <p>Chú ý : Thông số này có thể bị thay đổi khi P0010 = 1.</p>	1	2
P0304	<p>Điện áp định mức của Động cơ. (Cài đặt nhanh).</p> <p>Dải điện áp từ 10V đến 2000V.</p>	-	1
P0305	<p>Dòng điện định mức của Động cơ. (Cài đặt nhanh).</p> <p>Dải dòng điện từ 0.12A đến 10000A.</p>	-	1
P0307	<p>Công suất định mức của Động cơ. (Cài đặt nhanh).</p> <p>Dải công suất từ 0.12A đến 10000A.</p>	0.75	1
P0308	<p>Giá trị Cosφ của Động cơ. (Cài đặt nhanh).</p>	0	2

	Dải Cosφ từ 0 đến 1.		
P0309	Hiệu suất làm việc của Động cơ. (Cài đặt nhanh). Dải hiệu suất từ 0% đến 100%. Thông số này có thể bị thay đổi khi P0010 = 1. Thông số này chỉ hiển thị khi P0100 = 1 (tức là công suất được tính bằng Hp).	0%	2
P0310	Tần số định mức của Động cơ. (Cài đặt nhanh). Dải tần số định mức 12Hz đến 650Hz.	50hz	1
P0311	Tốc độ định mức của Động cơ. (Cài đặt nhanh). Dải tốc độ từ 0 (1/min) đến 40000 (1/min)	01/min	1
P0700	Chọn lệnh nguồn. Đặt : 0: Cài đặt mặc định Factory. 1: Ra lệnh làm việc trên ‘keypad’ (BOP/AOP). 2: Ra lệnh làm việc trên ‘Terminal’	2	1
P0701	Chức năng gõ vào số 1. Đặt : 0 : Đầu vào số không kích hoạt. 1 : ON / OFF1. 2 : ON quay ngược / OFF1. 3 : OFF2 - Dừng từ từ. 4 : OFF3 - Dừng nhanh. 9 : Nhận biết lỗi. 10 : Jog phải. 11 : Jog trái. 12 : Quay ngược. 13 : Tăng tần số. 14 : Giảm tần số. 15 : Chọn tần số cố định 1 (xem P1001). 16 : Chọn tần số cố định 1 + ON (xem P1001). 17 : Chọn tần số cố định từ 1 đến 7 theo mã nhị phân (xem P1001),	1	2

	<p>25 : Kích hoạt điện trở thắng DC (xem P1230 đến P1233).</p> <p>29 : Đóng mở bên ngoài.</p> <p>33 : Không thêm điểm đặt.</p> <p>99 : Kích hoạt cài đặt thông số BICO.</p>		
P0702	<p>Chức năng ngõ vào số 2. Đặt :</p> <p>0 : Đầu vào số không kích hoạt.</p> <p>1 : ON / OFF1.</p> <p>2 : ON quay ngược / OFF1.</p> <p>3 : OFF2 - Dừng từ từ.</p> <p>4 : OFF3 - Dừng nhanh.</p> <p>9 : Nhận biết lỗi.</p> <p>10 : Jog phải.</p> <p>11 : Jog trái.</p> <p>12 : Quay ngược.</p> <p>13 : Tăng tần số.</p> <p>14 : Giảm tần số.</p> <p>15 : Chọn tần số cố định 2 (xem P1002).</p> <p>16 : Chọn tần số cố định 2 + ON (xem P1002).</p> <p>17 : Chọn tần số cố định từ 1 đến 7 theo mã nhị phân (xem P1002).</p> <p>25 : Kích hoạt điện trở thắng DC (xem P1230 đến P1233)</p> <p>29 : Đóng mở bên ngoài.</p> <p>33 : Không thêm điểm đặt.</p> <p>99 : Kích hoạt cài đặt thông số BICO.</p>	12	2
P0703	<p>Chức năng ngõ vào số 3. Đặt :</p> <p>0 : Đầu vào số không kích hoạt.</p> <p>1 : ON / OFF1.</p> <p>2 : ON quay ngược / OFF1.</p> <p>3 : OFF2 - Dừng từ từ.</p>	9	2

	<p>4 : OFF3 - Dừng nhanh.</p> <p>9 : Nhận biết lỗi.</p> <p>10 : Jog phải.</p> <p>11 : Jog trái.</p> <p>12 : Quay ngược.</p> <p>13 : Tăng tần số.</p> <p>14 : Giảm tần số.</p> <p>15 : Chọn tần số cố định 3 (xem P1003).</p> <p>16 : Chọn tần số cố định 3 + ON (xem P1003).</p> <p>17 : Chọn tần số cố định từ 1 đến 7 theo mã nhị phân (xemP1003).</p> <p>25 : Kích hoạt điện trở thắng DC (xem P1230 đến 1233).</p> <p>29 : Đóng mở bên ngoài.</p> <p>33 : Không thêm điểm đặt.</p> <p>99 : Kích hoạt cài đặt thông số BICO</p>		
P0704	<p>Chức năng ngõ vào số 4 - qua đầu vào tương tự. Đặt :</p> <p>0: Đầu vào số không kích hoạt.</p> <p>1 : ON / OFF1.</p> <p>2 : ON quay ngược / OFF1.</p> <p>3 : OFF2 - Dừng từ từ.</p> <p>4 : OFF3 - Dừng nhanh.</p> <p>9 : Nhận biết lỗi.</p> <p>10 : Jog phải.</p> <p>11 : Jog trái.</p> <p>12 : Quay ngược.</p> <p>13 : Tăng tần số.</p> <p>14 : Giảm tần số.</p> <p>15 : Chọn tần số cố định 4 (xem P1004)</p> <p>16 : Chọn tần số cố định 4 + ON (xem P1004)</p>	15	2

	<p>17 : Chọn tần số cố định từ 1 đến 7 theo mã nhị phân. (Xem P1004).</p> <p>25 : Kích hoạt điện trở thặng DC (xem P1230 đến P1233).</p> <p>29 : Đóng mở bên ngoài.</p> <p>33 : Không thêm điểm đặt.</p> <p>99 : Kích hoạt cài đặt thông số BICO.</p>		
P1000	<p>Lựa chọn điểm đặt tần số.</p> <p>Sự lựa chọn này cho phép làm việc theo các chế độ dưới đây.</p> <p>Đặt :</p> <p>0 : Không có điểm đặt chính.</p> <p>1 : Làm việc trên Keypad.</p> <p>2 : Làm việc theo điểm đặt Analog.</p> <p>3 : Làm việc theo tần số cố định.</p> <p>4 : Làm việc theo cổng USS trên BOP link.</p> <p>5 : Làm việc theo cổng USS trên COM link.</p> <p>6 : Làm việc theo CB trên COM link.</p> <p>Chú ý: Ở đây chỉ dùng cho loại biến tần MM420, còn ở loại MM410 và MM440 xem thêm tài liệu.</p>	2	1
P1001	<p>Tần số cố định 1.</p> <p>Có 3 loại làm việc với tần số cố định.</p> <p>1 : Lựa chọn trực tiếp.</p> <p>2 : Lựa chọn trực tiếp + lệnh ON.</p> <p>3 : Lựa chọn mà nhị phân + lệnh ON.</p> <p>Nếu :</p> <p>1 : Lựa chọn trực tiếp thì đặt $P0701 \div P0706 = 15$.</p> <p>2 : Lựa chọn trực tiếp + lệnh ON thì đặt $P0701 \div P0706 =$</p> <p>17.</p> <p>3 : Lựa chọn mà nhị phân + lệnh ON thì đặt P0701</p>	0HZ	2


	÷ P0706 = 17.		
P1002	Tần số cố định 2 Xem chi tiết ở P1001	5HZ	2
P1003	Tần số cố định 3 Xem chi tiết ở P1001	10hz	2
P1004	Tần số cố định 4 Xem chi tiết ở P1001	15hz	2
P1005	Tần số cố định 5 Xem chi tiết ở P1001	20hz	2
P1006	Tần số cố định 6 Xem chi tiết ở P1001	25hz	2
P1007	Tần số cố định 7 Xem chi tiết ở P1001	30hz	1
P1080	Tần số đặt nhỏ nhất	0.0hz	1
P1082	Tần số đặt lớn nhất	50hz	1
P1120	Thời gian tăng tốc 	10a	1
P1121	Thời gian giảm tốc	10s	1

P3900	<p>Kết thúc cài đặt nhanh.</p> <p>Có thể set :</p> <p>0 : Không tính toán.</p> <p>1 : Bắt đầu cài đặt nhanh. Với Reset Factory.</p> <p>2 : Bắt đầu cài đặt nhanh.</p> <p>Người sử dụng phải đặt P0010 = 0</p>	0	1

4.4.6 Các tham số thông dụng

Trong trường hợp có lỗi, biên tần sẽ không hoạt động và mã lỗi xuất hiện. Để reset lỗi, ta có thể áp dụng phương pháp sau :

- Xoay chuyển công suất tới drive.

- Nhấn nút  trên màn hình BOP hay AOP.

- Via Digital Input 3 (mặc định).

Lỗi	Các nguyên nhân có thể xảy ra	Chuẩn đoán và biện pháp khắc phục	Phản ứng
F001	<ul style="list-style-type: none"> - Công suất động cơ (P0307) không phù hợp với công suất biên tần (P0206). - Dây dẫn động cơ quá dài. - Động cơ bị ngắn mạch. - Chạm đất. 	<p>- Kiểm tra :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Công suất động cơ (P0307) có phù hợp với công suất biên tần (P0206). 2. Chiều dài cáp không được vượt quá giới hạn. 	Off2

		<p>3. Cấp động cơ và động cơ không bị ngắn mạch hay chạm đất.</p> <p>4. Tham số động cơ cài trong biến tần phải tương xứng với động cơ sử dụng.</p> <p>5. Giá trị trở kháng của Stator (P0305) phải chính xác.</p> <p>6. Động cơ không bị kẹt hay quá tải.</p> <p>- Tăng thời gian tăng tốc.</p> <p>- Giảm bớt mức điện áp.</p>	
<p>F002</p> <p>Quá áp</p>	<p>- Điện áp DC-link (r0026) vượt quá mức ngắt (P2172).</p> <p>- Quá áp có thể do điện áp nguồn cấp quá cao hay động cơ trong tình trạng phục hồi.</p> <p>- Cách phục hồi có thể do thời gian giảm tốc ngắn hay động cơ được điều khiển bởi tải động.</p>	<p>- Kiểm tra :</p> <p>1. Nguồn cấp (P0210) phải nằm trong giới hạn.</p> <p>2. Bộ điều khiển điện áp DC-link phải cho phép (P1240) và tham số phải đúng.</p> <p>3. Thời gian giảm tốc (P1121) phải thẳng được quán tính của tải.</p> <p>4. Yêu cầu năng lượng hãm phải nằm trong giới hạn xác định.</p> <p>- Chú thích :</p>	<p>Off2</p>

		<p>Quán tính lớn phải sử dụng thời gian giảm tốc dài , mặt khác nên sử dụng điện trở thắng.</p>	
F003 Thấp áp	<p>- Nguồn cấp chính bị lỗi. - Va đập của tải nằm ngoài giới hạn cài đặt.</p>	<p>- Kiểm tra :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Điện áp cung cấp (P0210) phải nằm trong giới hạn ở bảng tỷ lệ. 2. Nguồn cấp phải chắc không dễ nhất thời lỗi hay giảm áp. 	Off2
F004 Biến Tần Quá Nhiệt	<p>- Thông gió chưa đủ. - Quạt không hoạt động. - Nhiệt độ môi trường xung quanh quá cao.</p>	<p>- Kiểm tra :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quạt phải quay khi biến tần đang chạy. 2. Tần số xung phải đặt ở giá trị mặc định. <p>- Nhiệt độ môi trường xung quanh có thể cao hơn nhiệt độ đặt của biến tần.</p>	Off2
F005 Quá tải (I ² t)	<p>Biến tần quá tải. - Chu trình làm việc của tải quá khắt khe. - Công suất động cơ (P0307) vượt quá công suất tích trữ của biến tần (P0206).</p>	<p>- Kiểm tra :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Chu trình làm việc của tải phải nằm trong giới hạn xác định. 2. Công suất động cơ (P0307) phải tương xứng với công suất tải (P0206). 	Off2
F0011 Động cơ quá nhiệt	Động cơ quá tải	<p>- Kiểm tra :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Chu trình làm việc của tải phải chính xác. 2. Độ đặt quá nhiệt động cơ (P0626-P0628) phải chính xác. 	Off1

		3. Mức cảnh báo về nhiệt độ động cơ (P0604) phải tương xứng.	
F0012 Mất tín hiệu nhiệt độ của biến tần	- Dây tín hiệu nhiệt độ (từ bộ tản nhiệt) biến tần bị đứt.		Off2
F0015 Mất tín hiệu nhiệt độ động cơ.	- Dây dẫn cảm biến nhiệt độ động cơ bị ngắn mạch hay hở mạch.		Off2
F0020 Mất pha chính	- Một trong ba pha chính vào bị mất trong khi biến tần đang hoạt động.	Kiểm tra dây dẫn vào	Off2
F0021 Chạm đất	- Lỗi xảy ra khi tổng dòng các pha hiện hành cao hơn 5% dòng của biến tần cài đặt. - Chú thích : Lỗi này xảy ra khi biến tần có 3 cảm biến đo dòng. Có ở biến tần loại D, E, F.		Off2
F0022 Lỗi chòng công suất	- Nguyên nhân lỗi do các sự kiện sau : (1) Quá dòng trên DC-link = dòng ngắn mạch của IGBT. (2) Dòng ngắn mạch trên bộ ngắt điện. (3) Chạm đất. - Biến tần cỡ A, B, C trường hợp (1), (2), (3). - Biến tần cỡ D, E trường		Off2

	<p>hợp (1)(2).</p> <p>- Biến tần cỡ F trường hợp (1).</p>		
F0023 Ngõ ra lỗi	- Một pha của động cơ chưa kết nối.		Off2
F0030 Quạt bị lỗi	Quạt không làm việc lâu	- Lỗi không thể bị che trong khi Modun chọn lựa (màn hình AOP hay BOP) được kết nối. Cần thay quạt mới	Off2
F0035 Tự động khởi động sau n	- Tự động khởi động cố gắng vượt quá giá trị của P1211.		Off2
F0040 Lỗi tự động định cỡ.	- Chỉ có ở MM 440.		Off2
F0041 Lỗi về dữ liệu Riêng của động cơ.	<p>- Thông số dữ liệu mô tơ lỗi.</p> <p>- Mức cảnh báo 0 : tải bỏ qua.</p> <p>- Mức cảnh báo 1 : mức giới hạn dòng đạt tới sự đồng nhất.</p> <p>- Mức cảnh báo 2 : điện trở đồng nhất Stator < 10% hay > 100%.</p> <p>- Mức cảnh báo 3 : điện trở Rotor < 10% hay > 100%.</p> <p>- Mức cảnh báo 4 : điện kháng Stator < 50% và > 500%.</p> <p>- Mức cảnh báo 5 : điện</p>	<p>0 : Kiểm tra động cơ có kết nối với biến tần không.</p> <p>1 ÷ 40 : kiểm tra dữ liệu động cơ (P304 ÷ P311) có chính xác không.</p> <p>- Kiểm tra kiểu đấu dây của động cơ.</p>	

	<p>kháng nguồn < 50% và > 500%.</p> <p>- Mức cảnh báo 6 : hằng số thời gian Rotor < 10ms hay > 5s.</p> <p>- Mức cảnh báo 7 : tổng điện kháng rơi toàn bộ < 5% hay > 50%.</p> <p>- Mức cảnh báo 8 : tổng điện kháng rơi trên Stator.</p> <p>- Mức cảnh báo 20 : điện áp IGBT < 0,5V hay > 10V.</p> <p>- Mức cảnh báo 30 : dòng điện điều khiển tại điện áp giới hạn.</p> <p>- Mức cảnh báo 40 : sự mâu thuẫn của việc cài đặt dữ liệu đồng nhất, ít nhất một sự đồng nhất sai.</p> <p>Tỷ lệ % giá trị dựa trên trở kháng $Z=U/\sqrt{3}.I$.</p>		
F0042 : Điều khiển tốc độ lạc quan lỗi.	<p>- Tốc độ điều khiển lạc quan (P1960) bị lỗi. Giá trị lỗi :</p> <p>0 : Hết hạn chờ đợi tốc độ ổn định.</p> <p>1 : Đọc mâu thuẫn.</p>		Off2
F0051 : Lỗi thông số Eeprom.	<p>- Lỗi đọc ghi khi lưu thông số bất ổn.</p>	<p>- Chỉnh ở mức Factory Reset và cài lại tham số mới.</p> <p>- Thay drive.</p>	Off2
F0052 : Lỗi chồng	<p>- Lỗi đọc của thông tin chồng công suất hay dữ liệu</p>	<p>1. Factory Reset và cài thông số</p>	Off2

công suất.	không hợp lệ.	mới. 2. Contact Customer Support / Service Department.	
F0053 : Lỗi I / O Eeprom.	- Lỗi về thông tin I / O Eeprom hay dữ liệu không hợp lệ.	- Kiểm tra dữ liệu. - Đổi Modul I / O.	Off2
F0054 : Bo mạch IO lỗi.	- Bo IO lỗi kết nối. - Không nhận diện ID trên bo IO, không dữ liệu.	1. Kiểm tra dữ liệu. 2. Thay bo IO.	Off2
F0060 : Quá hạn Asic.	- Lỗi truyền thông nội bộ. - Lỗi phần mềm.	- Nếu lỗi vẫn xuất hiện, đổi drive	Off2
F0070 : Lỗi điểm đặt CB.	- Không có giá trị điểm đặt từ CB (bo truyền thông) khi tín hiệu hết thời gian.	- Kiểm tra CB và đối tác truyền thông.	Off2
F0071 : Lỗi điểm đặt USS (Bop link).	- Không giá trị điểm đặt từ USS khi tín hiệu hết thời gian.	- Kiểm tra USS master.	Off2
F0072 : Lỗi điểm đặt USS (COMM link).	Không giá trị điểm đặt từ USS khi tín hiệu hết thời gian.	- Kiểm tra USS master.	Off2
F0080 : Mất tín hiệu vào ADC.	- Đứt dây. - Tín hiệu vượt quá giới hạn.		Off2
F0085 : Lỗi ngoại vi.	- Lỗi ngoại vi khởi động qua đường nối các ngõ vào.		Off2

F0090 : Mất phản hồi Encoder.	- Tín hiệu từ bộ Encoder mất.	1. Kiểm tra tín hiệu Encoder. 2. Kiểm tra kết nối Encoder và biến tần	Off2
F0101 : Lỗi phần mềm.	- Phần mềm lỗi hay xử lý sai.	- Tự chạy kiểm tra định kỳ.	Off2
F0221 : Phản hồi PID dưới giá trị min.	- Phản hồi PID dưới giá trị min (P545).	- Đổi giá trị P545 chỉ có độ lợi phản hồi.	Off2
F0222 : Phản hồi PID trên giá trị max	- Phản hồi PID trên giá trị max (P2267).	- Thay đổi giá trị P2267 chỉ có độ lợi phản hồi.	Off2
F0450 : Lỗi kiểm tra BISS.	- Giá trị lỗi. 1. Vài bộ phận công suất kiểm tra bị lỗi. 2. Vài bo mạch điều khiển kiểm tra bị lỗi. 4. Vài hàm kiểm tra bị lỗi. 8. Vài hàm kiểm tra I /O bị lỗi. 16. RAM bên trong bị lỗi nó kiểm tra mức tăng năng lượng.	- Drive có thể chạy nhưng vài hàm đặc trưng sẽ làm việc không chính xác. - Thay drive.	Off2
F0452 : Nhận diện tải.	- Điều kiện tải.		

<p>F0499 : Cảnh báo ngắt ngay nguồn điện.</p>			
<p>A501 : Quá dòng.</p>	<p>- Công suất động cơ (P0307) không phù hợp với công suất biến tần (P0206). - Dây dẫn động cơ quá dài. - Chạm đất.</p>	<p>1. Công suất động cơ (P0307) phải phù hợp với công suất biến tần (P0206). 2. Chiều dài cáp phải xác định. 3. Cáp động cơ và động cơ không được chạm đất hay ngắn mạch. 4. Tham số động cơ phải phù hợp với động cơ sử dụng. 5. Giá trị trở kháng Stator (P0350) phải chính xác. 6. Động cơ không bị kẹt hay quá tải. - Tăng thời gian tăng tốc. - Giảm bớt mức điện áp (điều khiển V/f : P1311 và P1312, điều khiển vector : P1610 và P1611)</p>	
<p>A0502 : Quá áp</p>	<p>Quá điện áp đạt tới mức giới hạn. - Cảnh báo này xuất hiện khi động cơ đang giảm tốc, bộ điều khiển DC-link không xuất hiện (P1240 = 0).</p>	<p>- Nếu cảnh báo này xuất hiện lâu, kiểm tra bộ biến đổi điện áp vào.</p>	
<p>A0503 : Thấp áp</p>	<p>- Nguồn cấp bị lỗi. - Nguồn cấp (P0210) và điện áp DC-link (r0026) dưới</p>	<p>- Kiểm tra nguồn cung cấp (P0210) ở mức cho phép</p>	

	mức giới hạn xác định (P2172).		
A0504 : Biến tần quá nhiệt	- Ở mức cảnh báo khi nhiệt độ bộ tản nhiệt trên biến tần (P0614) quá giới hạn, do tần số xung giảm và tần số ngõ vào giảm (P0610).	- Kiểm tra nhiệt độ môi trường xung quanh nằm trong giới hạn xác định cho phép. - Điều kiện tải và chu trình vận hành phải ở mức độ cho phép. - Quạt phải chạy khi vận hành.	
A0505 : Quá nhiệt	- Mức cảnh báo vượt quá, dòng điện sẽ giảm nếu tham số đặt P0610 = 1.	- Kiểm tra chu trình làm việc tải nằm trong giới hạn cho phép.	
A0510, A0511 Quá nhiệt động cơ	- Động cơ quá tải. - Chu trình làm việc của tải qua cao.	- Kiểm tra P0611 nên cài đặt ở giá trị cho phép. - P0614 nên đặt ở mức phù hợp.	
A0512 : Mất tín hiệu nhiệt độ động cơ	- Dây dẫn tín hiệu nhiệt độ động cơ bị đứt, nếu dây đứt được nhận diện. - Chính công tắc nhiệt độ vượt quá cảm biến động cơ.		
A0522 : Hết hạn I ² C	- Chu trình xử lý UCE Value và nhiệt độ chông công suất qua đường I ² C bus bị lỗi.		
A0523 : Ngõ ra lỗi	- Một pha của động cơ chưa kết nối.		
A0535 : Điện trở thắng quá		1. Tăng chu trình làm việc P1237. 2. Tăng thời gian giảm tốc	

nóng		P1121.	
A0541 : Tham số dữ liệu động cơ tác động.	- Tham số dữ liệu của động cơ (P1910) được lựa chọn hay đang chạy.		
A0542 : Tốc độ điều khiển mát ổn định tác động.	- Tốc độ điều khiển mát ổn định (P1960) được lựa chọn hay đang chạy.		
A0590 : Cảnh báo mát tín hiệu hồi tiếp encoder.	- Tín hiệu từ bộ encoder bị mất và biến tần đã bật điều khiển vector độ nhạy thấp.	- Dừng biến tần và kiểm tra : 1. Encoder đã được lắp. Nếu chưa, cài P4000=0 và chọn mode SLVC (P1300=20 hay 22) 2. Nếu encoder đã lắp kiểm tra chính xác encoder đã được lựa chọn (P0400). 3. Kiểm tra sự kết nối giữa encoder và biến tần. 4. Kiểm tra encoder không bị lỗi (chọn P1300=0, chạy tại tần số ổn định, kiểm tra tín hiệu hồi tiếp encoder ở r0061). 5. Tăng encoder dưới ngưỡng ở P0492.	
A0600 : Cảnh báo về	- Phần mềm lỗi.	- Liên hệ Siemens.	

RTOS.			
A0700 ÷ A0709 Cảnh báo 1 ÷ 10 về bo mạch truyền thông.	- Bo mạch truyền thông phải hoạt động tốt.	Xem chi tiết tài liệu “CB users manual’.	
A0710, A0711 Lỗi bo mạch truyền thông.	- Truyền thông trên bo mạch truyền thông bị mất.	- Kiểm tra phần cứng trên bo mạch truyền thông.	
A0910 : Bộ điều khiển Vdc-max mất hoạt động.	- Bộ điều khiển Vdc-max bị mất hoạt động. - Giữ điện áp DC-link (r0026) không quá giới hạn (P2172).	- Kiểm tra : 1. Áp vào (P0756) phải nằm trong giới hạn cho phép. 2. Tải phù hợp. - Vài trường hợp nên áp dụng điện trở thặng.	
A0911 : Bộ điều khiển Vdc-max tác động.	- Bộ điều khiển Vdc-max hoạt động, vì thế thời gian giảm tốc sẽ được tăng tự động. - Giữ điện áp DC-link (r0026) không quá giới hạn (P2172).	- Kiểm tra tham số điện áp vào biến tần. - Kiểm tra thời gian giảm tốc.	
A0912 : Bộ điều khiển Vdc-min tác	- Bộ điều khiển Vdc-min sẽ tác động nếu điện áp rơi trên DC-link (r0026) thấp hơn mức nhỏ nhất (P2172). - Động năng của động cơ sử		

độn	dụng làm bộ đệm cho điện áp DC-link, làm giảm tốc độ drive.		
A0920 : Tham số ADC không cài đặt đúng.	- Tham số ADC không cài đặt đúng. 1. Tham số đang cài đặt cho ngõ ra. 2. Tham số đang cài đặt cho ngõ vào. 3. Tham số cài đặt cho ngõ vào không tương xứng loại ADC.		
A0921 : Tham số DAC không cài đặt đúng.	- Tham số DAC không cài đặt đúng. 1. Tham số đang cài đặt cho ngõ ra. 2. Tham số đang cài đặt cho ngõ vào. 3. Tham số cài đặt cho ngõ vào không tương xứng loại DAC.		
A0922 : Không có tải gắn vào biến tần.	- Không có tải gắn vào biến tần. - Vài hàm không hoạt động khi điều kiện tải dưới mức bình thường.	1. Kiểm tra tải gắn vào biến tần. 2. Kiểm tra tham số cài đặt động cơ phải chính xác tải gắn vào. 3. Vài hàm không hoạt động chính xác vì có tải không ở điều kiện bình thường.	
A0923 : Fog left và Jog right hoạt	- Yêu cầu cả hai Fog left và Jog right hoạt động cùng lúc (P1055 và P1056), điều này làm cản trở tần số ngõ ra		

động cùng lúc.	RFG tại giá trị xác định của nó.		
A0924, A0952 Lỗi cơ khí.	Điều kiện tải trên động cơ gây lỗi cơ khí.	<p>- Bôi trơn nếu được yêu cầu.</p> <p>- Kiểm tra :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trục động cơ không bị gãy, bị gài hay kẹt trục. 2. Tín hiệu cảm biến tốc độ từ bên ngoài phải thích đáng nếu được sử dụng. 3. P0402 (xung/phút), P2164 (độ trễ, lệnh tần số), P2165 (thời gian trễ nằm trong độ lệch cho phép), các tham số trên phải có giá trị xác định. 4. <ul style="list-style-type: none"> P2155 (ngưỡng tần số f1), P2157 (ngưỡng tần số f2), P2159 (ngưỡng tần số f3), P2174 (ngưỡng trên moment 1),P2175 (ngưỡng dưới moment 1), P2176 (thời gian trễ cho mức moment), P2182 (ngưỡng trên môment2), P2183 (ngưỡng dưới môment 2), P2184 (ngưỡng trên môment 3), P2185 (ngưỡng dưới moment 3) <p>Phải có giá trị chính xác.</p>	

A0936 : PID Autotuning tác động	- Chức năng PID Autotuning (P2350) được lựa chọn hay đang chạy.		
--	---	--	--

4.4.5 Cách lựa chọn biến tần

a) **MM 410** : Điện áp vào 1 pha AC 200V đến 240V.

Công suất ra		I_{dm} vào	I_{dm} ra	Cỡ vỏ (FS)	Mã hiệu MM 410 không có chọn lọc	MM 410 có chọn lọc cấp B
KW	HP	A	A			
0.12	0.16	1.5	0.9	AA	6SE6410-2UB11-2AA0	6SE6410-2BB11-2AA0
0.25	0.33	3	1.7	AA	6SE6410-2UB12-5AA0	6SE6410-2BB12-5AA0
0.37	0.50	4.4	2.3	AA	6SE6410-2UB13-7AA0	6SE6410-2BB13-7AA0
0.55	0.75	5.8	3.2	AB	6SE6410-2UB15-5BA0	6SE6410-2BB15-5BA0
0.75	1.00	7.8	3.6	AB	6SE6410-2UB17-5BA0	6SE6410-2BB17-5BA0

Các thông số trên xác định tại nhiệt độ 50 C.

Các tùy chọn độc lập	Mã hiệu
Các tùy chọn dưới đây phù hợp với bộ biến tần MM 410	
Operator Panel (OP)	6ES6400-0SP00-0AA0
Bộ ghép nối với PC	6ES6400-0PL00-0AA0
Adapter để lắp đặt trên thanh ray DIN	6ES6400-0DR00-0AA0
Phần mềm STARTER và DriverMonitor, cùng với các tài liệu khác	6ES6400-5EA00-0AG0

b) MM 420 :

Điện áp vào 3 pha AC 380V đến 480V.

Công suất ra		I _{dm} vào A	I _{dm} ra A	Cỡ vỏ (FS)	Mã hiệu MM 410 không có chọn lọc	MM 410 có chọn lọc cấp A
KW	HP					
0.37	0.5	1.1	1.2	A	6SE6420-2UD13- 7AA0	-
0.55	0.75	1.4	1.6	A	6SE6420-2UD15- 5AA0	-
0.75	1	1.9	2.1	A	6SE6420-2UD17- 5AA0	-
1.1	1.5	2.8	3	A	6SE6420-2UD21- 1AA0	-
1.5	2	3.9	4	A	6SE6420-2UD21- 5AA0	-
2.2	3	5	5.9	B	6SE6420-2UD22- 2BA0	6SE6420-2AD22- 2BA0
3	4	6.7	7.7	B	6SE6420-2UD23- 0BA0	6SE6420-2AD23- 0BA0
4	5	8.5	10.2	B	6SE6420-2UD24- 0BA0	6SE6420-2AD24- 0BA0
5,5	7.5	11.6	13.2	C	6SE6420-2UD25- 5CA0	6SE6420-2AD25- 5CA0
7.5	10	15.4	19	C	6SE6420-2UD27- 5CA0	6SE6420-2AD27- 5CA0
11	15	22.5	26	C	6SE6420-2UD31- 1CA0	6SE6420-2AD31- 1CA0

Các thông số trên xác định tại nhiệt độ 50 C.

Các tùy chọn độc lập Các tùy chọn dưới đây phù hợp với bộ biến tần MM 420	Mã hiệu
Operator Panel (AOP)	6ES6400-0AP00-0AA1
Operator Panel (BOP)	6ES6400-0BP00-0AA0
Bộ ghép nối PC	6ES6400-0PC00-0AA0
Modun Profibus	6ES6400-0PB00-0AA0
Ghép nối PC với AOP`	6ES6400-0PA00-0AA0
Phần mềm STARTER và DriverMonitor, cùng với các tài liệu khác	6ES6400-5EA00-0AG0

b) MM 440 : Điện áp vào 3 pha AC 380V đến 480V.

Công suất ra		I _{dm} vào A	I _{dm} ra A	Cỡ vỏ (FS)	Mã hiệu MM 410 không có chọn lọc	MM 410 có chọn lọc cấp A
KW	HP					
0.37	0.5	1.1	1.2	A	6SE6420-2UD13-7AA0	-
0.55	0.8	1.4	1.6	A	6SE6420-2UD15-5AA0	-
0.75	1	1.9	2.1	A	6SE6420-2UD17-5AA0	-
1.1	1.5	2.8	3	A	6SE6420-2UD21-1AA0	-
1.5	2	3.9	4	A	6SE6420-2UD21-5AA0	-
2.2	3	5	5.9	B	6SE6420-2UD22-	6SE6420-2AD22-

					2BA0	2BA0
3	4	6.7	7.7	B	6SE6420-2UD23-0BA0	6SE6420-2AD23-0BA0
4	5	8.5	10.2	B	6SE6420-2UD24-0BA0	6SE6420-2AD24-0BA0
5,5	7.5	11.6	13.2	C	6SE6420-2UD25-5CA0	6SE6420-2AD25-5CA0
7.5	10	15.4	18.4	C	6SE6420-2UD27-5CA0	6SE6420-2AD27-5CA0

BÀI 6: NGHỊCH LƯU

1. Các khái niệm và phân loại

Nghịch lưu là một dạng mạch phát sinh nguồn xoay chiều nguồn một chiều. Sự phát sinh này có thể khách quan do mạch điện gây ra hay chủ quan do thiết kế tạo nên. Để phân biệt cũng như ứng dụng hiệu quả trong kỹ thuật người ta chia mạch nghịch lưu thành hai loại: nghịch lưu phụ thuộc và nghịch lưu độc lập.

2. Mạch nghịch lưu một pha:

2.1 Nghịch lưu phụ thuộc:

Nghịch lưu phụ thuộc là một chế độ làm việc của các sơ đồ chỉnh lưu, trong đó năng lượng từ phía một chiều được đưa trả về lưới điện xoay chiều. Đây là chế độ làm việc rất phổ biến của các bộ chỉnh lưu, đặc biệt đối với các hệ thống truyền động điện một chiều. Khi một máy điện một chiều được điều khiển bằng một bộ chỉnh lưu, máy điện có thể là động cơ tiêu thụ năng lượng điện từ lưới điện đồng thời cũng có thể đóng vai trò là nguồn phát năng lượng, ví dụ trong chế độ hãm tái sinh. Trong chế độ hãm tái sinh động năng tích lũy trong phần quay của động cơ được đưa trở về lưới điện. Tuy nhiên vấn đề trả năng lượng từ phía một chiều về xoay chiều và cung cấp năng lượng từ phía xoay chiều đến một chiều xảy ra luân phiên là chế độ làm việc bình thường trong hệ thống truyền tải điện.

Trước hết, các yêu cầu để có thể thực hiện được chế độ nghịch lưu phụ thuộc, trong đó năng lượng từ phía một chiều được đưa trả về phía xoay chiều, là:

1. Trong mạch một chiều phải có sức điện động một chiều E_d có cực tính tăng cường dòng I_d , nghĩa là dòng điện một chiều của bộ biến đổi phải đi vào cực âm và đi ra cực dương của sức điện động một chiều E_d .

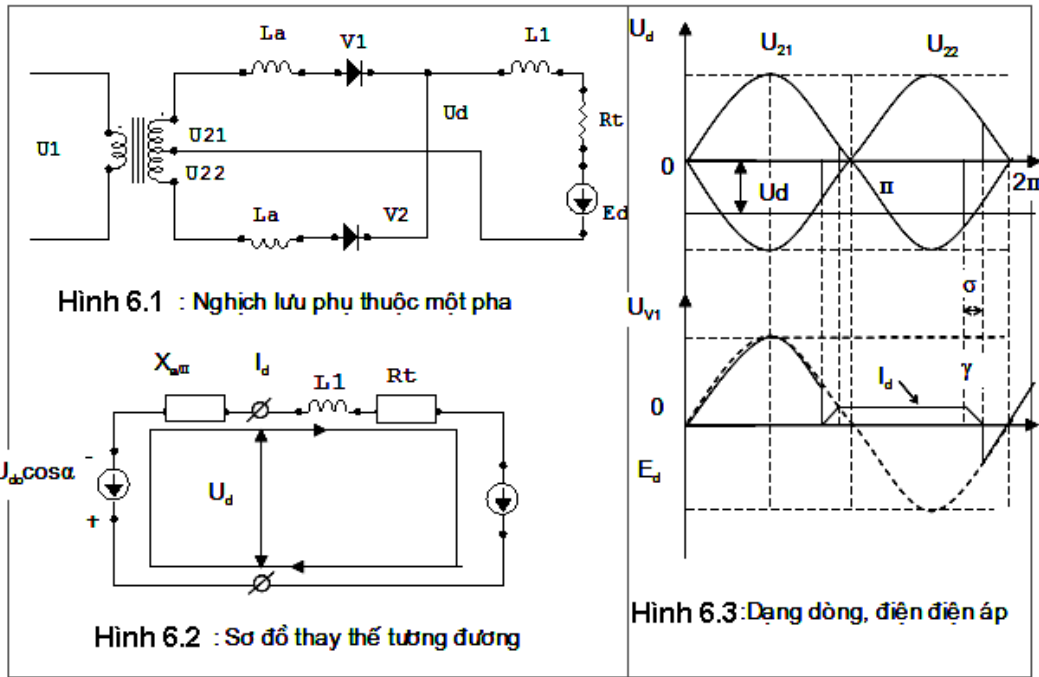
2. Góc điều khiển α phải lớn hơn 90° . Điều này dẫn đến $U_{da} = U_{d0} \cdot \cos\alpha < 0$. Như vậy, đầu ra của bộ chỉnh lưu không thể là nguồn cấp năng lượng vì dòng một chiều I_d sẽ đi ra ở cực âm và đi vào cực dương của U_{da} .

3. Điều kiện thứ ba rất quan trọng vì liên quan đến bản chất quá trình khoá của các Diôt nắn điện trong sơ đồ, đó là phải đảm bảo góc khoá phải lớn hơn, trong đó t_r là thời gian phục hồi tính chất khoá của van.

Sơ đồ mạch nghịch lưu một pha được trình bày ở Hình 6.1 .

Trong sơ đồ nếu tăng dần góc điều khiển α cho đến khi $\alpha \geq \frac{\pi}{2}$ thì $U_{da} = U_{d0} \cos\alpha \leq 0$, có nghĩa là không thể duy trì được dòng I_d theo chiều cũ. Tuy nhiên nếu như trong mạch một chiều có sức điện động E_d sao cho $E_d \geq |U_{da}|$ thì dòng I_d có thể được duy trì.

Nếu thay thế sơ đồ chỉnh lưu bằng nguồn sức điện động U_{da} ở sơ đồ Hình 1.14 , có thể thấy chiều dòng điện I_d đi ra ở cực âm và đi vào ở cực dương. Như vậy U_{da} đóng vai trò là phụ tải.



Hình 6.1 : Nghịch lưu phụ thuộc một pha

Hình 6.2 : Sơ đồ thay thế tương đương

Hình 6.3: Dạng dòng, điện điện áp

Đối với E_d dòng I_d đi ra ở cực dương và đi vào ở cực âm. Như vậy E_d là máy phát.

Về bản chất ở đây phụ tải chính là phía xoay chiều vì trong phần lớn thời gian nửa chu kỳ của điện áp lưới thì dòng điện đi vào đầu có cực tính âm và đi ra ở đầu có cực tính dương.

2.2 Nghịch lưu độc lập

Định nghĩa: Nghịch lưu độc lập là những bộ biến đổi nguồn điện một chiều thành nguồn điện xoay chiều, cung cấp cho phụ tải xoay chiều, làm việc độc lập. Làm việc độc lập có nghĩa là phụ tải không có liên hệ trực tiếp với lưới điện. Như vậy, bộ nghịch lưu có chức năng ngược lại với chỉnh lưu. Khái niệm độc lập nhằm để phân biệt với các bộ biến đổi phụ thuộc như chỉnh lưu hoặc các bộ biến đổi xung áp xoay chiều, trong đó các van chuyển mạch dưới tác dụng của điện áp lưới xoay chiều.

Phân loại: Tùy vào chế độ làm việc của nguồn một chiều cung cấp mà nghịch lưu độc lập được phân loại là nghịch lưu độc lập nguồn áp, nghịch lưu độc lập nguồn dòng.

Phụ tải của nghịch lưu độc lập có thể là một tải xoay chiều bất kỳ. Tuy nhiên có một dạng phụ tải đặc biệt cấu tạo từ một vòng dao động, trong đó điện áp hoặc dòng điện có dạng Hình sin yêu cầu một dạng nghịch lưu riêng, gọi là nghịch lưu cộng hưởng. Nghịch lưu cộng hưởng có thể là loại nguồn áp và cũng có thể là nguồn dòng.

Nguồn áp, nguồn dòng: Một nguồn điện có thể là nguồn áp hay nguồn dòng. Chế độ làm việc của các bộ nghịch lưu phụ thuộc rất nhiều vào chế độ làm việc của nguồn một chiều cung cấp, vì vậy cần phân biệt các đặc tính riêng của hai loại nguồn này.

Nguồn áp lý tưởng là một nguồn điện có nội trở bằng không. Như vậy dạng điện áp ra là không đổi, không phụ thuộc vào giá trị cũng như tính chất của phụ tải. Dòng điện ra sẽ phụ thuộc phụ tải. Nguồn áp sẽ làm việc được ở chế độ không tải nhưng không thể làm việc được ở chế độ ngắn mạch vì khi đó dòng điện có thể rất lớn. Trong thực tế nguồn áp được tạo ra bằng cách mắc ở đầu ra nguồn một chiều một tụ điện có giá trị đủ lớn.

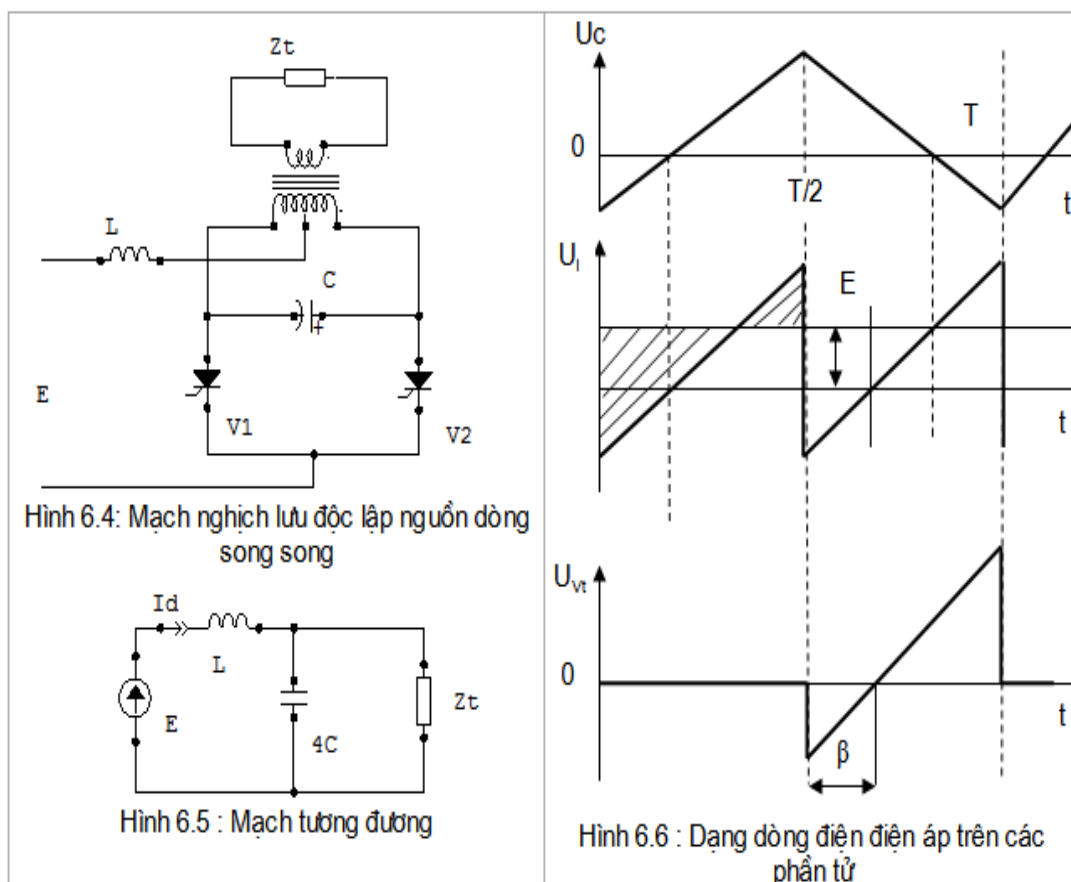
Nguồn dòng lý tưởng là một nguồn điện có nội trở trong vô cùng lớn như vậy dòng điện ra là không đổi, không phụ thuộc vào giá trị cũng như tính chất của phụ tải. Điện áp ra sẽ phụ thuộc tải. Nguồn dòng sẽ làm việc được ở chế độ ngắn mạch vì khi đó dòng điện vẫn không đổi nhưng sẽ không làm việc được ở chế độ không tải. Chế độ không tải hoặc gần chế độ không tải tương đương với trở kháng tải rất lớn, với

dòng điện không đổi làm cho trên mạch xảy ra hiện tượng quá áp rất lớn không thể chấp nhận được. Trong thực tế, nguồn dòng được tạo ra bằng cách mắc ở đầu ra một nguồn một chiều có điện cảm giá trị đủ lớn. Tuy nhiên, điện cảm đầu vào sẽ chịu toàn bộ dòng điện yêu cầu của nghịch lưu, vì vậy có thể phải chịu có công suất rất lớn. Trong thực tế để tạo ra nguồn dòng, người ta dùng một mạch chỉnh lưu điều khiển có mạch phản hồi dòng điện. Mạch vòng điều khiển đảm bảo một dòng điện ra không đổi, điện cảm lúc này có giá trị nhỏ hơn và chỉ có chức năng san bằng dòng điện.

Nghịch lưu độc lập nguồn dòng song song:

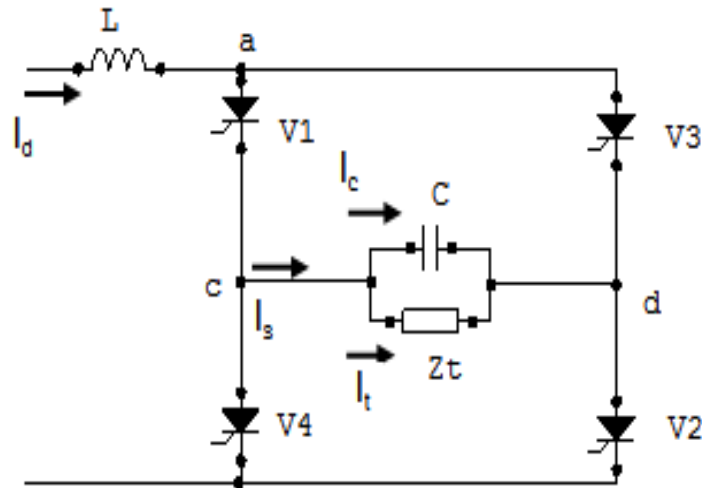
Trên sơ đồ mỗi SCR được điều khiển mở trong một nửa chu kỳ, như vậy điện áp được luân phiên đặt lên mỗi nửa cuộn dây của máy biến áp. Kết quả là bên phía thứ cấp xuất hiện điện áp xoay chiều. Tụ C mắc song song với tải ở bên sơ cấp máy biến áp, đóng vai trò là tụ chuyển mạch. Điện cảm L có trị số lớn mắc nối tiếp với nguồn đầu vào làm cho dòng điện đầu vào hầu như bằng phẳng và ngăn tụ phóng ngược trở về nguồn khi các SCR chuyển mạch. Do dòng điện đầu vào hầu như không thay đổi nên tụ chỉ có thể phóng năng lượng ra tải. Điều này được thấy rõ trên sơ đồ tương đương Hình 6.5.

Khi SCR V_1 dẫn điện áp E đặt lên một nửa cuộn dây sơ cấp biến áp, như vậy tụ C sẽ được nạp điện trên toàn bộ phần sơ cấp có giá trị $= 2E$. Khi V_2 nhận được xung điều khiển để dẫn điện, lúc đó thyristor sẽ dẫn điện được vì $U_A > U_K$ (do điện áp trên tụ đang dương hơn). Khi V_2 dẫn dòng điện i_d sẽ chạy qua V_2 . Điện áp nạp trên tụ C đặt ngược cực tính trên SCR V_1 làm V_1 ngưng dẫn. Tụ C được nạp điện ngược chiều để chuẩn bị cho chu kỳ làm việc kế tiếp khi V_1 nhận được xung tín hiệu điều khiển.



Trên mạch điện tương đương, tụ tương đương là $4C$ phản ánh cuộn sơ cấp là 2:1. Phân tích sơ đồ tương đương có thể vẽ được dạng điện áp, dòng điện trên các phần tử như trên Hình 6.5.

Trong thực tế mạch nghịch lưu độc lập song song có thể dùng sơ đồ cầu như Hình 6.7.



Hình 6.7 : Nghịch lưu độc lập song dòng sơ đồ cầu

Nghịch lưu độc lập song dòng, sơ đồ cầu gồm 4 SCR V_1, V_2, V_3, V_4 được đóng mở theo từng cặp, V_1 cùng V_2, V_3 cùng V_4 . Tụ C đóng vai trò là tụ chuyển mạch, mắc song với tải đầu vào một chiều có cuộn cảm L có trị số đủ lớn để tạo nên nguồn dòng.

Khi các SCR được điều khiển theo từng cặp dòng đầu ra nghịch lưu i_s có dạng Hình chữ nhật với biên độ bằng đầu vào I_d . Điện áp trên tải bằng điện áp trên tụ U_c . Giả sử V_1, V_2 đang dẫn tụ C được nạp điện từ trái sang phải như sơ đồ. Tới nửa chu kỳ sau V_3, V_4 được điều khiển dẫn điện, điện áp trên tụ C đặt ngược trên V_1, V_2 để ngắt V_1, V_2

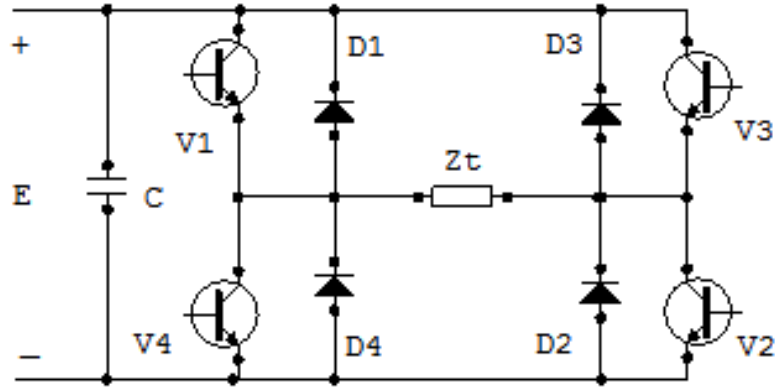
Nếu bỏ qua tổn thất trên sơ đồ thì giá trị trung bình điện áp trên cuộn cảm bằng không, nghĩa là:

$$u_L = E - u_{ab}$$

$$\int_0^{T/2} u_L \cdot dt = 0$$

Nghịch lưu độc lập nguồn áp:

Nếu như nghịch lưu độc lập nguồn dòng đều sử dụng SCR thì nghịch lưu nguồn áp lại phải sử dụng các van bán dẫn điều khiển hoàn toàn như IGBT, GTO, MOSFET hoặc Tranzito. Trước đây người ta dùng SCR trong các nghịch lưu nguồn áp, nhưng phải có các hệ thống chuyển mạch cưỡng bức phức tạp. Ngày nay do công nghệ chế tạo các linh kiện bán dẫn đã hoàn chỉnh nên hầu như chỉ còn các van bán dẫn điều khiển hoàn toàn được sử dụng trong các nghịch lưu nguồn áp. Sơ đồ mạch Hình 6.8 là một dạng của mạch nghịch lưu độc lập nguồn áp một pha.



Hình 6.8 : Mạch nghịch lưu độc lập nguồn áp một pha.

Trên sơ đồ mạch điện 4 van điều khiển hoàn toàn V_1, V_2, V_3, V_4 , và các điốt ngược D_1, D_2, D_3, D_4 . Các điốt ngược là các phần tử bắt buộc trong các sơ đồ nghịch lưu áp, giúp cho quá trình trao đổi công suất phản kháng giữa tải với nguồn. Đầu vào một chiều là một nguồn áp với đặc trưng có tụ C với giá trị đủ lớn. Tụ C có vai trò lọc nguồn ngõ vào vừa có vai trò chứa công suất phản kháng trao đổi với tải qua các điốt ngược. Nếu không có tụ C hoặc tụ C quá nhỏ dòng phản kháng sẽ chạy qua không hết, tồn lại trên mạch gây hiện tượng quá áp trên các phần tử trên mạch điện dễ dẫn đến hiện tượng linh kiện bị đánh thủng do quá áp.

Các van trong sơ đồ mạch điện được điều khiển mở trong mỗi chu kỳ theo từng cặp, V_1, V_2 và V_3, V_4 . Kết quả là điện áp ngõ ra có dạng xoay chiều xung chữ nhật với biên độ bằng điện áp nguồn đầu vào, không phụ thuộc vào tải.

Điện áp ra dạng xung chữ nhật nếu phân tích ra các thành phần của chuỗi Fourier sẽ gồm các thành phần sóng hài với biên độ bằng:

$$U^n = -2 \frac{E(-1 + \cos \pi n)}{\pi n}$$

Như vậy trong các điện áp ra tồn tại các thành phần sóng hài bậc lẻ 1, 3, 5, 7... với biên độ bằng $\frac{4E}{\pi}, \frac{4E}{3\pi}, \frac{4E}{5\pi}, \dots$. Với một số phụ tải yêu cầu điện áp ra phải có dạng sin có thể dùng các bộ lọc để lọc bỏ các thành phần sóng hài bậc cao. Một số phương pháp điều chế độ rộng xung khác có thể sử dụng để giảm thành phần sóng hài bậc cao.

3. Nghịch lưu 3 pha

3.1 Nghịch lưu 3 pha phụ thuộc

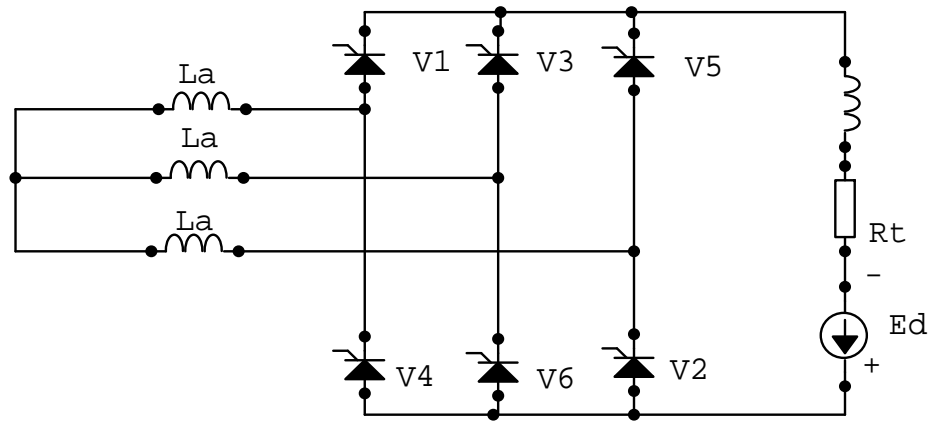
Tương tự như nghịch lưu một pha, nghịch lưu phụ thuộc ba pha cũng được phát sinh trong quá trình làm việc của mạch điện có tải dùng nguồn dòng một chiều trả về nguồn và chúng cũng có các điều kiện tương tự như các mạch điện một pha. Để tính toán các quá trình năng lượng, cần chú ý các biểu thức sau đây:

$$\Delta U_{\gamma} = \frac{3X_a \cdot I_d}{2\pi}$$

$$U_{d\beta} = -U_{do} \cdot \cos \beta - \Delta U_{\gamma} = U_{do} \cdot \cos \alpha - \frac{3X_a \cdot I_d}{2\pi}$$

$$I_d = \frac{E_d + U_{d\alpha}}{2\pi}$$

Sơ đồ nghịch lưu phụ thuộc sơ đồ cầu ba pha được trình bày ở Hình 6.9

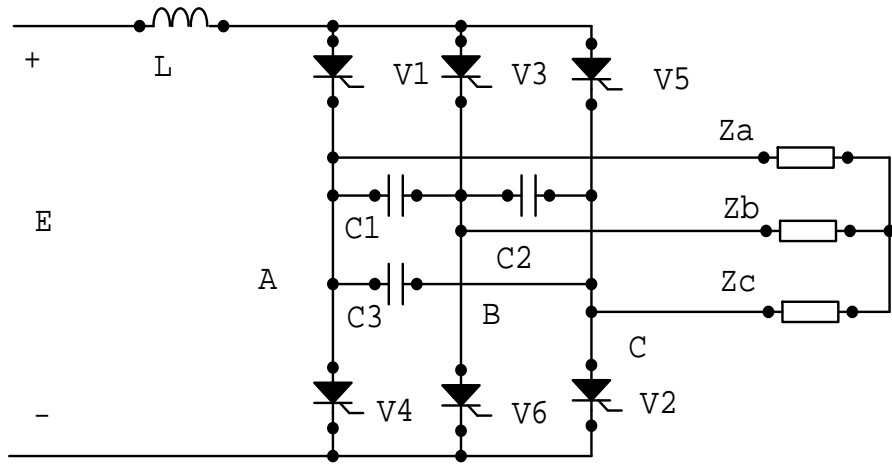


Hình 6.9: Mạch nghịch lưu phụ thuộc ba pha

Nghịch lưu độc lập ba pha:

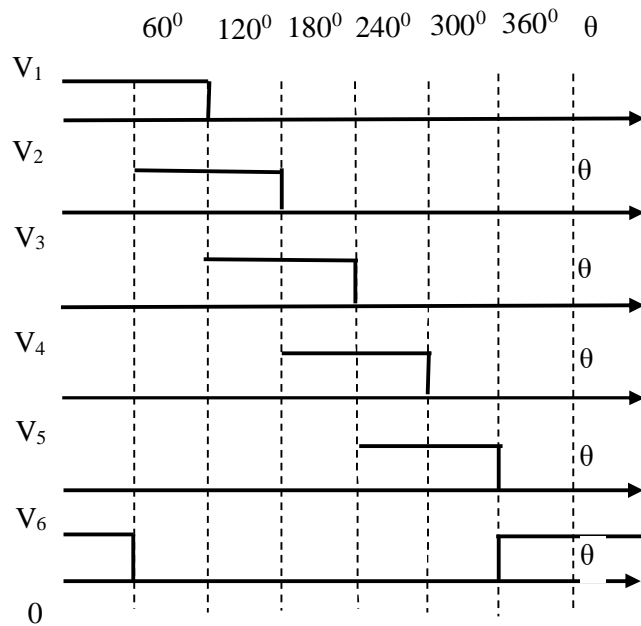
Cũng giống như nghịch lưu phụ thuộc, nghịch lưu độc lập ba pha có hai loại đó là nghịch lưu độc lập ba pha nguồn dòng và nghịch lưu độc lập ba pha nguồn áp.

Mạch nghịch lưu độc lập nguồn dòng ba pha:(hình 6.10)



Hình 6.10: Mạch nghịch lưu nguồn dòng ba pha

Dạng cơ bản của nghịch lưu nguồn dòng ba pha được thể hiện ở sơ đồ Hình 6.10. Trên sơ đồ các SCR từ V_1 đến V_6 được điều khiển để dẫn dòng trong khoảng 120° , mỗi van cách nhau 60° như trên Hình 6.11.

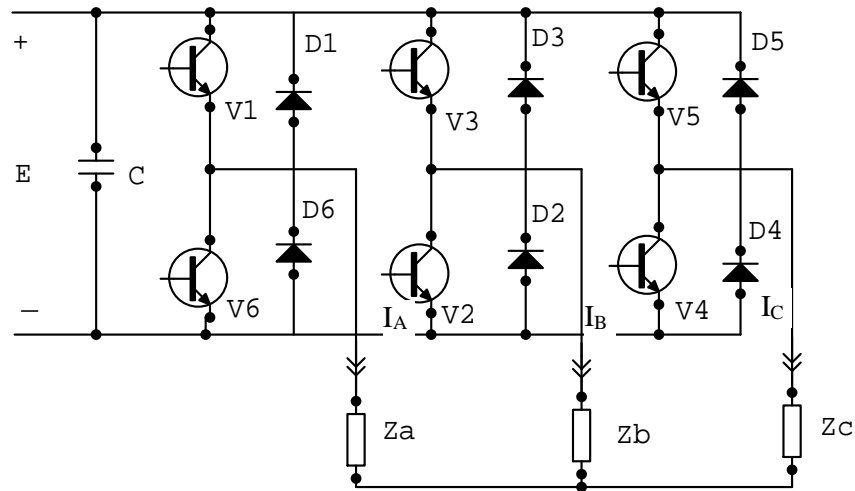


Hình 6.11: Dạng tín hiệu điều khiển

Mạch nghịch lưu độc lập nguồn áp ba pha:

Sơ đồ mạch nghịch lưu độc lập nguồn áp ba pha được trình bày ở Hình 6.12. Sơ đồ gồm 06 van điều khiển hoàn toàn gồm $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ và các điốt ngược $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$. Các điốt ngược giúp cho quá trình trao đổi công suất phản kháng giữa tải với nguồn. Đầu vào một chiều là một nguồn áp đặc trưng với tụ C có giá trị đủ lớn. Phụ tải ba pha đối xứng $Z_a = Z_b = Z_c$. Có thể đấu hình sao hay tam giác.

Để tạo ra hệ thống điện áp xoay chiều ba pha có cùng biên độ nhưng lệch nhau một góc 120° về pha, các van được điều khiển theo thứ tự cách nhau 60° . Khoảng điều khiển dẫn của mỗi van có thể trong khoảng 120° đến 180° . Để thuận tiện cho việc xây dựng hệ thống điều khiển góc điều khiển thường được chọn các giá trị $120^\circ, 150^\circ$, hay 180° .

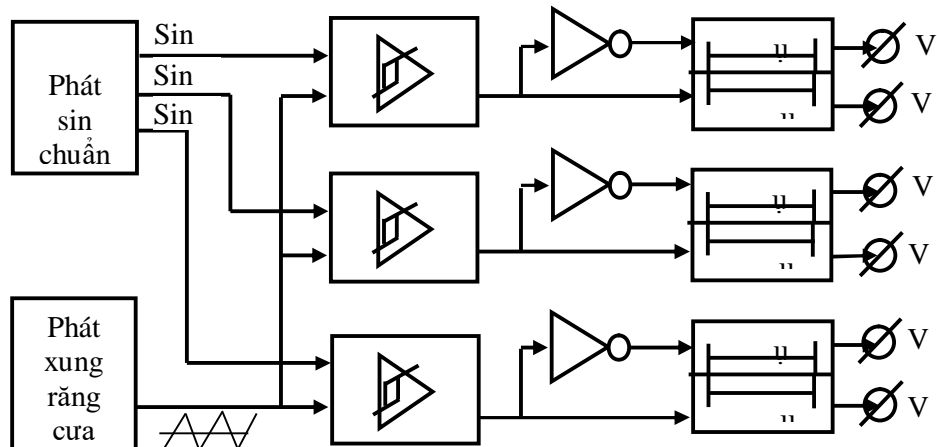


Hình 6.12 : Sơ đồ nguyên lý mạch nghịch lưu ba pha độc lập

Ngày nay, nghịch lưu áp ba pha thường được dùng chủ yếu với phương pháp biến điệu độ rộng xung, đảm bảo điện áp ra có dạng hình sin. Để dạng điện áp ra không phụ thuộc tải người ta thường dùng biến điệu bề rộng xung hai cực tính, như vậy mỗi pha của mạch điện ba pha có thể điều khiển độc lập nhau.

Vấn đề chính của biến điệu bề rộng xung ba pha là phải có ba sóng sin chủ đạo có biên độ bằng nhau chính xác và lệch pha nhau chính xác 120° trong toàn bộ giải điều chỉnh. Điều này rất khó thực hiện bằng các mạch tương tự. Ngày nay người ta đã chế tạo các mạch biến điệu bề rộng xung ba pha dùng mạch số bởi các bộ vi xử lý. đặc biệt nhờ đó dạng xung điều khiển ra sẽ tuyệt đối đối xứng và khoảng dẫn của mỗi van sẽ được xác định chính xác, kể cả thời gian trễ của các van trong cùng một

pha để tránh dòng xuyên giao giữa hai van. Hình 6.13 mô tả cấu trúc của một hệ thống biến điệu bề rộng xung ba pha.



Hình 6.13: Hệ thống biến điệu bề rộng xung ba pha

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đề cương môđun/môn học nghề Sửa chữa thiết bị điện tử công nghiệp”, *Dự án Giáo dục kỹ thuật và Dạy nghề (VTEP), Tổng cục Dạy Nghề, Hà Nội, 2003*
- [2] Power electronic - *Heinz- Piest-Institut fur. Handwekstechnik at the University of Hannover*
- [3] Leistungelektronik - *Rainer Felderhoff*
- [4] Điện tử công suất và điều khiển động cơ điện. *Cyril W. Lander*
- [5] Nguyễn Bình: Điện tử công suất. *NXB Khoa học kỹ thuật 2005*
- [6] Nguyễn Tấn Phước: điện tử công suất. *nxb khoa học kỹ thuật 2004*