

TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ ĐẮK LẮK

Khoa: Điện



GIÁO TRÌNH
TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
Mã mô đun: MĐ26

NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

Trình độ: Cao đẳng nghề

Biên soạn: ThS Nguyễn Văn Ban

Lưu hành nội bộ, 2014

Bài: 1. CẤU TRÚC CHUNG CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	5
1. Định nghĩa hệ truyền động điện	5
2. Hệ truyền động của máy sản xuất	5
2.1. Truyền động của máy bơm nước	5
2.2. Truyền động mâm cặp máy tiện	5
2.3. Truyền động của cần trục hoặc máy nâng	6
3. Cấu trúc chung của hệ truyền động điện.....	6
4. Phân loại hệ thống truyền động điện.....	7
4.1. Theo đặc điểm của động cơ điện	7
4.2. Theo tính năng điều chỉnh	8
4.3. Theo thiết bị biến đổi.....	8
4.4. Một số cách phân loại khác	8
5. Phụ tải và phần cơ của truyền động điện.	8
5.1. Phụ tải của truyền động điện.	8
5.2. Phần cơ của truyền động điện.....	8
Bài: 2. CƠ HỌC TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	11
1. Các khâu cơ khí của truyền động điện, tính toán qui đổi các khâu cơ khí của truyền động điện.....	11
1.1. Các khâu cơ khí của truyền động điện.....	11
1.2. Tính đổi các đại lượng cơ học	11
2. Đặc tính cơ của máy sản xuất và động cơ điện.....	13
2.1. Đặc tính cơ của máy sản xuất	13
2.2. Đặc tính cơ của động cơ điện	14
2.3. Độ cứng của đặc tính cơ	15
2.4. Sự phù hợp giữa đặc tính cơ của động cơ điện và đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất.	15
3. Các trạng thái làm việc xác lập của hệ TĐĐ	15
4. Câu hỏi ôn tập	17
Bài: 3. CÁC ĐẶC TÍNH VÀ CÁC TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN.....	19
1. Đặc tính của động cơ điện DC, các trạng thái khởi động và hãm.	19
1.1. Động cơ điện một chiều kích từ độc lập và kích từ song song.....	19
1.2. Đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ nối tiếp (ĐM_{nt}) và hỗn hợp (ĐM_{hh})	37
2. Đặc tính của động cơ điện không đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm.	45
2.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động	45
2.2. Phương trình đặc tính cơ.....	47
2.3. Các trạng thái khởi động và hãm.	49
2.4. Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ.....	55
3. Đặc tính của động cơ điện đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm.	59
3.1. Đặc tính cơ của động cơ ĐĐB.....	59
3.2. Đặc tính góc của động cơ ĐĐB	59
4. Câu hỏi ôn tập	61

Bài: 4. ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	65
1. Khái niệm về điều chỉnh tốc độ hệ truyền động điện; tốc độ đặt; chỉ tiêu chất lượng của truyền động điều chỉnh.....	65
1.1. Khái niệm về điều chỉnh tốc độ truyền động điện.....	65
1.2. Tốc độ đặt	65
1.3. Chỉ tiêu chất lượng	65
2. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập và song song.....	66
2.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng.....	67
2.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông	68
2.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phản ứng	69
2.4. Hệ truyền động máy phát - động cơ (F - Đ).....	69
2.5. Hệ truyền động chỉnh lưu - động cơ.....	72
3. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện xoay chiều 3 pha KĐB	75
3.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch Rotor.	76
3.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào mạch Stator.....	76
3.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số của nguồn xoay chiều.....	77
3.4. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực của động cơ.	77
Bài: 5. ỔN ĐỊNH TỐC ĐỘ LÀM VIỆC CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	79
1. Khái niệm về ổn định tốc độ; độ chính xác duy trì tốc độ	79
2. Hệ truyền động cơ vòng kín.....	79
2.1. Nguyên lý chung.	79
2.2. Ổn định tốc độ động cơ điện một	80
2.3. Ổn định tốc độ động cơ không đồng bộ.	84
3. Hạn chế dòng điện trong truyền động điện tự động.....	85
4. Câu hỏi ôn tập	85
Bài: 6. ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN.....	87
1. Đặc tính động của truyền động điện.	87
2. Quá độ cơ học; quá độ điện - cơ trong hệ truyền động điện.....	87
3. Khởi động hệ truyền động điện, thời gian mở máy.....	88
4. Hãm hệ truyền động điện, thời gian hãm; dừng máy chính xác.....	88
4.1. Hãm hệ truyền động, thời gian hãm.	88
4.2. Dừng máy chính xác.....	89
5. Câu hỏi ôn tập.....	89
Bài: 7. CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ CHO HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN.....	91
1. Phương pháp chọn động cơ truyền động cho tải theo nguyên lý phát nhiệt.....	91
1.1. Mục đích của việc tính toán công suất động cơ.	91
1.2. Phát nóng và nguội lạnh của động cơ.....	91
1.3. Các chế độ làm việc của truyền động điện.....	92
2. Tính chọn công suất động cơ cho truyền động không điều chỉnh tốc độ	92
2.1. Chọn công suất động cơ làm việc dài hạn.....	92
2.2. Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn	93

2.3. Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn lặp lại	94
3. Tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ.....	94
4. Kiểm nghiệm công suất động cơ	95
5. Tính chọn công suất động cơ truyền động cho cầu trục.....	95
5.1. Động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ	95
5.2. Tính chọn công suất động cơ cho các cơ cấu di chuyển theo phương nằm ngang ..	99
5.3. Ví dụ tính chọn công suất động cơ cho cơ cấu nâng hạ	100
Bài: 8. BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM (SOFT STARTER)	103
1. Khái quát chung về bộ khởi động mềm	103
1.1. Các phương pháp khởi động.....	103
1.2. Khởi động mềm, dừng mềm	106
2. Bộ khởi động mềm Altistart 01	107
2.1. Giới thiệu, các tính năng.....	107
2.2. Sơ đồ đấu dây ATS01N106FT	108
3. Bộ khởi động mềm 3RW4024-1BB14 (Siemens).....	108
3.1. Chức năng ngõ vào	109
3.2. Chức năng ngõ ra.....	109
3.3. Sơ đồ đấu dây 3RW4024-1BB14	110
3.4. Khảo sát các chức năng	113
Bài: 9. BỘ BIẾN TẦN (INVERTER).....	117
1. Biến tần 3G3JX	117
1.1. Sơ lược về biến tần của OMRON.....	117
1.2. Sơ đồ nối dây của Biến Tần.....	117
1.3. Bảng điều khiển	120
1.4. Cài đặt các thông số của Biến Tần	120
1.5. Các chức năng của Biến Tần	140
1.6. Khảo sát chức năng biến tần 3G3MV	146
2. Biến tần Micro matter 440	146
2.1. Các phím chức năng.	146
2.2. Các cổng vào/ra và cách kết nối.	147
2.3. Khảo sát hoạt động	149
Bài: 10. BỘ ĐIỀU KHIỂN MÁY ĐIỆN SERVO	151
1. Giới thiệu bộ điều khiển máy điện Servo.....	151
1.1. Sự khác nhau giữa servo motor và động cơ thông thường.....	151
1.2. Giới thiệu về APD-VS01NL	152
2. Kết nối mạch động lực.....	153
2.1. Chế độ điều khiển vị trí	153
2.2. Chế độ điều khiển tốc độ	154
2.3. Chế độ điều khiển momen	155
2.4. Chế độ tốc độ/vị trí	156

2.5. Chế độ tốc độ/momen.....	157
2.6. Chế độ vị trí/momen.....	158
3. Khảo sát chức năng.....	159
3.1. Khảo sát đặc tính $n = f(M)$	159
3.2. Khảo sát đặc tính $M = f(n)$	159
3.3. Đặt tốc độ làm việc.....	159
3.4. Đặt tốc độ dừng.	159
Tài liệu tham khảo	160

BÀI: 1. CẤU TRÚC CHUNG CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Thời gian: 2 giờ

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm, đặc điểm, ý nghĩa của hệ truyền động điện.
- Giải thích được cấu trúc chung và phân loại hệ truyền động điện.
- Rèn luyện đức tính chủ động, nghiêm túc trong học tập và công việc.

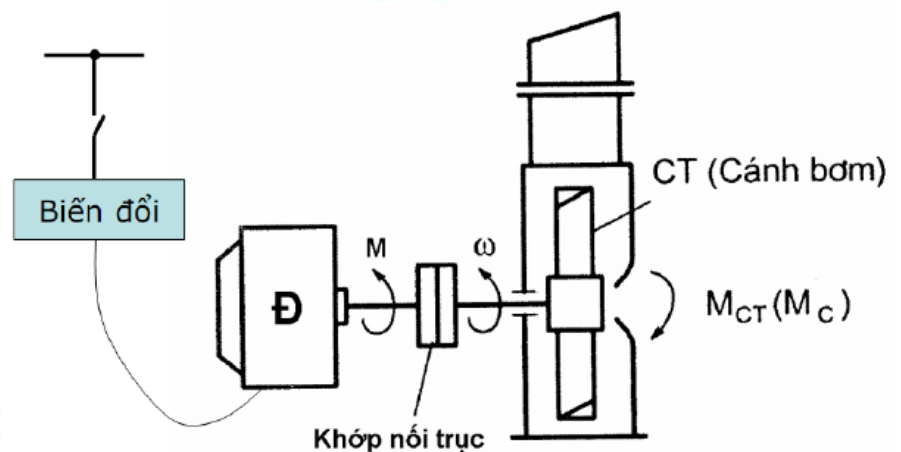
1. Định nghĩa hệ truyền động điện

Truyền động cho một máy, một dây chuyền sản xuất mà dùng năng lượng điện thì gọi là truyền động điện (TĐĐ).

Hệ truyền động điện là một tập hợp các thiết bị như: thiết bị điện, thiết bị điện tử, thiết bị điện tử, cơ, thủy lực phục vụ cho việc biến đổi điện năng thành cơ năng cung cấp cho cơ cấu chấp hành trên các máy sản xuất, đồng thời có thể điều khiển dòng năng lượng đó theo yêu cầu công nghệ của máy sản xuất.

2. Hệ truyền động của máy sản xuất**2.1. Truyền động của máy bơm nước**

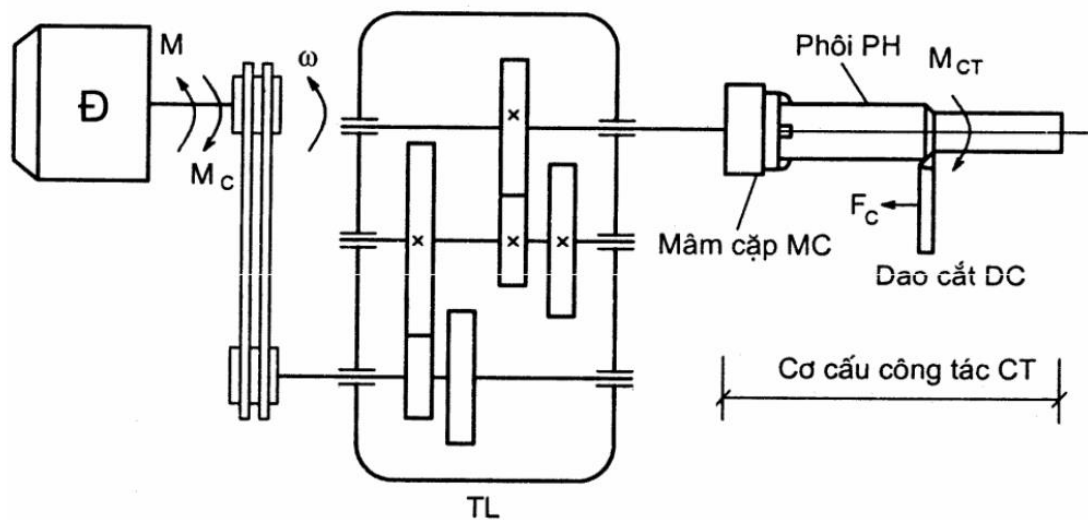
Động cơ điện Đ biến đổi điện năng thành cơ năng tạo ra mômen M làm quay trục máy và các cánh bơm. Cánh bơm chính là cơ cấu công tác CT, nó chịu tác động của nước tạo ra mômen M_{CT} ngược chiều tốc độ quay ω của trục, chính mômen này tác động lên trục động cơ, ta gọi nó là mômen cản M_C cân bằng với mômen động cơ: $M = M_C$ thì hệ sẽ có chuyển động ổn định với tốc độ không đổi $\omega = \text{const}$.



Hình 1.1. Truyền động của máy bơm nước

2.2. Truyền động mâm cặp máy tiện

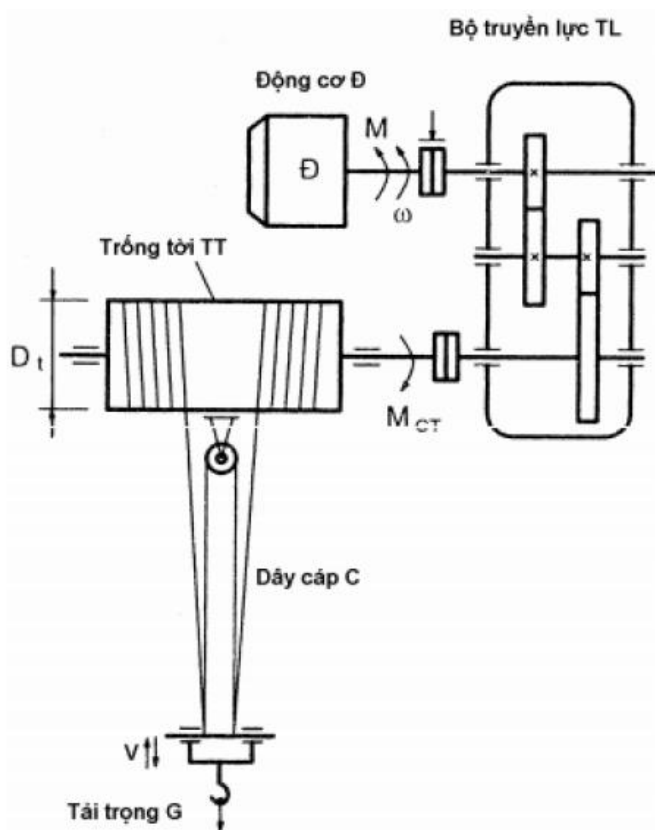
Cơ cấu công tác CT bao gồm mâm cặp M_C , phôi (kim loại) PH được cặp trên mâm và dao cắt DC (Hình 1.2). Khi làm việc động cơ Đ tạo ra mômen M làm quay trục, qua bộ truyền lực TL gồm đai truyền và các cặp bánh răng, chuyển động quay được truyền đến mâm cặp trên cơ cấu công tác có chiều ngược với chiều chuyển động. Nếu dời điểm đặt của M_{CT} về trục động cơ ta sẽ có mômen cản M_C (thay thế cho M_{CT}). Cũng tương như ví dụ trước, khi $M = M_C$ hệ sẽ làm việc ổn định với tốc độ quay $\omega = \text{const}$ và độ cắt của dao trên phôi cũng sẽ không đổi.



Hình 1.2. Truyền động mâm cặp máy tiện

2.3. Truyền động của cần trục hoặc máy nâng

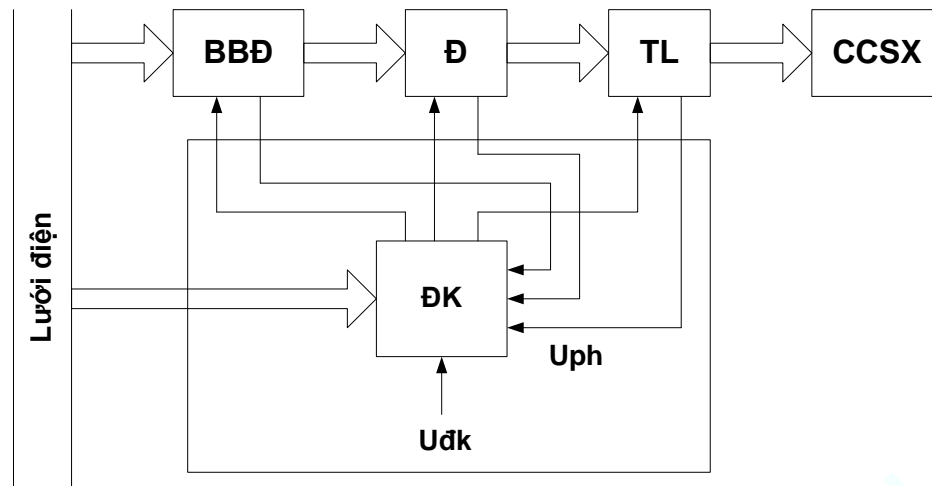
Cơ cấu công tác gồm trống tời TT, dây cáp C và tải trọng G. Lực trọng trường G tác động lên trống tời tạo ra mômen trên cơ cấu công tác M_{CT} và nếu dời điểm đặt của nó về trục động cơ ta sẽ có mômen cản M_C (thay thế cho M_{CT}). Còn động cơ Đ tạo ra mômen quay M. Khác với 2 ví dụ trước ở cần trục và máy nâng MCT (hoặc M_C) có chiều tác động do lực trọng trường quyết định nên không phụ thuộc chiều của tốc độ, nghĩa là có trường hợp nó ngược chiều chuyển động - cơ cấu công tác tiêu thụ năng lượng do động cơ cung cấp và có trường hợp M_{CT} cùng chiều chuyển động - cơ cấu công tác gây ra chuyển động, tạo ra năng lượng cấp cho trục động cơ.



Hình 1.3. Truyền động cần trục

3. Cấu trúc chung của hệ truyền động điện

Về cấu trúc, một hệ thống TĐĐ (hình 1.4) nói chung bao gồm các khâu:



Hình 1.4: Cấu trúc hệ truyền động điện

- **BBD:** (Bộ biến đổi) dùng để biến đổi loại dòng điện (xoay chiều thành một chiều hoặc ngược lại), biến đổi loại nguồn (nguồn áp thành nguồn dòng hoặc ngược lại), biến đổi mức điện áp (hoặc dòng điện), biến đổi số pha, biến đổi tần số... Các BBD thường dùng là máy phát điện, hệ máy phát - động cơ (hệ F-Đ), các chỉnh lưu không điều khiển và có điều khiển, các bộ biến tần...

- **Đ:** Động cơ điện, dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng hay cơ năng thành điện năng (khi hãm điện). Các động cơ điện thường dùng là: động cơ xoay chiều KĐB ba pha rotor dây quấn hay lồng sóc; động cơ điện một chiều kích từ song song, nối tiếp hay kích từ bằng nam châm vĩnh cửu; động cơ xoay chiều đồng bộ...

- **TL:** Khâu truyền lực, dùng để truyền lực từ động cơ điện đến cơ cấu sản xuất hoặc dùng để biến đổi dạng chuyển động (quay thành tịnh tiến hay lắc) hoặc làm phù hợp về tốc độ, mômen, lực. Để truyền lực, có thể dùng các bánh răng, thanh răng, trục vít, xích, đai truyền, các bộ ly hợp cơ hoặc điện từ...

- **CCSX:** Cơ cấu sản xuất hay cơ cấu làm việc thực hiện các thao tác sản xuất và công nghệ (gia công chi tiết, nâng/hạ tải trọng, dịch chuyển...).

- **ĐK:** Khối điều khiển, là các thiết bị dùng để điều khiển bộ biến đổi BBD, động cơ điện Đ, cơ cấu truyền lực. Khối điều khiển bao gồm các cơ cấu đo lường, các bộ điều chỉnh tham số và công nghệ, các khí cụ, thiết bị điều khiển đóng cắt có tiếp điểm (các role, công tắc tơ) hay không có tiếp điểm (điện tử, bán dẫn). Một số hệ TĐĐ TĐ khác có cả mạch ghép nối với các thiết bị tự động khác như máy tính điều khiển, các bộ vi xử lý, PLC...

Một hệ thống truyền động điện được gọi là hệ hở khi không có phản hồi, và được gọi là hệ kín khi có phản hồi, nghĩa là giá trị của đại lượng đầu ra được đưa trở lại đầu vào dưới dạng một tín hiệu nào đó để điều chỉnh lại việc điều khiển sao cho đại lượng đầu ra đạt giá trị mong muốn.

4. Phân loại hệ thống truyền động điện

Người ta phân loại các hệ truyền động điện theo nhiều cách khác nhau tùy theo đặc điểm của động cơ điện sử dụng trong hệ, theo mức độ tự động hoá, theo đặc điểm hoặc chủng loại thiết bị của bộ biến đổi... Từ cách phân loại sẽ hình thành tên gọi của hệ.

4.1. Theo đặc điểm của động cơ điện

- **Truyền động điện một chiều:** Dùng động cơ điện một chiều. Truyền động điện một chiều sử dụng cho các máy có yêu cầu cao về điều chỉnh tốc độ và mômen, nó có chất lượng điều chỉnh tốt. Tuy nhiên, động cơ điện một chiều có cấu tạo phức tạp và giá thành cao, hơn nữa nó đòi hỏi phải có bộ nguồn một chiều, do đó trong những trường hợp không có yêu cầu cao về điều chỉnh, người ta thường chọn động cơ KĐB để thay thế.

- **Truyền động điện không đồng bộ:** Dùng động cơ điện xoay chiều không đồng bộ. Động cơ KĐB ba pha có ưu điểm là có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, vận hành an toàn, sử dụng nguồn cấp trực tiếp từ lưới điện xoay chiều ba pha. Tuy nhiên, trước đây các hệ truyền động động cơ KĐB lại chiếm tỷ lệ rất nhỏ do việc điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB có khó khăn hơn động cơ điện một chiều. Trong những năm gần đây, do sự phát triển mạnh mẽ của công nghiệp chế tạo các thiết bị bán dẫn công suất và kỹ thuật điện tử tin học, truyền động không đồng bộ phát triển mạnh mẽ và được khai thác các ưu điểm của mình, đặc biệt là các hệ có điều khiển tần số. Những hệ này để đạt được chất lượng điều chỉnh cao, tương đương với hệ truyền động một chiều.

- **Truyền động điện đồng bộ:** Dùng động cơ điện xoay chiều đồng bộ ba pha. Động cơ điện đồng bộ ba pha trước đây thường dùng cho loại truyền động không điều chỉnh tốc độ, công suất lớn hàng trăm KW đến hàng MW (các máy nén khí, quạt gió, bơm nước, máy nghiền.v.v...). Ngày nay do sự phát triển mạnh mẽ của công nghiệp điện tử, động cơ đồng bộ được nghiên cứu ứng dụng nhiều trong công nghiệp, ở mọi loại giải công suất từ vài trăm W (cho cơ cấu ăn dao máy cắt gọt kim loại, cơ cấu chuyển động của tay máy, người máy) đến hàng MW (cho các truyền động máy cán, kéo tàu tốc độ cao...).

4.2. Theo tính năng điều chỉnh

- Truyền động không điều chỉnh: Động cơ chỉ quay máy sản xuất với một tốc độ nhất định.

- Truyền có điều chỉnh: Trong loại này, tùy thuộc yêu cầu công nghệ mà ta có truyền động điều chỉnh tốc độ, truyền động điều chỉnh mômen, lực kéo và truyền động điều chỉnh vị trí.

4.3. Theo thiết bị biến đổi

- Hệ máy phát - động cơ (F-Đ): Động cơ điện một chiều được cấp điện từ một máy phát điện một chiều (bộ biến đổi máy điện). Thuộc hệ này có hệ máy điện khuếch đại-động cơ (MĐKĐ-Đ), đó là hệ có BBD là máy điện khuếch đại từ trường ngang.

- Hệ chỉnh lưu-động cơ (CL-Đ): Động cơ một chiều được cấp điện từ một bộ chỉnh lưu (BCL). Chỉnh lưu có thể không điều khiển (Diode) hay có điều khiển (Thyristor)...

4.4. Một số cách phân loại khác

Ngoài các cách phân loại trên, còn có một số cách phân loại khác như truyền động đảo chiều và không đảo chiều, truyền động đơn (nếu dùng một động cơ) và truyền động nhiều động cơ (nếu dùng nhiều động cơ để phối hợp truyền động cho một cơ cấu công tác), truyền động quay và truyền động thẳng...

5. Phụ tải và phân cơ của truyền động điện.

5.1. Phụ tải của truyền động điện.

Phụ tải hay chính là cơ cấu công tác của hệ truyền động điện. Phụ tải của hệ truyền động điện rất đa dạng. Tính chất của mỗi loại phụ tải khác nhau sẽ tạo nên những hệ truyền động điện khác nhau.

Đặc trưng cho phụ tải của hệ truyền động điện là sự hình thành momen cản tác động lên trục động cơ. Mỗi cơ cấu công tác khác nhau sẽ tạo ra momen cản khác nhau, ví dụ như: momen cản thế năng, momen cản phản kháng, momen cản loại máy tiện, momen cản loại cần trục...

5.2. Phân cơ của truyền động điện.

Phân cơ của hệ truyền động điện bao gồm các phần tử chuyển động từ rotor động cơ cho đến cơ cấu công tác. Mỗi phần tử chuyển động được đặc trưng bởi các đại lượng sau:

- Lực tác động (F): N (Niuton)

- Momen tác động (M): Nm (Niuton mét)
- Tốc độ góc (ω): rad/s (radian/giây)
- Tốc độ thẳng (v): m/s (mét/giây)
- Momen quán tính (J): kgm² (kilogam khối mét bình phương)
- Khối lượng (m): kg (kilogam khối).

Chú ý: Nếu các đại lượng trên cho theo các đơn vị khác thì khi tính toán cần đổi về hệ đơn vị đo lường quốc tế (SI) như đã nêu trên. Ví dụ, nếu lực cho theo KG, momen cho theo KGm, tốc độ cho theo vòng/phút, quán tính cho theo momen đà GD² với đơn vị là KGm², thì:

$$1\text{KG} = 9.8\text{ N}; 1\text{KGm} = 9.8\text{ Nm}; 1\text{ vòng/phút} = 9,55\text{ rad/s}; \text{GD}^2 [\text{KGm}^2] = 4\text{J} [\text{Kgm}^2].$$

BÀI: 2. CƠ HỌC TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Thời gian: 8 giờ

Mục tiêu:

- Nhận dạng được các khâu cơ khí cơ bản của hệ truyền động điện.
- Tính toán qui đổi được mô men cản, lực cản, mô men quán tính về trục động cơ.
- Xây dựng được phương trình chuyển động của hệ truyền động điện.
- Phân biệt được các trạng thái làm việc của hệ truyền động điện.

1. Các khâu cơ khí của truyền động điện, tính toán qui đổi các khâu cơ khí của truyền động điện.**1.1. Các khâu cơ khí của truyền động điện**

Một hệ truyền động điện bao gồm có phần cơ khí. Nó bao gồm các phần tử chuyển động từ rotor động cơ cho đến cơ cấu sản xuất. Mỗi cơ cấu của truyền động đều có các đại lượng ω , M , v , F , J .

Để dễ dàng cho việc nghiên cứu và tính toán, người ta thường tính qui đổi tất cả các đại lượng đó về trục động cơ. Nguyên tắc của tính toán qui đổi là đảm bảo năng lượng của hệ trước và sau qui đổi là không thay đổi.

1.2. Tính đổi các đại lượng cơ học**1.2.1. Mômen và lực qui đổi**

Quan niệm về sự tính đổi như việc dời điểm đặt từ trục này về trục khác của mômen hay lực có xét đến tổn thất ma sát ở trong bộ truyền lực. Thường qui đổi mômen cản M_c (hay lực cản F_c) của bộ phận làm việc về trục động cơ.

Điều kiện qui đổi: đảm bảo cân bằng công suất trong phần cơ của hệ TĐĐTĐ:

a. Khi năng lượng truyền từ động cơ đến máy sản xuất

$$P_{tr} = P_c + \Delta P \quad (2.1)$$

Trong đó:

- P_{tr} là công suất trên trục động cơ, $P_{tr} = M_{cqd} \cdot \omega$ (M_{cqd} và ω - mômen cản tính qui đổi và tốc độ góc trên trục động cơ).

- P_c là công suất của máy sản xuất, $P_c = M_{lv} \cdot \omega_{lv}$ (M_{lv} và ω_{lv} - mômen cản và tốc độ góc trên trục làm việc).

- ΔP là tổn thất trong các khâu cơ khí.

* Nếu tính theo hiệu suất hộp tốc độ đối với chuyển động quay:

$$P_{tr} = \frac{P_c}{\eta_i} = \frac{M_{lv} \cdot \omega_{lv}}{\eta_i} = M_{cqd} \omega \quad (2.2)$$

Rút ra:

$$M_{cqd} = \frac{M_{lv} \cdot \omega_{lv}}{\eta_i \omega} = \frac{M_{lv}}{\eta_i \cdot i}$$

Trong đó: η_i : hiệu suất của hộp tốc độ.

$i = \frac{\omega}{\omega_{lv}}$ gọi là tỷ số truyền của hộp tốc độ.

* Nếu chuyển động tịnh tiến thì lực qui đổi:

$$M_{cqd} = \frac{F_{lv}}{\eta \cdot \rho} \quad (2.3)$$

Trong đó: $\eta = \eta_i \cdot \eta_t$: hiệu suất bộ truyền lực.
 η_t : hiệu suất của tang trống.
 $\rho = \omega/v_{lv}$: gọi là tỷ số quy đổi.

b. Khi năng lượng truyền từ máy sản xuất đến động cơ

$$P_{tr} = P_c - \Delta P$$

1.2.2. Quy đổi mômen quán tính và khối lượng quán tính

Điều kiện quy đổi: bảo toàn động năng tích lũy trong hệ thống:

$$W = \sum_1^n W_i \quad (2.4)$$

$$\text{Chuyển động quay: } W = J \cdot \frac{\omega^2}{2} \quad (2.5)$$

$$\text{Chuyển động tịnh tiến: } W = m \cdot \frac{v^2}{2} \quad (2.6)$$

Nếu sử dụng sơ đồ tính toán phân cơ dạng đơn khối, và áp dụng các điều kiện trên ta có:

$$J_{qd} \cdot \frac{\omega_D^2}{2} = J_D \cdot \frac{\omega_D^2}{2} + \sum_1^n J_i \cdot \frac{\omega_i^2}{2} + \sum_1^q m_j \cdot \frac{v_j^2}{2} \quad (2.7)$$

$$\Rightarrow J_{qd} = J_D + \sum_1^n \frac{J_i}{i_i^2} + \sum_1^q \frac{m_j}{\rho_j^2} \quad (2.8)$$

Trong đó: J_{qd} : mômen quán tính quy đổi về trục động cơ.

ω_D : tốc độ góc trên trục động cơ.

J_D : mômen quán tính của động cơ.

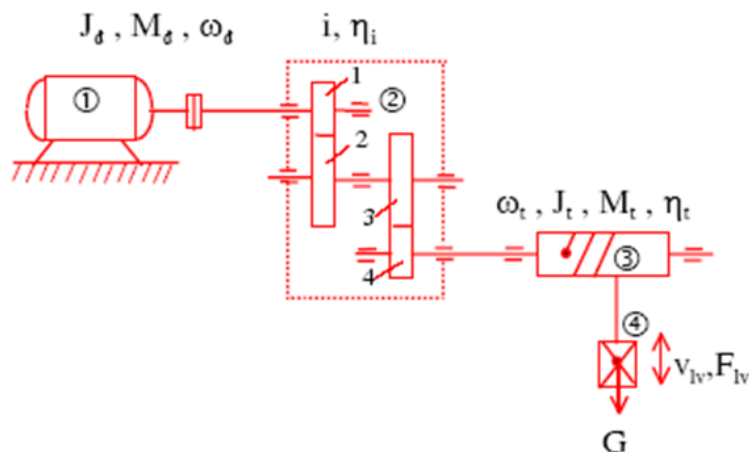
J_i : mômen quán tính của bánh răng thứ i.

m_j : khối lượng quán tính của tải trọng thứ j.

$i_i = \omega/\omega_i$ - tỉ số truyền tốc độ từ trục thứ i.

$\rho = \omega/v_j$ - tỉ số quy đổi vận tốc của tải trọng.

Ví dụ: Sơ đồ truyền động của cơ cấu nâng hạ:



Hình 2.1: Sơ đồ động học của cơ cấu nâng hạ

- ① Động cơ điện; ② hộp tốc độ;
- ③ tang trống; ④ tải trọng

Ta có: $J_{gd} = J_D + \sum_1^4 \frac{J_i}{i_i^2} + \frac{J_l}{i_l^2} + \frac{m_j}{p_j^2}$ (2.9)

Trong đó: $i_i = \frac{\omega}{\omega_i}$; tỷ số truyền tốc độ từ trục tang trống.

2. Đặc tính cơ của máy sản xuất và động cơ điện

2.1. Đặc tính cơ của máy sản xuất

Đặc tính cơ biểu thị mối quan hệ giữa tốc độ quay và mômen quay:

$$\omega = f(M) \text{ hoặc } n = F(M)$$

Trong đó: ω : Tốc độ góc (rad/s).
 n: Tốc độ quay (vg/ph).
 M: Mômen (N.m).

Đặc tính cơ của máy sản xuất là quan hệ giữa tốc độ quay và mômen cản của máy sản xuất: $M_c = f(\omega)$.

Đặc tính cơ của máy sản xuất rất đa dạng, tuy nhiên phần lớn chúng được biểu diễn dưới dạng tổng quát:

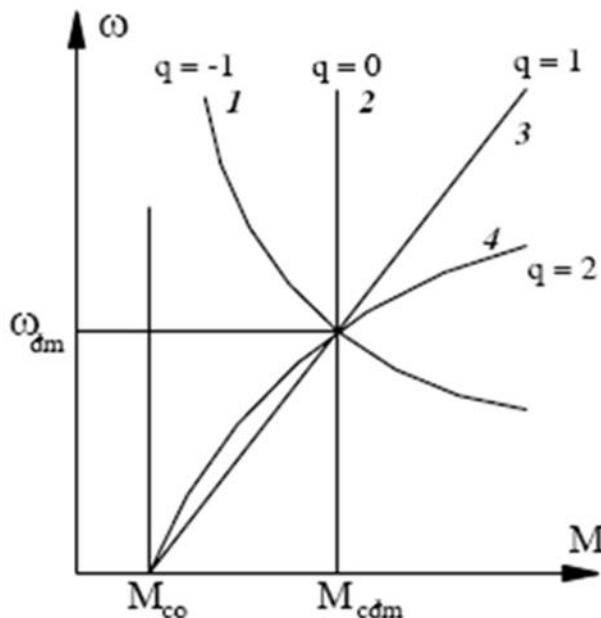
$$M_c = M_{co} + (M_{dm} - M_{co}) \left(\frac{\omega}{\omega_{dm}} \right)^q \quad (2.10)$$

Trong đó:

M_c là mômen cản của cơ cấu SX ứng với tốc độ ω .

M_{co} là mômen cản của cơ cấu SX ứng với tốc độ $\omega = 0$.

M_{dm} là mômen cản của cơ cấu SX ứng với tốc độ định mức ω_{dm}



- 1: Đặc tính cơ ứng với $q = -1$
- 2: Đặc tính cơ ứng với $q = 0$
- 3: Đặc tính cơ ứng với $q = 1$
- 4: Đặc tính cơ ứng với $q = 2$

Hình 2.2: Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất ứng với các trường hợp máy sản xuất khác nhau.

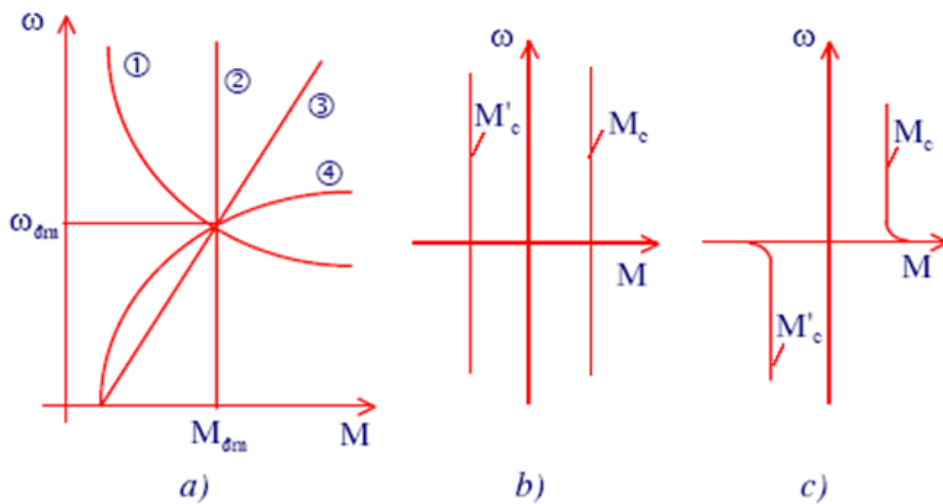
Ta có các trường hợp số mũ q ứng với các trường hợp tải:

- Khi $q = -1$ mômen tỷ lệ nghịch với tốc độ, tương ứng các cơ cấu máy tiện, doa, máy cuốn dây, cuốn giấy, ... (đường ① hình 2.2). Đặc điểm của loại máy này là tốc độ làm việc càng thấp thì mômen cản (lực cản) càng lớn.

- Khi $q = 0$, $M_c = M_{đm} = \text{const}$, tương ứng các cơ cấu máy nâng hạ, cầu trục, thang máy, băng tải, cơ cấu ăn dao máy cắt gọt, ... (đường ② hình 2.2).

- Khi $q = 1$ mômen tỷ lệ bậc nhất với tốc độ, tương ứng các cơ cấu ma sát, máy bào, máy phát một chiều tải thuần trở, (đường ③ hình 2.2).

- Khi $q = 2$ mômen tỷ lệ bậc hai với tốc độ, tương ứng các cơ cấu máy bơm, quạt gió, máy nén (đường ④ hình 2.2).



Hình 2.3: a) Các dạng đặc tính cơ của các máy sản xuất

① $q = -1$; ② $q = 0$; ③ $q = 1$; ④ $q = 2$

b) Dạng đặc tính cơ của máy sản xuất có tính thế năng

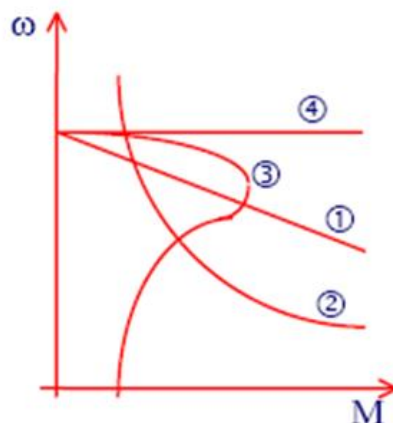
c) Dạng đặc tính cơ của máy sản xuất có tính phản kháng

2.2. Đặc tính cơ của động cơ điện

Đặc tính cơ của động cơ điện là quan hệ giữa tốc độ quay và mômen của động cơ: $\omega = f(M)$.

Nhìn chung có 4 loại đặc tính cơ của các loại động cơ đặc trưng như:

- Động cơ điện một chiều kích từ song song hay độc lập (đường ①)
- Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp hay hỗn hợp (đường ②)
- Động cơ điện xoay chiều không đồng bộ (đường ③)
- Động cơ điện đồng bộ (đường ④)



Hình 2.4: Các dạng đặc tính cơ của bốn loại động cơ điện

Đặc tính cơ của động cơ điện chia ra đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo. Dạng đặc tính cơ của mỗi loại động cơ khác nhau thì khác nhau và sẽ được phân tích trong chương 2.

Đặc tính cơ tự nhiên: Đó là quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện khi các thông số như điện áp, dòng điện... của động cơ là định mức theo thông số đã được thiết kế chế tạo và mạch điện của động cơ không nối thêm điện trở, điện kháng...

Đặc tính cơ nhân tạo: Đó là quan hệ $\omega = f(M)$ của động cơ điện khi các thông số điện không đúng định mức hoặc khi mạch điện có nối thêm điện trở, điện kháng... hoặc có sự thay đổi mạch nối.

2.3. Độ cứng của đặc tính cơ

Để đánh giá và so sánh các đặc tính cơ, người ta đưa ra khái niệm độ cứng đặc tính cơ β được tính:

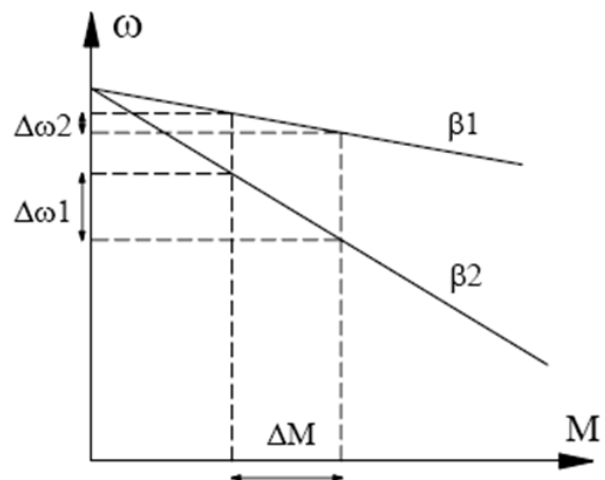
$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$$

Nếu $|\beta|$ bé thì đặc tính cơ là mềm ($|\beta| < 10$).

Nếu $|\beta|$ lớn thì đặc tính cơ là cứng ($|\beta| = 10 \div 100$).

Khi $|\beta| = \infty$ thì đặc tính cơ là nằm ngang và tuyệt đối cứng.

Đặc tính cơ có độ cứng β càng lớn thì tốc độ càng ít bị thay đổi khi mômen thay đổi. ở trên hình vẽ, đường đặc tính cơ 1 cứng hơn đường đặc tính cơ 2 nên với cùng một biến động ΔM thì đặc tính cơ 1 có độ thay đổi tốc độ $\Delta \omega_1$ nhỏ hơn độ thay đổi tốc độ $\Delta \omega_2$ cho bởi đặc tính cơ 2.



Hình 2.5: Độ cứng của đặc

2.4. Sự phù hợp giữa đặc tính cơ của động cơ điện và đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất


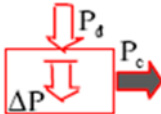

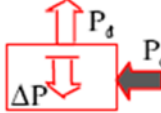
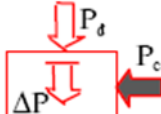

Trong hệ thống TĐĐ, động cơ điện có nhiệm vụ cung cấp động lực cho cơ cấu sản xuất. Các cơ cấu sản xuất của mỗi loại máy có các yêu cầu công nghệ và đặc điểm riêng. Máy sản xuất lại có rất nhiều loại, nhiều kiểu với kết cấu rất khác biệt. Động cơ điện cũng vậy, có nhiều loại, nhiều kiểu với các tính năng, đặc điểm riêng.

Với các động cơ điện một chiều và xoay chiều thì chế độ làm việc tối ưu thường là chế độ định mức của động cơ. Để một hệ thống TĐĐ làm việc tốt, có hiệu quả thì giữa động cơ điện và cơ cấu sản xuất phải đảm bảo có một sự phù hợp tương ứng nào đó. Việc lựa chọn hệ TĐĐ và chọn động cơ điện đáp ứng đúng các yêu cầu của cơ cấu sản xuất có ý nghĩa lớn không chỉ về mặt kỹ thuật mà cả về mặt kinh tế.

Do vậy, khi thiết kế hệ thống TĐĐ, người ta thường chọn hệ truyền động cũng như phương pháp điều chỉnh tốc độ sao cho đường đặc tính cơ của động cơ càng gần với đường đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất càng tốt. Nếu đảm bảo được điều kiện này, thì động cơ sẽ đáp ứng tốt đòi hỏi của cơ cấu sản xuất khi mômen cần thay đổi và tổn thất trong quá trình điều chỉnh là nhỏ nhất.

3. Các trạng thái làm việc xác lập của hệ TĐĐ

Trong hệ truyền động điện tự động bao giờ cũng có quá trình biến đổi năng lượng điện năng thành cơ năng hoặc ngược lại. Chính quá trình biến đổi này quyết định trạng thái làm việc của hệ truyền động điện. Có thể lập Bảng 2.1:

TT	Biểu đồ công suất	$P_{\text{điện}}$	$P_{\text{cơ}}$	ΔP	Trạng thái làm việc
1		0	= 0	= $P_{\text{điện}}$	Động cơ không tải
2		0	0	= $P_d - P_c$	Động cơ có tải
3		= 0	< 0	= $ P_{\text{cơ}} $	Hãm không tải
4		< 0	< 0	= $ P_{\text{cơ}} - P_d $	Hãm tái sinh
5		0	< 0	= $ P_{\text{cơ}} + P_d $	Hãm ngược
6		= 0	< 0	= $ P_{\text{cơ}} $	Hãm động năng

Ở trạng thái động cơ: Ta coi dòng công suất điện $P_{\text{điện}}$ có giá trị dương nếu như nó có chiều truyền từ nguồn đến động cơ và từ động cơ biến đổi công suất điện thành công suất cơ: $P_{\text{cơ}} = M \cdot \omega$ cấp cho máy sản xuất và được tiêu thụ tại cơ cấu công tác của máy. Công suất cơ này có giá trị dương nếu như mômen động cơ sinh ra cùng chiều với tốc độ quay.

Ở trạng thái máy phát: thì ngược lại, khi hệ truyền động làm việc, trong một điều kiện nào đó cơ cấu công tác của máy sản xuất có thể tạo ra cơ năng do động năng hoặc thế năng tích lũy trong hệ đủ lớn, cơ năng đó được truyền về trục động cơ, động cơ tiếp nhận năng lượng này và làm việc như một máy phát điện. Công suất điện có giá trị âm nếu nó có chiều từ động cơ về nguồn, công suất cơ có giá trị âm khi nó truyền từ máy sản xuất về động cơ và mômen động cơ sinh ra ngược chiều với tốc độ quay.

Mômen của máy sản xuất được gọi là mômen phụ tải hay mômen cản. Nó cũng được định nghĩa dấu âm và dương, ngược lại với dấu mômen của động cơ.

Phương trình cân bằng công suất của hệ TĐĐ TĐ là:

$$P_d = P_c + \Delta P \quad (2.11)$$

Trong đó: P_d là công suất điện; P_c là công suất cơ; ΔP là tổn thất công suất.

- Trạng thái động cơ gồm: chế độ có tải và chế độ không tải.

Trạng thái động cơ phân bố ở góc phần tư I, III của mặt phẳng $\omega(M)$.

- Trạng thái hãm có: hãm không tải, hãm tái sinh, hãm ngược và hãm động năng. Trạng thái hãm ở góc II, IV của mặt phẳng $\omega(M)$.

+ Hãm tái sinh: $P_{\text{điện}} < 0$, $P_{\text{cơ}} < 0$ cơ năng biến thành điện năng trả về lưới.

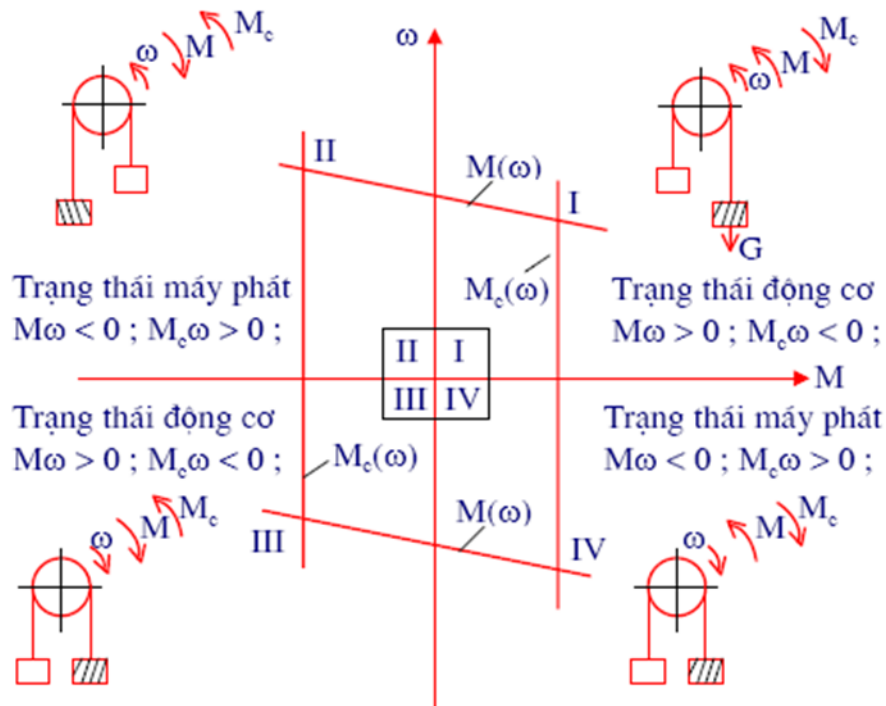
+ Hãm ngược: $P_{\text{điện}} > 0$, $P_{\text{cơ}} < 0$ điện năng và cơ năng chuyển thành tổn thất ΔP .

+ Hãm động năng: $P_{\text{điện}} = 0$, $P_{\text{cơ}} < 0$ cơ năng biến thành công suất tổn thất ΔP .

Các trạng thái làm việc trên mặt phẳng $[M, \omega]$:

Trạng thái động cơ: tương ứng với các điểm nằm trong góc phần tư thứ nhất và góc phần tư thứ ba của mặt phẳng $[M, \omega]$, hình 2.6.

Trạng thái máy phát: tương ứng với các điểm nằm trong góc phần tư thứ hai và góc phần tư thứ tư của mặt phẳng $[M, \omega]$, hình 2.6. ở trạng thái này, mômen động cơ chống lại chiều chuyển động, nên động cơ có tác dụng như bộ hãm và vì vậy trạng thái máy phát còn có tên gọi là "*trạng thái hãm*".



Hình 2.6: Biểu diễn các trạng thái làm việc trên mặt phẳng $[M, \omega]$

4. Câu hỏi ôn tập

1. Chức năng và nhiệm vụ của hệ thống truyền động điện là gì?
2. Có mấy loại máy sản xuất và cơ cấu công tác?
3. Hệ thống truyền động điện gồm các phần tử và các khâu nào? Lấy ví dụ minh họa ở một máy sản xuất mà các anh (chị) đã biết?
4. Mômen cản hình thành từ đâu? Đơn vị đo lường của nó? Công thức quy đổi mômen cản từ trục của cơ cấu công tác về trục động cơ?
5. Mômen quán tính là gì? Đơn vị đo lường của nó? Công thức tính quy đổi mômen quán tính từ tốc độ ω_1 nào đó về tốc độ của trục động cơ ω ?
6. Thế nào là mômen cản thế năng? Đặc điểm của nó thể hiện trên đồ thị theo tốc độ? Lấy ví dụ một cơ cấu có mômen cản thế năng.
7. Thế nào là mômen cản phản kháng? Lấy ví dụ một cơ cấu có mômen cản phản kháng.
8. Định nghĩa đặc tính cơ của máy sản xuất. Phương trình tổng quát của nó và giải tích các đại lượng trong phương trình?
9. Hãy vẽ đặc tính cơ của các máy sản xuất sau: máy tiện; cần trục, máy bào, máy bơm.
10. Viết phương trình chuyển động cho hệ truyền động điện có phần cơ dạng mẫu cơ học đơn khối và giải thích các đại lượng trong phương trình?
11. Dùng phương trình chuyển động để phân tích các trạng thái làm việc của hệ thống truyền động tương ứng với dấu của các đại lượng M và M_c ?
12. Định nghĩa đặc tính cơ của động cơ điện?
13. Định nghĩa độ cứng đặc tính cơ? Có thể xác định độ cứng đặc tính cơ theo những cách nào?

14. Phân biệt các trạng thái động cơ và các trạng thái hãm của động cơ điện bằng những dấu hiệu nào? Lấy ví dụ thực tế về trạng thái hãm của động cơ trên một cơ cấu mà anh (chị) đã biết?

15. Chiều của dòng năng lượng sẽ như thế nào khi động cơ làm việc ở trạng thái động cơ?

16. Chiều của dòng năng lượng sẽ như thế nào khi động cơ làm việc ở trạng thái máy phát?

17. Điều kiện ổn định tĩnh là gì? Phân tích một điểm làm việc xác lập ổn định tĩnh trên tọa độ $[M, \omega]$ và $[M_c, \omega]$.

18. Mẫu cơ học đơn khối là gì? Khi nào thì dùng mẫu cơ học đơn khối để khảo sát hệ thống truyền động điện?

19. Mẫu cơ học đa khối là gì? Khi nào thì dùng mẫu cơ học đa khối để khảo sát hệ thống truyền động điện?

BÀI: 3. CÁC ĐẶC TÍNH VÀ CÁC TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Thời gian 19 giờ

Mục tiêu:

- Xây dựng được đặc tính cơ của các động cơ điện một chiều (DC), động cơ điện không đồng bộ, động cơ điện đồng bộ.
- Phân tích được các trạng thái làm việc của các loại động cơ.
- So sánh đặc tính của các loại động cơ, phạm vi ứng dụng của các động cơ dùng trong truyền động điện.

1. Đặc tính của động cơ điện DC, các trạng thái khởi động và hãm.

1.1. Động cơ điện một chiều kích từ độc lập và kích từ song song

1.1.1. Khái niệm chung

Bài 2 đã cho ta thấy, khi đặt hai đường đặc tính cơ $M(\omega)$ và $M_c(\omega)$ lên cùng một hệ trục tọa độ, ta có thể xác định được trạng thái làm việc của động cơ và của hệ (xem hình 2.2 và hình 2.3): trạng thái xác lập khi $M = M_c$ ứng với giao điểm của hai đường đặc tính $M(\omega)$ và $M_c(\omega)$; hoặc trạng thái quá độ khi $M \neq M_c$ tại những vùng có $\omega \neq \omega_{xl}$; trạng thái động cơ thuộc góc phần tư thứ nhất và thứ ba; hoặc trạng thái hãm thuộc góc phần tư thứ hai và thứ tư.

Khi phân tích các hệ truyền động, ta thường coi máy sản xuất đã cho trước, nghĩa là coi như biết trước đặc tính cơ $M_c(\omega)$ của nó. Vậy muốn tìm kiếm một trạng thái làm việc với những thông số yêu cầu như tốc độ, mômen, dòng điện động cơ v.v.. ta phải tạo ra những đặc tính cơ của động cơ tương ứng. Muốn vậy, ta phải nắm vững các phương trình đặc tính cơ và các đặc tính cơ của các loại động cơ điện, từ đó hiểu được các phương pháp tạo ra các đặc tính cơ nhân tạo phù hợp với máy sản xuất đã cho và điều khiển động cơ sao cho có được các trạng thái làm việc theo yêu cầu công nghệ.

Mỗi động cơ có một đặc tính cơ tự nhiên xác định bởi các số liệu định mức của nó. Trong nhiều trường hợp ta coi đặc tính này như loạt số liệu cho trước. Mặt khác nó có thể có vô số đặc tính cơ nhân tạo có được do biến đổi một hoặc vài thông số của nguồn, của mạch điện động cơ, hoặc do thay đổi cách nối dây của mạch, hoặc do dùng thêm thiết bị biến đổi. Do đó bất kỳ thông số nào có ảnh hưởng đến hình dáng và vị trí của đặc tính cơ, đều được coi là thông số điều khiển động cơ, và tương ứng là một phương pháp tạo đặc tính cơ nhân tạo hay đặc tính điều chỉnh.

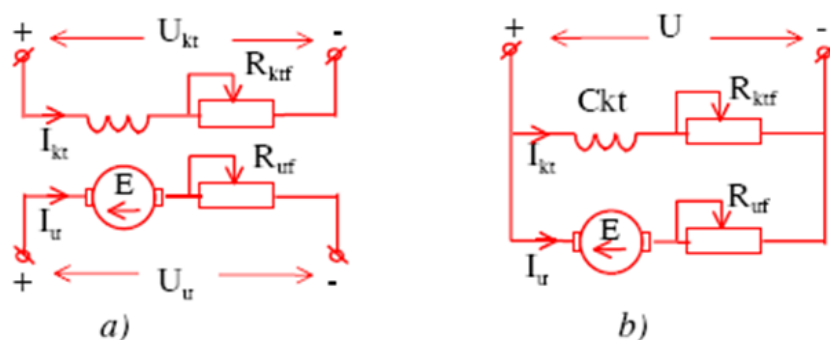
Phương trình đặc tính cơ của động cơ điện có thể viết theo dạng thuận $M = f(\omega)$ hay dạng ngược $\omega = f(M)$.

1.1.2. Đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập (ĐM_{dl}) và kích từ song song (ĐM_{ss})

a. Sơ đồ nối dây của ĐM_{dl} và ĐM_{ss}

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập (ĐM_{dl}): nguồn một chiều cấp cho phần ứng và cấp cho kích từ độc lập nhau.

Khi nguồn một chiều có công suất vô cùng lớn và điện áp không đổi thì có thể mắc kích từ song song với phần ứng, lúc đó động cơ được gọi là động cơ điện một chiều kích từ song song (ĐM_{ss}).



Hình 3.1: a) Sơ đồ nối dây động cơ điện một chiều kích từ độc lập.
b) Sơ đồ nối dây động cơ điện một chiều kích từ song song.

b. Các thông số cơ bản của ĐM_{đl}

Các thông số định mức: $n_{đm}$ (vòng/phút); $\omega_{đm}$ (Rad/sec); $M_{đm}$ (N.m hay KG.m); $\Phi_{đm}$ (Wb); $P_{đm}$ (KW); $U_{đm}$ (V); $I_{đm}$ (A); ...

Các thông số tính theo các hệ đơn vị khác: $\omega^* = \omega/\omega_{đm}$; $M^* = M/M_{đm}$; $I^* = I/I_{đm}$; $\Phi^* = \Phi/\Phi_{đm}$; $R^* = R/R_{đm}$; $R_{cb} = U_{đm}/I_{đm}$; $\omega\%$; $M\%$; $I\%$; ...

c. Phương trình đặc tính cơ

Theo sơ đồ hình 3.1a và hình 3.1b, có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng như sau:

$$U_u = E + (R_u + R_{uf})I_u \quad (3.1)$$

Trong đó:

U_u là điện áp phần ứng động cơ (V)

E là sức điện động phần ứng động cơ (V).

$$E = \frac{p \cdot N}{2\pi a} \phi \cdot \omega = K\phi\omega \quad (3.2)$$

Đặt $K = \frac{p \cdot N}{2\pi a}$ là hệ số kết cấu của động cơ.

Với:

ϕ - Từ thông qua mỗi cực từ.

p - Số đôi cực từ chính.

N - Số thanh dẫn tác dụng của cuộn ứng.

a - Số mạch nhánh song song của cuộn ứng.

$$\text{Hoặc: } E = K_e \cdot \phi \cdot n \quad (3.3)$$

$$\text{Và } \omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{n}{9,55} \quad \text{Vậy } K_e = \frac{K}{9,55} = 0,105 \cdot K$$

$$R_u \text{ là điện trở mạch phần ứng. } R_u = r_u + r_{ctf} + r_{ctb} + r_{tx} \quad (\Omega)$$

Trong đó:

r_u là điện trở cuộn dây phần ứng của động cơ (Ω).

r_{ctf} là điện trở cuộn dây cực từ phụ của động cơ (Ω).

r_{ctb} là điện trở cuộn dây cực từ bù của động cơ (Ω).

r_{tx} là điện trở tiếp xúc giữa chổi than với cổ góp của động cơ (Ω).

R_{uf} là điện trở phụ mạch phần ứng.

I_r là dòng điện phản ứng.

Từ (3.1) và (3.2) ta có:

$$\omega = \frac{U_u}{K\phi} - \frac{R_u + R_{uf}}{K\phi} I_u \quad (3.4)$$

Đây là phương trình đặc tính cơ - điện của động cơ một chiều kích từ độc lập (3.4).

Mặt khác, mômen điện từ của động cơ được xác định:

$$M_{dt} = K\phi I_u \quad (3.5)$$

Khi bỏ qua tổn thất ma sát trong ổ trục, tổn thất cơ, tổn thất thép thì có thể coi:

$$M_{cơ} \approx M_{dt} \approx M$$

$$\text{Suy ra: } I_u = \frac{M_{dt}}{K\phi} \approx \frac{M}{K\phi} \quad (3.6)$$

Thay giá trị I_u vào 3.4 ta có:

$$\omega = \frac{U_u}{K\phi} - \frac{R_u + R_{uf}}{(k\phi)^2} M = \frac{U_u}{K\phi} - \frac{R_{u\Sigma}}{(K\phi)^2} M \quad (3.7)$$

Đây là phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

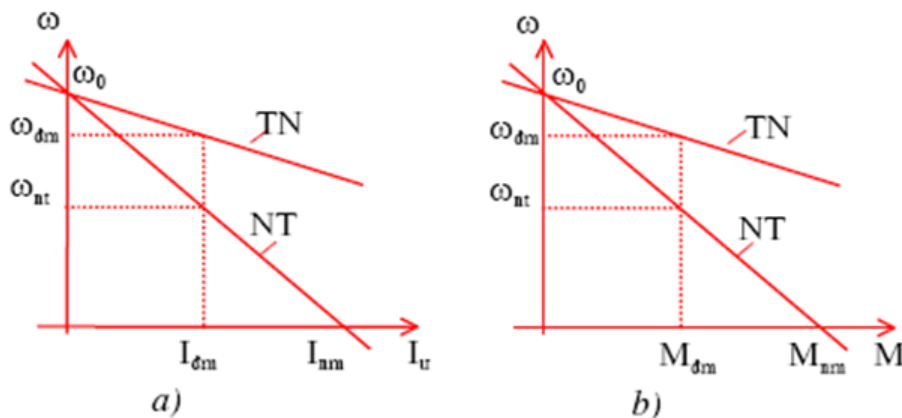
Có thể biểu diễn đặc tính cơ dưới dạng khác:

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega \quad (3.8)$$

$$\text{Trong đó: } \omega_0 = \frac{U_u}{K\phi} \text{ gọi là tốc độ không tải lý tưởng} \quad (3.9)$$

$$\Delta\omega = \frac{R_u + R_{uf}}{(K\phi)^2} M = \frac{R_{u\Sigma}}{(K\phi)^2} M \quad (3.10) \text{ gọi là độ sụt tốc độ}$$

Từ các phương trình đặc tính cơ điện (3.4) và phương trình đặc tính cơ (3.8) trên, với giả thiết phản ứng được bù đủ và $\phi = \text{const}$ thì ta có thể vẽ được các đặc tính cơ - điện (hình 3.2a) và đặc tính cơ (hình 3.2b) là những đường thẳng.



Hình 3.2: a) Đặc tính cơ - điện động cơ điện một chiều kích từ độc lập.
b) Đặc tính cơ động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

Đặc tính cơ tự nhiên (TN) là đặc tính cơ có các tham số định mức và không có điện trở phụ trong mạch phần ứng động cơ:

$$\omega = \frac{U_u}{K\phi} - \frac{R_u}{(k\phi)^2} M \quad (3.11)$$

Đặc tính cơ nhân tạo (NT) là đặc tính cơ có một trong các tham số khác định mức hoặc có điện trở phụ trong mạch phần ứng động cơ.

Khi $\omega = 0$, ta có:

$$I_u = \frac{U_u}{R_u + R_{uf}} = I_{nm} \quad (3.12)$$

$$\text{Và } M = \frac{U_u}{R_u + R_{uf}} \cdot K\phi = I_{nm} \cdot K\phi = M_{nm} \quad (3.13)$$

Trong đó: I_{nm} : gọi là dòng điện (phản ứng) ngắn mạch

M_{nm} : gọi là mômen ngắn mạch

Từ (3.7) ta xác định được *độ cứng đặc tính cơ*:

$$\beta = \frac{dM}{d\omega} = -\frac{(K\phi)^2}{R_u + R_{uf}} \quad (3.14)$$

Đối với đặc tính cơ tự nhiên:

$$\beta_m = -\frac{(K\phi)^2}{R_u} \quad (3.15)$$

$$\text{Và } \beta_m^* = -\frac{1}{R_u^*} \quad (3.16)$$

Nếu chưa có giá trị R_u thì ta có thể xác định gần đúng dựa vào giả thiết coi tổn thất trên điện trở phần ứng do dòng điện định mức gây ra bằng một nửa tổn thất trong động cơ:

$$R_u = 0,5(1 - \eta_{dm}) \frac{U_{dm}}{I_{dm}} \quad (3.17)$$

Ví dụ 3.1: Xây dựng đặc tính cơ tự nhiên và nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập có các số liệu sau:

Động cơ làm việc dài hạn, công suất định mức là 6,6KW; điện áp định mức: 220V, $I_{dm} = 35$ A; tốc độ định mức: 2200vòng/phút; điện trở mạch phần ứng gồm điện trở cuộn dây phần ứng và cực từ phụ: 0,26 Ω ; điện trở phụ đưa vào mạch phần ứng: 1,26 Ω .

Giải:

- Xây dựng đặc tính cơ tự nhiên:

Đặc tính cơ tự nhiên có thể vẽ qua 2 điểm: là điểm định mức [M_{dm} ; ω_{dm}] và điểm không tải lý tưởng [$M = 0$; $\omega = \omega_0$]. Hoặc điểm không tải lý tưởng [$M = 0$; $\omega = \omega_0$] và điểm ngắn mạch [M_{nm} ; $\omega = 0$]. Hoặc điểm định mức [M_{dm} ; ω_{dm}] và điểm ngắn mạch [M_{nm} ; $\omega = 0$].

Tốc độ góc định mức:

$$\omega_{dm} = \frac{n_{dm}}{9,55} = \frac{2200}{9,55} = 230,3 \text{ rad/s}$$

Mômen (cơ) định mức:

$$M_{dm} = \frac{P_{dm} \times 1000}{\omega_{dm}} = \frac{6,6 \times 1000}{230,3} = 28,6 \text{ Nm}$$

Như vậy ta có điểm thứ nhất trên đặc tính cơ tự nhiên cần tìm là điểm định mức: [28,6; 230,3]. Từ phương trình đặc tính cơ – điện tự nhiên ta tính được:

$$K\phi_{dm} = \frac{U_{dm} - I_{dm}R_u}{\omega_{dm}} = \frac{220 - 35 \times 0,26}{230,3} = 0,91 \text{ Wb}$$

Tốc độ không tải lý tưởng:

$$\omega_0 = \frac{U_{dm}}{k\phi_{dm}} = \frac{220}{0,91} \approx 241,7 \text{ rad/s}$$

Ta có điểm thứ hai của đặc tính [0; 241,7] và như vậy ta có thể dựng được đường đặc tính cơ tự nhiên như đường ① trên hình 2.3. Ta có thể tính thêm điểm thứ ba là điểm ngắn mạch [M_{nm}; 0]

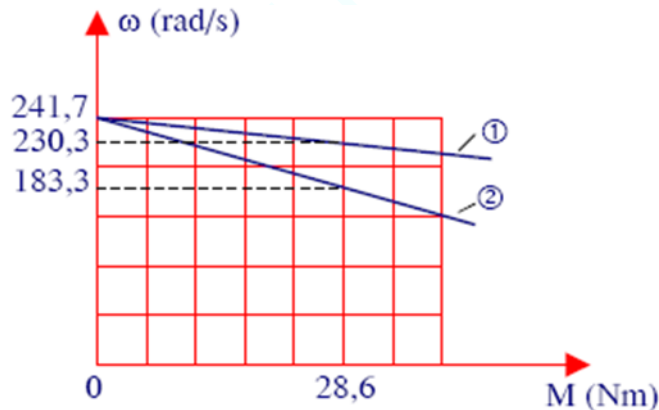
$$M_{nm} = k\phi I_{nm} = k\phi \frac{U_{dm}}{R_u} = 0,91 \frac{220}{0,26} = 779 \text{ Nm}$$

Vậy ta có tọa độ điểm thứ ba của đặc tính cơ tự nhiên [779; 0]. Độ cứng của đặc tính cơ tự nhiên có thể xác định theo biểu thức (2-15) hoặc xác định theo số liệu lấy trên đường đặc tính hình 3.3.

$$|\beta_m| = \frac{dM}{d\omega} = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = \frac{0 - M_{dm}}{\omega_0 - \omega_{dm}} = \frac{28,6}{241,7 - 230,3} = 2,5 \text{ Nm.s}$$

- Xây dựng đặc tính cơ nhân tạo có R_{uf} = 1,26Ω:

Khi thay đổi điện trở phụ trên mạch phản ứng thì tốc độ không tải lý tưởng không thay đổi, nên ta có thể vẽ đặc tính cơ nhân tạo (có R_{uf} = 1,26Ω) qua các điểm không tải lý tưởng [0; ω₀] và điểm tương ứng với tốc độ nhân tạo [M_{đm}; ω_{nt}]:



Hình 3.3: Đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo

Ta tính được giá trị mômen cơ định mức:

$$M_{dm} = \frac{P_{dm} \cdot 10^3}{\omega_{dm}} = \frac{6,6 \times 10^3}{230,3} = 28,66 \text{ Nm}$$

Và tốc độ góc nhân tạo:

$$\omega_{nt} = \frac{U_{dm} - (R_u + R_{uf})I_{dm}}{K\phi_{dm}} = \frac{220 - (0,26 + 1,26) \cdot 35}{0,91} = 183,3 \text{ rad/s}$$

Ta có tọa độ điểm tương ứng với tốc độ nhân tạo [28,66; 183,3] Vậy ta có thể dựng được đường đặc tính cơ nhân tạo có điện trở phụ trong mạch phản ứng như đường ② trên hình 3.3.

Đặc tính cơ khi khởi động ĐM_{d1} và tính điện trở khởi động:

d. Khởi động và xây dựng đặc tính cơ khi khởi động

Nếu khởi động động cơ ĐM_{d1} bằng phương pháp đóng trực tiếp thì dòng khởi động ban đầu rất lớn: I_{kđbđ} = U_{đm}/R_u ≈ (10 ÷ 20)I_{đm}, như vậy nó có thể đốt nóng động cơ hoặc làm cho

sự chuyển mạch khó khăn, hoặc sinh ra lực điện động lớn làm phá huỷ quá trình cơ học của máy.

Để đảm bảo an toàn cho máy, thường chọn:

$$I_{kđbd} = I_{nm} \leq I_{cp} = 2,5I_{dm} \quad (3.18)$$

Muốn thế, người ta thường đưa thêm điện trở phụ vào mạch phần ứng ngay khi bắt đầu khởi động, và sau đó dần chúng ra để đưa tốc độ động cơ lên xác lập.

$$I'_{kđbd} = I'_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_u + R_{uf}} = (2 \div 2,5)I_{dm} \leq I_{cp} \quad (3.19)$$

Xây dựng các đặc tính cơ - điện khi khởi động ĐM_{ai}:

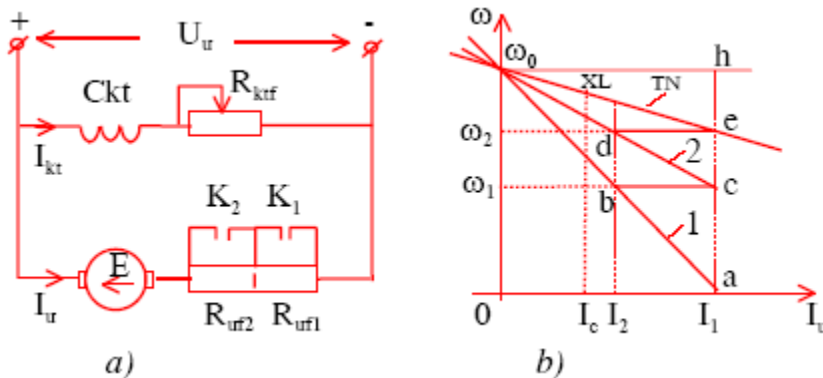
- Từ các thông số định mức (P_{dm} ; U_{dm} ; I_{dm} ; n_{dm} ; η_{dm} ; ...) và thông số tải (I_c ; M_c ; P_c ; ...), số cấp khởi động m , ta vẽ đặc tính cơ tự nhiên.

- Xác định dòng điện khởi động lớn nhất: $I_{max} = I_1 = (2 \div 2,5)I_{dm}$

- Xác định dòng điện khởi động nhỏ nhất: $I_{min} = I_2 = (1,1 \div 1,3)I_{dm}$

- Từ điểm $a(I_1)$ kẻ đường $a\omega_0$ nó sẽ cắt $I_2 = \text{const}$ tại b ; từ b kẻ đường song song với trục hoành nó cắt $I_1 = \text{const}$ tại c ; nối $c\omega_0$ nó sẽ cắt $I_2 = \text{const}$ tại d ; từ d kẻ đường song song với trục hoành thì nó cắt $I_1 = \text{const}$ tại e ; ...

Cứ như vậy cho đến khi nó gặp đường đặc tính cơ tự nhiên tại điểm giao nhau của đặc tính cơ TN và $I_1 = \text{const}$, ta sẽ có đặc tính khởi động abcde...XL. Nếu điểm cuối cùng gặp đặc tính TN mà không trùng với giao điểm của đặc tính cơ TN và $I_1 = \text{const}$ thì ta phải chọn lại I_1 hoặc I_2 rồi tiến hành lại từ đầu.



Hình 3.4: a) Sơ đồ nối dây động cơ ĐM_{ai} khởi động 2 cấp, $m = 2$
b) Các đặc tính khởi động ĐM_{ai}, $m = 2$

e. Tính điện trở khởi động

- Phương pháp đồ thị

Dựa vào biểu thức của độ sụt tốc độ $\Delta\omega$ trên các đặc tính cơ ứng với một giá trị dòng điện (ví dụ I_1) ta có:

$$\Delta\omega_{TN} = \frac{R_u}{K\phi} I_1; \quad \Delta\omega_{NT} = \frac{R_u + R_{uf}}{K\phi} I_1 \quad (3.20)$$

$$\text{Rút ra: } R_{ufi} = \frac{\Delta\omega_{NT} - \Delta\omega_{NTi}}{\Delta\omega_{NT}} R_u \quad (3.21)$$

Qua đồ thị ta có

$$R_{uf1} = \frac{ha - he}{he} R_u = \frac{ae}{he} R_u$$

Tương tự như vậy:

$$R_{uf2} = \frac{hc - he}{he} R_u = \frac{ce}{he} R_u$$

Điện trở tổng ứng với mỗi đặc tính cơ

$$R_1 = R_u + R_{uf(1)} = R_u + (R_{uf1} + R_{uf2})$$

$$R_2 = R_u + R_{uf(2)} = R_u + (R_{uf2})$$

- Phương pháp giải tích

Giả thiết động cơ được khởi động với m cấp điện trở phụ. Đặc tính khởi động đầu tiên và dốc nhất là *đường 1* (hình 3-3b), sau đó đến *cấp 2, cấp 3, ... cấp m*, cuối cùng là đặc tính cơ tự nhiên:

Điện trở tổng ứng với mỗi đặc tính cơ:

$$R_1 = R_u + R_{uf(1)} = R_u + (R_{uf1} + R_{uf2} + .. + R_{ufm})$$

$$R_2 = R_u + R_{uf(2)} = R_u + (R_{uf1} + R_{uf2} + .. + R_{ufm-1})$$

...

$$R_{m-12} = (R_{ufm-1} + R_{ufm})$$

$$R_m = R_u + (R_{ufm})$$

Tại điểm b trên hình 3.3b ta có:

$$I_2 = \frac{U_{dm} - E_{dm}}{R_1} \quad (3.22)$$

Tại điểm e trên hình 3.3b ta có:

$$I_1 = \frac{U_{dm} - E_1}{R_2} \quad (3.23)$$

Trong quá trình khởi động, ta lấy:

$$\frac{I_1}{I_2} = \lambda = const \quad (3.24)$$

$$\text{Vậy: } \lambda = \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_2}{R_3} = \dots = \frac{R_{m-1}}{R_m} = \frac{R_m}{R_u} \quad (3.25)$$

Rút ra:

$$\left. \begin{aligned} R_m &= \lambda R_u \\ R_{m-1} &= \lambda R_m = \lambda^2 R_u \\ &\dots \\ R_2 &= \lambda R_3 = \lambda^{m-1} R_u \\ R_1 &= \lambda R_2 = \lambda^m R_u \end{aligned} \right\} \quad (3.26)$$

Nếu cho trước số cấp điện trở khởi động m và R_1, R_u thì ta tính được bội số dòng điện khi khởi động:

$$\lambda = \sqrt[m]{\frac{R_1}{R_u}} = \sqrt[m]{\frac{U_{dm}}{R_u \cdot I_1}} = \sqrt[m+1]{\frac{U_{dm}}{R_u \cdot I_2}} \quad (3.27)$$

Trong đó: $R_1 = U_{dm}/I_1$; rồi thay tiếp $I_1 = \lambda I_2$.

+ Nếu biết λ , R_1 , R_u ta xác định được số cấp điện trở khởi động:

$$m = \frac{\lg(R_1 / R_u)}{\lg \lambda} \quad (3.28)$$

Trị số các cấp khởi động được tính như sau:

$$\left. \begin{aligned} R_{ufm} &= R_m - R_u = (\lambda - 1)R_u \\ R_{ufm-1} &= R_{m-1} - R_m = \lambda \cdot (\lambda - 1)R_u \\ \dots \\ R_{ufm2} &= R_2 - R_3 = \lambda^{m-2} \cdot (\lambda - 1)R_u \\ R_{ufm1} &= R_1 - R_2 = \lambda^{m-1} \cdot (\lambda - 1)R_u \end{aligned} \right\} \quad (3.29)$$

Ví dụ 3.2: Cho động cơ kích từ song song có các số liệu sau: $P_{dm} = 25\text{KW}$; $U_{dm} = 220\text{V}$; $n_{dm} = 420\text{vòng/ph}$; $I_{dm} = 120\text{A}$; $R_u^* = 0,08$. Khởi động hai cấp điện trở phụ với tần suất 11 lần/1ca, làm việc ba ca, mômen cần quy đổi về trục động cơ (cả trong thời gian khởi động) $M_c \approx 410\text{Nm}$. Hãy xác định các cấp điện trở phụ.

Giải:

Trước hết ta xác định các số liệu cần thiết của động cơ:

- Điện trở định mức: $R_{dm} = U_{dm}/I_{dm} = 220\text{V}/120\text{A} = 1,83\Omega$.
- Điện trở phản ứng: $R_u = R_u^* \cdot R_{dm} = 0,08 \cdot 1,83 = 0,146\Omega$.
- Tốc độ góc định mức: $\omega_{dm} = n_{dm}/9,55 = 420/9,55 = 44 \text{ rad/s}$.

Từ thông của động cơ và hệ số kết cấu của nó:

$$K\phi_{dm} = \frac{U_{dm} - R_u \cdot I_{dm}}{\omega_{dm}} = \frac{220 - 0,146 \cdot 120}{44} = 4,6\text{Wb}$$

Dòng điện phụ tải: $I_c = M_c/K \cdot \phi_{dm} = 410/4,6 = 89\text{A} \approx 0,74I_{dm}$.

Với tần suất khởi động ít, dòng điện và mômen phụ tải nhỏ hơn định mức, nên ta coi trường hợp này thuộc loại khởi động bình thường với số cấp khởi động cho trước $m = 2$, dùng biểu thức (2.27), chọn trước giá trị I_2 :

$$I_2 = 1,1 \cdot I_c = 1,1 \cdot 89 = 98\text{A}$$

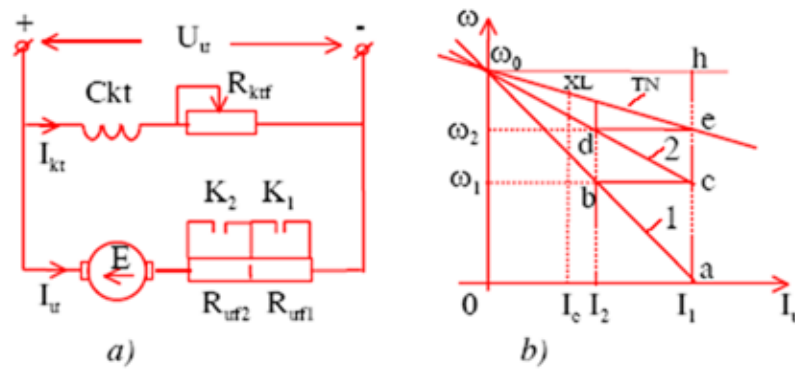
Tính được bội số dòng điện khởi động:

$$\lambda = \sqrt[m+1]{\frac{U_{dm}}{R_u \cdot I_2}} = \sqrt[2+1]{\frac{220}{0,146 \cdot 98}} \approx 2,5$$

Kiểm nghiệm lại giá trị dòng điện I_1

$$I_1 = \lambda \cdot I_2 = 2,5 \cdot 98 = 245\text{A} \approx 2I_{dm}$$

Giá trị dòng khởi động thấp hơn giá trị cho phép, nghĩa là số liệu đã tính là hợp lý.



Hình 3.5: a) Sơ đồ nối dây ĐM_{đl} khởi động 2 cấp, m = 2

b) Các đặc tính khởi động ĐM_{đl}, m = 2

Đường 1 có: $R_1 = R_r + R_{uf1} + R_{uf2}$

Đường 2 có: $R_2 = R_r + R_{uf2}$

Đường TN có: $R_3 = R_r$

Theo (3.26) ta xác định được các cấp điện trở tổng với hai đường đặc tính nhân tạo:

$$R_1 = \lambda R_r = 2,5 \cdot 0,146 = 0,365 \Omega$$

$$R_2 = \lambda R_1 = 2,5 \cdot 0,365 = 0,912 \Omega$$

Và các điện trở phụ của các cấp sẽ là:

$$R_{uf1} = R_1 - R_r = 0,365 - 0,146 = 0,219 \Omega$$

$$R_{uf2} = R_2 - R_{uf1} - R_r = 0,912 - 0,219 - 0,146 = 0,547 \Omega$$

1.1.3. Các đặc tính cơ khi hãm ĐM_{đl}

Hãm một hệ TĐĐ nhằm đạt được một trong các mục đích sau:

- Dừng hệ TĐĐ.
- Giữ hệ thống đứng yên khi hệ thống đang chịu một lực có xu hướng gây chuyển động.
- Giảm tốc hệ TĐĐ.
- Ghìm cho hệ TĐĐ làm việc với tốc độ ổn định. Ví dụ: giữ tốc độ đều khi xe điện xuống dốc, khi hạ xe kíp tải liệu, khi hạ vật cầu ở cần trục...).

Để hãm một hệ TĐĐ, có thể bằng hai phương pháp: Hãm theo phương pháp cơ hoặc hãm theo phương pháp điện (hãm điện). Hãm theo phương pháp cơ là dùng phanh cơ hoặc điện-cơ. Phanh điện-cơ thường đặt ở cổ trục động cơ và có nhiều kiểu, nhiều loại nhưng nguyên tắc hoạt động của chúng tương tự nhau. Đó là khi cấp điện cho động cơ chạy thì cuộn phanh cũng được cấp điện và cổ trục động cơ được nối lỏng. Khi cắt điện để động cơ dừng thì cuộn phanh cũng mất điện và cổ trục động cơ bị ép chặt. Với cách hãm bằng phương pháp cơ thì khó đạt được cả 4 mục đích nêu trên (2 mục đích sau cùng khó thực hiện).

Trạng thái hãm điện của động cơ là trạng thái động cơ sinh ra mômen điện từ ngược với chiều quay của rotor. Phương pháp hãm điện tỏ ra rất có hiệu lực trong tất cả các mục đích nêu trên. Khi hãm điện, trục động cơ không bị phần tử nào tỳ vào cả mà chỉ có mômen điện từ tác dụng vào rotor động cơ để cản lại chuyển động quay mà rotor đang có.

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập có 3 trạng thái hãm điện:

- Hãm tái sinh (Hãm có hoàn trả năng lượng về lưới).
- Hãm ngược.
- Hãm động năng.

Đặc điểm chung của cả 3 trạng thái hãm điện là động cơ đều làm việc ở chế độ máy phát, biến cơ năng mà hệ TĐĐ đang có qua động cơ thành điện năng để hoặc hoàn trả về lưới (hãm

tái sinh) hoặc tiêu thụ thành dạng nhiệt trên điện trở hãm (hãm ngược, hãm động năng). Mômen để quay động cơ ở chế độ máy phát sẽ là mômen hãm đối với hệ TĐĐ.

a. Hãm tái sinh

Hãm tái sinh khi tốc độ quay của động cơ lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ($\omega > \omega_0$). Khi hãm tái sinh, sức điện động của động cơ lớn hơn điện áp nguồn ($E > U_r$). Động cơ làm việc như một máy phát song song với lưới và trả năng lượng về nguồn, lúc này thì dòng hãm và mômen hãm đã đổi chiều so với chế độ động cơ.

Khi hãm tái sinh:

$$\left. \begin{aligned} I_h &= \frac{U_r - E_r}{R} = \frac{K\phi\omega_0 - K\phi\omega}{R} < 0 \\ M_h &= K\phi I_h < 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.30)$$

Một số trạng thái hãm tái sinh

- Hãm tái sinh khi $\omega > \omega_0$:

Lúc này máy sản xuất như là nguồn động lực quay rotor động cơ, làm cho động cơ trở thành máy phát, phát năng lượng trả về nguồn.

Vì $E > U_r$, do đó dòng điện phản ứng sẽ thay đổi chiều so với trạng thái động cơ:

$$I_r = I_h = \frac{U_r - E}{R_{\Sigma}} < 0$$

$$M_h = K\phi I_h < 0$$

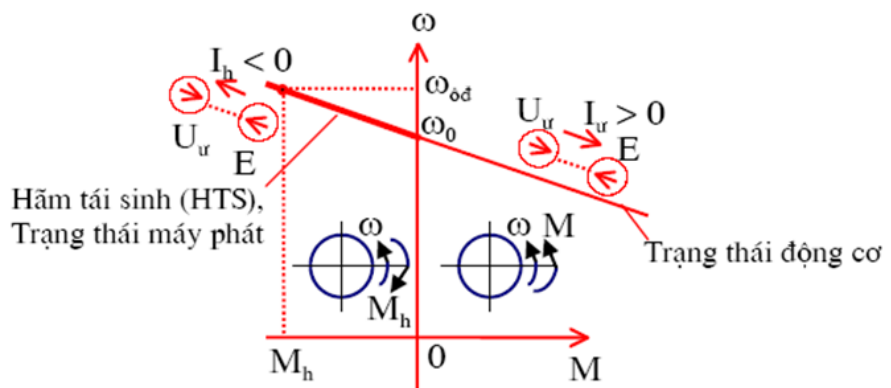
Mômen động cơ đổi chiều ($M < 0$) và trở nên ngược chiều với tốc độ, trở thành mômen hãm (M_h).

- Hãm tái sinh khi giảm điện áp phần ứng ($U_{r2} < U_{r1}$):

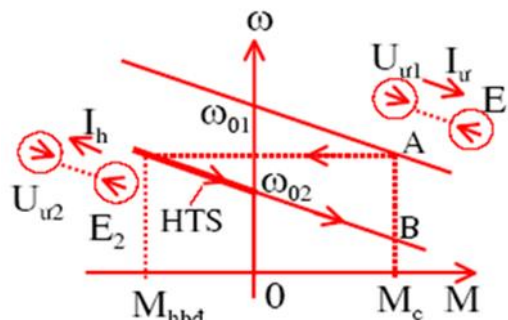
Lúc này M_c là dạng mômen thế năng ($M_c = M_{tn}$). Khi giảm điện áp nguồn đột ngột, nghĩa là tốc độ ω_0 giảm đột ngột trong khi tốc độ ω chưa kịp giảm, do đó làm cho tốc độ trên trục động cơ lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ($\omega > \omega_{02}$). Về mặt năng lượng, do động năng tích lũy ở tốc độ cao lớn sẽ tuôn vào trục động cơ làm cho động cơ trở thành máy phát, phát năng lượng trả lại nguồn (hay còn gọi là hãm tái sinh), hình 3.6b.

- Hãm tái sinh khi đảo chiều điện áp phần ứng ($+U_r \Rightarrow -U_r$):

Lúc này M_c là dạng mômen thế năng ($M_c = M_{tn}$). Khi đảo chiều điện áp phần ứng, nghĩa là đảo chiều tốc độ $+\omega_0 \Rightarrow -\omega_0$, động cơ sẽ dần chuyển sang đường đặc tính có $-U_r$, và sẽ làm việc tại điểm B ($|\omega_B| > |-\omega_0|$). Về mặt năng lượng, do thế năng tích lũy ở trên cao lớn sẽ



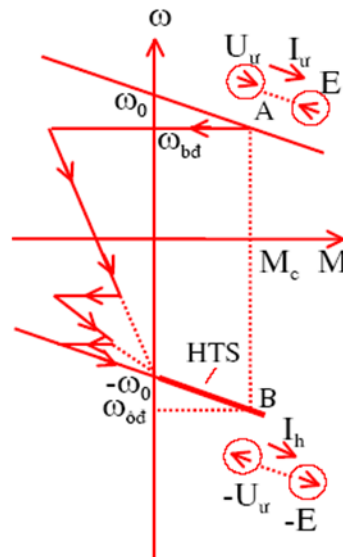
Hình 3.6a: Hãm tái sinh khi có động lực quay động cơ



Hình 3.6b: Hãm tái sinh khi giảm tốc độ bằng cách giảm điện áp phần ứng động cơ ($U_{r2} < U_{r1}$)

tuôn vào động cơ, làm cho động cơ trở thành máy phát, phát năng lượng trả lại nguồn, hình 3.6c.

Trong thực tế, cơ cấu nâng hạ của cầu trục, thang máy, thì khi nâng tải, động cơ truyền động thường làm việc ở chế độ động cơ (điểm A hình 3.6c), và khi hạ tải thì động cơ làm việc ở chế độ máy phát (điểm B hình 3.6c).

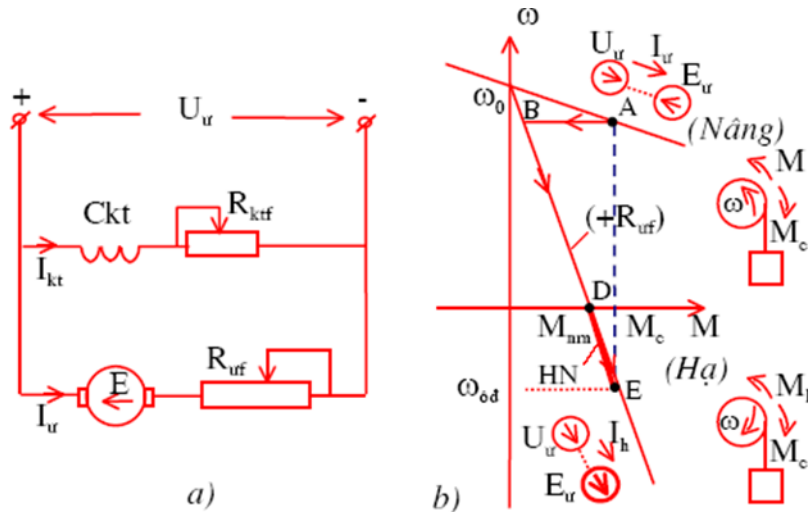


Hình 3.6c: Hãm tái sinh khi đảo chiều điện áp phản ứng động cơ (+U_r → -U_r)

b. Hãm ngược

Hãm ngược là khi mômen hãm của động cơ ngược chiều với tốc độ quay (M↑↓ω). Moment hãm sinh ra bởi động cơ khi đó chống lại chiều quay của cơ cấu sản xuất. Hãm ngược có hai trường hợp.

- Hãm ngược bằng cách đưa điện trở phụ lớn vào mạch phản ứng



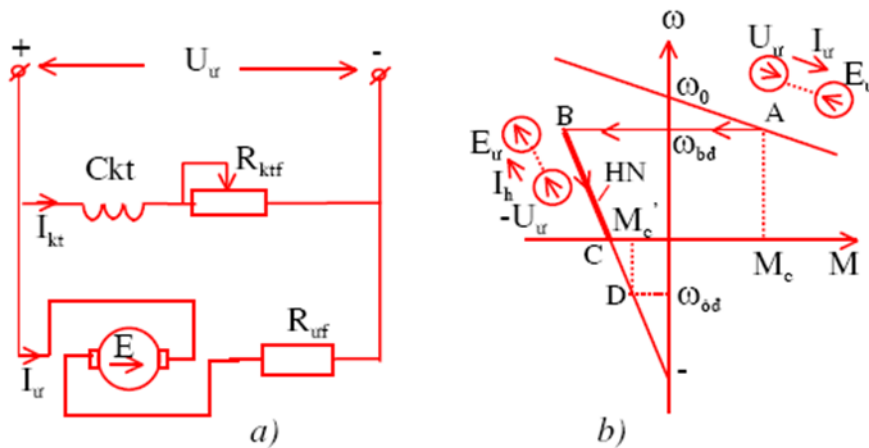
**Hình 3.7: a) Sơ đồ hãm ngược bằng cách thêm R_{rf}
b) Đặc tính cơ khi hãm ngược bằng cách thêm R_{rf}**

Động cơ đang làm việc ở điểm A, ta đưa thêm R_{rf} lớn vào mạch phản ứng thì động cơ sẽ chuyển sang điểm B, D và làm việc ổn định ở điểm E (ω_{đđ} = ω_E và ω_{đđ} ↓ ω_A) trên đặc tính cơ có thêm R_{rf} lớn, và đoạn DE là đoạn hãm ngược, động cơ làm việc như một máy phát nối tiếp với lưới điện, lúc này sức điện động của động cơ đảo dấu nên:

$$\left. \begin{aligned} I_h &= \frac{U_u + E_u}{R_u + R_{uf}} = \frac{U_u + K\phi\omega}{R_u + R_{uf}} \\ M_h &= K\phi I_h \end{aligned} \right\} \quad (3.31)$$

Tại thời điểm chuyển đổi mạch điện thì mômen động cơ nhỏ hơn mômen cản ($M_B < M_c$) nên tốc độ động cơ giảm dần. Khi $\omega = 0$, động cơ ở chế độ ngắn mạch (điểm D trên đặc tính có R_{uf}) nhưng mômen của nó vẫn nhỏ hơn mômen cản: $M_{nm} < M_c$; Do đó mômen cản của tải trọng sẽ kéo trục động cơ quay ngược và tải trọng sẽ hạ xuống ($\omega < 0$, đoạn DE trên hình 3.7). Tại điểm E động cơ quay theo chiều hạ tải trọng, trường hợp này sự chuyển động của hệ được thực hiện nhờ thế năng của tải.

- Hãm ngược bằng cách đảo chiều điện áp phản ứng



Hình 3.8: a) Sơ đồ hãm ngược bằng cách đảo chiều U_u
 b) Đặc tính cơ khi hãm ngược bằng cách đảo chiều U_u

Động cơ đang làm việc ở điểm A, ta đảo chiều điện áp phản ứng (vì dòng đảo chiều lớn nên phải thêm điện trở phụ R_{uf} vào để hạn chế) thì động cơ sẽ chuyển sang điểm B, C và sẽ làm việc xác lập ở D nếu là phụ tải ma sát. Đoạn BC là đoạn hãm ngược. Lúc này dòng hãm và mômen hãm của động cơ:

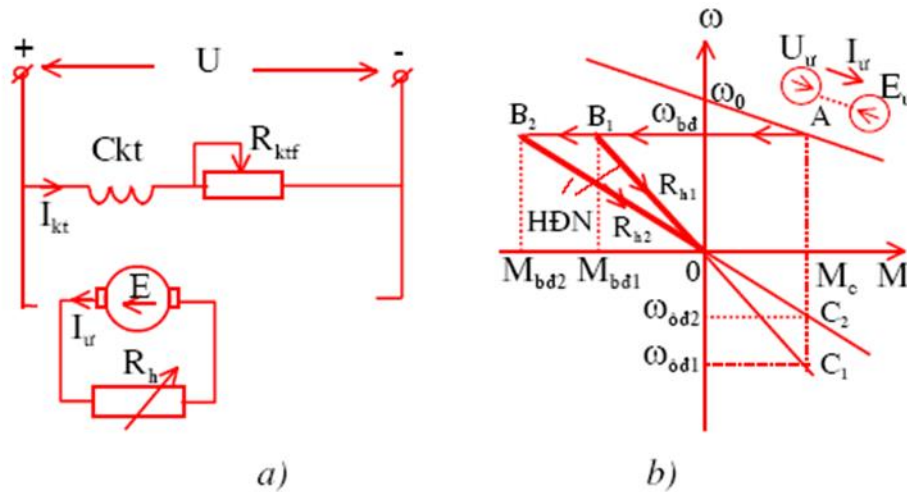
$$\left. \begin{aligned} I_h &= \frac{-U_u - E_u}{R_u + R_{uf}} = -\frac{U_u + K\phi\omega}{R_u + R_{uf}} < 0 \\ M_h &= K\phi I_h < 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.32)$$

Phương trình đặc tính cơ:

$$\omega = \frac{-U_u}{K\phi} - \frac{R_u + R_{uf}}{(K\phi)^2} M \quad (3.33)$$

c. Hãm động năng (cho $U_u = 0$)

- Hãm động năng kích từ độc lập



**Hình 3.9: a) Sơ đồ hãm động năng kích từ độc lập
b) Đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập**

Động cơ đang làm việc với lưới điện tại điểm A, thực hiện cắt phần ứng động cơ ra khỏi lưới điện và đóng vào một điện trở hãm R_h . Do động năng tích lũy trong động cơ, cho nên động cơ vẫn quay và nó làm việc như một máy phát biến cơ năng thành nhiệt năng trên điện trở hãm và điện trở phần ứng.

Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng:

$$\omega = -\frac{R_u + R_h}{(K\phi)^2} M \quad (3.34)$$

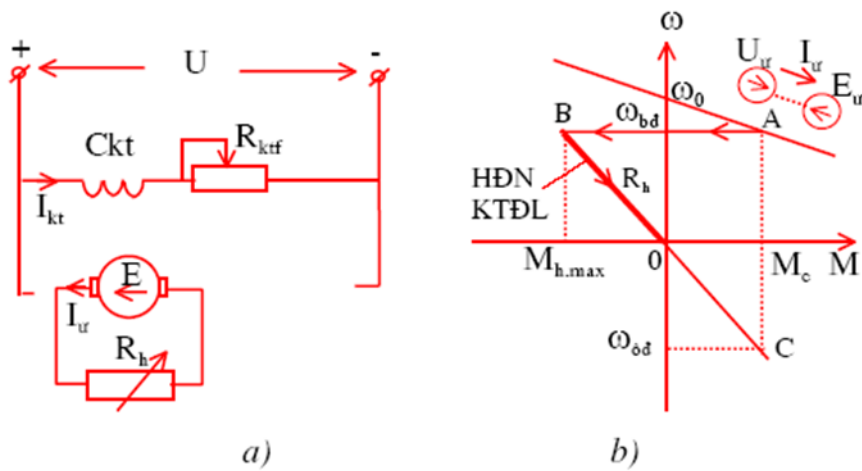
Tại thời điểm hãm ban đầu, tốc độ hãm ban đầu là ω_{hd} nên sức điện động ban đầu, dòng hãm ban đầu và mômen hãm ban đầu:

$$\left. \begin{aligned} E_{hd} &= K\phi\omega_{hd} \\ I_{hd} &= -\frac{E_{hd}}{R_u + R_h} = -\frac{K\phi\omega_{hd}}{R_u + R_{hd}} < 0 \\ M_h &= K\phi I_{hd} < 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.35)$$

Trên đồ thị đặc tính cơ hãm động năng ta thấy rằng nếu mômen cản là phản kháng thì động cơ sẽ dừng hẳn (các đoạn B_1O hoặc B_2O), còn nếu mômen cản là thế năng thì dưới tác dụng của tải sẽ kéo động cơ quay theo chiều ngược lại (ω_{0d1} hoặc ω_{0d2}).

Ví dụ 3.3: Động cơ làm việc dài hạn, công suất định mức là 6,6KW; điện áp định mức: 220V; dòng điện định mức là 35A; tốc độ định mức: 2200vòng/phút; điện trở mạch phần ứng gồm điện trở cuộn dây phần ứng và cực từ phụ: 0,26Ω; Trước khi hãm động cơ làm ở điểm định mức A ($M = M_{dm}$, $\omega = \omega_{dm}$); Hãy xác định trị số điện trở hãm đầu vào mạch phần ứng động cơ để hãm động năng kích từ độc lập với yêu cầu mômen hãm lớn nhất $M_{h,max} = 2M_{dm}$. Sử dụng sơ đồ hãm động năng kích từ độc lập như trong hình 3.9a.

Giải: Sử dụng sơ đồ hãm động năng kích từ độc lập hình 3.9a khi đó đảm bảo từ thông động cơ trong quá trình hãm là không đổi: $\phi = \phi_{dm}$.



**Hình 4.8: a) Sơ đồ hãm động năng kích từ độc lập
b) Đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập**

Đặc tính cơ của động cơ trước khi hãm là đặc tính cơ tự nhiên, và khi chuyển sang đặc tính cơ hãm động năng kích từ độc lập (đoạn B0 trên hình 4.8b).

Điểm làm việc trước khi hãm là điểm định mức A, có:

$$I_{ur} = I_{dm} = 35A \text{ tương ứng mômen định mức } M_{dm};$$

$$\omega_A = \omega_{dm} = 230,3 \text{ rad/s (xem ví dụ 2.1)}$$

Sức điện động của động cơ trước khi hãm sẽ là:

$$E_{bd} = E_A = U_{dm} - I_{ur} \cdot R_{ur}$$

$$E_{bd} = 220 - 35 \times 0,26 = 210,9V$$

Từ hình 4.8b ta thấy, mômen (và dòng điện) hãm lớn nhất sẽ có được tại thời điểm ban đầu của quá trình hãm, ngay khi chuyển đổi mạch điện từ chế độ động cơ trên đặc tính cơ tự nhiên sang mạch điện làm việc ở chế độ hãm động năng kích từ độc lập (điểm B):

$$I_{h,max} = I_{h,bđ} \text{ Hoặc } M_{h,max} = M_{h,bđ}$$

Vì $\phi = \phi_{dm}$ nên mômen động cơ tỉ lệ thuận với dòng điện động cơ khi hãm, do đó để đảm bảo điều kiện $M_{h,max} = 2M_{dm}$ thì:

$$I_{h,bđ} = 2I_{dm} = 2 \times 35 = 70A$$

Điện trở tổng trong mạch phản ứng động cơ được xác định theo (2.34):

$$R_{ur\Sigma} = \left| \frac{K\phi\omega}{I_{ur}} \right| = \left| \frac{K\phi\omega_A}{I_{hbd}} \right| = \left| \frac{E_A}{I_{hbd}} \right|$$

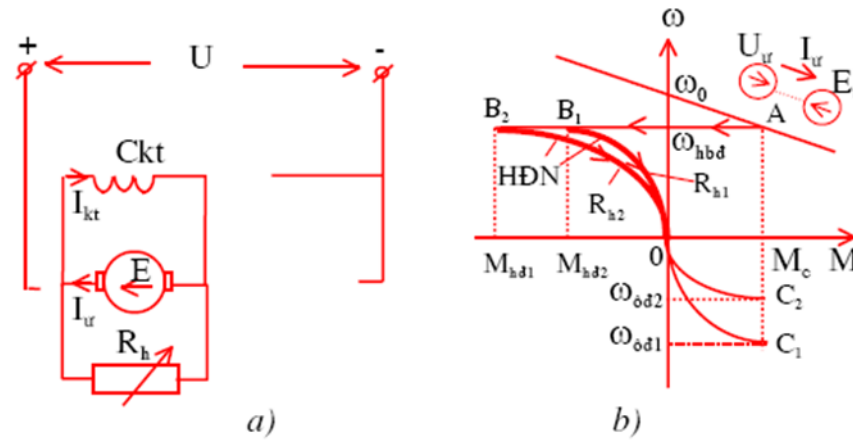
$$R_{ur\Sigma} = \frac{210,9}{70} = 3,01\Omega$$

Vậy điện trở hãm phải đấu vào phần ứng động cơ khi hãm động năng kích từ độc lập sẽ là:

$$R_h = R_{ur\Sigma} - R_{ur}$$

$$R_h = 3,01 - 0,26 = 2,75 \Omega.$$

- Hãm động năng tự kích từ



**Hình 3.10: a) Sơ đồ hãm động năng tự kích từ
b) Đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ**

Động cơ đang làm việc với lưới điện (điểm A), thực hiện cắt cả phần ứng và kích từ của động cơ ra khỏi lưới điện và đóng vào một điện trở hãm R_h . Do động năng tích lũy trong động cơ, cho nên động cơ vẫn quay và nó làm việc như một máy phát tự kích biến cơ năng thành nhiệt năng trên các điện trở. Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ:

$$\omega = -\frac{R_u + R_{kt} + R_h}{(K\phi)^2} M \quad (3.36)$$

Trên đồ thị đặc tính cơ hãm động năng tự kích từ ta thấy rằng trong quá trình hãm, tốc độ giảm dần và dòng kích từ cũng giảm dần, do đó từ thông của động cơ cũng giảm dần và là hàm của tốc độ, vì vậy các đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ giống như đặc tính không tải của máy phát tự kích từ.

So với phương pháp hãm ngược, hãm động năng có hiệu quả hơn khi có cùng tốc độ hãm ban đầu, nhất là tổn ít năng lượng hơn.

1.1.4. Các đặc tính cơ khi đảo chiều ĐM_đ

Giả sử động cơ đang làm việc ở điểm A theo chiều quay thuận trên đặc tính cơ tự nhiên thuận với tải M_c :

$$\omega = \frac{U_{\dot{a}m}}{K\phi_{\dot{a}m}} - \frac{R_{\dot{a}m}}{(K\phi_{\dot{a}m})^2} M \quad (3.37)$$

Với $M = M_c$ thì $\omega = \omega_A = \omega_{\text{Thuận}}$ Muốn đảo chiều động cơ, ta có thể đảo chiều điện áp phần ứng hoặc đảo chiều từ thông kích từ động cơ. Thường đảo chiều động cơ bằng cách đảo chiều điện áp phần ứng. Khi đảo chiều điện áp phần ứng thì ω_0 đảo dấu, còn $\Delta\omega$ thì không đảo dấu, đặc tính cơ khi quay ngược chiều:

$$\omega = \frac{-U_u}{K\phi(I_u)} - \frac{R_u + R_{uf}}{[K\phi(I_u)]^2} M \quad (3.38)$$

Động cơ quay ngược chiều tương ứng với điểm A' trên đặc tính cơ tự nhiên bên ngược, hoặc trên đặc tính cơ nhân tạo.

1.1.5. Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Phương trình đặc tính cơ (3.7) cho thấy, đường đặc tính cơ bậc nhất $\omega = f(M)$ phụ thuộc vào các hệ số của phương trình, trong đó có chứa các thông số điện U, R_p và ϕ . Ta lần lượt xét ảnh hưởng của từng thông số này.

a. Trường hợp thay đổi điện áp phần ứng

Vì điện áp phần ứng không thể vượt quá giá trị định mức nên ta chỉ có thể thay đổi về phía giảm.

U_r biến đổi; $R_p = \text{const}$; $\phi = \text{const}$

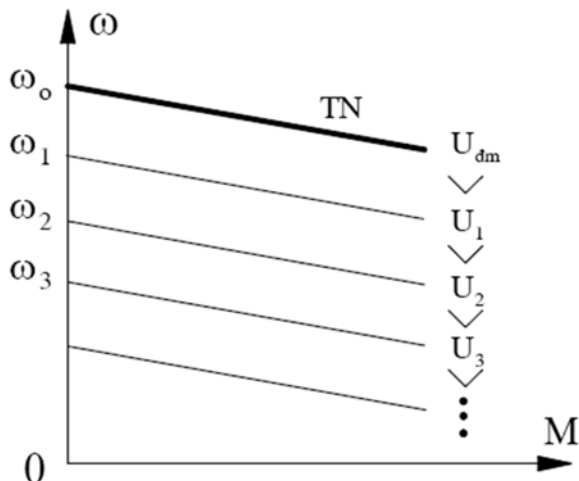
Trong phương trình đặc tính cơ, ta thấy độ dốc (hay độ cứng) đặc tính cơ không thay đổi:

$$-\frac{R_u + R_p}{(K\phi)^2} = \text{const}$$

Tốc độ không tải lý tưởng ω_0 thay đổi tỷ lệ thuận với điện áp:

$$\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi} = \text{var}$$

Như vậy khi thay đổi điện áp phản ứng ta được một họ các đường đặc tính cơ song song với đường đặc tính cơ tự nhiên và thấp hơn đường đặc tính cơ tự nhiên.



Hình 3.11: Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm điện áp phản ứng

b. Trường hợp thay đổi điện trở mạch phản ứng

Vì điện trở tổng của mạch phản ứng: $R_{r\Sigma} = R_u + R_{rf}$ nên điện trở mạch phản ứng chỉ có thể thay đổi về phía tăng R_{rf} .

$U_r = \text{const}$; $R_{rf} = \text{var}$; $f = \text{const}$

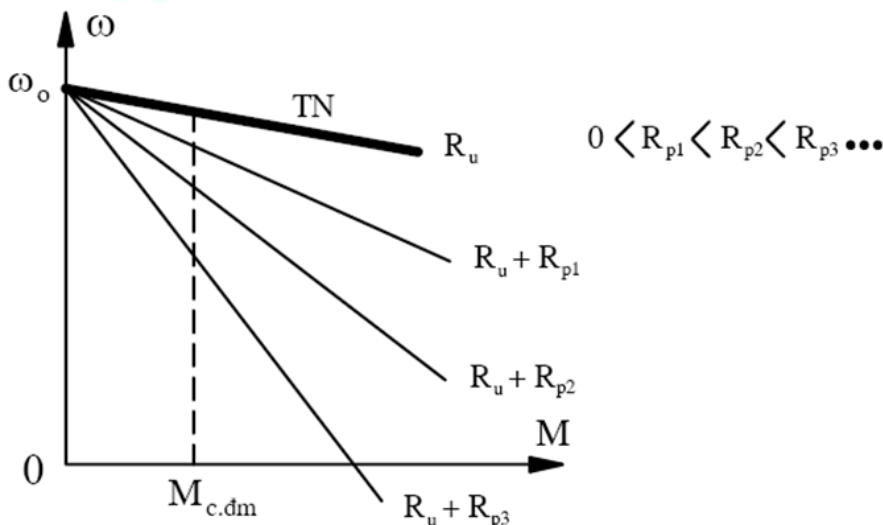
Trường hợp này, tốc độ không tải giữ nguyên:

$$\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi} = \text{const}$$

Còn độ dốc (hay độ cứng) của đặc tính cơ thay đổi tỷ lệ thuận theo $R_{r\Sigma}$

$$-\frac{R_u + R_{rf}}{(K\phi)^2} = \text{var}$$

Như vậy, khi tăng điện trở R_{rf} trong mạch phản ứng, ta được một họ các đường đặc tính cơ nhân tạo cùng đi qua điểm $(0, \omega_0)$.



Hình 3.12: Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi tăng điện trở phụ trong mạch phản ứng

c. Trường hợp thay đổi từ thông kích từ

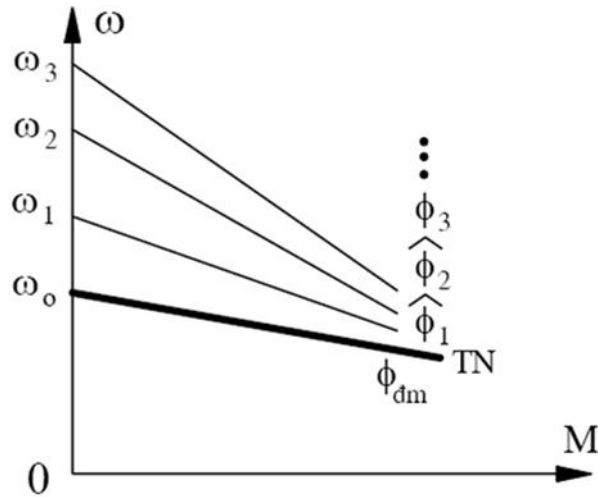
$U_r = \text{const} ; R_{ur} = \text{const}; \phi = \text{var}$

Để thay đổi từ thông ω , ta phải thay đổi dòng điện kích từ nhờ biến trở R_{kt} mắc ở mạch kích từ của động cơ. Vì chỉ có thể tăng điện trở mạch kích từ nhờ R_{kt} nên từ thông kích từ chỉ có thể thay đổi về phía giảm so với từ thông định mức.

Trường hợp này, cả tốc độ không tải lý tưởng và độ dốc đặc tính cơ đều thay đổi.

$$\omega_0 = \frac{U_r}{K\phi} = \text{var}$$

$$-\frac{R_u + R_{ur}}{(K\phi)^2} = \text{var}$$



Hình 3.13: Họ đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông kích từ

Khi điều chỉnh giảm từ thông kích từ, tốc độ không tải lý tưởng ω_0 tăng, còn độ cứng đặc tính cơ thì giảm mạnh. Họ đặc tính cơ nhân tạo thu được như hình 3.13.

1.1.6. Mở máy (khởi động) động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Nếu khởi động động cơ ĐM_{đl} bằng phương pháp đóng trực tiếp thì ban đầu tốc độ động cơ còn bằng 0 nên dòng khởi động ban đầu rất lớn.

$$I_{nm} = U_{dm} / R_u \approx (10 \div 20) I_{dm}$$

Như vậy nó đốt nóng mạnh động cơ và gây sụt áp lưới điện. Hoặc làm cho sự chuyển mạch khó khăn, hoặc mômen mở máy quá lớn sẽ tạo ra các xung lực động làm hệ truyền động bị giật, lắc... không tốt về mặt cơ học, hại máy và có thể gây nguy hiểm như: gãy trục, vỡ bánh răng, đứt cáp, đứt xích... Tình trạng càng xấu hơn nếu như hệ TĐĐ thường xuyên phải mở máy, đảo chiều, hãm điện thường xuyên như ở máy cán đảo chiều, cần trục, thang máy...

Để đảm bảo an toàn cho máy, thường chọn:

$$I_{k\grave{a}b\grave{d}} = I_{nm} \leq I_{cp} = 2,5 I_{dm}$$

Muốn thế, người ta thường đưa thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng ngay khi bắt đầu khởi động, và sau đó thì loại dần chúng ra để đưa tốc độ động cơ lên xác lập.

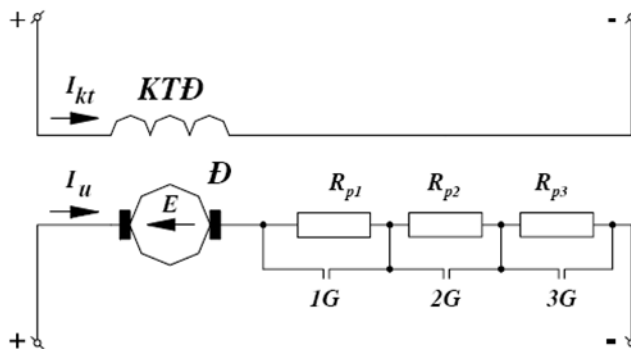
$$I_{k\grave{a}b\grave{d}} = I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_u + R_p} = (2 \div 2,5) I_{dm} \leq I_{cp} \tag{3.39}$$

Công suất động cơ lớn thì chọn I_{mm} nhỏ.

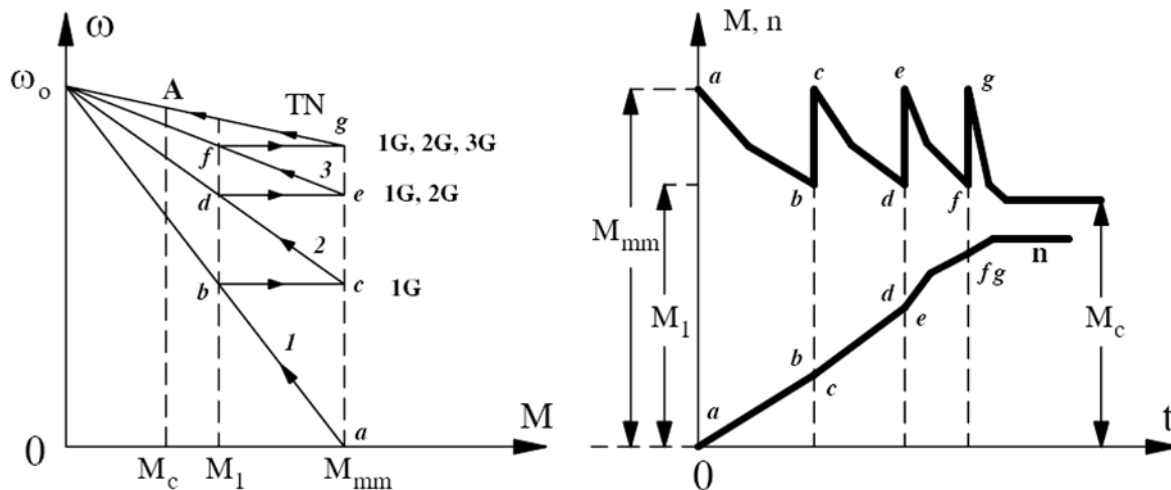
Trong quá trình mở máy, tốc độ động cơ ω tăng dần, sức điện động của động cơ $E_r = K.\phi.\omega$ cũng tăng dần và dòng điện động cơ bị giảm:

$$I = \frac{U - E_r}{R_u + R_p} \tag{3.40}$$

Do đó mômen động cơ cũng giảm. Động cơ mở máy trên đường đặc tính cơ như hình 4.13b.



Hình: 3.14a: Sơ đồ mở máy động cơ điện một chiều kích từ độc lập qua ba cấp điện trở



Hình: 3.14b, c: Đặc tính cơ lúc mở máy động cơ điện một chiều kích từ độc lập qua ba cấp điện trở

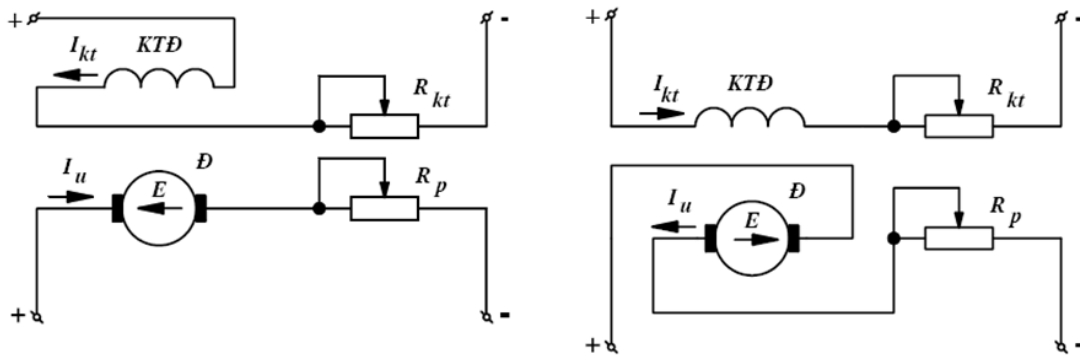
Nếu cứ giữ nguyên R_p trong mạch phần ứng thì khi tốc độ tăng theo đường đặc tính 1 tới điểm B, mômen động cơ giảm từ mômen M_{mm} xuống bằng mômen cản M_c , động cơ sẽ quay ổn định với tốc độ thấp ω_b . Do vậy, khi mômen giảm đi một mức nào đó (chẳng hạn M_2) thì phải cắt dần điện trở phụ để động cơ tiếp tục quá trình mở máy cho đến điểm làm việc A trên đường đặc tính tự nhiên.

Khi bắt đầu cấp điện cho động cơ với toàn bộ điện trở khởi động, mômen ban đầu của động cơ sẽ có giá trị là M_{mm} . Mômen này lớn hơn mômen cản tĩnh M_c do đó động cơ bắt đầu được gia tốc. Tốc độ càng tăng lên thì mômen động cơ càng giảm xuống theo đường cong ab. Trong quá trình đó mômen động (chênh lệch giữa mômen động cơ và mômen cản: $\Delta M = M_D - M_c$) giảm dần nên hiệu quả gia tốc cũng giảm theo. Đến một tốc độ nào đó, ứng với điểm b, tiếp điểm 1G đóng lại, một đoạn điện trở khởi động bị nối tắt. Và ngay tại tốc độ đó, động cơ chuyển sang làm việc ở điểm c trên đường đặc tính cơ thứ 2. Mômen động cơ lại tăng lên, gia tốc lớn hơn và sau đó gia tốc lại giảm dần khi tốc độ tăng, mômen động cơ giảm dần theo đường cong cd. Tiếp theo quá trình lại xảy ra tương tự như vậy: sau khi đóng tiếp điểm 2G mômen động cơ giảm theo đường ef và đến điểm f tiếp điểm 3G đóng lại thì động cơ chuyển sang làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên.

1.1.7. Đảo chiều quay động cơ

Chiều từ lực tác dụng vào dòng điện được xác định theo quy tắc bàn tay trái. Khi đảo chiều từ thông hay đảo chiều dòng điện thì từ lực có chiều ngược lại. Vậy muốn đảo chiều quay của động cơ điện một chiều ta có thể thực hiện một trong hai cách:

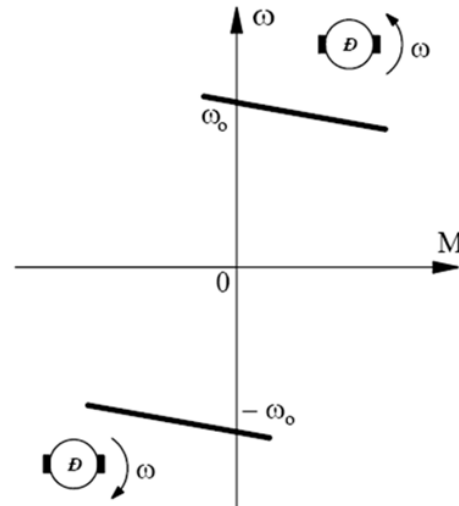
- Hoặc đảo chiều từ thông (bằng cách đảo chiều dòng điện kích từ).
- Hoặc đảo chiều dòng điện phần ứng.



Hình: 3.15, Sơ đồ nối dây động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi đảo chiều từ thông hoặc khi đảo chiều dòng điện phản ứng

Đường đặc tính cơ của động cơ khi quay thuận và quay ngược là đối xứng nhau qua gốc tọa độ.

Phương pháp đảo chiều từ thông thực hiện nhẹ nhàng vì mạch từ thông có công suất nhỏ hơn mạch phản ứng. Tuy vậy, vì cuộn kích từ có số vòng dây lớn, hệ số tự cảm lớn, do đó thời gian đảo chiều tăng lên. Ngoài ra, dùng phương pháp đảo chiều từ thông thì từ thông qua trị số 0 có thể làm tốc độ động cơ tăng quá cao.

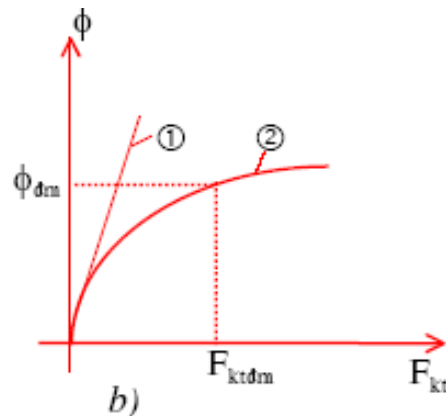
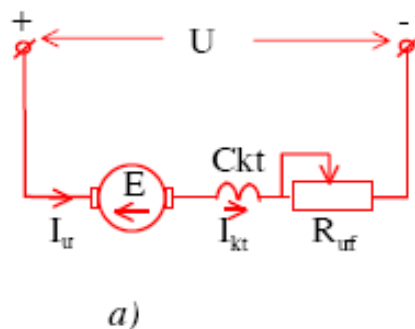


Hình: 3.16 Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi đảo chiều quay

1.2. Đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ nối tiếp (ĐM_{nt}) và hỗn hợp (ĐM_{hh})

1.2.1. Sơ đồ nối dây của ĐM_{nt}

Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp (ĐM_{nt}): nguồn một chiều cấp chung cho phần ứng nối tiếp với kích từ.



**Hình: 3.17: a) Sơ đồ nối dây ĐM_{nt}
b) Đặc tính từ hóa của ĐM_{nt}**

Từ sơ đồ nguyên lý ta thấy dòng kích từ chính là dòng phần ứng, nên từ thông của động cơ phụ thuộc vào dòng phần ứng và phụ tải của động cơ.

Theo sơ đồ hình 3.17a, có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng như sau:

$$U = E + R.I_u = k\phi\omega + R.I_u \quad (3.41)$$

Trong đó: U là điện áp nguồn (V)

$$R = R_{ur} + R_{kt} + R_{uf} \quad (3.42)$$

R_{ur} là điện trở phản ứng động cơ; R_{kt} là điện trở cuộn dây kích từ

R_{uf} là điện trở phụ mắc thêm vào mạch phản ứng

Tương tự ĐM_{dl} từ các phương trình trên ta rút ra:

$$\omega = \frac{U}{k\phi} - \frac{R}{k\phi} I_u \quad (3.43)$$

$$\omega = \frac{U}{k\phi} - \frac{R}{(k\phi)^2} M \quad (3.44)$$

Từ thông ϕ phụ thuộc vào dòng kích từ I_{kt} theo đặc tính từ hoá như đường ② trên hình 3.17b. Đó là quan hệ giữa từ thông ϕ với sức từ động kích từ F_{kt} của động cơ. Mà: $F_{kt} = I_{kt} \cdot W_{kt}$. Khi cho dòng kích từ bằng định mức thì từ thông động cơ sẽ đạt định mức.

Để đơn giản hoá khi thành lập phương trình đặc tính cơ ĐM_{nt}, ta coi mạch từ của động cơ là chưa bão hoà, quan hệ giữa từ thông với dòng kích từ là tuyến tính (đường ① trên hình 3.17b):

$$\phi = C \cdot I_{kt}; \quad (C - \text{hệ số tỉ lệ}) \quad (3.44)$$

Nếu bỏ qua phản ứng phần ứng, ta có:

$$\phi = C \cdot I_{kt} = C \cdot I_{ur} = C \cdot I \quad (3.45)$$

Kết hợp (2.44) với (2.39) ta được phương trình đặc tính cơ điện của ĐM_{nt}:

$$\omega = \frac{U}{k \cdot C \cdot I} - \frac{R}{k \cdot C} = \frac{A_1}{I} - B \quad (3.46)$$

Với: $A_1 = \frac{U}{k \cdot C} = \text{const}; \quad B = \frac{R}{k \cdot C} = \text{const}$

Mặt khác:

$$M = k \cdot \phi \cdot I = k \cdot C \cdot I^2 \quad (3.47)$$

Nên: $I = \sqrt{\frac{M}{k \cdot C}} \quad (3.48)$

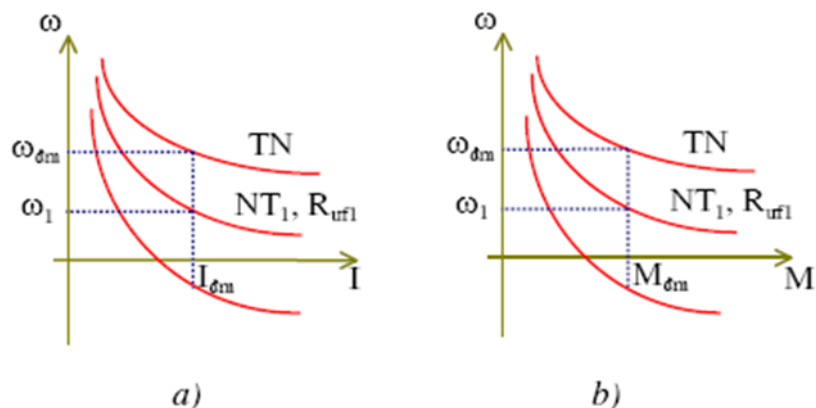
Thay (3.48) vào (3.46) ta có phương trình đặc tính cơ ĐM_{nt}:

$$\omega = \frac{A_1 \sqrt{k \cdot C}}{\sqrt{M}} - \frac{R}{k \cdot C} = \frac{A_2}{\sqrt{M}} - B \quad (3.49)$$

Trong đó

$$A_2 = A_1 \sqrt{k \cdot C} = \text{const}$$

Qua phương trình (3.46) và (3.49) ta thấy đặc tính cơ điện và đặc tính cơ của ĐM_{nt} có dạng hyperbol và rất mềm như hình 3.18a, b và tốc độ không tải lý tưởng bằng vô cùng. Thực tế không có tốc độ không tải lý tưởng đối với động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.



Hình 3.18: a) Đặc tính cơ điện của ĐM_{nt}
b) Đặc tính cơ của ĐM_{nt}

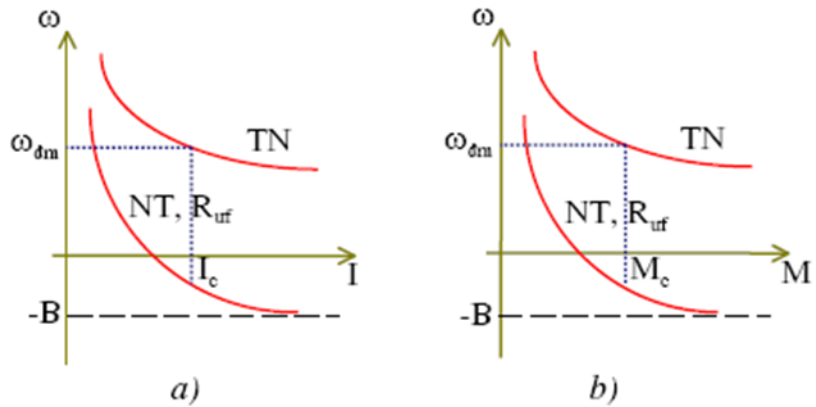
Các đặc tính cơ điện và đặc tính cơ của ĐM_{nt}:

Như vậy đặc tính cơ điện của ĐM_{nt} có dạng đường hyperbol và rất mềm. Nó có hai đường tiệm cận (hình 3.18a):

- Khi $I \rightarrow 0, \omega \rightarrow \infty$: Tiệm cận trục tung.
- Khi $\omega \rightarrow -B, M \rightarrow \infty$: Tiệm cận đường $\omega = -B = -(R_{\Sigma})/k.C$

Tương tự như vậy đối với đặc tính cơ của ĐM_{nt} cũng có hai đường tiệm cận (hình 3.19b):

- Khi $I \rightarrow 0, \omega \rightarrow \infty$: Tiệm cận trục tung.
- Khi $\omega \rightarrow -B, M \rightarrow \infty$: Tiệm cận đường $\omega = -B = -(R_{\Sigma})/k.C$



Hình 3.19: a) Tiệm cận của đặc tính cơ điện của ĐM_{nt}
b) Tiệm cận của đặc tính cơ của ĐM_{nt}

Với đặc tính cơ tự nhiên thì $R_{\text{uff}} = 0$, nên ta có hai đường tiệm cận ứng với:

- Khi $M \rightarrow 0, \omega \rightarrow \infty$: Tiệm cận trục tung.
- Khi $\omega \rightarrow -B(\text{tn}), M \rightarrow \infty$: đặc tính cơ sẽ tiệm cận với đường thẳng $\omega = -B(\text{nt}) = -(R_{\Sigma})/k.C$

Thực tế, động cơ thường được thiết kế để làm việc với mạch từ bão hòa ở vùng tải định mức. Do vậy, khi tải nhỏ, đặc tính cơ có dạng đường hyperbol bậc 2 và mềm, còn khi tải lớn (trên định mức) đặc tính có dạng gần thẳng và cứng hơn vì mạch từ đã bão hòa ($f = \text{const}$).

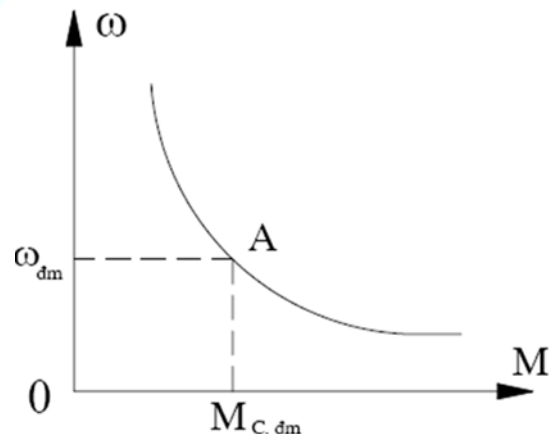
Khi $M_C = 0$ (hay $I_r = 0$), theo phương trình đặc tính cơ (3.49) thì trị số ω sẽ vô cùng lớn. Trên thực tế do có lực ma sát ở cổ trục động cơ và mạch từ khi $I_{\text{kt}} = 0$ vẫn còn có từ dư ($\phi_{\text{dur}} \neq 0$) nên khi không tải $C \approx 0$, tốc độ động cơ lúc đó sẽ là:

$$\omega_0 = \frac{U}{k\phi_{\text{dur}}} \quad (3.50)$$

Tốc độ này không phải lớn vô cùng nhưng do từ dư ϕ_{dur} nhỏ nên ω_0 cũng lớn hơn nhiều so với trị số định mức $(5 \div 6)\omega_{\text{dm}}$ và có thể gây hại và nguy hiểm cho hệ TĐĐ. Vì vậy không được để động cơ một chiều kích từ nối tiếp làm việc ở chế độ không tải hoặc rơi vào tình trạng không tải. Không dùng động cơ một chiều kích từ nối tiếp với các bộ truyền đai hoặc ly hợp ma sát... Thông thường, tải tối thiểu của động cơ là khoảng $(10 \div 20)\%$ định mức. Chỉ những động cơ công suất rất nhỏ (vài chục Watt) mới có thể cho phép chạy không tải.

1.2.2. Đặc tính vận năng của ĐM_{nt}

Các phương trình (3.46), (3.49) và các đặc tính trên hình 3.20 được rút ra với giả thiết đặc tính từ hoá $\phi = f(I)$ là đường thẳng. Tuy nhiên, thực tế quan hệ $\phi = f(I)$ là phi tuyến nên việc viết phương trình và vẽ các đặc tính cơ ĐM_{nt} là rất khó khăn. Vì vậy các nhà chế tạo động cơ thường cho trước các đường cong thực nghiệm:



Hình 3.20: Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

$\omega^* = f(I^*)$ và $M^* = f(I^*)$ khi không có điện trở phụ, và gọi là đặc tính vận năng của ĐM_{nt} như hình 3.21.

Các đặc tính này cho theo đơn vị tương đối:

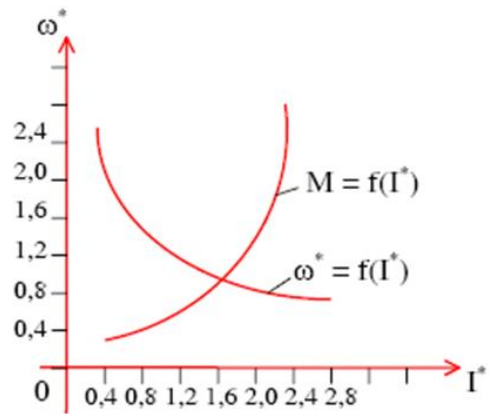
$$\omega^* = \omega / \omega_{dm};$$

$$I^* = I / I_{dm};$$

$$M^* = M / M_{dm};$$

Dùng chung cho các loại động cơ trong dãy công suất có cùng tiêu chuẩn thiết kế.

Đối với động cơ đã cho, ta chỉ cần lấy giá trị ω_{dm} nhân vào trục tung và lấy I_{dm} nhân vào trục hoành, ta sẽ được đặc tính cơ điện tự nhiên $\omega = f(I)$ của động cơ đó. Mặt khác, từ giá trị I^* tra theo đường $M^* = f(I^*)$ ta được giá trị M^* tương ứng. Nhân giá trị M^* đó với M_{dm} của động cơ đã cho ta được M . Như vậy, từ đặc tính cơ điện tự nhiên và đường đặc tính vận năng $M^* = f(I^*)$ ta sẽ được đặc tính cơ tự nhiên $\omega = f(M)$. Người ta có thể vẽ đặc tính cơ nhân tạo (dùng thêm điện trở phụ trong mạch phản ứng) của ĐM_{nt} khi sử dụng các đặc tính vận năng và đặc tính cơ tự nhiên.



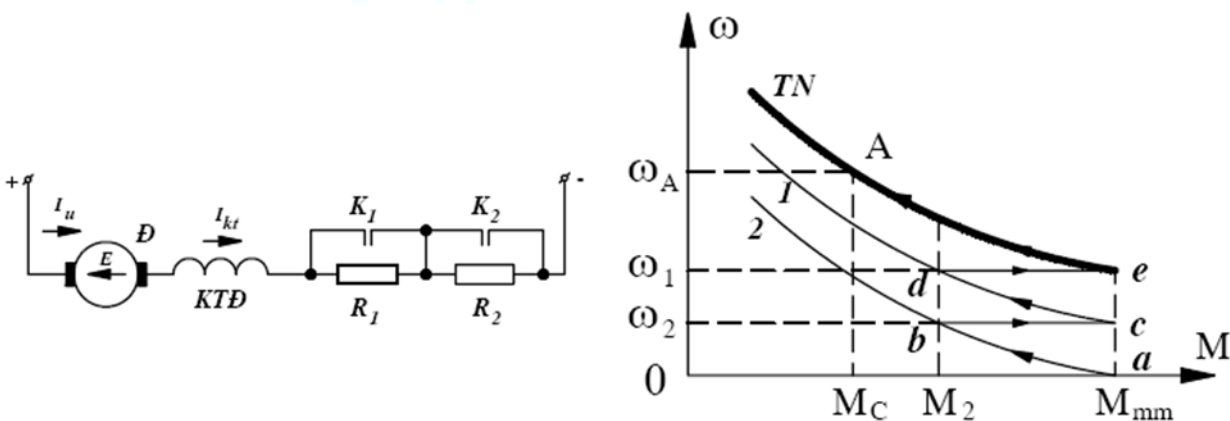
Hình 3.21: Các đặc tính vận năng của ĐM_{nt}

1.2.3. Đặc tính cơ khi khởi động ĐM_{nt}

Tương tự ĐM_{dl}, để hạn chế dòng khởi động ĐM_{nt} người ta cũng đưa thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng ngay khi bắt đầu khởi động, và sau đó thì loại dần đi để đưa tốc độ động cơ lên xác lập.

$$I'_{kdbd} = I'_{nm} = \frac{U_{dm}}{R_{ur} + R_{uf}} = (2 \div 2,5) I_{dm} \leq I_{cp} \quad (3.51)$$

Lúc mở máy động cơ, phải đưa thêm điện trở mở máy vào mạch động cơ để hạn chế dòng điện mở máy không được vượt quá giới hạn $2,5I_{dm}$. Trong quá trình động cơ tăng tốc, phải cắt dần điện trở mở máy và khi kết thúc quá trình mở máy, động cơ sẽ làm việc trên đường đặc tính cơ tự nhiên không có điện trở mở máy.



Hình 3.22: Sơ đồ mở máy động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp (ĐM_{nt}) qua 2 cặp điện trở phụ

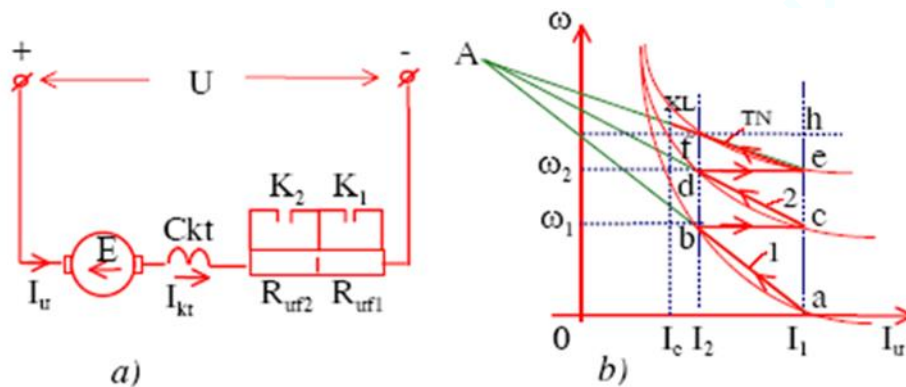
Khi động cơ được cấp điện, các tiếp điểm K_1 và K_2 mở để đưa các điện trở R_1 và R_2 vào mạch động cơ. Dòng điện qua động cơ được hạn chế trong giới hạn cho phép ứng với mômen mở máy:

$$M_{mm} = M_1 = (2 \div 2,5) M_{dm}$$

Động cơ bắt đầu tăng tốc theo đặc tính cơ 2 từ điểm a đến điểm b. Cùng với quá trình tăng tốc, mômen động cơ giảm dần. Tới điểm b, tốc độ động cơ là ω_2 và mômen là $M_2 = (1,1 \div 1,3)M_{dm}$ thì tiếp điểm K_2 đóng, cắt điện trở mở máy R_2 ra khỏi mạch động cơ. Động cơ chuyển từ đặc tính cơ 2 sang làm việc tại điểm c trên đặc tính cơ 1. Thời gian chuyển đặc tính vô cùng ngắn nên tốc độ động cơ coi như giữ nguyên. Đoạn bc song song với trục hoành OM. Lúc này mômen động cơ lại tăng từ M_2 lên M_1 , động cơ tiếp tục tăng tốc nhanh theo đặc tính cơ 1. Khi mômen động cơ giảm xuống còn M_2 (ứng với tốc độ ω_1) thì điện trở mở máy R_1 còn lại được cắt nốt ra khỏi mạch động cơ nhờ đóng tiếp điểm K_1 . Động cơ chuyển sang làm việc tại điểm e trên đặc tính cơ tự nhiên và lại tăng tốc theo đặc tính này tới làm việc tại điểm A. Tại đây, mômen động cơ M_D cân bằng với mômen cản M_C nên động cơ sẽ quay với tốc độ ổn định ω_A .

a. Xây dựng các đặc tính cơ khi khởi động ĐM_{nt}

Sơ đồ nguyên lý và đặc tính khởi động trình bày trên hình 3.23:



Hình 3.23: a) Sơ đồ nối dây (ĐM_{nt}) khởi động 2 cấp, m = 2
b) Các đặc tính cơ khi khởi động (ĐM_{nt}), m = 2

Quá trình xây dựng đặc tính khởi động theo các bước sau:

- Dựa vào các thông số của động cơ và đặc tính vạn năng, vẽ ra đặc tính cơ tự nhiên.
- Chọn dòng điện giới hạn $I_1 \leq (2 \div 2,5)I_{dm}$ và tính điện trở tổng của mạch phản ứng khi khởi động $R = U_{dm}/I_1$. Ta kẻ đường $I_1 = \text{const}$ nó sẽ cắt đặc tính tự nhiên tại e.
- Chọn dòng chuyển khi khởi động $I_2 = (1,1 \div 1,3)I_c$. Kẻ đường $I_2 = \text{const}$ nó sẽ cắt đặc tính tự nhiên tại f, và nó cũng cắt đặc tính nhân tạo dốc nhất (có R) tại b theo biểu thức:

$$\omega_{NT(b)} = \omega_{TN(f)} \frac{U_{dm} - I_2 R}{U_{dm} - I_2 R_u} \quad (3.52)$$

Kẻ các đường ef và ab kéo dài, chúng sẽ cắt nhau tại A, từ A dựng tiếp các đường đặc tính khởi động tuyến tính hoá thoả mãn các yêu cầu khởi động và ta có đường khởi động abcdefXL.

b. Tính điện trở khởi động

Theo phương pháp tuyến tính hoá trên, điện trở phụ tổng được tính $R_{uf} = R - R_u$, ta có điện trở phụ các cấp:

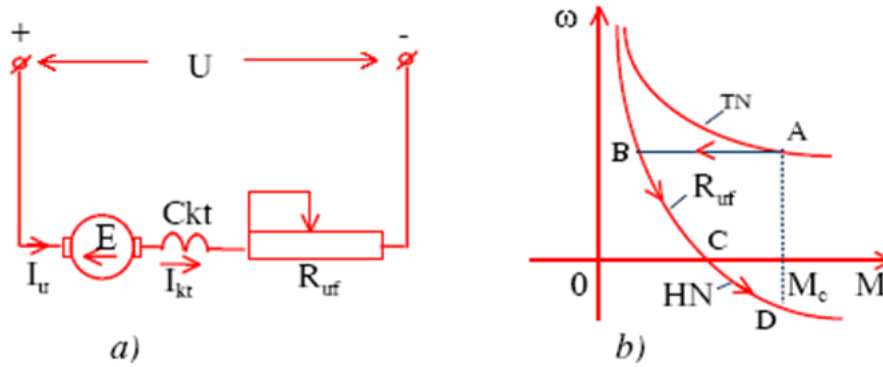
$$R_{uf1} = \frac{ac}{ea} R_{uf}; \quad R_{uf2} = \frac{ce}{ea} R_{uf} \quad (3.53)$$

1.2.4. Các trạng thái hãm ĐM_{nt}

a. Hãm ngược ĐM_{nt}

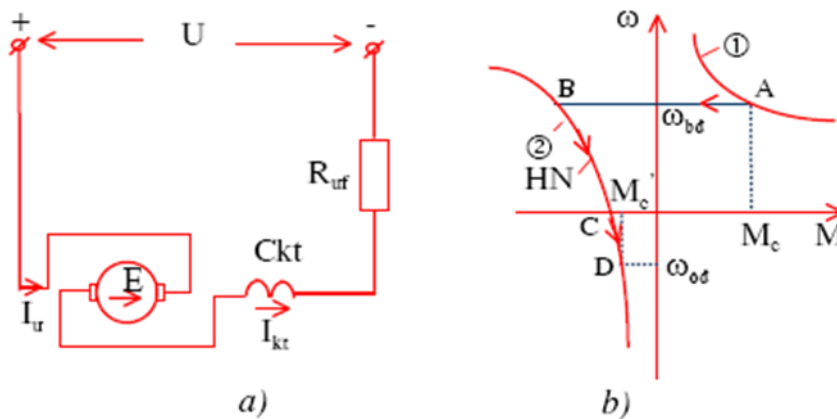
- Đưa điện trở phụ lớn vào mạch phản ứng

Động cơ đang làm việc tại A, đóng R_{uf} lớn vào phản ứng thì động cơ sẽ chuyển sang B, C và sẽ thực hiện hãm ngược đoạn CD.



Hình 3.24: a) Sơ đồ nối dây (ĐM_{nt}) khi hãm ngược với R_{uf}
b) Đặc tính hãm ngược (ĐM_{nt}), đoạn CD

b. Hãm ngược bằng cách đảo chiều điện áp phần ứng



Hình 3.25: a) Sơ đồ hãm ngược bằng cách đảo U_r
b) Đặc tính cơ khi hãm ngược bằng cách đảo U_r

Động cơ đang làm việc ở điểm A trên đặc tính cơ tự nhiên với: $U_r > 0$, quay với chiều $\omega > 0$, làm việc ở chế độ động cơ, chiều mômen trùng với chiều tốc độ; Nếu ta đổi cực tính điện áp đặt vào phần ứng ($U_r < 0$, vì dòng đảo chiều lớn nên phải thêm điện trở phụ vào để hạn chế) và vẫn giữ nguyên chiều dòng kích từ thì dòng điện phần ứng sẽ đổi chiều $I_r < 0$ do đó mômen đổi chiều, động cơ sẽ chuyển sang điểm B trên đặc tính ② hình 4.23, đoạn BC là đoạn hãm ngược và sẽ làm việc xác lập ở D nếu phụ tải là ma sát. Lúc hãm động năng, dòng hãm và mômen hãm của động cơ:

$$\left. \begin{aligned} I_h &= \frac{-U - E_r}{R_r + R_{uf}} = -\frac{U + k\phi\omega}{R_r + R_{uf}} < 0 \\ M_h &= k\phi I_h < 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.54)$$

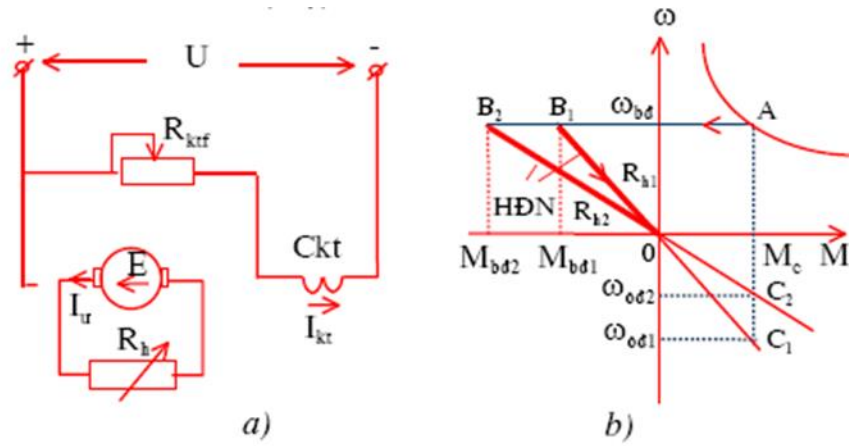
Phương trình đặc tính cơ:

$$\omega = \frac{-U}{k\phi} - \frac{R_r + R_{uf}}{(k\phi)^2} M \quad (3.55)$$

c. Hãm động năng ĐM_{nt}

- Hãm động năng kích từ độc lập

Động cơ đang làm việc với lưới điện (điểm A, hình 3.26b), thực hiện cắt phần ứng động cơ ra khỏi lưới điện và đóng vào một điện trở hãm R_h, còn cuộn kích từ được nối vào lưới điện qua điện trở phụ sao cho dòng kích từ có chiều và trị số không đổi (I_{ktdm}), và như vậy giống với trường hợp hãm động năng kích từ độc lập của ĐM_{dl}.

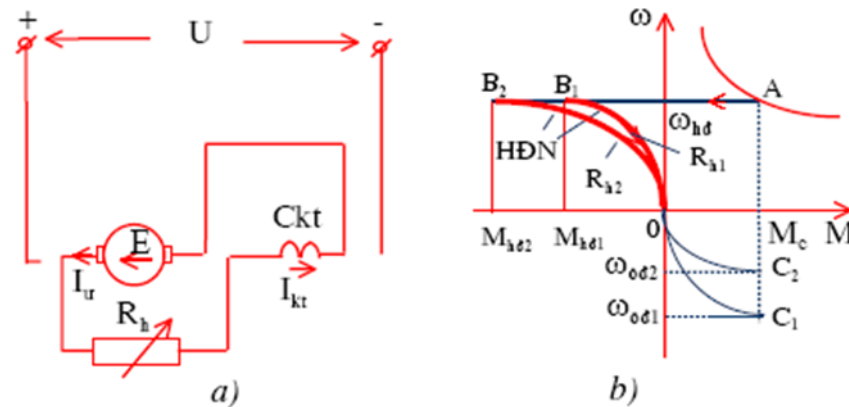


Hình 3.26: a) Sơ đồ hãm động năng kích từ độc lập ĐM_{nt}
 b) Đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập ĐM_{nt}

Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng:

$$\omega = -\frac{R_{u\Sigma} + R_h}{(k\phi)^2} M \quad (3.56)$$

- Hãm động năng tự kích từ



Hình 3.27: a) Sơ đồ hãm động năng tự kích từ ĐM_{nt}
 b) Đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ ĐM_{nt}

Động cơ đang làm việc với lưới điện (điểm A), thực hiện cắt cả phần ứng và kích từ của động cơ ra khỏi lưới điện và đóng nối tiếp vào một điện trở hãm R_h, nhưng dòng kích từ vẫn phải được giữ nguyên theo chiều cũ. Do động năng tích lũy trong động cơ, cho nên động cơ vẫn quay và nó làm việc như một máy phát tự kích biến cơ năng thành nhiệt năng trên các điện trở.

Phương trình đặc tính cơ khi hãm động năng tự kích từ:

$$\omega = -\frac{R_u + R_{kt} + R_h}{(k\phi)^2} M \quad (3.57)$$

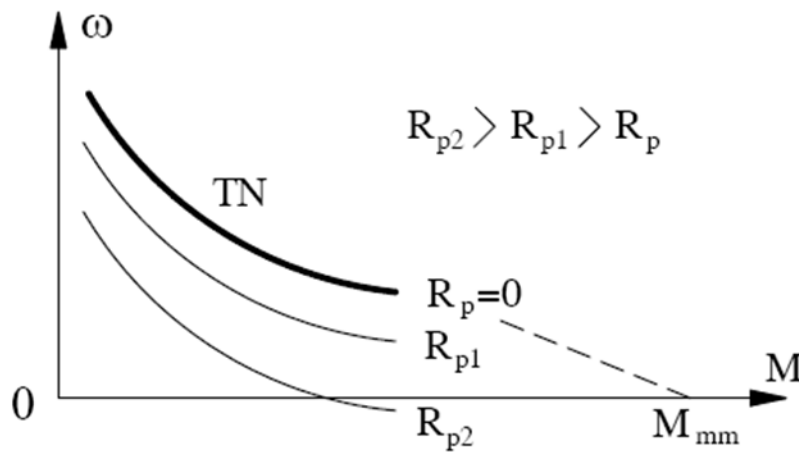
Và từ thông giảm dần trong quá trình hãm động năng tự kích.

1.2.5. Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

Ở động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp, dòng điện phần ứng cũng là dòng điện kích từ nên khả năng tải của động cơ hầu như không bị ảnh hưởng bởi điện áp.

Phương trình đặc tính cơ $\omega = f(M)$ (3.49) của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp cho thấy đặc tính cơ bị ảnh hưởng bởi điện trở mạch động cơ (mạch phần ứng và cũng là mạch kích từ).

Đặc tính cơ tự nhiên cao nhất ứng với điện trở phụ $R_{uf} = 0$. Các đặc tính cơ nhân tạo ứng với $R_{uf} = 0$. Đặc tính càng thấp khi R_{uf} càng lớn.



Hình 3.28: Ảnh hưởng của điện trở mạch phản ứng tới đặc tính cơ động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Trị số M_{mm} suy ra từ phương trình đặc tính cơ khi cho $\omega = 0$

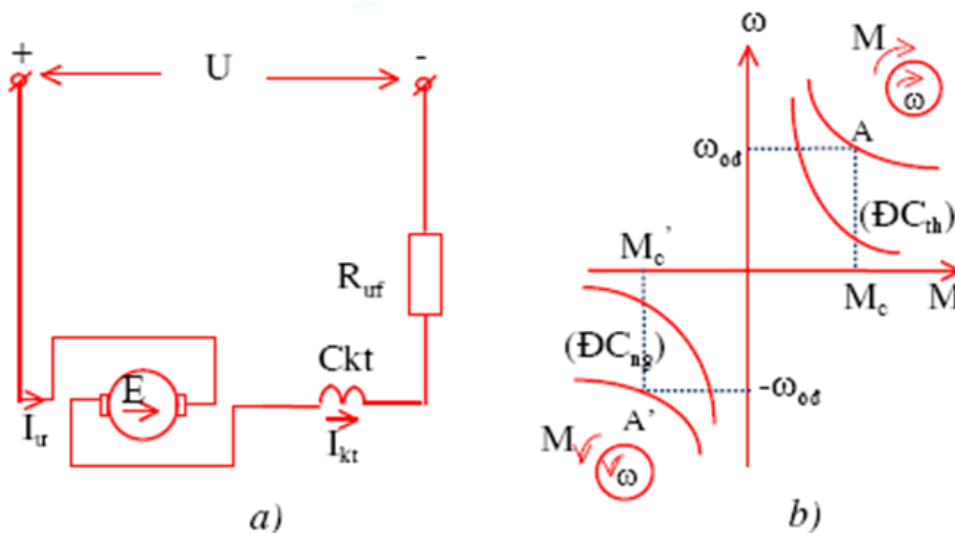
$$M_{mm} = k.k' \left(\frac{U}{R_u} \right)^2 = k.k'.I_u^2$$

Trong đó: $I_{nm} = \frac{U}{R_u}$

1.2.6. Đảo chiều ΔM_{nt}

Đặc tính cơ của động cơ ΔM_{nt} khi đảo chiều bằng cách đảo chiều điện áp phản ứng:

$$\omega = \frac{-U_u}{K\phi(I_u)} - \frac{R_{u\Sigma} + R_{uf}}{[K\phi(I_u)]^2} M \quad 3.58$$



Hình 3.29: a) Sơ đồ đảo chiều điện áp U_r của ΔM_{nt}
 b) Đặc tính cơ khi đảo chiều điện áp U_r của ΔM_{nt}

Khi $U_r > 0$, động cơ quay thuận $\omega > 0$ (tại điểm A trên đặc tính cơ ở góc phần tư thứ nhất của toạ độ $[M, \omega]$, với phụ tải là $M_c > 0$). Nếu ta đảo cực tính điện áp phản ứng động cơ (vẫn giữ nguyên chiều từ thông kích từ) $U_r < 0$, phụ tải động cơ theo chiều ngược lại $M_c < 0$, động cơ sẽ quay ngược $\omega < 0$ (tại điểm A' trên đặc tính cơ ở góc phần tư thứ ba của toạ độ $[M, \omega]$). Nếu cho điện trở phụ vào mạch phản ứng, ta sẽ có các tốc độ nhân tạo ngược, hình 3.29.

1.2.7. Nhận xét về ĐM_{nt}

Về cấu tạo, ĐM_{nt} có cuộn kích từ chịu dòng lớn, nên tiết diện to và số vòng dây ít. Nhờ đó nó dễ chế tạo và ít hư hỏng hơn so với ĐM_{dl}. Động cơ ĐM_{nt} có khả năng quá tải lớn về mmomen. Khi có cùng một hệ số quá tải dòng điện như nhau thì mômen của ĐM_{nt} lớn hơn mômen của ĐM_{dl}. Lấy ví dụ khi cho quá tải dòng $I_{qt} = 1,5I_{đm}$ thì mômen quá tải của ĐM_{dl} là: $M_{qt} = K\phi_{đm} \cdot 1,5I_{đm} = 1,5M_{đm}$, nghĩa là hệ số quá tải mômen bằng hệ số quá tải dòng điện: $K_{qtM} = K_{qtI} = 1,5$. Trong khi đó, mômen của ĐM_{nt} tỷ lệ với bình phương dòng điện, nên $M'_{qt} = K \cdot C \cdot I_2^2 = K \cdot C \cdot (1,5I_{đm})^2 = 1,5^2 \cdot M_{đm} = 2,25M_{đm}$, nghĩa là hệ số quá tải mômen bằng bình phương lần của hệ số quá tải dòng điện: $K'_{qtM} = K_{qtI}^2$. Mômen của ĐM_{nt} không phụ thuộc vào sụt áp trên đường dây tải điện, nghĩa là nếu giữ cho dòng điện trong động cơ định mức thì mômen động cơ cũng là định mức, cho dù động cơ nối ở đầu đường dây hay ở cuối đường dây.

1.2.8. Đặc điểm, đặc tính cơ động cơ ĐM_{hh}

Sơ đồ nguyên lý của động cơ ĐM_{hh} như hình 3.30, với hai cuộn kích từ song song và nối tiếp tạo ra từ thông kích từ động cơ:

$$\phi = \phi_s + \phi_n \quad (3.59)$$

Trong đó: ϕ_s là phần từ thông do cuộn kích từ song song tạo nên; $\phi_s = (0,75 \div 0,85)\phi_{đm}$ và không phụ thuộc vào dòng phần ứng, tức không phụ thuộc vào phụ tải.

Còn ϕ_n là phần từ thông do cuộn kích từ nối tiếp tạo ra, nó phụ thuộc vào dòng phần ứng. Khi phụ tải $M_c = M_{đm}$ thì $I_r = I_{đm}$, tương ứng:

$$\phi_{n,đm} = (0,25 \div 0,15)\phi_{đm}$$

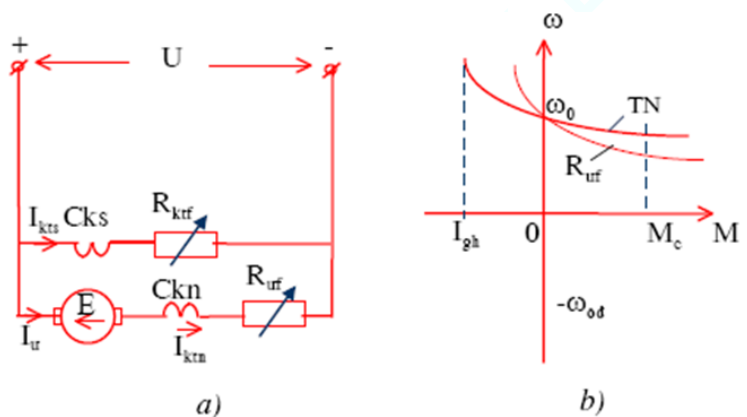
Do có hai cuộn kích từ nên đặc tính cơ của ĐM_{hh} vừa có dạng phi tuyến như ĐM_{nt}, đồng thời có điểm không tải lý tưởng $[0, \omega_0]$ như của ĐM_{dl}, trong đó tốc độ không tải lý tưởng có giá trị khá lớn so với tốc độ định mức: $\omega_0 \approx (1,3 \div 1,6)\omega_{đm}$. Động cơ ĐM_{hh} có ba trạng thái hãm tương tự như ĐM_{dl}.

2. Đặc tính của động cơ điện không đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm.

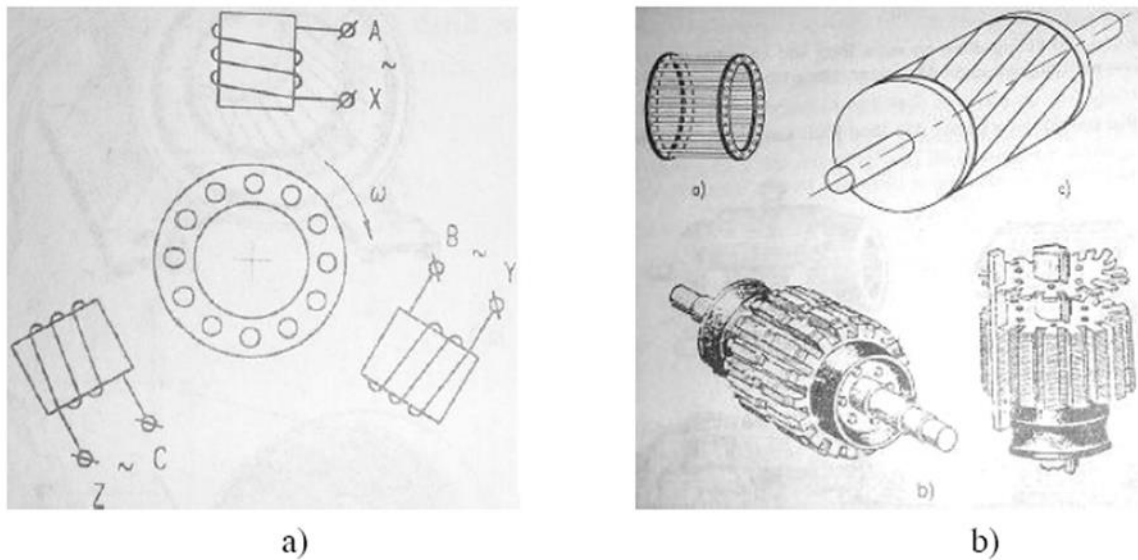
2.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Khi cho dòng điện 3 pha vào 3 cuộn dây đặt lệch nhau 120° trong không gian thì từ trường tổng do 3 cuộn dây tạo ra là một từ trường quay. Nếu trong từ trường quay này có đặt các thanh dẫn điện thì từ trường quay sẽ quét qua các thanh dẫn điện và làm xuất hiện một sức điện động cảm ứng trong các thanh dẫn.

Nối các thanh dẫn với nhau và làm một trục quay thì trong các thanh dẫn sẽ có dòng điện (ngắn mạch) có chiều xác định theo quy tắc bàn tay phải. Từ trường quay lại tác dụng vào chính dòng cảm ứng này một từ lực có chiều xác định theo quy tắc bàn tay trái và tạo ra một mômen làm quay lồng trụ và các thanh dẫn theo chiều quay của từ trường quay. Để mômen đều hơn, các thanh dẫn thường được đặt hơi chéo.



Hình 3.30: a) Sơ đồ nối dây ĐM_{hh}
b) Đặc tính cơ của ĐM_{hh}



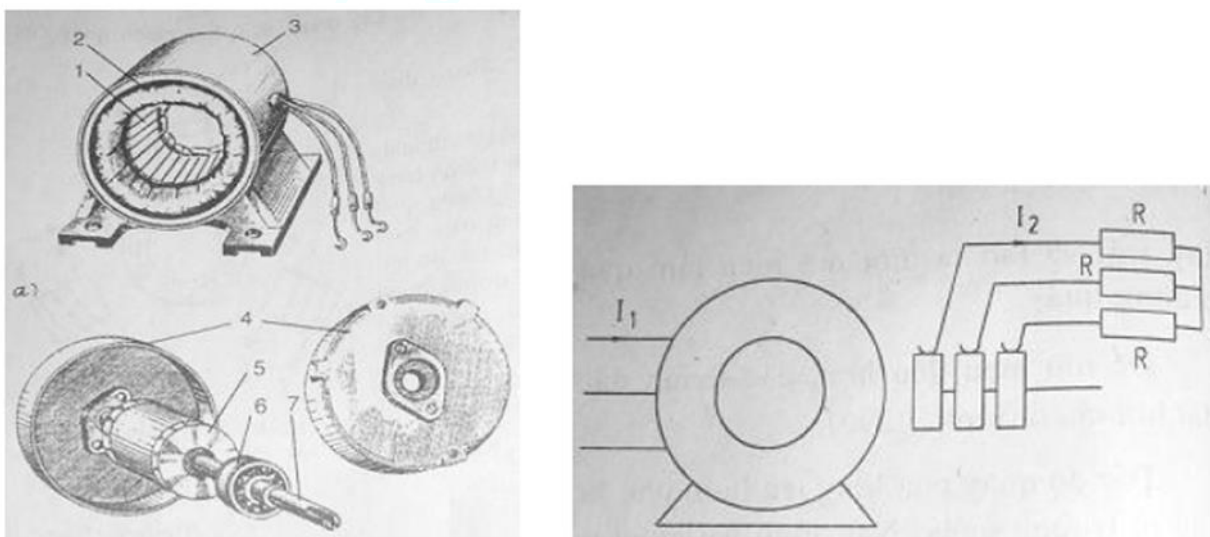
**Hình 3.31: a) Nguyên lý từ trường quay
b) cấu tạo rotor**

Tốc độ quay của lồng trụ luôn nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường quay. Nếu lồng trụ quay với tốc độ bằng tốc độ của từ trường quay thì từ trường sẽ không quét qua các thanh dẫn nữa nên không có dòng điện cảm ứng và mômen quay cũng không còn. Khi đó do mômen cản, lồng trụ sẽ quay chậm lại hơn từ trường quay và các thanh dẫn lại bị từ trường quét qua, dòng điện cảm ứng lại xuất hiện và do đó lại có mômen quay làm lồng trụ tiếp tục quay nhưng với tốc độ luôn nhỏ hơn của từ trường quay.

Động cơ làm việc trên nguyên tắc này nên được gọi là không đồng bộ (hay còn gọi là động cơ dị bộ).

Động cơ có nguyên lý cấu tạo như đã xét ở trên với rotor lồng trụ ghép từ các thanh dẫn gọi là động cơ rotor lồng sóc (hay rotor ngắn mạch).

Nếu phần ứng là 3 cuộn dây nối theo hình sao Y, còn 3 đầu cuộn dây còn lại nối với 3 vòng trượt để qua 3 chổi than nối với điện trở mạch ngoài thì rotor gọi là rotor dây quấn. Động cơ gọi là động cơ rotor dây quấn. Cuộn cảm (cuộn kích từ) ở stator của động cơ có thể đấu theo hình sao Y hay theo hình tam giác Δ .



Hình 3.32: Sơ đồ cấu tạo Stator động cơ xoay chiều KDB

Các đại lượng liên quan đến cuộn cảm (mạch stator) có chỉ số 1 như: $U_1, I_1, R_1...$ và các đại lượng liên quan đến mạch phần ứng (mạch stator) có chỉ số 2 như: $U_2, I_2, R_2, f_2...$

Tốc độ quay của từ trường quay phụ thuộc vào số đôi cực từ p , số đôi cực từ càng lớn thì tốc độ quay của từ trường càng bị giảm. Với cuộn cảm tạo ra từ trường có p đôi cực từ thì tốc độ quay giảm p lần là f_1/p (vòng/phút)

$$\text{hay: } n_0 = \frac{60f_1}{p} \quad (\text{vòng/ph})$$

$$\text{hoặc: } \omega_0 = \frac{2\pi n_0}{60} = \frac{2\pi f_1}{p} \quad (\text{rad/s})$$

ω_0 là tốc độ lớn nhất mà rotor có thể đạt được nếu không có lực cản nào. Tốc độ này gọi là tốc độ đồng bộ hay là tốc độ không tải lý tưởng. Tần số lưới điện xoay chiều ở Việt Nam là 50Hz và vì p là số nguyên nên tốc độ đồng bộ thường là 3000, 1500, 1000, 750, 600, 500... (vòng/phút).

Tốc độ không đồng bộ n_2 của rotor nhỏ hơn tốc độ đồng bộ n_0 và sự sai lệch này được đánh giá qua một đại lượng gọi là độ trượt s :

$$s = \frac{n_0 - n_2}{60} = \frac{\omega_0 - \omega_2}{\omega_0} = 1 - \frac{\omega_2}{\omega_0}$$

Ở chế độ động cơ, độ trượt s có giá trị $0 \leq s \leq 1$.

Dòng điện cảm ứng trong cuộn dây rotor cũng là dòng xoay chiều với tần số xác định qua tốc độ tương đối của rotor đối với từ trường quay:

$$f_2 = \frac{p(n_0 - n_2)}{60} = s.f_1 \quad (\text{Hz})$$

Các động cơ xoay chiều KĐB có cấu tạo đơn giản, giá thành thấp, vận hành tin cậy hơn so với động cơ một chiều nên được sử dụng rộng rãi hơn.

2.2. Phương trình đặc tính cơ

Khi coi 3 pha động cơ là đối xứng, được cấp nguồn bởi nguồn xoay chiều hình sin 3 pha đối xứng và mạch từ động cơ không bão hòa thì có thể xem xét động cơ qua sơ đồ thay thế 1 pha. Đó là sơ đồ điện một pha phía stator với các đại lượng điện ở mạch rotor đã quy đổi về stator.

Trên sơ đồ thay thế ở hình 3.33, các đại lượng khác là:

I_0 : Dòng điện từ hóa của động cơ.

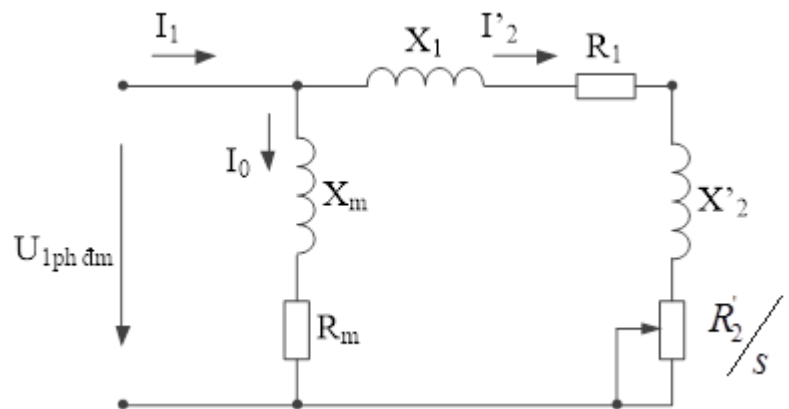
R_m, X_m : Điện trở, điện kháng mạch từ hóa.

I_1 : Dòng điện cuộn dây stator.

R_1, X_1 : Điện trở, điện kháng cuộn dây stator.

R_2', X_2' : Điện trở, điện kháng ở mạch rotor quy đổi về stator.

Khi cuộn dây stator được cấp điện với điện áp định mức $U_{1\text{ph.đm}}$ trên 1 pha mà giữ yên rotor (không quay) thì mỗi pha của cuộn dây rotor sẽ xuất hiện một sức điện động $E_{2\text{ph.đm}}$ theo nguyên lý của máy biến áp. Hệ số quy đổi sức điện động là:



Hình 3.33: Sơ đồ thay thế một pha động cơ KĐB

$$k_E = \frac{E_{1phdm}}{E_{2phdm}}$$

Từ đó ta có hệ số quy đổi dòng điện:

$$k_I = \frac{1}{k_E}$$

và hệ số quy đổi trở kháng:

$$k_R = k_X = \frac{k_E}{k_I} = k_E^2$$

Với các hệ số quy đổi này, các đại lượng điện ở mạch rotor có thể quy đổi về mạch stator theo cách sau:

- Dòng điện: $I'_2 = k_I I_2$
- Điện kháng: $X'_2 = k_X X_2$
- Điện trở: $R'_2 = k_R R_2$

Dòng điện rotor quy đổi về stator có thể tính từ sơ đồ thay thế:

$$I'_2 = \frac{U_{1ph}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

Khi động cơ hoạt động, công suất điện từ P_{12} từ stator chuyển sang rotor thành công suất cơ $P_{cơ}$ đưa ra trên trục động cơ và công suất nhiệt ΔP_2 đốt nóng cuộn dây: $P_{12} = P_{cơ} + \Delta P_2$

Nếu bỏ qua tổn thất phụ thì có thể coi mômen điện từ $M_{đt}$ của động cơ bằng mômen cơ $M_{cơ}$:

$$M_{đt} = M_{cơ} = M$$

Từ đó: $P_{12} = M \cdot \omega_0 = M \cdot \omega + \Delta P_2$

$$\text{Suy ra: } M = \frac{\Delta P_2}{\omega_0 - \omega} = \frac{\Delta P_2}{s \cdot \omega_0}$$

Công suất nhiệt trong cuộn dây 3 pha là:

$$\Delta P_2 = 3R'_2 I'^2_2$$

Thay vào phương trình tính mômen ta có được:

$$M = \frac{3U_{1ph}^2 R'_2}{s \cdot \omega_0 \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]} = \frac{3U_{1ph}^2 R'_2}{s \cdot \omega_0 \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + X_{nm}^2 \right]}$$

Trong đó: $X_{nm} = X_1 + X'_2$ là điện kháng ngắn mạch.

Phương trình trên biểu thị mối quan hệ $M = f(s) = f[s(\omega)]$ gọi là phương trình đặc tính cơ của động cơ điện xoay chiều 3 pha không đồng bộ.

Với những giá trị khác nhau của s ($0 \leq s \leq 1$), phương trình đặc tính cơ cho ta những giá trị tương ứng của M . Đường biểu diễn $M = f(s)$ trên hệ trục tọa độ sOM như hình 3.34, đó là đường đặc tính cơ của động cơ xoay chiều ba pha không đồng bộ.

Đường đặc tính cơ có điểm cực trị gọi là điểm tới hạn K. Tại điểm đó:

$$\frac{dM}{ds} = 0$$

Giải phương trình ta có: $s_{th} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{mm}^2}}$ (3.60)

Thay vào phương trình đặc tính cơ ta có:

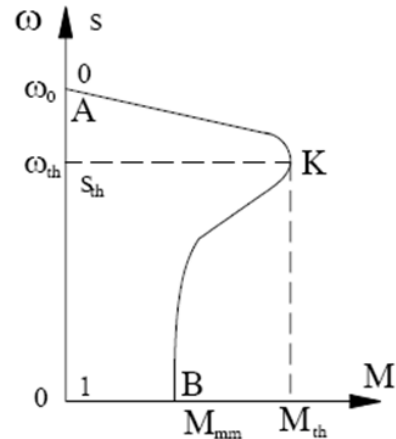
$$M_{th} = \pm \frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0 \left(R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{mm}^2} \right)}$$
 (3.61)

Vì ta đang xem xét trong giới hạn $0 \leq s \leq 1$ nên giá trị s_{th} và M_{th} của đặc tính cơ chỉ ứng với dấu (+).

Ta nhận thấy, đường đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ là một đường cong phức tạp và có 2 đoạn AK và KB, phân giới bởi điểm tới hạn K.

Đoạn đặc tính AK gần thẳng và cứng. Trên đoạn này, mômen động cơ tăng thì tốc độ động cơ giảm. Do vậy, động cơ làm việc trên đoạn đặc tính này sẽ ổn định.

Đoạn KB cong với độ dốc dương. Trên đoạn này, động cơ làm việc không ổn định.



Hình 3.34: Đặc tính cơ động cơ KĐB

2.3. Các trạng thái khởi động và hãm.

2.3.1. Mở máy (khởi động) động cơ điện KĐB

Khi đóng điện trực tiếp vào động cơ KĐB để mở máy, thì do lúc đầu rotor chưa quay, độ trượt lớn ($s = 1$) nên sđđ cảm ứng và dòng điện cảm ứng lớn. Dòng điện mở máy:

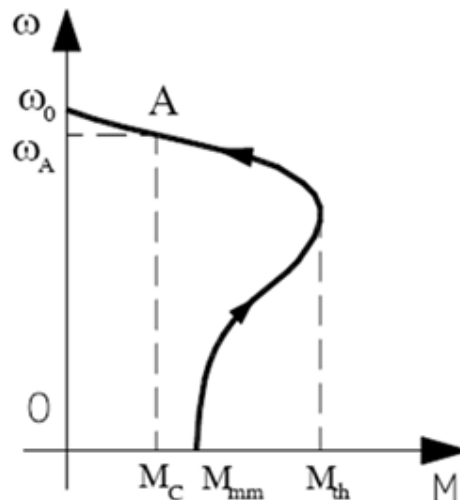
$$I_{mm} = (5 \div 8)I_{dm}$$

Dòng điện này có trị số đặc biệt lớn ở các động cơ công suất trung bình và lớn, tạo ra nhiệt đốt nóng động cơ và gây xung lực có hại cho động cơ.

Tuy dòng điện lớn nhưng mômen mở máy lại nhỏ: $M_{mm} = (0,5 \div 1,5)M_{dm}$.

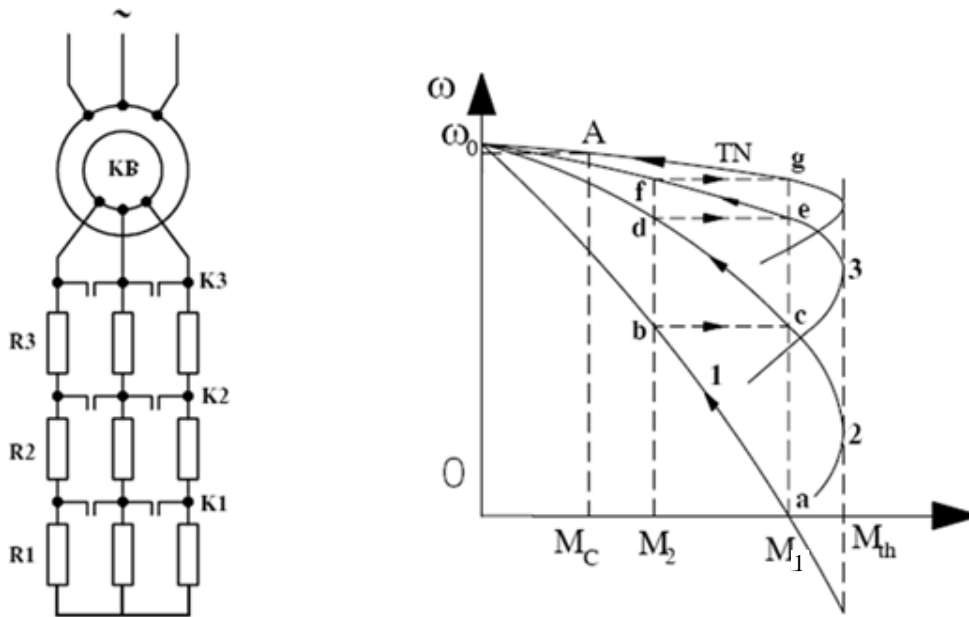
Do vậy cần phải có biện pháp mở máy. Trường hợp động cơ có công suất nhỏ thì có thể mở máy trực tiếp. Động cơ mở máy theo đặc tính tự nhiên với mômen mở máy nhỏ.

Những động cơ không mở máy trực tiếp thì có thể thực hiện một trong các phương pháp mở máy gián tiếp sau.



Hình 3.35: Đặc tính động cơ LDB khi mở máy trực tiếp

a. Phương pháp dùng điện trở mở máy ở mạch rotor



Hình 3.36: Sơ đồ mở máy động cơ KĐB qua 3 cấp điện trở phụ và đặc tính cơ tương ứng

Phương pháp này chỉ dùng cho động cơ rotor dây quấn vì điện trở mở máy ở mạch ngoài mắc nối tiếp với cuộn dây rotor.

Lúc bắt đầu mở máy, các tiếp điểm công tắc tơ K_1, K_2, K_3 đều mở, cuộn dây rotor được nối với cả 3 cấp điện trở phụ ($R_1 + R_2 + R_3$) nên đường đặc tính cơ là đường 1. Tới điểm b, tốc độ động cơ đạt ω_b và mômen giảm còn M_2 , các tiếp điểm K_1 đóng lại, cắt các điện trở phụ R_1 ra khỏi mạch rotor. Động cơ được tiếp tục mở máy với điện trở phụ ($R_2 + R_3$) trong mạch rotor và chuyển sang làm việc tại điểm c trên đặc tính 2 ít dốc hơn. Mômen tăng từ M_2 lên M_1 và tốc độ động cơ lại tiếp tục tăng. Động cơ làm việc trên đường đặc tính 2 từ c đến d. Lúc này, các tiếp điểm K_2 đóng lại, nối tắt các điện trở R_2 . Động cơ chuyển sang mở máy với điện trở R_3 trong mạch rotor trên đặc tính 3 tại điểm e và tiếp tục tăng tốc tới điểm f. Lúc này các tiếp điểm K_3 đóng lại, điện trở R_3 trong mạch rotor bị loại. Động cơ chuyển sang làm việc trên đặc tính tự nhiên tại g và tăng tốc đến điểm làm việc A ứng với mômen cần M_c . Quá trình mở máy kết thúc.

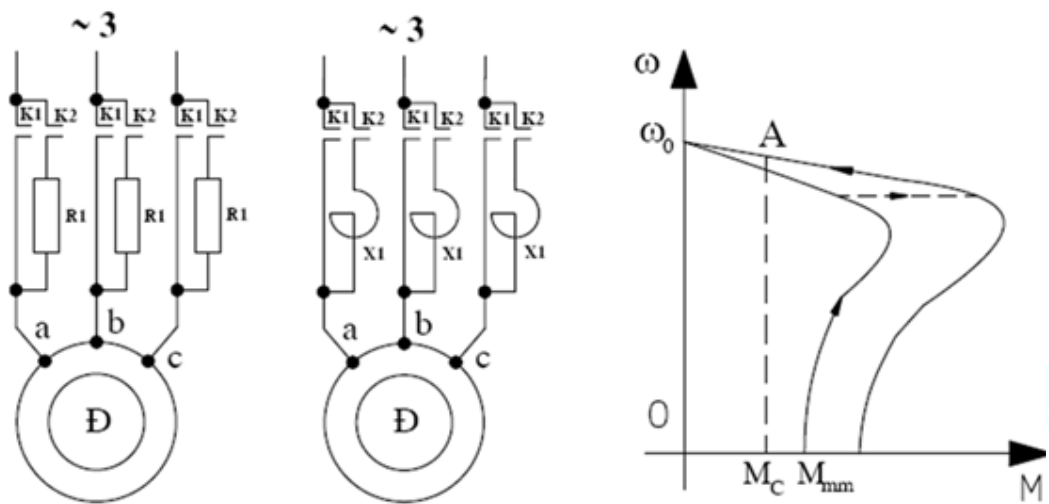
Để đảm bảo quá trình mở máy như đã xét sao cho các điểm chuyển đặc tính ứng với cùng một mômen M_2, M_1 thì các điện trở phụ tham gia vào mạch rotor lúc mở máy phải được tính chọn cẩn thận theo phương pháp riêng.

Ngoài sơ đồ mở máy với điện trở đối xứng ở mạch rotor, trong thực tế còn dùng sơ đồ mở máy với điện trở không đối xứng ở mạch rotor, nghĩa là điện trở mở máy được cắt giảm không đều trong các pha rotor khi mở máy.

b. Phương pháp mở máy với điện trở hoặc điện kháng nối tiếp trong mạch stator.

Sơ đồ hình 3.37 ở trên là mở máy với 1 cấp điện trở hoặc điện kháng ở mạch stator. Có thể mở máy với nhiều cấp điện trở hoặc điện kháng khi công suất động cơ lớn.

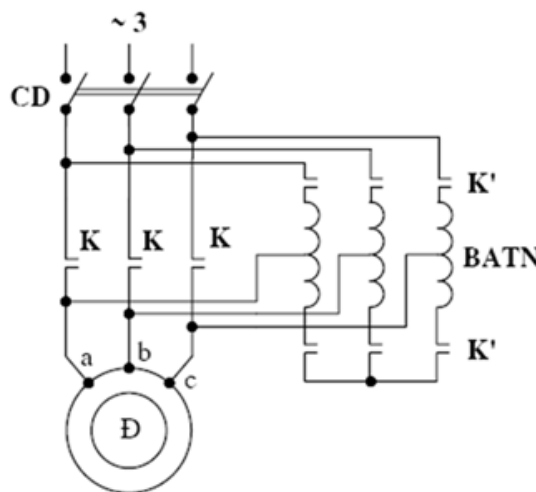
Phương pháp này dùng điện trở hoặc điện kháng mắc nối tiếp với mạch stator lúc mở máy và có thể áp dụng cho cả động cơ rotor lồng sóc lẫn rotor dây quấn. Do có điện trở hoặc điện kháng nối tiếp nên dòng mở máy của động cơ giảm đi, nằm trong giá trị cho phép. Mômen mở máy của động cơ cũng giảm.



Hình 3.37: Sơ đồ mở máy dùng R_1 , X_1 ở mạch stator và dạng đặc tính cơ khi mở máy

Thời điểm ban đầu của quá trình mở máy, các tiếp điểm K_2 đóng lại (các tiếp điểm K_1 mở) để điện trở (hình a) hoặc điện kháng (hình b) tham gia vào mạch stator nhằm hạn chế dòng điện mở máy. Khi tốc độ động cơ đã tăng đến một mức nào đó (tùy hệ truyền động) thì các tiếp điểm K_1 đóng lại, K_2 mở ra để loại điện trở hoặc điện kháng ra khỏi mạch stator. Động cơ tăng tốc đến tốc độ làm việc, quá trình mở máy kết thúc.

c. Phương pháp mở máy dùng máy biến áp tự ngẫu



Hình 3.38: Sơ đồ mở máy động cơ KĐB dùng MBA tự ngẫu

Phương pháp này được sử dụng để đặt một điện áp thấp cho động cơ khi mở máy. Do vậy, dòng điện của động cơ khi mở máy giảm đi.

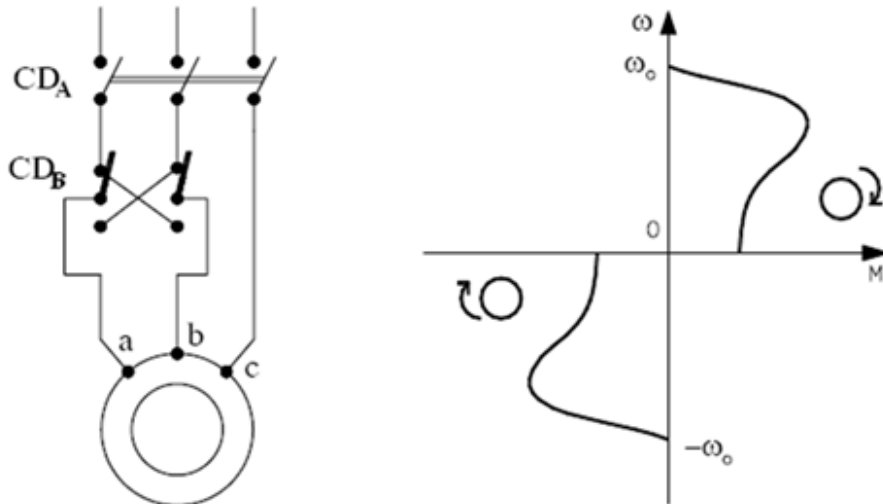
Các tiếp điểm K' đóng, K mở lúc mở máy. Khi K' mở, K đóng thì quá trình mở máy kết thúc. Phương pháp mở máy dùng cuộn kháng X và máy biến áp tự ngẫu thích hợp cho việc mở máy các động cơ cao áp.

d. Phương pháp đổi nối Y - Δ khi mở máy

Động cơ KĐB làm việc bình thường ở sơ đồ mắc Δ các cuộn stator thì khi mở máy có thể mắc theo sơ đồ Y. Thực chất của phương pháp này là giảm điện áp đặt vào cuộn dây stator khi đổi nối vì $U_{ph} = U_d$ khi mắc Δ , còn khi mắc Y thì điện áp giảm $\sqrt{3}$ lần:

$$U_{ph} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

e. Đảo chiều quay động cơ KĐB



Hình 3.39: Sơ đồ đảo chiều động cơ KĐB và đặc tính cơ khi đảo chiều quay

Để đảo chiều quay của động cơ KĐB, cần đảo chiều quay của từ trường quay do stator tạo ra. Muốn vậy, chỉ cần đảo chiều hai pha bất kỳ trong 3 pha nguồn cấp cho stator. Đặc tính cơ khi đảo chiều quay nằm ở góc phần tư thứ III.

2.3.2. Các trạng thái hãm của động cơ điện KĐB

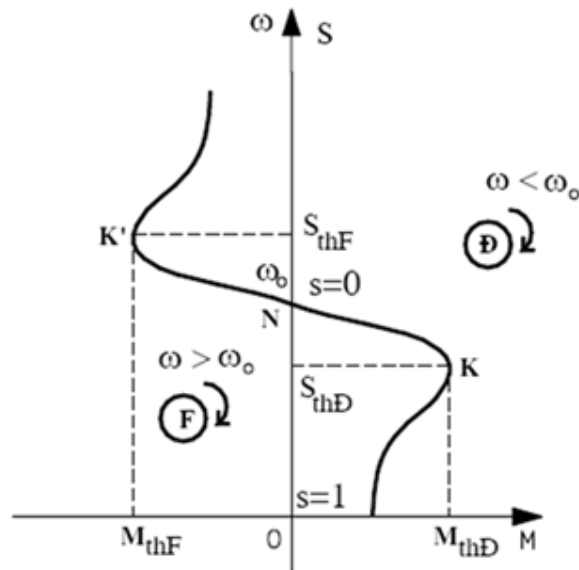
a. Hãm tái sinh

Đặc tính hãm tái sinh của động cơ KĐB như hình vẽ. Động cơ điện xoay chiều KĐB ở chế độ hãm tái sinh khi tốc độ động cơ vượt quá tốc độ đồng bộ ω_0 . Khi hãm tái sinh thì động cơ làm việc ở chế độ máy phát.

Từ công thức (3.60) và (3.61), loại trừ trường hợp dấu (+) đối với chế độ động cơ ta có ở chế độ máy phát:

$$S_{th} = -\frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{mm}^2}} \quad (3.62)$$

$$M_{th} = -\frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0 \left(R_1 - \sqrt{R_1^2 + X_{mm}^2} \right)} \quad (3.63)$$



Hình 3.40: Đặc tính cơ hãm tái sinh động cơ KĐB

Qua đó ta thấy ở chế độ máy phát, độ trượt tới hạn s_{thF} đối dấu so với động cơ, còn mômen tới hạn có trị số lớn hơn trị số mômen tới hạn ở chế độ động cơ.

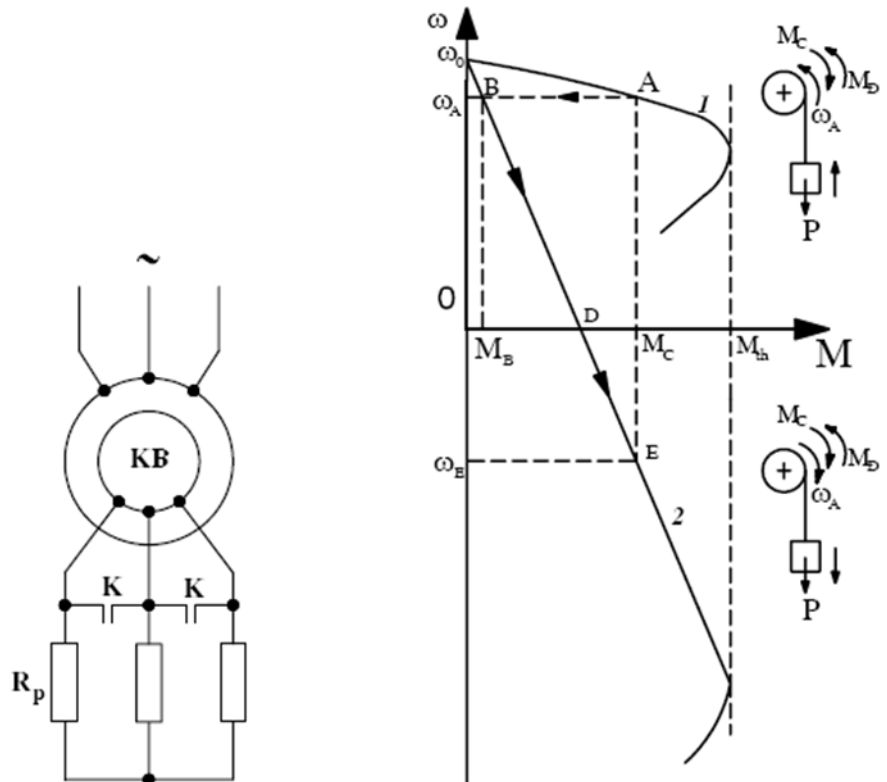
Chế độ hãm tái sinh của động cơ KĐB được thiết kế trên đoạn NK', góc phần tư thứ II.

b. Hãm ngược

- Hãm ngược nhờ đưa điện trở phụ vào mạch phản ứng

Động cơ KĐB rotor dây quấn truyền động cho cơ cấu nâng-hạ của một cầu trục, đang làm việc nâng tải tại điểm A trên đặc tính cơ 1 ở góc phần tư thứ I với mômen cản M_C và tốc độ quay nâng ω_A (các tiếp điểm K đóng).

Để dừng và hạ vật xuống, ta đưa điện trở R_P đủ lớn vào mạch phản ứng (các tiếp điểm K mở ra), động cơ chuyển sang làm việc tại điểm B trên đặc tính 2 có điện trở R_P cùng với tốc độ ω_A . Mômen của động cơ giảm xuống ($M_B < M_C$) nên tốc độ động cơ giảm. Lúc này vật P vẫn được nâng lên nhưng với tốc độ nâng nhỏ dần. Tới điểm D thì $\omega = 0$ và vật dừng lại nhưng vì mômen động cơ nhỏ hơn mômen cản ($M_D < M_C$) nên vật bắt đầu tụt xuống. Động cơ đảo chiều quay ($\omega < 0$). Động cơ bắt đầu làm việc ở trạng thái hãm ngược (tốc độ âm đi xuống, mômen dương có xu hướng kéo vật P đi lên).



Hình 3.41: Hãm ngược động cơ KĐB nhờ đưa điện trở phụ vào mạch phản ứng

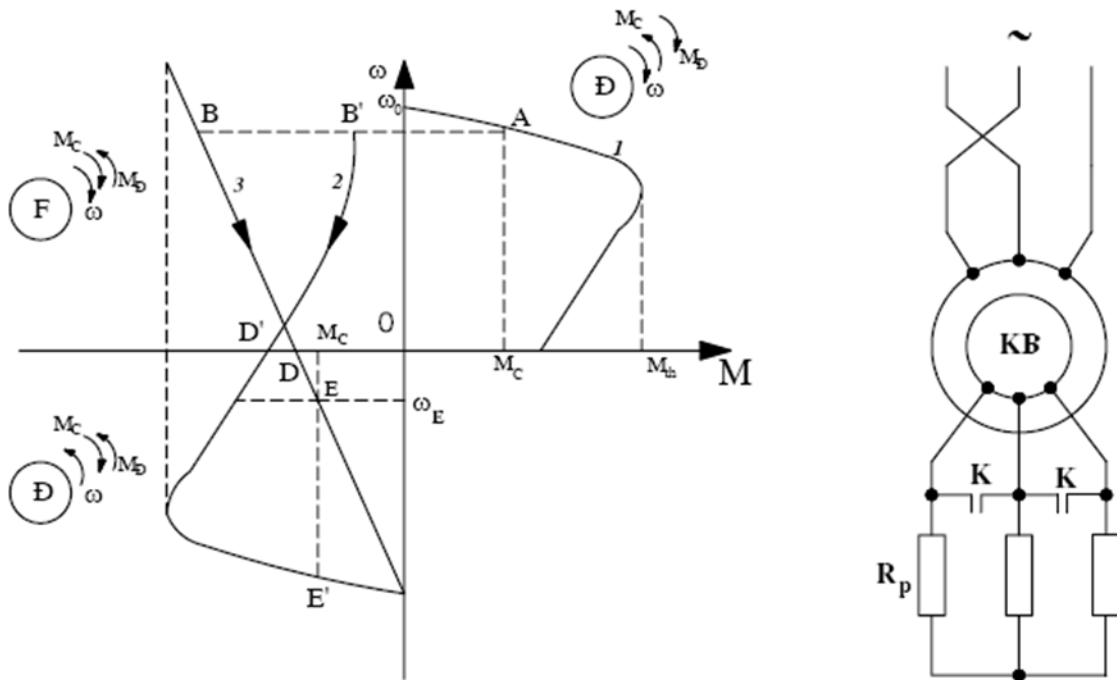
Đặc tính hãm ngược nằm ở góc phần tư thứ IV. Điểm làm việc hãm của động cơ chuyển theo đặc tính hãm từ D đến E. Tại đây $M_D = M_E = M_C$, động cơ quay đều, hãm ghìm vật để hạ vật xuống đều với tốc độ ω_E .

- Hãm ngược nhờ đảo chiều quay

Động cơ điện KĐB rotor dây quấn đang làm việc với tải có mômen cản phản kháng tại điểm A trên đường đặc tính cơ 1, sơ đồ nối dây như hình vẽ. Để hãm máy, ta đổi thứ tự hai pha bất kỳ trong 3 pha cấp cho stator để đảo chiều quay động cơ. Động cơ chuyển điểm làm việc từ A trên đặc tính 1 sang điểm B' trên đặc tính 2. Do quán tính của hệ cơ, động cơ coi như giữ nguyên tốc độ ω_A khi chuyển đặc tính. Quá trình hãm ngược bắt đầu. Khi tốc độ động cơ giảm theo đặc tính hãm 2 tới điểm D' thì $\omega = 0$. Lúc này, nếu cắt điện thì động cơ sẽ dừng. Đoạn hãm ngược là B'D'. Nếu không cắt điện thì như trường hợp ở hình 2.82a, động cơ có $M_{D'} > M_C$ nên động cơ bắt đầu tăng tốc, mở máy chạy ngược theo đặc tính cơ 2 và làm việc ổn định tại điểm E' với tốc độ $\omega_{E'}$ theo chiều ngược.

Khi động cơ hãm ngược theo đặc tính 2, điểm B' có mômen nhỏ nên tác dụng hãm không hiệu quả. Thực tế phải tăng cường mômen hãm ban đầu ($M_{hãm} \approx 2,5M_{đm}$) nhờ vừa đảo chiều từ trường quay của stator, vừa đưa thêm điện trở phụ đủ lớn vào mạch rotor. Động cơ sẽ hãm ngược theo đặc tính 3 (đoạn BD). Tới D mà cắt điện thì động cơ sẽ dừng. Nếu không cắt điện, động cơ sẽ tăng tốc theo chiều ngược lại và làm việc tại điểm E với tốc độ $\omega_E < \omega_{E'}$. Nếu

lúc này lại cắt điện trở phụ R_p thì động cơ sẽ chuyển sang làm việc trên đặc tính 2 tại điểm F và tăng tốc tới điểm E'.

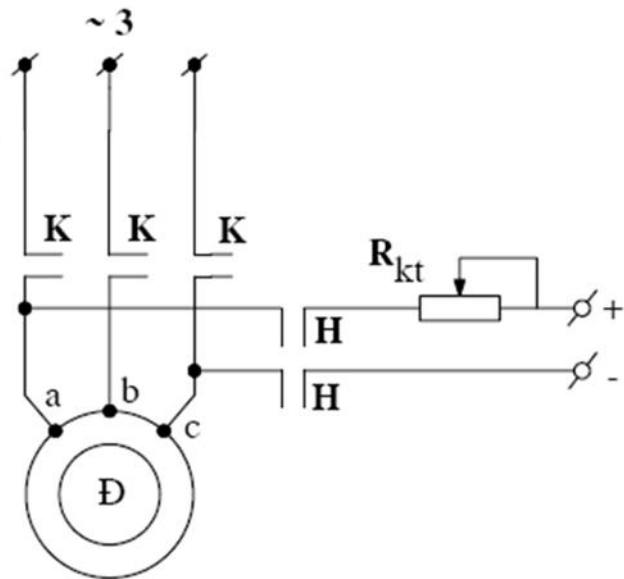


Hình 3.42: Hãm ngược động cơ KDB nhờ đảo chiều quay

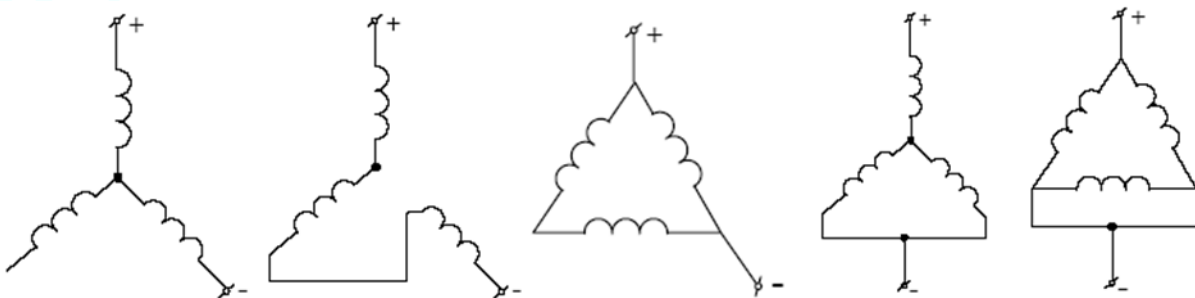
c. Hãm động năng

Để hãm động năng một động cơ điện KDB đang làm việc ở chế độ động cơ, ta phải cắt stator ra khỏi lưới điện xoay chiều (mở các tiếp điểm K ở mạch lực) rồi cấp vào stator dòng điện một chiều để kích từ (đóng các tiếp điểm H). Thay đổi dòng điện kích từ nhờ biến trở R_{kt} .

Vì cuộn dây stator của động cơ là 3 pha nên khi cấp kích từ một chiều phải tiến hành đổi nối và có thể thực hiện theo một trong các sơ đồ hình 3.44.



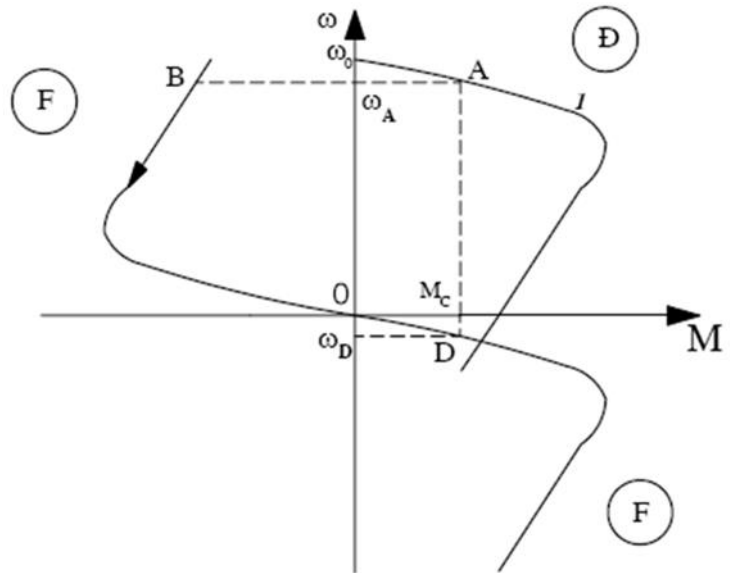
Hình 3.43: Sơ đồ nối dây hãm động năng động cơ KDB



Hình 3.44: Các cách cấp kích từ một chiều cho cuộn stator 3 pha khi hãm động năng động cơ KDB

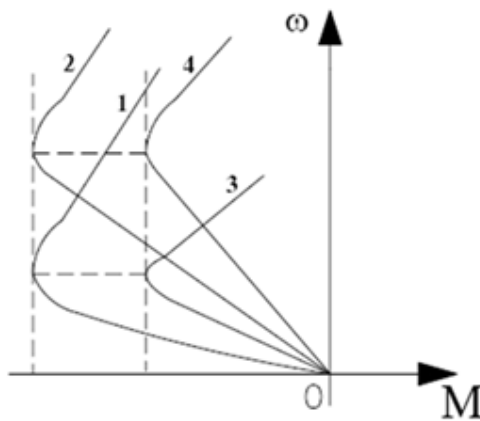
Do động năng tích lũy, rotor tiếp tục quay theo chiều cũ trong từ trường một chiều vừa được tạo ra. Trong cuộn dây phản ứng xuất hiện một dòng điện cảm ứng. Lực từ trường tác dụng vào dòng cảm ứng trong cuộn dây phản ứng sẽ tạo ra mômen hãm và rotor quay chậm dần. Động cơ điện xoay chiều khi hãm động năng sẽ làm việc như một máy phát điện có tốc độ (do đó tần số) giảm dần. Động năng qua động cơ sẽ biến đổi thành điện năng tiêu thụ trên điện trở ở mạch rotor.

Nếu trước khi hãm, động cơ làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ 1 thì khi hãm động năng, động cơ chuyển sang làm việc tại điểm B trên đặc tính hãm động năng 2 ở góc phần tư thứ II. Đặc tính hãm động năng của động cơ xoay chiều 3 pha KĐB có dạng như hình 3.45 Tốc độ động cơ giảm dần theo đặc tính về O trên đoạn đặc tính hãm động năng BO. Tại điểm O, động cơ sẽ dừng nếu tải là phản kháng. Nếu tải có tính chất thể năng thì tải sẽ kéo động cơ quay ngược cho đến khi ổn định tại điểm D (góc phần tư thứ IV).

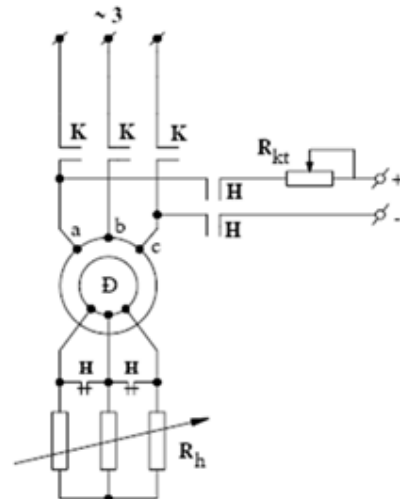


Hình 3.45: Đặc tính cơ hãm động năng kích từ độc lập động cơ KĐB

Điện trở mạch rotor và dòng kích từ cấp cho stator lúc hãm động năng có ảnh hưởng tới dạng đặc tính cơ khi hãm. Trên hình vẽ 3.46, các đặc tính hãm 1 và 2 ứng với cùng một dòng kích từ như nhau ($I_{kt1} = I_{kt2}$) nhưng điện trở hãm trong mạch rotor khác nhau ($R_{h1} < R_{h2}$).



Hình 3.46: Họ các đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập động cơ KĐB



Hình 3.47: Sơ đồ nối dây hãm động năng kích từ độc lập động cơ KĐB

2.4. Ảnh hưởng của các thông số điện đối với đặc tính cơ

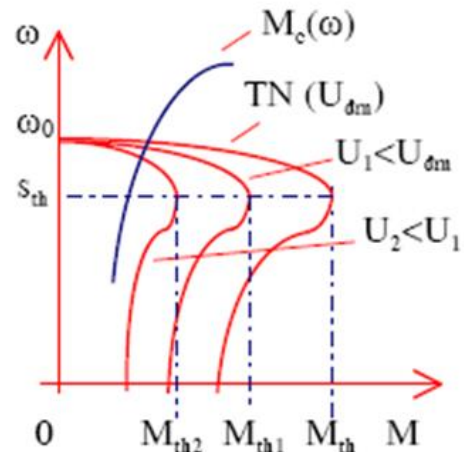
Phương trình đặc tính cơ cho thấy đường đặc tính cơ của động cơ điện xoay chiều 3 pha KĐB chịu ảnh hưởng của nhiều thông số điện: Điện áp lưới U_{1ph} , điện trở mạch rotor R_2' , điện trở R_1 và điện kháng X_1 ở mạch stator, tần số lưới f_1 , số đôi cực p của động cơ. Khi các thông số này thay đổi sẽ gây ra biến động các đại lượng:

- Tốc độ đồng bộ: $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$
- Độ trượt giới hạn: $s_{th} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$
- Mômen tới hạn: $M_{th} = \frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0 \left(R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2} \right)}$

2.4.1. Trường hợp thay đổi điện áp U_{1ph}

Khi điện áp lưới suy giảm, theo biểu thức (3.63) thì mômen tới hạn M_{th} sẽ giảm bình phương lần độ suy giảm của U_{1ph} . Trong khi đó tốc độ đồng bộ ω_0 , hệ số trượt tới hạn s_{th} không thay đổi, ta có dạng đặc tính cơ khi U_L giảm như hình 3.48.

Qua đồ thị ta thấy: với một mômen cản xác định (M_C), điện áp lưới càng giảm thì tốc độ xác lập càng nhỏ. Mặt khác, vì mômen khởi động $M_{kd} = M_{nm}$ và mômen tới hạn M_{th} đều giảm theo điện áp, nên khả năng quá tải và khởi động bị giảm dần. Do đó, nếu điện áp quá nhỏ (đường U_2, \dots) thì hệ truyền động trên có thể không khởi động được hoặc không làm việc được.

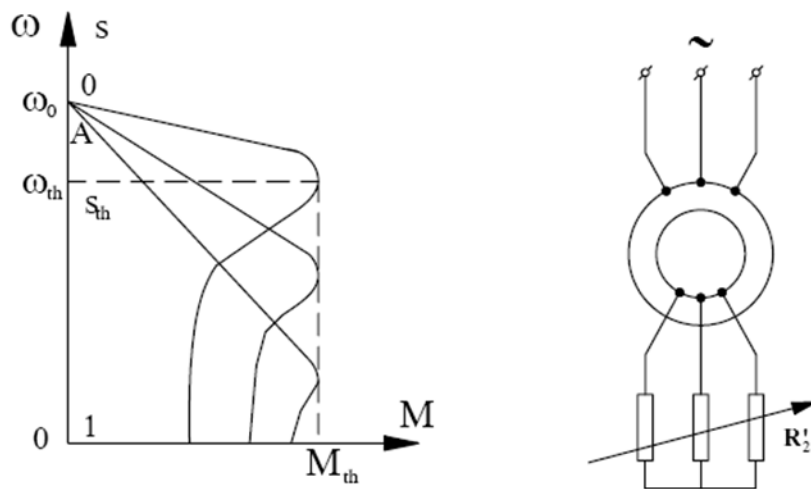


Hình 3.48: Ảnh hưởng của U_L

2.4.2. Trường hợp thay đổi điện trở R_2'

Trường hợp này chỉ có đổi với động cơ rotor dây quấn vì mạch rotor có thể nối với điện trở ngoài qua hệ vòng trượt - chổi than. Động cơ rotor lồng sóc (hay rotor ngắn mạch) không thể thay đổi được điện trở mạch rotor.

Việc thay đổi điện trở mạch rotor chỉ có thể thực hiện về phía tăng điện trở R_2' . Khi tăng R_2' thì độ trượt tới hạn s_{th} cũng tăng lên, còn tốc độ đồng bộ ω_0 và mômen tới hạn M_{th} giữ nguyên.



Hình 3.49: Sơ đồ nối và họ đặc tính động cơ KĐB khi thay đổi điện trở mạch rotor.

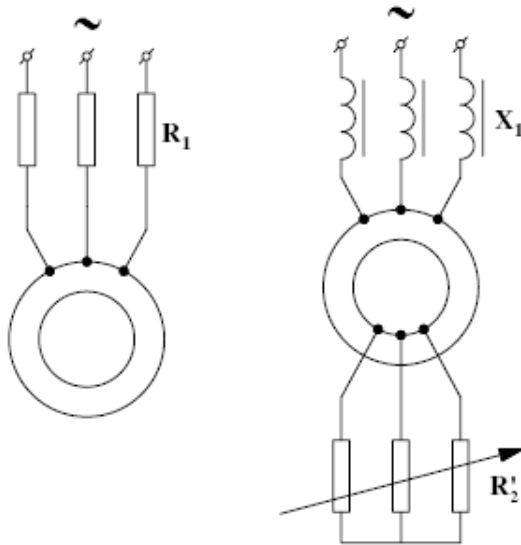
Các đặc tính cơ nhân tạo khi thay đổi điện trở mạch rotor được biểu diễn như hình vẽ. Điện trở mạch rotor càng lớn thì đặc tính càng dốc.

2.4.3. Trường hợp thay đổi điện trở R_1 , điện kháng X_1 ở mạch Stator

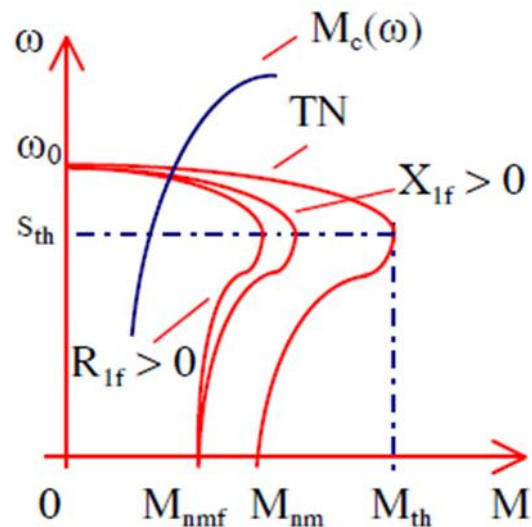
Trường hợp này cũng chỉ thay đổi về phía tăng R_1 hoặc X_1 . Sơ đồ nối dây như hình 3.50.

Khi điện trở hoặc điện kháng mạch stator bị thay đổi, hoặc thêm điện trở phụ, điện kháng phụ vào mạch stator, nếu $\omega_0 = \text{const}$, và theo biểu thức (3.62), (3.63) thì mômen M_{th} và S_{th} đều giảm, nên đặc tính cơ có dạng như hình 3.51.

Với mômen $M_{kđ} = M_{nm.f}$ thì đoạn làm việc của đặc tính cơ có điện kháng phụ (X_{1f}) cứng hơn đặc tính có R_{1f} . Khi tăng X_{1f} hoặc R_{1f} thì M_{th} và S_{th} đều giảm. Khi dùng X_{1f} hoặc R_{1f} để khởi động nhằm hạn chế dòng khởi động, thì có thể dựa vào tam giác tổng trở ngắn mạch để xác định X_{1f} hoặc R_{1f} .



Hình 3.50: Sơ đồ thay đổi R_{1f} , X_{1f}



Hình 3.51: Ảnh hưởng của R_{1f} , X_{1f}

2.4.4. Ảnh hưởng của điện trở, điện kháng mạch rotor

Khi thêm điện trở phụ (R_{2f}), điện kháng phụ (X_{2f}) vào mạch rotor động cơ, thì $\omega_0 = \text{const}$, và theo (3.62), (3.63) thì $M_{th} = \text{const}$; còn S_{th} sẽ thay đổi, nên đặc tính cơ có dạng như hình 3.52.

Qua đồ thị ta thấy: đặc tính cơ khi có R_{2f} , X_{2f} càng lớn thì S_{th} càng tăng, độ cứng đặc tính cơ càng giảm, với phụ tải không đổi thì khi có R_{2f} , X_{2f} càng lớn thì tốc độ làm việc của động cơ càng bị thấp và dòng điện khởi động càng giảm.

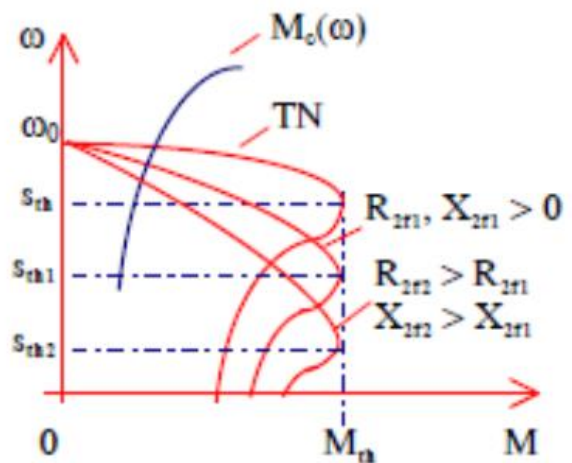
Ví dụ 3.5: Cho một động cơ không đồng bộ rotor dây quấn (ĐK_{dq}) có: $P_{đm} = 850\text{KW}$; $U_{đm} = 6000\text{V}$; $n_{đm} = 588\text{vg/ph}$; $\lambda = 2,15$; $E_{2đm} = 1150\text{V}$; $I_{2đm} = 450\text{A}$. Tính và vẽ đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo của động cơ không đồng bộ rotor dây quấn với điện trở phụ mỗi pha rotor là: $R_{2f} = 0,75\Omega$.

Giải:

Với động cơ có công suất lớn, ta có thể sử dụng phương trình gần đúng (2.70) coi R_1 rất nhỏ hơn R_2 tức $a = 0$.

$$\text{Độ trượt định mức: } s_{dm} = \frac{n_0 - n_{dm}}{n_0} = \frac{600 - 588}{600} = 0,02$$

Mômen định mức:



Hình 3.52: Ảnh hưởng của R_{2f} , X_{2f}

$$M_{dm} = \frac{P_{dm} \cdot 1000}{n_{dm} / 9,55} = \frac{850 \cdot 1000}{588 / 9,55} = 13805 Nm \text{ hoặc } M_{dm}^* = 1$$

Mômen tới hạn:

$$M_{th} = \lambda \cdot M_{dm} = 2,15 \times 13805 = 29681 \text{ N.m, hoặc } M_0^* = 2,15$$

Điện trở định mức: $R_{dm} = E_{2dm} / 3I_{2dm} = 1,476 \Omega$

Điện trở dây quấn rotor: $R_2 = R_2^* R_{dm} = s_{dm} \cdot R_{dm} = 0,02 \times 1,476 = 0,0295 \Omega$

Độ trượt tới hạn của đặc tính cơ tự nhiên cá định theo (2-74):

$$s_{th} = s_{dm} (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}) = 0,02 (2,15 + \sqrt{2,15^2 - 1}) = 0,08$$

Phương trình đặc tính cơ tự nhiên:

$$M = \frac{2M_{th}}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}} = \frac{59,362}{0,08 + \frac{0,08}{s}} \text{ hoặc } M^* = \frac{2\lambda}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}}$$

Với momen ngắn mạch:

$$M = \frac{59362}{\frac{1}{0,08} + 0,08} = 4777 Nm = 0,35 M_{dm}$$

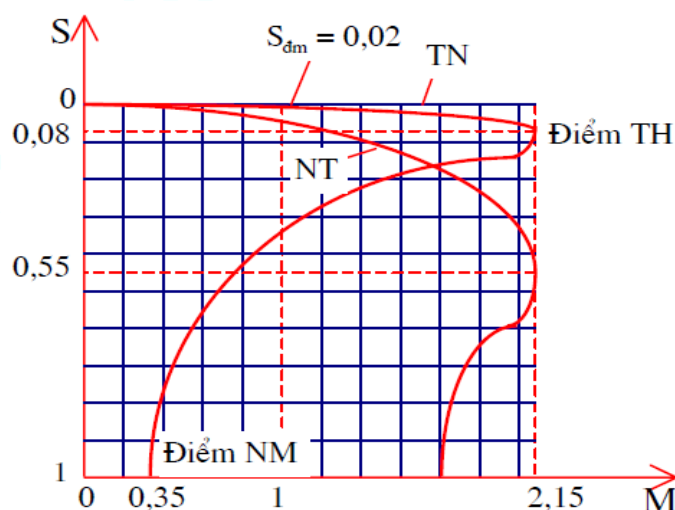
Theo đó ta vẽ được đường *đặc tính tự nhiên* như trên hình 3.53 đi qua 4 điểm: *điểm không tải* [$M = 0; s = 0$]; *điểm định mức* [$M_{dm}^* = 1; s_{dm} = 0,02$]; *điểm tới hạn TH* [$M_{th}^* = 2,15; s_{th} = 0,08$]; *điểm ngắn mạch NM* [$M_{nm}^* = 2,15; s_{dm} = 1$].

Đối với *đặc tính nhân tạo* có $R_f = 0,175 \Omega$ ta có độ trượt tới hạn nhân tạo:

$$s_{thnt} = s_{th} \frac{R_2 + R_f}{R_2} = 0,08 \frac{0,0295 + 0,175}{0,0295} = 0,55$$

Phương trình đặc tính cơ nhân tạo sẽ là:

$$M^* = \frac{2\lambda}{\frac{s}{0,55} + \frac{0,55}{s}}$$



Hình 3.53: Các đặc tính cơ TN và NT trong ví dụ 3.5

2.4.5. Trường hợp thay đổi số đôi cực p

Khi số đôi cực thay đổi thì tốc độ đồng bộ ω_0 bị thay đổi. Thông thường, động cơ loại này được chế tạo với cuộn cảm stator có nhiều đầu dây ra để có thể đổi cách đấu dây tương ứng với số đôi cực nào đó. Tùy theo khả năng đổi nối mà động cơ KĐB được gọi là động cơ có 2,3,4... cấp tốc độ.

Do số đôi cực thay đổi nhờ đổi nối cuộn cảm stator nên các thông số U_{1ph} đặt vào cuộn pha, trở kháng R_1 và cảm kháng X_1 có thể bị thay đổi. Từ đó, độ trượt tới hạn s_{th} và mômen tới hạn M_{th} có thể khác đi.

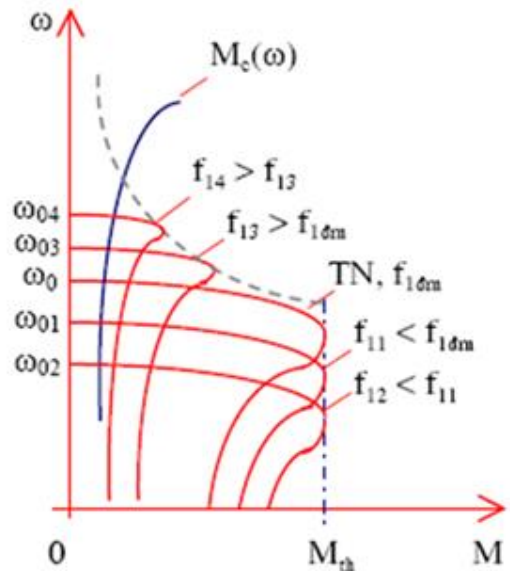
2.4.6. Trường hợp thay đổi tần số f_1 của nguồn điện áp cấp

Khi điện áp nguồn cung cấp cho động cơ có tần số (f_1) thay đổi thì tốc độ từ trường ω_0 và tốc độ của động cơ ω sẽ thay đổi theo. Vì $\omega_0 = 2\pi.f_1/p$, và $X = \omega.L$, nên $\omega_0 \equiv f_1$, $\omega \equiv f_1$ và $X \equiv f_1$.

Qua đồ thị ta thấy: Khi tần số tăng ($f_{13} > f_{1dm}$), thì M_{th} sẽ giảm, (với điện áp nguồn $U_1 = const$) thì:

$$M_{th} \cong \frac{1}{f_1^2}$$

Khi tần số nguồn giảm ($f_{11} < f_{1dm}, \dots$) càng nhiều, nếu giữ điện áp u_1 không đổi, thì dòng điện động cơ sẽ tăng rất lớn. Do vậy, khi giảm tần số cần giảm điện áp theo quy luật nhất định sao cho động cơ sinh ra mômen như trong chế độ định mức.



Hình 3.54: Ảnh hưởng của f_1

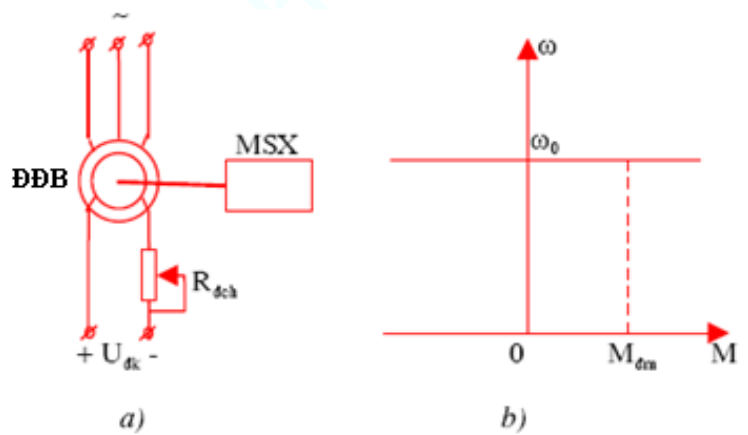
3. Đặc tính của động cơ điện đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm.

3.1. Đặc tính cơ của động cơ ĐDB

Khi đóng stator của động cơ đồng bộ vào lưới điện xoay chiều có tần số f_1 không đổi, động cơ sẽ làm việc với tốc độ đồng bộ không phụ thuộc vào tải:

$$\omega = \frac{2\pi f_1}{p}$$

Như vậy đặc tính cơ của động cơ ĐDB này trong phạm vi mômen cho phép $M \leq M_{max}$ là đường thẳng song song với trục hoành, với độ cứng $\beta = \infty$ và được biểu diễn trên hình 3.55.



Hình 3.55: Sơ đồ nối dây và đặc tính cơ của động cơ ĐDB

Tuy nhiên khi mômen vượt quá trị số cực đại cho phép $M > M_{max}$ thì tốc độ động cơ sẽ lệch khỏi tốc độ đồng bộ.

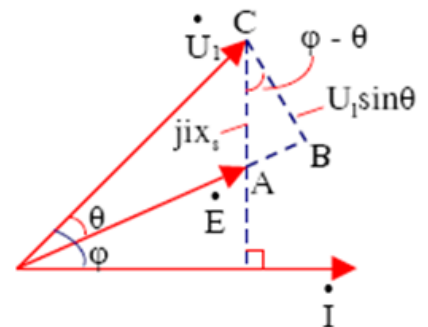
3.2. Đặc tính góc của động cơ ĐDB

Trong nghiên cứu tính toán hệ truyền động dùng động cơ ĐDB, người ta sử dụng một đặc tính quan trọng là đặc tính góc. Nó là sự phụ thuộc giữa mômen của động cơ với góc lệch vectơ điện áp pha của lưới U_1 và vectơ sức điện động cảm ứng E trong dây quấn stator do từ trường một chiều của rotor sinh ra:

$$M = f(\theta)$$

Đặc tính này được xây dựng bằng cách sử dụng đồ thị vectơ của mạch stator vẽ trên hình 3.56 với giả thiết bỏ qua điện trở tác dụng của cuộn dây stator ($r_1 \approx 0$).

Trên đồ thị vectơ hình 3.56:



Hình 3.56: Đồ thị vectơ của mạch stator của động cơ

U_1 - điện áp pha của lưới (V)

E - sức điện động pha stator (V)

I - dòng điện stator (A)

θ - góc lệch giữa U_1 và E ;

φ - góc lệch giữa vector điện áp U_1 và dòng điện I .

$X_s = x_\mu + x_1$ - điện kháng pha của stator là tổng của điện kháng mạch từ hóa xà và điện kháng cuộn dây 1 pha của stator x_1 (Ω)

Từ đồ thị vector ta có:

$$U_1 \cos \varphi = E \cos(\varphi - \theta) \quad 3.64$$

Từ tam giác ABC tìm được:

$$\cos(\varphi - \theta) = \frac{CB}{CA} = \frac{U_1 \sin \varphi}{Ix_s} \quad 3.65$$

Thay (3.64) vào (3.65) ta được:

$$U_1 I \cos \varphi = E \frac{U_1}{x_s} \sin \varphi \quad 3.66$$

Hay

$$U_1 \cos \varphi = \frac{EU_1 \sin \varphi}{Ix_s} \quad 3.68$$

Vế trái của (3.68) là công suất 1 pha của động cơ.

Vậy công suất 3 pha của động cơ:

$$P = 3 \frac{EU_1}{x_s} \sin \varphi \quad 3.69$$

Mômen của động cơ:

$$M = \frac{P}{\omega_0} = \frac{3EU_1}{\omega_0 x_s} \sin \varphi \quad 3.70$$

(3.70) là phương trình đặc tính góc của động cơ ĐDB. Theo đó ta có đặc tính góc là đường cong hình sin như trên hình 3.57.

Khi $\theta = \pi/2$ ta có biên độ cực đại của hình sin là:

$$M_m = \frac{3EU_1}{\omega_0 x_s} \quad 3.71$$

Phương trình (3.70) có thể viết gọn hơn:

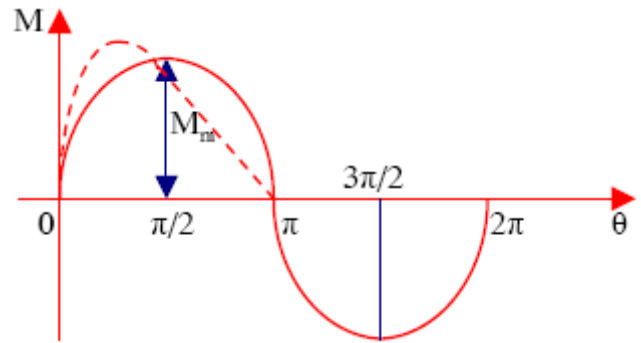
$$M = M_m \sin \theta \quad (3.72)$$

M_m đặc trưng cho khả năng quá tải của động cơ. Khi tải tăng góc lệch pha θ tăng. Nếu tải tăng quá mức $\theta > \pi/2$, mômen giảm.

Động cơ đồng bộ thường làm việc định mức ở trị số của góc lệch $\theta = 20^\circ \div 25^\circ$. Hệ số tải về mômen tương ứng sẽ là:

$$\lambda_M = \frac{M_m}{M_{dm}} = 2 \div 2,5$$

Những điều đã phân tích ở trên chỉ đúng với những động cơ đồng bộ cực ẩn và mômen chỉ xuất hiện khi rotor có kích từ. Còn đối với những động cơ đồng bộ cực lồi, do sự phân bố khe hở không khí không đều giữa rotor và stator nên trong máy xuất hiện mômen phản kháng phụ. Do đó đặc tính góc có biến dạng ít nhiều, như đường nét đứt trên hình 3.57.



Hình 3.57: Đặc tính góc của động cơ đồng bộ

4. Câu hỏi ôn tập

1. Có thể biểu diễn phương trình đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập bằng mấy dạng? hãy viết các dạng phương trình đó? Giải thích các đại lượng trong phương trình và cách xác định các đại lượng đó? Vẽ dạng đặc tính cơ điện và đặc tính cơ ΔM_{dl} ?

2. Đơn vị tương đối là gì? Đơn vị tương đối của các đại lượng điện, cơ của động cơ ΔM_{dl} được xác định như thế nào? Viết phương trình đặc tính cơ ở dạng đơn vị tương đối? ý nghĩa của việc sử dụng phương trình dạng đơn vị tương đối?

3. Độ cứng đặc tính cơ của ΔM_{dl} có biểu thức xác định như thế nào? Giá trị tương đối của nó? Biểu thị quan hệ giữa độ cứng với sai số tốc độ và điện trở mạch phản ứng (theo đơn vị tương đối). ý nghĩa của độ cứng đặc tính cơ?

4. Cách vẽ đặc tính cơ của ΔM_{dl} ? Cách xác định các đại lượng: M_{dm} , ω_{dm} , ω_0 , I_{nm} , M_{nm} , ... để vẽ đường đặc tính này?

5. Có những thông số nào ảnh hưởng đến dạng đặc tính cơ của ΔM_{dl} ? họ đặc tính cơ nhân tạo khi thay đổi thông số đó? Sơ đồ nối dây, phương trình đặc tính, dạng của các họ đặc tính nhân tạo, nhận xét về ứng dụng của chúng?

6. Tại sao khi khởi động ΔM_{dl} thường phải đóng thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng động cơ? Các dòng điện khởi động lớn nhất và nhỏ nhất khi khởi động ΔM_{dl} thường không ở mức nào? Vẽ các đặc tính cơ khi khởi động ΔM_{dl} với 2 cấp điện trở khởi động?

7. Động cơ ΔM_{dl} có mấy phương pháp hãm? Điều kiện để xảy ra các trạng thái hãm đó? Sơ đồ nối dây động cơ khi thực hiện các trạng thái hãm? ứng dụng thực tế của các trạng thái hãm đó? Giải thích quan hệ về chiều tác dụng của các đại lượng điện và chiều truyền năng lượng trong hệ ở các trạng thái hãm?

8. Sự khác nhau giữa động cơ một chiều kích từ nối tiếp với ΔM_{dl} về cấu tạo, từ thông, dạng đặc tính cơ, các phương pháp hãm? Có nhận xét gì về đặc điểm và khả năng ứng dụng của ΔM_{nt} thực tế?

9. Có thể biểu thị phương trình đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ bằng những biểu thức nào? Viết các phương trình đó, giải thích các đại lượng và cách xác định các đại lượng đó khi viết phương trình và dựng đặc tính cơ?

10. Cách vẽ đặc tính cơ tự nhiên theo các số liệu định mức trong catalog: dạng chính xác, dạng gần đúng và dạng tuyến tính hóa?

11. Biểu thức xác định độ cứng đặc tính cơ? Biểu thị quan hệ giữa độ cứng đặc tính cơ với độ trượt định mức và điện trở mạch rotor của động cơ ĐK?

12. Có những thông số nào ảnh hưởng đến dạng đặc tính cơ của động cơ ĐK? Cách nối dây động cơ ĐK để tạo ra đặc tính cơ nhân tạo khi thay đổi các thông số này? Dạng các họ đặc tính cơ nhân tạo và ứng dụng thực tế của chúng?

13. Vẽ các dạng đặc tính cơ khi khởi động động cơ ĐK hai cấp tốc độ? Khi khởi động động cơ ĐK, các đại lượng: hệ số trượt tới hạn, mômen tới hạn thay đổi như thế nào? Các

biểu thức xác định các đại lượng đó? Thường mômen khởi động lớn nhất của động cơ ĐK bằng bao nhiêu mômen tới hạn của động cơ?

14. Động cơ ĐK có mấy trạng thái hãm? Cách nối dây động cơ để thực hiện các trạng thái hãm và điều kiện để xảy ra hãm? Giải thích quan hệ năng lượng giữa máy sản xuất (tải của động cơ) và động cơ ở từng trạng thái hãm? ứng dụng thực tế của các trạng thái hãm?

15. Giải thích ý nghĩa của đặc tính cơ và đặc tính góc của động cơ đồng bộ? Sự phụ thuộc giữa mômen cực đại của động cơ với điện áp lưới? Mômen cực đại ở đặc tính góc có ý nghĩa như thế nào với đặc tính cơ của động cơ ĐDB?

16. Cho ĐMđl có $P_{đm} = 2,2 \text{ KW}$, $U_{đm} = 110\text{V}$, $R_r = 0,94 \Omega$, $I_{đm} = 25,6\text{A}$, $n_{đm} = 1430$ v/phút. Vẽ đặc tính cơ tự nhiên, nhân tạo với $R_{uf} = 0,78 \Omega$

17. Cho ĐMđl có: $P_{đm} = 16 \text{ KW}$, $U_{đm} = 220 \text{ V}$, $I_{đm} = 70\text{A}$, $n_{đm} = 1000$ vòng/phút. Xác định ω khi $M_C = 0,6 M_{đm}$ và $R_{uf} = 0,52 \Omega$; $R_r = 0,28 \Omega$

Đáp số: $\omega = 91,76 \text{ rad/s}$

18. Tìm trị số của các cấp mở máy của ĐMđl có: $P_{đm} = 13,5\text{KW}$, $U_{đm} = 110 \text{ V}$, $I_{đm} = 145\text{A}$, $n_{đm} = 1050$ v/ph. Biết rằng $M_{mm}^{\max} = 200\%M_{đm}$, mở máy với 3 cấp điện trở.

$$R_{uf1} = R_3 - R_u = 0,108 - 0,058 = 0,05 \Omega$$

Đáp số: $R_{uf2} = R_2 - R_3 = 0,202 - 0,108 = 0,094 \Omega$

$$R_{uf3} = R_1 - R_2 = 0,377 - 0,202 = 0,175 \Omega$$

19. Xác định R_h đóng vào mạch phần ứng khi ĐMđl khi hãm động năng với $I_{hbd} = I_{đm}$. Trước khi hãm động năng động cơ làm việc với tải định mức. Cho $P_{đm} = 46,5 \text{ KW}$, $U_{đm} = 220\text{V}$, $I_{đm} = 238 \text{ A}$, $n_{đm} = 1500$ v/ph

Đáp số: $R_h = 0,384\Omega$

20. Một ĐMđl có: $P_{đm} = 34 \text{ KW}$, $U_{đm} = 220 \text{ V}$, $I_{đm} = 178 \text{ A}$, $n_{đm} = 1580$ v/ph, $R_r = 0,042 \Omega$ làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên với $M_C = M_{đm}$. Để dừng máy người ta chuyển sang chế độ hãm ngược ($\pm U_r$). Hãy xác định trị số M_h động cơ sinh ra với $R_{uf} = 1,25\Omega$

Đáp số: $M_{h1} = K\phi I_{h1} = 1,285.79,98 = 102,8 \text{ (N.m)}$

$$M_{h2} = K\phi I_{h2} = 1,285.170 = 219 \text{ (N.m)}$$

21. Xác định ω và I_r khi $\phi = 0,5\phi_{đm}$ của ĐMđl có: $P_{đm} = 4,2\text{KW}$, $U_{đm} = 220\text{V}$, $I_{đm} = 22,6\text{A}$, $n_{đm} = 1500$ v/ph, $R_r = 0,841\Omega$; $M_C = M_{đm}$;

Đáp số: $\omega = 288,83\text{rad/s}$; $I_r = 41,8\text{A}$

22. Xác định $R_{uf} = ?$ Khi hãm động năng để $I_r = I_{đm} \Rightarrow \omega = 0,5\omega_{đm}$. Với ĐMđl có: $P_{đm} = 16\text{KW}$, $U_{đm} = 110\text{V}$, $I_{đm} = 19,7\text{A}$, $n_{đm} = 970$ v/ph, $R_r = 0,6\Omega$.

Đáp số: $R_{uf} = 1,89\Omega$

23. ĐMđl: $P_{đm} = 6,5\text{KW}$, $U_{đm} = 220\text{V}$, $I_{đm} = 34,4\text{A}$, $n_{đm} = 1500\text{v/ph}$, $R_r = 0,242\Omega$, làm việc ở $\omega_{đm}$ khi $M_C = M_{đm}$ với $\phi = 0,7\phi_{đm}$. Xác định R_{uf} để $\omega = \text{const}$

Đáp số: $R_{uf} = 1,395\Omega$

24. ĐMđl: $P_{đm} = 29\text{KW}$, $U_{đm} = 440\text{V}$, $I_{đm} = 76 \text{ A}$, $n_{đm} = 1000$ v/ph, $R_r = 0,06\Omega$ làm việc trong chế độ hãm ngược ($\pm U_r$), $n = 600$ v/ph, $I_r = 50\text{A}$. Xác định: R_{uf} , $P_{lưới}$, $P_{trực}$, P_{Ruf}

Đáp số: $R_{uf} = 6,82\Omega$; $P_{lưới} = 29\text{kW}$, $P_{trực} = 6,972\text{kW}$, $P_{Ruf} = 314\text{W}$

25. ĐMđl: $P_{đm} = 29 \text{ KW}$, $U_{đm} = 440 \text{ V}$; $n_{đm} = 1000$ v/ph; $R_r = 0,05 R_{đm}$, $I_{đm} = 79 \text{ A}$, Làm việc ở chế độ hãm tái sinh. Xác định ω khi $I_r = 60 \text{ A}$, $R_{uf} = 0$;

Đáp số: $\omega = 130,25\text{rad/s}$

26. ĐM_{đl}: P_{đm} = 6,5KW; U_{đm} = 220V; I_{đm} = 34,4A; n_{đm} = 1500 v/ph; R_r = 0,14Ω. Xác định I_{ubđ} khi cắt phần ứng ra khỏi lưới và đóng kín vào R = 6 Ω. Trước khi cắt M = 34,4Nm và φ = φ_{đm}

Đáp số: I_{ubđ} = -25,26A

27. Xác định R_{uf} = ? ĐM_{nt}: P_{đm} = 12 KW; U_{đm} = 220 V; I_{đm} = 54 A; n_{đm} = 756 v/ph; R_r + R_{kt} = 0,25Ω, để phụ tải định mức thì n = 400 v/ph

Đáp số: R_{uf} = 1,8Ω

Trình Cao
ngh ngh
KLK

BÀI: 4. ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Thời gian: 19 giờ

Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ
- So sánh được ưu, nhược điểm của từng phương pháp
- Lựa chọn được phương án điều chỉnh tốc độ phù hợp với hệ truyền động điện thực tế.

1. Khái niệm về điều chỉnh tốc độ hệ truyền động điện; tốc độ đặt; chỉ tiêu chất lượng của truyền động điều chỉnh.**1.1. Khái niệm về điều chỉnh tốc độ truyền động điện.**

Ngày nay, đại đa số các máy sản xuất từ nhỏ đến lớn, từ đơn lẻ đến cả một dây chuyền sản xuất đều sử dụng truyền động điện. Để đảm bảo những yêu cầu của các công nghệ phức tạp khác nhau, nâng cao mức độ tự động cũng như năng suất, các hệ truyền động điện thường phải điều chỉnh tốc độ, tức là cần phải điều chỉnh được tốc độ máy theo yêu cầu công nghệ. Điều chỉnh tốc độ truyền động điện là dùng các phương pháp thuận túy điện, tác động lên bản thân hệ thống truyền động điện (nguồn và động cơ điện) để thay đổi tốc độ quay của trục động cơ điện.

Tốc độ làm việc của truyền động điện do công nghệ yêu cầu và được gọi là *tốc độ đặt*, hay *tốc độ mong muốn*. Trong quá trình làm việc, tốc độ của động cơ thường bị thay đổi do sự biến thiên của tải, của nguồn và do đó gây ra sai lệch tốc độ thực so với tốc độ đặt.

Trong các hệ truyền động điện tự động thường dùng các phương pháp khác nhau để ổn định tốc độ động cơ. Để đánh giá chất lượng của một hệ truyền động điện thường căn cứ vào một số chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cơ bản, các chỉ tiêu này cũng được tính đến khi thiết kế hoặc chỉnh định các hệ truyền động điện.

1.2. Tốc độ đặt

Sai số tĩnh tốc độ là đại lượng đặc trưng cho độ chính xác duy trì tốc độ đặt và thường được tính theo phần trăm:

$$s\% = \frac{\omega_d - \omega}{\omega_d} \cdot 100\% = \Delta\omega^* \% \quad (4.1)$$

Trong đó: ω_d là tốc độ đặt.

ω là tốc độ làm việc thực.

1.3. Chỉ tiêu chất lượng**1.3.1. Dải điều chỉnh tốc độ**

Dải điều chỉnh tốc độ (hay phạm vi điều chỉnh tốc độ) là tỉ số giữa các giá trị tốc độ làm việc lớn nhất và nhỏ nhất của hệ TĐĐ ứng với một mômen tải đã cho:

$$D = \frac{\omega_{max}}{\omega_{min}} \quad (4.2)$$

Dải điều chỉnh tốc độ của một hệ TĐĐ càng lớn càng tốt. Mỗi một máy sản xuất yêu cầu một dải điều chỉnh nhất định và mỗi một phương pháp điều chỉnh tốc độ chỉ đạt được một dải điều chỉnh nào đó.

1.3.2. Độ trơn điều chỉnh

Độ trơn điều chỉnh tốc độ khi điều chỉnh được biểu thị bởi tỷ số giữa 2 giá trị tốc độ của 2 cấp kế tiếp nhau trong dải điều chỉnh:

$$\gamma = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i}$$

Trong đó: ω_i - Tốc độ ổn định ở cấp i .

ω_{i+1} - Tốc độ ổn định ở cấp $i+1$.

Trong một dải điều chỉnh tốc độ, số cấp tốc độ càng lớn thì sự chênh lệch tốc độ giữa 2 cấp kế tiếp nhau càng ít do đó độ trơn càng tốt. Khi số cấp tốc độ rất lớn ($k \rightarrow \infty$) thì độ trơn điều chỉnh $\gamma \rightarrow 1$. Trường hợp này hệ điều chỉnh gọi là hệ điều chỉnh vô cấp và có thể có mọi giá trị tốc độ trong toàn bộ dải điều chỉnh.

1.3.3. Độ ổn định tốc độ (độ cứng của đặc tính cơ)

Để đánh giá và so sánh các đặc tính cơ, người ta đưa ra khái niệm độ cứng đặc tính cơ β và được tính:

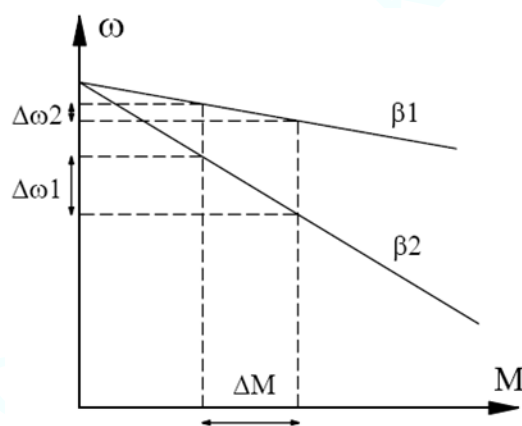
$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$$

Nếu $|\beta|$ bé thì đặc tính cơ là mềm ($|\beta| < 10$).

Nếu $|\beta|$ lớn thì đặc tính cơ là cứng ($|\beta| = 10 \div 100$).

Khi $|\beta| = \infty$ thì đặc tính cơ là nằm ngang và tuyệt đối cứng.

Đặc tính cơ có độ cứng β càng lớn thì tốc độ càng ít bị thay đổi khi mômen thay đổi. Ở trên hình 4.1, đường đặc tính cơ 1 cứng hơn đường đặc tính cơ 2 nên với cùng một biến động ΔM thì đặc tính cơ 1 có độ thay đổi tốc độ $\Delta \omega_1$ nhỏ hơn độ thay đổi tốc độ $\Delta \omega_2$ cho bởi đặc tính cơ 2.



Hình 4.1: Độ cứng đặc tính cơ

Nói cách khác, đặc tính cơ càng cứng thì sự thay đổi tốc độ càng ít khi phụ tải thay đổi nhiều. Do đó sai lệch tốc độ càng nhỏ và hệ làm việc càng ổn định, phạm vi điều chỉnh tốc độ sẽ rộng hơn.

1.3.4. Tính kinh tế

Hệ điều chỉnh có tính kinh tế khi vốn đầu tư nhỏ, tổn hao năng lượng ít, phí tổn vận hành không nhiều.

Các phương pháp điều chỉnh tốc độ qua mạch phản ứng luôn có tổn hao năng lượng lớn hơn điều chỉnh tốc độ qua mạch kích từ.

1.3.5. Sự phù hợp giữa đặc tính điều chỉnh và đặc tính tải

Khi chọn hệ điều chỉnh tốc độ với phương pháp điều chỉnh nào đó cho một máy sản xuất cần lưu ý sao cho các đặc tính điều chỉnh bám sát yêu cầu đặc tính của tải máy sản xuất. Như vậy hệ làm việc sẽ đảm bảo được các yêu cầu chất lượng, độ ổn định...

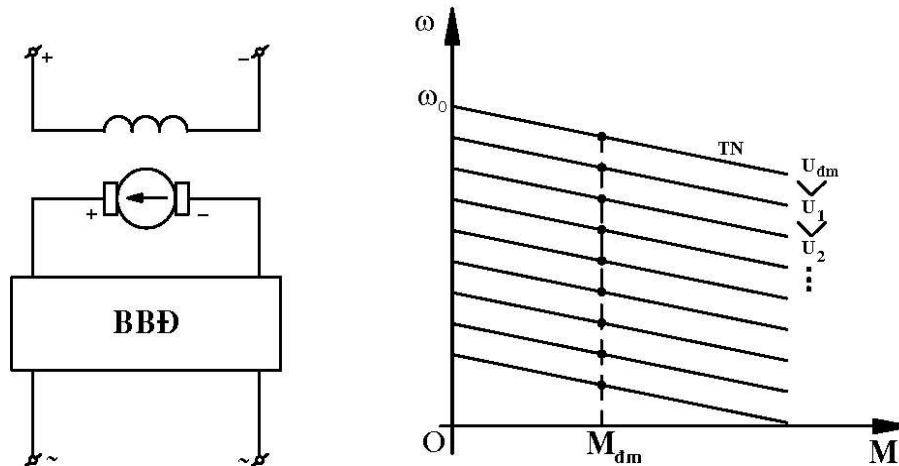
Ngoài các chỉ tiêu trên, tùy trường hợp cụ thể mà ta có thể có những đòi hỏi khác buộc hệ điều chỉnh tốc độ cần phải đáp ứng.

2. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập và song song

Khi xem xét phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập, ta đã biết quan hệ $\omega = f(M)$ phụ thuộc các thông số điện $U, \phi, R_{\text{tđ}}$. Sự thay đổi các thông số này sẽ cho những họ đặc tính cơ khác nhau. Vì vậy, với cùng một mômen tải nào đó, tốc độ động cơ sẽ khác nhau ở các đặc tính cơ khác nhau. Như vậy, động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hay kích từ song song) có thể được điều chỉnh tốc độ bằng các phương pháp sau đây:

2.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phần ứng

Sơ đồ nguyên lý được biểu diễn như trên hình 4.2. Từ thông động cơ được giữ không đổi. Điện áp phần ứng được cấp từ một bộ biến đổi.

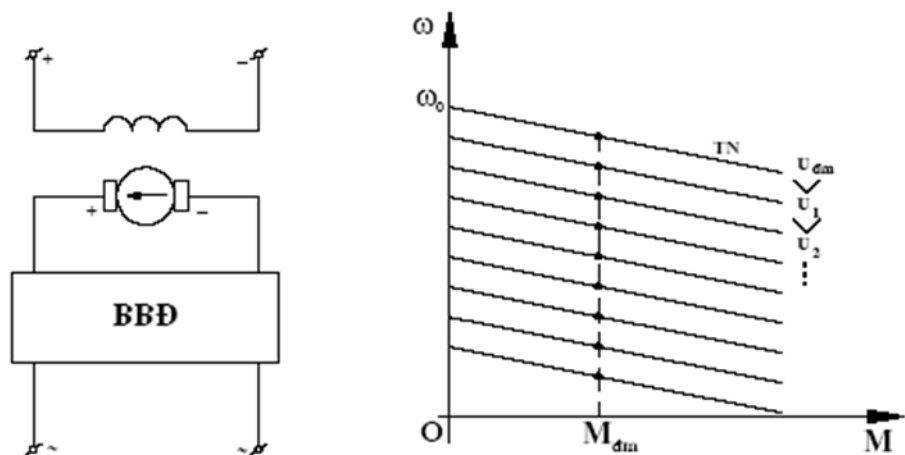


Hình 4.2: Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện áp phần ứng.

Khi thay đổi điện áp cấp cho cuộn dây phần ứng, ta có các họ đặc tính cơ ứng với các tốc độ không tải khác nhau, song song và có cùng độ cứng.

Điện áp U chỉ có thể thay đổi về phía giảm ($U < U_{dm}$) nên phương pháp này chỉ cho phép điều chỉnh giảm tốc độ.

Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 trên phần ứng. Khi giảm điện áp từ U_1 xuống U_2 , động cơ thay đổi điểm làm việc từ điểm A có tốc độ lớn ω_A trên đường 1 xuống điểm D có tốc độ nhỏ hơn ($\omega_D < \omega_A$) trên đường 2 (ứng với điện áp U_2).



Hình 4.3: Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện áp phần ứng

Trong khi giảm tốc độ theo cách giảm điện áp phần ứng, nếu giảm mạnh điện áp, nghĩa là chuyển nhanh từ tốc độ cao xuống tốc độ thấp thì cùng với quá trình giảm tốc có thể xảy ra quá trình hãm tái sinh. Chẳng hạn, cũng trên hình 4.3, động cơ đang làm việc tại điểm A với tốc độ lớn ω_A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 . Ta giảm mạnh điện áp phần ứng từ U_1 xuống U_3 . Lúc này động cơ chuyển điểm làm việc từ điểm A trên đường 1 sang điểm E trên đường 3 (chuyển ngang với $\omega_A = \omega_E$). Vì ω_E lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng ω_{03} của đặc tính cơ 3 nên động cơ sẽ làm việc ở trạng thái hãm tái sinh trên đoạn EC của đặc tính 3.

Quá trình hãm giúp động cơ giảm tốc nhanh. Khi tốc độ xuống thấp hơn ω_{03} thì động cơ lại làm việc ở trạng thái động cơ. Lúc này do mômen $M_D = 0$ nên động cơ tiếp tục giảm tốc cho tới điểm làm việc mới tại F, vì tại F mômen động cơ sinh ra cân bằng với mômen cản M_C . Động cơ chạy ổn định tại F với tốc độ $\omega_F < \omega_A$.

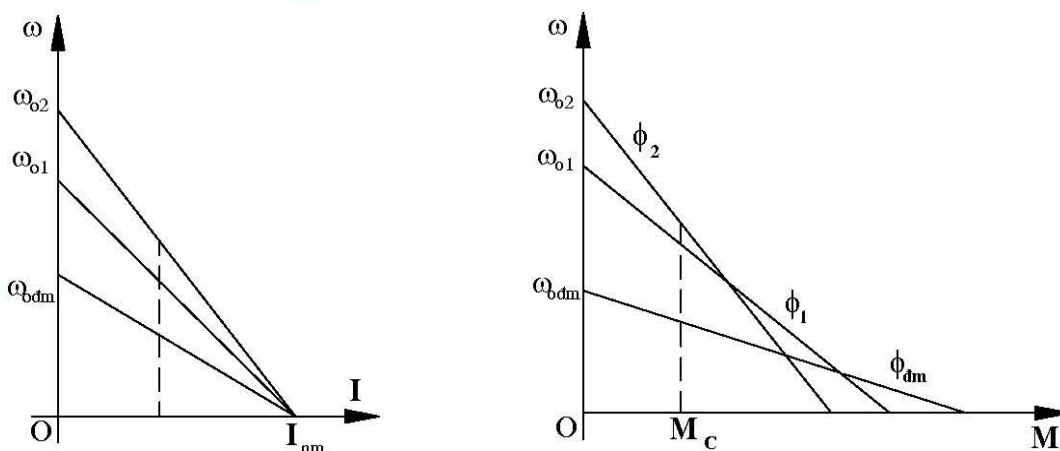
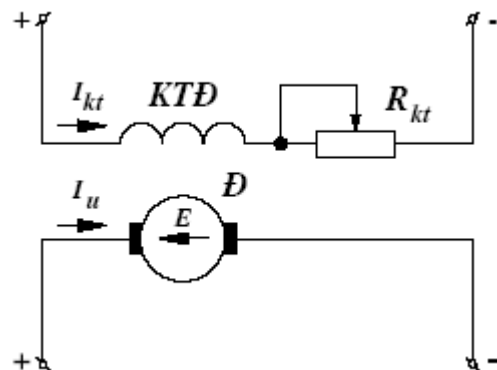
Khi tăng tốc, diễn biến của quá trình được giải thích tương tự. Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm I có tốc độ ω_1 nhỏ trên đặc tính cơ 5, ứng với điện áp U_5 trên phần ứng. Tăng điện áp từ U_5 lên U_4 , động cơ chuyển điểm làm việc từ I trên đặc tính 5 sang điểm G trên đặc tính 4. Do mômen M_G lớn hơn mômen cản M_C nên động cơ tăng tốc theo đường 4 (đoạn GH). Đồng thời với quá trình tăng tốc, mômen động cơ bị giảm và quá trình tăng tốc chậm dần. Tới điểm H thì mômen động cơ cân bằng với mômen tải $M_H = M_C$ và động cơ sẽ làm việc ổn định tại điểm H với tốc độ $\omega_H > \omega_1$.

Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng biện pháp thay đổi điện áp phần ứng có các đặc điểm sau:

- Điện áp phần ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng nhỏ.
- Điều chỉnh trơn trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ cứng đặc tính cơ giữ không đổi trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ sụt tốc tuyệt đối trên toàn dải điều chỉnh ứng với một mômen là như nhau. Độ sụt tốc tương đối sẽ lớn nhất tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh. Do vậy, sai số tốc độ tương đối (sai số tĩnh) của đặc tính cơ thấp nhất không vượt quá sai số cho phép cho toàn dải điều chỉnh.
- Dải điều chỉnh của phương pháp này có thể: $D \sim 10:1$.
- Chỉ có thể điều chỉnh tốc độ về phía giảm (vì chỉ có thể thay đổi với $U_u \leq U_{dm}$).
- Phương pháp điều chỉnh này cần một bộ nguồn để có thể thay đổi trơn điện áp ra.

2.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi từ thông

Muốn thay đổi từ thông động cơ, ta tiến hành thay đổi dòng điện kích từ của động cơ qua một điện trở mắc nối tiếp ở mạch kích từ. Rõ ràng phương pháp này chỉ cho phép tăng điện trở vào mạch kích từ, nghĩa là chỉ có thể giảm dòng điện kích từ ($I_{kt} \leq I_{ktdm}$) do đó chỉ có thể thay đổi về phía giảm từ thông. Khi giảm từ thông, đặc tính dốc hơn và có tốc độ không tải lớn hơn. Họ đặc tính giảm từ thông như hình 4.4.

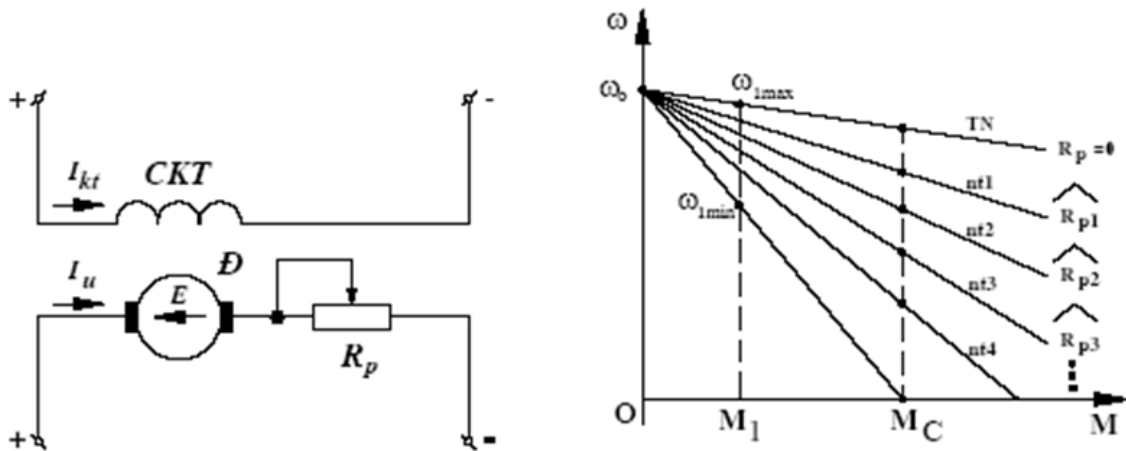


Hình 4.4: Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi từ thông kích từ.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi từ thông có các đặc điểm sau:

- Từ thông càng giảm thì tốc độ không tải lý tưởng của đặc tính cơ càng tăng, tốc độ động cơ càng lớn.
- Độ cứng đặc tính cơ giảm khi giảm từ thông.
- Có thể điều chỉnh trơn trong dải điều chỉnh: $D \sim 3:1$.
- Chỉ có thể điều chỉnh thay đổi tốc độ về phía tăng.
- Do độ dốc đặc tính cơ tăng lên khi giảm từ thông nên các đặc tính sẽ cắt nhau và do đó, với tải không lớn (M_1) thì tốc độ tăng khi từ thông giảm. Còn ở vùng tải lớn (M_2) tốc độ có thể tăng hoặc giảm tùy theo tải. Thực tế, phương pháp này chỉ sử dụng ở vùng tải không quá lớn so với định mức.
- Phương pháp này rất kinh tế vì việc điều chỉnh tốc độ thực hiện ở mạch kích từ với dòng kích từ là $(1 \div 10)\%$ dòng định mức của phần ứng, tổn hao điều chỉnh thấp.

2.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phần ứng



Hình 4.5: Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện trở phần ứng

Sơ đồ nguyên lý nội dây như hình 4.5. Khi tăng điện trở phần ứng, đặc tính cơ dốc hơn nhưng vẫn giữ nguyên tốc độ không tải lý tưởng. Họ đặc tính cơ khi thay đổi điện trở mạch phần ứng như hình 4.5.

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phần ứng:

- Điện trở mạch phần ứng càng tăng, độ dốc đặc tính cơ càng lớn, đặc tính cơ càng mềm và độ ổn định tốc độ càng kém, sai số tốc độ càng lớn.
- Phương pháp chỉ cho phép điều chỉnh thay đổi tốc độ về phía giảm (do chỉ có thể tăng thêm điện trở).
- Vì điều chỉnh tốc độ nhờ thêm điện trở vào mạch phần ứng cho nên tổn hao công suất dưới dạng nhiệt trên điện trở càng lớn.
- Dải điều chỉnh phụ thuộc vào trị số mômen tải. Tải càng nhỏ (M_1) thì dải điều chỉnh $D_1 = \omega_{max} / \omega_{min}$ càng nhỏ. Nói chung, phương pháp này cho dải điều chỉnh: $D \approx 5:1$
- Về nguyên tắc, phương pháp này cho điều chỉnh trơn nhờ thay đổi điện trở nhưng vì dòng rotor lớn nên việc chuyển đổi điện trở sẽ khó khăn. Thực tế thường sử dụng chuyển đổi theo từng cấp điện trở.

2.4. Hệ truyền động máy phát - động cơ (F - Đ)

2.4.1. Hệ F - Đ đơn giản

Hệ thống máy phát - động cơ (F-Đ) là hệ truyền động điện mà BBD điện là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp không đồng bộ 3 pha quay và coi tốc độ quay của máy phát là không đổi.

Trong sơ đồ:

- Đ: Là động cơ điện một chiều kéo cơ cấu sản xuất, cần phải điều chỉnh tốc độ.

- F: Là máy phát điện một chiều, đóng vai trò là BBD, cấp điện cho động cơ Đ.

- ĐTr: Động cơ KĐB 3 pha kéo máy phát F, có thể thay thế bằng một nguồn năng lượng khác

- K: Máy phát tự kích, để cấp nguồn điện cho các cuộn kích từ CKF và CKĐ. Điện áp ra của bộ biến đổi cấp cho động cơ Đ:

$$U_F = U_D = E_F - I.R_{uF} = k\phi\omega_{ĐTr} - I.R_{uF}$$

Khi ta thay đổi giá trị của biến trở R_{KF} thì sẽ làm cho dòng điện qua cuộn kích từ CKF thay đổi, do đó từ thông kích từ ϕ_F của máy phát thay đổi (giảm), dẫn đến điện áp U_F thay đổi, do đó tốc độ động cơ Đ thay đổi: $\omega < \omega_{cb}$. Như vậy, bằng cách điều chỉnh biến trở R_{KF} , ta điều chỉnh điện áp phân ứng động cơ Đ trong khi giữ từ thông không đổi: $\phi_D = \phi_{dm}$.

Khi thay đổi giá trị của biến trở R_{KD} ta có thể thay đổi từ thông kích từ động cơ Đ. Khi ϕ_D giảm thì tốc độ động cơ Đ tăng: $\omega < \omega_{cb}$. Trong khi điều chỉnh từ thông ϕ_D , ta giữ điện áp phân ứng động cơ không đổi: $U_{uD} = U_{dm}$.

Đảo chiều: Cặp tiếp điểm T đóng hoặc N đóng, dòng điện kích từ máy phát I_{CKF} đảo chiều, do đó đảo chiều từ thông ϕ_F , do đó U_F đảo dấu, dẫn đến ω đảo chiều. Khi thực hiện hãm thì động cơ Đ sẽ qua 2 giai đoạn hãm tái sinh:

- + Tăng ϕ_D về định mức.
- + Giảm điện áp phân ứng động cơ về 0.

Nhận xét về hệ F-Đ:

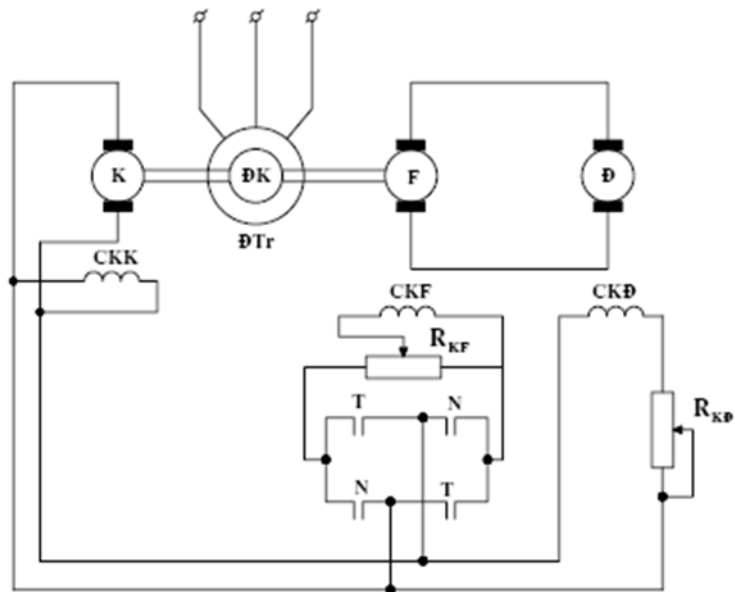
- Ưu điểm:

- + Điều chỉnh tốc độ đơn giản, ít tổn năng lượng vì chỉ thực hiện trong mạch kích từ.
- + Dễ dàng đảo chiều quay bằng cách đảo chiều từ thông máy phát hoặc đảo chiều từ thông động cơ. Tuy nhiên trong thực tế thường dùng cách đảo chiều từ thông máy phát vì không thể để $\phi_D = 0$ ($\omega \rightarrow \infty$).

- Nhược điểm:

+ Nhược điểm quan trọng nhất của hệ F-Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là 2 máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp đặt máy ít nhất gấp 3 lần công suất động cơ chấp hành, dẫn đến giá thành tăng, hiệu suất thấp.

+ Ngoài ra, do các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hóa có trễ nên khó điều chỉnh sâu tốc độ.



Hình 4.6: Hệ truyền động F-Đ đơn giản

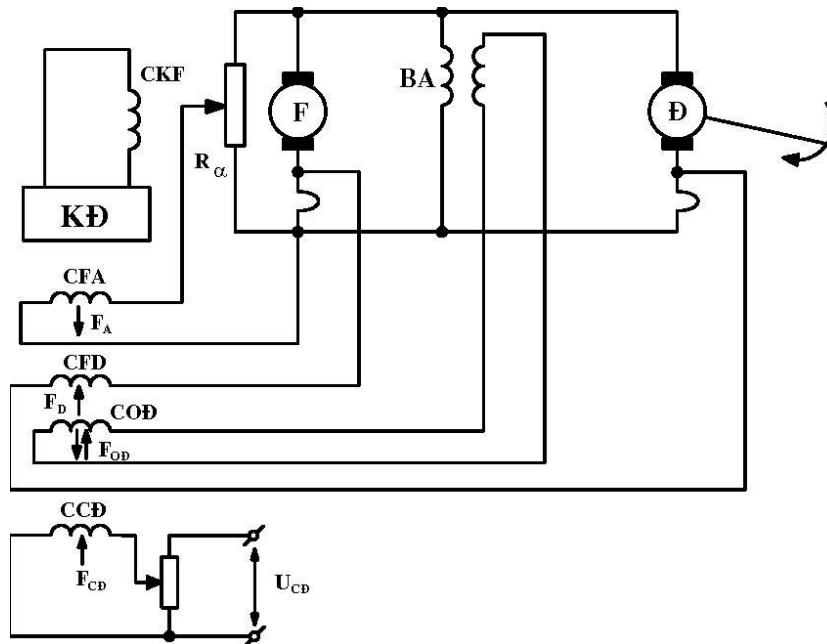
Phạm vi điều chỉnh tốc độ: $D = D_u \cdot D_\phi = 10 \cdot (2 \div 3) / 1 = (20 \div 30) / 1$

Phạm vi điều chỉnh tốc độ bị chặn dưới bởi điện áp dư U_{dr} . Bị chặn trên bởi giới hạn cơ học.

Khi dòng kích từ $I_{CKF} = 0$ thì $U_F = U_{dr} \neq 0$, do đó tồn tại giá trị tốc độ $\omega \neq 0$. Vì vậy để giảm nhanh tốc độ động cơ về 0 ta phải thực hiện hãm động năng.

2.4.2. F - Đ có phản hồi âm áp, dương dòng.

Sơ đồ chỉ quan tâm đến việc cấp điện cho cuộn CKF. Cuộn CKF được cấp điện bởi một tần khuếch đại KĐ. KĐ có thể là dùng bán dẫn (Thyristor), dùng máy điện hoặc khuếch đại từ.



Hình 4.7: Hệ truyền động F-Đ có phản hồi âm áp, dương dòng.

Giả sử KĐ là một máy điện khuếch đại từ trường ngang, gồm 4 cuộn kích từ: CCD, CFA, CFD, COĐ. Trong đó vai trò của các cuộn như sau:

+ **CCĐ**: Gọi là cuộn chủ đạo hay cuộn điều khiển, được cấp điện từ nguồn một chiều ổn định. Điện áp đặt vào cuộn này thay đổi được nhờ biến trở R_{CD} . Điện áp này tạo ra sức từ động F_{CD} định giá trị sức điện động máy phát, cũng là điện áp đặt lên động cơ, do đó quyết định tốc độ đặt động cơ.

+ **CFA**: Là cuộn phản hồi âm áp. Cuộn CFA nối song song với điện trở R_α (là một phần của điện trở R_1). Khi hệ F-Đ làm việc thì trên R_1 có điện áp tỉ lệ với U_F , do đó dòng điện trên cuộn CFA cũng tỉ lệ với điện áp máy phát: $I_{CFA} \sim U_F$, do đó $F_A \sim U_F$. Chiều của F_A ngược với chiều của F_{CD} , vì vậy cuộn CFA gọi là cuộn phản hồi âm áp.

+ **CFD**: Là cuộn phản hồi dương dòng. Cuộn CFD nối song song với 2 cuộn phụ của máy phát và động cơ: CPF & CPĐ. Khi hệ F-Đ làm việc thì tổng sụt áp trên CPF & CPĐ là: $\Delta U = R_{cf} \cdot I$. Trong đó: $R_{cf} = R_{CPF} + R_{CPĐ}$ là tổng trở của 2 cuộn phụ, I là dòng điện đi qua động cơ. Do đó sức từ động của cuộn CFD tỉ lệ với dòng điện qua động cơ: $F_{CFD} \sim \Delta U$ hay $F_{CFD} \sim I$, F_{CFD} cùng chiều với F_{CD} . Vì vậy cuộn CFD được gọi là cuộn phản hồi dương dòng.

+ **COĐ**: Là cuộn ổn định hay cuộn phản hồi mềm. Cuộn COĐ lấy dòng trên thứ cấp máy biến áp BA, sơ cấp của BA nối song song với máy phát. Khi hệ thống ở chế độ tĩnh thì trong cuộn sơ cấp không có phản ứng. Khi hệ thống ở chế độ động, dòng điện biến thiên, trong máy biến áp BA có tín hiệu, cuộn COĐ xuất hiện dòng điện, sinh ra sức từ động F_{OD} . Chiều

của F_{OD} có xu hướng chống lại sự biến thiên đó, làm cho hệ nhanh chóng ổn định. Phản hồi này gọi là phản hồi mềm.

Sức từ động tổng kích từ của bộ khuếch đại KĐ là:

$$F_{\Sigma} = F_{CD} - F_{CFA} + F_{CFD} \pm F_{OD}$$

Ở chế độ tĩnh thì $F_{OD} = 0$.

Giả sử động cơ đang làm việc ổn định ở một tốc độ nào đó, vì một nguyên nhân khách quan nào đó làm cho động cơ nặng tải, tốc độ của động cơ giảm xuống, dòng điện qua động cơ tăng lên $I = \frac{U_F - U_D}{R_{\Sigma}}$, vì thế F_{CFD} tăng, F_{CFA} giảm, dẫn đến sức từ động tổng F_{Σ} tăng, do

đó U_F tăng làm tốc độ động cơ lại tăng lên bù lại phần sụt giảm tốc độ.

Phương trình đặc tính cơ - điện:

$$\omega = K_1 \cdot U_{CB} - K_1 \cdot [R_u - f(R_{cf}, R_{uD}, R_{uf}, \alpha)] = \omega_0 - \Delta\omega$$

Muốn cho hệ ổn định thì ta phải có $\Delta\omega \rightarrow 0$. Do đó cần chỉnh định giá trị α sao cho $f(R_{cf}, R_{uD}, R_{uf}, \alpha) \rightarrow R_u$. Trong đó:

$$\alpha = \frac{R_{\alpha}}{R_1}$$

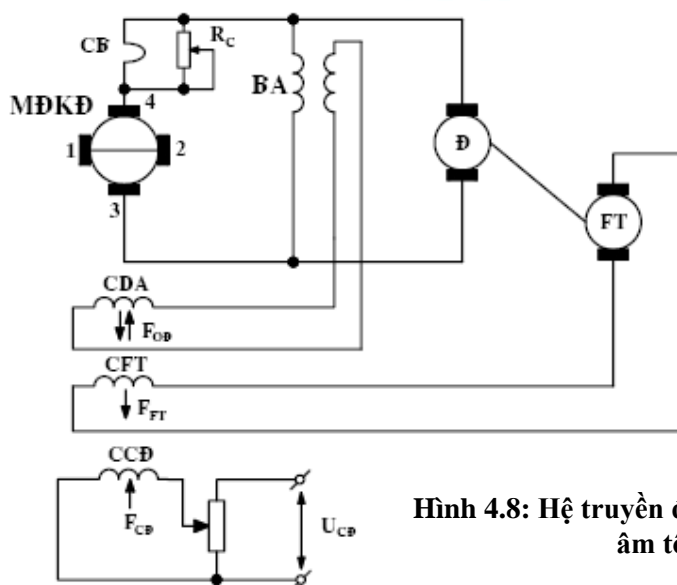
2.4.3. Hệ F-D có phản hồi âm tốc độ

Động cơ Đ được cấp điện từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MDKĐ.

Máy phát tốc FT được nối trực với động cơ Đ. Điện áp ra: $U_{FT} = K \cdot \omega$, điện áp này tạo ra sức từ động: $F_{FT} = c \cdot \omega$.

Sức từ động tổng:
 $F_{\Sigma} = F_{CD} - c \cdot \omega \pm F_{OD}$

Máy phát tốc được sử dụng rộng rãi vì nó không liên quan về mặt điện với mạch động lực và có nhiều kiểu tín hiệu ra.



Hình 4.8: Hệ truyền động F-D có phản hồi âm tốc độ

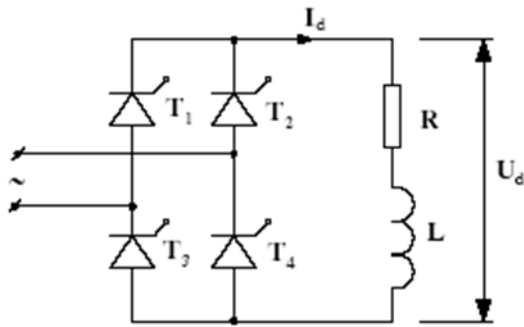
2.5. Hệ truyền động chỉnh lưu - động cơ

Các bộ biến đổi dòng điện xoay chiều thành một chiều thực chất là các bộ chỉnh lưu (hay các bộ nắn điện) dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

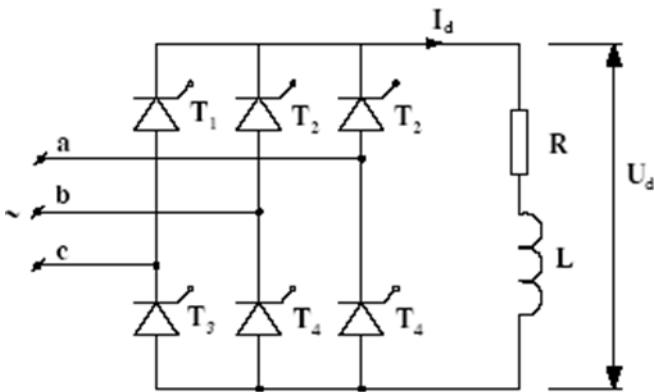
Có rất nhiều sơ đồ chỉnh lưu khác nhau được phân loại như sau:

- Theo số pha có: Chỉnh lưu 1 pha, chỉnh lưu 3 pha...
- Theo sơ đồ nối có: Chỉnh lưu nửa chu kỳ, chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ, chỉnh lưu hình cầu, chỉnh lưu hình tia...
- Theo sự điều khiển có: Chỉnh lưu không điều khiển, chỉnh lưu có điều khiển, chỉnh lưu bán điều khiển.

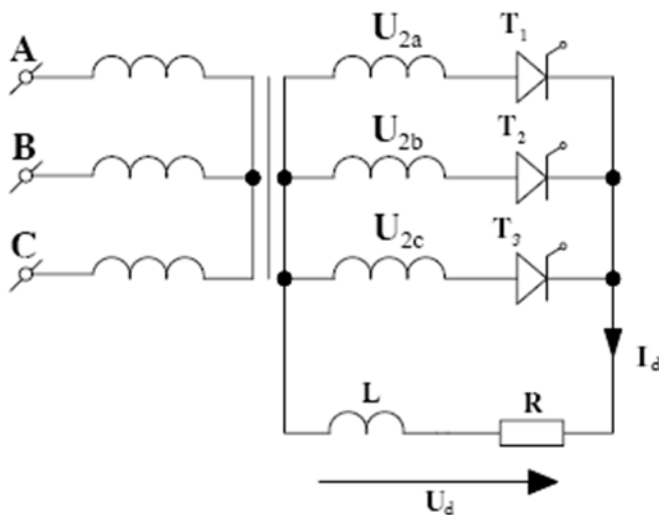
2.5.1. Các sơ đồ chỉnh lưu Thyristor



a) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu một pha



b) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu 3 pha



c) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình tia 3 pha

Trong các sơ đồ chỉnh lưu trên, giá trị điện áp trung bình một chiều ra tải phụ thuộc vào góc điều khiển kích mở của Thyristor: $U_d = U_{d0} \cdot \cos \alpha$.

Do đó, khi thay đổi góc điều khiển α thì ta sẽ thay đổi được giá trị điện áp trung bình ra tải. Nếu tăng giá trị góc điều khiển α thì điện áp trung bình sẽ giảm, ngược lại, giảm α thì điện áp trung bình sẽ tăng. Giá trị lớn nhất của điện áp trung bình ra tải là U_{d0} , ứng với góc $\alpha = 0$.

Dòng điện trung bình qua tải:

$$I = \frac{U_d}{Z_d} \quad \text{với} \quad Z_d = \sqrt{X_L^2 + R^2}$$

Trường hợp trong mạch tải có thêm suất điện động phản kháng:

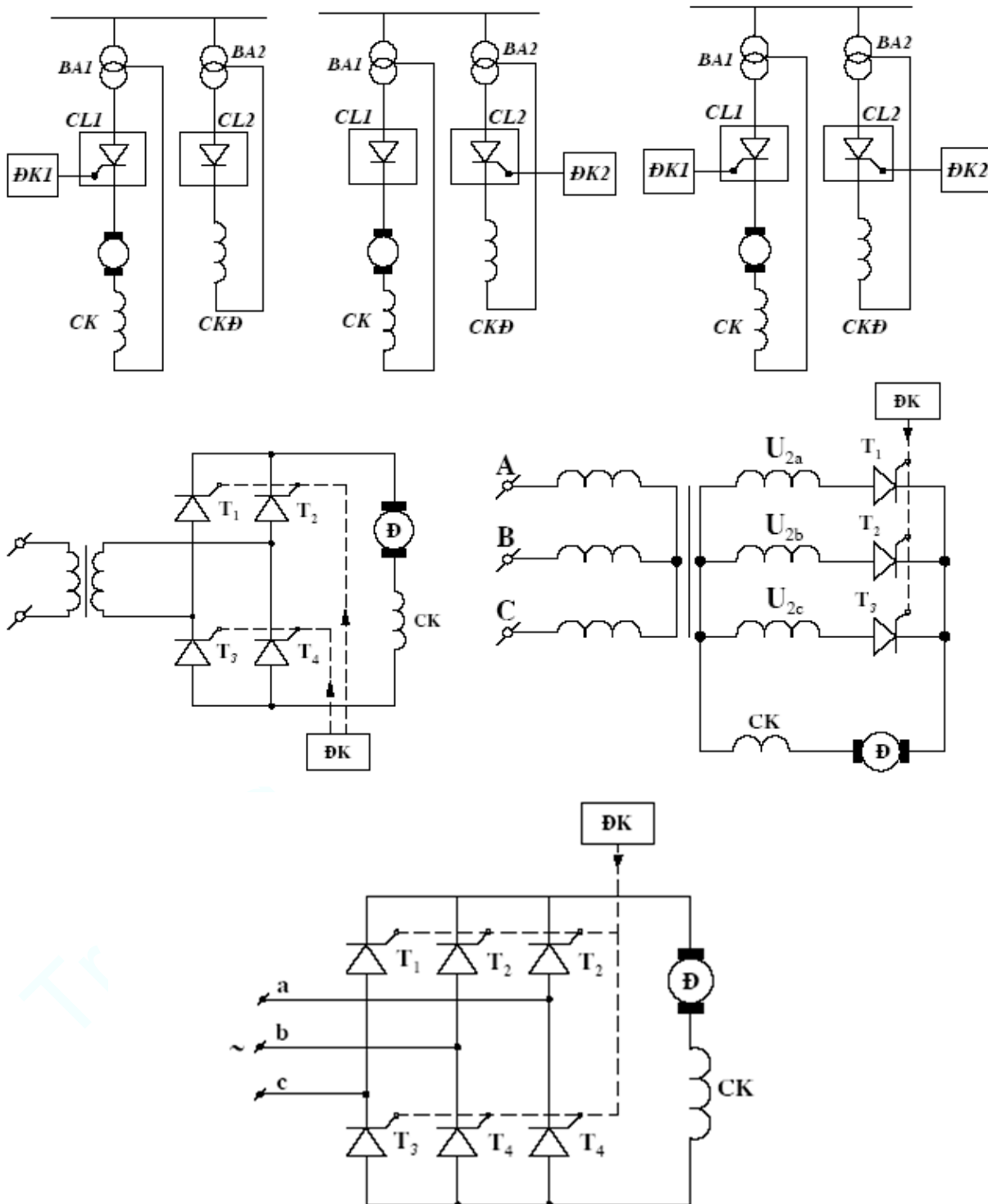
$$I = \frac{U_d - E}{Z_d}$$

2.5.2. Hệ truyền động chỉnh lưu – động cơ (T – Đ)

Trong hệ thống truyền động chỉnh lưu điều khiển - động cơ một chiều (hay hệ Thyristor - Động cơ một chiều), bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển có điện áp ra tải U_d phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển. Chỉnh lưu có thể dùng làm nguồn điều chỉnh điện áp phân ứng hoặc dòng điện kích thích động cơ, tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp.

a. Hệ thống T-Đ không đảo chiều

Các sơ đồ thường gặp:



Hình 4.10: Các sơ đồ thường gặp hệ truyền động T-Đ không đảo chiều

Vai trò của máy biến áp trong các sơ đồ chỉnh lưu:

- Biến đổi điện áp phù hợp.

- Cách ly với lưới điện xoay chiều và cải thiện dạng sóng.
- Tạo ra điểm trung tính cần thiết (đối với các sơ đồ hình tia).

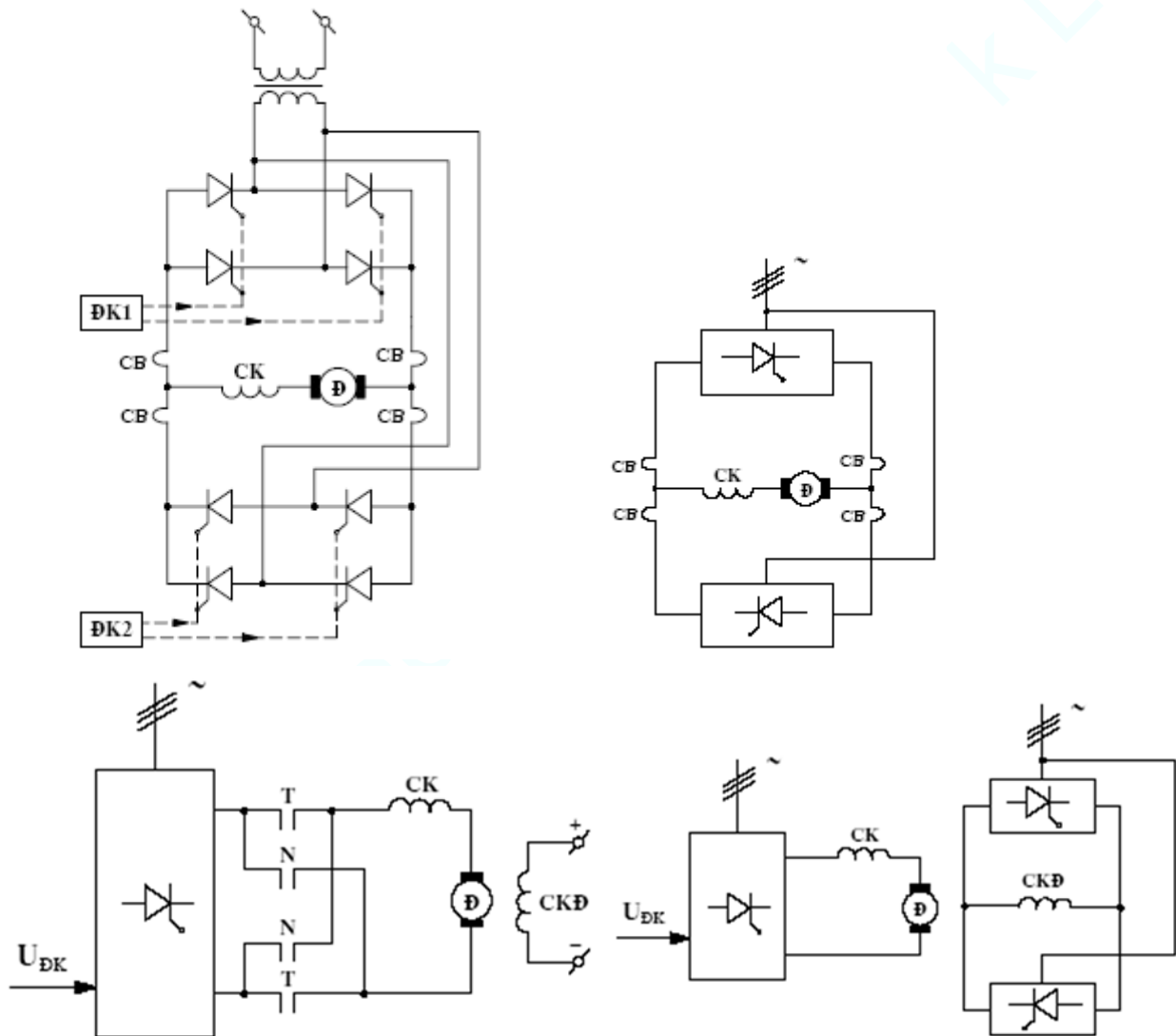
Việc sử dụng máy biến áp trong mạch tùy thuộc vào sơ đồ chỉnh lưu.

Vai trò của cuộn kháng CK: Điện áp sau khi chỉnh lưu là một hàm tuần hoàn không sin. Khai triển Fourier ta sẽ được một hàm trong đó có tồn tại các thành phần sóng hài bậc cao. Cuộn kháng CK dùng lọc các thành phần bậc cao đó để lấy thành phần một chiều A_0 .

$$f(t) = A_0 + \sum A_i \sin_i \omega t + \sum B_i \cos_i \omega t$$

Trong thực tế không thể lọc hết hoàn toàn các thành phần sóng hài bậc cao, do đó còn tồn tại thành phần dòng điện xoay chiều chạy qua động cơ làm động cơ nóng hơn so với trường hợp làm việc trong hệ F-Đ.

b. Hệ thống T-Đ có đảo chiều



Hình 4.11: Các sơ đồ hệ truyền động T-Đ có đảo chiều thường gặp

Có thể đảo chiều động cơ bằng hai cách: Đảo chiều điện áp phản ứng hoặc đảo chiều từ thông kích từ.

Trong các sơ đồ đảo chiều trên, cuộn kháng cân bằng CB dùng để chặn dòng điện cân bằng chảy qua hai bộ chỉnh lưu khi đảo chiều.

3. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện xoay chiều 3 pha KDB

Động cơ điện xoay chiều được dùng rất phổ biến trong một dải công suất rộng vì có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, dễ vận hành, nguồn điện sẵn (lưới điện xoay chiều). Tuy nhiên,

trong các hệ cần điều chỉnh tốc độ, đặc biệt với dải điều chỉnh rộng thì động cơ xoay chiều được sử dụng ít hơn động cơ một chiều vì còn gặp nhiều khó khăn. Gần đây, nhờ sự phát triển của kỹ thuật điện tử, bán dẫn, việc điều chỉnh tốc độ động cơ xoay chiều không đồng bộ đã có nhiều khả năng tốt hơn.

3.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch Rotor.

Phương pháp này chỉ được sử dụng với động cơ rotor dây quấn và được ứng dụng rất rộng rãi do tính đơn giản của phương pháp. Sơ đồ nguyên lý và các đặc tính cơ khi thay đổi điện trở phản ứng như hình 4.12.

Nhận xét:

- Phương pháp này chỉ cho phép điều chỉnh tốc độ về phía giảm.

- Tốc độ càng giảm, đặc tính cơ càng mềm, tốc độ động cơ càng kém ổn định trước sự lên xuống của mômen tải.

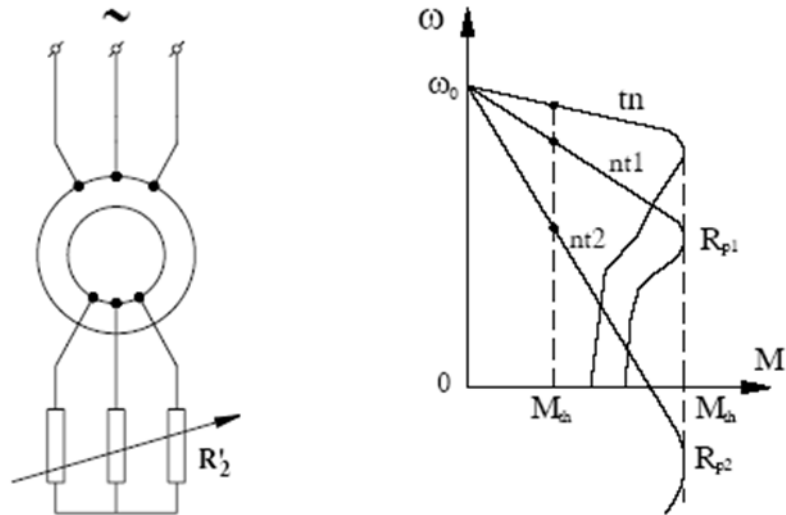
- Dải điều chỉnh phụ thuộc trị số mômen tải. Mômen tải càng nhỏ, dải điều chỉnh càng hẹp.

- Khi điều chỉnh sâu (tốc độ nhỏ) thì độ trượt động cơ tăng và tổn hao năng lượng khi điều chỉnh càng lớn.

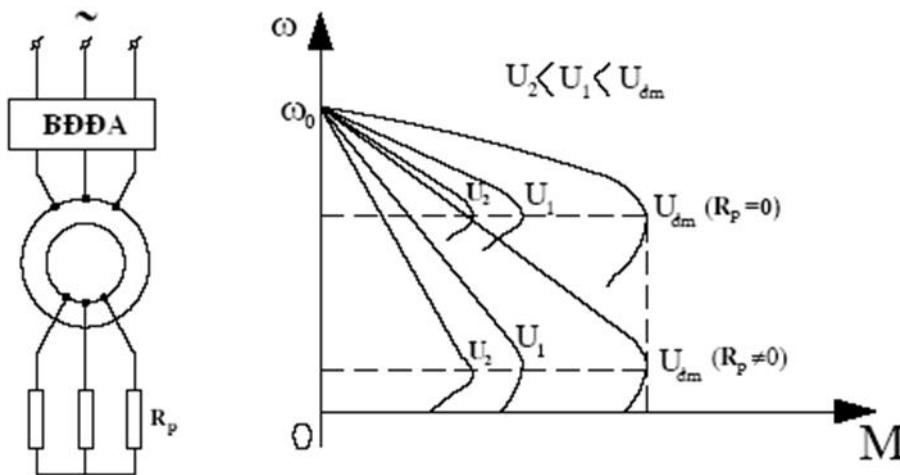
- Phương pháp này có thể điều chỉnh trơn nhờ biến trở nhưng do dòng phản ứng lớn nên thường được điều chỉnh theo cấp.

3.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào mạch Stator.

Thực hiện phương pháp này với điều kiện giữ không đổi tần số. Điện áp cấp cho động cơ lấy từ một bộ biến đổi điện áp xoay chiều. BBD điện áp có thể là một máy biến áp tự ngẫu hoặc một BBD điện áp bán dẫn như được trình bày ở mục trước. Hình 4.13 trình bày sơ đồ nối dây và các đặc tính cơ khi thay đổi điện áp phân cảm.



Hình 4.12: Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch rotor



Hình 4.13: Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha bằng cách thay đổi điện áp đặt vào mạch stator

Nhận xét:

- Thay đổi điện áp chỉ thực hiện được về phía giảm dưới giá trị định mức nên kéo theo mômen tới hạn giảm nhanh theo bình phương của điện áp.

- Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ không đồng bộ thường có độ trượt tới hạn nhỏ nên phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng cách giảm điện áp thường được thực hiện cùng với việc tăng điện trở phụ ở mạch rotor để tăng độ trượt tới hạn do đó tăng được dải điều chỉnh lớn hơn.

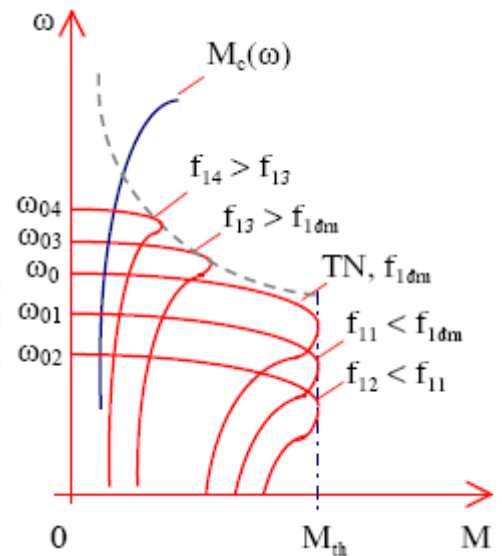
- Khi điện áp đặt vào động cơ giảm, mômen tới hạn của các đặc tính cơ giảm, trong khi tốc độ không tải lý tưởng (hay tốc độ đồng bộ) giữ nguyên nên khi giảm tốc độ thì độ cứng đặc tính cơ giảm, độ ổn định tốc độ kém đi.

3.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số của nguồn xoay chiều.

Thay đổi tần số nguồn cấp cho động cơ là thay đổi tốc độ không tải lý tưởng nên thay đổi được đặc tính cơ. Tần số càng cao, tốc độ động cơ càng lớn.

Khi điều chỉnh tần số nguồn cấp cho động cơ thì các thông số liên quan đến tần số như cảm kháng thay đổi, do đó dòng điện, từ thông... của động cơ đều bị thay đổi theo và cuối cùng các đại lượng như độ trượt tới hạn, mômen tới hạn cũng bị thay đổi. Chính vì vậy, điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB bằng phương pháp thay đổi tần số thường kéo theo điều chỉnh điện áp, dòng điện hoặc từ thông của mạch stator.

Đặc tính cơ khi thay đổi tần số nguồn được biểu diễn trên hình 4.14. Khi giảm tần số xuống dưới tần số định mức, cảm kháng của động cơ cũng giảm và dòng điện động cơ tăng lên. Tần số giảm, dòng điện càng lớn, mômen tới hạn càng lớn. Để tránh cho động cơ bị quá dòng, phải đồng thời tiến hành giảm điện áp sao cho $U/f \approx const$. Đó là luật điều chỉnh tần số - điện áp. Các đặc tính cơ tuân theo luật này được biểu thị trên hình 4.14 (phần $f < f_{dm}$). Khi $f > f_{dm}$ ta không thể tăng điện áp $U > U_{dm}$ nên các đặc tính cơ không giữ được giá trị mômen tới hạn.



Hình 4.14: Ảnh hưởng của f_1

Người ta cũng thường dùng cả luật điều chỉnh tần số - dòng điện.

Khi điện áp nguồn cung cấp cho động cơ có tần số (f_1) thay đổi thì tốc độ từ trường ω_0 và tốc độ của động cơ ω sẽ thay đổi theo.

Vì $\omega_0 = 2\pi \cdot f_1 / p$, và $X = \omega \cdot L$, nên $\omega_0 \equiv f_1$, $\omega \equiv f_1$ và $X \equiv f_1$.

Qua đồ thị ta thấy: Khi tần số tăng ($f_{13} > f_{1dm}$), thì M_{th} sẽ giảm, (với điện áp nguồn $U_1 = const$) thì:

$$M_{th} = \frac{1}{f^2}$$

Khi tần số nguồn giảm ($f_{11} < f_{1dm}$, ...) càng nhiều, nếu giữ điện áp u_1 không đổi, thì dòng điện động cơ sẽ tăng rất lớn. Do vậy, khi giảm tần số cần giảm điện áp theo quy luật nhất định sao cho động cơ sinh ra mômen như trong chế độ định mức.

3.4. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực của động cơ.

Đây là cách điều chỉnh tốc độ có cấp. Đặc tính cơ thay đổi vì tốc độ đồng bộ thay đổi theo số đôi cực:

$$\omega_0 = \frac{2\pi f}{p}$$

Động cơ thay đổi được số đôi cực là động cơ được chế tạo đặc biệt để cuộn dây stator có thể thay đổi được cách nối tương ứng với các số đôi cực khác nhau. Các đầu dây để đổi nối được đưa ra các hộp đấu dây ở vỏ động cơ. Số đôi cực của cuộn dây rotor cũng phải thay đổi như cuộn dây stator. Điều này khó thực hiện được đối với động cơ rotor dây quấn, còn đối với rotor lồng sóc thì nó lại có khả năng tự thay đổi số đôi cực ứng với stator. Do vậy, phương pháp này được sử dụng chủ yếu cho động cơ rotor lồng sóc. Các động cơ chế tạo sẵn các cuộn dây stator có thể đổi nối để thay đổi số đôi cực đều có rotor lồng sóc. Tỷ lệ chuyển đổi số đôi cực có thể là 2:1, 3:1, 4:1 hay tới 8:1.

BÀI: 5. ỔN ĐỊNH TỐC ĐỘ LÀM VIỆC CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Thời gian : 10 giờ

Mục tiêu:

- Trình bày được các yêu cầu về ổn định tốc độ làm việc của hệ truyền động điện.
- Phân tích được các biện pháp chủ yếu dùng để ổn định tốc độ làm việc của hệ truyền động điện.
- Chọn được phương án ổn định tốc độ cho một hệ truyền động điện thực tế.

1. Khái niệm về ổn định tốc độ; độ chính xác duy trì tốc độ

Trong quá trình làm việc của các hệ thống truyền động điện nhiều hệ thống đòi hỏi phải ổn định tốc độ để nâng cao chất lượng sản phẩm và năng suất của thiết bị. Mặt khác ổn định tốc độ của truyền động điện còn có khả năng mở rộng dải điều chỉnh tốc độ và tăng khả năng quá tải cho động cơ điện.

Để đánh giá khả năng duy trì điểm làm việc khi có những tác động ngẫu nhiên vào hệ người ta đưa ra thông số độ chính xác duy trì tốc độ hay độ ổn định tốc độ. Nó được đánh giá như sau:

$$\Delta n\% = \frac{n_0 - n_{dm}}{n_0} \cdot 100\%$$

Trong đó:

$\Delta n\%$ là độ sụt tốc độ tương đối %, $\Delta n\%$ càng nhỏ thì độ ổn định tốc độ càng cao.

n_0 là tốc độ không tải lý tưởng.

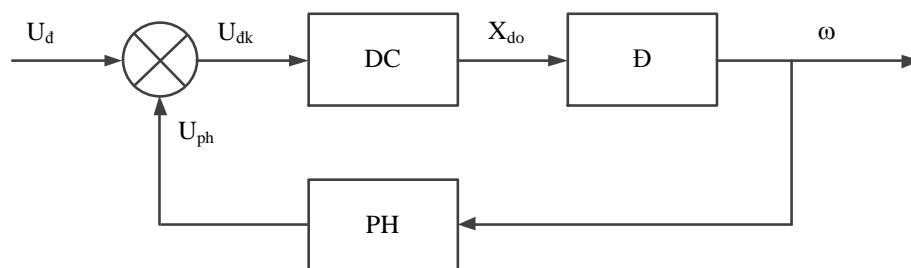
n_{dm} là tốc độ định mức.

2. Hệ truyền động cơ vòng kín.**2.1. Nguyên lý chung.**

Trong quá trình làm việc của các hệ thống truyền động điện nhiều hệ thống đòi hỏi phải ổn định tốc độ để nâng cao chất lượng sản phẩm và năng suất của thiết bị. Mặt khác ổn định tốc độ của truyền động điện còn có khả năng mở rộng dải điều chỉnh tốc độ và tăng khả năng quá tải cho động cơ điện.

Nhìn chung các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện đa số là làm cho độ cứng của đặc tính cơ của hệ giảm đi do đó cần thiết phải ổn định tốc độ động cơ điện nhằm nâng cao độ cứng của đặc tính cơ. Vì sai số tĩnh của tốc độ phụ thuộc vào độ cứng của đặc tính cơ do đó để làm giảm sai số chúng ta cần phải ổn định tốc độ truyền động điện muốn vậy các thông số điều chỉnh phải tự động thay đổi theo giá trị phụ tải sao cho phù hợp với sụt tốc do tải gây ra. Để thực hiện các quá trình tự động thay đổi các thông số điều chỉnh tốc độ theo tải thì chúng ta phải thiết lập các hệ thống điều khiển vòng kín tức là các hệ thống có phản hồi.

Cấu trúc chung của hệ thống điều chỉnh tốc độ vòng kín được mô tả trên hình 5.1a.



Hình 5.1 Cấu trúc chung của hệ thống điều chỉnh tốc độ vòng kín.

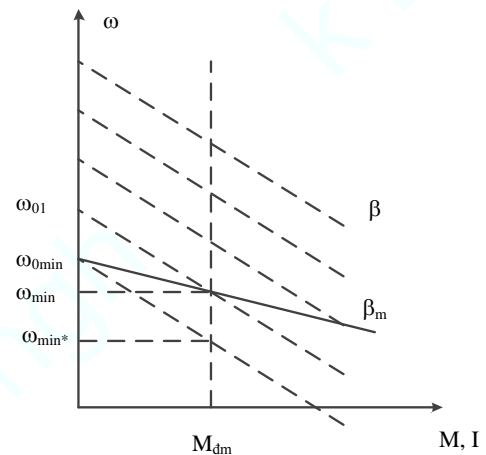
Trong đó:

- + U_d là giá trị thông số đặt đầu vào có thể là điện áp hay tốc độ...
- + PH bộ phản hồi để lấy tín hiệu phản hồi có thể là dòng điện, điện áp, tốc độ...
- + U_{dk} là giá trị sai lệch giữa tín hiệu đặt và tín hiệu phản hồi.
- + DC là bộ điều chỉnh tùy thuộc vào từng hệ thống bộ điều chỉnh có thể là các bộ biến đổi điện áp, biến tần, hệ máy phát động cơ... có chức năng biến đổi các thông số điều chỉnh.
- + X_{dc} là thông số điều chỉnh có chức năng làm biến đổi độ cứng của đặc tính cơ.
- + Đ là động cơ điện.

Trong các hệ thống điều chỉnh tốc độ dùng các bộ biến đổi, thông thường độ cứng của đặc tính cơ không thay đổi trong phạm vi điều chỉnh. Khi ứng với đường đặc tính cơ thấp nhất ta có tốc độ nhỏ nhất: $\omega = \omega_{\min}$ và sai số điều chỉnh thường là lớn hơn giá trị cho phép:

$$S = \frac{M_{dm}}{\beta \omega_{\min}} > S_{cp}$$

Để đảm bảo sai số điều chỉnh trong phạm vi cho phép chúng ta cần phải sử dụng các biện pháp ổn định tốc độ của truyền động điện bằng cách điều chỉnh E_b sao cho khi tải tăng thì giá trị E_b cũng tăng theo. Thực chất khi tải tăng động cơ không còn làm việc ở đặc tính cơ với ω_0 ban đầu nữa mà nó chuyển sang làm việc ở đặc tính cơ với ω_0 khác cao hơn, nhờ đó mà tốc độ của động cơ điện tăng lên tới $\omega_{0\min}$ và $S = S_{cp}$. Đặc tính cơ của hệ thống được mô tả trên hình 5.1b với đường nét đậm là đường đặc tính cơ mong muốn.



Phương trình đặc tính cơ của đường đặc tính cơ mong muốn có dạng như sau:

$$\omega = \omega_{o\min} - \frac{M}{\beta_m} \quad (5.1)$$

Trong đó β_m : là độ cứng của đường đặc tính cơ mong muốn nó được xác định dựa vào sai số cho phép của đặc tính cơ:

$$\beta_m^* = \frac{D(1 - S_{cp})}{S_{cp}} + 1 \quad (5.2)$$

Các giá trị cần thiết của E_b khi thay đổi tải được xác định thông qua giao điểm của các đường đặc tính cơ của hệ hở với đường đặc tính cơ mong muốn.

Ưu điểm của hệ thống điều tốc mạch kín so với hệ điều khiển mạch hở có thể được tóm tắt như sau:

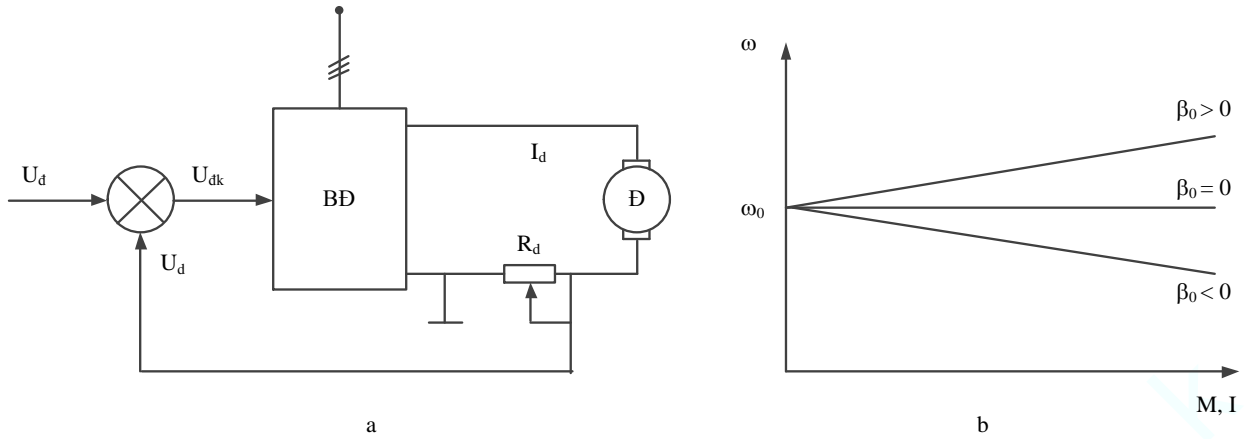
- Độ cứng của đặc tính cơ của hệ mạch kín cứng hơn nhiều so với hệ mạch hở.
- Sai số tĩnh của tốc độ của hệ mạch kín nhỏ hơn nhiều so với sai số tĩnh của tốc độ trong hệ mạch hở.
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ của hệ mạch kín rộng hơn nhiều so với phạm vi điều chỉnh tốc độ trong hệ mạch hở.

2.2. Ổn định tốc độ động cơ điện một

2.2.1. Ổn định tốc độ động cơ điện một chiều dùng phản hồi dương dòng tải.

a. Quy luật thay đổi E_b theo dòng tải.

Sơ đồ nguyên lý hệ thống được mô tả trên hình 5.2a.



Hình 5.2 Sơ đồ điều khiển động cơ điện một chiều dùng phản hồi dương dòng tải.

Ta có phương trình đặc tính cơ của hệ thống điều khiển dùng bộ biến đổi BD có dạng sau:

$$\omega = \frac{E_b}{K\phi_{dm}} - \frac{M}{\beta} \quad (5.3)$$

Tại các giao điểm của đường đặc tính cơ này với đường đặc tính cơ mong muốn (hình 5.1b) ta luôn có:

$$\frac{E_b}{K\phi_{dm}} - \frac{M}{\beta} = \omega_o - \frac{M}{\beta_m} \quad (5.4)$$

$$E_b = K\phi_{dm} \left[\omega_o + \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m} \right) M \right] = E_{b0} + K_d I \quad (5.5)$$

$$K_d = \left[\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m} \right] K\phi_{dm} \text{ gọi là hệ số phản hồi dòng:}$$

b. Đặc tính cơ của hệ.

- Trên hình 5.2 ta có:

$$E_b = K_d(U_d + R_d I) \quad (5.6)$$

- Từ đó rút ra phương trình đặc tính cơ của hệ như sau:

$$\omega = \frac{E_b}{K\phi_{dm}} - \frac{R + R_d}{K\phi_{dm}} I = \frac{K_d(U_d + R_d I)}{K\phi_{dm}} - \frac{R + R_d}{K\phi_{dm}} I \quad (5.7)$$

$$\omega = \frac{K_d U_d}{K\phi_{dm}} - \frac{R + (1 - K_d)R_d}{K\phi_{dm}} I \quad (5.8)$$

Nhìn vào phương trình (5.18) ta thấy:

- Nếu ta chọn: $R + R_d = K_d R_d$ thì $\omega = \frac{K_d U_d}{K\phi_{dm}} = \omega_o$, đặc tính cơ sẽ tuyệt đối cứng.

- Nếu ta chọn: $R + R_d > K_d R_d$ thì $\beta_m < 0$, đặc tính cơ sẽ nằm phía dưới đường ω_o , độ cứng của đặc tính cơ là âm giống như dạng đặc tính cơ khi không có phản hồi.

- Nếu ta chọn: $R + R_d < K_d R_d$ thì $\beta_m > 0$, đặc tính cơ sẽ nằm phía trên đường ω_o , và độ cứng của đặc tính cơ là dương.

Tùy theo từng trường hợp ta có thể chọn hệ số K_d và điện trở R_d để tính toán độ cứng của đặc tính cơ hoặc ngược lại từ độ cứng của đặc tính cơ ta có thể tính hệ số K_d và điện trở R_d .

2.2.2. Ổn định tốc độ động cơ một chiều dùng phản hồi âm điện áp.

a. Quy luật thay đổi E_b theo điện áp phản ứng.

Sơ đồ nguyên lý hệ thống được mô tả trên hình 5.3a. Ở đây ta dùng phản hồi âm điện áp phản ứng động cơ điện để điều khiển tốc độ động cơ điện.

Ta có phương trình đặc tính tĩnh của bộ biến đổi BD có dạng sau:

$$E_b = U + R_b I_u \tag{5.9}$$

Thay $R_b = R - R_u$ ta có:

$$I_u = \frac{E_b - U}{R - R_u} = \frac{E_b - U}{(K\phi_{dm})^2 \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m}\right)} \tag{5.10}$$

Thay (5.10) vào (5.5) ta có:

$$E_b = E_{bo} + K_d \frac{E_b - U}{(K\phi_{dm})^2 \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m}\right)} \tag{5.11}$$

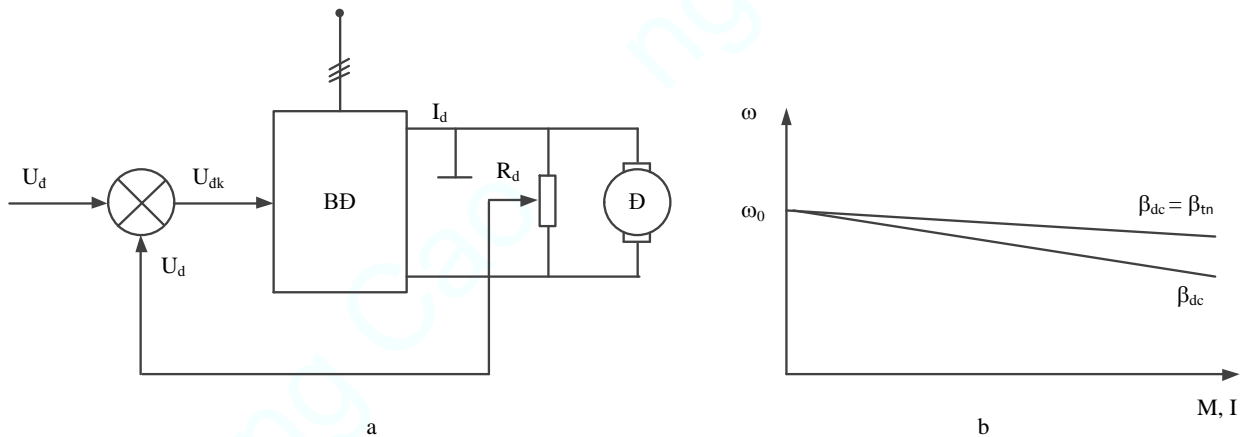
Thay K_d vào 5.11 rút gọn và đặt:

$$b = \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m}\right) \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m}\right), \quad E'_{bo} = E_{bo} \frac{1}{1-b}, \quad K_a = \frac{b}{1-b} \tag{5.12}$$

Ta có:

$$E_b = E'_{bo} - K_a U \tag{5.13}$$

K_a gọi là hệ số phản hồi điện áp.



Hình 5.3 Quy luật thay đổi E_b theo điện áp phản ứng

b. Đặc tính cơ của hệ.

Bỏ qua dòng điện trong nhánh của điện trở phản hồi trên hình 5.3a ta có:

$$E_b = K_b (U_d - K_a U) \tag{5.14}$$

$$E_b = K_b \{U_d - K_a (E_b - R_b I_u)\} = \frac{K_b (U_d + K_a R_b I_u)}{1 + K_a K_b} \tag{5.15}$$

Từ đó ta có phương trình đặc tính cơ của hệ như sau:

$$\omega = \frac{E_b}{K\phi_{dm}} - \frac{R}{K\phi_{dm}} I_u = \frac{K_b U_d}{(1 + K_b K_a) K\phi_{dm}} - \frac{R - \frac{K_b K_a}{1 + K_b K_a} R_b}{(K\phi_{dm})^2} M \tag{5.16}$$

Dạng của đường đặc tính cơ của động cơ điện được mô tả trên hình 5.3b.

Khi thay đổi hệ số phản hồi thì cả độ cứng của đặc tính cơ lẫn tốc độ không tải sẽ thay đổi. Độ cứng tối đa của đặc tính cơ bằng với độ cứng của đặc tính cơ tự nhiên khi hệ số hồi tiếp $K_a = \infty$.

2.2.3. Ổn định tốc độ động cơ một chiều dùng phản hồi âm tốc độ.

a. Quy luật thay đổi E_b theo tốc độ quay.

Sơ đồ nguyên lý hệ thống được mô tả trên hình 5.4a. Ở đây ta dùng phản hồi âm tốc độ động cơ thông qua máy phát tốc để điều khiển tốc độ động cơ điện.

Từ phương trình đặc tính tĩnh của bộ biến đổi BD:

$$E_b - E_u = I_u(R_b + R_u), R_b = R - R_u$$

Ta có:

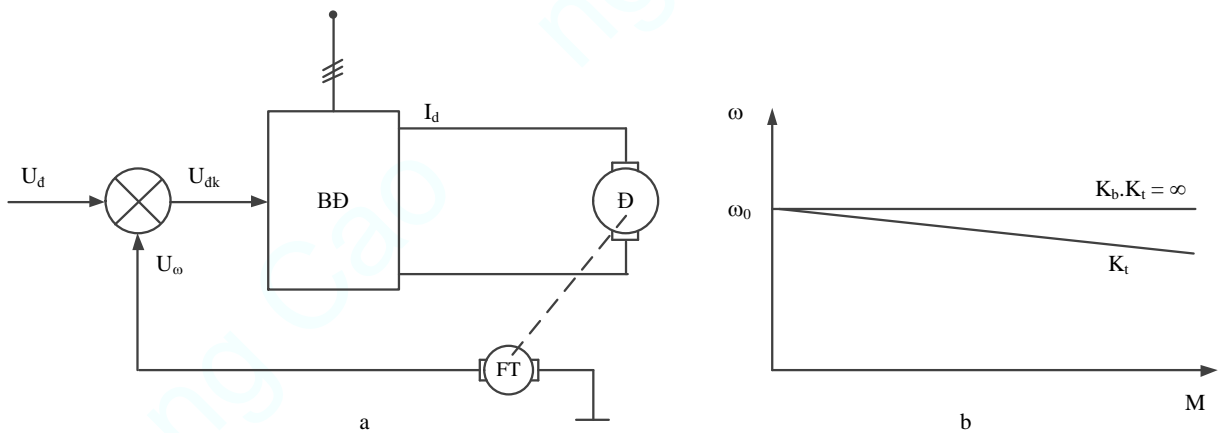
$$I_u = \frac{E_b - K\phi_{dm}\omega}{R_b + R_u} = \frac{E_b - K\phi_{dm}\omega}{(K\phi_{dm})^2 \frac{1}{\beta}} \tag{5.17}$$

Thay (5.17) vào (5.5) ta có:

$$E_b = E_{bo} + K_d \frac{E_b - K\phi_{dm}\omega}{(K\phi_{dm})^2 \frac{1}{\beta}} = E_{bo} \frac{(K\phi_{dm})^2 / \beta}{(K\phi_{dm})^2 / \beta - K_d} - \frac{K_d K\phi_{dm}\omega}{(K\phi_{dm})^2 / \beta - K_d} \tag{5.18}$$

$$E_b = E_{bo} \frac{\beta_m}{\beta} - (\frac{\beta_m}{\beta} - 1)K\phi_{dm}\omega = E'_{bo} - K_t\omega \tag{5.19}$$

K_t gọi là hệ số phản hồi tốc độ: $K_t = (\frac{\beta_m}{\beta} - 1)K\phi_{dm}$



Hình 5.4 Quy luật thay đổi E_b theo tốc độ quay

b. Đặc tính cơ của hệ.

Ta có: $E_b = K_b(U_d - K_t\omega)$ (5.20)

$$\omega = \frac{E_b}{K\phi_{dm}} - \frac{R}{K\phi_{dm}} I_u = \frac{K_b(U_d - K_t\omega)}{K\phi_{dm}} - \frac{R}{K\phi_{dm}} I_u \tag{5.21}$$

$$\omega = \frac{K_b U_d}{K\phi_{dm} + K_t K_b} - \frac{R}{K\phi_{dm} + K_t K_b} I_u \tag{5.22}$$

$$\omega = \frac{K_b U_d}{K\phi_{dm} + K_t K_b} - \frac{R}{(K\phi_{dm} + K_t K_b) K\phi_{dm}} M \tag{5.23}$$

Dạng của đường đặc tính cơ của động cơ điện được mô tả trên hình 5.4b.

Khi thay đổi hệ số phản hồi thì cả độ cứng của đặc tính cơ lẫn tốc độ không tải sẽ thay đổi. Độ cứng tối đa của đặc tính cơ bằng với độ cứng tuyệt đối khi hệ số hồi tiếp $K.K_t = \infty$.

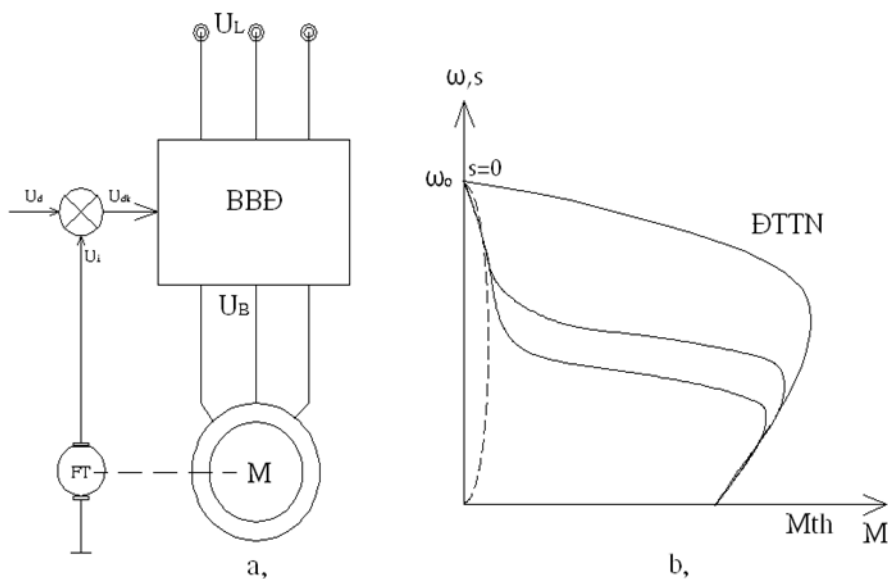
2.3. Ổn định tốc độ động cơ không đồng bộ.

2.3.1. Nguyên lý điều áp ổn định tốc độ dùng phản hồi âm tốc độ.

Sơ đồ nguyên lý hệ thống được mô tả trên hình 5.5a. Ở đây ta dùng phản hồi âm tốc độ động cơ thông qua máy phát tốc để điều khiển tốc độ động cơ điện không đồng bộ.

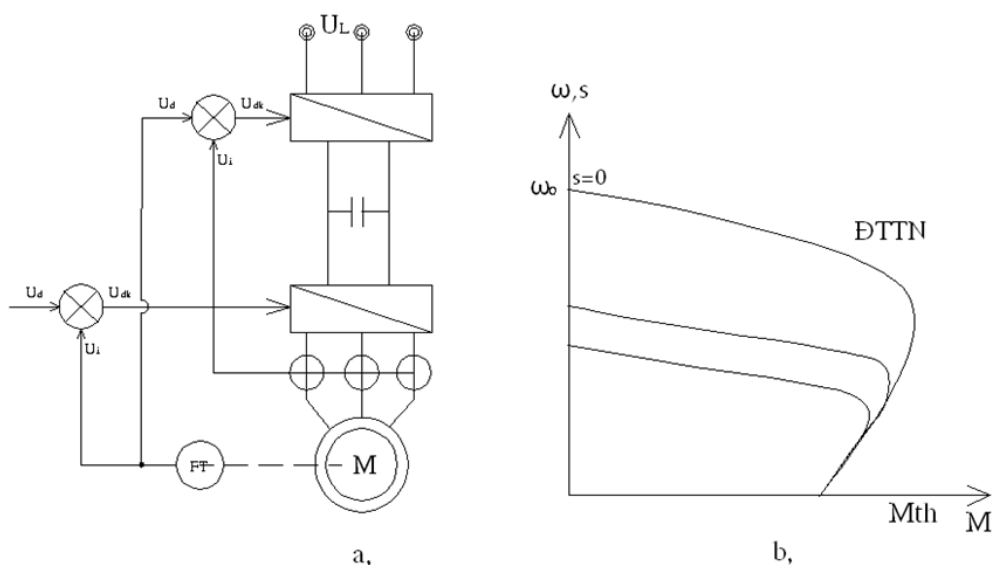
Cũng giống như trong động cơ điện một chiều khi sử dụng phản hồi âm tốc độ thì đặc tính cơ của hệ sẽ cứng lên nhiều và phụ thuộc vào hệ số phản hồi tốc độ và có thể đạt được độ cứng tuyệt đối. Nhưng trong động cơ điện không đồng bộ thì các đường đặc tính cơ tĩnh khi có phản hồi âm tốc độ sẽ bị giới hạn bởi hai đường đặc tính cơ của động cơ điện khi điện áp là định mức (đặc tính tự nhiên) và đặc tính khi điện áp là nhỏ nhất. Khi tải thay đổi tới giá trị cực hạn về 2 phía thì hệ thống mạch vòng kín sẽ không điều khiển được và hệ trở về với đặc tính của hệ hở.

Đặc tính cơ của hệ thống được mô tả trên hình 5.5b.



Hình 5.5 Nguyên lý điều áp ổn định tốc độ dùng phản hồi âm tốc độ

2.3.2. Nguyên lý điều áp - tần số ổn định tốc độ dùng phản hồi âm tốc độ và phản hồi dương dòng điện.



Hình 5.6

Sơ đồ nguyên lý hệ thống được mô tả trên hình 5.6a. Ở đây ta dùng phản hồi âm tốc độ thông qua máy phát tốc và phản hồi dương dòng điện qua biến dòng để điều khiển để điều khiển biến tần theo qui luật tần số trượt để điều khiển tốc độ động cơ điện không đồng bộ.

Khi sử dụng hệ thống điều tốc biến tần mạch kín theo qui luật điều khiển tần số trượt có các đặc điểm là độ trơn láng điều chỉnh khá cao, dải điều chỉnh rộng hơn, dễ ổn định sau quá trình thay đổi tốc độ, sai số tĩnh của hệ thống rất nhỏ (nguyên lý chi tiết của các hệ thống điều khiển động cơ không đồng bộ được nghiên cứu kỹ trong phần *kỹ thuật điều khiển động cơ điện*). Đặc tính cơ của hệ thống được mô tả trên hình 5.6b.

3. Hạn chế dòng điện trong truyền động điện tự động.

Vấn đề hạn chế dòng điện chỉ được đặt ra với các hệ truyền động điện kiểu vòng kín vì khi thiết kế, tính toán các hệ này có dùng các mạch phản hồi để giảm sai số tốc độ, tức là tăng độ cứng đặc tính cơ, đồng thời làm tăng giá trị dòng điện ngắn mạch và momen ngắn mạch. Kết quả là gây nguy hiểm cho động cơ khi bị quá tải lớn và gây hỏng hóc các bộ phận truyền lực bởi gia tốc quá lớn khi khởi động và hãm. Để giải quyết mâu thuẫn giữa yêu cầu về ổn định tốc độ làm việc và yêu cầu về hạn chế dòng điện, thường dùng phương pháp phân vùng tác dụng. Trong vùng biến thiên cho phép của momen và dòng điện phản ứng, đặc tính cơ cần có độ cứng cao để đảm bảo sai số tốc độ là nhỏ. Khi dòng điện và momen vượt quá phạm vi này thì phải giảm mạnh độ cứng đặc tính cơ để hạn chế dòng điện. Mặt khác, trong quá trình khởi động, hãm, điều chỉnh tốc độ động cơ thường có yêu cầu giữ gia tốc không đổi để hệ đạt được tối ưu về thời gian quá trình quá độ. Để đạt được điều này trong các hệ truyền động có momen tải không đổi thì đặc tính cơ phải có đoạn độ cứng bằng không.

4. Câu hỏi ôn tập

- Nguyên lý và đặc tính cơ của hệ ổn định tốc độ động cơ điện một chiều dùng phản hồi dương dòng tải.
- Nguyên lý và đặc tính cơ của hệ ổn định tốc độ động cơ điện một chiều dùng phản hồi âm điện áp phản ứng.
- Nguyên lý và đặc tính cơ của hệ ổn định tốc độ động cơ điện một chiều dùng phản hồi âm tốc độ.
- Nguyên lý điều áp ổn định tốc độ dùng phản hồi âm tốc độ động cơ không đồng bộ.
- Nguyên lý điều áp-tần số ổn định tốc độ dùng phản hồi âm tốc độ và phản hồi dương dòng điện động cơ điện không đồng bộ.

Trình Cao
ngh ngh
KLK

BÀI: 6. ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN**Mục tiêu:**

- Trình bày được các quá trình quá độ cơ học, quá độ điện - cơ trong hệ truyền động điện vòng hở.
- Giải thích được các quan hệ thời gian của các đại lượng điện - cơ trong hệ truyền động điện.
- Lắp đặt và vận hành được các mạch khởi động, các mạch hãm hệ truyền động điện.

1. Đặc tính động của truyền động điện.

Các bài trước đã chú trọng phân tích trạng thái làm việc xác lập của hệ truyền động điện. Đó là trạng thái làm việc của hệ khi momen động cơ cân bằng với momen cản: $M = M_c$. Khi đó các thông số tốc độ, momen, dòng điện, của động cơ có giá trị không đổi. Các đặc tính cơ và cơ điện đã xét ở các bài trên đều tương ứng với trạng thái này.

Tuy nhiên, các hệ truyền động điện đều có khả năng rơi vào trạng thái mất cân bằng cơ học, khi $M \neq M_c$. Thậm chí có những máy sản xuất mà hệ truyền động điện của chúng chủ yếu làm việc ở trạng thái mất cân bằng như truyền động của máy bào giường, máy xúc... Hoặc có những loại máy chỉ làm việc ở trạng thái mất cân bằng cơ học như truyền động của búa máy, máy nén pittong... Người ta gọi trạng thái này là trạng thái quá độ.

Đặc tính cơ trong trạng thái này gọi là đặc tính động của truyền động điện.

- Độ quá điều chỉnh δ_{\max} ($\delta_{\max} \leq 40\%$ hoặc có thể nhỏ hơn).
- Thời gian quá độ T_{qd} (T_{qd} càng nhỏ càng tốt).
- Số lần dao động n ($n = 2 \div 3$ là tốt).

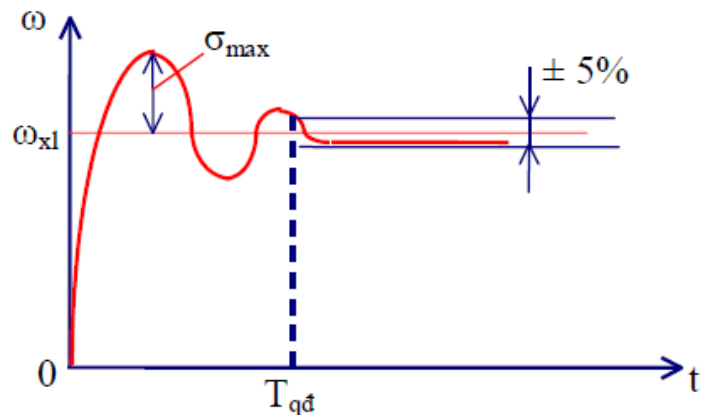
2. Quá độ cơ học; quá độ điện - cơ trong hệ truyền động điện.

Quá trình quá độ truyền động điện (QTQĐ TĐĐ) là quá trình làm việc của hệ thống TĐĐ khi chuyển từ trạng thái xác lập này sang trạng thái xác lập khác, khi đó các đại lượng đặc trưng cho hệ thống TĐĐ (I, M, ω, \dots) đều thay đổi theo thời gian.

Dựa vào các đặc tính $I(t), M(t), \omega(t), n(t)$... ta sẽ xác định được thời gian và tính chất diễn biến của QTQĐ tương ứng với chế độ công nghệ của máy; từ đó đánh giá được momen cho phép, gia tốc dòng điện trong QTQĐ, cũng như biết được mức độ quá tải của động cơ, và từ đó mà chọn công suất động cơ và các khí cụ, thiết bị điều khiển cho phù hợp.

Nguyên nhân có QTQĐ có thể là:

- Nguyên nhân khách quan: do tác động ngẫu nhiên (nhiều loạn) VD: mưa, bão, sét đánh, nhiệt độ thay đổi, điện áp, tần số lưới thay đổi, phụ tải thay đổi bất thường ...
- Nguyên nhân chủ quan: do con người điều khiển hoặc tác động điều khiển các chế độ làm việc khác nhau của hệ thống TĐĐ theo yêu cầu công nghệ VD: thay đổi tốc độ, khởi động, hãm, đảo chiều ..., vì các phần tử, các thiết bị có quán tính cơ và quán tính điện từ nên có QTQĐ.



Hình 6.1 Đặc tính động

Hệ thống TĐĐ có các phần tử điện + cơ nên luôn luôn tồn tại các phần tử tích lũy năng lượng, do đó mà có quán tính:

- Quán tính điện từ: đặc trưng bởi hằng số thời gian điện từ $T_{dt} = L/R$, do các phần tử tích lũy năng lượng điện từ như điện cảm L , tụ điện C .

- Quán tính cơ: đặc trưng bởi hằng số thời gian cơ $T_c = J/\beta$, do các khâu tích lũy động năng như mômen quán tính J và khối lượng quán tính m (β là độ cứng đặc tính cơ).

- Quán tính nhiệt: được đặc trưng bởi hằng số thời gian nhiệt $T_n = C/A$, do các phần tử tích lũy nhiệt năng như nhiệt dung ... (C là nhiệt dung, A là hệ số toả nhiệt).

Thường T_n rất lớn nên ta bỏ qua khi xét QTQĐ, vì QTQĐ có thể đã kết thúc rồi mà quá trình thay đổi nhiệt vẫn còn, cho nên coi như không ảnh hưởng đến QTQĐ đang xét.

T_{dt} có thể xét đến khi điện cảm L lớn, lúc đó quán tính điện từ tương đương với quán tính cơ. Còn khi $T_{dt} \ll T_c$ thì bỏ qua quán tính điện từ.

T_c luôn luôn xét đến, vì các phần tử thường có J , m tương đối lớn.

Khảo sát QTQĐ sẽ xây dựng được các quan hệ của các đại lượng cơ, điện (n , ω , I , M ...) theo thời gian (t). Từ đó tính được thời gian QTQĐ.

Như vậy sẽ đánh giá được năng suất máy và nếu cần thiết thì tìm biện pháp giảm thời gian quá độ để tăng năng suất máy. Hoặc từ đó tính được các gia tốc, lực điện động và sẽ hạn chế không cho vượt quá trị số cho phép. Đồng thời sẽ tính được sự phát nóng của động cơ theo dòng xác lập và dòng quá độ, từ đó tìm biện pháp khắc phục và chọn công suất động cơ cho phù hợp.

Sau đây sẽ khảo sát một số quá trình quá độ (QTQĐ) thường xảy ra trong hệ thống truyền động điện (TĐĐ) và chủ yếu xét đến hằng số T_c và T_{dt} .

3. Khởi động hệ truyền động điện, thời gian mở máy.

Khởi động hệ truyền động điện hay chính là khởi động động cơ truyền động cho hệ truyền động đó. Trong quá trình khởi động sẽ xảy ra hiện tượng quá độ cơ học. Khi khởi động (mở máy) động cơ, dòng điện mở máy tăng cao, thường từ $5 \div 7$ lần dòng điện định mức của động cơ. Với động cơ công suất lớn, dòng điện mở máy này làm giảm điện áp lưới điện, ảnh hưởng đến sự làm việc của bình thường của các thiết bị khác cùng trong hệ thống truyền động điện đó.

Thời gian mở máy là khoảng thời gian từ khi bắt đầu khởi động hệ đến khi hệ làm việc ổn định. Thời gian mở máy càng nhỏ thì hệ càng nhanh chóng đi vào làm việc, động cơ cũng như các thiết bị khác không bị phát nóng quá mức (do dòng điện tăng cao trong thời gian mở máy).

4. Hãm hệ truyền động điện, thời gian hãm; dừng máy chính xác.

4.1. Hãm hệ truyền động, thời gian hãm.

Động cơ đang chạy ở số vòng quay định mức, nếu ta cắt mạch động cơ ra khỏi lưới điện, thì động cơ sẽ dần dần ngừng cho đến lúc đứng yên. Động năng đã tích lũy trong khối chuyển động dần dần tiêu hao do ma sát. Nhưng tổn hao ma sát quá nhỏ, do đó quá trình mà số vòng quay giảm dần đến số không sẽ kéo dài. Rút ngắn thời gian này bằng cách hãm cơ và hãm điện.

Truyền động điện có các trạng thái hãm:

- Hãm cưỡng bức bằng cơ khí: sử dụng phanh
- Hãm điện: hãm tái sinh, hãm ngược, hãm động năng.
- Hãm dừng tự do.

4.2. Dừng máy chính xác.

4.2.1. Ý nghĩa của việc dừng chính xác

Ở một số máy có yêu cầu cao về độ chính xác dừng máy, ví dụ các máy khoan, doa, phay chuyên dùng... các bộ phận làm việc như bàn dao, bàn máy phải dừng đúng vị trí yêu cầu (với lượng sai số cho phép) để đảm bảo chất lượng gia công và năng suất. Ở thang máy, máy nâng yêu cầu buồng máy phải dừng đúng sàn tầng hoặc các mặt bằng lấy tải, tháo tải. Độ chính xác dừng máy của những máy này không những ảnh hưởng tới năng suất chất lượng công việc mà còn ảnh hưởng tới an toàn của người và máy.

4.2.2. Các biện pháp nâng cao độ chính xác dừng máy.

Độ chính xác dừng máy sẽ tăng nếu ta sử dụng một số biện pháp sau đây:

- Giảm thời gian tác động: Để giảm thời gian tác động của mạch khống chế người ta sử dụng các khí cụ tác động nhanh và thiết kế các sơ đồ khống chế tối giản có số lượng các khí cụ tác động nối tiếp tối thiểu.
- Tăng lực hãm: Dùng các phương pháp hãm cưỡng bức: hãm cơ khí, hãm điện.
- Giảm momen quán tính và khối lượng.
- Giảm vận tốc ban đầu.
- Giảm điện áp phản ứng động cơ một chiều.
- Giảm từ thông động cơ một chiều.
- Sử dụng điện trở phụ.
- Thay đổi sơ đồ đấu dây động cơ không đồng bộ.

5. Câu hỏi ôn tập.

Câu 1: Phương trình cơ bản để tính toán quá trình quá độ cơ học là phương trình nào? Viết phương trình và giải thích các đại lượng trong phương trình. Các đại lượng nào được coi là cho trước và chúng được lấy từ đâu? Có thể đơn giản hóa phương trình này như thế nào?

Câu 2: Dạng chung của các đặc tính quá độ cơ học như $\omega = f(t)$, $M = f(t)$ như thế nào? Viết phương trình và vẽ đường cong các đặc tính đó, phân tích ý nghĩa hằng số thời gian cơ học của hệ.

Câu 3: Định nghĩa quá trình quá độ điện – cơ. Lấy một vài ví dụ về quá trình quá độ điện – cơ trong các hệ truyền động điện.

BÀI: 7. CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ CHO HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Thời gian: 9 giờ

Mục tiêu:

- Chọn đúng công suất động cơ cho những truyền động có điều chỉnh và không điều chỉnh tốc độ.
- Kiểm nghiệm công suất động cơ sau khi đã chọn cho phù hợp với máy sản xuất.

1. Phương pháp chọn động cơ truyền động cho tải theo nguyên lý phát nhiệt.**1.1. Mục đích của việc tính toán công suất động cơ.**

Nguồn động lực trong một hệ thống truyền động điện là động cơ điện. Các yêu cầu kỹ thuật, độ tin cậy trong quá trình làm việc và tính kinh tế của hệ thống truyền động điện phụ thuộc chính vào sự lựa chọn đúng động cơ điện và phương pháp điều khiển động cơ.

Chọn một động cơ điện cho một hệ thống truyền động điện bao gồm nhiều tiêu chuẩn phải đáp ứng:

- Động cơ phải có đủ công suất kéo.
- Tốc độ phù hợp và đáp ứng được phạm vi điều chỉnh tốc độ với một phương pháp điều chỉnh thích hợp.
- Thỏa mãn các yêu cầu mở máy và hãm điện.
- Phù hợp với nguồn điện năng sử dụng (loại dòng điện, cấp điện áp...).
- Thích hợp với điều kiện làm việc (điều kiện thông thoáng, nhiệt độ, độ ẩm, khí độc hại, bụi bặm, ngoài trời hay trong nhà...).

Việc chọn đúng công suất động cơ có ý nghĩa rất lớn đối với hệ truyền động điện. Nếu nâng cao công suất động cơ chọn so với phụ tải thì động cơ sẽ kéo dễ dàng nhưng giá thành đầu tư tăng cao, hiệu suất kém và làm tụt hệ số công suất $\cos\theta$ của lưới điện do động cơ chạy non tải. Ngược lại nếu chọn công suất động cơ nhỏ hơn công suất tải yêu cầu thì động cơ hoặc không kéo nổi tải hay kéo tải một cách nặng nề, dẫn tới các cuộn dây bị phát nóng quá mức, làm giảm tuổi thọ động cơ hoặc làm động cơ bị cháy hỏng nhanh chóng.

Việc tính công suất động cơ cho một hệ truyền động điện phải dựa vào sự phát nóng các phần tử trong động cơ, đặc biệt là các cuộn dây. Muốn vậy, tính công suất động cơ phải dựa vào đặc tính phụ tải và các quy luật phân bố phụ tải theo thời gian. Động cơ được chọn đúng công suất thì khi làm việc bình thường cũng như khi quá tải ở mức cho phép, nhiệt độ động cơ không được tăng quá trị số giới hạn cho phép τ_{cp} .

1.2. Phát nóng và nguội lạnh của động cơ

Khi máy điện làm việc, phát sinh các tổn thất ΔP và tổn thất năng lượng:

$$\Delta W = \int_0^t \Delta P dt$$

Tổn thất này sẽ đốt nóng máy điện. Đối với vật thể đồng nhất ta có quan hệ: $\Delta P dt = C dv + A \cdot \Delta v \cdot dt$

Trong đó:

Δv - Là nhiệt sai giữa máy điện và nhiệt độ môi trường 0°C .

C - Là nhiệt dung của máy điện, là nhiệt lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của máy điện lên 1°C .

A - Là hệ số tỏa nhiệt (W/độ) phụ thuộc vào tốc độ truyền nhiệt của không khí làm mát máy điện (ở máy điện có quạt làm mát, hệ số A phụ thuộc vào tốc độ quay). Giải phương trình ta nhận được:

$$\Delta v = \Delta v(0) + [\Delta v_{\infty} - \Delta v(0)] \cdot (1 - e^{-t/\tau})$$

Trong đó: $\Delta v(0)$ - Là nhiệt sai ban đầu.

$$\Delta v_{\infty} - \text{Là nhiệt sai ổn định. } \Delta v_{\infty} = \frac{\Delta P}{A}$$

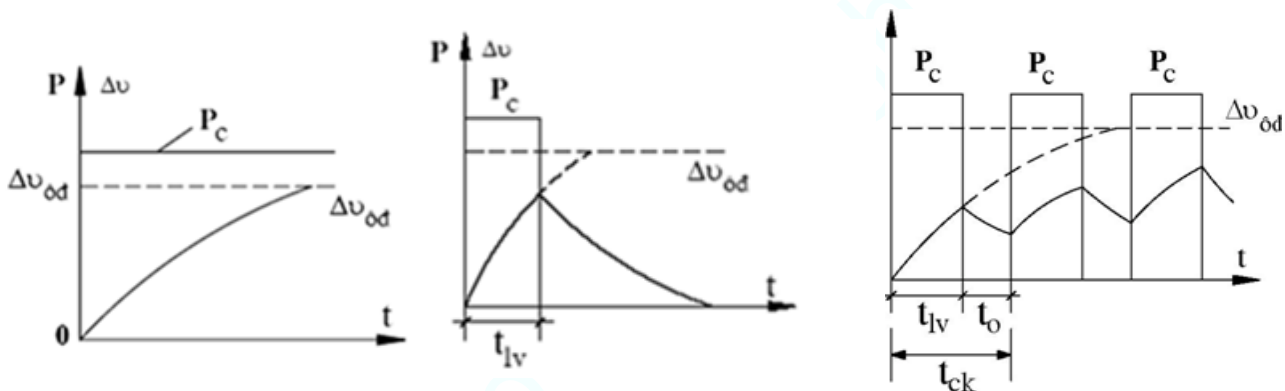
τ - Là hằng số thời gian phát nóng (s).

1.3. Các chế độ làm việc của truyền động điện

Căn cứ vào đặc tính phát nóng và nguội lạnh của máy điện, người ta chia chế độ làm việc của truyền động thành 3 loại: Dài hạn, ngắn hạn và ngắn hạn lặp lại.

- *Chế độ dài hạn*: Do phụ tải duy trì trong thời gian dài, cho nên nhiệt độ của động cơ đủ thời gian đạt tới trị số ổn định.

- *Chế độ ngắn hạn*: Do phụ tải duy trì trong thời gian ngắn, thời gian nghỉ dài, cho nên nhiệt độ động cơ chưa kịp đạt tới giá trị ổn định và nhiệt độ động cơ sẽ giảm về giá trị ban đầu.



Hình 7.1: Chế độ làm việc dài hạn Hình 7.2: Chế độ làm việc ngắn hạn Hình 7.3: Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại

- *Chế độ ngắn hạn lặp lại*: Phụ tải làm việc có tính chất chu kỳ, thời gian làm việc và thời gian nghỉ xen kẽ nhau. Nhiệt độ động cơ chưa kịp tăng đến trị số ổn định thì được giảm do mất tải và khi nhiệt độ động cơ suy giảm chưa kịp về giá trị ban đầu thì lại tăng lên do có tải. Do vậy người ta đưa ra khái niệm thời gian đóng điện tương đối:

$$\varepsilon\% = \frac{t_{lv}}{t_{cky}} 100\%$$

Trong đó:

t_{lv} : là thời gian làm việc có tải.

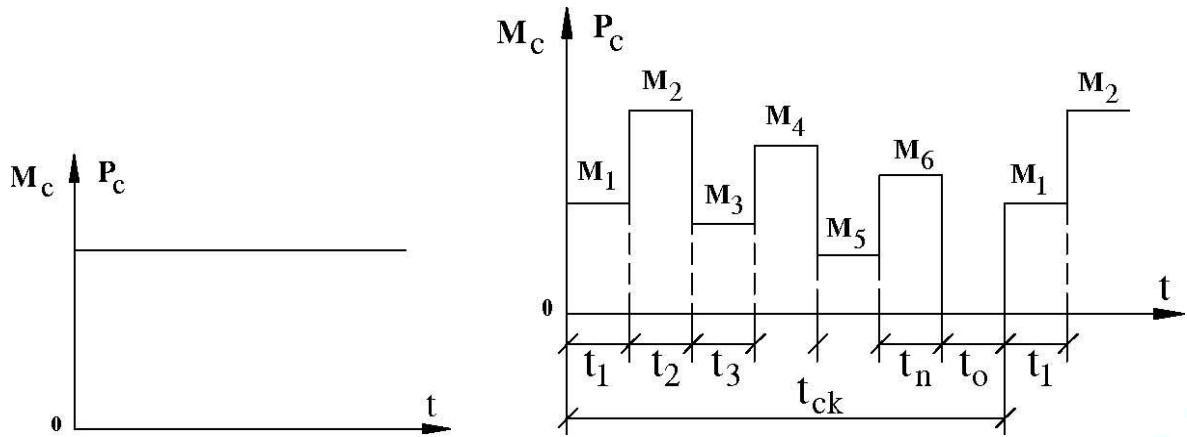
$t_{c.ky} = t_{lv} + t_{nghỉ}$: là thời gian của một chu kỳ.

2. Tính chọn công suất động cơ cho truyền động không điều chỉnh tốc độ

2.1. Chọn công suất động cơ làm việc dài hạn

2.1.1. Phụ tải dài hạn không đổi

Động cơ cần chọn phải có công suất định mức $P_{đm} \geq P_c$ và $\omega_{đm}$ phù hợp với tốc độ yêu cầu. Thông thường $P_{đm} = (1 \div 1,3)P_c$. Trong trường hợp này việc kiểm nghiệm động cơ đơn giản: Không cần kiểm nghiệm quá tải về mômen, nhưng cần phải kiểm nghiệm điều kiện khởi động và phát nóng.



Hình 7.4 - Đồ thị phụ tải: a) Phụ tải dài hạn không đổi; b) Phụ tải dài hạn biến đổi.

2.1.2. Phụ tải dài hạn biến đổi

Để chọn được động cơ phải xuất phát từ đồ thị phụ tải tính ra giá trị trung bình của mômen hoặc công suất.

$$M_{tb} = \frac{\sum_{i=0}^n M_i t_i}{\sum_{i=0}^n t_i}, \quad P_{tb} = \frac{\sum_{i=0}^n P_i t_i}{\sum_{i=0}^n t_i}$$

Động cơ chọn phải có: $M_{dm} = (1 \div 1,3)M_{tb}$ hoặc $P_{tb} = (1 \div 1,3)P_{tb}$.

Điều kiện kiểm nghiệm: kiểm nghiệm phát nóng, quá tải về mômen và khởi động.

2.2. Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn

2.2.1. Chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn

Trong trường hợp không có động cơ chuyên dụng cho chế độ ngắn hạn, ta có thể chọn các động cơ thông thường chạy dài hạn để làm việc trong chế độ ngắn hạn. Nếu chọn động cơ dài hạn theo phương pháp thông thường có $P_{dm} = (1 \div 1,3)P_c$ thì khi làm việc ngắn hạn trong khoảng thời gian t_{lv} nhiệt độ động cơ mới tăng tới nhiệt độ τ_1 đã nghỉ làm việc và sau đó hạ nhiệt độ đến nhiệt độ môi trường τ_{mt} . Rõ ràng việc này gây lãng phí vì không tận dụng hết khả năng chịu nhiệt (tới nhiệt độ $\tau_{\delta d}$) của động cơ.

Vì vậy khi dùng động cơ dài hạn để làm việc ở chế độ ngắn hạn, cần chọn công suất động cơ nhỏ hơn để động cơ phải làm việc quá tải trong thời gian đóng điện t_{lv} . Động cơ sẽ tăng nhiệt độ nhanh hơn nhưng khi kết thúc thời gian làm việc, nhiệt độ của động cơ không được quá nhiệt độ $\tau_{\delta d}$ cho phép.

Như vậy, để chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn, ta phải dựa vào công suất làm việc yêu cầu P_{lv} và giả thiết hệ số quá tải công suất x để chọn sơ bộ công suất động cơ dài hạn ($P_{lv} = x.P_{dm}$ hay $M_{lv} = x.M_{dm}$). Từ đó có thể xác định được thời gian làm việc cho phép của động cơ vừa chọn. Việc tính chọn đó được lặp lại nhiều lần làm sao cho t_{lv} tính toán $\leq t_{lv}$ yêu cầu.

2.2.2. Chọn động cơ ngắn hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn

Động cơ ngắn hạn được chế tạo có thời gian làm việc tiêu chuẩn là 15, 30, 60, 90 phút. Như vậy ta phải chọn $t_{lv} = t_{chuẩn}$ và công suất động cơ P_{dm} chọn $\geq P_{lv}$ hay M_{dm} chọn $\geq M_{lv}$.

Nếu $t_{lv} \neq t_{chuẩn}$ thì sơ bộ chọn động cơ có $t_{chuẩn}$ và P_{dm} gần với giá trị t_{lv} và P_{lv} . Sau đó xác định tổn thất động cơ ΔP_{dm} với công suất và ΔP_{lv} với P_{lv} . Quy tắc chọn động cơ là:

$$\Delta P_{\text{đm}} \geq \frac{1 - e^{-t_{lv}/T}}{1 - e^{-t_{ch}/T}} \Delta P_{lv}$$

Đồng thời tiến hành kiểm nghiệm động cơ theo điều kiện quá tải về mômen và mômen khởi động cũng như điều kiện phát nóng.

2.3. Chọn công suất động cơ làm việc ngắn hạn lặp lại

Cũng tương tự như trong trường hợp phụ tải ngắn hạn, ta có thể chọn động cơ dài hạn làm việc với phụ tải ngắn hạn lặp lại, hoặc chọn động cơ chuyên dụng ngắn hạn lặp lại.

2.3.1. Chọn động cơ ngắn hạn làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại

Động cơ ngắn hạn lặp lại, được chế tạo chuyên dụng có độ bền cơ khí cao, quán tính nhỏ (để đảm bảo chế độ khởi động và hãm thường xuyên) và khả năng quá tải lớn (từ 2,5÷3,5). Đồng thời được chế tạo chuẩn với thời gian đóng điện $\varepsilon\% = 15\%, 25\%, 40\%$ và 60%.

Động cơ được chọn cần đảm bảo 2 tham số:

- $P_{\text{đm chọn}} \geq P_{lv}$
- $P_{\text{đm chọn}} \geq P_{lv} \varepsilon\%_{\text{đm chọn}}$ phù hợp với $\varepsilon\%$ làm việc.

Trong trường hợp $\varepsilon_{lv}\%$ không phù hợp với $\varepsilon\%_{\text{đm chọn}}$ thì cần hiệu chỉnh lại công suất định mức theo công thức:

Sau đó phải kiểm tra về mômen quá tải, mômen khởi động và phát nóng.

2.3.2. Chọn động cơ dài hạn làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại

Trường hợp này, động cơ chạy dài hạn được chọn với công suất nhỏ hơn để tận dụng khả năng chịu nhiệt. Động cơ chạy dài hạn được coi là có thời gian đóng điện tương đối 100% nên công suất động cơ cần chọn sẽ là:

$$P_{\text{đm chọn}} = P_{lv} \sqrt{\frac{\varepsilon_{lv} \%}{100\%}}$$

3. Tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ

Để tính chọn công suất động cơ trong trường hợp này cần phải biết những yêu cầu cơ bản sau:

- Đặc tính phụ tải $P_{yc}(\omega)$, $M_{yc}(\omega)$ và đồ thị phụ tải: $P_c(t)$, $M_c(t)$, $\omega(t)$.
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ: ω_{max} và ω_{min} .
- Loại động cơ (một chiều hoặc xoay chiều) dự định chọn.
- Phương pháp điều chỉnh và bộ biến đổi trong hệ thống truyền động cần phải định hướng xác định trước.

Hai yêu cầu trên nhằm xác định những tham số $P_{yc\text{max}}$ và $M_{yc\text{max}}$. Ví dụ đối với phụ tải truyền động yêu cầu trong phạm vi điều chỉnh $P = \text{const}$. Ta có công suất yêu cầu cực đại $P_{\text{max}} = P_{\text{đm}} = \text{const}$, nhưng mômen yêu cầu cực đại lại phụ thuộc vào phạm vi điều chỉnh:

$$M_{\text{max}} = \frac{P_{\text{đm}}}{\omega_{\text{min}}}$$

Đối với phụ tải truyền động yêu cầu trong phạm vi điều chỉnh $M = \text{const}$. Ta có công suất yêu cầu cực đại $P_{\text{max}} = M_{\text{đm}} \cdot \omega_{\text{max}}$.

Hai yêu cầu về loại động cơ và loại truyền động có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Nó xác định kích thước công suất lắp đặt truyền động, bởi vì hai yêu cầu này cho biết hiệu suất

truyền động và đặc tính điều chỉnh $P_{đc}(\omega)$, $M_{đc}(\omega)$ của truyền động. Thông thường các đặc tính này thường phù hợp với đặc tính phụ tải yêu cầu $P_{yc}(\omega)$, $M_{yc}(\omega)$.

Tuy vậy có trường hợp, người ta thiết kế hệ truyền động có đặc tính điều chỉnh không phù hợp chỉ vì mục đích đơn giản cấu trúc điều chỉnh.

Ví dụ: Đối với tải $P = \text{const}$, khi sử dụng động cơ một chiều, phương pháp điều chỉnh thích hợp là điều chỉnh từ thông kích từ. Nhưng ta dùng phương pháp điều chỉnh điện áp phần ứng thì khi tính chọn công suất động cơ cần phải xét yêu cầu M_{\max} . Như vậy công suất động cơ lúc đó không phải là $P_{đm} = P_{yc}$ mà là:

$$P_{đm} = M_{\max} \omega_{\max} = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} P_{y/c} = D \cdot P_{y/c}$$

Như vậy công suất đặt sẽ lớn hơn D lần so với $P_{y/c}$.

Mặt khác việc tính chọn công suất động cơ còn phụ thuộc vào phương pháp điều chỉnh tốc độ, ví dụ cùng một loại động cơ như động cơ không đồng bộ, mỗi phương pháp điều chỉnh khác nhau có đặc tính hiệu suất truyền động khác nhau, phương pháp điều chỉnh điện áp dùng Thyristor có hiệu suất thấp so với phương pháp điều chỉnh tần số dùng bộ biến đổi Thyristor. Vì vậy khi tính chọn công suất động cơ bắt buộc phải xét tới tổn thất công suất ΔP và tiêu thụ công suất phản kháng Q trong suốt dải điều chỉnh.

Do vậy việc tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ cần gắn với một hệ truyền động cho trước để có đầy đủ các yêu cầu cơ bản cho việc tính chọn.

4. Kiểm nghiệm công suất động cơ

Việc tính chọn công suất động cơ ở các phần trên được coi là giai đoạn chọn sơ bộ ban đầu. Để khẳng định chắc chắn việc tính chọn đó là chấp nhận được ta cần kiểm nghiệm lại việc tính chọn đó.

Yêu cầu về kiểm nghiệm việc tính chọn công suất động cơ gồm có:

- Kiểm nghiệm phát nóng: $\Delta v \leq \Delta v_{cp}$
- Kiểm nghiệm quá tải về mômen: $M_{đm đc} > M_{cmax}$
- Kiểm nghiệm mômen khởi động: $M_{kd đc} \geq M_c \text{ mở máy}$

Ta thấy rằng việc kiểm nghiệm theo yêu cầu quá tải về mômen và mômen khởi động có thể thực hiện dễ dàng. Riêng về yêu cầu kiểm nghiệm phát nóng là khó khăn, không thể tính toán phát nóng động cơ một cách chính xác được (vì tính toán phát nóng của động cơ là bài toán phức tạp).

5. Tính chọn công suất động cơ truyền động cho cầu trục

5.1. Động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ

Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ giữ vai trò quan trọng trong các máy nâng – vận chuyển nói chung và trong cầu trục nói riêng. Động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, nên khi chọn công suất động cơ phải tính đến cả phụ tải động.

Tính toán phụ tải tĩnh: Phụ tải tĩnh của cơ cấu nâng - hạ chủ yếu là do tải trọng quyết định. Để xác định phụ tải tĩnh, phải dựa vào sơ đồ động học của cơ cấu nâng - hạ cụ thể. Giả sử có sơ đồ động học như hình 7.1.

- Phụ tải tĩnh khi nâng có tải:

$$M_n = \frac{(G + G_0) R_t}{u \cdot i \cdot \eta_c} \quad [Nm] \quad (7.1)$$

Trong đó:

G - trọng lượng của tải trọng, [N]

G_0 - trọng lượng của bộ lấy tải [N]

R_t - bán kính của tang nâng [m]

u - bội số của hệ thống ròng rọc.

η_c - hiệu suất của cơ cấu.

i - tỉ số truyền

$$i = \frac{2\pi R_t \cdot n}{v} \quad (7.2)$$

Trong đó: v - tốc độ nâng tải, [m/s]

n - tốc độ quay của động cơ, [vg/s]

Trong các công thức tính trên, hiệu suất η_c lấy bằng định mức khi tải trọng bằng định mức ứng với các tải trọng khác định mức, cần xác định η_c theo tải trọng như trên hình 7.2.

Xác định η_c dựa theo hệ số mang tải:

$$K = \frac{P_c}{P_{c\text{dm}}}$$

- Phụ tải tĩnh khi nâng không tải:

$$M_{no} = \frac{G_0 R_t}{u \cdot i \cdot \eta_c} \quad [Nm] \quad (7.3)$$

- Phụ tải tĩnh khi hạ tải: Có thể có hai chế độ hạ tải: hạ động lực và hạ hãm

+ Hạ động lực thực hiện khi tải trọng nhỏ. Khi đó momen do tải trọng gây ra không đủ để thắng mômen ma sát trong cơ cấu. Máy điện làm việc ở chế độ động cơ.

+ Hạ hãm thực hiện khi hạ tải trọng lớn. Khi đó mômen do tải trọng gây ra rất lớn. Máy điện phải làm việc ở chế độ hãm để giữ cho tải trọng được hạ với tốc độ ổn định (chuyển động không có gia tốc).

Để xác định mômen trên trục của động cơ khi hạ tải, cần thực hiện vài phép biến đổi sau:

Gọi mômen trên trục động cơ do tải trọng gây ra không có tổn thất là M_t thì :

$$M_n = \frac{(G + G_0) R_t}{u \cdot i} \quad [Nm] \quad (7.4)$$

Khi hạ tải, năng lượng được truyền từ phía tải trọng sang cơ cấu truyền động, nên:

$$M_h = M_t - \Delta M = M_t \cdot \eta_h \quad [Nm] \quad (7.5)$$

Trong đó: M_h - mômen trên trục động cơ khi hạ tải, [Nm]

ΔM - tổn thất mômen trong cơ cấu truyền động, [Nm]

η_c - hiệu suất của cơ cấu khi hạ tải.

Nếu $M_t > \Delta M$ - hạ hãm, $M_t < \Delta M$ - hạ động lực.

Coi tổn thất trong cơ cấu nâng – hạ khi nâng tải và khi hạ tải như nhau, thì:

$$\Delta M = \frac{M_t}{\eta_c} - M_t = M_t \left(\frac{1}{\eta_c} - 1 \right) \quad (7.6)$$

Do đó:

$$M_h = M_t - M_t \left(\frac{1}{\eta_c} - 1 \right) = M_t \left(2 - \frac{1}{\eta_c} \right)$$

$$= \frac{(G_0 + G)R_t}{u.i} \left(2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \quad (7.7)$$

So sánh hai biểu thức (7.5) và (7.7) ta có:

$$\eta_h = 2 - \frac{1}{\eta_c} \quad (7.8)$$

Đối với những tải trọng tương đối lớn ($\eta_c > 0.5$) ta có $\eta_c > 0$, $M_h > 0$. Điều đó có nghĩa là mômen động cơ ngược chiều với mômen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ hãm. Khi tải trọng tương đối nhỏ ($\eta_c < 0.5$) thì $\eta_c < 0$, $M_h < 0$, mômen động cơ cùng chiều với mômen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ động lực.

Tính toán hệ số tiếp điện tương đối TD%. Chu kỳ làm việc của cơ cấu nâng - hạ bao gồm các giai đoạn sau: hạ không tải, nâng tải, hạ tải và nâng không tải (giữa các giai đoạn thường có thời gian nghỉ).

Khi tính toán hệ số tiếp điện tương đối, chúng ta bỏ qua thời gian hãm máy và mở máy. Thời gian toàn bộ 1 chu kỳ làm việc của cơ cấu nâng - hạ có thể tính được theo năng suất Q và tải trọng định mức G_{dm} .

$$T_{ck} = \frac{3600G_{dm}}{Q} \quad [s] \quad (7.9)$$

$$TD\% = \frac{T_{lv}}{T_{ck}} 100\% \quad (7.10)$$

Trong đó: T_{lv} thời gian làm việc của 1 chu kỳ, xác định theo điều kiện cụ thể của cơ cấu.

Chọn sơ bộ công suất động cơ. Chọn sơ bộ công suất động cơ có thể theo phụ tải trung bình M_{tb} , hoặc theo phụ tải đẳng trị M_{dt} kết hợp với hệ số tiếp điện tương đối TD%. Phụ tải trung bình, phụ tải đẳng trị tính theo các biểu thức sau:

$$M_{tb} = k \frac{\sum_{i=1}^n M_i \cdot t_i}{T_{ck}} \quad (7.11)$$

$$M_{dt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \cdot t_i}{T_{ck}}} \quad (7.12)$$

Trong đó:

- M_i : trị số mômen ứng với khoảng thời gian t_i .

- $k = (1,2 \div 1,3)$: hệ số, phụ thuộc vào độ nhấp nhô của đồ thị phụ tải, tần số mở máy, hãm máy.

Điều kiện để chọn công suất động cơ:

$$M_{đmĐC} = M_{tb}$$

$$M_{đmĐC} = M_{dt} \quad (7.13)$$

Kiểm nghiệm

Để kiểm nghiệm công suất động cơ đã chọn, cần phải xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác. Sau khi đã xét đến thời gian mở máy, hãm máy và thời gian nghỉ của động cơ, tính lại thời gian tiếp điện tương đối thực.

$$TD\% = \frac{\sum t_i + \sum t_{ih} + \sum t_{imm}}{T_{ck}} \quad (7.14)$$

Trong đó:

$\sum t_i$: tổng thời gian làm việc.

$\sum t_{ih}$: tổng thời gian hãm.

$\sum t_{imm}$: tổng thời gian mở máy.

Và tính phụ tải chính xác theo đại lượng đẳng trị M_{dtcx} .

Động cơ đã chọn là đúng nếu thỏa mãn yêu cầu:

$$M_{tc} < M_{dmĐC} \quad (7.15)$$

$$M_{tc} = M_{dtcx} \sqrt{\frac{TD_{ih}\%}{TD_{tc}\%}} \quad (7.16)$$

Trong đó:

M_{tc} – là mômen quy đổi về hệ số tiếp điện tiêu chuẩn.

$TD_{tc}\%$ - hệ số tiếp điện tiêu chuẩn: 15%, 25%, 40%, 60%

Chú ý:

- Đối với động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi không điều chỉnh từ thông, để kiểm nghiệm công suất động cơ, có thể sử dụng phương pháp tổn thất trung bình hay dòng điện, công suất hoặc mômen đẳng trị.

- Đối với động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp, nên sử dụng phương pháp tổn thất trung bình và dòng điện đẳng trị.

- Đối với động cơ không đồng bộ, phương pháp tổn thất trung bình và dòng điện đẳng trị cho kết quả chính xác hơn so với phương pháp khác.

Kiểm tra trị số gia tốc của từng cơ cấu cụ thể của cầu trục.

- Theo số liệu kỹ thuật và sơ đồ đầu dây của động cơ xác định mômen mở máy và mômen hãm máy của động cơ.

- Đối với động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc, có thể lấy trị số trung bình không đổi của mômen trong thời gian hãm và mở máy theo biểu thức:

$$M_{tbmm} = \frac{1}{2}(M_t + M_{mm}) \quad (7.17)$$

Đối với động cơ điện một chiều mở máy bằng điện trở

$$M_{tbmm} = \frac{1}{2}(M_1 + M_2) \quad (7.18)$$

Trong đó: M_t - mômen tới hạn của động cơ.

M_{mm} - mômen mở máy.

M_1 và M_2 - mômen cực đại và mômen chuyển tiếp khi mở máy.

Gia tốc của động cơ tính theo biểu thức:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{tbmm} - M_c}{J} \quad (7.19)$$

Khi khởi động nâng tải và hạ tải $M_c > 0$, khi khởi động hạ động lực $M_c < 0$. Trong quá trình hãm của động cơ, dấu của M_c cũng được xác định tương tự như vậy theo tương quan về chiều giữa M_c và mômen động cơ. Nếu dùng hãm bằng cơ khí (động cơ cắt ra khỏi nguồn điện) thì trị số M_{tbmm} của động cơ thay thế bằng M_{hc} của bộ hãm cơ khí.

5.2. Tính chọn công suất động cơ cho các cơ cấu di chuyển theo phương nằm ngang

Ví dụ điển hình cho cơ cấu di chuyển theo phương nằm ngang là cơ cấu xe cầu và xe con của cầu trục.

Sơ đồ lực được giới thiệu trên hình 7.3.

Phụ tải tĩnh của cơ cấu là do lực cản chuyển động gây ra. Lực đó bao gồm hai thành phần chính: lực ma sát lăn trên đường đi F_1 và lực ma sát trong các ổ trục bánh xe F_{ct} .

Thành phần F_1 được xác định theo biểu thức:

$$F_1 = \frac{(G_0 + G) \cdot f}{R_b} \quad [N] \quad (7.20)$$

Trong đó: G_0 - trọng lượng bản thân cơ cấu, [N]

G - trọng lượng tải trọng, [N]

R_b - bán kính bánh xe, [cm]

f - hệ số ma sát lăn, [cm]

Nếu bánh xe bằng thép lăn trên đường ray thì $f = (0,05 \div 0,1)$ cm

Thành phần lực F_{ct} được xác định theo biểu thức:

$$F_{ct} = (G_0 + G) \mu \quad [N] \quad (7.21)$$

Nếu dôi điểm đặt của lực này về vành bánh xe thì tính theo biểu thức:

$$F'_{ct} = (G_0 + G) \eta \frac{R_{ct}}{R_b}, \quad [N] \quad (7.22)$$

Trong đó:

μ - là hệ số ma sát trượt (khi dùng ổ trượt $\mu = 0,05 \div 0,8$; khi dùng ổ bi $\mu = 0,01 \div 0,05$)

R_{ct} - bán kính ổ trục, [cm]

Toàn bộ lực đặt lên bánh xe là:

$$F_c = F_1 + F'_{ct} = \frac{(G + G_0)}{R_b} (\mu R_{ct} + f) \quad [N] \quad (7.23)$$

Đối với các cơ cấu có bánh xe sắt lăn trên đường ray, phải tính đến lực cản ma sát giữa mép bánh xe và đường ray. Lực đó được tính thêm bằng hệ số dự trữ k , và toàn bộ lực cản trong trường hợp này sẽ là:

$$F'_c = k \cdot F_c = k \frac{(G_0 + G)}{R_b} (\mu R_{ct} + f) \quad [N] \quad (7.24)$$

Hệ số k được lấy từ thực tế và kinh nghiệm vận hành.

Ví dụ: - Đối với xe cầu khi dùng ổ bi: $k = 1,5 \div 2$, khi dùng ổ trượt: $k = 2,5 \div 4$.

- Đối với xe con, tương ứng là: $k = 1,25 \div 1,6$ và $k = 2,5 \div 3,2$

Nếu cơ cấu di chuyển trên đường dốc có góc nghiêng α , toàn bộ lực cản F_c'' được tính theo biểu thức:

$$F_c'' = \frac{(G_0 + G)}{R_b} (\mu R_{ct} + f) \cos \alpha \pm (G_0 + G) \sin \alpha \quad [N] \quad (7.25)$$

Đối với các cơ cấu làm việc ngoài trời, cần phải tính thêm lực cản của gió:

$$F_g = C \frac{\gamma}{g} q \cdot v_{\Sigma}^2 + 0,1 q \cdot v_{\Sigma}^2 \quad [N] \quad (7.26)$$

Trong đó: C - hệ số kinh nghiệm = (0,8 ÷ 0,9)
 γ - trọng lượng riêng của không khí, (12 N/m³)
 q - diện tích cản gió, [m²]
 g - gia tốc trọng trường, [9,8 m/s²].
 v_{Σ} - tốc độ tổng của cơ cấu và gió, [m/s]

Công suất và mômen trên trục của động cơ được tính theo biểu thức sau:

$$P_c = \frac{F_c v}{60 \times 1000 \eta} \quad [kW] \quad (7.27)$$

$$M_c = \frac{F_c R_b}{i \cdot \eta} \quad [Nm] \quad (7.28)$$

Trong đó: - P_c, M_c : công suất và mômen cản trên trục động cơ
 - R_b : bán kính bánh xe, [m]
 - i: tỉ số truyền
 - η : hiệu suất của cơ cấu
 - v: tốc độ di chuyển theo phương ngang của xe, [m/ph].

Chọn công suất động cơ, kiểm nghiệm công suất động cơ đã chọn tiến hành theo các bước như đã nêu trên.

5.3. Ví dụ tính chọn công suất động cơ cho cơ cấu nâng hạ

Ví dụ 7.1: Xác định phụ tải tĩnh khi nâng và hạ của cơ cấu nâng – hạ ở cầu trục, cho biết: $G_{đm} = 20T$; $\eta_c = 0,82$; $G_0 = 1T$; $R_t = 0,4m$; $i = 75$; $u = 1$; (ứng với 1/2 tải định mức và không tải).

- Mômen trên trục động cơ khi nâng tải bằng định mức:

$$M_{n1} = \frac{(G + G_0) R_t}{u \cdot i \cdot \eta_c} = \frac{(20 + 1) \times 0,4 \times 1000}{75 \times 1 \times 0,82} = 136,5 kGm \approx 1340 Nm$$

- Mômen trên trục động cơ khi hạ với tải bằng định mức :

$$M_{h1} = \frac{(G + G_0) R_t}{u \cdot i} \left(2 - \frac{1}{\eta_c} \right) = \frac{(20 + 1) \times 0,4 \times 1000}{75 \times 1} \left(2 - \frac{1}{0,82} \right) = 87 kGm \approx 850 Nm$$

- Khi nâng tải trọng bằng 1/2 định mức, hiệu suất tra theo biểu đồ ở hình 7.2 là $\eta = 0,746$.

$$M_{n1} = \frac{(10 + 1) \times 0,4 \times 1000}{75 \times 1 \times 0,746} = 78,64 kGm \approx 771 Nm$$

- Khi hạ tải trọng bằng 1/2 định mức:

$$M_{h2} = \frac{(10+1) \times 0,4 \times 1000}{75} \left(2 - \frac{1}{0,746} \right) = 38,6 \text{ kGm} \approx 379,4 \text{ Nm}$$

- Mômen nâng khi không tải, hiệu suất $\eta = 0,258$. Tra theo biểu đồ ở hình 7.2.

$$M_{n3} = \frac{G_0 \cdot R_t}{u \cdot i \cdot \eta_c} = \frac{1 \times 0,4 \times 1000}{75 \times 1 \times 0,258} = 20,67 \text{ kGm} \approx 202 \text{ Nm}$$

- Mômen hạ không tải:

$$M_{h3} = \frac{G_0 \cdot R_t}{u \cdot i} \left(2 - \frac{1}{\eta} \right) = \frac{1 \times 0,4 \times 1000}{75 \times 1} \left(2 - \frac{1}{0,258} \right) = -9,96 \text{ kGm} \approx 97,51 \text{ Nm}$$

Mômen hạ không tải $M_{h3} < 0$ có nghĩa là cơ cấu làm việc ở chế độ hạ động lực.

Ví dụ 7.2: Tính chọn công suất động cơ truyền động xe cầu (động cơ không đồng bộ rotor dây quấn) cho biết: trọng lượng xe cầu $G_0 = 1\text{T}$; tải trọng định mức $G_{dm} = 100\text{T}$; tốc độ di chuyển $v = 55\text{m/ph}$; lực cản chuyển động khi trọng tải định mức $F_c = 6480\text{N}$, và khi trọng tải $F_{co} = 3240\text{N}$, hiệu suất của cơ cấu $\eta_c = 0,85$; tỉ số truyền $i = 18$, đường kính bánh xe $D = 0,35\text{m}$; mômen quán tính của các bộ phận quay của cơ cấu quy đổi về trục động cơ $J_1 = 0,15 \text{ kgm}^2$; thời gian xe dừng để tháo tải trọng $t_{01} = 100\text{s}$; thời gian lấy tải $t_{02} = 150\text{s}$. Hãm động cơ bằng cơ cấu phanh cơ khí có mômen phanh $M_{ph} = 78,5 \text{ Nm}$. Cung đường dịch chuyển tải trọng $l = 50\text{m}$.

- Thời gian xe cầu chạy hết quãng đường: $t = \frac{l}{v} = \frac{50 \times 60}{55} = 55\text{s}$

- Hệ số tiếp điện tương đối: $TD\% = \frac{2t \cdot 100\%}{2t + t_{01} + t_{02}} = \frac{2 \times 55 \times 100\%}{2 \times 55 + 100 + 150} = 30\%$

- Công suất tính trên trục động cơ khi tải bằng định mức:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v}{1000 \eta} = \frac{6480 \times 55}{1000 \times 0,85 \times 60} = 6,98 \text{ kW}$$

- Công suất cản tĩnh khi xe cầu chạy không tải. Ta có hiệu suất $\eta_c = 0,78$ cùng với tải bằng 1/2 theo đồ thị hình 7.2

$$P_{c0} = \frac{F_{co} \cdot v}{1000 \eta} = \frac{3240 \times 55}{1000 \times 0,78 \times 60} = 3,8 \text{ kW}$$

Nếu chọn công suất động cơ theo công suất trung bình thì:

Động cơ chế tạo không có hệ số tiếp điện quy chuẩn $TD\% = 30\%$ nên phải quy đổi về động cơ có $TD\% = 25\%$. Khi đó:

$$P'_{dm} = P_{dm} \sqrt{\frac{TD_{th}\%}{TD_{tc}\%}} = 6,73 \sqrt{\frac{30\%}{25\%}} = 7,73 \text{ kW}$$

- Tốc độ của động cơ được tính từ tốc độ của bánh xe:

$$n_{d/c} = n_b \cdot i = \frac{v \cdot i}{\pi \cdot D_b} = \frac{55 \times 18}{3,14 \times 0,35} = 900 \text{ vong/phut}$$

Trong đó: n_b - tốc độ của bánh xe [vg/ph].

Theo sổ tay tra cứu ta chọn động cơ không đồng bộ rotor dây quấn kiểu MT-22-6 với các thông số kỹ thuật: $U_{dm} = 380\text{V}$; $TD\% = 25$; $P_{dm} = 7,5 \text{ kW}$; $n_{dm} = 945\text{vg/ph}$; $\lambda_M = 2,8$; $J = 0,26 \text{ kGm}$.

Trình Cao
nghệ

KLK

BÀI: 8. BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM (SOFT STARTER)

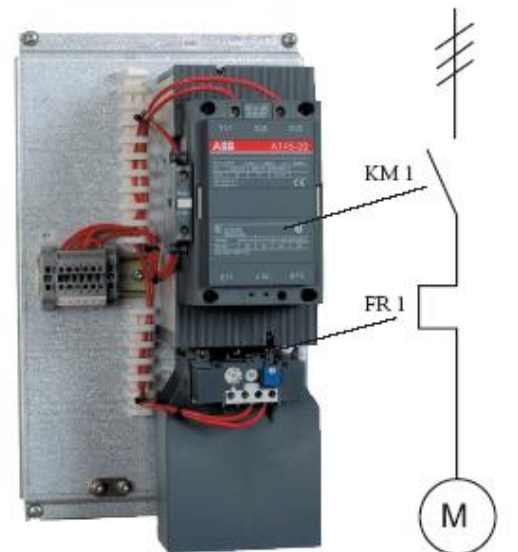
Thời gian: 9 giờ

Mục tiêu:

- Nhận dạng được cổng vào, cổng ra ở bộ khởi động mềm.
- Kết nối được mạch động lực cho bộ khởi động mềm.
- Khởi động và thực hiện dừng mềm cho động cơ.
- Nhận dạng được các loại hình khởi động mềm sử dụng trong xưởng trường, ngoài doanh nghiệp điển hình.

1. Khái quát chung về bộ khởi động mềm**1.1. Các phương pháp khởi động****1.1.1. Trực tiếp (Direct-on-line start: D.O.L)**

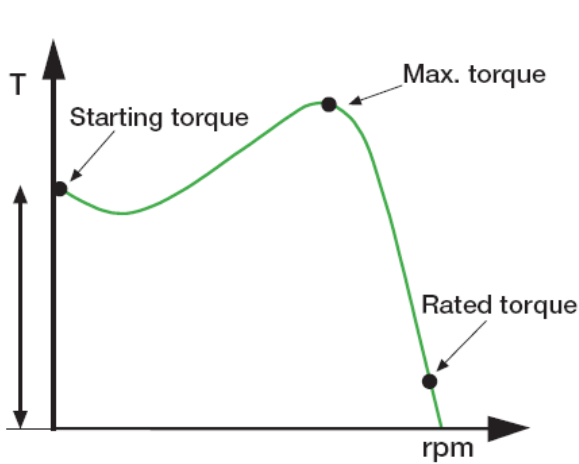
Đây là phương pháp sử dụng lâu và phổ biến. Bao gồm Contactor và relay nhiệt (hoặc relay quá tải). Nhược điểm của phương pháp này là dòng điện khởi động lớn (6-10 lần dòng định mức). Giá trị dòng điện khởi động phụ thuộc vào thiết kế và công suất động cơ. Trong quá trình khởi động momen khởi động thường cao và cao hơn mức cần thiết.



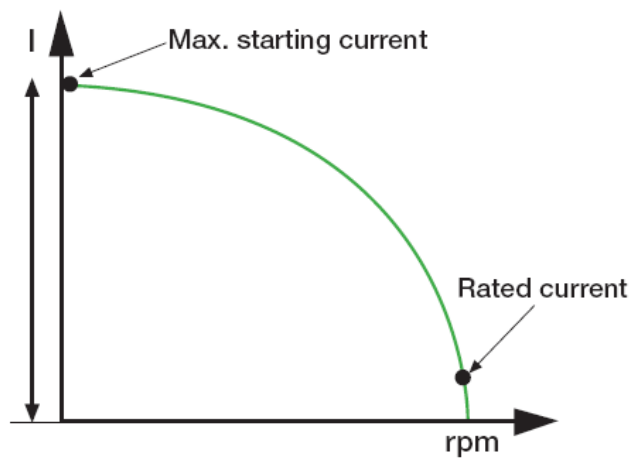
D.O.L. starter with contactor and O/L relay

Single line diagram for a D.O.L.

KM 1 Main contactor
FR 1 Overload relay



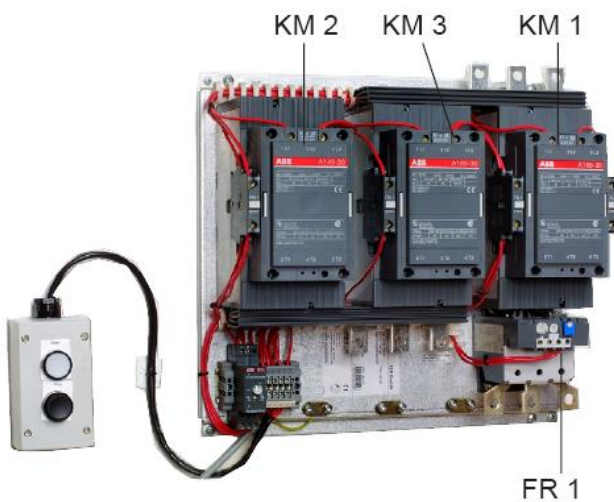
Torque/speed curve att D.O.L start



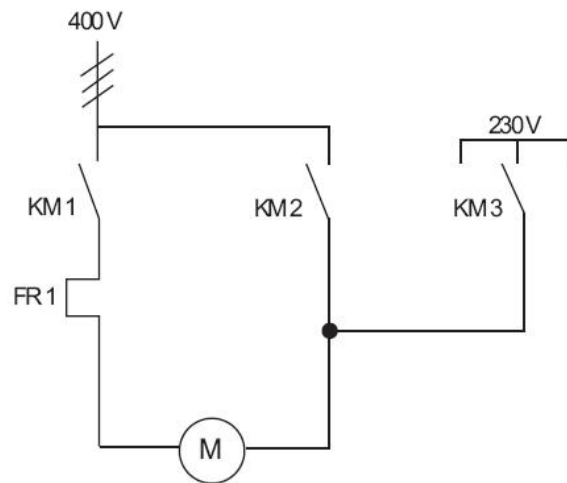
Current curve at D.O.L start

1.1.2. Khởi động Y/Δ

Đây là phương pháp làm giảm dòng điện và momen khởi động. Mạch điện bao gồm Contactor, Relay nhiệt và bộ định thời gian (timer). Motor phải được nối tam giác (Δ) ở chế độ làm việc bình thường nhằm mục đích có thể nối sao (Y) khi khởi động.



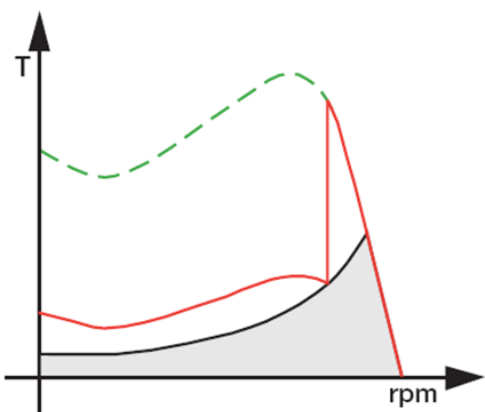
Star-delta starter with contactors and O/L relay



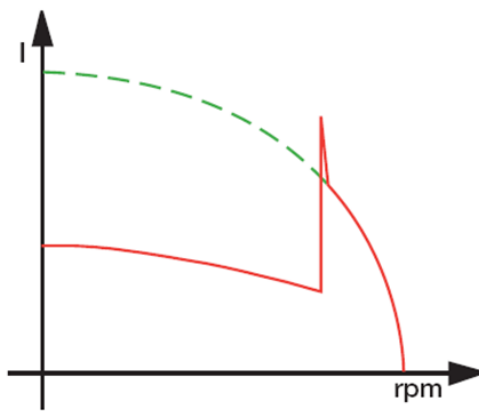
Single line diagram for a Star-delta starter

- KM 1 Main contactor
- KM 2 Delta contactor
- KM 3 Star contactor
- FR 1 Overload relay

Dòng điện khởi động của phương pháp đổi nối Y/Δ bằng khoảng 30% so với phương pháp khởi động trực tiếp và momen khởi động giảm 25%. Phương pháp này chỉ làm việc được với các ứng dụng có tải nhẹ khi khởi động, nếu tải nặng sẽ không đủ tăng tốc motor lên tốc độ trước khi chuyển sang kết nối tam giác (Δ). Những ứng dụng với tải có momen (khi mang tải trong lúc khởi động) lớn hơn 50% so với định mức thì không thể sử dụng phương pháp này.



Đường đặc tính Momen/tốc độ

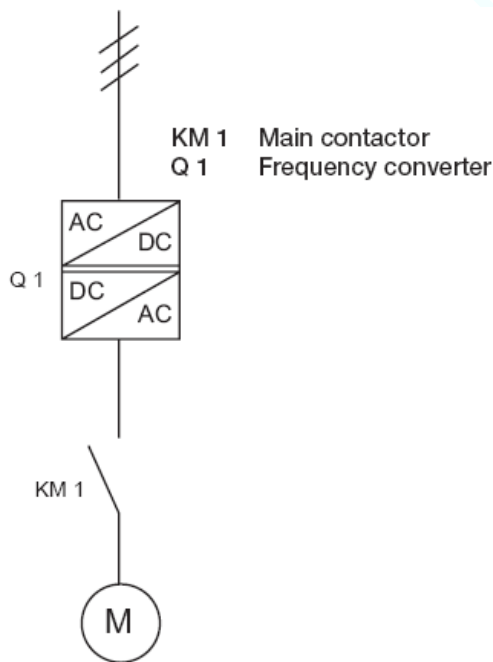


Đường đặc tính I/tốc độ

1.1.3. Bộ chuyển đổi tần số



Frequency converter



Single line diagram for a frequency converter

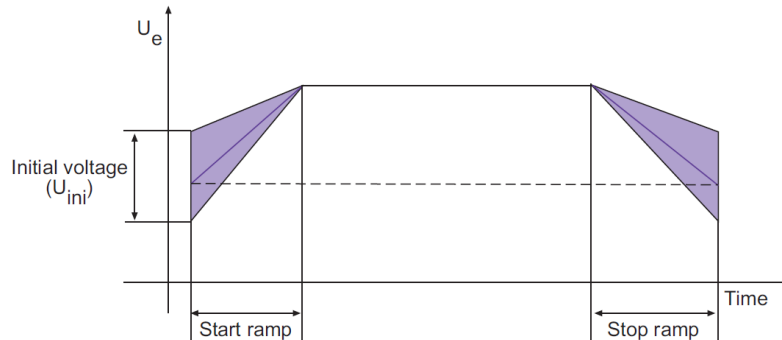
1.1.4. Khởi động dùng khởi động mềm



1.2. Khởi động mềm, dừng mềm

1.2.1. Thời gian tăng áp (khởi động mềm)

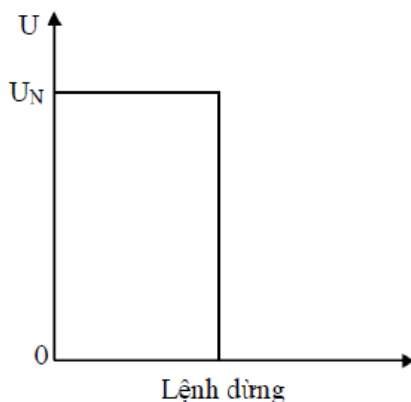
Thời gian khởi động được tính từ lúc bắt đầu khởi động mềm (initial voltage) cho đến khi đạt điện áp tối đa. Thời gian tăng áp không nên để lâu bởi sẽ làm tăng nhiệt động cơ không cần thiết và bộ bảo vệ quá tải sẽ tác động. Nếu động cơ không tải thì thời gian khởi động ngắn hơn, nếu động cơ có tải nặng thì thời gian khởi động sẽ lâu hơn.



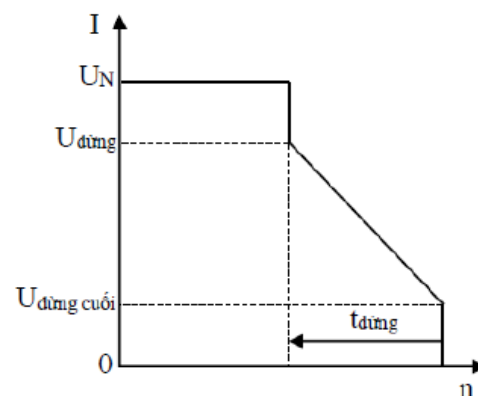
Đồ thị độ dốc khởi động, dừng và điện áp bắt đầu

1.2.2. Dừng mềm

Thời gian dừng mềm được tính từ điện áp tối đa giảm xuống điện áp bắt đầu (initial voltage)



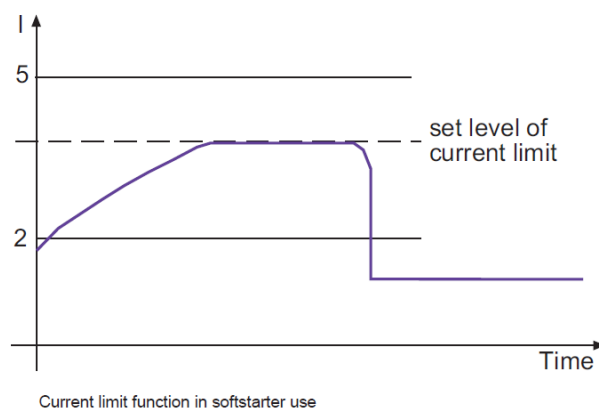
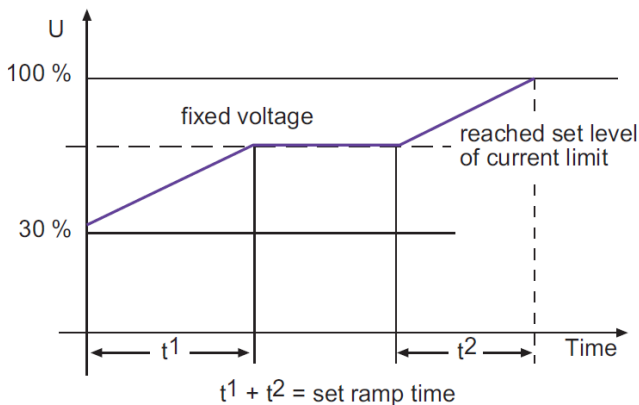
Điện áp động cơ khi dừng tự do



Điện áp động cơ khi dừng mềm

Như vậy, thực chất dừng mềm là cố ý kéo dài quá trình dừng bằng cách giảm từ từ điện áp nguồn cung cấp vào động cơ. Nếu trong quá trình dừng mà có lệnh khởi động, thì quá trình dừng này lập tức bị hủy bỏ và động cơ được khởi động trở lại.

1.2.3. Giới hạn dòng điện khởi động



Current limit function in softstarter use

Được sử dụng khi giới hạn dòng điện khởi động được yêu cầu hoặc khi khởi động với tải nặng khi không đạt được hiệu quả với thiết lập điện áp bắt đầu và thời gia khởi động. Khi đã

đạt giới hạn dòng điện thiết lập thì bộ khởi động mềm sẽ dừng tăng áp cho đến khi dòng khởi động giảm dưới giá trị thiết lập và tiếp tục tăng áp đến giá trị tối đa.

2. Bộ khởi động mềm Altistart 01

2.1. Giới thiệu, các tính năng

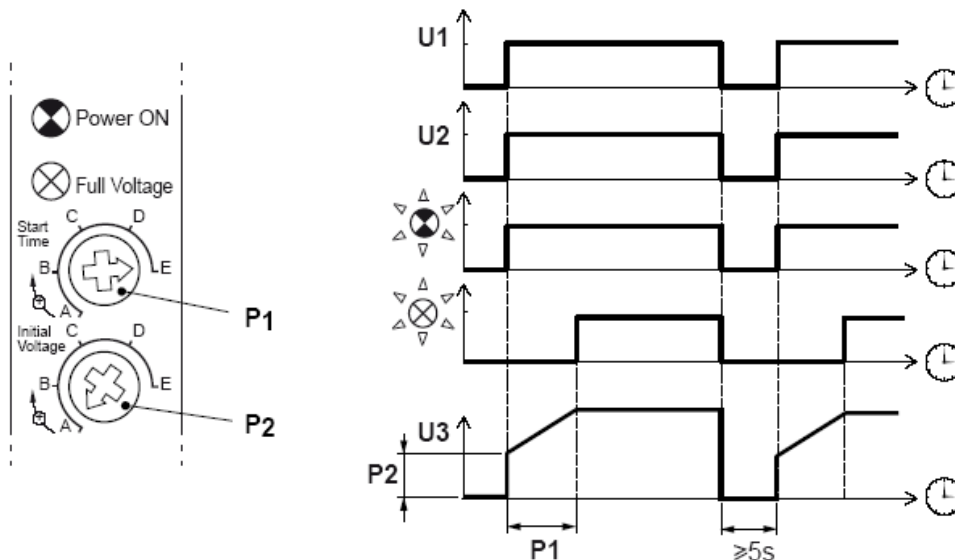


Selection Table

Motor rating	Starter Continuous current rating	Overload range (1)	Reference if supply neutral is available (2)	Reference if supply neutral is not available (2)	Dimensions H x W x D in mm
kW	A	A			
2.2	6	4...6	ATS01N206QE21	ATS01N206QE41	400 x 400 x 200
3	6	5.5...8	ATS01N206QE22	ATS01N206QE42	400 x 400 x 200
4	9	7...10	ATS01N209QE21	ATS01N209QE41	400 x 400 x 200
5.5	12	9...13	ATS01N212QE21	ATS01N212QE41	400 x 400 x 200
7.5	22	12...18	ATS01N222QE21	ATS01N222QE41	400 x 400 x 200
11	22	16...24	ATS01N222QE22	ATS01N222QE42	400 x 400 x 200
15	32	23...32	ATS01N232QE21	ATS01N232QE41	400 x 400 x 200
18.5	44	30...40	ATS01N244QE21	ATS01N244QE41	500 x 500 x 250
22	44	37...50	ATS01N244QE22	ATS01N244QE42	500 x 500 x 250
30	72	48...65	ATS01N272QE21	ATS01N272QE41	600 x 600 x 250
37	72	63...80	ATS01N272QE22	ATS01N272QE42	600 x 600 x 250
45	85	80...104	ATS01N285QE21	ATS01N285QE41	600 x 600 x 250

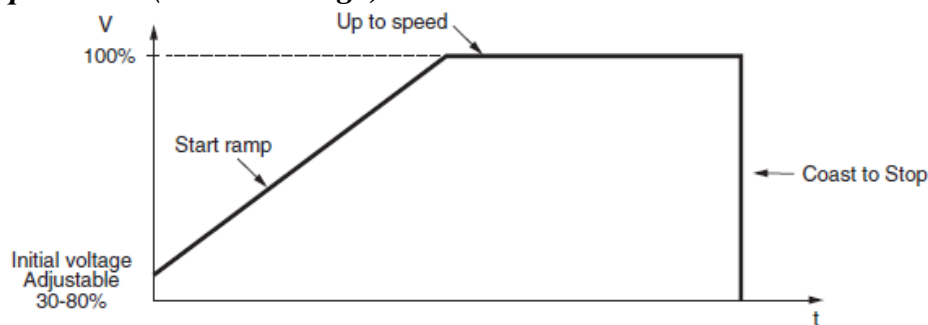
2.1.1. Thời gian khởi động (Start Time)

Được thiết lập với các mức A, B, C, D, E



Thời gian tăng áp khởi động có thể điều chỉnh từ 1 đến 5s. Điện áp tăng từ giá trị đặt ban đầu (Initial Voltage đặt từ A đến E) đến 100% của điện áp đặt vào động cơ. Giá trị thời gian đặt từ A đến E.

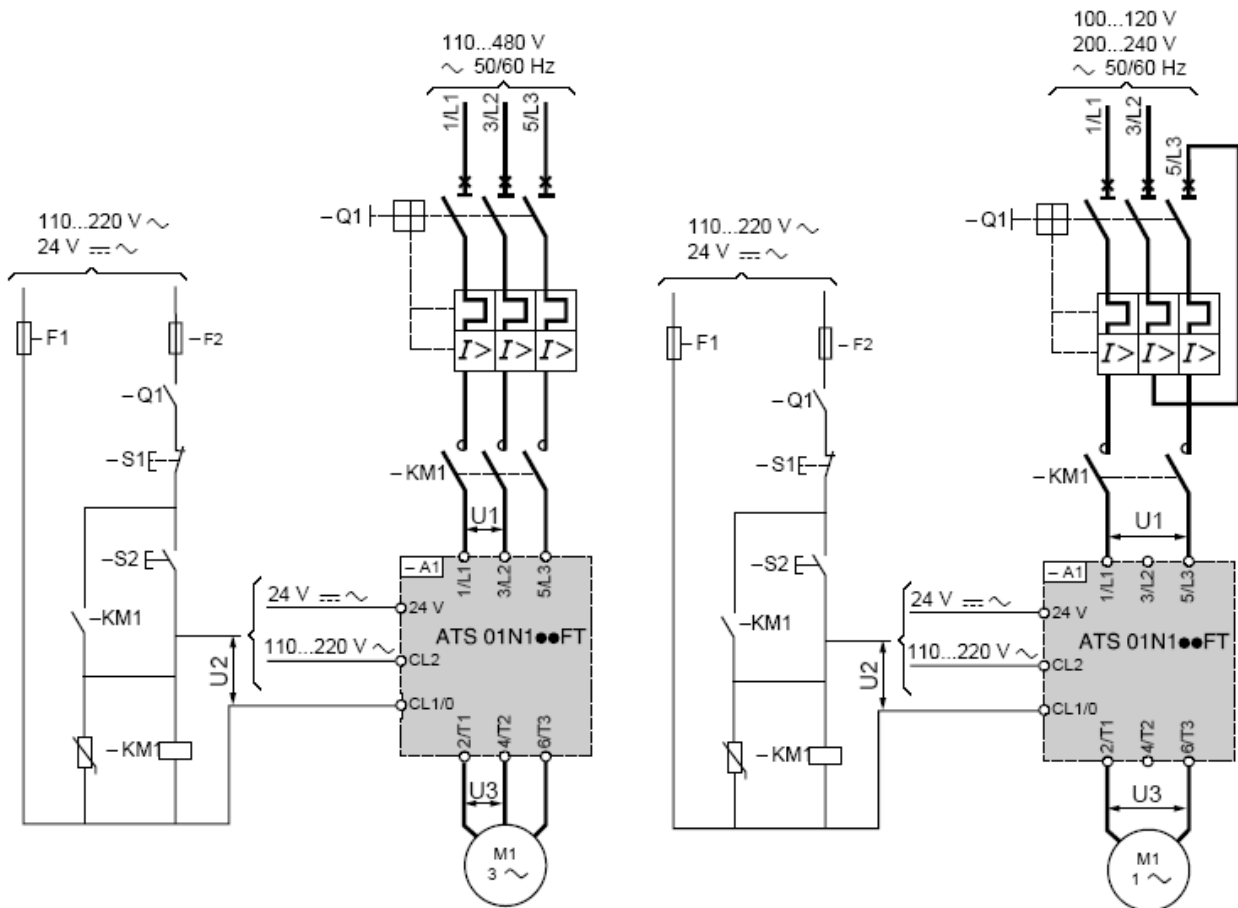
2.1.2. Điện áp bắt đầu (Initial Voltage)



Voltage start ramp, initial voltage, and up to speed

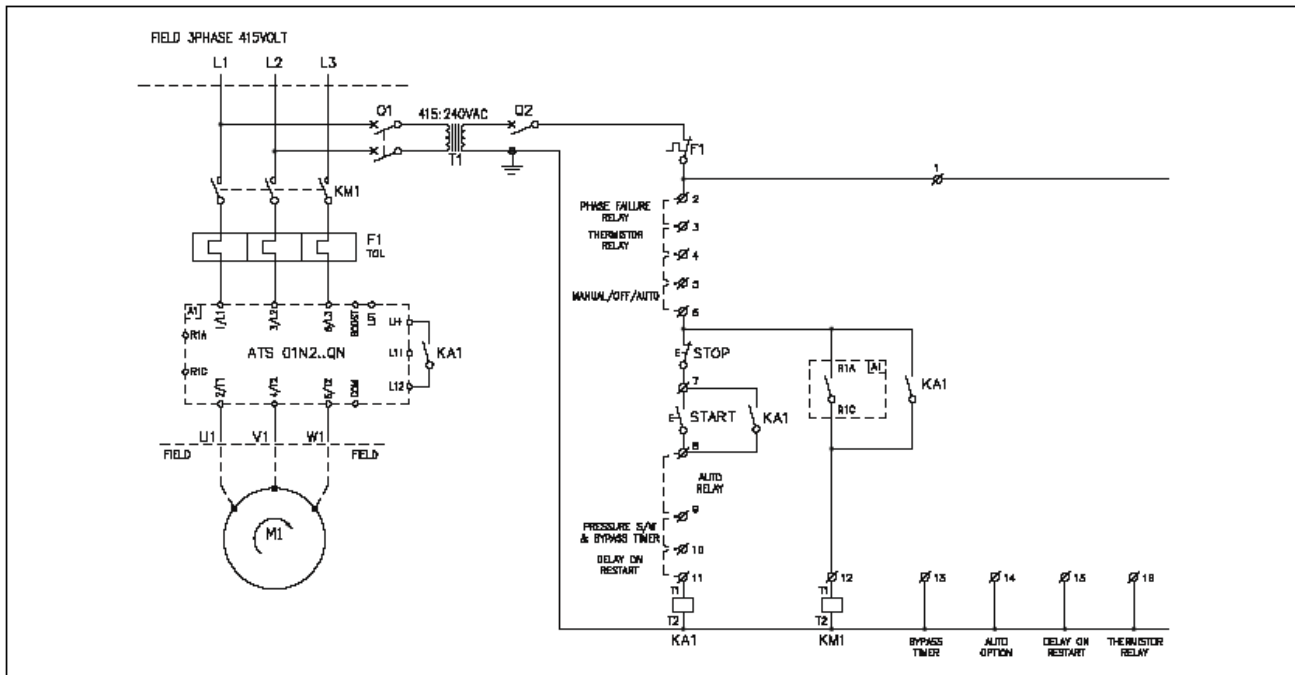
Điện áp khởi động ban đầu có thể được điều chỉnh từ 30% đến 80%, với A là mức ban đầu và E là mức cao nhất. Mức thấp nhất sẽ giảm moment khởi động của động cơ

2.2. Sơ đồ đấu dây ATS01N106FT

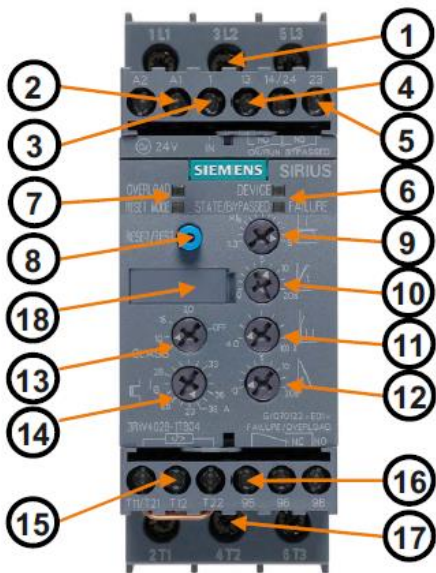
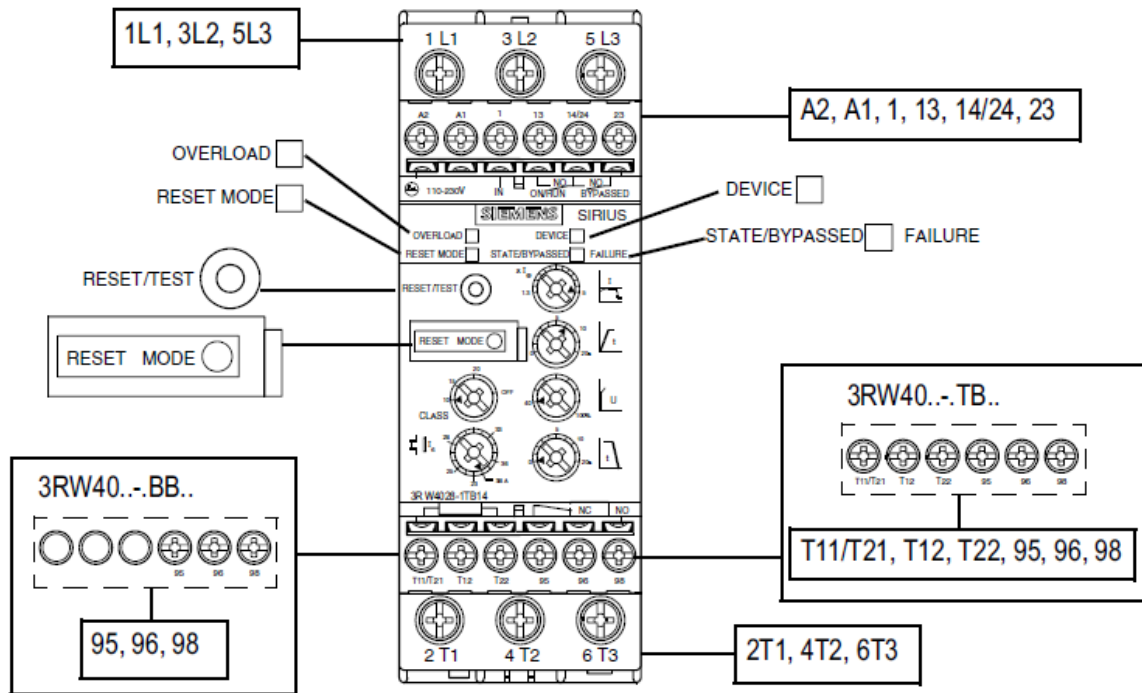


Sơ đồ nối dây loại ATS01N..QE4.

Typical schematic drawing for ATS01N2•• QE4• for ratings up to 15kW.



3. Bộ khởi động mềm 3RW4024-1BB14 (Siemens)



- 1 Điện áp ngõ vào (3 pha)
- 2 Điện áp cung cấp cho điều khiển (A1, A2)
- 3 IN ngõ vào khởi động
- 4 ngõ ra ON / RUN
- 5 ngõ ra BYPASSED
- 6 LEDs trạng thái DEVICE / STATE / BYPASSED / FAILURE
- 7 LEDs trạng thái OVERLOAD, RESET MODE
- 8 nút nhấn TEST / RESET
- 9 Giới hạn dòng
- 10 thời gian Ramp-up
- 11 Điện áp bắt đầu
- 12 thời gian Ramp-down
- 13 Trip class
- 14 Dòng motor
- 15 Thermistor input (can be optionally ordered with 24 V AC/DC control voltage for 3RW40 2. To 3RW40 4. devices)
- 16 Ngõ ra sự cố
- 17 Nối đến động cơ
- 18 nút RESET MODE

3.1. Chức năng ngõ vào

Điện áp định mức được đặt ở A1 và A2, khởi động mềm sẽ khởi động khi một tín hiệu đặt lên đầu vào 1 (In)

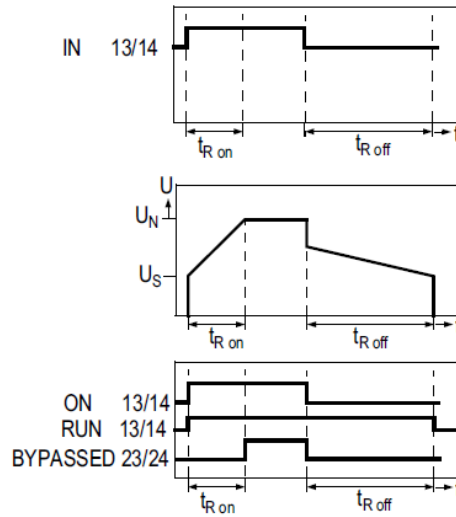
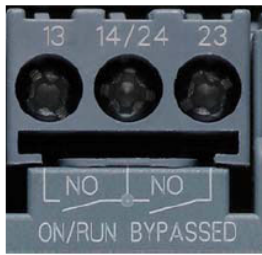
3.2. Chức năng ngõ ra

ON/RUN: Contact ngõ ra ở chân 13, 14 đóng nếu một tín hiệu đặt ở ngõ vào In (1); nó tiếp tục đóng cho đến khi lệnh khởi động được gỡ bỏ.

BYPASSED: Chức năng Bypassed được sử dụng để chỉ động cơ khởi động thành công.

OVERLOAD/FAILURE (contact 95/95/98): Nếu không đạt được được điện áp điều khiển hoặc xảy ra lỗi thì ngõ ra OVERLOAD/FAILURE được chuyển mạch.





3.3. Sơ đồ đấu dây 3RW4024-1BB14

3.3.1. Điều khiển bởi chuyển mạch

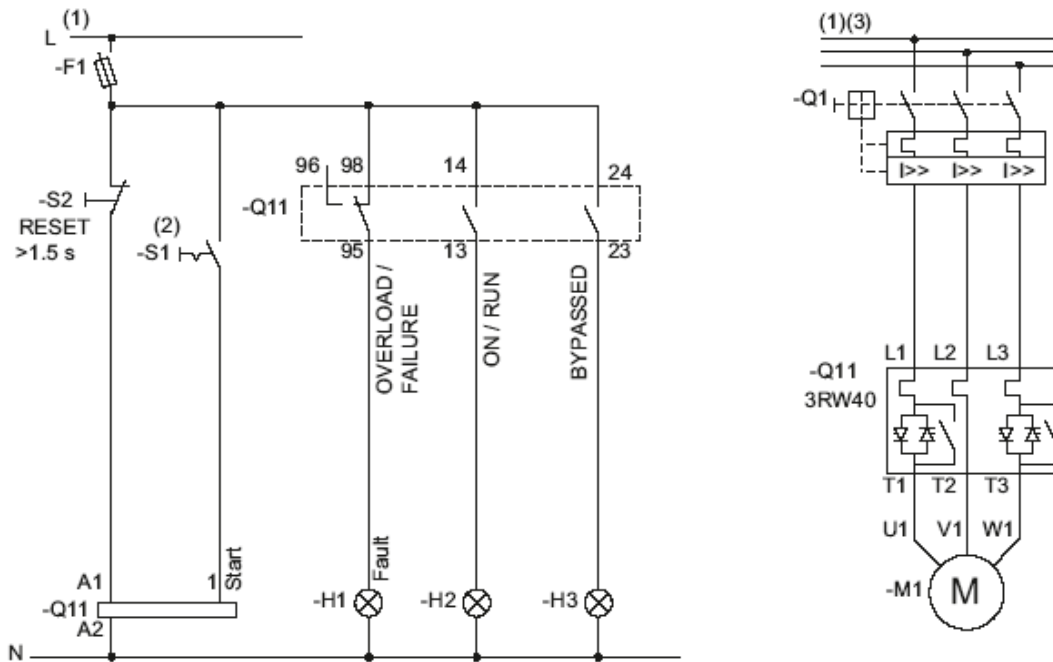


Figure 15-6 Wiring of the 3RW40 2 to 3RW40 4 control circuit and the 3RW40 2 to 3RW40 7 main circuit

3.3.2. Điều khiển chế độ tự động

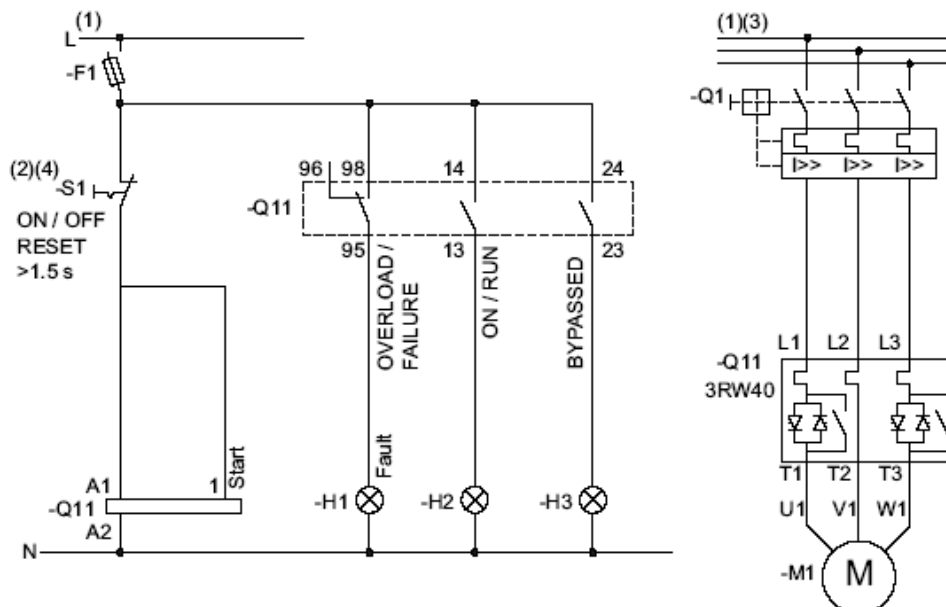


Figure 15-9 Wiring of the 3RW40 2 to 3RW40 4 control circuit and the 3RW40 2 to 3RW40 7 main circuit

3.3.3. Điều khiển bởi PLC

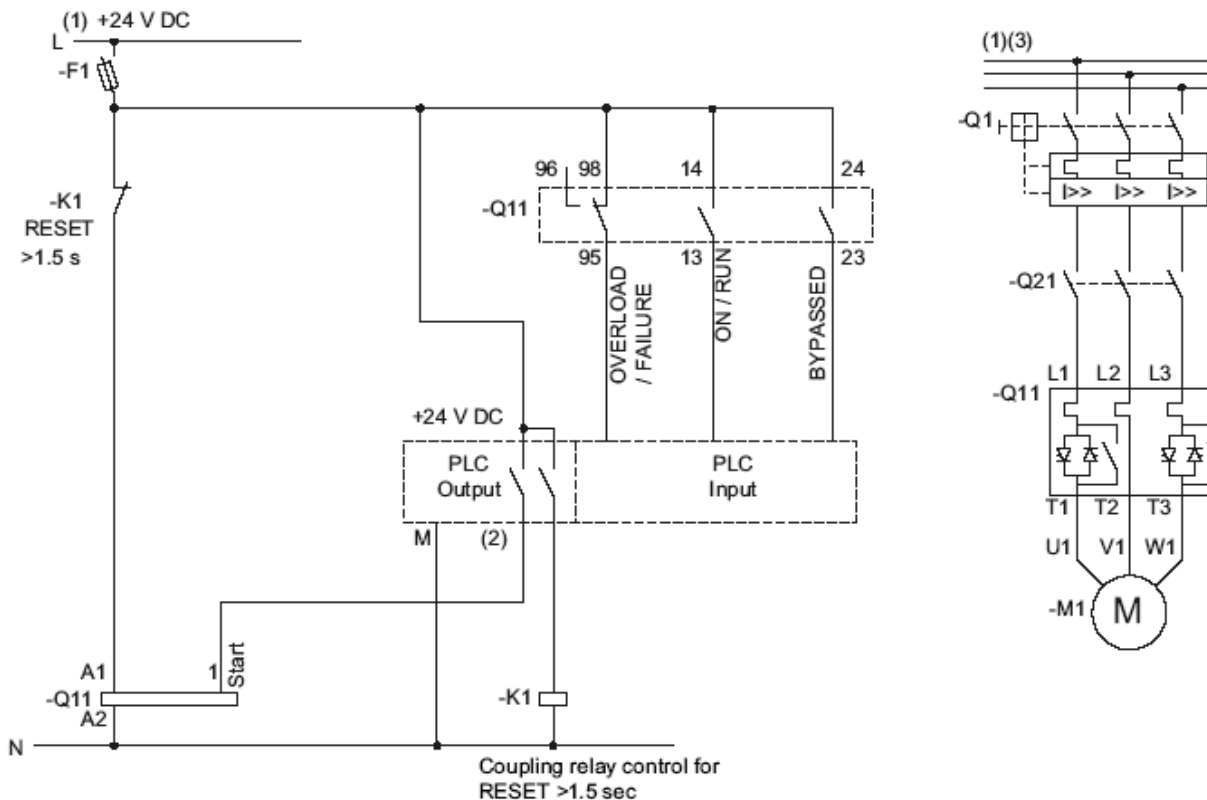


Figure 15-12 Wiring of the 3RW40 2 to 3RW40 4 control circuit (with 24 V control voltage) and the 3RW40 2 to 3RW40 7 main circuit

3.3.4. Điều khiển với Contactor

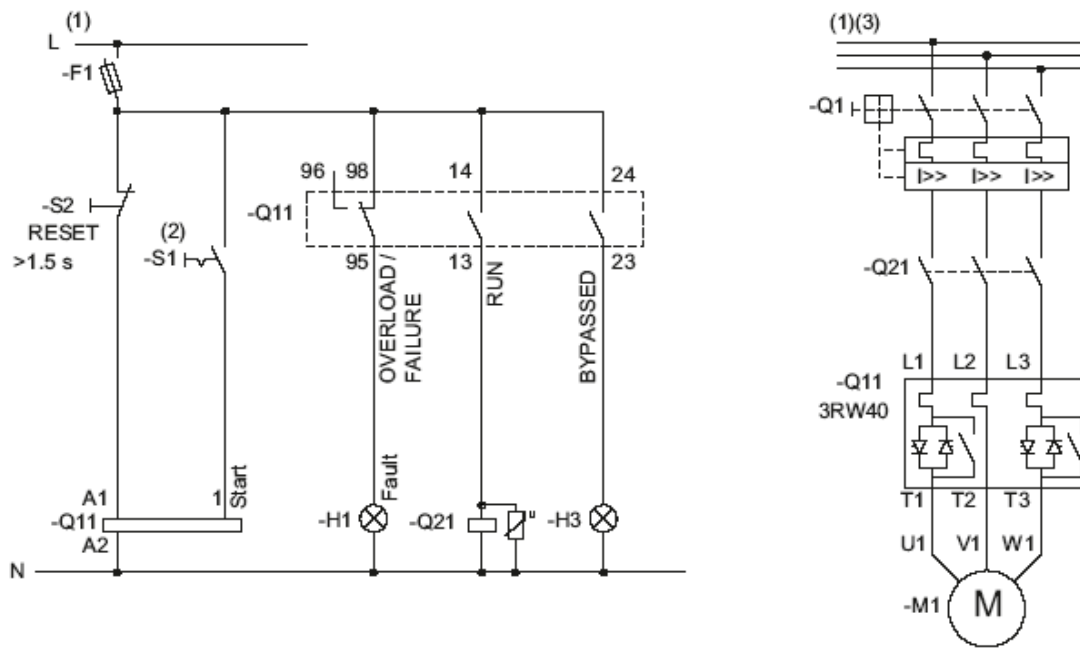


Figure 15-15 Wiring of the 3RW40 2 to 3RW40 4 control circuit and the 3RW40 2 to 3RW40 7 main circuit

3.3.5. Điều khiển đảo chiều quay

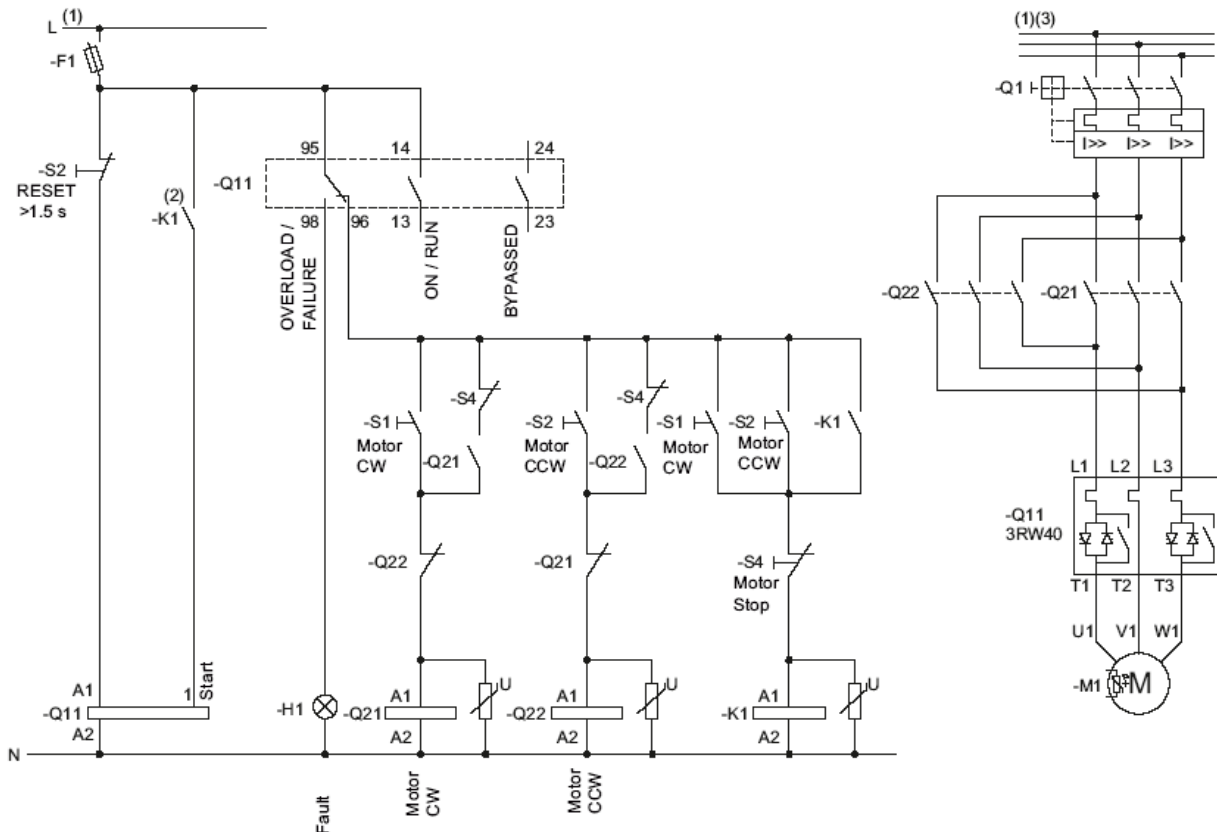


Figure 15-18 Wiring of the 3RW40 2 to 3RW40 5 control circuit and the 3RW40 2 to 3RW40 7 main circuit

3.3.6. Điều khiển có hãm

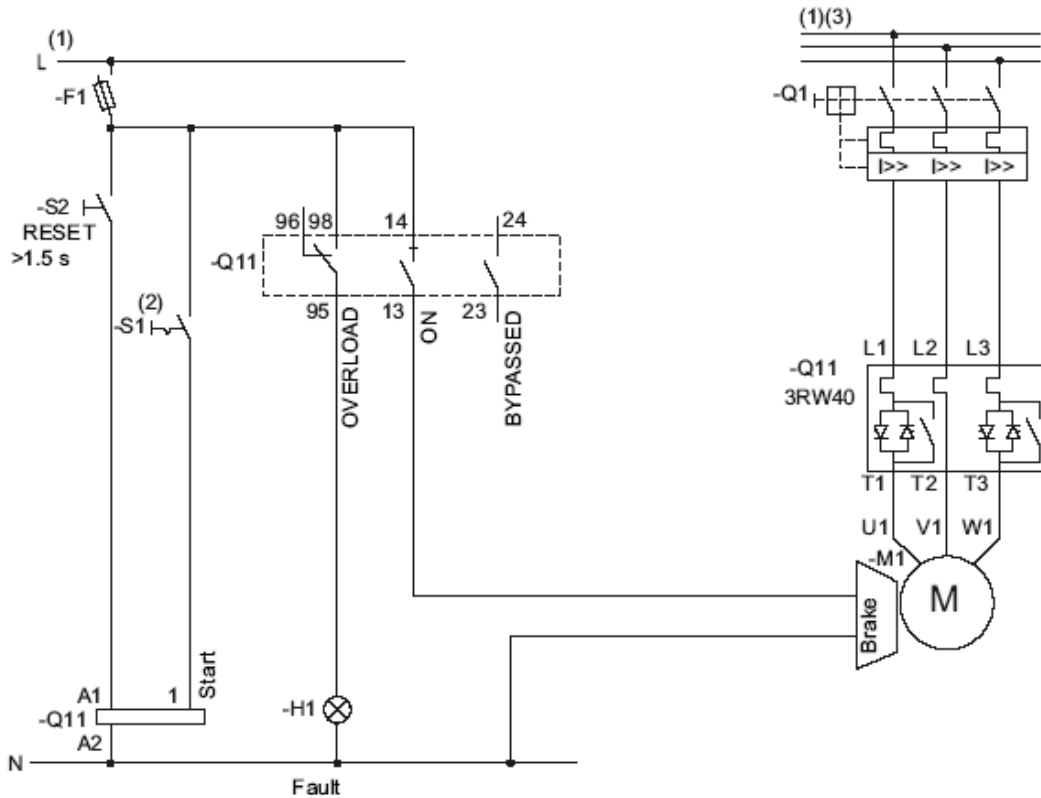


Figure 15-21 Wiring of the 3RW40 2 to 3RW40 4 control / main circuit

3.4. Khảo sát các chức năng

3.4.1. Khởi động mềm

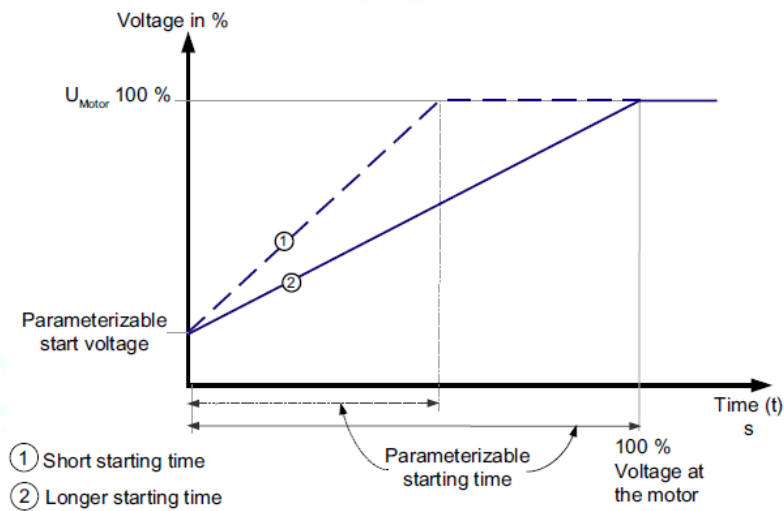


Figure 5-1 Principle of the voltage ramp

- U potentiometer

+ Điện áp bắt đầu được thiết lập với U potentiometer. Giá trị này xác định momen khởi động của động cơ. Điện áp khởi động thấp thì momen khởi động thấp (khởi động mềm) và dòng khởi động thấp.

+ Điện áp bắt đầu phải được lựa chọn để động cơ khởi động êm để nhận được tính năng của bộ khởi động mềm.

- t potentiometer



+ Thời gian tăng xác định thời gian để tăng điện áp động cơ từ điện áp bắt đầu đến điện áp của nguồn cung cấp. Thời gian này ảnh hưởng đến tăng tốc momen của động cơ.

+ Thời gian tăng dài sẽ làm giảm dòng điện khởi động và giảm tăng tốc momen khởi động, khởi động sẽ chậm hơn và êm hơn. Thời gian tăng tốc phải đủ dài để đạt được tốc độ định mức. Nếu thời gian này ngắn thì động cơ sẽ khởi động với dòng rất cao, có thể bằng dòng khởi động trực tiếp.

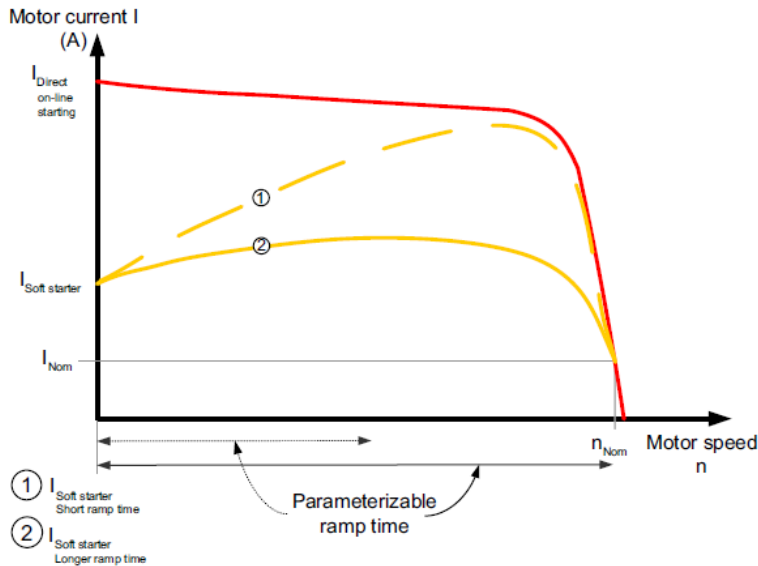


Figure 5-3 Principle of the voltage ramp for the starting current characteristic

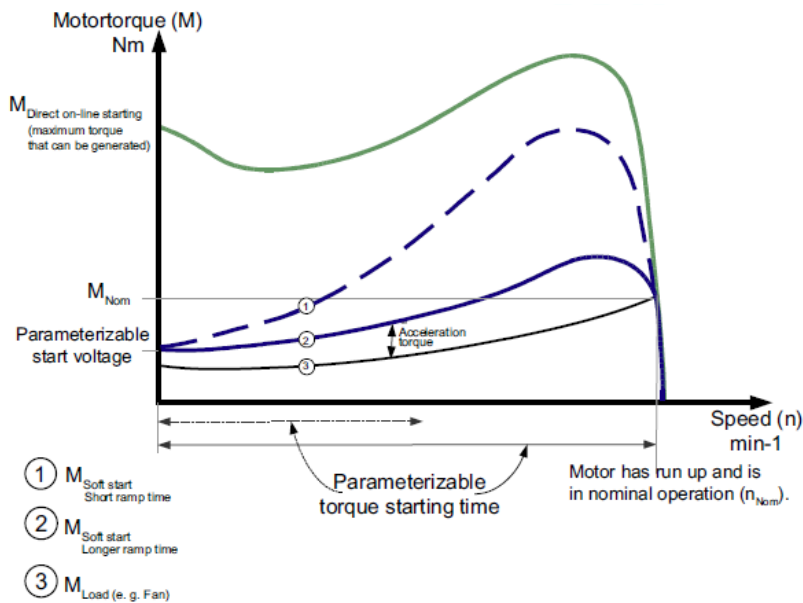
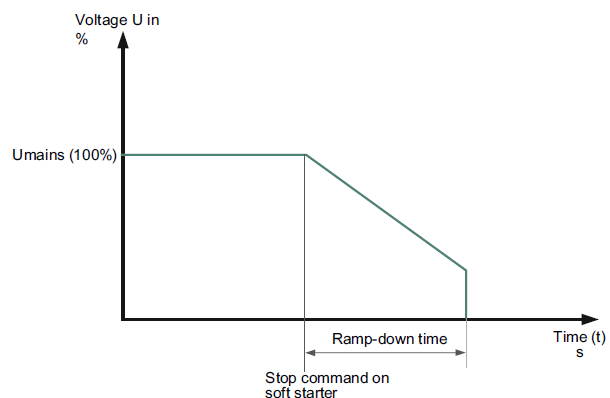
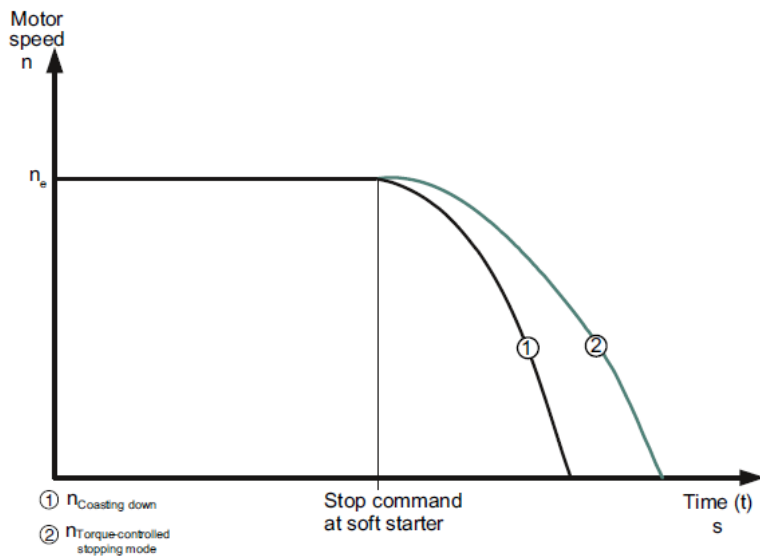


Figure 5-2 Principle of the voltage ramp for the torque characteristic

3.4.2. Dừng mềm

Trong chế độ dừng mềm, tiến trình dừng tự nhiên của tải bị giảm tốc có điều chỉnh. Chức năng này được sử dụng khi tải phải được ngăn ngừa dừng đột ngột. Đây là trường hợp điển hình trong các ứng dụng với quán tính thấp.





T potentiometer: Xác định thời gian nguồn cung cấp vẫn duy trì đến động cơ sau khi lệnh ON được gỡ. Momen của động cơ được tạo giảm dần bởi điện áp cấp vào giảm dần và do đó khi dừng sẽ mượt hơn. Nếu đặt 0, không có độ dốc điện áp giảm khi dừng (dừng không tải).

3.4.3. Giới hạn dòng khởi động.

- I_e potentiometer: Dòng định mức motor phải được thiết lập với I_e . Bảo vệ quá tải động cơ được thiết lập với giá trị này.



- xI_e potentiometer: Giới hạn dòng được thiết lập với xI_e potentiometer đến dòng tối đa. Ví dụ: I_e được thiết lập là 100A, xI_e là 5 thì dòng giới hạn là 500A.

BÀI: 9. BỘ BIẾN TẦN (INVERTER)

Thời gian: 19 giờ

Mục tiêu:

- Giải thích được nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ bằng phương pháp thay đổi tần số.
- Nhận biết được cổng vào, cổng ra ở bộ biến tần. Kết nối mạch động lực cho bộ biến tần.
- Khởi động và thực hiện dừng mềm, đảo chiều quay cho động cơ.

1. Biến tần 3G3JX

1.1. Sơ lược về biến tần của OMRON

1.1.1. Giới thiệu về Biến Tần

Biến Tần là thiết bị dùng để chuyển đổi điện áp hoặc dòng điện xoay chiều ở đầu vào từ một tần số này thành điện áp hoặc dòng điện có một tần số khác ở đầu ra.

Bộ Biến Tần thường được sử dụng để điều khiển vận tốc động cơ xoay chiều theo phương pháp điều khiển tần số, theo đó tần số của lưới nguồn sẽ thay đổi thành tần số biến thiên.

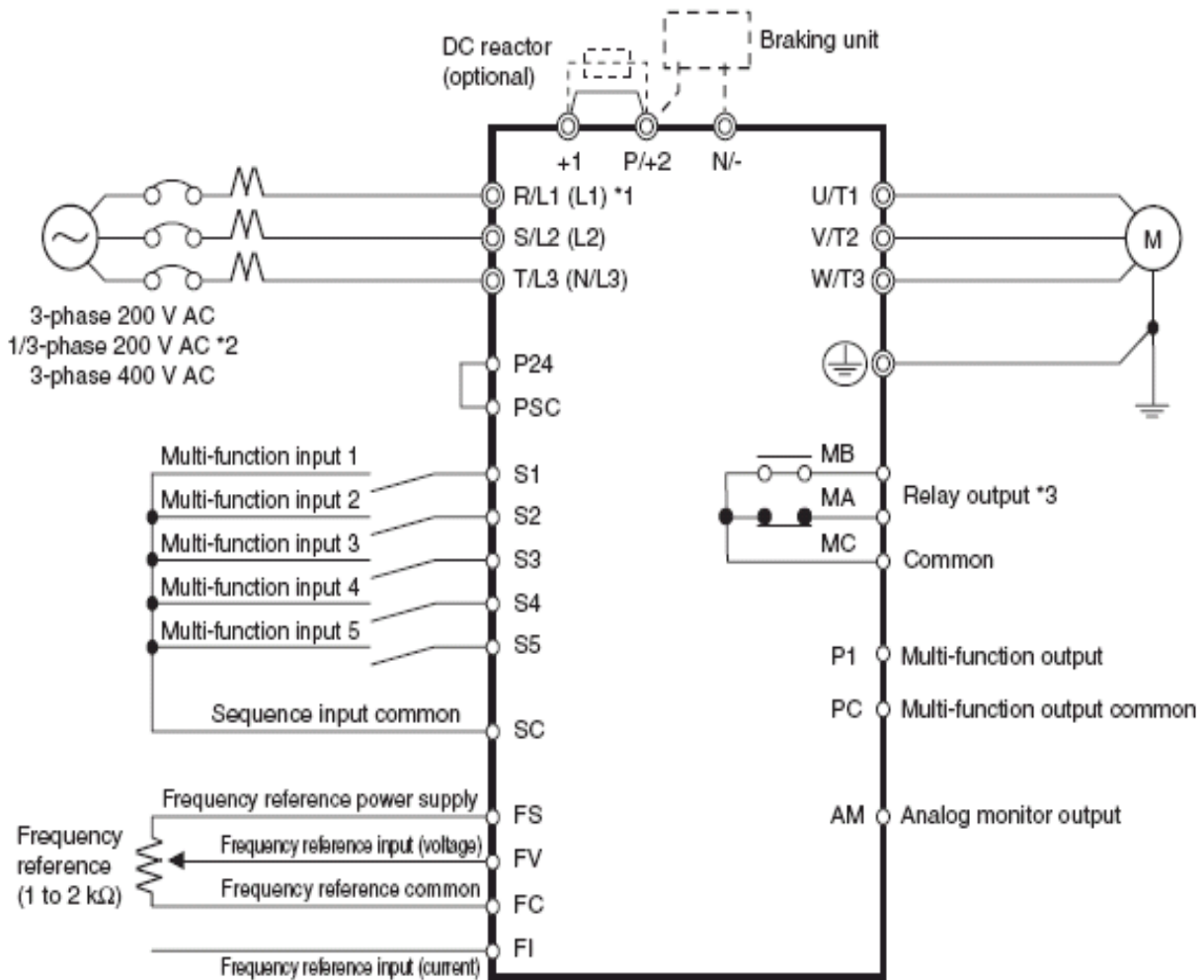
1.1.2. Các họ sản phẩm của Biến Tần



Đặc tính	3G3JX	3G3MX	3G3RX
Công suất	0.2 → 7.5 kW	0.2 → 7.5 kW	5.5 → 400 kW
Cấp điện áp	3 pha 200VAC; 3 pha 400VAC	1 pha 200VAC;	3 pha 200VAC; 3 pha 400VAC
Tần số điều khiển	0.5 → 400 Hz	0.5 → 400 Hz	0.1 → 400 Hz
phân giải tần số	0.1 Hz		
Phương pháp điều khiển	Điều rộng xung sóng sin (Điều khiển V/f)	Điều rộng xung sóng sin (Điều khiển V/f hoặc vector cảm biến)	Điều rộng xung sóng sin (Điều khiển V/f, vectơ cảm biến, hoặc máy phát xung)
Tần số sóng mang	2 → 12 kHz	2 → 14 kHz	2 → 15 kHz
Chức năng bảo vệ	Bảo vệ quá dòng tức thời; bảo vệ quá tải; bảo vệ quá áp; bảo vệ thấp áp; làm mát; bảo vệ nối đất;...		
Cấp bảo vệ	IP20		

1.2. Sơ đồ nối dây của Biến Tần

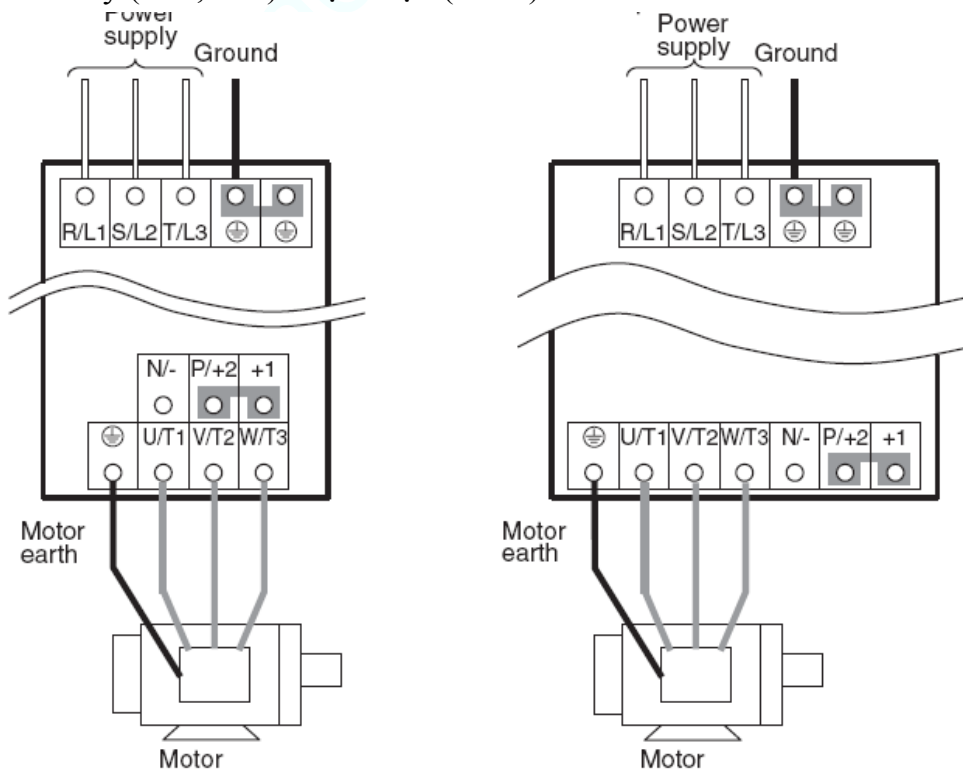
1.2.1. Sơ đồ kết nối tiêu chuẩn



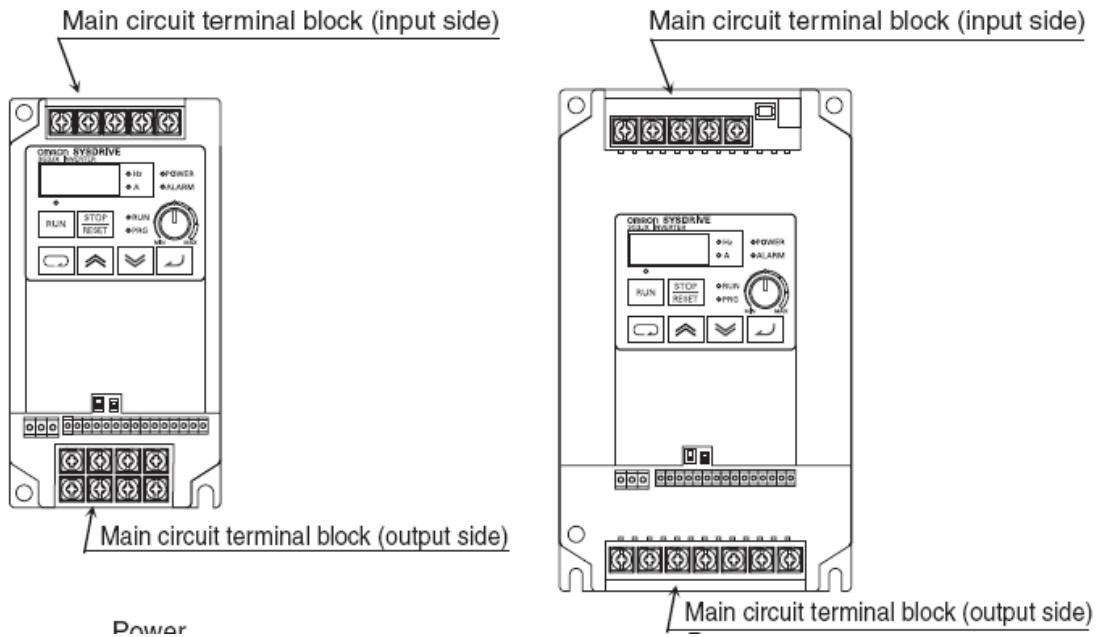
Các chú thích trong ngoặc đơn chỉ các đầu kí hiệu cho 3G3JX-AE__.

Kết nối một pha đầu vào 200VAC đến đầu cực L1 và N/L3.

Theo mặc định, MA được đặt là tiếp điểm thường đóng và MB là tiếp điểm thường mở trong ngõ ra của relay (MA, MB) được chọn (C036).



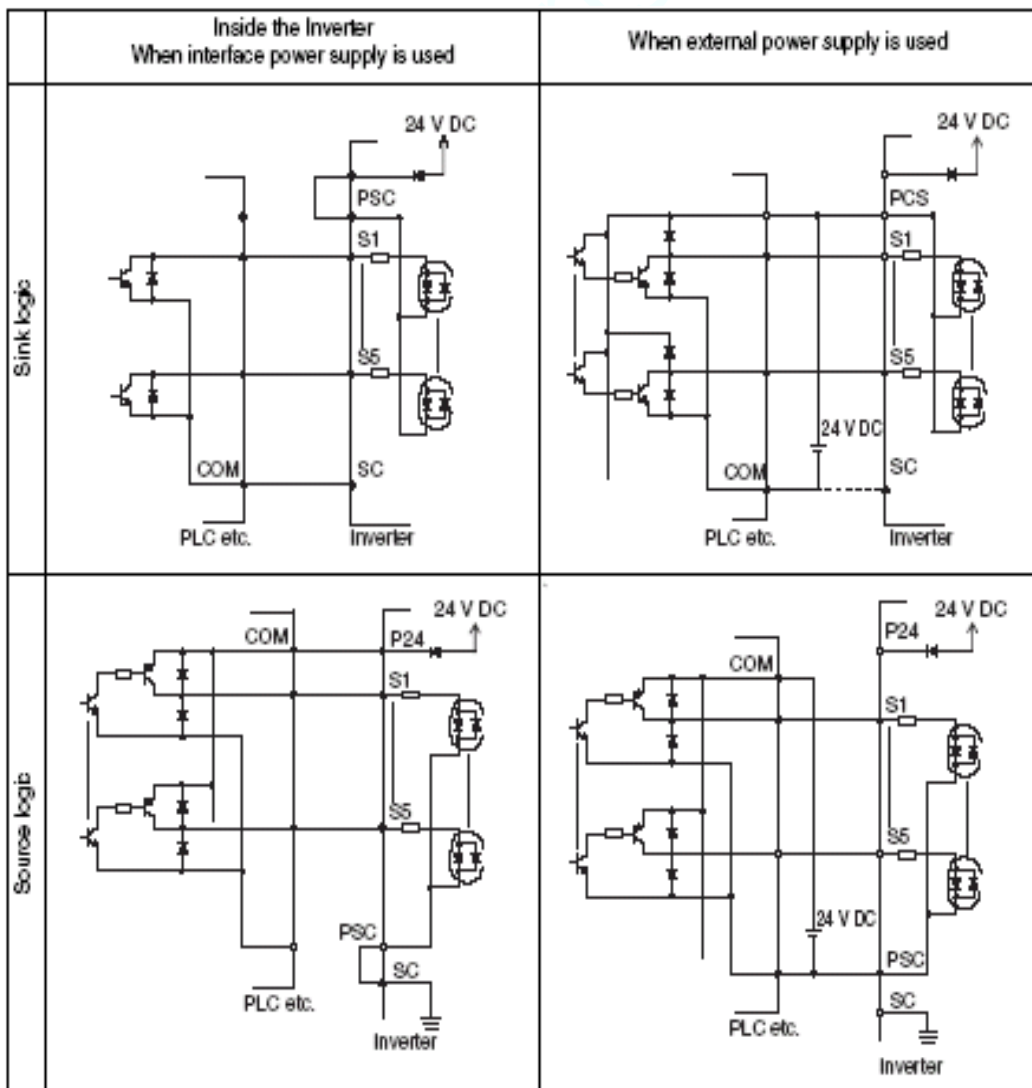
1.2.2. Nối dây cung cấp cho nguồn và động cơ



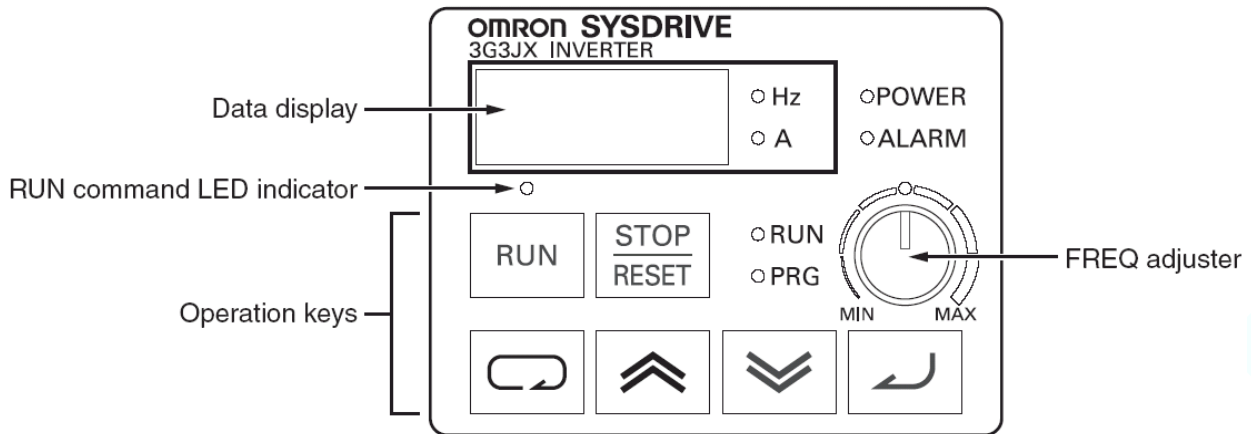
Không được nối nguồn cung cấp khác tới R/L1, S/L2, hoặc T/L3.








Không được di chuyển thành ngắn mạch giữa P/+2 và +1, ngoại trừ khi có một nguồn DC tùy ý được nối vào.

1.2.3. Sơ đồ đấu dây Biến Tần




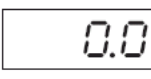


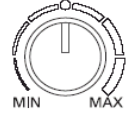

1.3. Bảng điều khiển



	Tên	Mô tả
○POWER	Led chỉ thị nguồn	Sáng lên khi cung cấp nguồn đến mạch điều khiển.
○ALARM	Led chỉ thị chuông báo động	Sáng lên khi biến tần có lỗi sự cố.
○RUN	Led chỉ thị khi RUN	Sáng lên khi biến tần đang chạy.
○PRG	Led chỉ thị PROGRAM	Sáng lên khi đặt giá trị cho mỗi chức năng và chỉ cho biết dữ liệu hiển thị. Nhấp nháy trong lúc cảnh báo (khi đặt giá trị không đúng).
	Hiển thị dữ liệu	Hiển thị dữ liệu liên quan, như tần số chuẩn, ngõ ra dòng điện và đặt giá trị.
○ Hz ○ A	Led hiển thị dữ liệu	Sáng lên để chỉ cho biết dữ liệu hiển thị. Hz: tần số A: dòng điện
	Led chỉ thị Volume	Sáng lên khi đặt nguồn tần số chuẩn đến điều chỉnh FREQ.
	Điều chỉnh FREQ	Đặt tần số. Chỉ có hiệu lực khi đặt nguồn tần số đến điều chỉnh FREQ, (kiểm tra led Volume chỉ cho biết nó sáng lên)
	Led chỉ thị lệnh RUN	Sáng lên khi lệnh Run được đặt điều khiển số. (phím Run trên điều khiển số thì luôn sẵn có để điều khiển)
	Phím RUN	Biến tần khởi động. Chỉ sẵn có khi chọn điều khiển số (kiểm tra lệnh Run thì led sáng lên)
	Phím STOP/RESET	Giảm tốc độ và dừng biến tần. Chức năng này giống như phím Reset nếu biến tần có lỗi sự cố.
	Phím Mode	Chuyển giữa: chế độ giám sát (d---), loại chức năng cơ bản (F---) và chức năng mở rộng (A---, b---, C---, H---)
	Phím Enter	Enter đặt giá trị (để thay đổi giá trị đặt, và chắc chắn chúng ta nhấn phím Enter)
	Phím tăng	Thay đổi cách thức, chẳng hạn như tăng giá trị của mỗi chức năng.
	Phím giảm	Thay đổi cách thức, chẳng hạn như giảm giá trị của mỗi chức năng.

1.4. Cài đặt các thông số của Biến Tần

1.4.1. Cài đặt chiều quay thuận/nghịch trên bàn phím

Dãy phím	Mẫu hiển thị	Mô tả
		Nhấn và giữ phím Mode khoảng 3s hoặc hơn đến khi hiển thị “d001”, và sau đó nhấn lại (kiểm tra tần số chuẩn)
		Nhấn phím RUN điều khiển LED hiển thị sáng
		Vặn núm điều chỉnh tần số từ từ. Kiểm tra giá trị hiển thị của tần số chuẩn Động cơ bắt đầu quay thuận phù hợp với tần số mẫu.

Bằng cách điều chỉnh tần số và đảm bảo chắc chắn không có sự rung động và âm thanh không bình thường từ động cơ.

Đảm bảo chắc chắn rằng không có lỗi và sự cố trong suốt quá trình Biến Tần hoạt động.

Chuyển vị trí giữa Forward và Reverse để đảo chiều quay động cơ được chọn trong F004.

Sau khi chạy không tải, muốn dừng động cơ thì ta nhấn phím STOP/RESET.

Sau khi kiểm tra quá trình hoạt động không tải của động cơ, kết nối với một tải thật sự.

Trước khi mở tín hiệu điều khiển ta kiểm tra núm điều chỉnh tần số sao cho nằm ở vị trí “Min”.

Bởi vì lỗi có thể xảy ra trong suốt quá trình hoạt động, do đó phải đảm bảo chắc chắn rằng phím STOP/RESET sẽ dễ dàng nhận thấy và sử dụng cho người vận hành.

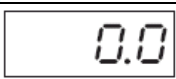

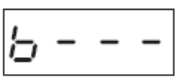

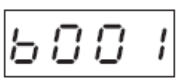

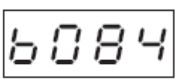

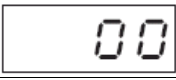




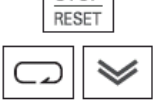
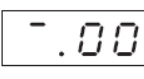
Dùng tín hiệu số để điều khiển Biến Tần hoạt động ở chế độ có tải giống như ở chế độ không tải.

1.4.2. Cài đặt các tham số cơ bản

a. Thông số ban đầu

Các thông số ban đầu được dùng với nhiệm vụ theo sau

Để khởi tạo thông số, ta đặt thông số b084 với giá trị “02”.

Dãy phím	Mẫu hiển thị	Mô tả
		Bật nguồn
		Nhấn phím Mode một lần và sau đó nhấn phím giảm 3 lần đến khi hiển thị “b---“
		Nhấn phím Mode cho “b001” hiển thị.
		Sử dụng phím tăng hoặc giảm đến khi hiển thị “b084”
		Nhấn phím Mode và đặt giá trị hiển thị trong “b084”.
		Dùng phím tăng hoặc giảm để hiển thị “02”.
		Nhấn phím Enter, giá trị đặt được nhấn Enter và “b084” hiển thị.
		Nhấn phím STOP/RESET trong khi giữ đồng thời phím Mode và phím giảm. Khi đèn hiển thị nhấp nháy thì nhấn phím STOP/RESET ra đầu tiên, sau đó đến phím Mode và phím giảm.

(In 1 s)		Hiện thị phần khởi tạo.
		Số tham số sẽ được hiển thị trở lại trong vòng khoảng 1s.

b. Cài đặt công suất cho động cơ và số cực của động cơ chọn

Tham số	Bộ đếm	Tên	Mô tả	Phạm vi cài đặt	Đơn vị	Mặc định	Gián đoạn khi chạy.
H003	1165h	Chọn công suất động cơ	Kết nối động cơ với Biến Tần	200V loại 0.2/0.4/0.75/1.5 /2.2/3.7/5.5/7.5 400V loại 0.4/0.75/1.5/2.2 /3.7/5.5/7.5	kW	Thay đổi công suất	Không
H004	1166h	Chọn số cực động cơ	Kết nối động cơ với Biến Tần	2/4/6/8	Cực	4	Không

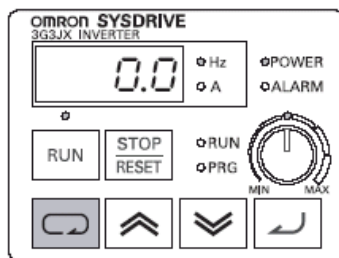
Dãy phím	Mẫu hiển thị	Mô tả
		Nhấn phím Mode hai lần đến khi hiển thị chọn Mode
		Dùng phím tăng hoặc giảm đến khi hiển thị “H---“.
		Nhấn phím Mode, hiển thị “H003”
		Nhấn phím Mode. Đặt giá trị hiển thị trong “H003”
		Dùng phím tăng hoặc giảm để đặt mức công suất động cơ
		Nhấn phím Enter. Đặt giá trị và Enter.
(In approx. 1 s)		Số tham số xuất hiện lại.

c. Hiện thị chế độ giám sát, loại chức năng cơ bản và các chức năng mở rộng

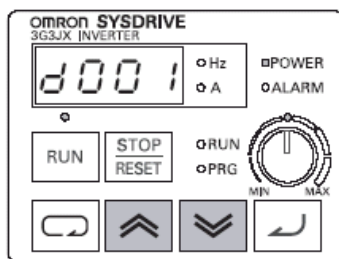
Power On



b1. Hiển thị dữ liệu giám sát (mặc định là "0.0")



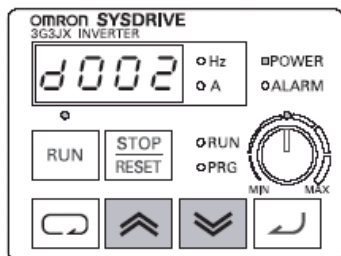
b2. Hiển thị mã chế độ giám sát là "d001"



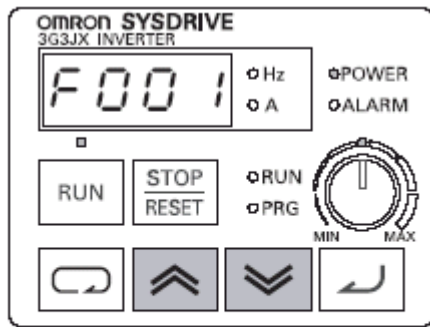
Nhấn phím Mode một lần để trở về mã chế độ giám sát để hiển thị giám sát.



Hiện thị "d002"

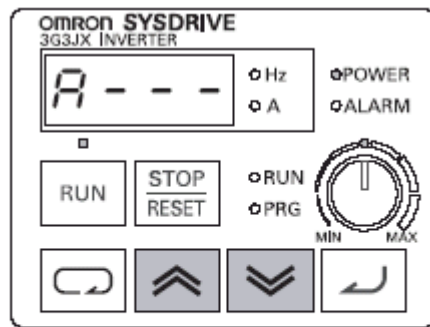


b3. Hiển thị loại mã chức năng cơ bản “F001”



Press    Press 
(4 times) (4 times)

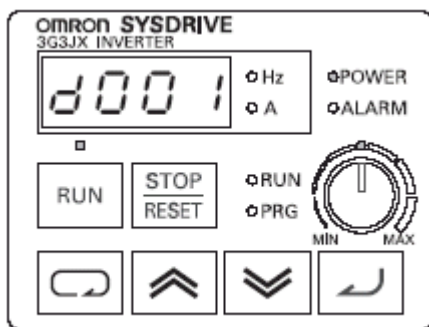
b4. Hiển thị loại chức năng mở rộng “A---“



Press    Press 
(4 times) (4 times)

Hiện thị loại chức năng mở rộng của A ↔ b ↔ C ↔ H

b5. Hiển thị mã chức năng giám sát “d001”



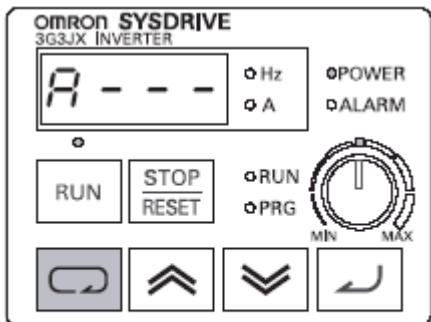
Quay trở về bước 2.

d. Cài đặt chức năng

Chuyển phương pháp điều khiển RUN (điều khiển số sang điều khiển bằng hộp đấu dây)

Để chuyển phương pháp điều khiển RUN từ điều khiển số (mặc định của hãng) sang hộp đấu dây, chúng ta cần thay đổi tần số mẫu chọn trong (A001) từ điều khiển số (02) đến đầu dây (01).

b1. Hiển thị loại chức năng mở rộng “A---“

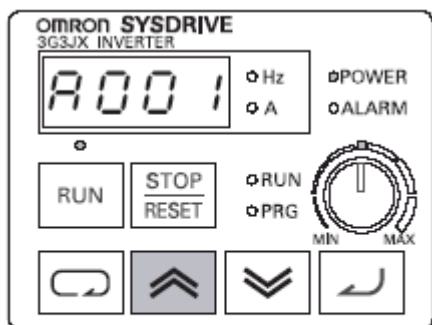


Để hiển thị “A---“ ta theo phương pháp mô tả trong mục 6.2.2.3.

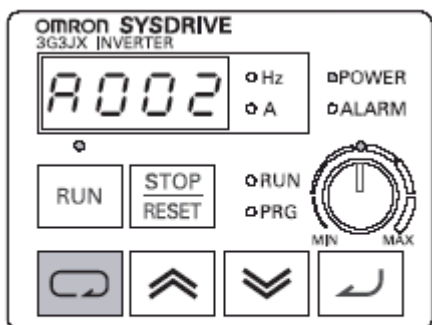
Mặc định, lệnh RUN thì đèn LED hiển thị sẽ sáng lên như lệnh RUN chọn để đặt tín hiệu điều khiển số



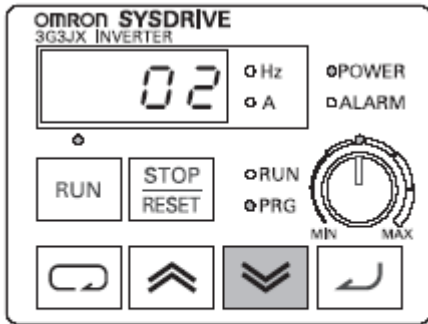
b2. Hiển thị mã chức năng mở rộng “A001”



Hiển thị “A002”



b3. Hiện thị loại chức năng được cài đặt (cài đặt trong “A002”)

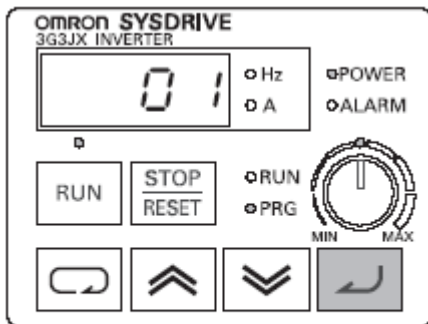


Mặc định thì hiện thị điều khiển số “02” được chọn trong lệnh RUN (A002).

Chương trình hiện thị LED sáng lên trong khi hiện thị cài đặt chức năng mở rộng.



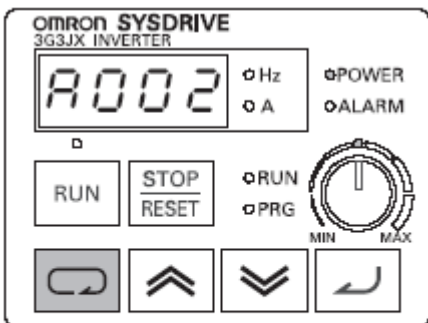
Thay đổi cài đặt “A002”



Thay đổi lệnh RUN đến đầu cực “01”.



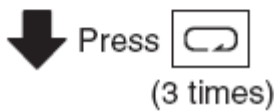
b4. Hiện thị loại mã chức năng “A002”.



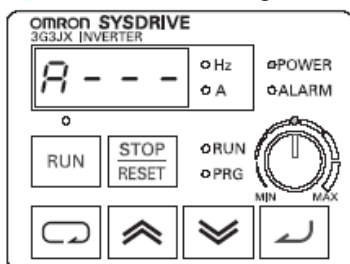
Nhấn phím Enter để ấn định việc thay đổi cài đặt.

Chọn lệnh Run thì thay đổi đến đầu cực, và lệnh Run sẽ làm cho đèn hiển thị Led tắt.

Bây giờ bạn có thể thay đổi đến loại chức năng mở rộng khác.



b5. Hiện thị loại chức năng mở rộng “A---”.



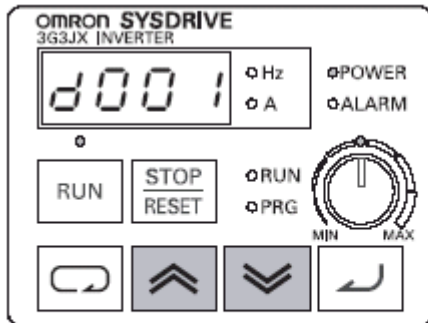
Bây giờ chúng ta có thể di chuyển đến loại chức năng mở rộng, chế độ giám sát và chức năng cơ bản khác.

e. Cài đặt loại chức năng

Chúng ta có thể Enter loại mã chế độ giám sát, chức năng cơ bản, và chiều chức năng mở rộng, nó tốt như là phương pháp vòng tròn.

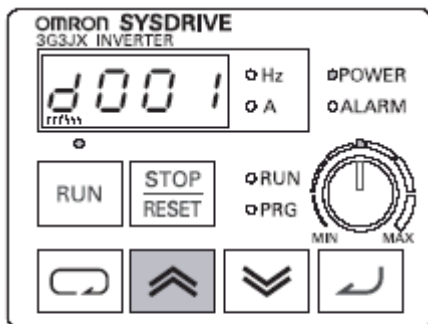
Dưới đây là một thí dụ mà mã d001 của chế độ giám sát thay đổi đến chức năng mở rộng A029.

b1. Hiện thị mã chế độ giám sát “d001”.




↓ Press  and  simultaneously

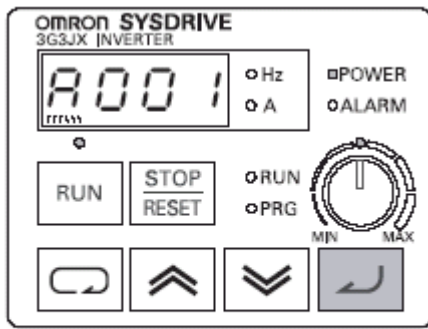
b2. Thay đổi loại chức năng.



Chúng ta có thể thay đổi 4 hàng số khi “d” nhấp nháy.

↓ Press  (2 times)

Hiện thị “A001”

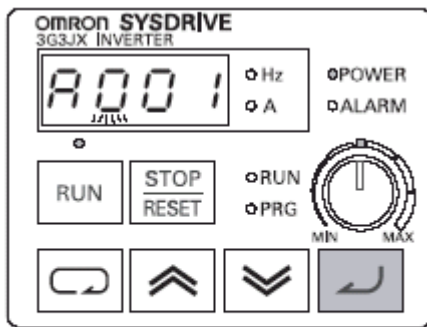


“A” nhấp nháy.

Nhấn phím Enter để ấn định số nhấp nháy.



b3. Thay đổi số chức năng thứ 3.



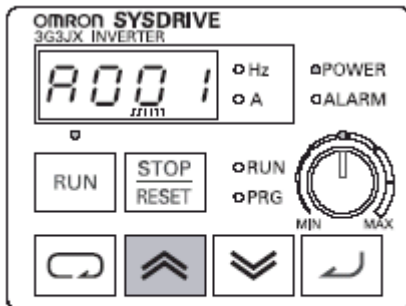
Số “0” thứ 3 nhấp nháy.

Nhấn phím Enter để ấn định số “0” nếu như chúng ta không cần thay đổi nó.

Nhấn phím Mode đến khi “A” nhấp nháy.

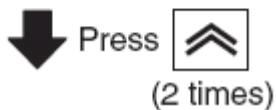


b4. Thay đổi số chức năng thứ 2

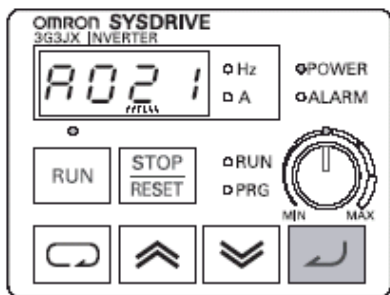


Số “0” thứ 2 nhấp nháy.

Nhấn phím Mode đến khi số “0” thứ 3 nhấp nháy lại



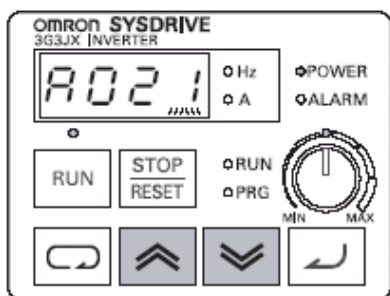
Hiện thị “A021”



Số “2” cột thứ 2 nhấp nháy.



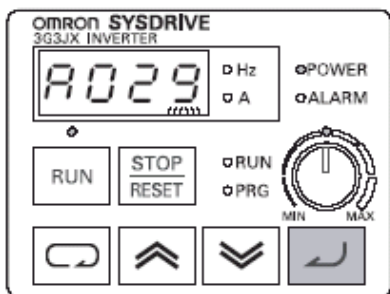
b5. Thay đổi số chức năng thứ 1



Số “1” của cột thứ nhất nhấp nháy.
Nhấn phím Mode đến khi số thứ hai “0” bắt đầu nhấp nháy lại.



Hiện thị “A029”.

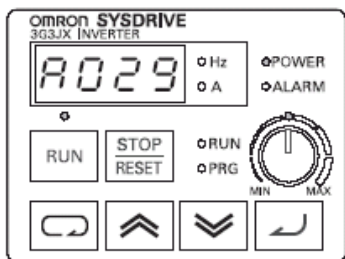


Số “9” cột thứ 1 nhấp nháy.



Enter số “9”.

b6. Hoàn tất việc chọn chức năng



Nhấn phím Mode để thay đổi dữ liệu cho “A029”.

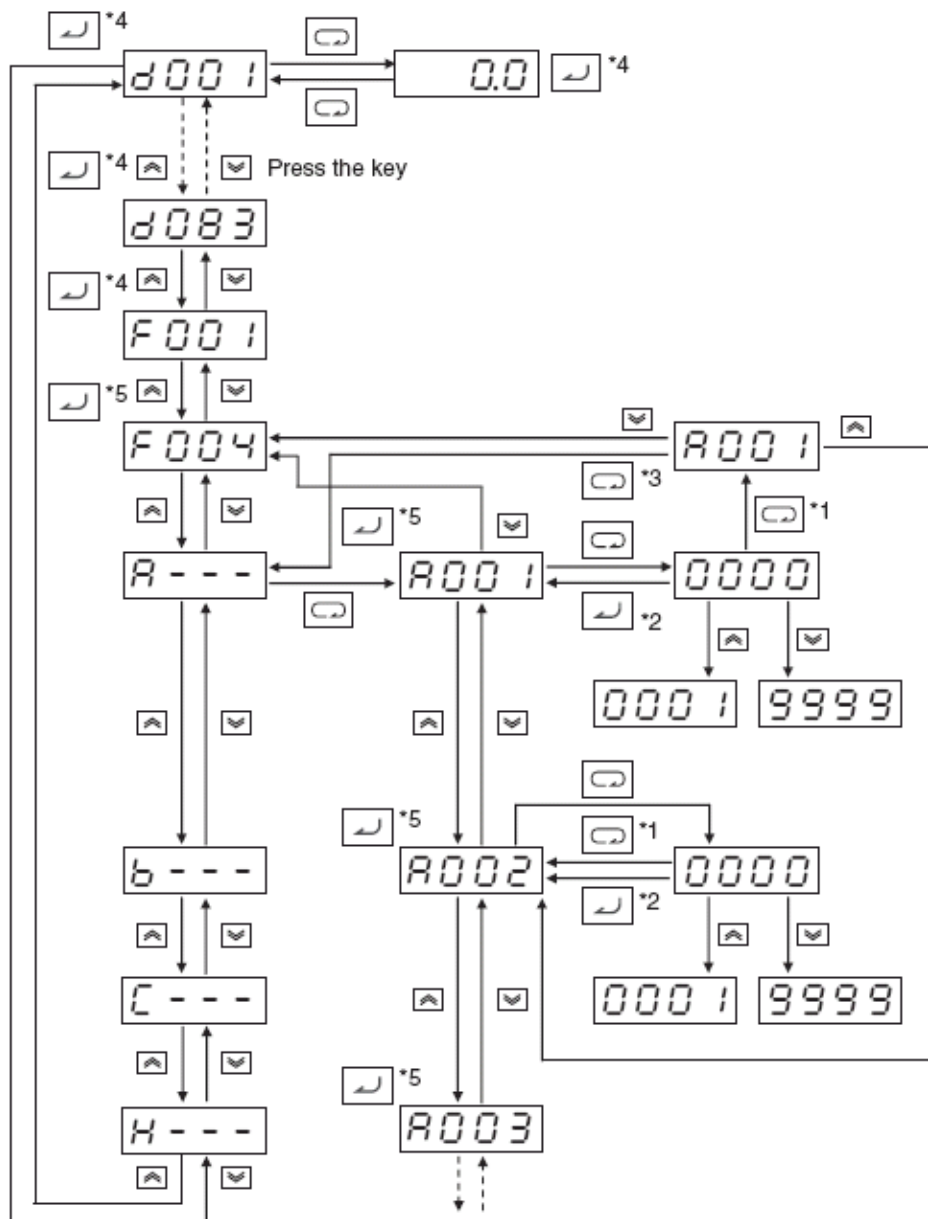
Hoàn tất việc chọn lựa “A029”.

(Thông tin phụ)

Nếu bạn Enter một tham số thì nó không chứa trong danh sách tham số, sẽ quay trở lại hiển thị tham số trước đây.

Nhấn Enter để dịch chuyển số sang phải, nhấn phím Mode để dịch chuyển sang trái.

f. chuyển đổi tham số



Dữ liệu không lưu trữ nếu nhấn phím Mode.

Nhấn phím Enter để lưu trữ dữ liệu.

Khi chúng ta nhấn phím Mode sau khi chúng ta trở về thông số hiển thị nó không lưu trữ dữ liệu trong loại chức năng mở rộng, kiểu chức năng này được lựa chọn.

Khi chúng ta nhấn phím Enter với d--- hay F001 hiển thị, dữ liệu được giám sát và lưu trữ và xuất hiện khi nguồn bật ON.

Khi chúng ta nhấn phím Enter, con số đầu tiên của mỗi thông số cài đặt được lưu trữ và hiển thị khi nguồn bật ON (ví dụ F002, A---, ...)

Để hiển thị một giám sát đặc biệt khi nguồn bật lên, nhấn phím Enter để hiển thị giám sát đó. Nếu một thông số của loại chức năng mở rộng thì được lưu trữ sau khi chúng ta nhấn phím Enter, tuy nhiên kiểu (A---, b---, C---, d---, H---) xuất hiện tại lúc bật nguồn kế tiếp. Để

ngăn chặn điều này, luôn nhấn phím Enter lại với yêu cầu hiển thị giám sát sau khi lưu trữ một thông số.

1.4.3. Các tham số cơ bản

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
Cài đặt cơ bản	A001	Chọn tần số chuẩn	00: Điều khiển số (điều chỉnh FREQ) 01: Đầu dây	00	-
	A201	Chọn tần số chuẩn thứ 2	02: Điều khiển số (F001) 03: Truyền thông 10: Kết quả điều khiển tần số.	00	-
	A002	Chọn lệnh RUN	01: Đầu dây	02	-
	A202	Chọn lệnh RUN thứ 2	02: Điều khiển số 03: Truyền thông	02	-
	A003	Tần số cơ bản	30. đến tần số Max [A004]	60.	Hz
	A203	Tần số cơ bản thứ 2	30. đến tần số Max [A204]	60.	
	A004	Tần số Max	30. đến 400.	60.	Hz
	A204	Tần số Max thứ 2		60.	

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
Thuộc tính, tăng moment quay	A041	Chọn tăng moment quay	00: Chỉ tăng moment quay bằng tay	00	-
	A241	Chọn tăng moment quay thứ 2	01: Tăng moment quay tự động	00	
	A042	Tăng điện áp moment quay bằng tay	0.0 đến 20.0	5.0	%
	A242	Tăng điện áp moment quay bằng tay thứ 2		0.0	
	A043	Tăng tần số moment quay bằng tay	0.0 đến 50.0	2.5	%
	A243	Tăng tần số moment quay bằng tay thứ 2		0.0	
	A044	Chọn thuộc tính V/f	00: Thuộc tính moment quay không đổi (VC) 01: Giảm thuộc tính moment quay (nguồn 1.7 VP) 02: Đặc biệt giảm thuộc tính moment quay (VP đặc biệt)	00	-
	A244	Chọn thuộc tính V/f thứ 2	00		
	A045	Khuếch đại điện áp ngõ ra	20. đến 100.	100.	%
A245	Khuếch đại điện áp ngõ ra thứ 2	100.			
Hãm tín hiệu DC	A051	Chọn hãm tín hiệu DC	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng 02: Điều khiển tần số (đặt giá trị)	00	-
	A052	Tần số hãm tín hiệu DC	0.0 đến 60.0	0.5	Hz
	A053	Thời gian trì hoãn hãm tín hiệu DC	0.0 đến 5.0	0.0	s
	A054	Nguồn hãm tín hiệu DC	0. đến 100.	50	%
	A055	Thời gian hãm tín hiệu DC	0.0 đến 60.0	0.5	
	A056	Chọn phương pháp hãm tín hiệu DC	00: Điều khiển biên 01: Điều khiển mức	01	-

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
tính, tăng moment	A061	Giới hạn tần số trên	0.0/ giới hạn tần số thấp đến tần số Max	0.0	Hz
	A261	Giới hạn tần số trên thứ 2	0.0/ giới hạn tần số thấp đến tần số Max thứ 2	0.0	

	A062	Giới hạn tần số dưới	0.0/ tần số bắt đầu đến giới hạn tần số trên	0.0	Hz
	A262	Giới hạn tần số trên thứ 2	0.0/ tần số bắt đầu đến giới hạn tần số trên thứ 2	0.0	
	A063	Nhảy tần 1	Tần số nhảy: 0.0 đến 400.0 Độ rộng tần số nhảy: 0.0 đến 10.0	0.0	Hz
	A064	Độ rộng nhảy tần số 1		0.5	
	A065	Nhảy tần 2		0.0	
	A066	Độ rộng nhảy tần 2		0.5	
	A067	Nhảy tần 3		0.0	
	A068	Độ rộng nhảy tần 3		0.5	
Điều khiển PID	A071	Lựa chọn PID	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng	00	-
	A072	Khuếch đại P PID	0.2 đến 5.0	1.0	-
	A073	Khuếch đại I PID	0.0 đến 150.0	1.0	s
	A074	Khuếch đại D PID	0.00 đến 100.0	0.0	s
	A075	Tỉ lệ PID	0.01 đến 99.99	1.00	t
	A076	Chọn tín hiệu hồi tiếp PID	00: FI 01: FV 02: Truyền thông RS485 10: Điều khiển chức năng ngõ ra	00	-
	A077	Đảo chức năng PID	00: OFF (độ lệch = giá trị chỉ tiêu – giá trị hồi tiếp) 01: ON (độ lệch = giá trị hồi tiếp - giá trị chỉ tiêu)	00	-
	A078	Giới hạn chức năng ngõ ra PID	0.00 đến 100.0	0.0	%
AVR (sự nhận biết khối tự động)	A081	Chọn AVR	00: luôn luôn ON 01: luôn luôn OFF 02: OFF suốt thời gian giảm tốc	02	-
	A082	Chọn điện áp AVR	Loại 200V: 200/215/220/230/240 Loại 400V: 380/400/415/440/460/480	200/4 00	V

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
Kiểu chạy, chức năng tăng/giảm tốc độ	A085	Chọn kiểu RUN	00: Điều khiển thông thường 01: Điều khiển tiết kiệm điện	00	-
	A086	Đặc trưng lưu trữ điện/điều khiển chính xác	0 đến 100	50	%
	A092	2 thời gian tăng tốc	0.01 đến 99.99	15.00	s
	A292	2 thời gian tăng tốc thứ 2	100.0 đến 999.9 1000. đến 3000.		
	A093	2 thời gian giảm tốc	0.01 đến 99.99	15.00	s
	A293	2 thời gian giảm tốc thứ 2	100.0 đến 999.9 1000. đến 3000.		
	A094	Chọn 2 bước tăng/giảm tốc độ	00: chuyển qua ngõ vào đa chức năng 09 (2CH)	00	
	A294	Chọn 2 bước tăng/giảm tốc độ thứ 2	01: chuyển qua cài đặt		
	A095	2 bước tần số tăng tốc	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	A295	2 bước tần số tăng tốc thứ 2		0.0	
	A096	2 bước tần số giảm tốc	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	A296	2 bước tần số giảm tốc thứ 2		0.0	

	A097	Chọn kiểu tăng tốc	00: đường dây 01: hình đường cong S	00	-
	A098	Chọn kiểu giảm tốc	00: đường dây 01: hình đường cong S	00	-

Tham số		Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
Điều chỉnh tần số ngoài	A101	Tần số bắt đầu FI	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	A102	Tần số kết thúc FI	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	A103	Hệ số bắt đầu FI	0. đến 100.	0.	%
	A104	Hệ số kết thúc FI	0. đến 100.	100.	%
	A105	Chọn lựa bắt đầu FI	00: Dừng tần số bắt đầu FI (A101) 01: Bắt đầu 0Hz	01	-
Điều khiển tần số	A141	Cài đặt điều khiển tần số ngõ vào A	00: Điều khiển số (F001) 01: Điều khiển số (điều chỉnh FREQ) 02: Ngõ vào FV	01	-
	A142	Cài đặt điều khiển tần số ngõ vào B	03: Ngõ vào FI 04: Truyền thông RS485	02	-
	A143	Chọn loại điều khiển	00: Cộng (A + B) 01: Trừ (A - B) 02: Nhân (A × B)	00	-
Điều chỉnh tần số	A145	Số lượng cộng tần số	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	A146	Chiều cộng tần số	00: Cộng giá trị A145 đến tần số ngõ ra 01: Trừ giá trị A145 từ tần số ngõ ra	00	-
Điều chỉnh VR	A151	Tần số bắt đầu VR	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	A152	Tần số kết thúc VR	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	A153	Hệ số bắt đầu VR	0. đến 100.	0.	%
	A154	Hệ số kết thúc VR	0. đến 100.	100.	%
	A155	Chọn VR bắt đầu	00: Dừng tần số bắt đầu (A151) 01: Bắt đầu 0Hz	01	-

Tham số		Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
Khởi động lại trong lúc ngắt điện tức thời	b001	Chọn thử lại	00: Chuông báo động 01: Bắt đầu 0Hz 02: Bắt đầu tần số phù hợp 03: Ngắt sau khi ngừng giảm tần số phù hợp.	00	-
	b002	Thời gian ngắt điện tức thời cho phép	0.3 đến 25.0	1.0	s
	b003	Thời gian chờ thử lại	0.3 đến 100.0	1.0	s
	b004	Chọn dừng khi ngắt điện tức thời hay trong lúc ngắt thấp áp	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng	00	-
	b005	Chọn thời gian thử lại ngắt điện tức thời	00: 16 lần 01: Không giới hạn	00	-
	b011	Tần số bắt đầu tại tần số khởi động lại	00: Tần số gián đoạn 01: Tần số Max 02: Đặt tần số	00	-
Nhiệt kế điện	b012	Mức nhiệt kế điện	$0.2 \times I_{dm}$ tới $1.0 \times I_{dm}$	I_{dm}	A
	b212	Mức nhiệt kế điện thứ 2		I_{dm}	
	b013	Chọn thuộc tính nhiệt kế điện	00: Giảm thuộc tính moment quay 1 01: Thuộc tính moment quay không đổi 02: Giảm thuộc tính moment quay 2	00	-
	b213	Chọn thuộc tính nhiệt kế điện thứ 2		00	

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
Chức năng không dừng lúc ngắt nguồn tức thời	b050	Chức năng không dừng lúc ngắt nguồn tức thời	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng (dừng) 02: Có tác dụng (khởi động lại)	00	
	b051	Chức năng không dừng điện áp bắt đầu lúc ngắt nguồn tức thời	0.0 đến 1000.	0.0	V
	b052	Chức năng không dừng mức giảm tốc độ lúc ngắt nguồn tức thời	0.0 đến 1000.	0.0	V
	b053	Chức năng không dừng thời gian giảm tốc lúc ngắt nguồn tức thời	0.01 đến 99.99 100.0 đến 999.9 1000 đến 3000	1.0	S
	b054	Chức năng không dừng bề rộng bắt đầu giảm tốc lúc ngắt nguồn tức thời	0.0 đến 10.0	0.0	Hz
Chức năng khác		Tăng mức độ bảo vệ quá áp trong lúc giảm tốc	0.2 đến 5.0	0.2	-
	b056	Thời gian bảo vệ trọn vẹn trong lúc giảm tốc	0.0 đến 150.0	0.2	S
	b080	Điều chỉnh AM	0. đến 255. (chia sẽ với C086 cho điều chỉnh độ lệch AM)	100	-
	b082	Tần số bắt đầu	0.5 đến 9.9	1.5	Hz
	b083	Tần số mang	2.0 đến 12.0	3.0	kHz
Khởi động	b084	Chọn khởi động	00: Xóa bộ giám sát ngắt 01: Dữ liệu ban đầu 02: Xóa bộ giám sát ngắt và dữ liệu ban đầu	00	-
	b085	Chọn tham số khởi động	00 * không thay đổi	00	-

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
Chức năng khác	b086	Đảo ngược hệ số tần số	0.1 đến 99.9	1.0	-
	b087	Chọn phím STOP	00: Có tác dụng 01: Mất tác dụng	00	-
	b088	Chọn dừng chạy tự do	00: Bắt đầu 0Hz 01: Khởi động lại tần số	00	-
	b089	Chọn bộ giám sát hiển thị	01: Giám sát tần số ngõ ra 02: Giám sát dòng điện ngõ ra 03: Giám sát chiều quay 04: Giám sát giá trị hồi tiếp PID 05: Giám sát ngõ vào đa chức năng 06: Giám sát ngõ ra đa chức năng 07: Giám sát sự thay đổi tần số	01	-
	b091	Chọn dừng	00: Ngừng giảm tốc 01: Ngừng chạy tự do	00	-
	b092	Điều khiển quạt làm mát	00: Luôn luôn ON 01: ON trong lúc RUN 02: Tùy theo bộ ổn định nhiệt độ	01	-

b130	Chức năng ngừng khi quá tải	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng	00	-
b131	Cài đặt mức chức năng dừng khi quá áp	200-V class: 330. to 395. 400-V class: 660. to 790.	380/760	V
b133	Chọn chức năng bảo vệ quá áp trong lúc giảm tốc	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng	00	-
b134	Cài đặt mức bảo vệ quá áp trong lúc giảm tốc	Loại 200V : 330. đến 395. Loại 400V : 660. đến 790.	380/760	V
b140	Chức năng khử quá dòng điện	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng	01	-
b150	Giảm tải tự động	00: Mất tác dụng 01: Có tác dụng	00	-
b151	Chọn chức năng sẵn sàng	00: Mất tác dụng	00	-

a. Cài đặt kiểu điều khiển

Mối quan hệ giữa tăng moment quay và thuộc tính V/f

Xác định mối quan hệ của điện áp ngõ ra dựa vào tần số ngõ ra

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
A041	Chọn tăng Moment quay	00: Tăng moment quay bằng tay 01: Tăng moment quay tự động	00	-
*A241	Chọn tăng Moment quay lần 2			
A042	Tăng điện áp moment quay bằng tay	0.0 đến 20.0 (Tỉ lệ giá trị của điện áp AVR chọn trong A082)	5.0	%
*A242	Tăng điện áp moment quay bằng tay lần 2		0.0	
A043	Tăng tần số moment quay bằng tay	0.0 đến 50.0 (Tỉ lệ tần số cơ bản)	2.5	%
*A243	Tăng tần số moment quay bằng tay lần 2		0.0	
A044	Chọn thuộc tính V/f	00: Thuộc tính của moment quay không đổi (VC) 01: Giảm thuộc tính của moment quay (Nguồn 1.7 VP) 02: Giảm đặc biệt thuộc tính moment quay (VP đặc biệt)	00	-
*A244	Chọn thuộc tính V/f lần 2			
A045	Ngõ ra điện áp thu được	20 đến 100	100	%
*A245	Ngõ ra điện áp thu được lần 2			
Chức năng liên quan		A082, H003/H203, H004/H204		

Để chuyển sang điều khiển lần thứ 2, gán 08 đến đầu cực ngõ vào đa chức năng và sau đó bật nó lên ON

b. Phương pháp điều khiển (Thuộc tính V/f)

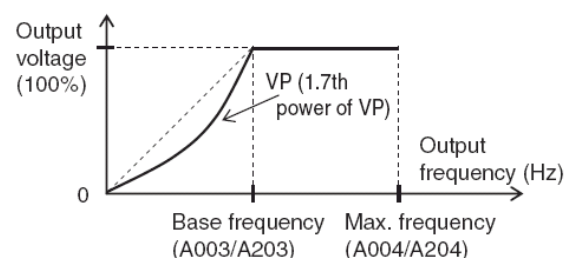
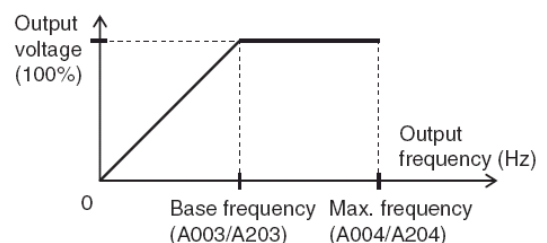
Thuộc tính của moment quay cố định (VC)

Điện áp ngõ ra tỉ lệ với tần số ngõ ra.

Mặc dù tỉ lệ từ 0 Hz đến tần số cơ bản, điện áp ngõ ra không đổi bất chấp sự thay đổi từ tần số cơ bản đến tần số Max.

Giảm thuộc tính moment quay (nguồn 1.7 VP)

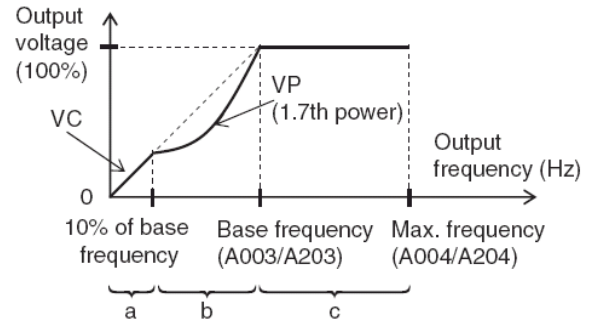
Thích hợp cho một cái quạt hay bơm nước mà nó không phụ thuộc nhiều vào moment quay trong các loại có tốc độ thấp. Nó cung cấp hiệu suất cao, giảm tiếng ồn và rung động dẫn tới giảm điện áp ngõ ra đối với các loại có tốc độ thấp.



Giảm thuộc tính moment quay đặc biệt (VP đặc biệt)

Thích hợp cho một cái quạt hay bơm nước mà nó phụ thuộc vào moment quay trong các loại có tốc độ thấp. Thuộc tính VC chỉ giảm tốc độ chậm trong việc giảm thuộc tính của moment quay.

Thời kỳ a: Cung cấp thuộc tính moment quay không đổi (VC) trong phạm vi từ 0 Hz đến 10% tần số cơ bản. Thí dụ nếu tần số cơ bản là 60Hz, biến tần cung cấp thuộc tính moment quay không đổi trong phạm vi từ 0 đến 6Hz.



Thời kỳ b: Giảm thuộc tính moment quay trong phạm vi từ 10% đến 100% của tần số cơ bản. Điện áp ngõ ra cơ bản của biến tần nằm trên đường cong nguồn 1.7 của biến tần.

Thời kỳ c: Cung cấp điện áp không đổi trong phạm vi từ tần số cơ bản đến tần số Max.

1.4.4. Cài đặt ngõ vào, ra đa chức năng

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
Ngõ vào tương tự	A005	Chọn FV/FI 02: Điều chỉnh công tắc giữa FV/FREQ qua đầu cực AT 03: Điều chỉnh công tắc giữa FI/FREQ qua đầu cực AT 04: Chỉ ngõ vào FV 05: Chỉ ngõ vào FI	02	-	
	A011	Tần số bắt đầu FV	0 đến tần số Max	Hz	
	A012	Tần số cuối FV	0 đến tần số Max	Hz	
	A013	Mức bắt đầu FV	0 đến 100	%	
	A014	Mức cuối cùng FV	0 đến 100	%	
	A015	Bắt đầu chọn FV	00: Bắt đầu tần số bên ngoài (đặt giá trị A011) 01: 0 Hz	01	-
	A016	FV, FI lấy mẫu	1 đến 17	8	-
Đa cấp tốc độ	A020	Tốc độ chuẩn đa bước 0	Tần số đang bắt đầu 0.0 đến tần số Max	6.0	Hz
	A220	2 tốc độ chuẩn đa bước 0	2 tần số đang bắt đầu 0.0 đến tần số Max		

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
Đa cấp tốc độ	A021	Đa cấp tốc độ chuẩn 1	0.0	
	A022	Đa cấp tốc độ chuẩn 2	0.0	
	A023	Đa cấp tốc độ chuẩn 3	0.0	
	A024	Đa cấp tốc độ chuẩn 4	0.0	
	A025	Đa cấp tốc độ chuẩn 5	0.0	
	A026	Đa cấp tốc độ chuẩn 6	0.0	
	A027	Đa cấp tốc độ chuẩn 7	0.0	
	A028	Đa cấp tốc độ chuẩn 8	0.0	
	A029	Đa cấp tốc độ chuẩn 9	0.0	
	A030	Đa cấp tốc độ chuẩn 10	0.0	
	A031	Đa cấp tốc độ chuẩn 11	0.0	
	A032	Đa cấp tốc độ chuẩn 12	0.0	
	A033	Đa cấp tốc độ chuẩn 13	0.0	

A034	Đa cấp tốc độ chuẩn 14		0.0	
A035	Đa cấp tốc độ chuẩn 15		0.0	
A038	Tần số chốt	Tần số bắt đầu 0.00 đến 9.99	6.00	Hz
A039	Dừng chọn Tần số chốt	00: Ngừng chạy tự do 01: Ngừng giảm 02: Ngừng hãm DC	0.0	-

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị		
Ngõ vào đa chức năng	C001	Chọn ngõ vào đa chức năng 1	00: FW (Thuận) 01: RV (Nghịch) 02: CF1 (Cài đặt đa tốc độ 1) 03: CF2 (Cài đặt đa tốc độ 2) 04: CF3 (Cài đặt đa tốc độ 3) 05: CF4 (Cài Đặt đa tốc độ 4) 06: JG (Rung) 07: DB (Hãm DC mở rộng) 08: SET (Điều khiển lần 2) 09: 2CH (2 bước tăng/giảm) 11: FRS (Ngừng chạy tự do) 12: EXT (Ngắt ngoài) 13: USP (Chức năng USP) 15: SFT (Khóa phần mềm) 16: AT (Chuyển ngõ vào tương tự) 18: RS (Reset) 19: PTC (Ngõ vào điện trở nhiệt) 20: STA (3 dây start) 21: STP (3 dây stop) 22: F/R (3 dây thuận/nghịch) 23: PID (Sử dụng/cấm sử dụng PID) 24: PIDC (Reset toàn bộ PID) 27: UP (Chức năng nhanh lên/xuống) 28: DWN (Chức năng nhanh lên/xuống) 29: UDC (Chức năng xóa dữ liệu lên/xuống) 31: OPE (Điều khiển cưỡng bức) 50: ADD (Cộng tần số)	00		
	C201	Chọn 2 ngõ vào đa chức năng 1		00		
	C002	Chọn ngõ vào đa chức năng 2		01		
	C202	Chọn 2 ngõ vào đa chức năng 2		01		
	C003	Chọn ngõ vào đa chức năng 3		18		
	C203	Chọn 2 ngõ vào đa chức năng 3		18		
	C004	Chọn ngõ vào đa chức năng 4		12		
	C204	Chọn 2 ngõ vào đa chức năng 4		12		
	C005	Chọn ngõ vào đa chức năng 5		02		
	C205	Chọn 2 ngõ vào đa chức năng 5		02		
	C011	Chọn ngõ vào hoạt động đa chức năng 1		00: N0 (Thường mở) 01: NC (Thường đóng)	00	
	C012	Chọn ngõ vào hoạt động đa chức năng 2			00	
	C013	Chọn ngõ vào hoạt động đa chức năng 3			00	
	C014	Chọn ngõ vào hoạt động đa chức năng 4			00	
	C015	Chọn ngõ vào hoạt động đa chức năng 5			00	
Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị		

Cài đặt ngõ ra đa chức năng	C021	Chọn đầu cực ngõ ra đa chức năng P1	00: RUN (Trong lúc chạy) 01: FA1 (Miền tốc độ không đổi) 02: FA2 (Đặt tần số tín hiệu đến) 03: OL (Cảnh báo quá tải) 04: OD (Độ lệch PID quá mức) 05: AL (Ngõ ra chuông báo động) 06: Dc (Phát hiện hở mạch) 07: FBV (Trạng thái ngõ ra FB PID) 08: NDc (Lỗi hệ thống)	00	
	C026	Chọn chức năng ngõ ra Relay (MA, MB)	09: LOG(Ngõ ra điều khiển logic) 10: ODC (Tùy chọn thông tin hở mạch) 43: LOC (Phát hiện dấu hiệu quá tải nhẹ)	05	
	C028	Chọn AM	00: Tần số ngõ ra 01: Dòng điện ngõ ra	00	
	C031	Chọn contact đầu cực ngõ ra đa chức năng P1	00: NO contact tại MA; NC contact tại MB 01: NC contact tại MA; NO contact tại MB	00	
	C036	Chọn contact ngõ ra Relay (MA, MB)		01	
	C038	Kiểu tín hiệu ngõ ra tải nhẹ.	00: Cho Phép Trong Lúc Tăng/Giảm tốc độ không đổi. 01: Chỉ cho phép trong lúc tốc độ không đổi	01	
	C039	Mức phát hiện tải nhẹ	0.0 đến $2.0 \times$ Dòng định mức (0.0 cài đặt chức năng khóa)	Dòng định mức	
Cài đặt trạng thái mức ngõ ra	C41	Mức độ cảnh báo quá tải.	0.0: Không hoạt động	Dòng định mức	A
	C241	Mức độ cảnh báo quá tải lần 2.	$0.1 \times$ Dòng định mức tới $2.0 \times$ Dòng định mức	Dòng định mức	
	C042	Tần số đạt đến trong suốt thời gian tăng tốc	0.0 đến 400.0	0.0	z
	C043	Tần số đạt đến trong suốt thời gian giảm tốc	0.0 đến 400.0	0.0	Hz
	C044	Mức độ lệch quá mức PID.	0.0 đến 100.0	3.0	%
	C052	Giới hạn trên FB PID.	0.0 đến 100.0	100	%
	C053	Giới hạn dưới FB PID.		0.0	

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị	
Điều chỉnh chức năng thông tin	C070	Chọn kiểu điều khiển	02: Điều khiển số 03: ModBus	02	-
	C071	Thông tin về chọn tốc độ	04: 4800 bps 05: 9600 bps 06: 19200 bps	04	-
	C072	Chọn điểm thông tin	1 đến 32.	1.	-
	C074	Chọn thông tin tương tự	00: Chẩn/lẽ 01: Chẩn 02: Lẽ	00	-
	C075	Chọn thông tin bit dừng	1: 1-bit 2: 2-bit	1	-
	C076	Chọn lỗi thông tin	00: Ngắt 01: Ngắt sau khi ngừng giảm tốc độ. 02: Bỏ qua 03: Chạy tự do 04: Ngừng giảm tốc độ	02	-

	C077	Hết thời gian lỗi thông tin	0.00 đến 99.99	0.00	s
	C078	Thời gian chờ thông tin	0. đến 1000.	0.	ms
Điều chỉnh khác	C081	Điều chỉnh FV	0.0 đến 200.0	100.0	%
	C082	Điều chỉnh FI	0.0 đến 200.0	100.0	%

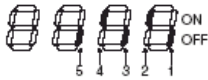
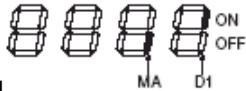
Tham số	Chức năng	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
khác	C086	Điều chỉnh độ lệch AM	0.0 đến 10.0	0.0	V
	C091	Không dùng	Dùng "00". *Không thay đổi.	00	-
	C101	Chọn lên/xuống	00: Không tích trữ dữ liệu tần số 01: Tích trữ dữ liệu tần số	00	-
	C102	Chọn Reset	00: Ngắt reset lúc bật nguồn 01: Ngắt reset lúc tắt nguồn 02: Chỉ cho phép trong lúc ngắt (Reset khi bật nguồn)	00	-
	C141	Điều khiển logic chức năng ngõ vào A	00: RUN (Báo hiệu trong lúc chạy) 01: FA1 (Báo hiệu khi tốc độ không đổi) 02: FA2 (Báo hiệu tần số đặt) 03: OL (Cảnh báo quá tải) 04: OD (Độ lệch PID)	00	-
	C142	Điều khiển logic chức năng ngõ vào B	05: AL (Ngõ ra chuông báo động) 06: Dc (Phát hiện hở mạch) 07: FBV (Trạng thái ngõ ra FB PID) 08: NDc (Lỗi hệ thống) 10: ODC (Lựa chọn thông tin hở mạch) 43: LOC (Dấu hiệu phát hiện tải nhẹ)	01	-
	C143	Chọn kiểu điều khiển logic	00: AND 01: OR 02: XOR	00	-
	C144	Ngõ ra đầu cực P1 ON delay	0.0 đến 100.0	0.0	s
	C145	Ngõ ra đầu cực P1 OFF delay	0.0 đến 100.0	0.0	s
	C148	Ngõ ra Relay ON delay	0.0 đến 100.0	0.0	s
C149	Ngõ ra Relay OFF delay	0.0 đến 100.0	0.0	s	
Tham số điều khiển	H003	Chọn công suất động cơ	Loại 200V 0.2/0.4/0.75/1.5/2.2/3.7/5.5/7.5	Mặc định của hãng	kW
	H203	Chọn công suất động cơ lần thứ 2	Loại 400V 0.4/0.75/1.5/2.2/3.7/5.5/7.5	Mặc định của hãng	
	H004	Chọn số cực động cơ	2 4	4	Cực
	H204	Chọn số cực động cơ lần thứ 2	6 8	4	
	H006	Tham số ổn định	0. đến 255.	100	%
	H206	Tham số ổn định lần thứ 2		100	%

Điều khiển lần thứ 2 được hiển thị khi chỉ định đặt (08) đến điều khiển từ C001 đến C005.

1.5. Các chức năng của Biến Tần

1.5.1. Chức năng giám sát

- Chế độ giám sát và kiểu chức năng cơ bản

Tham số	Tên	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
d001	Giám sát tần số ngõ ra	0.0 đến 400.0	-	Hz
d002	Giám sát dòng điện ngõ ra	0.0 đến 999.9	-	A
d003	Giám sát chiều quay	F: Thuận 0: Dừng R: Nghịch	-	-
d004	Giám sát giá trị hồi tiếp PID	0.00 đến 99.99 100.0 đến 999.9 1000. đến 9999. (Cho phép khi chọn chức năng PID)	-	-
d005	Giám sát ngõ vào đa chức năng	Thí dụ  Đầu cực S2, S4: ON Đầu cực S1, S3, S5:OFF	-	-
d006	Giám sát ngõ ra đa chức năng	 Thí dụ Đầu cực D1:ON Đầu cực MA:OFF	-	-
d007	Giám sát tần số ngõ ra (sau khi biến đổi)	0.00 đến 99.99 100.0 đến 999.9 1000. đến 9999. 1000 đến 3996 (10000 đến 39960) (tần số ngõ ra × hệ số biến đổi của b086)	-	-
d013	Giám sát điện áp ngõ ra	0. đến 600.	-	V
d016	Tổng thời gian chạy	0. đến 9999. 1000 đến 9999 100 đến 999[h]	-	h
d017	Giám sát thời gian bật nguồn	0. đến 9999. 1000 đến 9999 100 đến 999[h]	-	h
d018	Giám sát bộ ổn định nhiệt độ	0.0 đến 200.0	-	0C
d080	Giám sát tần số nhiễu	0. đến 9999.	-	-
d081	Giám sát nhiễu 1 (mới nhất)	Mã lỗi (điều kiện của sự cố) → tần số ngõ ra [Hz] → dòng điện ngõ ra [A] → điện áp DC bên trong [V] → thời gian chạy [h] → thời gian ON [h]	-	
d082	Giám sát nhiễu 2			
d083	Giám sát nhiễu 3			

Tham số	Tên	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
d102	Giám sát điện áp DC	0.0 đến 999.9	-	V
d104	Giám sát nhiệt kế điện	0.0 đến 100.0	-	%
F001	Giám sát/cài đặt tần số ngõ ra	Tần số bắt đầu đến tần số Max thứ 1 và thứ 2	-	Hz

F002	Thời gian tăng tốc	0.01 đến 99.99 100.0 đến 999.9 1000. đến 3000.	10.0	s
F202	Thời gian tăng tốc thứ 2	0.01 đến 99.99 100.0 đến 999.9 1000. đến 3000.	10.0	s
F003	Thời gian giảm tốc	0.01 đến 99.99 100.0 đến 999.9 1000. đến 3000.	10.0	s
F203	Thời gian giảm tốc thứ 2	0.01 đến 99.99 100.0 đến 999.9 1000. đến 3000.	10.0	s
F004	Chọn chiều quay điều khiển	00: Thuận 01: Nghịch	00	-

Chức năng lần thứ 2 hiển thị khi chỉ định đặt (08) đến điều khiển từ C001 đến C005.

a. Giới hạn quá tải/cảnh báo quá tải

Chức năng này giúp ngăn chặn và ngắt quá dòng điện nhanh chóng trong khi tốc độ hoạt động không đổi hay tăng tốc.

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
b021	Chọn giới hạn quá tải	00: mất tác dụng. 01: cho phép khi tốc độ hoạt động tăng hay không đổi.	01	-
*b221	Chọn giới hạn quá tải lần thứ 2	02: cho phép khi tốc độ hoạt động không đổi.	01	-
b022	Mức giới hạn quá tải	0.1 x I _{dm} tới 1.5 x I _{dm}	1.5 x I _{dm}	A
*b222	Mức giới hạn quá tải lần thứ 2		1.5 x I _{dm}	A
b023	Thông số giới hạn quá tải	0.1 đến 3000.0 (giảm thời gian trong khi chức năng này đang hoạt động)	1.0	s
*b223	Thông số giới hạn quá tải lần thứ 2		1.0	s
b028	Chọn điểm giới hạn quá tải	00: đặt giá trị b022, *b222 01: ngõ ra đầu cực FV	00	-
*b228	Chọn điểm giới hạn quá tải lần thứ 2		00	-
C041	Mức cảnh báo quá tải	0.0: không hoạt động 0.1 x I _{dm} tới 2.0 x I _{dm} (tín hiệu ngõ ra OL khi mức cảnh báo quá tải được nhận thấy)	I _{dm}	A
*C241	Mức cảnh báo quá tải lần thứ 2		I _{dm}	
Chức năng liên quan		C021, C026		

Để chuyển chế độ điều khiển lần thứ 2, gán giá trị 08 đến đầu cực ngõ vào đa chức năng và sau đó bật nó lên ON.

Biến tần giám sát dòng động cơ trong suốt thời gian hoạt động tăng tốc hay tốc độ không đổi. Nếu nó đến mức giới hạn quá tải thì ngõ ra biến tần sẽ tự động giảm xuống đến thông số giới hạn quá tải.

Mức giới hạn quá tải đặt giá trị dòng điện cho chức năng này để làm việc.

Khi chức năng này hoạt động, thời gian tăng tốc trở nên dài hơn thời gian đặt.

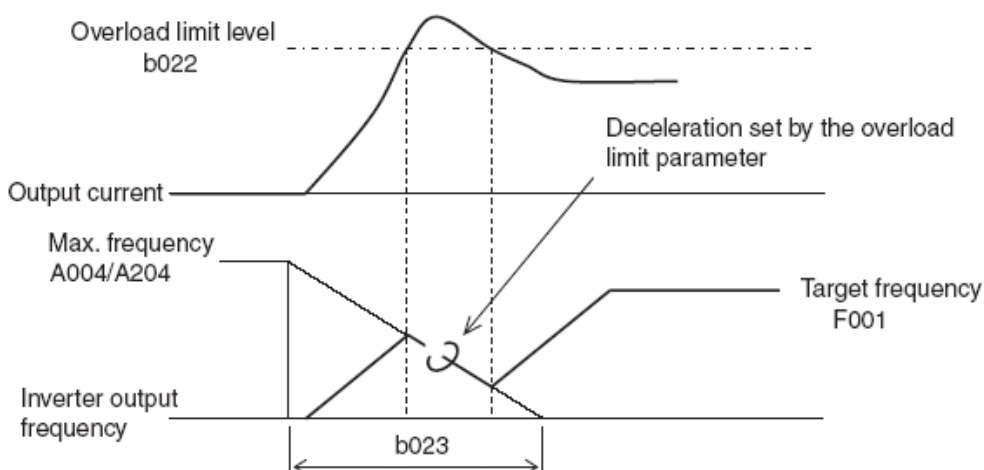
Với thông số giới hạn quá tải đặt quá thấp, ngắt quá áp có thể xảy ra để phục hồi năng lượng từ động cơ. Chức năng này thì quá trình giảm tốc bằng với quá trình tăng tốc.

Thực hiện điều chỉnh sau nếu chức năng này hoạt động suốt khi tăng tốc và tần số không tìm thấy mức mục tiêu.

Tăng thời gian tăng tốc.

Tăng moment quay.

Tăng mức giới hạn quá tải.
 Dừng biến tần cấp cao hơn.



Chúng ta có thể thay đổi mức cài đặt trong việc chọn điểm giới hạn quá tải.

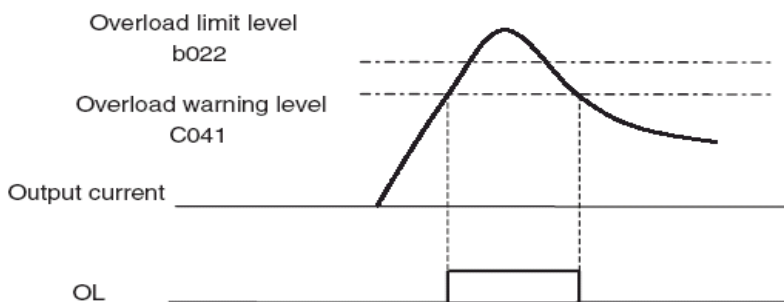
Chọn 00 giá trị đặt của b022 và *b222 được cung cấp đến mức giới hạn quá tải.

Chọn 01 ngõ vào điện áp tương tự khởi động giữa FV và FC và 10V ở đây phù hợp với 150% của loại dòng điện.

Chú ý rằng 01 có thể chỉ đặt nếu PID không khởi động và đầu cực AT không được đặt.

Cảnh báo quá tải

Nếu tải quá lớn, chức năng này cảnh báo dấu hiệu quá tải ngõ ra, sau đó chúng ta có thể đọc mức quá tải này. Điều này giúp ngăn cản hư hại cơ khí lúc quá tải trên băng tải, hay dừng một phạm vi hoạt động do ngắt quá tải của biến tần.



Gán 03 (OL) đến đầu cực của ngõ ra đa chức năng P1(hay đầu cực ngõ ra relay).

1.5.2. Chức năng dừng khi quá điện áp

Chức năng này ngăn ngừa và ngắt khi quá áp để phục hồi năng lượng từ động cơ trong khi giảm tốc độ. Chú ý rằng thời gian giảm tốc có thể dài hơn giá trị đặt. Nếu điện áp DC vượt quá giá trị đặt, biến tần ngừng giảm tốc độ. Chức năng này giống như là chức năng dừng khi quá điện áp, được mô tả trong b055 và b056. Tuy nhiên chức năng này có khác biệt về thuộc tính lúc giảm tốc độ và chúng ta có thể lựa chọn chức năng cho hệ thống của chúng ta.

Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
b130	Ngừng khi quá áp	00: mất tác dụng 01: có tác dụng	00	-
b131	Cài đặt mức ngừng khi quá áp	Loại 200V: 330 đến 395 Loại 400V: 660 đến 790	380/760	V

Chọn lựa mất tác dụng hay có tác dụng chức năng dừng khi quá điện áp trong b130.

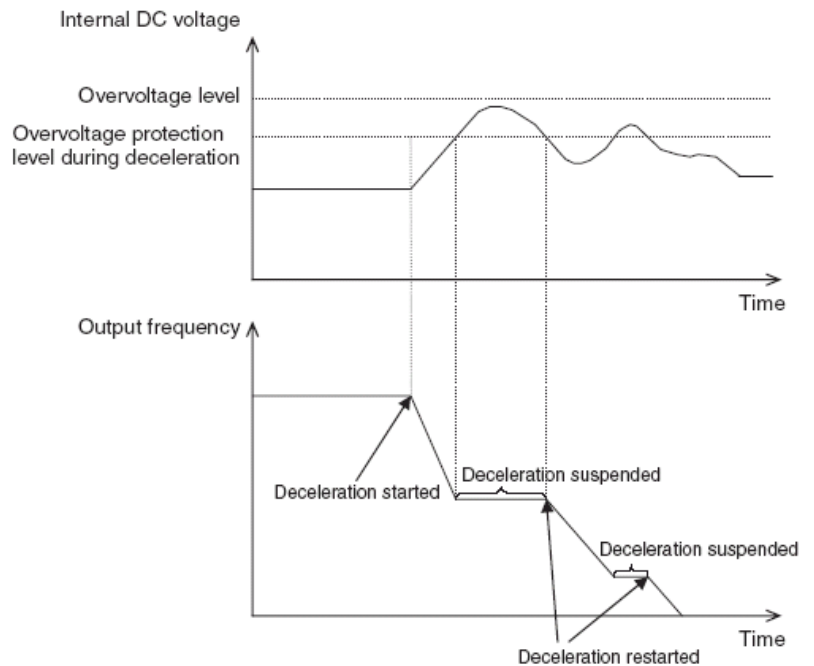
Đặt lại chức năng mức dừng khi quá điện áp trong b131.

Điện áp DC của mạch chính tăng lên bởi sự phục hồi năng lượng từ động cơ mỗi khi bắt đầu giảm tốc độ. Với chức năng ngừng khi quá áp đặt là có tác dụng (b130: 01), biến tần sẽ ngừng giảm tốc độ mỗi lần điện áp DC của mạch chính được tìm thấy mức dừng khi quá

áp, nó sẽ chậm hơn mức quá điện áp. Tốc độ giảm sau đó bắt đầu lại nếu mức điện áp giảm xuống dưới mức dừng khi quá điện áp.

Với chức năng ngừng khi quá áp đặt có tác dụng (b130: 01), thì thời gian giảm tốc độ có thể lớn hơn giá trị đặt (F003/F203).

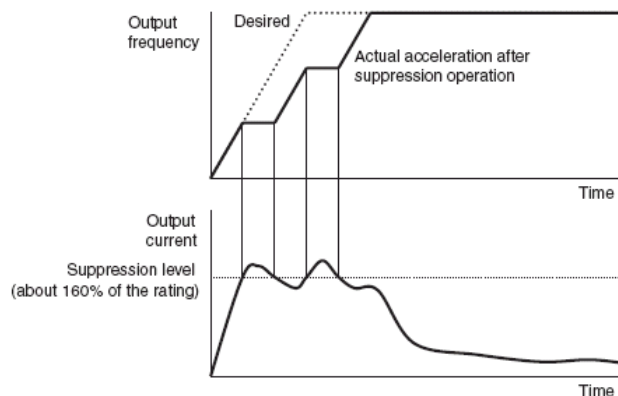
Chức năng này không có mục đích giữ cho mức điện áp DC của mạch chính không đổi. Cái ngắt khi quá áp có thể xảy ra nếu điện áp DC của mạch chính tăng lên.



1.5.3. Chức năng ngăn chặn quá dòng điện

Chức năng này ngăn chặn quá dòng điện bởi vì dòng điện tăng lên khi tốc độ tăng nhanh. Chọn có tác dụng hay mất tác dụng chức năng ngăn chặn quá dòng điện trong b140. Chức năng này không hoạt động trong thời gian giảm tốc độ.

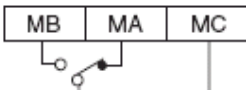
Tham số	Chức năng	Dữ liệu	Mặc định	Đơn vị
b140	Ngăn chặn quá dòng điện	00: mất tác dụng 01: có tác dụng	01	-



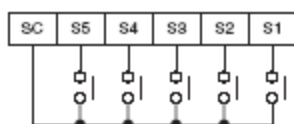
1.5.4. Chức năng các ngõ điều khiển

a. Thông số kỹ thuật của các ngõ điều khiển

	Ký hiệu	Tên và chức năng	Mặc định	Đặc điểm kỹ thuật
Tín hiệu ngõ vào	PSC	Cung cấp đầu cực nguồn bên ngoài cho tín hiệu ngõ vào (input) tại bộ nhận logic.	-	24 V DC ±10% 30 mA max.
		Cung cấp đầu cực ngõ ra nguồn bên trong cho tín hiệu ngõ vào(output) tại nguồn logic		24 V DC ±10% 100mA max.
	S1	Đầu dây ngõ vào đa chức năng	Thuận/dừng	Liên lạc Đóng:ON (Start) Mở : OFF (Stop)
	S2	S1 tới S5.	Nghịch/dừng	
S3	Chọn 5 chức năng trong số 31	Reset lỗi		

	S4	chức năng và gán chúng đến từ đầu dây S1 tới S5. Những đầu dây gán thì tự động thay đổi khi sử dụng chức năng dừng khẩn cấp.	Lỗi dừng khẩn cấp	Thời gian ON min là 12ms.
	S5		Đa cấp tốc độ chuẩn 1	
	SC	Tín hiệu ngõ vào thông thường	-	
Tín hiệu giám sát	AM	Giám sát tần số Analog/giám sát dòng điện ngõ ra Analog	Giám sát tần số Analog	
Tần số chuẩn ngõ vào	FS	Cung cấp nguồn tần số chuẩn.	-	10 V DC 10 mA max.
	FV	Tín hiệu mẫu tần số điện áp	-	0 - 10V DC Trở kháng ngõ vào 10kΩ Khi cài đặt biến trở tại FS, FV, và FC (1 - 2 kΩ)
	FI	Tín hiệu mẫu tần số dòng điện	-	4 - 20 mA DC Trở kháng ngõ vào 250 Ω
	FC	Tần số chuẩn thông thường	-	
Tín hiệu ngõ ra	P1	Đầu cực ngõ ra đa chức năng chọn trạng thái của biến tần và gán nó đến đầu cực P1.	Tín hiệu tần số đạt được tại tốc độ không đổi	27 V DC 50 mA max.
	PC	Tín hiệu ngõ ra thông thường	-	
Tín hiệu ngõ ra Relay	MA	Loại contact 250V AC 2.0 A (điện trở tải) 100VAC 0.2 A (điện cảm tải) 10mA 30V DC 3.0 A (điện trở tải) 5V DC 0.6 A (điện cảm tải) 100mA Hoạt động thông thường: MA-MC đóng Hoạt động không bình thường hay tắt nguồn: MA-MC mở		min
	MB			
	MC			

b. Chức năng của các ngõ điều khiển

Ngõ chức năng	Ký hiệu	Tên	Chức năng và phương pháp kết nối	Cỡ dây
Con tắc ngõ vào	S1 S2 S3 S4 S5	Ngõ vào đa chức năng	Chọn chức năng và gán chúng tới ngõ vào S1 tới S5. Hình vẽ minh họa 	Vỏ bọc dây từ 0.15.0.7 5 mm ² , đề nghị cỡ dây 0.75 mm ² .
Nguồn cung cấp	P24	Cài đặt sẵn 24V DC	Ngõ ra 24V DC	
	SC	Ngõ vào thông thường	Tín hiệu ngõ vào thông thường	
	PSC	Cung cấp nguồn ngõ vào	Nếu ngõ vào đa chức năng đặt với mức logic thấp, đầu dây PSC cung cấp nguồn bên ngoài đầu dây ngõ vào. Nếu ngõ vào đa chức năng đặt với mức logic nguồn, đầu dây PSC cung cấp nguồn bên trong đầu dây ngõ ra.	

Tần số chuẩn Analog bên ngoài	FS	Cung cấp nguồn tần số chuẩn ngõ ra.	<p>• External voltage directive is 0 to 9.8 V. (Nominal input: 10 V) *1</p> <p>Variable resistor (1/2 W min.) 1 to 2 kΩ</p> <p>0 to 9.8 V DC (Nominal input: 10 V) Input impedance 10 Ω</p> <p>4 to 19.6 mA DC (Nominal input: 20 mA)</p>
	FV	Tần số chuẩn ngõ vào (điện áp một chiều)	
	FI	Tần số chuẩn ngõ vào (dòng điện một chiều)	
	FC	Tần số chuẩn thông thường	
Giám sát ngõ ra	AM	Ngõ ra đa chức năng Analog	<p>Chọn lựa từ tần số hay dòng điện ngõ ra. Đặc điểm kỹ thuật đầu dây ngõ ra. 0 to 10V DC hết thang đo. 1 mA max.</p>
Mở cổ góp ngõ ra	P1	Ngõ ra đa chức năng thứ 2	<p>Đặc điểm kỹ thuật đầu dây ngõ ra. Mở cổ góp ngõ ra. 27V DC max. 50mA max. Chọn trạng thái của biến tần và gán nó tới đầu dây P1.</p>
	PC	Ngõ ra đa chức năng thông thường	
Ngõ ra relay	MA	Ngõ ra relay	Chọn chức năng giống như ngõ ra đa chức năng thứ *3, thứ *4.
	MB		
	MC	Ngõ ra relay thông thường	

*1. Ngõ vào đồng thời của dòng điện và điện áp thì không thực hiện được. Không kết nối với tín hiệu đồng thời.

*2. Theo mặc định của hãng, ngõ ra đa chức năng P1 được đặt là tiếp điểm thường mở NO. Để chuyển sang tiếp điểm thường đóng NC, ta thay đổi cài đặt C031.

*3. Dưới đây là đặc điểm kỹ thuật tiếp điểm của ngõ ra relay.

Đầu dây ngõ ra	Tiếp điểm công suất	Tải trở	Tải cảm
MA-MC	Max.	250V AC 2.5A 30V DC 3A	250V AC 0.2 A 30V DC 0.7 A
	Min.	100V AC 10 mA 5V DC 100 mA	
MB-MC	Max.	250V AC 1 A 30V DC 1 A	250V AC 0.2 A 30V DC 0.2 A
	Min.	100V AC 10 mA 5V DC 100 mA	

*4. Theo mặc định của hãng, ngõ ra relay (MA, MB) tiếp điểm chọn (C036) được đặt là tiếp điểm thường đóng NC giữa MA-MC, và tiếp điểm thường mở NO giữa MB-MC.

1.6. Khảo sát chức năng biến tần 3G3MV

1.6.1. Vận hành

Trình tự các bước

- Cấp nguồn cho biến tần.
- Đấu dây cho tải.
- Đấu dây cho các ngõ vào, ra của biến tần nếu sử dụng phương pháp điều khiển bằng tiếp điểm và đấu dây.
- Cài đặt điện áp, dòng điện, tần số ngõ vào, ra.
- Cài đặt các thông số cơ bản cần thiết.
- Cài đặt kiểu điều khiển.
- Cài đặt chế độ giám sát.
- Nhấn Run để chương trình hoạt động.
- Khi có sự cố hay muốn dừng thì nhấn Stop/Reset.


1.6.2. Các bài thực hành trên biến tần 3G3MV

a. Cài đặt các tham số cơ bản

- Đặt tần số tham chiếu
- Chọn cách thực hiện lệnh **Run**
- Tần số cơ bản
- Tần số lớn nhất của động cơ
- Cài đặt điện áp tối đa ở ngõ ra trên biến tần
- Cài đặt thời gian tăng, giảm tốc
- Thoát chế độ cài đặt

Chọn d001 (d001: hiển thị tần số ngõ ra, d013: hiển thị điện áp ngõ ra)

Nhấn ↵

Nhấn phím mode 

b. Cài đặt biến tần điều chỉnh tốc độ bằng núm xoay

c. Cài đặt biến tần sử dụng các ngõ vào đa chức năng

S1 = on : chạy thuận, off: dừng

S2 = on : chạy nghịch, off: dừng

* Lưu ý: nút SR/SK chọn PNP/NPN cho loại ngõ vào

d. Thiết lập biến tần chạy đa cấp tốc độ

S1: chạy thuận

S2: chạy nghịch

S3: ngõ vào đa cấp tốc độ 1.

S4: ngõ vào đa cấp tốc độ 2.

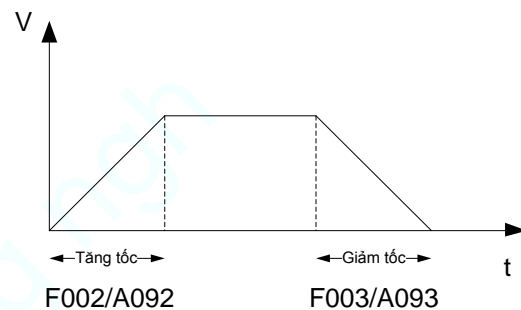
S5: ngõ vào đa cấp tốc độ 3.










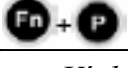
e. Điều khiển biến tần thông qua Modbus

2. Biến tần Micro matter 440












2.1. Các phím chức năng.

Các nút và chức năng trên nắp biến tần:



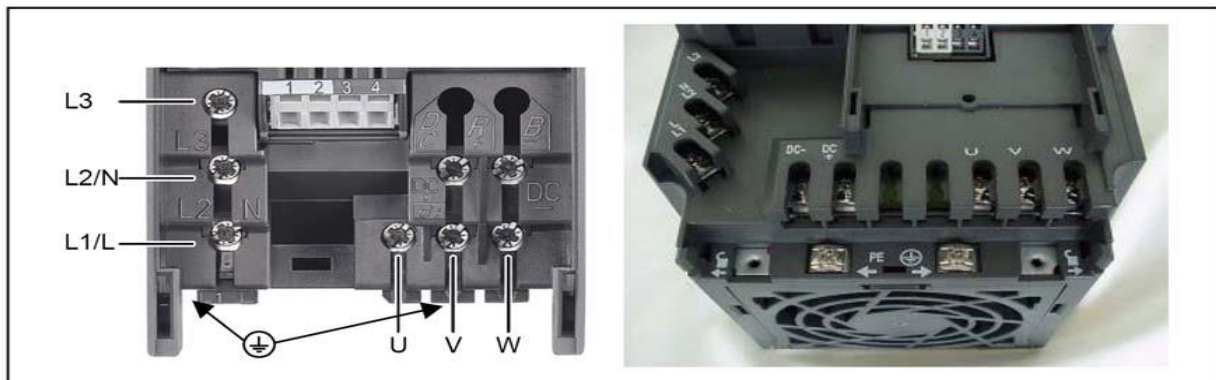
Bảng điều khiển/ Nút	Chức năng	Ý nghĩa
	Hiển thị trạng thái	Màn hình LCD hiển thị các chế độ cài đặt hiện hành của bộ biến tần.
	Khởi động biến tần	Ấn nút này làm cho bộ biến tần khởi động động cơ. Nút này có tác dụng sau khi cài đặt xong và thông số P0700 = 1.
	Dừng bộ biến tần	OFF1: Ấn nút này khiến động cơ dừng theo đặc tính giảm tốc được chọn. OFF2: Ấn nút này hai lần (hoặc ấn một lần và giữ một khoảng thời gian) khiến động cơ dừng tự do.
	Đảo chiều	Ấn nút này làm động cơ đảo chiều quay. Đảo chiều được hiển thị bằng dấu (-) hoặc điểm chấm nháy. Nút này không tác dụng ở mặc định.
	Chạy nháp (thử) Động cơ	- Ở trạng thái sẵn sàng chạy, khi ấn nút này, động cơ khởi động và quay với tần số chạy nháp được cài đặt trước. Động cơ dừng khi thả nút này ra. Ấn nút khi động cơ đang làm việc không có tác dụng gì.
	Nút chức Năng	- Nút này có thể dùng để xem thêm thông tin Khi ta ấn và giữ nút này hiển thị các thông tin sau, bắt đầu từ bất kỳ thông số nào trong quá trình vận hành: 1. Điện áp một chiều trên mạch DC (hiển thị bằng đơn vị V). 2. Dòng điện ra (A). 3. Tần số ra (Hz). 4. Điện áp ra (hiển thị bằng đơn vị V). 5. Giá trị được chọn trong thông số P0005 (Nếu như P0005 được cài đặt để hiển thị bất kỳ giá trị nào trong số các giá trị từ 1-4 thì giá trị này không được hiển thị lại). - Giải trừ lỗi: Nếu xuất hiện các cảnh báo và các thông báo lỗi, thì các thông tin này có thể được giải trừ bằng cách ấn nút Fn.
	Truy nhập thông số	Ấn nút này cho phép người sử dụng truy nhập tới các thông số.
	Tăng giá trị	Ấn nút này làm tăng giá trị được hiển thị.
	Giảm giá trị	Ấn nút này làm giảm giá trị được hiển thị.
	Trình đơn AOP	Gọi trình đơn AOP ngay lập tức (chức năng này chỉ có ở AOP).

Ví dụ cài đặt 1 thông số:

Bước	Thao tác	Kết quả hiển thị
1	Nhấn  để truy nhập thông số	
2	Ấn  đến khi P0003 được hiển thị	
3	Ấn  để tới các mức giá trị thông số	
4	Ấn  hoặc  để đạt giá trị mong muốn (ví dụ: 3)	
5	Ấn  để xác nhận giá trị và lưu lại giá trị	
6	Lúc này mức 3 đã được cài đặt và người sử dụng có thể nhìn thấy tất cả các thông số từ mức 1 đến mức 3.	

2.2. Các cổng vào/ra và cách kết nối.

Các đầu nối mạch lực

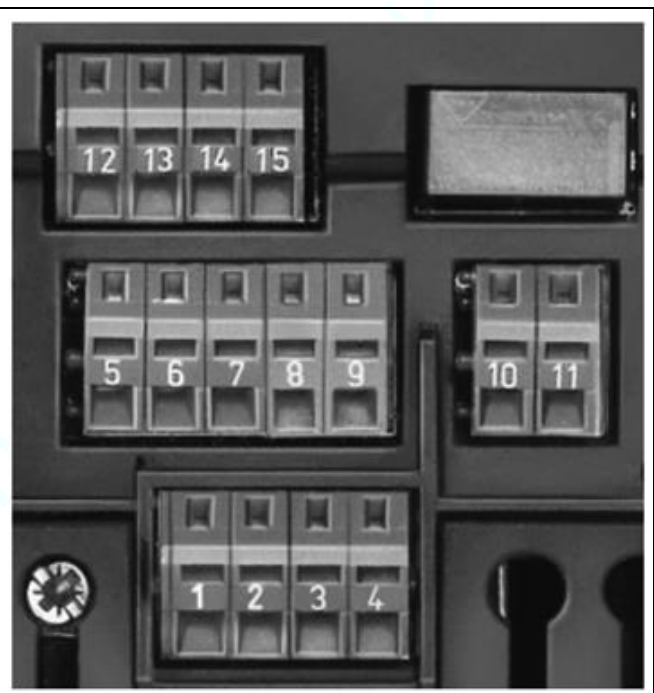


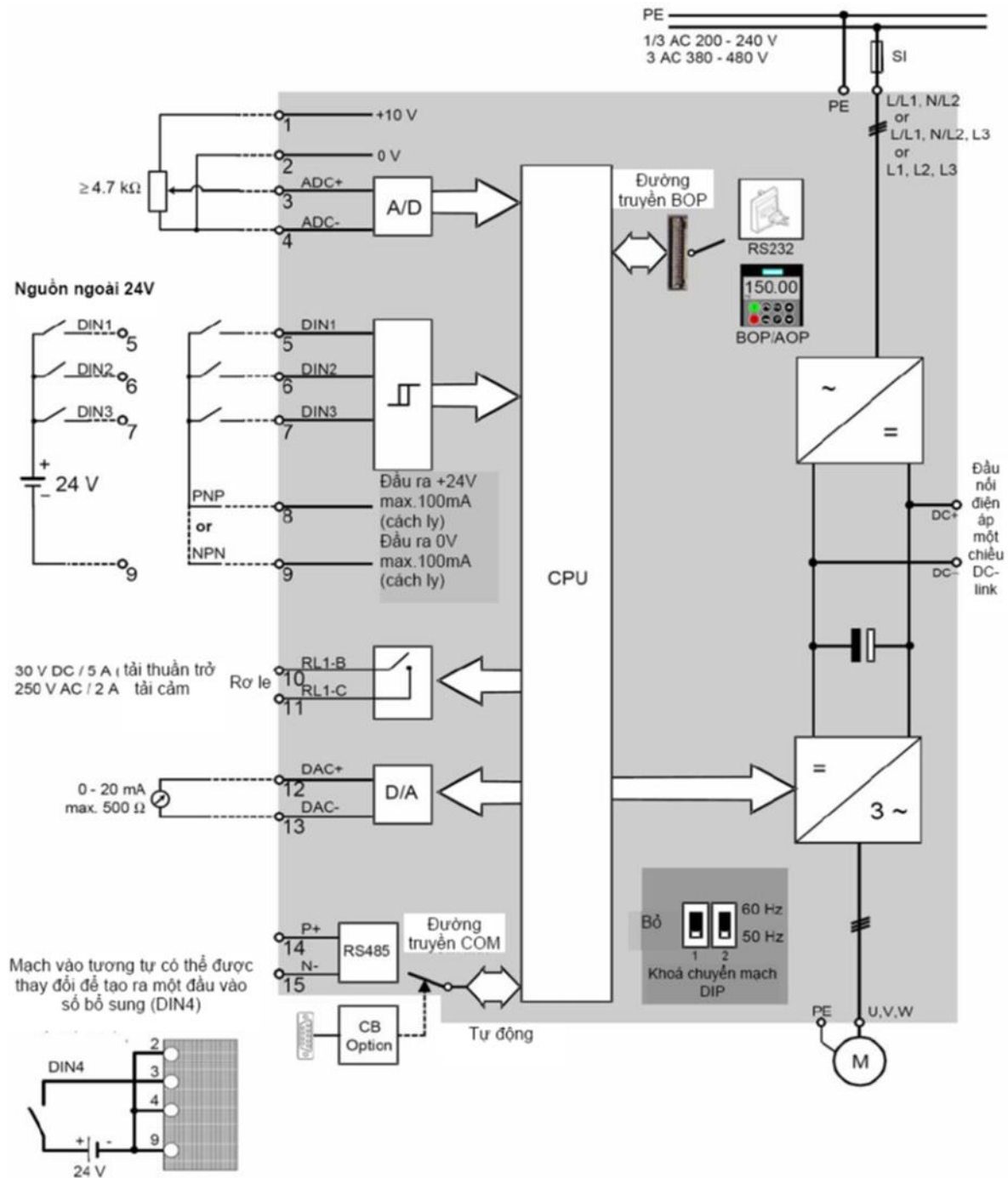
3 đầu vào 3 pha L1/L ; L2/N , N3

3 đầu ra 3 pha U ,V , W

Các đầu dây điều khiển:

Đầu dây	Ký hiệu	Chức năng
1	-	Đầu nguồn ra +10V
2	-	Đầu nguồn ra +5V
3	ADC+	Đầu vào tương tự +
4	ADC-	Đầu vào tương tự -
5	DIN1	Đầu vào số 1
6	DIN2	Đầu vào số 2
7	DIN3	Đầu vào số 3
8	-	Đầu ra cách ly 24V/max.100mA
9	-	Đầu ra các ly 0V/max.100mA
10	RL1-B	Đầu ra số / Tiếp điểm NO
11	RL1-C	Đầu ra số/Chân chung
12	DAC+	Đầu ra tương tự +
13	DAC-	Đầu ra tương tự -
14	P+	Cổng RS485
15	N-	Cổng RS485





Hình 2.3 Sơ đồ nguyên lý biến tần

Chức năng trên đầu nối và đầu vào số: có tác dụng khi cài đặt thông số P0700 = 2 (nguồn lệnh), P1000 = 2 (điểm đặt tần số)

Mặc định: DIN1 (đầu nối số 5): khởi động động cơ.

DIN2 (đầu nối số 6): đảo chiều động cơ.

DIN3 (đầu nối số 7): Nhận biết lỗi.

Biến trở: điều chỉnh tần số phát ra.

2.3. Khảo sát hoạt động

- Cài đặt biến tần để có thể điều khiển Khởi động, đảo chiều quay, thay đổi tốc độ từ bàn phím trên mặt biến tần.

- Cài đặt biến tần để có thể điều khiển Khởi động, đảo chiều quay, thay đổi tốc độ từ panel đầu nối điều khiển trên bàn thí nghiệm.

Trình Cao
ngh ngh

KLK

BÀI: 10. BỘ ĐIỀU KHIỂN MÁY ĐIỆN SERVO

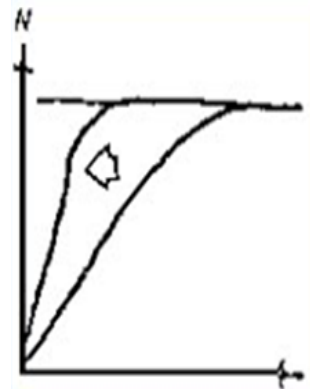
Thời gian: 19 giờ

Mục tiêu:

- Nhận biết được công vào, công ra ở bộ điều khiển máy điện Servo.
- Kết nối mạch động lực cho bộ điều khiển máy điện Servo.
- Khảo sát các đặc tính $n = f(M)$; $M = f(n)$.
- Đặt được tốc độ làm việc, tốc độ dừng động cơ.
- Nhận biết được các hệ truyền động dùng bộ điều khiển máy điện Servo sử dụng trong thực tế.

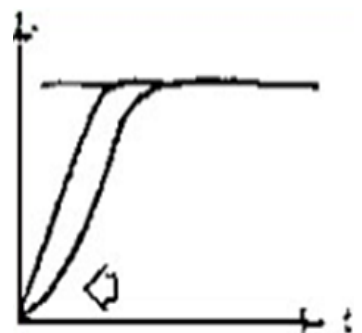
1. Giới thiệu bộ điều khiển máy điện Servo.**1.1. Sự khác nhau giữa servo motor và động cơ thông thường****1.1.1. Tăng tốc độ đáp ứng tốc độ**

Các động cơ bình thường, muốn chuyển từ tốc độ này sang tốc độ khác thì cần có một khoản thời gian quá độ. Trong một số nhu cầu điều khiển, đòi hỏi động cơ phải tăng/giảm tốc nhanh chóng để đạt được một tốc độ mong muốn trong thời gian ngắn nhất, hoặc đạt được một vị trí mong muốn nhanh nhất. Ví dụ bạn muốn điều khiển một cơ cấu từ vị trí X đến vị trí X', ban đầu khi ở xa vị trí X' thì động cơ quay với vận tốc lớn để tăng tốc, tuy nhiên khi đến gần X' đòi hỏi động cơ cần giảm tốc tức thì để có thể đạt được vị trí mong muốn một cách chính xác và loại trừ sự vọt lố vị trí. Các động cơ thường không thể đáp ứng được điều này. Để động cơ đáp ứng được những yêu cầu trên thì nó phải được thiết kế sao cho rút ngắn đáp ứng tốc độ của động cơ.

**1.1.2. Tăng khả năng đáp ứng**

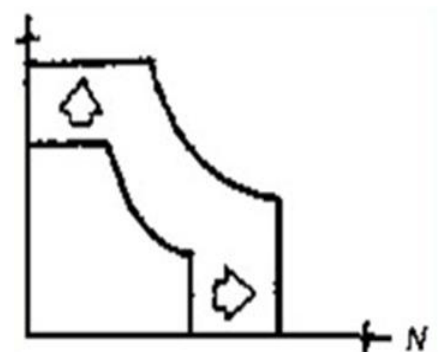
Đáp ứng ở đây cần được hiểu đó là sự tăng/giảm tốc cần phải “mềm” nghĩa là gia tốc là một hằng số hay gần như là một hằng số.

Một số động cơ như thang máy hay trong một số băng chuyền đòi hỏi đáp ứng tốc độ của cơ cấu phải “mềm”, tức là quá trình quá độ vận tốc phải xảy ra một cách tuyến tính. Để làm được điều này thì cuộn dây trong động cơ phải có điện cảm nhỏ nhằm loại bỏ khả năng chống lại sự biến đổi dòng điện do mạch điều khiển yêu cầu. Các động cơ servo thuộc loại này thường được thiết kế giảm thiểu số cuộn dây trong mạch và có khả năng thu hẹp các vòng từ trong mạch từ khe hở không khí.

**1.1.3. Mở rộng vùng điều khiển (control range)**

Một số yêu cầu trong điều khiển cần điều khiển động cơ ở một dải tốc độ lớn hơn định mức rất nhiều. Động cơ bình thường chỉ cho phép điện áp đặt lên nó phải bằng điện áp chịu đựng của động cơ và thông thường không quá lớn so với điện áp định mức.

Động cơ servo thuộc loại này có thiết kế đặc biệt nhằm gia tăng điện áp chịu đựng hoặc tăng khả năng bảo vệ mạch từ trong động cơ (nghĩa là động cơ làm việc ở đoạn phía dưới cách xa đoạn cùi chỏ (knee point)). Như vậy động cơ

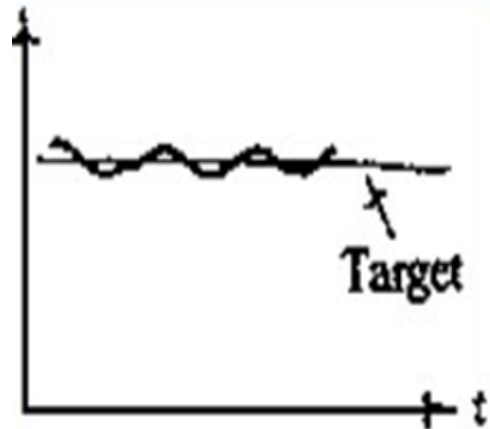


servo thuộc loại này phải được tăng cường cách điện và sử dụng sắt Ferrit hoặc nam châm đất hiếm (rare earth).

1.1.4. Khả năng ổn định tốc độ

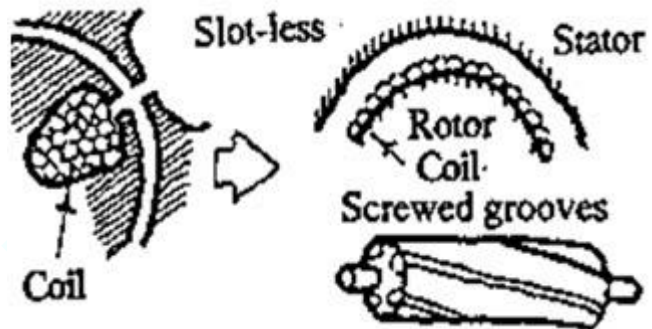
Động cơ servo loại này thường được thiết kế sao cho vận tốc quay của nó rất ổn định.

Như các bạn biết là không có mạch điện hoàn hảo, không có từ trường hoàn hảo trong thực tế. Chính vì thế một động cơ quay 1750 rpm không có nghĩa là nó luôn luôn quay ở 1750 rpm mà nó chỉ dao động quanh giá trị này. Động cơ servo khác biệt với động cơ thường là ở chỗ độ ổn định tốc độ khác cao. Các động cơ servo loại này thường được sử dụng trong các ứng dụng đòi hỏi tốc độ chính xác (như robot). Nó được thiết kế sao cho có thể gia tăng được dòng từ trong mạch từ lên khá cao và gia tăng từ tính của cực từ. Các rãnh rotor được thiết kế với hình dáng đặc biệt và các cuộn dây rotor cũng được bố trí khác đặc biệt để có thể đáp ứng được yêu cầu này.



1.1.5. Tăng khả năng chịu đựng của động cơ

Một số động cơ servo được thiết kế sao cho có thể chịu đựng được các tín hiệu điều khiển ở tần số rất và có khả năng chịu được những yêu cầu tăng tốc bất ngờ từ bộ điều khiển (có thể tạo ra các xung điện hài bậc cao). Những động cơ như thế này thường được cải tiến về phần cơ để có tuổi thọ cao và có thể chống lại được sự hao mòn do ma sát trên ổ bi bạc đạn cũng như trên chổi than (đối với DC)

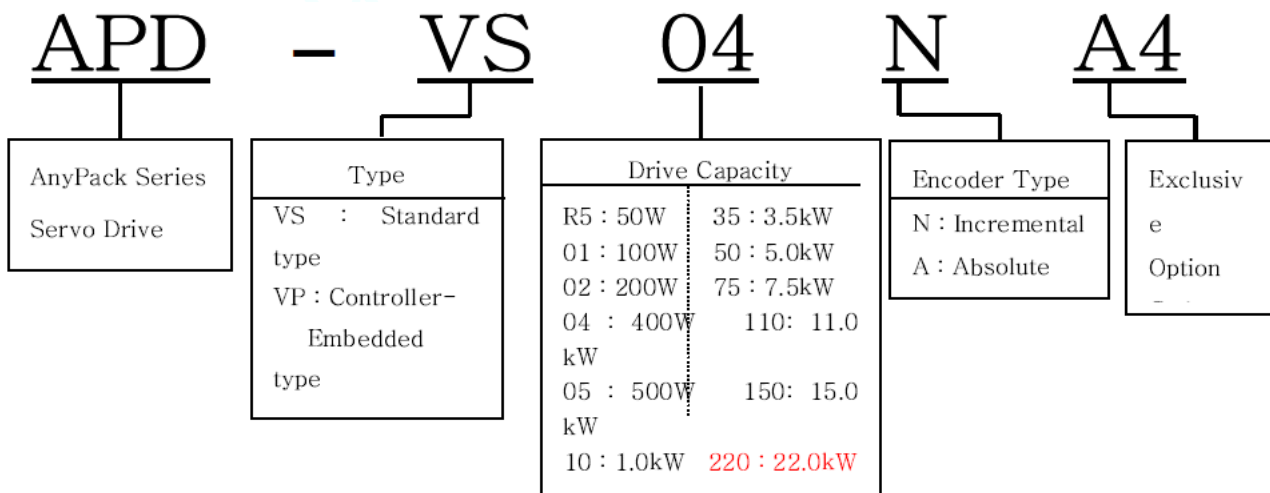


Một động cơ servo có thể mang một số đặc điểm trên để phù hợp với nhu cầu điều khiển của người điều khiển

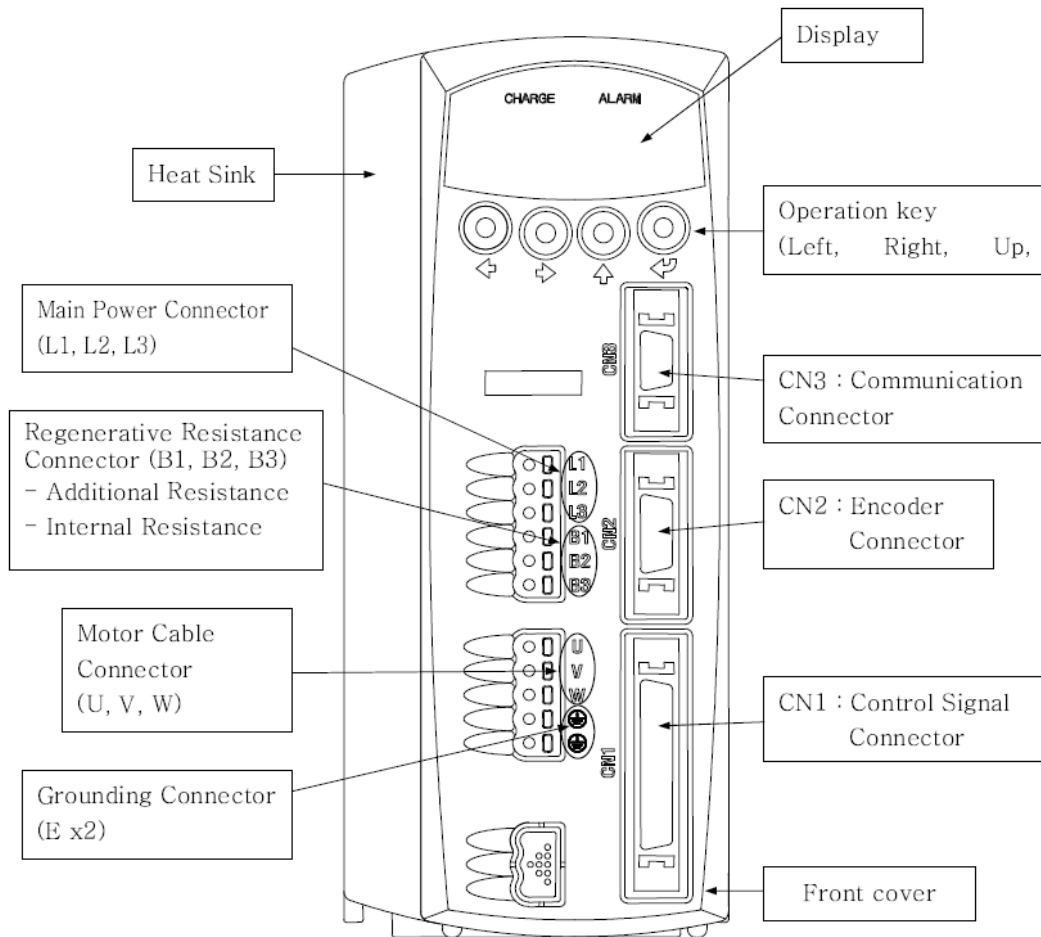
1.2. Giới thiệu về APD-VS01NL

1.2.1. Nhận dạng bộ điều khiển Servo

- Các dòng sản phẩm

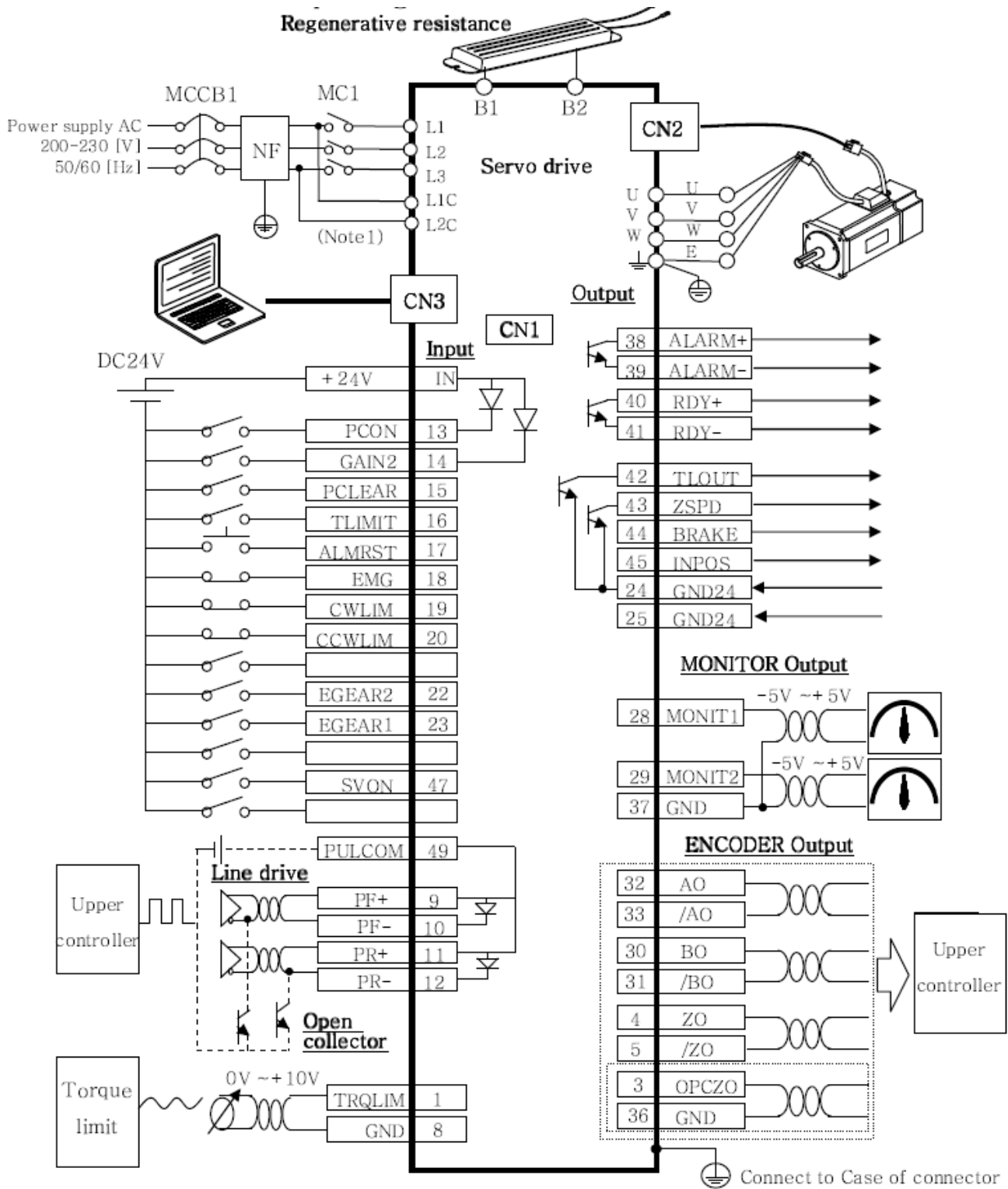


- Các cổng kết nối:

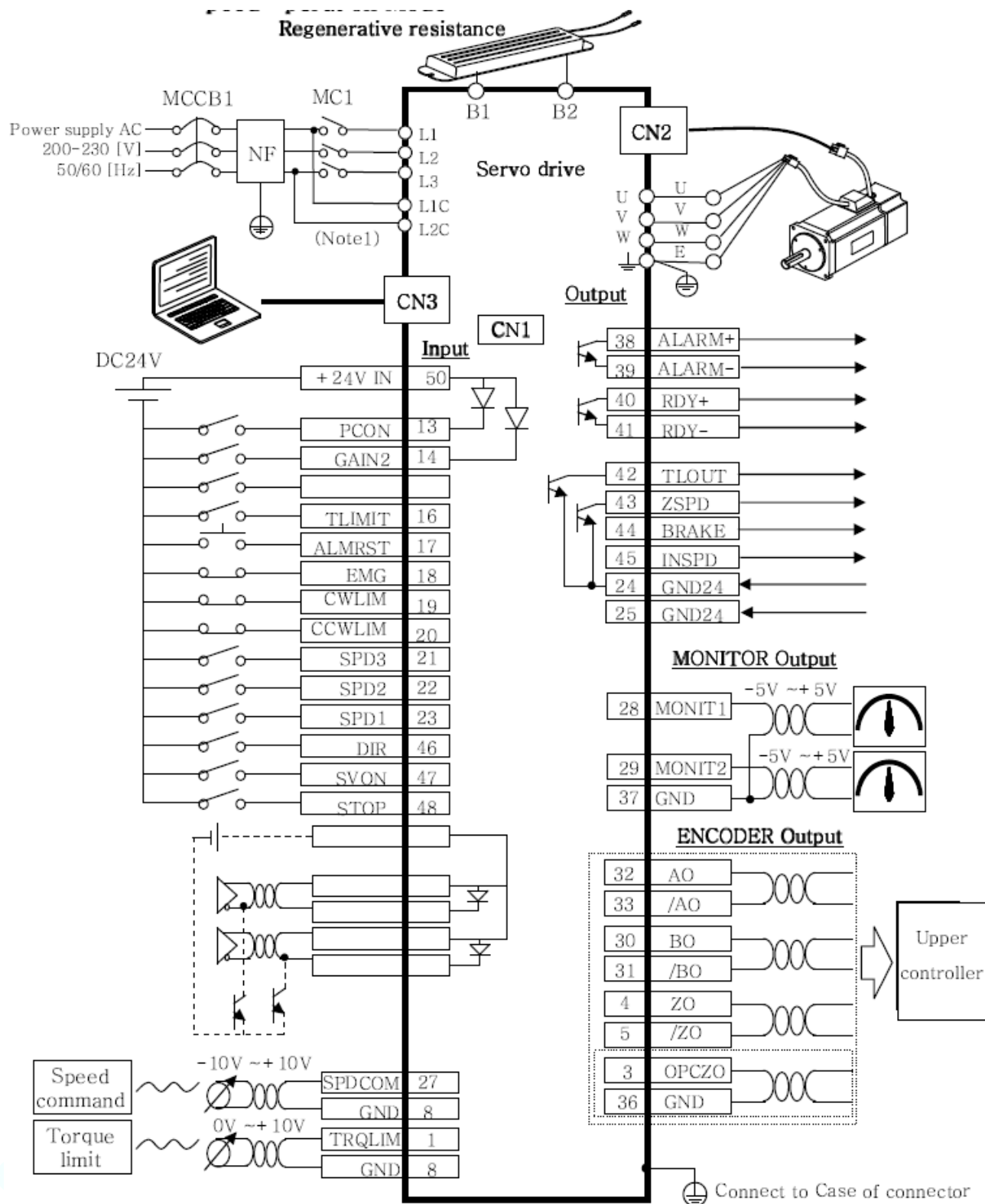


2. Kết nối mạch động lực.

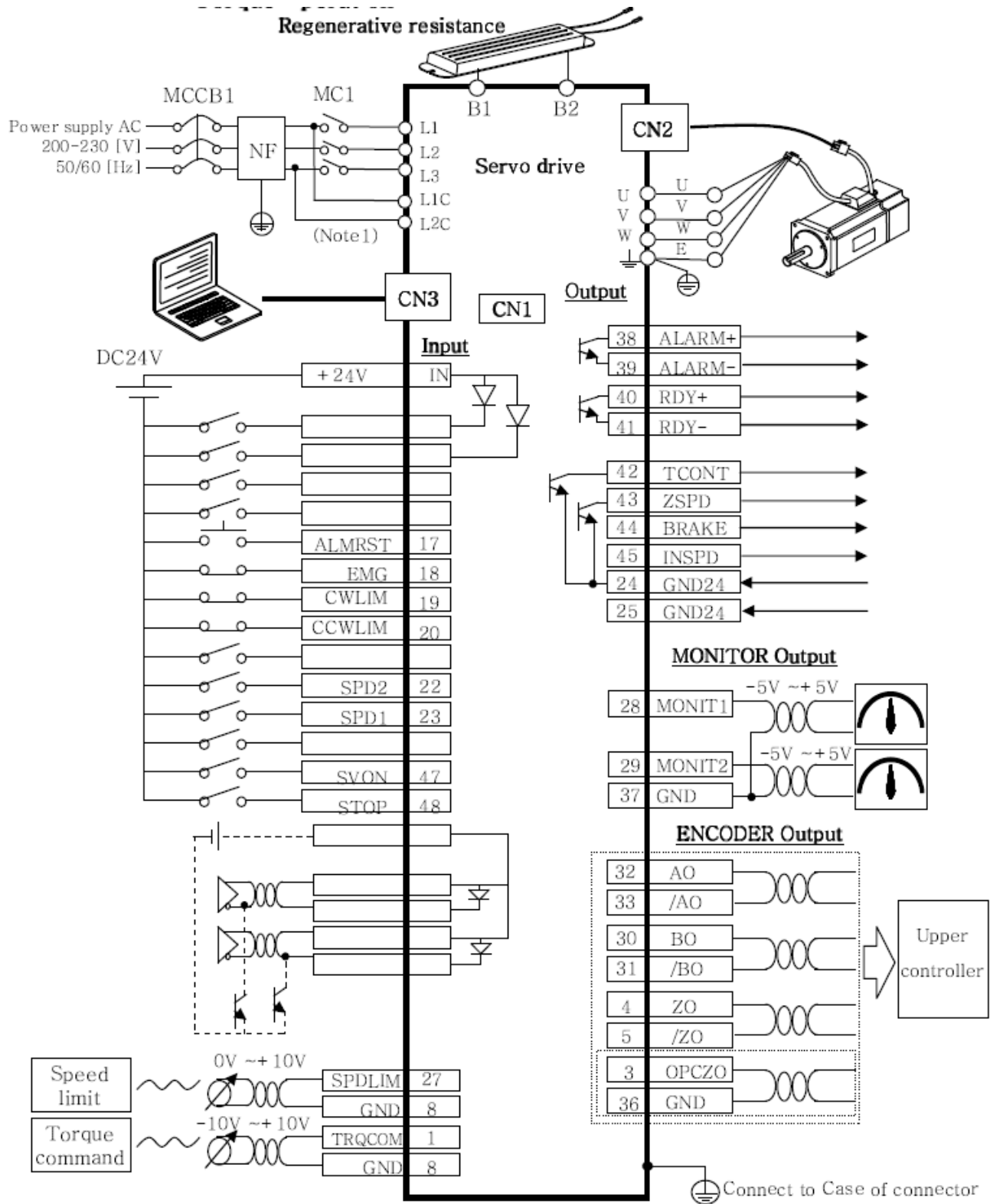
2.1. Chế độ điều khiển vị trí



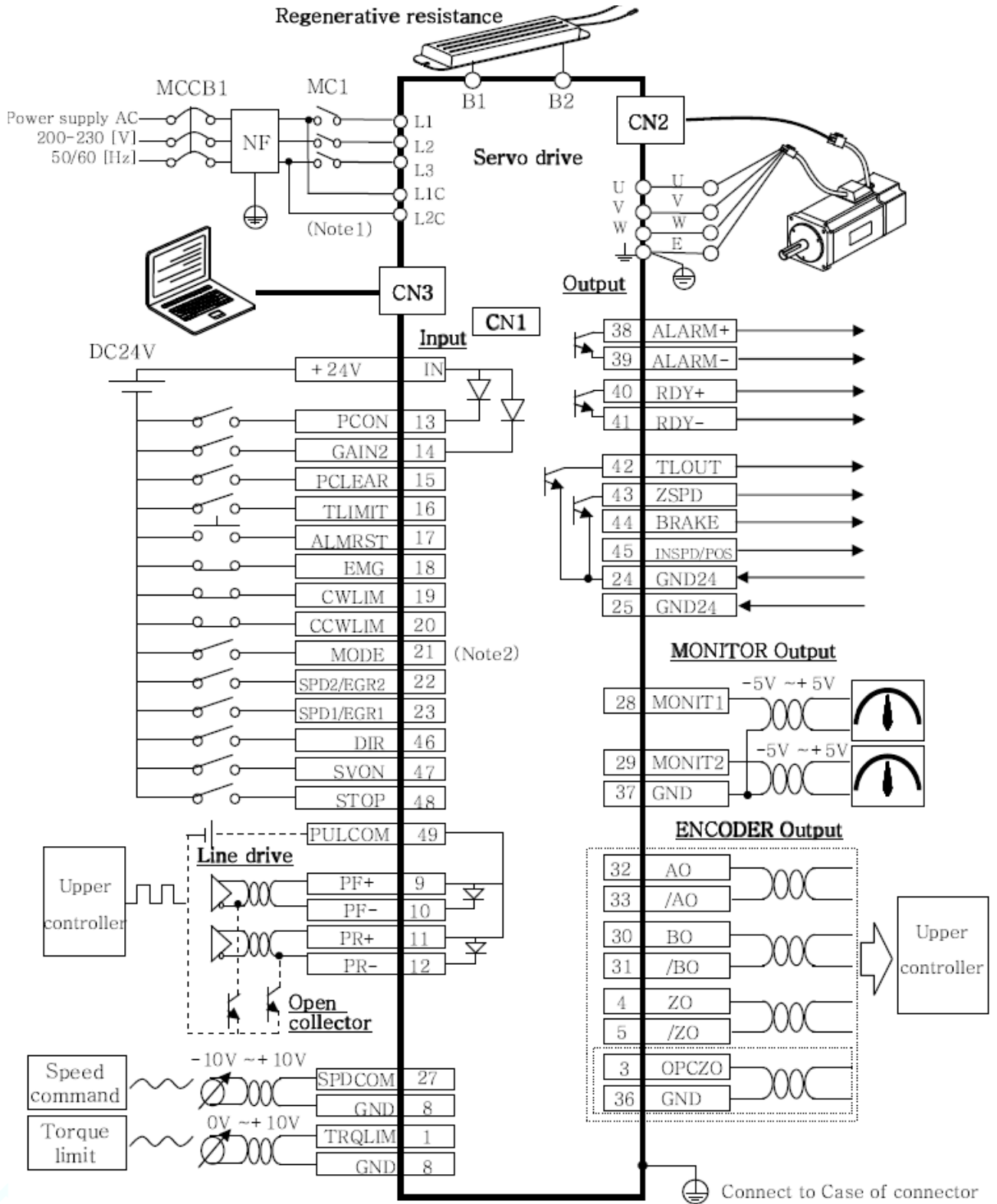
2.2. Chế độ điều khiển tốc độ



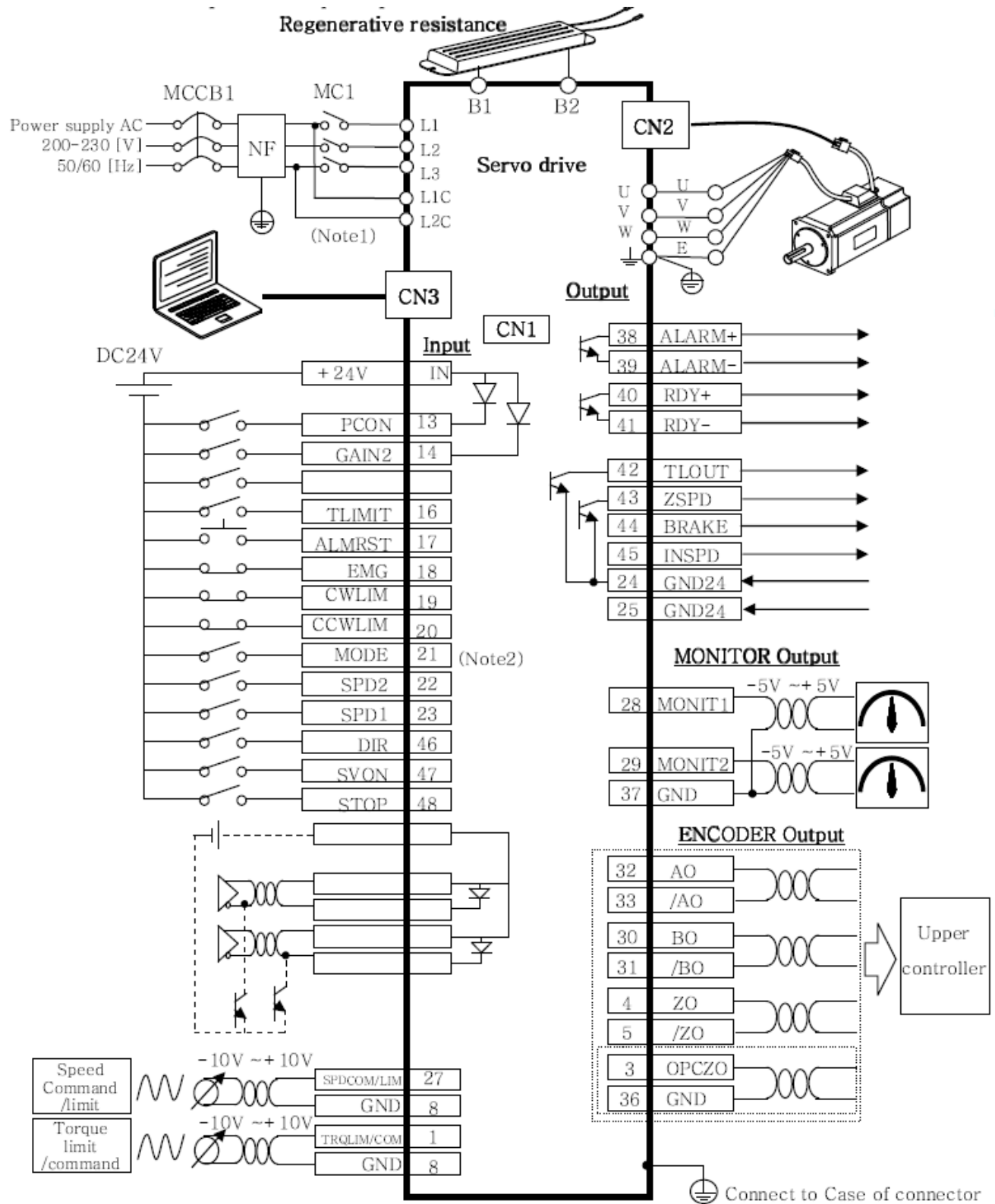
2.3. Chế độ điều khiển momen



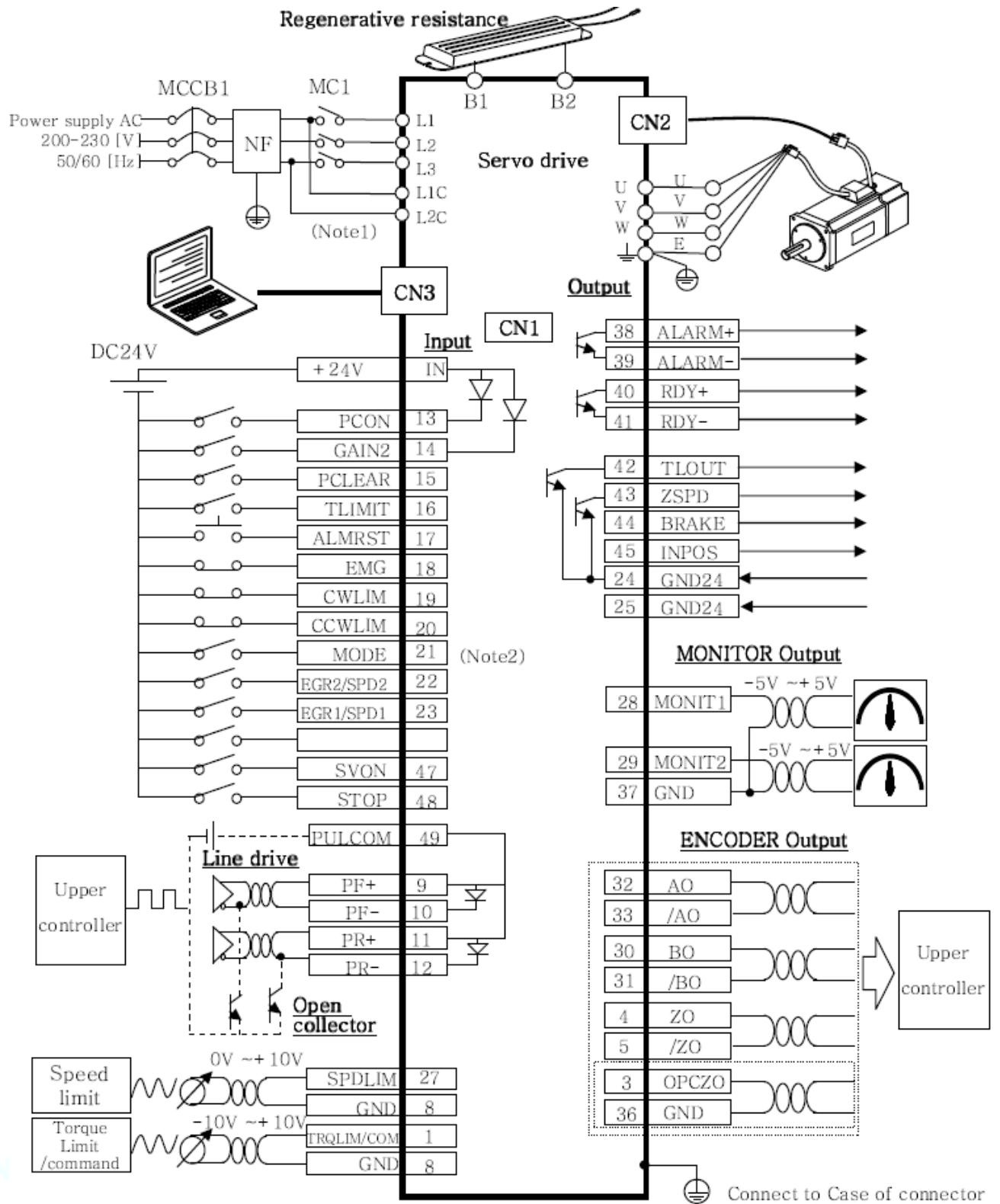
2.4. Chế độ tốc độ/vị trí



2.5. Chế độ tốc độ/momen



2.6. Chế độ vị trí/momen



3. Khảo sát chức năng.

3.1. Khảo sát đặc tính $n = f(M)$.

3.2. Khảo sát đặc tính $M = f(n)$.

3.3. Đặt tốc độ làm việc.

3.4. Đặt tốc độ dừng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Trịnh Đình Đề, Võ Trí An, *Điều khiển tự động truyền động điện*, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp - 1983.
- [2]. Vũ Quang Hồi, *Trang bị điện - điện tử công nghiệp*, NXB Giáo Dục - 2000.
- [3]. Vũ Quang Hồi, Nguyễn Văn Chất, Nguyễn Thị Liên Anh, *Trang bị điện - điện tử máy công nghiệp dùng chung*, NXB Giáo Dục.
- [4]. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Nguyễn Thị Hiền, *Truyền động điện*, NXB KH và KT - 2001.
- [5]. Nguyễn Mạnh Tiên, Vũ Quang Hồi, *Trang bị điện - điện tử máy gia công kim loại*, NXB Giáo Dục.
- [6] Magnus Kjellberg *SOFTSTARTER HANDBOOK*, ABB, 2003
- [7] Siemens AG, *Manual Soft starters SIRIUS 3RW30 / 3RW40*, 2010
- [8] Schneider Electric, *Altistart® 01Soft Starts*, 2004