

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ VIỆT NAM - HÀN QUỐC THÀNH PHỐ HÀ NỘI

TRƯỜNG VĂN HỘI (Chủ biên)
TRẦN VĂN NAM – NGUYỄN THANH HÀ



GIÁO TRÌNH TRANG BỊ ĐIỆN

Nghề: Điện tử công nghiệp

Trình độ: Trung cấp

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội - Năm 2019

LỜI NÓI ĐẦU

Để cung cấp tài liệu học tập cho học sinh - sinh viên và tài liệu cho giáo viên khi giảng dạy, Khoa Điện tử Trường CDN Việt Nam - Hàn Quốc thành phố Hà Nội đã chỉnh sửa, biên soạn cuốn giáo trình **“TRANG BỊ ĐIỆN”** dành riêng cho học sinh - sinh viên nghề Điện tử công nghiệp. Đây là môn học kỹ thuật cơ sở trong chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp trình độ Trung cấp.

Nhóm biên soạn đã tham khảo các tài liệu: Giáo trình **“Trang bị điện - điện tử cho máy công nghiệp”**, Vũ quang Hòai, NXB giáo dục Hà Nội 1996. Giáo trình **“Điều khiển tự động truyền động điện”**, Trịnh Đình Đề, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp 1983 và nhiều tài liệu khác.

Mặc dù nhóm biên soạn đã có nhiều cố gắng nhưng không tránh được những thiếu sót. Rất mong đồng nghiệp và độc giả góp ý kiến để giáo trình hoàn thiện hơn

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, tháng 09 năm 2019

Chủ biên: Trương Văn Hối

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
MỤC LỤC	2
GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN	3
Bài 1 Điều chỉnh tốc độ động cơ điện	5
1.1. Khái niệm chung về điều chỉnh tốc độ	5
1.2. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện DC	6
1.3. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ ba pha	16
Bài 2 Tự động khống chế truyền động điện	29
2.1. Khái niệm chung về tự động khống chế	29
2.2. Các nguyên tắc tự động khống chế	33
2.3. Tự động khống chế động cơ không đồng bộ ro-to lồng sóc	36
2.4. Tự động khống chế động cơ không đồng bộ ro-to dây quấn.	72
2.5. Tự động khống chế động cơ điện một chiều	75
Bài 3 Trang bị điện cho máy công nghiệp	78
3.1. Trang bị điện - điện tử cho máy cắt gọt kim loại	78
3.2. Trang bị điện - điện tử cho cơ cấu sản xuất	98
TÀI LIỆU THAM KHẢO	111

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: Trang bị điện

Mã số của mô đun: MĐ 15

Thời gian của mô đun: 60 giờ. (LT 20 giờ; BT: 37 giờ; KT: 3 giờ)

I. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đun

Vị trí của môn học: Mô đun được bố trí dạy sau các môn học cơ bản như linh kiện điện tử, đo lường điện tử, kỹ thuật xung - số, có thể học song song với các môn cơ bản khác như máy điện, điện tử công suất, Vi mạch tương tự...

Tính chất của môn học: Là mô đun kỹ thuật cơ sở

Ý nghĩa của mô đun: Là môn học bắt buộc

Vai trò của mô đun: Sau khi học xong mô đun này, người học có thể ứng dụng để lắp đặt và vận các thiết bị điện công nghiệp, động cơ điện trong nhà máy sản xuất như: Điều khiển động cơ điện AC 1 pha, AC 3 pha, động cơ điện một chiều, có khả năng vận hành sửa chữa một số loại máy công nghiệp

II. Mục tiêu của mô đun

Về kiến thức:

- Phân tích được nguyên lý, cách thực hiện phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ 3 pha, động cơ một chiều.
- Đọc, vẽ và phân tích các sơ đồ mạch điều khiển dùng role công tắc tơ dùng trong khống chế động cơ 3 pha, động cơ một chiều.

Về kỹ năng:

- Phân tích qui trình làm việc và yêu cầu về trang bị điện cho máy cắt gọt kim loại (máy khoan, tiện, phay, bào, mài...); cho các máy sản xuất (băng tải, cầu trục, thang máy, lò điện...)
- Lắp được các mạch điều khiển tốc độ động cơ theo sơ đồ nguyên lý
- Kiểm tra, xác định hư hỏng trên các mạch điện điều khiển chính xác

Về thái độ:

- Rèn luyện tính tỷ mỉ, cẩn thận, an toàn và vệ sinh công nghiệp

III. Nội dung mô đun

Mã bài	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
15-01	Điều chỉnh tốc độ động cơ điện	20	6	13	1
1	Khái niệm chung về điều chỉnh tốc độ..	4	4	0	
2	Điều chỉnh tốc độ động cơ điện DC.	8	1	7	
3	Điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ ba pha.	7	1	6	
15-02	Tự động khống chế truyền động điện	20	8	11	1
1	Khái niệm chung về tự động khống chế	1	1	0	
2	Các nguyên tắc tự động khống chế.	1	1	0	
3	Tự động khống chế động cơ không đồng bộ ro-to lồng sóc.	7	2	5	
4	Tự động khống chế động cơ không đồng bộ ro-to dây quấn.	5	2	3	
5	Tự động khống chế động cơ điện một chiều	5	2	3	
15-03	Trang bị điện cho máy công nghiệp	20	6	13	1
1	Trang bị điện - điện tử cho máy cắt gọt kim loại.	10	3	7	
2	Trang bị điện - điện tử cho cơ cấu sản xuất	9	3	6	

Bài 1

Điều chỉnh tốc độ động cơ điện

Mục tiêu

Thực hiện điều chỉnh tốc độ động cơ 3 pha, động cơ một chiều đúng phương pháp.

Áp dụng các phương pháp điều chỉnh tốc độ phù hợp với từng loại động cơ, phù hợp với đặc tính, trạng thái làm việc của hệ thống sản xuất.

Rèn luyện tính tỷ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

1.1. Khái niệm chung về điều chỉnh tốc độ

1.1.1. Khái niệm chung

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 (TĐĐ). 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 TĐĐ thường phải điều chỉnh tốc độ, tức là cần phải điều chỉnh được tốc độ máy theo yêu cầu công nghệ. Có thể điều chỉnh tốc độ máy bằng phương pháp cơ khí hoặc bằng phương pháp điện qua việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện. Ở đây, ta chỉ xem xét việc điều chỉnh tốc độ theo phương pháp điện.

1.1.2. Chất lượng của một phương pháp điều chỉnh tốc độ được đánh giá qua một số các chỉ tiêu sau đây

a. 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 :

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}$$

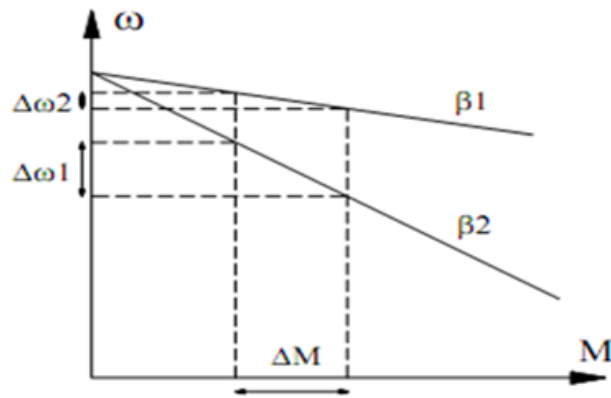
b. Độ trơn điều chỉnh

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:

c. 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: (hình 1.1)

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



Hình 1.1 độ cứng của đặc tính cơ

d. 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.

e. 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...

1.1.3. Yêu cầu chung của việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện.

Dải điều chỉnh phải đủ rộng.

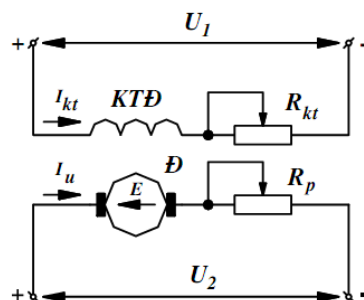
Sự thay đổi tốc độ đáp ứng được yêu cầu thay đổi tốc độ của thiết bị mang tải.

Điều chỉnh dễ dàng.

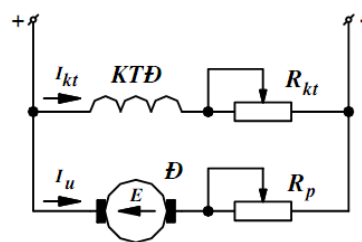
1.2. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện DC

1.2.1 Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ DC kích từ độc lập

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập: Cuộn kích từ được cấp điện từ nguồn một chiều độc lập với nguồn điện cấp cho rôto. (hình 1.2, 1.3)



Hình 1.2. Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ độc lập



Hình 1.3. Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ song song

Nếu cuộn kích từ và cuộn dây phần ứng được cấp điện bởi cùng một nguồn điện thì động cơ là loại kích từ song song. Trường hợp này nếu nguồn điện có công suất rất lớn so với công suất động cơ thì tính chất động cơ sẽ tương tự như động cơ kích từ độc lập.

Khi động cơ làm việc, rôto mang cuộn dây phần ứng quay trong từ trường của cuộn cảm nên trong cuộn ứng xuất hiện một sức điện động cảm ứng có chiều ngược với điện áp đặt vào phần ứng động cơ. Theo sơ đồ nguyên lý trên hình 1.2 và hình 1.3, có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng (rôto) như sau:

$$U = E + (R + R_p).I \quad (2.1)$$

Trong đó:

U- là điện áp phần ứng động cơ, (V)

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

R- là điện trở cuộn dây phần ứng

R_p là điện trở phụ mạch phần ứng.

I- là dòng điện phần ứng động cơ.

$$R_r = r_r + r_{ct} + r_{cb} + r_{cp} \quad (2.2)$$

r_r - Điện trở cuộn dây phần ứng.

r_{ct} - Điện trở tiếp xúc giữa chổi than và phiến góp.

r_{cb} - Điện trở cuộn bù.

r_{cp} - Điện trở cuộn phụ.

Sức điện động phần ứng tỷ lệ với tốc độ quay của rôto:

$$E_u = \frac{p.N}{2\pi a} * \Phi * \omega = K * \Phi * \omega \quad (2.3)$$

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

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.

Hoặc ta có thể viết:

$$E_e = K_e \Phi N \quad (2.4)$$

$$\text{Và } \omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{n}{9,55}$$

$$\text{Vậy: } K_e = K / 9,55 = 0,105K$$

Nhờ lực từ trường tác dụng vào dây dẫn phản ứng khi có dòng điện, rôto quay dưới tác dụng của mômen quay:

$$M = K \Phi I_u \quad (2.5)$$

Từ hệ 2 phương trình (2.1) và (2.3) ta có thể rút ra được phương trình đặc tính cơ điện biểu thị mối quan hệ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập như sau:

$$\omega = \frac{U_u}{k\Phi} - \frac{R_u + R_p}{(K\Phi)^2} * M \quad (2.6)$$

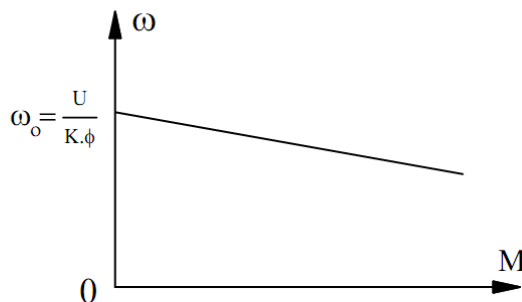
Có thể biểu diễn đặc tính cơ dưới dạng khác: $\omega = \omega_0 - \Delta\omega$

Trong đó: $S_{th} = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$ gọi là tốc độ không tải lý tưởng (2.7)

$$\Delta\omega = \frac{R_u + R_p}{(K\Phi)^2} * M \quad \text{gọi là độ sụt tốc độ}$$

Phương trình đặc tính cơ (2.6) có dạng hàm bậc nhất $y = B + Ax$, nên đường biểu diễn trên hệ tọa độ $M-\omega$ là một đường thẳng với độ dốc âm. Đường đặc tính cơ cắt trục tung ω tại điểm có tung độ:

Tốc độ ω_0 được gọi là tốc độ không tải lý tưởng khi không có lực cản nào cả. Đó là tốc độ lớn nhất của động cơ mà không thể đạt được ở chế độ động cơ vì không bao giờ xảy ra trường hợp $M_c = 0$.

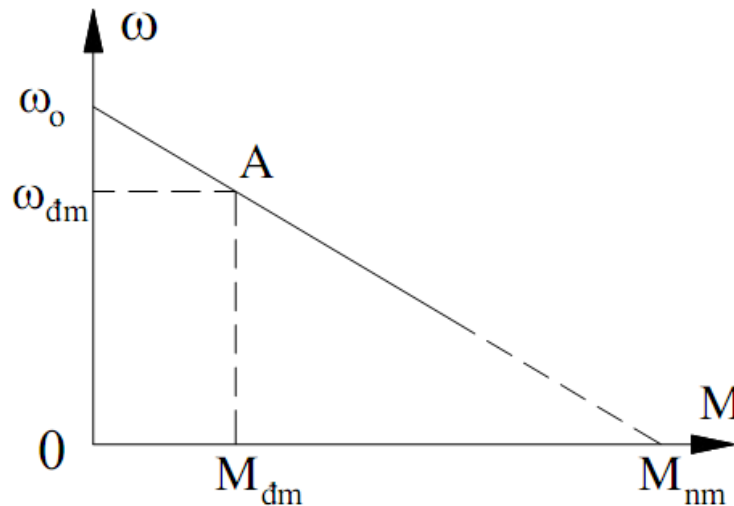


Hình 1.4. đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi phụ tải tăng dần từ $M_c = 0$ đến $M_c = M_{dm}$ thì tốc độ động cơ giảm dần từ ω_0 đến ω_{dm}

Điểm A(M_{dm}, ω_{dm}) gọi là điểm định mức. Rõ ràng đường đặc tính cơ có thể vẽ được từ 2 điểm ω_0 và A. Điểm cắt của đặc tính cơ với trục hoành OM có tung độ $\omega = 0$ và có hoành độ suy từ phương trình (2.6):

$$M = M_{nm} = K\phi_{dm} \frac{U_{dm}}{R_u} = K\phi_{dm} I_{nm} \quad (2.7)$$



Hình 1.5. Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Mômen M_{nm} và I_{nm} gọi là mômen ngắn mạch và dòng điện ngắn mạch. Đó là giá trị mômen lớn nhất và dòng điện lớn nhất của động cơ khi được cấp điện đầy đủ mà tốc độ bằng 0. Trường hợp này xảy ra khi bắt đầu mở máy và khi động cơ đang chạy mà bị dừng lại vì bị kẹt hoặc tải lớn quá kéo không được. Dòng điện I_{nm} này lớn và thường bằng: $I_{nm} = (10 \text{ đến } 20)I_{dm}$

Nó có thể gây cháy hỏng động cơ nếu hiện tượng tồn tại kéo dài.

1.2.2 Các phương pháp điều chỉnh tốc độ

a. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng

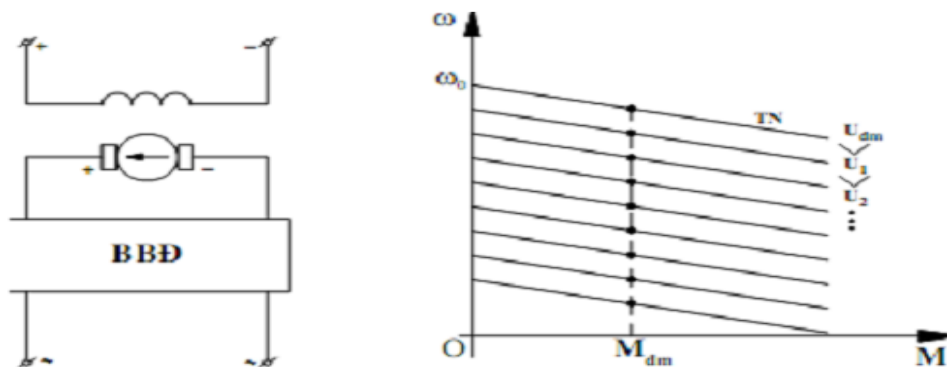
Sơ đồ nguyên lý được biểu diễn như trên hình 1.6. Từ thông động cơ được giữ không đổi. Điện áp phản ứng được cấp từ một bộ biến đổi.

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.

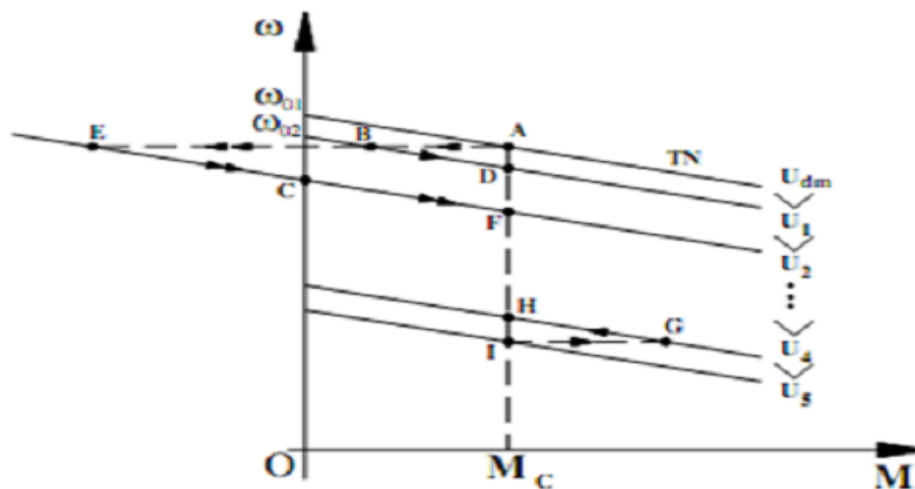
Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng biện pháp thay đổi điện áp phản ứng có các đặc điểm sau:

Điện áp phản ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng nhỏ.

Điều chỉnh trơn trong toàn bộ dải điều chỉnh.



Hình 1.6. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện áp phản ứng



Hình 1.7. Quá trình thay đổi tốc độ khi điều chỉnh điện áp

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 mô-men 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.

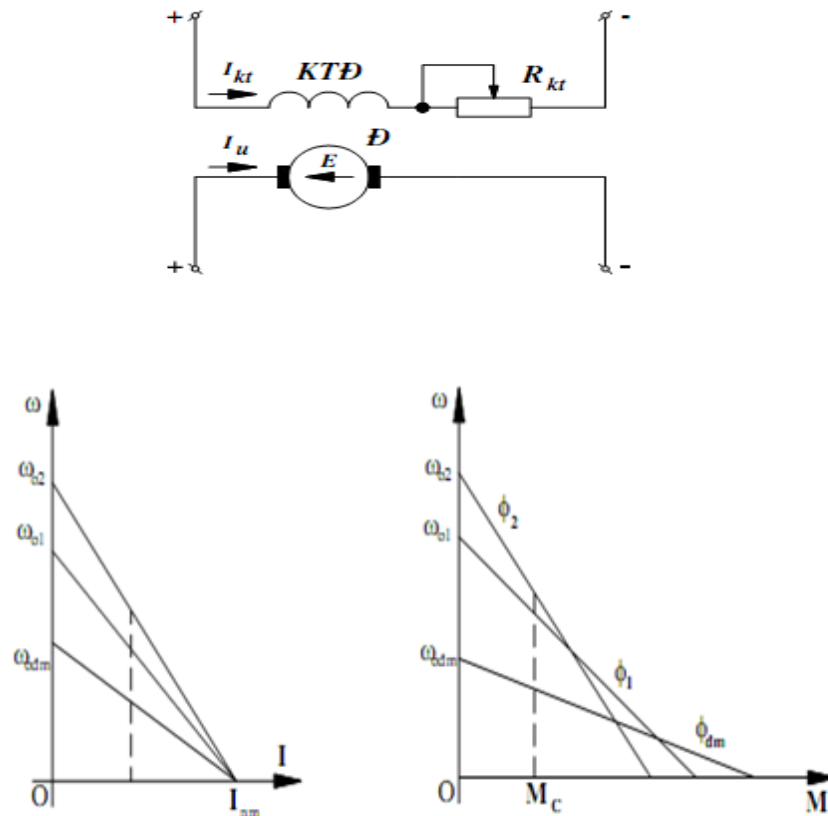
Dải điều chỉnh của phương pháp này có thể: $D \sim 10:1$.

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 tron điện áp ra.

b. 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 $I_{kt} \leq I_{ktđm}$ 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 1.8.



Hình 1.8. – 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.

c. . Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở ở mạch phản ứng

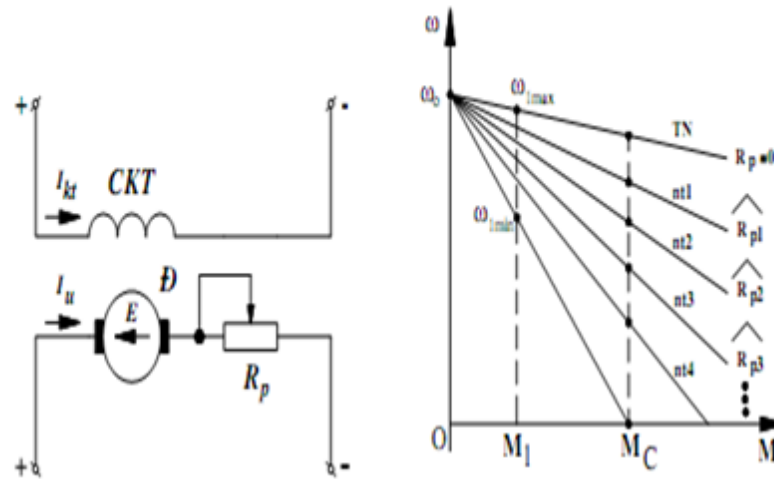
Sơ đồ nguyên lý nối dây như hình 1.9. Khi tăng điện trở phản ứng, đặc tính cơ dốc hơn nhưng vẫn giữ nguyên tốc độ không tải lý tưởng. Họ đặc tính cơ khi thay đổi điện trở mạch phản ứng như hình 1.9.

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

Điện trở mạch phản 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 phản ứng cho nên tổn hao công suất dưới dạng nhiệt trên điện trở càng lớn.



Hình 1.9 - Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện trở phản ứng.

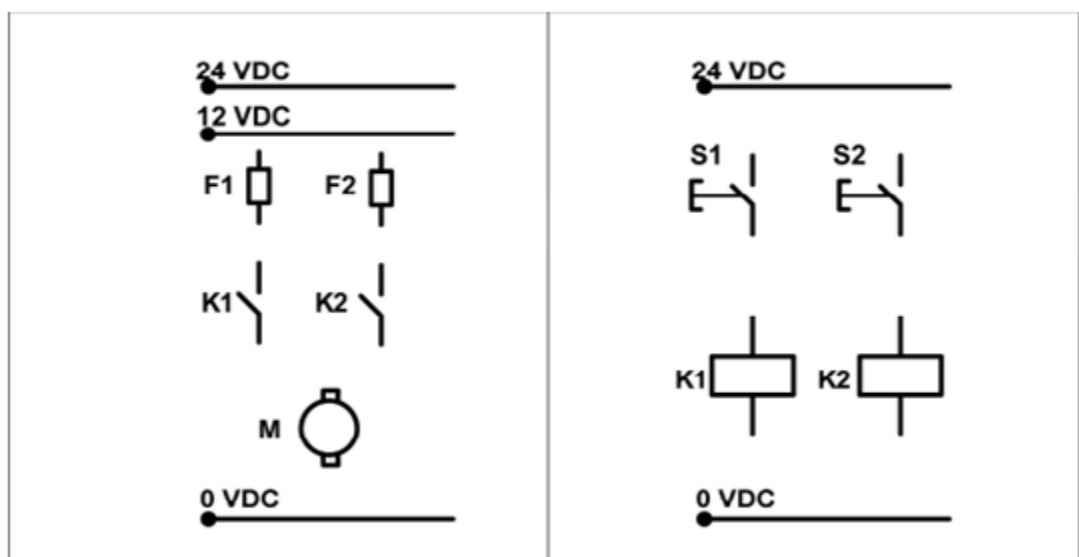
1.2.3. Nội dung thực hành

a. Đấu nối mạch điều khiển tốc độ động cơ DC bằng cách thay đổi điện áp dùng hai nút nhấn thay đổi cấp tốc độ

- Sơ đồ mạch :

Sơ đồ mạch động lực

Sơ đồ mạch điều khiển



Quy trình kỹ thuật lắp mạch điều khiển tốc độ động cơ DC bằng cách thay đổi điện áp

Nội dung công việc	Yêu cầu kỹ thuật	Dụng cụ, thiết bị
Bước 1: Tìm hiểu cấu tạo thực tế thiết bị điện và các thông số kỹ thuật cơ bản của thiết bị trong mạch điện. Vẽ lại sơ đồ kết nối trong mạch	- Các tiếp điểm tiếp xúc của các nút nhấn, relay còn tốt. - điện áp đặt vào cuộn dây relay và động cơ DC phải bằng điện áp định mức	Đồng hồ vạn năng V.O.M, cầu chì nút nhấn Relay động cơ DC.
Bước 2: Lắp đặt thiết bị điện và đấu nối mạch điện theo sơ đồ nguyên lý. - Đấu mạch động lực - Đấu mạch điều khiển	- Lắp đặt chắc chắn thiết bị điện vào panel điện, làm đầu cốt và đầu dây nối phải chắc chắn - Thao tác chính xác - Đúng theo sơ đồ	Panel lắp đặt thiết bị điện, áp tô mát 1 pha, cầu chì, dây dẫn, relay, nút nhấn, động cơ điện một chiều, kèm cắt dây điện, kèm bấm đầu cốt, tua vít ba ke (4 chấu), tua vít dẹt, bít đầu cốt,...
Bước 3: Kiểm tra nguội theo các bước sau: - Kiểm tra mạch động lực. - Kiểm tra mạch điều khiển.	- Thao tác chính xác - Đúng theo sơ đồ	Đồng hồ vạn năng V.O.M
Bước 4: Hoạt động thử theo các bước sau: - Nối dây nguồn. - Đóng áp tô mát nguồn. - Ấn nút S1 động cơ hoạt động ở điện áp 12VDC. - Ấn nút S2 động cơ hoạt động ở điện áp 24VDC.	Mạch hoạt động tốt, đúng nguyên lý.	Nguồn điện cung cấp

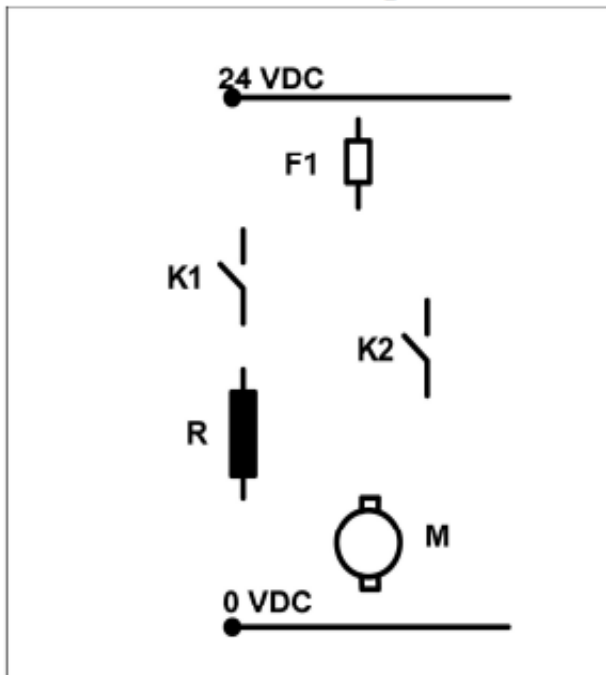
- Hiện tượng, nguyên nhân và cách khắc phục sự cố

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
1	Mạch điều khiển không hoạt động.	- Đấu dây mạch điều khiển tiếp xúc không tốt - Chưa cấp nguồn cho mạch điều khiển - chưa đấu tiếp điểm duy trì	Kiểm tra và đấu lại tiếp điểm duy trì, kiểm tra lại các đầu nối, cấp nguồn cho mạch
2	Mạch động lực không hoạt động	- Đấu dây mạch động lực tiếp xúc không tốt - Chưa cấp nguồn cho mạch động lực	kiểm tra lại các đầu nối, cấp nguồn cho mạch

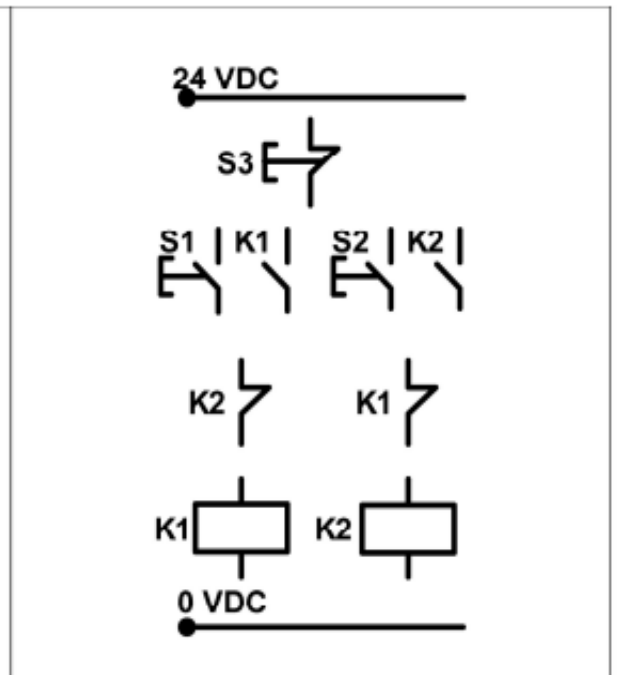
b. Lắp mạch điều khiển tốc độ động cơ DC bằng cách thay đổi điện trở phụ dùng hai nút nhấn thay đổi cấp tốc độ dùng khóa chéo, tự giữ thông qua nút dừng

- Sơ đồ mạch :
-

Sơ đồ mạch động lực



Sơ đồ mạch điều khiển



- Quy trình kỹ thuật lắp mạch điều khiển tốc độ động cơ DC bằng cách thay đổi điện trở phụ

Nội dung công việc	Yêu cầu kỹ thuật	Dụng cụ, thiết bị
Bước 1: Tìm hiểu cấu tạo thực tế thiết bị điện và các thông số kỹ thuật cơ bản của thiết bị trong mạch điện. Vẽ lại sơ đồ kết nối trong mạch	- Các tiếp điểm tiếp xúc của các nút nhấn, relay còn tốt. - điện áp đặt vào cuộn dây relay và động cơ DC phải bằng điện áp định mức	Đồng hồ vạn năng V.O.M, cầu chì nút nhấn Relay động cơ DC. Điện trở phụ
Bước 2: Lắp đặt thiết bị điện và đấu nối mạch điện theo sơ đồ nguyên lý. - Đấu mạch động lực - Đấu mạch điều khiển	- Lắp đặt chắc chắn thiết bị điện vào panel điện, làm đầu cốt và đấu dây nối phải chắc chắn - Thao tác chính xác - Đúng theo sơ đồ	Panel lắp đặt thiết bị điện, áp tô mát 1 pha, điện trở phụ, cầu chì, dây dẫn, relay, nút nhấn, động cơ điện một chiều, kèm cắt dây điện, kèm bấm đầu cốt, tua vít ba ke (4 chấu), tua vít dẹt, bít đầu cốt,...
Bước 3: Kiểm tra nguội theo các bước sau: - Kiểm tra mạch động lực. - Kiểm tra mạch điều khiển.	- Thao tác chính xác - Đúng theo sơ đồ	Đồng hồ vạn năng V.O.M
Bước 4: Hoạt động thử theo các bước sau: - Nối dây nguồn. - Đóng áp tô mát nguồn. - Ấn nút S1 động cơ hoạt động có điện trở phụ. - Ấn nút S2 động cơ hoạt động không có điện trở phụ. - Ấn nút S3 động cơ dừng	Mạch hoạt động tốt, đúng nguyên lý.	Nguồn điện cung cấp

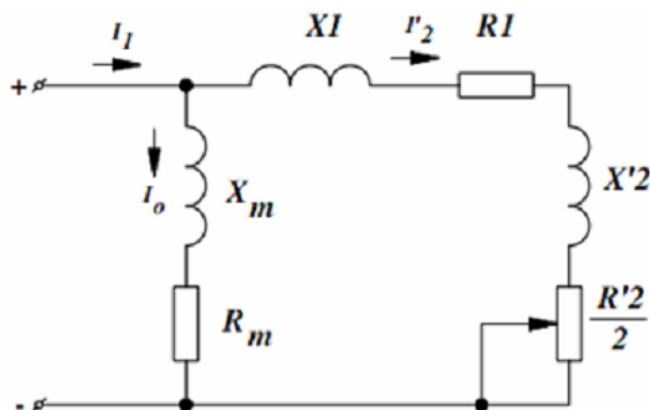
Hiện tượng, nguyên nhân và cách khắc phục sự cố

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
1	Mạch điều khiển không hoạt động.	- Đấu dây mạch điều khiển tiếp xúc không tốt - Chưa cấp nguồn cho mạch điều khiển - chưa đấu tiếp điểm duy trì	Kiểm tra và đấu lại tiếp điểm duy trì, kiểm tra lại các đầu nối, cấp nguồn cho mạch
2	Mạch động lực không hoạt động	- Đấu dây mạch động lực tiếp xúc không tốt - Chưa cấp nguồn cho mạch động lực	kiểm tra lại các đầu nối, cấp nguồn cho mạch

1.3. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ ba pha

1.3.1 Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ không đồng bộ 3 pha

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 hoà 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 rôto đã quy đổi về stator.



Hình 1.10. sơ đồ thay thế một pha động cơ không đồng bộ

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

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

Từ đó ta có hệ số quy đổi dòng điện:

$$K_1 = \frac{1}{K_E}$$

và hệ số quy đổi trở kháng:

$$K_R = K_x = \frac{K_E}{K_1} = K_E^2$$

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: $I'_2 = k I_2$
- Điện kháng: $X'_2 = k X_2$
- Điện trở: $R'_2 = k R_2$

Trên sơ đồ thay thế ở hình 2.25, 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.

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

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

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 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 $M_{cơ}$:

$$M_{đt} = M_{cơ} = M$$

Trong đó: $P_{12} = M \omega_0 = M \omega + \Delta P_2$. Suy ra

$$M = \frac{\Delta P_2}{\omega_0 - \omega} = \frac{\Delta P_2}{s * \omega_0}$$

Công suất nhiệt trong cuộn dây 3 pha là:

$$\Delta P_2 = 3R_2 I^2$$

Thay vào phương trình tính mômen ta có được:

$$M_{th} = \pm \frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0 \left[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2} \right]}$$

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 , 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:

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

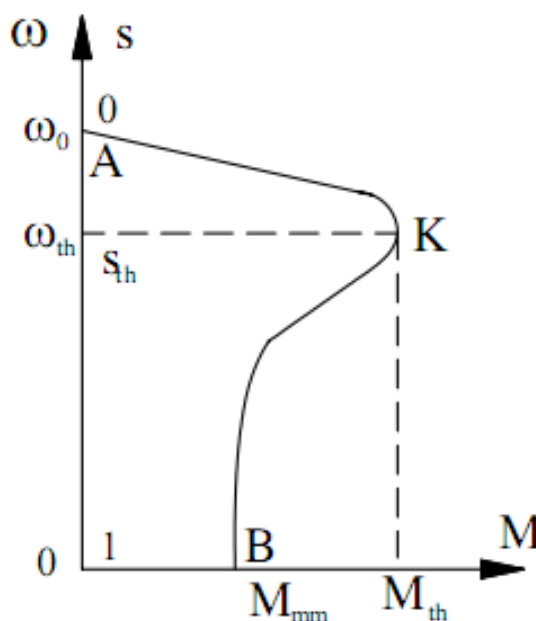
$$s_{th} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$$

Giải phương trình ta có:

Thay vào phương trình đặc tính cơ ta có:

$$M_{th} = \pm \frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_0 \left[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2} \right]}$$

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 (+).



Hình 1.11. Đặc tính cơ động cơ KĐB

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.

1.3.2 Các phương pháp điều chỉnh tốc độ

Tốc độ của từ trường quay (tốc độ đồng bộ) là $n_1 = 60f/p$

Tốc độ quay của động cơ điện không đồng bộ là $n = n_1(1-s) = 60f/p(1-s)$, với s là hệ số trượt.

Từ công thức trên ta có thể có các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ như sau:

Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số:

Việc thay đổi tần số của dòng điện stato được thực hiện bằng cách dùng bộ biến đổi tần số. Việc điều chỉnh tốc độ quay bằng cách thay đổi tần số thích hợp cho các động cơ rôto lồng sóc.

Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số cho phép điều chỉnh tốc độ một cách bằng phẳng trong phạm vi rộng, song giá thành của bộ biến tần khá cao.

Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số cực:

Số đôi cực p phụ thuộc vào cấu tạo của dây quấn, thường là thay đổi cách đấu dây để có được số đôi cực khác nhau. Động cơ không đồng bộ có cấu tạo dây quấn có thể thay đổi số đôi cực từ được gọi là động cơ không đồng bộ nhiều cấp tốc độ. Phương pháp này chỉ sử dụng cho động cơ rôto lồng sóc.

Mặc dù điều chỉnh tốc độ nhảy cấp, nhưng có ưu điểm chính là giữ nguyên độ cứng của đặc tính cơ, động cơ nhiều cấp tốc độ được sử dụng rộng rãi trong các máy luyện kim, máy tàu thủy...

Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp cung cấp cho stato:

Phương pháp này chỉ được thực hiện việc giảm điện áp. Khi giảm điện áp đường đặc tính cơ sẽ thay đổi, do đó hệ số trượt thay đổi và làm cho tốc độ động cơ thay đổi.

Nhược điểm của phương pháp này là điều chỉnh tốc độ quay bằng điện áp là làm giảm khả năng quá tải của động cơ, dải điều chỉnh tốc độ hẹp, tăng tổn