

SỞ LĐ – TB VÀ XH THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG TRUNG CẤP SÀI GÒN



GIÁO TRÌNH
MÔ ĐUN: TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
NGÀNH: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP VÀ DÂN DỤNG
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

Thành phố Hồ Chí Minh, năm 2020

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình Truyền động điện là tài liệu dùng để dạy học sinh nghề Điện tử công nghiệp nhằm hình thành các kiến thức ứng dụng, kỹ năng thực hành nghề và thái độ nghề nghiệp cơ bản ở trình độ Trung cấp, trong phạm vi môn học.

Tài liệu do các giáo viên nghề Điện tử công nghiệp, trường Trung cấp Sài Gòn biên soạn kết hợp tham khảo một số tài liệu trong và ngoài nước.

Khi biên soạn, nhóm biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao. Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã tham khảo và trích dẫn từ nhiều tài liệu được liệt kê tại mục Danh mục tài liệu tham khảo. Chúng tôi chân thành cảm ơn các tác giả của các tài liệu mà nhóm đã tham khảo.

Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được những ý kiến đóng góp, phản hồi từ quý đồng nghiệp, các bạn người học và bạn đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn

MỤC LỤC

	TRANG
Lời giới thiệu	1
<i>Bài mở đầu: Khái quát chung về hệ truyền động điện</i>	5
1. Khái quát chung về hệ truyền động điện	5
2. Phân loại các hệ truyền động điện	7
<i>Chương 1. Cơ sở động học của hệ truyền động điện</i>	11
1. Đặc tính cơ của máy sản xuất, động cơ	11
2. Các trạng thái làm việc xác lập của hệ truyền động điện	14
<i>Chương 2. Đặc tính của động cơ điện</i>	18
1. Đặc tính của động cơ điện DC, các trạng thái khởi động và hãm	18
2. Đặc tính của động cơ điện không đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm	46
3. Đặc tính của động cơ điện đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm	67
<i>Chương 3. Điều chỉnh tốc độ truyền động điện</i>	73
1. Khái niệm về điều chỉnh tốc độ hệ truyền động điện ; tốc độ đặt ; chỉ tiêu chất lượng của truyền động điều chỉnh	73
2. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh sơ đồ mạch	74
3. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh thông số của động cơ	81
4. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp nguồn	84
<i>Chương 4. Tính chọn công suất động cơ điện</i>	89
1. Khái niệm về ổn định tốc độ, độ chính xác duy trì tốc độ	89
2. Hệ truyền động cơ vòng kín: hồi tiếp âm điện áp, âm tốc độ	89

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC/ MÔ ĐUN

1.Tên môn học/ mô đun: Truyền động điện

2.Mã môn học/ mô đun: MĐ19

3.Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/ mô đun:

3.1.Vị trí: Trước khi học môn học này cần hoàn thành các mô đun và môn học cơ sở, đặc biệt các mô đun và môn học: Mạch điện; Trang bị điện; Máy điện.

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

3.3.Ý nghĩa và vai trò của môn học/ mô đun: Mô đun kỹ thuật chuyên môn giúp cho học sinh hiểu rõ hơn về hệ truyền động điện, tạo tiền đề cho mô đun sau.

4.Mục tiêu của môn học/ mô đun:

4.1.Kiến thức:

+ Trình bày được nguyên tắc và phương pháp điều khiển tốc độ của hệ truyền động điện.

+ Đánh giá được đặc tính động của hệ điều khiển truyền động điện.

4.2.Kỹ năng:

+ Tính chọn được động cơ điện cho hệ truyền động không điều chỉnh;

+ Lựa chọn được các bộ biến đổi phù hợp với yêu cầu hệ truyền động.

4.3.Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Rèn luyện tính tỉ mỉ, cẩn thận, tác phong công nghiệp cho học sinh.

5. Chương trình mô đun

5.1 chương trình khung

Mã MH/ MĐ	Tên MH, MĐ	TS giờ/ số tín chỉ	Học trên lớp				Ghi chú
			TS	LT	TH, BT	KT ĐK	
I	Các môn học chung	12	255	94	148	13	
MH01	Chính trị	2	30	15	13	02	
MH02	Pháp luật	1	15	09	05	01	
MH03	Giáo dục thể chất	1	30	04	24	02	
MH04	Giáo dục quốc phòng và an ninh	2	45	21	21	03	

MH05	Tin học	2	45	15	29	01	
MH06	Ngoại ngữ	4	90	30	56	04	
II	Các môn học chuyên môn		1485	399	1034	52	
MH07	An toàn điện	02	30	28		02	
MH08	Lý thuyết mạch điện	04	60	58		02	
MH09	Đo lường điện và cảm biến	03	45	25	18	02	
MH10	Vật liệu điện	02	30	28		02	
MH11	Vẽ điện	02	30	15	13	02	
MH12	Khí cụ điện	02	45	20	23	02	
MH13	Kỹ thuật điện tử	03	60	30	27	03	
MH14	Máy điện	03	60	30	27	03	
MH15	Cung cấp điện	03	60	30	27	03	
MH16	Truyền động điện	02	45	20	22	03	
MH17	Trang bị điện	03	60	30	27	03	
MH18	Điều khiển lập trình PLC	03	60	20	38	02	
MH19	Điều khiển điện khí nén	02	45	20	23	02	
MH20	Điện tử công suất	02	45	30	12	03	
MH21	Điều khiển logic	02	30	15	13	02	
MH22	Thực hành điện cơ bản	05	240		236	04	
MH23	Thực hành sửa chữa điện	04	180		176	04	
MH24	Thực hành trang bị điện, điện tử căn bản	04	180		176	04	
MH25	Thực tập tập tốt nghiệp	04	180		176	04	
	Tổng cộng	67	1740				

5.2 chương trình chi tiết mô đun

Nội dung	Số tiết		Ghi chú
	LT	BT	
Chương 1: Cơ sở động học của hệ truyền động điện	4	5	Kiểm tra hệ số 1 chương 1.2
Chương 2 : Đặc tính của động cơ điện	6	8	
Chương 3: Điều chỉnh tốc độ của truyền động điện	6	8	Kiểm tra hệ số 2 lần 1 chương 2.3
Chương 4: Tính chọn công suất động cơ điện	4	4	Kiểm tra hệ số 2 lần 2 chương 4.5

6. Điều kiện thực hiện mô đun:

- **6.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành:** Thực hiện giảng dạy tốt nhất ở nơi thực tập hoặc xưởng thực hành.

6.2. Trang thiết bị dạy học:

- Bảng, phấn bàn, ghế học tập;
- Các mô hình thực hành mạch một chiều, xoay chiều bao gồm:
 - + Bộ thí nghiệm về mạch điện DC;
 - + Bộ thí nghiệm về mạch điện AC 1 pha, 3 pha;
 - + Bộ thí nghiệm về điện trường và từ trường;
- Các loại máy đo (AC & DC): ampe kế, volt kế, ohm kế, watt kế, tần số kế, $\cos\phi$ kế, điện kế 1 pha, 3 pha, oscilloscope...;
- Nguồn DC điều chỉnh được;
- Nguồn AC 1 pha, 3 pha điều chỉnh được.

6.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện:

- Điện trở các loại – biến trở;
- Tụ điện các loại - tụ chỉnh;
- Cuộn cảm - cuộn chỉnh;
- Dây nối;
- Nam châm vĩnh cửu;
- Nam châm điện;
- Bo mạch (Project Board) cắm linh kiện;
- Giáo trình, tài liệu học tập.

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

7.1. Nội dung:

- Về kiến thức: Đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm theo các nội dung sau:
 - + Bài kiểm tra 1: kiểm tra đầu vào: (45 phút): Đánh giá kết quả đạt được trong bài mạch điện một chiều;
 - + Bài kiểm tra 2: kiểm tra viết; 45 phút. Đánh giá kết quả đạt được trong bài mạch điện xoay chiều;

- + Bài kiểm tra 3: kiểm tra viết; 45 phút. Đánh giá kết quả tiếp thu về bài từ trường và cảm ứng điện từ;

- Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng nhận ra bản chất mạch điện, tính toán các bài tập về dòng điện một chiều và xoay chiều.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Đánh giá phong cách học tập thể hiện ở: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

7.2. Phương pháp: Người học được đánh giá tích lũy mô đun như sau:

7.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Cao đẳng hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-LĐTBXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.

- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng nghề Tây Ninh như sau:

Điểm đánh giá	Trọng số
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc mô đun	60%

7.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, A2 B1, B2 C1, C2	1	Sau 14 giờ.
Định kỳ	Viết/ Thuyết trình/ Thực hành	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo/ Thực hành	A3, B3 A5, B3, C3	1	Sau 28 giờ
Kết thúc mô đun	Thực hành	Trắc nghiệm/ Thực hành	A1, A2, A3, A4, A5 B1, B2, B3 C1, C2, C3.	1	Sau 45 giờ

7.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc mô đun được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm mô đun là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của mô đun nhân với trọng số tương ứng. Điểm mô đun theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân.

8. Hướng dẫn thực hiện mô đun

8.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Áp dụng cho người học nghề Điện tử công nghiệp trường Trung cấp Á Châu

8.2. Phương pháp giảng dạy, học tập mô đun

8.2.1. Đối với người dạy

* **Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập, câu hỏi thảo luận, thao tác mẫu

* **Thực hành:** Chia người học thành nhóm nhỏ để thực hiện nội dung thực hành.

* **Hướng dẫn tự học:** Yêu cầu học viên nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, trình bày nội dung, thực hành trên mô hình.

8.2.2. Đối với người học: Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học mô đun này

- Tham dự tối thiểu 70% các buổi giảng. Nếu người học vắng >30% số tiết phải học lại mô đun mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 4-5 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1 hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.

- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.

- Tham dự thi kết thúc môn học.

- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học.

9. Tài liệu tham khảo:

[1]. *Giáo trình truyền động điện – Sách dùng cho các trường đào tạo hệ trung học chuyên nghiệp*, Vụ THCN & DN, 2004.

[2]. GS Nguyễn Ngọc Cẩn, *Giáo trình trang bị điện Trường ĐHSP TPHCM*.

[3]. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Nguyễn Thị Hiền, *Truyền động điện*, Nxb KHKT, 199

BÀI MỞ ĐẦU:

KHÁI QUÁT CHUNG VỀ HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Mã bài: 19- 00

Giới thiệu:

Bài học này sẽ giới thiệu tới sinh viên các khái niệm hệ truyền động điện, hệ truyền động điện của máy sản xuất, cấu trúc và cách phân loại hệ thống truyền động điện, từ đó giúp sinh viên có thể phân tích được các hệ truyền động điện trong thực tế cũng như có được nguồn kiến thức cơ bản để phục vụ cho các bài học tiếp theo.

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.

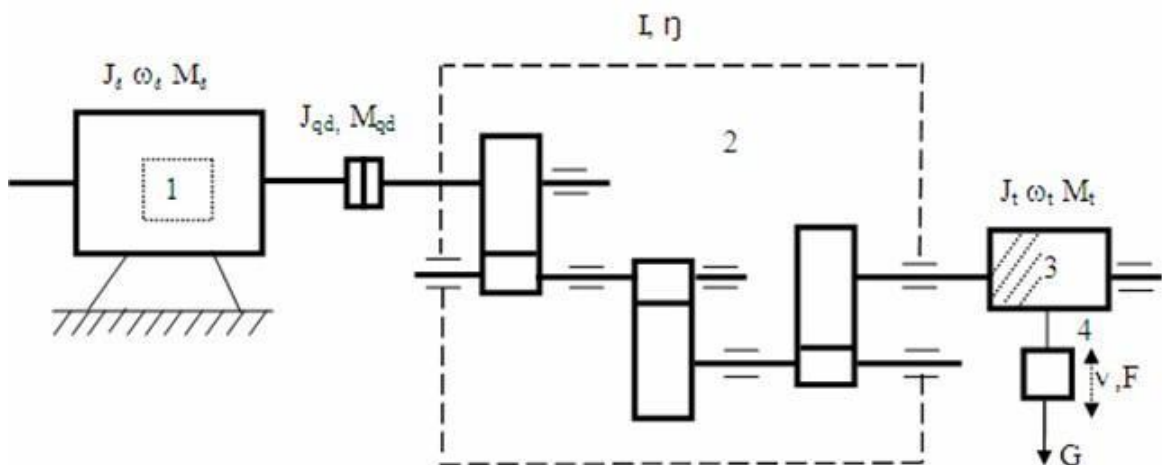
1. Khái quát chung về hệ truyền động điện.

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

Định nghĩa: 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.

Ví dụ: - Hệ truyền động của máy bơm nước

- Truyền động mâm cặp của máy tiện
- Truyền động của cần trục và máy nâng



1.1. Hệ truyền động của máy sản xuất.

Máy sản xuất là thiết bị sử dụng để sản xuất sản phẩm và thực hiện yêu cầu công nghệ.

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...).

a. Truyền động của máy bơm nước.



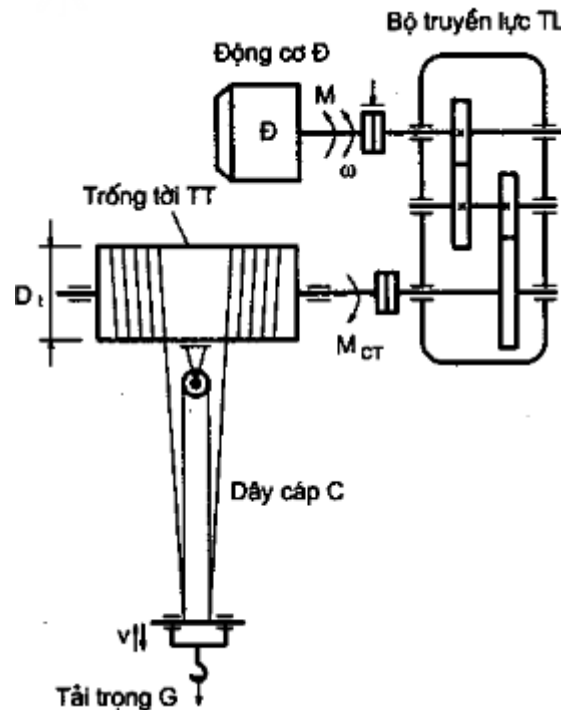
b. Truyền động mâm cặp máy tiện.



Cơ cấu công tác CT bao gồm mâm cặp MC, phôi PH được kẹp trên mâm và dao cắt DC. Khi làm việc động cơ Đ tạo ram omen M làm quay trục, qua bộ truyền lực TL chuyển động quay được truyền đến mâm cặp và phôi. Lực cắt do dao tạo ra trên phôi sẽ hình thành Momen M_{CT} tác động trên cơ cấu công tác có chiều ngược với

chiều chuyển động. Nếu dời điểm đặt của M_{CT} về trục động cơ ta có Momen cản M_C . Nếu M_C cân bằng với Momen động cơ: $M_C = M$ thì hệ sẽ có chuyển động ổn định với tốc độ không đổi $\omega = \text{const}$.

c. Truyền động của cần trục hoặc máy nâng.

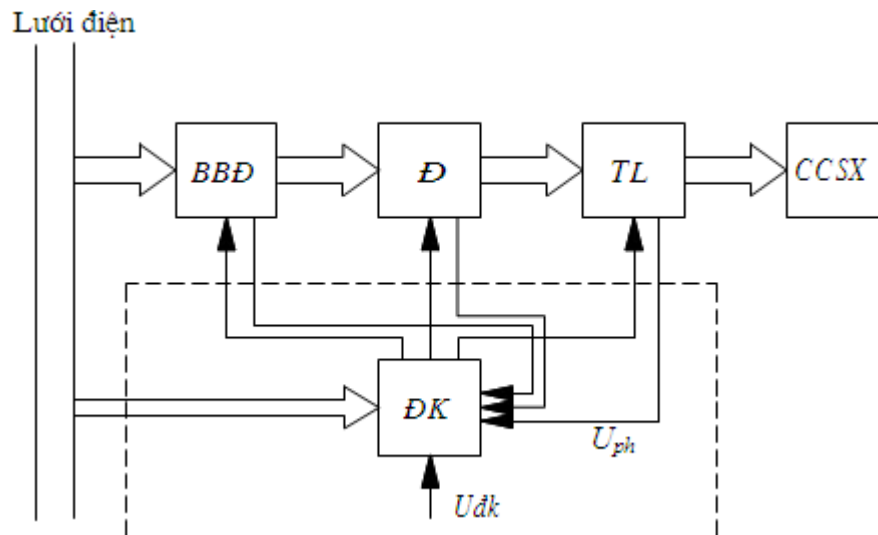


Hình 3. Truyền động của cần trục

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 Momen trên cơ cấu công tác M_{CT} và nếu dời điểm đặt của M_{CT} về trục động cơ ta có Momen cản M_C . Nếu M_C cân bằng với Momen động cơ: $M_C = M$ thì hệ sẽ có chuyển động ổn định với tốc độ không đổi $\omega = \text{const}$.

1.2. Cấu trúc chung của hệ truyền động điện. (Hình 4)

Về cấu trúc, một hệ thống TĐĐ nói chung bao gồm các khâu:



Hình 4. Cấu trúc chung của hệ truyền động điện

BBĐ: 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 BBĐ 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). Động cơ có các loại: một chiều, xoay chiều và các loại động cơ đặc biệt. Các động cơ điện thường dùng là: động cơ xoay chiều KĐB ba pha rôto 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 BBĐ, 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 khác có cả mạch ghép nối với các thiết bị tự động khác như máy tính điều khiển, các bộ vi xử lý, PLC...

Các thiết bị đo lường, cảm biến (sensor) dùng để lấy các tín hiệu phản hồi có thể là các loại đồng hồ đo, các cảm biến từ, cơ, quang...

* Một hệ thống TĐĐ không nhất thiết phải có đầy đủ các khâu nêu trên. Tuy nhiên, một hệ thống TĐĐ bất kỳ luôn bao gồm hai phần chính:

- Phần lực: Bao gồm bộ biến đổi và động cơ điện.
- Phần điều khiển.

* 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.

2. Phân loại các hệ 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.

a) 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 đã 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 dải 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...).

b) 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.

c) 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 BĐ 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 (Điôt) hay có điều khiển (Thyristor)...

d) 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,...

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1: Cấu trúc chung của một hệ thống truyền động điện

- A. Phần động lực là bộ biến đổi và động cơ truyền động
- B. Phần điều khiển là cơ cấu đo lường, bộ phận điều chỉnh và thiết bị biến đổi
- C. phần động lực và phần điều khiển
- D. Phần truyền động không điều chỉnh và có điều

chỉnh Câu 2: Các hệ thống sau đây thuộc hệ truyền động điện:

- A. Mạch điều khiển tốc độ động cơ DC
- B. Mạch điều khiển tốc độ động cơ AC
- C. Hệ truyền động mâm cặp máy tiện
- D. Mạch điều khiển chiều quay động cơ AC

CHƯƠNG 1: CƠ HỌC TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Mã chương: 19- 01

Giới thiệu:

Một hệ thống truyền động điện bao gồm nhiều phần tử cơ khí cấu tạo nên, chúng chuyển động với các tốc độ khác nhau tạo thành một sơ đồ động học phức tạp. Các mômen và lực tác động lên hệ thống có các điểm đặt khác nhau. Vì vậy muốn tính chọn được công suất của động cơ, hay viết các phương trình cân bằng lực, ta phải qui đổi các đại lượng này về trục động cơ.

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.
- Chủ động, nghiêm túc trong học tập và công việc.

Nội dung chính:

1. Đặc tính cơ của máy sản xuất, động cơ.

Mục tiêu:

- Phân biệt được đặc tính cơ của động cơ điện và máy sản xuất.
- Nhận dạng được đặc tính cơ của máy sản xuất.

1.1. 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: $\omega=f(M)$.

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.

Ngoài đặc tính cơ, đối với động cơ điện một chiều người ta còn sử dụng đặc tính cơ điện. Đặc tính cơ điện biểu diễn quan hệ giữa tốc độ và dòng điện trong mạch

động cơ:

$$\omega = f(I) \text{ hay } n = f(I).$$

Chú ý: + Mỗi động cơ chỉ có một đặc tính tự nhiên

+ Mỗi động cơ có thể có nhiều đặc tính cơ nhân tạo. Để đánh giá và so sánh các đặc tính cơ, người ta đưa ra khái niệm “Độ cứng đặc tính cơ”, được tính:

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

Nếu đặc tính cơ tuyến tính thì:

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

Hoặc theo hÖ ®n vP t•ng ®èi th×

$$\beta = \frac{dM}{d\omega}$$

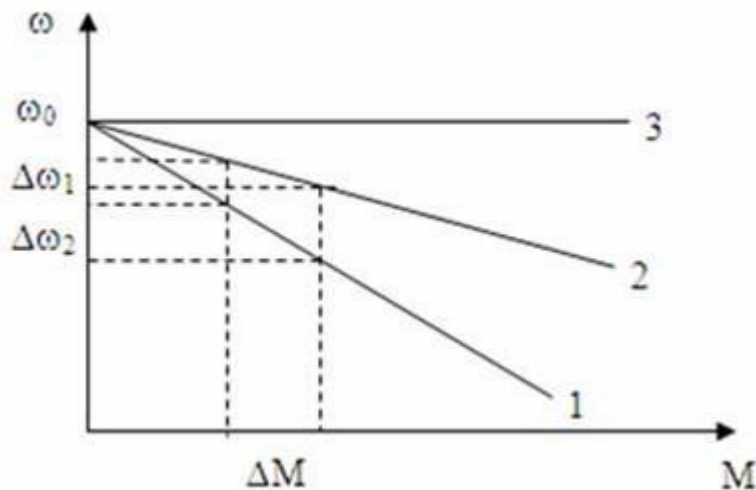
là lượng sai của ΔM và Δω.

β lớn → đặc tính cơ cứng

β nhỏ → đặc tính cơ mềm

β → ∞ → đặc tính cơ nằm ngang và tuyệt đối cứng

- Đường 1: Đặc tính cơ mềm
- Đường 2: Đặc tính cơ cứng
- Đường 3: Đặc tính cơ tuyệt đối cứng



Hình 1-6. Đặc tính cơ của động cơ điện

Đặc tính cơ cứng tốc độ ω thay đổi rất ít khi Momen biến đổi lớn.

+ Đặc tính cơ mềm tốc độ ω giảm nhiều khi Momen tăng.

1.2. Đặc tính cơ của máy sản xuất.

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

$\omega = f(M)$ 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 biểu thức tổng quát:

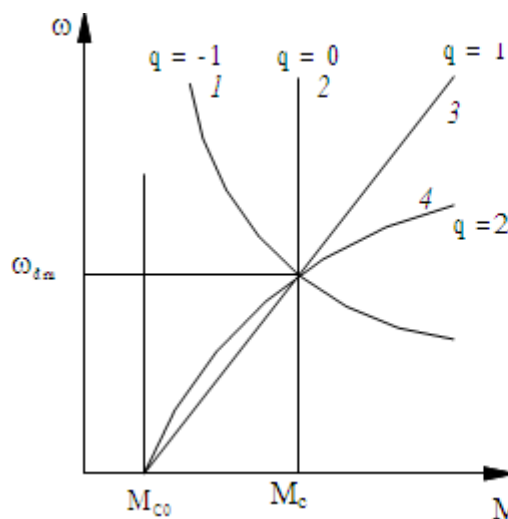
$$M_C = M_{CO} + (M_{dm} - M_{CO}) \frac{\omega}{\omega_{dm}}$$

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 1-7. 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:

q	M_C	P	Loại tải
-1	$\sim \frac{1}{\omega}$	const	ứng dụng đặc tính cơ của cơ cấu máy quấn dây, cuộn giấy, CC truyền động chính của máy cắt gọt kim loại (máy tiện)
0	const	$\sim \omega$	Cơ cấu nâng hạ, băng tải, máy nâng vận chuyển, truyền động ăn dao máy gia công kim loại
1	$\sim \omega$	$\sim \omega^2$	Máy phát điện một chiều với tải thuần trở, cơ cấu ma sát, máy

			bào
2	$\sim \omega^2$	$\sim \omega^3$	Thủy khí : Bơm, quạt, chân vịt tàu thủy

Ngoài ra còn một số máy sản xuất có các đặc tính cơ khác :

- Momen phụ thuộc vào góc quay $M_C = f(\psi)$; hoặc Momen phụ thuộc vào đường đi $M_C = f(s)$

Ví dụ : Các máy công tác có pittong, các máy trục không có cáp cân bằng,...

- Momen phụ thuộc vào số vòng quay và đường đi $M_C = f(s, \omega)$ như các loại xe điện

- Momen phụ thuộc vào thời gian $M_C = f(t)$, Ví dụ : máy nghiền đá, nghiền quặng

Thực hành:

Câu 1 : Đặc tính cơ nhân tạo của động cơ điện

A. $U = U_{dm}, f = f_{dm}, R_f = 0, X_f = 0$

B. $U \neq U_{dm}, f \neq f_{dm}, R_f \neq 0, X_f \neq 0$

C. $M = M_{dm}, n \neq n_{dm}$

D. $M \neq M_{dm}, n \neq n_{dm}$

Câu 2: Điều kiện để hệ TĐĐ có thể làm việc ổn định tĩnh

A. Độ cứng đặc tính cơ của động cơ lớn hơn độ cứng đặc tính cơ của CCSX

B. Độ cứng đặc tính cơ của động cơ bằng độ cứng đặc tính cơ của CCSX

C. Độ cứng đặc tính cơ của động cơ nhỏ hơn độ cứng đặc tính cơ của CCSX

D. Độ cứng đặc tính cơ của động cơ có giá trị âm

Câu 3: Đặc tính cơ của một máy sản xuất có dạng

A. $M_c = (M_{dm} - M_{co}) - M_{co} + (\omega/\omega_{dm})^\alpha$

B. $M_c = M_{co} - (M_{dm} - M_{co})(\omega/\omega_{dm})^\alpha$

C. $M_c = M_{co} + (M_{dm} - M_{co})(\omega/\omega_{dm})^\alpha$

D. $M_c = M_{co} + M_{dm}(\omega/\omega_{dm})^\alpha$

Câu 4: Đặc tính cơ tự nhiên của động cơ

A. Khi $U = U_{dm}, f = f_{dm}, R_f = 0$

B. $I \neq I_{dm}, U_{dm} \neq 0, M_{dm}$

C. $M \neq M_{dm}, n \neq n_{dm}$

D. Khi $U \neq U_{dm}, f \neq f_{dm}, R_f > 0$

Câu 5: Để đánh giá đặc tính cơ của hệ thống truyền động điện

A. β lớn đặc tính cơ cứng, β nhỏ đặc tính cơ mềm

B. $\beta = 0$ đặc tính cơ không đổi

C. $\beta = \infty$ đặc tính cơ cứng

D. $\beta > 0$ đặc tính cơ biến đổi

2. Các trạng thái làm việc xác lập của hệ truyền động điện.

Mục tiêu:

- Phân biệt được trạng thái động cơ với trạng thái máy phát.
- Phân tích được quá trình biến đổi năng lượng trong các trạng thái làm việc.
- Biểu diễn được các trạng thái làm việc trên mặt phẳng tọa độ.

2.1. Trạng thái động cơ.

- Định nghĩa: 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 .

- $P_{\text{cơ}} > 0$ nếu $M_{\text{đc}}$ sinh ra nó cùng chiều ω
- $P_{\text{điện}} < 0$ nếu nó có chiều từ động cơ về nguồn
- $P_{\text{cơ}} < 0$ khi nó truyền từ máy sản xuất về động cơ, Momen động cơ sinh ra ngược chiều với tốc độ quay .
- M của máy sản xuất được gọi là M phụ tải, hay M cản. Nó cũng được định nghĩa dấu âm và dương, ngược lại với Momen của động cơ
- Phương trình cân bằng công suất của hệ thống truyền động là: $P_d = P_c + \Delta P$

Trong đó:

- + P_d : Công suất điện
- + P_c : Công suất cơ
- + ΔP : Công suất tổn thất
- Tùy thuộc vào biến đổi năng lượng trong hệ mà ta có trạng thái làm việc của động cơ.
- Trạng thái động cơ là trạng thái động cơ điện làm việc với $P_{\text{cơ}} = M \cdot \omega > 0$. Hay Momen do động cơ sinh ra có chiều trùng với tốc độ quay của động cơ điện.
- Trạng thái động cơ có hai chế độ làm việc :
 - + Chế độ không tải.
 - + Chế độ có tải.

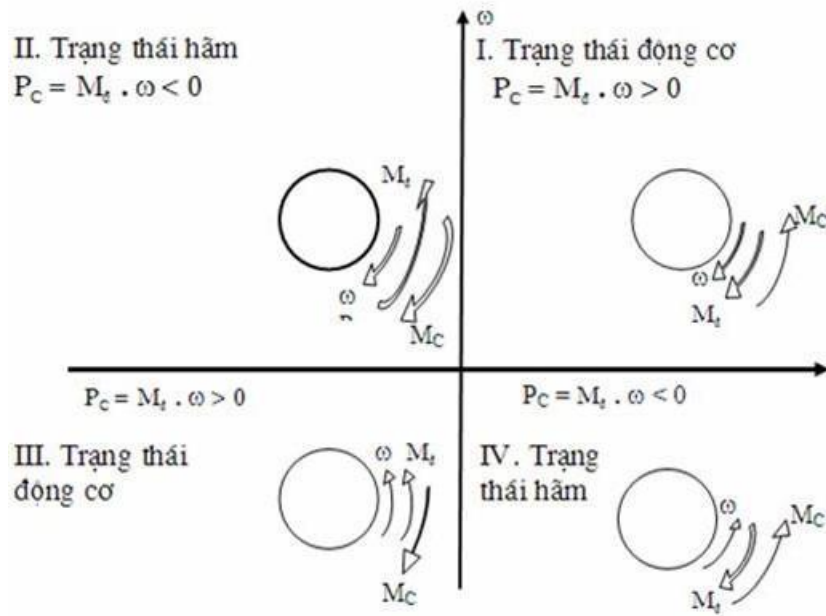
2.2. Trạng thái hãm (máy phát).

Trạng thái hãm (máy phát) là trạng thái động cơ điện làm việc với $P_{\text{cơ}} = M \cdot \omega < 0$. Hay Momen do động cơ sinh ra có chiều ngược với tốc độ quay của động cơ điện, hay có chiều truyền từ máy sản xuất về động cơ.

Trạng thái hãm gồm hãm không tải, hãm tái sinh, hãm ngược và hãm động năng.

- + Hãm tái sinh: $P_{\text{điện}} < 0$, $P_{\text{cơ}} < 0$ cơ năng biến thành điện năng
- + Hãm ngược: $P_{\text{điện}} > 0$, $P_{\text{cơ}} < 0$ điện năng và cơ năng trở thành tổn thất ΔP
- + Hãm động năng: $P_{\text{điện}} = 0$, $P_{\text{cơ}} < 0$ cơ năng biến thành công suất tổn thất ΔP
- Trạng thái hãm và trạng thái động cơ được phân bố trên đặc tính cơ $\omega (M)$, ở góc phần tư I, III; Trạng thái động cơ, góc phần tư thứ II, IV; Trạng thái hãm góc

phần tư II, IV



Hình 1-7. Trạng thái làm việc của truyền động điện trên các góc phần tư đặc tính cơ

Thực hành:

Câu 1: Trạng thái hãm tái sinh của động cơ

- A. $P_{\text{điện}} = 0, P_{\text{cơ}} < 0, \Delta P = |P_{\text{cơ}}|$
- B. $P_{\text{điện}} < 0, P_{\text{cơ}} < 0, \Delta P = |P_{\text{cơ}} - P_{\text{điện}}|$
- C. $P_{\text{điện}} > 0, P_{\text{cơ}} < 0, \Delta P = |P_{\text{cơ}} - P_{\text{điện}}|$
- D. $P_{\text{điện}} > 0, P_{\text{cơ}} < 0, \Delta P = 0$

Câu 2: Trạng thái làm việc của động cơ điện gồm:

- A. Trạng thái động cơ
- B. Trạng thái hãm
- C. Trạng thái động cơ và trạng thái hãm
- D. Trạng thái quay thuận và ngược

Câu 3: Trong hệ trục tọa độ (ω, M) , động cơ ở trạng thái hãm được biểu diễn ở

- A. Góc phần tư thứ nhất
- B. Góc phần tư thứ 2 và thứ 4
- C. Góc phần tư thứ 1 và 4
- D. Góc phần tư thứ 2 và 3

Câu 4: Trong hệ trục tọa độ (ω, M) , động cơ ở trạng thái động cơ được biểu diễn ở

- A. Góc phần tư thứ nhất

B. Góc phần tư thứ 1 và thứ 3

C. Góc phần tư thứ 1 và 4

D. Góc phần tư thứ 2 và 3

Câu 5: Một trong những đặc điểm của động cơ khi ở trạng thái động cơ

- A. Mômen quay ngược chiều với tốc độ
- B. Mômen quay cùng chiều với tốc độ
- C. Mômen quay cùng chiều với lực tác động
- D. Mômen quay ngược chiều với lực tác động

Câu 6: Một trong những đặc điểm của động cơ khi ở trạng thái máy phát

- A. Tiêu thụ cơ năng biến thành điện năng
- B. Tiêu thụ điện năng biến thành cơ năng
- C. Tiêu thụ điện năng biến thành động năng
- D. Tiêu thụ cơ năng biến thành thế năng

Câu 7: Trạng thái hãm ngược của động cơ điện khi

- A. $P_d > 0, P_{cơ} < 0, \Delta P = | P_{cơ} - P_{điện} |$
- B. $P_d = 0, P_{cơ} < 0, \Delta P = | P_{cơ} |$
- C. $P_d < 0, P_{cơ} < 0, \Delta P = | P_{cơ} - P_{điện} |$
- D. $P_d = 0, P_{cơ} = 0, \Delta P = P_d - P_{cơ}$

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1 Nhận dạng các khâu cơ khí cơ bản của hệ truyền động điện?
2. Tính toán qui đổi Momen cản, lực cản, Momen quán tính về trục?
3. Phân biệt đặc tính cơ của động cơ điện và máy sản xuất ?
4. Nhận dạng đặc tính cơ của máy sản xuất?
5. Phân biệt trạng thái động cơ với trạng thái máy phát?
6. Phân tích quá trình biến đổi năng lượng trong các trạng thái làm việc?
7. Biểu diễn các trạng thái làm việc trên mặt phẳng tọa độ?

CHƯƠNG 2: CÁC ĐẶC TÍNH VÀ CÁC TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Mã chương: 19-02

Giới thiệu:

Khi phân tích các hệ truyền động điện, ta thường coi máy sản xuất đã có trước, nghĩa là coi như đã biết trước đặc tính cơ $M_c(\omega)$ của nó. Vậy muốn tìm kiếm một trạng thái làm việc với các thông số yêu cầu như mômen, dòng điện, tốc độ ta phải tạo ra những đặc tính cơ của động cơ tương ứng. Muốn vậy, ta phải nắm vững phương trình đặc tính cơ và các đặc tính cơ của 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 trạng thái làm việc theo yêu cầu công nghệ. Bài học này sẽ cung cấp cho sinh viên các kiến thức và kỹ năng liên quan tới đặc tính cơ, các trạng thái làm việc của các loại động cơ điện.

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 được đặc tính của các loại động cơ, phạm vi ứng dụng của các động cơ dùng trong truyền động điện.
- Chủ động, nghiêm túc trong học tập và công việc.

Nội dung chính:

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

Mục tiêu:

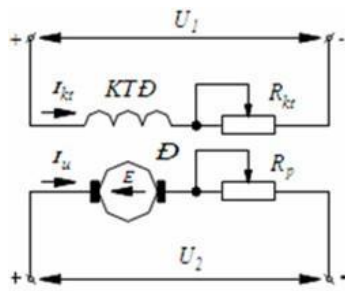
- Xây dựng được đặc tính cơ của các động cơ điện một chiều kích từ độc lập (DC).
- Phân tích được các trạng thái làm việc của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.
- Tính được các cấp điện trở khởi động theo yêu cầu công nghệ.

1.1. Động cơ điện một chiều kích từ độc lập

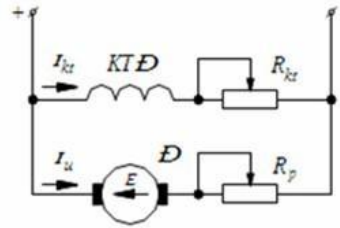
1.1.1. Phương trình đặc tính cơ.

Sơ đồ điện, động cơ điện một chiều được kí hiệu như hình vẽ.

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.



a



b

Hình 2-1. Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều

a, Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ độc lập

b, Sơ đồ nguyên lý động cơ điện một chiều kích từ độc 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 có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng (rôto) như sau:

- Phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng

$$U_r = E_r + (R_r + R_f) \cdot I_r$$

Trong đó:

U_r : Điện áp phần ứng

E_r : Sức điện động phần ứng

R_r : Điện trở của mạch phần ứng

R_f : Điện trở phụ trong mạch phần ứng

I_r : Dòng điện mạch phần ứng

Với: $R_r = r_r + r_{cf} + r_b + r_{ct}$

$$E_r = \frac{P \cdot N}{2 \cdot \pi \cdot a} \cdot \varphi \cdot \omega = K \varphi \cdot \omega$$

Trong đó: P : Số đôi cực từ chính

N : Số thanh dẫn tác dụng của cuộn dây phần ứng

a : Số đôi mạch nhánh song song của cuộn dây phần ứng

φ : Từ thông kích từ dưới 1 cực từ

ω : Tốc độ góc

$$K = \frac{P.N}{2.\pi .a} : \text{Hệ số cấu tạo của động cơ}$$

- Nếu biểu diễn sức điện động theo tốc độ quay n (V/p') thì:

$$E_u = K_C \cdot \phi \cdot n =$$

$$\frac{P}{N} \cdot \frac{\phi}{a} \cdot \frac{n}{60}$$

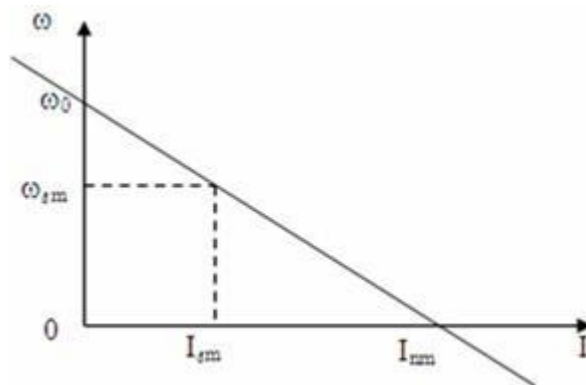
- Phương trình đặc tính cơ điện của động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập

$$\omega = \frac{U - R_u + R_f \cdot I}{K \cdot \phi}$$

- Phương trình đặc tính cơ của động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập

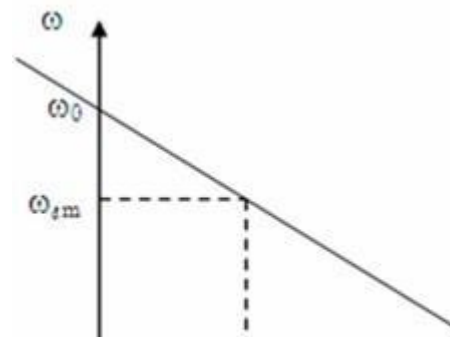
$$\omega = \frac{U - R_u + R_f \cdot M}{(K \cdot \phi)^2}$$

- Đặc tính cơ điện:



Hình 2-22.
Đặc tính cơ điện của động cơ

- Đặc tính cơ:



**Hình
2-3.Đặc
tính cơ**

**của
động cơ**

- Khi $I_u = 0$ hoặc $M = 0$ ta có:

$$\omega = \frac{U_u}{K.\varphi} = \omega_0$$

$$K.\varphi$$

ω_0 : Gọi là tốc độ không tải ký tương của động cơ

- Khi $\omega_u = 0$ ta có:

$$I_u = \frac{U_u}{R_u + R_f} = I_{nm} \quad \text{và} \quad M = K\varphi.I_{nm}$$

I_{nm} và M_{nm} : Gọi là dòng điện ngắn mạch và Momen ngắn mạch

Bài tập thực hành:

Câu 1: Một động cơ DCKT độc lập có $P_{dm}=15KW$, $U_{dm}= 220V$, $I_{dm}= 81,5A$, Giá trị của điện trở phản ứng R_r theo phương pháp tính gần đúng là:

A. 0.22Ω

B. 2.1Ω

C. 0.1Ω

D. 0.05Ω

Câu 2: Đặc tính cơ và đặc tính cơ điện của động cơ DC KT độc lập có dạng

A. Parabol

B. Hybepol

C. Đường thẳng

D. Đường cong

Câu 3: Khi tăng tải trên trục động cơ DCKT độc lập sẽ làm

A. Dòng I_r giảm

B. Dòng $I_r = \text{const}$

C. Dòng I_r tăng

D. Dòng $I_r = \text{const}$, và I_{kt} tăng

Câu 4: Động cơ kích từ độc lập được xem như tương đương với động cơ DCLKT song song khi

A. Điện trở phụ hai loại động cơ như nhau

B. Cuộn kích từ hai loại động cơ như nhau

C. Điện áp đặt vào hai loại động cơ như nhau

D. Nguồn điện 1 chiều có công suất vô cùng lớn và điện trở trong của nguồn được xem như bằng không

Câu 5: Động cơ một chiều kích từ độc lập truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm} (kW)	U_{dm} (V)	n (vg/ph)	η_{dm}	J (kgm ²)
4.4	220	1500	0.85	0.07

a) Tính dòng điện định mức và điện trở phản ứng

b) Xây dựng đặc tính cơ tự nhiên của động cơ.

c) Tính tốc độ của động cơ khi $M_c = 2,5 M_{dm}$

1.1.2. Các tham số ảnh hưởng phương trình đặc tính cơ.

a. Ảnh hưởng của điện trở phản ứng.

- Giả thiết: $U_{\text{tr}} = U_{\text{dm}} = \text{const}$

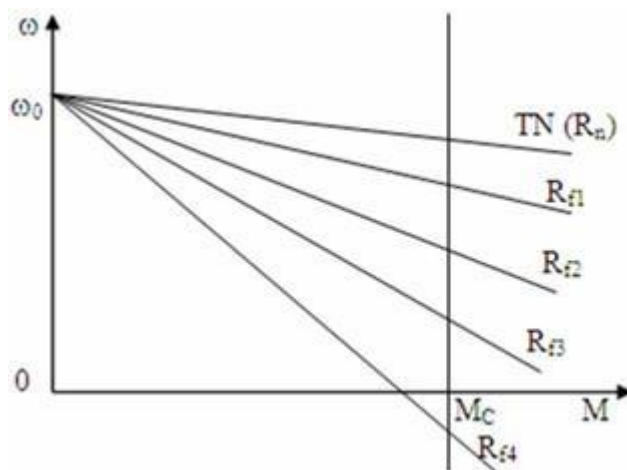
$$\varphi = \varphi_{\text{dm}} = \text{const}$$

- Muốn thay đổi điện trở mạch phản ứng ta nối thêm điện trở phụ R_f vào mạch phản ứng.

Ta có: $\omega_0 = \frac{U_{dm}}{K \cdot \varphi_{dm}} = \text{const}$

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = \frac{(K \cdot \varphi_{dm})}{R_U + R_f} \quad \text{var} = a.r$$

- Khi R_f càng lớn thì β càng nhỏ nghĩa là đặc tính cơ càng dốc. ứng với $R_f = 0$ ta có đường đặc tính cơ tự nhiên.



Hình 2-4. Các đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi thay đổi điện trở phụ phản ứng

Như vậy thay đổi R_f ta được 1 họ đặc tính biến trở có dạng như trên. ứng với một phụ tải M_C nào đó, nếu R_f càng lớn thì tốc độ động cơ càng giảm đồng thời dòng điện ngắn mạch cũng giảm. Cho nên ta thường sử dụng phương pháp này để hạn chế dòng điện và điều chỉnh tốc độ động cơ phía dưới tốc độ cơ bản.

b. Ảnh hưởng của điện áp phản ứng

- Giả thiết: $\varphi = \varphi_{dm} = \text{const}$

- Khi thay đổi điện áp theo hướng giảm so với U_{dm} ta có:

+ Tốc độ không tải:

$$\omega_{0x} = \frac{U_x}{K \varphi_{dm}} = \text{var}$$

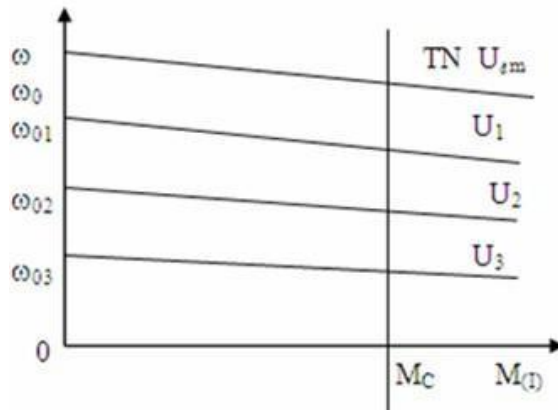
+ Độ cứng đặc tính cơ:

$$\beta = \frac{1}{(K\varphi)^2}$$

const

R_u

- Đường đặc tính cơ:



Hình 2-5. Các đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi thay đổi điện áp phần ứng

- Khi giảm điện áp thì Momen ngắn mạch, I_{nm} của động cơ giảm và tốc độ của động cơ cũng giảm ứng với 1 phụ tải nhất định. Do đó phương pháp này cũng được dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ và hạn chế dòng điện khi khởi động.

c. ảnh hưởng của từ thông

- Giả thiết: $U_r = U_{dm} = \text{const}$

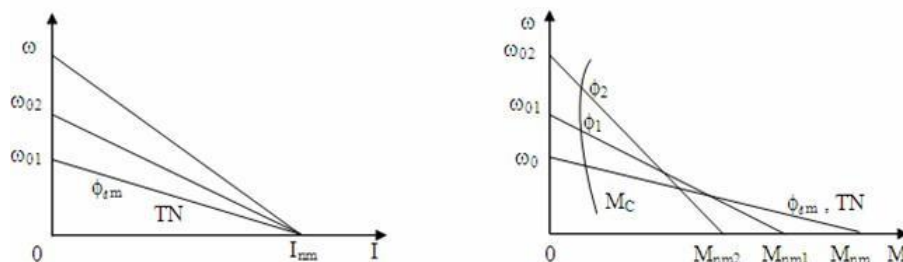
$$R_r = \text{const}$$

- Muốn thay đổi φ ta có thay đổi I_{KT} động cơ

$$\omega_{0X} = \frac{U_{dm}}{K \cdot \varphi_x} = v \cdot a \cdot r$$

$$\beta = \frac{(K \varphi_x)^2}{R \cdot I_{nm}} = ar$$

- Thực tế thường điều chỉnh giảm từ thông. Nên khi φ_x giảm thì ω_{0X} tăng, còn β sẽ giảm. Ta có một họ đặc tính cơ với ω_{0X} tăng dần và độ cứng của đặc tính giảm dần khi giảm từ thông.



Hình 2-6. Đặc tính cơ điện và đặc tính cơ của ĐCĐ một chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông

- Khi thay đổi từ thông thì:

$$I_{nm} = \frac{U}{R_U} = \text{const}$$

$$M_{nm} = K \cdot \varphi_X \cdot I_{nm} = \text{var}$$

- Với dạng Momen phụ tải M_C thích hợp với chế độ làm việc của động cơ thì khi giảm φ tốc độ động cơ tăng lên.

Bài tập thực hành:

Câu 1: Một động cơ DCKT độc lập có $P_{dm}=15KW$, $U_{dm}=220V$, $I_{dm}=81,5A$, Giá trị của điện trở phần ứng R_u theo phương pháp tính gần đúng là:

E. 0.22Ω

F. 2.1Ω

G. 0.1Ω

H. 0.05Ω

Câu 2: Đặc tính cơ và đặc tính cơ điện của động cơ DC KT độc lập có dạng

E. Parabol

F. Hybepol

G. Đường thẳng

H. Đường cong

Câu 3: Giảm từ thông của động cơ DCKT song song sẽ làm

A. n_0 giảm, β tăng

B. n_0 tăng, β giảm

C. $n_0 = 0$, $\beta \neq 0$

D. $n_0 \neq 0$, $\beta = 0$

Câu 4: Giả thiết $\phi = \phi_{dm} = \text{const}$, $R_u = \text{const}$. Khi giảm điện áp đặt vào phần ứng của động cơ DCKT song song

A. n_0 giảm, β tăng

B. n_0 tăng, β giảm

C. n_0 giảm, $\beta = \text{const}$

D. $n_0 = 0$, $\beta = 0$

Câu 5: Hai điểm cần xác định trong hệ trục tọa độ để vẽ đặc tính cơ điện tự nhiên của động cơ DC KT độc lập là:

A. Điểm 1: $(0, \omega_0)$, điểm 2: (I_{dm}, ω_{dm})

B. Điểm 1: $(0, \omega_0)$, điểm 2: $(0, \omega_{dm})$

C. Điểm 1: $(0, \varphi_{dm})$, điểm 2: $(I_{dm}, 0)$

D. Điểm 1: $(I_{dm} \cdot \omega_0)$, điểm 2: $(0, \omega_{dm})$

Câu 6: Phương trình đặc tính cơ của động cơ DC KT song song

A. $n = (U / K_E \varphi) + (R_u + R_f) M / K_M K_E \varphi^2$

B. $n = (U / K_E \varphi) - (R_u + R_f) M / K_M K_E \varphi^2$

C. $n = (U / K_E \varphi) - R_u M / K_M K_E \varphi^2$

D. $n = (U / K_E \varphi) + R_u M / K_M K_E \varphi^2$

Câu 7: Muốn thay đổi từ thông của động cơ DCKT song song người ta hay đổi

- A. Điện áp đặt vào phần ứng
- B. điện trở phần ứng
- C. Điện trở cuộn kích từ
- D. Dòng điện phần ứng

Câu 8: Khi tăng điện trở trên dây quấn phần ứng của động cơ Dc KT độc lập

- A. Đặc tính cơ dốc hơn
- B. Đặc tính cơ bình thường
- C. Độ dốc đặc tính cơ ít dốc hơn
- D. Đặc tính cơ cứng tuyệt đối

Câu 9: Khi cho điện trở phụ vào mạch phần ứng của động cơ DCKT song song

- A. Độ cứng đặc tính cơ β sẽ lớn
- B. Độ cứng đặc tính cơ β sẽ nhỏ
- C. Độ cứng đặc tính cơ $\beta \rightarrow \infty$
- D. Độ cứng đặc tính cơ $\beta = 0$

Câu 10: Động cơ một chiều kích từ độc lập truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm} (kW)	U_{dm} (V)	n (vg/ph)	η_{dm}	J (kgm ²)
4.4	220	1500	0.85	0.07

Xây dựng đặc tính cơ nhân tạo trong các trường hợp

- a) Điện áp trong mạch phần ứng là 200V.
- b) Mắc thêm điện trở phụ bằng 5 Ω vào trong mạch phần ứng.

1.1.3. Khởi động và tính toán điện trở khởi động.

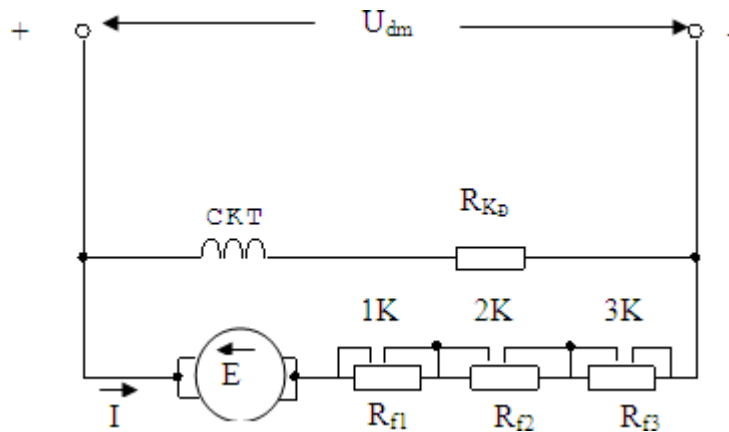
- Dòng điện khởi động ban đầu là:

$$I_{nm} = \frac{U}{R_U}$$

R_U : Thường có giá trị nhỏ nên dòng khởi động ban đầu là dòng ngắn mạch:

$$I_{nm} = (20 \div 25)I_{dm}$$

- Để hạn chế dòng điện khởi động ta nối thêm một R_f vào mạch phần ứng theo sơ đồ:



Hình 2-7. Sơ đồ đấu dây của động cơ khởi động qua 3 cấp điện trở

- Chọn $R_f = r_{f1} + r_{f2} + r_{f3}$. Khi khởi động ($\omega = 0$) thì I_{kd} không vượt quá $2,5 I_{dm}$ nhưng I_{nm} cũng không nên quá nhỏ làm cho M_{nm} cũng nhỏ đi so với nguồn Momen cản.

$$I_{nm} = \frac{U_{dm}}{R + R} \leq (2 \div 2,5) \cdot I_{dm}$$

u f

- Phương pháp xác định trị số điện trở phụ khởi động dùng đồ thị:
- + Dựa vào các thông số của động cơ vẽ đặc tính cơ tự nhiên
- + Chọn 2 giới hạn chuyển dòng điện khởi động động cơ

$$I_1 \leq (2 \div 2,5) \cdot I_{dm}$$

$$I_2 \geq (1,1 \div 1,3) I_{dm}$$

Lấy giá trị I_1, I_2 trên trục hoành: Từ I_1, I_2 kẻ 2 đường dóng song song trục tung cắt đặc tính cơ tự nhiên tại 2 điểm a và b.

- Nối ω_0 với hình (I_1) ta được đặc tính khởi động đầu tiên đặc tính này cắt đường dóng I_2 tại g.
- Tại g kẻ đường song song với trục hoành cắt đường dóng I_1 tại f
- Nối ω_0 với f được đường đặc tính khởi động thứ 2
- Cứ tiếp tục như vậy tới khi từ c kẻ đường song song với trục hoành sẽ gặp điểm b. Nếu điều kiện này không thoả mãn ta phải chọn lại I_1 hoặc I_2 rồi vẽ lại cho tới khi đạt được.
- Xác định giá trị các điện trở khởi động dựa vào biểu thức của độ giảm tốc độ $\Delta\omega$ trên các đặc tính đã vẽ được ứng với 1 dòng điện. VD: Với I_1

$$\Delta\omega_{TN} = \frac{R_u I}{K\varphi^{-1}}$$

$$\Delta\omega_{NT1} = \frac{R_u + R_f I}{K\varphi^{-1}}$$

+ Lập tỷ số:

$$\frac{\Delta\omega_{NT1}}{\Delta\omega_{TN}} =$$

+ Từ đó rút ra:

$$\Delta\omega_{TN}$$

$$\frac{R_u}{R_u + R_f}$$

$$R_{f1} = \frac{\Delta\omega_{NT1} - \Delta\omega_{TN}}{U} \cdot R$$

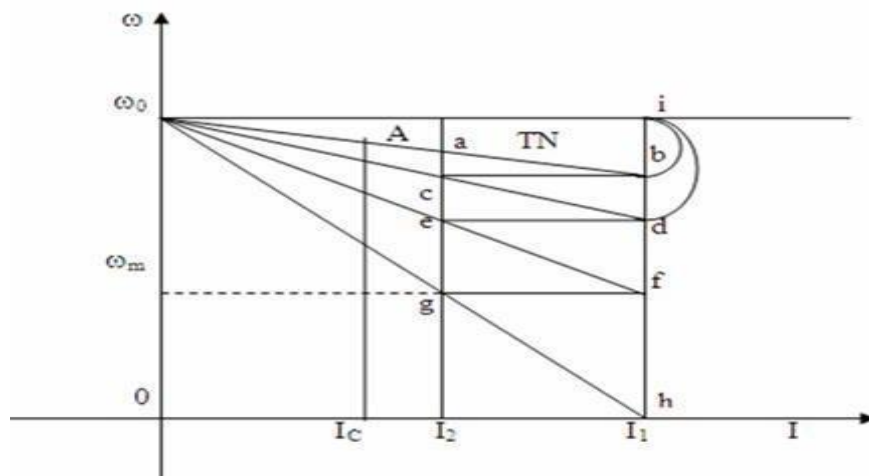
+ Qua đồ thị ta có:

$$R_{f1} = \frac{i_d - i_b}{U} \cdot R = \frac{bd}{U} \cdot R$$

+ Tương tự như vậy:

$$R_{f2} = \frac{i_f - i_b}{U} \cdot R = \frac{df}{U} \cdot R$$

$$R_{f3} = \frac{i_h - i_x}{U} \cdot R = \frac{fh}{U} \cdot R$$



Hình 2-8. Các đặc tính khởi động qua 3 cấp điện trở

Bài tập thực hành:

Động cơ một chiều kích từ độc lập truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm} (kW)	U_{dm} (V)	n (vg/ph)	η_{dm}	J (kgm ²)
4.4	220	1500	0.85	0.07

Xác định các cấp điện trở khởi động biết động cơ khởi động nhanh qua 3 cấp điện trở phụ

1.1.4. Các trạng thái hãm.

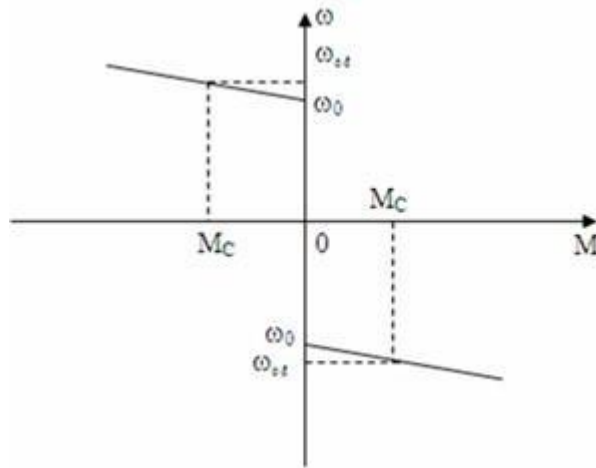
a. Hãm tái sinh

- Xảy ra khi tốc độ quay của động cơ lớn hơn tốc độ không tải lý tưởng.

- Khi hãm tái sinh $E_u > U_u$, động cơ làm việc như một máy phát điện song song với lưới.

$$I_h = \frac{U_u - E_u}{R} = \frac{k\varphi\omega_0 - k\varphi\omega}{R} < 0$$

$$M_h = k\varphi I_h < 0$$



Hình 2-9.Đặc tính cơ hãm tái sinh của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

- Trong trạng thái hãm tái sinh, dòng điện hãm đổi chiều và công suất được đưa trả về lưới điện: $P = (E - U).I$

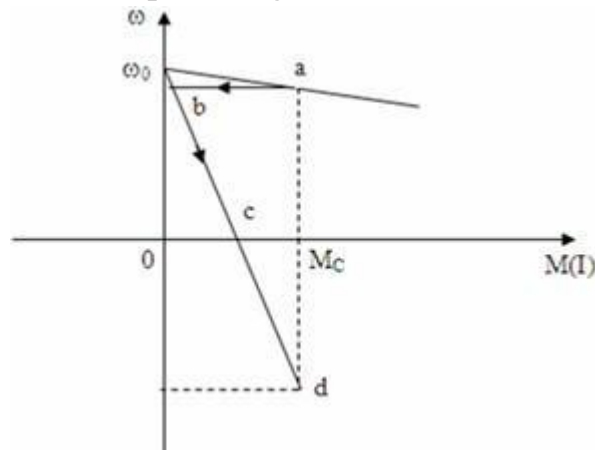
- Đây là phương pháp hãm kinh tế nhất vì động cơ sinh ra điện năng hữu ích

b. Hãm ngược

- Xảy ra khi phản ứng dưới tác dụng của động năng tích lũy trong các bộ phận chuyển động hoặc do Momen thế năng quay ngược chiều với Momen điện từ của động cơ, khi đó chống lại sự chuyển động của cơ cấu sản xuất.

- Có hai trường hợp hãm ngược:

+ Đưa điện trở phụ vào mạch phản ứng



Hình 2-10.Đặc tính cơ khi hãm ngược khi đưa R_f vào mạch phản ứng với tải thế năng

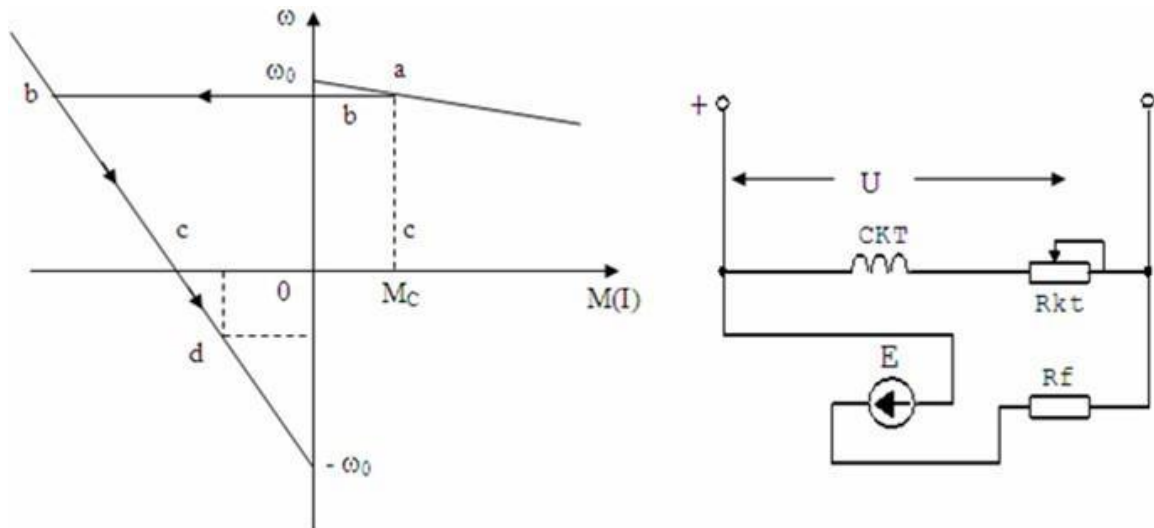
Động cơ đang nâng tải ứng với điểm a. Đưa 1 R_f đủ lớn vào mạch phản ứng thì động cơ sẽ chuyển sang làm việc ở điểm b trên đặc tính biến trở. Tại b do M sinh ra nhỏ hơn M_C nên động cơ giảm tốc độ nhưng vẫn theo chiều nâng lên. Đến điểm c tốc độ = 0, nhưng vì $M_D < M_T$ nên dưới tác động của tải trọng động cơ quay theo chiều ngược lại. Đến điểm d, $M_D = M_C$ hệ ổn định với tốc độ hạ không đổi ω_{od} , cd là

đoạn đặc tính hàm ngược.

$$I_h = \frac{U_u + E_u R_u + R_f}{R_u + R_f} = \frac{U + k\Phi\omega}{R_u + R_f}$$

$$M = k\Phi I_h$$

+ Đảo chiều điện áp phản ứng



Hình 2-11. Hãm ngược bằng phương pháp đảo cực tính điện áp đặt vào phản ứng động cơ.

Động cơ đang làm việc tại a trên đặc tính tự nhiên với tải M_C , ta đổi chiều điện áp phản ứng và đưa vào trong mạch 1 R_f thì động cơ chuyển sang làm việc ở điểm b trên đặc tính biến trở. Tại b Momen đã đổi chiều chống lại chiều quay của động cơ nên tốc độ giảm theo đoạn bc. Tại c: $\omega = 0$ nếu ta cắt phần ứng khỏi điện áp nguồn thì động cơ dừng lại, còn nếu vẫn giữ nguyên điện áp nguồn đặt vào động cơ và tại điểm c $M_D > M_C$ thì động cơ quay ngược lại và làm việc ổn định tại d. Đoạn bc là đặc tính hãm ngược.

- Dòng điện hãm:

$$I_h = \frac{-U_u - E_u R_u + R_f}{R_u + R_f} = \frac{-U_u + E_u}{R_u + R_f}$$

$$M_h = k\Phi I_h$$

- Dòng điện hãm I_h có chiều ngược với chiều làm việc ban đầu và dòng điện hãm này có thể khá lớn, do đó điện trở phụ đưa vào phải có giá trị đủ lớn để hạn chế dòng điện hãm ban đầu I_{hd} trong phạm vi cho phép.

$$I_{hd} \leq (2 \div 2,5) I_{dm}$$

- Phương trình đặc tính

cơ

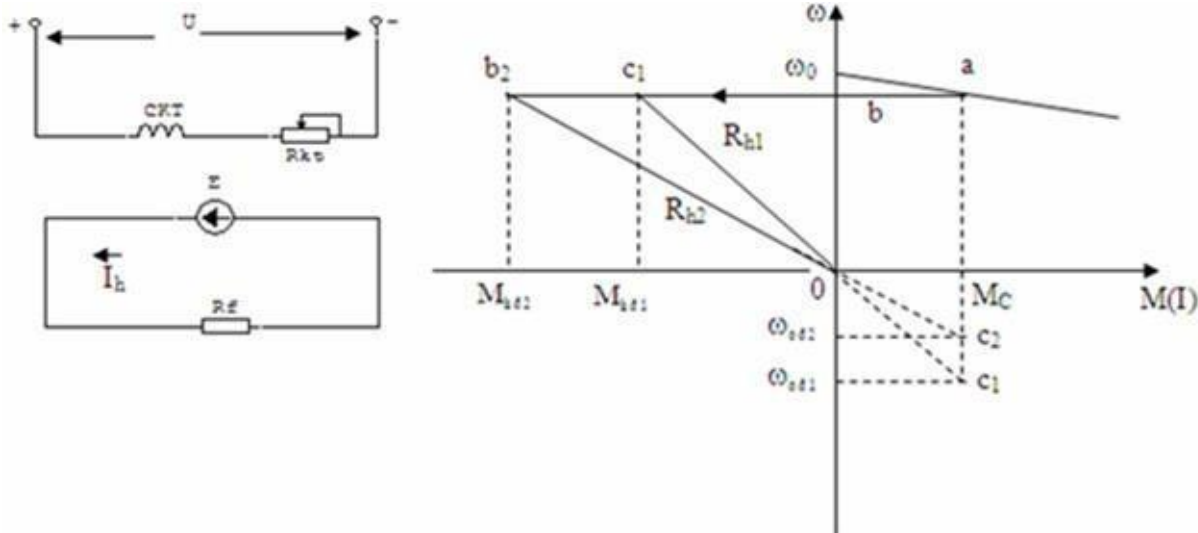
$$\omega = - \frac{U_u - R_u + R_f}{M}$$

$$k\varphi \quad (k\varphi)^2$$

c. Hàm động năng kích từ độc lập

- Là trạng thái động cơ làm việc như một máy phát mà năng lượng cơ học của động cơ đã tích lũy được trong quá trình làm việc trước đó biến thành điện năng tiêu tán trong mạch hãm dưới dạng nhiệt.

- Khi động cơ đang quay cắt phần ứng động cơ ra khỏi lưới điện 1 chiều và đóng vào 1 điện trở hãm, còn mạch kích từ vẫn nối với nguồn như cũ.



Hình 2-12. Sơ đồ, đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

+ Tại thời điểm ban đầu, tốc độ vẫn có giá trị ω_{hd}

$$E_{hd} = k\Phi\omega_{hd}$$

$$I_{hd} = - \frac{E_{hd}}{R_u + R_h} = - \frac{k\Phi\omega_{hd}}{R_u + R_h}$$

$$R_u + R_h$$

$$M_{hd} = k\Phi I_{hd} < 0$$

+ I_{hd} và M_{hd} ngược chiều với dòng điện ban đầu của động cơ

+ Khi hãm động năng $U_r = 0$

$$\omega = - \frac{R_u + R_h}{k\Phi} M$$

$$\omega = - \frac{R_u + R_h}{k\Phi} M$$

$$(k\Phi)^2$$

- Khi $k\Phi = \text{const}$ thì độ cứng đặc tính cơ hãm phụ thuộc R_h , R_h càng nhỏ đặc tính cơ càng cứng, M_h càng lớn hãm càng nhanh.

- Chọn R_h sao cho dòng hãm ban đầu nằm trong giới hạn cho

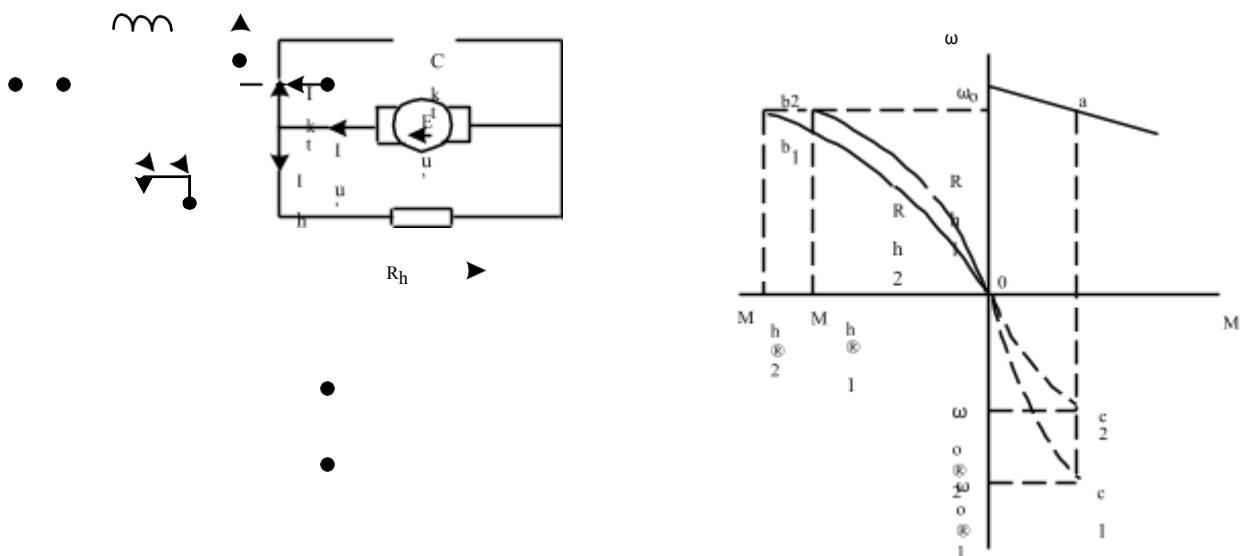
$$\text{phép: } I_{hd} \leq (2 \div 2,5) I_{dm}$$

- Phương trình cân bằng công suất khi hãm động năng:

$$E_r \cdot I_h = (R_r + R_h) I_h^2$$

d. Hãm động năng tự kích

- Xảy ra khi động cơ đang quay ta cắt cả phần ứng cả cuộn kích từ khỏi lưới điện và đóng vào một R_h . Chiều dòng điện cuộn kích từ vẫn giữ không đổi.



Hình 2-13. Sơ đồ hãm động năng tự kích của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

- Từ sơ đồ nguyên lý ta có:

$$I_u = I_h + I_{KT}$$

$$I_u = \frac{-E}{R + \frac{R_{KT} R_h}{R_{KT} + R_h}} = \frac{-k\Phi\omega}{R + \frac{R_{KT} R_h}{R_{KT} + R_h}}$$

- Phương trình đặc tính cơ điện.

$$\omega = \frac{u - R I}{k\Phi} = \frac{u - R I}{k\Phi}$$

- Đặc tính cơ

$$\omega = \frac{u - R I}{k\Phi} = \frac{u - R I}{k\Phi}$$

- Hãm động năng có hiệu quả kém hơn hãm ngược khi chúng có cùng tốc độ

ban đầu và cùng Momen cản M_C . Tuy nhiên hãm động năng ưu việt hơn về mặt năng lượng

Bài tập thực hành:

Câu 1: Hãm ngược động cơ DCKT song song bằng cách đảo cực tính điện áp đặt vào phần ứng

- A. Mômen động cơ cùng chiều với tốc độ
- B. Mômen động cơ ngược chiều với tốc độ
- C. Mômen động cơ bằng với tốc độ
- D. Mômen và tốc độ bằng không

Câu 2: Trạng thái hãm tái sinh xảy ra đối với động cơ DCKT độc lập khi

- A. Mômen do tải trọng gây ra $>$ mômen ma sát
- B. Mômen do tải trọng gây ra $<$ mômen ma sát

C. Mômen do tải trọng gây ra = mômen ma sát

D. mômen ma sát < 0

Câu 3: Hãm ngược động cơ DC KT song song bằng cách đưa R_f đủ lớn vào mạch phản ứng. Khi phụ tải mang tính chất thế năng

A. Mômen của động cơ lớn hơn mômen tải

B. Mômen của động cơ nhỏ hơn mômen tải

C. Mômen của động cơ bằng mômen tải

D. Mômen của động cơ không đổi

Câu 4: Đối với động cơ DCKT độc lập, Khi giảm đột ngột điện áp nguồn U_r lúc động cơ đang quay sẽ

A. Hãm tái sinh

B. Hãm ngược

C. Hãm động năng

D. Hãm do ma sát

Câu 5: Dòng điện hãm ban đầu trong trạng thái hãm động năng kích từ độc lập

A. $I_h = E_{hd} / (R_r + R_h)$

B. $I_h = - E_{hd} / (R_r + R_h)$

C. $I_h = E_{hd} / (R_r - R_h)$

D. $I_h = - E_{hd} / (R_r - R_h)$

Câu 6: Hãm động năng động cơ DCKT song song

A. Không tổn hao năng lượng

B. Tổn hao rất nhiều năng lượng

C. Tổn hao chủ yếu trên mạch kích từ

D. Động cơ bình thường

Câu 7: Dòng điện hãm ban đầu trong trạng thái hãm tái sinh của động cơ DCKT độc lập

A. $I_h = [(U_r + E_r)/R] < 0$

B. $I_h = [(E_r - U_r)/R] < 0$

C. $I_h = [(U_r - E_r)/R] < 0$

D. $I_h = [E_r/R] < 0$

Câu 8: Trạng thái hãm tái sinh của động cơ DCKT độc lập có đặc điểm

A. $\omega > \omega_0$

B. $\omega < \omega_0$

C. $\omega = \omega_0$

D. $\omega_0 = \text{const}$

Câu 9: Khi hãm tái sinh đối với động cơ DCKT độc lập

A. Động cơ không tiêu thụ năng lượng

B. Có tiêu thụ năng lượng nhưng không đáng kể

- C. Tiêu thụ rất nhiều năng lượng
- D. Động cơ biến thành máy phát điện

Câu 10: Hãm động năng động cơ DCKTSS là

- A. Cắt động cơ ra khỏi lưới điện
- B. Cắt phần ứng ra khỏi lưới điện
- C. Cắt phần cảm ra khỏi lưới điện
- D. Cắt phần ứng ra khỏi lưới điện và nối kín qua R_f

**T
H
Ư
C
H
À
N
H**

I. Mục tiêu

CÁC TRẠNG THÁI HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU KÍCH TỪ ĐỘC LẬP

- Kiểm nghiệm và hiểu đặc tính cơ của động cơ điện một chiều.
- Kiểm nghiệm và hiểu các chế độ hãm tái sinh của động cơ một chiều kích từ độc lập

II. Thảo luận

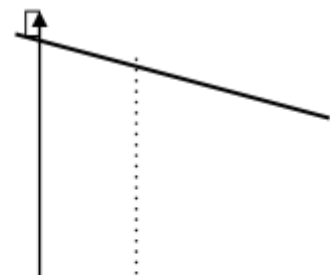
1. Phương trình đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập có dạng:

$$\omega = \frac{U_u - R_u M}{k\Phi} \quad (1)$$

Khi điện áp phản ứng U_u , từ thông Φ , điện trở phần ứng R_u không đổi thì quan hệ giữa tốc độ ω và Momen M là tuyến tính.

2. Chế độ hãm tái sinh

Khi động cơ bị kéo bởi một động cơ khác hoặc bởi một tải cơ thì động cơ xét sẽ chuyển sang chế độ máy phát hay chế độ hãm tái sinh.



III. Chuẩn bị dụng cụ và thiết bị

- 1 máy tính có cài đặt phần mềm thu thập dữ liệu LVDAM-EMS
- 1 bộ thu thập dữ liệu DATA ACQUISITION INTERFACE
- 1 máy điện một chiều DC MOTOR/GENERATOR
- 1 máy đo và tạo tải cơ DYNAMOMETER
- 1 bộ điện kháng lọc Smoothing Inductors

- 1 bộ cầu Power Thyristors
- 1 bộ phát xung Thyristor Firing Unit

IV. Thực hiện

A. Đặc tính cơ

1. Nối dây curoa giữa trục máy điện một chiều và Dynamometer
2. Nối mạch điện như hình

1.2, Chú ý: - Không nối nguồn

U3

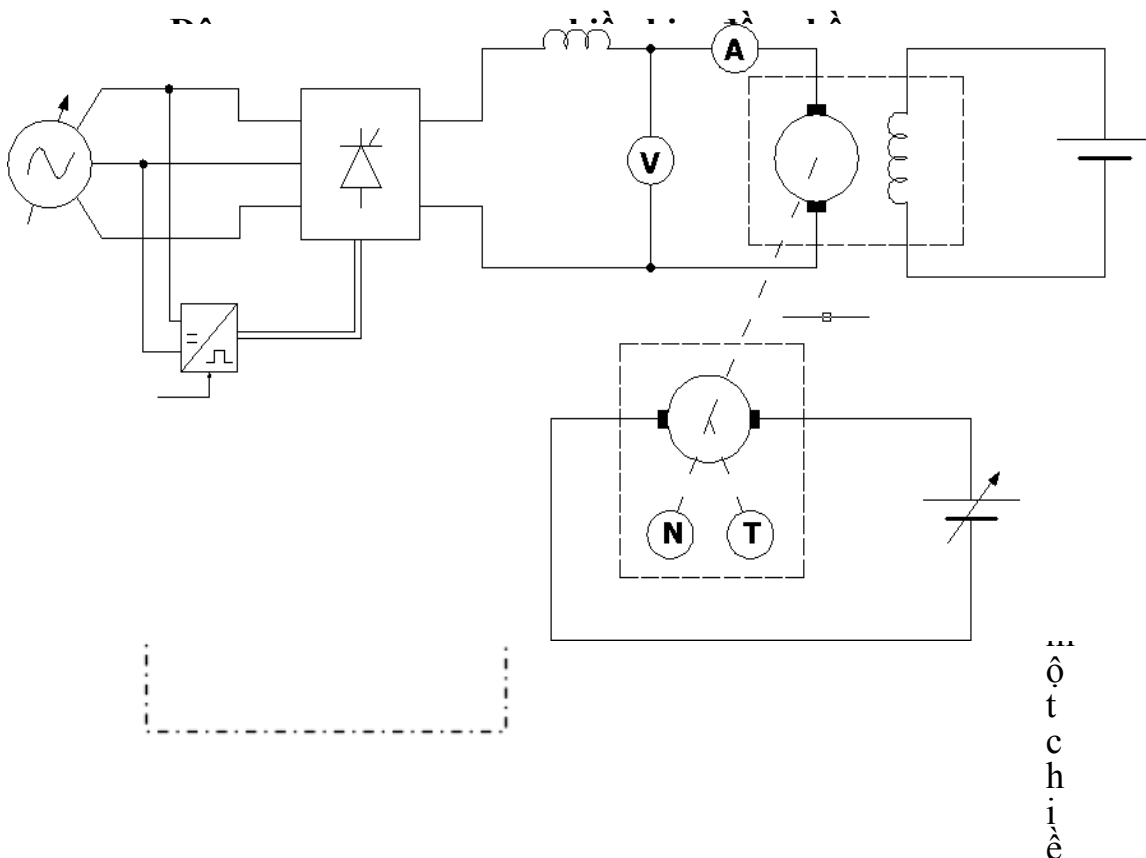
- Các đồng hồ V , A , N , T sử dụng bộ thu thập dữ liệu Data Acquisition Interface đo thông qua máy tính do người hướng dẫn cài đặt trước.

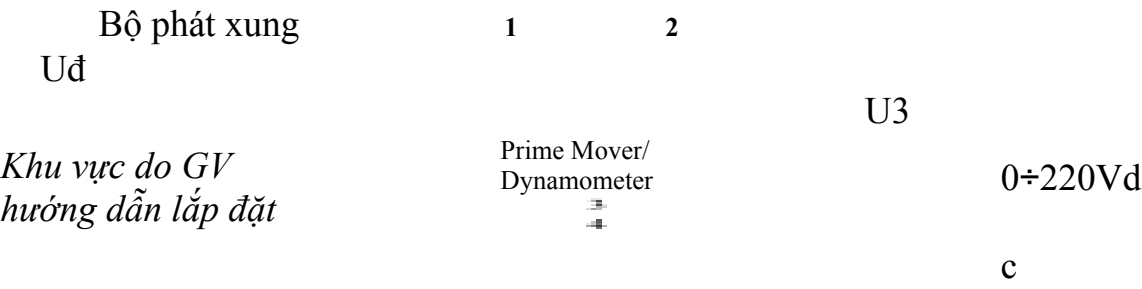
3. Trên bộ Prime Mover/Dynamometer cài đặt như sau:

MODE: **DYN.** Vận nút Manual về **MIN.**

Load Control Mode: **Man.**

4. Vận nút điều chỉnh nguồn U1 về 0.
5. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U1 và U2. Kiểm tra chắc chắn đủ nguồn kích từ U2 cỡ 200Vdc.
6. Vận nút điều chỉnh nguồn U1 sao cho đồng hồ điện áp V trên phần ứng đạt cỡ 200Vdc. Động cơ đã quay. Quan sát tốc độ hiển thị trên màn hình. Ghi lại chiều quay của động cơ:





Hình 2-14. Sơ đồ thực hành động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Thay đổi Momen tải bằng cách vặn từ từ núm Manual trên vùng “Dynamometer Load Control” từ MIN đến MAX và ngược lại, lặp lại 3 lần, mỗi lần ghi lại thông số điện áp phần ứng, dòng điện phần ứng, tốc độ, Momen tải vào bảng 1.1.

8. Vặn núm chỉnh nguồn U1 về 0. Tắt nguồn U1 và U2 bằng cách nhấn nút màu đỏ.

Bảng 2-1

STT	Điện áp phần ứng			Dòng điện phần ứng			Tốc độ			Momen		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

B. Chế độ hãm tái sinh

8. Nối dây curoa giữa trục máy điện một chiều và Dynamometer

9. Nối mạch điện như hình 1.2,

Chú ý:

- Nối nguồn U3, nguồn U3 phải độc lập với nguồn U1 và U2
- Các đồng hồ V, A, N, T sử dụng bộ thu thập dữ liệu Data Acquisition Interface

đo thông qua máy tính do người hướng dẫn cài đặt trước.

10. Trên bộ Prime Mover/Dynamometer cài đặt như sau:

MODE: Prime Mover

11. Đảm bảo đã vặn núm điều chỉnh điện áp nguồn U3 ở 0. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U3.

12. Vặn núm điều chỉnh U3 sao cho động cơ bắt đầu quay, kiểm tra chiều quay của động cơ sơ cấp Prime Mover xem có ***quay ngược chiều*** với chiều quay của động cơ ở bước thứ 6 hay không. Nếu động cơ ***quay cùng chiều*** với chiều quay của động cơ ở bước 6 thì tiến hành đảo cực tính của nguồn U3.

13. Vặn núm điều chỉnh U3 về 0. Nhấn nút màu đỏ để tắt nguồn U3.

14. Trên bộ Prime Mover/Dynamometer cài đặt
như sau: MODE: DYN.

15. Đảm bảo đã vặn núm điều chỉnh điện áp nguồn U1 ở 0. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U1 và U2. Kiểm tra chắc chắn đủ nguồn kích từ U2 cỡ 200Vdc.

16. Vặn núm điều chỉnh nguồn U1 sao cho đồng hồ điện áp V trên phản ứng đạt cỡ 200Vdc. Động cơ đã quay.

17. Vặn núm điều chỉnh nguồn điều khiển Uđk trên bộ phát xung sao cho góc mở của Thyristor đạt đúng 120° , động cơ không quay.

18. Trên bộ Prime Mover/Dynamometer cài đặt
như sau: MODE: Prime Mover

19. Đảm bảo đã vặn núm điều chỉnh điện áp nguồn U3 ở 0. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U3.

20. Vặn núm điều chỉnh nguồn U3 tăng dần tốc độ động cơ đồng thời quan sát dòng điện phản ứng tăng dần từ 0 đến 0,8A. Mỗi lần tăng ghi lại các thông số vào bảng 1.2:

Bảng 2-2

STT	Điện áp (V)	Dòng điện (A)	Công suất (W)	Tốc độ (rpm)	Momen (Nm)
1					
2					
3					
4					
5					

6					
7					
8					
9					
10					

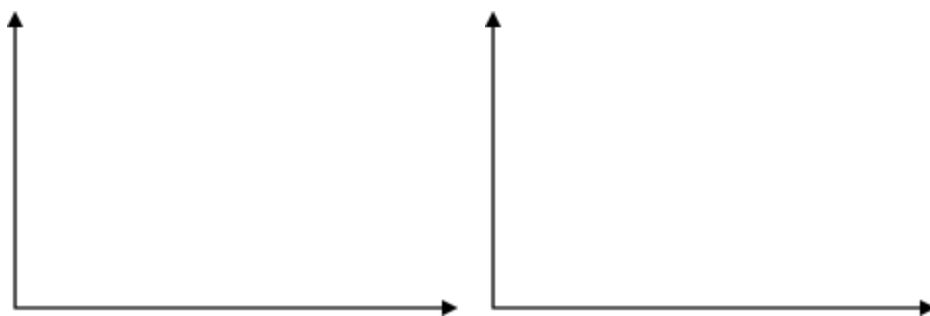
21. Vận núm điều chỉnh nguồn U3 giảm dần về 0. Nhấn nút đỏ tắt nguồn U3.

22. Vận núm điều chỉnh nguồn U1 giảm dần về 0. Nhấn nút đỏ tắt nguồn U1, U2.

23. Thu gọn tất cả dây nối để vào nơi quy định.

V. Nhận xét

1. Từ kết quả thí nghiệm, vẽ và nhận xét đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập:



Nhận xét:.....

.....

2. Nhận xét chế độ hãm tái sinh của động cơ:

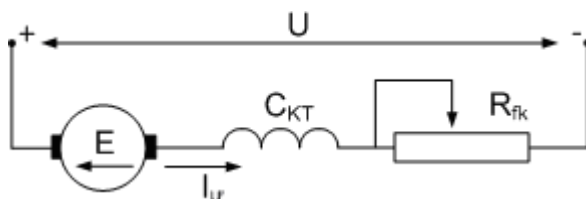
- Công suất điện đưa vào động cơ: $P_{đ} =$ W

- Công suất cơ $P_{cơ} =$ W

- Nhận xét về chiều của năng lượng điện và cơ:.....

1.2. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp. Phương trình đặc tính cơ.

Đặc điểm của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp là cuộn kích từ mắc nối tiếp với cuộn dây phần ứng, nên cuộn kích từ có tiết diện lớn, điện trở nhỏ, số vòng ít, chế tạo dễ dàng. Sơ đồ nguyên lý của động cơ một chiều kích từ nối tiếp được mô tả trên hình dưới đây. Vì dòng kích từ cũng là dòng phần ứng nên từ thông của động cơ biến đổi theo dòng điện phần ứng.



Hình 2-15. Sơ đồ nguyên lý động cơ một chiều kích từ nối tiếp.

Từ sơ đồ nguyên lý ta có:

$$U_u = E_u + I_u R_u = K\Phi\omega \quad \text{Với:} \quad +I_u R_u$$

$$R = r_u + r_{ctf} + r_{ct} + r_{kt}$$

Sau khi biến đổi ta nhận được:

$$\omega = \frac{U_u - R_u I}{K\Phi}$$

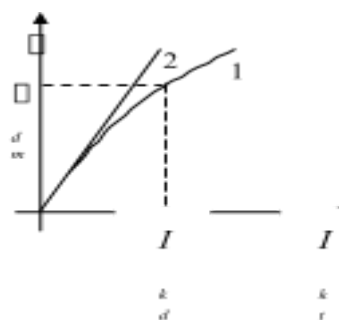
$$K\Phi$$

$$\omega = \frac{U_u - R_u I}{K\Phi}$$

$$K\Phi \quad (K\Phi)^2$$

Trong các phương trình trên Φ biến đổi phụ thuộc dòng điện trong mạch kích từ theo đặc tính từ hoá (đường 1 - hình vẽ)

Để đơn giản khi thành lập phương trình các đặc tính ta giả thiết từ thông phụ thuộc tuyến tính với dòng điện kích từ như đường 2.



$$\Phi = C.I_{kt}$$

Với C là hệ tỉ lệ.

Nếu phản ứng phân ứng được bù đủ:

Đặc tính từ hoá của động cơ một chiều kích từ nối tiếp

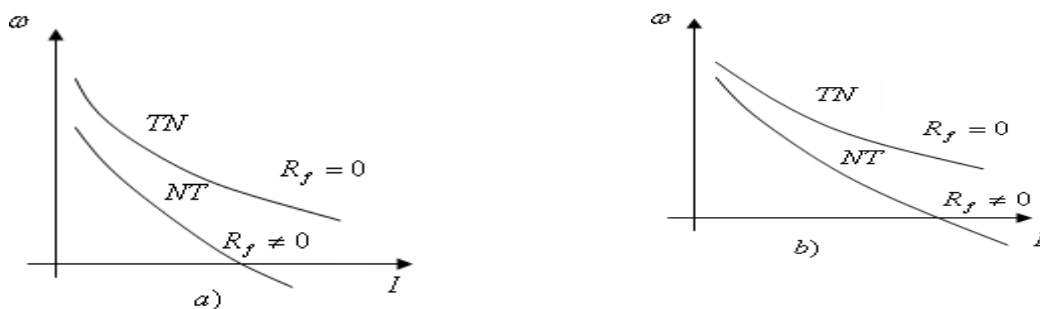
$$\Phi = C.I_u$$

Thế vào phương trình ta được:

$$\omega = \frac{U_u}{R + \frac{K.C.I_u}{A_1} \frac{B}{K} \frac{C}{I}}$$

Trong đó: Đặt	$A_1 =$	$\frac{U_u}{K.C}$	$B =$	$R \frac{M}{K.C}$
Ta cũng có:	$I_u =$			$K.C$
				$\dot{C}$
	$\omega =$	$\frac{-B}{\sqrt{M}}$	$A_2 - B$	
Trong đó:	$A_2 = A_1$			

Biểu thức là phương trình đặc tính cơ điện của động cơ và phương trình đặc tính cơ của động cơ. Dạng của đặc tính này được biểu diễn trên hình a, b. Ta thấy các đặc tính này có dạng Hypebol và mềm ở phạm vi dòng điện có giá trị nhỏ hơn định mức. ở vùng dòng điện lớn, do mạch từ bão hoà nên từ thông hầu như không đổi và đặc tính có dạng tuyến tính



Hình 2-16.

- Đặc tính cơ điện của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.
- Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.

Giả thiết động cơ không tải ($I = 0$ hoặc $M = 0$) thì tốc độ không tải lý tưởng sẽ là vô cùng lớn. Nhưng thực tế do có ma sát và các tổn thất phụ và động cơ có từ dư:

$$\Phi_{du} = (2 \div 10) \Phi'$$

nên khi không tải thì tốc độ không tải của động cơ vẫn có một giá

trị là:

$$\omega_{ot} = \frac{U_u}{du}$$

Tốc độ

ω_{ot}

này thường rất lớn so với tốc độ định mức, nên thực tế không cho

phép động cơ một chiều kích từ nối tiếp làm việc ở chế độ không tải.

Ngoài ra nhìn vào đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ nối tiếp và cấu tạo của nó ta có nhận xét sau:

- Đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ nối tiếp mềm và độ cứng thay đổi theo phụ tải. Do đó thông qua tốc độ của động cơ ta có thể biết được sự thay đổi của phụ tải. Tuy nhiên không nên sử dụng động cơ này cho những truyền động có yêu cầu ổn định cao mà nên sử dụng nó trong những truyền động có yêu cầu tốc độ thay đổi theo tải.

- Động cơ kích từ nối tiếp có khả năng quá tải lớn về mômen. Nhờ cuộn kích từ nối tiếp nên ở vùng dòng điện phản ứng lớn hơn định mức thì từ thông động cơ lớn hơn định mức, do đó mômen của nó tăng nhanh hơn so với sự tăng của dòng điện. Như vậy với mức độ quá dòng điện như nhau thì động cơ một chiều kích từ nối tiếp có khả năng quá tải về mômen và khả năng khởi động tốt hơn động cơ một chiều kích từ độc lập. Nhờ ưu điểm đó mà động cơ kích từ nối tiếp rất thích hợp cho những truyền động làm việc thường có quá tải lớn và yêu cầu mômen khởi động lớn như máy nâng vận chuyển máy cán thép...

- Vì từ thông của động cơ chỉ phụ thuộc vào dòng điện phản ứng nên khả năng chịu tải của động cơ không bị ảnh hưởng bởi sự sụt áp của lưới điện. Loại động cơ này thích hợp cho những truyền động dùng trong ngành giao thông có đường dây cung cấp điện dài.

Bài tập thực hành:

Câu 1: Đặc tính cơ của động cơ động cơ một chiều kích từ nối tiếp có đặc điểm

- A. Không thay đổi theo phụ tải
- B. Thay đổi theo phụ tải
- C. Thay đổi theo điện trở dây quấn phản ứng
- D. Lớn hơn phụ tải

Câu 2: Đặc tính của động cơ DCKT nối tiếp có dạng

- A. Parabol
- B. Hybepol
- C. Đường thẳng
- D. Đường cong

Câu 3: Đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ nối tiếp có đặc điểm

- A. Mềm ở phạm vi dòng điện nhỏ hơn định mức
- B. Mềm ở phạm vi dòng điện lớn hơn định mức
- C. Cứng ở phạm vi dòng điện nhỏ hơn định mức
- D. Cứng ở phạm vi dòng điện lớn hơn định mức

Câu 4: Tốc độ không tải lý tưởng của động cơ DC KT nối tiếp

- A. $n_0 = \infty$
- B. $n_0 = 0$
- C. $n_0 = U_r / K \Phi_{dr}$
- D. $n_0 = U_r / K_E \Phi_{dr}$

Câu 5: Động cơ một chiều kích từ nối tiếp truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

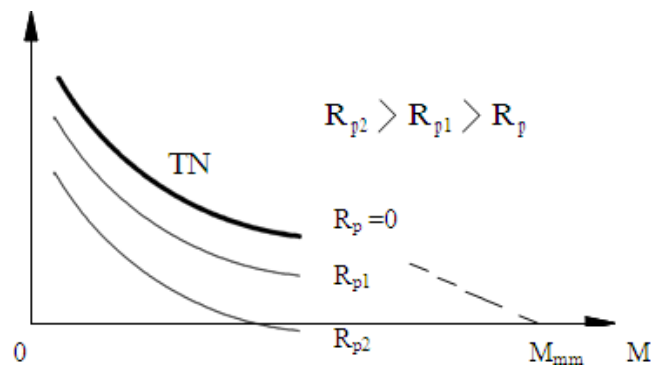
P_{dm} (kW)	U_{dm} (V)	n (vg/ph)	η_{dm}	R_{kt} Ω
4.4	220	1500	0.85	5

Xây dựng đặc tính cơ tự nhiên của động cơ

1.2.1. Các tham số ảnh hưởng phương trình đặc tính cơ.

Ở động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp, dòng điện phản 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 $\omega = f(M)$ 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 phản 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 $R_{uf} \neq 0$. Đặc tính càng thấp khi R_{uf} càng lớn.

Hình 2-17. Ảnh hưởng của điện trở mạch phản ứng đến phương trình đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ nối tiếp

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

$$M_{mm} = K \cdot K' \cdot \frac{U^2}{R_u} = K \cdot K' \cdot I^2$$

K' : Hệ số phụ thuộc vào cấu tạo của cuộn dây kích từ

Trong đó: $\frac{U}{R_u}$

Bài tập thực hành:

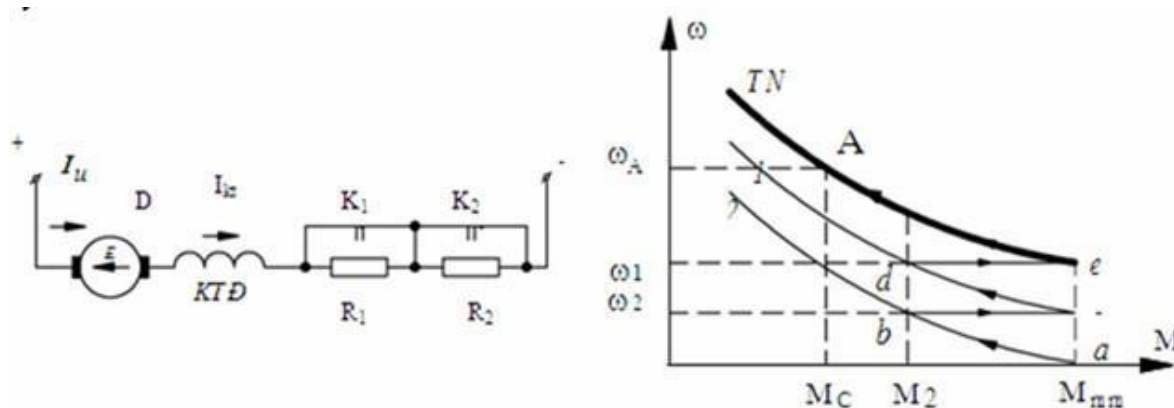
Động cơ một chiều kích từ nối tiếp truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm} (kW)	U_{dm} (V)	n (vg/ph)	η_{dm}	R_{kt} Ω
4.4	220	1500	0.85	5

Xây dựng đặc tính cơ nhân tạo khi mắc thêm điện trở phụ $R_f = 5\Omega$ vào động cơ.

1.2.2. Khởi động và tính toán điện trở khởi động.

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.



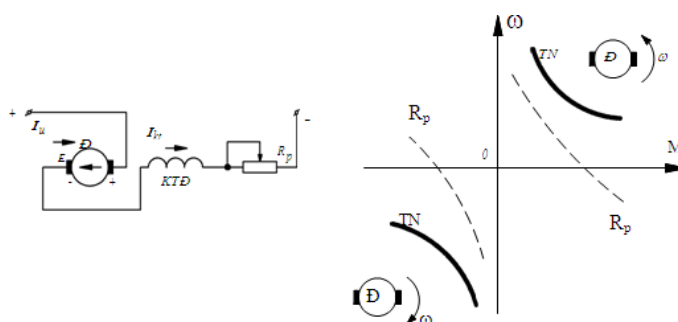
**Hình 2-18. Sơ đồ mở máy động cơ điện một chiều
kích từ nối tiếp qua 2 cấp điện trở phụ**

Khi động cơ được cấp điện, các tiếp điểm K_1 và K_2 mở để nối 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: $M_{mm} = M_1 = (2-2,5)M_{dm}$

Động cơ bắt đầu tăng tốc theo đặc tính cơ 1 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 $M_2 = (1,1-1,3)M_{dm}$ 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 $MĐ$ cân bằng với mômen cản M_C nên động cơ sẽ quay với tốc độ ổn định ω_A .

* Đảo chiều quay động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Cũng như động cơ điện một chiều kích từ song song, động cơ một chiều kích từ nối tiếp sẽ đảo chiều quay khi đảo chiều dòng điện phản ứng.



Hình 2-19. Đảo chiều quay động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp

Bài tập thực hành:

Động cơ một chiều kích từ nối tiếp truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm} (kW)	U_{dm} (V)	n (vg/ph)	η_{dm}	R_{kt} Ω
4.4	220	1500	0.85	5

Xác định các cấp điện trở khởi động biết động cơ khởi động qua 3 cấp điện trở.

1.2.3. Các trạng thái hãm.

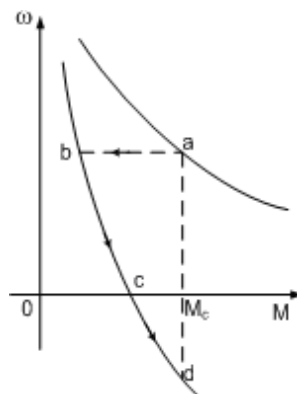
- Trạng thái hãm của động cơ kích từ nối tiếp: Do đặc điểm của động cơ điện một chiều kích từ nối ω rất lớn nên dòng điện chỉ thực tiếp có tốc độ $0r$ hiện hãm

ngược và hãm động năng chứ không có trạng thái hãm tái sinh.

a. Trạng thái hãm ngược:

✓ Hãm ngược bằng cách đưa R_f lớn vào động cơ.

Đặc tính cơ khi hãm chính là đặc tính biến trở. ứng với tải thế năng, đoạn đặc tính cd chính là đặc



Đặc tính cơ hãm ngược với điện trở trong mạch phản ứng tính hãm ngược. Dòng điện hãm được tính như sau:

$$I = \frac{U_{dm} + K\Phi\omega}{R_u + R_f} \quad (2-63)$$

Đặc tính cơ hãm ngược với R_f trong mạch được trình bày như hình vẽ.

✓ Hãm ngược bằng đảo chiều điện áp phản ứng.

Sơ đồ nguyên lý và đặc tính cơ khi hãm được biểu diễn trên hình vẽ.

Chú ý khi thực hiện hãm chiều dòng điện kích từ cần giữ nguyên.

Người ta thường sử dụng trạng thái này để hãm dừng máy.

Đoạn bc trên đặc tính cơ là đặc tính hãm ngược. Dòng điện hãm là:

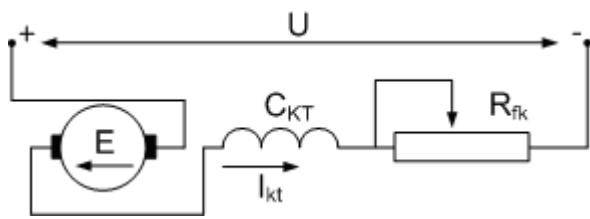
$$I_{\text{h}} = - \frac{U_{dm} + K\Phi\omega}{R_u + R_p}$$

Phương trình đặc tính cơ là:

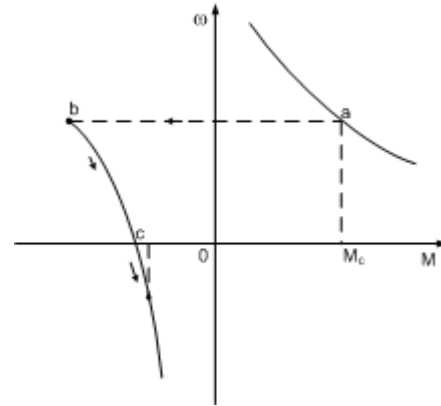
$$\omega = - \frac{U_{dm}}{K\Phi} - \frac{R_u + R_f}{K\Phi} I$$

R_f được tính để sao cho dòng điện hãm ban đầu nằm trong giới hạn cho phép

$$(I_h \leq 2,5I_{dm})$$



a)



b)

Hình 2-20.

- a. Sơ đồ nguyên lý hãm ngược đảo chiều điện áp phản ứng động cơ;
- b. Đặc tính cơ hãm ngược bằng đổi chiều cực tính điện áp phản ứng.

b. Trạng thái hãm động năng:

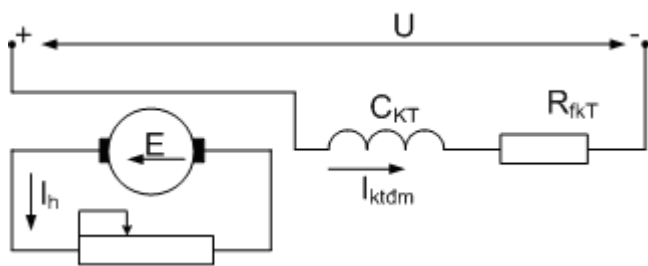
- Hãm động năng kích từ độc lập: Khi động cơ đang quay, muốn thực hiện hãm ta cắt phản ứng động cơ khỏi nguồn điện áp một chiều và đóng vào điện trở hãm. Còn cuộn kích từ được nối vào lưới điện với một điện trở phụ sao cho dòng kích từ lúc này có chiều như cũ và trị số không đổi bằng dòng $I_{ktđm}$. Trạng thái hãm này giống như ở máy điện một chiều kích từ độc lập. Sơ đồ và đặc tính được thể hiện như hình 26.

Phương trình đặc tính cơ khi hãm là:

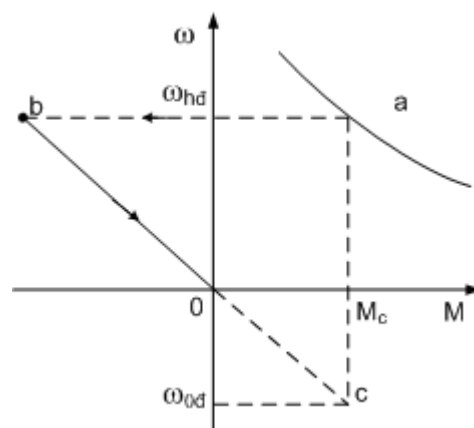
Trong đó:

$$u = r_u + r_{ctf} \frac{R}{R' + R} \omega$$

ω
 $=$
 $-$
 u
 f
 M
 K
 Φ
 d
 m



a)



b)

Hình 2-21

a. Sơ đồ nguyên lý hãm động năng động cơ một chiều kích từ nối tiếp.

b. Đặc tính cơ hãm động năng kích từ độc lập của động cơ kích từ nối tiếp.

Điện trở hãm được chọn sao cho dòng điện hãm ban đầu nằm trong giới hạn cho phép:

$$I_{hd} = - \frac{K \Phi \omega_{bd}}{R_{u'} + R_h} = (2 \div 2,5) I_{h \max}$$

Nên:

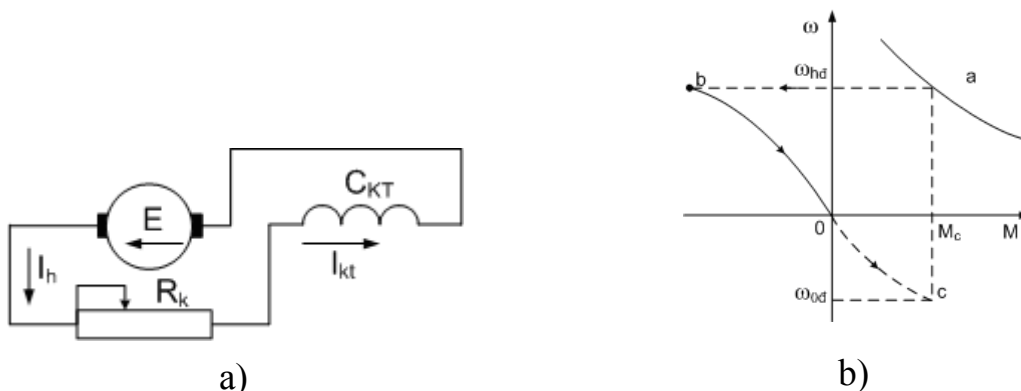
$$R = \frac{K \Phi \omega_{bd}}{I_{h \max}} - R_u$$

- Hãm động năng tự kích khi động cơ đang quay, muốn thực hiện hãm động năng tự kích ta cắt cả phần ứng lẫn cuộn kích từ khỏi lưới điện để đóng vào một điện trở hãm nhưng dòng kích từ vẫn giữ nguyên chiều cũ. Sơ đồ nguyên lý và đặc tính cơ hãm biểu diễn như hình vẽ sau:

Phương trình đặc tính cơ khi hãm là:

$$\omega = \frac{R_u + R_h}{(K \Phi)^2} M$$

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



Hình 2-22.

a. Sơ đồ nguyên lý hãm động tự kích của động cơ một chiều kích từ nối tiếp.

b. Đặc tính cơ hãm động năng tự kích của động cơ kích từ nối tiếp.

Bài tập thực hành:

Câu 1: Động cơ DC kích từ nối tiếp có khả năng

A. Hãm ngược

B. Hãm tái sinh

C. Hãm động năng

D. Hãm ngược và hãm động năng

Câu 2: Hãm động năng động cơ DC kích từ nối tiếp là

E. Cắt động cơ ra khỏi lưới điện

F. Cắt phản ứng ra khỏi lưới điện

G. Cắt phản cảm ra khỏi lưới điện

H. Cắt phản ứng ra khỏi lưới điện và nối kín qua R_f

Câu 3: Trạng thái hãm ngược của động cơ điện kích từ nối tiếp khi

E. $P_d > 0, P_{cơ} < 0, \Delta P = |P_{cơ} - P_{điện}|$

F. $P_d = 0, P_{cơ} < 0, \Delta P = |P_{cơ}|$

G. $P_d < 0, P_{cơ} < 0, \Delta P = |P_{cơ} - P_{điện}|$

H. $P_d = 0, P_{cơ} = 0, \Delta P = P_d - P_{cơ}$

Câu 4: Dòng điện hãm ban đầu trong trạng thái hãm động năng kích từ nối tiếp

E. $I_h = E_{hd} / (R_u + R_h)$

F. $I_h = - E_{hd} / (R_u + R_h)$

G. $I_h = E_{hd} / (R_u - R_h)$

H. $I_h = - E_{hd} / (R_u - R_h)$

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

Mục tiêu:

- Xây dựng được đặc tính cơ của các động cơ điện không đồng bộ.
- Phân tích được các trạng thái làm việc của động cơ điện không đồng bộ. - -
- Tính được các cấp điện trở khởi động theo yêu cầu công nghệ.

Ưu điểm:

- Cấu tạo đơn giản.
- Giá thành hạ so với động cơ DC.
- Vận hành tin cậy, chắc chắn, không cần linh kiện

phụ. Nhược điểm:

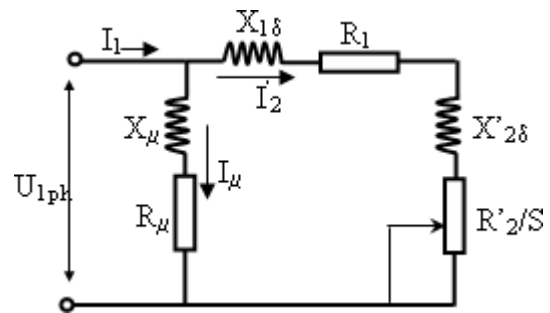
- Điều chỉnh tốc độ khó.
- Không chế quá trình quá độ khó khăn, các động cơ lồng sóc có các chỉ tiêu khởi động xấu (dòng khởi động lớn, mômen khởi động nhỏ).

2.1. Phương trình đặc tính cơ.

Phương trình đặc tính cơ.

Để lập phương trình đặc tính cơ ta sử dụng sơ đồ thay thế một pha (hình 2-29). Một số giả thiết:

- Ba pha động cơ là đối xứng
- Nguồn xoay chiều hình sin ba pha đối xứng
- Trở kháng không thay đổi theo nhiệt độ.
- Tổng dẫn mạch từ không đổi, dòng từ hoá chỉ phụ thuộc điện áp vào Stator.
- Bỏ qua tổn thất do ma sát ổ đỡ, trong lõi thép.



Hình 2-23. Sơ đồ thay thế một pha ĐC KĐB

Trong đó:

U_{1ph} hay U_{1f} là trị số hiệu dụng của điện áp pha Stator (V).

I'_2 là dòng rôto đã quy đổi về Stator (A).

I_μ là thành phần dòng điện từ hóa

I_1 là dòng điện pha dây quấn Stator,

$X_\mu, X_{1\delta}, X'_{2\delta}$ là điện kháng mạch từ, điện kháng tản Stator, điện kháng tản rôto đã quy đổi về Stator.

R_μ, R_1, R'_2 là điện trở mạch từ, điện trở dây quấn pha Stator, rôto đã quy đổi về Stator

s là hệ số trượt của động cơ:

$$s = \frac{\omega_1 - \omega}{\omega_1} = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

Trong đó:

ω_1 tốc độ của từ trường quay ở Stator động cơ, còn gọi là tốc độ đồng bộ (rad/s):

$$\omega = 2\pi f_1 \frac{n_1}{9,55} \quad \text{hay} \quad n_1 = \frac{60 f_1}{p}$$

$$= \frac{1}{p}$$

ω tốc độ góc của rôto động cơ (rad/s).

f_1 tần số của điện áp nguồn đặt vào Stator (Hz),

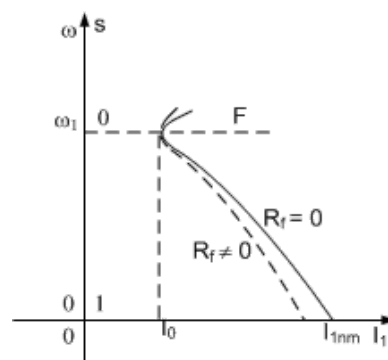
p số đôi cực của động cơ.

Ngoài ra, nếu gọi f_2 là tần số của dòng điện Rotor thì $f_2 = s f_1$

Từ sơ đồ thay thế:

$$I_1 = U \left[\frac{1}{f_1} + \frac{1}{\sqrt{\frac{R_1^2}{f_1^2} + X_{1\sigma}^2}} \right] + \frac{1}{\sqrt{\frac{R_2^2}{f_2^2} + X_{2\sigma}^2}} \left[\frac{R_2}{f_2} + \frac{X_{2\sigma}}{f_2} \right]$$

Đặt $X_{nm} = X_{1\sigma} + X'_{2\sigma}$ là điện kháng ngắn mạch. Nó có giá trị lớn nhất khi ngắn mạch động cơ.



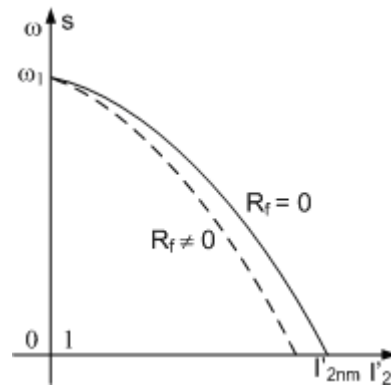
Hình 2-24. Đặc tính dòng Stator

Ta thấy:

Khi $\omega = 0, s = 1$ thì $I_1 = I_{1nm}$

Khi $\omega = \omega_1, s = 0$ thì:

$$I_1 = U_{f1} \left[\frac{1}{R_1 + jX_{1\sigma}} + \frac{1}{R_2 + jX_{2\sigma}} \right] = I_\mu$$



Hình 2-25. Đặc tính dòng rôto

Ta có dòng điện Rotor quy đổi về Statorr:

$$I'_2 = \frac{U_{f1}}{\sqrt{(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + (X_{1s} + X'_{2s})^2}}$$

Khi $\omega = \omega_1$, $s=0$ thì $I'_2 = 0$.

Khi $\omega = 0$, $s = 1$

$$I_2 = \frac{U_{f1}}{2nm}$$

$$I_2 = \frac{U_{f1}}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + X_{nm}^2}}$$

Dựa vào điều kiện cân bằng công suất trong động cơ: Công suất điện từ chuyển từ Stator sang Rotor:

$$P_{12} = M_{dt} \cdot \omega_1$$

$$P_{12} = P_{co} +$$

$$\Delta P_2$$

Nếu bỏ qua tổn thất phụ thì có thể coi Momen điện từ M_{dt} của động cơ bằng Momen cơ M_{co} :

$$M_{dt} = M_{co} = M$$

hay $M\omega_1 = M \cdot \omega + \Delta P_2$

Nên: $\Delta P_2 = M(\omega_1 - \omega) = M\omega_1 s$

(2)

Xét công suất nhiệt trong cuộn dây 3 pha: $\Delta P_2 = 3R_2' \cdot I_2'^2$ (3)

Nên:

Ta được:

$$M = \frac{3U_{f1}^2 R_2'}{s \omega_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + X_{nm}^2 \right]}$$

$$M = \frac{3U_{f1}^2 R_2'}{s \omega_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + X_{nm}^2 \right]} \quad (4)$$

Đó là quan hệ $M = f(s)$

Phương trình (4) là phương trình đặc tính cơ của động cơ điện xoay chiều ba pha không đồng bộ.

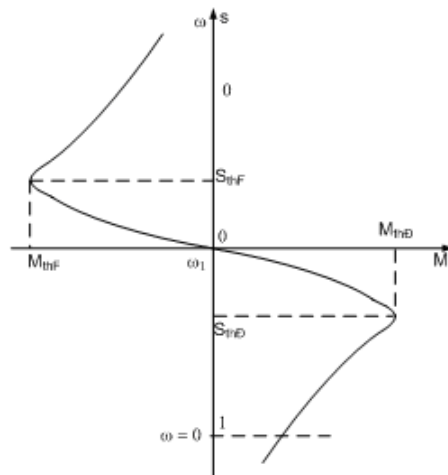
Xác định điểm cực trị:

Giải $dM = 0$

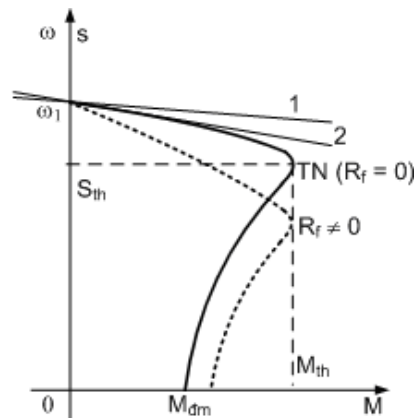
Ta được: ds

$$s_{th} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}} \quad (5)$$

Và:
$$M_{th} = \pm \frac{3U_{f1}^2}{2\omega_1 \left(R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2} \right)}$$



Hình 2-26. Đồ thị đặc tính cơ của động cơ KĐB



Hình 2-27. Đồ thị đặc tính cơ của động cơ KĐB $\omega = f(M)$ trong chế độ động cơ.

Bài tập thực hành:

Câu 1: Độ trượt của ĐKB có dạng

- A. $s = (n - n_0)/n$
- B. $s = (n_0 - n)/n_0$
- C. $s = (n_0 + n)/n_0$
- D. $s = (n_0 - n)/n$

Câu 2: Khi tăng tải trên trục động cơ KĐB 3 pha sẽ làm động cơ

- A. Quay nhanh hơn
- B. n_0 giảm
- C. Quay chậm hơn
- D. Không đổi

Câu 3: Động cơ điện xoay chiều không đồng bộ Roto dây quấn truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm}	U_{1dm}	N_{dm}	λ	I_{1dm}	$\cos\phi_{dm}$	E_{2nm}	I_{2dm}	J	n_0
----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------------	-----------	-----------	-----	-------

(kW)	(V)	(vg/ph)		(A)		(V)	(A)	(kgm ²)	(vg/ph)
1.4	380	855	2.3	5.3	0.65	112	4.3	0.021	870

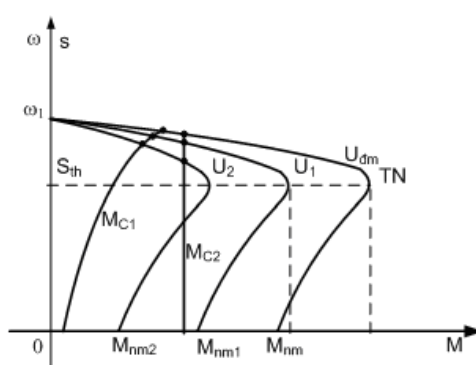
a) Tính hiệu suất định mức và điện trở Roto của động cơ

b) Xây dựng đặc tính cơ tự nhiên

1.3. Các tham số ảnh hưởng phương trình đặc tính

ơ. Ảnh hưởng của điện áp lưới (U_L):

Khi điện áp lưới suy giảm, theo biểu thức trên thì mômen tới hạn M_{th} sẽ giảm bình phương lần độ suy giảm của U_L . Trong khi đó tốc độ đồng bộ ω_1 , hệ số trượt

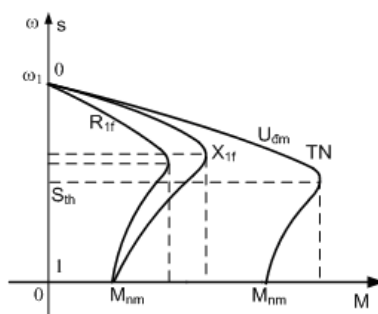


tới hạn S_{th} không thay đổi, ta có dạng đặc tính cơ khi U_L giảm như hình.

Hình 2-28. Đặc tính cơ khi giảm điện áp

Ảnh hưởng của điện trở, điện kháng mạch Stator:

Khi điện trở hoặc điện kháng mạch Stator bị thay đổi, hoặc thêm điện trở phụ (R_{1f}), điện kháng phụ (X_{1f}) vào mạch Stator, nếu $\omega_0 = \text{const}$, và theo biểu thức trên



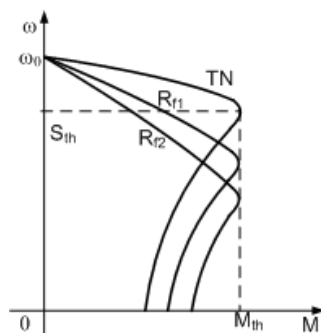
thì mômen M_{th} và S_{th} đều giảm, nên đặc tính cơ có dạng như hình 2.35.

Hình 2-29. Đặc tính cơ khi có R_f và X_f trong mạch Stator.

Ảnh hưởng của điện trở, điện kháng mạch rôto:

Khi thêm điện trở phụ R_{2f} , điện kháng phụ X_{2f} vào mạch rôto động cơ, thì $\omega_0 = \text{const}$, và theo trên thì $M_{th} = \text{const}$; còn S_{th} sẽ thay đổi, nên đặc tính cơ có dạng

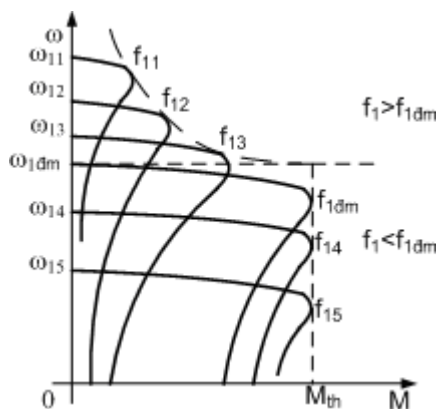
như hình 3.36.



Hình 2-30. Đặc tính cơ khi có R_r trong mạch Roto.

Ảnh hưởng của tần số lưới cung cấp cho động cơ:

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 $\omega_0 = 2\pi \cdot f_1 / p$.

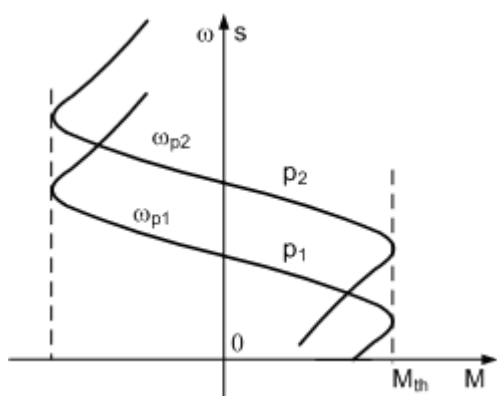


Hình 2-31. Đặc tính cơ khi thay đổi tần số.

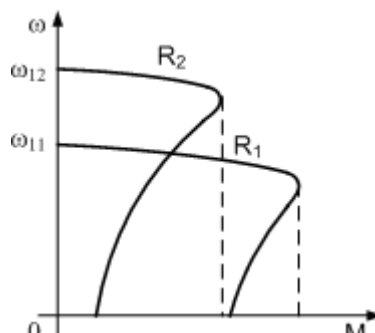
Ảnh hưởng của số đôi cực p :

Để thay đổi số đôi cực ở Stator ta thường thay đổi cách đấu dây. Do:

$$\omega = \frac{2\pi f_1}{p} \quad \text{và} \quad \omega = \omega_0 (1 - s)$$



a,



b,

Hình 2-32.

a) Đặc tính cơ khi thay đổi số đôi cực, $M_{th} = \text{const.}$

b) Đặc tính cơ khi thay đổi số đôi cực, $p_1 = \text{const}$.

Bài tập thực hành:

Câu 1: Khi nối thêm điện trở phụ R_f vào mạch Rotor

- A. R_{2f} càng nhỏ, S_{th} càng lớn, β càng nhỏ
- B. R_{2f} càng lớn, S_{th} càng lớn, β càng nhỏ
- C. R_{2f} càng nhỏ, S_{th} càng nhỏ, β không đổi
- D. $M_{th} = \text{const}$, $S_{th} = \text{const}$, $\beta = \text{const}$

Câu 2: Khi nối thêm điện trở hoặc điện kháng vào mạch Stator

- A. $n_0 = \text{const}$, S_{th} giảm, M_{th} giảm
- B. $n_0 > 0$, $S_{th} < 0$, $M_{th} > 0$
- C. $n_0 = 0$, $S_{th} = 1$, $M_{th} < 0$
- D. $n_0 < 0$, $S_{th} \geq 0$, $M_{th} \geq 0$

Câu 3: Khi tăng tần số của ĐC KĐB (ĐKB)

- A. M_{th} giảm bình phương lần
- B. M_{th} Tăng bình phương lần
- C. M_{th} giảm, với $U_{dm} = \text{const}$
- D. M_{th} tăng

Câu 4: Động cơ điện xoay chiều không đồng bộ Roto dây quấn truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm} (kW)	U_{1dm} (V)	N_{dm} (vg/ph)	λ	I_{1dm} (A)	$\cos\phi_{dm}$	E_{2nm} (V)	I_{2dm} (A)	J (kgm ²)	n_0 (vg/ph)
1.4	380	855	2.3	5.3	0.65	112	4.3	0.021	870

a) Tính hiệu suất định mức và điện trở Roto của động cơ

b) Xây dựng đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ nhân tạo ứng với điện trở

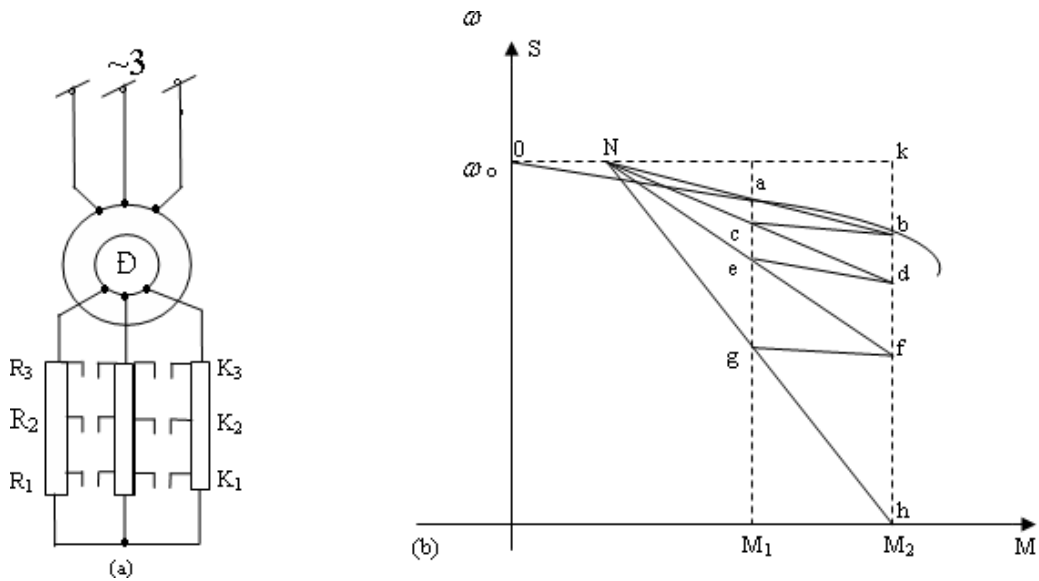
phụ mỗi pha $R_f = 0.175\Omega$.

Khi thêm điện trở phụ vào mạch Roto thì các thông số của phương trình đặc tính cơ thay đổi như thế nào từ đó rút ra nhận xét ?

1.4. Khởi động và tính toán điện trở khởi động.

Các yêu cầu về khởi động cũng như các phương pháp khởi động của động cơ không đồng bộ nói chung không khác biệt với động cơ một chiều kích từ độc lập ta đã xét. đối với động cơ rôto dây quấn để hạn chế dòng khởi động, tăng

Momen khởi động người ta đưa điện trở phụ vào mạch rôto trong quá trình khởi động sau đó loại dần các điện trở phụ này theo từng cấp.



Hình 2-32. Khởi động động cơ không đồng bộ rôto dây cuốn bằng cách đưa điện trở phụ vào mạch rôto khi khởi động

a) Sơ đồ nguyên lý ; b) Đặc tính cơ khởi động

Để xác định trị số các cấp điện trở khởi động ta có thể sử dụng sơ đồ các đặc tính đã được tuyến tính hoá trong đoạn khởi động. Quá trình tính toán khởi động như sau:

- Dựa vào các thông số của động cơ về đặc tính cơ tự nhiên.
- Chọn các trị số của Momen

$$M_1 \leq 0,85M_{th}$$

$$M_2 \leq (1,1 - 1,3)M_{dm}$$

Từ M_1 và M_2 dóng song song với trục tung cắt đặc tính tự nhiên tại a và b, đường này cắt đường song song với trục hoành qua r_1 tại N. Lấy N làm điểm đồng quy xuất phát của các đặc tính khởi động. Phương pháp vẽ giống như đối với động cơ một chiều kích từ độc lập.

Xác định điện trở khởi động:

$$\begin{aligned} \text{Ta biết :} \quad & \frac{S_{NT}}{S_{TN}} = \frac{R_2 + R_{f2}}{R} \\ \text{nên} \quad & R'_{f2} = \frac{S_{NT}}{S_{TN}} R - R_2 \end{aligned}$$

N
 R

Từ đồ thị ta có :

$$S$$
$$T$$
$$R = \frac{Kd - Kb}{Kb^2} R = \frac{bd}{Kb^2} R$$

$$f^{21}$$
$$R = \frac{Kf - Kd}{Kb^2} R = \frac{df}{Kb^2} R$$

$$f^{22}$$
$$R = \frac{Kh - Kf}{Kb^2} R = \frac{fh}{Kb^2} R$$

$$N$$
$$R$$

$$Kb^2$$

$$Kb^2$$

$$Kb^2$$

Bài tập thực hành:

Câu 1: Khi đóng điện trực tiếp vào động cơ KĐB ba pha có công suất lớn

- A. Làm động cơ quay nhanh hơn
- B. Dòng khởi động lớn, sụt áp trên lưới điện
- C. Động cơ chạy chậm hơn
- D. Động cơ bị chấn động mạnh

Câu 2: Động cơ điện xoay chiều không đồng bộ Roto dây quấn truyền động cho một máy sản xuất với các thông số ghi trên Cataloge:

P_{dm} (kW)	U_{1dm} (V)	N_{dm} (vg/ph)	λ	I_{1dm} (A)	$\cos\phi_{dm}$	E_{2nm} (V)	I_{2dm} (A)	J (kgm ²)	n_0 (vg/ph)
1.4	380	855	2.3	5.3	0.65	112	4.3	0.021	870

2. Tính hiệu suất định mức và điện trở Roto của động cơ

3. Xác định cốc cấp điện trở khởi động biết động cơ khởi động qua 3 cấp điện trở

1.5. Các trạng thái hãm.

2.4.1 Hãm tái sinh

Hãm tái sinh xảy ra khi tốc độ ω khi đang
của rôto lớn hơn tốc độ đồng bộ

ω_1

làm việc ở trạng thái động cơ thì từ trường quay cắt các thanh dẫn của cuộn dây Stator và rôto theo chiều như nhau, nên sức điện động Stator E_1 và sức điện động rôto E_2 trùng pha nhau, còn khi hãm tái sinh E_1 vẫn giữ chiều như cũ còn sức điện động E_2 có chiều ngược lại vì khi đó $\omega > \omega_1$, các thanh dẫn rôto cắt từ trường quay theo chiều ngược lại E_2 . DS òng điện E_{tro} . Rng. Scuộn dây $rE_{ôto}$. Xđư. Sợ²c tính:

$$\frac{2}{R_2 + J.X_2.S} = \frac{2}{R + (X.S)} - J. \frac{2}{R + (X.S)}$$

Ta thấy rằng khi chuyển sang trạng thái hãm tái sinh $S < 0$, như vậy chỉ có thành phần tác dụng của dòng điện rôto đổi chiều, do đó mômen đổi chiều, còn thành phần phản kháng vẫn giữ chiều như cũ: ở trong trạng thái hãm tái sinh động cơ làm việc như một máy phát điện song song với lưới, trả công suất tác dụng về lưới, còn vẫn tiêu thụ công suất phản kháng để duy trì từ trường quay.

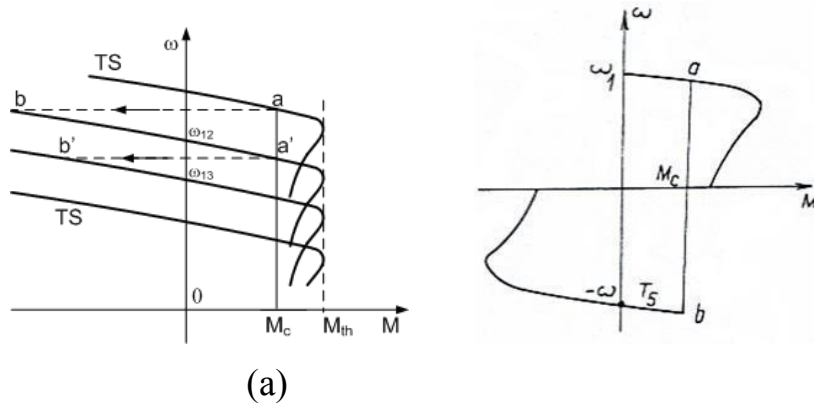
Những động cơ không đồng bộ điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp tần số hoặc số đôi cực. Khi giảm tốc có thể thực hiện hãm và tái sinh.

$$\omega > \omega_{13}$$

Trên hình 2.38 đoạn đặc tính

hãm tái sinh là b ω_{12} , b ω_{13} , ở đó

$\omega > \omega_{12}$ hoặc



Hình 2-33. Đặc tính cơ hãm tái sinh khi thay đổi T (a) khi tải thế năng (b)

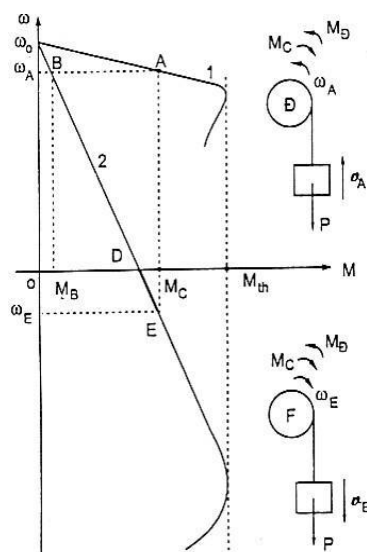
Với những động cơ không đồng bộ sử dụng trong hệ truyền động có tải là thế năng, có thể thực hiện hãm tái sinh hạ tải trên hình là đoạn trọng với tốc độ $\omega > -\omega_1$

hãm tái sinh khi hạ tải ứng với đường đặc tính cơ này, từ trường quay đã đổi chiều bằng cách đổi thứ tự hai trong ba pha điện áp Stator.

2.4.2 Hãm ngược

a. Hãm ngược nhờ thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng

Hãm ngược xảy ra khi động cơ đang làm việc ta đóng vào mạch phản ứng (rôto) điện trở phụ đã lớn. Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ 1 góc phần tư I để nâng tải với tốc độ. Lúc này các tiếp điểm K đóng lại để dừng vật và hạ xuống. Động cơ được nối thêm điện trở phụ R_p vào mạch phản ứng nhờ mở các tiếp điểm K (công tắc tơ K thôi tác động) đặc tính cơ tương ứng là đặc tính 2 rất dốc.



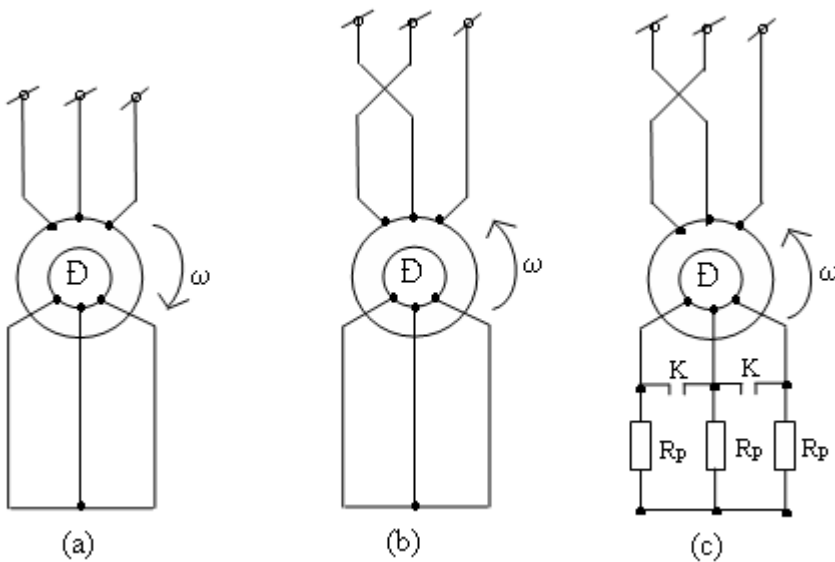
Hình 2-34. Đặc tính hãm ngược khi thêm R_p

Ở chế độ này, mômen động cơ sinh ra là mômen cản chuyển động xuống của

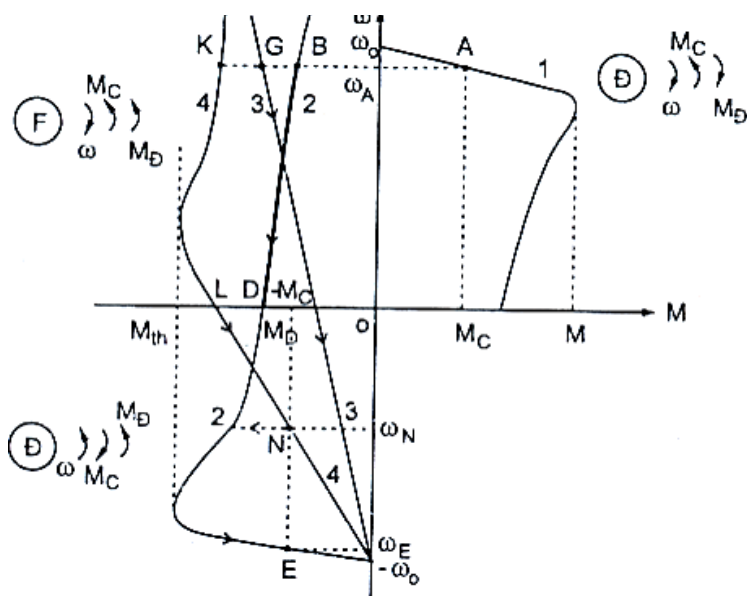
vật còn mômen tải trọng là mômen gây ra chuyển động xuống. Động cơ làm việc ở chế độ máy phát.

b. Hãm ngược nhờ đảo chiều quay

Hãm ngược xảy ra khi động cơ đang làm việc ta đổi thứ tự hai trong ba pha điện áp đặt vào Stator. Giả sử động cơ đang đóng điện quay thuận làm việc với tải có mômen phản kháng tại điểm A trên đặc tính cơ tự nhiên 1. Để hãm máy động cơ được đảo chiều quay nhờ đảo chỗ hai trong ba pha cấp điện cho Stator. Động cơ chuyển điểm làm việc từ A trên đặc tính cơ 1 sang B trên đặc tính cơ 2 với cùng tốc độ (do quán tính cơ). Quá trình hãm nối ngược bắt đầu. Khi tốc độ động cơ giảm theo đặc tính 2 tới điểm D thì $\omega = 0$. Lúc này nếu cắt điện thì động cơ sẽ dừng. Đoạn hãm ngược ($M_D < 0$, $\omega_D > 0$) là BD. Nếu không cắt điện khi $\omega = 0$ thì trường hợp ở hình (2.40d), động cơ có mômen $M_D > M_C$ nên bắt đầu tăng tốc, mở máy quay ngược lại theo đặc tính cơ 2 và làm việc ổn định tại điểm E với tốc độ ω_E theo chiều ngược lại.



dây
ợc nhờ đảo chiều quay.



Khi động cơ hãm nối ngược theo đặc tính cơ 2, điểm B ứng với mômen (âm) trị số nhỏ nên tác dụng hãm không hiệu quả. Thực tế phải tăng cường mômen hãm ban đầu ($M_h \sim 2,5M_{dm}$) nhờ vào đảo chiều quay của từ trường Stator vừa đưa thêm điện trở phụ ngược theo đặc tính 4 (đoạn KL) với mômen hãm ban đầu M_k đủ lớn. Tới điểm L thì $\alpha = 0$. Lúc này nếu cắt điện thì động cơ sẽ dừng. Nếu không cắt điện thì động cơ sẽ tăng tốc theo chiều ngược lại tới điểm N. Nếu lúc này lại cắt điện trở phụ thì động cơ sẽ chuyển điểm làm việc sang đặc tính cơ 2 và tăng tốc tiếp tới điểm E. Trường hợp điện trở phụ quá lớn, động cơ có đặc tính 3 khi hãm nối ngược thì quá trình hãm kết thúc tại điểm I. Động cơ không thể tăng tốc chạy ngược lại vì $|M_I| < |M_c|$

Chú ý: Trong cả hai trường hợp hãm ngược vì $S = \omega_1 + \omega$ > 1 nên dòng điện rôto có ω_1

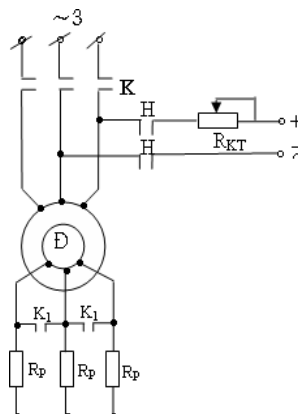
giá trị lớn. Mặt khác vì tần số dòng điện rôto $f_2 = S f_1$ lớn, nên điện kháng X_2' lớn, do đó mômen nhỏ. Vì vậy để tăng cường mômen hãm và hạn chế dòng điện rôto ta cần đưa thêm điện trở phụ đủ lớn vào mạch rôto. Điện trở này có thể ứng với dòng điện hãm ban đầu.

2.4.3 Hãm động năng

Trạng thái hãm động năng xảy ra khi động cơ đang quay ta cắt Stator động cơ khỏi nguồn điện xoay chiều, rồi đóng vào nguồn một chiều. Người ta chia hãm động năng của động cơ loại này thành hai dạng: Hãm động năng kích từ độc lập và hãm động năng tự kích.

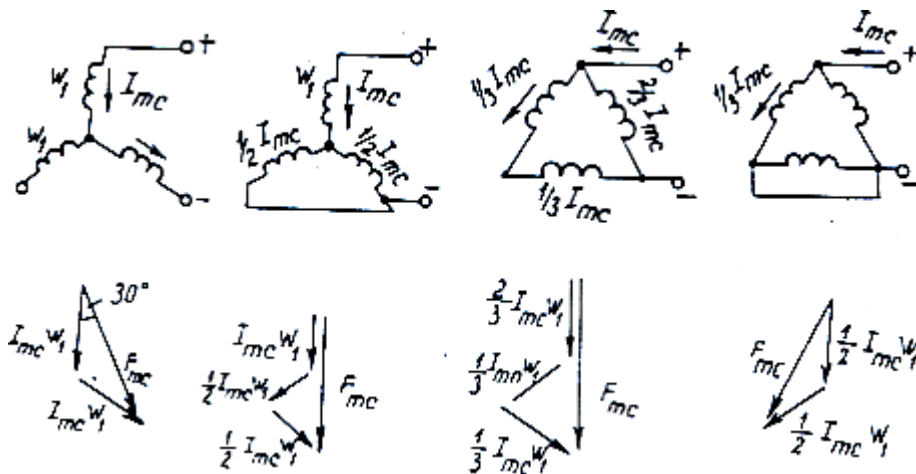
a. Hãm động năng kích từ độc lập (kích từ ngoài)

Để hãm động năng kích từ độc lập một động cơ không đồng bộ rôto dây quấn, ta phải cắt Stator ra khỏi lưới điện xoay chiều (mở các tiếp điểm K) rồi cấp vào Stator dòng điện một chiều để kích từ (đóng các tiếp điểm H). Thay đổi dòng kích từ nhờ R_{kt} .



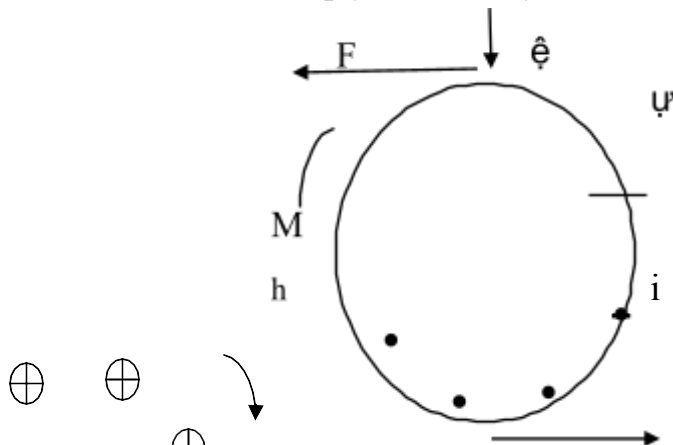
Hình 2-36.Sơ đồ nguyên lý hãm động năng

Vì cuộn Stator 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



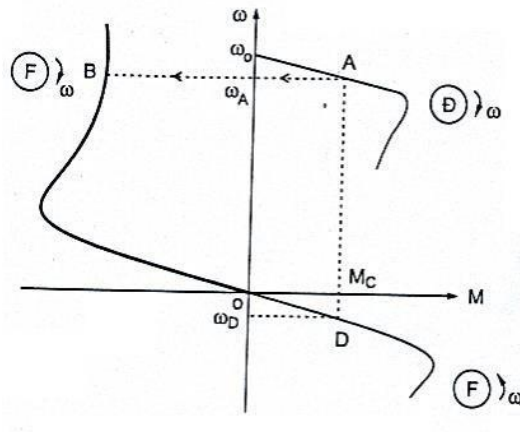
Hình 2-37. Sơ đồ đấu dây mạch Stator và đồ thị véc tơ sức điện động

Khi cắt Stator khỏi nguồn xoay chiều rồi đóng vào nguồn một chiều thì dòng một chiều này sinh ra một từ trường đứng yên so với Stator. Giả sử từ thông có chiều như mũi tên (hình 2.43). Rôto động cơ theo quán tính vẫn quay theo chiều cụ thể như trên hình vẽ và các thanh dẫn rôto sẽ cắt từ trường đứng yên. Nên xuất hiện trong nó một sức điện động cảm ứng e_2 . Xác định chiều của e_2 theo quy tắc bàn tay phải và ứng với ký hiệu dấu (+) khi sức điện động có chiều đi vào và ký hiệu dấu (•), khi sức điện động có chiều đi ra. Vì rôto kín mạch nên b_2 lại sinh ra dòng i_1 cùng chiều. Tương tác giữa dòng điện i_2 và từ trường đứng yên tạo nên sức điện động F có chiều xác định theo quy tắc bàn tay trái.



- ↓ ⊕ ⊕ ⊕ Lúc F sinh ra mômen hãm có chiều ngược với chiều quay của rôto làm cho rôto quay chậm lại và sức điện động e_2 cũng giảm dần. Động cơ làm việc ở chế độ máy phát điện. Động năng của hệ qua động cơ sẽ biến đổi thành điện năng tiêu thụ trên điện trở ở mạch rôto (điện trở cuộn ứng và điện trở nối thêm vào mạch phần ứng nếu có).

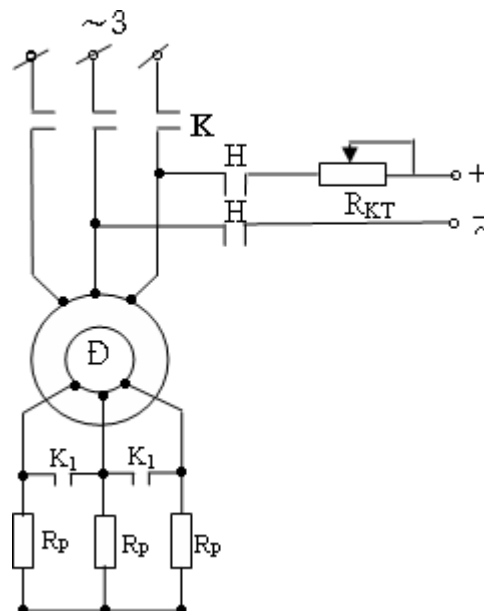
Giả sử trước khi hãm, động cơ làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ thì hãm động năng, động cơ chuyển sang làm việc tại điểm B trên đặc tính hãm động năng 2 ở góc phần tư II



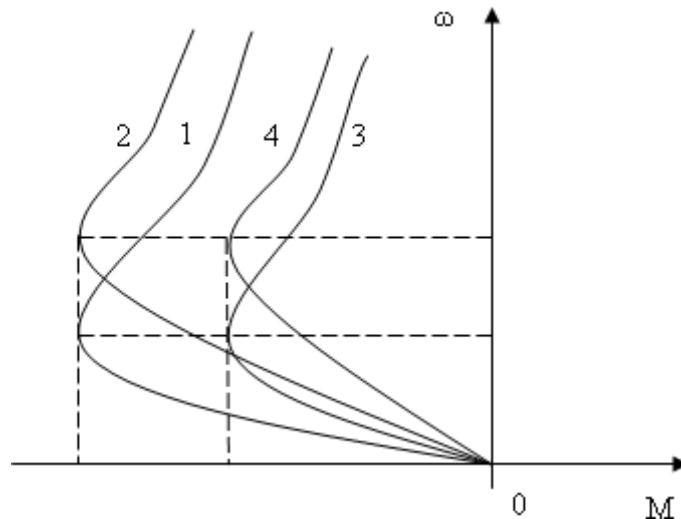
Hình 2-38. Đặc tính hãm động năng kích từ độc lập

Tốc độ động cơ giảm dần theo đặc tính hãm về O theo đoạn BO. Tại điểm O, động cơ sẽ dừng nếu tải là phản kháng. Nếu tải có tính chất thể năng thì động cơ sẽ bị kéo quay ngược, ổn định tại điểm D (góc phần tư IV).

Điện trở mạch rôto và dòng kích từ cấp cho Stator lúc hãm động năng có ảnh hưởng tới dạng đặc tính cơ khi hãm. Thay đổi điện trở hãm ở mạch rôto theo sơ đồ.



(a)



(b)

Hình 2-39

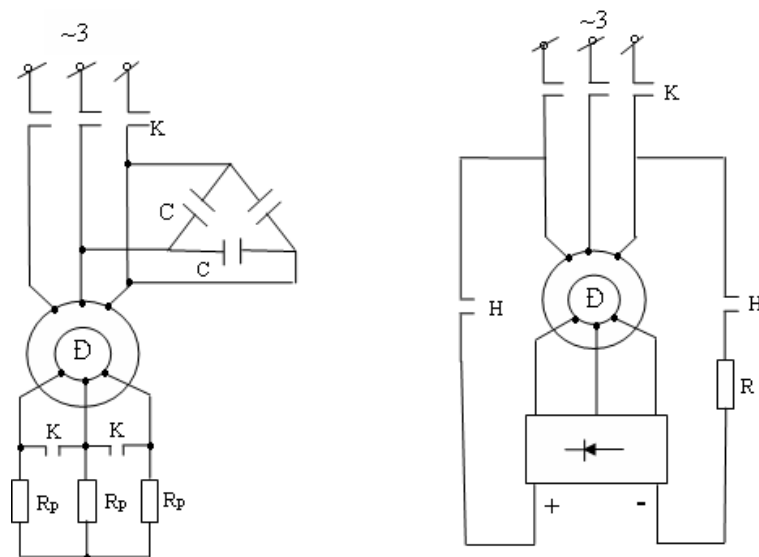
a) Sơ đồ nguyên lý hãm động năng kích từ độc lập

b) Các đặc tính cơ khi hãm động năng kích từ độc lập

Trên hình đường đặc tính hãm 1 và 2 ứng với cùng một dòng kích từ ($I_{kt1} = I_{kt2}$). Nhưng điện trở hãm trong mạch rôto khác nhau ($R_{h1} < R_{h2}$). Đường đặc tính hãm 3 và 4 có dòng kích từ nhỏ hơn đặc tính hãm 1 và 2 ($I_{kt3} = I_{kt4} < I_{kt1} = I_{kt2}$) và ứng với điện trở hãm khác nhau trong mạch rôto ($R_{h3} < R_{h4}$). Các đặc tính hãm 1 và 3 ứng với các dòng kích từ khác nhau ($I_{kt1} > I_{kt3}$) nhưng cùng một giá trị điện trở hãm ($R_{h1} = R_{h3}$)

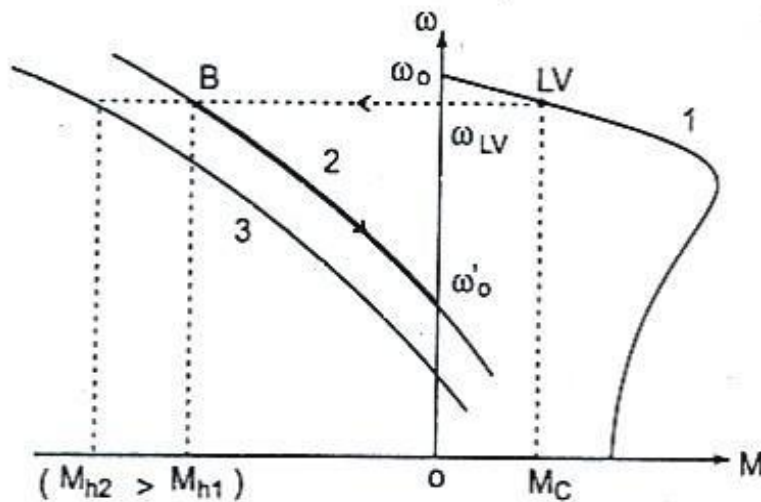
b. Hãm động năng tự kích

Đối với hãm động tự kích, nguồn một chiều được tạo ra từ năng lượng mà động cơ đã tích lũy được, sơ đồ nguyên lý này thể hiện trên hình vẽ.



Hình 2-40. Sơ đồ nguyên lý hãm động năng tự kích

Trong cách hãm động năng kích từ độc lập (hay kích từ ngoài). Từ trường lúc này hãm được tạo ra nhờ nguồn một chiều từ bên ngoài và có giá trị không đổi. Trong cách hãm động năng tự kích từ, từ trường lúc hãm được tạo do chính dòng điện cảm ứng của phần ứng. Dòng cảm ứng xoay chiều sẽ được chỉnh lưu rồi cấp lại kích từ qua điện trở hạn chế. Từ trường hãm sẽ yếu dần khi tốc độ động cơ giảm (vì suất điện động cảm ứng giảm).



Hình 2-41. Đặc tính cơ khi hãm bằng tụ điện

Hình vẽ trình bày sơ đồ nguyên lý nối động cơ để hãm bằng tụ điện. Các tụ điện nối tam giác mắc song song với động cơ và chúng được nạp điện đầy khi động cơ làm việc tại điểm làm việc trên đặc tính cơ 1.

Khi cắt động cơ ra khỏi lưới điện thì các tụ điện sẽ phóng điện và tạo ra từ trường quay với tốc độ không tải lý tưởng ω' , thấp hơn nhiều so với tốc độ không tải lý tưởng của đặc tính cơ 1. Do tốc độ làm việc ω_{LV} lớn hơn nhiều ω'_0 nên động cơ chuyển sang hãm tái sinh tại điểm B trên đặc tính 2. Tốc độ động cơ giảm nhanh theo đặc tính 2 xuống tốc độ ω' . Trị số điện dung của tụ điện càng lớn thì mô-men hãm ban đầu càng lớn và tốc độ không tải lý tưởng càng nhỏ (đường đặc tính 3). Nghĩa là quá trình hãm kéo xuống tốc độ thấp hơn, hãm hiệu quả hơn. Giá trị điện dung của tụ cần chọn sao cho dòng điện hãm ban đầu không vượt quá dòng điện mở máy với sơ đồ thì

$$C = 3185 \cdot k \cdot \frac{I_{Th}}{U_{dm}} \quad (\mu F)$$

Trong đó: I_{th} : Dòng từ hoá một pha của động cơ (A)

U_{dm} : Điện áp dây định mức (V)

k: Hệ số quyết định mômen hãm hay dòng điện hãm ban đầu thường
chọn $K = 4 - 6$.

Quá trình hãm bằng tụ điện sẽ kết thúc khi tốc độ giảm còn (30 – 40)% giá trị tốc độ định mức và lúc này động cơ đã bị tiêu hao 3/4 cơ năng dự trữ được khi làm việc. Để dừng hoàn toàn động cơ có thể dùng phanh.

Bài tập thực hành:

Câu 1: Hãm ngược động cơ không đồng bộ bằng cách đảo cực tính điện áp đặt vào phần ứng

- E. Mômen động cơ cùng chiều với tốc độ
- F. Mômen động cơ ngược chiều với tốc độ
- G. Mômen động cơ bằng với tốc độ
- H. Mômen và tốc độ bằng không

Câu 2: Trạng thái hãm tái sinh xảy ra đối với động cơ KĐB khi

- E. Mômen do tải trọng gây ra > mômen ma sát
- F. Mômen do tải trọng gây ra < mômen ma sát
- G. Mômen do tải trọng gây ra = mômen ma sát
- H. mômen ma sát < 0

Câu 3: Hãm ngược động cơ không đồng bộ bằng cách đưa R_f đủ lớn vào mạch phần ứng. Khi phụ tải mang tính chất thể năng

- E. Mômen của động cơ lớn hơn mômen tải
- F. Mômen của động cơ nhỏ hơn mômen tải
- G. Mômen của động cơ bằng mômen tải
- H. Mômen của động cơ không đổi

Câu 4: Đối với động cơ không đồng bộ, khi giảm đột ngột điện áp nguồn U_v lúc động cơ đang quay sẽ

- E. Hãm tái sinh
- F. Hãm ngược
- G. Hãm động năng
- H. Hãm do ma sát

Câu 5: Trạng thái hãm tái sinh của động cơ không đồng bộ có đặc điểm

- E. $\omega > \omega_0$
- F. $\omega < \omega_0$
- G. $\omega = \omega_0$
- H. $\omega_0 = \text{const}$

Câu 6: Khi hãm tái sinh đối với động cơ KĐB

- E. Động cơ không tiêu thụ năng lượng
 - F. Có tiêu thụ năng lượng nhưng không đáng kể
 - G. Tiêu thụ rất nhiều năng lượng
 - H. Động cơ biến thành máy phát điện
- Câu 7:* Hãm động năng động cơ KĐB là

- I. Cắt động cơ ra khỏi lưới điện
- J. Cắt mạch Stator ra khỏi lưới điện
- K. Cắt mạch Stator ra khỏi lưới điện
- L. Cắt mạch Stator ra khỏi lưới điện và nối kín qua R_f

THỰC HÀNH

CÁC TRẠNG THÁI HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

I. Mục tiêu

- Kiểm nghiệm và hiểu đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ (KĐB).

- Kiểm nghiệm và hiểu các chế độ hãm tái sinh của động cơ KĐB

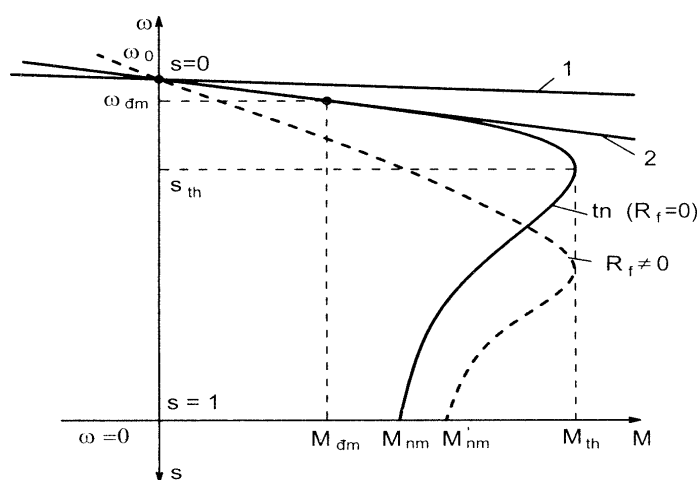
II. Thảo luận

1. Phương trình đặc tính cơ của động cơ KĐB có dạng:

$$M = \frac{3R'U^2}{s\omega_o(R_1 + \frac{R_2'}{s^2})}$$

$$s\omega_o(R_1 + \frac{R_2'}{s^2})$$

$$\left[\frac{s}{s^2} \right]$$



Đặc tính cơ có dạng như trên hình

Từ dạng ĐTC lý thuyết biết trước, ta

có thể xác định ĐTC thực nghiệm

bằng cách tăng dần tải cơ M_c từ 0 đến khi động cơ dừng, đo và ghi tại tốc độ tại từng điểm. Ứng với tải M_c làm động cơ giảm tốc đột ngột và dừng là Momen tới hạn của động cơ.

2. Chế độ hãm tái sinh

Khi động cơ bị kéo bởi một động cơ khác hoặc bởi tải cơ thì động cơ xét sẽ chuyển sang chế độ máy phát hay chế độ hãm tái sinh, hình 2.2.

III. Chuẩn bị dụng cụ và thiết bị

- 1 máy tính có cài đặt phần mềm thu thập dữ liệu LVDAM-EMS
- 1 bộ thu thập dữ liệu DATA ACQUISITION INTERFACE

- 1 máy điện KĐB SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR
- 1 máy đo và tạo tải cơ DYNAMOMETER

IV. Thực hiện

A. Đặc tính cơ

1. Nối dây curoa giữa trục máy điện KĐB và Dynamometer

2. Nối mạch điện như hình

2.3, Chú ý: - Không nối nguồn

U_2

- Các đồng hồ V , A , N , T sử dụng bộ thu thập dữ liệu Data Acquisition Interface đo thông qua máy tính do người hướng dẫn cài đặt trước.

3. Trên bộ Prime Mover/Dynamometer cài đặt như sau:

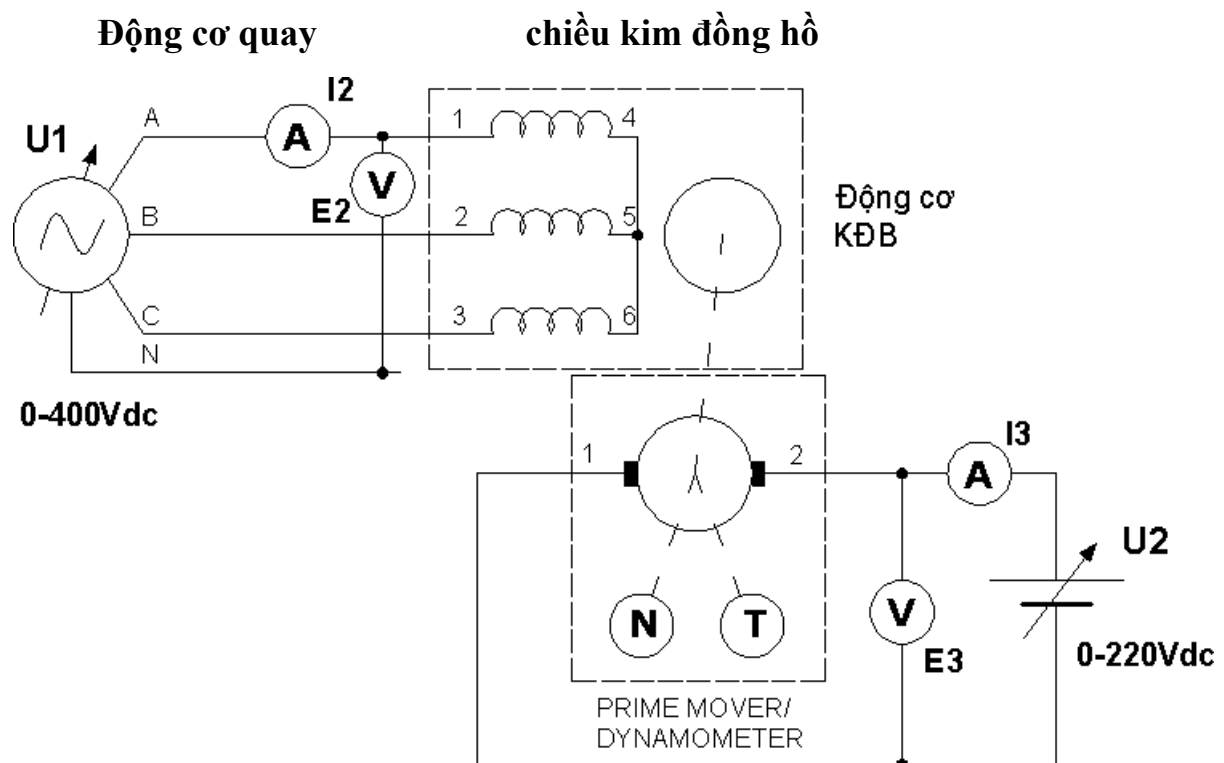
MODE: DYN. Vận nút Manual về MIN.

Load Control Mode: Man.

4. Vận nút điều chỉnh nguồn U_1 về 0.

5. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U_1 .

6. Vận nút điều chỉnh nguồn U_1 sao cho đồng hồ điện áp $V(E_2)$ điện áp pha Stator đạt cỡ 200Vdc. Động cơ đã quay. Quan sát chiều quay và tốc độ hiển thị trên màn hình. Ghi lại chiều quay của động cơ:



Hình 2-42. Sơ đồ thực hành động cơ không đồng bộ

7. Thay đổi Momen tải bằng cách vận từ từ nút Manual trên vùng

“Dynamometer Load Control” từ MIN đến MAX và ngược lại, lặp lại 3 lần, mỗi lần ghi lại thông số

điện áp Stator, dòng điện Stator, công suất điện (W), tốc độ và Momen tải vào bảng 2.1.

8. Vận núm chỉnh nguồn U1 về 0. Tắt nguồn U1 bằng cách nhấn nút màu đỏ.

B. Chế độ hãm tái sinh

9. Nối dây curoa giữa trục máy điện KĐB và Dynamometer

10. Nối mạch điện như hình 2.3,

Chú ý: - Nối nguồn U2, nguồn U2 phải độc lập với nguồn U1

- Các đồng hồ V, A, N, T sử dụng bộ thu thập dữ liệu Data Acquisition Interface đo thông qua máy tính do người hướng dẫn cài đặt trước.

11. Trên bộ Prime Mover/Dynamometer cài đặt

như sau: MODE: PRIME MOVER

12. Vận núm điều chỉnh nguồn U2 về 0.

13. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U2.

14. Vận núm điều chỉnh nguồn U2 sao cho động cơ bắt đầu quay. Quan sát chiều quay của động cơ. **Nếu động cơ quay ngược chiều với chiều quay của động cơ ở bước 6 thì đảo cực tính của nguồn U2.**

15. Vận núm điều chỉnh nguồn U2 về 0. Nhấn nút đỏ tắt nguồn U2.

16. Vận núm điều chỉnh nguồn U1 về 0.

17. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U1.

18. Vận núm điều chỉnh nguồn U1 sao cho đồng hồ điện áp V(E2) trên Stator động cơ đạt cỡ 200Vdc. Động cơ đã quay. Quan sát tốc độ hiển thị trên màn hình.

19. Nhấn công tắc nguồn (nút xanh) cấp nguồn U2. Vận núm điều chỉnh nguồn U2 tăng dần đến khi đạt tốc độ **1500** vòng/phút. Ghi lại các thông số ở điểm làm việc không tải lý tưởng:

- Điện áp Stator:	U1 =	V
- Dòng điện Stator:	I1 =	A
- Công suất điện	Pđ =	W
- Tốc độ:	n =	vòng/phút
- Momen:	M =	Nm

20. Vận núm điều chỉnh nguồn U2 tăng dần điện áp sao cho tốc độ động cơ tăng dần từ 1500 vòng lên 1600 vòng/phút. Mỗi lần tăng quan sát và ghi lại các thông số

điện áp, dòng điện Stator, công suất điện vào động cơ, tốc độ và Momen động cơ vào bảng 2.2.

Bảng 2-3

STT	Điện áp (V)	Dòng điện (A)	Công suất 1 pha (W)	Công suất 3 pha (W)	Tốc độ (rpm)	Momen (Nm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

21. Vận núm điều chỉnh nguồn U2 giảm dần về 0. Nhấn nút đỏ tắt nguồn U2.

22. Vận núm điều chỉnh nguồn U1 giảm dần về 0. Nhấn nút đỏ tắt nguồn U1.

23. Thu gọn tất cả dây nối để vào nơi quay định.

V. Nhận xét

1. Từ kết quả thí nghiệm, vẽ và nhận xét đặc tính cơ của động cơ KĐB:



Nhận xét:.....

.....

.....

2. Nhận xét chế độ hãm tái sinh của động cơ:

- Công suất điện đưa vào động cơ: $P_d =$ W
- Công suất cơ $P_{cơ} =$ W
- Nhận xét về chiều của năng lượng điện và cơ:.....

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

Mục tiêu:

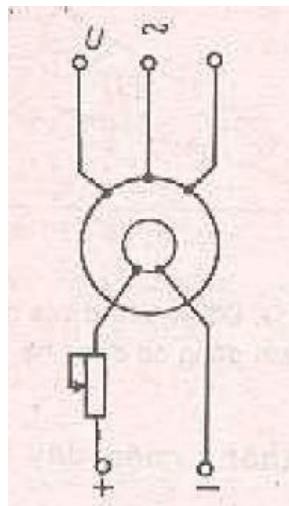
- Trình bày được nội dung đặc tính cơ,
- khởi động được động cơ không đồng bộ ,
- Thực hiện được các trạng thái

hãm. 3.1. Phương trình đặc tính cơ.

Động cơ đồng bộ được sử dụng khá rộng rãi trong những truyền động công suất trung bình và lớn, có yêu cầu điều chỉnh tốc độ cao.

Động cơ đồng bộ thường dùng cho các máy bơm, quạt gió, các hệ truyền động của nhà máy luyện kim và cũng thường được sử dụng làm động cơ sơ cấp trong các tổ máy phát – động cơ công suất lớn.

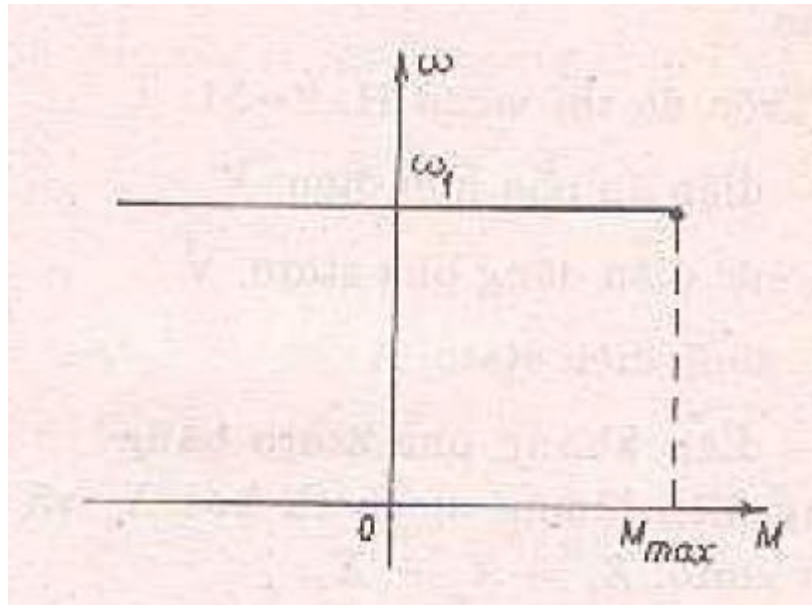
Ưu điểm của động cơ đồng bộ là có độ ổn định tốc độ cao, hiệu suất lớn, vận hành có độ tin cậy cao. Sơ đồ nguyên lý của động cơ đồng bộ như hình vẽ.



Khi đóng Stator của động cơ đồng bộ vào lưới điện xoay chiều có tần số f_1 không đổi thì động cơ sẽ làm việc với tốc độ không đổi là tốc độ đồng bộ.

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

Trong phạm vi Momen cho phép $M < M_{\max}$, đặc tính cơ là tuyệt đối cứng, nghĩa là độ cứng đặc tính cơ $\beta = \infty$. Đặc tính cơ như hình vẽ.



Khi Momen vượt quá giá trị giới hạn M_{max} thì tốc độ động cơ sẽ mất đồng bộ.

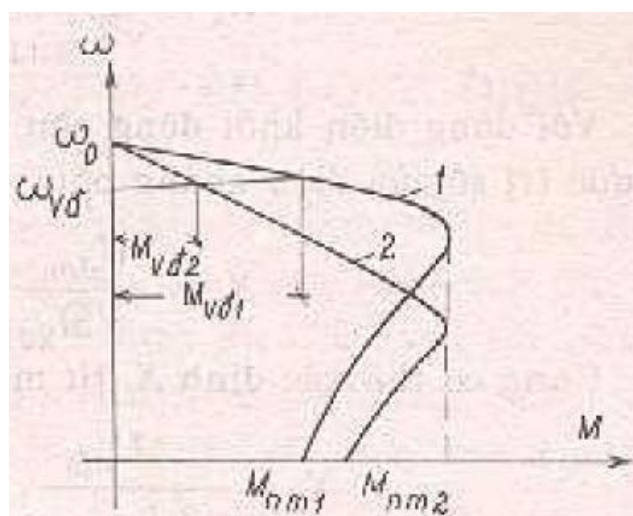
Trong hệ truyền động sử dụng động cơ đồng bộ người ta còn sử dụng đặc tính góc. $M = f(\theta)$.

Đặc tính góc biểu diễn mối quan hệ Momen của động cơ với góc lệch của véc tơ điện áp pha của lưới điện và véc tơ sức điện động cảm ứng.

3.2. Khởi động động cơ không đồng bộ.

Quá trình khởi động động cơ đồng bộ gồm 2 giai đoạn:

Giai đoạn thứ nhất: Stator của động cơ được đấu vào nguồn điện xoay chiều, còn cuộn kích từ đóng kín qua điện trở hạn chế, để cuộn kích từ khỏi bị quá áp do sức điện động cảm ứng sinh ra trong nó. Trong giai đoạn này động cơ đồng bộ được khởi động như một động cơ không đồng bộ. Đặc tính khởi động được biểu diễn như hình vẽ.



Đường 1: Đặc tính khởi động của động cơ có cuộn dây khởi động điện trở nhỏ.

Đường 2: Đặc tính khởi động của động cơ có cuộn dây khởi động điện trở lớn.

Giai đoạn thứ hai: cuối giai đoạn thứ nhất khi tốc độ đạt 95% tốc độ đồng bộ, lúc này ta đưa dòng kích từ vào Roto để tạo ra Momen đưa tốc độ động cơ lên đồng bộ.

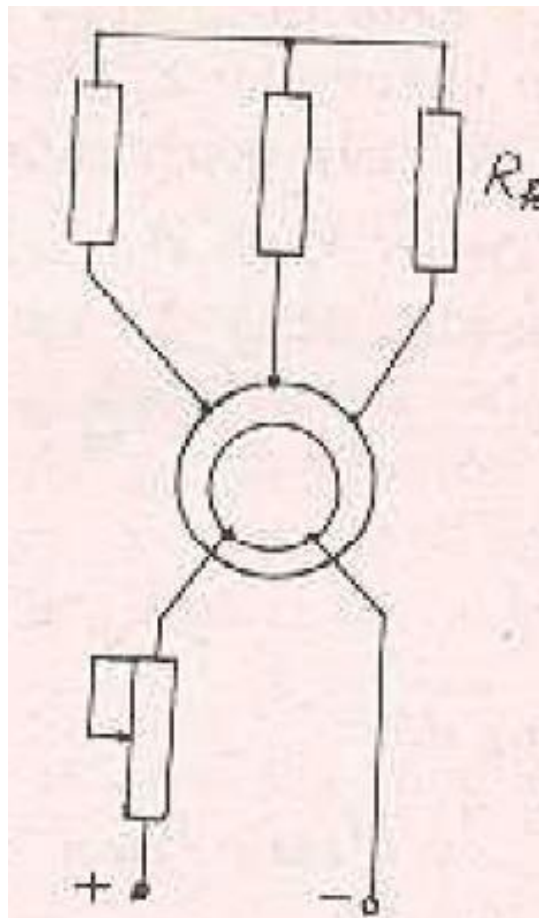
Giai đoạn này rất quan trọng vì nếu không đưa tốc độ động cơ lên đồng bộ được thì động cơ sẽ làm việc ở trạng thái không đồng bộ và cuộn khởi động sẽ bị phát nóng quá mức, có thể bị cháy.

Trong một số trường hợp đặc biệt người ta có thể khởi động động cơ đồng bộ bằng các phương pháp sau:

- Khởi động trực tiếp bằng cách đóng mạch Statorr vào lưới điện với điện áp định mức ngay từ đầu.
- Khởi động gián tiếp bằng cách đóng Statorr vào lưới điện thông qua điện kháng phụ hoặc biến áp tự ngẫu để hạn chế dòng khởi động sau đó ngắt mạch chúng.

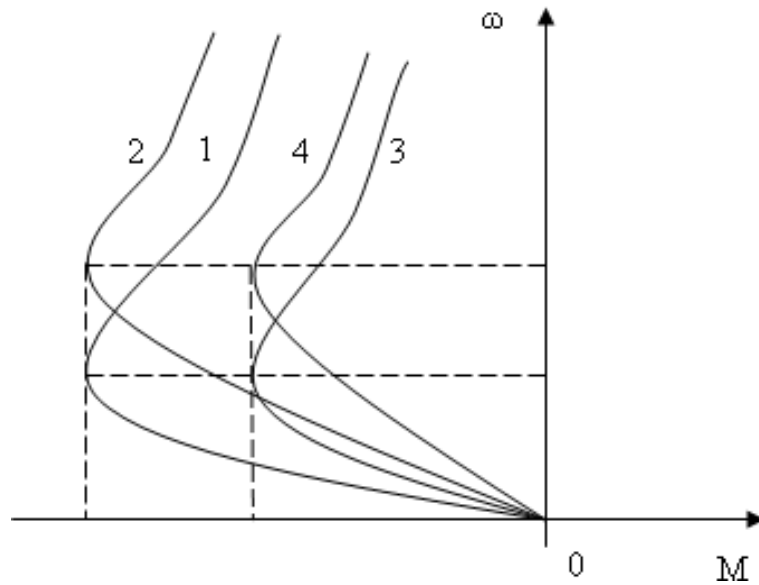
3.3. Các trạng thái hãm.

Đối với động cơ đồng bộ thường dùng phương pháp hãm động năng. Khi động cơ đang quay, muốn hãm động năng ta cắt Statorr ra khỏi lưới điện xoay chiều rồi đóng vào điện trở phụ ba pha, còn Roto vẫn được kích từ như trước đó. Sơ đồ nguyên lý hãm động năng động cơ đồng bộ như hình vẽ.



Đặc tính cơ hãm động năng có dạng như động cơ không đồng bộ hãm động năng

kích từ độc lập.



Trạng thái hãm tái sinh có thể xảy ra khi động cơ làm việc ở đoạn đặc tính nằm trong góc phần tư thứ 2 trong hệ tọa độ (M, ω) . Lúc này động cơ đồng bộ làm việc ở chế độ máy phát, biến cơ năng thành điện năng trả về lưới.

Bài tập thực hành:

Câu 1: Động cơ điện đồng bộ ba pha, khi mômen vượt quá trị số mmômen lớn nhất cho phép $M > M_{\max}$ thì:

- A. Tốc độ động cơ sẽ đồng bộ
- B. Tốc độ động cơ sẽ mất đồng bộ
- C. Tốc độ động cơ bằng với tốc độ động cơ một chiều
- D. Tốc độ động cơ rất chậm

Câu 2: Độ cứng đặc tính cơ của động cơ đồng bộ ba pha

- A. Tuyệt đối cứng
- B. Tương đối cứng
- C. Bình thường
- D. mềm

Câu 3: Hãm động năng kích từ độc lập của động cơ đồng bộ ba pha

- A. Từ thông φ biến đổi
- B. Từ thông $\varphi > \varphi_{\text{đm}}$
- C. Từ thông φ không đổi
- D. Từ thông $\varphi < \varphi_{\text{đm}}$

Câu 4: Trạng thái hãm động năng của động cơ đồng bộ là

- A. Cắt Stator ra khỏi lưới điện và nối tắt qua điện trở phụ ba pha
- B. Cắt Rotor ra khỏi lưới điện và nối tắt qua điện trở phụ ba pha
- C. Cắt Stator và Rotor ra khỏi lưới điện và nối tắt qua điện trở phụ ba pha

- D. Cắt Stator ra khỏi lưới điện và nối tắt qua điện trở phụ ba pha, Rotor vẫn được kích từ như trước

Câu 5: Khi giảm điện áp đặt vào Stator của động cơ không đồng bộ ba pha

- A. Mômen tới hạn không đổi
- B. Mômen tới hạn giảm bình phương lần
- C. Mômen tới hạn tăng
- D. Mômen tới hạn bằng không

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Xây dựng đặc tính cơ của các động cơ điện một chiều kích từ độc lập (DC)?
2. Phân tích các trạng thái làm việc của động cơ điện một chiều kích từ độc lập?
3. Tính các cấp điện trở khởi động theo yêu cầu công nghệ?
4. Xây dựng đặc tính cơ của các động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp?
5. Phân tích các trạng thái làm việc của động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp?
6. Tính các cấp điện trở khởi động theo yêu cầu công nghệ?

CHƯƠNG 3: ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Mã chương: 19- 03

Giới thiệu:

Điều chỉnh tốc độ là một trong những nội dung chính của truyền động điện tự động nhằm đáp ứng yêu cầu công nghệ của các máy sản xuất. Điều chỉnh tốc độ truyền động điện là dùng các phương pháp thuần túy điện, tác động lên bản thân hệ thống truyền động điện để thay đổi tốc độ động cơ 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 (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. Điều chỉnh tốc độ một động cơ điện khác với việc tự thay đổi tốc độ của động cơ đó.

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.
- Chủ động, nghiêm túc trong học tập và công việc.

2

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

Mục tiêu:

Trình bày được 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. 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

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

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.

1.2. 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:

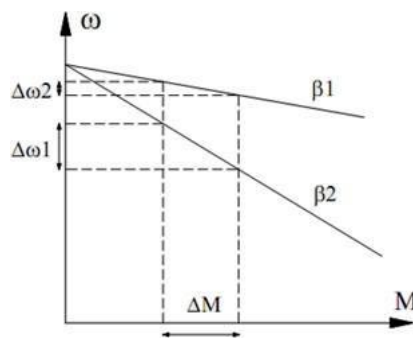
$$\gamma = \frac{\omega}{\omega_i}^{i+1}$$

$$\omega_i$$

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. 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



Hình 3-1. Độ cứng của đặc tính cơ

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

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

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 3.2, 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.

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

1.4. 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.

1.5. 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.

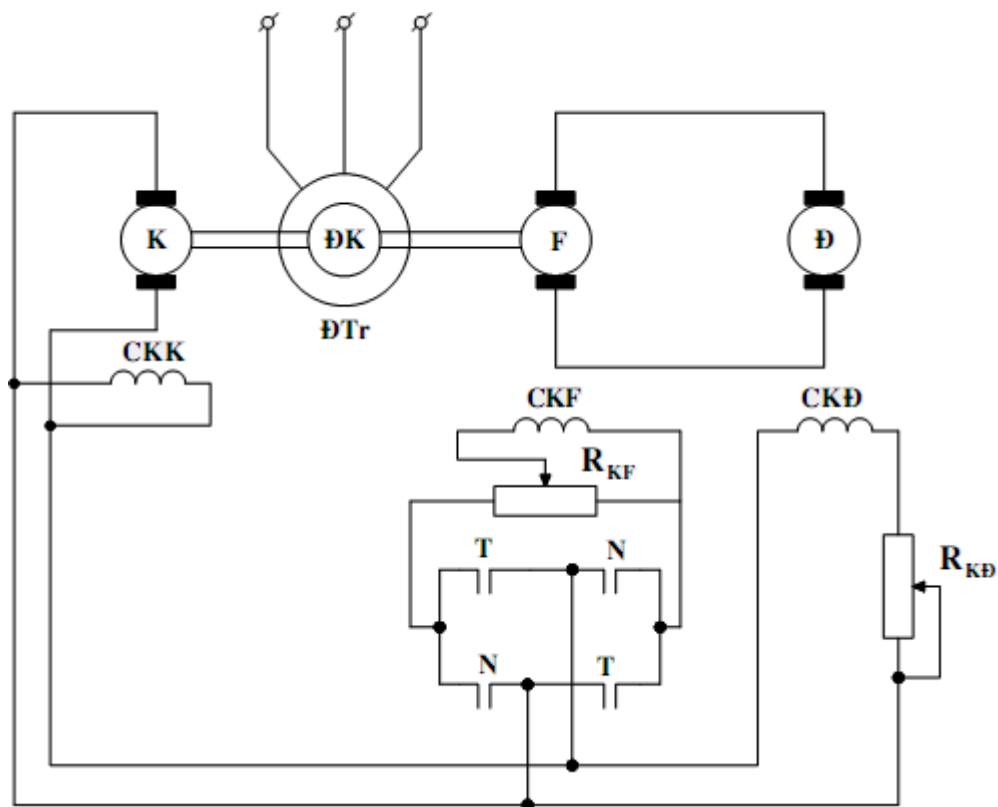
2. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh sơ đồ mạch.

Mục tiêu:

Trình bày được nội dung phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh sơ đồ mạch.

2.1. Hệ thống máy phát - động cơ

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.



Hình 3-2. Hệ truyền động F-Đ đơn giản

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:

$$U_F = U_D = E_F - I.R_{uF} = K.\varphi.\omega_{DTr} - I.R_{uF}$$

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

Khi thay đổi giá trị của biến trở R_{KD} ta có thể thay đổi từ thông kích từ động cơ Đ. Khi giảm thì tốc độ động cơ Đ tăng: $\omega < \omega_{cb}$. Trong khi điều chỉnh từ thông φ_D , ta giữ điện áp phản 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 phản 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 $\varphi_D = 0$ ($\omega \rightarrow \infty$).

- 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. Phạm vi điều chỉnh tốc độ:

$$D = D_u.D_\phi = 10.(2 \div 3)/1 = (20 \div 30)/1$$

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

Khi dòng kích từ $I_{CKF} = 0$ thì $U_F = U_{dư} \neq 0$, 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

2.2. Hệ chỉnh lưu - động cơ

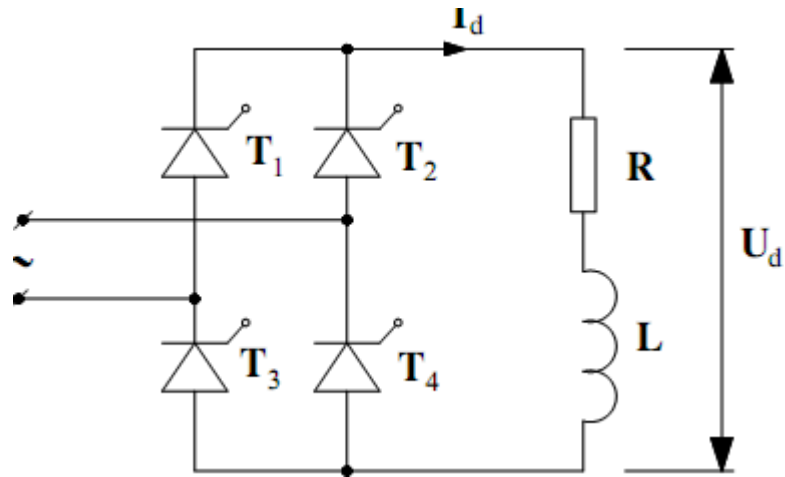
2.2.1. Hệ chỉnh lưu – động cơ không đảo chiều.

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.

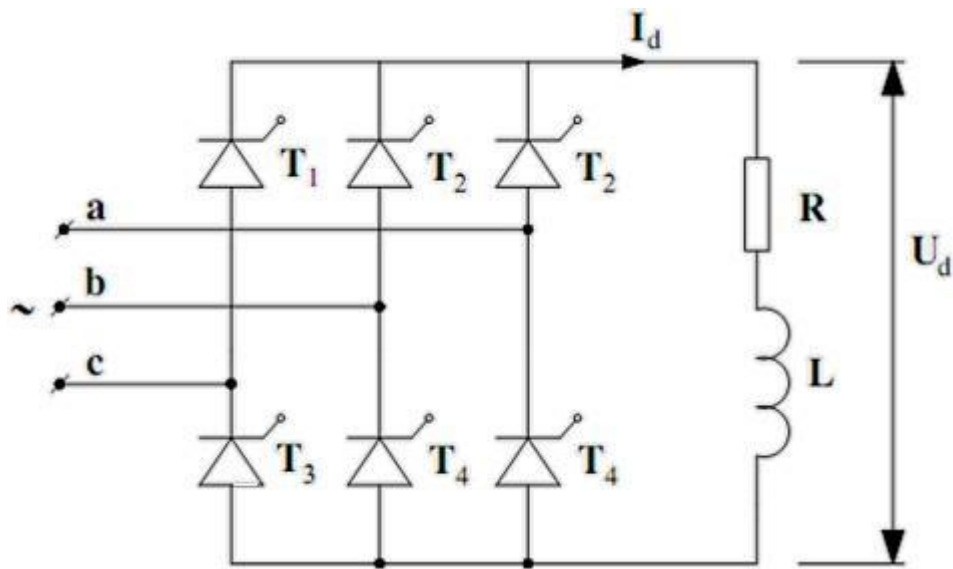
Có rất nhiều sơ đồ chỉnh lưu khác nhau được phân loại như sau:

- 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.

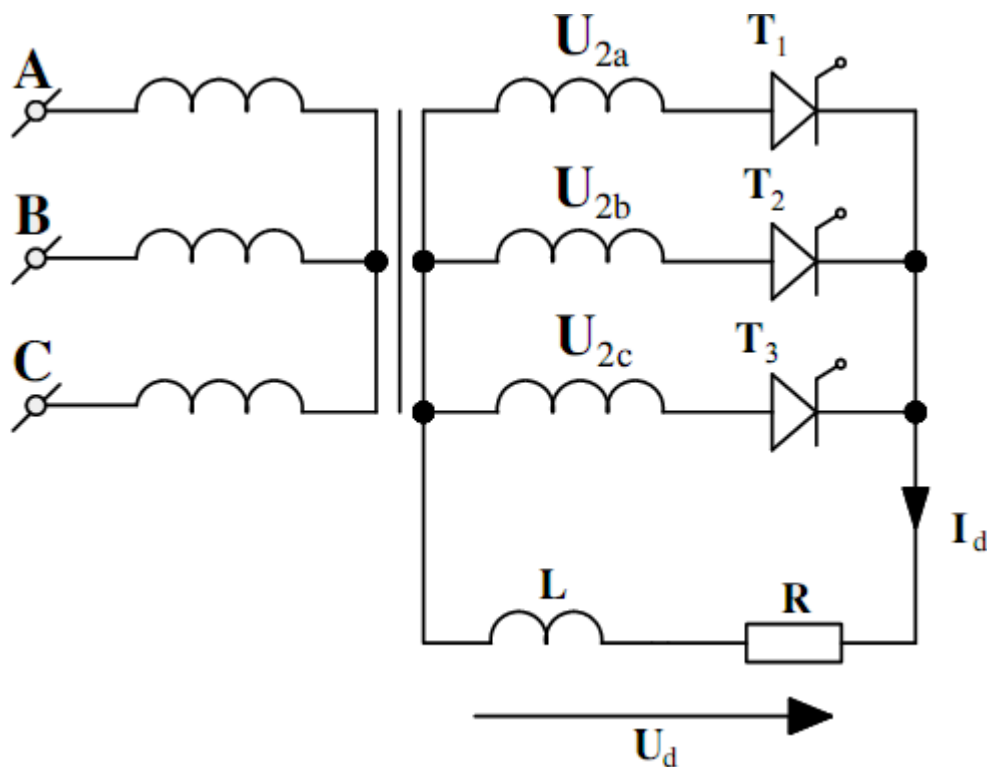
Các sơ đồ chỉnh lưu Thyristor



a) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu 1 pha



b) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình cầu 3 pha



c) Sơ đồ chỉnh lưu Thyristor hình tia 3 pha

Hình 3-3. Các sơ đồ chỉnh lưu Tiristor.

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 $\alpha = 0$.

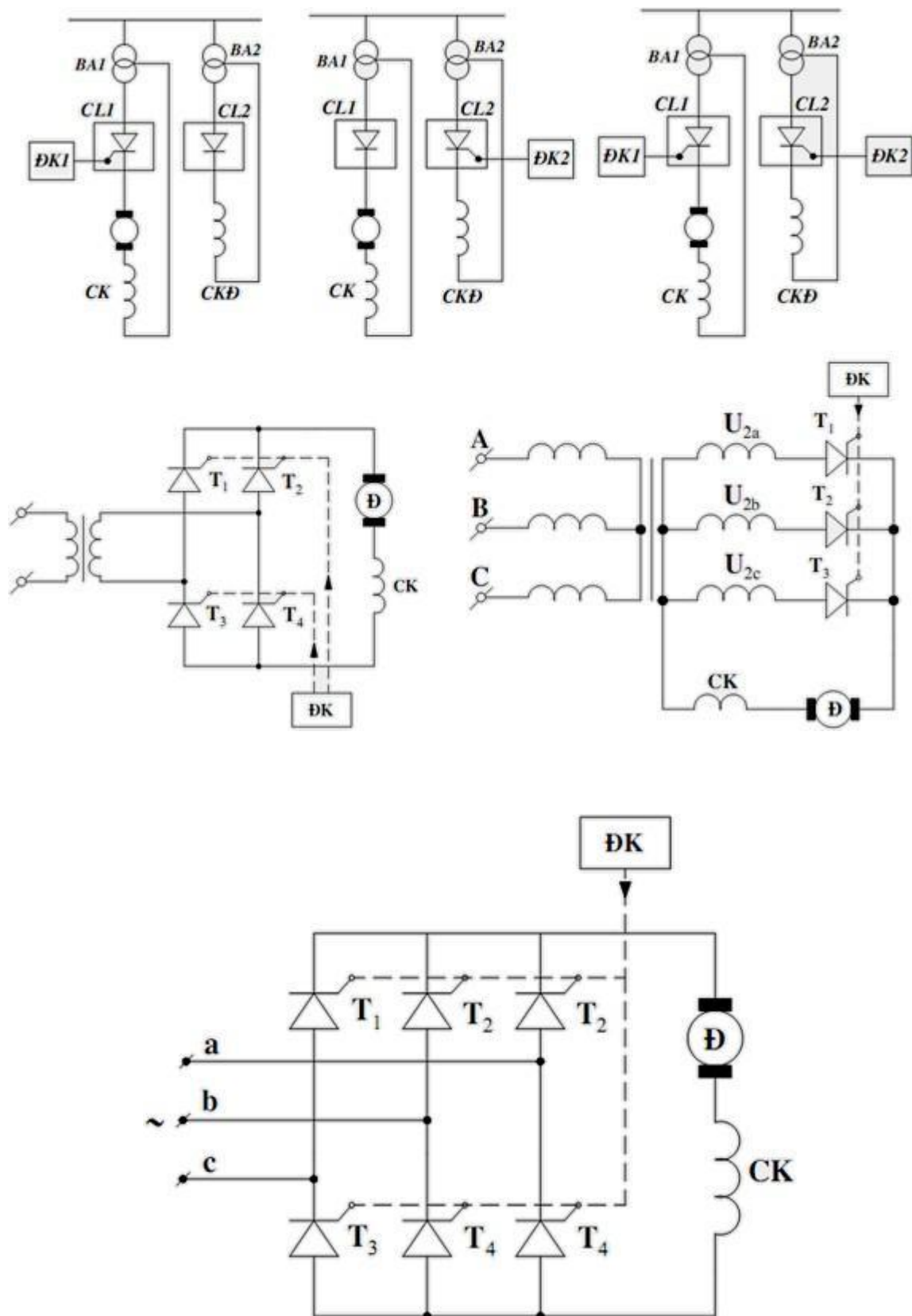
Dòng điện trung bình qua tải:

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

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

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

Các sơ đồ thường gặp:



Hình 3-4. 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).

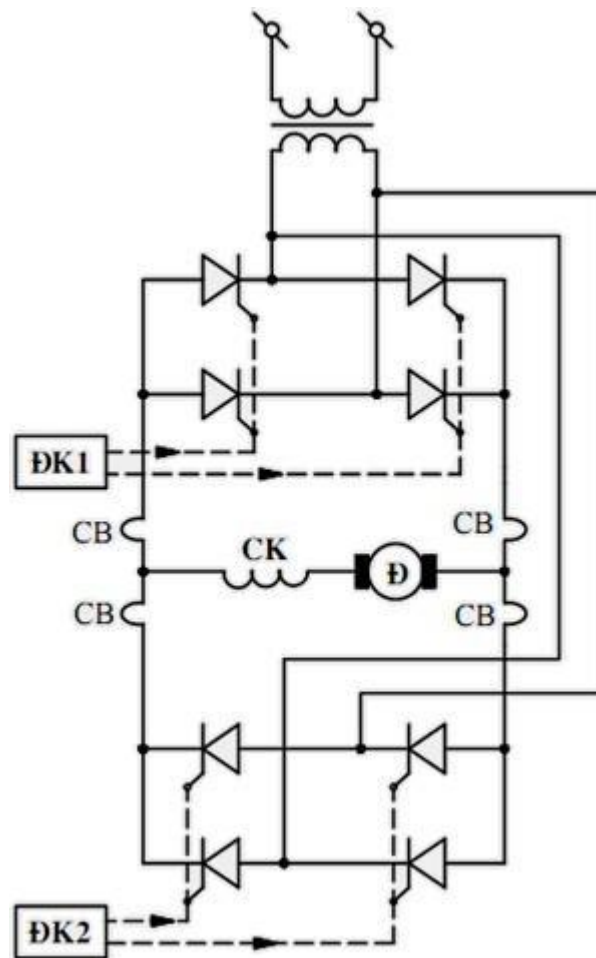
Việc sử dụng máy biến áp trong mạch tùy thuộc vào sơ đồ chỉnh lưu. Vai trò của cuộn kháng CK: Điện áp sau khi chỉnh lưu là một hàm tuần hoàn không sin. Khai triển Fourier ta sẽ được một hàm trong đó có tồn tại các thành phần sóng hài bậc cao. Cuộn kháng CK dùng lọc các thành phần bậc cao đó để lấy thành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

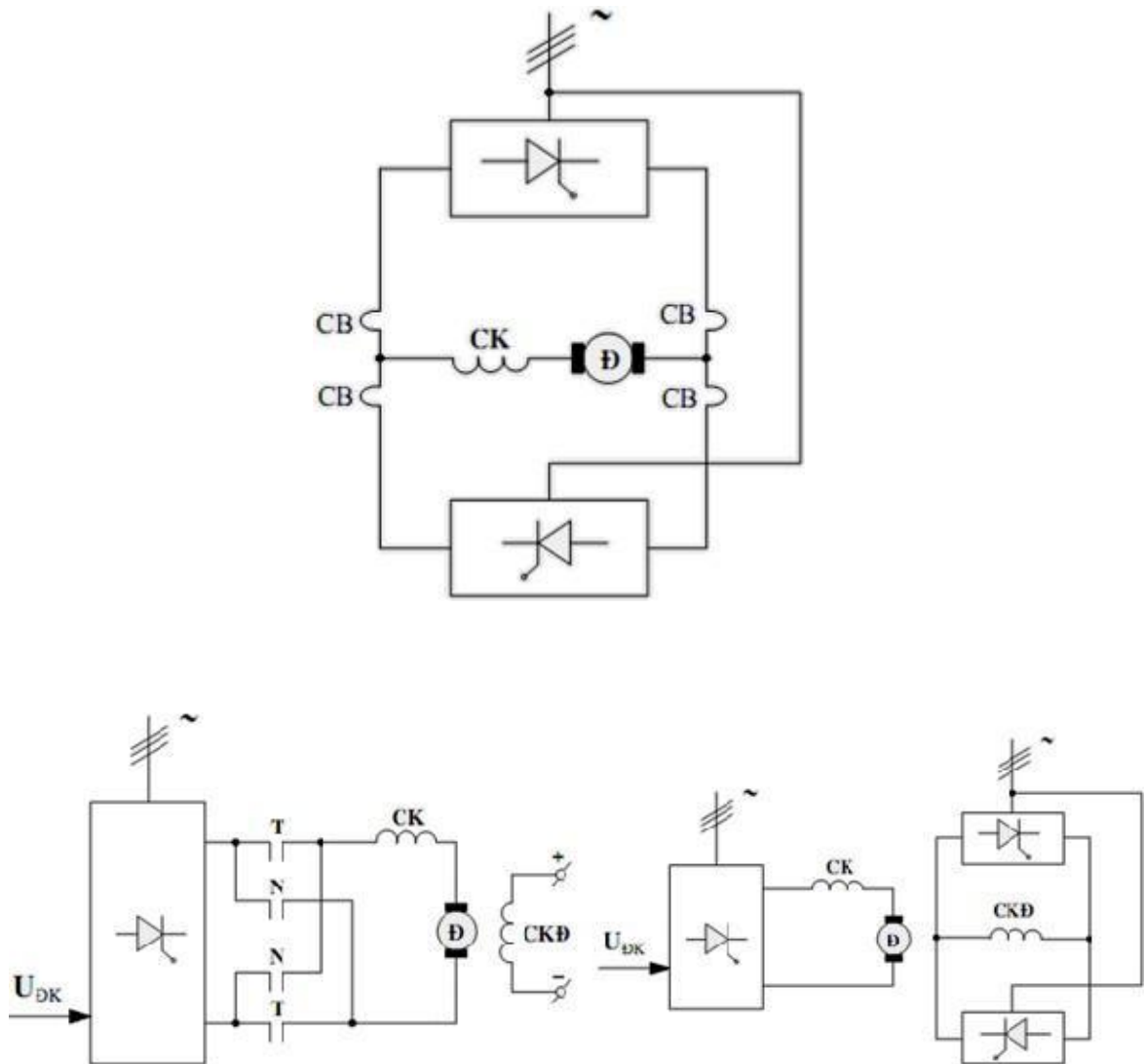
$$f(t) = A_0 + \sum A_i \sin i\omega t + \sum B_i \cos i\omega t$$

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.

2.2.2. Hệ chỉnh lưu – động cơ có đảo chiều.

Các sơ đồ thường gặp hệ truyền động T-Đ có đảo chiều.





Hình 3-5. 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 bằng cách điều chỉnh thông số của động cơ

Mục tiêu:

Trình bày được nội dung điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh thông số của động cơ

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 , Φ , $R_u \Sigma$. 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

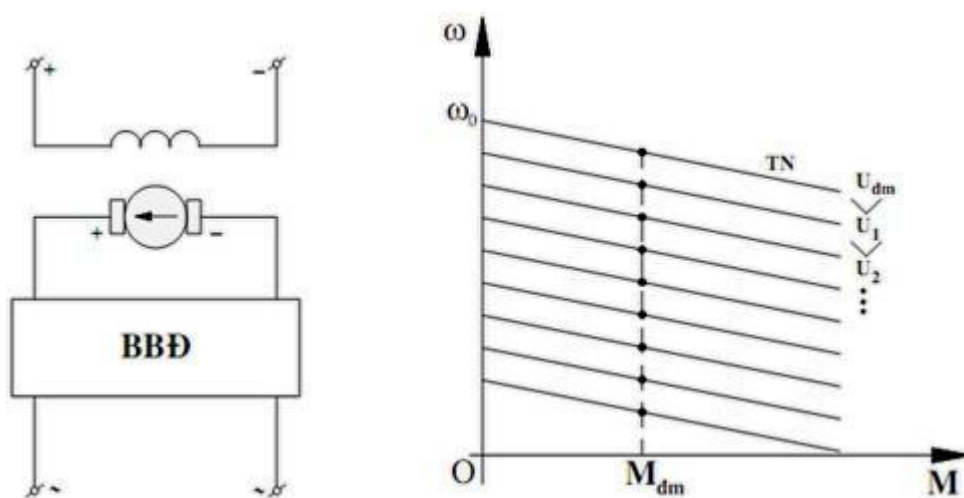
độc lập (hay kích từ song song) có thể được điều chỉnh tốc độ bằng các phương pháp sau đây:

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

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

Khi thay đổi điện áp cấp cho cuộn dây phản 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.



Hình 3-6. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ

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:

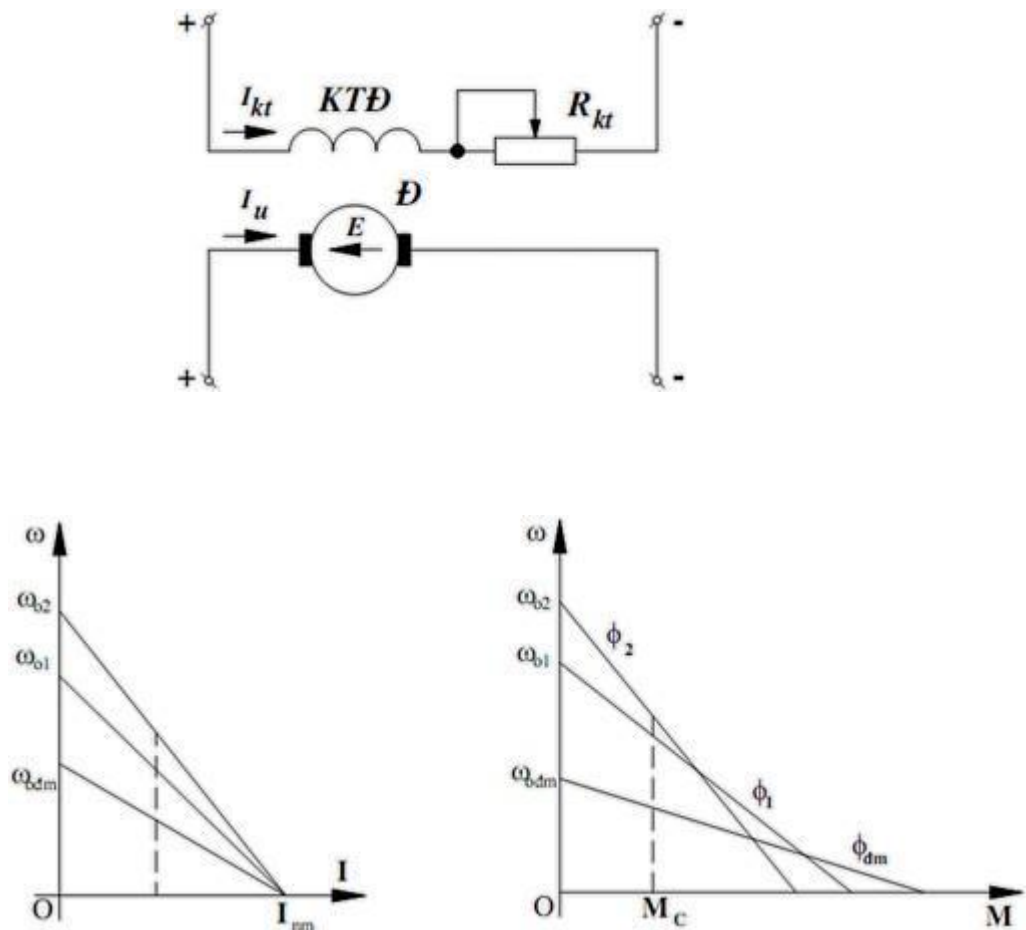
- Điện áp phản ứng càng giảm, tốc độ động cơ càng nhỏ.
- Điều chỉnh trơn trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ cứng đặc tính cơ giữ không đổi trong toàn bộ dải điều chỉnh.
- Độ sụt tốc tuyệt đối trên toàn dải điều chỉnh ứng với một mômen là như nhau.
- Độ sụt tốc tương đối sẽ lớn nhất tại đặc tính cơ thấp 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 $U_r \leq U_{dm}$).
- Phương pháp điều chỉnh này cần một bộ nguồn để có thể thay đổi trơn điện áp ra.

3.2 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 ($I_{kt} \leq I_{kt\text{dm}}$) 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 vẽ.



Hình 3-7. 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. Tồn hao điều chỉnh thấp.

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

Sơ đồ nguyên lý nối dây như hình 3.6. 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 vẽ.

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

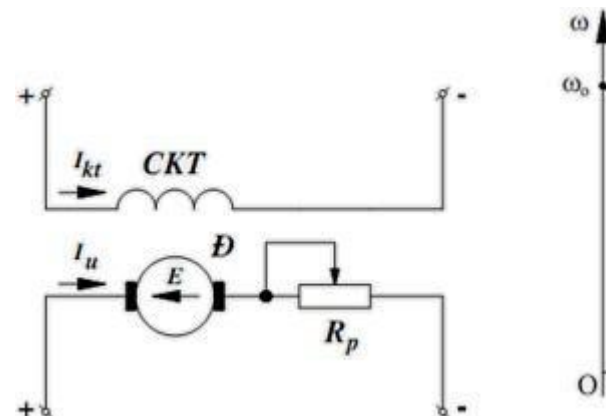
- Điện trở mạch phần ứng càng tăng, độ dốc đặc tính cơ càng lớn, đặc tính cơ càng mềm và độ ổn định tốc độ càng kém, sai số tốc độ càng lớn.
- Phương pháp chỉ cho phép điều chỉnh thay đổi tốc độ về phía giảm (do chỉ có thể tăng thêm điện trở).
- Vì điều chỉnh tốc độ nhờ thêm điện trở vào mạch phần ứng 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

$D = \frac{\omega}{\omega_{\max}}$ càng nhỏ. Nói chung, phương pháp này

cho dải điều chỉnh: $D \approx 5:1$

$\omega_{\min}$



Hình 3-8. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập bằng phương pháp thay đổi điện trở phần ứng.

- 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.

4. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp nguồn

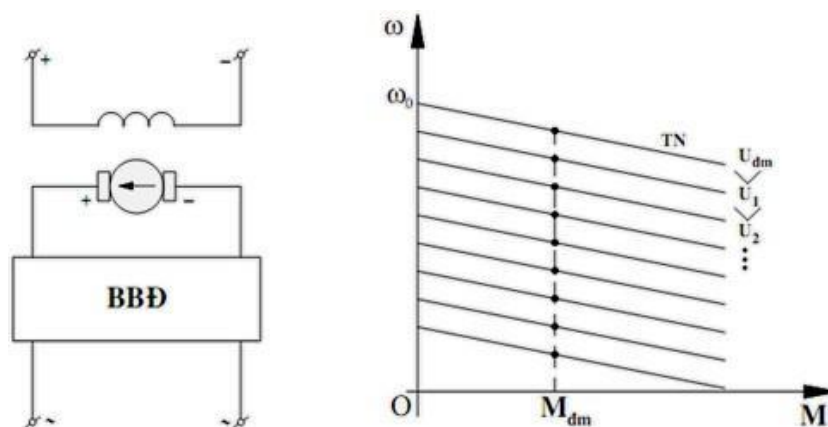
Mục tiêu:

Trình bày được phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp nguồn

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

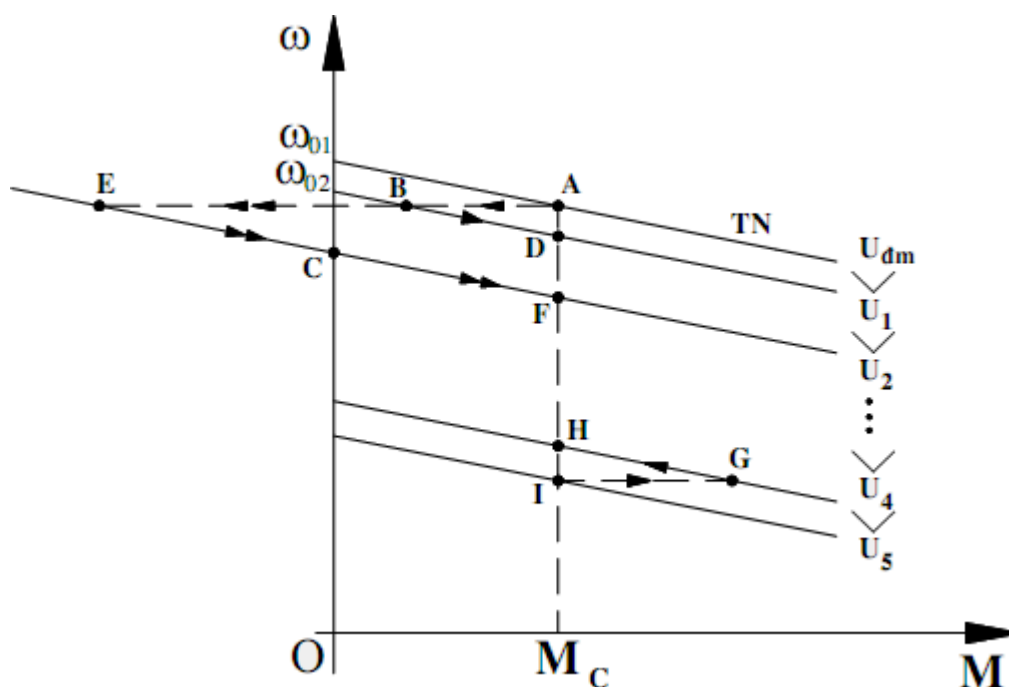
Khi thay đổi điện áp cấp cho cuộn dây phản ứng, ta có các họ đặc tính cơ ứng với các tốc độ không tải khác nhau, song song và có cùng độ cứng.

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.



Hình 3-9. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ

Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ 1 ứng với điện áp U_1 trên phản 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 3-10. Trạng thái hãm khi điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng.

Trong khi giảm tốc độ theo cách giảm điện áp phản 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 3.4, 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 phản 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_I nhỏ trên đặc tính cơ 5, ứng với điện áp U_5 trên phản 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 $\omega_H > \omega_I$. 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.
- 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.

Trong khi giảm tốc độ theo cách giảm điện áp phản 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 vẽ, 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 phản 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_I 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 $\omega_H > \omega_I$. 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 $U_{tr} \leq U_{dm}$).
- Phương pháp điều chỉnh này cần một bộ nguồn để có thể thay đổi trơn điện áp ra.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái niệm về điều chỉnh tốc độ hệ truyền động điện; tốc độ đặt ; chỉ tiêu chất lượng của truyền động điều chỉnh?
2. Trình bày nội dung phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh sơ đồ mạch.?
3. Trình bày nội dung điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh thông số của động cơ?
4. Trình bày phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp nguồn?
5. Trình bày phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi thông số điện áp nguồn?
6. Trình bày phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng sơ đồ nối tầng (cascade).?

CHƯƠNG 4: TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Giới thiệu :

Mã chương: 19-04

Ổn định tốc độ trong hệ điều chỉnh tự động truyền động điện có ý nghĩa rất lớn trong việc cải thiện các chỉ tiêu chất lượng của hệ truyền động điện tự động. Thường tăng độ cứng đặc tính cơ để ổn định tốc độ bằng cách dùng hệ thống điều khiển vòng kín.

Để cải thiện các chỉ tiêu chất lượng của hệ thống truyền động điện điều chỉnh, người ta thường thực hiện các phương pháp điều chỉnh tự động, tạo ra khả năng biến đổi thông số điều chỉnh một cách liên tục theo mức độ thay đổi của thông số được điều chỉnh ở đầu ra. Muốn vậy ta phải thiết lập hệ điều chỉnh vòng kín, lấy tín hiệu phản hồi từ đầu ra trực tiếp tỉ lệ với đại lượng đầu ra hoặc gián tiếp qua các đại lượng liên quan đến đại lượng đầu ra, cho tác động lên thông số đầu vào, làm cho thông số này thay đổi tự động theo chiều hướng đưa các đại lượng đầu ra đạt tới giá trị đặt trước.

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.
- Chủ động, nghiêm túc trong học tập và công việc.

Nội dung chính:

1. Khái niệm về ổn định tốc độ, độ chính xác duy trì tốc độ

Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về ổn định tốc độ, độ chính xác duy trì tốc độ
Thông số đầu ra còn được gọi là thông số điều chỉnh là mômen (M) và tốc độ ω của động cơ

Do M và ω là hai trục của mặt phẳng trạng thái (M, ω) nên việc điều chỉnh chúng còn được gọi điều chỉnh toạ độ

Thông số đầu vào hay còn gọi là thông số điều chỉnh

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

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

ω_d

Trong đó: ω_d tốc độ đặt, ω tốc độ làm việc thực

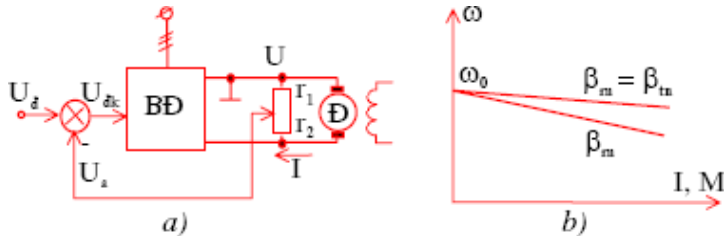
2. Hệ truyền động cơ vòng kín, hồi tiếp âm điện áp, âm tốc độ.

Mục tiêu:

Trình bày được nội dung hệ truyền động cơ vòng kín, hồi tiếp âm điện áp, âm tốc độ

2.1. Hệ hồi tiếp âm điện áp.

Để nâng độ cứng đặc tính cơ ta có thể điều chỉnh sức điện động E_B bằng cách sử dụng mạch phản hồi âm điện áp phản ứng có sơ đồ nguyên lý như hình vẽ:



Hình 4-1. Mạch phản hồi âm điện áp

Các phương trình cơ bản:

$$E_b = U + R_b I, \text{ vì } R_b = R - R_u \text{ nên:}$$

$$I = \frac{1}{(k\phi_{đm})^2 \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_{tn}} \right)} (E_b - U)$$

eo điện áp phản ứng.

$$k_a = r_2 / (r_2 + r_1)$$

Trong đó: $\beta_{tn} = (k\phi_{đm})^2 / R_u$ là độ cứng đặc tính cơ tự nhiên.

$$b = \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m} \right) \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_{tn}} \right) \quad \frac{U_d}{k_a \cdot k\phi_{đm}} - \frac{R - \frac{k_b k_a}{1 + k_b k_a} R_b}{(k\phi_{đm})^2} M$$

$$E_{b0} = E_{b0} \frac{1}{1-b}; \quad k'_a = \frac{b}{1-b}; \quad k_a \gg 1 \text{ thì (3-63) sẽ có dạng:}$$

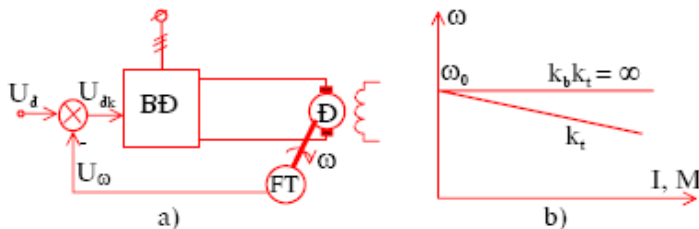
$$\omega = \frac{U_d}{k_a \cdot k\phi_{đm}} - \frac{R_u}{(k\phi_{đm})^2} M$$

$$\omega = \omega_0 (U_d, k_a) - \frac{M}{\beta_{tn}}$$

Khi thay đổi hệ số phản hồi điện áp thì cả tốc độ không tải lý tưởng lẫn độ cứng đặc tính cơ đều thay đổi theo. Trường hợp hệ có hệ số khuếch đại rất lớn thì độ cứng mong muốn có thể đạt giá trị tối đa.

2.2. Hệ hồi tiếp âm tốc độ.

Để nâng độ cứng đặc tính cơ ta có thể điều chỉnh sức điện động E_B bằng cách sử dụng mạch phản hồi âm tốc độ có sơ đồ nguyên lý như hình vẽ:



Hình 4-2. Mạch phản hồi âm tốc độ

Dựa vào phương trình đặc tính điện cơ: Bộ biến đổi – Động cơ một chiều ta rút ra được dòng điện phản ứng và thay vào ta có:

$$E_b = \frac{1}{1 - k_d R} (E_{b0} - \frac{k_d \cdot k\phi_{dm}}{R} \omega)$$

$$E_b = \frac{\beta_m}{\beta} E_{b0} - (\frac{\beta_m}{\beta} - 1) \cdot k\phi_{dm} \omega$$

$$E_b = E_{b0}'' - k_t' \cdot \omega$$

$$\text{Trong đó: } E_{b0}'' = \beta_m \cdot E_{b0} / \beta, \quad k_t' = (\beta_m / \beta - 1) \cdot k\phi_{dm}.$$

Luật điều chỉnh được thực hiện bằng phản hồi âm tốc độ trong đó tín hiệu tốc độ được lấy từ máy phát tốc là máy phát có điện áp ra tỉ lệ thuận với tốc độ quay của động cơ $U_\omega = k_t \cdot \omega$.

$$\omega = \frac{k_b U_d - R \cdot M / k\phi_{dm}}{(1 + k_b k_t / k\phi_{dm}) \cdot k\phi_{dm}}$$

$$\beta_m = \frac{(k\phi_{dm})^2 (1 + k_b k_t / k\phi_{dm})}{R}$$

Ta có thể tính được hệ số khuếch đại yêu cầu của hệ sao cho đặc tính cơ thấp nhất trong phạm vi điều chỉnh đạt độ cứng mong muốn.

Trong trường hợp không dùng máy phát tốc thì có thể dùng cầu tốc độ để lấy tín hiệu phản hồi tốc độ (trong đó phần ứng động cơ là một nhánh cầu).

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày nội dung hệ truyền động cơ vòng kín, hồi tiếp âm điện áp, âm tốc độ?
2. Trình bày nội dung hạn chế dòng điện trong truyền động điện tự động

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]- Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, *Cơ sở truyền động điện* – Nxb Khoa học Kỹ thuật 2007

[2]- Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Nguyễn Thị Hiền, *Truyền động điện* – Nxb Khoa học Kỹ thuật 2006

[3]- Nguyễn Tiến Ban, Thân Ngọc Hoàn, *Điều khiển tự động các hệ thống truyền động điện* – Nxb Khoa học Kỹ thuật 2007

[4]- Võ Quang Lạp, Trần Thọ, *Cơ sở truyền động điện* – Nxb Khoa học Kỹ thuật 2004