

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH GIA LAI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG GIA LAI



GIÁO TRÌNH
MÔ ĐUN: TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN
NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

(Ban hành kèm theo Quyết định số 943/QĐ-TCDGL ngày 25 tháng 10 năm 2022 của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Gia Lai)

Gia Lai, Tháng 10 năm 2022

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.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình này được thiết kế theo mô đun thuộc hệ thống mô đun/ môn học của chương trình đào tạo nghề Điện công nghiệp ở cấp trình độ Cao đẳng nghề và được dùng làm giáo trình cho học viên trong các khóa đào tạo, sau khi học tập xong môn học này, học viên có đủ kiến thức để học tập tiếp các môn học, mô đun khác của nghề.

Mô đun này được thiết kế gồm 10 bài :

Bài mở đầu.Cấu trúc chung của hệ truyền động điện

Bài 1.Cơ học truyền động điện.

Bài 2.Các đặc tính và trạng thái làm việc của động cơ điện.

Bài 3.Điều khiển tốc độ truyền động điện.

Bài 4.Ổn định tốc độ của hệ thống truyền động điện.

Bài 5.Đặc tính động của hệ truyền động điện.

Bài 6.Chọn công suất động cơ cho hệ truyền động điện.

Bài 7.Bộ khởi động mềm.

Bài 8.Bộ biến tần.

Bài 9.Bộ điều khiển máy điện servo.

Bài 10.Bộ điều khiển tốc độ động cơ DC.

Mặc dù đã hết sức cố gắng, song sai sót là khó tránh. Tác giả rất mong nhận được các ý kiến phê bình, nhận xét của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Gia Lai, ngày 25 tháng 10 năm 2022

Tham gia biên soạn

1.Võ Thanh San. Chủ biên

2. Huỳnh Thành Tài

MỤC LỤC

	TRANG
1. Lời giới thiệu	3
2. Mục lục	4
2. Giới thiệu về mô đun	6
3. Bài mở đầu: Cấu trúc chung của hệ truyền động điện	7
4. 1.Định nghĩa hệ truyền động điện	7
5. 2.Hệ truyền động của máy sản xuất	8
6. 3.Cấu trúc chung của hệ truyền động điện	10
7. 4.Phân loại các hệ truyền động điện	11
8. Bài 1.Cơ học truyền động điện	14
9. 1.Các khâu cơ khí của truyền động điện, tính toán, quy đổi	14
10. 2.Đặc tính cơ của máy sản xuất, động cơ	18
11. 3.Các trạng thái làm việc xác lập của hệ truyền động điện	20
12. Bài 2.Các đặc tính và các trạng thái làm việc của động cơ điện	23
13. 1.Đặc tính của động cơ điện DC, các trạng thái khởi động và hãm	23
14. 2.Đặc tính của động cơ điện không đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm	45
15. 3.Đặc tính của động cơ điện đồng bộ, các trạng thái khởi động và hãm	64
16. Bài 3. Điều khiển tốc độ truyền động điện	68
17. 1.Khái niệm về điều chỉnh tốc độ hệ truyền động điện ; tốc độ đặt ; chỉ tiêu chất lượng của truyền động điều chỉnh	68
18. 2.Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh sơ đồ mạch	70
19. 3.Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh thông số của động cơ	76
20. 4.Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp nguồn	79
21. 5.Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi thông số điện áp nguồn	82
22. 6.Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng sơ đồ nối tầng (cascade)	85
23. Bài 4. Ổn định tốc độ làm việc của hệ truyền động điện	89

24.	1. Khái niệm về ổn định tốc độ, độ chính xác duy trì tốc độ	89
25.	2. Hệ truyền động cơ vòng kín: hồi tiếp âm điện áp, âm tốc độ	89
26.	3. Hạn chế dòng điện trong truyền động điện tự động	91
27.	Bài 5. Đặc tính động của hệ truyền động điện	100
28.	1. Đặc tính động của truyền động điện	100
29.	2. Quá độ cơ học, quá độ điện cơ trong hệ truyền động điện	101
30.	3. Khởi động hệ truyền động điện, thời gian mở máy	105
31.	4. Hãm truyền động điện, thời gian hãm, dừng máy chính xác	108
32.	Bài 6. Chọn công suất động cơ cho hệ truyền động điện	112
33.	1. Phương pháp chọn động cơ truyền động cho tải theo nguyên lý phát nhiệt	112
34.	2. Chọn công suất động cơ cho truyền động không điều chỉnh tốc độ	116
35.	3. Tính chọn công suất động cơ cho truyền động có điều chỉnh tốc độ	118
36.	4. Kiểm nghiệm công suất động cơ	120
37.	Bài 7. Bộ khởi động mềm	124
38.	1. Khái quát chung về bộ khởi động mềm	124
39.	2. Kết nối mạch động lực	125
40.	3. Khảo sát các chức năng: khởi động mềm, dừng mềm, hạn chế dòng khởi động	128
41.	4. Hãm động năng	135
42.	Bài 8. Bộ biến tần	138
43.	1. Giới thiệu các loại biến tần	138
44.	2. Các phím chức năng	139
45.	3. Các ngõ vào/ra và cách kết nối	143
46.	4. Khảo sát hoạt động của biến tần	145
47.	5. Ứng dụng thông dụng trong công nghiệp	145
48.	Bài 9. Bộ điều khiển máy điện SERVO	150
49.	1. Giới thiệu bộ điều khiển máy điện Servo	150
50.	2. Kết nối mạch động lực	161
51.	3. Khảo sát chức năng	164
52.	Bài 10. Bộ điều khiển động cơ điện một chiều	175
53.	1. Giới thiệu các bộ điều chỉnh tốc độ động cơ DC	175
54.	2. Cách kết nối mạch động lực	179
55.	3. Thực hiện các bài tập thực hành	181
56.	Tài liệu tham khảo	184

MÔ ĐUN: TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Mã mô đun: MD 22

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

- Vị trí: Mô đun Truyền động điện học sau các mô đun, môn học Kỹ thuật cơ sở, đặc biệt các mô đun và môn học: Mạch điện; Trang bị điện; Máy điện.
- Tính chất: Là mô đun chuyên môn nghề
- Ý nghĩa và vai trò của mô đun:

Trong sự nghiệp công nghiệp hóa - hiện đại hóa đất nước, ngành công nghiệp điện giữ vai trò hết sức quan trọng trong sản xuất và sinh hoạt của con người

Tập hợp các thiết bị như: Thiết bị điện, 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.

Nội dung mô đun này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức, kỹ năng cơ bản về Truyền động điện

Mục tiêu của mô đun:

- 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.
- Tính chọn được động cơ điện cho hệ truyền động không điều chỉnh.
- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý của một số thiết bị điển hình như: soft stater, inverter, các bộ biến đổi.
- Lựa chọn được các bộ biến đổi phù hợp với yêu cầu hệ truyền động
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, cẩn thận, tác phong công nghiệp cho học sinh

Nội dung của mô đun:

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra*
1	Bài mở đầu: Khái quát chung về hệ truyền động điện	1	1	0	0
2	Cơ học truyền động điện	5	5	0	0
3	Các đặc tính và trạng thái làm việc của động cơ điện	6	2	4	0
4	Điều khiển tốc độ truyền động điện	7	2	4	1

5	Ổn định tốc độ của hệ thống truyền động điện	5	2	3	0
6	Đặc tính động của hệ truyền động điện	4	1	3	0
7	Chọn công suất động cơ cho hệ truyền động điện	4	1	3	0
8	Bộ khởi động mềm	8	2	6	0
9	Bộ biến tần	12	2	9	1
10	Bộ điều khiển máy điện Servo	3	1	2	0
11	Bộ điều khiển tốc độ động cơ DC	3	1	2	0
	Kiểm tra kết thúc				2
	Tổng cộng	60	20	36	4

BÀI MỞ ĐẦU

CẤU TRÚC CHUNG CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

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.

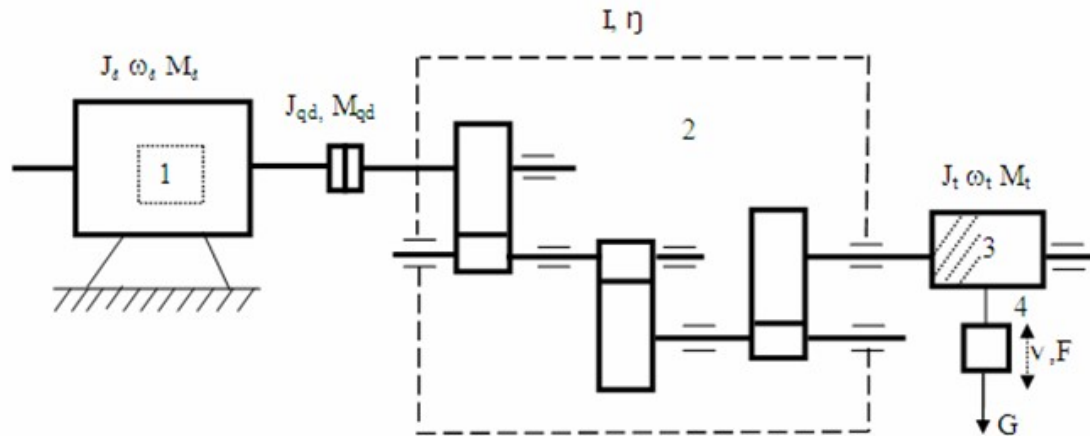
1. Định nghĩa hệ truyền động điện.

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

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



2. Hệ truyền động của máy sản xuất.

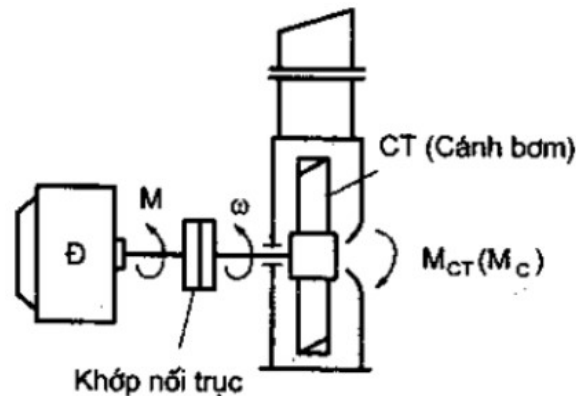
Máy sản xuất là thiết bị sử dụng để sản xuất sản phẩm và thực hiện yêu cầu công nghệ.

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...).

Hệ truyền động của máy sản xuất là tập hợp các thiết bị phục vụ cho việc truyền chuyển động từ động cơ điện tới cơ cấu sản xuất thực hiện việc sản xuất ra sản phẩm theo yêu cầu công nghệ.

Hệ truyền động của máy sản xuất.

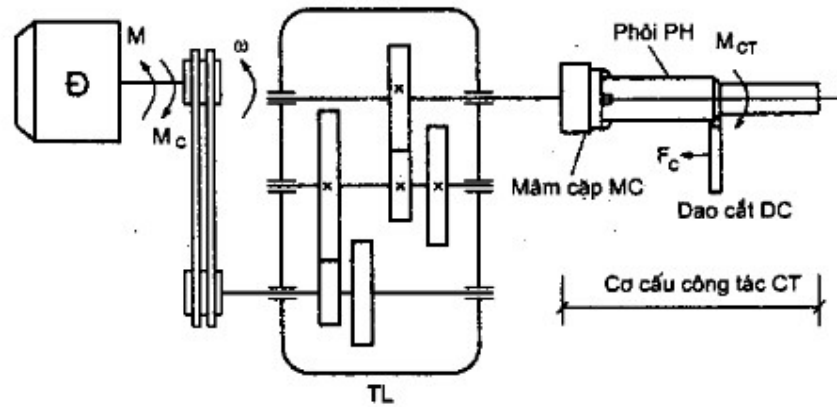
a. Truyền động của máy bơm nước.



Hình 1. Truyền động của máy bơm nước

Động cơ điện Đ biến đổi điện năng thành cơ năng tạo ra mômen M làm quay trục máy và các cánh bơm. Cánh bơm chính là cơ cấu công tác CT nó chịu tác động của nước tạo ra Momen M_{CT} ngược chiều tốc độ quay ω của trục, chính Momen này tác động lên trục động cơ, ta gọi nó là 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 $\omega = \text{const}$.

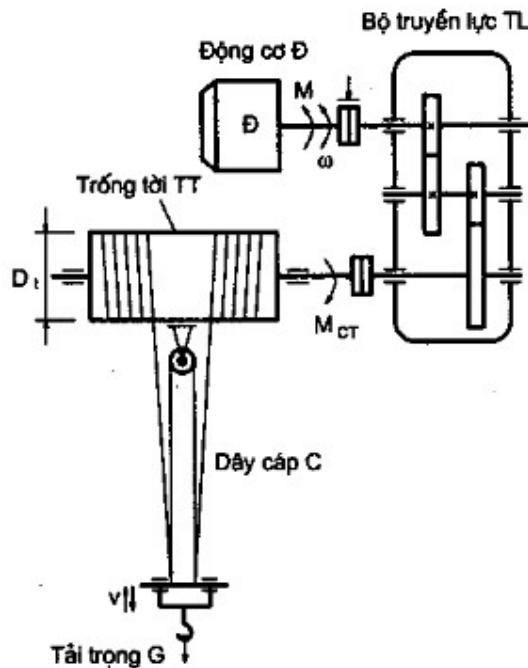
b. Truyền động mâm cặp máy tiện.



Hình 2. 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 ra momen 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.



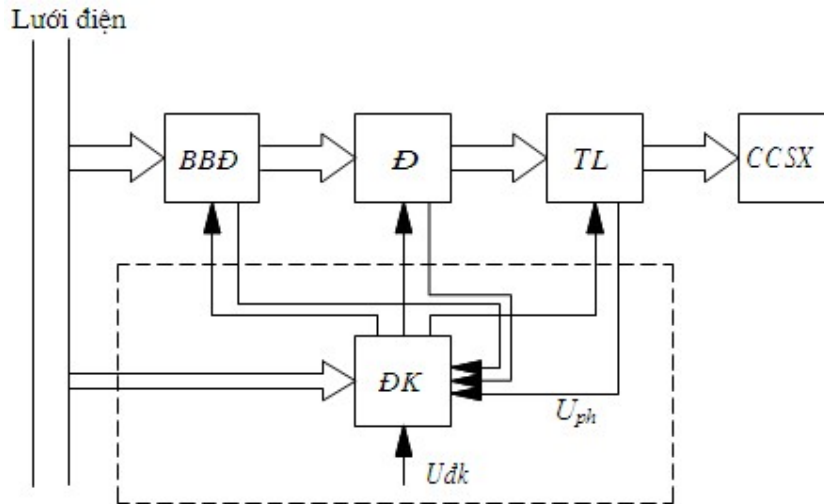
Hình 3. Truyền động của cần trục

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 $\omega = \text{const}$.

3. 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

BBD: Bộ biến đổi, dùng để biến đổi loại dòng điện (xoay chiều thành một chiều hoặc ngược lại), biến đổi loại nguồn (nguồn áp thành nguồn dòng hoặc ngược lại), biến đổi mức điện áp (hoặc dòng điện), biến đổi số pha, biến đổi tần số...

Các BBD thường dùng là máy phát điện, hệ máy phát - động cơ (hệ F-Đ), các chỉnh lưu không điều khiển và có điều khiển, các bộ biến tần...

Đ: Động cơ điện, dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng hay cơ năng thành điện năng (khi hãm điện). 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 BBD, động cơ điện Đ, cơ cấu truyền lực. Khối điều khiển bao gồm các cơ cấu đo lường, các bộ điều chỉnh tham số và công nghệ, các khí cụ, thiết bị điều khiển đóng cắt có

tiếp điểm (các role, công tắc tơ) hay không có tiếp điểm (điện tử, bán dẫn). Một số hệ TĐĐ 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.

4. 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 giải công suất từ vài trăm W (cho cơ cấu ăn dao máy

cắt gọt kim loại, cơ cấu chuyển động của tay máy, người máy) đến hàng MW (cho các truyền động máy cán, kéo tàu tốc độ cao...).

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 BBD là máy điện

khuếch đại từ trường ngang.

- Hệ chỉnh lưu - động cơ (CL - Đ): Động cơ một chiều được cấp điện từ một bộ chỉnh lưu

(BCL). Chỉnh lưu có thể không điều khiển (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

Tailieu.vn

BÀI 1: CƠ HỌC TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Mã bài: 22.01

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.

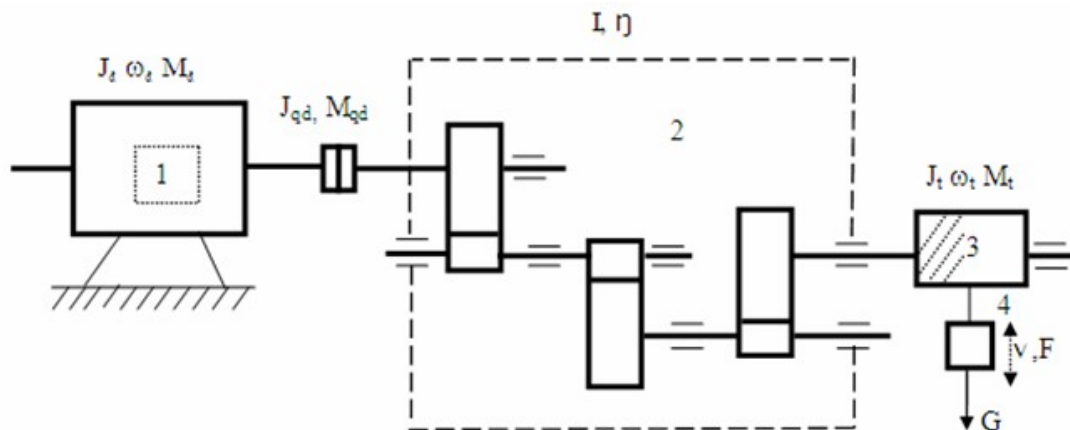
Mục tiêu:

- 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.

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

1.1. Tính toán qui đổi mômen M_c và lực cản F_c về trục động cơ.

Sơ đồ động học qui đổi (hình 1-1)



Hình 1-1. Sơ đồ động học của cơ cấu nâng hạ hàng

Khi tiến hành qui đổi thì phải đảm bảo thỏa mãn các điều kiện:

Điều kiện 1: Năng lượng của hệ thống trước và sau khi qui đổi phải bằng nhau.

Đây chính là việc bảo toàn năng lượng.

Điều kiện 2: Hệ thống phải được giả thiết là tuyệt đối cứng.

Giả sử khi tính toán và thiết kế người ta cho giá trị của Momen tang trọng M_t qua hộp giảm tốc có tỷ số truyền là i và suất là η_i . Momen này sẽ tác động lên trục động cơ có giá trị M_{cqd}

$$M_{\text{cqd}} \cdot \omega = \frac{M_t \times \omega_t}{\eta_i} \quad \text{Đặt: } i = \frac{\omega_d}{\omega_t}$$

$$\text{Ta có: } M_{\text{cqd}} = M_t \times \frac{1}{\eta_i} \times \frac{1}{i}$$

Trong đó: η_i là hiệu suất hộp tốc độ

- Giả thiết tải trọng G sinh ra lực F_C có vận tốc chuyển động là v , nó sẽ tác động lên trục động cơ một Momen M_{cqd}

Ta có:

$$M_{\text{cqd}} \cdot \omega_d = \frac{F_C \times v}{\eta_i \times \eta_t}$$

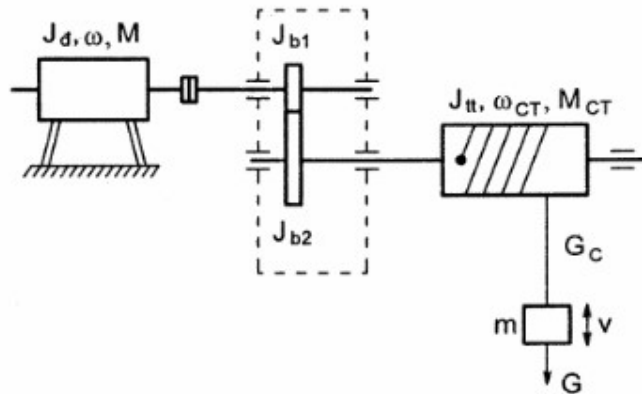
$$M_{\text{cqd}} = \frac{F_C}{\eta_i \times \eta_t} \times \frac{v}{\omega} = \frac{F_C}{\eta} \times \frac{1}{\delta}$$

$$\text{Trong đó: } \delta = \frac{\omega_d}{v}$$

$$\eta = \eta_i \times \eta_t$$

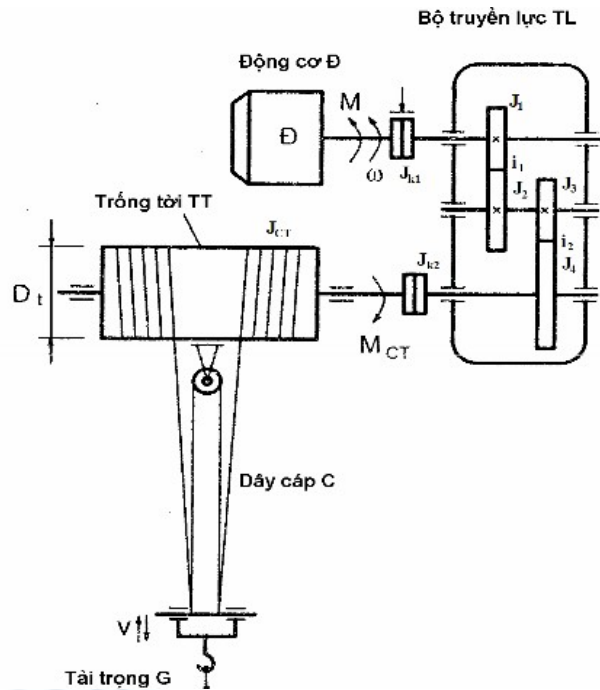
Thực hành:

Ví dụ 1: Xác định Momen cản của tải trọng và dây cáp về trục động cơ, biết rằng cơ cấu nâng hạ có sơ đồ động học như hình vẽ. Trong đó bộ truyền gồm một cặp bánh răng có tỷ số truyền $i = 5$, trọng lượng của vật nâng $G = 10\text{kN}$, trọng lượng dây cáp $G_C = 10\%G$, tốc độ nâng $v = 16,5 \text{ m/s}$, hiệu suất cặp bánh răng 0,95, hiệu suất tổng tời 0,93, đường kính trục tời $D_t = 0,6\text{m}$.



Hình 1-2. Sơ đồ động học của cơ cấu nâng hạ hàng

Ví dụ 2: Cho hệ truyền động điện như hình vẽ. Tính Momen cản qui đổi về trục động cơ. Biết tỷ số truyền của hai cặp bánh răng $i_1 = i_2 = 5$, trọng lượng vật nâng $G = 22\text{kN}$, trọng lượng dây cáp $G_C = 10\%G$, vận tốc nâng $v = 22\text{m/s}$. Hiệu suất các cặp bánh răng 0,95, hiệu suất tổng tời 0,93.



Hình 1-3. Sơ đồ động học của cơ cấu cần trục

1.2. Tính toán qui đổi mômen quán tính.

Các cặp bánh răng có Momen quán tính $J_1 \dots J_K$ Momen quán tính tang trống J_t , khối lượng quán tính m và Momen quán tính động cơ J_d đều có ảnh hưởng đến tính chất động học của hệ truyền động điểm này ta gọi là J_{qd}

Phương trình động năng của hệ là:

$$J_{qd} \times \frac{\omega_d^2}{2} = J_d \times \frac{\omega_d^2}{2} + (J_1 \frac{\omega_1^2}{2}) + \dots + \frac{J_K \times \omega_K^2}{2} + \frac{J_t \times \omega_t^2}{2} + \frac{m \times v^2}{2}$$

$$J_{qd} = J_d + \sum_1^K \left(\frac{J_K}{i_K^2} \right) + \frac{J_t}{i_t^2} + \frac{M}{\delta^2}$$

Thực hành:

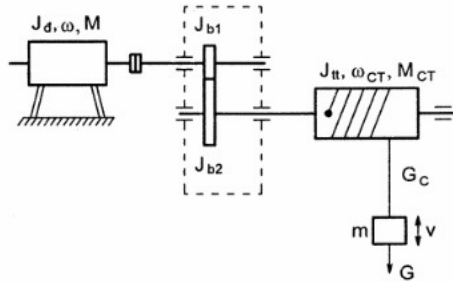
Câu 1: Công thức qui đổi mômen quán tính J_i của phần tử thứ i làm việc với tốc độ n là:

- A. $J_{iqđ} = J_i \cdot i^2$
- B. $J_{iqđ} = J_i \cdot (1/\omega^2)$
- C. $J_{iqđ} = J_i \cdot (1/\eta i)$
- D. $J_{iqđ} = J_i \cdot (1/i^2)$**

Câu 2: Công thức qui đổi mômen M_i tác động vào phần tử thứ I làm việc với tốc độ n là

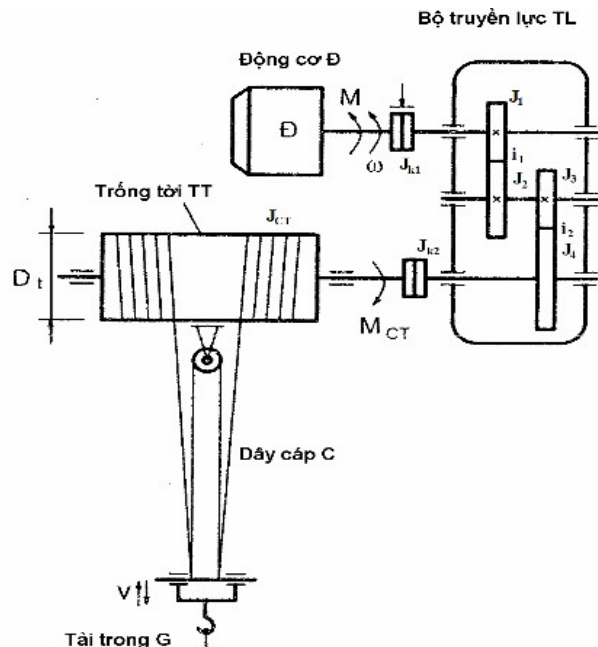
- A. $M_{iqđ} = M_i \cdot (1/\omega \eta)$
- B. $M_{iqđ} = M_i \cdot (1/i \omega)$
- C. $J_{iqđ} = J_i \cdot (1/i \eta)$**
- D. $J_{iqđ} = J_i \cdot (1/\eta)$

Câu 3: Xác định Momen quán tính của tải trọng và dây cáp về trục động cơ, biết rằng cơ cấu nâng hạ có sơ đồ động học như hình vẽ. Trong đó bộ truyền gồm một cặp bánh răng có tỷ số truyền $i = 5$, trọng lượng của vật nâng $G = 10\text{kN}$, trọng lượng dây cáp $G_C = 10\%G$, tốc độ nâng $v = 16,5 \text{ m/s}$, hiệu suất cặp bánh răng 0,95, hiệu suất tổng tời 0,93, đường kính trống tời $D_t = 0,6\text{m}$.



Hình 1-4: Sơ đồ động học của cơ cấu nâng hạ hàng

Câu 4: Cho hệ truyền động điện như hình vẽ. Tính Momen quán tính qui đổi về trục động cơ. Biết tỷ số truyền của hai cặp bánh răng $i_1 = i_2 = 5$, trọng lượng vật nâng $G = 22\text{kN}$, trọng lượng dây cáp $G_C = 10\%G$, vận tốc nâng $v = 22\text{m/s}$. Hiệu suất các cặp bánh răng 0,95, hiệu suất tổng tời 0,93. Momen quán tính của Roto, các khớp nối, các bánh răng, và trống tời lần lượt là 0,102; 0,01; 0,01; 0,06; 0,06; 0,03; 0,07; 0,03.



Hình 1-5: Sơ đồ động học của cơ cấu cần trục

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

2.1. 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 hõn vP t-ng ði th× $\beta = \frac{dM}{d\omega}$ là lượng sai của ΔM và $\Delta \omega$.

β lớn $\rightarrow$ đặc tính cơ cứng

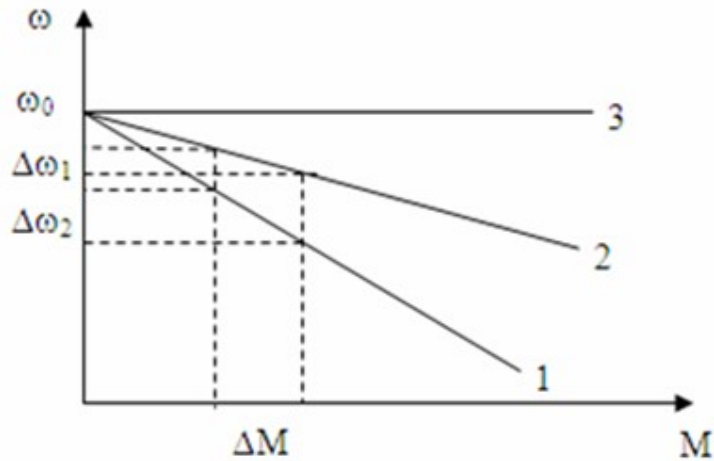
β nhỏ $\rightarrow$ đặc tính cơ mềm

$\beta \rightarrow \infty \rightarrow$ 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.

2.2. 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:

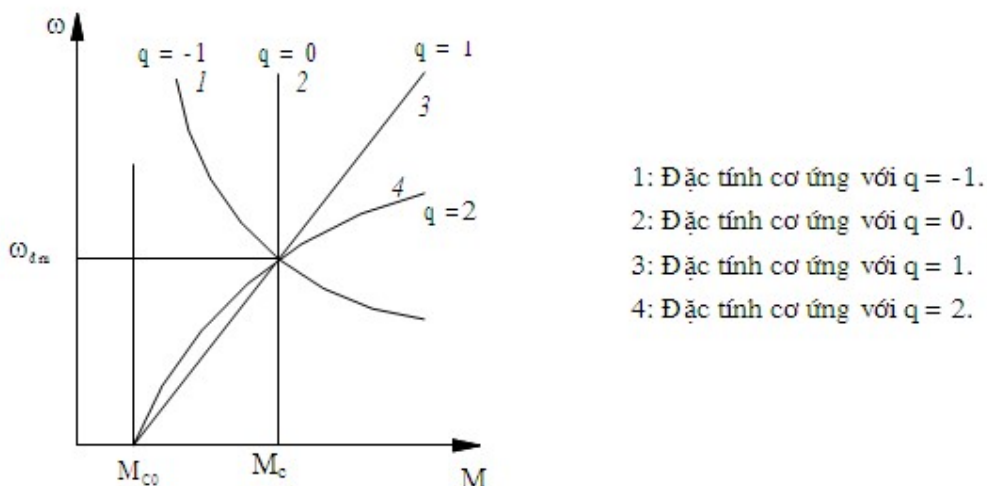
$$M_c = M_{co} + (M_{dm} - M_{co}) \frac{\omega}{\omega_{dm}}$$

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}



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

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

3.1. 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 .