

ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 5
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ HÙNG VƯƠNG



GIÁO TRÌNH
Truyền động điện

Nghề: Điện công nghiệp
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

CHƯƠNG 1:

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN TỰ ĐỘNG.

§ 1.1. MỤC ĐÍCH VÀ YÊU CẦU:

- + Nắm được cấu trúc chung của hệ thống truyền động điện tự động (HT-TĐĐTĐ).
- + Nắm được đặc tính của từng loại động cơ trong các hệ thống truyền động điện tự động cụ thể.
- + Phân tích được các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ và vấn đề điều chỉnh tốc độ trong các hệ “bộ biến đổi - động cơ”.
- + Khảo sát được quá trình quá độ của HT-TĐĐTĐ với các thông số của hệ hoặc của phụ tải.
- + Tính chọn các phương án truyền động và nắm được nguyên tắc cơ bản để chọn công suất động cơ điện.
- + Nắm được các nguyên tắc cơ bản điều khiển tự động HT-TĐĐTĐ.
- + Phân tích và đánh giá được các mạch điều khiển tự động điển hình của các máy hoặc hệ thống đã có sẵn.
- + Nắm được nguyên tắc làm việc của phần tử điều khiển logic.
- + Tổng hợp được một số mạch điều khiển logic.
- + Thiết kế được các mạch điều khiển tự động của các máy hoặc hệ thống theo yêu cầu công nghệ.

§ 1.2. CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI HỆ THỐNG

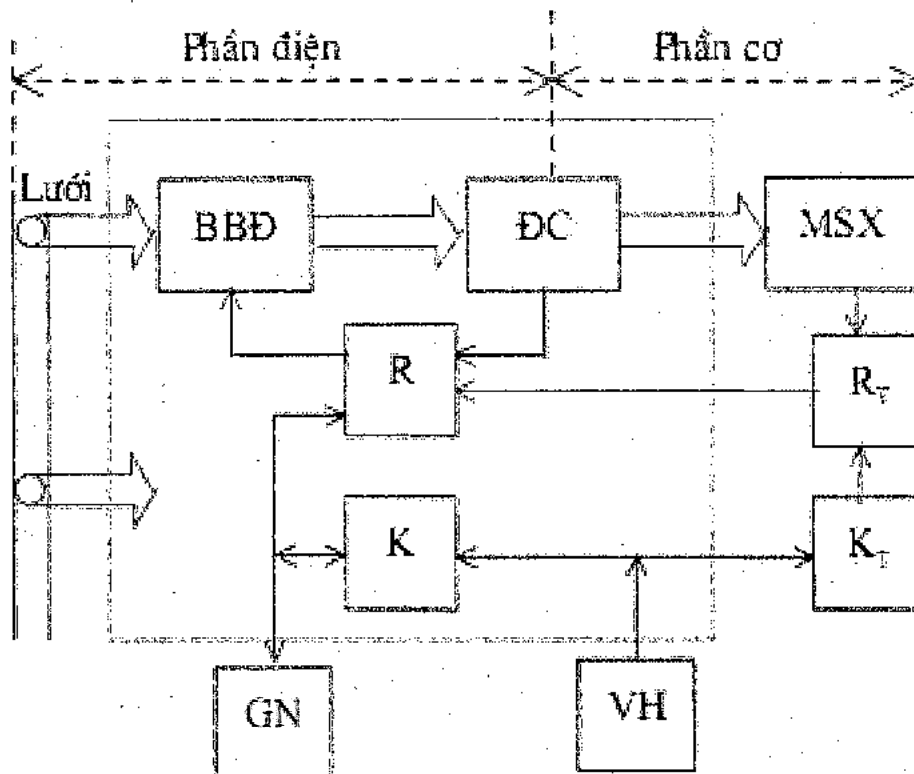
TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN TỰ ĐỘNG (TĐĐ TĐ)

1.2.1. Cấu trúc của hệ thống truyền động điện tự động:

** Định nghĩa hệ thống truyền động điện tự động:*

+ Hệ truyền động điện tự động (TĐĐ TĐ) là một tổ hợp các thiết bị điện, điện tử, v.v. phục vụ cho cho việc biến đổi điện năng thành cơ năng cung cấp cho các cơ cấu công tác trên các máy sản xuất, cũng như gia công truyền tín hiệu thông tin để điều khiển quá trình biến đổi năng lượng đó theo yêu cầu công nghệ.

** Cấu trúc chung:*



Hình 1-1: Mô tả cấu trúc chung của hệ TĐĐ TĐ

BBĐ: Bộ biến đổi; ĐC: Động cơ điện; MSX: Máy sản xuất; R và R_T: Bộ điều chỉnh truyền động và công nghệ; K và K_T: các Bộ đóng cắt phục vụ truyền động và công nghệ; GN: Mạch ghép nối; VH: Người vận hành

Cấu trúc của hệ TĐĐ TĐ gồm 2 phần chính:

- Phần lực (mạch lực): từ lưới điện hoặc nguồn điện cung cấp điện năng đến bộ biến đổi (BBĐ) và động cơ điện (ĐC) truyền động cho phụ tải (MSX). Các bộ biến đổi như: bộ biến đổi máy điện (máy phát điện một chiều, xoay chiều, máy điện khuếch đại), bộ biến đổi điện từ (khuếch đại từ, cuộn kháng bảo hoà), bộ biến đổi điện tử, bán dẫn (Chỉnh lưu tiristor, bộ điều áp một chiều, biến tần transistor, tiristor). Động cơ có các loại như: động cơ một chiều, xoay chiều, các loại động cơ đặc biệt.

- Phần điều khiển (mạch điều khiển) gồm các cơ cấu đo lường, các bộ điều chỉnh tham số và công nghệ, các khí cụ, thiết bị điều khiển đóng cắt phục vụ công nghệ và cho người vận hành. Đồng thời một số hệ TĐĐ TĐ khác có cả mạch ghép nối với các thiết bị tự động khác hoặc với máy tính điều khiển.

1.2.2. Phân loại hệ thống truyền động điện tự động:

- Truyền động điện không điều chỉnh: thường chỉ có động cơ nối trực tiếp với lưới điện, quay máy sản xuất với một tốc độ nhất định.

- Truyền động có điều chỉnh: tùy thuộc vào yêu cầu công nghệ mà ta có hệ truyền động điện điều chỉnh tốc độ, hệ truyền động điện tự động điều chỉnh mô men, lực kéo, và hệ truyền động điện tự động điều chỉnh vị trí. Trong hệ này có thể là hệ truyền động điện tự động nhiều động cơ.

- Theo cấu trúc và tín hiệu điều khiển mà ta có hệ truyền động điện tự động điều khiển số, hệ truyền động điện tự động điều khiển tương tự, hệ truyền động điện tự động điều khiển theo chương trình ...

- Theo đặc điểm truyền động ta có hệ truyền động điện tự động động cơ điện một chiều, động cơ điện xoay chiều, động cơ bước, v.v.

- Theo mức độ tự động hóa có hệ truyền động không tự động và hệ truyền động điện tự động.

- Ngoài ra, còn có hệ truyền động điện không đảo chiều, có đảo chiều, hệ truyền động đơn, truyền động nhiều động cơ, v.v.

§ 1.3. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA MÁY SẢN XUẤT VÀ ĐỘNG CƠ

1.3.1. Đặc tính cơ của máy sản xuất:

+ 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:

$$M_c = M_{\omega} + (M_{\omega_{dm}} - M_{\omega}) \left(\frac{\omega}{\omega_{dm}} \right)^q \quad (1-1)$$

Trong đó:

M_c - mômen ứng với tốc độ ω .

M_{ω} - mômen ứng với tốc độ $\omega = 0$.

$M_{\omega_{dm}}$ - mômen ứng với tốc độ định mức ω_{dm} .

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

Khi $q = -1$, mômen tỷ lệ nghịch với tốc độ, tương ứng các cơ cấu máy tiện, doa, máy cuốn dây, cuốn giấy, ... (đường ① hình 1-2).

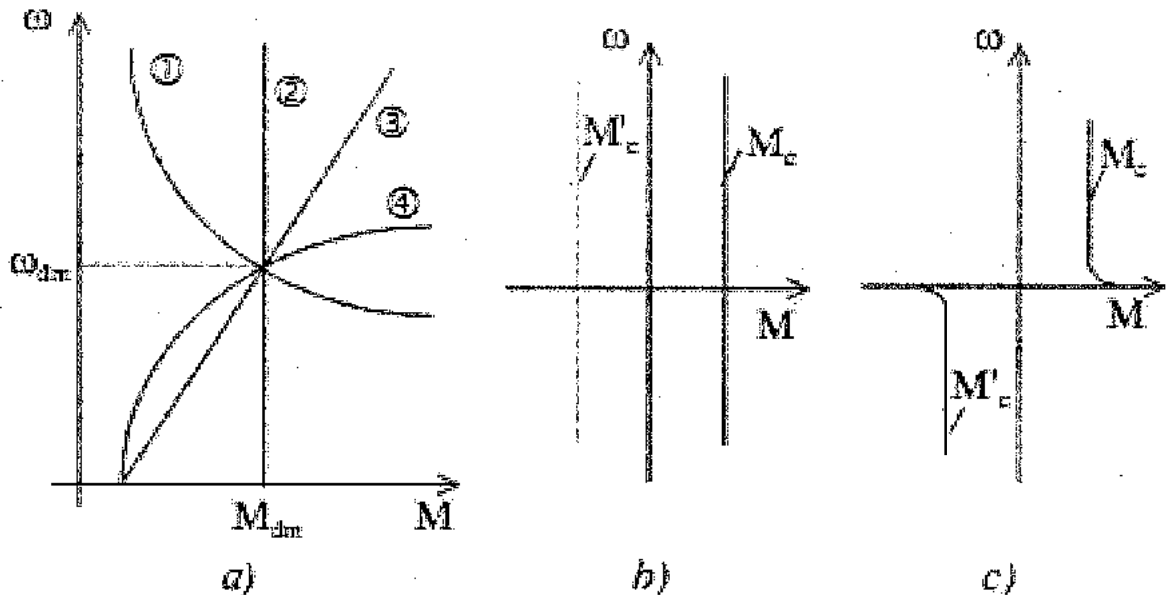
Đặc điểm của loại máy này là tốc độ làm việc càng thấp thì mômen cản (lực cản) càng lớn.

Khi $q = 0$, $M_c = M_{\omega_{dm}} = \text{const}$, tương ứng các cơ cấu máy nâng hạ, cầu trục, thang máy, băng tải, cơ cấu ăn dao máy cắt gọt, ... (đường ② hình 1-2).

Khi $q = 1$, mômen tỷ lệ bậc nhất với tốc độ, tương ứng các cơ cấu ma sát, máy bào, máy phát một chiều tải thuần trở, (đường ③ hình 1-2).

Khi $q = 2$, mômen tỷ lệ bậc hai với tốc độ, tương ứng các cơ cấu máy bơm, quạt gió, máy nén, (đường ④ hình 1-2).

+ Trên hình 1-2a biểu diễn các đặc tính cơ của máy sản xuất:



Hình 1-2: a) Các dạng đặc tính cơ của các máy sản xuất

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

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

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

+ Ngoài ra, một số máy sản xuất có đặc tính cơ khác, như:

- Mômen phụ thuộc vào góc quay $M_c = f(\varphi)$ hoặc mômen phụ thuộc vào đường đi $M_c = f(s)$, các máy công tác có pittông, các máy trục không có cấp cân bằng có đặc tính thuộc loại này.

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

- Mômen phụ thuộc vào thời gian $M_c = f(t)$ như máy nghiền đá, nghiền quặng.

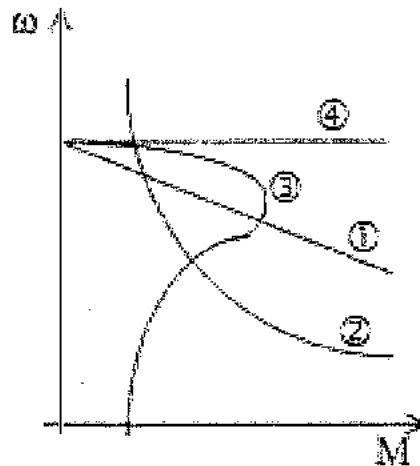
Trên hình 1-2b biểu diễn đặc tính cơ của máy sản xuất có mômen cản dạng thế năng.

Trên hình 1-2c biểu diễn đặc tính cơ của máy sản xuất có mômen cản dạng phản kháng.

1.3.2. Đặc tính cơ của động cơ điện:

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

+ Nhìn chung có 4 loại đặc tính cơ của các loại động cơ đặc trưng như: động cơ điện một chiều kích từ song song hay độc lập (đường①), và động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp hay hỗn hợp (đường②), động cơ điện xoay chiều không đồng bộ (đường③), đồng bộ (đường④), hình 1-3.



Hình 1-3: Các đặc tính cơ của bốn loại động cơ điện

* Thường người ta phân biệt hai loại đặc tính cơ:

+ **Đặc tính cơ tự nhiên:** là đặc tính có được khi động cơ nối theo sơ đồ bình thường, không sử dụng thêm các thiết bị phụ trợ khác và các thông số nguồn cũng như của động cơ là định mức. Như vậy mỗi động cơ chỉ có một đặc tính cơ tự nhiên.

+ **Đặc tính cơ nhân tạo hay đặc tính cơ điều chỉnh:** là đặc tính cơ nhận được sự thay đổi một trong các thông số nào đó của nguồn, của động cơ hoặc nối thêm thiết bị phụ trợ vào mạch, hoặc sử dụng các sơ đồ đặc biệt. Mỗi động cơ có thể có nhiều đặc tính cơ nhân tạo.

1.3.3. Độ cứng đặc tính cơ:

+ Đánh giá và so sánh các đặc tính cơ, người ta đưa ra khái niệm “độ cứng đặc tính cơ” và được định nghĩa:

$$\beta = \frac{\partial M}{\partial \omega}; \text{ nếu đặc tính cơ tuyến tính thì: } \beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}; \quad (1-2a)$$

$$\text{Hoặc theo hệ đơn vị tương đối: } \beta^* = \frac{dM^*}{d\omega^*}; \quad (1-2b)$$

Trong đó: ΔM và $\Delta \omega$ là lượng sai phân của mômen và tốc độ tương ứng; $M^* = M/M_{dm}$; $\omega^* = \omega/\omega_{dm}$; hoặc $\omega^* = \omega/\omega_{ch}$.

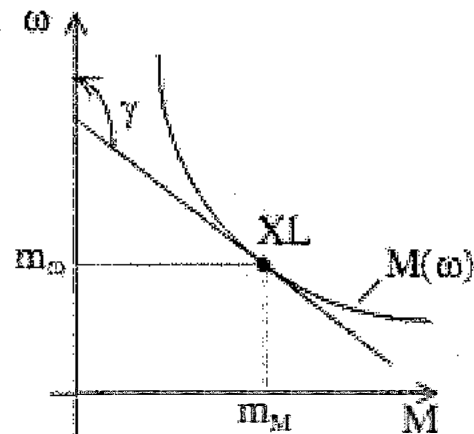
$$\text{Hoặc tính theo đồ thị: } \beta = \frac{m_M}{m_\omega} \operatorname{tg} \gamma; \quad (\text{hình 1-4}) \quad (1-3)$$

Trong đó:

+ m_M là tỉ lệ xích của trục mômen

+ m_ω là tỉ lệ xích của trục tốc độ

+ γ là góc tạo thành giữa tiếp tuyến với trục ω tại điểm xét của đặc tính cơ.



Hình 1-4: Cách tính độ cứng đặc tính cơ bằng đồ thị

+ Động cơ không đồng bộ có độ cứng đặc tính cơ thay đổi giá trị ($\beta > 0$, $\beta < 0$).

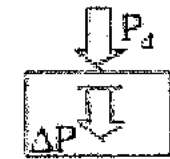
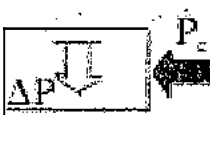
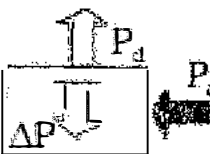
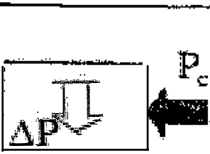
+ Động cơ đồng bộ có đặc tính cơ tuyệt đối cứng ($\beta \approx \infty$).

+ Động cơ một chiều kích từ độc lập có độ cứng đặc tính cơ cứng ($\beta \geq 40$).

+ Động cơ một chiều kích từ độc lập có độ cứng đặc tính cơ mềm ($\beta \leq 10$).

§ 1.4. CÁC TRẠNG THÁI LÀM VIỆC CỦA HỆ TĐĐTĐ

+ Trong hệ truyền động điện tự động bao giờ cũng có quá trình biến đổi năng lượng điện năng thành cơ năng hoặc ngược lại. Chính quá trình biến đổi này quyết định trạng thái làm việc của hệ truyền động điện. Có thể lập Bảng 1-1:

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

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

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

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

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

$$P_d = P_c + \Delta P \quad (1-4)$$

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

- Trạng thái động cơ gồm: chế độ *có tải* và chế độ *không tải*. Trạng thái động cơ phân bố ở góc phần tư I, III của mặt phẳng $\omega(M)$.

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

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

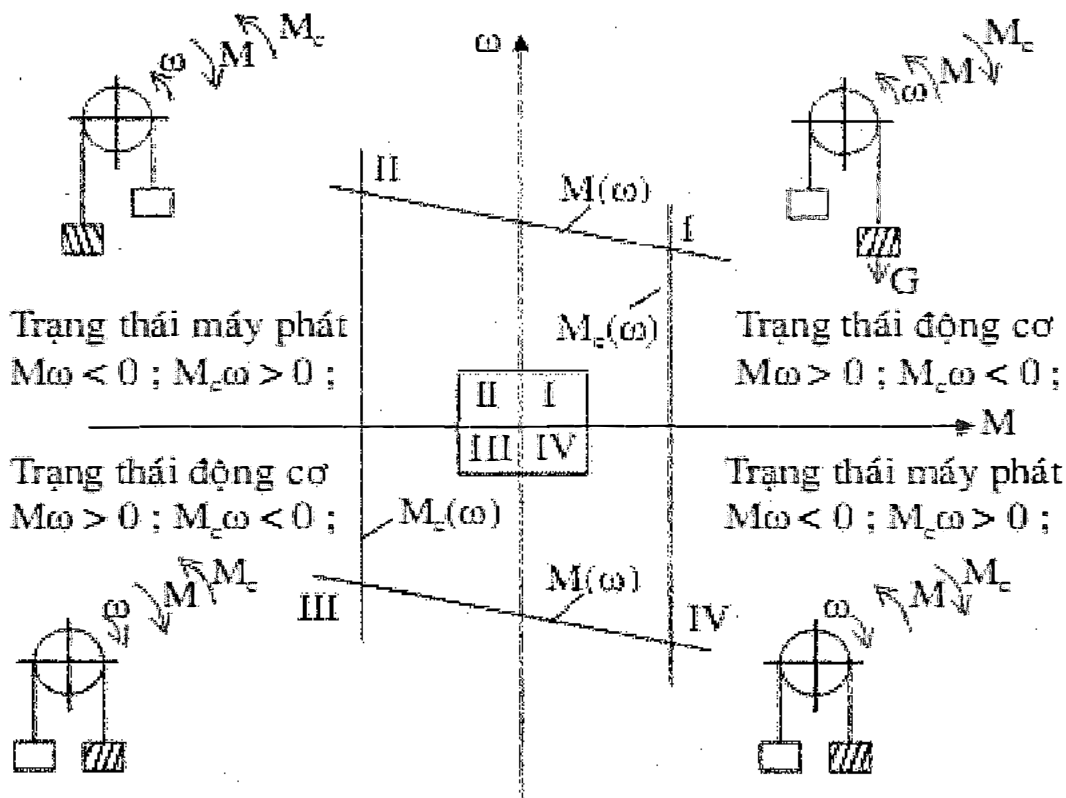
- *Hãm ngược:* $P_{\text{điện}} > 0$, $P_{\text{cơ}} < 0$, điện năng và cơ năng chuyển thành tổn thất ΔP .

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

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

Trạng thái động cơ: tương ứng với các điểm nằm trong góc phần tư thứ nhất và góc phần tư thứ ba của mặt phẳng $[M, \omega]$, hình 1 - 5.

Trạng thái máy phát: tương ứng với các điểm nằm trong góc phần tư thứ hai và góc phần tư thứ tư của mặt phẳng $[M, \omega]$, hình 1 - 5. ở trạng thái này, mômen động cơ chống lại chiều chuyển động, nên động cơ có tác dụng như bộ hãm, và vì vậy trạng thái máy phát còn có tên gọi là "*trạng thái hãm*".



Hình 1 - 5: Biểu diễn các trạng thái làm việc trên mặt phẳng $[M, \omega]$

§ 1.5. TÍNH ĐỐI CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ HỌC

1.5.1. Mômen và lực quy đổi:

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

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

- Khi năng lượng truyền từ động cơ đến máy sản xuất:

$$P_{\pi} = P_c + \Delta P \quad (1-5)$$

Trong đó: P_{π} là công suất trên trục động cơ, $P_{\pi} = M_{cqd} \cdot \omega$,

(M_{cqd} và ω - mômen cản tĩnh quy đổi và tốc độ góc trên trục động cơ).

P_c là công suất của máy sản xuất, $P_c = M_{lv} \cdot \omega_{lv}$,

(M_{lv} và ω_{lv} - mômen cản và tốc độ góc trên trục làm việc).

ΔP là tổn thất trong các khâu cơ khí.

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

$$P_{\pi} = \frac{P_c}{\eta_i} = \frac{M_{lv} \cdot \omega_{lv}}{\eta_i} = M_{cqd} \cdot \omega \quad (1-6)$$

$$\text{Rút ra:} \quad M_{cqd} = \frac{M_{lv} \cdot \omega_{lv}}{\eta_i \cdot \omega} = \frac{M_{lv}}{\eta_i \cdot i}; \quad (1-7)$$

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

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

* Nếu chuyển động tịnh tiến thì lực quy đổi:

$$M_{\text{eqd}} = \frac{F_{lv}}{\eta \cdot \rho} \quad (1-8)$$

Trong đó: $\eta = \eta_t \cdot \eta_i$ - hiệu suất bộ truyền lực.

η_t - hiệu suất của tang trống.

$\rho = \omega/v_{lv}$ - gọi là tỷ số quy đổi.

- Khi năng lượng truyền từ máy sản xuất đến động cơ:

$$P_r = P_c - \Delta P \quad (\text{tự chứng minh}).$$

1.5.2. Quy đổi mômen quán tính và khối lượng quán tính:

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

$$W = \sum_1^n W_i \quad (1-9)$$

$$\text{Chuyển động quay: } W = J \cdot \frac{\omega^2}{2} \quad (1-10)$$

$$\text{Chuyển động tịnh tiến: } W = m \cdot \frac{v^2}{2} \quad (1-11)$$

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

$$J_{\text{qd}} \cdot \frac{\omega_D^2}{2} = J_D \cdot \frac{\omega_D^2}{2} + \sum_1^n J_i \cdot \frac{\omega_i^2}{2} + \sum_1^n m_j \cdot \frac{v_j^2}{2} \quad (1-12)$$

$$\Rightarrow J_{\text{qd}} = J_D + \sum_1^n \frac{J_i}{i_i^2} + \sum_1^n \frac{m_j}{\rho_j^2} \quad (1-13)$$

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

ω_D - tốc độ góc trên trục động cơ.

J_D - mômen quán tính của động cơ.

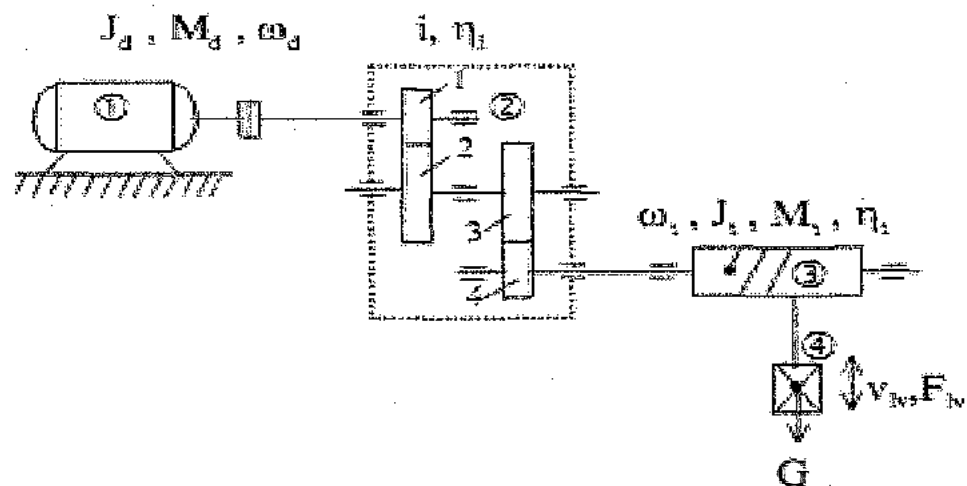
J_i - mômen quán tính của bánh răng thứ i .

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

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

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

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



Hình 1- 6: Sơ đồ động học của cơ cấu nâng hạ

① động cơ điện; ② hộp tốc độ;

③ tang trống quay; ④ tải trọng

Ta có:
$$J_{qd} = J_D + \sum_i \frac{J_i}{i_i^2} + \frac{J_i}{i_i^2} + \frac{m_j}{\rho_j^2} \quad (1-14)$$

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

§ 1.6. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA HỆ TĐĐ TĐ

+ Là quan hệ giữa các đại lượng ($\omega, n, L, M, \dots$) với thời gian:

Dạng tổng quát:
$$\sum_{i=1}^n \bar{M}_i = \frac{d(J\bar{\omega})}{dt} \quad (1-15)$$

+ Nếu coi mômen do động cơ sinh ra và mômen cản ngược chiều nhau, và $J = \text{const}$, thì ta có phương trình dưới dạng số học:

$$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \quad (1-16)$$

Theo hệ đơn vị SI: $M(\text{N.m})$; $J(\text{kg.m}^2)$; $\omega(\text{Rad/s})$; $t(\text{s})$.

Theo hệ kỹ thuật: $M(\text{KG.m})$; $GD(\text{KG.m}^2)$; $n(\text{vg/ph})$; $t(\text{s})$:

$$M - M_c = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt} \quad (1-17)$$

Theo hệ hỗn hợp: $M(\text{N.m})$; $J(\text{kg.m}^2)$; $n(\text{vg/ph})$; $t(\text{s})$:

$$M - M_c = \frac{J}{9,55} \cdot \frac{dn}{dt} \quad (1-18)$$

Mômen động: $M_{d\pm} = M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \quad (1-19)$

Từ phương trình (1-19) ta thấy rằng:

- Khi $M_{d\pm} > 0$ hay $M > M_c$, thì $\frac{d\omega}{dt} > 0 \rightarrow$ hệ tăng tốc.

- Khi $M_{d\pm} < 0$ hay $M < M_c$, thì $\frac{d\omega}{dt} < 0 \rightarrow$ hệ giảm tốc.

- Khi $M_{d\pm} = 0$ hay $M = M_c$, thì $d\omega/dt = 0 \rightarrow$ hệ làm việc xác lập, hay hệ làm việc ổn định: $\omega = \text{const}$.

* Nếu chọn và lấy chiều của tốc độ ω làm chuẩn thì: $M(+)$ khi $M \uparrow \uparrow \omega$ và $M(-)$ khi $M \uparrow \downarrow \omega$. Còn $M_c(+)$ khi $M_c \uparrow \downarrow \omega$; $M_c(-)$ khi $M_c \downarrow \downarrow \omega$.

§ 1.7. ĐIỀU KIỆN ỔN ĐỊNH TÍNH CỦA HỆ TĐĐTĐ

Như ở trên đã nêu, khi $M = M_c$ thì hệ TĐĐTĐ làm việc xác lập. Điểm làm việc xác lập là giao điểm của đặc tính cơ của động cơ điện $\omega(M)$ với đặc tính cơ của máy sản xuất $\omega(M_c)$. Tuy nhiên không phải bất kỳ giao điểm nào của hai đặc tính cơ trên cũng là điểm làm việc xác lập ổn định mà phải có điều kiện ổn định, người ta gọi là ổn định tĩnh hay sự làm việc phù hợp giữa động cơ với tải.

Để xác định điểm làm việc, dựa vào phương trình động học:

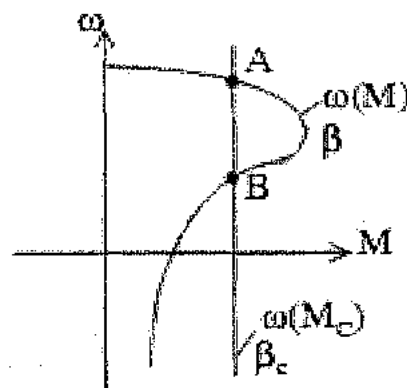
$$J \frac{d}{dt} = \left[\left(\frac{\partial M}{\partial \omega} \right)_x - \left(\frac{\partial M_c}{\partial \omega} \right)_x \right] \cdot (\omega - \omega_x) \quad (1-20)$$

Người ta xác định được điều kiện xác lập ổn định là:

$$\left(\frac{\partial M}{\partial \omega} \right)_x - \left(\frac{\partial M_c}{\partial \omega} \right)_x < 0 \quad (1-21)$$

$$\text{Hay: } \beta > \beta_c < 0 \quad (1-22)$$

* Ví dụ: Xét hai điểm giao nhau của các đặc tính cơ:



Hình 1- 7: Xét điểm làm việc ổn định

Tại các điểm khảo sát thì ta thấy ba điểm A, B, C là các điểm làm việc xác lập ổn định. Điểm D là điểm làm việc không ổn định.

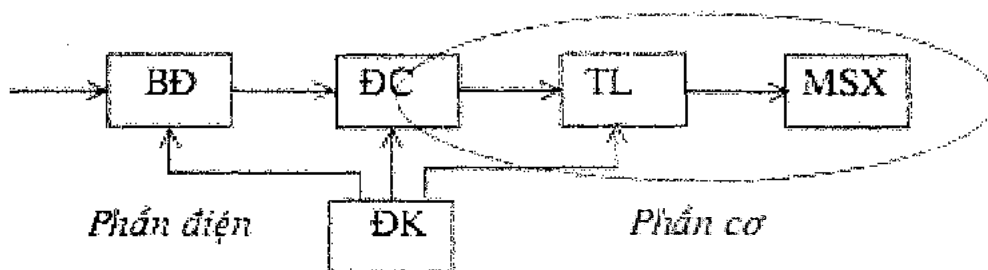
Trường hợp: A: $\beta < \beta_c$ vì $\beta < 0$ và $\beta_c = 0 \rightarrow$ xác lập ổn định.

B: $\beta > \beta_c$ vì $\beta > 0$ và $\beta_{c1} = 0 \rightarrow$ không ổn định.

§ 1.8. ĐỘNG HỌC CỦA HỆ TĐĐ TĐ

Trong hệ TĐĐ TĐ có cả các thiết bị điện + cơ, trong đó các bộ phận cơ có nhiệm vụ chuyển cơ năng từ động cơ đến bộ phận làm việc của máy sản xuất và tại đó cơ năng được biến thành công hữu ích.

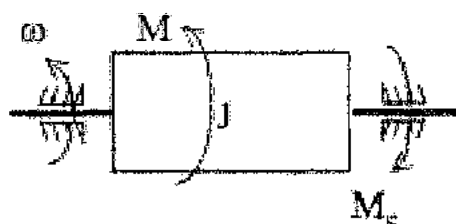
Động cơ điện có cả phần điện (stato) và phần cơ (roto và trục).



Hình 1- 8: Sơ đồ cấu trúc hệ TĐĐ TĐ

Phần cơ phụ thuộc vào kết cấu, vật liệu và loại máy, chúng rất đa dạng và phức tạp, bởi vậy phải đưa về dạng điển hình đặc trưng cho các loại, phần cơ có dạng tổng quát đặc trưng đó gọi là mẫu cơ học của truyền động điện.

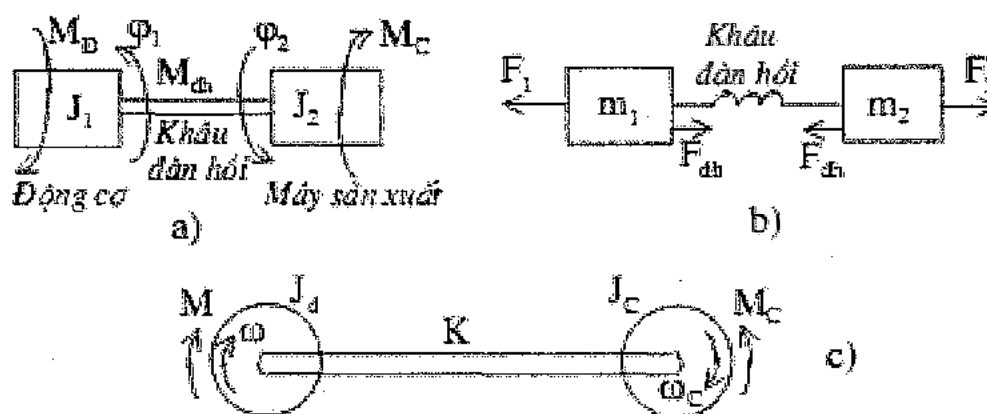
Mẫu cơ học (đơn khối) là một vật thể rắn quay xung quanh một trục với tốc độ động cơ, nó có mômen quán tính J , chịu tác động của mômen động cơ (M) và mômen cản (M_c), hình 9.



Hình 1- 9: Mẫu cơ học

Tính đàn hồi lớn cũng có thể xuất hiện ở những hệ thống có mạch động học dài mặc dù trong đó không chứa một phần tử đàn hồi nào. Sự biến dạng trên từng phần tử tuy nhỏ nhưng vì số phần tử rất lớn nên đối với toàn máy nó trở nên đáng kể.

Trong những trường hợp trên phần cơ khí của hệ không thể thay thế tương đương bằng mẫu cơ học đơn khối mà phải thay thế bằng mẫu cơ học đa khối, hình 9b.



Hình 1-10: Mẫu cơ học đa khối của hệ chuyển động quay (a), chuyển động tịnh tiến (b) có khâu cơ khí đàn hồi, và hệ trục mềm đàn hồi (c).

Nếu quy đổi mômen và mômen quán tính về một trục tốc độ nào đó (động cơ hoặc máy sản xuất) thì trong phần lớn các trường hợp hệ truyền động có khâu đàn hồi phần cơ của nó có thể thay tương đương bởi mẫu cơ học đa khối gồm 3 khâu: khâu 1 gồm rôto hoặc phần ứng của động cơ với những phần tử nối cứng với động cơ như hộp tốc độ, trống tời v.v...; khâu 2 là khâu đàn hồi không quán tính; khâu 3 là khâu cơ của máy sản xuất; như hình 1- 9b. Trong đó M_{dh} là mômen đàn hồi.

CÂU HỎI ÔN TẬP

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