

CHƯƠNG 3

ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.1. Khái niệm chung

3.1.1. Các định nghĩa

Hệ truyền động điện không chỉ có nhiệm vụ biến đổi điện năng thành cơ năng, mà còn điều khiển quá trình làm việc của cơ cấu công tác theo yêu cầu của máy sản xuất.

Yêu cầu công nghệ được đảm bảo nếu hệ có khả năng đặt:

- + Các thông số gia công cho từng công đoạn
- + Duy trì các thông số với một độ chính xác nào đó (tốc độ, mô men, gia tốc, vị trí của cơ cấu công tác ...)
- + Cưỡng bức thay đổi các giá trị đó theo ý muốn: hạn chế giá trị của chúng theo mức cho phép của quá trình công nghệ hoặc theo khả năng về độ bền, độ quá tải của máy.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Các thông số gia công nói trên có liên quan đến mômen M và tốc độ ω của động cơ điện, có các mối quan hệ được định nghĩa:

a) Các thông số đầu ra hay còn gọi là thông số được điều chỉnh:

+ Mômen (M)

+ Tốc độ (ω) của động cơ, ...

Do M và ω là 2 trục của mặt phẳng tọa độ đặc tính cơ $[M, \omega]$, nên việc điều chỉnh chúng thường gọi là “điều chỉnh tọa độ”.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

b) Các thông số đầu vào hay còn gọi là thông số điều chỉnh:

- + Đối với động cơ điện một chiều, thông số đầu vào là điện trở phần ứng R_{up} (hoặc R_{upf}), từ thông Φ (hoặc điện áp kích từ U_{kt} ; dòng điện kích từ I_{kt}) và điện áp phần ứng U_{up} .
- + Đối với động cơ điện không đồng bộ, thông số đầu vào là điện trở mạch rôto R_2 (hoặc R_{2f}), điện trở mạch stato R_1 , điện kháng stato X_1 , điện áp stato U_1 và tần số của dòng điện stato f_1
- + Đối với động cơ điện đồng bộ, thông số đầu vào là tần số của dòng điện stato f_1 .

c) Các phần tử điều khiển:

Các thiết bị hoặc dụng cụ làm thay đổi các thông số đầu vào.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.1.2. Mục đích điều chỉnh các thông số đầu ra của động cơ:

- + Đặt giá trị làm việc và duy trì mức đó, ví dụ duy trì tốc độ làm việc khi phụ tải thay đổi ngẫu nhiên.
- + Thay đổi thông số theo quy luật yêu cầu, ví dụ trong thời gian khởi động và tăng tốc động cơ thang máy từ 0 → tốc độ ổn định, mômen lúc đầu phải tăng tuyến tính theo thời gian, sau đó giữ không đổi, và cuối cùng giảm tuyến tính cho đến khi $M = M_c$.
- + Hạn chế thông số ở một mức độ cho phép, ví dụ hạn chế dòng điện khởi động $I_{kđ} = I_{cp}$.
- + Tạo ra một quy luật chuyển động cho cơ cấu công tác (tức cho trục động cơ) theo quy luật cho trước ở đầu vào với một độ chính xác nào đó.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.1.3. Điều chỉnh không tự động và điều chỉnh tự động

a) Điều chỉnh không tự động

Thay đổi thông số đầu ra bằng tác động lên thông số đầu vào một cách rời rạc.

Mỗi tác động có một giá trị không đổi của thông số đầu vào và tương ứng một đường đặc tính cơ (nhân tạo).

Khi động cơ làm việc, các nhiễu (phụ tải thay đổi, điện áp nguồn dao động, ...) tác động vào hệ, nhưng thông số đầu vào vẫn giữ không đổi nên điểm làm việc của động cơ chỉ di chuyển trên một đường đặc tính cơ.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Dạng “điều chỉnh bằng tay” hay “điều chỉnh không tự động” hoặc “điều chỉnh vòng hở” (không có phản hồi).

Phương pháp điều chỉnh này đơn giản nên vẫn được dùng trong các hệ truyền động điện hiện đại, tuy nhiên nó không đảm bảo được các yêu cầu cao về công nghệ của máy sản xuất

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

b) Điều chỉnh tự động

Thay đổi liên tục của thông số đầu vào theo mức độ sai lệch của thông số đầu ra so với giá trị định trước, nhằm khắc phục độ sai lệch đó.

Khi có tác động của nhiễu làm ảnh hưởng đến thông số đầu ra, thì thông số đầu vào sẽ thay đổi và động cơ sẽ có một đường đặc tính cơ khác, điểm làm việc của động cơ sẽ dịch chuyển từ đường đặc tính nhân tạo này sang đặc tính nhân đạo khác và vạch ra một đường đặc tính cơ của hệ điều chỉnh tự động.

Vì vậy có thể định nghĩa: “đặc tính cơ của hệ điều chỉnh tự động là quỹ tích của các điểm làm việc của động cơ trên vô số các đặc tính cơ của hệ điều chỉnh vòng hở”. Hay còn gọi là “quỹ đạo pha trên tọa độ đặc tính cơ”.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Việc thay đổi tự động thông số đầu vào được thực hiện nhờ mạch phản hồi (hồi tiếp).

Mạch phản hồi lấy tín hiệu từ thông số đầu ra hoặc một thông số nào đó liên quan đến đầu ra, đưa trở lại gây tác động lên thông số đầu vào, tạo thành một hệ có liên hệ kín giữa đầu ra và đầu vào.

Vì vậy, hệ điều khiển theo nguyên tắc phản hồi được gọi là hệ “điều chỉnh vòng kín”.

Hệ điều chỉnh tự động tuy phức tạp nhưng đảm bảo các chỉ tiêu chất lượng cao.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

c) Nhiễu của các thông số đầu ra

Đối với các hệ truyền động và động cơ điện, hai thông số đầu ra chủ yếu là mômen và tốc độ. Các loại nhiễu gây tác động lên các thông số này như điện áp nguồn, tần số lưới điện, nhiệt độ môi trường, hệ số tự cảm của cuộn dây, ...

Khi điều chỉnh tốc độ: Thông số được điều chỉnh, ω , chỉ là một trong các thông số tạo ra đặc tính nhân tạo, các thông số khác là phụ tải biểu thị bằng mômen cản M_c , hoặc dòng tải I_c .

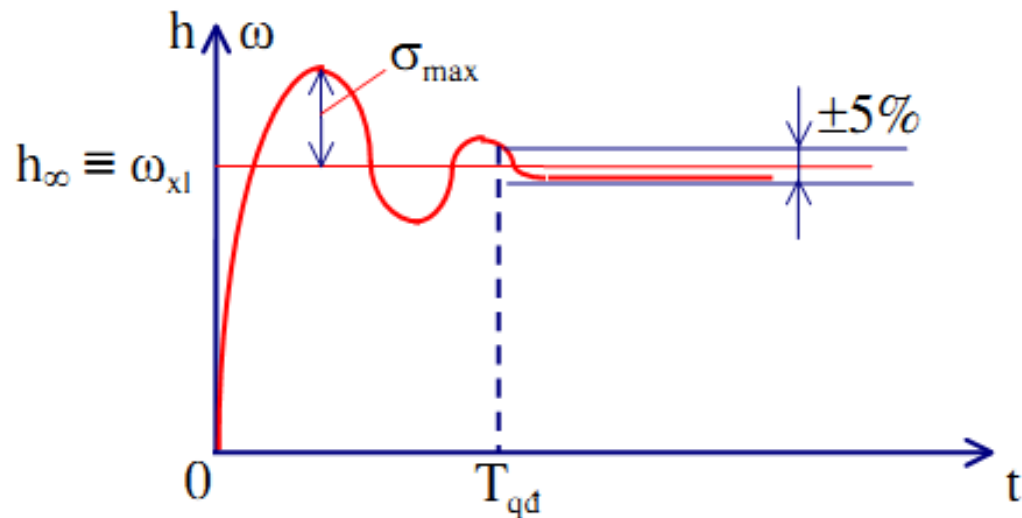
Khi điều chỉnh mômen hoặc dòng điện: Thông số được điều chỉnh là M hoặc I , thì nhiễu loạn chủ yếu lại là tốc độ ω . Sự ảnh hưởng qua lại giữa hai đại lượng M và ω được thể hiện bằng đường đặc tính cơ và phương trình đặc tính cơ.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.2. CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG

3.2.1. Chỉ tiêu chất lượng động (chế độ quá độ)

- + Độ quá điều chỉnh σ_{\max} ($\sigma_{\max} = 40\%$ hoặc có thể nhỏ hơn).
- + Thời gian quá độ $T_{qđ}$ ($T_{qđ}$ càng nhỏ càng tốt).
- + số lần dao động n ($n = 2 \div 3$ là tốt)



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.2.2. Chỉ tiêu chất lượng tĩnh (chế độ xác lập)

a. Sai số tĩnh tốc độ s%

Đại lượng đặc trưng cho sự chính xác duy trì tốc độ đặt (ω_d)

$$s\% = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} 100\% = \Delta\omega_c^* \% = \frac{1}{\beta^*}$$

ω - tốc độ làm việc thực của động cơ.

ω_0 - tốc độ không tải của động cơ.

$\Delta\omega_c$ - độ sụt tốc độ khi mômen tải thay đổi $M_c = 0 \rightarrow M_{đm}$.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Sai số tĩnh tốc độ càng nhỏ \rightarrow điều chỉnh càng chính xác, và trường hợp lí tưởng ta có hệ điều chỉnh tuyệt đối chính xác khi $s\% = 0$.

Trong thực tế, cần phải thiết kế các hệ truyền động điều chỉnh có độ chính xác đáp ứng yêu cầu công nghệ của máy sản xuất:

Truyền động chính của máy cắt gọt kim loại: $s\% = 10\%$;

Truyền động ăn dao: $s\% = 5\%$, ...

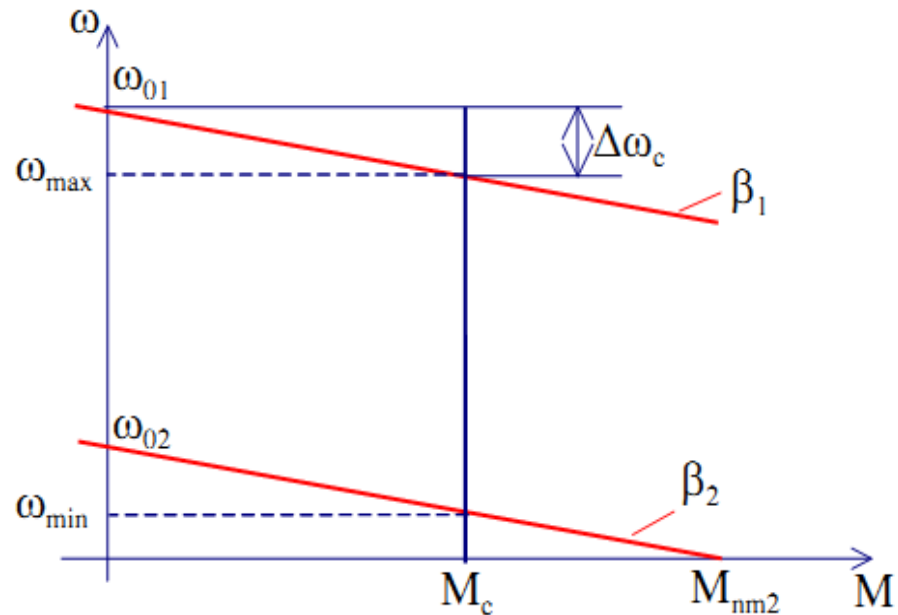
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

b. Phạm vi điều chỉnh tốc độ D

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

Giá trị tốc độ ω_{\max} bị hạn chế bởi độ bền cơ học của động cơ, và điều kiện chuyển mạch.

Tốc độ ω_{\min} bị hạn chế bởi yêu cầu về mômen khởi động, về khả năng quá tải và về sai số tốc độ làm việc cho phép.



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Trường hợp phối hợp hai phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng điện:

+ Thay đổi điện áp phần ứng động cơ một chiều sẽ điều chỉnh tốc độ từ ω_{\min} đến $\omega_{đm}$,

+ Thay đổi từ thông kích từ thì điều chỉnh tốc độ từ $\omega_{đm}$ đến ω_{\max} .

Khi đó có “hệ điều chỉnh hai vùng tốc độ” và có dải điều chỉnh rộng:

$$D = \frac{\omega_{đm}}{\omega_{\min}} \frac{\omega_{\max}}{\omega_{đm}} = D_u D_\Phi$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Giả thiết các đặc tính cơ là tuyến tính, có độ cứng không đổi $\beta_1 = \beta_2$, mômen tải không đổi M_c , sai số tốc độ tương ứng:

$$s_1 \% = \frac{M_c}{\omega_{01}\beta_1} 100\%; \quad s_2 \% = \frac{M_c}{\omega_{02}\beta_2} 100\%$$

Nếu gọi bội số mômen khởi động là $K_{nm2} = M_{nm2}/M_c$:

$$s_2 \% = \frac{1}{K_{nm2}} 100\%; \quad s_2 \% = \left(1 - \frac{\omega_{\min}}{\omega_{02}} \right) 100\%$$

$$\rightarrow \omega_{\min} = (1 - s_2) \frac{M_c K_{nm2}}{\beta_2}$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Qua đó ta thấy được quan hệ giữa D , $s\%$, β và K_{nm} .

Theo khả năng quá tải, ta có thể xác định phạm vi điều chỉnh:

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{\beta_{tn}^* - 1}{\beta_{\min}^* - 1} \frac{\beta_{\min}^*}{\beta_{tn}^*}$$

Trong đó:

$$\beta_{\min} = \frac{k_{qt} \cdot M_{đm}}{\omega_0}; \beta_{\min}^* = k_{qt}; k_{qt} = \frac{M_{nm.min}}{M_{đm}}$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.2.3. Độ trơn điều chỉnh tốc độ φ

Là sự chênh lệch giữa 2 cấp tốc độ liên nhau:

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

Trong đó:

ω_i - tốc độ ổn định đạt được ở cấp i .

ω_{i+1} - tốc độ ổn định đạt được ở cấp kế tiếp ($i+1$).

Hệ số φ càng nhỏ càng tốt, lý tưởng là $\varphi \rightarrow 1$: đó là hệ điều chỉnh vô cấp. Còn hệ điều chỉnh có cấp: $\varphi \neq 1$.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

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

Với các động cơ thì chế độ làm việc tối ưu thường là chế độ định mức của động cơ. Để sử dụng tốt động cơ khi điều chỉnh tốc độ cần lưu ý đến các chỉ tiêu: dòng điện động cơ không vượt quá dòng định mức, đảm bảo khả năng quá tải về mômen (trong khoảng thời gian ngắn), đảm bảo yêu cầu về ổn định tĩnh khi có nhiễu v.v... trong toàn dải điều chỉnh.

Vì vậy khi thiết kế hệ truyền động có điều chỉnh tốc độ, người ta thường chọn hệ truyền động cũng như phương pháp điều chỉnh, sao cho đặc tính điều chỉnh của hệ bám sát yêu cầu đặc tính của tải. Nếu đảm bảo được điều kiện này thì tổn thất trong quá trình điều chỉnh sẽ nhỏ nhất.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.2.5. Chỉ tiêu kinh tế

Nhiều trường hợp, chỉ tiêu kinh tế là chỉ tiêu quyết định sự lựa chọn phương án truyền động.

Hệ truyền động điện điều chỉnh tốc độ cần đạt có vốn đầu tư thấp, giá thành hạ, chi phí vận hành, bảo quản, sửa chữa ít, đặc biệt là tổn thất năng lượng khi điều chỉnh và vận hành nhỏ. Năng suất của máy sản xuất do hệ điều chỉnh mang lại.

Tổn thất năng lượng bao gồm tổn thất nhiệt và tổn thất cơ:

$$\Delta W = \Delta W_j + \Delta W_{c.t}$$

$$\Delta W = \int_{\omega_1}^{\omega_2} J_{\Sigma} (\omega_0 - \omega) d\omega + \int_{t_1}^{t_2} M_c (\omega_0 - \omega) dt$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Việc tính toán cụ thể các chỉ tiêu liên quan nêu trên sẽ cho thấy hiệu quả kinh tế, thời gian hoàn vốn và lợi ích nhờ việc sử dụng hệ điều chỉnh đã chọn.

Thường căn cứ các chỉ tiêu kỹ thuật để đề xuất vài phương án điều chỉnh, sau đó tính toán kinh tế để so sánh hiệu quả và quyết định chọn hệ thống hoặc phương pháp điều chỉnh thông số đầu ra của động cơ.

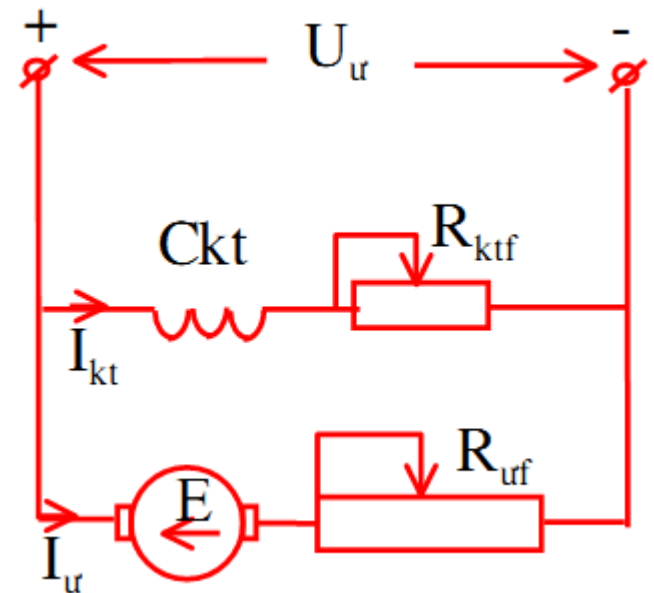
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU BẰNG THAY ĐỔI THÔNG SỐ

3.3.1. Điều chỉnh tốc độ động cơ kích từ độc lập bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch phần ứng

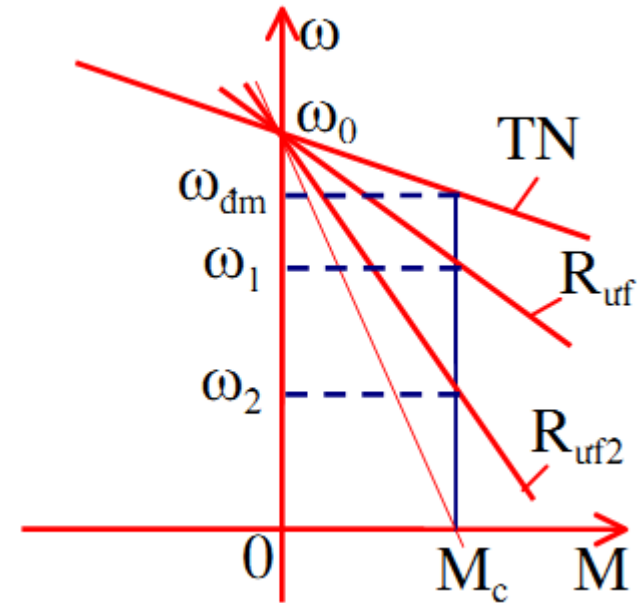
Phương trình đặc tính cơ tổng quát:

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



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Khi thay đổi R_f thì $\omega_0 = \text{const}$ còn $\Delta\omega$ thay đổi, vì vậy ta được các đường đặc tính điều chỉnh có cùng ω_0 và dốc dần khi R_f càng lớn, với tải như nhau thì tốc độ càng thấp



Như vậy: $0 < R_{f1} < R_{f2} < \dots$ thì $\omega_{đm} > \omega_1 > \omega_2 > \dots$, nhưng nếu tăng R_f đến một giá trị nào đó thì sẽ làm cho $M = < M_c$ và như thế động cơ sẽ không quay được và ở chế độ ngắn mạch, $\omega = 0$.

Từ lúc này, ta có thay đổi R_f thì tốc độ vẫn bằng không, nghĩa là không điều chỉnh được tốc độ động cơ, do đó phương pháp điều chỉnh này là phương pháp điều chỉnh không triệt để.

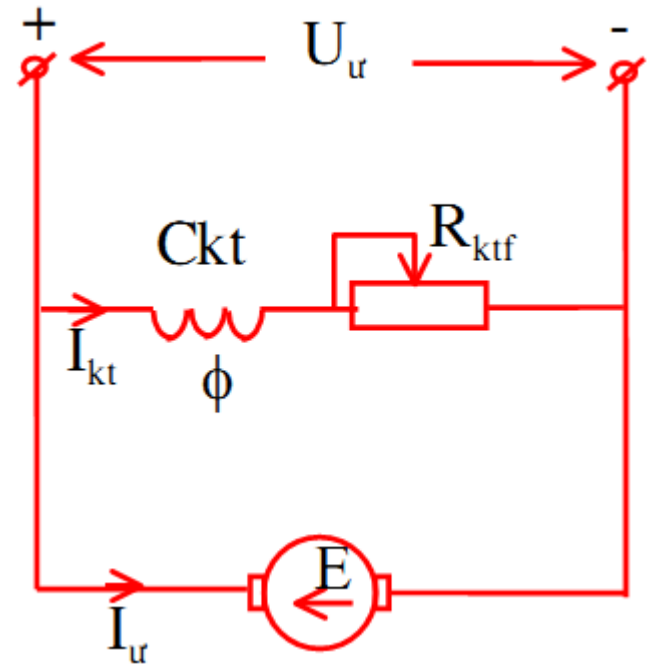
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.3.2. Điều chỉnh tốc độ động cơ kích từ độc lập bằng cách thay đổi từ thông kích từ của động cơ

Phương trình đặc tính cơ tổng quát:

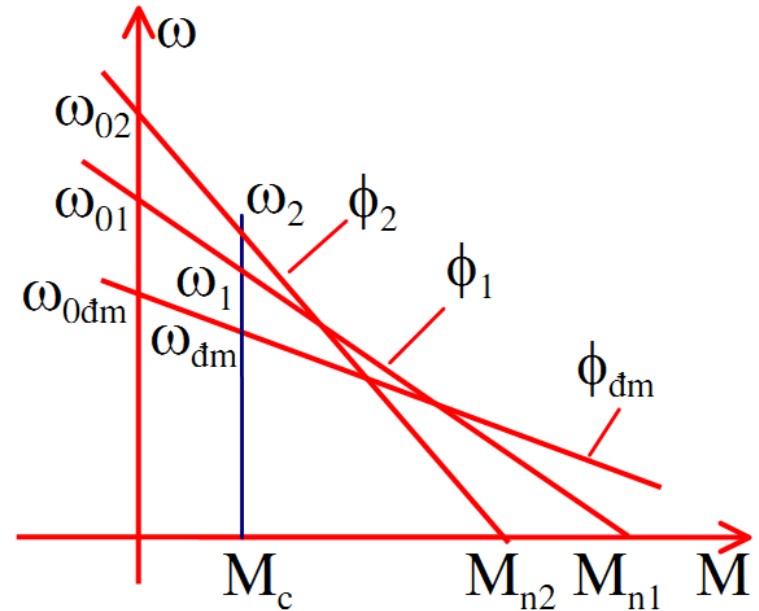
$$\omega = \frac{U}{K \cdot \phi} - \frac{R + R_f}{(K \cdot \phi)^2} M$$

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega$$



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Khi thay đổi $\Phi \rightarrow \omega_0$ và $\Delta\omega$ đều thay đổi, vì vậy ta sẽ được các đường đặc tính điều chỉnh dốc dần (độ cứng β giảm) và cao hơn đặc tính cơ tự nhiên khi Φ càng nhỏ, với tải như nhau thì tốc độ càng cao khi giảm từ thông Φ



Như vậy: $\Phi_{dm} > \Phi_1 > \Phi_2 > \dots$ thì $\omega_{dm} < \omega_1 < \omega_2 < \dots$,

Nhưng nếu giảm Φ quá nhỏ thì có thể làm cho tốc độ động cơ lớn quá giới hạn cho phép, hoặc làm cho điều kiện chuyển mạch bị xấu đi do dòng phản ứng tăng cao, hoặc để đảm bảo chuyển mạch thì cần phải giảm dòng phản ứng và như vậy sẽ làm cho mômen cho phép trên trục động cơ giảm nhanh, dẫn đến động cơ bị quá tải.

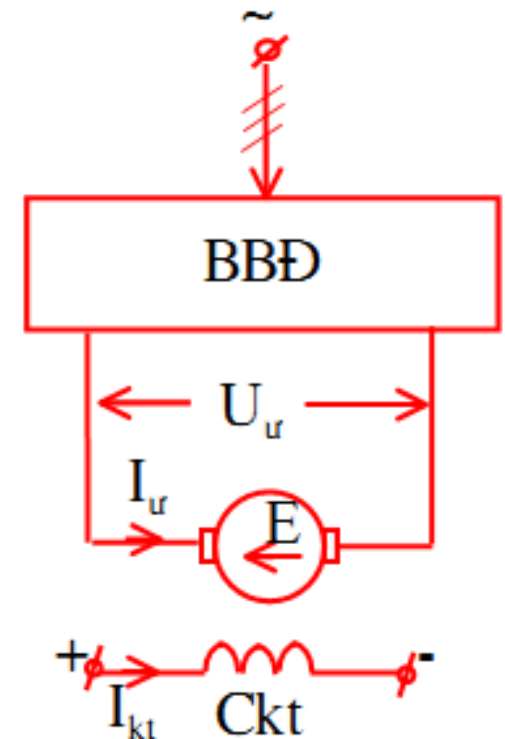
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.3.3. Điều chỉnh tốc độ động cơ kích từ độc lập bằng cách thay đổi điện áp phần ứng

Phương trình đặc tính cơ tổng quát:

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

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega$$

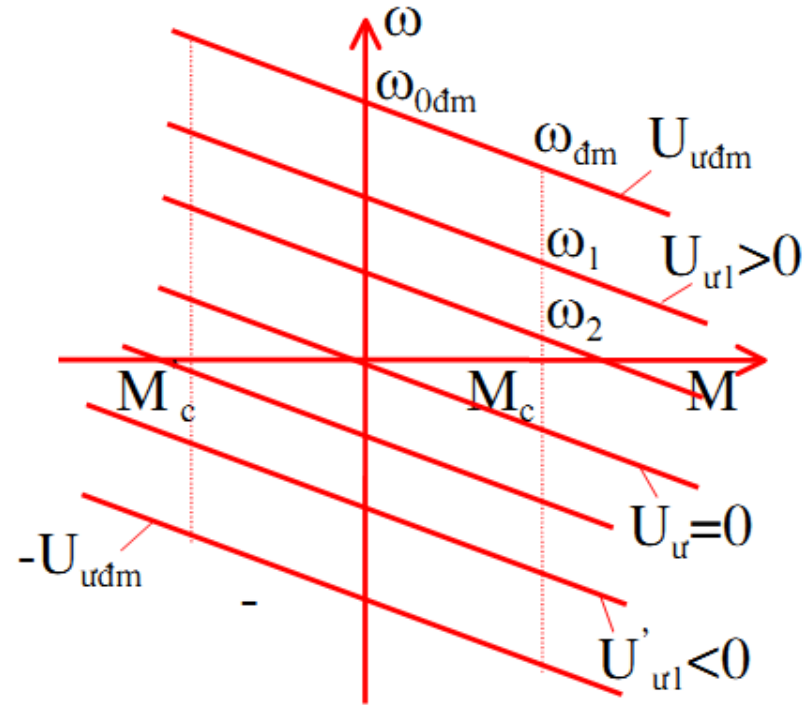


CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

khi thay đổi U_{ν} thì ω_0 thay đổi còn $\Delta \omega = \text{const}$, vì vậy ta sẽ được các đường đặc tính điều chỉnh song song với nhau.

Nhưng muốn thay đổi U_{ν} thì phải có bộ nguồn một chiều thay đổi được điện áp ra, thường dùng các bộ biến đổi

Các bộ biến đổi có thể là: Bộ biến đổi máy điện: dùng máy phát điện một chiều (F), máy điện khuếch đại (MĐKĐ); Bộ biến đổi từ: khuếch đại từ (KĐT) một pha, ba pha; Bộ biến đổi điện tử - bán dẫn: các bộ chỉnh lưu (CL) dùng tiristor, các bộ băm điện áp (BĐA) dùng thyristor, transistor, ...



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Ví dụ 3-1:

Động cơ kích từ độc lập có các thông số: $P_{đm} = 29\text{KW}$; $U_{đm} = 220\text{V}$;
 $I_{đm} = 151\text{A}$; $n_{đm} = 1000\text{vg/ph}$; $R_u = 0,07\Omega$; và hệ số quá tải $k_{qt} = 2$.

Hãy xác định tốc độ cực tiểu và dải điều chỉnh theo khả năng quá tải yêu cầu?

Giải:

Điện trở định mức của động cơ:

$$R_{đm} = U_{đm} / I_{đm} = 220 / 151 = 1,45(\Omega)$$

Giá trị tương đương của điện trở phản ứng:

$$R^* = R / R_{đm} = 0,07 / 1,45 = 0,048$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Độ cứng đặc tính cơ tự nhiên:

$$\beta_{tn}^* = 1/R^* = 1/0,048 = 20,8$$

Độ cứng đặc tính cơ thấp nhất:

$$\beta_{min}^* = k_{qt} = 2$$

Giá trị tương đối của tốc độ cực đại (tốc độ định mức) của động cơ:

$$n_{max}^* = \omega_{max}^* = \frac{\omega_{đm}}{\omega_0} = \frac{n_{đm}}{n_0} = 1 - \frac{1}{\beta^*} = 1 - R^*$$

$$n_{max}^* = 1 - 0,048 = 0,952$$

Tốc độ không tải lý tưởng: $n_0 = \frac{n_{đm}}{n_{đm}^*} = \frac{1000}{0,952} = 1050(\text{vg/ph})$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Giá trị tương đối của tốc độ cực tiểu:

$$n_{\min}^* = \omega_{\min}^* = 1 - \frac{1}{\beta_{\min}^*} = 1 - \frac{1}{2} = 0,5$$

Tốc độ quay cực tiểu của động cơ:

$$n_{\min} = n_{\min}^* n_0 = 0,5 \cdot 1050 = 525 (\text{vg/ph})$$

Từ giá trị của tốc độ cực đại và tốc độ cực tiểu \rightarrow phạm vi điều chỉnh tốc độ:

$$D = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{1000}{525} = 1,9$$

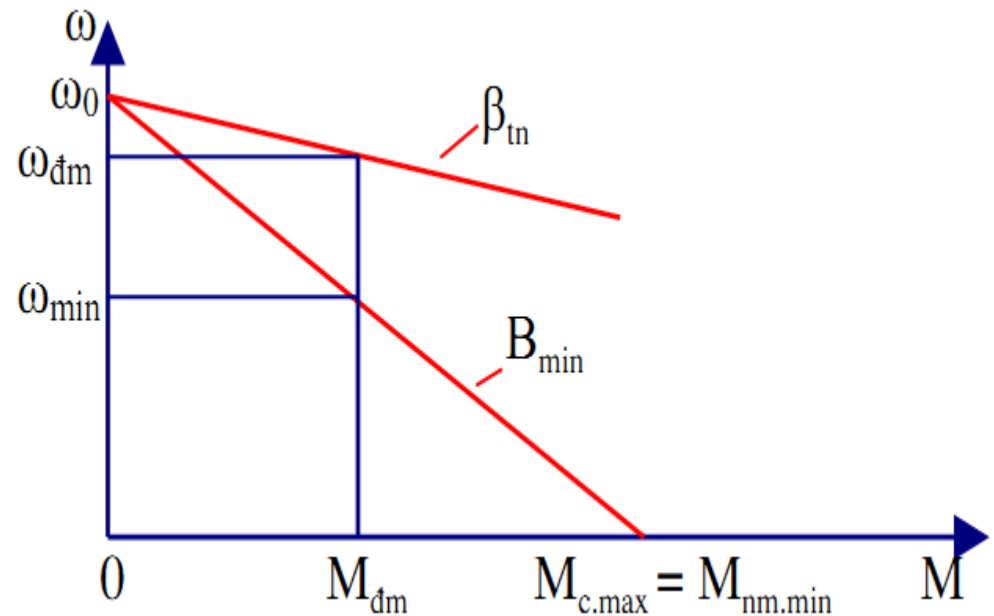
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Tính theo cách khác với $\beta_{\min}^* = k_{qt} = 2$; $\beta_{tn}^* = 20,8$

$$D = \frac{\beta_{tn}^* - 1}{\beta_{\min}^* - 1} \frac{\beta_{\min}^*}{\beta_{tn}^*}$$

$$D = \frac{20,8 - 1}{2 - 1} \frac{2}{20,8}$$

$$D = 1,9$$



Qua ví dụ trên ta thấy phạm vi điều chỉnh như vậy là rất hẹp.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Tuy nhiên, nếu xét theo yêu cầu về sai số tốc độ cho phép thì dải điều chỉnh còn hẹp hơn nữa hoặc thậm chí còn không thể điều chỉnh được tốc độ.

Thực vậy, ta biết: $s\% = \Delta\omega_c^* = R_\Sigma^*$

$$\omega_{\min} = \omega_0 - \omega_{c.cp}; \omega_{\min}^* = 1 - s\% = 1 - R_\Sigma^*$$

Nếu $s\%_{cp} = 10\%$ thì $D = 1,05 \div 1$, nghĩa là hầu như không thể điều chỉnh được.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KĐB BẰNG THAY ĐỔI THÔNG SỐ

3.4.1. Vấn đề chung về điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB

Động cơ KĐB, được sử dụng rộng rãi trong thực tế do có nhiều ưu điểm, trong đó nổi bật:

+ Cấu tạo đơn giản, làm việc tin cậy, vốn đầu tư thấp, giá thành hạ, trọng lượng, kích thước nhỏ hơn khi dùng công suất định mức so với động cơ một chiều.

+ Sử dụng trực tiếp I-ới điện xoay chiều 3 pha...

Tuy nhiên, việc điều chỉnh tốc độ và khống chế các quá trình quá độ khó khăn hơn, các động cơ ĐK lồng sóc có các chỉ tiêu khởi động xấu, (dòng khởi động lớn, mômen khởi động nhỏ).

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Trong thời gian gần đây, do phát triển công nghiệp chế tạo bán dẫn công suất và kỹ thuật điện tin học, động cơ KĐB được khai thác các ưu điểm của chúng.

Hệ truyền động xoay chiều KĐB trở thành hệ truyền động cạnh tranh có hiệu quả so với hệ Thyristor - Động cơ điện một chiều.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Qua phương trình đặc tính cơ của động cơ $M = \frac{2M_{th}(1 + a.s_{th})}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s} + 2a.s_{th}}$

$$\text{Với } s_{th} = \pm \frac{R'_{2\Sigma}}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$$

$$M_{th} = \pm \frac{3U_{lf}^2}{2\omega_0(R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2})}$$

Khi thay đổi các thông số điện trở, điện kháng, điện áp, tần số, số đôi cực thì sẽ thay đổi được s_{th} , M_{th} và sẽ điều chỉnh được tốc độ của động cơ KĐB.

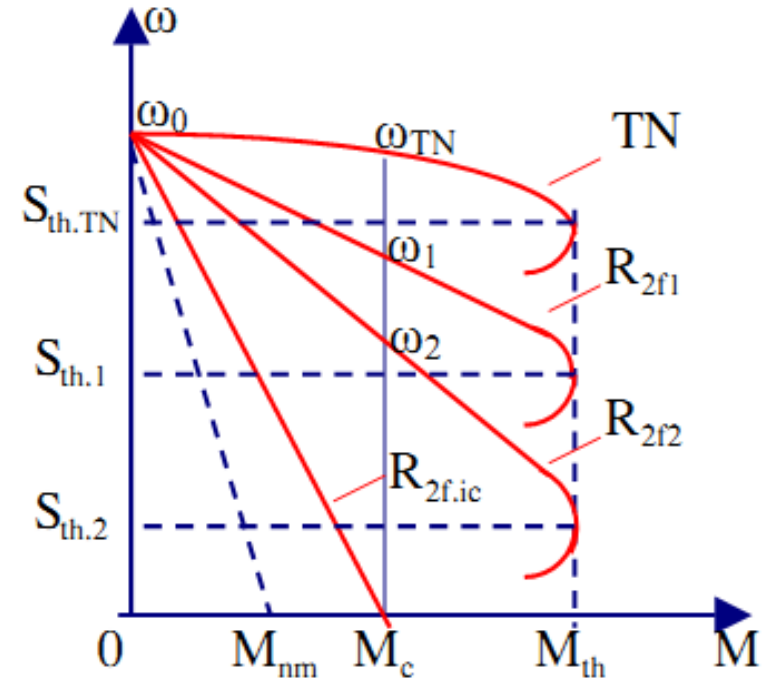
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.4.2. Phương pháp thay đổi điện trở phụ mạch rôto (R_{2f})

Khi thay đổi điện trở phụ trong mạch rôto động cơ KĐB sẽ làm cho s_{th} thay đổi tỷ lệ còn M_{th} thì không thay đổi, vì vậy sẽ thay đổi được tốc độ ω của động cơ như trên hình bên.

Nguyên lý điều chỉnh:

Khi thay đổi R_{2f} với các giá trị khác nhau, thì s_{th} sẽ thay đổi theo tỷ lệ, còn $M_{th} = \text{const}$, ta được họ đặc tính cơ có chung ω_0 , M_{th} , có tốc độ khác nhau và có các tốc độ làm việc xác lập tương ứng.



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

$$0 < R_{2.f1} < R_{2.f2} < \dots < R_{2f.ic} < \dots$$

$$S_{thTN} < S_{th1} < S_{th2} < \dots < S_{th.ic} < \dots$$

$$\Delta\omega_{TN} < \Delta\omega_1 < \Delta\omega_2 < \dots < \Delta\omega_{ic} < \dots$$

$$\omega_{TN} > \omega_1 > \omega_2 > \dots > \omega_{ic} > \dots$$

Như vậy, khi R_{2f} càng lớn để điều chỉnh tốc độ càng nhỏ, thì độ cứng đặc tính cơ càng dốc, sai số tĩnh càng lớn, tốc độ làm việc càng kém ổn định, thậm chí khi $R_{2f} = R_{2f.ic}$, dẫn đến $M_{nm} = M_c$ cho động cơ không quay được ($\omega = 0$).

Và khi thay đổi các giá trị $R_{2f.i} > R_{2f.ic}$ thì tốc độ động cơ vẫn bằng không ($\omega = 0$), nghĩa là không điều chỉnh được tốc độ, hay còn gọi là điều chỉnh không triệt để.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Các chỉ tiêu chất lượng của phương pháp:

Phương pháp này có sai số tĩnh lớn, nhất là khi điều chỉnh càng sâu thì $s\%$ càng lớn, có thể $s\% > s\%_{cp}$.

Phạm vi điều chỉnh hẹp (thường $D = 2 \div 3$).

Độ tinh khi điều chỉnh: $\varphi \neq 1$ (điều chỉnh có cấp).

Vùng điều chỉnh dưới tốc độ định mức ($\omega < \omega_{đm}$).

Phù hợp với phụ tải thế năng, vì khi điều chỉnh mà giữ dòng điện rôto không đổi thì mômen cũng không đổi ($M \sim M_c$).

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

*** Ưu điểm:**

- + Đơn giản, rẻ tiền, dễ điều chỉnh tốc độ động cơ.
- + Thường dùng điều chỉnh tốc độ cho các phụ tải dạng thể năng ($M_c = \text{const}$).

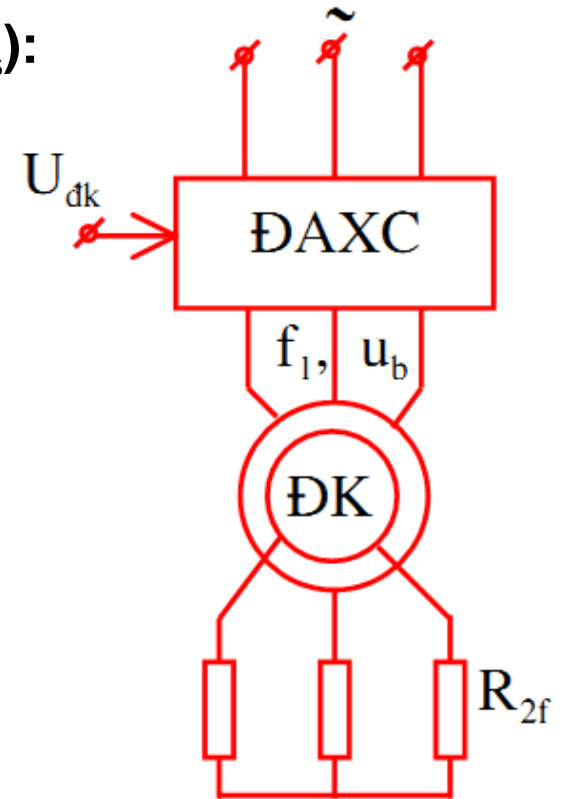
*** Nhược điểm:**

- + Điều chỉnh không triệt để, khi điều chỉnh càng sâu thì sai số tĩnh càng lớn.
- + Phạm vi điều chỉnh hẹp.
- + Điều chỉnh trong mạch rôto, với dòng lớn nên phải thay đổi từng cấp điện trở phụ, công suất điều chỉnh lớn, tổn hao năng lượng trong quá trình điều chỉnh lớn

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.4.3. Phương pháp thay đổi điện áp stato (U_s):

Mômen tỉ lệ với bình phương điện áp stato, nên có thể điều chỉnh mômen và tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp stato và giữ tần số không đổi nhờ bộ biến đổi điện áp xoay chiều (ĐAXC)



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Nếu coi bộ ĐAXC là nguồn lí tưởng ($Z_b = 0$), khi $U_b \neq U_{đm}$ thì mômen tới hạn $M_{th.u}$ tỉ lệ với bình phương điện áp, còn tốc độ trượt không đổi, $s_{th.u} = \text{const}$:

$$M_{th.u} = M_{th.gh} \left(\frac{U_b}{U_1} \right)^2 = M_{th} U_b^{*2}$$

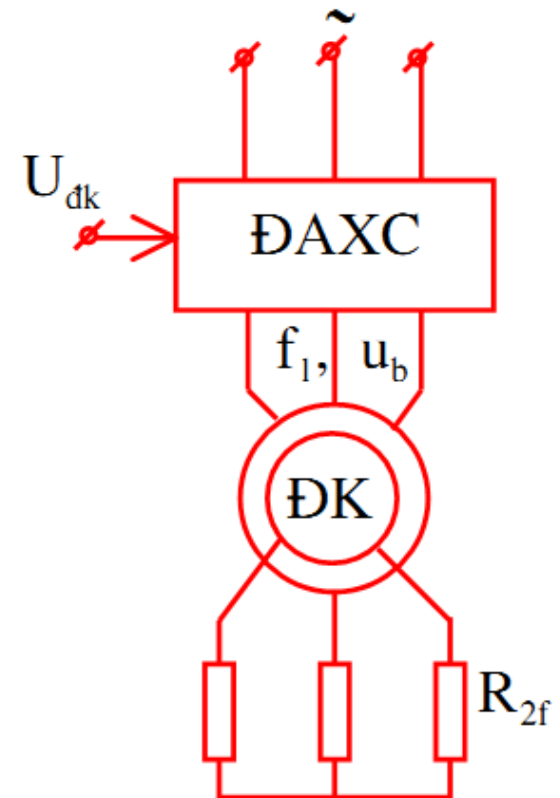
$$s_{th.u} = s_{th.gh} = \text{const}$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Để cải thiện dạng đặc tính điều chỉnh và giảm bớt mức phát nóng của động cơ, người ta mắc thêm điện trở R_{2f} . Khi đó, nếu điện áp đặt vào stato là định mức ($U_b = U_1$) thì ta được đặc tính mềm hơn đặc tính tự nhiên, gọi là đặc tính giới hạn.

$$s_{th.gh} = s_{th} \frac{R_2 + R_{2f}}{R_2}$$

$$M_{th.gh} = M_{th}$$



Trong đó: $M_{th.gh}$; $s_{th.gh}$ – mômen và hệ số trượt tới hạn của đặc tính giới hạn (đ/t GH).

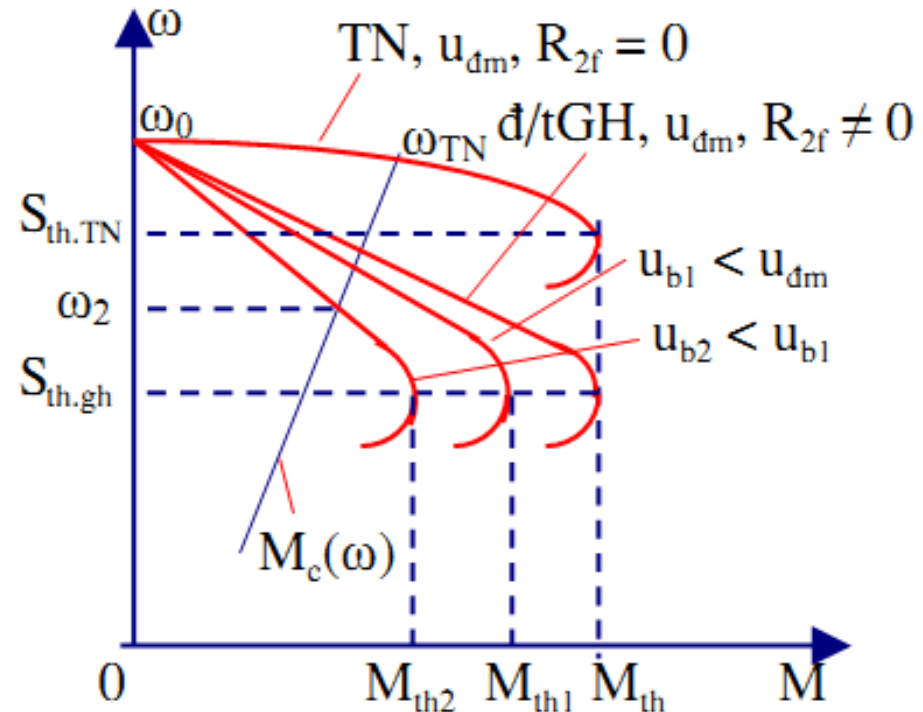
M_{th} ; s_{th} – mômen và hệ số trượt tới hạn của đặc tính tự nhiên

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Dựa vào đặc tính giới hạn $M_{gh}(s)$, và nếu $\omega = \text{const}$, ta suy ra đặc tính điều chỉnh ứng với giá trị U_b cho trước nhờ quan hệ:

$$M_u^* = U_b^{*2}$$

$$M_u^* = \frac{M_u}{M_{gh}}$$



Phương pháp điều chỉnh điện áp chỉ thích hợp với truyền động mà mômen tải là hàm tăng theo tốc độ như: máy bơm, quạt gió, ...

Có thể dùng máy biến áp tự ngẫu, điện kháng, hoặc bộ biến đổi bán dẫn làm bộ ĐAXC.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.4.4. Phương pháp thay đổi số đôi cực (p)

Theo quan hệ:

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

Trong đó: f_1 – tần số lưới điện, p – số đôi cực.

Vậy, thay đổi số đôi cực p , sẽ điều chỉnh được ω_0 và sẽ điều chỉnh được ω .

Để có thể thay đổi được số đôi cực p , người ta phải chế tạo những động cơ đặc biệt, có các tổ dây quấn stato khác nhau để tạo ra được số đôi cực p khác nhau, gọi là máy đa tốc.

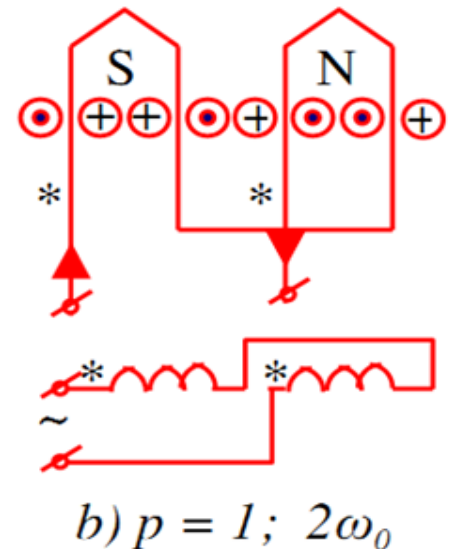
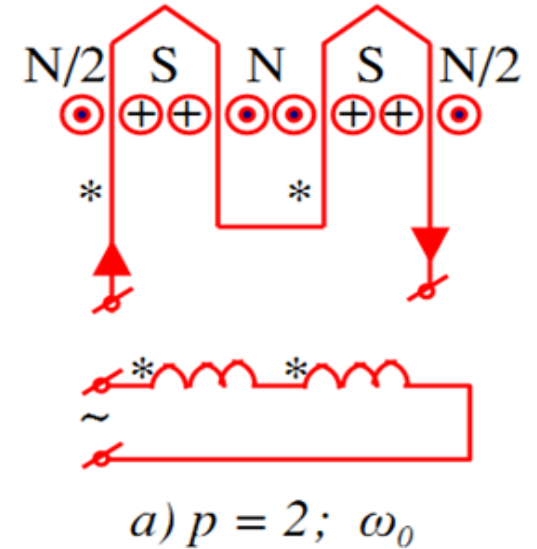
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Ví dụ ta có một tổ nối dây stato (1 pha) gồm 2 đoạn, mỗi đoạn là một phần tử.

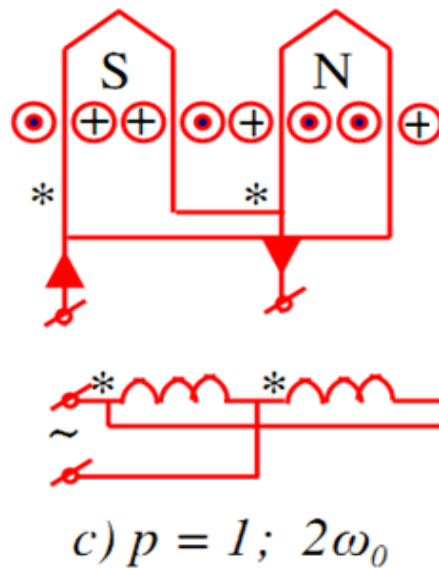
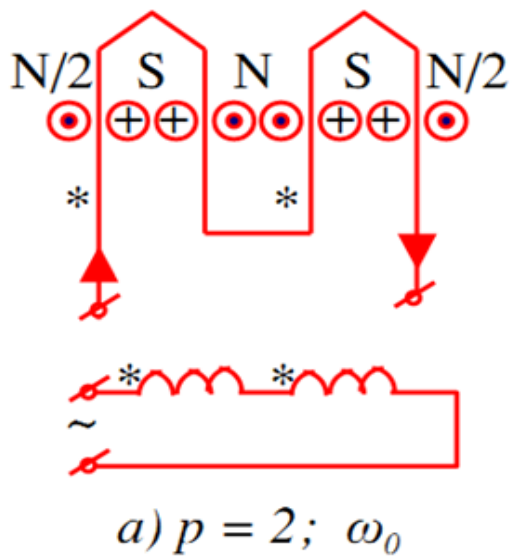
Nếu ta đấu nối tiếp 2 đoạn đó thuận cực nhau (đánh dấu * trên hình vẽ), thì do đường sức từ phân bố trên như trên hình a, nên số cực sẽ là 4 và $p = 2$.

Bằng cách đổi nối đơn giản các tổ dây quấn, số cực từ trong trường hợp này là 2 và $p = 1$ tốc độ từ trường quay: $\omega_0' = 2\omega_0$.

Tốc độ được điều chỉnh: từ ω_0 ở sơ đồ a thành $2\omega_0$ như ở sơ đồ b, và điều chỉnh được tốc độ ω của động cơ.

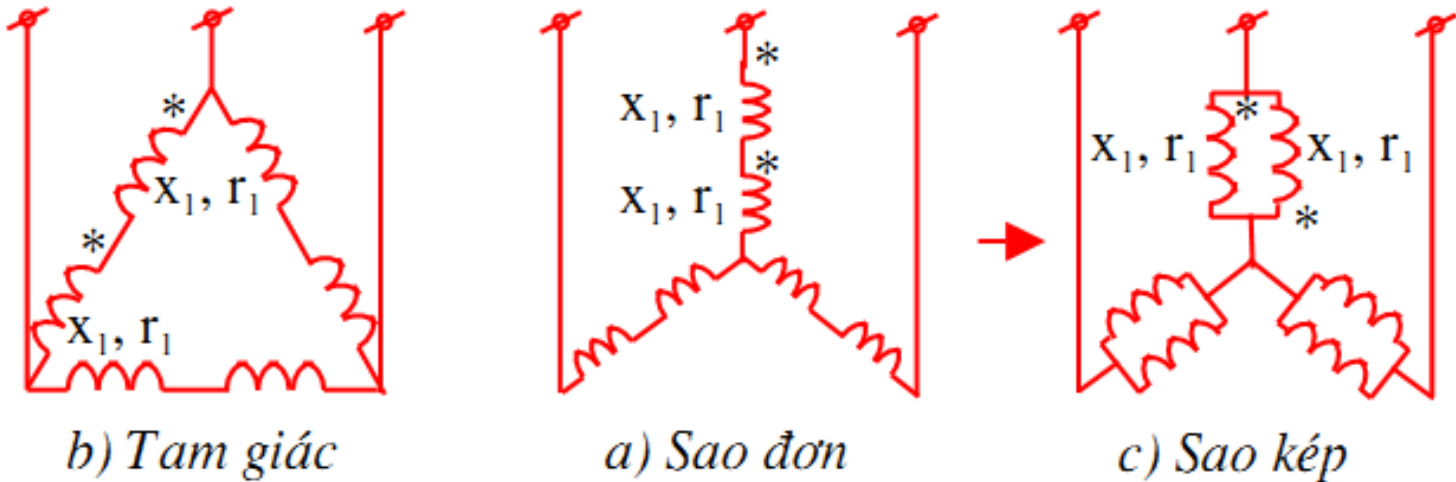


CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Thực tế, các động cơ KĐB đa tốc độ thường thực hiện đổi nối theo hai cách: hình sao Y – sao kép (YY) và tam giác Δ – sao kép (YY)



Khi nối Δ hoặc Y, hai đoạn dây quấn mỗi pha được đấu nối tiếp thuận, nên ta giả thiết khi đó $p = 2$ và tương ứng tốc độ đồng bộ ω_o . Khi đổi nối thành YY, các đoạn dây quấn sẽ nối song song ngược cực, nên số đôi cực $p = 1$, tốc độ đồng bộ tăng gấp đôi ($\omega_{o(YY)} = 2\omega_o$).

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Để dựng các đặc tính điều chỉnh, ta cần xác định các trị số M_{th} , s_{th} và ω_0 cho từng cách nối dây.

Đối với trường hợp $\Delta \rightarrow YY$ ta có các quan hệ khi nối Δ , hai phân đoạn dây quấn stato đầu nối tiếp:

$$R_1 = 2.r_1; X_1 = 2.x_1$$

$$R_2 = 2.r_2; X_2 = 2.x_2; X_{nm} = 2.x_{nm}$$

Trong đó: r_1, r_2, x_1, x_2 là điện trở và điện kháng mỗi đoạn dây stato và rôto.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Điện áp trên dây quấn mỗi pha là $U_{f\Delta} = \sqrt{3}U_1$. Do đó:

$$S_{th.\Delta} = \frac{R'_{2\Delta}}{\sqrt{R_{1\Delta} \pm (X_{1\Delta} + X'_{2\Delta})}} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_{nm}^2}}$$

$$M_{th.\Delta} = \frac{3(\sqrt{3}U_1)^2}{2\omega_0[R_{1\Delta} \pm \sqrt{X_{1\Delta}^2 + X_{nm\Delta}^2}]} = \frac{9U_1^2}{4\omega_0[r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_{nm}^2}]}$$

Nếu đổi thành YY:

$$R_{1YY} = \frac{1}{2}r_1; X_{1YY} = \frac{1}{2}x_1; R_{2YY} = \frac{1}{2}r_2; X_{2YY} = \frac{1}{2}x_2$$

Điện áp trên dây quấn mỗi pha là $U_{fYY} = U_1$. Do đó:

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

$$S_{th.YY} = \frac{R'_{2YY}}{\sqrt{R_{1YY} \pm (X_{1YY} + X'_{2YY})}} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_{nm}^2}}$$

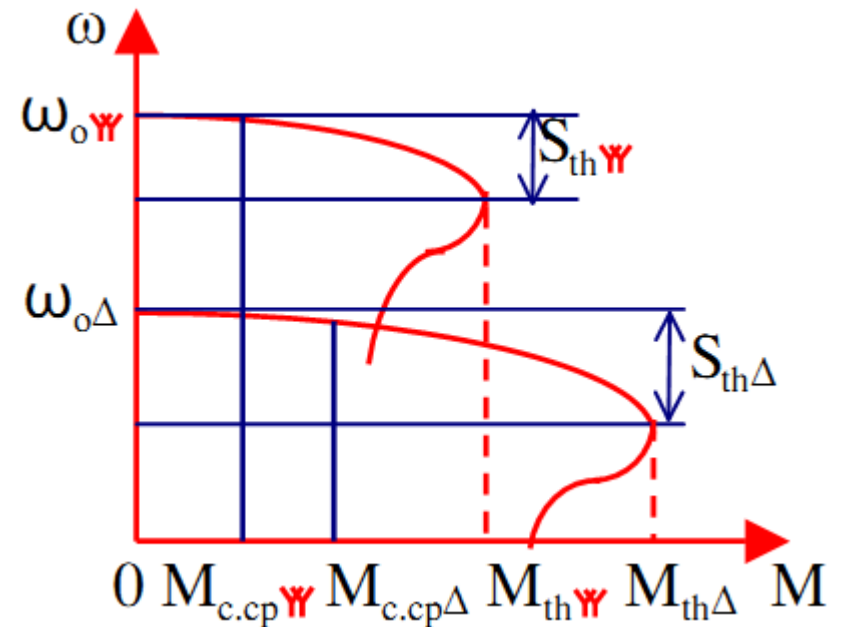
$$M_{th.YY} = \frac{3U_1^2}{2\omega_0[R_{1YY} \pm \sqrt{X_{1YY}^2 + X_{nmYY}^2}]} = \frac{3U_1^2}{4\omega_0[r_1 \pm \sqrt{r_1^2 + x_{nm}^2}]}$$

$$\rightarrow \frac{M_{th.YY}}{M_{th.\Delta}} = \frac{2}{3}$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Như vậy, khi đổi nối $\Delta \rightarrow Y$, tốc độ không tải lý tưởng tăng lên 2 lần ($\omega_{oY} = 2\omega_{o\Delta}$), độ trượt tới hạn không đổi (giá trị tương đối), còn mômen tới hạn giảm đi 1/3 lần.

Đặc tính điều chỉnh có dạng như trên hình



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Đối với trường hợp đổi nối $Y \rightarrow YY$, cũng suy luận tương tự. Khi nối Y , các phân đoạn dây quấn đầu nối tiếp và $U_{1Y} = U_1$, nên:

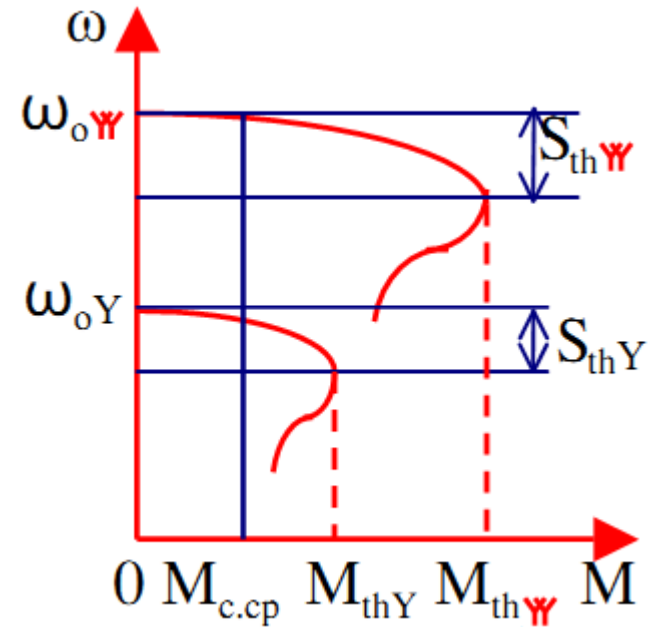
$$S_{th.Y} = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + X_{nm}^2}}$$
$$M_{th.Y} = \frac{3U_1^2}{4\omega_0[r_1 \pm \sqrt{r_1^2 + X_{nm}^2}]}$$

So sánh với các biểu thức tương ứng của sơ đồ sao kép ta được:

$$S_{th.Y} = S_{th.YY}; M_{th.Y} = \frac{1}{2} M_{th.YY}$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Như vậy, tốc độ không tải lý tưởng và mômen tới hạn tăng gấp đôi, còn hệ số trượt tới hạn vẫn giữ nguyên.



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Để xác định phụ tải cho phép khi điều chỉnh tốc độ, xuất phát từ giá trị công suất rồi suy ra mômen. Đổi nối $\Delta \rightarrow YY$:

$$\text{Khi nối } \Delta: P_{c.cp\Delta} = 3\sqrt{3}U_1 I_{1đm} \cos\varphi_{\Delta} \eta_{\Delta}$$

$$\text{Khi nối } YY: P_{c.cpYY} = 3\sqrt{3}U_{1YY} I_{1đmYY} \cos\varphi_{YY} \eta_{YY}$$

$$\text{Do đó: } \frac{P_{c.cpYY}}{P_{c.cp\Delta}} = \frac{2\cos\varphi_{YY}\eta_{YY}}{\sqrt{3}\cos\varphi_{\Delta}\eta_{\Delta}} \approx 1$$

Thực tế cho phép coi $P_{c.cp\Delta} \approx P_{c.cpYY}$, vì hệ số công suất và hiệu suất khi nối YY cao hơn khi nối Δ (khi nối YY, điện áp đặt lên từng đoạn dây quấn lớn hơn khi nối Δ) nên dòng từ hóa tăng một cách vô ích:

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Quan hệ của mômen tải cho phép:

$$\frac{M_{c.cpYY}}{M_{c.cp\Delta}} \approx \frac{P_{c.cpYY} / \omega_{0YY}}{P_{c.cp\Delta} / \omega_{0\Delta}} \approx \frac{\omega_{0\Delta}}{\omega_{0YY}} = \frac{1}{2}$$

Như vậy, khi đổi nối $\Delta \rightarrow YY$, mômen phụ tải cho phép của động cơ giảm đi hai lần, còn công suất cho phép thì được giữ không đổi:

$$P_{cp} = \text{const}$$

Điều đó chứng tỏ phương pháp đổi nối này phù hợp với những máy có mômen tải tỷ lệ nghịch với tốc độ.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Nếu đặt: $\lambda = M_{th} / M_{c.cp}$ ta thấy:

$$\frac{\lambda_{YY}}{\lambda_{\Delta}} \approx \frac{M_{thYY} / M_{c.cpYY}}{M_{th\Delta} / M_{c.cp\Delta}} = \frac{4}{3}$$

Nghĩa là khi đổi nối $\Delta \rightarrow YY$, khả năng quá tải của động cơ tăng lên 4/3 lần

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Đổi nối $Y \rightarrow YY$:

$$\text{Khi nối } Y: \quad P_{c.cp\Delta} = 3\sqrt{3}U_1 I_{1dm} \cos\varphi_{\Delta} \eta_{\Delta}$$

So sánh với trường hợp nối YY :

$$\frac{P_{c.cpYY}}{P_{c.cpY}} = \frac{2\cos\varphi_{YY}\eta_{YY}}{\sqrt{3}\cos\varphi_Y\eta_Y} \approx 2$$

$$\frac{M_{c.cpYY}}{M_{c.cpY}} \approx \frac{P_{c.cpYY}/\omega_{0YY}}{P_{c.cpY}/\omega_{0Y}} = 1$$

Như vậy, khi đổi nối $Y \rightarrow YY$, mômen tải cho phép của động cơ được giữ không đổi, còn công suất cho phép thì tăng 2 lần. Điều đó có nghĩa là phương pháp đổi nối này phù hợp với những máy có mômen tải không đổi ($M_c = \text{const}$).

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Quan hệ của hệ số quá tải

$$\frac{\lambda_{YY}}{\lambda_Y} \approx \frac{M_{thYY}/M_{c.cpYY}}{M_{thY}/M_{c.cpY}} = 2$$

Nghĩa là khi đổi nối $Y \rightarrow YY$, khả năng quá tải của động cơ tăng lên 2 lần.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh đổi nối:

+ Ưu điểm: thiết bị đơn giản, rẻ tiền, các đặc tính cơ đều cứng và khả năng điều chỉnh triệt để (điều chỉnh cả tốc độ không tải lý tưởng).

Nhờ các đặc tính cơ cứng, nên độ chính xác duy trì tốc độ cao và tổn thất trượt khi điều chỉnh thực tế không đáng kể.

+ Nhược điểm: độ tinh kém (độ mượt điều chỉnh), giải điều chỉnh không rộng và kích thước động cơ lớn.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.4.5. Phương pháp thay đổi tần số (f_1)

a. Vấn đề thay đổi tần số của điện áp stato

Về nguyên lý, khi thay đổi tần số f_1 thì $\omega_o = 2\pi f_1/p$ sẽ thay đổi và điều chỉnh được tốc độ động cơ. Nh-ng khi thay đổi $f_1 \neq f_{1dm}$ thì có thể ảnh hưởng đến chế độ làm việc của động cơ.

Giả sử mạch stato:

$$E_1 \approx c.\Phi.f_1$$

Trong đó: E_1 – sđđ cảm ứng trong cuộn dây stato, Φ – từ thông móc vòng qua cuộn dây stato, c – hằng số tỉ lệ, f_1 – tần số của dòng điện stato.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Nếu bỏ qua sự sụt áp trên tổng trở cuộn dây stato:

$$U_1 \approx E_1 \approx c.\Phi.f_1$$

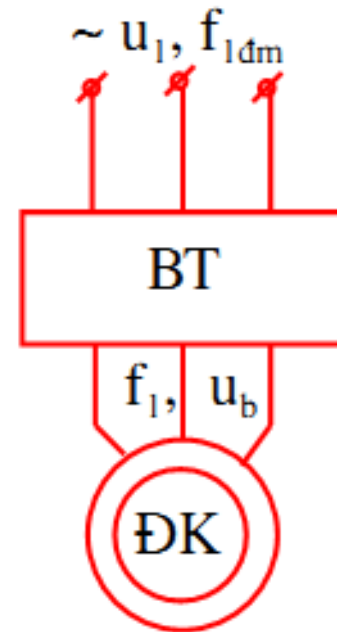
Nếu thay đổi f_1 mà giữ $U_1 = \text{const} \rightarrow \Phi$ sẽ thay đổi tương ứng.

+ Khi giảm $f_1 < f_{1\text{đm}}$ để tốc độ $\omega < \omega_{\text{đm}}$ trong khi $U_1 \approx E_1 \approx c\Phi f_1 = \text{const} \rightarrow$ từ thông Φ tăng, mạch từ động cơ bão hòa, điện kháng mạch từ giảm, dòng từ hóa tăng làm cho động cơ quá tải về từ, phát nóng, giảm tuổi thọ, nếu quá nhiệt độ cho phép thì động cơ có thể bị cháy.

+ Khi tăng $f_1 > f_{1\text{đm}}$ nếu giữ $U_1 \approx E_1 \approx c\Phi f_1 = \text{const}$, phụ tải không đổi $M_c = \text{const}$, trong khi mômen động cơ $M \approx K\Phi I_2 \cos\varphi = M_c$. Vậy khi tăng $f_1 > f_{1\text{đm}} \rightarrow$ từ thông Φ giảm, dẫn đến dòng I_2 tăng, động cơ sẽ bị quá tải về dòng, nó cũng bị phát nóng làm xấu chế độ làm việc của động cơ hoặc bị cháy.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Vì vậy, khi thay đổi tần số f_1 để điều chỉnh tốc độ, người ta thường kết hợp thay đổi điện áp stato U_1 . Và thiết bị được dùng là bộ biến đổi tần số (BT) để điều khiển tốc độ động cơ



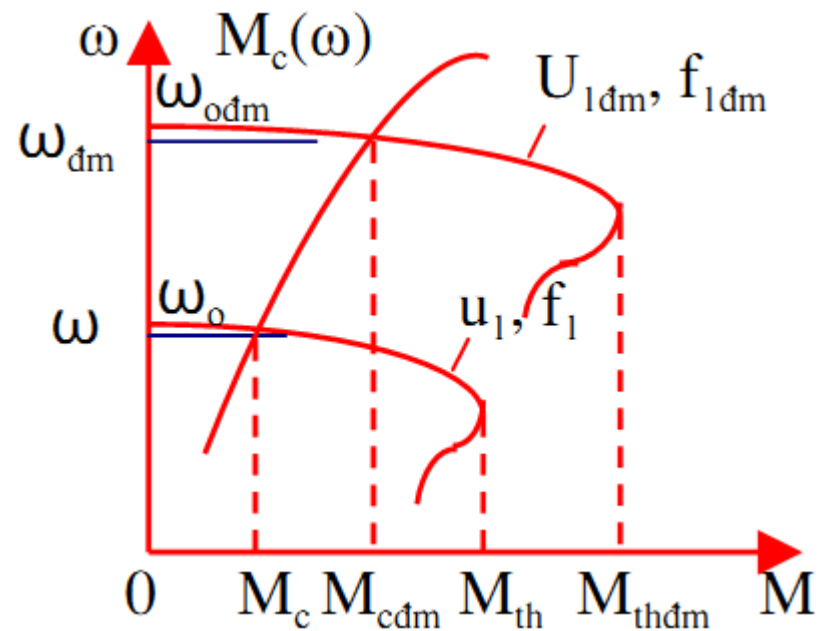
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

b. Quy luật điều chỉnh điện áp stato khi thay đổi tần số

Hình bên dùng để xác định khả năng quá tải về mômen khi điều chỉnh tần số: $f_1 < f_{1đm}$.

Đối với các hệ dùng biến tần nguồn áp thường có yêu cầu giữ cho khả năng quá tải về mômen là không đổi trong cả phạm vi điều chỉnh tốc độ.

$$\lambda = \frac{M_{th}}{M} = \text{const}$$



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Nếu bỏ qua điện trở dây quấn stato ($R_1 = 0$)

$$M_{th} = \frac{U_1^2}{2\omega_0 X_{nm}} = \frac{U_1^2}{2 \frac{2\pi f_1}{p} \omega L_{nm}} \approx K \frac{U_1^2}{f_1^2} = K \left(\frac{U_1}{f_1} \right)^2$$

Trong đó, coi: $X_{nm} = \omega L$; và $\omega \approx \omega_0 = 2\pi f_1/p$.

Đặc tính cơ máy sản xuất

$$M_c = M_{c.\dot{d}m} \left(\frac{\omega}{\omega_{\dot{d}m}} \right)^q \approx A \left(\frac{f_1}{f_{1.\dot{d}m}} \right)^q$$

Trong đó: $q = -1; 0; 1; 2$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Kết hợp các biểu thức mô men:

$$\frac{U_1}{f_1} = \frac{U_{1.\text{đm}}}{f_{1.\text{đm}}} \sqrt{\left(\frac{f_1}{f_{1.\text{đm}}}\right)^q}$$
$$\rightarrow \frac{U_1}{U_{1.\text{đm}}} = \frac{f_1}{f_{1.\text{đm}}} \sqrt{\left(\frac{f_1}{f_{1.\text{đm}}}\right)^q} = \left(\frac{f_1}{f_{1.\text{đm}}}\right)^{1+\frac{q}{2}}$$

Dạng tương đối: $U_1^* = f_1^{*(1+q/2)}$

Như vậy, khi thay đổi tần số để điều chỉnh tốc độ, phải thay đổi điện áp sao cho đảm bảo điều kiện và phụ thuộc vào các dạng phụ tải.

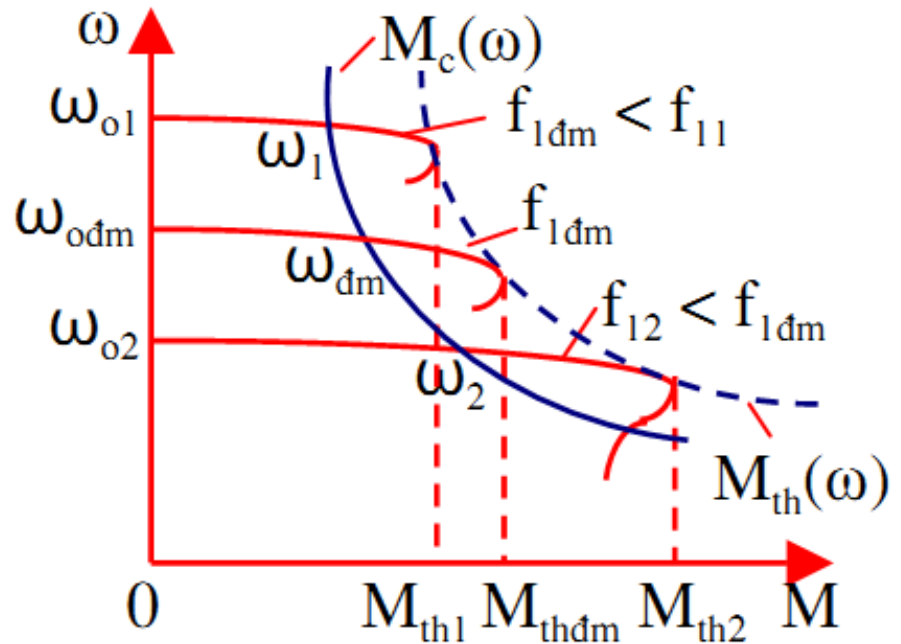
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

c. Các đặc tính điều chỉnh tần số và điện áp stato:

Các dạng đặc tính cơ khi thay đổi tần số và điện áp stato với các phụ tải khác nhau:

Phụ tải $M_c = I / \omega$ ($q = -1$)
điều chỉnh tần số và điện
áp stato theo qui luật:

$$\frac{U_1}{f_1^{1/2}} = \text{const}$$

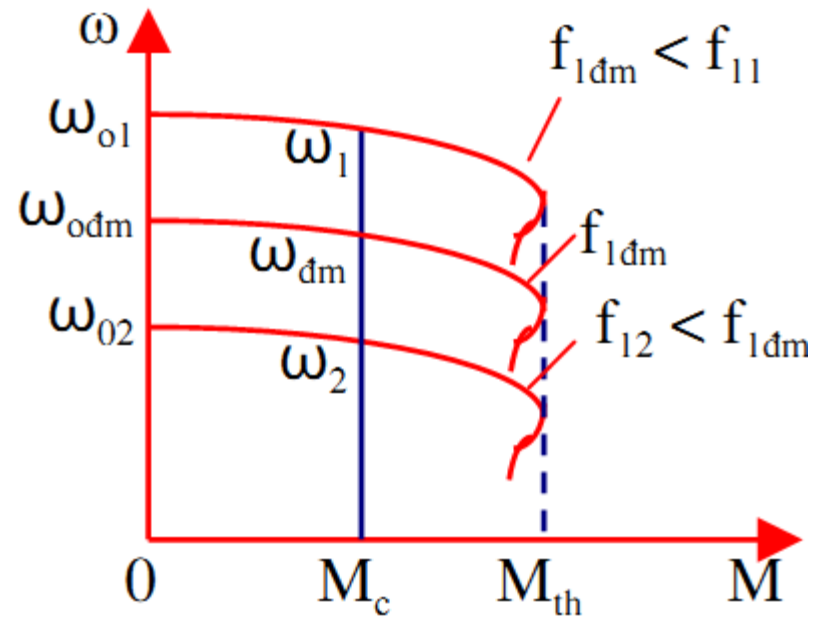


CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Phụ tải $M_c = \text{const}$ ($q = 0$)

Điều chỉnh tần số và điện áp stato theo:

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const}$$

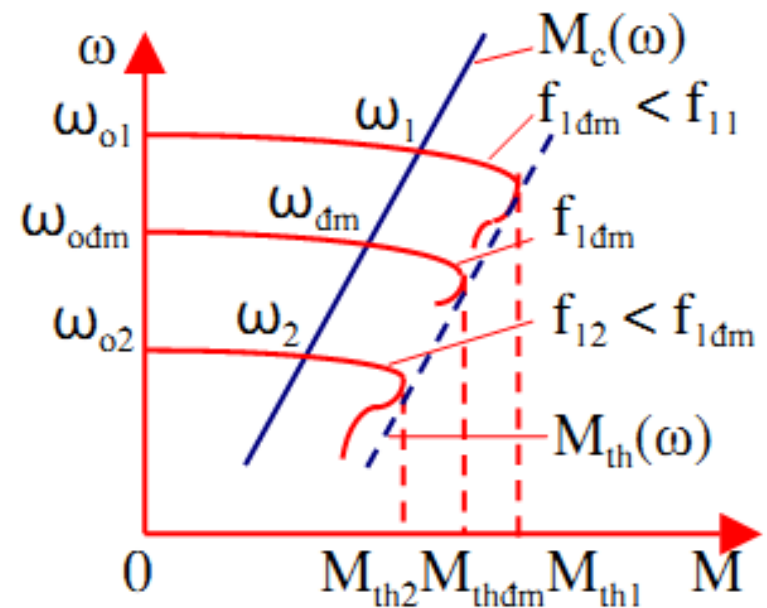


CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Phụ tải $M_c = \omega$ ($q = 1$)

Điều chỉnh tần số và điện áp stato theo:

$$\frac{U_1}{f_1^{3/2}} = \text{const}$$

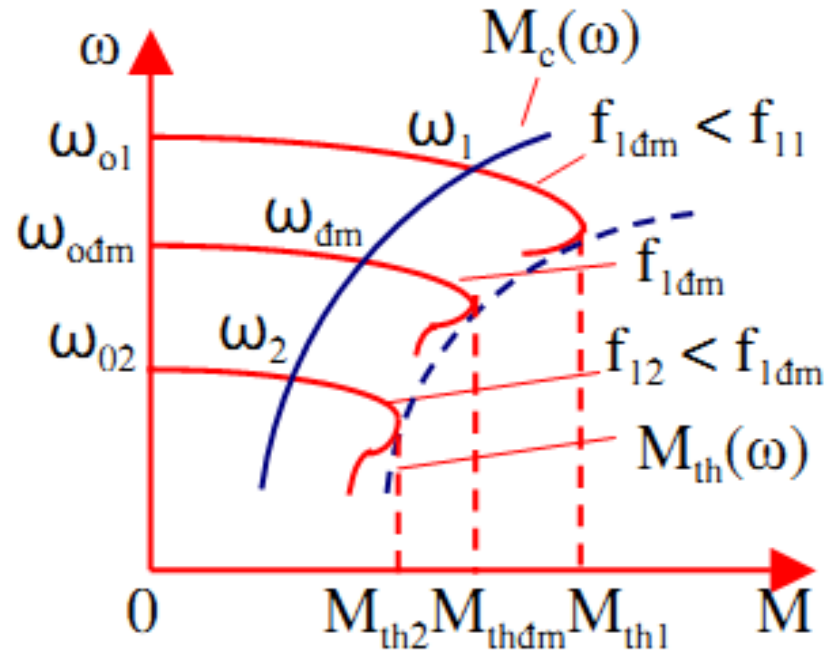


CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Phụ tải $M_c = \omega^2$ ($q = 2$)

Điều chỉnh tần số và điện áp stato theo:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \text{const}$$



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.5. ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ BẰNG THAY ĐỔI THÔNG SỐ ĐẦU RA

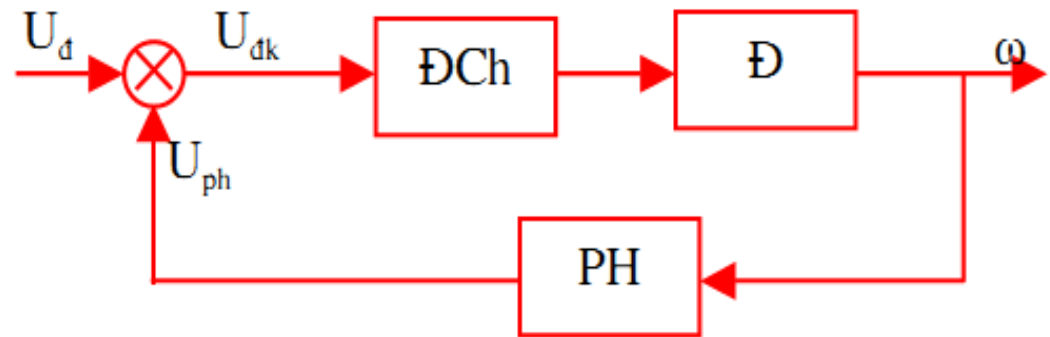
3.5.1. Nguyên lý chung:

Phương pháp điều chỉnh tự động, tạo ra khả năng biến đổi thông số điều chỉnh (thông số đầu vào $X_{đch}$) một cách liên tục theo mức độ thay đổi của thông số được điều chỉnh ở đầu ra (đại lượng X).

Để thực hiện, phải thiết lập hệ điều chỉnh vòng kín, lấy tín hiệu phản hồi từ đầu ra trực tiếp tỉ lệ với đại lượng X hoặc gián tiếp qua các đại lượng liên quan đến X , cho tác động lên thông số đầu vào, làm cho thông số này thay đổi tự động theo chiều hướng đưa đại lượng X đạt đến giá trị đặt trước.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Cấu trúc của hệ điều chỉnh tự động vòng kín:



Các tín hiệu trong sơ đồ:

U_d - tín hiệu đặt, tỷ lệ với giá trị đặt của thông số được điều chỉnh: tốc độ ω_d ($U_d \equiv \omega_d$);

U_{ph} - tín hiệu phản hồi, tỷ lệ với giá trị thực của thông số được điều chỉnh ω ($U_{ph} \equiv \omega$);

$\Delta U = U_{đk}$ - tín hiệu sai lệch, phản ánh mức độ sai lệch giữa giá trị thực của thông số ra ω với giá trị mong muốn đã đặt trước ω_d .

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Trong điều chỉnh tự động tốc độ động cơ với sự biến thiên của mô men cản M_c , thường tập trung vào vùng tốc độ của động cơ biến thiên ít so với biến thiên của mô men, tương ứng với đường đặc tính cơ có độ dốc nhỏ, đặc tính cơ có độ cứng lớn. Do đó biện pháp tăng độ cứng đặc tính cơ thường được dùng để ổn định tốc độ theo sơ đồ hệ thống điều khiển vòng kín

Các đặc tính cơ hệ hở (không có phản hồi) có $\beta = (k\Phi)^2/R$ không đổi trong phạm vi điều chỉnh.

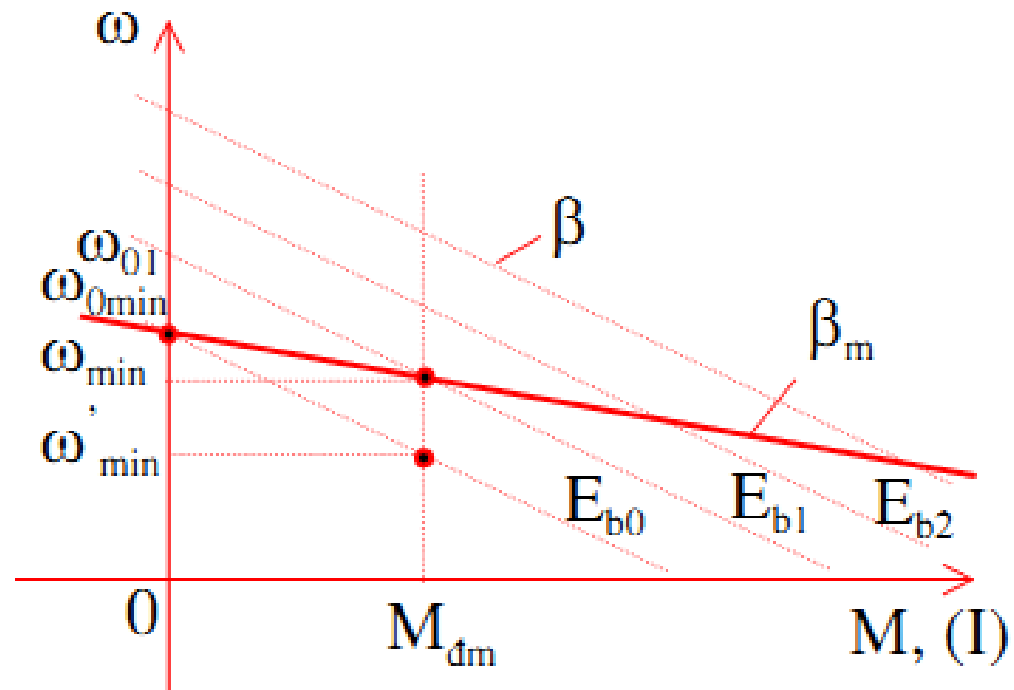
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Đối với đặc tính cơ thấp nhất có s.d.đ. E_{b0} ,

Nếu $M_c = M_{đm}$ thì tốc độ làm việc sẽ là $\omega = \omega'_{min}$

Sai số tĩnh thường sẽ lớn hơn giá trị cho phép:

$$S = \frac{M_{đm}}{\beta \cdot \omega_{0.min}} > S_{cp}$$



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

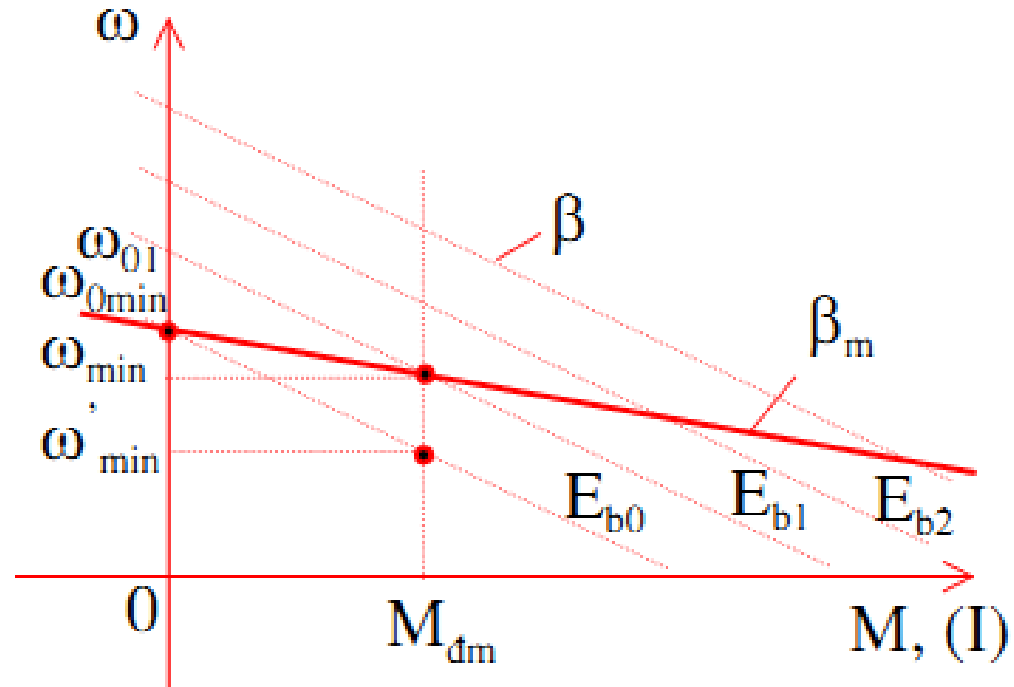
Để giảm sai số $S \leq S_{cp}$ thì cần tìm biện pháp tăng tốc độ đến $\omega = \omega_{min}$.

Điểm làm việc $[\omega_{min}, M]$ nằm trên đường đặc tính khác:

$\omega_0 = \omega_{01}$ và $E_{b1} = k\Phi\omega_{01} > E_{b0}$.

Nối điểm $(\omega_{0.min}, 0)$ với điểm $(\omega_{min}, M_{đm})$ và kéo dài ra ta được đặc tính mong muốn có độ cứng β_m và:

$$\omega = \omega_{0.min} - \frac{M}{\beta_m}$$



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

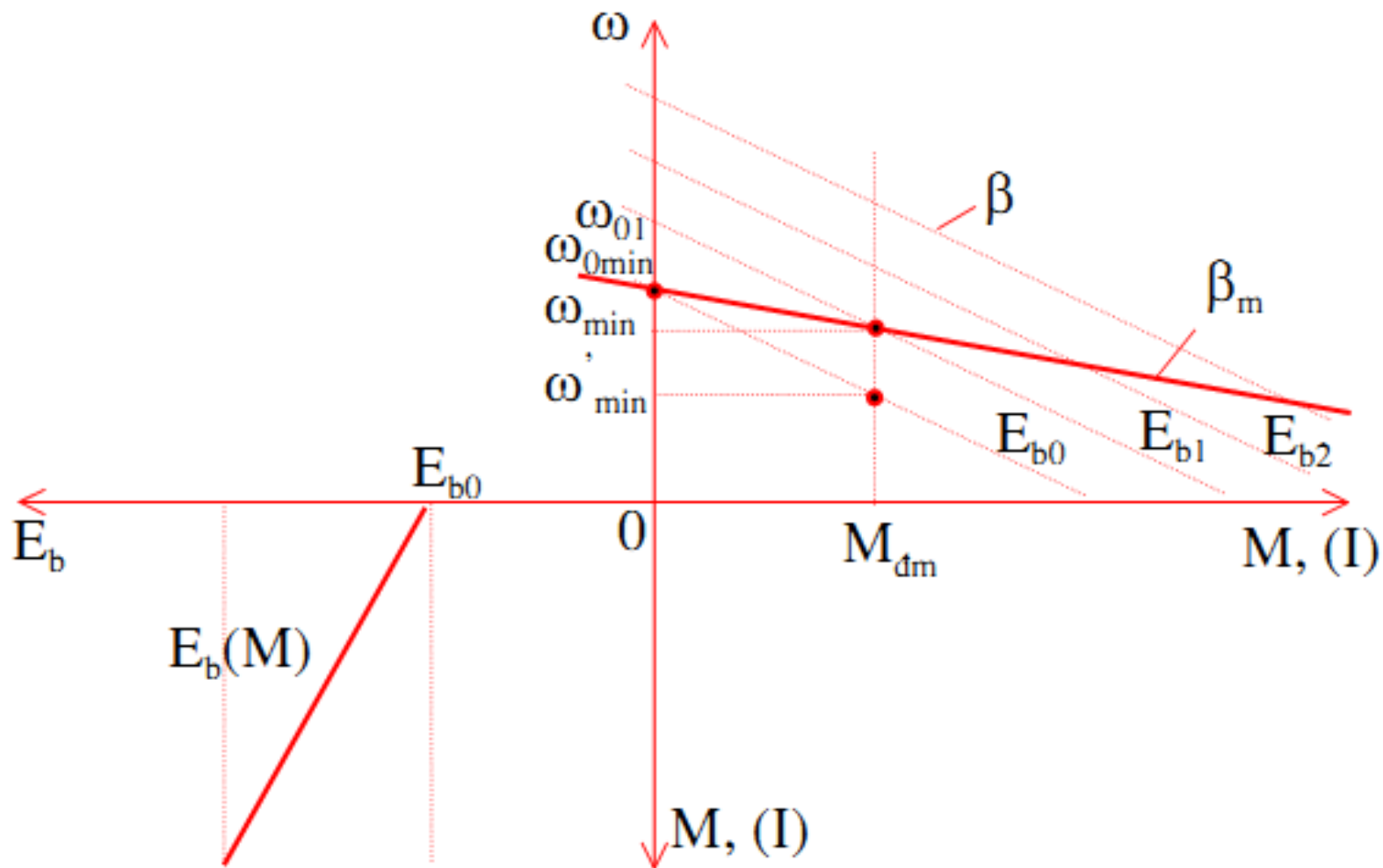
Giá trị β_m được xác định theo sai số mong muốn:

$$S = \frac{M_{đm}}{\beta_m \cdot \omega_{0.\min}} \leq S_{cp}$$

Giao điểm của đặc tính cơ mong muốn với các đặc tính hệ hở cho biết các giá trị cần thiết của Eb khi thay đổi mômen tải.

Đặc tính này được dựng ở góc dưới bên trái

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.5.2. Điều chỉnh tự động tốc độ theo dòng điện tải

Để nâng độ cứng đến β_m ta có thể điều chỉnh E_b theo dòng điện tải. Tại giao điểm của đặc tính cơ hệ hở và hệ kín (mong muốn) thì tốc độ và mômen có giá trị như nhau nên:

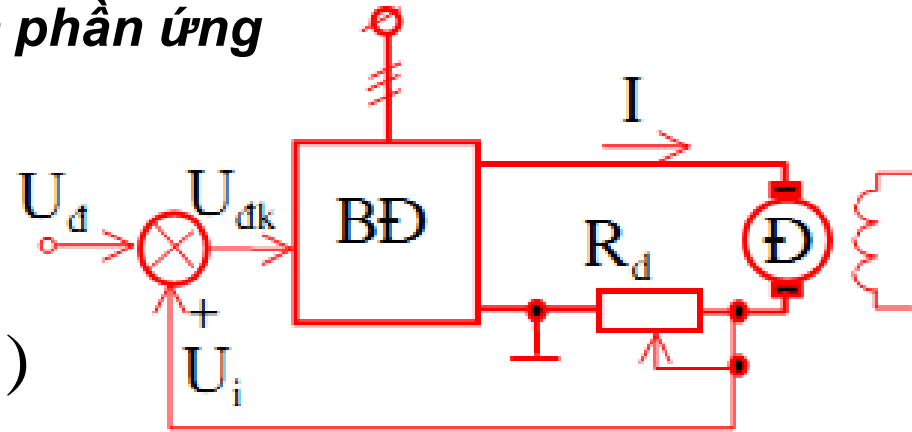
$$\frac{E_b}{k \cdot \Phi_{đm}} - \frac{M}{\beta} = \omega_0 - \frac{M}{\beta_m} \quad \rightarrow \quad \frac{E_b}{k \cdot \Phi_{đm}} = \omega_0 - \left(\frac{M}{\beta} - \frac{M}{\beta_m} \right)$$

$$\rightarrow E_b = k \cdot \Phi_{đm} \omega_0 + k \cdot \Phi_{đm} (k \cdot \Phi_{đm} I) \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m} \right)$$

$$\rightarrow E_b = E_{b0} + k'_d \cdot I$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Mạch phản hồi dương dòng điện phần ứng



$$E_b = k_b \cdot U_{đk} = k_b (U_{đ} + U_i)$$

$$E_b = k_b (U_{đ} + R_d I)$$

Với: $U_{đ}$ - điện áp đặt tốc độ, $U_i = R_d I$ - điện áp phản hồi dòng điện,
 R_d - điện trở sun trong mạch phản ứng.

So sánh với biểu thức sđđ phần ứng E_b : $E_b = E_{b0} + k'_d \cdot I$

$$E_0 = k_b U_{đ}$$

$$k'_d = k_b R_d$$

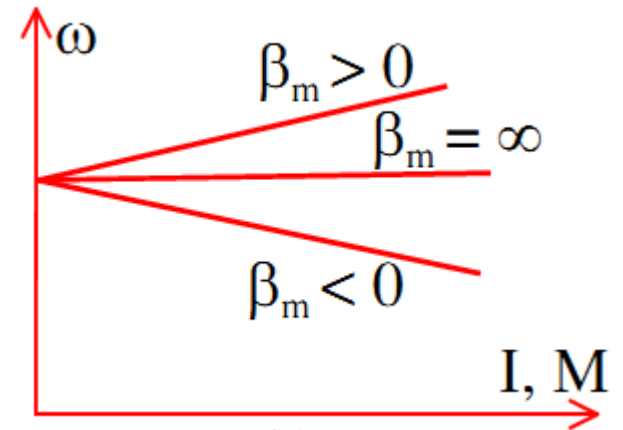
CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Nếu chọn: $k_b \cdot R_d = (R + R_d)$

→ $\beta_m = \infty$, ta được đặc tính cơ cứng tuyệt đối.

Nếu chọn: $k_b \cdot R_d > (R + R_d)$ thì đặc tính cơ mong muốn sẽ có độ cứng dương, và động cơ làm việc sẽ không ổn định.

Trong trường hợp biết trước β , β_m cần phải tính R_d , k_b cho phù hợp



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.5.3. Điều chỉnh tự động tốc độ theo điện áp phần ứng

Để nâng độ cứng lên β_m ta có thể điều chỉnh E_b bằng cách dùng mạch phản hồi âm điện áp phần ứng.

Dựa vào phương trình đặc tính tải của bộ biến đổi:

$$E_b = U + R_b I \quad \text{và} \quad R_b = R - R_u$$

$$\text{Nên: } I = \frac{E_b - U}{R - R_u} = \frac{1}{(k \cdot \Phi_{đm})^2 \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_{tn}} \right)} (E_b - U)$$

Với: $\beta_{tn} = (k \cdot \Phi_{đm})^2 / R_u$ là độ cứng đặc tính cơ tự nhiên

$$\beta = (k \cdot \Phi_{đm})^2 / R$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Thay biểu thức dòng điện vào $E_b = E_{b0} + k'_d \cdot I$, đặt

$$b = \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m} \right) / \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_{tn}} \right) \quad E'_{b0} = E_{b0} \frac{1}{1-b} \quad k'_a = \frac{b}{1-b}$$

$$E_b = E_{b0} + (k \cdot \phi_{dm})^2 \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m} \right) \frac{1}{(k \cdot \phi_{dm})^2 \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_{tn}} \right)} (E_b - U)$$

$$E_b = E_{b0} + \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_m} \right) \frac{1}{\left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_{tn}} \right)} (E_b - U)$$

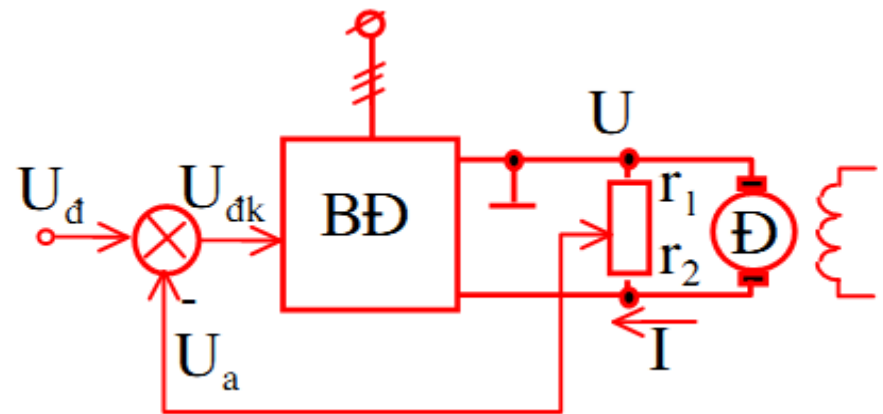
$$E_b = E_{b0} + bE_b - bU \quad \rightarrow E_b = \frac{1}{1-b} E_{b0} - \frac{b}{1-b} U$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Biểu thức tính s.d.đ. E_b theo điện áp phần ứng:

$$E_b = E'_{b0} - k'_a U$$

Nguyên lý điều chỉnh này có thể được thực hiện bằng mạch phản hồi âm điện áp phần ứng:



Bỏ qua dòng điện trong các điện trở r_1 , r_2 và đặt $k_a = r_2 / (r_2 + r_1)$

$$E_b = k_b (U_d - k_a U)$$

$$E_b = k_b U_d - k_b k_a U$$

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

$$\omega = \frac{k_b U_{đ}}{(1 + k_b k_a) k \phi_{đm}} - \frac{R - \frac{k_b k_a}{1 + k_b k_a} R_b}{(k \phi_{đm})^2} M$$

Nếu mạch có $k_b k_a \gg 1$

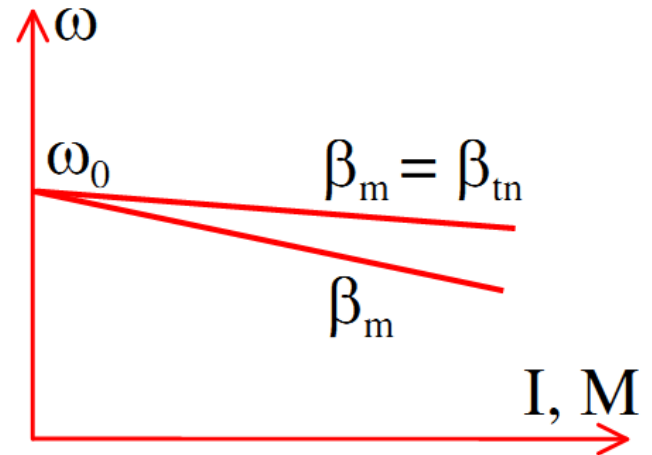
$$\omega = \frac{U_{đ}}{k_a k \phi_{đm}} - \frac{R_u}{(k \phi_{đm})^2} M$$

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

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Khi thay đổi hệ số phản hồi điện áp k_a (bằng con trượt trên chiết áp r_1, r_2) 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 bằng β_{tn} ,



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.5.4. Điều chỉnh tự động dùng phản hồi âm tốc độ động cơ

Để nâng độ cứng lên β_m ta có thể điều chỉnh E_b bằng cách dùng mạch phản hồi âm tốc độ động cơ.

Dựa vào phương trình đặc tính điện cơ của Bộ biến đổi Động cơ máy phát một chiều ta rút ra được dòng điện phản ứng và thay vào biểu thức:

$$E_b = E_{b0} + k'_d \cdot I$$

Ta có:

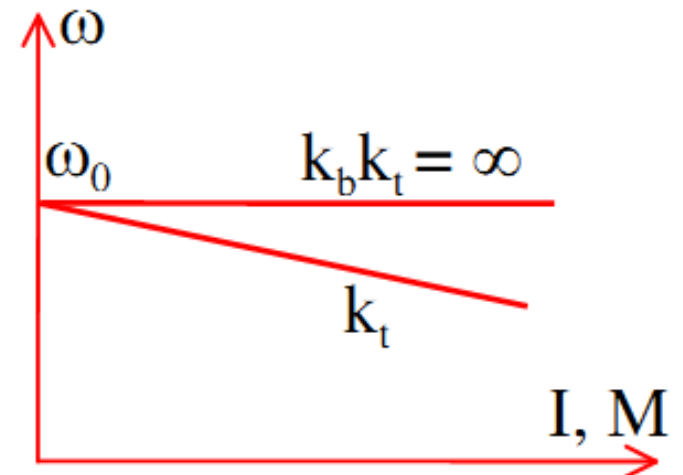
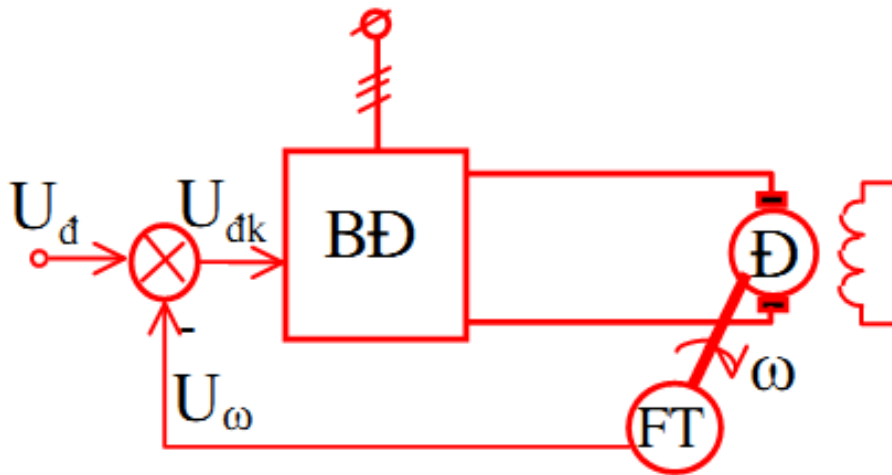
$$E_b = \frac{1}{1 - k_d R} (E_{b0} + \frac{k'_d \cdot k \phi_{đm}}{R} \omega)$$

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

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

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

Luật điều chỉnh được thực hiện bằng phản hồi âm tốc độ, trong đó tín hiệu tốc độ được lấy trên máy phát tốc FT là máy phát có điện áp ra tỷ lệ với tốc độ động cơ: $U_\omega = k_t \cdot \omega$



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Trong đó:

$$\omega = \frac{k_b U_d - RM / k\phi_{đm}}{(1 + k_b k_t / k\phi_{đm}) k\phi_{đm}}$$
$$\beta_m = \frac{(k\phi_{đm})^2 (1 + k_b k_t / k\phi_{đm})}{R}$$

Từ đây 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. Khi $k_b \cdot k_t' \rightarrow \infty$ thì đặc tính cơ là tuyệt đối cứng.

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 phản ứng động cơ là một nhánh cầu).

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

3.5.5. Phản hồi âm dòng điện có ngắt

Khi dòng điện và mômen vượt quá phạm vi yêu cầu cần phải hạn chế dòng điện và mômen tránh cho động cơ bị quá tải lớn, gây ra sự cố và hư hỏng động cơ.

Để giảm dòng điện, mômen ngắn mạch phải giảm độ cứng đặc tính cơ

Đảm bảo yêu cầu ổn định tốc độ trong phạm vi biến thiên cho phép của tải, ta chỉ giảm độ cứng khi dòng điện hoặc mômen vượt quá một ngưỡng nào đó. Ngưỡng này được gọi là “điểm ngắt”.

Tương ứng: “dòng ngắt” I_{ng} , “mômen ngắt” M_{ng} và “tốc độ ngắt” ω_{ng} .

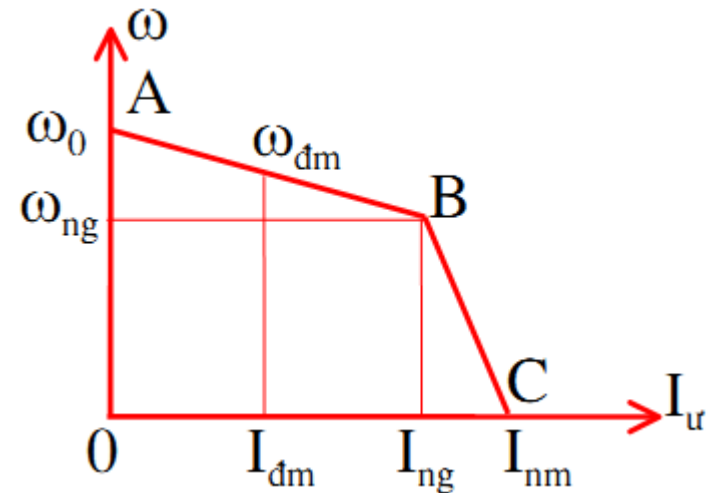
Thông thường: $I_{ng}^* \approx 1,5 \div 2$.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

Đặc tính cơ của hệ gồm hai đoạn:

+ Đoạn làm việc từ điểm không tải lý tưởng đến điểm ngắt (đoạn AB)

+ Đoạn ngắt từ điểm ngắt đến điểm dừng (đoạn BC)



Để tạo ra đoạn đặc tính dốc có độ cứng mong muốn phục vụ ngắt là β_{ng} bắt buộc phải thay đổi thông số điều chỉnh $x_{đch}$ sao cho tốc độ động cơ giảm nhanh khi tải tăng lên trên giới hạn cho phép.

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

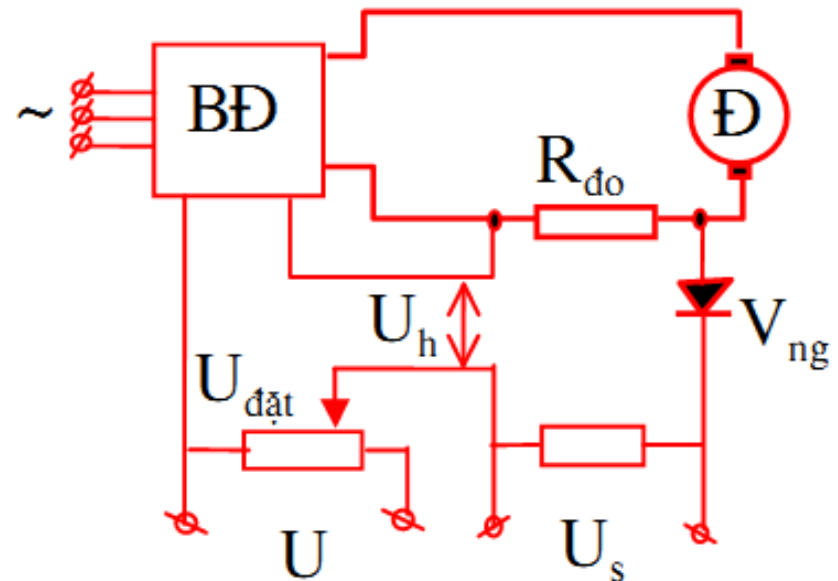
Như vậy khi tải tăng thì hệ phải giảm E_b của bộ biến đổi

$$E_b = E_{b0} - \left(\frac{1}{\beta_{ng}} - \frac{1}{\beta} \right) (k\phi_{đm})^2 (I - I_{ng})$$

$$\rightarrow E_b = E_{b0} - k'_{ng.d} (I - I_{ng})$$

Để thực hiện quy luật điều chỉnh này, ta dùng một khâu phản hồi âm dòng điện có ngắt tác động trên mức ngưỡng I_{ng} ,

Sơ đồ nguyên lý như hình bên.



CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA

CHƯƠNG 3 : ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA
