

Chương 3

ĐIỀU CHỈNH CÁC THÔNG SỐ ĐẦU RA CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

- 3.1 Khái niệm chung
- 3.2 Các chỉ tiêu chất lượng
- 3.3 Các phương pháp điều khiển động cơ một chiều
- 3.4 Các phương pháp điều khiển động cơ không đồng bộ
- 3.5 Điều khiển động cơ đồng bộ
- 3.6 Điều chỉnh tự động các thông số đầu ra của động cơ

3.1 Khái niệm chung

3.1.1 Các định nghĩa

a) Thông số đầu ra hay còn gọi là thông số được điều chỉnh là mômen (M) và tốc độ (ω) của động cơ.

Do M, ω là 2 trục của mặt phẳng trạng thái $[M, \omega]$, nên việc điều chỉnh chúng thường được gọi là “*điều chỉnh tọa độ*”.

b) Thông số đầu vào hay còn gọi là thông số điều chỉnh.

- Đối với động cơ một chiều: R_u (hoặc R_{fu}), $\phi(u_{kt}, i_{kt})$, và U_u .
- Đối với động cơ KĐB: R_2 (hoặc R_{f2}), R_1 , x_1 , U_1 và f .
- Đối với động cơ đồng bộ: f .

3.1 Khái niệm chung

c) *Nhiều điều khiển:*

Có rất nhiều nhiều tác động lên các thông số đầu ra như điện áp nguồn, tần số lưới điện, nhiệt độ môi trường,... Tuy nhiên ta đặc biệt quan tâm đến các *nhiều chủ yếu*:

- Khi điều chỉnh tốc độ, thông số được điều chỉnh là ω , nhiều chủ yếu là mômen cản (tải) M_c hoặc dòng điện tải I_c .
- Khi điều chỉnh mômen hoặc dòng điện, thông số được điều chỉnh là M hoặc I , thì nhiều chủ yếu là tốc độ ω .

d) *Phần tử điều khiển*

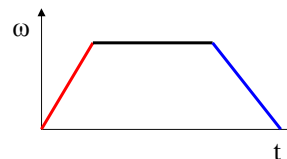
là các thiết bị hoặc dụng cụ làm thay đổi các thông số đầu vào.

3.1 Khái niệm chung

3.2.2 Mục đích điều chỉnh các thông số đầu ra của động cơ (mục đích điều khiển)

Tùy yêu cầu công nghệ:

- Đặt giá trị làm việc và duy trì mức đặt 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 thay đổi tốc độ theo quy luật hình bên.
- Hạn chế thông số ở một mức độ cho phép. Ví dụ hạn chế dòng điện khi khởi động
- Tạo ra một quy luật chuyển động cho cơ cấu công tác (trục động cơ) theo quy luật cho trước ở đầu vào với một độ chính xác nào đó.



3.1 Khái niệm chung

3.1.3 Điều chỉnh tự động

a) Điều chỉnh không tự động tọa độ động cơ là việc thay đổi thông số đầu ra bằng cách tác động lên thông số đầu vào một cách rời rạc. Mỗi lần tác động ta có một giá trị không đổi của thông số đầu vào và tương ứng ta được một đường đặc tính cơ (nhân tạo). Khi động cơ làm việc, các nhiễu sẽ 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 \Rightarrow hệ “*điều chỉnh vòng hở*”.

3.1 Khái niệm chung

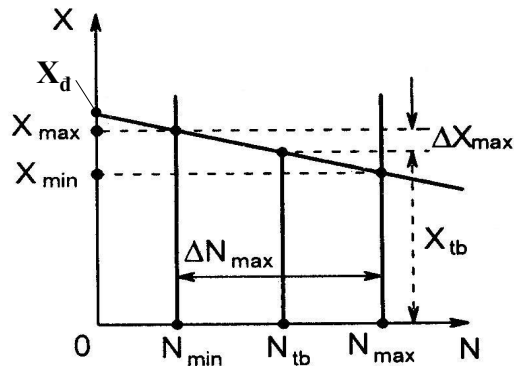
3.1.3 Điều chỉnh tự động

b) Điều chỉnh tự động tọa độ động cơ được thực hiện nhờ sự 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 sai lệch đó. Như vậy 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 đặc tính cơ khác, điểm làm việc của động cơ sẽ dịch chuyển từ đường đặc tính cơ này sang đường đặc tính cơ khác và vạch ra một đường đặc tính cơ của hệ điều chỉnh tự động. Như vậy : “*Đặc tính cơ của hệ điều chỉnh tự động là quỹ tích của điểm làm việc của động cơ trên vô số các đường đặc tính cơ của hệ điều chỉnh vòng hở*”.

Việc thay đổi tự động thông số đầu vào được thực hiện nhờ mạch phản hồi. Vì vậy hệ này còn được gọi là hệ “*điều chỉnh vòng kín*”.

3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

3.2.1 Độ chính xác duy trì điểm đặt



X: thông số đầu ra, X_d giá trị đặt, X_{tb} giá trị trung bình của thông số đầu ra.

N: Nhiễu; N_{tb} giá trị trung bình của nhiễu.

3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

3.2.1 Độ chính xác duy trì điểm đặt

Khi nhiễu biến động trong phạm vi $N = N_{\min} \div N_{\max}$ thì thông số đầu ra thay đổi trong khoảng $X = X_{\min} \div X_{\max}$.

Độ chính xác điều chỉnh được đánh giá bởi sai số cực đại của thông số được điều chỉnh ΔX_{\max} so với giá trị trung bình X_{tb} trong phạm vi biến động cho phép của nhiễu.

$$s\% = \frac{\Delta X_{\max}}{X_{tb}} \cdot 100\%$$

trong đó $\Delta X_{\max} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{2}$ và $X_{tb} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$

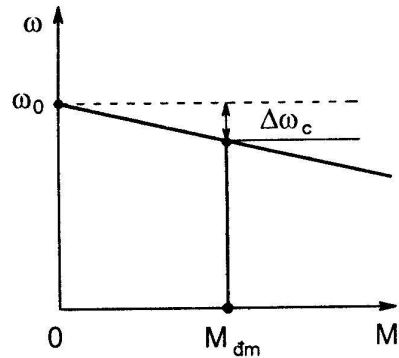
3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

3.2.1 Độ chính xác duy trì điểm đặt

Khi điều chỉnh tốc độ, để đơn giản thay ω_0 cho X_{tb} và $\Delta\omega_c$ ứng với phạm vi thay đổi mômen từ 0 đến $M_{đm}$ để thay cho ΔX_{max} , khi đó:

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

Thông thường, $s\% < 10\%$, tùy yêu cầu công nghệ.



3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

3.2.2 Dải điều chỉnh (phạm vi điều chỉnh D_x)

Dải điều chỉnh của thông số X nào đó là tỷ số giữa giá trị lớn nhất X_{max} và giá trị nhỏ nhất X_{min} của thông số đó trong cùng một điều kiện làm việc (ví dụ cùng một giá trị nhiễu).

$$D_x = \frac{X_{max}}{X_{min}}$$

D_x càng lớn càng tốt. X_{max} thường bị giới hạn bởi khả năng chịu đựng về cơ hoặc điện. X_{min} bị giới hạn bởi độ chính xác điều chỉnh cho phép và khả năng làm việc ổn định của hệ thống.

Khi điều chỉnh tốc độ động cơ:

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

3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

3.2.3 Độ tinh điều chỉnh

$$\varphi = \frac{X_i}{X_{i-1}} \quad (\varphi > 1)$$

Lí tưởng $\varphi \rightarrow 1$: hệ điều chỉnh vô cấp.
Công suất mạch điều chỉnh càng nhỏ thì điều chỉnh càng tinh.

3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

3.2.4 Mức độ phù hợp giữa đặc tính tải cho phép của động cơ và đặc tính cơ của máy sản xuất (*dùng cho điều chỉnh tốc độ*)

Đ/n: Mômen tải cho phép của một động cơ ở một tốc độ làm việc nào đó là mômen do động cơ sinh ra khi cho dòng điện trong mạch chính bằng I_{dm} .

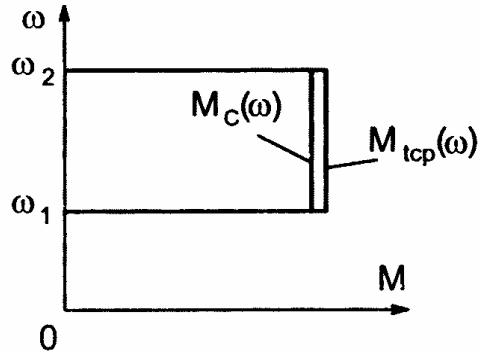
Như vậy nếu động cơ làm việc ở tốc độ định mức thì momen tải cho phép $M_{tcp} = M_{dm}$. Khi điều chỉnh, tốc độ làm việc thay đổi, do đó M_{tcp} có thể bằng hoặc khác định mức $M_{tcp} = f(\omega)$.

$M_{tcp} = f(\omega)$ gọi là *đặc tính tải cho phép của động cơ*.

3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

Một hệ truyền động điều chỉnh được coi là tốt nếu đặc tính tải cho phép của động cơ $M_{tcp} = f(\omega)$ bám sát (phù hợp) với đặc tính cơ của máy sản xuất $M_c = f(\omega)$.

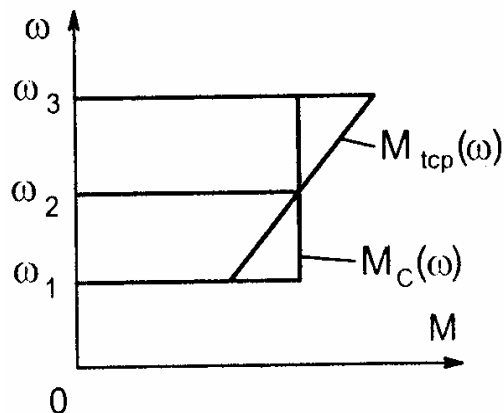
+ Khi $M_{tcp}(\omega)$ trùng với $M_c(\omega)$ (lí tưởng): Trong toàn bộ dải điều chỉnh tốc độ động cơ đều làm việc với $I = I_{dm}$.



3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

+ Khi $M_{tcp}(\omega)$ không phù hợp với $M_c(\omega)$ như hình dưới, khi đó động cơ chỉ làm việc tốt (với $I = I_{dm}$) tại một tốc độ ($\omega = \omega_2$).

Trong vùng tốc độ $\omega_2 \div \omega_3$, $M_c < M_{tcp}$ nên động cơ làm việc non tải gây lãng phí; còn trong vùng $\omega_1 \div \omega_2$, $M_c > M_{tcp}$ nên động cơ bị quá tải, $I > I_{dm}$ và sẽ gây hư hỏng cho động cơ.



3.2 Các chỉ tiêu chất lượng

3.2.5 Các chỉ tiêu chất lượng động

- Độ ổn định.
- Độ quá điều chỉnh.
- Thời gian quá độ....

3.2.5 Tính kinh tế của hệ điều chỉnh

- Vốn đầu tư ban đầu.
 - Chi phí vận hành bảo quản và thay thế thiết bị.
 - Độ tin cậy và tuổi thọ.
 - Tổn hao năng lượng trong hệ khi điều chỉnh.
 - Năng suất của máy sản xuất do hệ điều chỉnh mang lại.
- ⇒ Hiệu quả kinh tế, thời gian hoàn vốn,...

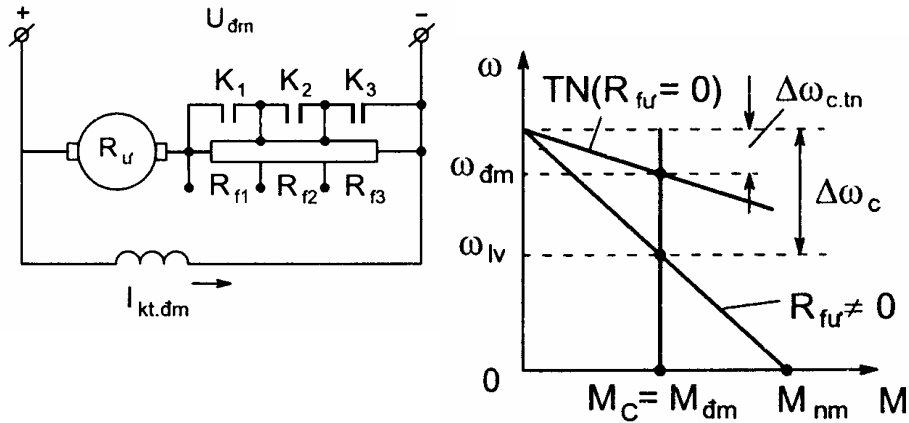
3.3 Các phương pháp điều khiển động cơ một chiều

Thực chất của việc điều chỉnh tọa độ lại chính là làm biến dạng các đặc tính cơ, nghĩa là tạo ra các đặc tính cơ nhân tạo. Vì vậy các phương pháp điều khiển động cơ cũng chính là các phương pháp tạo ra đặc tính nhân tạo.

$$U_{ur} \quad R_{fur} \quad \phi$$

3.3 Các phương pháp điều khiển động cơ một chiều

3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng



3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

$$\omega = \frac{U_{đm}}{k\phi_{đm}} - \frac{R_{ut}}{k\phi_{đm}} \cdot I_u = \omega_0 - \frac{R_u + R_{fư}}{k\phi_{đm}} \cdot I_u = \omega_0 - \frac{1}{\beta_r} \cdot M$$

$$\beta_r = \frac{(k\phi_{đm})^2}{R_u + R_{fư}} \quad \beta_r^* = \frac{1}{R_{ut}^*}$$

Khi thay đổi \$R_{fư}\$ ta có thể thay đổi được cả tốc độ, dòng điện và momen khởi động động cơ. Tuy nhiên, phương pháp này có nhiều nhược điểm do phần tử điều khiển \$R_{fư}\$ đặt trong mạch lực và độ cứng đặc tính cơ thấp.

3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

+ Hiệu suất hệ truyền động ở tải định mức $M_{đm}$:

$$\eta_{Rf} = \frac{P_{cơ}}{P_{điện}} = \frac{M_{đm} \cdot \omega}{U_{đm} \cdot I_{đm}} = \frac{M_{đm} \cdot (\omega_{đm} - \Delta\omega_{Rf})}{U_{đm} \cdot I_{đm}} = \eta_{đm} - \frac{M_{đm} \cdot \Delta\omega_{Rf}}{U_{đm} \cdot I_{đm}}$$

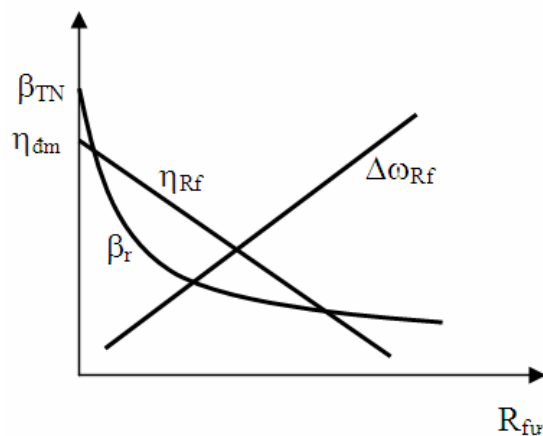
trong đó $\Delta\omega_{Rf}$ độ sụt tốc độ do $R_{fư}$ gây ra:

$$\Delta\omega_{Rf} = \frac{R_{fư} \cdot I_{đm}}{k\phi_{đm}}$$

$$\Rightarrow \frac{M_{đm} \cdot \Delta\omega_{Rf}}{U_{đm} \cdot I_{đm}} = \frac{k\phi_{đm} \cdot I_{đm}}{U_{đm} \cdot I_{đm}} \cdot \frac{R_{fư} \cdot I_{đm}}{k\phi_{đm}} = \frac{R_{fư} \cdot I_{đm}}{U_{đm}} = R_{fư}^*$$

$$\eta_{Rf} = \eta_{đm} - R_{fư}^*$$

3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng



3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

a) Ứng dụng điều chỉnh tốc độ

+ Khi tăng R_{fu} , ω giảm ($< \omega_{dm}$). Nếu cho trước ω_{lv} ứng với momen phụ tải M_c nào đó, ta có thể xác định được R_{fu} cần:

$$R_{fu} = \frac{U_{dm} - k\phi_{dm} \cdot \omega_{lv}}{M_c} \cdot k\phi_{dm} - R_u$$

+ Tốc độ cực đại trong dải điều chỉnh nếu xét ở tải định mức là: $\omega_{max} = \omega_{dm} = \omega_0 - M_{dm}/\beta_{tn}$,

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

+ Tốc độ nhỏ nhất, xác định theo khả năng quá tải của động cơ hoặc sai số tốc độ cho phép.

3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

a) Ứng dụng điều chỉnh tốc độ

+ Theo khả năng quá tải

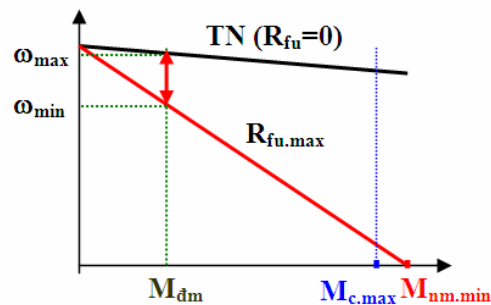
$$M_{nm.min} \geq M_{c.max}$$

trong đó:

$$M_{c.max} = K_{qt} \cdot M_{dm}$$

$M_{nm.min}$ chính là momen ngăn mạch trên đường đặc tính thấp nhất, ứng với cấp điều chỉnh ω_{min} và β_{min} :

$$\omega_{min} = \omega_0 - \frac{M_{dm}}{\beta_{min}} \quad \omega_{min}^* = 1 - \frac{1}{\beta_{min}^*}$$



3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

a) Ứng dụng điều chỉnh tốc độ

+ Theo khả năng quá tải

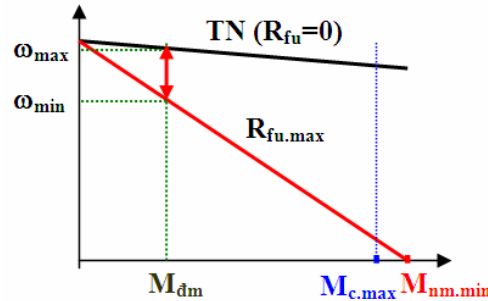
trong đó:

$$\beta_{\min} = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = \frac{M_{\text{nm.min}}}{\omega_0} = \frac{K_{\text{qt}} \cdot M_{\text{dm}}}{\omega_0}$$

và $\beta_{\min}^* = K_{\text{qt}}$

Vậy **dải điều chỉnh** tốc độ xác định theo hệ số quá tải yêu cầu là:

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{(\beta_{\text{tn}}^* - 1) / \beta_{\text{tn}}^*}{(\beta_{\min}^* - 1) / \beta_{\min}^*} \Rightarrow D = \frac{\beta_{\text{tn}}^* - 1}{K_{\text{qt}} - 1} \cdot \frac{K_{\text{qt}}}{\beta_{\text{tn}}^*}$$



3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

a) Ứng dụng điều chỉnh tốc độ

+ Theo sai số tốc độ cho phép:

Ta có: $s\% = \Delta \omega_c^* = R_{\text{ut}}^*$

Nếu cho trước sai số tốc độ cho phép $s\%_{\text{cp}}$ thì ta có thể xác định được ω_{\min} :

$$\omega_{\min} = \omega_0 - \Delta \omega_{\text{c.cp}}$$

hoặc $\omega_{\min}^* = 1 - s\%_{\text{cp}} = 1 - R_{\text{ut}}^*$

Dải điều chỉnh được xác định:

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{\omega_{\text{dm}}^*}{\omega_{\min}^*} = \frac{1 - R_{\text{u}}^*}{1 - R_{\text{ut}}^*} = \frac{1 - 1/\beta_{\text{tn}}^*}{1 - s\%_{\text{cp}}} = \frac{\beta_{\text{tn}}^* - 1}{\beta_{\text{tn}}^* (1 - s\%_{\text{cp}})}$$

3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

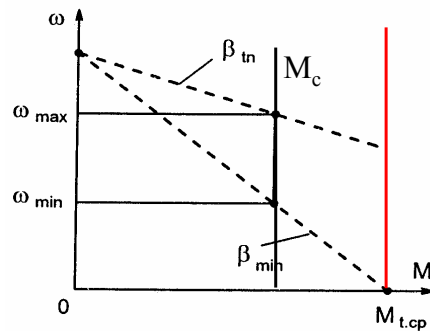
a) Ứng dụng điều chỉnh tốc độ

- Đặc tính mômen tải cho phép $M_{tcp} = f(\omega)$

Ta thay $I = I_{dm}$ vào $M = M_{tcp} = k\phi \cdot I$:

$$M_{tcp} = k\phi_{dm} \cdot I_{dm} = M_{dm} = \text{const}$$

\Rightarrow rất thích hợp với loại tải cân trục có $M_c = \text{const}$



Ví dụ 3-1

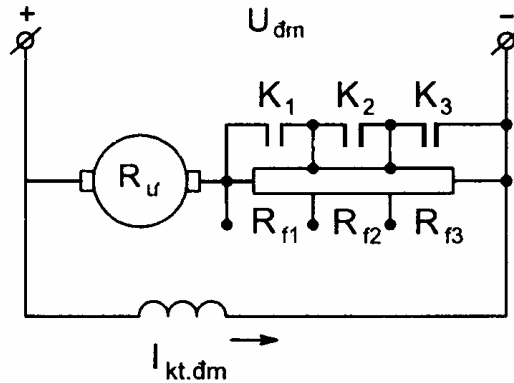
Xác định tốc độ cực tiểu và dải điều chỉnh theo khả năng quá tải yêu cầu và theo sai số tốc độ cho phép. Biết $K_{qt} = 2$, $s\%_{cp} = 10\%$; động cơ một chiều kích từ độc lập có công suất định mức 29kW, 1000vg/ph, 220V, 151A, $R_r = 0,07\Omega$.

[Đáp án](#)

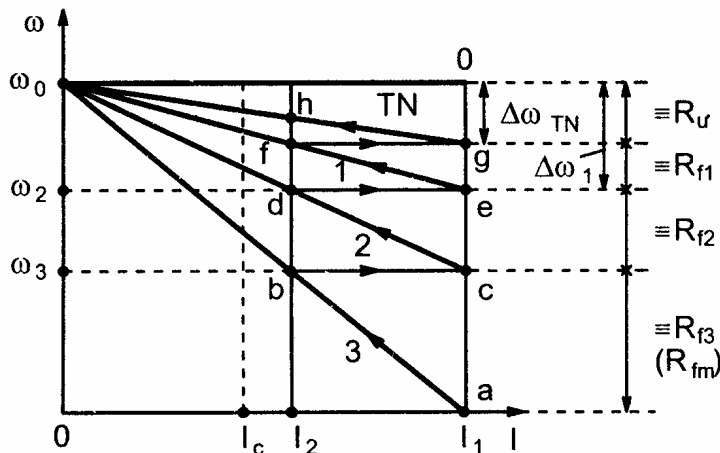
3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

b) Ứng dụng điều chỉnh dòng điện và mômen trong quá trình khởi động và tăng tốc

$$R_{\text{ur}}^* = 0,04 \div 0,05 \Rightarrow I_{\text{nm}}^* = M_{\text{nm}}^* = 1/R_{\text{ur}}^* = 20 \div 25 \Rightarrow \text{phá hỏng.}$$



3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng



Bắt đầu khởi động: $R_{\text{ut3}} = R_{\text{ur}} + R_{\text{f1}} + R_{\text{f2}} + R_{\text{f3}}$

Đảm bảo:
$$I_{\text{kdo}} = \frac{U_{\text{dm}}}{R_{\text{ut3}}} = I_1 \leq (2 \div 2,5) I_{\text{dm}}$$

3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

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

$$R_{ut2} = R_u + R_{f1} + R_{f2}$$

.....

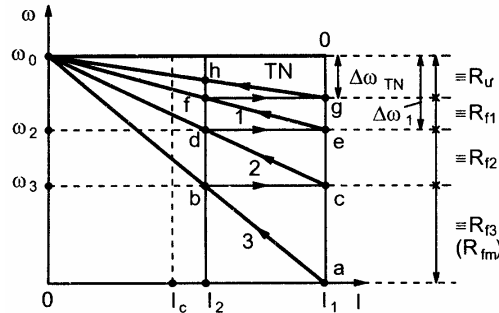
Với dòng điện I_1 ta thấy:

$$\Delta\omega_{TN} = \frac{R_u}{k\phi_{dm}} \cdot I_1 = 0g$$

$$\Delta\omega_1 = \frac{R_u + R_{f1}}{k\phi_{dm}} \cdot I_1 = 0e \Rightarrow \frac{\Delta\omega_1}{\Delta\omega_{TN}} = \frac{R_u + R_{f1}}{R_u} = \frac{0e}{0g}$$

$$\Rightarrow R_{f1} = \frac{\Delta\omega_1 - \Delta\omega_{TN}}{\Delta\omega_{TN}} \cdot R_u = \frac{0e - 0g}{0g} \cdot R_u = \frac{eg}{0g} \cdot R_u$$

$$R_{f2} = \frac{dc - 0e}{0g} \cdot R_u = \frac{ce}{0g} \cdot R_u \quad R_{f3} = \frac{ca}{0g} \cdot R_u$$



3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng

+ **Tính toán bằng giải tích:**

Giả sử điện trở phụ có m đoạn ứng với các giá trị

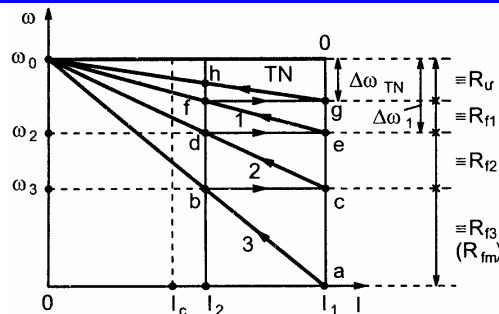
$R_{f1}, R_{f2}, \dots, R_{fm}$.

Ta đặt $\lambda = I_1/I_2$, khi đó:

$$R_{utm} = \lambda \cdot R_{ut(m-1)} = \lambda^m \cdot R_u$$

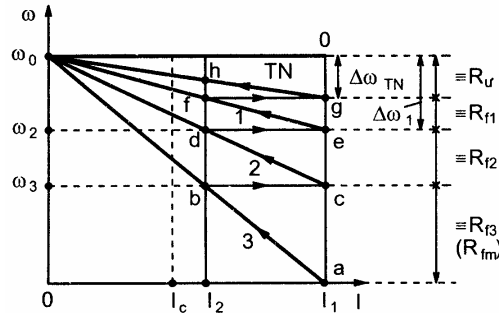
$$\lambda = \sqrt[m]{\frac{R_{utm}}{R_u}} = \sqrt[m]{\frac{U_{dm}}{R_u \cdot I_1}} = \sqrt[m+1]{\frac{U_{dm}}{R_u \cdot I_2}}$$

$$m = \frac{\log(R_{utm}/R_u)}{\log \lambda} = \frac{\log(U_{dm}/R_u \cdot I_1)}{\log \lambda}$$



3.3.1 Điều khiển bằng điện trở phụ trong mạch phân ứng

- Nếu yêu cầu khởi động nhanh, nghĩa là cần M_{nm} lớn nhất có thể thì ta chọn trước I_1 , tính ra λ rồi tính ra I_2 .



- Nếu yêu cầu khởi động bình thường, thì ta có thể chọn trước $I_2 = (1,1 \div 1,2)I_c$, tính ra λ rồi tính ra I_1 .

Từ đó xác định được các cấp điện trở phụ.

Ví dụ 3.2

Cho động cơ kích từ song song 25kW, 220V, 420vg/ph, 120A, $R_u^* = 0,08$. Khởi động bằng 2 cấp điện trở phụ với tần suất 1 lần/1ca, làm việc 3 ca, mômen cản qui đổi về trục động cơ (cả trong thời gian khởi động) $M_c = 410$ Nm. Hãy xác định các cấp điện trở phụ.

Giải:

- Điện trở định mức:

$$R_{dm} = U_{dm} / I_{dm} = 220 / 120 \text{ A} = 1,83 \text{ } \Omega$$

- Điện trở phân ứng:

$$R_u = R_u^* \cdot R_{dm} = 0,08 \cdot 1,83 = 0,146 \text{ } \Omega$$

- Tốc độ định mức:

$$\omega_{dm} = n_{dm} / 9,55 = 420 / 9,55 = 44 \text{ rad/s}$$

Ví dụ 3.2

- Từ thông:

$$k\phi_{\text{đm}} = \frac{U_{\text{đm}} - R_u I_{\text{đm}}}{\omega_{\text{đm}}} = \frac{220 - 0,146 \cdot 120}{44} = 4,6 \quad \text{Wb}$$

- Dòng điện phụ tải:

$$I_c = M_c / k\phi_{\text{đm}} = 410 / 4,6 = 89 \text{ A} \approx 0,74 \cdot I_{\text{đm}}$$

- Ta chọn $I_2 = 1,1 \cdot I_c = 1,1 \cdot 89 = 98 \text{ A}$

Với số cấp điện trở phụ $m = 2$, ta có:

$$\lambda = m+1 \sqrt{\frac{U_{\text{đm}}}{R_u \cdot I_2}} = 2+1 \sqrt{\frac{220}{0,146 \cdot 98}} = 2,5$$

$$\Rightarrow I_1 = \lambda \cdot I_2 = 2,5 \cdot 98 = 245 \text{ A} \approx 2 \cdot I_{\text{đm}}$$

(thấp hơn giá trị cho phép, chấp nhận).

Ví dụ 3.2

- Các điện trở tổng:

$$R_{\text{ut1}} = \lambda \cdot R_u = 2,5 \cdot 0,146 = 0,365 \Omega$$

$$R_{\text{ut2}} = \lambda^2 \cdot R_u = 2,5^2 \cdot 0,146 = 0,912 \Omega$$

- Điện trở của từng đoạn:

$$R_{f1} = R_{\text{ut1}} - R_u = 0,365 - 0,146 = 0,219 \Omega$$

$$R_{f2} = R_{\text{ut2}} - R_{\text{ut1}} = 0,912 - 0,365 = 0,547 \Omega$$

Bài tập

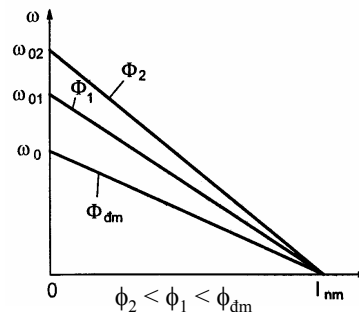
1. Quan hệ giữa số cấp điện trở m và thời gian khởi động?
 $m \rightarrow \infty$?
2. Cho động cơ kích từ song song $33,5\text{kW}$; 220V , 1580vg/ph , $\eta_{\text{đm}} = 0,87$. Yêu cầu khởi động nhanh bằng 3 cấp điện trở phụ. Mômen cản qui đổi về trục động cơ (cả trong thời gian khởi động) $M_c = 200\text{Nm}$. Hãy xác định các cấp điện trở phụ.

3.3.2 Điều khiển bằng từ thông kích thích

$$\omega = \frac{U_{\text{đm}}}{k\phi} - \frac{R_u}{(k\phi)^2} \cdot M = \omega_0 - \frac{M}{\beta_\phi}$$

$$\beta_\phi = (k\phi)^2 / R_u$$

$$\Delta\omega = R_u \cdot I_u / k\phi$$



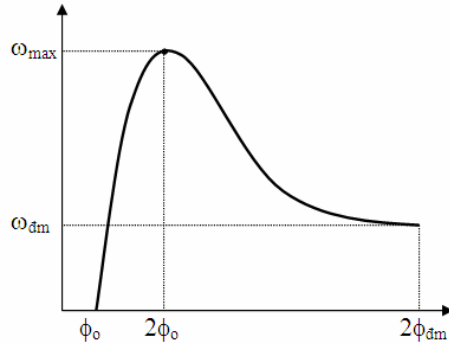
Khi ta giảm ϕ thì tốc độ động cơ tăng, nhưng $I_{\text{nm}} = \text{cst}$, nên ta chỉ ứng dụng để điều chỉnh tốc độ.

3.3.2 Điều khiển bằng từ thông kích thích

Giả sử $M=M_c$, khi điều chỉnh $k\phi$ thì $\omega(\phi)$ có dạng:

$$k\phi_0 = \frac{R_r \cdot M_c}{U_{đm}}$$

$$\omega_{max} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_{đm}^2}{R_r \cdot M_c}$$

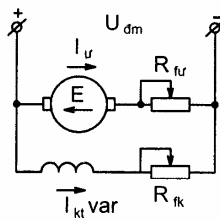


- Dải điều chỉnh:

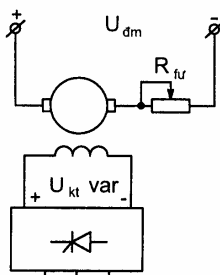
Tốc độ nhỏ nhất $\omega_{min} = \omega_{đm}$.

Thông thường $\omega_{max} \approx (1,5 \div 2)\omega_{đm}$ do đó $D \leq 2$.

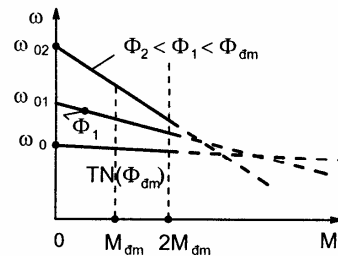
3.3.2 Điều khiển bằng từ thông kích thích



a)



b)



c)

3.3.2 Điều khiển bằng từ thông kích thích

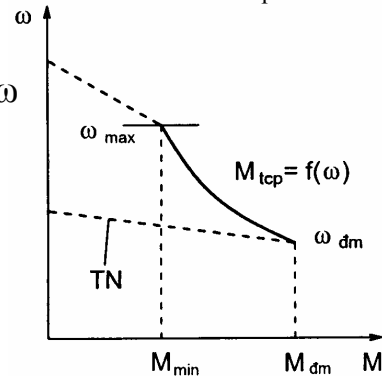
- Xác định đường đặc tính mômen tải cho phép M_{tcp} :

$$M_{tcp} = k\phi \cdot I_{dm}$$

mà: $U_{dm} = E + I_r \cdot R_r \approx E = k\phi \cdot \omega$
 hay $k\phi \approx U_{dm} / \omega$.

Vậy:

$$M_{tcp} = \frac{U_{dm} \cdot I_{dm}}{\omega} \equiv \frac{1}{\omega}$$

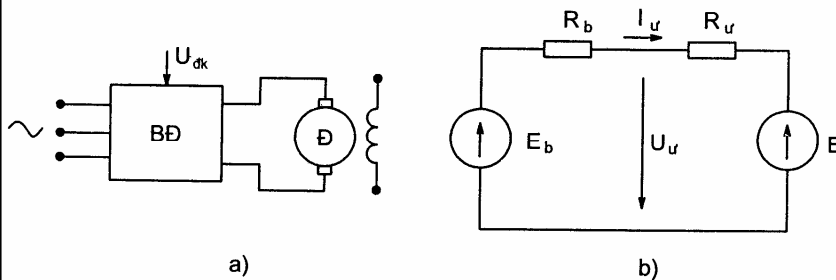


⇒ rất thích hợp với loại tải máy tiện có $M_c \approx 1/\omega$.

Công suất cho phép: $P_{tcp} = M_{tcp} \cdot \omega = U_{dm} \cdot I_{dm} = \text{const}$

3.3.3 Điều khiển bằng điện áp phản ứng

Khi $\phi = \phi_{dm}$, $R_{fr} = 0$, ta cho điều chỉnh U_r ta có thể điều chỉnh được cả ω , M , I . Có nghĩa là ta có thể ứng dụng để khởi động và điều chỉnh tốc độ động cơ hiệu quả.



BĐ: bộ biến đổi Đ-F, hoặc bộ chỉnh lưu có điều khiển Tiristo,...

E_b : Sđđ tương đương từ đầu ra của bộ BĐ: $E_b = f(U_{dk})$.

R_b : Điện trở trong của bộ biến đổi. (thường $R_b \approx R_r$)