

PHẦN 3 – MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

CHƯƠNG 9

KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH

TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Phương trình cân bằng mômen trong quá trình khởi động:

$$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}$$

Trong đó: M - Mômen điện từ của động cơ $f_1(\omega)$; M_c - Mômen cản của tải: $f_2(\omega)$; J - Mômen quán tính.

Ta thấy: + Tăng tốc độ thuận lợi khi $d\omega/dt > 0 \rightarrow M > M_c$

+ $(M - M_c)$ càng lớn thì tốc độ tăng càng nhanh.

+ Máy có quán tính lớn thì thời gian khởi động t_k lớn.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Dòng điện khởi động I_k :

(khi khởi động $\omega = 0$, $s = 1$)

$$I_k = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + C_1 r_2')^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2}}$$

Thông thường: $I_k = (4 \div 7)I_{đm}$ ứng với điện áp $U_{đm}$.

Mômen khởi động M_k :

$$M_k = \frac{m_i}{\omega_1} \frac{U_1^2 r_2'}{(r_1 + C_1 r_2')^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2}$$

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Yêu cầu khi khởi động động cơ :

- Mômen khởi động M_k phải lớn để thích ứng với đặc tính tải.
- Dòng khởi động I_k càng nhỏ càng tốt để không ảnh hưởng đến các phụ tải khác.
- Thời gian khởi động t_k cần nhỏ để máy có thể làm việc được ngay.
- Thiết bị khởi động đơn giản, rẻ tiền, tin cậy và ít tổn năng lượng.

Những yêu cầu trên là trái ngược nhau, vì thế tùy theo yêu cầu sử dụng và công suất của lưới điện mà ta chọn phương pháp khởi động thích hợp.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.1. Khởi động trực tiếp

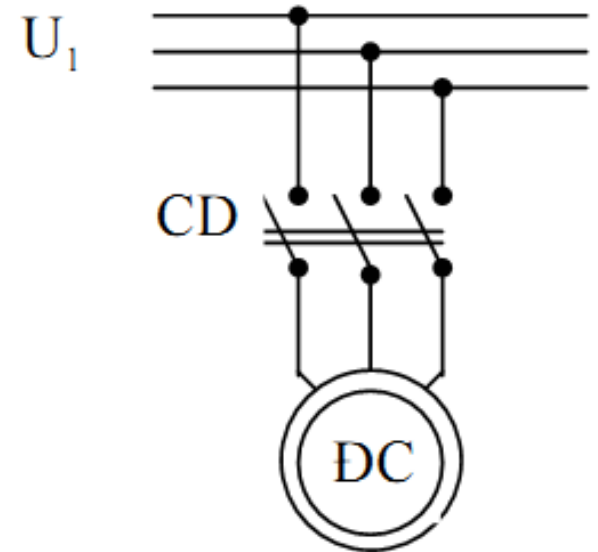
Đóng cầu dao CD nối trực tiếp dây quấn stato vào lưới, động cơ quay.

Ưu điểm:

- + Thiết bị khởi động đơn giản.
- + Mômen khởi động M_k lớn,
- + Thời gian khởi động t_k nhỏ

Nhược điểm:

- + Dòng khởi động I_k lớn làm ảnh hưởng đến các phụ tải khác.
- + Phương pháp này dùng cho những động cơ công suất nhỏ và công suất của nguồn lớn hơn nhiều lần công suất động cơ.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.2. Khởi động bằng cách giảm điện áp đặt vào dây quấn stato

Các phương pháp sau đây nhằm mục đích giảm dòng điện khởi động. Nhưng khi giảm điện áp thì mômen khởi động cũng giảm theo.

- + Khởi động dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stato
- + Khởi động dùng mba tự ngẫu
- + Khởi động bằng cách đổi nối Y \rightarrow Δ

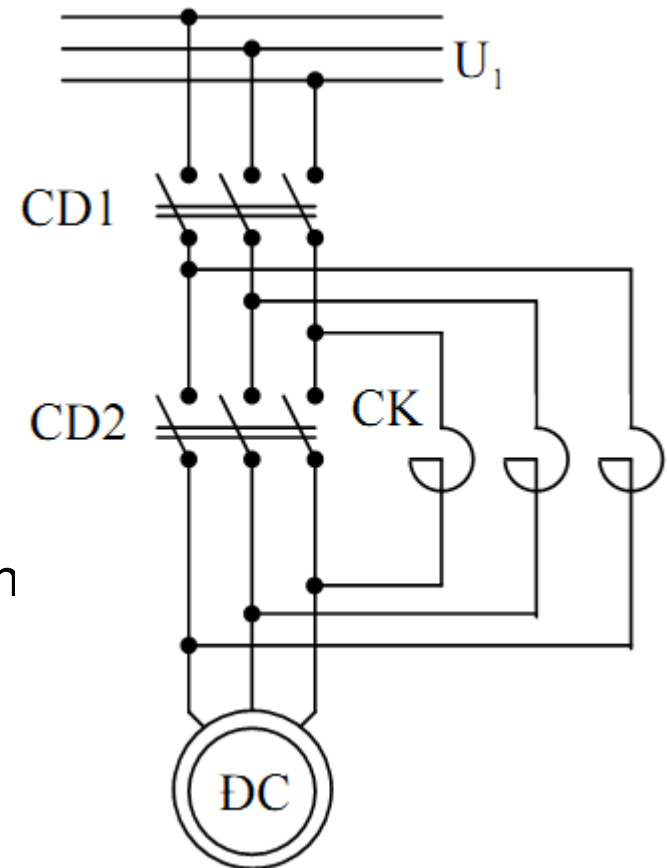
CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.2.1. Dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stato

Sơ đồ: Các cầu dao CD1 và CD2, cuộn điện kháng CK.

Nguyên lý hoạt động:

- + Khi khởi động: CD2 mở, CD1 đóng, stato nối vào lưới điện qua điện kháng CK.
- + Khi động cơ quay ổn định: đóng CD2, ngắt mạch điện kháng CK, stato nối trực tiếp vào lưới.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.2.1. Dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stato

Các thông số khởi động

Điện áp đặt vào dây quấn stato:

$$U'_1 = k.U_1 \quad (\text{hệ số } k < 1)$$

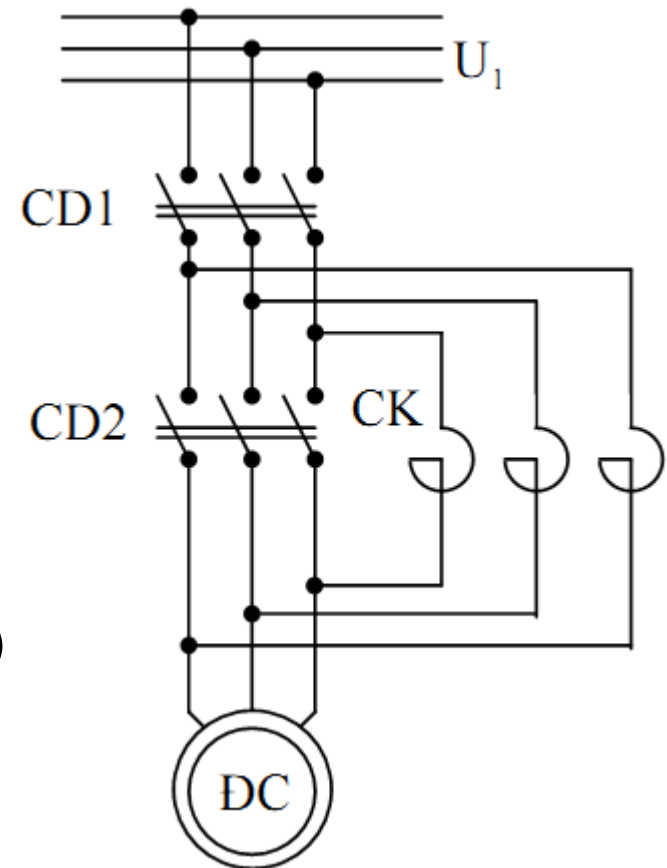
Dòng điện khởi động:

$$I'_k = k.I_k$$

(I_k – dòng khởi động trực tiếp với điện áp U_1)

Mô men khởi động:

$$M'_k = k^2.M_k$$



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

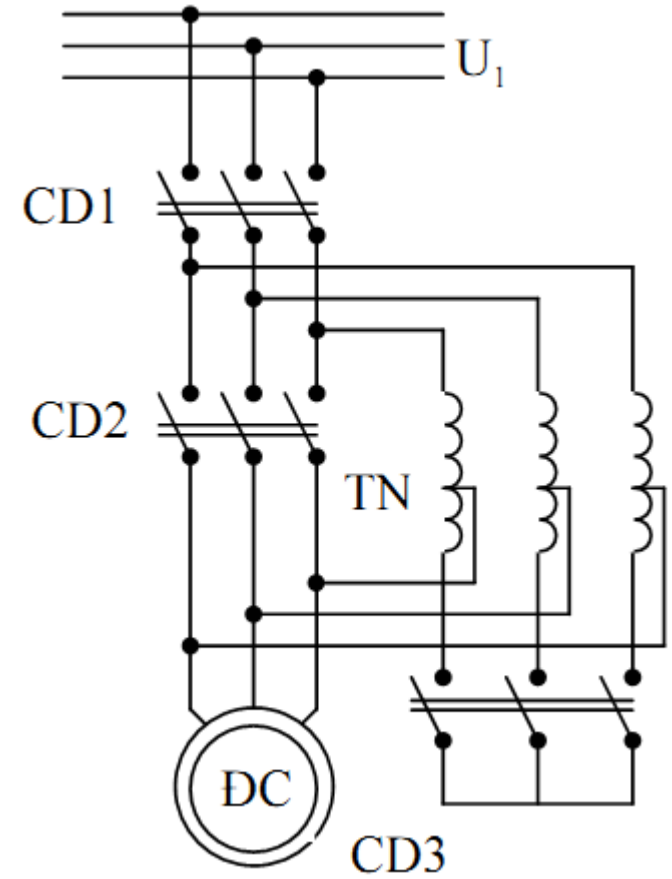
1.2.2. Khởi động dùng mba tự ngẫu

Sơ đồ: Các cầu dao CD1, CD2, CD3, biến áp tự ngẫu TN.

Nguyên lý hoạt động:

Khi khởi động: cắt CD2, đóng CD3, MBA TN để ở vị trí điện áp đặt vào động cơ khoảng $(0.6 \div 0,8)U_{dm}$, đóng CD1 để nối stato vào lưới điện thông qua MBA TN.

Khi động cơ quay ổn định: cắt CD3, đóng CD2 để ngắn mạch MBA TN, nối trực tiếp dây quấn stato vào lưới.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.2.2. Khởi động dùng mba tự ngẫu

Thông số khởi động:

Điện áp trên stato

$$U_k = k_T \cdot U_1 \quad (\text{hệ số } k_T < 1)$$

Dòng điện khởi động

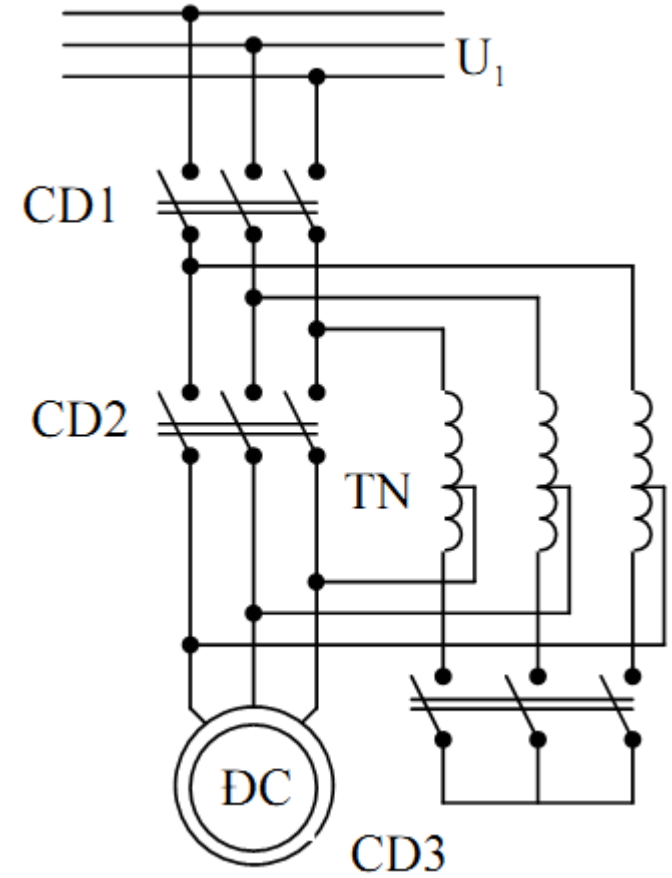
$$I'_k = k_T \cdot I_k$$

Dòng điện mba nhận từ lưới

$$I_1 = k_T I'_k = k_T^2 \cdot I_k$$

Mô men khởi động

$$M'_k = k_T^2 \cdot M_k$$



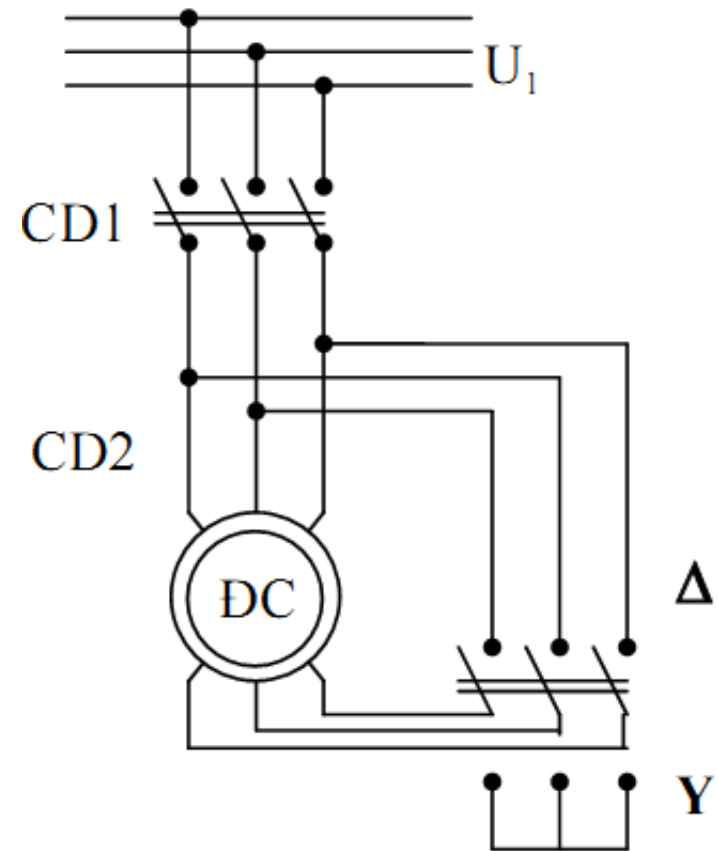
CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.2.3. Khởi động bằng cách đổi nối

$Y \rightarrow \Delta$

Sơ đồ: Các cầu dao CD1, CD2, cầu dao đảo chiều CD

Phương pháp này chỉ dùng cho động cơ lúc máy làm việc bình thường nối Δ , khi khởi động nối Y , sau khi tốc độ quay gần ổn định chuyển về nối Δ để làm việc.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.2.3. Khởi động bằng cách đổi nối Y \rightarrow Δ

Điện áp pha khi khởi động:

$$U'_{kf} = U_k / \sqrt{3}$$

Dòng điện khởi động nối Y:

$$I_{kY} = I'_{kf} = I_{kf} / \sqrt{3}$$

Dòng điện khi khởi động trực tiếp:

$$I_{k\Delta} = I_{kf} \sqrt{3}$$

Vậy:

$$\frac{I_{k\Delta}}{I_{kY}} = \frac{I_{kf} \sqrt{3}}{I_{kf} / \sqrt{3}} = 3$$

Mô men khởi động giảm đi 3 lần

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

1.2. Khởi động bằng cách thêm R_p vào mạch rôto dây quấn

Phương pháp này chỉ dùng cho những động cơ rôto dây quấn vì đặc điểm của loại động cơ này là có thể thêm điện trở phụ vào mạch rôto.

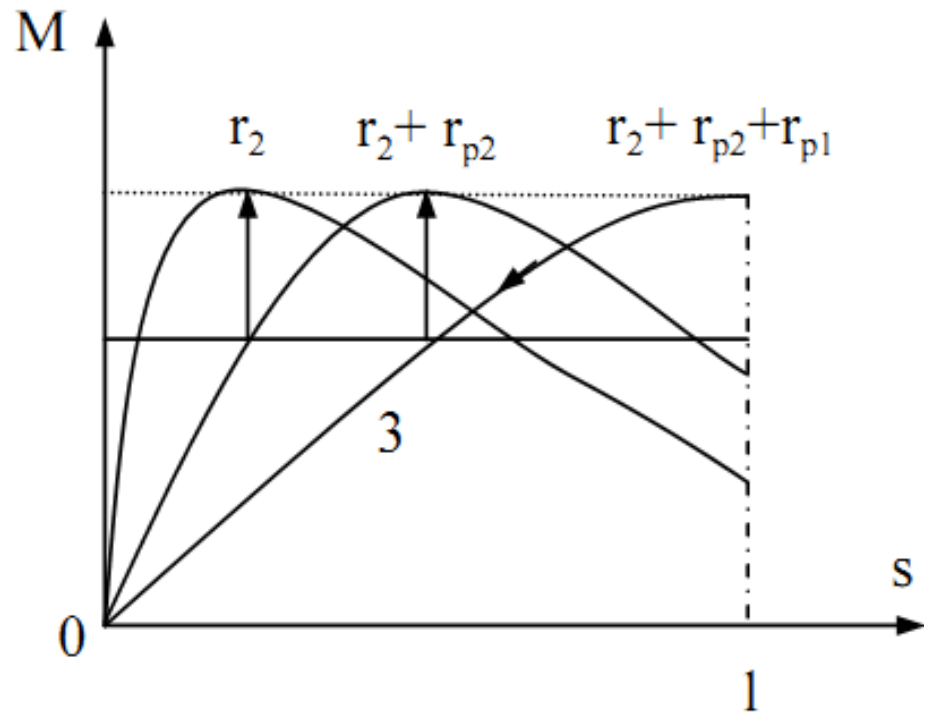
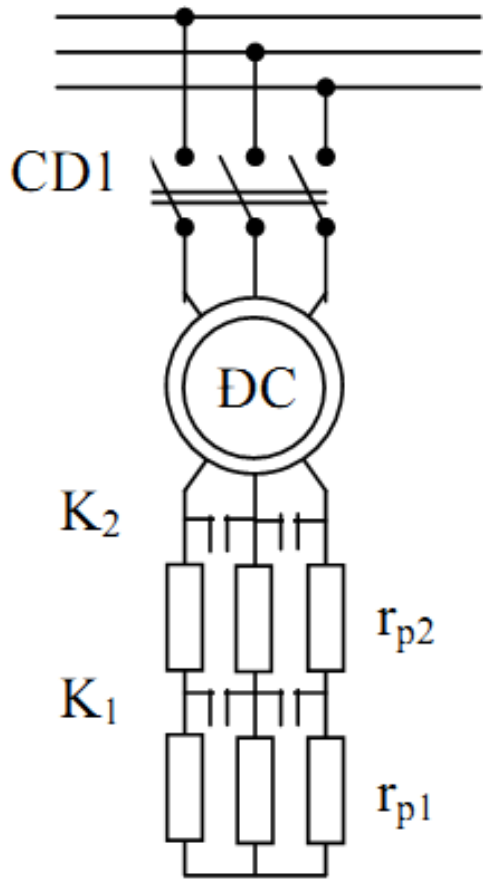
Khi điện trở rôto thay đổi thì đặc tính $M = f(s)$ cũng thay đổi theo.

Điều chỉnh điện trở mạch rôto thích đáng thì $M_k = M_{\max}$.

Khi rôto quay để giữ một mômen điện từ nhất định trong quá trình khởi động ta cắt dần điện trở nối thêm vào mạch rôto làm cho quá trình tăng tốc động cơ từ đặc tính này sang đặc tính khác và sau khi cắt toàn bộ điện trở thì sẽ tăng tốc đến điểm làm việc của đặc tính cơ tự nhiên.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Sơ đồ và các đặc tính cơ khi khởi động



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Ưu điểm và nhược điểm của phương pháp khởi động:

+ Ưu điểm:

Mô men khởi động M_k lớn

Dòng điện khởi động I_k nhỏ.

+ Nhược điểm:

Chỉ áp dụng được với động cơ KĐB rô to dây quấn

Động cơ rô to dây quấn chế tạo phức tạp hơn rô to lồng sóc nên giá thành đắt hơn, bảo quản khó khăn hơn và hiệu suất cũng thấp hơn.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

2. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Trước đây, nếu có yêu cầu điều chỉnh tốc độ cao thường dùng động cơ điện một chiều. Nhưng ngày nay nhờ kỹ thuật điện tử phát triển nên việc điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ không gặp nhiều khó khăn với yêu cầu phạm vi điều chỉnh, độ bằng phẳng khi điều chỉnh và năng lượng tiêu thụ.

Phương pháp điều chỉnh chủ yếu có thể thực hiện :

- + Trên stato : Thay đổi điện áp U đưa vào dây quấn stato, thay đổi số đôi cực từ p dây quấn stato và thay đổi tần số f nguồn điện.
- + Trên rôto : Thay đổi điện trở rôto, nối cấp hoặc đưa sđđ phụ vào rôto.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

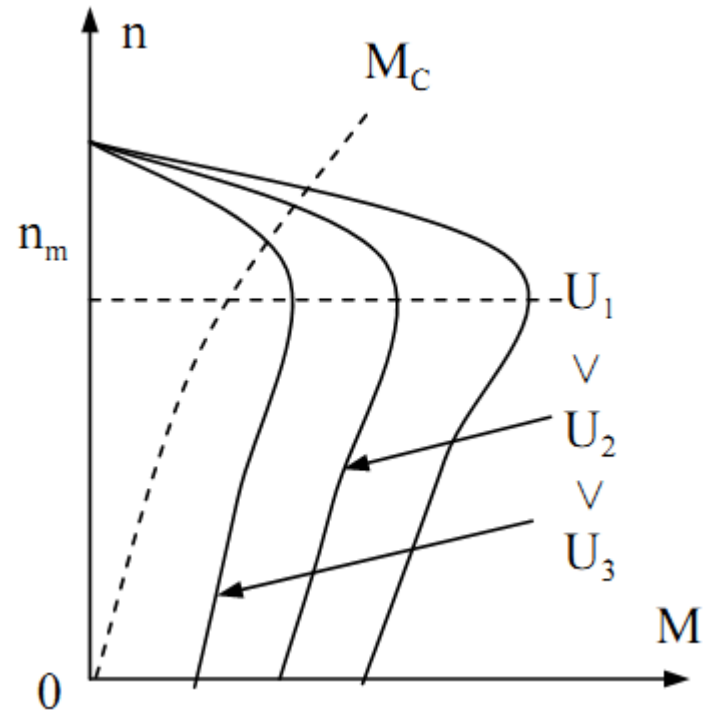
2.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp

Hệ số trượt tới hạn s_m không phụ thuộc vào điện áp.

Nếu r'_2 không đổi thì khi giảm điện áp nguồn U_1 , hệ số trượt tới hạn s_m sẽ không đổi còn M_{max} giảm tỉ lệ với bình phương điện áp.

Họ đặc tính cơ cho thấy tốc độ thay đổi khi thay đổi điện áp.

Phương pháp này chỉ thực hiện khi máy mang tải, còn khi máy không tải giảm điện áp nguồn, tốc độ gần như không đổi.



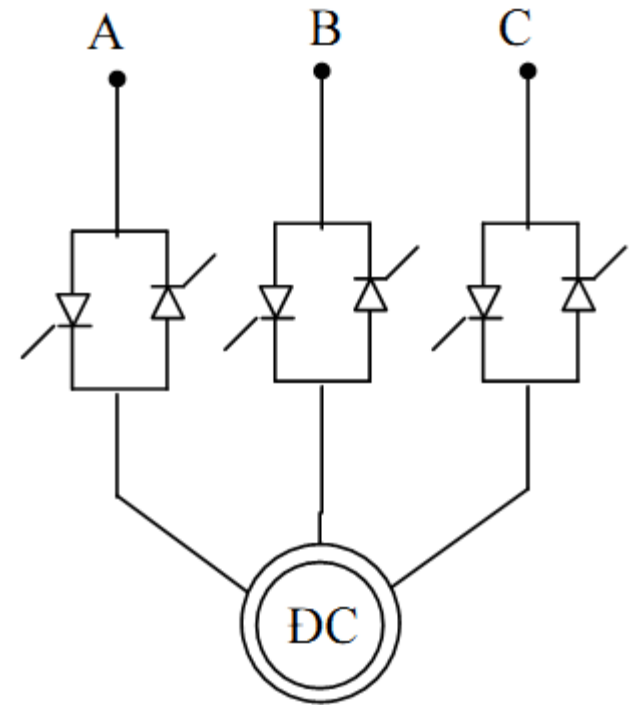
CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Thay đổi điện áp nguồn có thể áp dụng những cách sau:

Biến áp xoay chiều

Phân áp bằng điện kháng

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

2.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số

Với điều kiện năng lượng quá tải không đổi, có thể tìm ra được quan hệ giữa điện áp U_1 , tần số f_1 và mômen M .

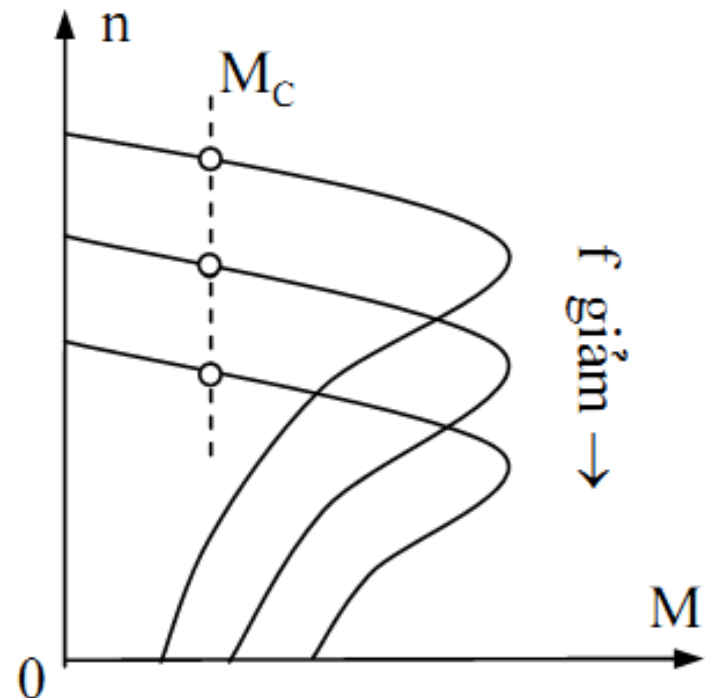
Trong công thức về mômen cực đại, nếu bỏ qua điện trở r_1 :

$$M_{\max} = C \frac{U_1^2}{f_1^2}$$

Với C – hệ số

Khi thay đổi tần số đặc tính cơ thay đổi

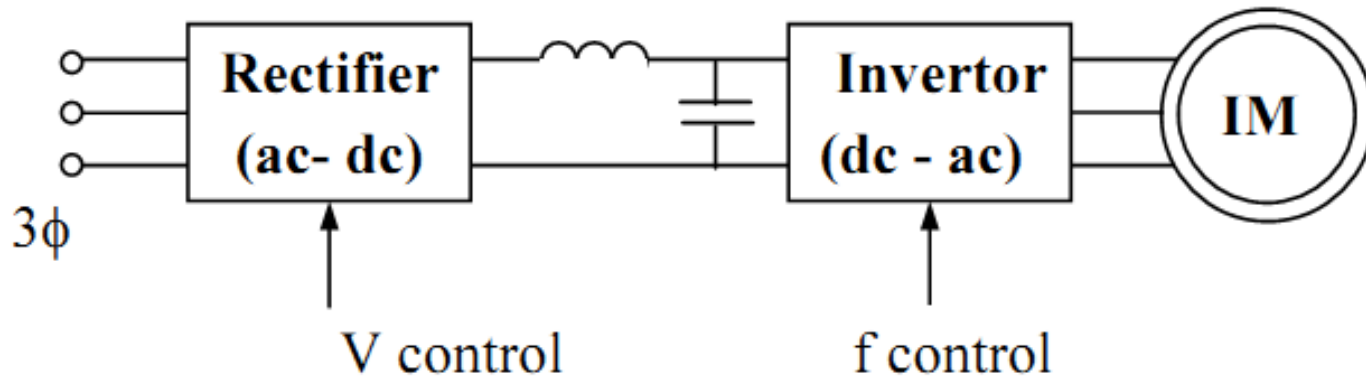
Họ đặc tính cơ với $U_1 = \text{const}$



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

2.2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số

Sơ đồ mạch điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số:



Rectifier – chỉnh lưu (AC → DC)

Inverter – Nghịch lưu (DC → AC)

f – control – điều khiển tần số

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Giả thiết U'_1 và M' là điện áp và mômen lúc tần số f'_1 , căn cứ vào điều kiện năng lực quá tải không đổi:

$$\frac{M'_{\max}}{M'} = \frac{M_{\max}}{M} = \frac{U_1'^2 f_1'^2}{U_1^2 f_1^2}$$

Do đó:
$$\frac{U_1'}{U_1} = \frac{f_1'}{f_1} \sqrt{\frac{M'}{M}}$$

Trong thực tế ứng dụng, thường yêu cầu mômen không đổi:

$$\frac{U_1'}{U_1} = \frac{f_1'}{f_1} \quad \rightarrow \quad \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$$

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Trường hợp yêu cầu công suất $P_{cơ}$ không đổi, nghĩa là mômen tỉ lệ nghịch với tần số:

$$\frac{M_1'}{M_1} = \frac{f_1}{f_1'}$$

Do đó:

$$\frac{U_1'}{U_1} = \sqrt{\frac{f_1'}{f_1}}$$

Khi thay đổi tần số f_1 , phải đồng thời thay đổi U_1 đưa vào động cơ.

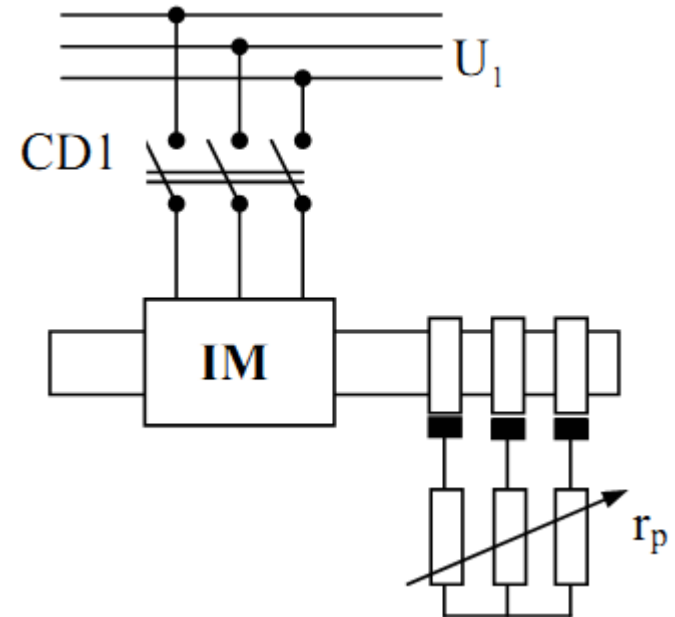
Trường hợp $U_1/f = \text{const}$ và tần số giảm có đặc tính cơ trên đồ thị, cách điều chỉnh này có các đặc tính thích hợp với loại tải cần $M_C = \text{const}$ khi vận tốc thay đổi.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

2.3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách điều chỉnh điện trở rôto

Thay đổi điện trở dây quấn rôto, bằng cách mắc thêm biến trở ba pha vào mạch rôto của động cơ rôto dây quấn.

Do biến trở điều chỉnh phải làm việc lâu dài nên có kích thước lớn hơn biến trở khởi động.

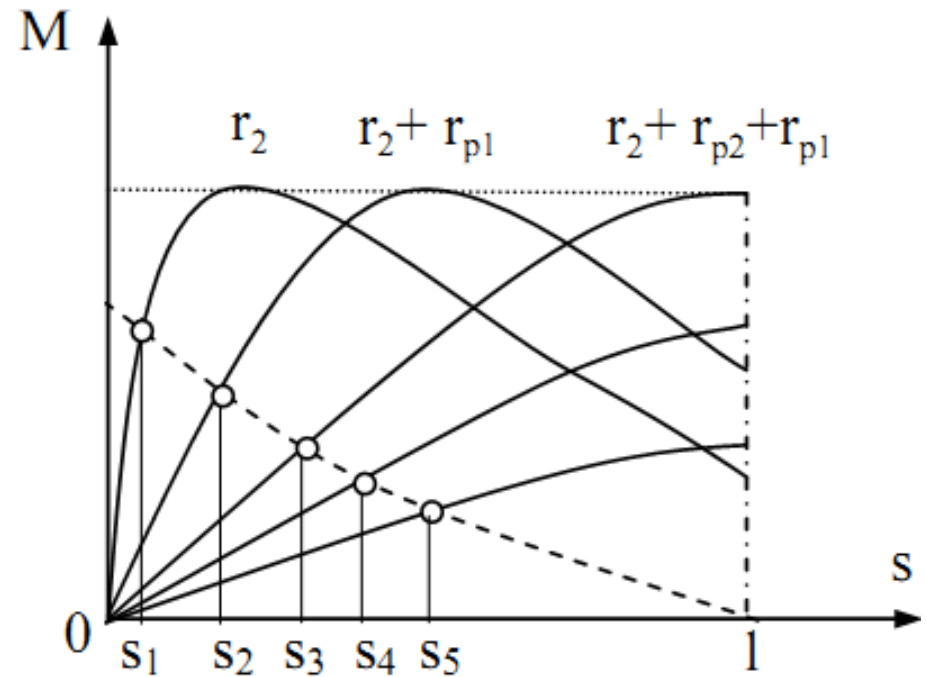


CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Họ đặc tính cơ của ĐK rôto dây quấn khi dùng biến trở điều chỉnh tốc độ.

Đặc điểm điều chỉnh:

Khi tăng điện trở, tốc độ quay của động cơ giảm.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Biến trở làm việc theo nguyên tắc “bấm xung”

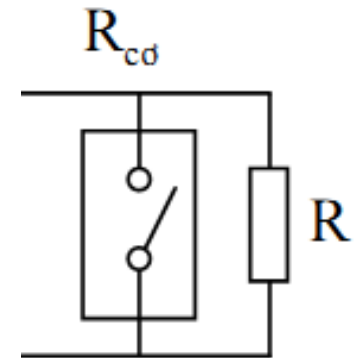
Tần số đóng cắt và điện trở tương đương của mạch

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{T}$$

$$R_C = R \frac{t_1}{t_1 + t_2} = R \frac{t_1}{T} = R \cdot \rho$$

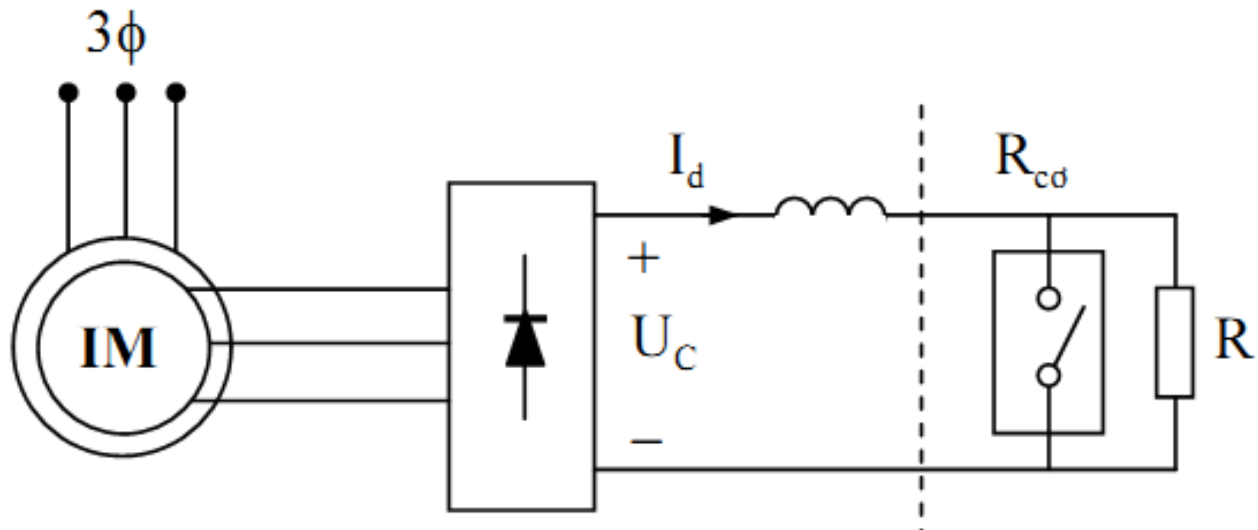
Phương pháp này gây tổn hao trong biến trở nên làm hiệu suất động cơ giảm.

Tuy vậy, đây là phương pháp khá đơn giản, tốc độ được điều chỉnh liên tục trong phạm vi tương đối rộng nên được dùng nhiều trong các động cơ công suất cỡ trung bình.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

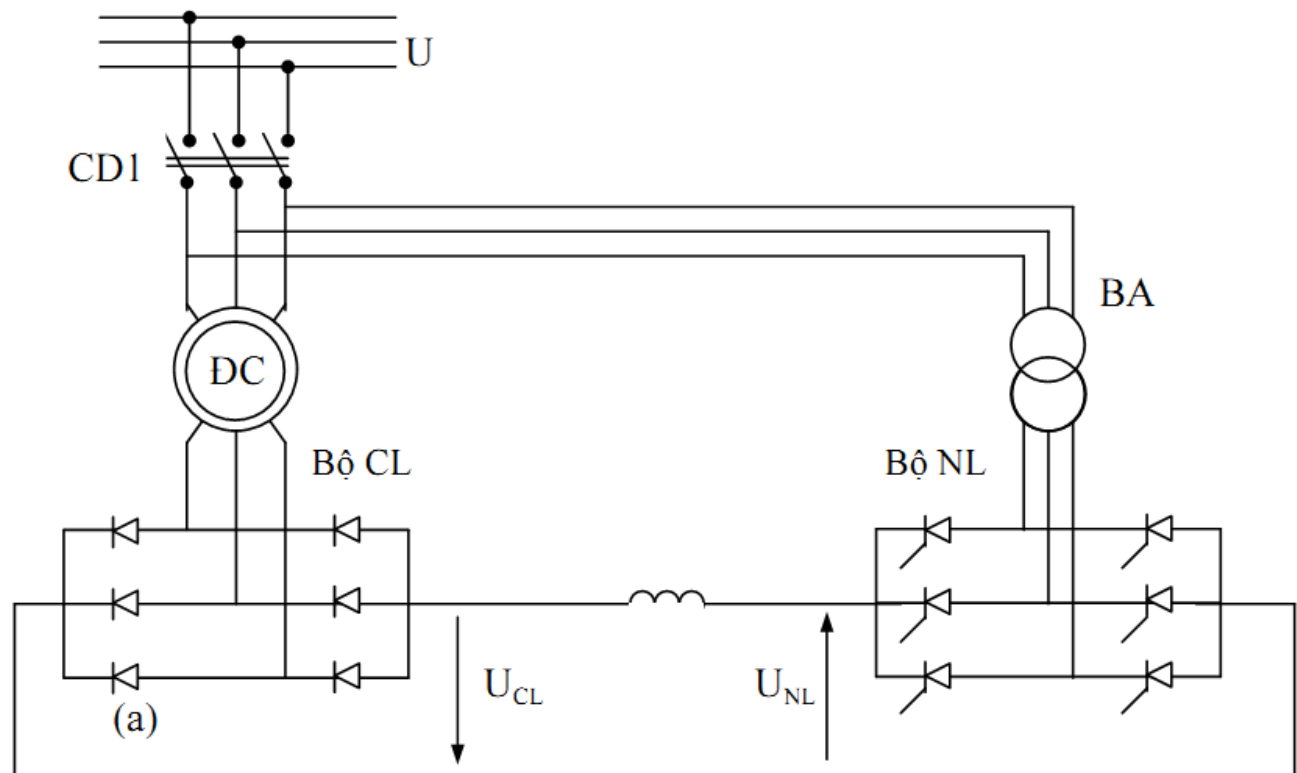
Sơ đồ mạch điều chỉnh tốc độ



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

2.4. Điều chỉnh tốc độ bằng cách nối cấp trả năng lượng về nguồn

Năng lượng trên rô to với tần số $f_2 = sf_1$ lẽ ra tiêu hao trên điện trở phụ được chỉnh lưu thành năng lượng một chiều, sau đó qua bộ nghịch lưu được biến đổi thành năng lượng xoay chiều tần số f trả về nguồn.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3. ỨNG DỤNG HIỆU ỨNG MẶT NGOÀI

Động cơ KĐB có đặc tính tốt thỏa mãn các yêu cầu:

- + Khởi động: Mômen M_K lớn, dòng điện I_K nhỏ.
- + Làm việc bình thường: Hiệu suất của động cơ cao.

Động cơ rôto dây quấn có thể đáp ứng được các yêu cầu khi thay đổi điện trở phụ mạch rô to, còn động cơ rôto lồng sóc không thể điều chỉnh được mạch rô to.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Đặc điểm của động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc rãnh thường :

+ Ưu điểm: Chế tạo đơn giản; Làm việc chắc chắn; Đặc tính làm việc tốt

+ Nhược điểm: Dòng khởi động I_K lớn; Mômen khởi động M_K nhỏ

Giải pháp:

Nếu dùng vật liệu để chế tạo thanh dẫn sao cho R_2 lớn $\rightarrow M_K$ lớn và hiệu suất η giảm.

Khắc phục :

+ Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc rãnh sâu

+ Động cơ không đồng bộ rôto 2 lồng sóc.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3.1. Động cơ Rôto rãnh sâu

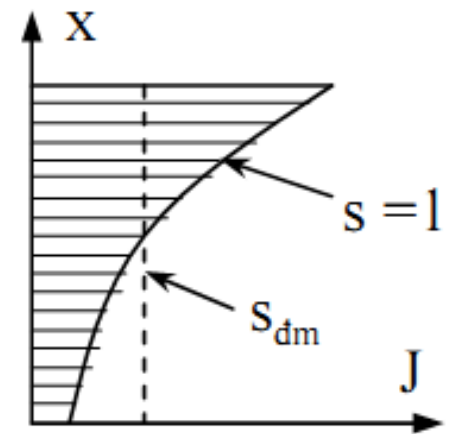
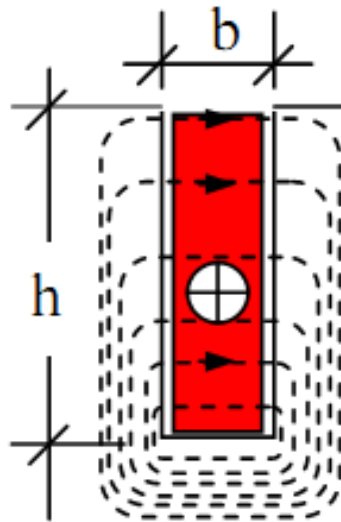
Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc rãnh sâu lợi dụng hiện tượng từ thông tản trong rãnh rôto gây nên hiện tượng hiệu ứng mặt ngoài khi khởi động làm điện trở rôto R_2 tăng lên để cải thiện đặc tính khởi động.

3.1.1. Cấu tạo rãnh rôto

Rãnh của rô to có

+ Chiều cao $h = 40 \div 60$ mm

+ Tỷ số $h/b = 10 \div 12$ lần

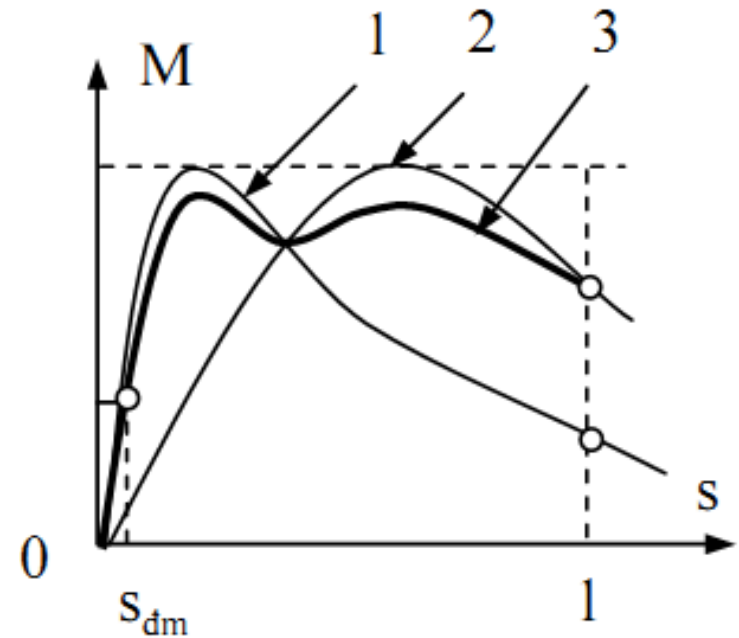


CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Khi tốc độ đạt định mức $s = s_{đm}$, điện trở $R_{2(1)}$, dòng điện phân bố đều (đường 1);

Khi khởi động $s = 1$, điện trở $R_{2(2)}$, dòng tập trung trên miệng rãnh (đường 2).

Đường 3 biểu diễn đặc tính cơ thực tế của động cơ rôto rãnh sâu khi hệ số trượt s thay đổi từ $1 \div s_{đm}$, khi đó điện trở $R_{2(2)}$ giảm dần về $R_{2(1)}$.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3.1.2. Nguyên lý

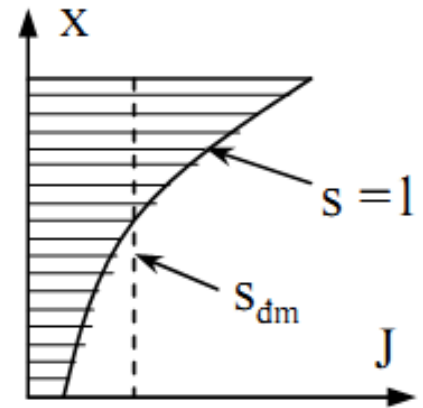
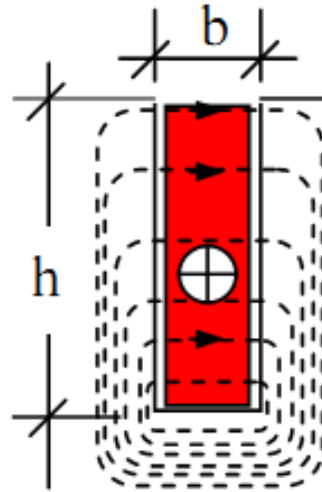
+ Khi khởi động :

Tốc độ rôto $n = 0$,

Hệ số trượt $s = 1$; $f_2 = sf_1 = f_1$,
từ thông tản tại thời điểm này

tập trung ở đáy rãnh, càng lên trên miệng rãnh từ thông càng ít đi do đó điện kháng tản ở đáy rãnh lớn, và phía miệng rãnh nhỏ vì vậy dòng điện tập trung lên phía trên miệng rãnh.

Kết quả của việc tập trung dòng điện lên phía trên miệng rãnh được coi như tiết diện của dây dẫn bị nhỏ đi điện trở rôto tăng lên làm M_K tăng lên.



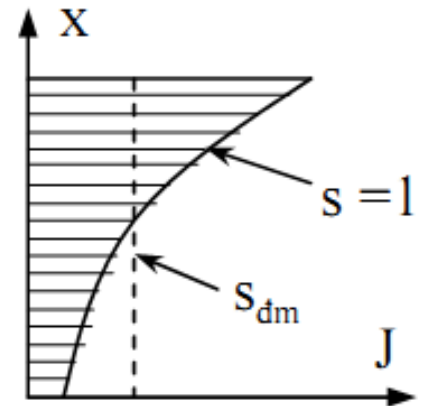
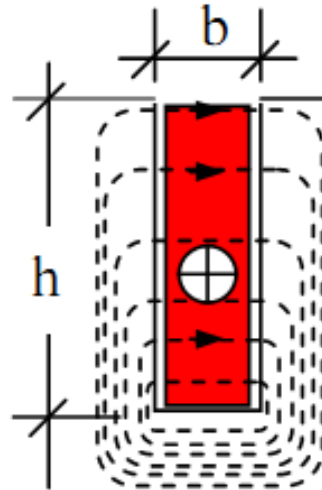
CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3.1.2. Nguyên lý

+ Khi tốc độ tăng:

Tần số rôto f_2 giảm, hiệu ứng mặt ngoài giảm đi và dòng điện dần dần phân bố đều lại và R_2 được coi như nhỏ lại và khi máy

làm việc bình thường $f_2 = (2 \div 3)$ Hz , hiệu ứng mặt ngoài lúc này hầu như không có, đặc tính làm việc giống như động cơ bình thường.



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3.1.3. Mạch điện thay thế

+ Điện trở của rôto :

Điện trở và điện kháng của rôto khi xét hiệu ứng mặt ngoài:

$$r_2' = k_r r_{2r}' + r_{2v}'$$

$$x_2' = k_x x_{2r}' + x_{2v}'$$

trong đó :

r - ký hiệu nhỏ chỉ rãnh rôto.

v - ký hiệu nhỏ chỉ vành ngắn mạch.

k_r - hệ số tăng điện trở do hiệu ứng mặt ngoài.

k_x - hệ số giảm điện kháng tản do hiệu ứng mặt ngoài.

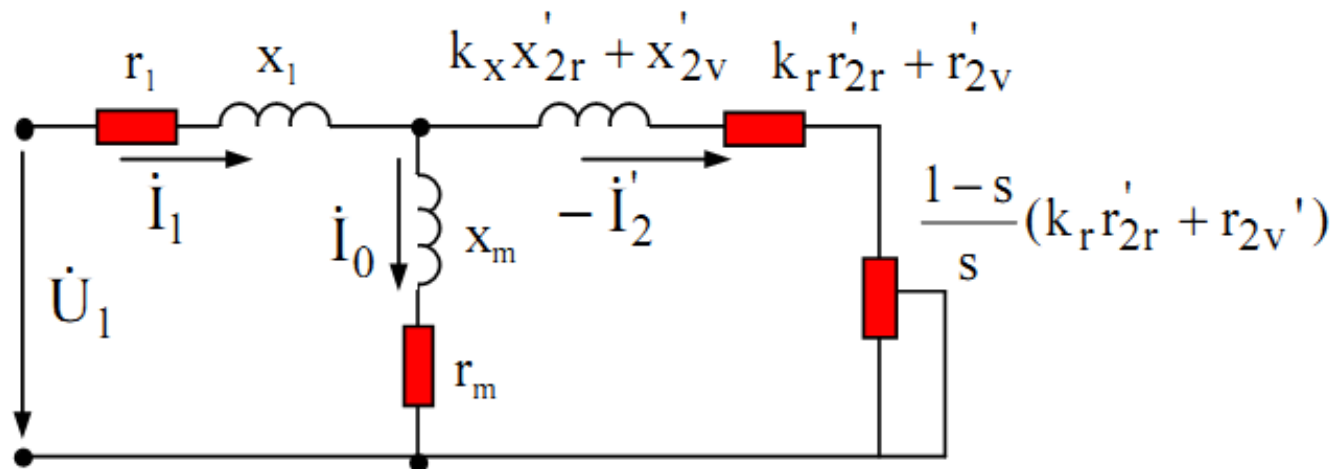
CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Hệ số k_r và k_x phụ thuộc chiều cao qui đổi ξ :

$$\xi = h_r \sqrt{s \frac{\rho}{\rho_{Cu}}}$$

trong đó : s - hệ số trượt; h_r - chiều cao rãnh; ρ , ρ_{Cu} - điện trở suất vật liệu làm thanh dẫn và đồng.

+ Mạch điện thay thế của rôto rãnh sâu:



CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Bội số dòng và bội số mômen ở điện áp định mức:

$$\frac{I_k}{I_{đm}} = 4,5 \div 6$$

$$\frac{M_{\max}}{M_{đm}} = 1 \div 1,4$$

Hiệu suất của động cơ rãnh sâu không khác rãnh thường là bao, chỉ có $\cos\varphi$ hơi thấp vì điện kháng tản rôto rãnh sâu lớn hơn loại rãnh thường, do đó mômen cực đại M_{\max} cũng nhỏ hơn.

Phạm vi công suất loại động cơ này vào khoảng 50÷200kW.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3.2. Động cơ Rôto hai lồng sóc

3.2.1. Cấu tạo rãnh rôto

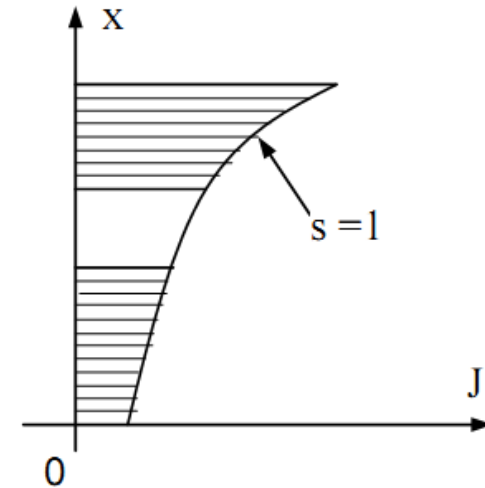
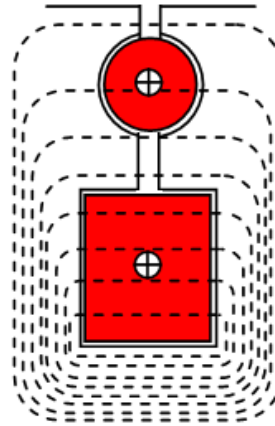
Rãnh rôto chế tạo gồm hai lồng sóc :

- + Lồng sóc ngoài : dùng để mở máy, chế tạo với tiết diện S nhỏ, vật liệu có điện trở suất ρ lớn, để có điện trở khởi động R_{2kd} lớn.
- + Lồng sóc trong : gọi là lồng sóc làm việc, chế tạo với tiết diện S lớn, vật liệu có điện trở suất ρ nhỏ, để có điện trở làm việc R_{2lv} nhỏ .

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3.2.2. Nguyên lý

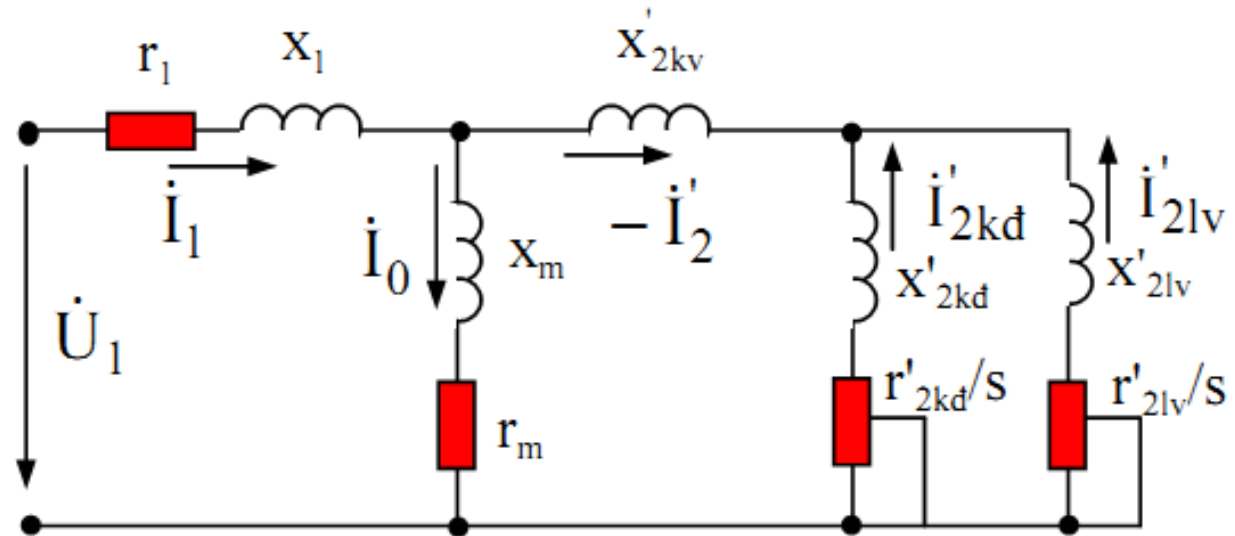
Khi mở máy thì $f_2 = f_1$, do hiệu ứng mặt ngoài nên dòng điện tập trung ở lồng sóc ngoài, mà R_2 ngoài lại lớn nữa nên M_K lớn.



Khi làm việc bình thường, tần số f_2 nhỏ mà R_2 trong cũng nhỏ nữa nên dòng điện lớn và mômen chủ yếu do lồng sóc này tạo ra.

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

3.2.3. Mạch điện thay thế



Dòng điện: $\dot{I}'_2 = \dot{I}'_{2kd} + \dot{I}'_{2lv}$

Điện kháng tản: x'_{2kd} do từ thông tản $\Phi_{t.kd}$ ứng với dòng I'_{2kd}

x'_{2lv} do từ thông tản $\Phi_{t.lv}$ ứng với dòng I'_{2lv}

x'_{2kv} do từ thông tản $\Phi_{t.kv}$ ứng với dòng I'_{2kv}

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Bội số dòng và bội số mômen ở điện áp định mức:

$$\frac{I_k}{I_{đm}} = 4 \div 6$$

$$\frac{M_{\max}}{M_{đm}} = 1,2 \div 2$$

Điện kháng tản rôto lớn nên $\cos\varphi$ thấp. So với loại rôto rãnh sâu thì động cơ điện loại này dùng nhiều kim loại màu hơn, nhưng có thể thiết kế đặc tính mở máy linh hoạt hơn.

Phạm vi công suất loại động cơ này vào khoảng 30÷1250kW

CHƯƠNG 9: KHỞI ĐỘNG VÀ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Đặc tính $M = f(s)$ của các loại động cơ điện:

Loại thường (đường 1)

Động cơ điện rãnh sâu (đường 2)

Động cơ điện rôto lồng sóc kép (đường 3)

