



TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

SEE
School of Electrical Engineering

AM
BỘ MÔN TỰ ĐỘNG HÓA CÔNG NGHIỆP

TRUYỀN ĐỘNG MỘT CHIỀU



Nhóm Truyền Động Điện

Viện Điện - Bộ Môn Tự Động Hóa Công Nghiệp

Đc: C9-104, Đại Học Bách Khoa Hà Nội

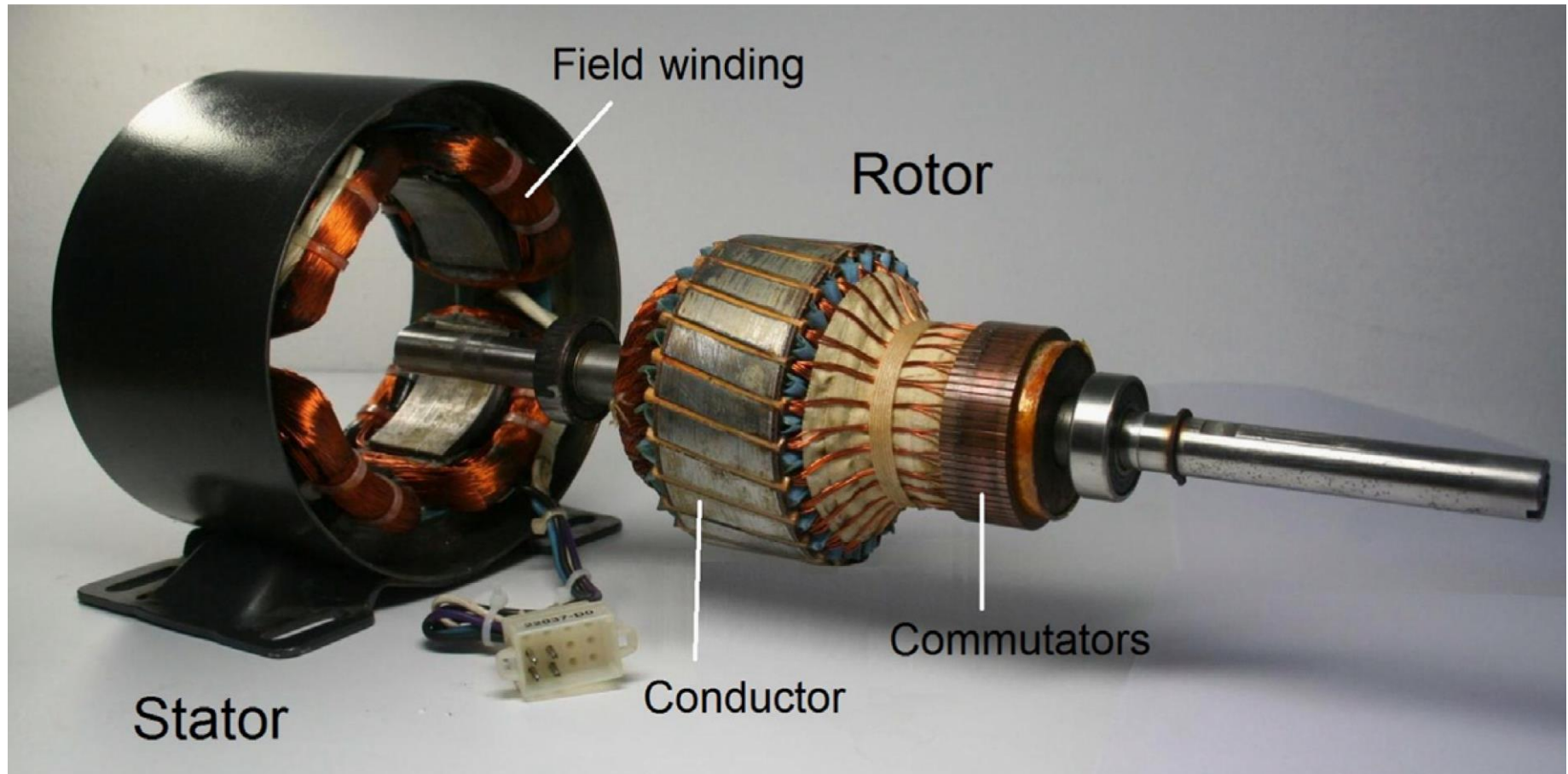
- 2.1. Cấu tạo, nguyên lý hoạt động
- 2.2 Mô hình hóa động cơ DC
- 2.3 Đặc tính cơ và các thông số ảnh hưởng đến đặc tính cơ
- 2.4 Khởi động động cơ DC
- 2.5 Các chế độ phanh hãm
- 2.6 Các phương pháp điều khiển tốc độ
- 2.7 Hệ DC 4 góc phần tư
- 2.8 Điều khiển vòng kín hệ DC

2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG



www.LearnEngineering.org

2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG



Hình 2.1. Cấu tạo động cơ DC

2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

❖ Quá trình chuyển mạch:

○ Lực điện từ:

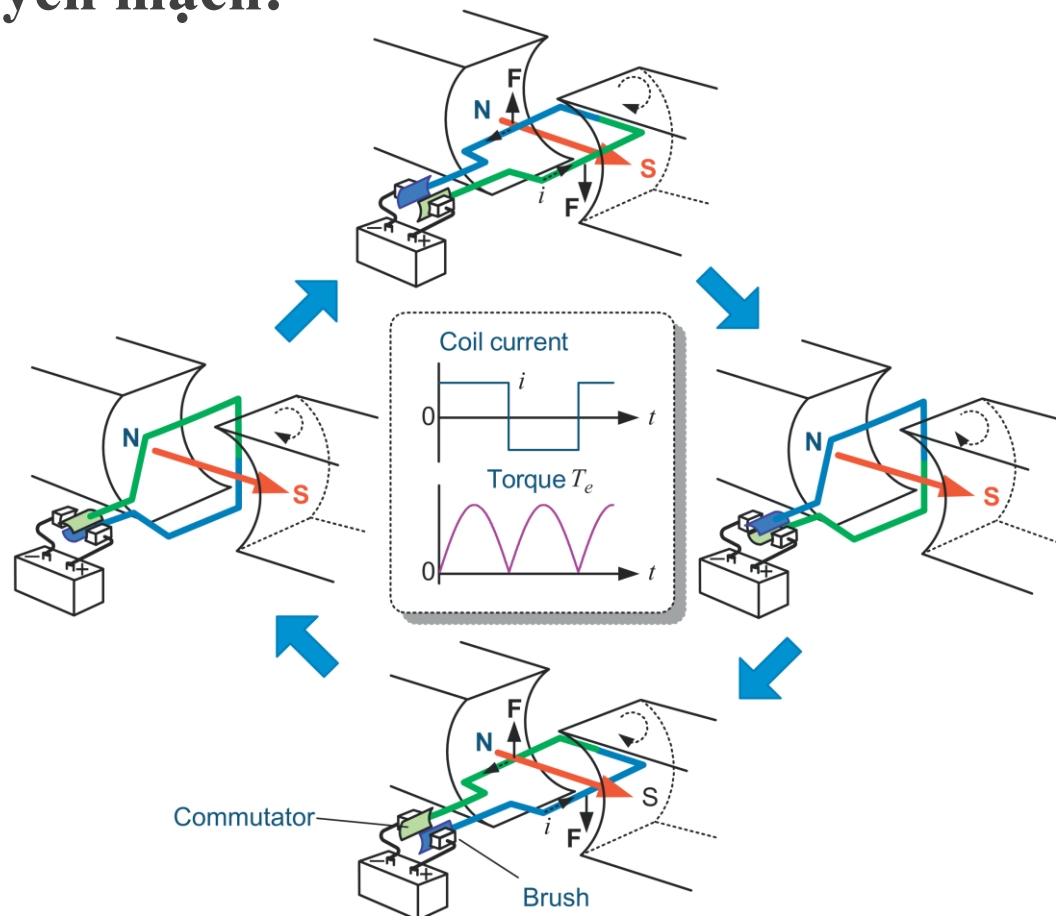
$$F = Bli$$

○ Sức điện động:

$$e = Blv$$

○ Từ cảm:

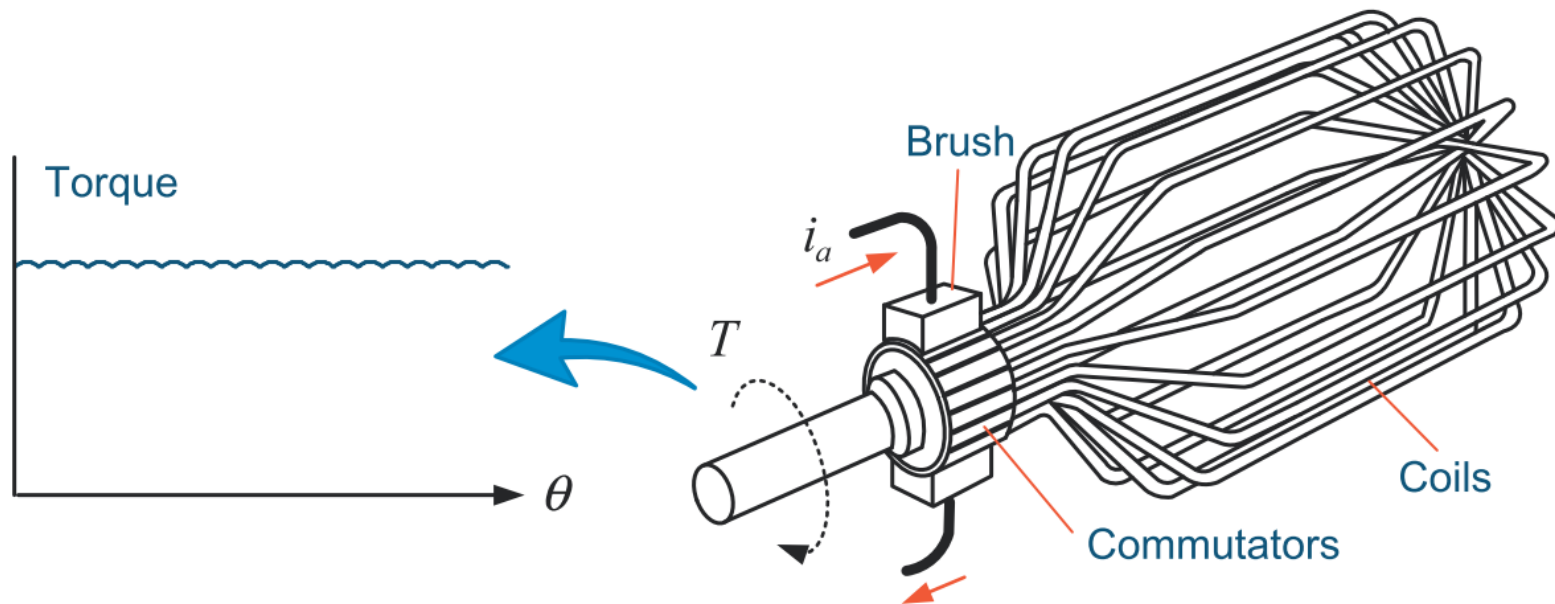
$$B = \frac{\mu_0 NI}{g}$$



Hình 2.2. Quá trình chuyển mạch và dạng mô men điện từ

2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

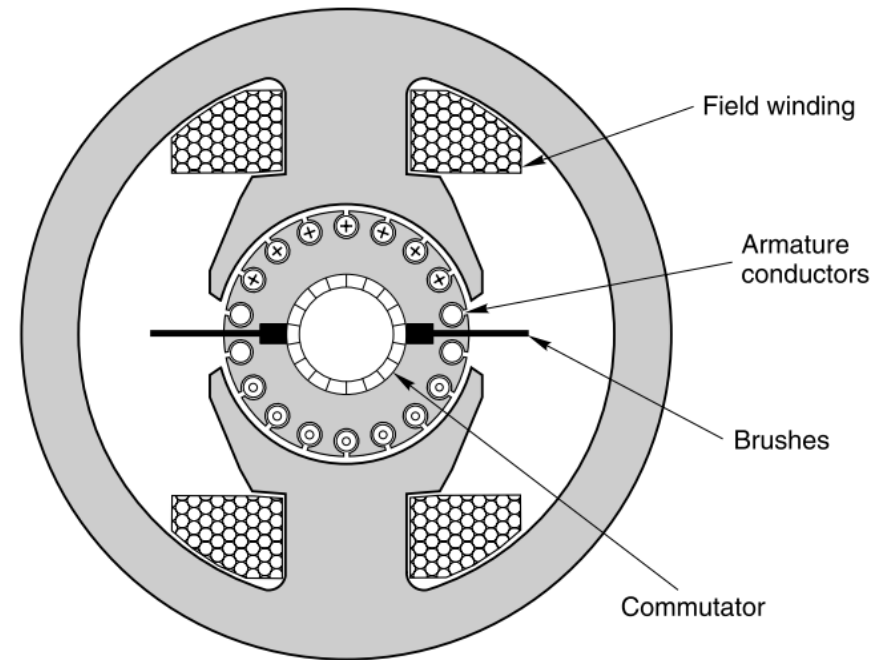
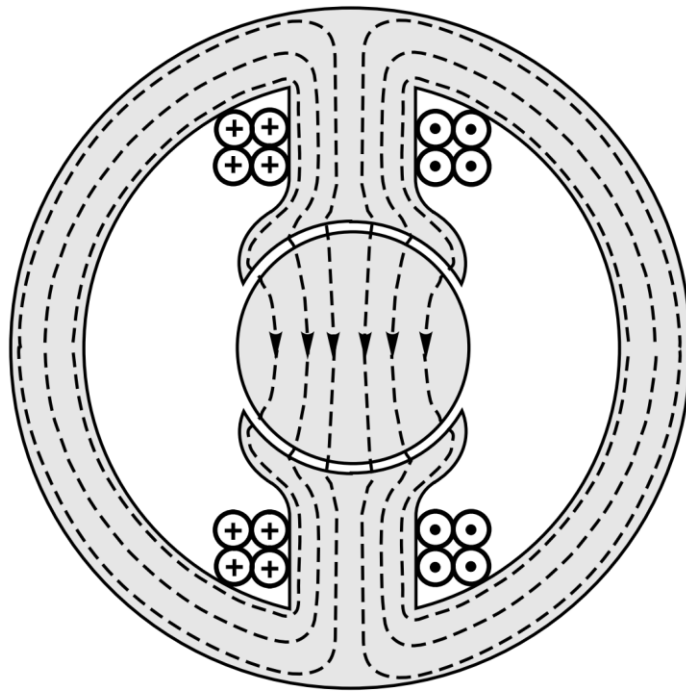
❖ Để giảm độ đập mạch mô men, cần nhiều cuộn dây.



Hình 2.3. Cấu trúc nhiều thanh dẫn để giảm mô men đập mạch

2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

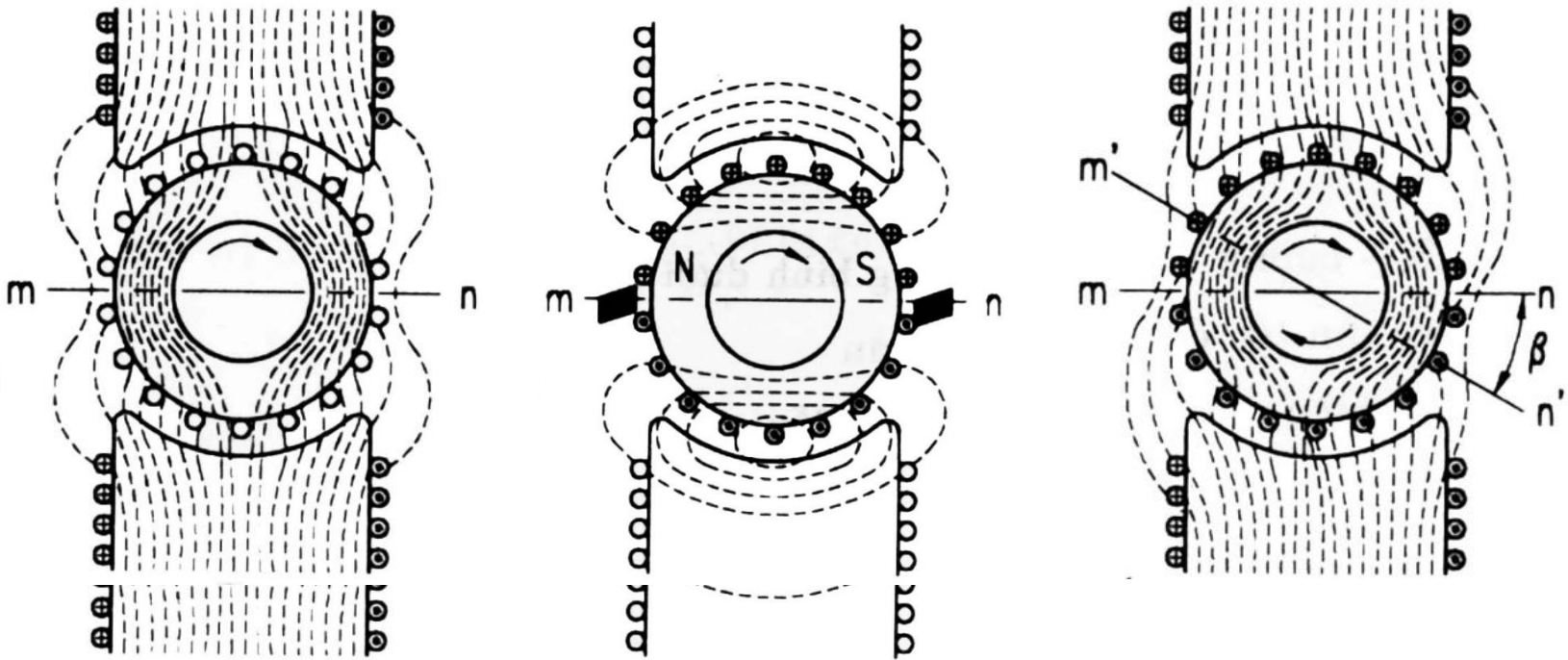
❖ Phản ứng phần ứng.



Hình 2.4. Đường sức từ của động cơ DC khi bỏ qua phản ứng phần ứng

2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

❖ Phản ứng phần ứng



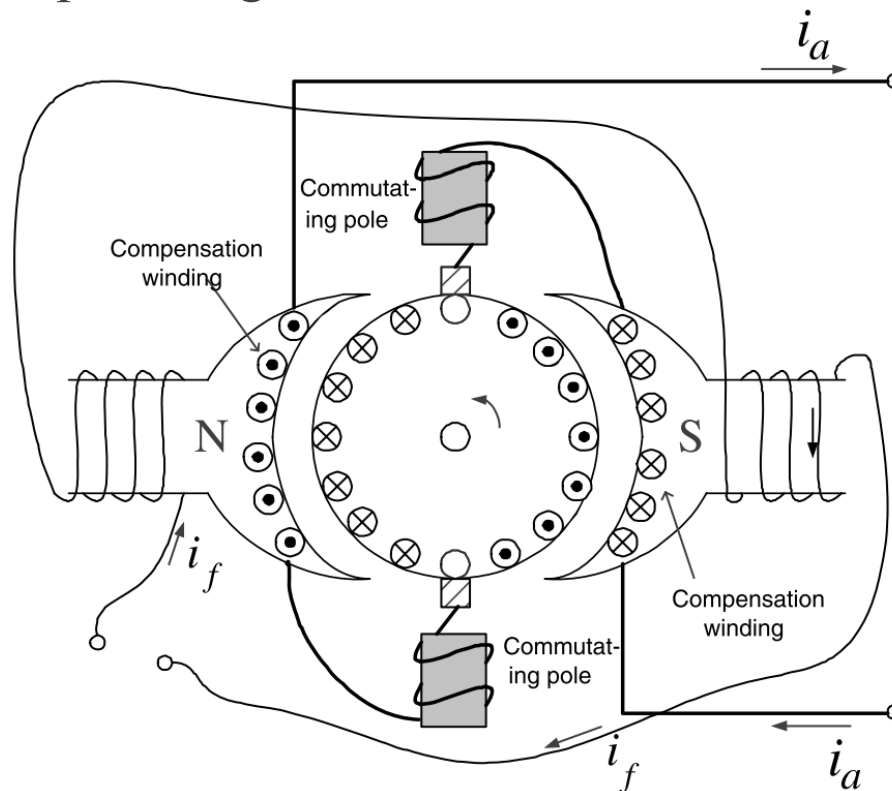
Hình 2.5. Đường sức từ của động cơ DC khi có phản ứng phần ứng

❑ **Chú ý:** chổi than luôn đặt ở đường trung tính vật lý.

2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

❖ Cực từ phụ:

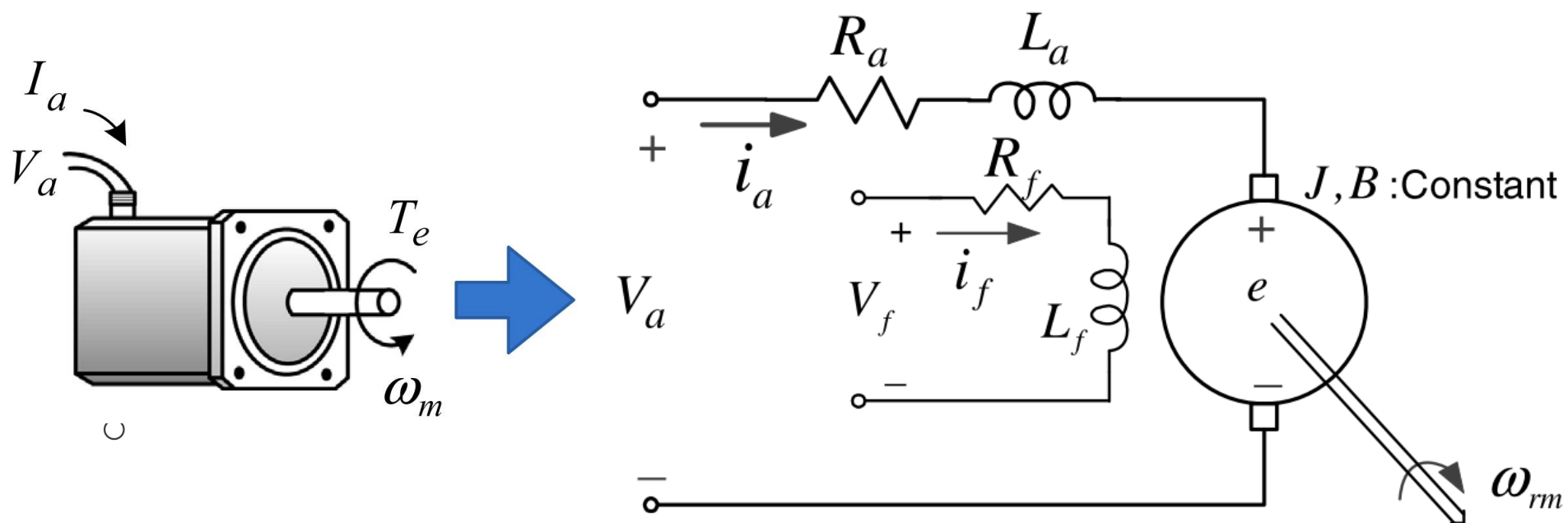
- Bù phản ứng phần ứng.
- Mắc nối tiếp với phần ứng.



Hình 2.6. Động cơ DC với cực từ phụ

2.2. MÔ HÌNH HÓA

❖ Phương trình động học



Hình 2.7. Sơ đồ tương đương của động cơ DC

2.2. MÔ HÌNH HÓA

❖ Phương trình động học

- Điện áp phản ứng:

$$V_a = R_a I_a + L_a \frac{di_a}{dt} + e_a$$

- Sức phản điện động (Back Electromotive Force – back EMF)

$$e_a = K_T \Phi_f \omega_m$$

- Mô men điện từ:

$$T_e = K_e \Phi_f I_a$$

- Phương trình chuyển động:

$$T_e = J \frac{d\omega_m}{dt} + B \omega_m + T_L$$

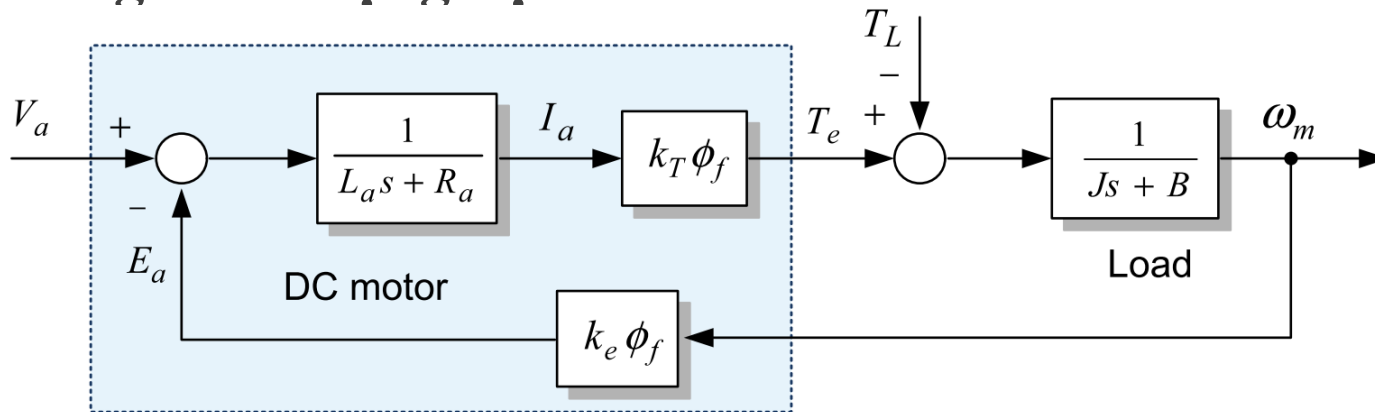
- Điện áp kích từ

$$U_f = R_f I_f + L \frac{dI_f}{dt}$$

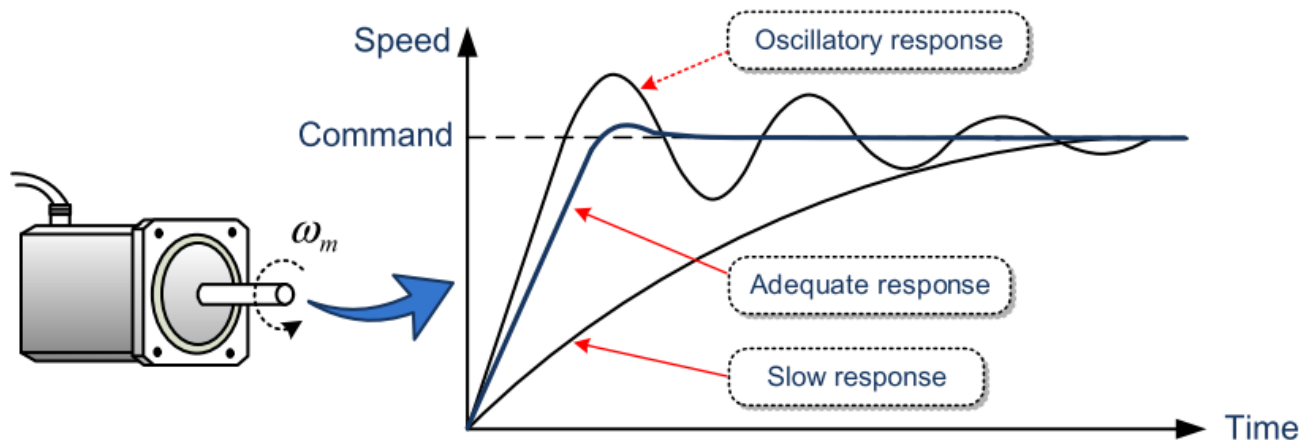
- Thực tế: $K_T = K_e = K$

2.2. MÔ HÌNH HÓA

❖ Phương trình động học



Hình 2.8. Mô tả động cơ DC kích từ độc lập



Hình 2.9. Đáp ứng tốc độ của động cơ DC

2.3. ĐẶC TÍNH CƠ

❖ Trạng thái xác lập:

$$\begin{cases} V_a = R_a I_a + E_a \\ E_a = K \Phi_f \omega_m \\ T_e = K \Phi_f I_a \end{cases}$$

❖ Phương trình đặc **tính cơ điện**:

$$\omega_m = \frac{V_a}{K \Phi_f} - \frac{R_a}{K \Phi_f} I_a$$

❖ Phương trình **đặc tính cơ**:

$$\omega_m = \frac{V_a}{K \Phi_f} - \frac{R_a}{(K \Phi_f)^2} T_e$$

❖ Độ cứng đặc tính cơ:

$$\beta = \frac{dT_e}{d\omega_m} = -\frac{(K \Phi_f)^2}{R_a}$$

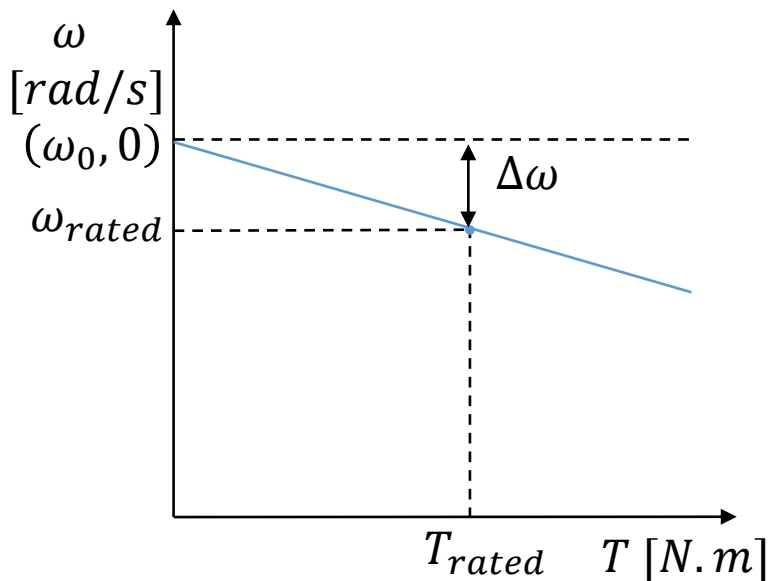
2.3. ĐẶC TÍNH CƠ

❖ Độ sụt tốc độ:

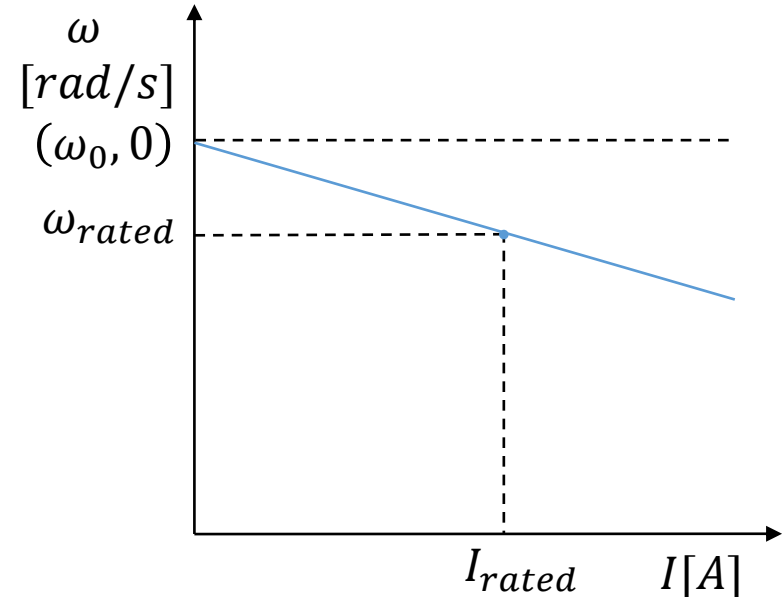
$$\Delta\omega_m = \frac{R_a}{(K\Phi_f)^2} T_e = \frac{R_a}{K\Phi_f} I_a$$

❖ Tốc độ không tải lý tưởng:

$$\omega_0 = \frac{V_a}{K\Phi_f}$$



Hình 2.10. Đặc tính cơ động cơ DC



Hình 2.11. Đặc tính cơ-điện động cơ DC

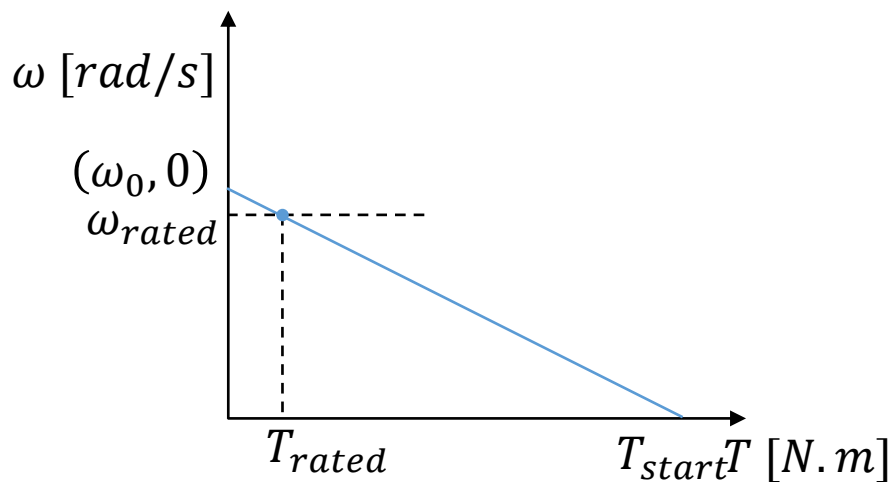
2.3. ĐẶC TÍNH CƠ

❖ Dòng khởi động (Locked Rotor Current)

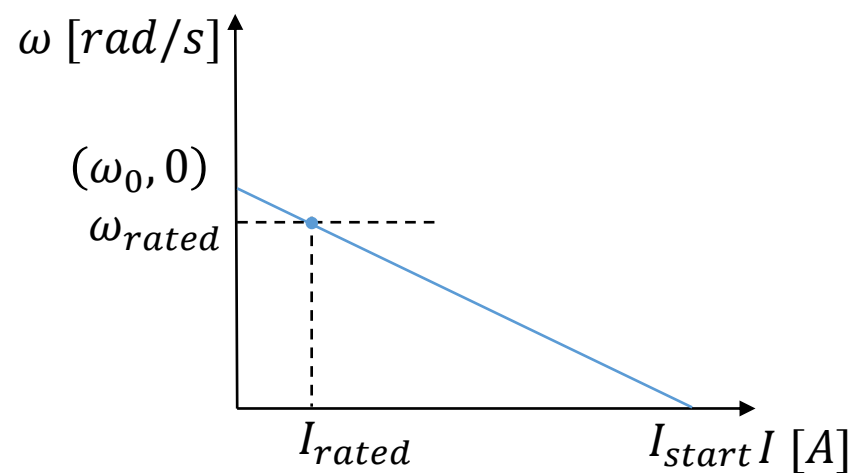
$$I_{\text{start}} = \frac{V_a}{R_a} \approx (8 \div 10) I_{\text{rated}}$$

❖ Mô men khởi động (Locked Rotor Torque)

$$T_{\text{start}} = K \Phi_f \frac{V_a}{R_a}$$



Hình 2.12. Mô men khởi động (LRT)



Hình 2.13. Dòng khởi động (LRC)

2.3. ĐẶC TÍNH CƠ

❖ Ảnh hưởng của điện áp phần ứng

○ Giả thiết:

$$\begin{aligned}R_a &= \text{constant} \\ \Phi_f &= \text{constant}\end{aligned}$$

○ Độ cứng đặc tính cơ:

$$\beta = \frac{dT_e}{d\omega_m} = -\frac{(K\Phi_f)^2}{R_a} = \text{constant}$$

○ Tốc độ không tải lý tưởng tỉ lệ với V_a :

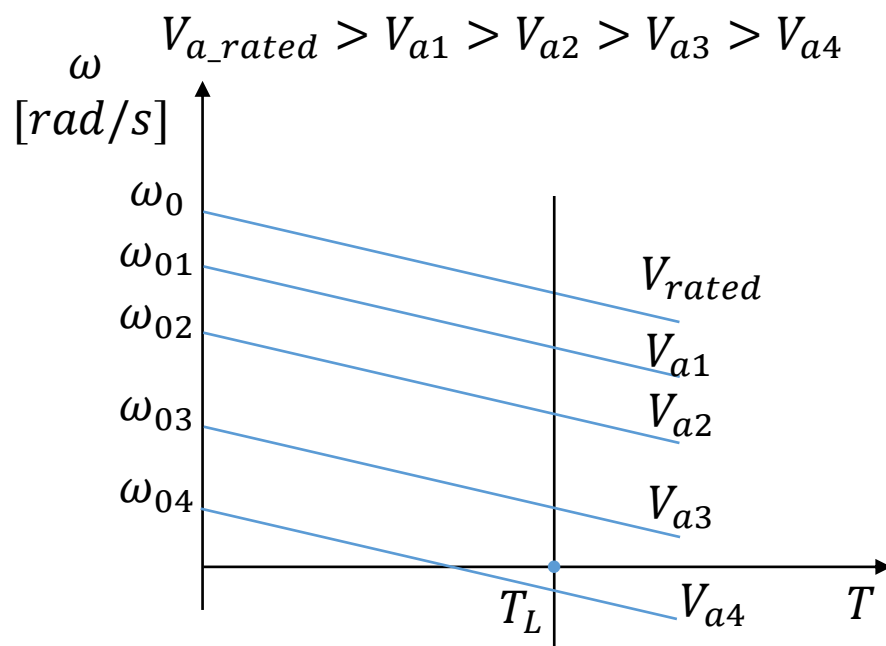
$$\omega_0 = \frac{V_a}{K\Phi_f}$$

○ Mô men và dòng khởi động tỉ lệ với V_a :

$$T_{start} = K\Phi_f \frac{V_a}{R_a}$$

2.3. ĐẶC TÍNH CƠ

❖ Ảnh hưởng của điện áp phản ứng



Hình 2.14. Đặc tính cơ điều chỉnh điện áp phản ứng

2.3. ĐẶC TÍNH CƠ

❖ Ảnh hưởng của từ thông kích từ

○ Giả thiết:

$$R_a = \text{constant}$$

$$V_a = \text{constant}$$

Φ_f không bị bão hòa

○ Độ cứng đặc tính cơ giảm theo từ thông:

$$\beta = \frac{dT_e}{d\omega_m} = - \frac{(K\Phi_f)^2}{R_a}$$

○ Tốc độ không tải lý tưởng tỉ lệ nghịch với từ thông:

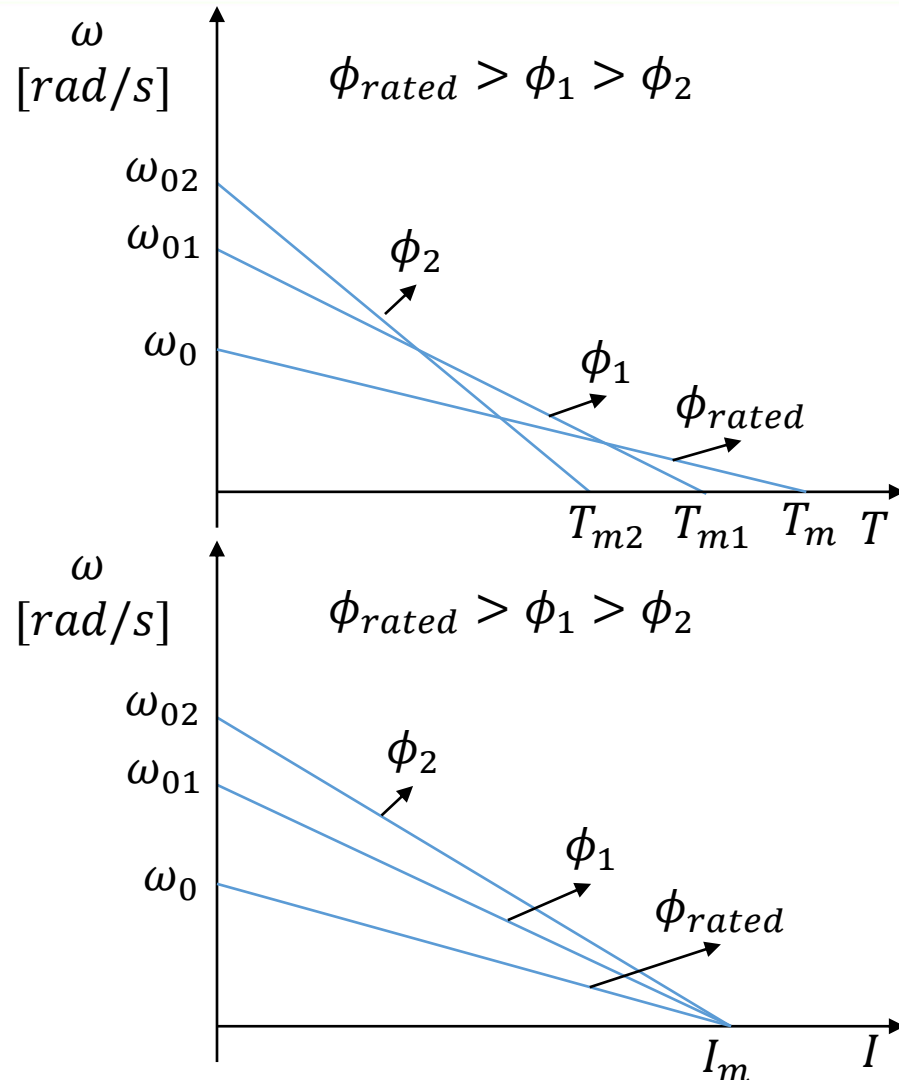
$$\omega_0 = \frac{V_a}{K\Phi_f}$$

○ Mô men khởi động giảm theo từ thông :

$$T_{start} = K\Phi_f \frac{V_a}{R_a}$$

○ Dòng khởi động không thay đổi:

$$I_{start} = \frac{V_a}{R_a}$$



Hình 2.15. Đặc tính cơ dưới ảnh hưởng của từ thông

2.3. ĐẶC TÍNH CƠ

❖ Ảnh hưởng của điện trở phản ứng

○ Giả thiết:

$$V_a = \text{constant}$$
$$\Phi_f = \text{constant}$$

○ Độ cứng đặc tính cơ giảm khi tăng điện trở:

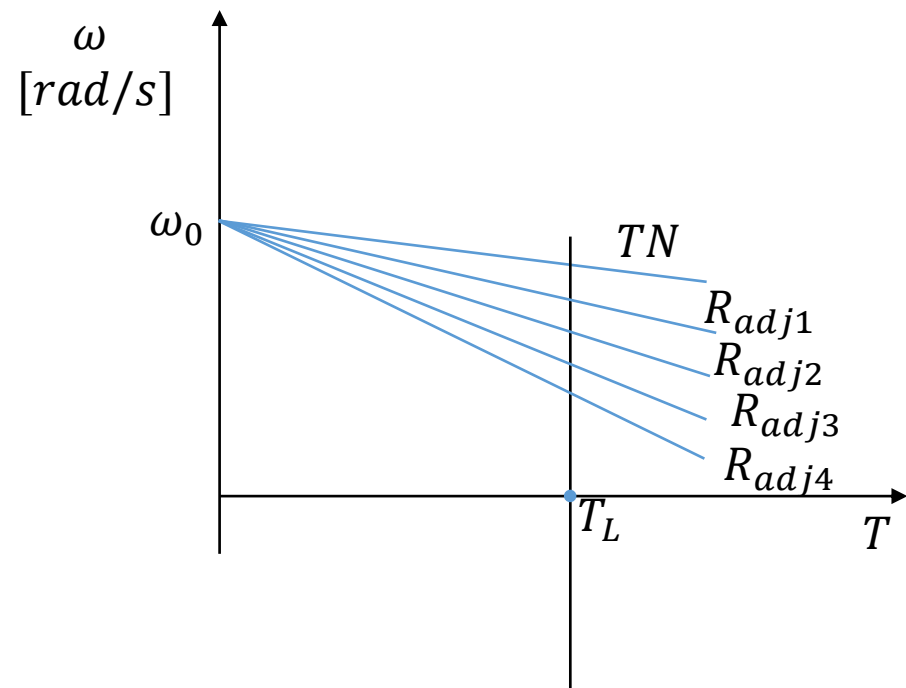
$$\beta = \frac{dT_e}{d\omega_m} = -\frac{(K\Phi_f)^2}{R_a + R_{ad}}$$

○ Tốc độ không tải lý tưởng không đổi

$$\omega_0 = \frac{V_a}{K\Phi_f}$$

○ Mô men và dòng khởi động giảm khi điện trở tăng:

$$T_{start} = K\Phi_f \frac{V_a}{R_a}; \quad I_{start} = \frac{V_a}{R_a}$$



Hình 2.16. Ảnh hưởng của điện trở phản ứng

2.4. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ

❖ Trình tự khởi động:

- Cấp nguồn kích từ.

- Cấp nguồn phản ứng.

❑ Chú ý: động cơ DC luôn có bảo vệ mất kích từ.

❖ Các vấn đề khi khởi động trực tiếp:

- Dòng khởi động rất lớn:

$$I_{start} = \frac{V_a}{R_a} \approx (8 \div 10) I_{rated}$$

- Độ giật lớn gây ảnh hưởng đến kết cấu cơ khí.

- Đặc biệt nguy hiểm đối với phụ tải nâng hạ như cầu trục, thang máy.

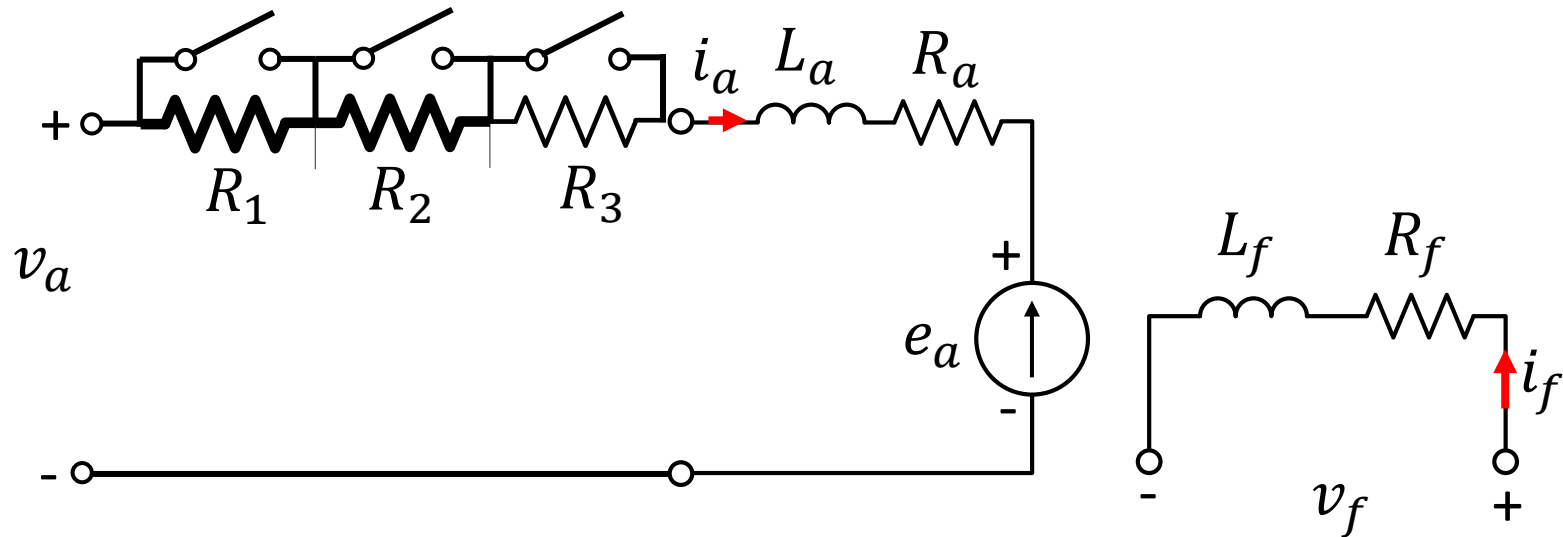
❖ Biện pháp khắc phục:

- Nối thêm điện trở phản ứng.

- Tăng dần điện áp phản ứng.

2.4. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ

❖ Hạn chế dòng khởi động bằng điện trở phản ứng



Hình 2.17. Hạn chế dòng khởi động bằng điện trở

○ Thời điểm khởi động:

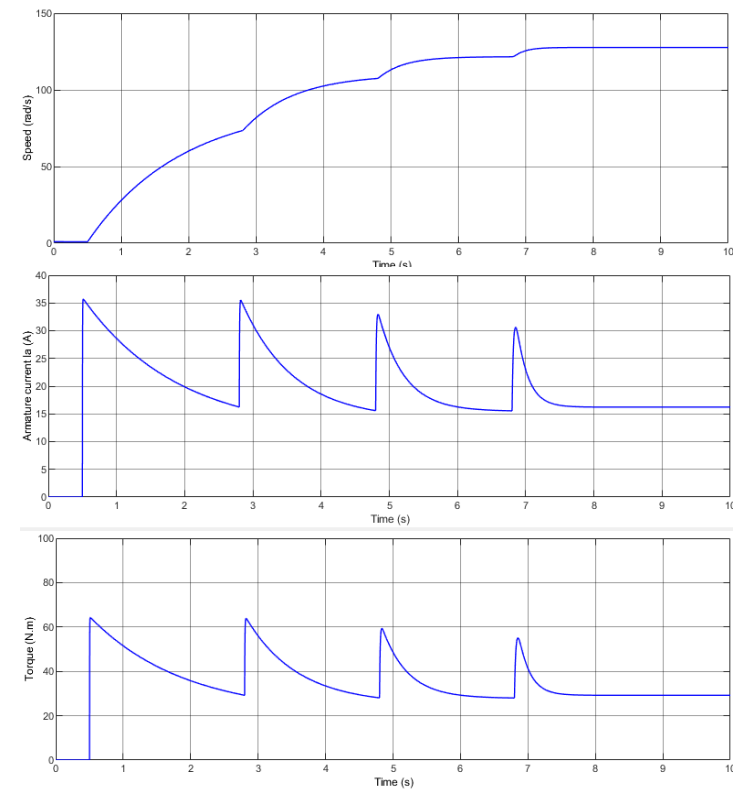
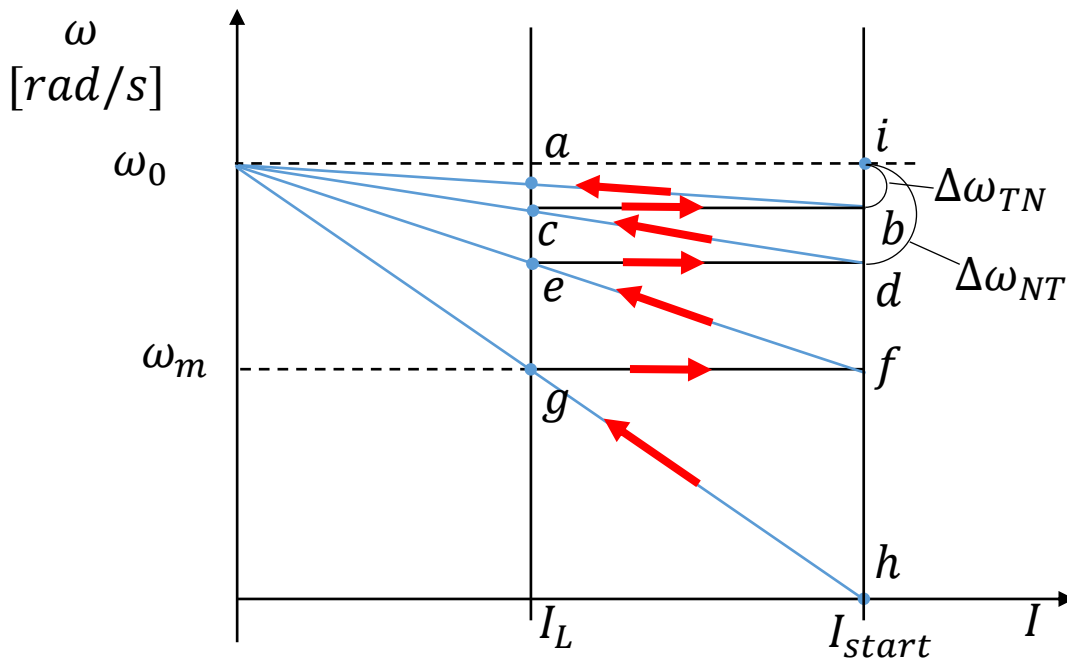
$$I_{start} = \frac{V_a}{R_{\Sigma}} \leq 2.5 I_{rated}$$

○ Khi động cơ đã quay:

$$I_{sw} = \frac{V_a - e_a}{R_{\Sigma i}}$$

2.4. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ

❖ Hạn chế dòng khởi động bằng điện trở phần ứng



Hình 2.18. Họ đặc tính cơ quá trình khởi động

2.4. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ

❖ Hạn chế dòng khởi động bằng điện trở phản ứng

□ Nhược điểm:

- Kích thước thiết bị lớn.
- Phát nhiệt mạnh.
- Quá trình chuyển mạch gây xung động dòng điện và mô men lớn.
- Ngày nay rất ít sử dụng trong thực tế.

2.4. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ

❖ Bài tập:

- Tìm một động cơ DC bất kỳ trong catalog của hãng ABB hoặc Siemens.
- Mô tả lại động cơ bằng phần mềm Matlab Simulink.
- So sánh với động cơ có sẵn trong thư viện của Simulink
- Khảo sát đặc tính quá độ của động cơ ở chế độ không tải và đầy tải (đo mô men điện từ hoặc dòng điện phản ứng, tốc độ)
- Tính chọn điện trở phản ứng để khởi động động cơ với 3 cấp. Khảo sát đặc tính khởi động (đo dòng điện phản ứng, tốc độ trong quá trình khởi động).

TO BE CONTINUED