



# CHƯƠNG 5: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## NỘI DUNG

**5.1. Tổng quan về máy điện một chiều**

5.2. Dây quấn máy điện một chiều

5.3. Quan hệ điện từ trong máy điện một chiều

5.4. Từ trường trong máy điện một chiều

5.5. Đổi chiều

5.6. Máy phát điện một chiều

5.7. Động cơ điện một chiều

# 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## NỘI DUNG

- ĐỊNH NGHĨA VÀ KÝ HIỆU MĐ1C
- CẤU TẠO MĐ1C
- NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MĐ1C
- CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC CỦA MĐ1C

## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

3

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### ĐỊNH NGHĨA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

**Định nghĩa:** Máy điện một chiều thực chất là **máy điện đồng bộ**, trong đó sức điện động phản ứng được chỉnh lưu nhờ hệ thống cổ góp.

Cổ góp và chổi than của máy điện một chiều còn gọi là bộ chỉnh lưu cơ khí. Khi cổ góp được thay thế bằng sensor vị trí và chuyển mạch điện tử, gọi là máy điện một chiều không tiếp xúc.

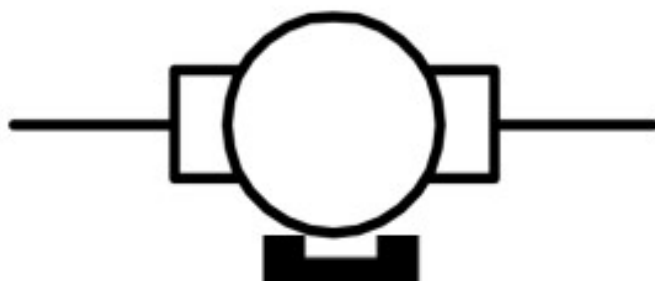
- Là một loại máy điện quan trọng, được ứng dụng khá rộng rãi trong các ngành công nghiệp.
- Có thể làm máy phát, có thể làm động cơ
- Có đặc tính điều chỉnh tốc độ tốt nên được sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp có yêu cầu cao về điều chỉnh tốc độ như: cán thép, giao thông, hầm mỏ, giấy v.v.
- Công suất có thể đạt tới 12000kW, điện áp đến 1000V

## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

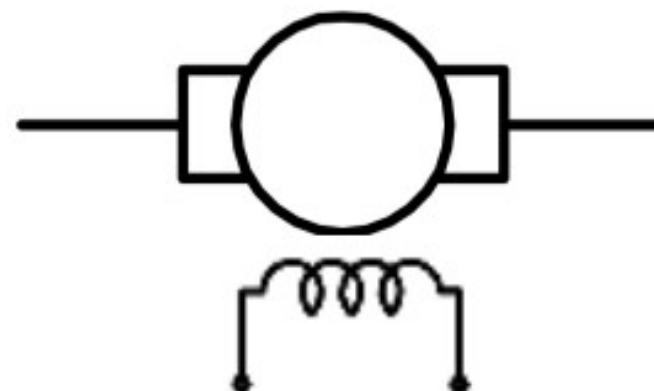
4

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### KÝ HIỆU MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU



Máy điện một chiều  
nam châm vĩnh cửu



Máy điện một chiều  
kích từ ngoài

## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

5

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU



## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

6

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

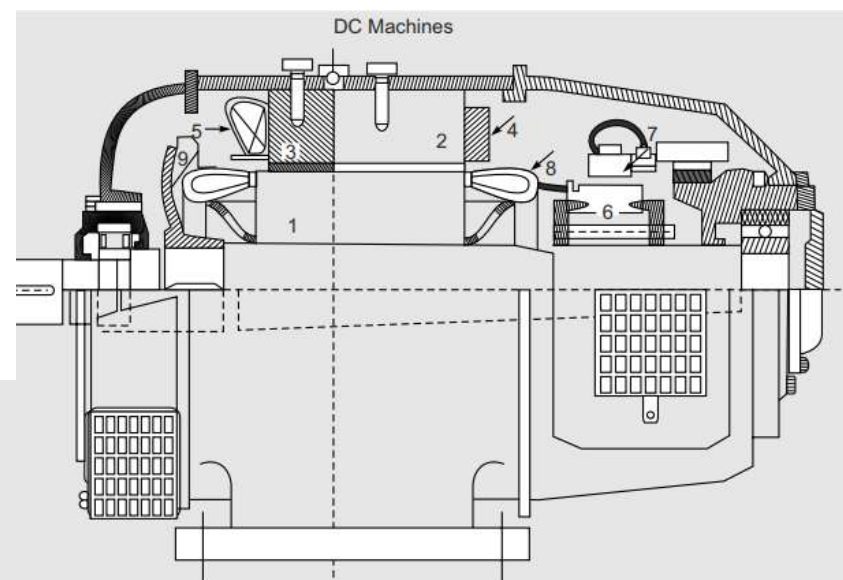
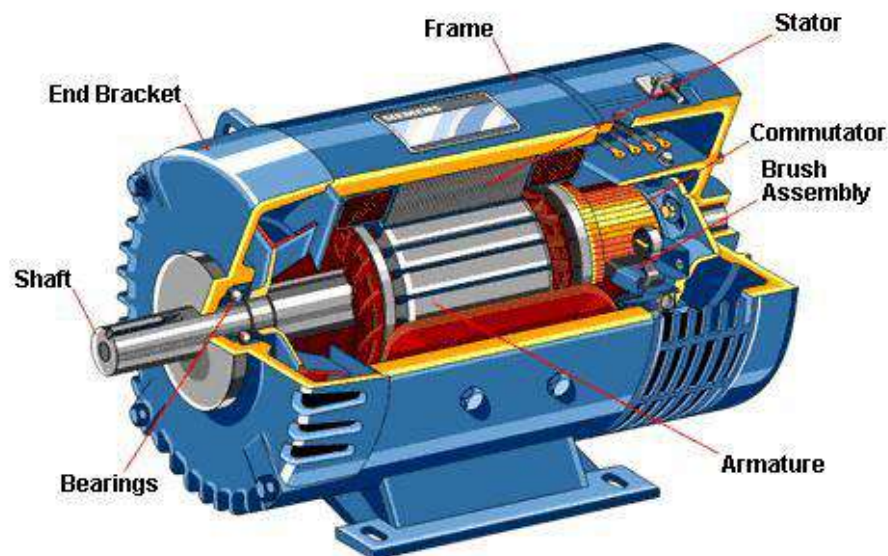


Fig. 7.1 Sectional view of a dc machine

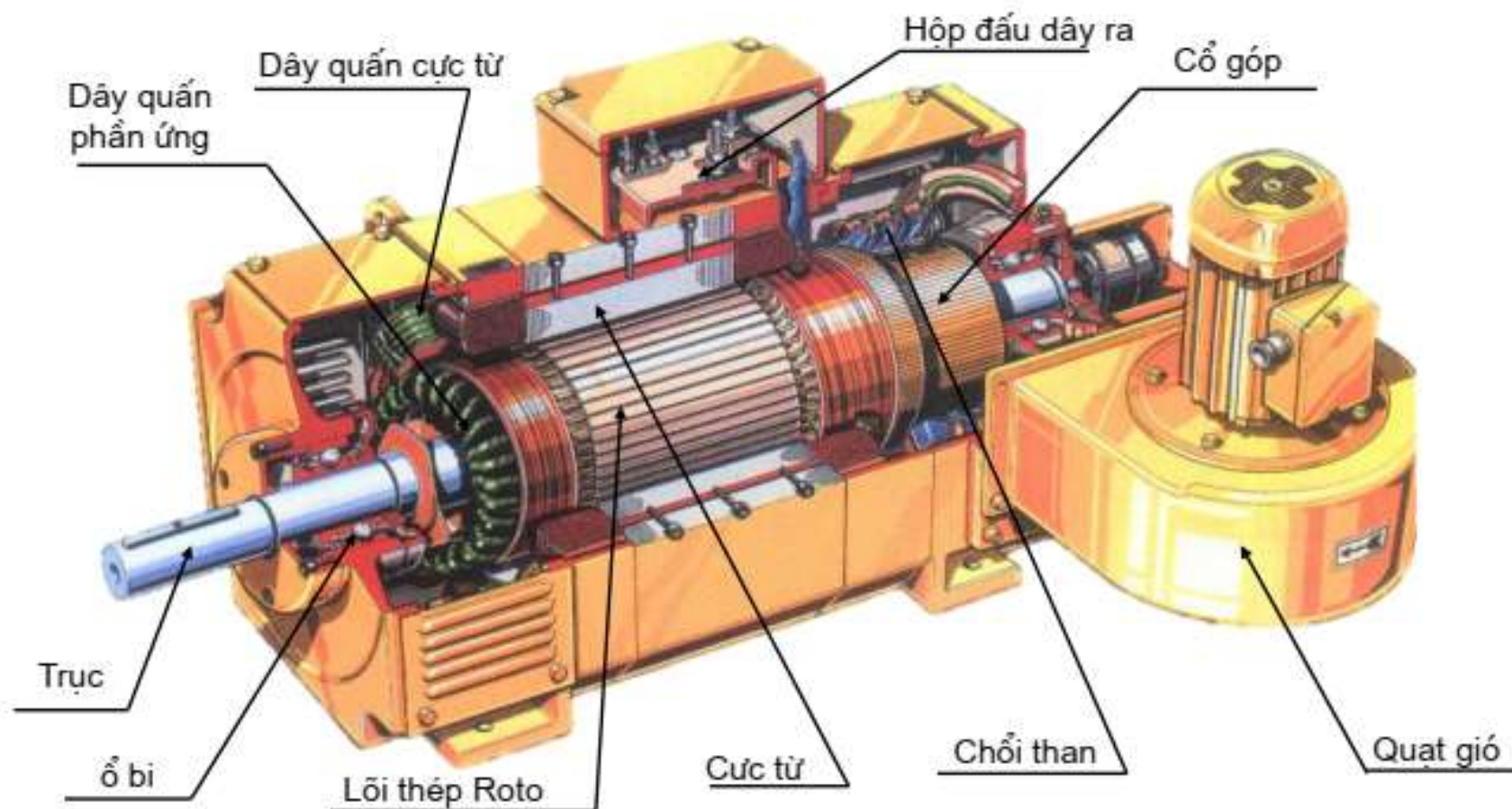
- |                    |                      |                              |
|--------------------|----------------------|------------------------------|
| 1. Armature Core   | 4. Main Pole Winding | 7. Brush and Brush Holder    |
| 2. Main Field Pole | 5. Interpole Winding | 8. Armature Winding Overhang |
| 3. Interpole       | 6. Commutator        | 9. Fan                       |

## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

7

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU





## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

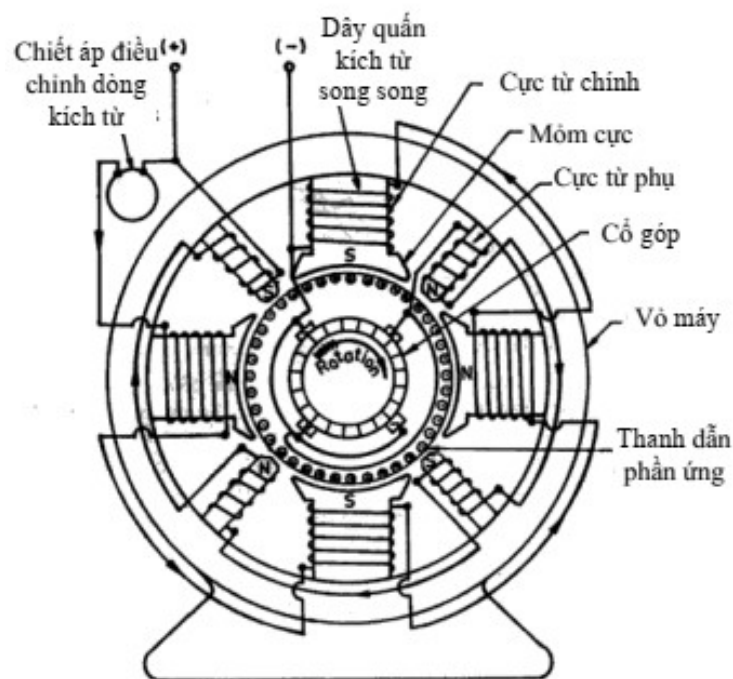
8

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **Phần tĩnh (stator)**

Phần tĩnh hay còn gọi là phần cảm gồm có các cực từ và gông từ làm bằng thép tấm, thép khối.



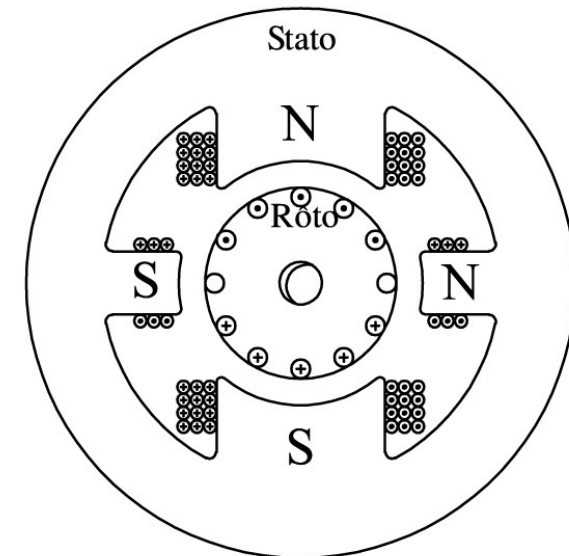
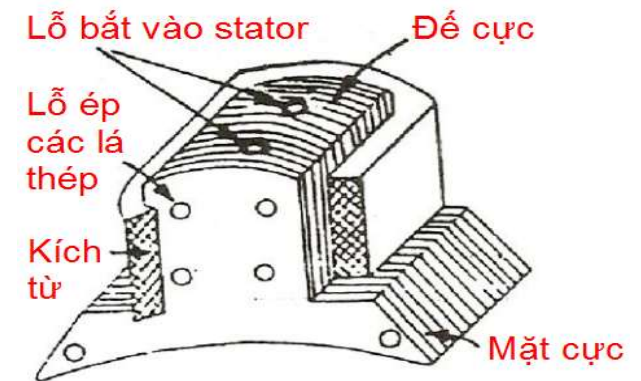


# 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **Phần tĩnh (stator)**

- Cực từ chính gồm có lõi sắt cực từ và dq kích từ, là bộ phận sinh ra từ trường kích từ.
- Cực từ phụ đặt giữa các cực từ chính dùng để cải thiện đổi chiều, làm giảm tia lửa điện giữa chổi than và vành góp
- Gông từ dùng làm mạch từ nối liền các cực từ, đồng thời làm vỏ máy.



## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

10

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **Phần tĩnh (stator)**

Trên stator còn đặt các bộ phận khác như nắp máy, hộp đấu dây, cơ cấu chổi than và các chi tiết khác.



## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

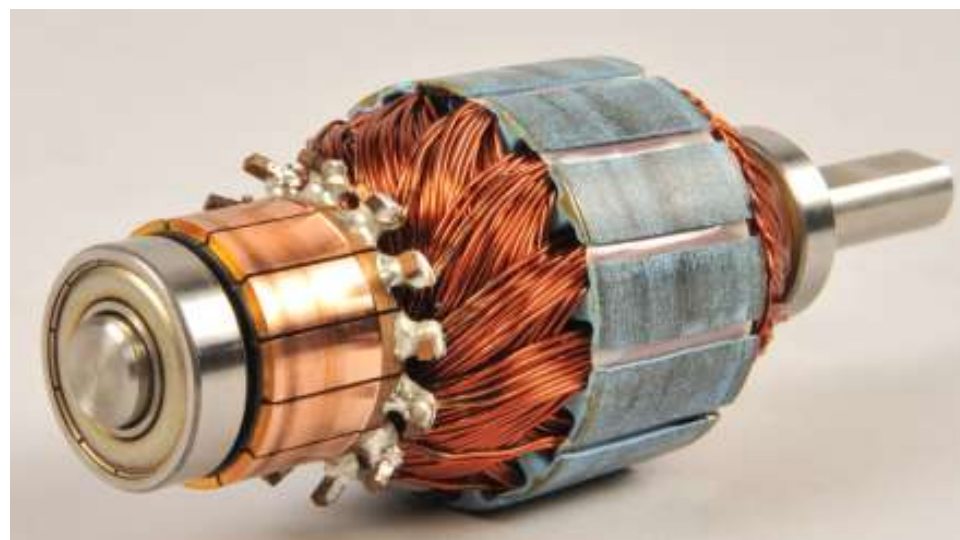
- **Phần quay (rotor)**

- Phần quay hay còn gọi là phần ứng, gồm lõi thép, dây quấn phần ứng, trục và vành góp ( cổ góp).
- Lõi thép ghép bằng thép KTĐ có xẻ rãnh để đặt dây quấn.

Rãnh dây quấn

Lỗ thông gió  
dọc trục

Lỗ lắp trục máy



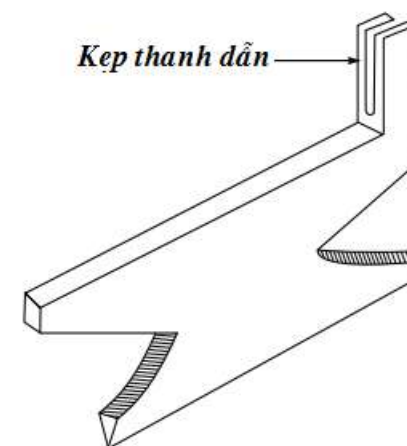
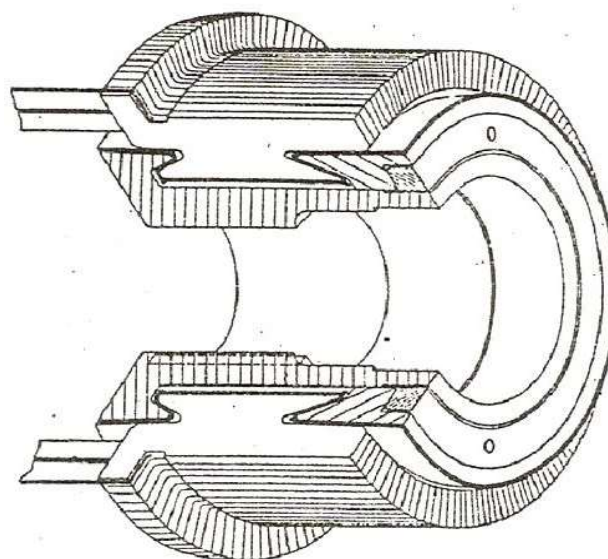
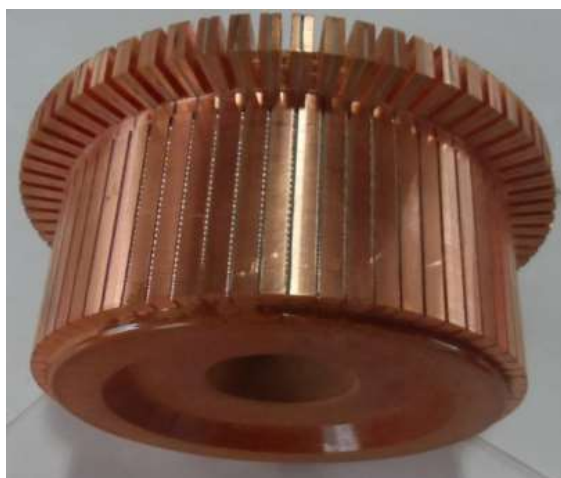
## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CẤU TẠO MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **Phần quay (rotor)**

- Vành góp dùng để đổi chiều dòng điện xoay chiều  $\rightarrow$  1 chiều. Vành góp gồm nhiều phiến góp bằng đồng ghép lại.



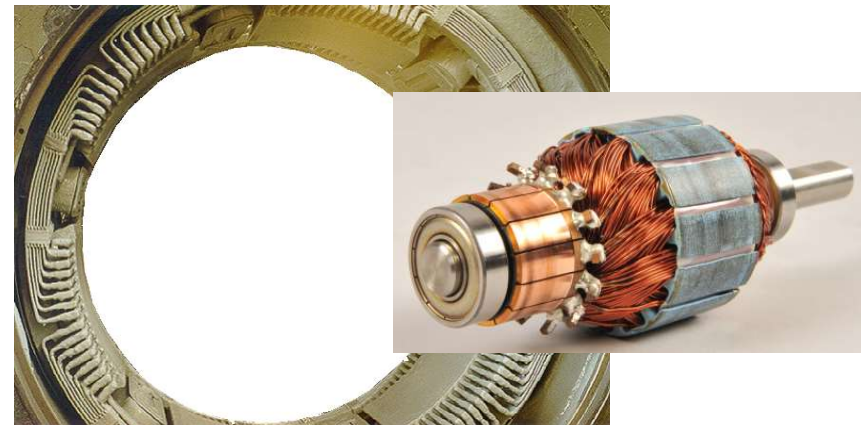
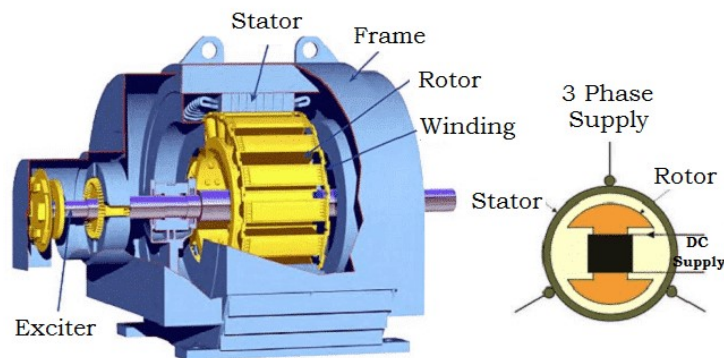
## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

MĐĐB

phần cảm: sinh ra  $\Phi_{kt}$ , đặt trên rotor

phần ứng: sinh ra sđđ E, đặt trên stator



MĐ1C

phần cảm: sinh ra  $\Phi_{kt}$ , đặt trên stator

phần ứng: sinh ra sđđ E, đặt trên rotor

bộ phận đổi chiều: gồm vành góp (trên rotor)

và chổi than ( đặt trên giá đỡ gắn vào vỏ máy)

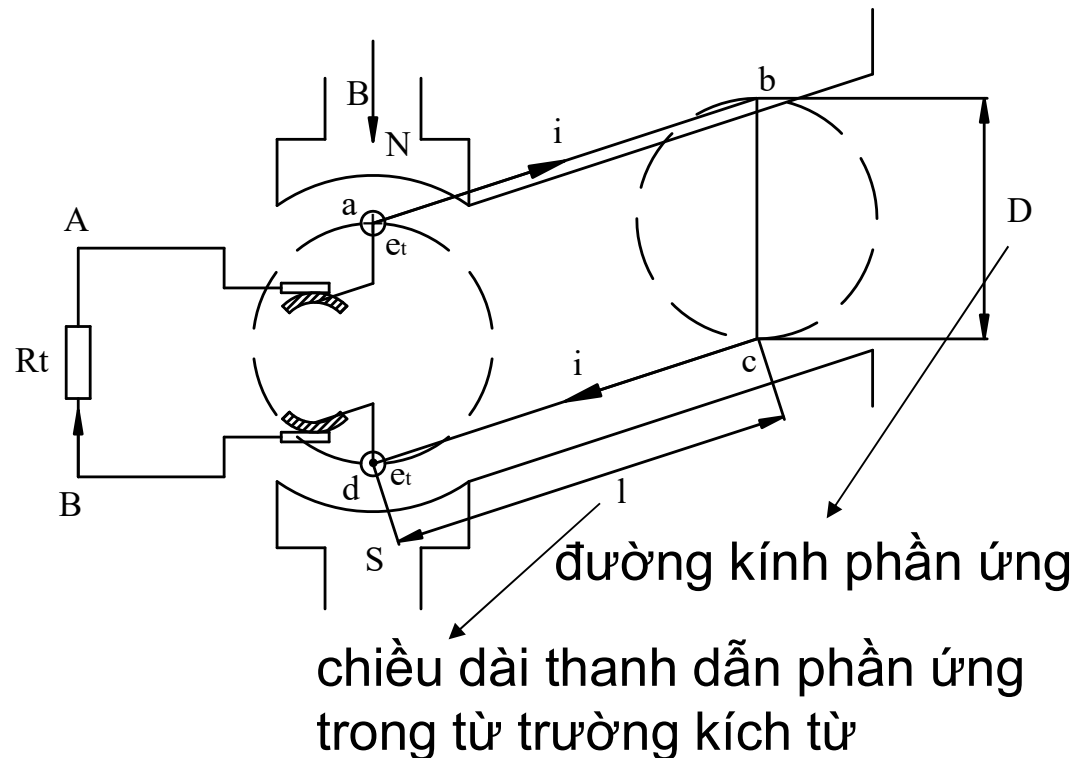


## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Xét sơ đồ cấu tạo:

- Phần cảm: gồm có hai cực từ
- Phần ứng: là một vòng dây, hai đầu vòng dây phần ứng nối với hai thanh góp.
- Hai chổi than.





## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- Chế độ máy phát điện:**

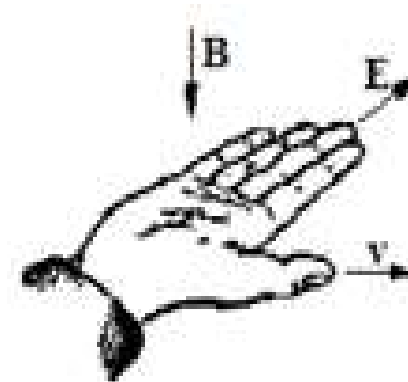
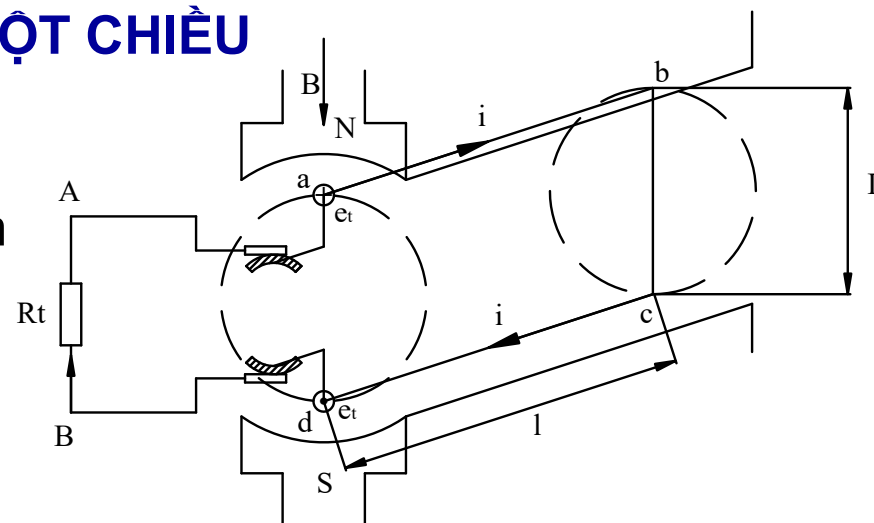
Khi kéo rotor quay, các thanh dẫn phần ứng cắt từ trường cực từ  
→ cảm ứng sđđ:  $E_t = B.l.v$

Chiều? → quy tắc bàn tay phải.

- Phần ứng quay theo chiều kim đồng hồ,  
thanh dẫn phía trên chiều sđđ đi vào từ a  
→ b, ở thanh dẫn phía dưới chiều sđđ đi  
ra từ c → d. Sđđ của phần tử bằng hai lần  
sđđ của thanh dẫn:

$$E_v = 2.E_t = 2.B.l.v$$

Khi nối tải → trên tải sẽ có dòng điện từ B → A.



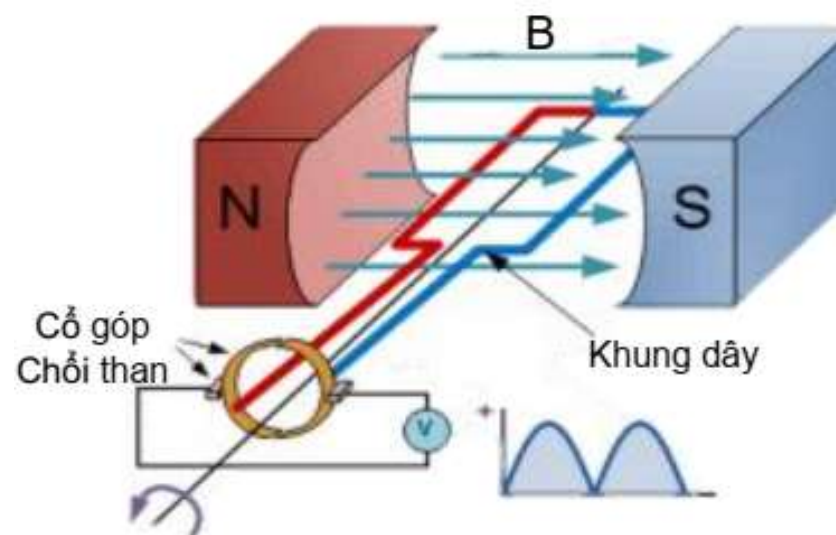
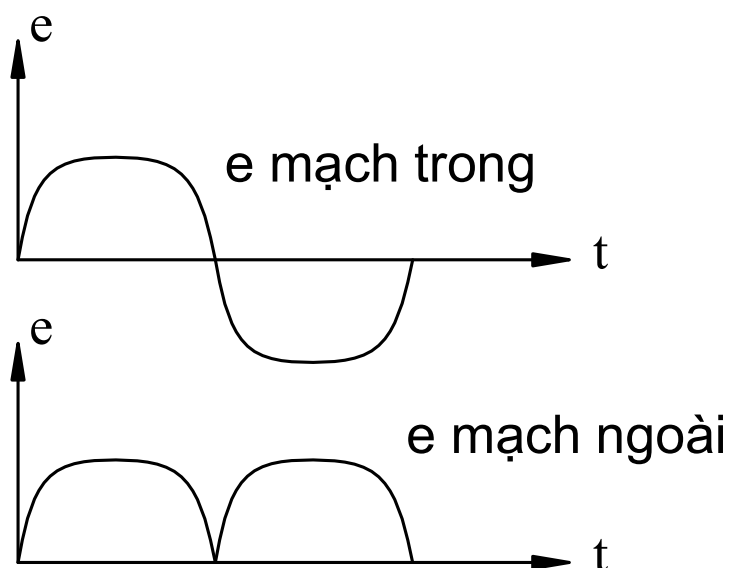
## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí của phần tử thay đổi, thanh ab gần cực S còn thanh dc ở cực N, sđđ trong thanh dẫn sẽ đổi chiều. Do chổi than vẫn đứng yên nên chiều dòng điện ở mạch ngoài không đổi.

Sđđ trong thanh dẫn  $e_t$  là sđđ xoay chiều với tần số  $f = p.n/60$



## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Phương trình cân bằng điện áp:

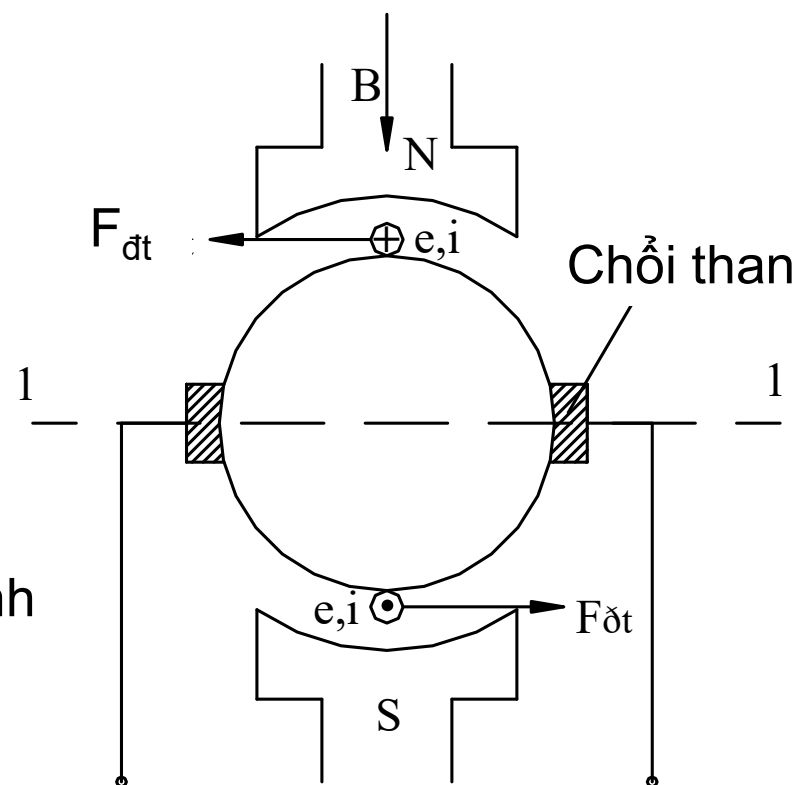
$$U = E - I \cdot r_u$$

điện áp rơi trên dây quấn phần ứng

điện áp đầu cực máy

sđđ của phần ứng

Đường trung tính hình học:  $B_t = 0$   
Chổi than đặt trên đường trung tính  
hình học: 1-1



## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Thanh dẫn mang dòng điện trong từ trường chịu tác dụng của lực điện từ  $F_{đt}$ :

$$F_{đt} = B \cdot i \cdot l$$

$F_{đt}$  xác định theo quy tắc bàn tay trái

Cặp lực điện từ  $F_{đt}$  tác động tạo thành ngẫu lực  $\rightarrow M$

$$M = 2 \cdot F_{đt} \cdot \frac{D}{2} = F_{đt} \cdot D$$

ngược chiều quay của rotor  $\rightarrow M_{cản}$  điện từ

$$\text{Khi } n = \text{const: } F_{cơ} = F_{đt} \rightarrow v \cdot F_{cơ} = v \cdot F_{đt} = B \cdot i \cdot l \cdot v = e_t \cdot i$$

↓  
cơ năng

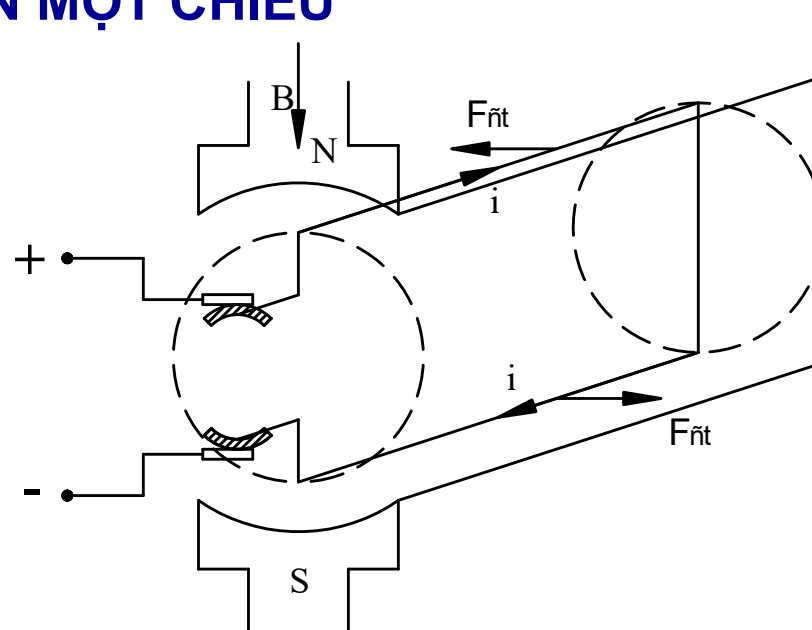
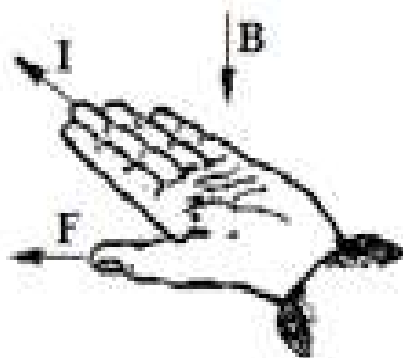
↓  
điện năng

## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- Xét chế độ động cơ điện:



Đặt điện áp  $U$  vào 2 chổi than, ví dụ chổi A (+), chổi B (-)  $\rightarrow$  trong thanh dẫn có dòng điện  $I \neq 0 \rightarrow F_{đt}, M_{đt}$ . Dòng điện trong thanh dẫn dưới cực S và N luôn có chiều không đổi  $\rightarrow F_{đt}$  có chiều không đổi.

Lúc này  $M_{đt}$  là momen quay:

$$M_{đt} \equiv n \rightarrow I_{ĐC} > < I_{MF}$$

## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

- Xét chế độ động cơ điện:

Khi động cơ quay, các thanh dẫn cắt từ trường → cảm ứng sđđ  $E$  xác định theo quy tắc bàn tay phải.

→ phương trình cân bằng điện áp:

$$U = E + I \cdot r_u$$

$$U \cdot I = E \cdot I + I^2 \cdot r_u$$

điện năng

cơ năng

tổn hao dây quấn



## 5.1: TỔNG QUAN VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

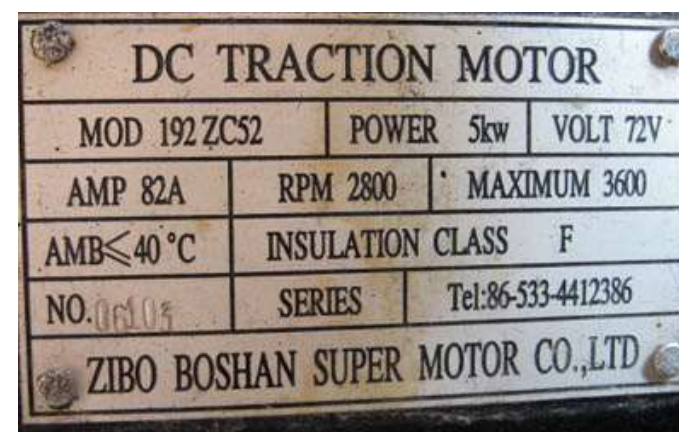
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC

Các đại lượng định mức của MĐ1C gồm:

- Công suất định mức:  $P_{đm}$  (kW, W)
- Điện áp định mức:  $U_{đm}$  (V)
- Dòng điện định mức:  $I_{đm}$  (A)
- Tốc độ định mức:  $n_{đm}$  (vòng/phút)

Ngoài ra còn có các thông số khác như kiểu máy, phương pháp kích từ, dòng điện kích từ...





# CHƯƠNG 5: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## NỘI DUNG

5.1. Tổng quan về máy điện một chiều

**5.2. Dây quấn máy điện một chiều**

5.3. Quan hệ điện từ trong máy điện một chiều

5.4. Từ trường trong máy điện một chiều

5.5. Đổi chiều

5.6. Máy phát điện một chiều

5.7. Động cơ điện một chiều

## 5.2. DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

23

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### NỘI DUNG

- Khái niệm chung
- Dây quấn phản ứng

## 5.2. DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

24

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### KHÁI NIỆM CHUNG

Dây quấn phần ứng MĐ1C là phần dây quấn đặt trong các rãnh của lõi thép phần ứng. Dây quấn phần ứng là bộ phận tham gia trực tiếp quá trình biến đổi năng lượng điện từ trong máy và chiếm tỷ lệ đáng kể trong giá thành máy.

***Yêu cầu đối với dây quấn phần ứng:***

- Sinh ra được sđđ cần thiết, cho dòng điện định mức đi qua lâu dài mà không phát nóng quá mức cho phép. Độ bền điện 18 đến 20 năm.
- Tiết kiệm được vật liệu, kết cấu đơn giản, làm việc tin cậy và an toàn.

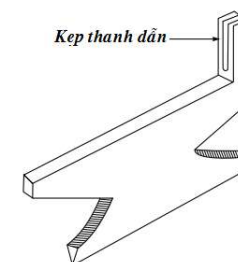
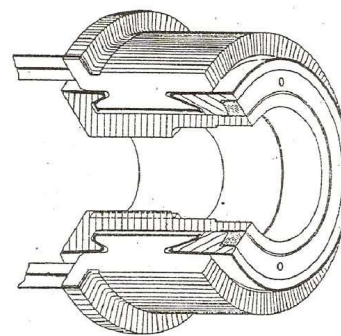
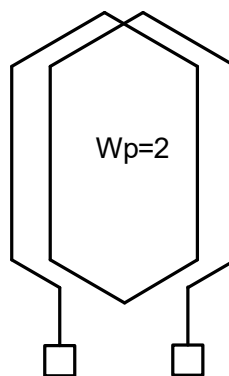
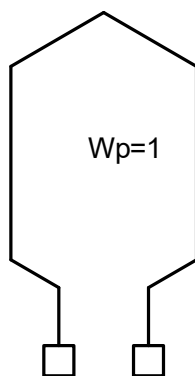
## 5.2. DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### DÂY QUẤN PHẦN ỨNG

Dây quấn phần ứng gồm nhiều phần tử nối với nhau tạo thành mạch kín, phần tử là phần cơ bản nhất của dây quấn gồm 1 vòng dây hay nhiều vòng dây đặt trong cùng các rãnh có 2 đầu nối với 2 phiến góp khác nhau.

Phần tử:

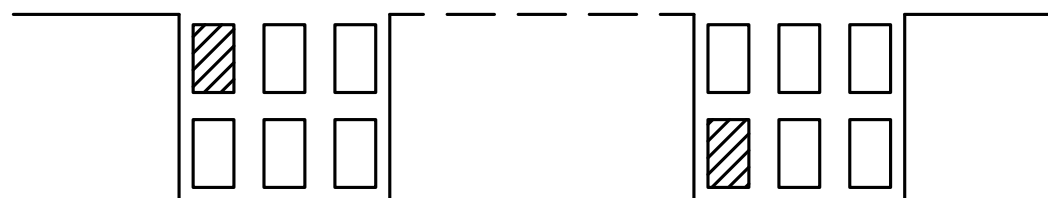


## 5.2. DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### DÂY QUẦN PHẦN ỨNG

Dq phần ứng thường thực hiện 2 lớp. Để giảm bớt số rãnh thực so với số phần tử, trong 1 rãnh có thể có một hoặc nhiều cặp cạnh tác dụng.



Rãnh nguyên tố  $u$ : là không gian của rãnh thực trong đó chứa 1 lớp dây trên và 1 lớp dây dưới.

Gọi  $Z$  là số rãnh thực  $\rightarrow$  số rãnh nguyên tố:  $Z_{ngt} = u \cdot Z$

Vì 1 rãnh nguyên tố có đặt 2 cạnh tác dụng, 1 phần tử có 2 cạnh tác dụng và mỗi phiên góp cũng nối với 2 cạnh tác dụng của 2 phần tử nối tiếp nhau

$$\rightarrow Z_{ngt} = S = G \quad \text{với } G \text{ là số phiên góp}$$



## 5.2. DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

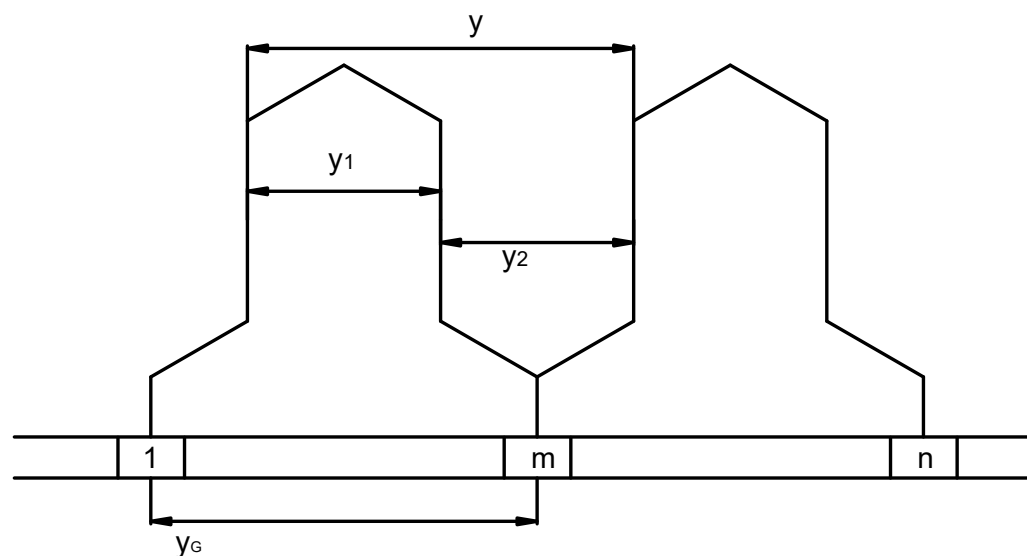
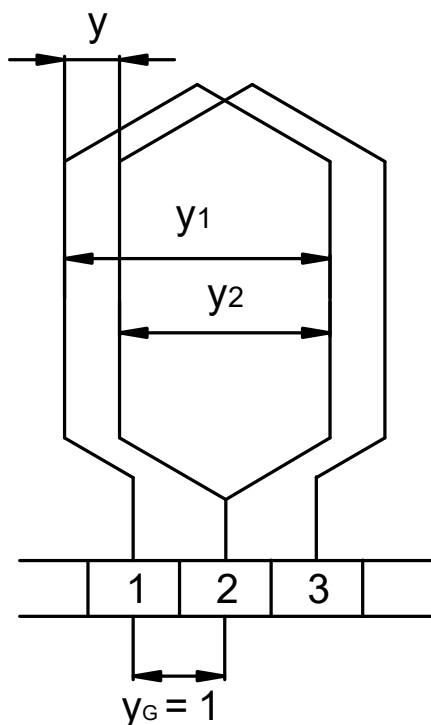
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### DÂY QUẦN PHẦN ỨNG

➤ **Kiểu dây quần:** có hai kiểu dây quần

- Dây quần xếp

- Dây quần sóng



## 5.2. DÂY QUẤN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### DÂY QUẤN PHẦN ỨNG

➤ **Các bước dây quấn:**

- Bước dây quấn thứ nhất: là khoảng cách giữa hai cạnh tác dụng của một phần tử

$$y_1 = \frac{Z_{\text{ngt}}}{2p} \pm \varepsilon = \text{số nguyên}$$

- Bước dây quấn thứ hai: là khoảng cách cạnh thứ hai của phần tử thứ nhất và cạnh thứ nhất của phần tử thứ hai.

- Bước dây quấn tổng hợp ( y ): là khoảng cách giữa hai cạnh của hai phần tử liền kề.

- Bước dây quấn trên vành góp: khoảng cách giữa hai phiến góp của một phần tử.

## 5.2. DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### DÂY QUẦN PHẦN ỨNG

#### ➤ Điều kiện đối xứng của dây quần phản ứng MĐ1C

$d$ : trục của từ trường kích từ

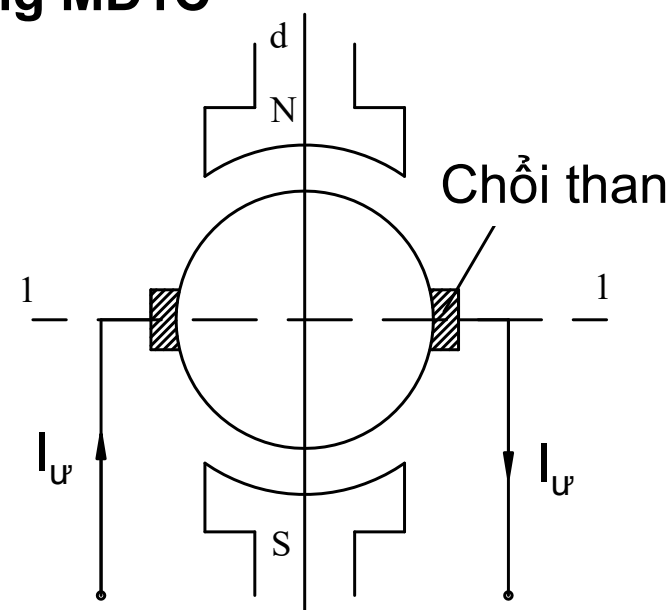
1-1: đường trung tính hình học, có  $B_t = 0$

Có bao nhiêu cặp chổi than thì có bấy nhiêu cặp nhánh song song

Gọi  $a$ : số đôi mạch nhánh song song  $\rightarrow$

$$i_u = \frac{I_u}{2a} = \text{const}$$

Nếu  $i_u$  khác nhau sẽ xuất hiện dòng cân bằng:  $I_{cb} \neq 0 \rightarrow$  tổn hao dây quần tăng.



## 5.2. DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### DÂY QUẦN PHẦN ỨNG

➤ Điều kiện đối xứng của dây quần phần ứng MĐ1C (để  $I_{cb} \rightarrow 0$ ):

1. Mạch từ phần cảm và phần ứng đối xứng.
2. Dây quần phần ứng trong các mạch nhánh song song nằm tương ứng với nhau trong từ trường phần cảm.

$\frac{Z_{ngt}}{a}$  là số nguyên chẵn

$\frac{2p}{a}$  là số nguyên

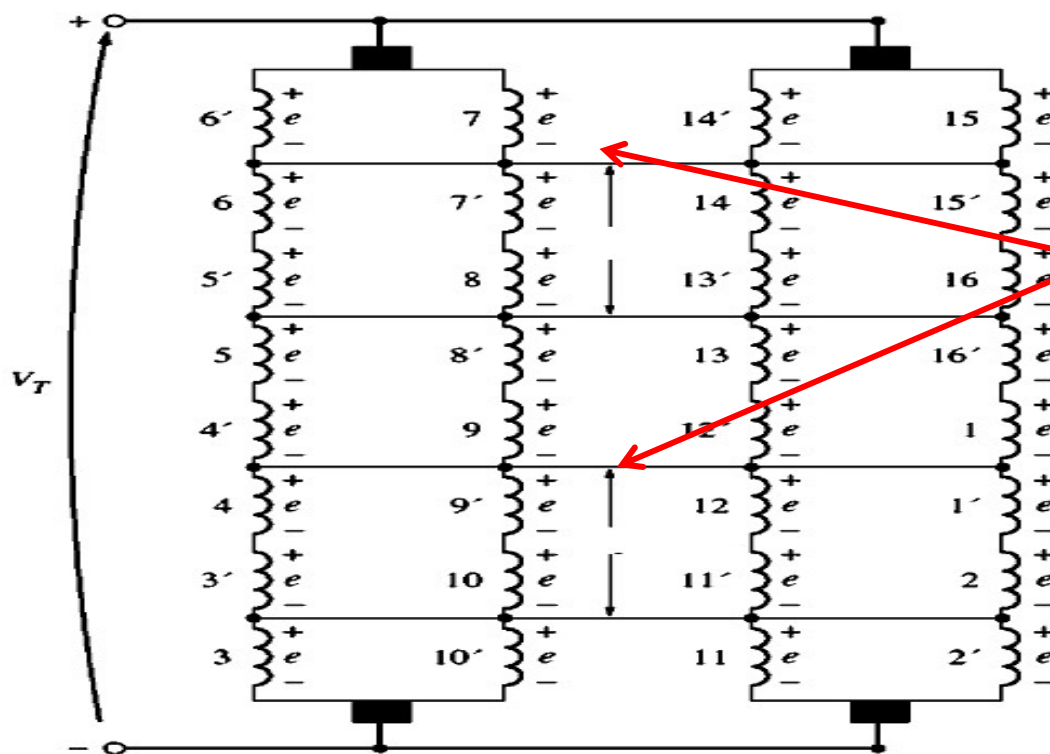
Trong thực tế để loại trừ  $I_{cb}$  do chế tạo  $\rightarrow$  có các dây cân bằng điện thế nối ở một số điểm mà điện thế về mặt lý thuyết bằng nhau.

## 5.2. DÂY QUẦN MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### DÂY QUẦN PHẦN ỨNG

- Điều kiện đối xứng của dây quấn phản ứng MĐ1C (để  $I_{cb} \rightarrow 0$ ):



Bổ sung các thanh dẫn cân bằng điện thế, làm nhiệm vụ nối ngắn mạch các điểm đẳng thế của dây quấn xếp



# CHƯƠNG 5: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## NỘI DUNG

- 5.1. Tổng quan về máy điện một chiều
- 5.2. Dây quấn máy điện một chiều
- 5.3. Quan hệ điện từ trong máy điện một chiều**
- 5.4. Từ trường trong máy điện một chiều
- 5.5. Đổi chiều
- 5.6. Máy phát điện một chiều
- 5.7. Động cơ điện một chiều



### NỘI DUNG

- Sức điện động phản ứng của máy điện một chiều
- Momen và công suất điện từ
- Cân bằng năng lượng trong máy điện một chiều.

## 5.3. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG

Cho dđ một chiều vào dq kích từ thì trong khe hở sẽ sinh ra từ thông, khi phần ứng quay với tốc độ  $n$ , giả sử theo chiều kim đồng hồ

Từ thông quét qua dây quấn phần ứng  $\rightarrow$  cảm ứng lên thanh dẫn sđđ:

$$E_t = B_{tb} \cdot l \cdot v$$

Chiều dài thanh dẫn

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = 2 \cdot \tau \cdot p \cdot \frac{n}{60}$$

từ cảm trung bình trong khe hở

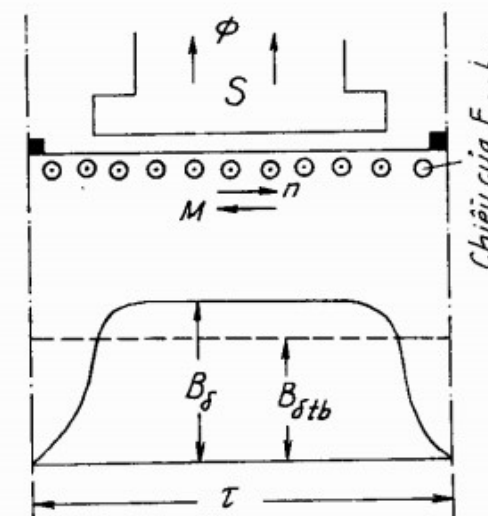
$$B_{tb} = \frac{\Phi}{\tau \cdot l}$$

$$\tau = \frac{\pi D}{2p} : \text{bước cực}$$

tốc độ quay phần ứng  
đường kính ngoài phần ứng

luồng từ thông tổng trong 1 bước cực

$$\rightarrow E_t = 2p \cdot \Phi \cdot \frac{n}{60}$$



## 5.3. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG

Gọi N là tổng số thanh dẫn của dq → 1 mạch nhánh song song có N/2a thanh dẫn nối tiếp nhau → sđđ dây quấn phần ứng là:

$$E_u = \frac{N}{2a} \cdot E_t = \frac{p \cdot N}{60a} \cdot \Phi \cdot n$$

Với  $C_e = \frac{p \cdot N}{60a}$  : hằng số máy điện theo sđđ

Chiều sđđ  $E_u$  phụ thuộc vào chiều  $\Phi$ , n và xác định theo quy tắc bàn tay phải.

## 5.3. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### MOMENT VÀ CÔNG SUẤT ĐIỆN TỪ

Khi máy điện làm việc, trong dq phần ứng có dòng điện. Giả sử thanh dẫn có dòng điện  $i_u$  với chiều như trên hình vẽ  $\rightarrow$  thanh dẫn sẽ chịu 1 lực điện từ tác động có chiều xác định theo quy tắc bàn tay trái, có độ lớn:

$$f = B_{tb} \cdot l \cdot i_u$$

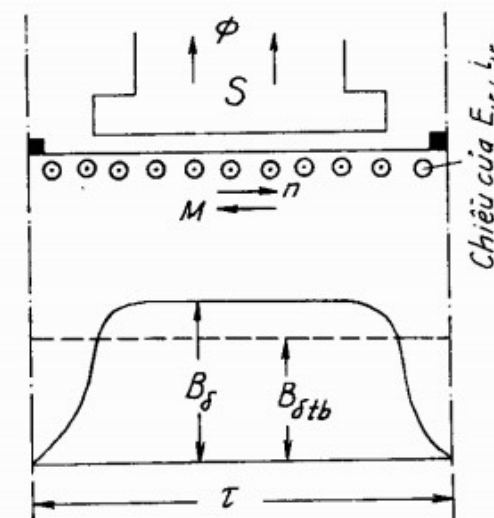
$$\text{Với } i_u = \frac{I_u}{2a} \quad B_{tb} = \frac{\Phi}{\tau \cdot l}$$

Momen điện từ tác dụng lên dq phần ứng:

$$M = N \cdot f \cdot \frac{D}{2}$$

tổng số thanh dẫn của dq  $\nearrow$  đường kính ngoài phần ứng:

$$D = \frac{2p \cdot \tau}{\pi}$$



## 5.3. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### MOMENT VÀ CÔNG SUẤT ĐIỆN TỪ

$$\rightarrow M = \frac{p.N}{2\pi a} \cdot \Phi \cdot I_u = C_M \cdot \Phi \cdot I_u \quad [\text{N.m}]$$

hằng số máy điện theo momen  $C_M = \frac{p.N}{2\pi a}$

Công suất ứng với momen điện từ gọi là công suất điện từ:

$$P_{\text{đt}} = M \cdot \omega$$

tốc độ góc phần ứng  $\omega = \frac{2\pi n}{60}$

$$\begin{aligned} \rightarrow P_{\text{đt}} &= \frac{p.N}{2\pi a} \cdot \Phi \cdot I_u \cdot \frac{2\pi n}{60} = \frac{p.N}{60a} \cdot n \cdot \Phi \cdot I_u \\ &= E_u \cdot I_u &= M \cdot \omega \\ &\text{(cs điện)} &\text{(cs cơ')} \end{aligned}$$

## 5.3. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG TRONG MD1C

- **Tổn hao trong máy điện 1 chiều:**

- Tổn hao cơ  $p_{co}$ : tổn hao do ma sát chổi than với vành góp, quạt gió, tổn hao ở ổ bi...
- Tổn hao sắt  $p_{Fe}$ : tổn hao do từ trễ trong lõi thép
- Tổn hao đồng  $p_{cu}$ : gồm tổn hao đồng ở dây quấn phần ứng  $p_{cu.u}$  và tổn hao đồng ở dây quấn kích từ  $p_{cu.t}$
- Tổn hao phụ  $p_f$ : tổn hao phụ trong đồng và thép, thường  $p_f = 1\% P_{đm}$

## 5.3. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG TRONG MD1C

- **Giản đồ năng lượng chế độ máy phát:**

Gọi  $P_1$  là công suất cơ đưa vào trục MF, một phần gây ra tổn hao  $p_{cơ}$  và  $p_{Fe}$ , phần lớn biến thành công suất điện từ:

$$P_{đt} = P_1 - p_{cơ} - p_{Fe} = P_1 - P_0$$

$$\rightarrow M \cdot \omega = M_1 \cdot \omega - M_0 \cdot \omega$$

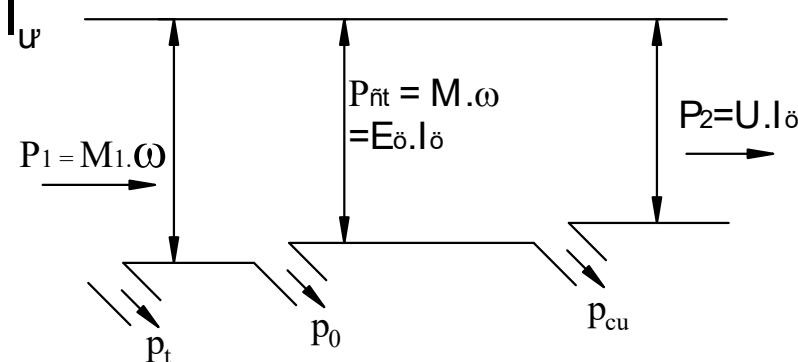
$\rightarrow$  phương trình cân bằng momen:  $M = M_1 - M_0$

Công suất điện đầu ra:

$$P_2 = P_{đt} - p_{cu.u} = E_u \cdot I_u - I_u^2 r_u = U \cdot I_u$$

$\rightarrow$  phương trình cân bằng điện áp:

$$U = E_u - I_u r_u$$





## 5.3. QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÂN BẰNG NĂNG LƯỢNG TRONG MD1C

- **Giản đồ năng lượng chế độ động cơ:**

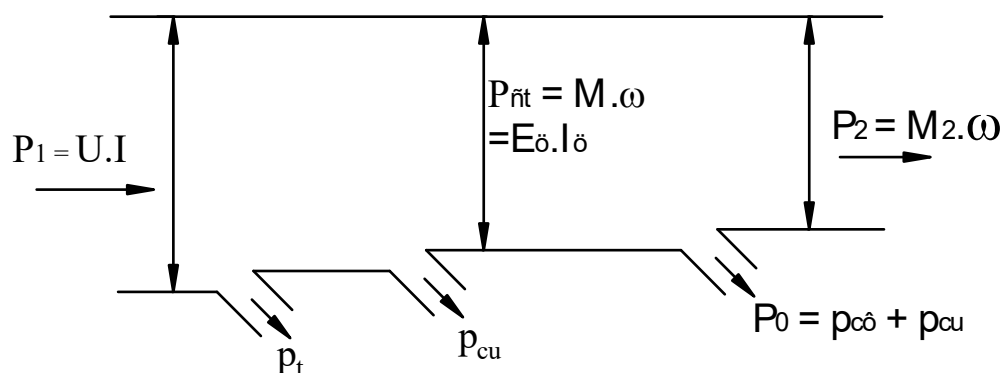
Ở chế độ động cơ công suất nhận vào là công suất điện, công suất đưa ra là công suất cơ:

$$P_1 = P_{đt} + p_{cu.u} = E_u \cdot I_u + I_u^2 r_u = U \cdot I_u$$

→ phương trình cân bằng điện áp:  $U = E_u + I_u r_u$

Công suất cơ đưa ra đầu trục:  $P_2 = P_{đt} - P_0$  Hay  $M_2 = M - M_0$

→ Phương trình cân bằng momen:  $M = M_2 + M_0$





# CHƯƠNG 5: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## NỘI DUNG

- 5.1. Tổng quan về máy điện một chiều
- 5.2. Dây quấn máy điện một chiều
- 5.3. Quan hệ điện từ trong máy điện một chiều
- 5.4. Từ trường trong máy điện một chiều**
- 5.5. Đổi chiều
- 5.6. Máy phát điện một chiều
- 5.7. Động cơ điện một chiều

## 5.4. TỪ TRƯỜNG TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

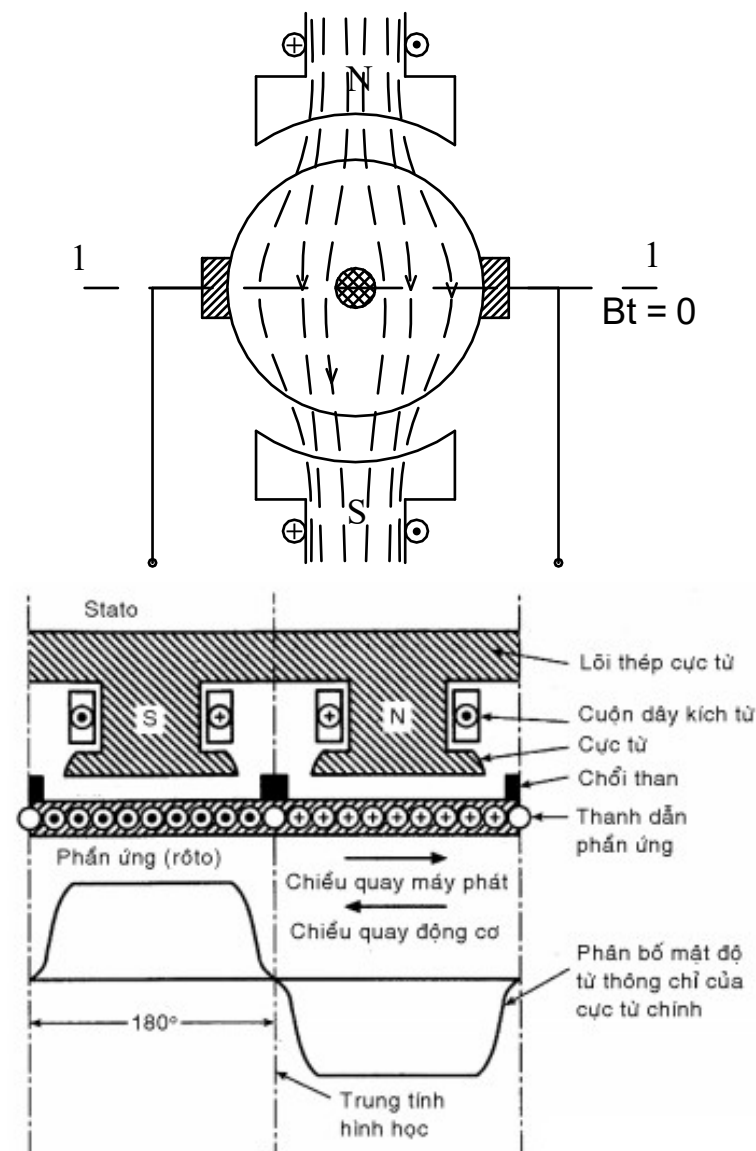
### NỘI DUNG

- Từ trường khi không tải
- Từ trường khi có tải

**Khi không tải:**  $I_u = 0 \rightarrow$  từ trường trong máy chỉ do từ trường cực từ, kích thích bởi dòng kích từ  $I_t \neq 0$ .

## $\Phi_t$ – Từ trường kích từ

$\Phi_\delta = \Phi_t + \Phi_u = \Phi_t \in d \rightarrow$  theo phương  
đọc trực



## 5.4. TỪ TRƯỜNG TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### TỪ TRƯỜNG KHI CÓ TẢI

Khi có tải, ngoài **từ trường cực từ** còn có **từ trường phản ứng** do dòng điện  $I_p$ . Tác dụng của TT phản ứng lên TT cực từ gọi là **phản ứng phản ứng**, hình thành từ trường tổng ở khe hở không khí lúc có tải.

- **Khi chổi than nằm trên đường trung tính hình học:**

#### Ở chế độ MF:

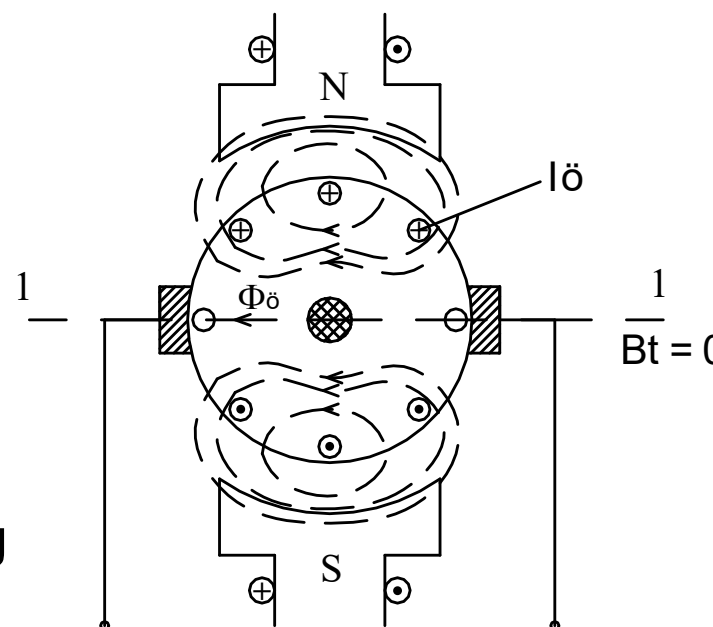
dòng điện  $i$  (+) ở phía cực N

dòng điện  $i$  (-) ở phía cực S

Dòng điện cùng chiều sđđ cảm ứng

#### Ở chế độ ĐC:

dòng điện ngược chiều sđđ cảm ứng → dòng điện có chiều ngược lại.



## 5.4. TỪ TRƯỜNG TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### TỪ TRƯỜNG KHI CÓ TẢI

TT tổng  $\Phi_{\Sigma}$  nối giữa 2 chổi than với nhau, như vậy khi chổi than nằm trên đường trung tính hình học  $\rightarrow \Phi_{\Sigma} \in \text{trục } q \rightarrow$  phản ứng phản ứng theo hướng ngang trục.

Trong khe hở không khí  $\rightarrow$  có từ trường tổng:  $\Phi_{\Sigma} = \Phi_t + \Phi_{\Sigma}$

#### Ở chế độ máy phát:

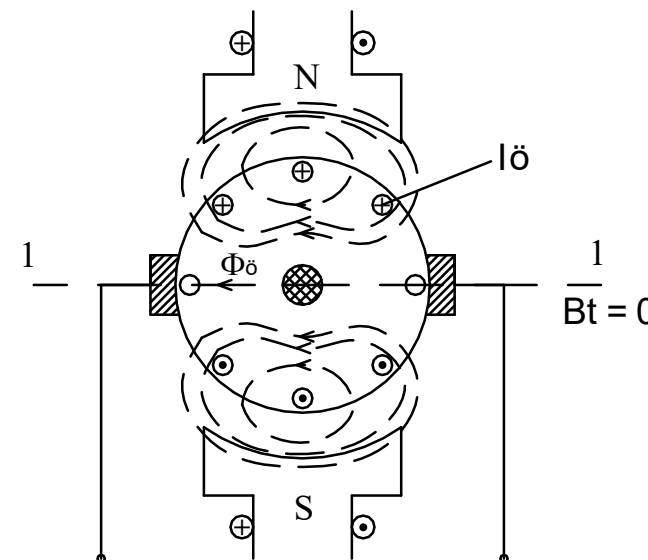
Ở nửa trái cực bắc N:  $\Phi_{\Sigma} > \Phi_t \rightarrow \Phi_{\Sigma} < \Phi_t$

Ở nửa phải cực bắc N:  $\Phi_{\Sigma} \equiv \Phi_t \rightarrow \Phi_{\Sigma} \uparrow > \Phi_t$

Ở nửa phải cực nam S:  $\Phi_{\Sigma} > \Phi_t$

Ở nửa trái cực nam S:  $\Phi_{\Sigma} \equiv \Phi_t$

Ở chế độ động cơ: ngược lại

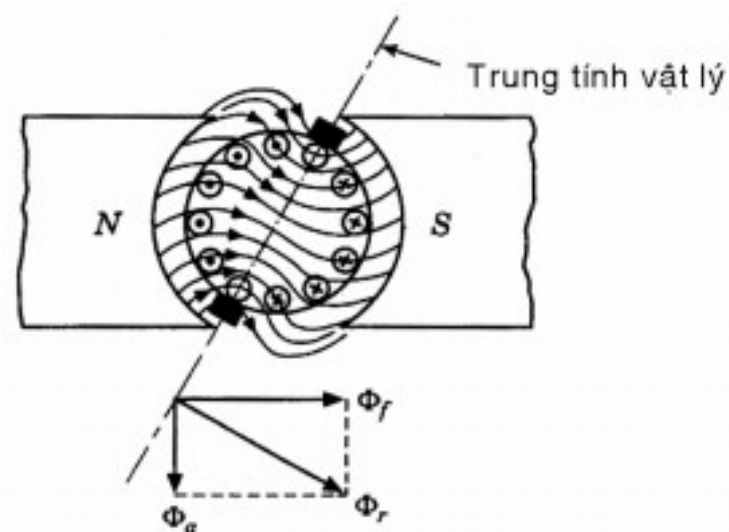


## 5.4. TỪ TRƯỜNG TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### TỪ TRƯỜNG KHI CÓ TẢI

Từ trường tổng  $B_\delta = 0$  không nằm trên đường trung tính hình học nữa, dịch chuyển về phía có từ trường lớn hơn. Đường 1'-1' có  $B_\delta = 0$  gọi là đường trung tính vật lý.

**Như vậy: Phản ứng phần ứng** làm biến dạng từ trường cực từ khi không tải và làm lệch đường từ cảm  $B = 0$  lúc ban đầu (trung tính hình học) để chuyển sang vị trí mới là trung tính vật lý





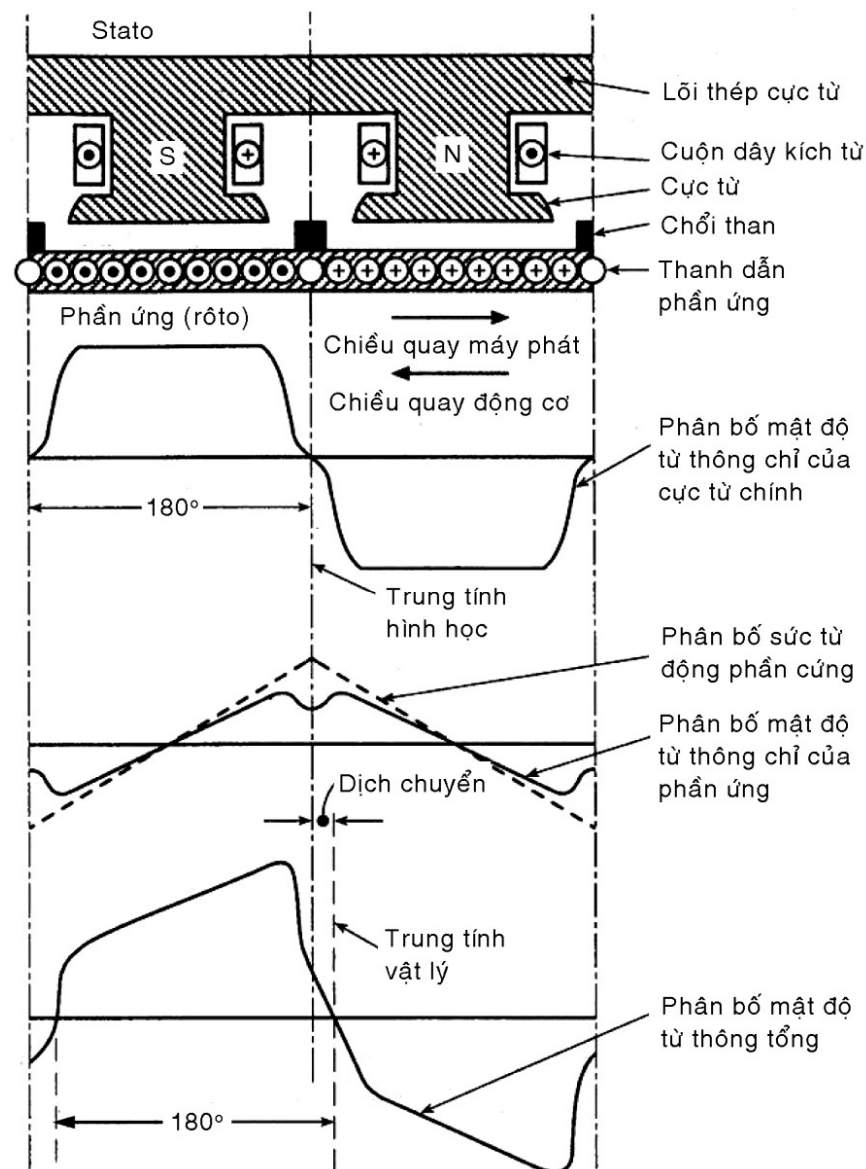
## 5.4. TỪ TRƯỜNG TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### TỪ TRƯỜNG KHI CÓ TẢI

Từ trường cực từ

Từ trường phản ứng

Từ trường tổng



## 5.4. TỪ TRƯỜNG TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### TỪ TRƯỜNG KHI CÓ TẢI

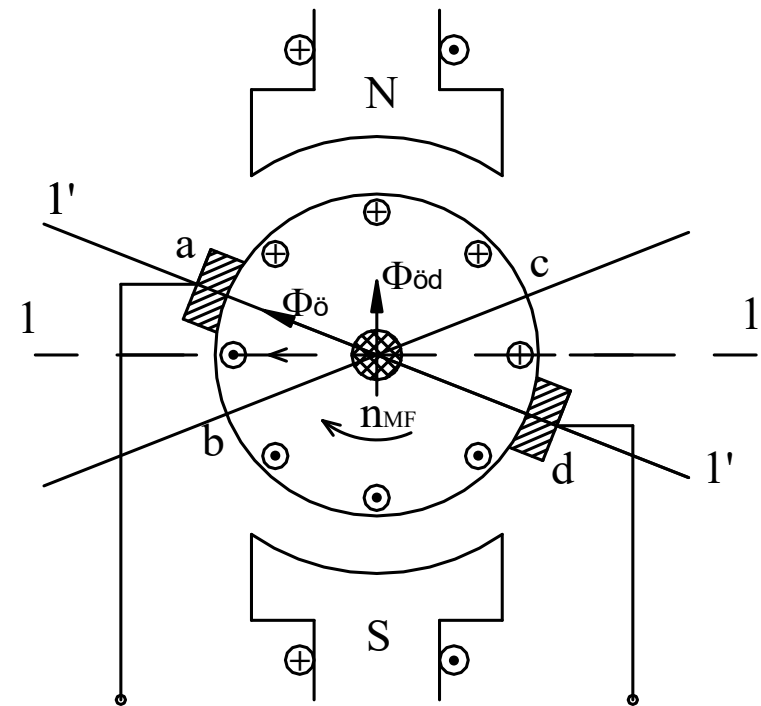
- Khi chổi than dịch khỏi trung tính hình học:

Dòng điện phản ứng theo cung ab và

cd  $\rightarrow$  tạo từ thông  $\Phi_{ud} > < \Phi_t$

Dòng điện phản ứng theo cung ac và

bd  $\rightarrow$  tạo từ thông  $\Phi_{uq}$



## 5.4. TỪ TRƯỜNG TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### TỪ TRƯỜNG KHI CÓ TẢI

- **Khi chổi than dịch khỏi trung tính hình học:**

Ở chế độ máy phát:

Khi chổi than dịch khỏi trung tính hình học theo chiều quay roto → phản ứng phần ứng khử từ.

Khi chổi than dịch khỏi trung tính hình học ngược chiều quay roto → phản ứng phần ứng trợ từ với  $\Phi_t$ .

Ở chế độ động cơ: → ngược lại.

Trong MĐ1C, do yêu cầu về đổi chiều, chỉ cho phép dịch chuyển chổi than theo chiều quay của phần ứng ( trong trường hợp MF) hay ngược chiều quay của phần ứng (trường hợp ĐC).

## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### NỘI DUNG

- Quá trình đổi chiều
- Các biện pháp hạn chế tia lửa điện

## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

- ✓ Khi chuyển động trong từ trường của 1 cực, mỗi phần tử dq thuộc một nhánh song song và có chiều nhất định, khi sang cực kế tiếp dđ trong nó có chiều ngược lại.
- ✓ Đổi chiều là toàn bộ các hiện tượng xảy ra của dòng điện trong phần tử dq phản ứng khi nó dịch chuyển từ nhánh song song này vào nhánh song song khác, dòng điện trong chúng có chiều ngược lại.
- ✓ Trong quá trình đổi chiều các cạnh tác dụng của phần tử đi vào vùng trung tính hình học và bị chổi than nối ngắn mạch, dòng điện trong phần tử được đổi chiều sau đó đi vào nhánh song song khác.

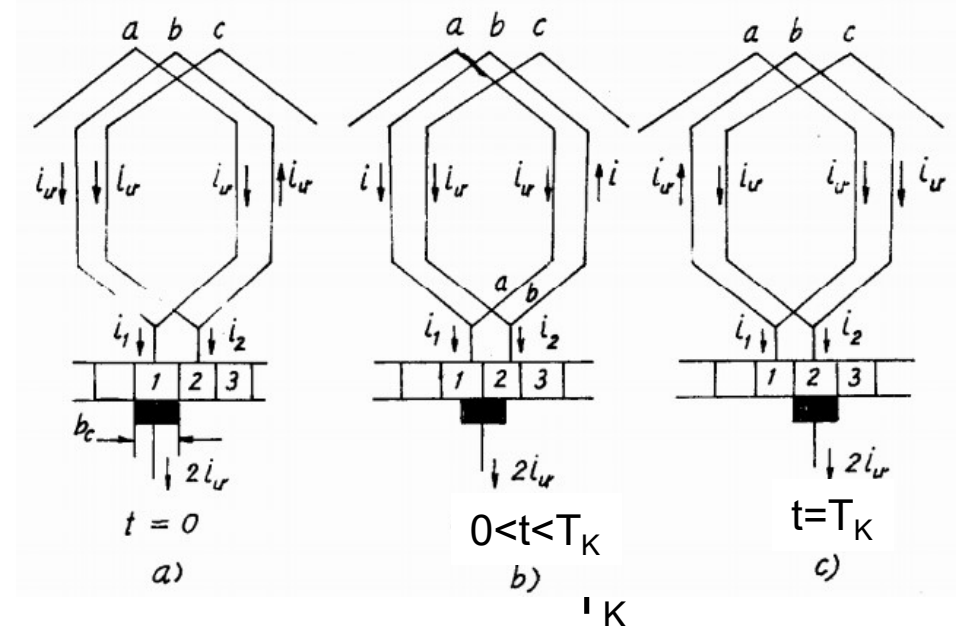
## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

Để có khái niệm cụ thể ta xét quá trình đổi chiều dòng điện trong phần tử b dây quấn xếp đơn:

Quá trình đổi chiều trong dq:

- Khi  $t = 0$ : chổi than phủ hoàn toàn lên phần 1, dòng điện chạy trong phần tử là  $(+i_u)$



- Khi  $t = T_K$ : chổi than phủ hoàn toàn lên phần 2, phần tử đã chuyển sang nhánh song song khác, dòng điện trong nó đổi chiều thành  $(-i_u)$

## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

- Vị trí trung gian:  $0 < t < T_K$ : phần tử bị nối ngắn mạch, dòng điện trong nó biến thiên phức tạp.

$T_K$ : là chu kỳ đổi chiều, là khoảng thời gian mà dòng điện hoàn thành việc đổi chiều.

Chất lượng đổi chiều phụ thuộc vào nhiều yếu tố cơ và điện. Việc đổi chiều kém gây ra các tia lửa điện ở chổi than và mặt vành góp.



## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

Để tìm nguyên nhân phát sinh tia lửa điện và từ đó nêu ra biện pháp cải thiện đổi chiều ta nghiên cứu quy luật đổi chiều ở phần tử dây quấn xếp đơn.

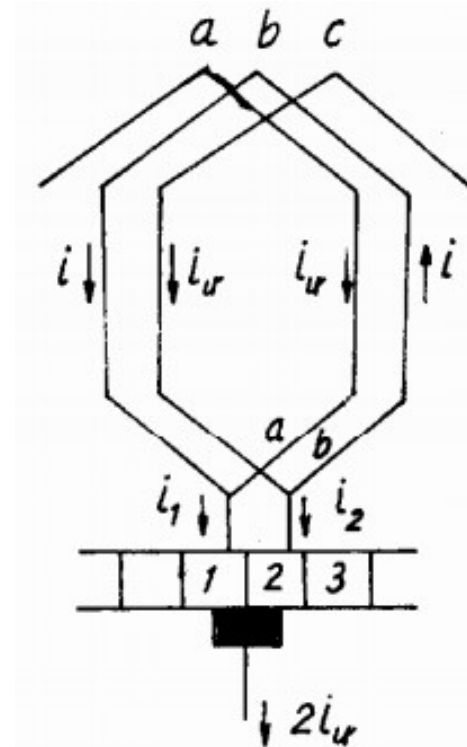
$i$ : dòng điện trong phần tử đổi chiều bị nối ngắn mạch

$i_1, i_2$ : dòng điện đi qua phiến góp 1 và 2

$r_{pt}$ : điện trở của phần tử đổi chiều

$r_{đn}$ : điện trở phần đuôi nhận, là phần nối giữa phiến góp với đầu phần tử

$r_{tx1}, r_{tx2}$ : : điện trở tiếp xúc giữa phiến góp 1, 2 và chổi than



$$\text{a: } i_u + i - i_1 = 0 \rightarrow i_1 = i + i_u$$

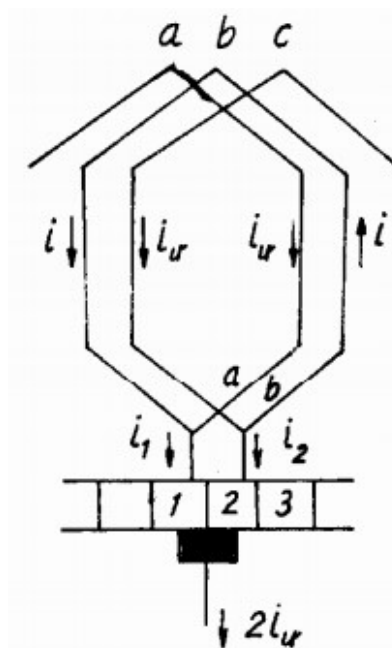
b:  $i_p - i - i_2 = 0 \rightarrow i_2 = i_p - i$

$$i_{pt} \cdot r_{pt} + i_1(r_{tx1} + r_{dn}) - i_2(r_{tx2} + r_{dn}) = \Sigma e$$

Với  $\Sigma e$ : là tổng các sđđ cảm ứng trong phần tử đổi chiều

$$r_{pt}, r_{đn} \ll r_{tx1}, r_{tx2} \rightarrow \text{ta giả thiết } r_{pt}, r_{đn} = 0$$

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{i}} &= \frac{\mathbf{r}_{\text{tx2}} - \mathbf{r}_{\text{tx1}}}{\mathbf{r}_{\text{tx1}} + \mathbf{r}_{\text{tx2}}} \cdot \dot{\mathbf{i}}_{\text{u}} + \frac{\Sigma \mathbf{e}}{\mathbf{r}_{\text{tx1}} + \mathbf{r}_{\text{tx2}}} \\ &= \dot{\mathbf{i}}_{\text{chính}} + \dot{\mathbf{i}}_{\text{phu}} \end{aligned}$$



## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

Có:  $r_{tx1}, r_{tx2} = f(t) \sim \frac{1}{S_1}, \frac{1}{S_2}$        $S_1, S_2$ : tiết diện tiếp xúc giữa phiên  
góp 1, 2 và chổi than

$$S_1 = S \cdot \frac{T_K - t}{T_K}; \quad S_2 = S \cdot \frac{t}{T_K} \rightarrow \text{diện tích tiếp xúc toàn phần}$$

Ký hiệu:  $r_{tx}$ : điện trở tiếp xúc toàn phần

$$r_{tx1} = r_{tx} \cdot \frac{S}{S_1} = r_{tx} \cdot \frac{S}{S \cdot \frac{T_K - t}{T_K}} = r_{tx} \cdot \frac{T_K}{T_K - t} \quad r_{tx2} = r_{tx} \cdot \frac{S}{S_2} = r_{tx} \cdot \frac{T_K}{t}$$

$$i = \left(1 - \frac{2t}{T_K}\right) \cdot i_u + \frac{\Sigma e}{r_{dc}}$$

$$\text{Với } r_{dc} = r_{tx} \cdot \frac{T_K^2}{t(T_K - t)}$$

## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

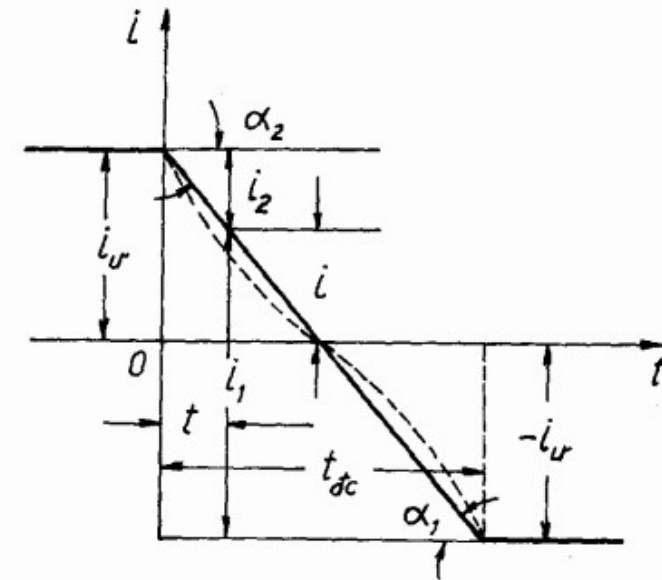
- **Đổi chiều đường thẳng:**

$$\text{Nếu } \Sigma e = 0 \rightarrow i = i_{ch} = i_u \cdot \left(1 - \frac{2t}{T_K}\right)$$

→ quan hệ  $i = f(t)$  là đường thẳng

→ gọi là đổi chiều đường thẳng

Nếu xét đến điện trở  $r_{pt}$ ,  $r_{đn} \rightarrow$  quan hệ  $i = f(t)$  có dạng theo đường nét đứt.



Khi đổi chiều đường thẳng, mật độ dòng điện phía phiên góp đi ra và đi vào chổi:

$$\text{phía ra: } j_1 = \frac{i_1}{S_1} = \frac{i_1 \cdot T_K}{S(T_K - t)} = \frac{T_K}{S} \operatorname{tg} \alpha_1$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 \rightarrow j_1 = j_2 = \operatorname{const}$$

$$\text{phía vào: } j_2 = \frac{i_2}{S_2} = \frac{i_2 \cdot T_K}{S \cdot t} = \frac{T_K}{S} \operatorname{tg} \alpha_2$$

→ quá trình đổi chiều thuận lợi

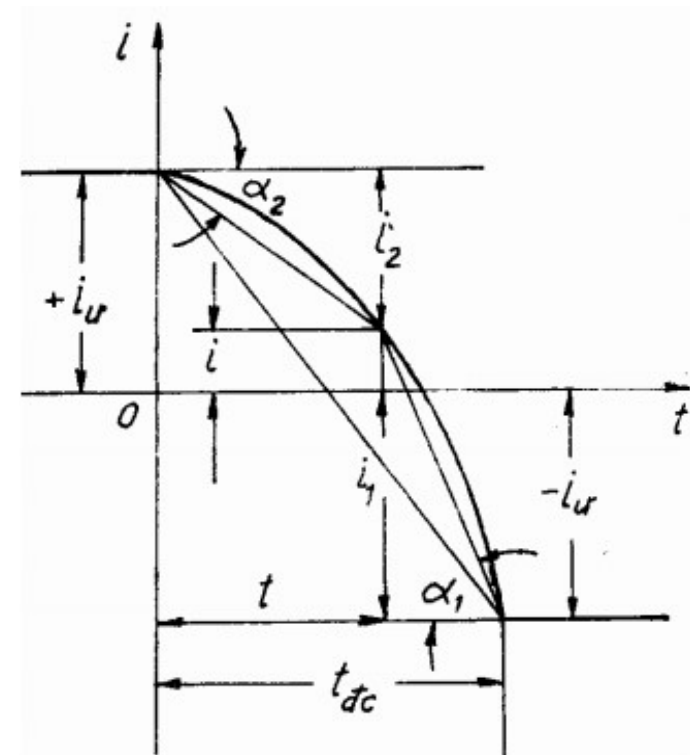
## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

- Đổi chiều đường cong:

Xét khi  $\Sigma e > 0$  hay  $i_f > 0 \rightarrow i = i_{ch} + i_f$

Dòng điện đổi chiều  $i$  thay đổi chậm hẳn so với trường hợp đổi chiều đường thẳng  $\rightarrow$  gọi là **đổi chiều mang tính chất trì hoãn**. Thường tia lửa điện xuất hiện ở phía chổi than đi ra khi quá trình đổi chiều kết thúc.



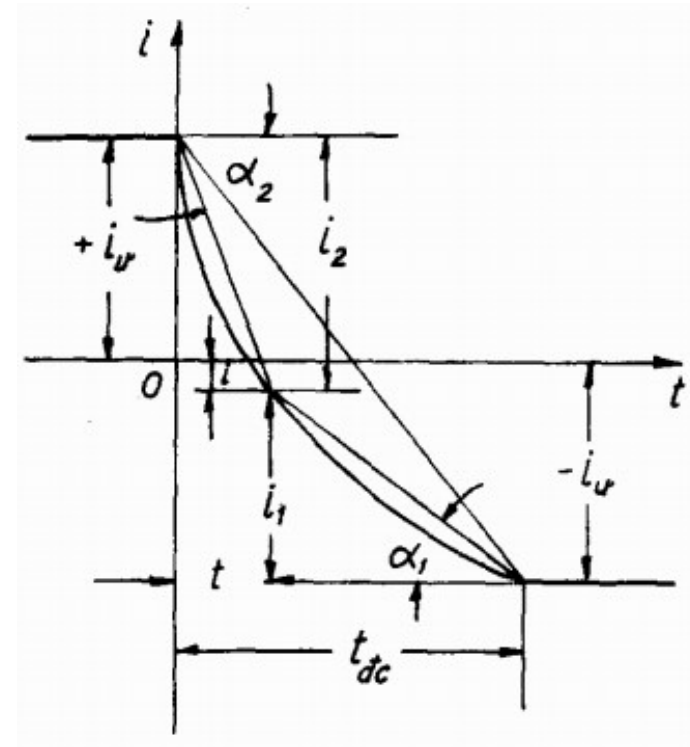
## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

- Đổi chiều đường cong:

Xét khi  $\Sigma e < 0$  hay  $i_f < 0$

Dòng điện đổi chiều đi qua giá trị 0 sớm hơn đổi chiều đường thẳng  $\rightarrow$  gọi là đổi chiều mang tính chất **vượt trước**. Khi đổi chiều vượt trước  $\alpha_1 < \alpha_2 \rightarrow j_1 < j_2 \rightarrow$  tia lửa xuất hiện ở phía chổi than đi vào nhưng ít hơn đổi chiều trì hoãn.



## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### QUÁ TRÌNH ĐỔI CHIỀU

- Các sđđ cảm ứng trong phần tử đổi chiều:

Sức điện động tự cảm: 
$$e_{Ltb} = \frac{2Li_u}{T_K}$$

Sức điện động hổ cảm: do đổi chiều đồng thời trong các phần tử khác thuộc cùng một rãnh

$$e_{Mtb} = \frac{2i_u}{T_K} \cdot \sum M_i$$

Sức điện động phản kháng: là tổng của sđđ tự cảm và hổ cảm

$$e_{pktb} = e_{Ltb} + e_{Mtb}$$

Sức điện động đổi chiều  $e_{đc}$  sinh ra khi phần tử đổi chiều chuyển động tổng hợp trong vùng trung tính.  $\Sigma e = e_{pk} + e_{đc}$

Để quá trình đổi chiều được thuận lợi thì sđđ đổi chiều luôn ngược chiều với sđđ phản kháng để  $\Sigma e = 0$

## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÁC BIỆN PHÁP HẠN CHẾ TIA LỬA ĐIỆN

Tia lửa sinh ra dưới chổi than có thể do nguyên nhân cơ hoặc nguyên nhân điện từ.

Về nguyên nhân cơ có thể do: vành góp không đồng tâm với trục, sự cân bằng bộ phận quay không tốt, bề mặt vành góp không phẳng, lực ép chổi than không thích hợp...

Về điện do sđđ đổi chiều không triệt tiêu được sđđ phản kháng trong phần tử đổi chiều → biện pháp:

1. Tiếp xúc tốt phiên góp - chổi than
2. Thực hiện  $\Sigma e = 0$  hoặc  $\Sigma e \leq 0$



## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÁC BIỆN PHÁP HẠN CHẾ TIA LỬA ĐIỆN

#### ➤ Cực từ phụ:

- Biện pháp cơ bản để cải thiện đổi chiều là tạo từ trường ngoài tại vùng trung tính bằng cách đặt cực từ phụ giữa các cực từ chính.
- Sức từ động cực từ phụ  $F_f > < F_{ƯQ}$ , độ lớn  $F_f$  phải cân bằng được  $F_{ƯQ}$  và tạo nên được  $e_{đc}$  đủ lớn làm triệt tiêu ảnh hưởng của  $e_{pk}$ .



## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÁC BIỆN PHÁP HẠN CHẾ TIA LỬA ĐIỆN

➤ **Xê dịch chổi than khỏi trung tính hình học:**

Ở máy điện nhỏ, để thay thế tác dụng của cực từ phụ, để cải thiện đổi chiều ta có thể xê dịch chổi than khỏi trung tính hình học.

Ở trường hợp máy phát điện: để từ trường ở khu vực đổi chiều cùng cực tính với cực từ chính mà sau khi đổi chiều các cạnh phần tử sẽ quay tới như trường hợp cực từ phụ thì phải dịch chổi than theo chiều quay 1 góc:

$$\beta = \alpha + \gamma$$

góc giữa đường trung tính hình học và trung tính vật lý

góc có tác dụng tạo nên sđđ đổi chiều đủ triệt tiêu sđđ phản kháng

## 5.5. ĐỔI CHIỀU DÒNG ĐIỆN TRONG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÁC BIỆN PHÁP HẠN CHẾ TIA LỬA ĐIỆN

#### ➤ Dây quấn bù:

Với MĐ1C có công suất lớn  $P > 150\text{kW}$  để hỗ trợ cực từ phụ và ngăn chặn vòng lửa trên bề mặt vành góp người ta dùng dây quấn bù.

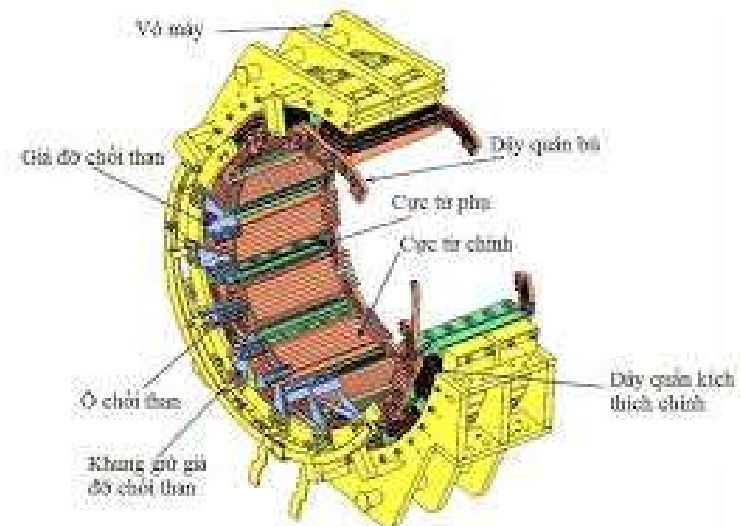
Khi không có cuộn bù:  $\Phi_f > \Phi_{\text{ƯQ}}$

Khi có cuộn bù:  $\Phi_f + \Phi_{\text{bù}} > \Phi_{\text{ƯQ}}$

→ cực từ phụ ít bão hòa hơn → tăng hiệu quả cải thiện đổi chiều.

Dq bù làm triệt tiêu từ trường phản ứng dưới mặt cực chính → từ trường cực chính không bị biến dạng → thuận lợi cho quá trình đổi chiều.

Vì  $\Phi_{\text{Ư}} \sim I_{\text{Ư}} \rightarrow$  để bù được từ trường này thì dây quấn bù phải nối tiếp với dây quấn phần ứng.





# CHƯƠNG 5: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## NỘI DUNG

- 5.1. Tổng quan về máy điện một chiều
- 5.2. Dây quấn máy điện một chiều
- 5.3. Quan hệ điện từ trong máy điện một chiều
- 5.4. Từ trường trong máy điện một chiều
- 5.5. Đổi chiều
- 5.6. Máy phát điện một chiều**
- 5.7. Động cơ điện một chiều

## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

### NỘI DUNG

- Các loại máy phát điện một chiều
- Các đặc tính của máy phát điện một chiều

## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

67

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC LOẠI MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Máy phát điện 1 chiều được sử dụng trong nhiều ngành sản xuất của nền kinh tế quốc dân như luyện kim, hóa chất, giao thông vận tải...

Tùy theo cách kích thích cực từ chính mà MFĐ1C được phân loại như sau:

- MFĐ1C kích thích độc lập: sử dụng nguồn ngoài
- MFĐ1C tự kích thích

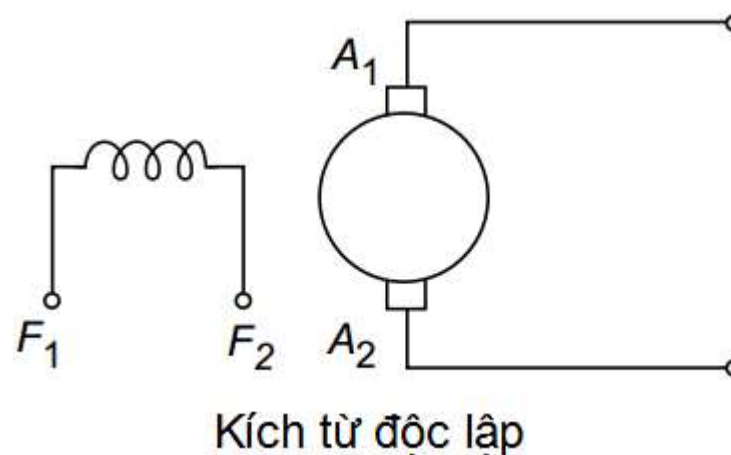
## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC LOẠI MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **MFĐ1C kích thích độc lập.**

- MFĐ1C kích thích bằng nam châm vĩnh cửu ( với máy có công suất bé)
- MFĐ1C kích thích điện từ, nguồn kích thích lấy từ ắc quy, lưới 1 chiều hoặc máy phát 1 chiều phụ, dùng trong trường hợp cần điều chỉnh điện áp trong phạm vi rộng, công suất lớn.

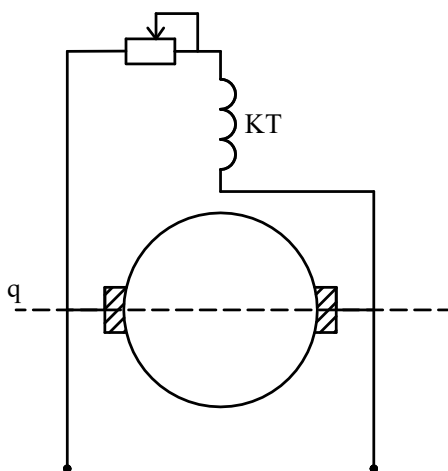


## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

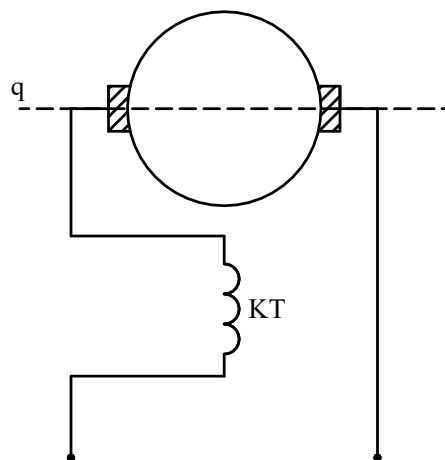
### CÁC LOẠI MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **MFD1C tự kích thích.**

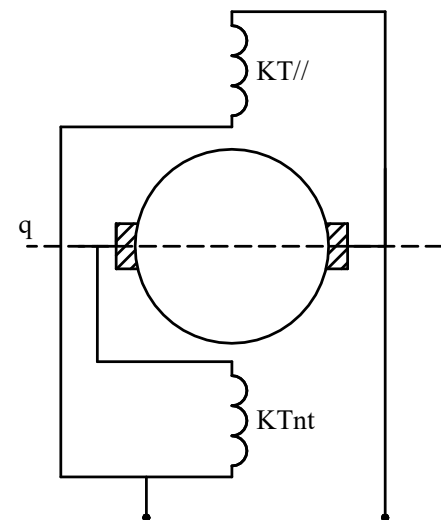
Dòng điện kích thích lấy từ bản thân máy phát. Tùy theo cách nối dây quấn kích thích ta có:



KT song song  
 $I_u = I + I_t$



KT nối tiếp  
 $I_u = I = I_t$



KT hỗn hợp  
 $I_u = I_{tnt} = I + I_{t//}$



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

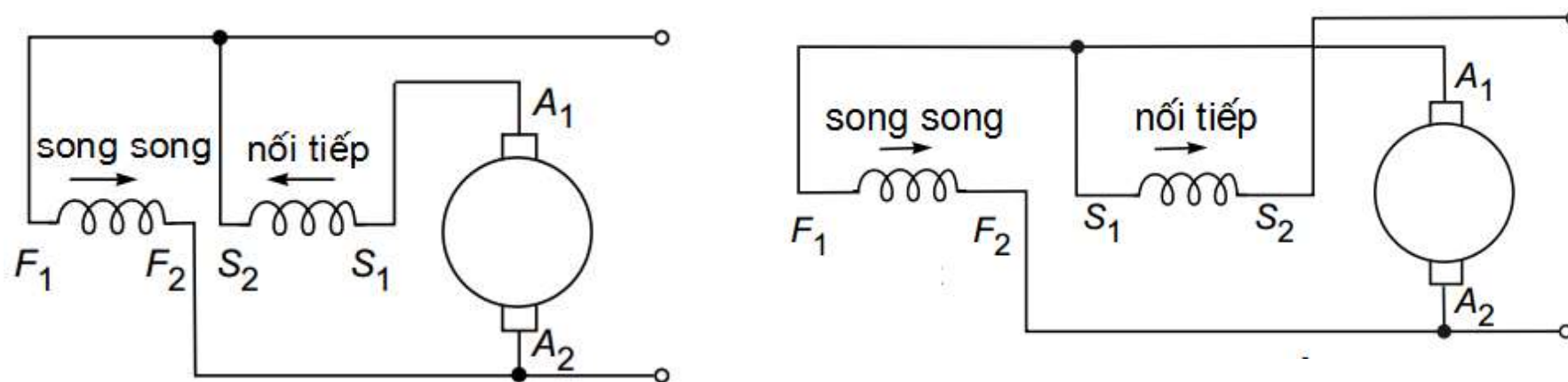
### CÁC LOẠI MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

- MFĐ1C tự kích thích

Kích từ hỗn hợp có đồng thời 2 dây quấn kích thích song song và kích thích nối tiếp, tùy theo cách nối mà STĐ của 2 dây quấn có thể cùng chiều hoặc ngược chiều nhau:

$F_{ktnt} \equiv F_{kt//}$  : đấu thích ứng

$F_{ktnt} >< F_{kt//}$  : đấu đối ứng



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

MFĐ1C có 4 đại lượng đặc trưng:  $U$ ,  $I_u$ ,  $I_t$ ,  $n$ .  $n = \text{const}$ , 3 đại lượng  $U$ ,  $I_u$ ,  $I_t$  có thể thành lập được các đặc tính sau:

- Đặc tính không tải:  $U_0 = E_0 = f(I_t)$  khi  $I = 0$ ,  $n = \text{const}$
- Đặc tính ngắn mạch:  $I_n = f(I_t)$  khi  $U = 0$ ,  $n = \text{const}$
- Đặc tính ngoài:  $U = f(I)$  khi  $I_t = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$
- Đặc tính điều chỉnh:  $I = f(I_t)$  khi  $U = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$
- Đặc tính tải:  $U = f(I_t)$  khi  $I = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$

Trong 5 đặc tính này thì đặc tính không tải là trường hợp đặc biệt của đặc tính tải khi  $I = 0$ , đặc tính ngắn mạch là trường hợp đặc biệt của đặc tính điều chỉnh khi  $U = 0$ .

Đặc tính ngắn mạch và đặc tính không tải của các loại MF1C cơ bản giống nhau nên ta xét chung, các đặc tính khác ta xét riêng cho từng loại máy.

## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

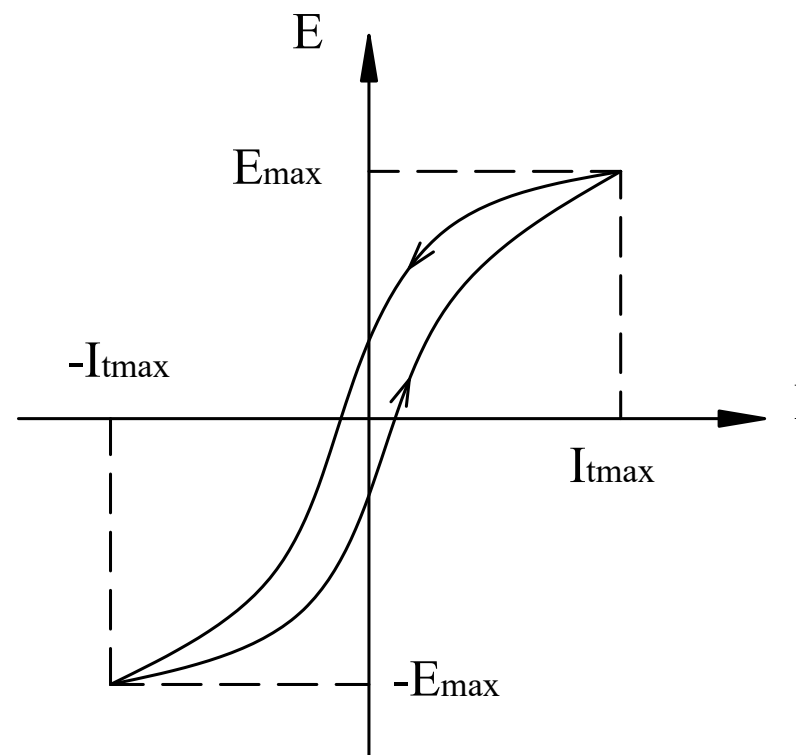
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **Đặc tính không tải:**

là quan hệ:  $U_0 = E_0 = f(I_t)$  khi  $I = 0$ ,  $n = \text{const}$

Với MFĐ kích thích độc lập, do có thể đổi chiều dòng kích từ nên ta có thể vẽ được toàn bộ chu trình từ trễ ABA'B'A khi tăng giảm  $I_t$ . Với máy phát tự kích thích, không thể thực hiện được ( $-I_t$ ) nên chu trình từ trễ là ABA giữa  $I_{t\max}$  và 0.



Đặc tính không tải là đường trung bình của vòng từ trễ

## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

- **Đặc tính ngắn mạch:**

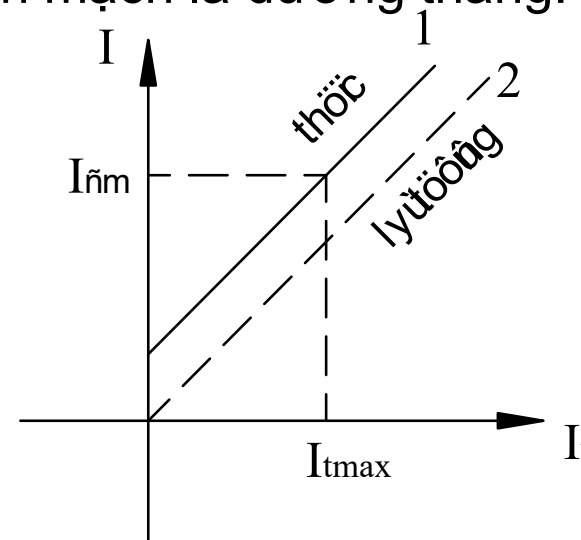
là quan hệ:  $I_n = f(I_t)$  khi  $U = 0$ ,  $n = \text{const}$

Để có đặc tính ngắn mạch thì tất cả máy phát đều phải được kích thích độc lập. Khi ngắn mạch  $E = I \cdot r_u$

$r_u$  rất nhỏ, để giữ  $I = 1,25 \div 1,5 I_{dm} \rightarrow E \text{ nhỏ} \rightarrow I_t \text{ rất nhỏ} \rightarrow$  mạch từ không bão hòa. Có  $E \sim I_t \rightarrow I \sim I_t \rightarrow$  đặc tính ngắn mạch là đường thẳng:

Đường 1: ứng với máy chưa được khử từ dư  $\rightarrow$  đường thực

Đường 2: ứng với máy đã được khử từ dư  $\rightarrow$  lý tưởng



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 1. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích độc lập

- Đặc tính ngoài:

là quan hệ  $U = f(I)$  khi  $I_t = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$

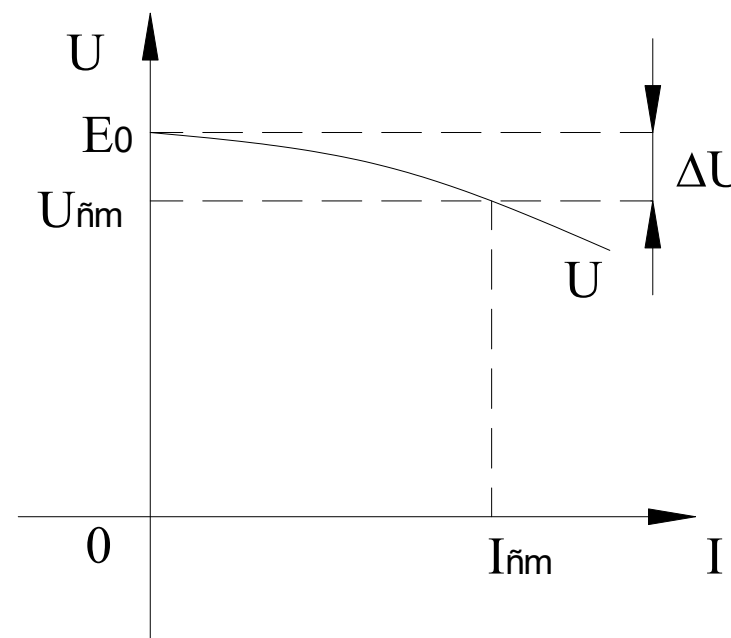
Từ phương trình cân bằng điện áp MFĐ1C:  $U = E - I_a \cdot R_a$

Khi  $I \uparrow \rightarrow I_a \cdot R_a \uparrow \rightarrow E \downarrow \rightarrow U \downarrow$

$\rightarrow \Phi = (\Phi_t + \Phi_a) \downarrow$

do bão hòa mạch từ  $\rightarrow E \downarrow$

$$\Delta U\% = \frac{(E_0 - U_{đm})}{U_{đm}} \cdot 100 = 5 \div 10\% U_{đm}$$



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

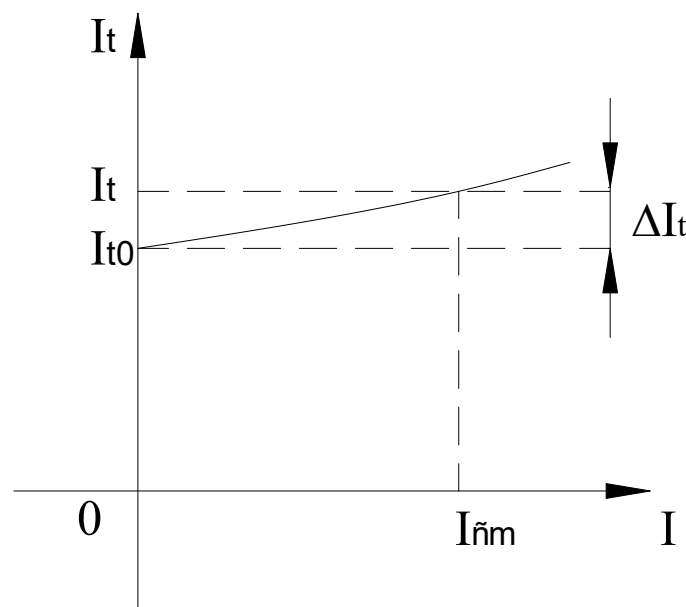
#### 1. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích độc lập

- Đặc tính điều chỉnh:

Là quan hệ  $I = f(I_t)$  khi  $U = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$

Đặc tính điều chỉnh cho ta biết xu hướng điều chỉnh  $I_t$  để  $U = \text{const}$

Khi tải tăng  $I \uparrow \rightarrow$  để bù được phần  $I_a \cdot R_a \uparrow$  và  $p_{\text{vật}} \uparrow \rightarrow$  tăng  $I_t \uparrow$



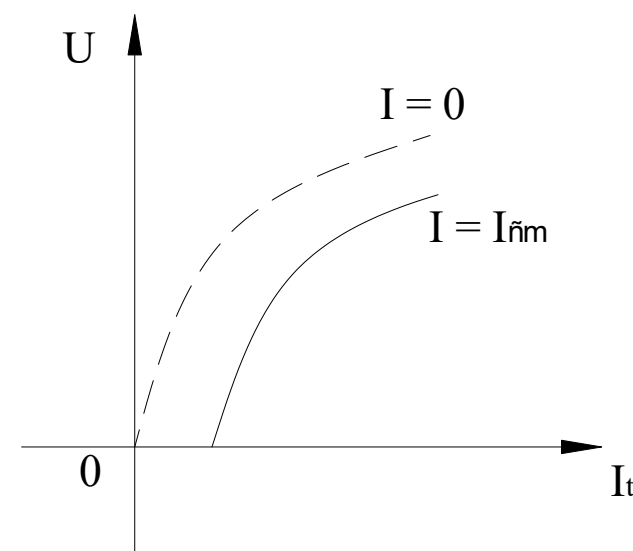
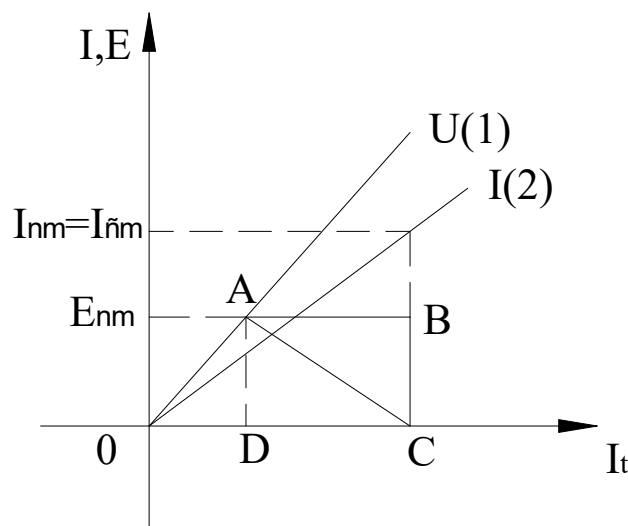
## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 1. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích độc lập

- **Đặc tính tải:**  $U = f(I_t)$  khi  $I = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$



Từ  $I_{nm} = I_{đm}$  chiếu sang (2), chiếu xuống được  $I_t = OC$ . Dòng  $I_t$  gồm 2 thành phần: 1 phần  $OD$  sinh ra  $E = I \cdot r_u = AD = BC$ , 1 phần  $DC = AB$  để khắc phục pư.pư lúc ngắn mạch, tỷ lệ thuận pư.pư

→ tam giác ABC là tam giác đặc tính có  $BC, AB \sim$  dòng điện  $I$ .

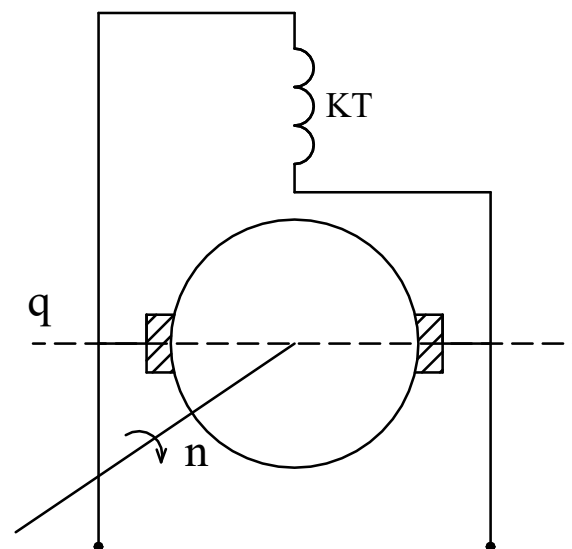
## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 2. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích song song

- Điều kiện tự kích MFĐ1C kích thích song song

MFĐ1C kích thích song song có dây quấn kích thích song song với dây quấn phần ứng:



Từ đặc tính không tải ta thấy khi MF1C ngừng hoạt động, trong lõi thép cực từ và gông từ còn lại từ dư.



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 2. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích song song

- Điều kiện tự kích MFĐ1C kích thích song song

Khi quay rotor đến tốc độ định mức  $n = n_{đm}$ . Lúc đầu  $I_t = 0$ , do  $\Phi_{du} \neq 0$   
→ sinh ra  $E_{du} = C_e \Phi_{du} \cdot n = 2 \div 3\% U_{đm}$ . Nếu mạch kích thích được nối kín với mạch phản ứng →  $I_u = I_t \neq 0$   
→  $\Phi_t \neq 0$ , nếu  $\Phi_t \equiv \Phi_{du} \rightarrow \Phi_u = (\Phi_t + \Phi_{du}) \uparrow \rightarrow E_u \uparrow \rightarrow I_t \uparrow$ ,  $U \uparrow$  tới khi  $U = U_{đm}$

Điều kiện để máy tự kích là:

1. Máy phải có từ dư:  $\Phi_{du} \geq 3\% \Phi_{đm}$  khi không tải
2. Chiều quay của rotor phải phù hợp để  $\Phi_t \equiv \Phi_{du}$
3. Điện trở  $r_t \leq r_{t \text{ tới hạn}}$  hoặc vận tốc quay của roto  $n \geq n_{th}$

## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

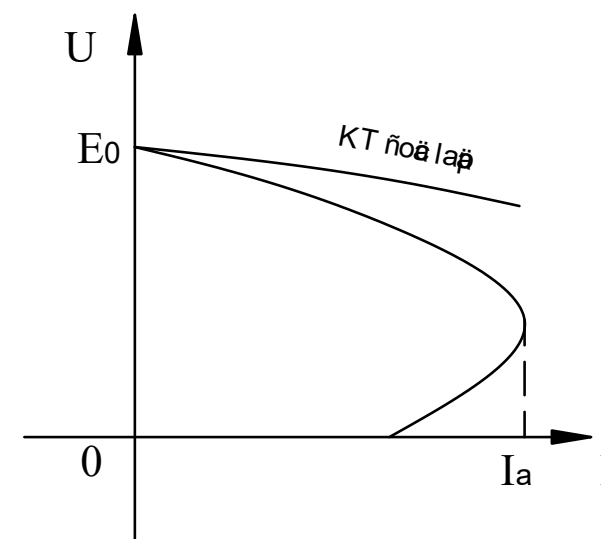
### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 2. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích song song

- **Đặc tính ngoài:**  $U = f(I)$  khi  $I_t = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$

Với máy KT// khi tải tăng:  $I \uparrow \rightarrow U \downarrow$  do:

1.  $I \cdot r_u \uparrow$
2.  $I \uparrow$ , do  $p_u \rightarrow \Phi \downarrow \rightarrow E \downarrow$
3.  $U \downarrow \rightarrow I_t \downarrow \rightarrow E \downarrow \rightarrow U$  giảm hơn nữa



→ Như vậy MFĐ1C kt// có đặc tính ngoài dốc hơn kt độc lập.

Với MFĐ1C KT//, dòng điện tải chỉ tăng đến một giá trị nhất định  $I = I_{th}$ , nếu tiếp tục giảm điện trở tải  $\rightarrow I$  không tăng mà giảm về  $I_0$  ứng với  $E_{du}$ . Do máy làm việc trong tình trạng không bão hòa ( $\mu_{Fe} \neq \infty$ ) nên khi  $I_t \downarrow \rightarrow U$  giảm nhanh về 0.

## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

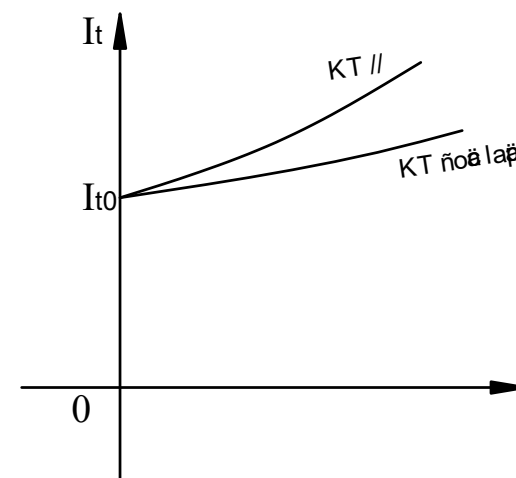
### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 2. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích song song

- **Đặc tính điều chỉnh:**  $I = f(I_t)$  khi  $U = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$

Việc điều chỉnh dòng kích từ không phụ thuộc nguồn kích từ lấy từ đâu nên đặc tính điều chỉnh của MFKT// cũng giống đặc tính điều chỉnh MFKT độc lập.

Ở MFKT// khi  $I \uparrow \rightarrow U$  sụt nhiều hơn nên  $I_t$  phải tăng nhiều hơn  $\rightarrow$  đặc tính điều chỉnh của MF1CKT// cao hơn



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

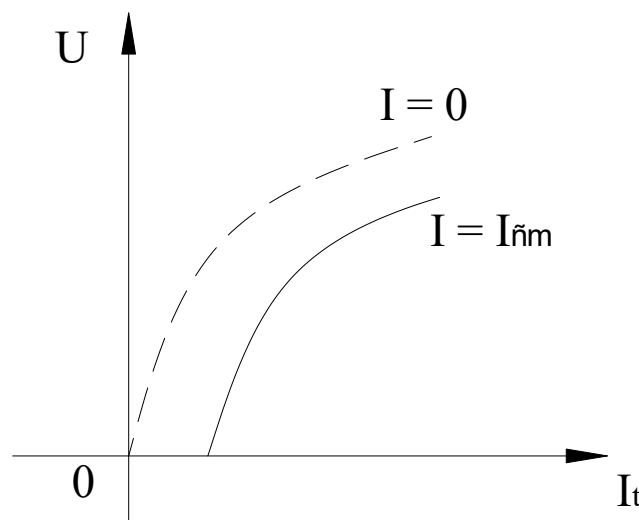
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 2. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích song song

- **Đặc tính tải:**

Đặc tính tải là quan hệ  $U = f(I_t)$  khi  $I = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

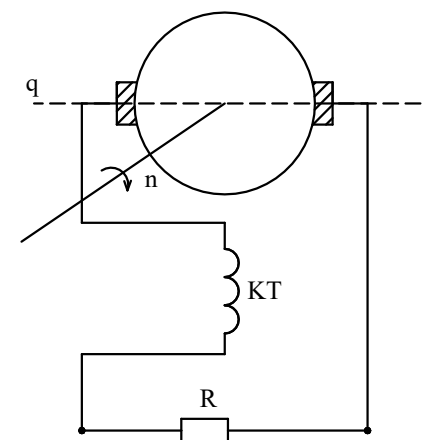
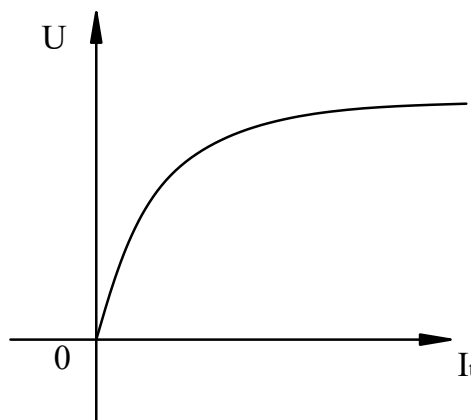
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 3. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích nối tiếp

Máy chỉ được kích thích khi có tải  $\rightarrow$  mạch ngoài phải khép kín quan một điện trở.

Vì  $I_t = I_u = I \rightarrow$  khi  $n = \text{const}$  thì máy chỉ còn hai đại lượng biến đổi  $\rightarrow$  máy chỉ có đặc tính ngoài  $U = f(I)$



## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 4. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích hỗn hợp

- Đặc tính ngoài:  $U = f(I)$  khi  $I_t = 0$ ,  $n = \text{const}$

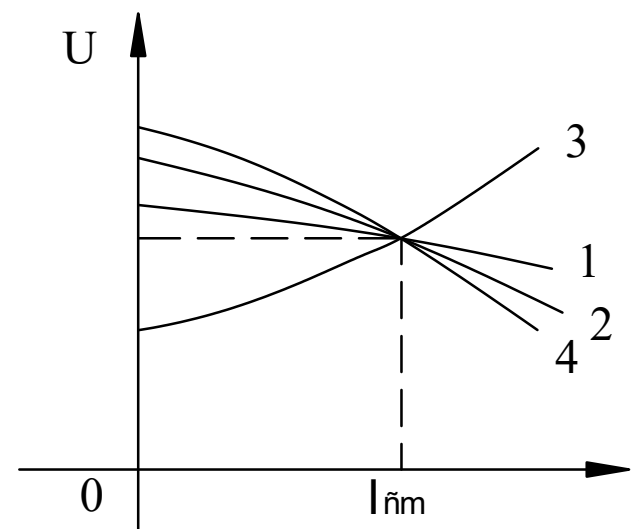
- Khi đầu thích ứng:  $\Phi_{kt//} \equiv \Phi_{ktnt} \rightarrow \Phi_{kt} = \Phi_{kt//} + \Phi_{ktnt}$

khi  $I \downarrow \rightarrow \Phi_{ktnt} \downarrow \rightarrow \Phi_{kt} \downarrow \rightarrow E \downarrow, U \downarrow$

- Khi đầu đối ứng:  $\Phi_{kt//} >< \Phi_{ktnt} \rightarrow \Phi_{kt} = \Phi_{kt//} - \Phi_{ktnt}$

khi  $I \downarrow \rightarrow \Phi_{ktnt} \downarrow \rightarrow \Phi_{kt} \uparrow \rightarrow E \uparrow, U \uparrow$

1. MFĐ1CKT độc lập
2. MFĐ1CKT song song
3. MFĐ1CKT hỗn hợp đầu thích ứng
4. MFĐ1CKT hỗn hợp đầu đối ứng



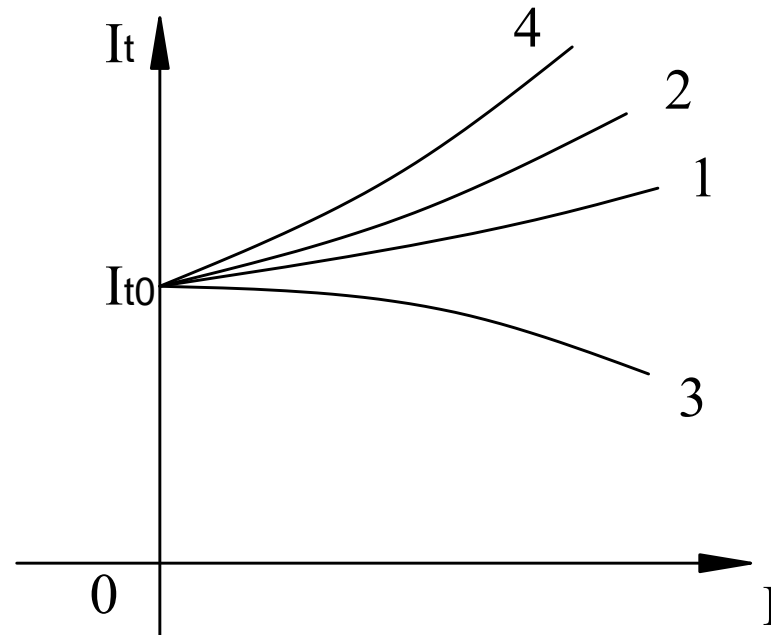
## 5.6. MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

### CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU

#### 4. Đặc tính làm việc của MFĐ1C kích thích hỗn hợp

- Đặc tính điều chỉnh:

Đặc tính điều chỉnh là quan hệ  $I = f(I_t)$  khi  $U = \text{const}$ ,  $n = \text{const}$





# CHƯƠNG 5: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

## NỘI DUNG

- 5.1. Tổng quan về máy điện một chiều
- 5.2. Dây quấn máy điện một chiều
- 5.3. Quan hệ điện từ trong máy điện một chiều
- 5.4. Từ trường trong máy điện một chiều
- 5.5. Đổi chiều
- 5.6. Máy phát điện một chiều
- 5.7. Động cơ điện một chiều**



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

86

*Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN*

### NỘI DUNG

- Các loại động cơ điện một chiều
- Các đặc tính của động cơ điện một chiều
- Các phương pháp mở máy và điều chỉnh tốc độ của động cơ điện một chiều

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

87

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC LOẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Động cơ điện 1 chiều cũng được phân loại như máy phát:

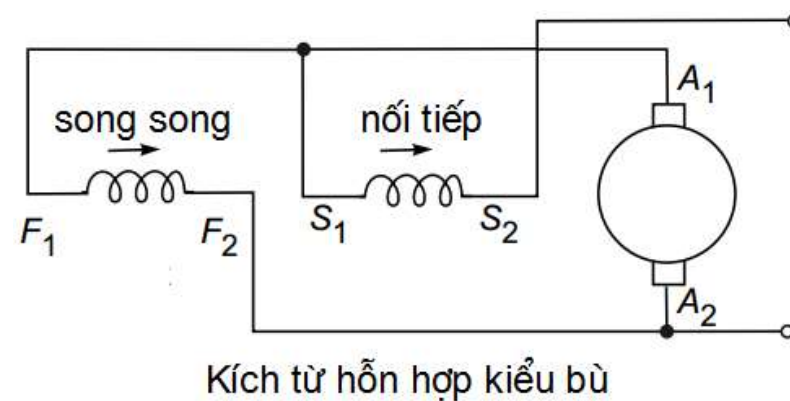
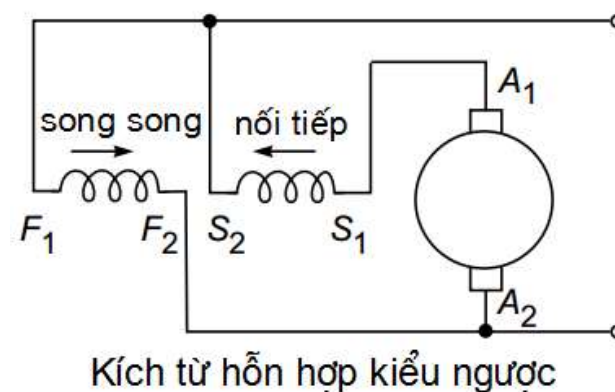
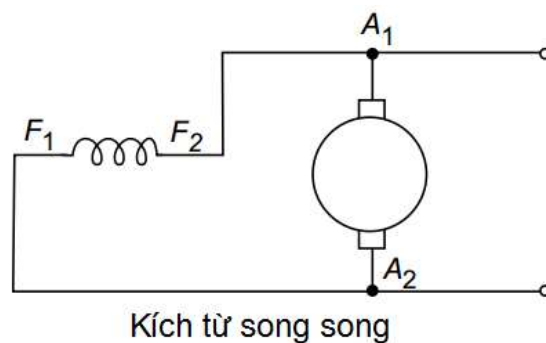
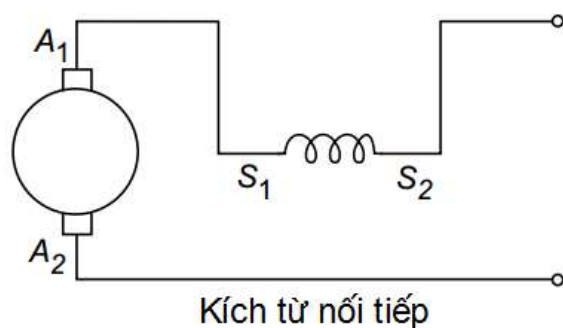
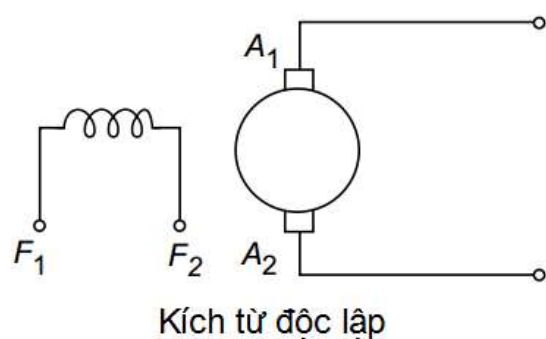
- Động cơ một chiều kích từ độc lập
- Động cơ một chiều kích từ song song
- Động cơ một chiều kích từ nối tiếp
- Động cơ một chiều kích từ hỗn hợp
- Động cơ một chiều kích từ nam châm vĩnh cửu

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

88

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC LOẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 1. ĐẶC TÍNH CƠ:

Là quan hệ  $n = f(M)$ , đây là đặc tính quan trọng nhất của động cơ.

Các phương trình ĐCĐ1C:

$$\begin{aligned} U &= E + I_u \cdot R_u \\ E &= C_e \cdot \Phi \cdot n \end{aligned} \quad \rightarrow n = \frac{U - I_u \cdot R_u}{C_e \cdot \Phi}$$

$$M = C_M \cdot \Phi \cdot I_u \quad \rightarrow n = \frac{U}{C_e \cdot \Phi} - \frac{M \cdot R_u}{C_e \cdot C_M \cdot \Phi^2}$$

Phương trình biểu diễn đặc tính cơ

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

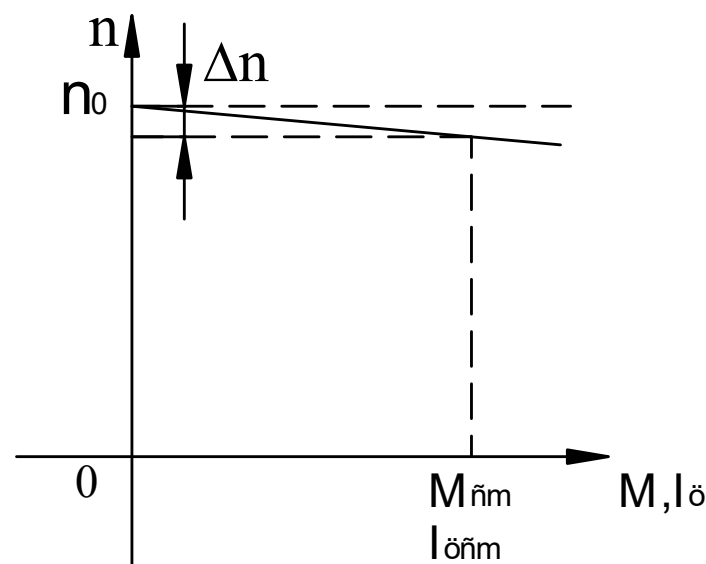
### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 1. ĐẶC TÍNH CƠ:

##### a. Đặc tính cơ ĐCĐ1C kích thích // hoặc độc lập

Nếu  $U = U_{đm} = \text{const}$  và  $I_t = \text{const}$ , thì khi  $M$  thay đổi  $\rightarrow \Phi = \text{const}$ , ảnh hưởng làm giảm  $\Phi$  do pư.pư ngang trục rất bé không đáng kể nên ta có phương trình đặc tính cơ:

$$n = n_0 - \frac{R_u \cdot M}{K}$$



Đặc tính  $n = f(M)$  là đường thẳng

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 1. ĐẶC TÍNH CƠ:

##### b. Đặc tính cơ ĐCĐ1C kích thích nối tiếp

Động cơ KTNT có  $I_t = I_u = I$  và  $\Phi = K_\Phi \cdot I$ ,

Có  $K_\Phi = \text{const}$  khi  $I < 0,8I_{đm}$ , khi  $I > 0,8I_{đm}$  thì  $K_\Phi$  giảm xuống một ít do ảnh hưởng bão hoà của mạch từ.

$$M = C_M \cdot \Phi \cdot I_u = C_M \cdot \frac{\Phi^2}{K_\Phi} \rightarrow \Phi = \frac{\sqrt{K_\Phi} \cdot \sqrt{M}}{\sqrt{C_M}} \rightarrow n = \frac{\sqrt{C_M} \cdot U}{C_E \sqrt{K_\Phi} \sqrt{M}} - \frac{R_u}{C_E \cdot K_\Phi}$$

$$\text{Bỏ qua } R_u \text{ thì } n \sim \frac{U}{\sqrt{M}} \text{ hay } M = \frac{C^2}{n^2}$$

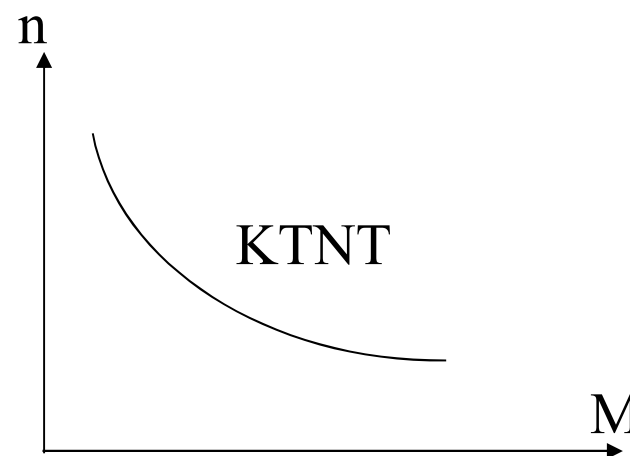
## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 1. ĐẶC TÍNH CƠ:

##### b. Đặc tính cơ ĐCĐ1C kích thích nối tiếp

→ Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp sẽ có đặc tính cơ dạng đường hypecbol



Nhân xét:

- Khi  $M$  tăng  $n$  giảm rất nhiều.
- Đặc biệt khi không tải ( $I = 0$ ,  $M = 0$ ), tốc độ có trị số rất lớn → gây trục → không được để mất tải.

Khi xét đến bảo hòa, đường  $M = f(n)$  là đường nét đứt.

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 1. ĐẶC TÍNH CƠ:

##### c. Đặc tính cơ động cơ kích thích hỗn hợp.

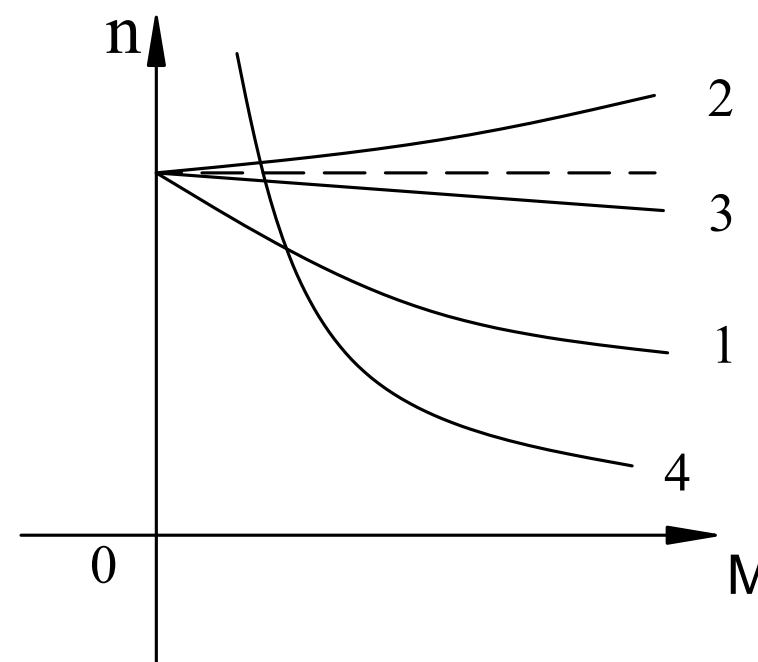
Động cơ kích thích hỗn hợp thường cuộn kích thích nối tiếp được nối thuận (thích ứng) do đó đặc tính cơ có dạng trung gian giữa kích thích song song và kích thích nối tiếp

Đường 1: kích thích hỗn hợp nối thuận

Đường 2: kích thích hỗn hợp nối ngược

Đường 3: kích thích song song

Đường 4: kích thích nối tiếp





## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 2. CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA ĐCĐ 1 CHIỀU:

Là quan hệ:  $n, M, \eta = f(I_U)$  khi  $U = U_{dm} = \text{const}$

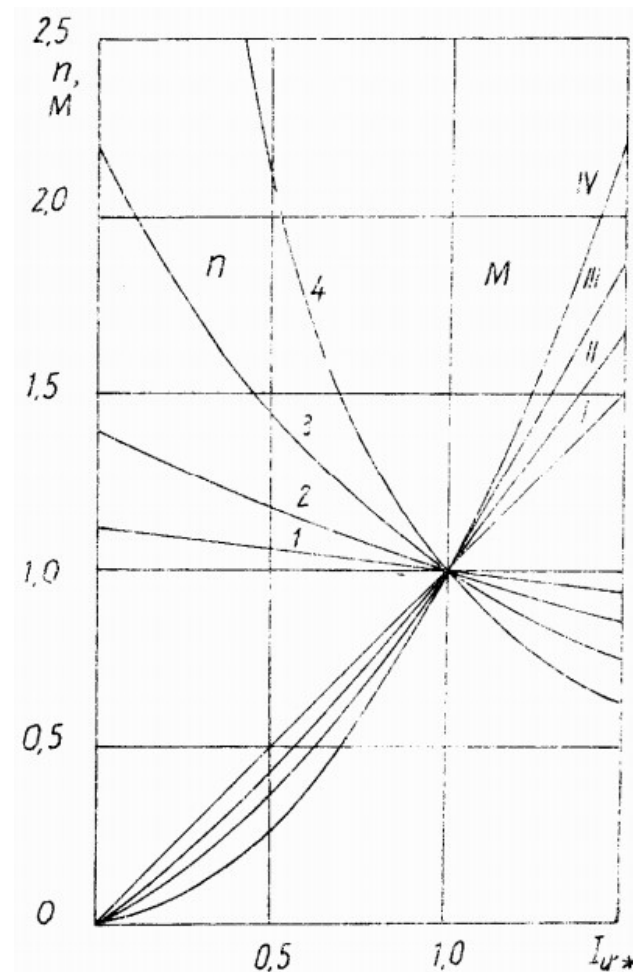
**Đặc tính  $n = f(I_U)$**  giống như đặc tính cơ  $n = f(M)$  vì  $M \sim I_U$ .

Đường 1: ứng với ĐC kích từ song song

Đường 2: ứng với ĐC kt hỗn hợp khi dq nối tiếp nối thuận

Đường 3: ứng với ĐC kt hỗn hợp khi dq nối tiếp nối ngược

Đường 4: ứng với ĐC kích từ nối tiếp



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 2. CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA ĐCĐ 1 CHIỀU:

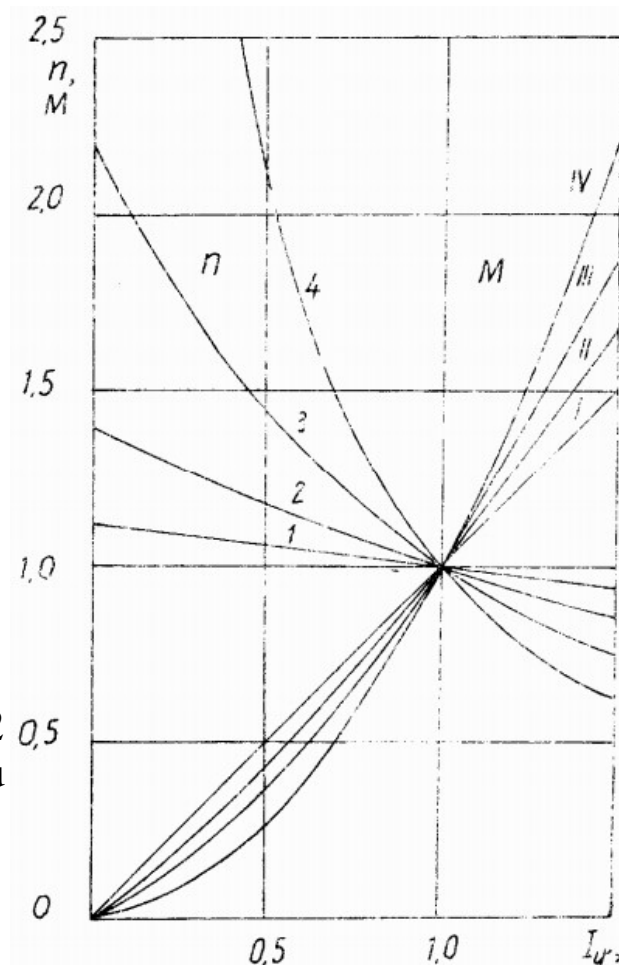
**Đặc tính  $M = f(I_u)$  khi  $U = U_{dm} = \text{const}$**

- Đường I: ứng với ĐC kt//,  $\Phi = \text{const}$  nên Đường  $M = f(I_u)$  là đường thẳng

- Đường II: ứng với động cơ kích từ hỗn hợp nối thuận.

- Đường III: ứng với động cơ kích từ hỗn hợp nối ngược.

- Đường IV: ứng với ĐC ktnt,  $\Phi \sim I_u$  nên  $M \sim I_u^2$   
đặc tính mômen là đường parabol



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

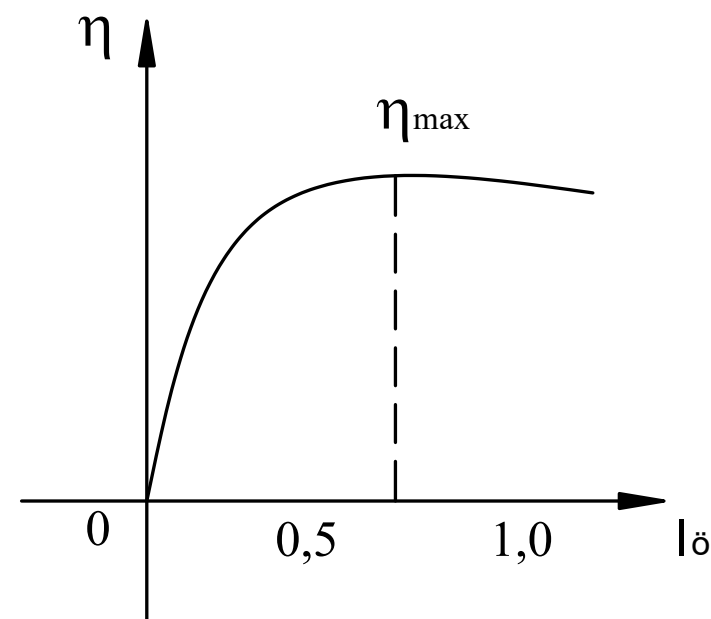
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### ĐẶC TÍNH CỦA CÁC LOẠI ĐCĐ MỘT CHIỀU

#### 2. CÁC ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC CỦA ĐCĐ 1 CHIỀU:

Đặc tính hiệu suất  $\eta = f(I_u)$  khi  $U = U_{dm} = \text{const}$

Hiệu suất cực đại thường được thiết kế ứng với  $I_u = 0,75I_{dm}$



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

97

*Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN*

### NỘI DUNG

- Các loại động cơ điện một chiều
- Các đặc tính của động cơ điện một chiều
- Các phương pháp khởi động và điều chỉnh tốc độ của động cơ điện một chiều

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP KHỞI ĐỘNG

Yêu cầu:

- Mômen khởi động càng lớn càng tốt.
- Dòng điện khởi động càng bé càng tốt

#### • Khởi động trực tiếp:

Theo pp này khi cần kđ ta chỉ việc đóng thẳng ĐC vào lưới.

Đặc điểm: Tại  $t = 0$ , khi đó  $n = 0 \rightarrow E = C_e \Phi n = 0$ , dòng điện khởi động lúc đó là:

$$I_k = \frac{U - E}{R_u} = \frac{U}{R_u}$$

Vì  $R_u$  rất bé, thường  $R_{u^*} = 0,02 \div 0,1$  nên  $I_k = (5 \div 10) I_{đm}$

Phương pháp này chỉ được áp dụng cho các động cơ có công suất bé, vì với các động cơ này  $R_u$  tương đối lớn.

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

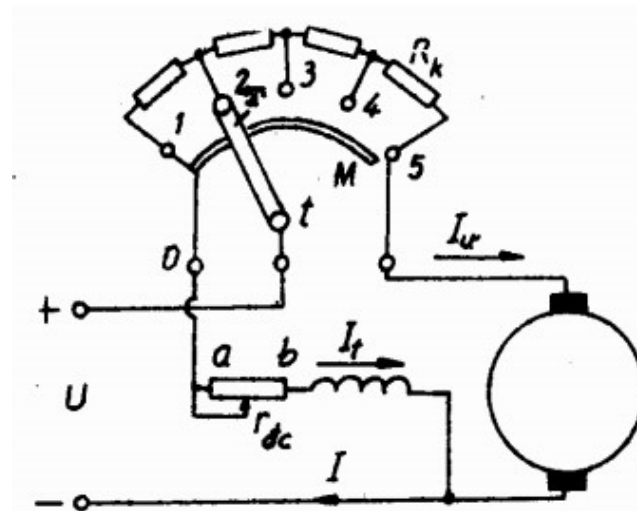
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP KHỞI ĐỘNG

- Khởi động bằng biến trở mạch phản ứng

Do có biến trở mắc nối tiếp vào mạch phản ứng nên dòng điện khởi động

$$I_k = \frac{U - E}{R_u + R_f} = \frac{U}{R_u + R_f}$$



Điện trở  $R_f$  được chọn sao cho  $I_k = (1,4 \div 1,7) I_{dm}$  đối với động cơ lớn và  $I_k = (2 \div 2,5) I_{dm}$  với động cơ bé.

Quá trình khởi động được tiến hành như sau:

Khi  $t < 0$ , con trượt của  $R_{dc}$  để ở vị trí b để  $\Phi_t$  có giá trị cực đại chuyển mạch CM đặt ở vị trí số 1, toàn bộ điện trở phụ được nối nối tiếp với dq phản ứng.

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP KHỞI ĐỘNG

- Khởi động bằng biến trở mạch phản ứng

Khi  $t = 0$ , ĐC được đóng vào lưới điện, có dòng điện  $I_u$  và  $\Phi_t$  phản ứng sẽ xuất hiện mômen  $M = C_M \Phi I_u$  nếu  $M > M_C$  ĐC sẽ quay, tốc độ ĐC tăng từ 0 đến một giá trị nào đó, s.d.đ tăng theo  $n$ , ( $E = C_e \Phi_t n$ ). Khi  $E$  tăng lên thì

$$I_u = \frac{U - E}{R_u + R_f}$$

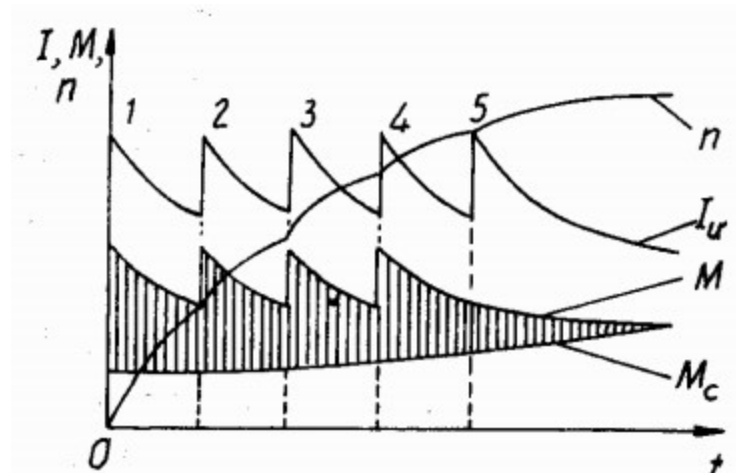
giảm xuống, dẫn tới  $M$  giảm xuống.  $I_u$  và  $M$  giảm theo quy luật hàm mũ, phụ thuộc vào hằng số thời gian  $R_u - L_u$  của dây quấn phản ứng.

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP KHỞI ĐỘNG

- Khởi động bằng biến trở mạch phản ứng



Tại thời điểm  $t = t_1$  khi  $I_u = (1,1 \div 1,3)I_{dm}$  chuyển mạch sang vị trí 2, cắt bớt một phần  $R_f$  ra khỏi mạch phản ứng, dòng điện  $I_u$  lại tăng lên,  $M$  tăng lên và  $n$  lại tiếp tục tăng.  $I_u$  và  $M$  tăng gần như tức thời vì  $R_u$  rất bé. Quá trình cứ tiếp tục như vậy cho đến khi toàn bộ  $R_f$  được cắt ra khỏi mạch phản ứng và tốc độ động cơ đạt đến giá trị định mức.



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

*Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN*

### CÁC PP KHỞI ĐỘNG

- **Khởi động bằng cách giảm điện áp.**

Phương pháp khởi động này gần giống như khởi động nhờ biến trở nhưng cần phải có một bộ nguồn có thể điều chỉnh được điện áp.

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

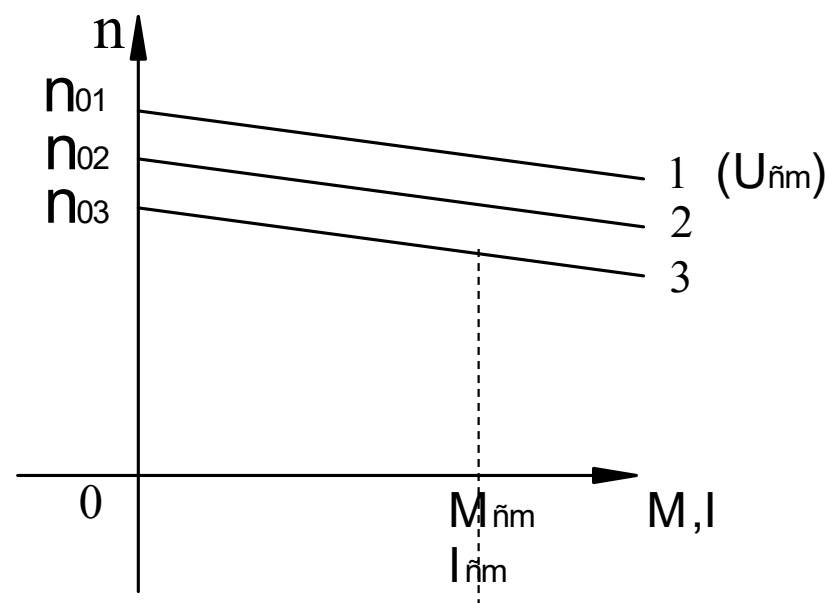
- Điều chỉnh  $n$  bằng cách thay đổi điện áp  $U$

Với động cơ kích từ song song và độc lập

Khi giảm  $U$  ta sẽ được một họ đặc tính cùng độ dốc (độ cứng) với đặc tính cơ tự nhiên.

Chỉ có thể thay đổi  $U < U_{\text{đm}}$ ?

→ Chỉ có thể điều chỉnh được  $n < n_{\text{đm}}$



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

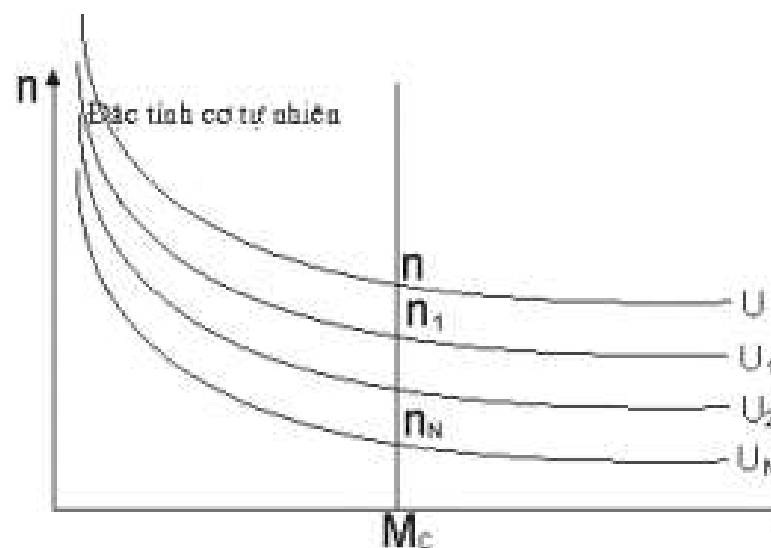
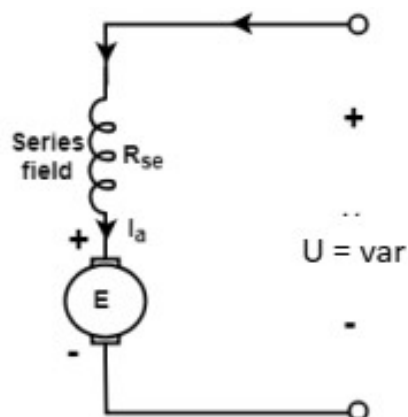
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

- Điều chỉnh  $n$  bằng cách thay đổi điện áp  $U$

Với động cơ kích từ nối tiếp

Cũng chỉ có thể đ/c  $U < U_{dm}$  nên  $n < n_{dm}$



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

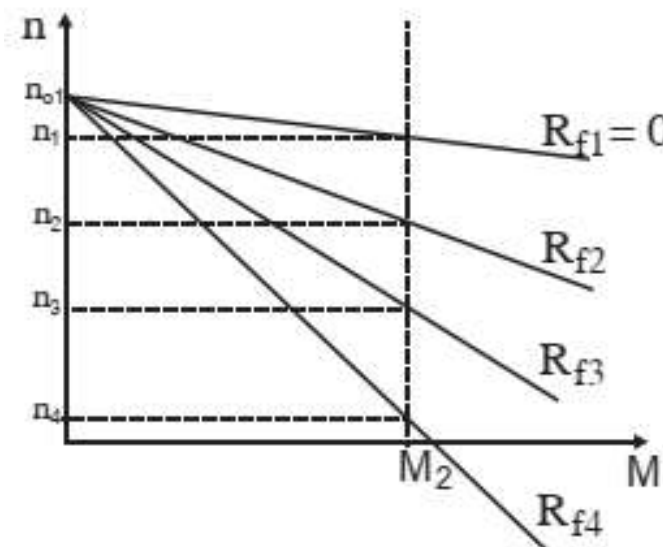
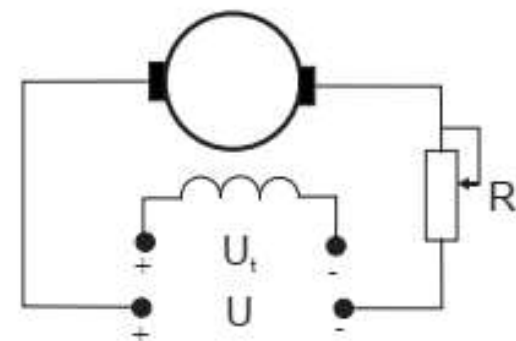
- Điều chỉnh  $n$  bằng cách thay đổi  $R_f$  trên mạch phản ứng

Với động cơ kích từ song song và độc lập

Khi đưa thêm  $R_f$  vào mạch phản ứng,  
đặc tính cơ là:

$$n = n_0 - \frac{(R_u + R_f).M}{K}$$

Theo phương pháp này  $n_0 = \text{const}$ , khi  
tăng  $R_f$  độ dốc của đặc tính cơ tăng lên.



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

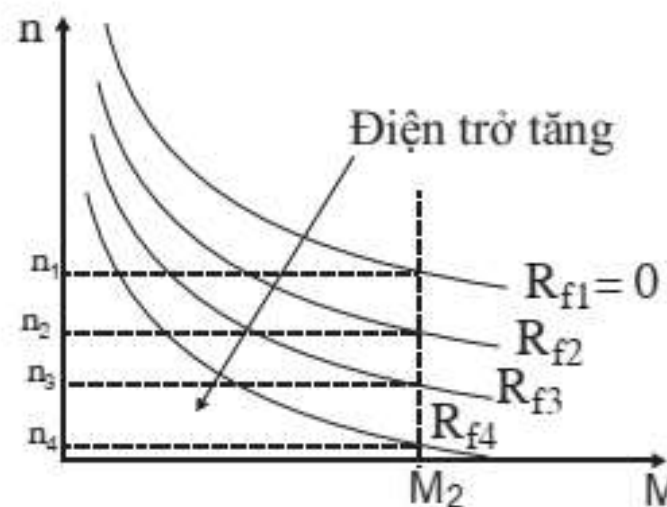
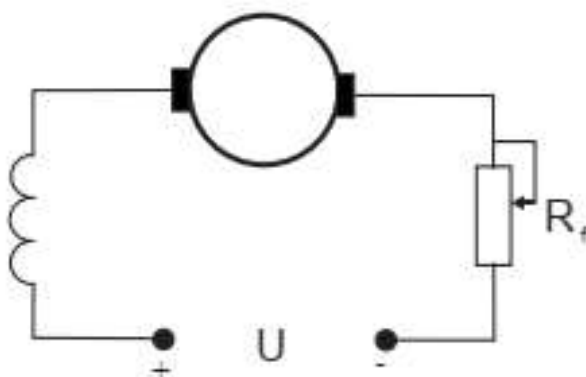
Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

- Điều chỉnh  $n$  bằng cách thay đổi  $R_f$  trên mạch phản ứng

Với động cơ kích từ nối tiếp

Điện trở tổng của toàn mạch tăng  $\rightarrow I_t = I$  giảm xuống  $\rightarrow$  đ/c  $n < n_{dm}$



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

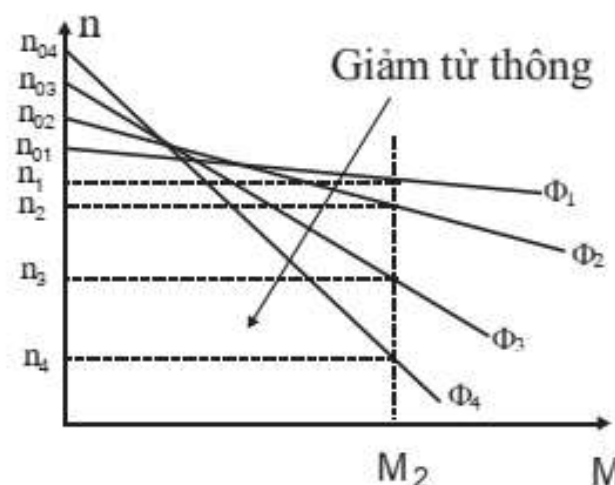
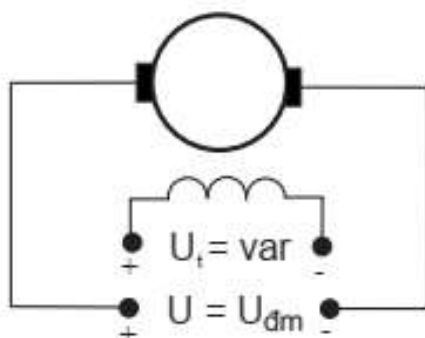
### CÁC PP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

- Điều chỉnh tốc độ  $n$  bằng cách thay đổi từ thông  $\Phi$

Với động cơ kích từ song song và độc lập

Từ phương trình đặc tính cơ 
$$n = \frac{U}{C_e \cdot \Phi} - \frac{M \cdot R_u}{C_e \cdot C_M \cdot \Phi^2}$$

Khi tăng  $R_{dc}$  ta chỉ có thể giảm được từ thông  $\rightarrow$  Có thể điều chỉnh  $n > n_{dm}$



## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

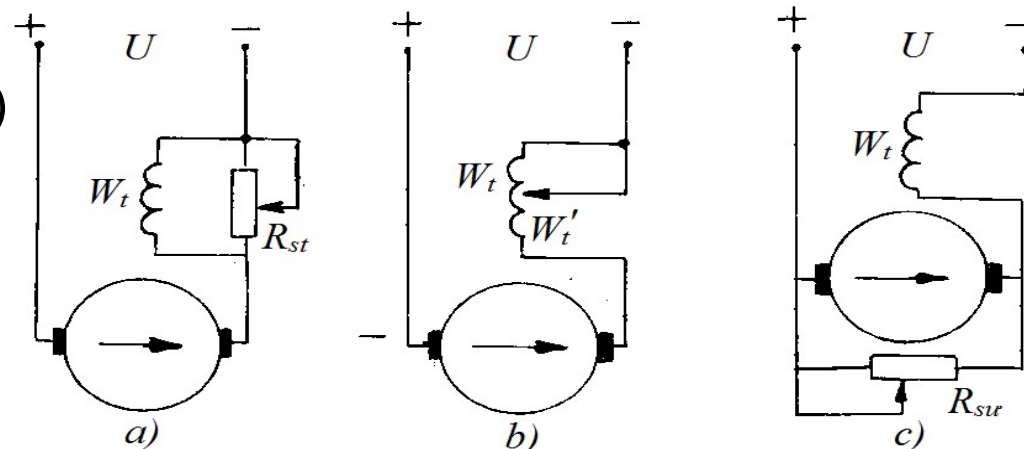
### CÁC PP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

- Điều chỉnh tốc độ  $n$  bằng cách thay đổi từ thông  $\Phi$

Với động cơ kích từ nối tiếp

Thay đổi từ thông  $\Phi$  được thực hiện bằng cách:

- Mắc sun dây quấn kích thích (a)
- Điều chỉnh số vòng dây kích thích (b)
- Mắc sun vào phần ứng (c)



Hai trường hợp đầu, có thêm điện trở sun làm giảm dòng kích từ, do đó điều chỉnh tăng tốc độ ĐC; trường hợp thứ ba làm tăng dòng kích từ, do đó điều chỉnh giảm tốc độ ĐC.

## 5.7. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Bộ môn Thiết bị điện - Điện tử, Viện Điện, BKHN

### CÁC PP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

- Điều chỉnh tốc độ  $n$  bằng cách thay đổi từ thông  $\Phi$

Với động cơ kích từ nối tiếp

