

## CHƯƠNG X. MÁY ĐIỆN 1 CHIỀU

**10.1. Nguyên lý làm việc**

**10.2. Cấu tạo**

**10.3. Sức điện động phần ứng và mô men điện từ**

**10.4. Tia lửa điện và biện pháp khắc phục**

**10.5. Phân loại**

**10.6. Máy phát điện một chiều**

**10.7. Động cơ điện một chiều**

1

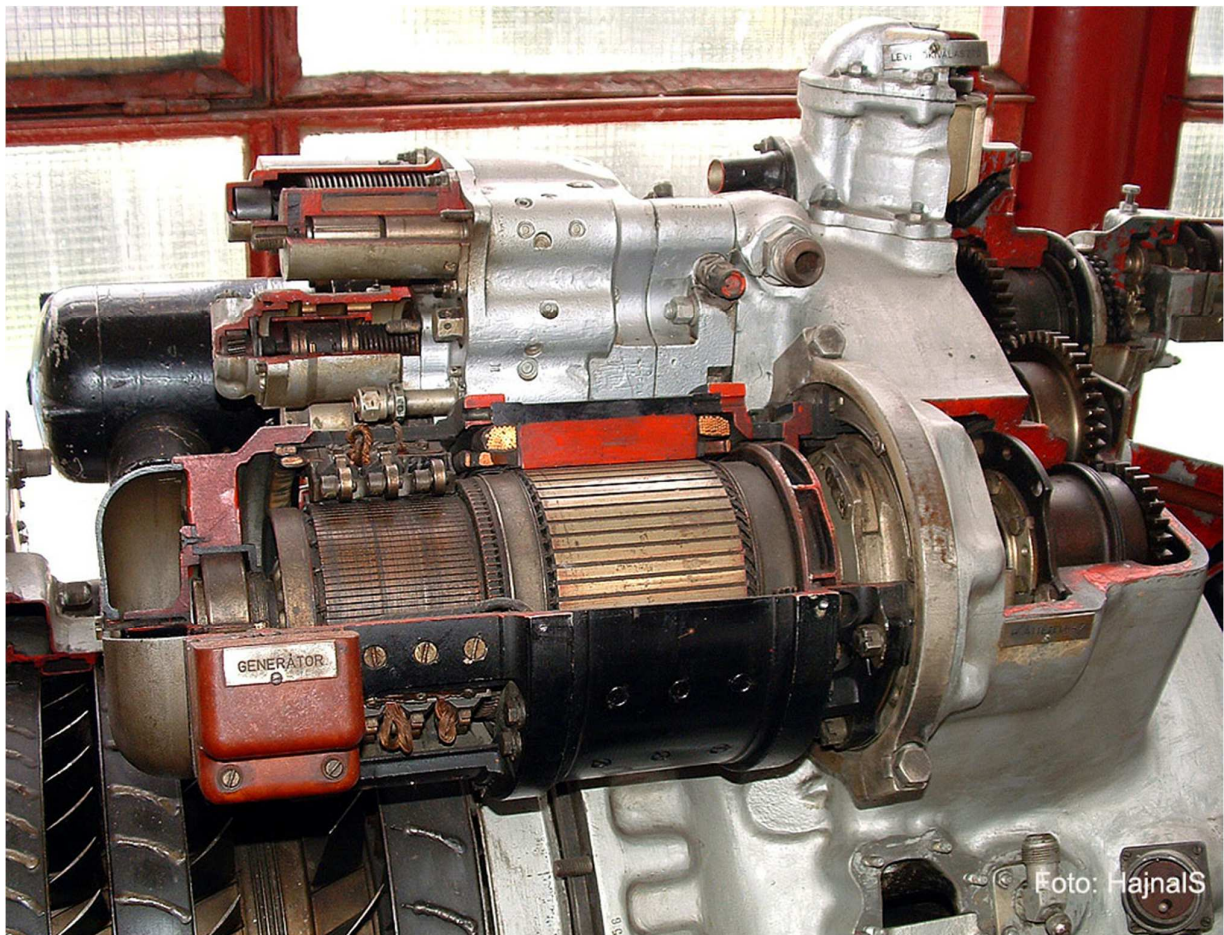


Foto: HajnalS

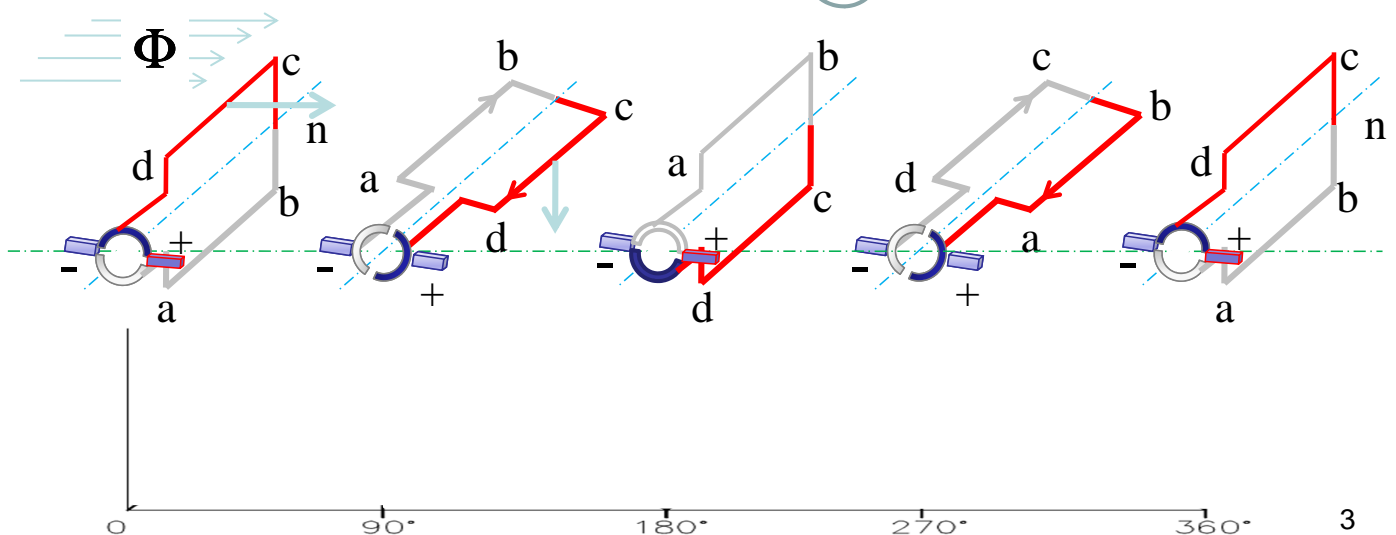
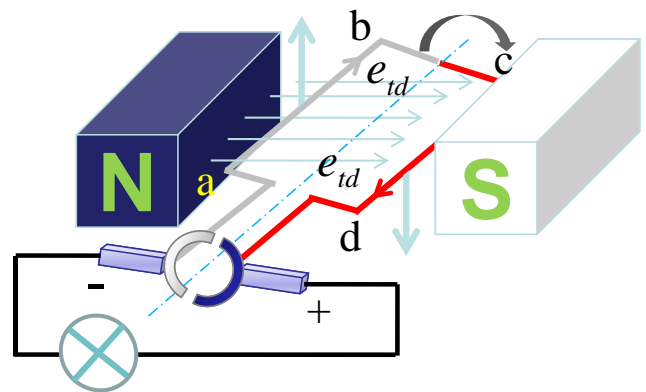
2

## 10.1 Nguyên lý làm việc

### Máy phát

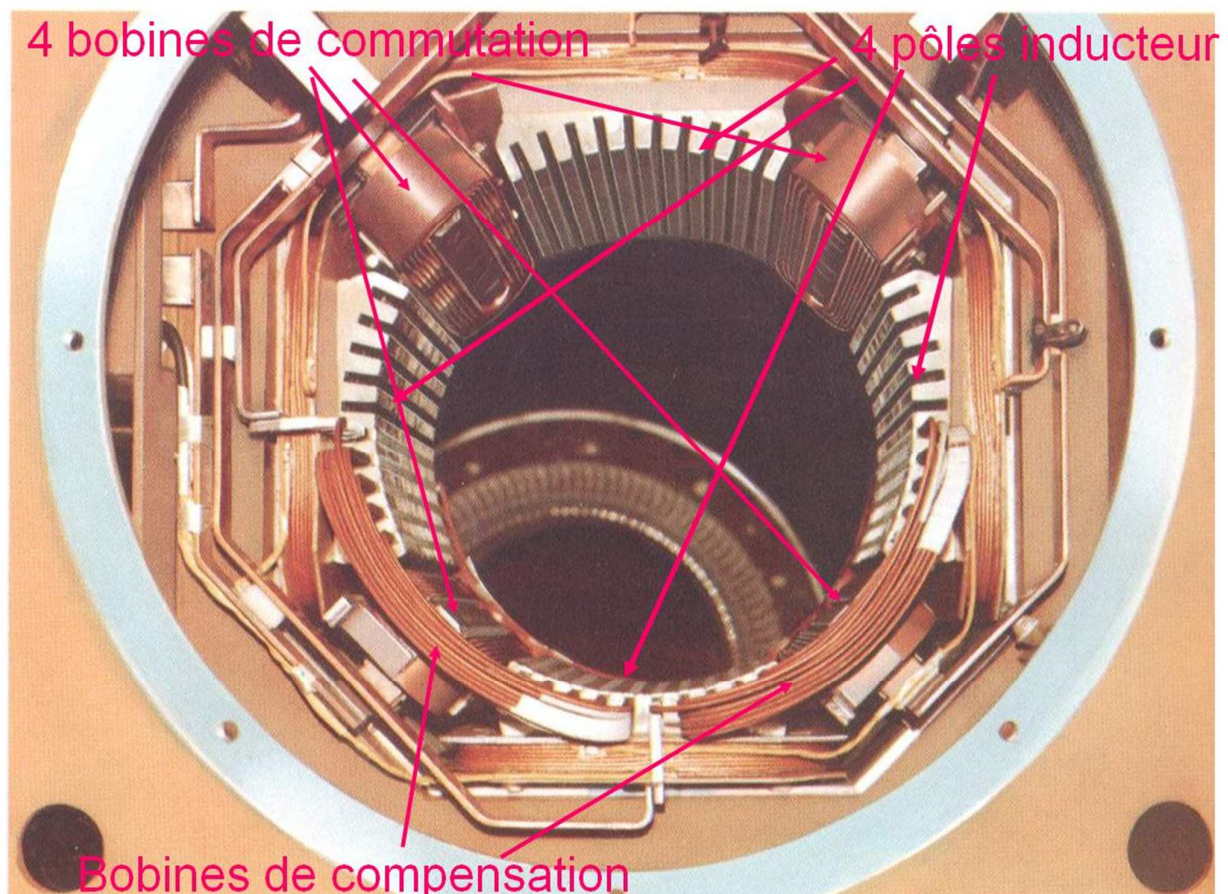
Độ lớn:  $e_{td} = B l v$

Chiều: theo qui tắc bàn tay phải



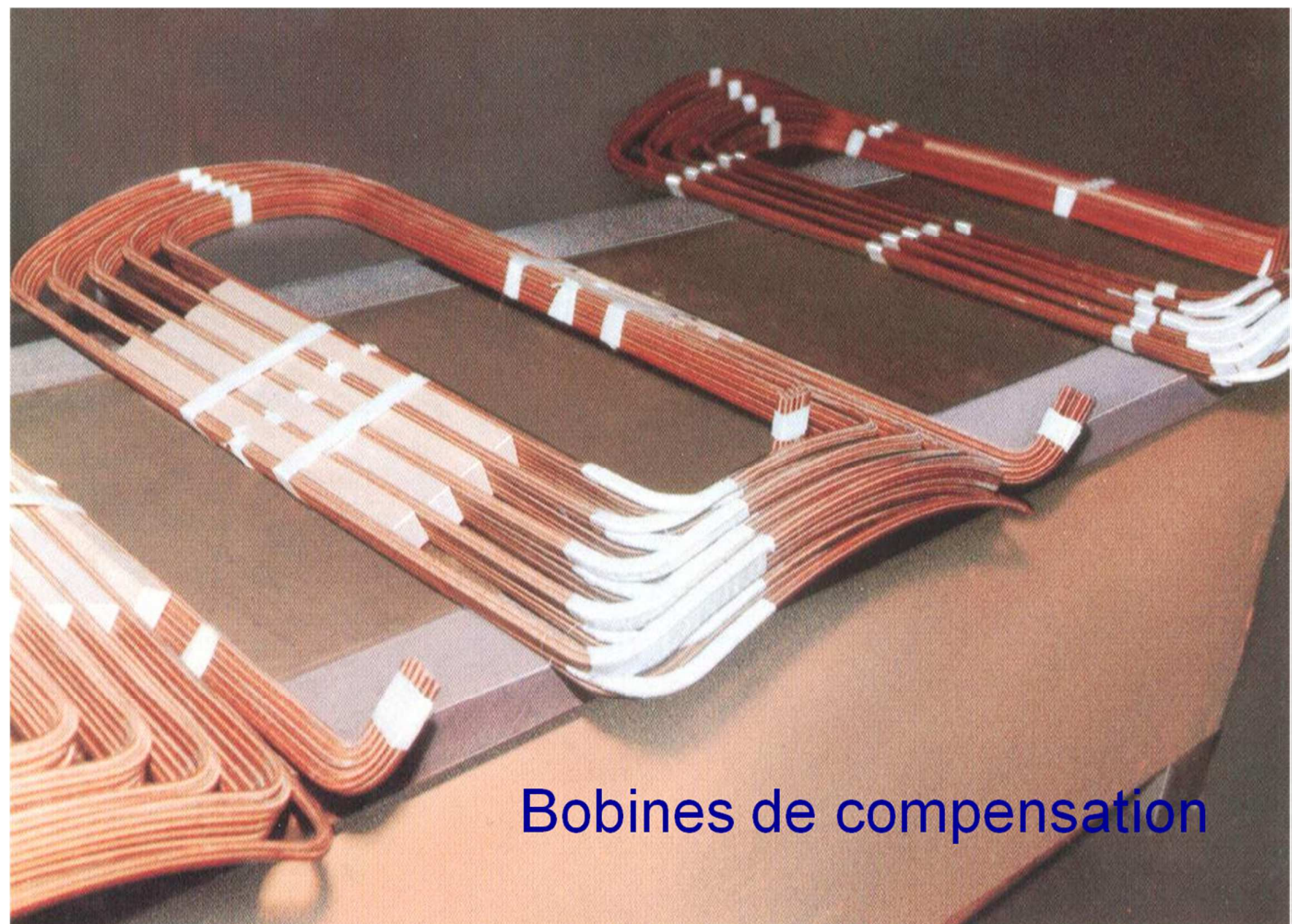
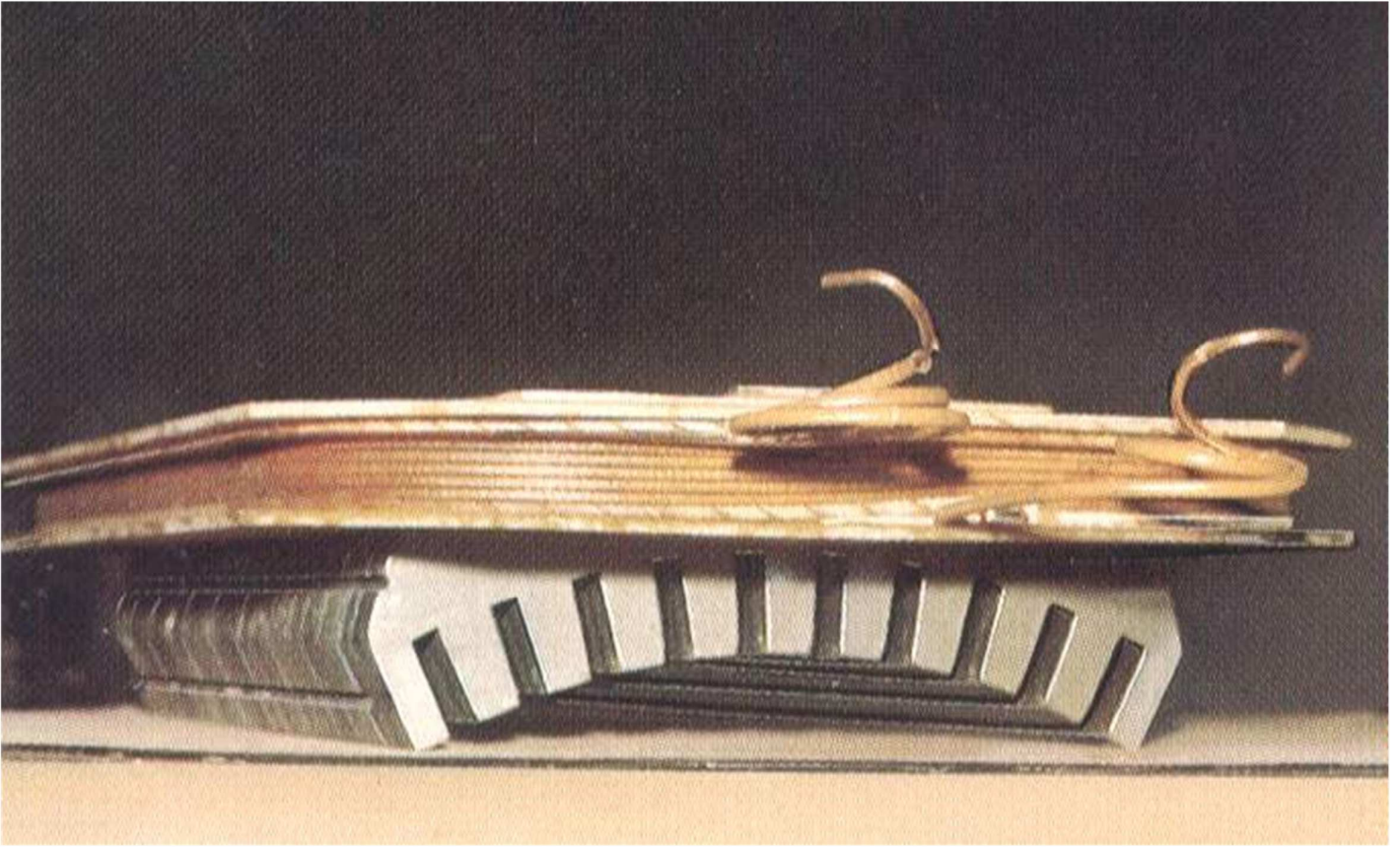
## 10.2 Cấu tạo

### 1. Stato (phần cảm)





## Pôle inducteur



Bobines de compensation

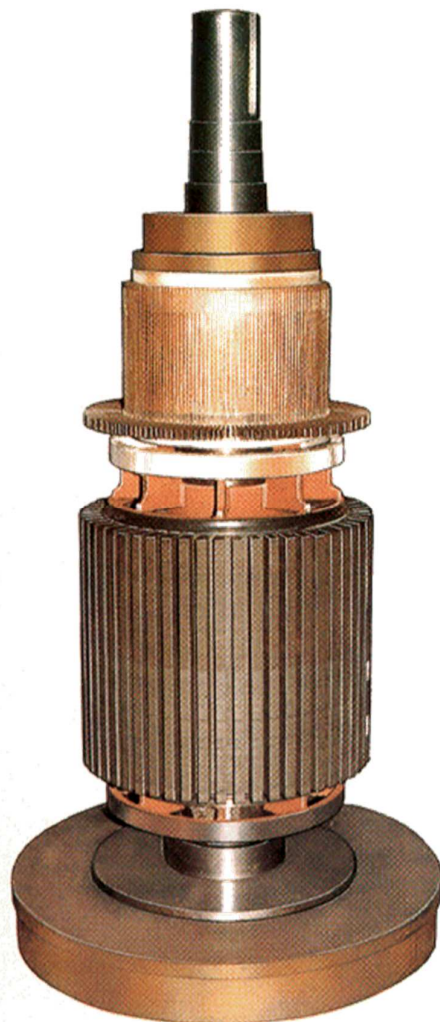


## Pôle de commutation

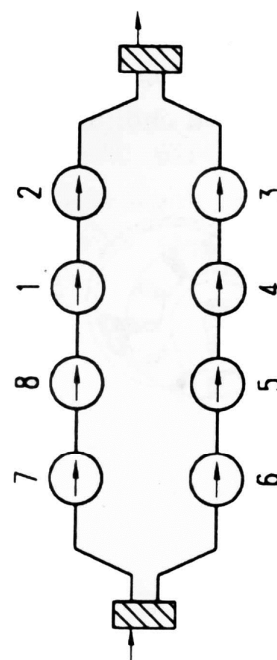
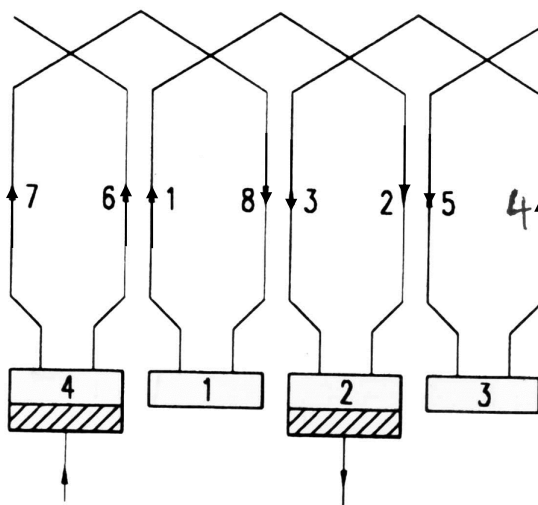
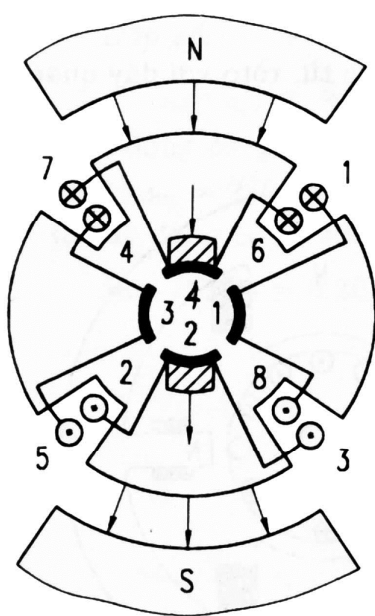


7

## 2. Rôto ( phần ứng )



8



9

### Các đại lượng định mức

- $P_{dm}$  : Công suất đầu ra, W, kW
  - Máy phát : Công suất điện
  - Động cơ : Công suất cơ
- $U_{dm}$  : V, kV
- $I_{dm}$  : A, kA
- Tốc độ quay  $n_{dm}$ , hiệu suất,...

## 10.3 Sức điện động phản ứng và mô men điện từ

### 1- Sức điện động phản ứng

$$e_u = Blv \quad B = \frac{\phi}{\tau l} \quad \tau = \frac{\pi D}{2p}$$

+ B: Từ cảm trung bình dưới mặt cực

+ l : Chiều dài tác dụng thanh dẫn

+ v : Vận tốc dài của thanh dẫn  $v = \frac{\pi D n}{60}$

+ N: Tổng số thanh dẫn phản ứng

+ 2a : số nhánh song song

$$e_u = \frac{\phi}{\frac{\pi D}{2p} l} \frac{\pi D n}{60}$$

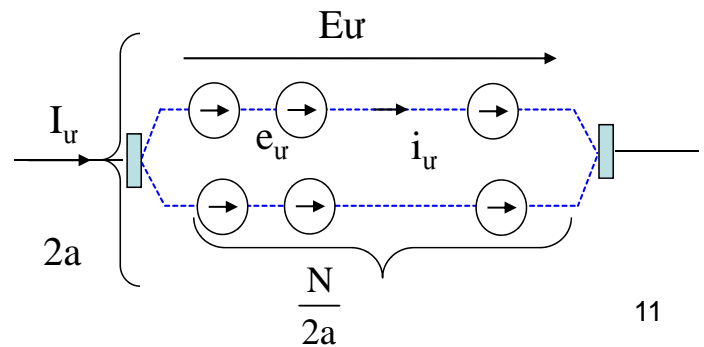
$$e_u = \frac{p\phi}{30} n$$

$$E_u = \frac{N}{2a} e_u$$

$$E_u = \frac{pN}{60a} \phi n$$

$k_e$  : không đổi

$$E_u = k_e \phi n$$



11

### 2- Mô men điện từ

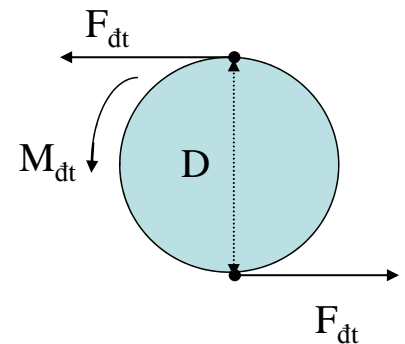
$$f_{dt} = B l i_u \quad i_u = \frac{I_u}{2a} \quad f_{dt} = \frac{\phi}{\frac{\pi D}{2p} l} \frac{I_u}{2a} = \frac{p\phi}{\pi D} \frac{I_u}{a}$$

$$F_{dt} = N f_{dt} = \frac{pN}{\pi D a} \phi I_u$$

$$M_{dt} = F_{dt} \frac{D}{2}$$

$$M_{dt} = \frac{pN}{2\pi a} \phi I_u$$

$$M_{dt} = k_m \phi I_u$$



### 3- Công suất điện từ

$$P_{dt} = M_{dt} \omega = \frac{pN}{2\pi a} \phi I_u \frac{2\pi n}{60} = \frac{pN}{60a} \phi n I_u$$

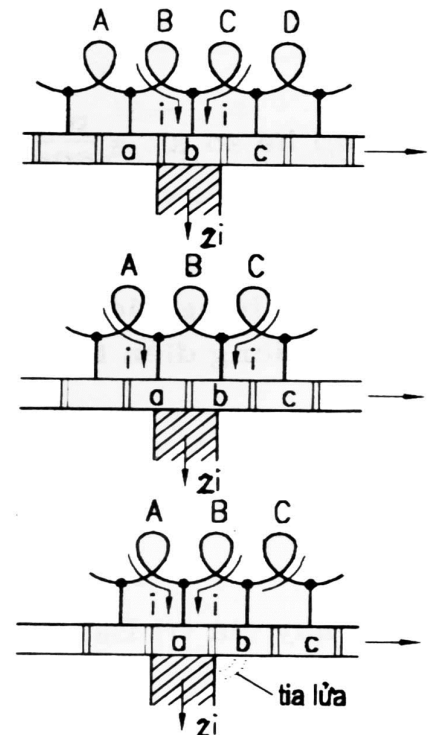
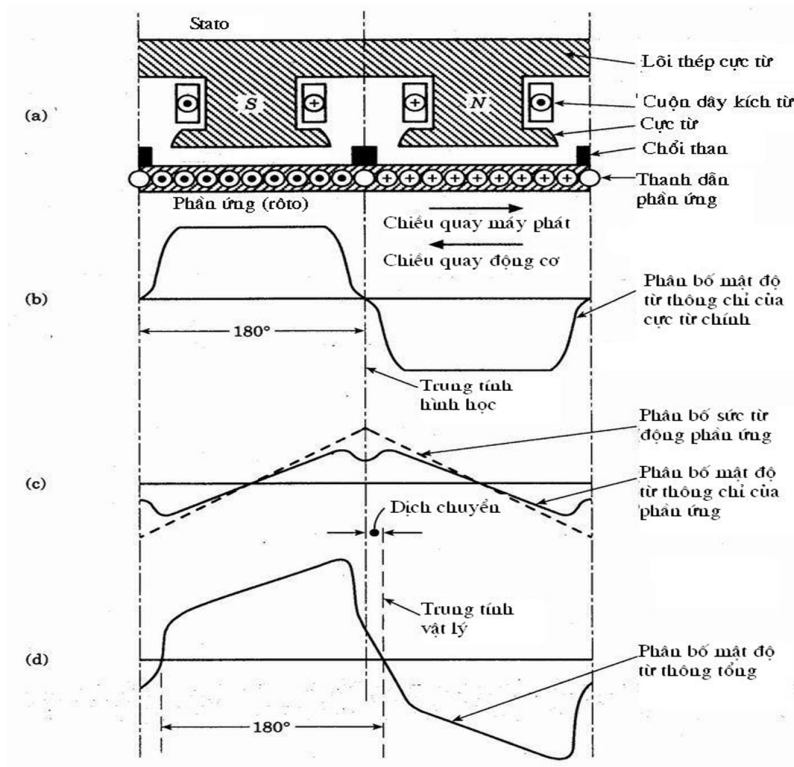
$$P_{dt} = E_u I_u$$

## 10.4 Tia lửa điện trên vành góp - biện pháp khắc phục

### 1. Nguyên nhân :

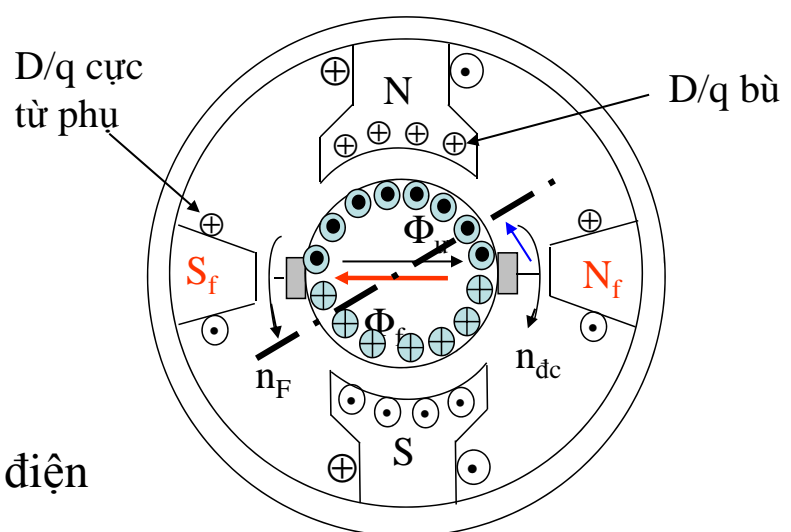
a. Cơ khí

b. Điện



### 2. Biện pháp khắc phục

- Cực từ phụ
- Dây quấn bù
- Dịch chuyển chổi điện



## 10.5 Phân loại

### 1. Máy điện một chiều kích từ độc lập $I_{dc}$

- Máy phát

Phương trình:  $U = E_u - R_u I_u$

$$I_u = I$$

Ở chế độ định mức :

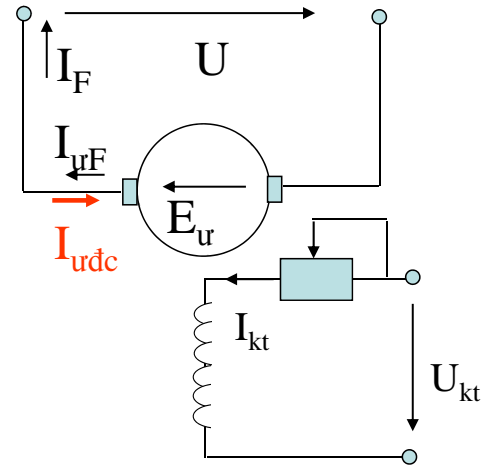
$$U_{dm} = E_{udm} - R_u I_{udm}$$

$$I_{udm} = I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}}$$

- Động cơ:

Phương trình:  $U = E_u + R_u I_u$

$$I_u = I$$



Ở chế độ định mức :

$$U_{dm} = E_{udm} + R_u I_{udm}$$

$$I_{udm} = I_{dm} = \frac{P_{dm}}{\eta_{dm} U_{dm}}$$

15

### 2. Máy điện một chiều kích từ song song

- Máy phát

Phương trình:  $U = E_u - R_u I_u$

$$I_u = I + I_{kt}$$

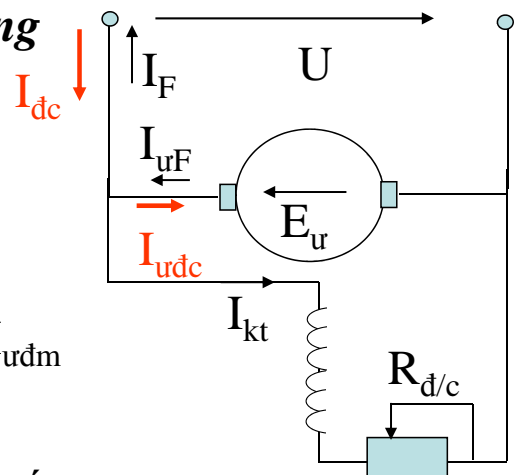
Ở chế độ định mức :  $U_{dm} = E_{udm} - R_u I_{udm}$

$$I_{udm} = I_{dm} + I_{kt} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} + I_{kt}$$

- Động cơ:

Phương trình:  $U = E_u + R_u I_u$

$$I_u = I - I_{kt}$$



Ở chế độ định mức :

$$U_{dm} = E_{udm} + R_u I_{udm}$$

$$I_{udm} = I_{dm} - I_{kt} = \frac{P_{dm}}{\eta_{dm} U_{dm}} - I_{kt}$$

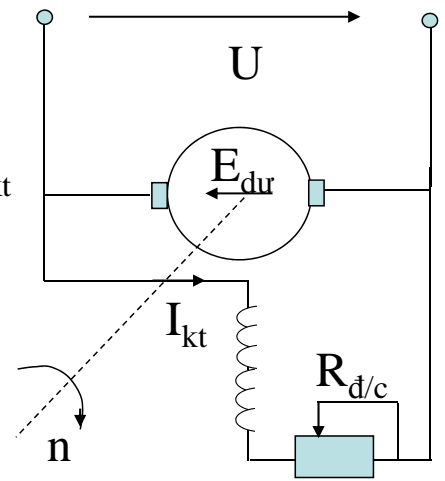
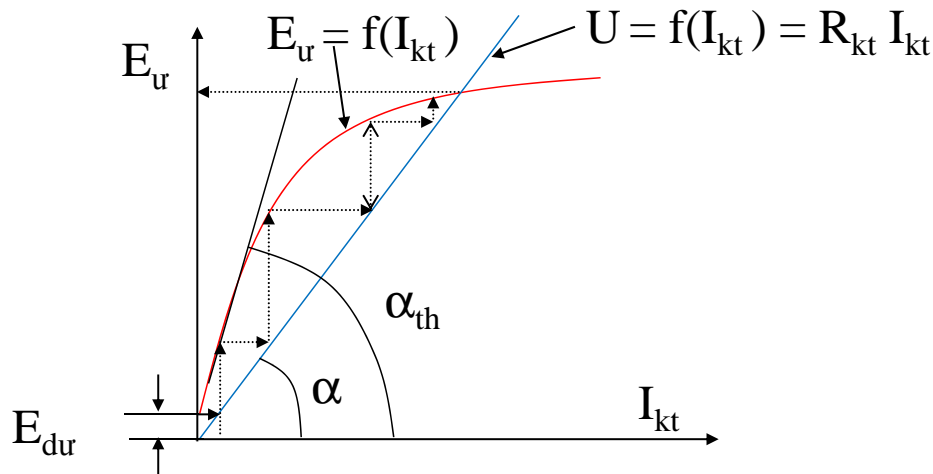
### 3. Máy điện một chiều kích từ nối tiếp

### 4. Máy điện một chiều kích từ hỗn hợp



## 10.6 Máy phát điện một chiều

### 1. Quá trình thành lập điện áp



$E_{dur} \Rightarrow I_{kt1} \Rightarrow \phi_{kt}$      $\phi_{kt}$  cùng chiều  $\phi_{dur}$   $\Rightarrow \phi_{tổng} \Rightarrow E_u$   
 $\Rightarrow I_{kt2} > I_{kt1} \dots$

ĐK thành lập  
điện áp

- Tồn tại  $\phi_{dur}$
- $\phi_{kt}$  cùng chiều  $\phi_{dur}$
- $\alpha < \alpha_{th}$
- $n_{đc}$  sơ cấp đủ lớn

$$\tan \alpha = R_{kt} = R_{đ/c} + r_{kt}$$

$$\Rightarrow R_{đ/c} < R_{th}$$

17

### 2. Đặc tính ngoài: Quan hệ $U = f(I)$

Điều kiện  $\begin{cases} n = \text{const} \\ R_{kt} = \text{const} \end{cases}$

a- Kích từ độc lập

$$U = E_u - R_u I_u$$

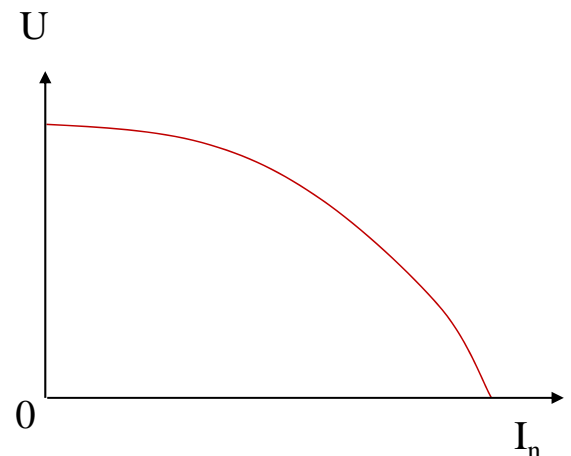
Khi  $I \nearrow$

-  $R_u I_u \nearrow$

- Phản ứng phản ứng  $\nearrow$

$\Rightarrow$  từ thông  $\phi$  tổng giảm

$\rightarrow U$  giảm



18

### b. Kích từ song song

$$U = E_u - R_u I_u$$

Khi  $I$  ↑

$$I_u = I + I_{kt}$$

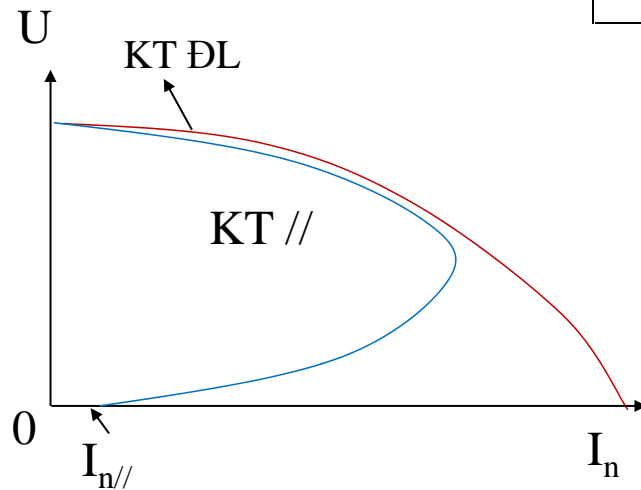
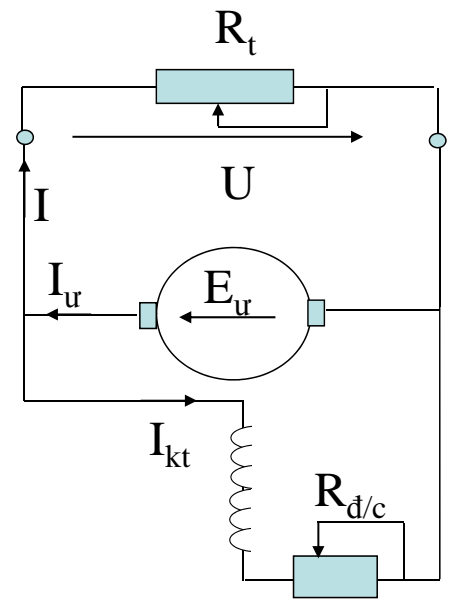
-  $R_u I_u$   
- Phản ứng phần ứng

→  $\phi$  tổng

→  $U$  giảm →  $I_{kt}$

→  $\phi$  giảm →  $E_u$  giảm

→  $U$  ↓↓

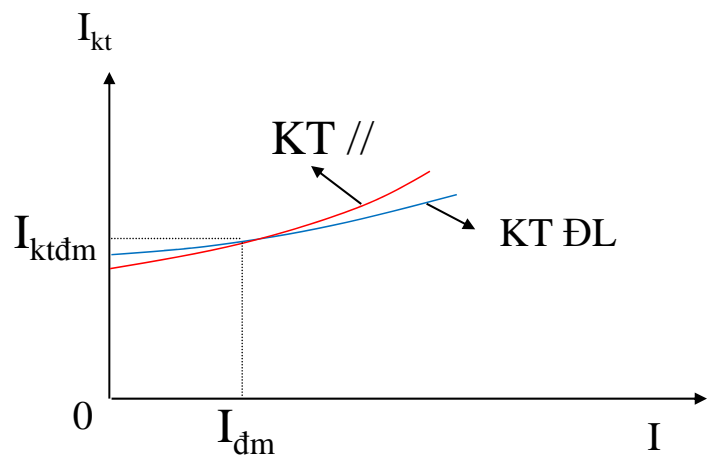


19

### 3. Đặc tính điều chỉnh

Quan hệ  $I_{kt} = f(I)$

$$\text{Đ/k} \begin{cases} n = \text{const} \\ U = \text{const} \end{cases}$$



## 10.7 Động cơ điện một chiều

1. Mở máy  $n = 0 \Rightarrow E_{um} = k_e \phi n = 0$

$$U_{dm} = E_{um} + R_u I_{um} \Rightarrow I_{um} = \frac{U_{dm}}{R_u} \rightarrow \text{Rất lớn}$$

$R_u$  → Rất nhỏ

→ Tia lửa mạnh → Phải giảm  $I_{um}$

20

## Phương pháp mở máy

a. Nối tiếp  $R_f$  với  $R_u$

$$I_{um} = \frac{U_{dm}}{R_u + R_f} \rightarrow$$

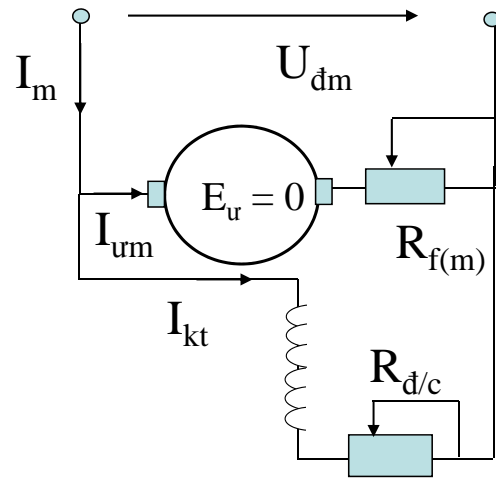
$$R_f = ? \text{ để } I_m \leq (2 \div 2,5) I_{dm}$$

• KT độc lập:  $I_m = I_{um}$

• KT song song:  $I_m = I_{um} + I_{kt}$

b. Giảm điện áp phản ứng

- Nối nối tiếp các rô to
- Bộ điều chỉnh điện áp



21

**2. Đặc tính cơ:**  $n = f(M)$   $U = E_u + R_u I_u$   $E_u = U - R_u I_u$

$$E_u = k_e \phi n \Rightarrow n = \frac{U_{dm}}{k_e \phi} - \frac{R_u I_u}{k_e \phi}$$

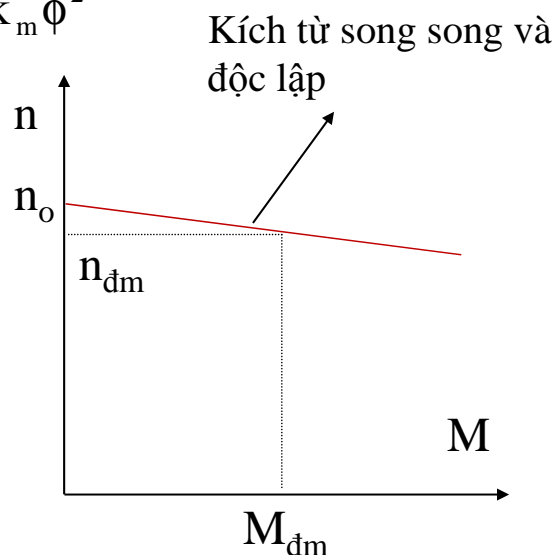
\* Động cơ kích từ song song và độc lập

$$M = k_m \phi I_u \Rightarrow n = \frac{U_{dm}}{k_e \phi} - \frac{R_u}{k_e k_m \phi^2} M$$

Khi  $U$  và  $\phi = \text{const}$

$$\begin{cases} \frac{U_{dm}}{k_e \phi} = \text{const} = n_o \\ \frac{R_u}{k_e k_m \phi^2} = \text{const} = b \end{cases}$$

$$n = n_o - bM$$



22

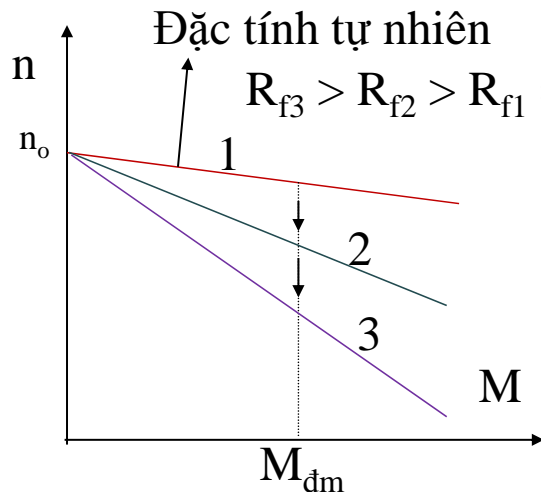
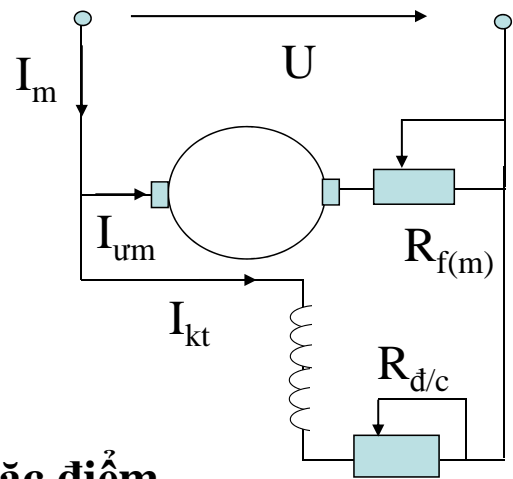


### 3. Điều chỉnh tốc độ

$$n = \frac{U_{dm}}{k_e \phi} - \frac{R_r}{k_e k_m \phi^2} M$$

a. Thay đổi  $R_f$  nối tiếp mạch phản ứng

có  $R_f$   $\left\{ \begin{array}{l} n_o = \frac{U_{dm}}{k_e \phi} = \text{const} \\ \text{độ dốc } b = \frac{R_r + R_f}{k_e k_m \phi^2} \end{array} \right.$



$R_{f3} > R_{f2} > R_{f1} = 0$  \* **Đặc điểm**

- Điều chỉnh trơn
- Phạm vi tương đối rộng
- Vùng  $n_{dc} < n_{dm}$  : dưới định mức
- Độ cứng đặc tính cơ giảm
- Tổn hao trên  $R_f$

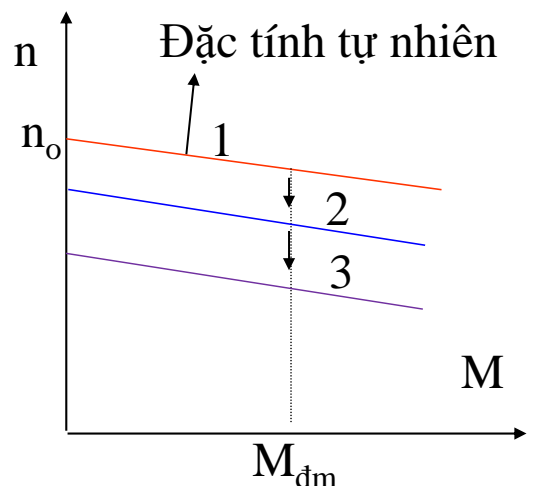
23

b. Giảm điện áp phản ứng  $U$   $n = \frac{U_{dm}}{k_e \phi} - \frac{R_r}{k_e k_m \phi^2} M$

giảm  $U$   $\left\{ \begin{array}{l} n_o = \frac{U}{k_e \phi} \searrow \\ \text{độ dốc } b = \frac{R_r}{k_e k_m \phi^2} = \text{const} \end{array} \right.$

\* **Đặc điểm**

- Điều chỉnh trơn
- Dải điều chỉnh rộng
- Vùng  $n_{dc} < n_{dm}$
- Độ cứng đặc tính cơ không thay đổi
- Cần nguồn 1 chiều thay đổi được  $U$



$$U_3 < U_2 < U_1 = U_{dm}$$

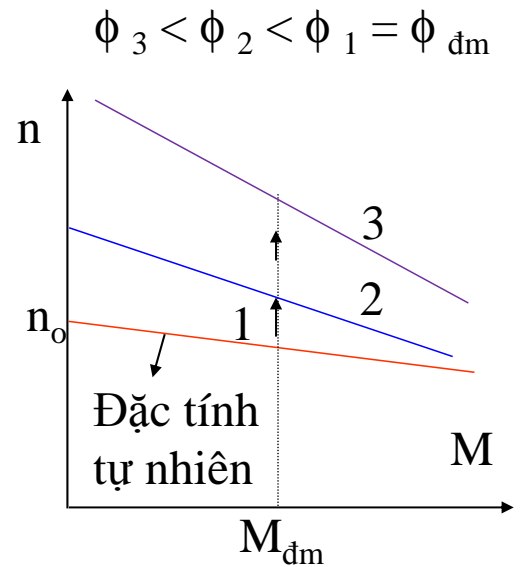
• Tổ MF – ĐC

• Bộ chỉnh lưu có điều khiển  $\rightarrow$  Được sử dụng rộng rãi nhất 24

c. Thay đổi  $\phi$

$$n = \frac{U_{dm}}{k_e \phi} - \frac{R_r}{k_e k_m \phi^2} M$$

giảm  $\phi$   $\left\{ \begin{array}{l} n_o = \frac{U}{k_e \phi} \\ \text{độ dốc } b = \frac{R_r}{k_e k_m \phi^2} \end{array} \right. \nearrow$



### \* Đặc điểm

- Điều chỉnh trơn
- Phạm vi tương đối rộng
- Vùng  $n_{đc} > n_{dm}$  Khi  $M_c = M_{dm} = \text{const}$

$$M_{đ/c} = k_m \phi I_r = \text{const} \Rightarrow \text{Tia lửa mạnh}$$

Khi  $\phi \searrow \Rightarrow n \nearrow$

Rung, hỏng trục động cơ

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{hạn chế} \\ \frac{n_{đ/c}}{n_{dm}} \leq 2 \end{array} \right.$$

- Độ cứng đặc tính cơ có thay đổi
- Tổn hao ít, hiệu suất cao ( $P_{kt} \ll P_{đc}$ )

25

### So sánh ĐC 1 chiều và ĐC KĐB :

- *Ưu điểm*: khả năng điều chỉnh tốc độ tốt
- *Nhược điểm*: cấu tạo phức tạp, giá cao, chi phí vận hành và bảo dưỡng lớn, nguồn 1 chiều

### *Ví dụ :*

Động cơ 1 chiều KT// có :  $P_{dm} = 15 \text{ kW}$ ;  $U_{dm} = 220 \text{ V}$ ;

$R_r = 0,35 \Omega$  ;  $R_{kt} = 100 \Omega$ ;  $\eta_{dm} = 0,88$ ;  $n_{dm} = 1300 \text{ v/ph}$

1. Tìm  $R_f$  nối tiếp mạch Roto để  $I_m \leq 2,5 I_{dm}$

2. Cho đ/c làm việc ở chế độ máy phát với  $P_{dm} = 16 \text{ kW}$ ;

$U_{dm} = 230 \text{ V}$ ; biết  $I_{kt} = \text{const}$ . Tìm  $n_{dm}$  ở chế độ máy phát

26

### **Giải :**

1. Tìm  $R_f$  nối tiếp mạch Roto để  $I_m \leq 2,5 I_{dm}$

$$I_m = I_{um} + I_{kt} \Rightarrow I_m = \frac{U_{dm}}{R_u + R_f} + \frac{U_{dm}}{R_{kt}} \leq 2,5 I_{dm}$$

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{\eta_{dm} U_{dm}} = \frac{15 \cdot 10^3}{0,88 \cdot 220} = 77,5 \text{ A}$$

$$\frac{220}{0,35 + R_f} + \frac{220}{100} \leq 2,5 \cdot 77,5 \Rightarrow R_f \geq \frac{220}{2,5 \cdot 77,5 - 2,2} - 0,35 = 0,8 \text{ } \Omega$$

2. Tìm  $n_{dm}$  ở chế độ máy phát

$$\text{Từ } E_u = k_e \phi n \Rightarrow \frac{E_{u\text{đmF}}}{E_{u\text{đmĐ}}} = \frac{\cancel{k_e} \phi_{\text{đmF}} n_{\text{đmF}}}{\cancel{k_e} \phi_{\text{đmĐ}} n_{\text{đmĐ}}} \Rightarrow n_{\text{đmF}} = \frac{E_{u\text{đmF}}}{E_{\text{đmĐ}}} n_{\text{đmĐ}}$$

27

$$E_{u\text{đmF}} = U_{\text{đmF}} + R_u I_{u\text{đmF}}$$

$$I_{u\text{đmF}} = I_{\text{đmF}} + I_{kt}$$

$$I_{\text{đmF}} = \frac{P_{\text{đmF}}}{U_{\text{đmF}}} = \frac{16 \cdot 10^3}{230} = 69,6 \text{ A}$$

$$I_{u\text{đmF}} = I_{\text{đmF}} + I_{kt} = 69,6 + 2,2 = 71,8 \text{ A}$$

$$E_{u\text{đmF}} = 230 + 0,35 \cdot 71,8 = 255,13 \text{ V}$$

$$E_{u\text{đmĐ}} = U_{\text{đmĐ}} - R_u I_{u\text{đmĐ}}$$

$$= 220 - 0,35 \cdot (77,5 - 2,2) = 193,6$$

$$n_{\text{đmF}} = \frac{255,13}{193,6} 1300 = 1713 \text{ vg/ph}$$