



# ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ GTVT

## Chương 2 CÁC CƠ CẤU DẪN ĐỘNG

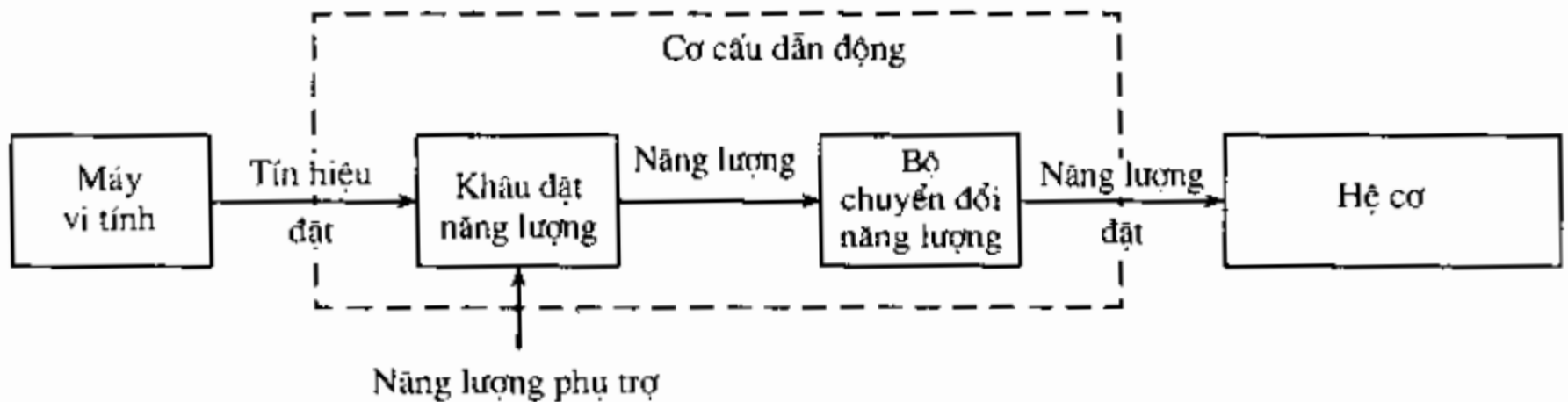
1

**Giảng viên: TS. Dương Quang Khánh**

**Bộ môn: Cơ điện tử**

**Năm học: 2021-2022**

## 2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG



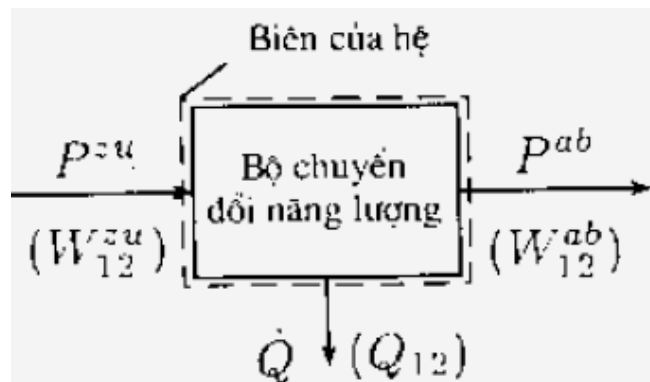
**Hình 2.1:** Sơ đồ nguyên lý hoạt động với cơ cấu dẫn động

- **Cơ cấu dẫn động (actuator)** được bố trí ở giữa các thiết bị điều chỉnh hoặc điều khiển và hệ thống được điều khiển hoặc quá trình trong sơ đồ nguyên lý hoạt động của một hệ thống cơ điện tử.
- **Các đại lượng đầu vào** cơ cấu dẫn động là các tín hiệu truyền dẫn thông qua giao diện chuẩn của vi xử lý.
- **Các đại lượng đầu ra** cơ cấu dẫn động là năng lượng hoặc công suất có khả năng sinh công cơ học cho trục quay (năng lượng quay) hoặc cho vật trượt (năng lượng dịch chuyển)

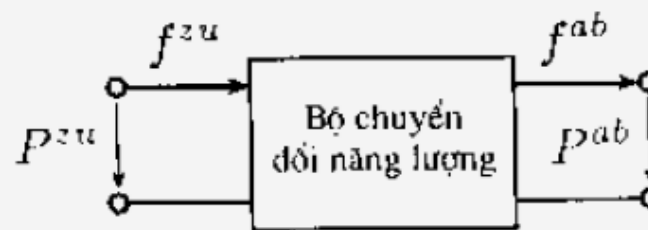
## 2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG

### ➤ Các thành phần của cơ cấu dẫn động:

- Các bộ chuyển đổi cơ học trung gian như hộp số, các trục quay...
- Các bộ điều khiển năng lượng (bộ khuếch đại công suất): coi chúng là các phần tử có các đặc tính lý tưởng
- Bộ chuyển đổi năng lượng



a) Hệ thống nhiệt động



b) Mạch chuyển đổi điện  
4 cực (2 cửa)

**Hình 2.2:** Sơ đồ của các bộ chuyển đổi năng lượng

## 2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG

- Công thực hiện trong một khoảng thời gian  $t_1 \leq t \leq t_2$

$$W_{12} = \int_1^2 P(t) dt \quad (2.1)$$

- Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$E_2 - E_1 = W_{12} + Q_{12}$$
$$\frac{dE}{dt} = P + \dot{Q} \quad (2.2)$$

E: năng lượng

P: công suất

Q: lượng nhiệt

$\dot{Q}$ : dòng nhiệt

- Xét trạng thái dừng  $E = \text{const}$

$$W_{12}^{zu} = W_{12}^{ab} + Q_{12} \quad (2.3)$$

$$P^{zu} = P^{ab} + \dot{Q} \quad (2.4)$$

## 2.1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG

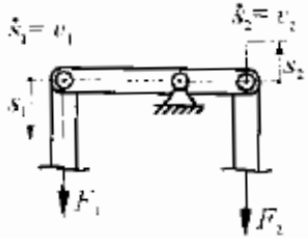
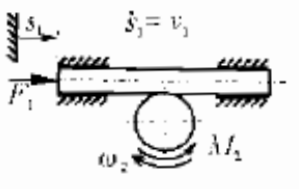
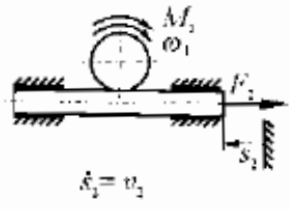
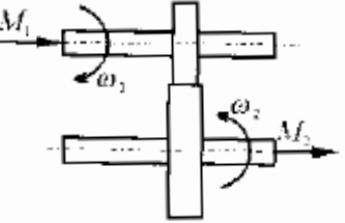
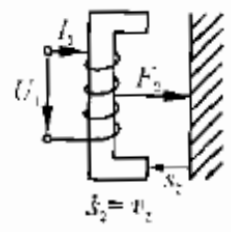
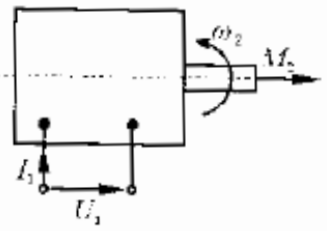
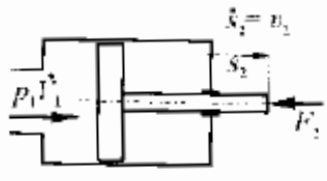
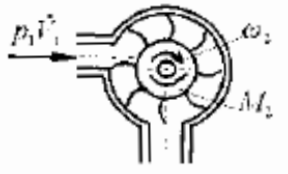
### ➤ Các dạng của công suất:

- Công suất cơ
- Công suất điện
- Công suất chất lỏng
- Công suất nhiệt

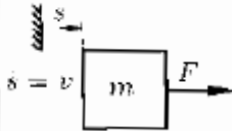
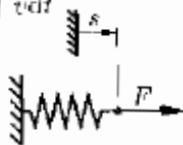
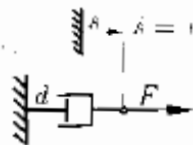
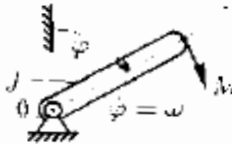

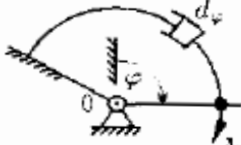
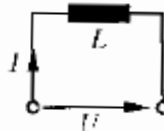
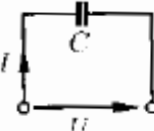
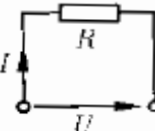
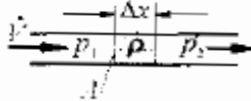

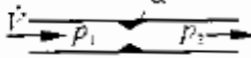
**Bảng 2.1:** Các dạng công suất, đại lượng thế và đại lượng dòng suy rộng

Dạng công suất	Đại lượng thế suy rộng $p$	Đại lượng dòng suy rộng $f$	Công suất $P = pf$
Cơ học Dịch chuyển	vận tốc $v$	lực $F$	$P_{tr} = vF$
Quay	vận tốc góc $\omega$	mômen $M$	$P_{rot} = \omega M$
Điện	điện áp $U$	dòng điện $I$	$P_{el} = UI$
Dòng chất lỏng	áp suất $p$	lưu lượng $\dot{V}$	$P_{fl} = p\dot{V}$
Nhiệt	lượng chênh lệch nhiệt độ $\Delta T$	lượng truyền nhiệt $kA$	$P_{th} = \Delta T kA$

**Bảng 2.2:** Tổng quan về các bộ chuyển đổi thông dụng

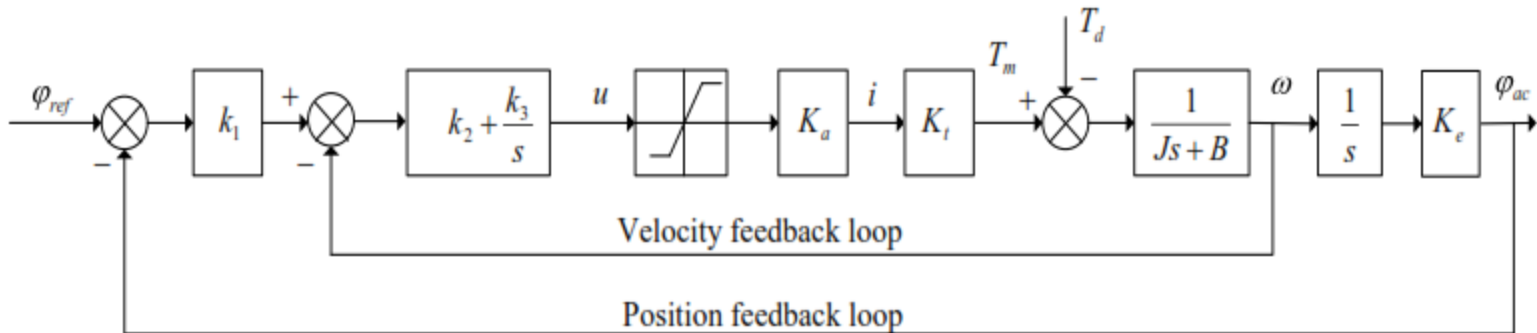
$P^{uv} = P_2$ $P^{vu} = P_1$	Tĩnh tiến cơ học	Quay cơ học
Tĩnh tiến cơ học	<p>Tay đòn</p> 	<p>Thanh răng - bánh răng</p> 
Quay cơ học	<p>Bánh răng - thanh răng</p> 	<p>Truyền động bánh răng</p> 
Điện	<p>Từ điện</p> 	<p>Động cơ điện</p> 
Thủy khí	<p>Thanh đẩy piston</p> 	<p>Động cơ thủy lực</p> 

**Bảng 2.3:** Sự tương tác về đặc tính của các phần tử trong các hệ thống cơ điện tử

Thuộc tính phần tử / Hệ thống	Phần tử quán tính	Phần tử lưu trữ	Phần tử kháng
Tịnh tiến cơ học	<p>Khối lượng</p>  <p><math>s = v</math></p> <p><math>F = m\dot{v}</math></p>	<p>Lò xo</p> <p><math>s = \int v dt</math></p>  <p><math>F = cs</math></p>	<p>Cản</p>  <p><math>\dot{s} = v</math></p> <p><math>F = dv</math></p>
Quay cơ học	<p>Khối lượng quay (mômen quán tính khối)</p>  <p><math>\dot{\varphi} = \omega</math></p> <p><math>M = J\dot{\omega}</math></p>	<p>Lò xo xoắn</p> <p><math>\varphi = \int \omega dt</math></p>  <p><math>M = c_\varphi \varphi</math></p>	<p>Cản quay</p> <p><math>\dot{\varphi} = \omega</math></p>  <p><math>M = d_\varphi \omega</math></p>
Hệ điện	<p>Cuộn cảm</p>  <p><math>U = L \frac{dI}{dt}</math></p>	<p>Tu điện</p>  <p><math>U = \frac{1}{C} \int I dt</math></p>	<p>Điện trở</p>  <p><math>U = RI</math></p>
Thủy khí	<p>Khối lượng chất lỏng</p>  <p><math>\Delta p = p_1 - p_2</math></p> <p><math>= \frac{\rho \Delta x}{A} \dot{v}</math></p>	<p>Bể chứa</p>  <p><math>\Delta p = p_1 - p_2 = \rho gh</math></p> <p><math>h = \frac{1}{A} \int \dot{v} dt</math></p>	<p>Ma sát đường ống, chỗ uốn, van tiết lưu</p>  <p><math>\Delta p = p_1 - p_2 = \alpha \dot{v}</math></p>

## 2.2. CÁC CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ

### 2.2.1. CƠ SỞ CỦA CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG



**Hình 2.3:** Mô hình điều khiển động cơ với hai vòng phản hồi sử dụng bộ điều khiển P-PI



## 2.2. CÁC CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ

### 2.2.1. CƠ SỞ CỦA CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

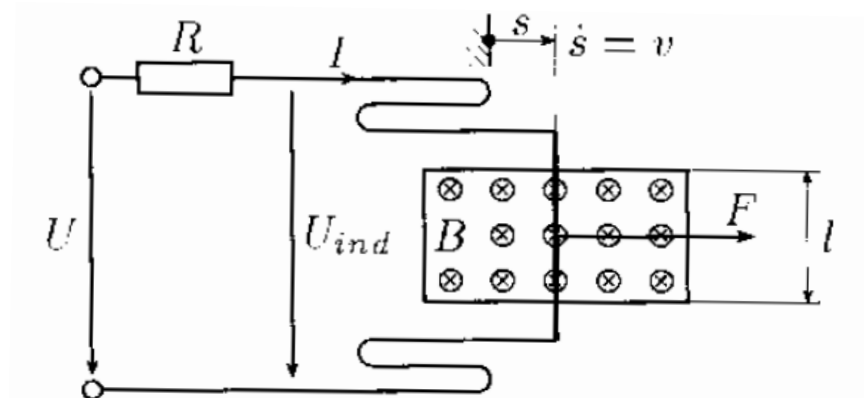
➤ Tất cả các bộ chuyển đổi điện động đều hoạt động dựa trên tác động của lực **LORENTZ**

➤ **Bộ chuyển đổi tịnh tiến**

▪ Trị số của lực:  $F = BIl$  (2.5)

▪ Phương trình điện áp:  $U = RI + U_{ind}$  (2.6)

▪ Điện áp cảm ứng trong các vòng dây:  $U_{ind} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(Bls)}{dt} = Blv$  (2.7)



**Hình 2.3:** Bộ chuyển đổi điện động dưới dạng máy điện sơ cấp

## 2.2.1. CƠ SỞ CỦA CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

➤ Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$P_{el} = P^{zu} - P_v = P^{ab} \quad (2.8)$$

$$U_{ind} I = UI - RI^2 = BlvI = Fv \quad (2.9)$$

- Khi dây dẫn dịch chuyển mà không có dòng điện chạy qua (điện áp cảm ứng bằng điện áp ngoài  $U_{ind} = U$ ), sẽ tạo ra tốc độ không tải:

$$v_0 = \frac{U}{Bl} \quad (2.10)$$

- Khi dây dẫn bị hãm lại (trạng thái vận hành thông thường của động cơ)

$$v < v_0, U_{ind} < U$$

➤ Khi có  $n$  vòng dây:  $U_{ind} = \frac{d\Phi}{dt} = nBlv \quad (2.11)$

$$U = RI + L \frac{di}{dt} + U_{ind} \quad (2.12)$$

## 2.2.1. CƠ SỞ CỦA CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

### ➤ Mô hình toán học

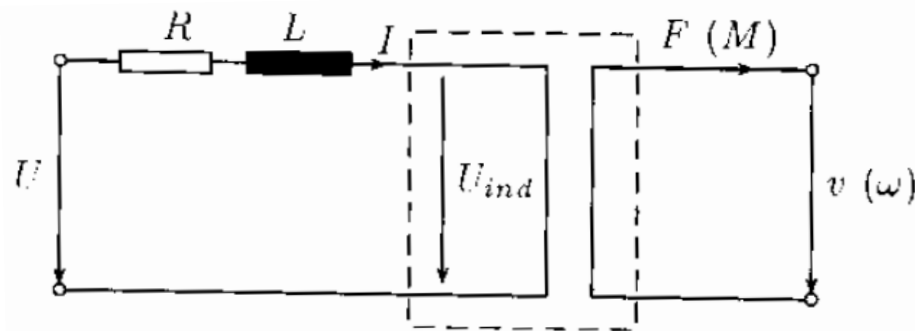
- Theo lý thuyết mạng bốn cực:  $F = kI$  (2.13)

$$U_{ind}I = Fv \rightarrow v = \frac{1}{k}U_{ind} \quad (2.14)$$

- Hằng số cơ cấu dẫn động:  $k = nBl$
- Khối lượng di động của cơ cấu dẫn động  $m$ :  $F = mv$  (2.15)
- Thế (2.13), (2.14) vào (2.15) và (2.12):

$$\frac{dv}{dt} = \frac{k}{m}I$$

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{R}{L}I - \frac{k}{L}v + \frac{1}{L}U$$



**Hình 2.4:** Sơ đồ tương đương của bộ chuyển đổi điện động

## 2.2.1. CƠ SỞ CỦA CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

### ➤ Mô hình toán học

- Phương trình trạng thái với biến trạng thái  $\mathbf{z} = [v, I]^T$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v \\ I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{k}{m} \\ -\frac{k}{L} & -\frac{R}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ I \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix} U \quad (2.16)$$

$$\dot{\mathbf{z}} = \mathbf{A}\mathbf{z} + \mathbf{B}U$$

- Nếu biến trạng thái  $\mathbf{z} = [v, F]^T$ :

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{m} \\ -\frac{k^2}{L} & -\frac{R}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ F \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{k}{L} \end{bmatrix} U \quad (2.17)$$

## 2.2.1. CƠ SỞ CỦA CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

### ➤ Bộ chuyển đổi quay

- Phần tĩnh (stator): nam châm vĩnh cửu
- Phần động (rotor)

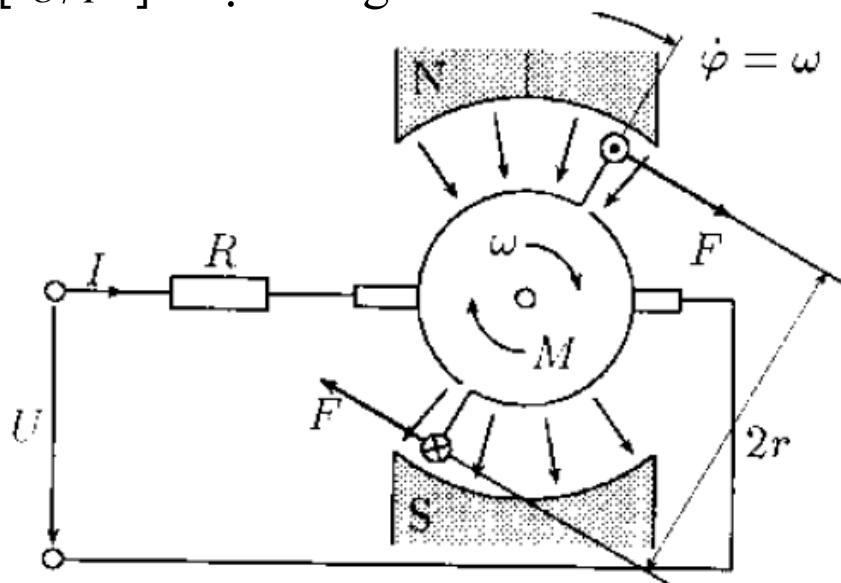
$$F = BIl$$

$$M = 2rF = 2rBIl = ABI, \quad A = 2rl \quad (2.18)$$

$$U_{ind} = 2Blv = 2rlB\omega = AB\omega \quad (2.19)$$

$$U_{ind}I = UI - RI^2 = AB\omega I = M\omega \quad (2.20)$$

$$\omega \text{ [rad/s]} = \frac{2\pi n}{60} \text{ [vg/ph]} : \text{ vận tốc góc}$$



**Hình 2.5:** Bộ chuyển đổi điện động kiểu máy quay

## 2.2.1. CƠ SỞ CỦA CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

### ➤ Mô hình toán học

- Quan hệ giữa moment và dòng điện:  $M = k_\varphi I$  (2.21)

- Vận tốc góc  $M\omega = U_{ind}I \rightarrow \omega = \frac{1}{k_\varphi} U_{ind}$  (2.22)

$$(2.23)$$

- Phương trình chuyển động quay của rotor:  $M = J\dot{\omega}$

- Phương trình trạng thái:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{k_\varphi}{J} I$$

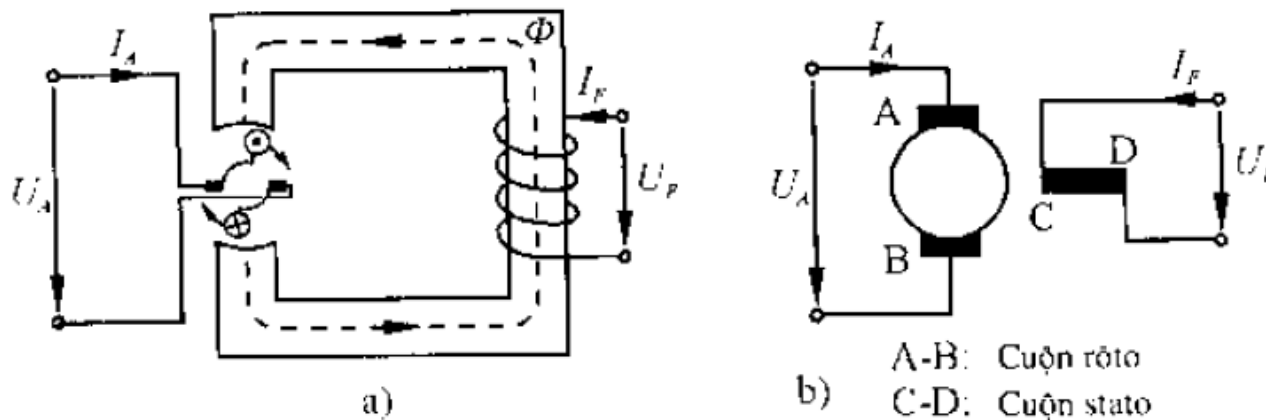
(2.24)

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{R}{L} I - \frac{k_\varphi}{L} \omega + \frac{1}{L} U$$

## 2.2.2. CÁC KIỂU CẤU TẠO CỦA BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

### ➤ Các loại động cơ điện một chiều

- Động cơ một chiều kích từ độc lập
- Động cơ một chiều kích từ nối tiếp
- Động cơ một chiều kích từ song song



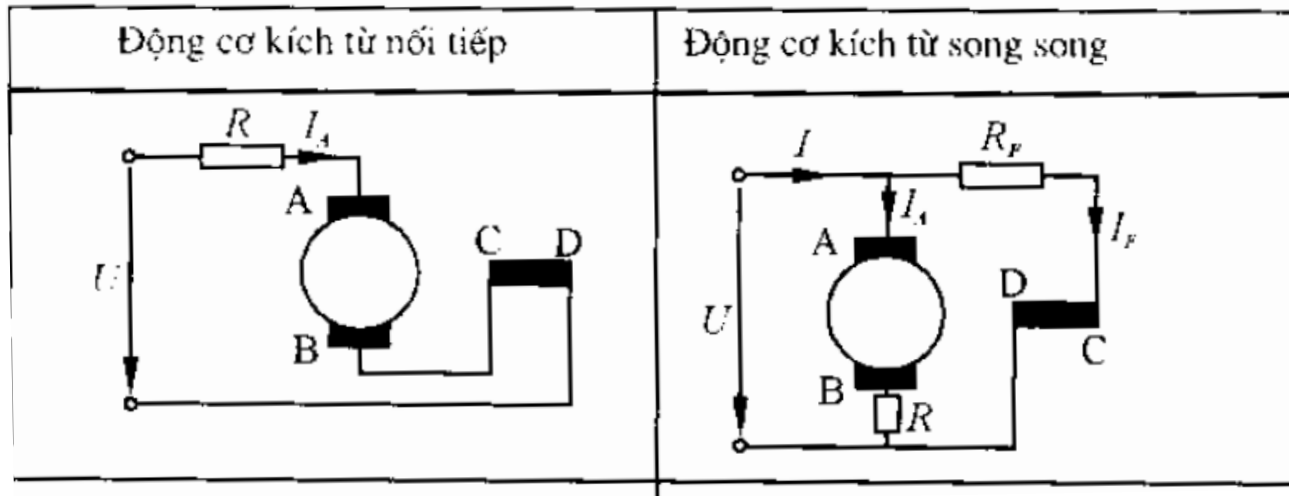
**Hình 2.6:** Động cơ một chiều kích từ độc lập: a) Cấu trúc b) Sơ đồ mạch

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n = \frac{U - I_A R}{c\Phi} \quad (2.25)$$

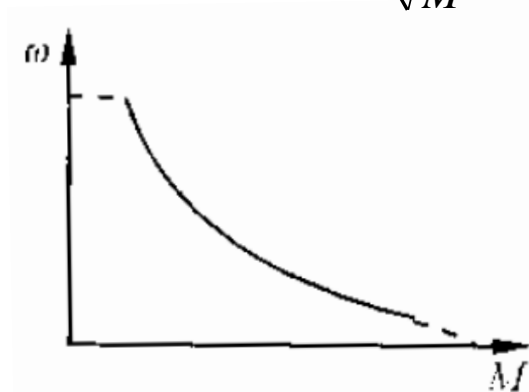
### ➤ Các khả năng điều chỉnh tốc độ động cơ:

- Điều chỉnh từ thông kích thích thông qua  $I_F$
- Điều chỉnh điện trở
- Điều chỉnh điện áp cung cấp  $U$

## 2.2.2. CÁC KIỂU CẤU TẠO CỦA BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG



$$\Phi \sim I_A, \quad M \sim I_A^2, \quad \omega \sim \frac{1}{\sqrt{M}}$$



$$\Phi \sim I_F, \quad M \sim I_A, \quad \omega \sim \omega_n - kM$$



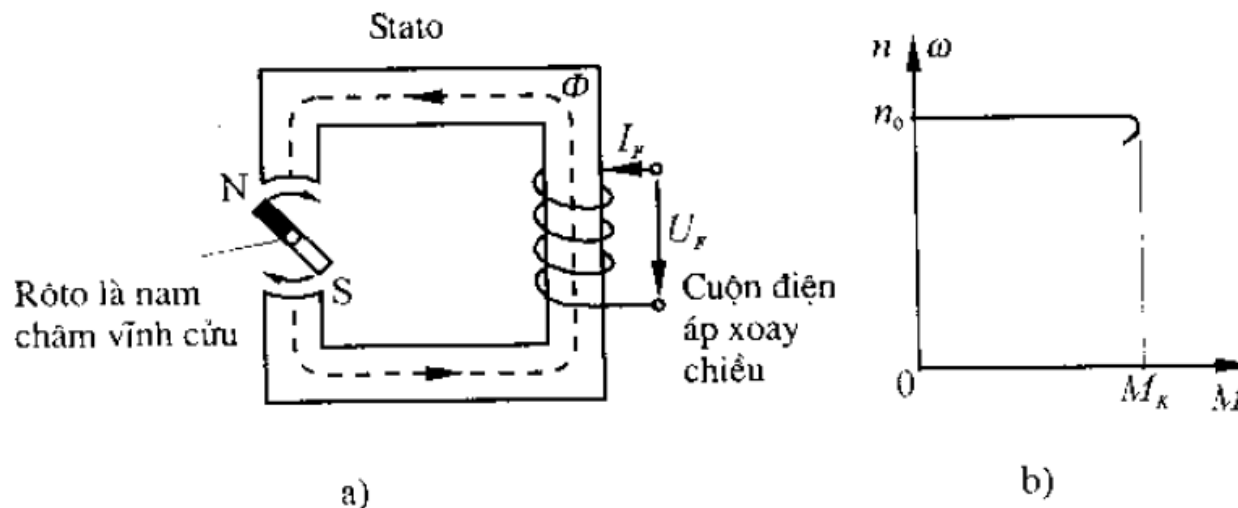
**Hình 2.7:** Sơ đồ mạch động cơ kích từ nối tiếp, kích từ song song và các đường đặc tính tương ứng ( $M, \omega$ )



## 2.2.2. CÁC KIỂU CẤU TẠO CỦA BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

### ➤ Các loại động cơ từ trường quay

- Động cơ đồng bộ
- Động cơ không đồng bộ



**Hình 2.8:** Động cơ đồng bộ có nam châm vĩnh cửu: a) Cấu trúc b) Sơ đồ mạch

$$n_0 = 60 \frac{f}{p} (\text{phút}) \quad \begin{array}{l} f : \text{tần số điện áp cấp} \\ p : \text{số cặp cực} \end{array} \quad (2.26)$$

### ➤ Các khả năng điều chỉnh tốc độ động cơ:

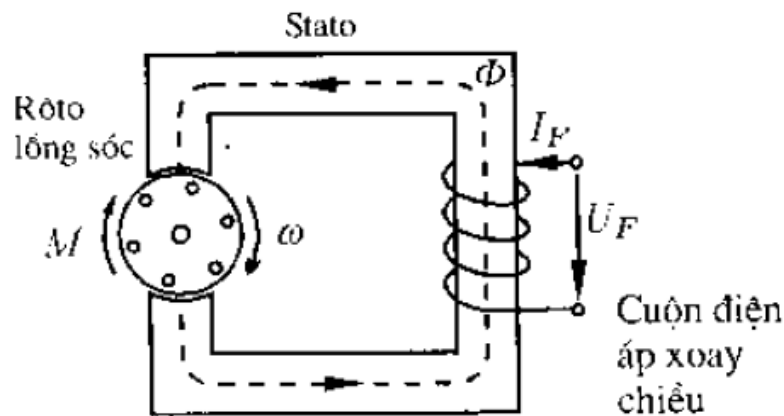
- Thay đổi số cặp cực
- Thay đổi tần số điện áp cấp

## 2.2.2. CÁC KIỂU CẤU TẠO CỦA BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ĐỘNG

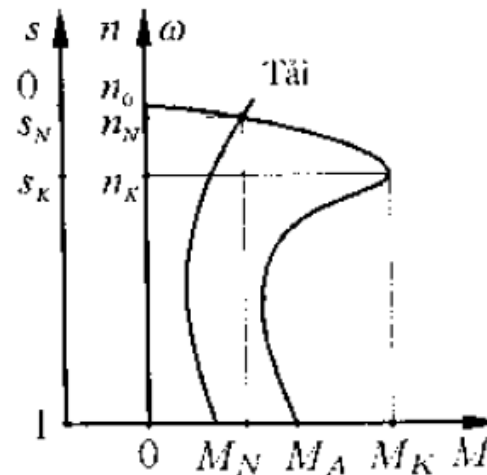
### ➤ Động cơ không đồng bộ

▪ Tốc độ động cơ: 
$$n = n_0(1-s) = \frac{60f}{p}(1-s) \text{ (vòng/phút)} \quad (2.27)$$

▪ Độ trượt: 
$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad (2.28)$$



a)



b)

**Hình 2.9:** Động cơ không đồng bộ với rotor lồng sóc: a) Cấu trúc b) Sơ đồ mạch

### ➤ Các khả năng điều chỉnh tốc độ động cơ:

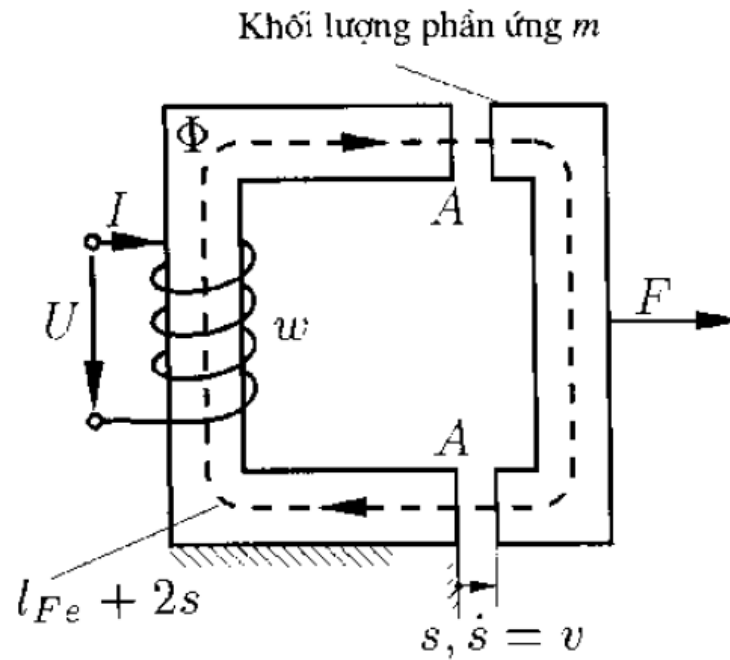
- Thay đổi số cặp cực
- Thay đổi tần số điện áp cấp
- Thay đổi hệ số trượt thông qua thay đổi điện trở phụ

## 2.2.3. CƠ SỞ VỀ BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN TỪ

➤ Tất cả các bộ chuyển đổi điện từ đều dựa trên sự tương tác của lực từ kháng. Lực này tác động lên vật thể và làm thay đổi từ trường thông qua các tính chất vật liệu của chúng.

➤ **Bộ chuyển đổi tĩnh tiến:**

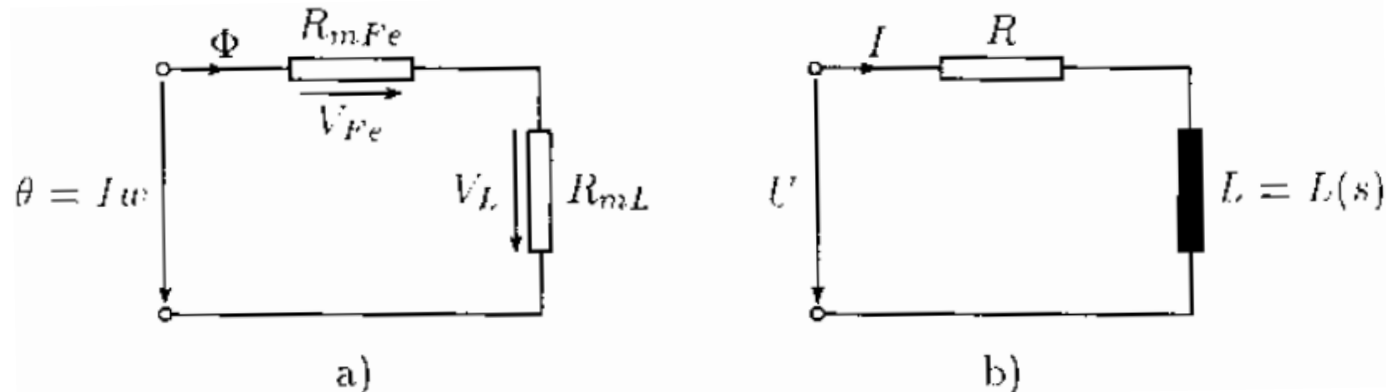
- Từ kháng hay trở kháng từ  $R_m [A/(V.s)]$  trong một mạch từ tương tự như điện trở  $R [A/V]$  trong mạch dòng điện



**Hình 2.9:** Bộ chuyển đổi điện từ dạng nam châm lý tưởng hóa

## 2.2.3. CƠ SỞ VỀ BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN TỬ

➤ Bộ chuyển đổi tĩnh tiến:



**Hình 2.10:** Sơ đồ mạch điện tương đương của từ trường cơ bản:

a) Mạch từ, b) Mạch dòng điện

$$R_{mges} = R_{mFe} + R_{mL} = \frac{l_{Fe}}{\mu_{Fe}A} + \frac{2s}{\mu_L A}$$

$$R_{mges} \approx \frac{2s}{\mu_0 A} \quad \text{do} \quad \mu_L \approx \mu_0; \mu_{Fe} \gg \mu_0$$

$\omega$  : số lượng vòng dây

$A$  : tiết diện của cực

$l_{Fe}$  : độ dài của đường từ trường trong lõi sắt

Theo định luật Ohm cho mạch từ:  $\theta = I\omega = V_{ges} = R_{mges} \Phi = R_{mges} BA$

$$B = \frac{I\omega}{R_{mges} A} = \frac{\mu_0 \omega I}{2s}$$

## 2.2.3. CƠ SỞ VỀ BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN TỬ

### ➤ Bộ chuyển đổi tĩnh tiến:

- Năng lượng từ lưu trữ trong khe hở không khí:

$$W_M = \frac{1}{2} \int_V \vec{B} \vec{H} dV = \frac{1}{2\mu_0} \int_V B^2 dV = \frac{\mu_0 A \omega^2 I^2}{4 s}$$

- Năng lượng từ dự trữ trong cuộn cảm L:

$$W_s = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow L = \frac{2k}{s}; k = \frac{\mu_0 A \omega^2}{4}$$

- Lực hút của nam châm (lực tác động giữa phần ứng và phần từ):

$$F = -\frac{\partial W(s)}{\partial s} = k \frac{I^2}{s^2} = \frac{A}{\mu_0} B^2$$

- Tổng công suất:

$$P_M = \dot{W}_M = P^{zu} - P_v = P^{ab}$$

$$\dot{W}_M = UI - RI^2 = Fv = k \frac{I^2}{s^2} v$$

## 2.2.3. CƠ SỞ VỀ BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN TỬ

### ➤ Bộ chuyển đổi tĩnh tiến:

- Mô hình toán học phi tuyến của bộ chuyển đổi từ điện:

$$\frac{ds}{dt} = v$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{k}{m} I^2$$

$$\frac{1}{s} \frac{dI}{dt} = -\frac{R}{k} I + \frac{1}{k} U$$

- Mô hình toán học tuyến tính của bộ chuyển đổi từ điện:

$$\frac{d\tilde{s}}{dt} = \tilde{v}$$

$$\frac{d\tilde{v}}{dt} = \frac{K_I}{m} \tilde{I} - \frac{K_s}{m} \tilde{s}$$

$$\frac{d\tilde{I}}{dt} = -\frac{2R}{L_0} \tilde{I} + \frac{2}{L_0} \tilde{U}$$

$$\tilde{I} = I - I_0$$

$$\tilde{v} = v - v_0$$

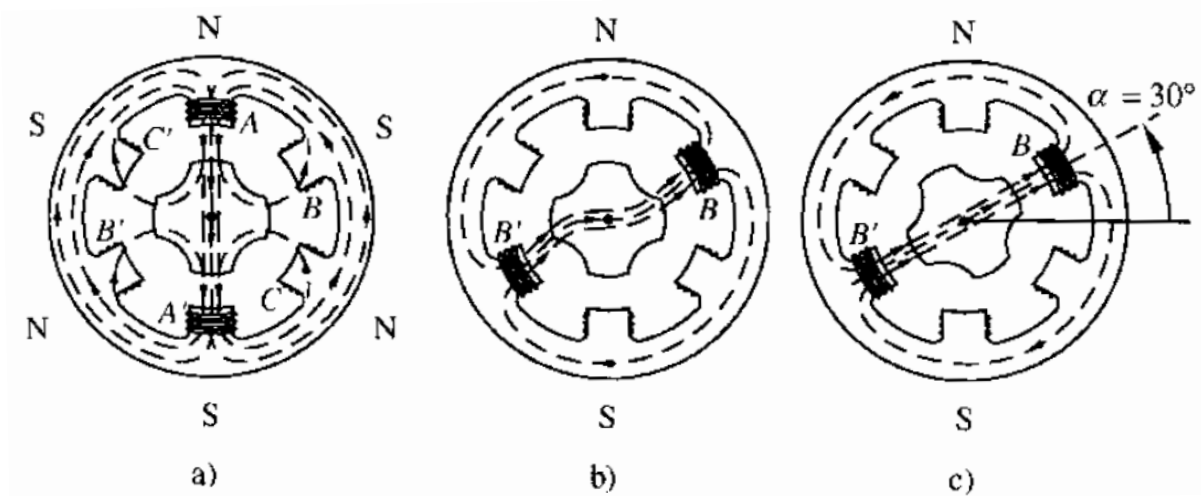
$$\tilde{s} = s - s_0$$

$$\tilde{U} = U - U_0$$

## 2.2.3. CƠ SỞ VỀ BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN TỬ

### ➤ Bộ chuyển đổi quay:

- Từ trường quay: tạo ra nhờ dòng ba pha
- Động cơ bước: được điều khiển bởi các xung điện
- Động cơ từ trở



**Hình 2.11:** Nguyên lý bộ chuyển đổi quay điện tử:

a) Cấu hình ban đầu, b) Bắt đầu một bước quay, c) kết thúc một bước quay

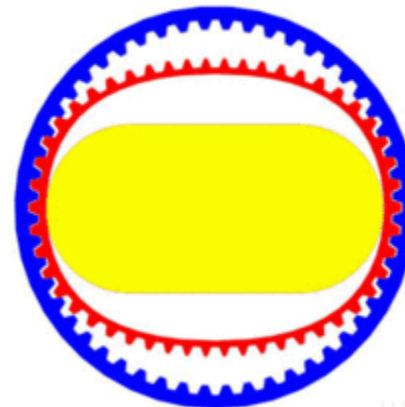
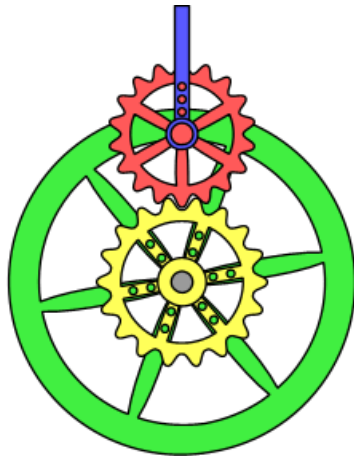
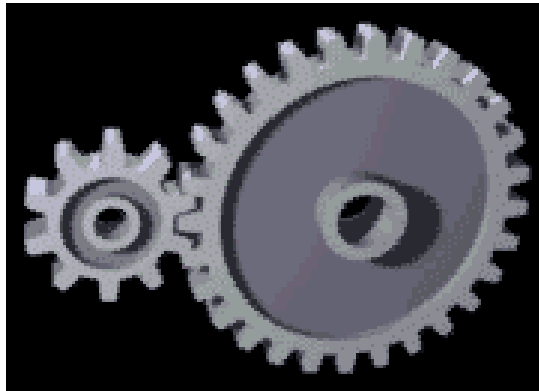
## 2.2.4. CÁC DẠNG VÀ CÁC THÔNG SỐ CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ

- Theo nguyên lý chuyển đổi, ta phân chia động cơ điện tử thành hai nhóm:
  - Động cơ tự kích:
    - các cuộn được cấp điện áp phụ thuộc vào vị trí của rotor
    - tốc độ cao, điều khiển đơn giản, ít tổn thất
  - Động cơ kích từ ngoài:
    - điện áp cấp bởi một bộ điều khiển công suất hoặc điện áp lưới.
    - tốc độ phụ thuộc dòng cấp, điều khiển phức tạp
    - giá thành rẻ, độ bền vững



## 2.2.4. CÁC DẠNG VÀ CÁC THÔNG SỐ CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ

- Các bộ truyền động biến đổi chuyển động quay của động cơ điện tử sang:
  - Chuyển động quay thông qua hộp số (bộ truyền bánh răng, bộ truyền đai)

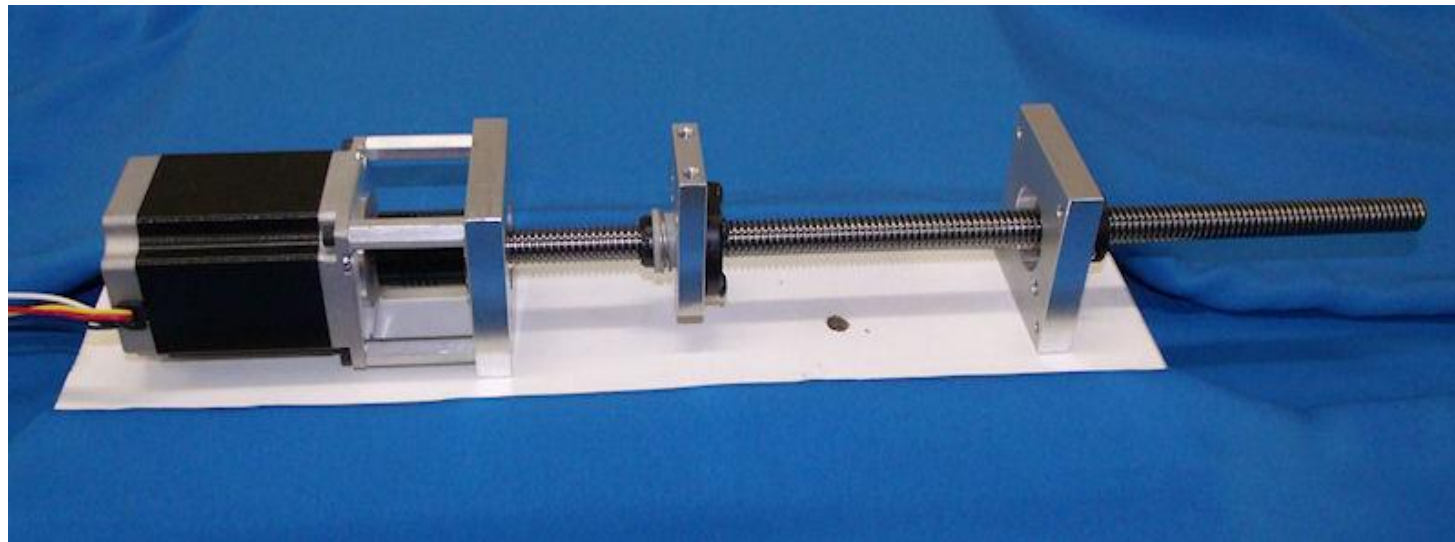
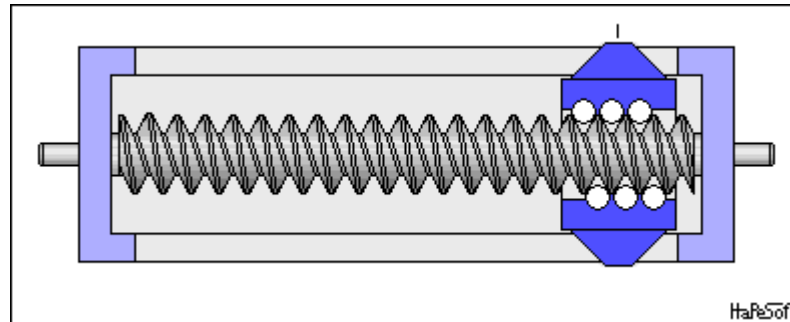


**Hình 2.11:** Hộp số

- a) bộ truyền bánh răng đơn, b) bộ truyền bánh răng xoắn,  
c) bộ truyền mặt trời – trái đất d) bộ truyền harmonic

## 2.2.4. CÁC DẠNG VÀ CÁC THÔNG SỐ CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ










- Chuyển động tịnh tiến thông qua thanh răng-bánh răng, trục vít-bánh vít



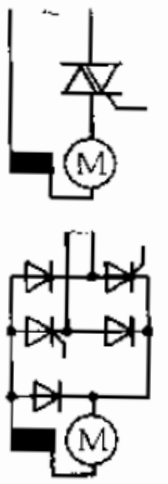

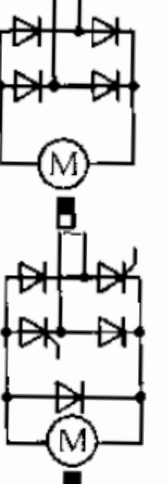
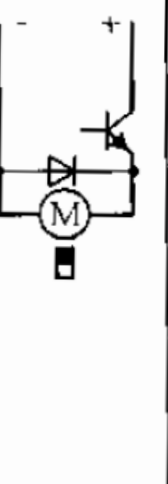
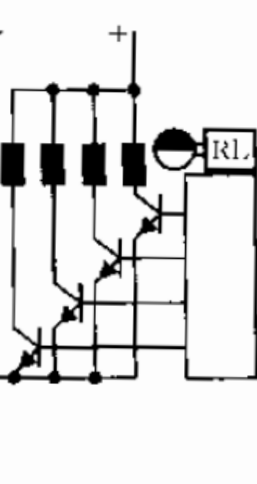
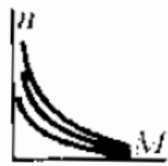

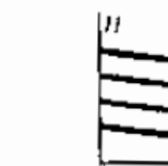
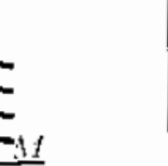
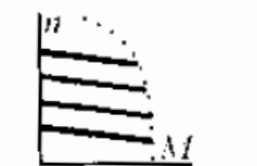
**Hình 2.12:** Bộ truyền trục vít – bánh vít (leadscrew)

## 2.2.4. CÁC DẠNG VÀ CÁC THÔNG SỐ CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ

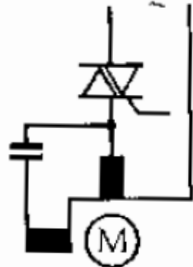
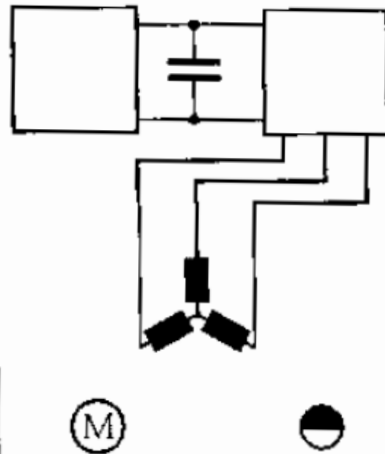
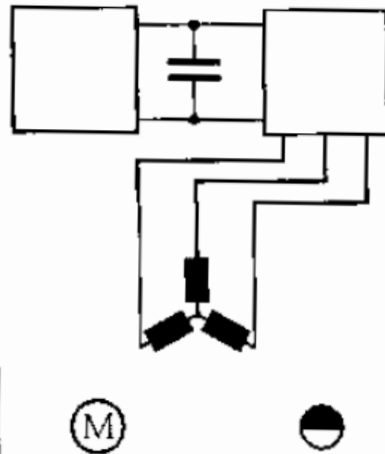
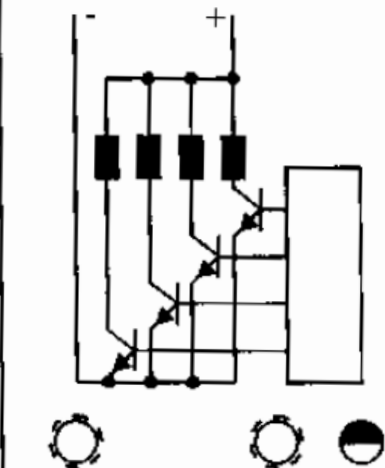
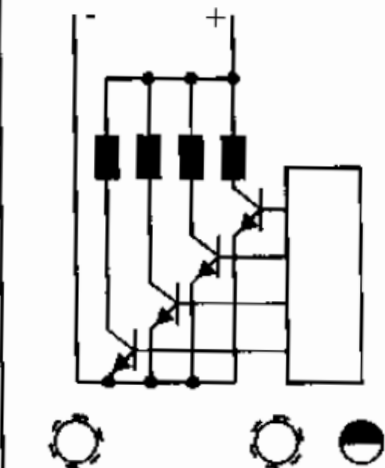

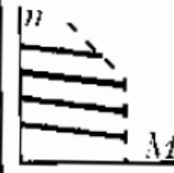
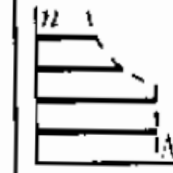
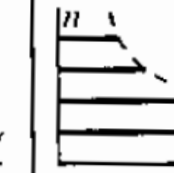
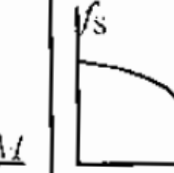
Ký hiệu:

	Stato nam châm vĩnh cửu	$n$	Số tốc độ quay
	Rôto nam châm vĩnh cửu	$P_{ab}$	Công suất tiêu hao
	Rôto lồng sóc hoặc bộ đảo chiều (cổ góp)	$\eta$	Hiệu suất cao nhất
	Rôto từ trở	$M$	Mômen quay
	Rôto trở	$M_A$	Mômen khởi động
	Diod	$M_N$	Mômen danh nghĩa
	Bán dẫn điều khiển được	$M_{max}$	Mômen cực đại
	Transitor	$p$	Số đôi cực
	Tirac		

## 2.2.4. CÁC DẠNG VÀ CÁC THÔNG SỐ CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ

Động cơ tự kích					
Loại động cơ	Động cơ vạn năng		Động cơ nam châm vĩnh cửu		Động cơ có chỉnh lưu điện tử (Động cơ EC)
	Tách pha	Điều chế bề rộng xung	Động cơ điện áp lai	Động cơ một chiều	
Sơ đồ mạch					
Đường đặc tính tốc độ quay-mômen					

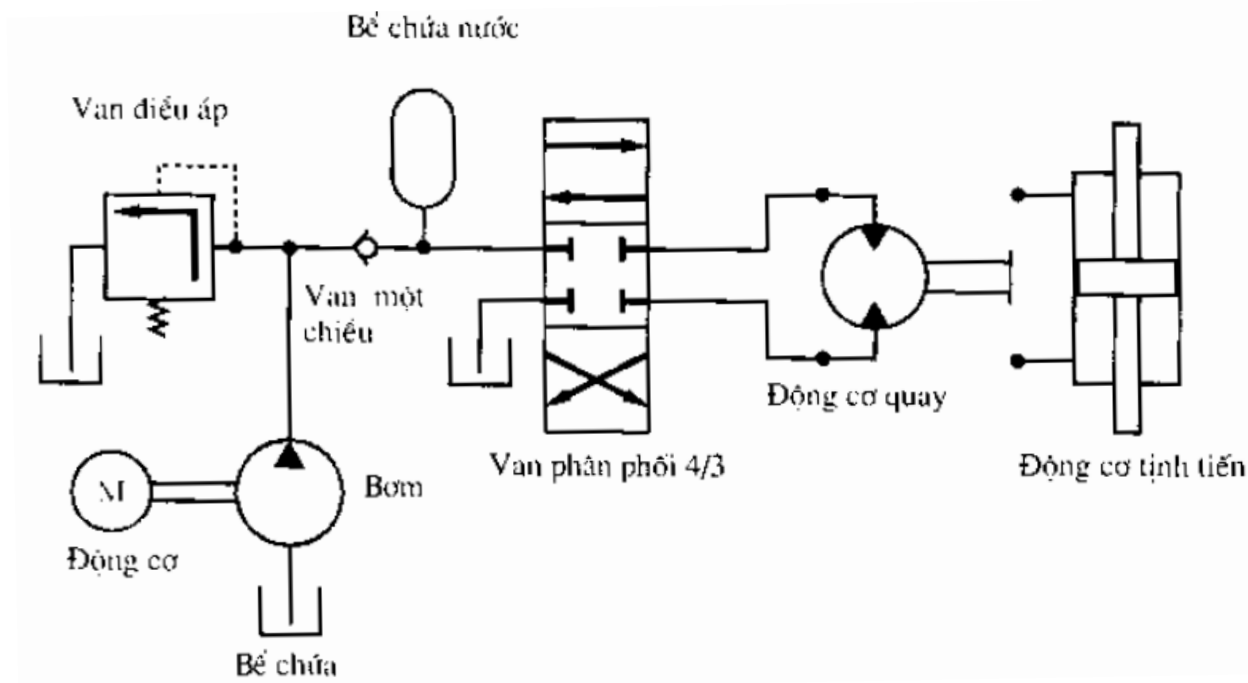
## 2.2.4. CÁC DẠNG VÀ CÁC THÔNG SỐ CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG ĐIỆN TỬ

Động cơ kích từ ngoài					
Loại động cơ	Động cơ không đồng bộ		Động cơ đồng bộ		
	Tách pha	Điều chế bề rộng xung	kích từ bằng nam châm	Động cơ từ trở có điều khiển	Động cơ bước
Sơ đồ mạch					
Đường đặc tính tốc độ quay-mômen					

**Hình 2.13:** Động cơ điều khiển điện tử

## 2.3. CƠ CẤU DẪN ĐỘNG THỦY KHÍ

- **Cơ cấu dẫn động thủy khí** là các thiết bị thủy lực hoặc khí nén được sử dụng để tạo ra các lực hoặc chuyển động của dòng khí hoặc dòng chất lỏng.
  - Đa số các cơ cấu dẫn động thủy khí là các bộ chuyển đổi tịnh tiến với kết cấu đơn giản và công suất nhỏ hơn so với các cơ cấu dẫn động điện từ
  - Điều khiển vị trí gặp nhiều khó khăn do tính đàn hồi của dòng thủy khí
  - Được sử dụng chủ yếu như các bộ điều chỉnh và động cơ servo



**Hình 2.14:** Mạch thủy khí

## 2.3.1 SO SÁNH GIỮA CÁC CƠ CẤU DẪN ĐỘNG THỦY LỰC VÀ KHÍ NÉN

### ➤ Cơ cấu dẫn động khí nén:

- Các bộ chuyển đổi khí nén tịnh tiến khó có thể điều khiển độ chính xác cao mà thường được sử dụng trong các bộ điều chỉnh 2 điểm/vị trí.
- Phạm vi ứng dụng của các cơ cấu dẫn động bằng khí nén không phải cơ điện tử mà là các hệ tự động hóa đơn giản

**Bảng 2.4:** So sánh giữa các cơ cấu dẫn động thủy lực và khí nén

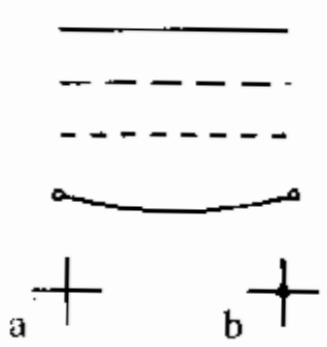
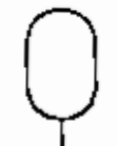
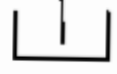


Dặc điểm	Cơ cấu dẫn động thủy lực	Cơ cấu dẫn động khí nén
Dải áp suất sử dụng:		
áp suất thấp	30 - 50 bar Máy công cụ	tới 1 bar Điều khiển
áp suất trung bình	tới 170 bar Thiết bị vận tải, máy xây dựng, hệ truyền động xe cộ	
áp suất cao	tới 420 bar Máy ép, thiết bị kéo căng, hệ thủy lực máy bay	6 - 10 bar Máy ép, thiết bị kéo căng, công cụ lao động
Vận tốc	nhỏ	lớn
Dòng	đến 5 m/s	đến 40 m/s
Piston làm việc	đến 0,15 m/s	0,01 - 1,5 m/s
Lực/Mômen	lớn	nhỏ
Tình điều khiển được:		
Vận tốc	rất tốt	kém
Lực/Mômen	rất tốt	tốt
Mật độ công suất	rất lớn	nhỏ
Tình nén được của lưu chất	nhỏ	lớn
Tồn thất rò rỉ	ít	nhiều
Hồi dẫn lưu chất	vào bình chứa	ra môi trường xung quanh



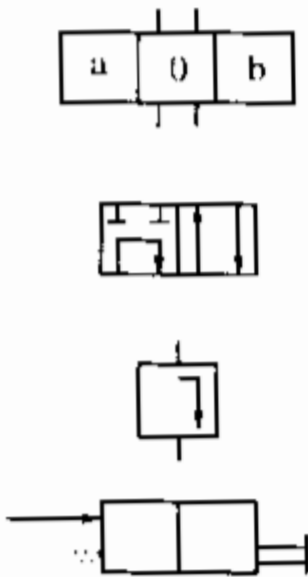
**Bảng 2.4:** Các biểu tượng sử dụng cho khí nén và dầu thủy lực theo tiêu chuẩn DIN ISO 1219 (có lựa chọn)

Sơ đồ ký hiệu	Tên gọi và chú thích
<b>Bơm thủy lực</b>	
	<p>Bơm với lượng dây cố định</p> <p>với lượng dây chỉnh được a. với một hướng, b. với hai hướng dòng chảy</p>
<b>Động cơ thủy lực</b>	
	<p>Động cơ quay với lượng dây cố định a. với một hướng, b. với hai hướng dòng chảy</p> <p>Động cơ dây (Xi-lanh) Tác động một chiều</p> <p>Tác động hai chiều với thanh đẩy pittông một phía</p> <p>Tác động hai chiều với thanh đẩy pittông hai phía</p>

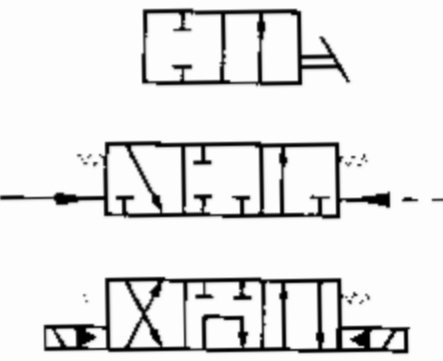
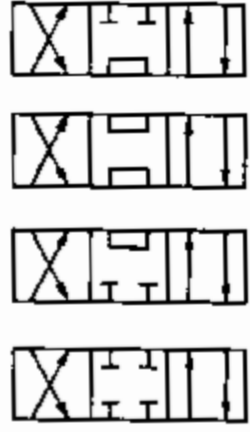
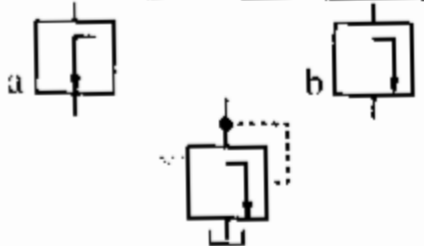
**Bảng 2.4:** Các biểu tượng sử dụng cho khí nén và dầu thủy lực theo tiêu chuẩn DIN ISO 1219 (có lựa chọn)

Ống dẫn thủy lực và các phụ tùng	
	<p>Đường ống truyền dẫn năng lượng thủy lực</p> <p>Đường ống truyền dẫn tín hiệu điều khiển</p> <p>Đường ống dẫn dầu bù rò rỉ</p> <p>Dẫn ống mềm</p> <p>a. Các ống giao nhau</p> <p>b. Các ống nối liền thông</p>
	Bể lọc
	Bể chứa
Van chặn	
	Van một chiều với lò xo
Van chỉnh dòng	
	Van tiết lưu, có thể chỉnh được

**Bảng 2.4:** Các biểu tượng sử dụng cho khí nén và dầu thủy lực theo tiêu chuẩn DIN ISO 1219 (có lựa chọn)

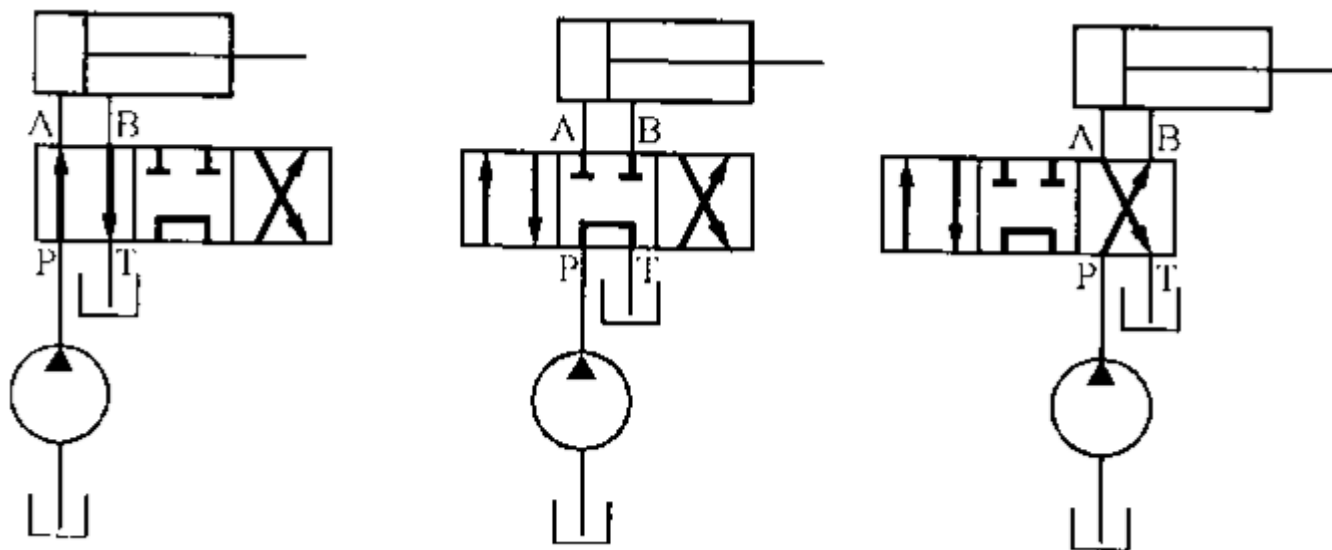
Số đồ ký hiệu	Tên gọi và diễn giải
Van thủy lực nói chung	
	<p>Các van được mô tả bởi ký hiệu hình chữ nhật, được phân chia vùng theo số vị trí chuyển mạch, các ống dẫn ngoài được nối vùng của vị trí tĩnh.</p> <p>Các ký hiệu mũi tên bên trong mỗi vùng biểu thị hướng đường chuyển mạch; các kết nối bị chặn được ký hiệu bởi dấu gạch ngang.</p> <p>Nếu quãng đường chuyển mạch vẫn còn duy trì với kết nối khi van thay đổi vị trí, đuôi mũi tên tại đó có thêm một dấu gạch ngang.</p> <p>Biểu thị các tác động điều khiển theo hướng vuông góc với các kết nối bên ngoài hình chữ nhật.</p>

**Bảng 2.4:** Các biểu tượng sử dụng cho khí nén và dầu thủy lực theo tiêu chuẩn DIN ISO 1219 (có lựa chọn)

Các van định hướng	
	<p>Van định hướng 2/2, vị trí trung gian bị chặn, điều chỉnh bằng tay qua tay đòn.</p> <p>Van định hướng 3/3, vị trí trung gian bị chặn, chỉnh tâm bằng lò xo, điều chỉnh nhờ áp lực.</p> <p>Van định hướng 4/3, có một mạch vòng thủy lực dâng áp tại vị trí trung gian, chỉnh tâm bằng lò xo, điều chỉnh nhờ từ trường.</p>
	<p>Các khả năng chuyển mạch của van định hướng 4/3</p> <p>Các kết nối mở được nối liên thông với nhau</p> <p>Các kết nối bị chặn có các dấu gạch ngang</p>
Các van áp lực	
	<p>Van áp suất nói chung</p> <p>a. với vị trí tĩnh trung gian được mở ra</p> <p>b. với vị trí tĩnh trung gian bị đóng lại</p> <p>Van giới hạn áp suất</p>

## 2.3.2 CƠ SỞ CỦA CƠ CẤU DẪN ĐỘNG THỦY LỰC

- Hình 2.15 minh họa một xylanh thủy lực với thanh đẩy piston đơn hướng, được điều khiển nhờ một van định hướng 4/3 (4: số kết nối, 3: số vị trí chuyển mạch)
- Ký hiệu các kết nối:
  - A, B Kết nối với bộ phận công tác
  - P Kết nối với thiết bị tạo áp
  - L Kết nối với bộ phận bù rò rỉ
  - R, S, T Kết nối với bộ phận xả (thùng, bình chứa)
  - X, Y, Z Kết nối với thiết bị điều khiển



**Hình 2.15:** Xylanh thủy lực với van định hướng 4/3 và sơ đồ mạch thủy lực