

MỤC LỤC

PHẦN I: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN- KHÍ NÉN.....	7
BÀI 1: CỞ SỞ LÝ THUYẾT VỀ ĐIỆN- KHÍ NÉN	7
1. Lịch sử phát triển và những đặc trưng của hệ thống điều khiển khí nén.	7
1.1. Vài nét về sự phát triển.	7
1.2. Những đặc trưng của khí nén.....	8
1.3. Ưu, nhược điểm của hệ thống truyền động bằng khí nén.....	8
1.3.1. Ưu điểm:.....	8
1.3.2. Nhược điểm:.....	8
2.Đơn vị đo trong hệ thống điều khiển	9
2.1. Áp suất	9
2.2. Lực	9
2.3. Công	9
2.4. Công suất.....	9
2.5. Độ nhớt động.....	10
3. Một số định luật cơ bản sử dụng trong hệ thống khí nén	10
3.1. Thành phần hóa học của khí nén.....	10
3.2. Phương trình trạng thái nhiệt động học	11
4. Khả năng ứng dụng của khí nén.....	13
4.1. Trong lĩnh vực điều khiển.....	13
4.2. Hệ thống truyền động.....	13
BÀI 2: MÁY NÉN KHÍ VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ KHÍ NÉN.....	15
1. Máy nén khí và hệ thống khí nén.....	16

1.1. Khái quát chung	16
1.2. Máy nén khí	17
1.2.1. Nguyên lý hoạt động và phân loại máy nén khí	17
1.2.2. Máy nén khí kiểu pittông	18
1.2.3. Máy nén khí kiểu cánh gạt.	22
1.2.4. Máy nén khí kiểu trục vít.	24
1.2.5. Máy nén khí kiểu Root.....	26
1.2.6. Máy nén khí kiểu ly tâm.	27
1.3. Hệ thống khí nén.....	28
2. Thiết bị xử lý khí nén.....	29
2.1. Yêu cầu về khí nén.....	29
2.2. Các phương pháp xử lý khí nén	31
2.3. Bộ lọc	34
BÀI 3: HỆ THỐNG THIẾT BỊ PHÂN PHỐI KHÍ NÉN VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH.....	37
1. Hệ thống thiết bị phân phối khí nén.....	37
1.1 Yêu cầu.....	37
1.2. Bình trích chứa khí nén.....	38
1.3. Mạng đường ống dẫn khí nén	38
2. Cơ cấu chấp hành	40
2.1. Khái niệm.....	40
2.2. Xy lanh.....	41
2.2.1 Xy lanh tác động đơn (xy lanh tác động một chiều).....	41

2.2.2. Xy lanh tác động 2 chiều (xy lanh tác động kép)	41
2.3. Động cơ khí nén	42
2.3.1. Khái niệm chung	42
2.3.2. Động cơ bánh răng	43
2.3.3. Động cơ trục vít	44
2.3.4. Động cơ cánh gạt	44
2.3.5. Động cơ Tuốcbin.....	44
BÀI 4: CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN	46
1. Khái niệm	46
2. Các phần tử khí nén.....	47
2.1. Van đảo chiều.....	47
2.1.1. Nguyên lí hoạt động	47
2.1.2. Ký hiệu van đảo chiều.....	47
2.1.3. Tín hiệu tác động.....	49
2.1.4. Van đảo chiều có vị trí “ không”	51
2.1.5. Van đảo chiều không có vị trí “ không”	56
2.2. Van chặn.....	59
2.2. Van chặn.....	59
2.2.1. Van một chiều	59
2.2.2. Van logic OR	60
2.2.3. Van logic AND	60
2.2.4. Van xả khí nhanh	61
2.3. Van tiết lưu.....	61

2.3.1. Van tiết lưu có tiết diện không thay đổi được.....	61
2.3.2. Van tiết lưu có tiết diện điều chỉnh được.....	62
2.3.3. Van tiết lưu một chiều điều chỉnh bằng tay	62
2.4. Van áp suất.....	63
2.4.1. Van an toàn	64
2.4.2. Van tràn.....	64
2.4.3. Van điều chỉnh áp suất.....	64
2.4.4. Rơ le áp suất.....	66
2.5. Van điều chỉnh thời gian.....	67
2.5.1. Van điều chỉnh thời gian đóng chậm	67
2.5.2. Rơ le thời gian ngắt chậm	67
2.6. Cảm biến bằng tia	68
2.6.1. Cảm biến bằng tia rẽ nhánh	68
2.6.2. Cảm biến bằng tia phản hồi	69
2.6.3. Cảm biến bằng tia qua khe hở.....	70
3. Các phần tử điện, điện- khí nén	71
3.1. Các phần tử điện.....	71
3.1.1. Công tắc	71
3.1.2. Nút ấn	71
3.1.3. Rơle	72
3.1.4. Cảm biến	76
3.2. Van đảo chiều điều khiển bằng nam châm điện	80
BÀI 5: CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN BẰNG KHÍ NÉN ...	82

1. Khái niệm cơ bản	82
2. Phần tử mạch logic.....	83
2.1. Phần tử logic NOT (Phủ định)	83
2.2. Phần tử logic AND (và)	83
2.3. Phần tử NAND (và- không).....	84
2.4. Phần tử OR (hoặc).....	84
2.5. Phần tử NOR (hoặc - không)	85
3. Biểu diễn phần tử logic của khí nén.....	85
3.1. Phần tử NOT (phủ định)	85
3.2. Phần tử AND (và)	86
3.3. Phần tử NAND	86
3.4. Phần tử OR.....	87
3.5. Phần tử NOR.....	88
BÀI 6: CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN, THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN	89
1. Biểu diễn chức năng của quá trình điều khiển.....	89
1.1. Biểu đồ trạng thái.....	89
1.2. Sơ đồ chức năng.....	92
1.3. Lưu đồ tiến trình	97
2. Các phương pháp điều khiển.....	99
2.1. Điều khiển bằng tay	99
2.2. Điều khiển tùy động theo thời gian.....	102
2.3. Điều khiển tùy động theo hành trình	105

2.4. Điều khiển theo tầng	112
2.5. Điều khiển theo nhịp	118
3. Thiết kế điều khiển điện- khí nén	124
3.1. Nguyên tắc thiết kế:	124
3.2. Các phương pháp điều khiển	125
3.2.1. Mạch điều khiển theo nhịp.....	125
3.2.1. Điều khiển theo tầng:	127
PHẦN II: CÁC BÀI TẬP ỨNG DỤNG	134
PHẦN III: CÀI ĐẶT PHẦN MỀM ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN – KHÍ NÉN	
165	
1. Giới thiệu chung:.....	224
2. Cài đặt phần mềm festo fluidsime 3.6	225

PHẦN I: LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN- KHÍ NÉN

BÀI 1: CỞ SỞ LÝ THUYẾT VỀ ĐIỆN- KHÍ NÉN

1. Lịch sử phát triển và những đặc trưng của hệ thống điều khiển khí nén.

1.1. Vài nét về sự phát triển.

Ứng dụng của khí nén đã có từ thời kỳ trước công nguyên, tuy nhiên sự phát triển khoa học kỹ thuật thời đó không đồng bộ, nhất là sự kết hợp các kiến thức về cơ học, vật lý, vật liệu còn thiếu. Cho nên phạm vi ứng dụng của khí nén còn rất hạn chế.

Mãi đến thế kỷ 17, nhà kỹ sư chế tạo người Đức Guericke, nhà toán học và nhà triết học người Pháp Pascal, cùng nhà vật lý người Pháp Papin đã xây dựng nên nền tảng cơ bản ứng dụng của khí nén.

Trong thế kỷ 19, các máy móc thiết bị sử dụng năng lượng khí nén lần lượt ra được phát minh: thư vận chuyển trong ống bằng khí nén (1835), Phanh bằng khí nén (1880), búa tán đinh bằng khí nén (1861). Trong lĩnh vực xây dựng đường hầm xuyên dãy núi Alpes ở Thụy sĩ (1857) lần đầu tiên người ta sử dụng khí nén với công suất lớn. Vào những năm 70 của thế kỷ thứ 19 xuất hiện ở Paris một trung tâm sử dụng năng lượng khí nén với công suất lớn 7350KW. Khí nén được vận chuyển tới nơi tiêu thụ trong đường ống với đường kính 500mm và chiều dài km. Tại nơi đó khí nén được nung nóng lên tới nhiệt độ từ 50°C đến 150°C để tăng công suất truyền động động cơ, các thiết bị búa hơi...

Với sự phát triển mạnh mẽ của năng lượng điện, vai trò sử dụng năng lượng bằng khí nén bị giảm dần. Tuy nhiên việc sử dụng năng lượng khí nén vẫn đóng một vai trò cốt yếu ở những lĩnh vực mà khi sử dụng năng lượng điện sẽ nguy hiểm, sử dụng năng lượng bằng khí nén ở những dụng cụ nhỏ, nhưng truyền động với vận tốc lớn, sử dụng năng lượng khí nén ở những thiết bị như búa hơi, dụng cụ đập, tán đinh.... Và nhiều dụng cụ khác như đồ gá kẹp chi tiết.

Sau chiến tranh thế giới thứ 2, việc ứng dụng năng lượng khí nén trong kỹ thuật điều khiển phát triển mạnh mẽ. Với những dụng cụ, thiết bị, phần tử khí nén mới được sáng chế và được ứng dụng trong những lĩnh vực khác nhau, sự kết hợp của nguồn năng lượng khí nén với điện – điện tử là nhân tố quyết định cho sự phát triển của kỹ thuật điều khiển trong tương lai. Hãng FESTO (Đức) có những chương trình phát triển hệ thống điều khiển bằng khí nén rất đa dạng,

không những phục vụ cho công nghiệp mà còn phục vụ cho sự phát triển các phương tiện dạy học (Didactic).

1.2. Những đặc trưng của khí nén

Về số lượng: có sẵn ở khắp mọi nơi nên có thể sử dụng với số lượng vô hạn.

Về vận chuyển: khí nén có thể vận chuyển dễ dàng trong các đường ống, với một khoảng cách nhất định. Các đường ống dẫn về không cần thiết vì khí nén sau khi sử dụng sẽ được cho thoát ra ngoài môi trường sau khi đã thực hiện xong công tác.

Về lưu trữ: máy nén khí không nhất thiết phải sử dụng liên tục. Khí nén có thể được lưu trữ trong các bình chứa để cung cấp khi cần thiết.

Về nhiệt độ: khí nén ít thay đổi theo nhiệt độ.

Về phòng chống cháy nổ: không một nguy cơ nào gây cháy bởi khí nén, nên không mất chi phí cho việc phòng cháy. Không khí nén thường hoạt động với áp suất khoảng 6 bar nên việc phòng nổ không quá phức tạp.

Về tính vệ sinh: khí nén được sử dụng trong các thiết bị đều được lọc các bụi bẩn, tạp chất hay nước nên thường sạch, không một nguy cơ nào về phần vệ sinh. Tính chất này rất quan trọng trong các ngành công nghiệp đặc biệt như: thực phẩm, vải sợi, lâm sản và thuốc da.

Về cấu tạo thiết bị: đơn giản nên rẻ hơn các thiết bị tự động khác.

Về vận tốc: khí nén là một dòng chảy có lưu tốc lớn cho phép đạt được tốc độ cao (vận tốc làm việc trong các xy-lanh thường 1-2 m/s).

Về tính điều chỉnh: vận tốc và áp lực của những thiết bị công tác bằng khí nén được điều chỉnh một cách vô cấp.

1.3. Ưu, nhược điểm của hệ thống truyền động bằng khí nén.

1.3.1. Ưu điểm:

- Do khả năng chịu nén (đàn hồi) lớn của không khí, nên có thể tích chứa khí nén một cách thuận lợi
- Có khả năng truyền tải năng lượng đi xa, vì độ nhớt động học của khí nén nhỏ và tổn thất áp suất trên đường dẫn ít.
- Đường dẫn khí nén (thải ra) không cần thiết.
- Chi phí để thiết lập một hệ thống truyền động bằng khí nén thấp, vì hầu như trong các nhà máy, xí nghiệp hệ thống đường dẫn khí nén đã có sẵn.
- Hệ thống bảo vệ quá áp suất được đảm bảo.

1.3.2. Nhược điểm:

- Lực truyền tải trọng thấp
- Khi tải trọng trong hệ thống thay đổi thì vận tốc truyền cũng thay đổi vì khả năng đàn hồi của khí nén lớn, cho nên không thể thực hiện những chuyển động thẳng hoặc quay đều.
- Dòng khí nén thoát ra ở đường dẫn ra gây tiếng ồn.

2. Đơn vị đo trong hệ thống điều khiển

2.1. Áp suất

Đơn vị cơ bản của áp suất theo hệ đo lường SI là Pascal (Pa)

Pascal là áp suất phân bố đều trên bề mặt có diện tích 1m^2 với lực tác động vuông góc lên bề mặt đó là 1Newton (N)

$$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$$

$$1\text{Pa} = 1\text{kgm}/\text{s}^2/\text{m}^2 = 1\text{kg}/\text{m}^2$$

Trong thực tế người ta dùng đơn vị bội số của Pascal là Megapascal (MPa)

$$1\text{Mpa} = 1000000\text{ Pa}$$

Ngoài ra còn sử dụng đơn vị bar:

$$1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$$

Và đơn vị Kp/cm² (theo tiêu chuẩn cộng hòa liên bang Đức)

$$1\text{ Kp}/\text{cm}^2 = 0.980665\text{ bar} = 0.981\text{ bar}$$

$$1\text{ bar} = 1.02\text{ kp}/\text{cm}^2$$

Trong thực tế có thể coi: $1\text{bar} = 1\text{kp}/\text{cm}^2 = 1\text{at}$

Ngoài ra một số nước Anh, Mỹ còn sử dụng đơn vị đo áp suất (psi) :

$$1\text{bar} = 15.4\text{ psi}$$

2.2. Lực

Đơn vị của lực là Newton (N)

1 N là lực tác động lên đối tượng có khối lượng 1kg với gia tốc $1\text{m}/\text{s}^2$

2.3. Công

Đơn vị của công là Joule (J)

1J là công sinh ra dưới tác động của lực 1N để vật có thể dịch chuyển quãng đường là 1m

$$1\text{J} = 1\text{N.m}$$

2.4. Công suất

Đơn vị của công suất là Watt (W)

1W là công suất trong thời gian 1giây sinh ra năng lượng 1J

$$1\text{W} = 1\text{Nm}/\text{s}$$

2.5. Độ nhớt động

Độ nhớt động không có vai trò quan trọng trong hệ thống điều khiển khí nén. Đơn vị của độ nhớt động là m^2/s . $1\text{m}^2/\text{s}$ là độ nhớt động của một chất có độ nhớt động lực $1\text{Pa}\cdot\text{s}$ và khối lượng riêng $1\text{kg}/\text{m}^3$

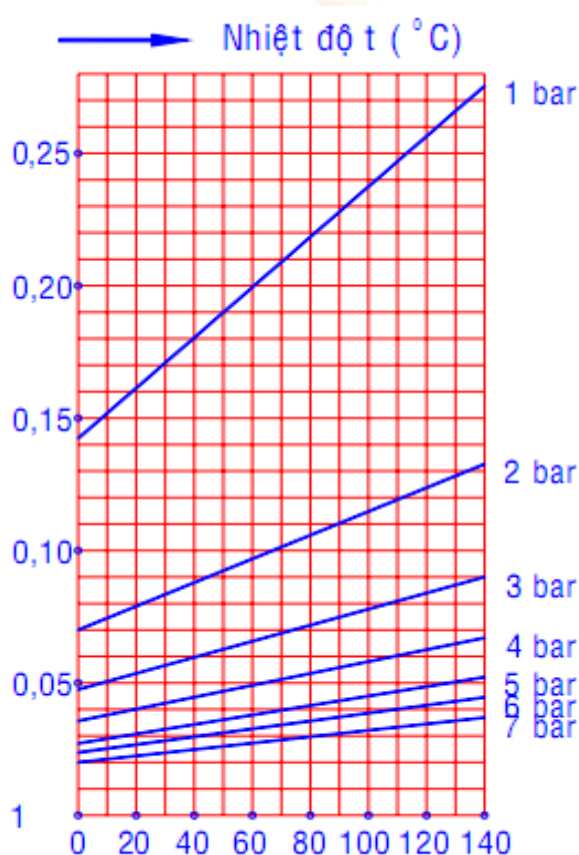
$$\nu = \eta / \rho$$

Trong đó:

η : Độ nhớt động lực ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)

ρ : khối lượng riêng (kg/m^3)

ν : độ nhớt động (m^2/s)



Hình 1. Sự phụ thuộc áp suất, nhiệt độ và độ nhớt động của không khí.

3. Một số định luật cơ bản sử dụng trong hệ thống khí nén

3.1. Thành phần hóa học của khí nén

Nguyên tắc hoạt động của các thiết bị là không khí trong khí quyển, được hút vào và nén trong máy nén khí. Sau đó từ máy nén khí được đưa vào hệ thống khí nén. Không khí là loại khí hỗn hợp, bao gồm những thành phần (bảng 1.1):

	N ₂	N ₂	A _r	C _{O₂}	H ₂	N _e	H _e	K _r	X
T hể tích %	7 8.08	2 0.95	0 .93	0 .03	0 .01	1 .8	0 .5	0 .1	9
K hối lượng %	7 5.51	2 3.01	1 .286	0 .04	0 .001	1 .2	0 .07	0 .3	4 0

Bảng 1.1

Ngoài những thành phần trên, trong không khí còn có hơi nước, bụi Chính những thành phần đó gây ra cho các thiết bị khí nén sự ăn mòn, sự gỉ. Phải có những biện pháp hay thiết bị để loại trừ hoặc giới hạn thấp nhất những thành phần đó trong hệ thống.(Trình bày chi tiết ở bài tiếp theo).

3.2. Phương trình trạng thái nhiệt động học

Giả thiết là khí nén trong hệ thống gần như là lý tưởng. Phương trình trạng thái nhiệt tổng quát của khí nén:

$$p_{\text{abs}} \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad (1-1)$$

Trong đó:

p_{abs} : áp suất tuyệt đối (bar)

V : thể tích khí nén (m^3)

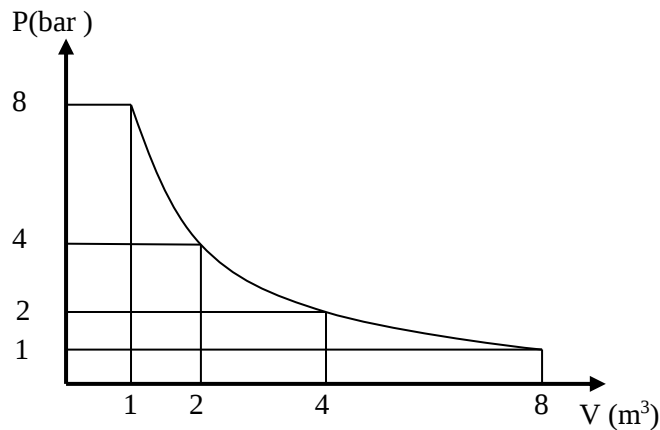
m : khối lượng (kg)

R : hằng số nhiệt (J/ kg.K)

T : Nhiệt độ Kelvin (K)

a) Định luật Boyle- Mariotte

Khi nhiệt độ không thay đổi ($T = \text{hằng số}$), theo phương trình nhiệt tổng quát (1-1) ta có:



Hình 2: Sự phụ thuộc áp suất và thể tích khí nhiệt độ không đổi

$$p_{abs} \cdot V = \text{hằng số}$$

Nếu gọi:

$V_1(\text{m}^3)$ thể tích khí nén tại thời điểm áp suất p_1

$V_2(\text{m}^3)$ thể tích khí nén tại thời điểm áp suất p_2

p_{1abs} (bar) áp suất tuyệt đối khí nén có thể tích V_1

p_{2abs} (bar) áp suất tuyệt đối khí nén có thể tích V_2

Theo phương trình 1-2 ta có:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_{1abs}}{P_{2abs}}$$

Hình 2: biểu diễn sự phụ thuộc áp suất và thể tích khí nhiệt độ thay đổi là đường cong parabol.

b) Định luật 1 Gay – Lussac

Khi áp suất không thay đổi ($p = \text{hằng số}$),

theo phương trình 1-1 ta có:

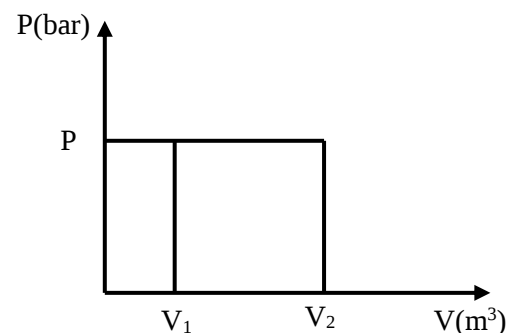
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

T_1 : nhiệt độ tại thời điểm có thể tích V_1

(K)

T_2 : nhiệt độ tại thời điểm có thể tích V_2 là hằng số

(K)



Hình 3: Sự thay đổi thể tích khí áp suất

Hình 3 biểu diễn sự thay đổi thể tích khí áp suất là hằng số. Năng lượng nén và năng lượng giãn nở không khí được tính theo phương trình:

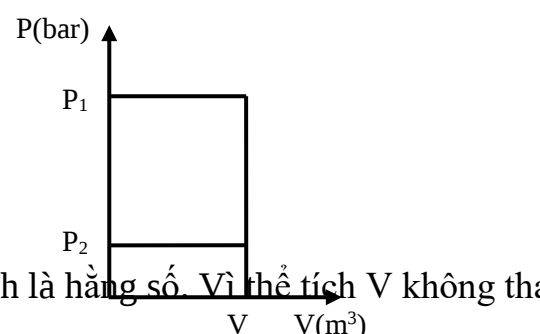
$$W = p(V_2 - V_1)$$

c) Định luật 2 Gay – Lussac

Khi thể tích V thay đổi, theo phương trình (1-1) ta có:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_{1abs}}{P_{2abs}}$$

Hình 4: biểu diễn sự thay đổi áp suất khi thể tích là hằng số. Vì thể tích V không thay đổi.



d) Phương trình trạng thái nhiệt khí cả 3 đại lượng áp suất, nhiệt độ và thể tích thay đổi

Hình 4: Sự thay đổi áp suất khi thể tích là hằng số

Theo phương trình (1-1) ta có:

$$\frac{P_{abs} \cdot V}{T} = m \cdot R = const$$

$$\frac{P_{1abs} \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_{2abs} \cdot V_2}{T_2}$$

hay:

4. Khả năng ứng dụng của khí nén.

4.1. Trong lĩnh vực điều khiển.

Sau chiến tranh thế giới thứ 2, nhất là vào những năm 50 và 60 của thế kỷ 20, là thời gian phát triển mạnh mẽ của giai đoạn tự động hóa quá trình sản xuất; kỹ thuật điều khiển bằng khí nén phát triển mạnh mẽ và đa dạng trong nhiều lĩnh vực. Chỉ riêng ở Đức đã có hơn 60 hãng chuyên sản xuất các phần tử điều khiển bằng khí nén như hãng Festo, hãng Herion, hãng Bosch.

Hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng ở những lĩnh vực mà ở đó nguy hiểm, hay xảy ra cháy nổ, như các thiết bị phun sơn; các loại đồ gá kẹp chi tiết nhựa, chất dẻo; hoặc là được sử dụng cho lĩnh vực sản xuất các thiết bị điện tử, vì điều kiện vệ sinh môi trường tốt và an toàn cao. Ngoài ra hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng trong các dây chuyền rửa tự động; trong các thiết bị vận chuyển và kiểm tra của thiết bị lò hơi, thiết bị mạ điện, đóng gói, bao bì và trong công nghiệp hóa chất.

4.2. Hệ thống truyền động

- Các dụng cụ, thiết bị máy va đập: Các thiết bị, máy móc trong lĩnh vực khai thác, như khai thác đá, khai thác than; trong các công trình xây dựng, như xây dựng hầm mỏ, đường hầm....

- Truyền động quay: Những dụng cụ vặn vít từ M4 đến M300; máy khoan, công suất khoảng 3.5KW; máy mài công suất khoảng 2.5KW, cũng như những máy mài với công suất nhỏ, nhưng với số vòng quay cao 100.000 vòng/ phút thì khả năng sử dụng động cơ truyền động bằng khí nén là phù hợp.

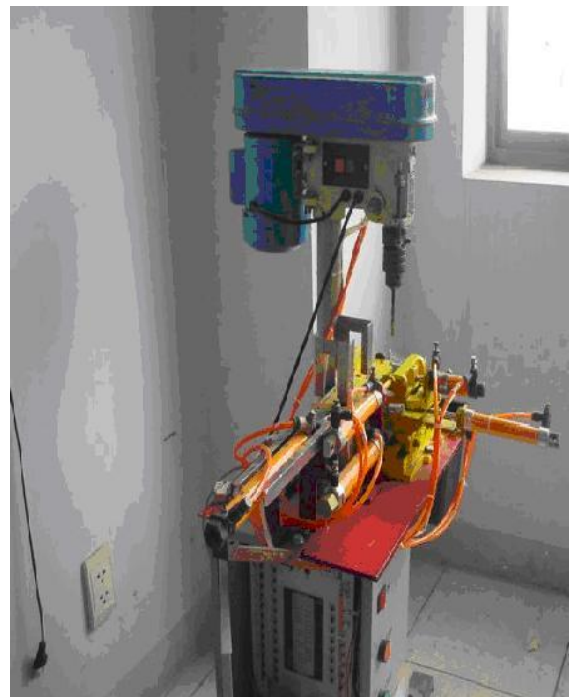
- Truyền động thẳng: Vận dụng truyền động bằng khí nén cho truyền động thẳng trong các dụng cụ, đồ gá kẹp chi tiết, trong các thiết bị đóng gói, trong các loại máy gia công gỗ, trong các thiết bị làm lạnh, cũng như trong hệ thống phanh hãm oto.

- Trong các hệ thống đo và kiểm tra: Dùng trong các thiết bị đo và kiểm tra chất lượng sản phẩm.

* Một số ứng dụng của khí nén:



Hình a: Máy hàn điểm



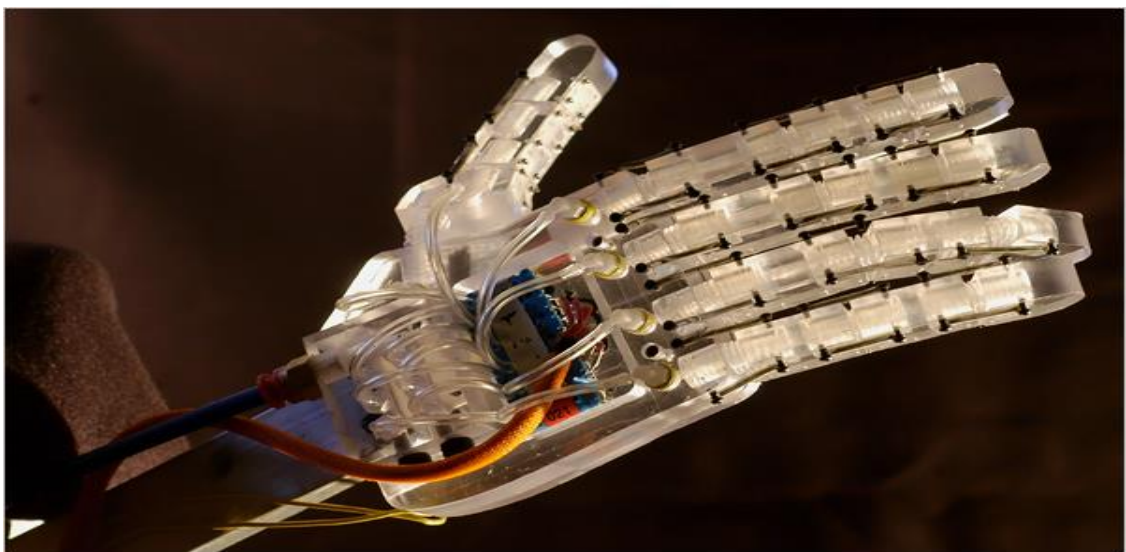
Hình b: Máy khoan



Hình c: Hệ thống lắp ráp ô tô



Hình d: Hệ thống điều khiển tự động



Hình e: Điều khiển rôbốt



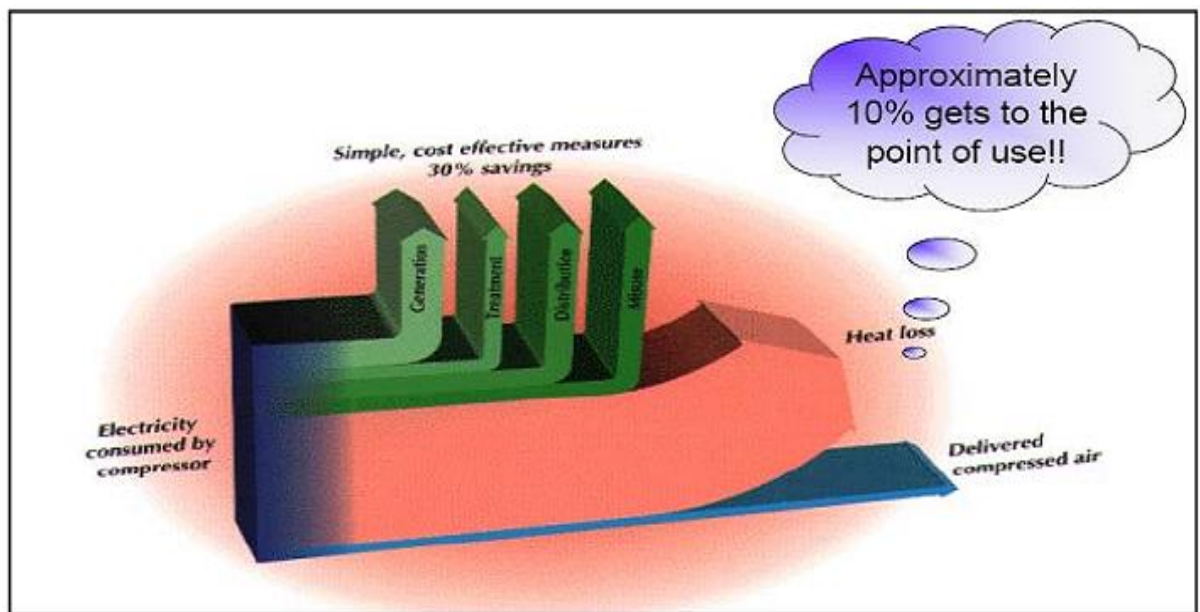
Hình f: Dụng cụ cầm tay: khoan tay, dụng cụ vặn vít

BÀI 2: MÁY NÉN KHÍ VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ KHÍ NÉN

1. Máy nén khí và hệ thống khí nén

1.1. Khái quát chung

Các nhà máy công nghiệp sử dụng khí nén trong rất nhiều hoạt động sản xuất. Khí nén được tạo ra từ các máy nén khí có công suất trong khoảng từ 5 mã lực(hp) đến 50.000 mã lực. Theo báo cáo của cơ quan năng lượng mỹ, năm 2003 cho thấy khoảng 70% - 90% khí nén bị tổn thất dưới dạng nhiệt, ma sát, tiếng ồn và do sử dụng không đúng. Vì vậy máy nén khí và hệ thống khí nén là những



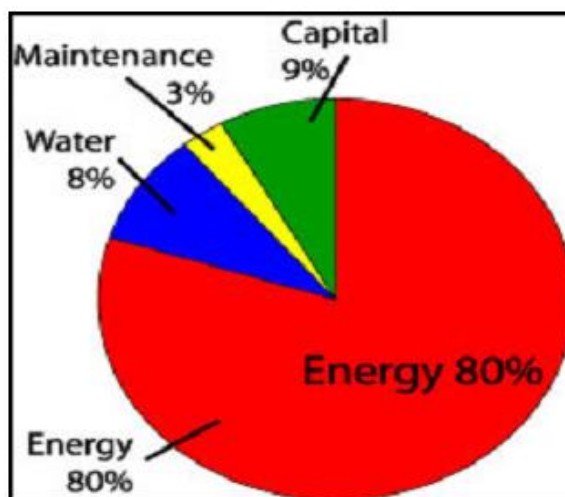
Hình 2.1: Biểu đồ xương cá của hệ thống khí

khv vực quan trọng để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong các nhà máy công nghiệp.

Cần lưu ý rằng chi phí để vận hành một hệ thống khí nén đắt hơn nhiều so với chi phí mua máy nén khí (hình 6).Tiết kiệm năng lượng nhờ cải thiện hệ thống chiếm khoảng từ 20% đến 50% tiêu thụ điện, có thể mang lại hàng trăm nghìn USD. Quản lý hệ thống khí nén hợp lý có thể giúp tiết kiệm năng lượng, giảm khối lượng bảo dưỡng, rút ngắn thời gian dừng vận hành, tăng sản lượng và nâng cao chất lượng sản phẩm.

Maintenance: bảo trì
Capital: Vốn
Water: nước
Energy: năng lượng

Hình 2.2: Các khoản chi phí trong hệ thống khí nén



1.2. Máy nén khí

Áp suất khí được tạo ra từ máy nén khí, ở đó ăng lượng cơ học của động cơ điện hoặc của động cơ đốt trong được chuyển đổi thành năng lượng khí nén và nhiệt năng.

1.2.1. Nguyên lý hoạt động và phân loại máy nén khí

a) Nguyên lý hoạt động

- Nguyên lý thay đổi thể tích: không khí được đưa vào buồng chứa, ở đó thể tích của buồng chứa sẽ nhỏ lại. Theo định luật Boyle – Mariotte áp suất trong buồng chứa sẽ tăng lên. Máy nén khí hoạt động theo nguyên lý thể tích bao gồm: máy nén khí kiểu pittong, bánh răng, cánh gạt .v.v..

- Nguyên lý động năng (máy nén dòng): không khí được đưa vào buồng chứa, ở đó áp suất khí nén được tạo ra bằng động năng của bánh dẫn. Nguyên tắc hoạt động này tạo ra lưu lượng và công suất lớn. Máy nén khí hoạt động theo nguyên lí này bao gồm: máy nén khí kiểu ly tâm, máy nén khí dòng hỗn hợp.v.v..

b) Phân loại:

- Theo áp suất:

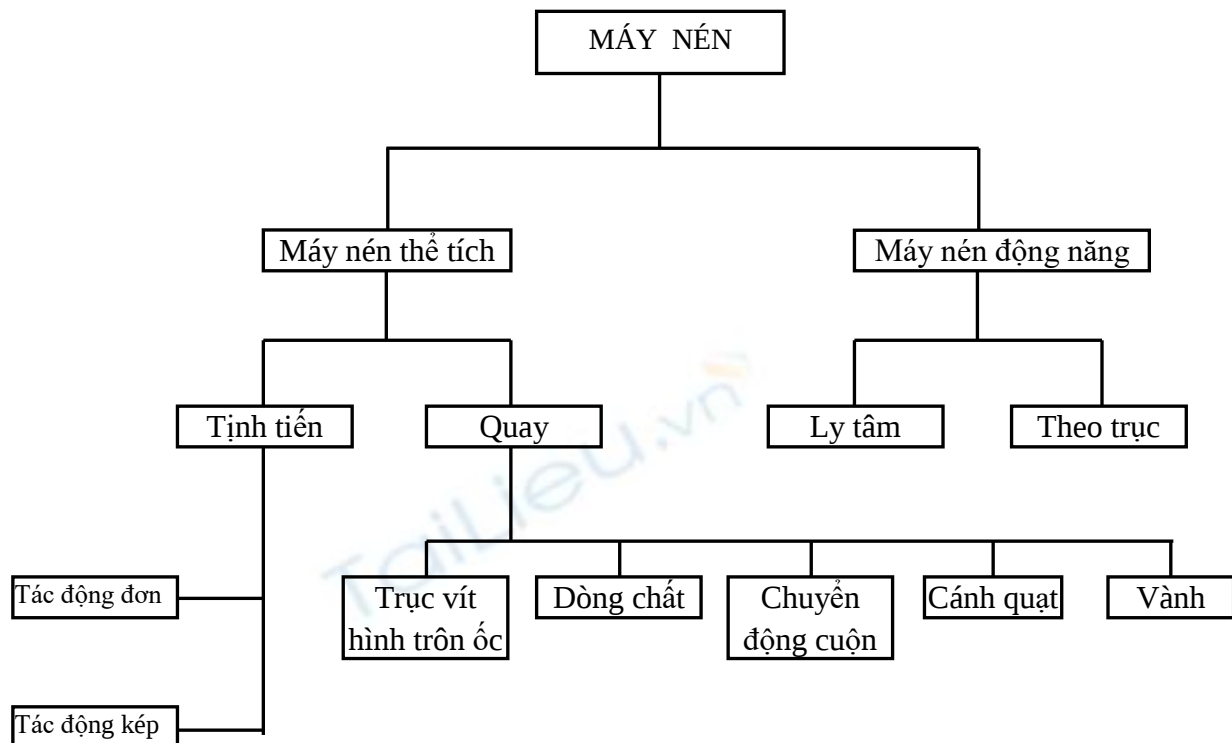
- + Máy nén khí áp suất thấp $p < 15\text{bar}$
- + Máy nén khí áp suất trung $p \geq 15\text{bar}$
- + Máy nén khí áp suất cao $p \geq 300\text{bar}$

- Theo nguyên lý hoạt động:

+ Máy nén khí theo nguyên lý thay đổi thể tích: máy nén khí kiểu pittong, máy nén khí kiểu cánh gạt, máy nén khí kiểu root, máy nén khí kiểu trục vít.

+ Máy nén khí theo nguyên lý động năng: máy nén khí ly tâm, máy nén theo trục.

- Ta có thể phân loại máy nén khí theo hình 7:



Hình 2.3: Các loại máy nén khí

1.2.2. Máy nén khí kiểu pittông

Trong doanh nghiệp, các máy nén pittông được sử dụng rộng rãi cho cả nén khí và làm lạnh. Các máy nén khí này hoạt động trên nguyên lý của bơm xe đạp và được đặc trưng bởi sự ổn định của lưu lượng khi áp suất đầy thay đổi. năng suất của máy tỷ lệ thuận với tốc độ. Tuy nhiên công suất của máy nén lại thay đổi.

a) Cấu tạo

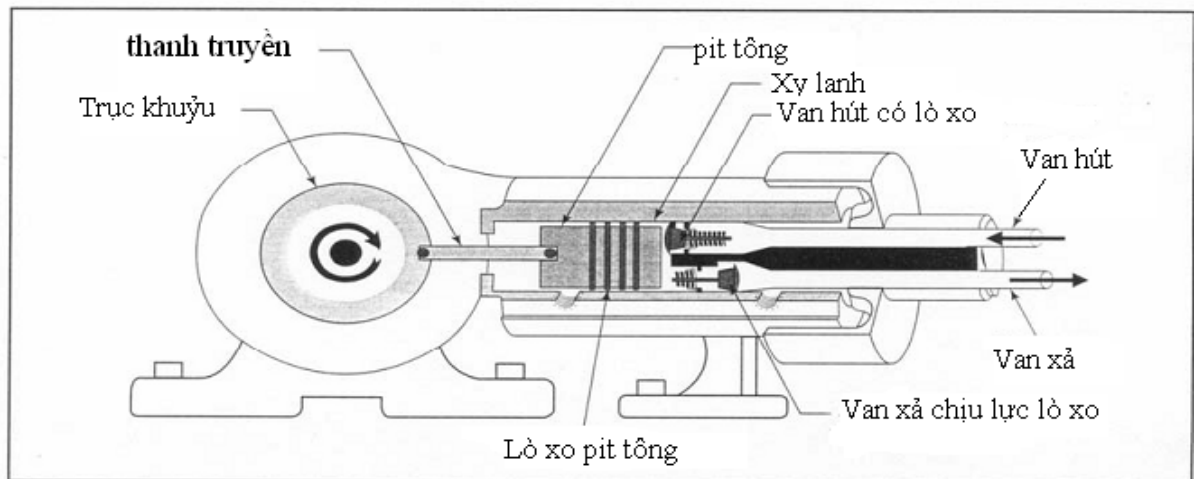
- Máy nén pittông có rất nhiều cấu tạo khác nhau, bốn loại được sử dụng nhiều nhất là: thẳng đứng, nằm ngang, nối tiếp và nằm ngang cân bằng - đối xứng.

- Máy nén pittông trục đứng được sử dụng trong khoảng công suất từ 50 – 150 cfm (foot khối/ phút)

- Máy nén nằm ngang cân bằng đối xứng sử dụng trong khoảng công suất từ 200– 5000 cfm (foot khối/ phút) được sử dụng với nhiều cấp và lên tới 10.000cfm với các thiết kế một cấp.

- Máy nén khí pittông là loại máy nén khí tác động đơn nếu quá trình nén chỉ sử dụng một phía của pittông. Nếu máy nén sử dụng cả 2 phía của pittông là máy nén tác động kép.

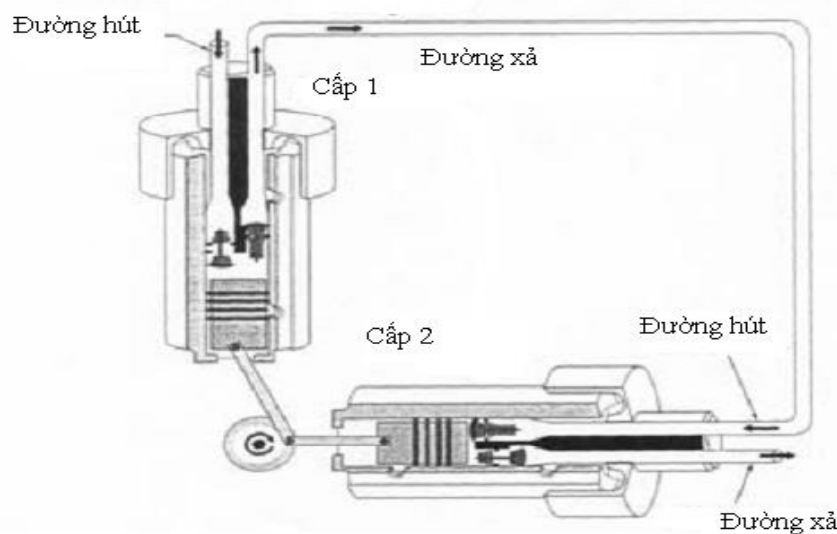
- Máy nén một cấp là máy nén có quá trình thực hiện bằng một xy lanh đơn hoặc một số xy lanh song song (hình 8)



Máy nén chuyển động tịnh tiến

Hình 2.4: Mặt cắt của máy nén pittông

- Rất nhiều ứng dụng yêu cầu vượt quá khả năng thực tế của một cấp nén đơn lẻ. Tỷ số nén quá cao (áp suất đẩy tuyệt đối/ áp suất hút tuyệt đối) có thể làm nhiệt độ của đẩy cao quá mức hoặc gây ra các vấn đề thiết kế khác. Điều này dẫn đến nhu cầu sử dụng máy nén hai hay nhiều cấp cho yêu cầu áp suất cao với nhiệt độ khí cấp (cửa đẩy) thấp hơn ($140^{\circ}\text{C} - 160^{\circ}\text{C}$) so với máy nén một cấp ($205^{\circ}\text{C} - 240^{\circ}\text{C}$).

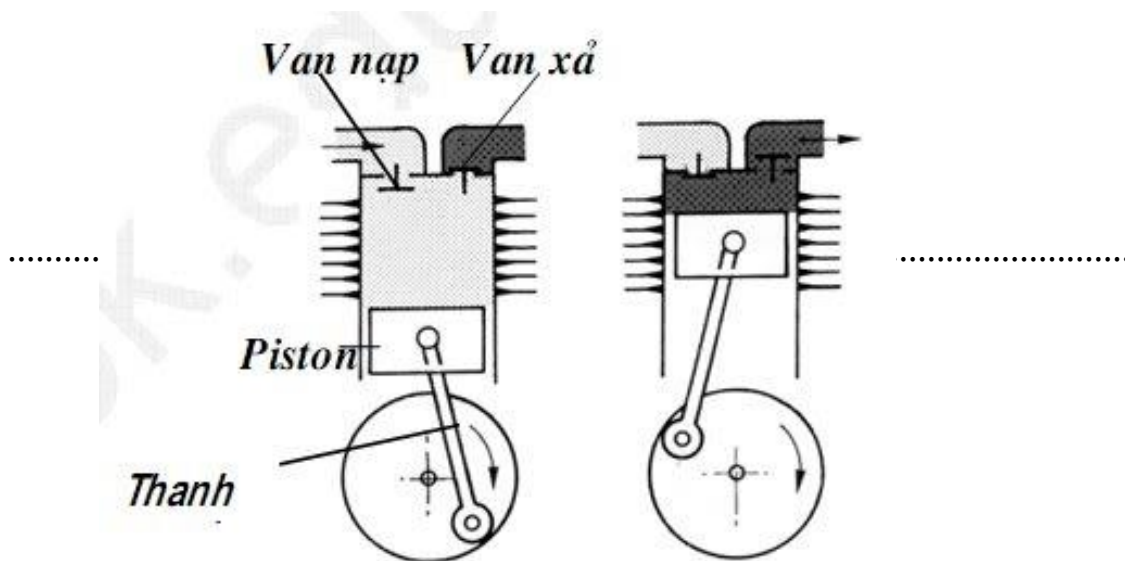


Trong sử dụng thực tế, các nhà máy, xí nghiệp đều dùng máy nén pittong trên 100 mã lực nhiều cấp, trong đó hai hoặc nhiều bước nén được ghép nối tiếp nhau. Không khí thường được làm mát giữa các cấp để giảm nhiệt độ và thể tích khí đưa vào cấp tiếp theo.

Máy nén khí pittông có sẵn ở cả dạng làm mát không khí và làm mát nước, có bôi trơn hoặc không bôi trơn, có thể bán dưới dạng tổng thành trọn gói với dải áp suất và công suất rộng.

b) Nguyên lý hoạt động

..... Nguyên lý hoạt động của máy nén kiểu pittông một cấp (hình 10)



Hình 2.5: Nguyên lý hoạt động của máy nén khí kiểu pittông một cấp