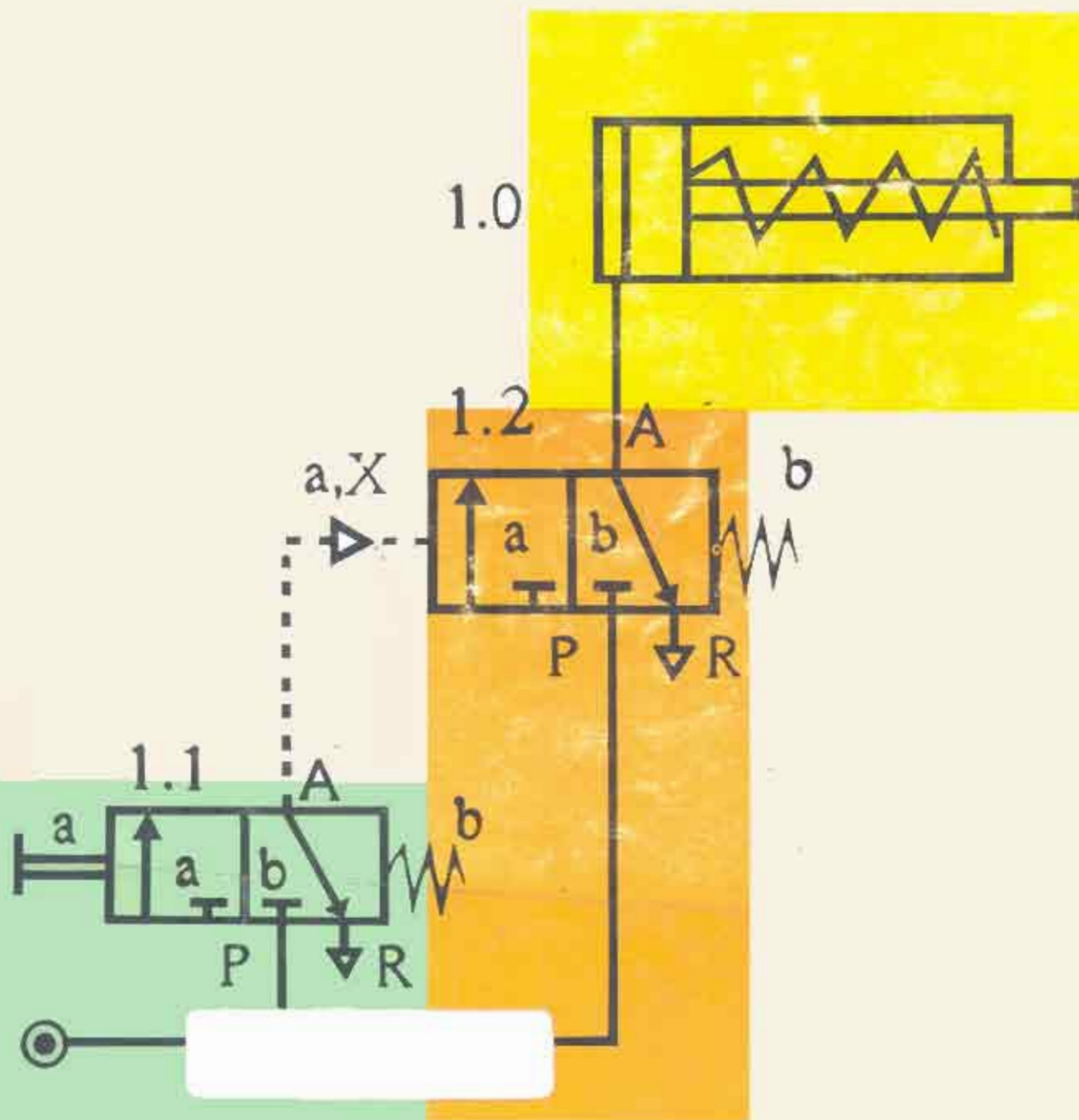


# HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG KHÍ NÉN



**PTS. NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG**

# **HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG KHÍ NÉN**

*( Tái bản lần thứ hai )*

**NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**



## LỜI GIỚI THIỆU

Cùng với nỗ lực của nhiều ngành kỹ thuật trong công cuộc công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, ngành tự động hóa đang tự khẳng định mình trong vai trò nâng cao chất lượng và sản lượng sản xuất của nhiều ngành kinh tế.

Tự động hóa đã mang lại những hiệu quả kinh tế to lớn và đang là đòi hỏi của rất nhiều ngành sản xuất khác nhau.

Cuốn ***Hệ thống điều khiển bằng khí nén*** được tác giả Nguyễn Ngọc Phương biên soạn nhằm cung cấp kiến thức rất cơ bản của một phần trong tổng thể tự động hóa. Bằng kiến thức và ngoại ngữ sẵn có, tác giả đã giới thiệu một cách có hệ thống những vấn đề sử dụng khí nén trong điều khiển tự động, trong việc ứng dụng các thiết bị sẵn có và cơ sở thiết kế các thiết bị điều khiển tự động với khí nén. Với ưu việt của mình, khí nén đang được sử dụng ngày một nhiều vào ngành tự động hóa. Kiến thức mà sách này cung cấp sẽ giúp cho những người quan tâm tìm hiểu, giảng dạy, học tập và áp dụng vào thực tế có được những cơ sở vững chắc khi nghĩ tới điều khiển tự động.

Với nỗ lực của mình, sau một thời gian nghiên cứu, giảng dạy, kế thừa các bậc đàn anh, tu nghiệp ở CHLB Đức, tác giả đã đóng góp một nguồn tài liệu quý giá cho nhiều đối tượng đang quan tâm tới Tự Động Hóa. Hy vọng cuốn sách sẽ đáp ứng được phần nào sự mong mỏi của bạn đọc.

Tháng 2/1998

PGS. NGUYỄN QUANG LỘC



## LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm cuối của thế kỷ 20 và bước sang thế kỷ 21, cùng với sự phát triển nền kinh tế thị trường để hòa nhập với nền kinh tế thế giới, ngành công nghiệp Việt Nam đang thay đổi một cách nhanh chóng. Công nghệ và thiết bị hiện đại dần dần thay thế các công nghệ lạc hậu và thiết bị cũ kỹ. Các thiết bị, công nghệ tiên tiến với các hệ thống điều khiển bằng khí nén, bằng dầu ép, bằng điện – điện tử, bằng máy vi tính đang được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp: các dây chuyền tự động chế biến thực phẩm bia, nước ngọt, dây chuyền tự động chế biến thức ăn gia súc, các máy tự động gia công sản phẩm nhựa, máy công cụ điều khiển theo chương trình số (CNC – Computer-Numerical-Control). Trong các trường Đại học Kỹ thuật, trường Cao đẳng Kỹ thuật và trong các trường Dạy nghề những kiến thức có hệ thống về các hệ thống điều khiển ứng dụng trong thực tế chưa được đề cập nhiều, nhất là hệ thống điều khiển bằng khí nén, điện – khí nén và đó chính là vấn đề mà cuốn sách này sẽ đề cập đến.

Cuốn sách "Hệ thống điều khiển bằng khí nén" được soạn thảo cho các đối tượng sinh viên của các trường Đại học Kỹ thuật, các trường Cao đẳng Kỹ thuật, các kỹ sư và các nhà chuyên môn thuộc lĩnh vực cơ khí chế tạo máy, cơ khí nông nghiệp..., làm cơ sở để thiết kế và vận hành các máy và hệ thống điều khiển bằng khí nén và điện – khí nén. Đồng thời cuốn sách này cũng là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường Dạy nghề để cho học sinh làm quen với các phần tử và các phương pháp điều khiển đơn giản bằng khí nén.

Cuốn sách này được soạn thảo dựa trên tài liệu đã giảng dạy, luận án tốt nghiệp, luận án cao học về lĩnh vực điều khiển hệ thống bằng khí nén ở Trung tâm Đào tạo Việt – Đức, khoa Chế tạo máy trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thủ Đức TP. Hồ Chí Minh, khóa đào tạo Cao học ở khoa Cơ khí – Công nghệ trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh. Phần thí nghiệm các mạch điều khiển được thực hiện ở phòng Thí nghiệm Điều khiển bằng khí nén, điện – khí nén ở Trung tâm Đào tạo Việt – Đức và tại phòng Thí nghiệm khoa Cơ khí trường Đại học Kỹ thuật Dresden – CHLB Đức. Cuốn sách đề cập một cách có hệ thống kiến thức về lĩnh vực khí nén, những khái niệm cơ bản đến các phương pháp điều khiển bằng khí nén mới nhất hiện đang ứng dụng tại CHLB Đức.

Để cuốn sách "Hệ thống điều khiển bằng khí nén" được hoàn thành, tác giả xin cảm ơn hãng FESTO; đặc biệt là ông SIEGFRIED EDER, Trưởng phòng Phát triển hệ thống dạy học bằng khí nén ở hãng HERION CHLB Đức, đã cung cấp tài liệu trong quá trình viết.

Tác giả cảm ơn PTS. Đỗ Đức Túy, Giám đốc Trung tâm Đào tạo Việt – Đức, trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thủ Đức TP. Hồ Chí Minh về các góp ý bổ ích để thực hiện cuốn sách này.

Tác giả cảm ơn hai chuyên gia của CHLB Đức, ông Alois Mailly, Trưởng đoàn chuyên gia và ông Berndt, chuyên gia về cơ khí, hiện làm việc tại Trung tâm Đào tạo Việt – Đức về định hướng để thực hiện cuốn sách.

Tác giả cảm ơn PTS. Nguyễn Tiến Dũng, Trưởng khoa Cơ khí trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thủ Đức TP. Hồ Chí Minh về đóng góp hữu ích cho thực hiện cuốn sách.

Đặc biệt tác giả cảm ơn PGS.PTS. Nguyễn Quang Lộc, Trưởng khoa Cơ khí – Công nghệ trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, đã có những đóng góp cụ thể để sửa đổi và hiệu chỉnh cuốn sách này.

Cuốn sách "Hệ thống điều khiển bằng khí nén" trong quá trình thực hiện, không tránh khỏi thiếu sót, mong độc giả đóng góp ý kiến cho cuốn sách, qua địa chỉ: "Trung tâm Đào tạo Việt – Đức, trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh".

Cuối cùng, tác giả hi vọng, cuốn sách "Hệ thống điều khiển bằng khí nén" sẽ là cơ sở để áp dụng nhanh chóng các kiến thức về điều khiển bằng khí nén vào thực tiễn.

Dresden 10.1.1998

**TÁC GIẢ**

## CHƯƠNG I

# CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ KHÍ NÉN

### I- VÀI NÉT VỀ SỰ PHÁT TRIỂN

Ứng dụng *khí nén* đã có từ thời trước Công nguyên. Ví dụ : nhà triết học người Hi Lạp *Ktesibios* (năm 140, trước Công nguyên) và học trò của ông là *Heron* (năm 100, trước Công nguyên) đã chế tạo ra thiết bị bắn tên hay ném đá (hình 1.1). Dây cung được căng bằng áp suất khí trong 2 xilanh thông qua 2 đòn bẩy nối với 2 pittông của 2 xilanh đó.

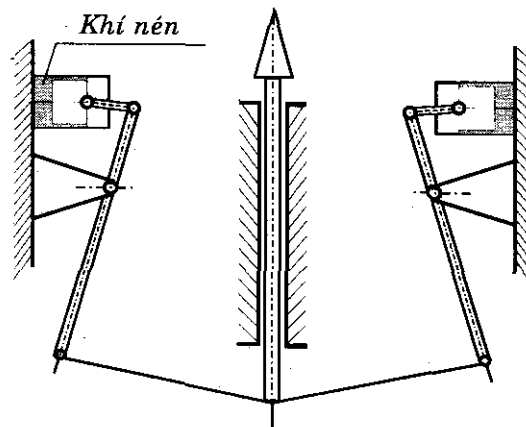
Khi buồng dây cung ra, áp suất của không khí nén giãn ra, tăng vận tốc bay của mũi tên. Sau đó một số phát minh sáng chế của *Ktesibios* và *Heron*, như : thiết bị đóng, mở cửa bằng khí nén; bơm; súng phun lửa được ứng dụng. Khái niệm "*Pneumatica*" cũng được dùng trong thập kỉ này.

Tuy nhiên sự phát triển của khoa học kĩ thuật thời đó không đồng bộ, nhất là sự kết hợp các kiến thức về cơ học, vật lí, vật liệu... còn thiếu, cho nên phạm vi ứng dụng của khí nén còn rất hạn chế.

Mãi cho đến thế kỷ 17, nhà kĩ sư chế tạo người Đức *Otto von Guericke* (1602–1686), nhà toán học và triết học người Pháp *Blaise Pascal* (1623–1662), cũng như nhà vật lí người Pháp *Denis Papin* (1647–1712) đã xây dựng nên nền tảng cơ bản ứng dụng khí nén.

Trong thế kỷ 19, các máy móc thiết bị sử dụng năng lượng khí nén lần lượt được phát minh, như: thư vận chuyển trong ống bằng khí nén (1835) của *Josef Ritter* (Austria), phanh bằng khí nén (1880), búa tán đinh bằng khí nén (1861). Trong lĩnh vực xây dựng đường hầm xuyên dãy núi Alps ở Thụy Sĩ (1857) lần đầu tiên người ta sử dụng khí nén với công suất lớn. Vào những năm 70 của thế kỷ 19 xuất hiện ở Pari một trung tâm sử dụng năng lượng khí nén lớn với công suất 7350kW. Khí nén được vận chuyển tới nơi tiêu thụ trong đường ống với đường kính 500 mm và dài nhiều km. Tại đó khí nén được nung nóng lên 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



Hình 1.1 Thiết bị bắn tên



khí nén bị giảm dần. Tuy nhiên việc sử dụng năng lượng bằng 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 bằng khí nén ở những thiết bị, như búa hơi, dụng cụ đập, tán đinh... và nhiều nhất là các dụng cụ, đồ gá kẹp chặt trong các máy.

Thời gian sau chiến tranh Thế giới thứ 2, việc ứng dụng năng lượng bằng khí nén trong kĩ thuật điều khiển phát triển khá mạnh mẽ. Với những dụng cụ, thiết bị, phần tử khí nén mới được sáng chế và được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau, sự kết hợp khí nén với điện-điện tử là nhân tố quyết định cho sự phát triển của kĩ 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)

## **II- KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CỦA KHÍ NÉN**

### **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 này, là thời gian phát triển mạnh mẽ của giai đoạn tự động hóa quá trình sản xuất ; kĩ thuật điều khiển bằng khí nén được phát triển rộng rãi và đa dạng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Chỉ riêng ở Cộng hòa Liên bang Đức đã có 60 hãng chuyên sản xuất các phần tử điều khiển bằng khí nén.

Hệ thống điều khiển bằng khí nén được sử dụng ở những lĩnh vực mà ở đó nguy hiểm, hay xảy ra các vụ nổ, như các thiết bị phun sơn; các loại đồ gá kẹp các 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 rất 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.

### **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**

Truyền động động cơ quay với công suất lớn bằng năng lượng khí nén giá thành rất cao. Nếu so sánh giá thành tiêu thụ điện của một động cơ quay bằng năng lượng khí nén và một động cơ điện có cùng một công suất, thì giá thành tiêu thụ điện của một động cơ quay bằng năng lượng khí nén cao hơn 10 đến 15 lần so với động cơ điện. Nhưng ngược lại thể tích và trọng lượng nhỏ hơn 30% so với động cơ điện có cùng công suất.

Những dụng cụ vặn vít từ M4 đến M300; máy khoan, công suất khoảng 3,5 kW; máy mài, công suất khoảng 2,5 kW, 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 áp suất khí nén cho chuyển động thẳng trong các dụng cụ, đồ gá kẹp chặt 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 của ô tô.

### **- Trong các hệ thống đo và kiểm tra.**

Dùng trong các thiết bị đo và kiểm tra chất lượng sản phẩm.

## **III- ƯU, NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG BẰNG KHÍ NÉN**

### **1. Ưu điểm**

- Do khả năng chịu nén (đàn hồi) lớn của không khí, cho nên có thể tích chứa khí nén một cách thuận lợi. Như vậy có khả năng ứng dụng để thành lập một trạm tích chứa khí nén.

- Có khả năng truyền tải năng lượng xa, bởi vì độ nhớt động học của khí nén nhỏ và tổn thất áp suất trên đường dẫn ít.

- Đường dẫn khí nén ra (thải ra) không cần thiết (ra ngoài không khí).

- Chi phí thấp để thiết lập một hệ thống truyền động bằng khí nén, bởi vì phần lớn trong các xí nghiệp hệ thống đường dẫn khí nén đã có sẵn.

- Hệ thống phòng ngừa quá áp suất giới hạn được đảm bảo.

### **2. Nhược điểm**

- Lực truyền tải trọng thấp.

- Khi tải trọng trong hệ thống thay đổi, thì vận tốc truyền cũng thay đổi, bởi 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 nên tiếng ồn.

Hiện nay, trong lĩnh vực điều khiển, người ta thường kết hợp hệ thống điều khiển bằng khí nén với cơ, hoặc với điện, điện tử. Cho nên rất khó xác định một cách chính xác, rõ ràng ưu, nhược điểm của từng hệ thống điều khiển.

Tuy nhiên có thể so sánh một số khía cạnh, đặc tính của truyền động bằng khí nén đối với truyền động bằng cơ, bằng điện.

## **IV- MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG BẰNG KHÍ NÉN**

*Kí hiệu: (+), (=), (-), có nghĩa là: thích hợp hơn/bằng/ít hơn so với truyền động bằng khí nén.*

### **1. Độ an toàn khi quá tải**

Khi hệ thống đạt được áp suất làm việc tới hạn, thì truyền động vẫn an toàn, không có sự cố, hư hỏng xảy ra.

*Truyền động điện-cơ (-), truyền động bằng thủy lực (=), truyền động bằng cơ (-).*