

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TP.HCM**

----- oOo -----

**LÊ HỮU CƯỜNG**

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG KHÍ  
NÉN ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ 6NVD36-1 TRONG  
PHÒNG THỰC HÀNH MÁY TÀU THỦY**

**CHUYÊN NGÀNH: KHAI THÁC BẢO TRÌ TÀU THỦY**

**MÃ SỐ: 60520116**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GTVT TP.HCM

**THƯ VIỆN**

1576

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. LÊ VĂN VANG**

**TP. HCM 07-2016**

**LUẬN VĂN ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

Cán bộ hướng dẫn khoa học: TS. Lê Văn Vang



Cán bộ chấm nhận xét 1: PGS, TS. Phan Văn Quân

Cán bộ chấm nhận xét 2: TS. Nguyễn Sơn Trà

Luận văn thạc sĩ được bảo vệ tại Trường Đại học Giao thông vận tải Tp. HCM  
ngày 20 tháng 08 năm 2016

Thành phần Hội đồng đánh giá luận văn thạc sĩ gồm:

1.	TS. Ngô Duy Nam	Chủ tịch Hội đồng;
2.	PGS, TS. Phan Văn Quân	Ủy viên, phản biện;
3.	TS. Nguyễn Sơn Trà	Ủy viên, phản biện;
4.	TS. Nguyễn Duy Trinh	Ủy viên, thư ký;
5.	PGS, TS. Bùi Xuân Lâm	Ủy viên.

Xác nhận của Chủ tịch Hội đồng đánh giá luận văn và Trưởng Khoa quản lý chuyên ngành sau khi luận văn đã được sửa chữa.

**CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG**



TS. Ngô Duy Nam

**TRƯỞNG KHOA MÁY TÀU THỦY**



TS. Lê Văn Vang

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn khoa học của Tiến sĩ Lê Văn Vang. Ngoài các nội dung tham khảo trong tài liệu đã được liệt kê trong phần “Tài liệu tham khảo”, các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

*Tác giả luận văn*



LÊ HỮU CƯỜNG

## LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến thầy hướng dẫn TS. Lê Văn Vang, người đã tận tình hướng dẫn về phương pháp và nội dung nghiên cứu trong quá trình thực hiện luận văn. Nhân dịp này, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn đến các thầy cô Khoa Máy tàu thủy đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ tác giả trong quá trình học tập tại trường Đại học Giao thông Vận tải Tp. Hồ Chí Minh cũng như trong quá trình làm luận văn.

Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến tất cả người thân, bạn bè và đồng nghiệp đã động viên, giúp đỡ tác giả trong quá trình học tập cũng như trong quá trình làm luận văn.

Do thời gian có hạn, kiến thức và kinh nghiệm còn hạn chế nên luận án không tránh khỏi có những thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý của các thầy cô, chuyên gia, bạn bè và đồng nghiệp để luận án được hoàn thiện hơn.

## MỤC LỤC

DANH MỤC BẢNG .....	vi
DANH MỤC HÌNH .....	vii
MỞ ĐẦU .....	1
1.    Tính bức thiết của đề tài.....	1
2.    Mục đích của đề tài .....	2
3.    Đối tượng nghiên cứu của đề tài .....	3
4.    Phương pháp nghiên cứu của đề tài .....	3
5.    Cấu trúc của đề tài.....	3
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG KHÍ NÉN DÙNG TRÊN TÀU THỦY .....	4
1.1.    Tổng quan về hệ thống khí nén dùng trên tàu thủy.....	4
1.1.1    Ưu nhược điểm của hệ truyền động bằng khí nén .....	4
1.1.2    Đặc điểm của hệ thống khí nén .....	5
1.1.3    Cấu trúc của hệ thống khí nén.....	5
1.2.    Các loại máy nén khí dùng trên tàu thủy .....	6
1.2.1    Máy nén khí dạng piston.....	6
1.2.2    Máy nén khí trục vít.....	8
1.2.3    Máy nén khí ly tâm .....	9
1.3.    Các thông số làm việc của máy nén.....	11
1.3.1    Tỉ số nén của máy nén.....	11
1.3.2    Công nén của quá trình nén khí .....	11
1.3.3    Công nén trong quá trình nén máy nén hai cấp .....	13
1.3.4    Lưu lượng thể tích của máy nén.....	13
1.3.5    Công suất của máy nén .....	14
1.3.6    Hiệu suất của máy nén .....	14
Chương 2. XÂY DỰNG CƠ SỞ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG KHÍ NÉN.....	16
2.1.    Các phương pháp và yêu cầu của hệ thống khởi động bằng gió nén.....	16
2.1.1    Các phương pháp khởi động động cơ bằng gió nén .....	16

2.1.2	Yêu cầu của hệ thống khởi động bằng gió nén .....	16
2.2.	Phân loại hệ thống khí nén khởi động động cơ.....	18
2.2.1	Hệ thống khởi động trực tiếp bằng không khí nén .....	19
2.2.2	Hệ thống khởi động gián tiếp bằng khí nén .....	20
2.3.	Các thiết bị chính trong hệ thống khí khởi động động cơ.....	21
2.3.1	Sơ đồ nguyên lý hệ thống khởi động động cơ .....	21
2.3.2	Đĩa chia gió khởi động .....	22
2.3.3	Van khởi động chính.....	23
2.3.4	Van khởi động trên xilanh động cơ.....	26
2.3.5	Tay trang khởi động .....	26
2.3.6	Chai gió .....	28
2.3.7	Van quay chậm.....	28
2.3.8	Van an toàn .....	28
2.3.9	Van giảm áp .....	29
2.3.10	Rơ le áp suất.....	29
2.3.11	Van một chiều .....	30
<b>Chương 3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG KHÍ NÉN ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ 6NVD36</b>		
<b>TRONG PHÒNG THỰC HÀNH MÁY TÀU THÙY .....</b>		
3.1.	Động cơ diesel 6NVD36 trong phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy .....	31
3.1.1	Thông số kỹ thuật của động cơ .....	31
3.1.2	Các chi tiết chính của động cơ 6NVD36 .....	31
3.2.	Khảo sát hệ thống khởi động hiện tại của động cơ 6NVD36 .....	37
3.2.1	Van khởi động chính.....	38
3.2.2	Đĩa chia gió kiểu cam.....	39
3.2.3	Suppap khởi động trên nắp xylanh động cơ.....	39
3.2.4	Van khởi động tại đầu máy .....	40
3.2.5	Chai gió .....	41
3.3.	Thiết kế hệ thống điều khiển từ xa động cơ diesel 6NVD36.....	41
3.3.1	Sơ đồ hệ thống khởi động từ xa máy 6NVD36 .....	42

3.3.2	Tính chọn áp suất làm việc trong hệ thống .....	44
3.3.3	Tính toán tổn thất áp suất.....	44
3.3.4	Lựa chọn các thiết bị cho hệ thống .....	51
3.4.	Mô phỏng hệ thống .....	58
3.4.1.	Giới thiệu chung về phần mềm .....	58
3.4.2.	Mô phỏng hệ thống khí nén điều khiển động cơ 6NVD trong phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy.....	61
3.5.	Quy trình lắp ráp, chạy thử và kiểm nghiệm.....	64
3.5.1	Quy trình lắp ráp hệ thống điều khiển .....	64
3.5.2	Thử hệ thống sau chế tạo .....	66
3.5.3	Đánh giá hoạt động của hệ thống.....	67
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN .....		68
	Kết luận .....	68
	Hướng phát triển.....	68
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO .....		69

**DANH MỤC BẢNG**

Bảng 1.	Bảng tra độ nhẵn và độ nhám bề mặt của ống .....	46
Bảng 2.	Bảng tra hệ số cản $\xi_a$ và $\xi_d$ của ống dẫn khí phân dòng .....	48
Bảng 3.	Bảng tra hệ số cản $\xi_a$ và $\xi_d$ của ống dẫn khí hợp dòng .....	49

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1.	Phân loại máy nén khí.....	6
Hình 1.2.	Máy nén khí dạng piston.....	7
Hình 1.3.	Máy nén khí trục vít.....	8
Hình 1.4.	Máy nén khí ly tâm một cấp.....	9
Hình 1.5.	Máy nén ly tâm nhiều cấp.....	10
Hình 1.6.	Đồ thị T-S của máy nén khí.....	12
Hình 1.7.	Đồ thị T-S và p-v của máy nén hai cấp có làm mát trung gian.....	13
Hình 2.1.	Hệ thống khởi động trực tiếp.....	19
Hình 2.2.	Hệ thống khởi động gián tiếp.....	20
Hình 2.3.	Hệ thống khởi động dùng gió nén động cơ thấp tốc.....	21
Hình 2.4.	Đĩa chia gió khởi động.....	22
Hình 2.5.	Nguyên lý bộ chia gió khởi động kiểu trục cam.....	23
Hình 2.6.	Sơ đồ nguyên lý van khởi động chính.....	24
Hình 2.7.	Van khởi động chính của động cơ 6RTA58 của hãng Sulzer.....	25
Hình 2.8.	Van khởi động trên xilanh (Cylinder starting valve).....	26
Hình 2.9.	Sơ đồ nguyên lý tay trang khởi động dùng gió nén.....	27
Hình 2.10.	Tay trang khởi động của động cơ 6RTA58 của hãng Sulzer.....	27
Hình 2.11.	Van an toàn.....	28
Hình 2.12.	Van giảm áp.....	29
Hình 2.13.	Rơ le áp suất.....	29
Hình 2.14.	Van một chiều.....	30
Hình 3.1.	Nắp xilanh động cơ 6NVD36.....	32
Hình 3.2.	Mặt cắt động cơ 6NVD36.....	33
Hình 3.3.	Bộ máy của động cơ 6NVD36.....	34
Hình 3.4.	Piston – thanh truyền của động cơ 6NVD36.....	34

Hình 3.5.	Trục khuỷu của động cơ 6NVD36.....	37
Hình 3.6.	Hệ thống khí nén khởi động động cơ 6NVD36.....	37
Hình 3.7.	Van khởi động chính.....	38
Hình 3.8.	Đĩa chia gió khởi động kiểu trục cam.....	39
Hình 3.9.	Van khởi động trên nắp xy lanh.....	40
Hình 3.10.	Van khởi động của động cơ 6NVD36.....	41
Hình 3.11.	Chai gió khởi động.....	41
Hình 3.12.	Hệ thống điều khiển từ xa máy chính 6NVD36.....	43
Hình 3.13.	Tiết diện ống gãy khúc.....	45
Hình 3.14.	Tiết diện ống cong.....	46
Hình 3.15.	Đường ống phân nhánh.....	47
Hình 3.16.	Đường ống dẫn khí hợp dòng.....	48
Hình 3.17.	Tổn thất áp suất tính theo chiều dài ống dẫn tương đương.....	51
Hình 3.18.	Bàn điều khiển máy chính.....	52
Hình 3.19.	Van giảm áp.....	52
Hình 3.20.	Van chuyển vị trí điều khiển.....	53
Hình 3.21.	Van khởi động động cơ từ xa.....	54
Hình 3.22.	Van dừng động cơ từ xa.....	55
Hình 3.23.	Xylanh gió.....	56
Hình 3.24.	Sơ đồ làm việc của bộ điều tốc UG8L.....	57
Hình 3.25.	Van chặn.....	58
Hình 3.26.	Dao diện của Festo FluidSIM.....	59
Hình 3.27.	Không gian làm việc của phần mềm.....	59
Hình 3.28.	Gắp các phần tử trong thư viện ra không gian làm việc để làm việc.....	60
Hình 3.29.	Các cửa kết nối của van 2/3.....	60
Hình 3.30.	Cài đặt lại van 2/3.....	61

Hình 3.31. Sơ đồ hệ thống sau khi kết nối tất cả các phần tử .....	63
Hình 3.32. Chạy mô phỏng hệ thống trên phần mềm.....	64
Hình 3.33. Mô phỏng hệ thống trên phần mềm Festo Fluidsim.....	64
Hình 3.26. Lắp đặt các thiết bị cho hệ thống .....	65
Hình 3.27. Lắp đặt bàn điều khiển.....	65
Hình 3.28. Đi đường ống kết nối hệ thống .....	66
Hình 3.29. Thử hoạt động cho hệ thống .....	66

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính bức thiết của đề tài

Những năm qua, với sự phát triển nhanh chóng của ngành đóng tàu trong nước đã bổ sung một loạt các tàu mới đa dạng về chủng loại và tải trọng. Các đội tàu trong nước đã có sự phát triển mạnh mẽ cả về mặt số lượng cũng như chất lượng. Sự hiện đại hóa trong các đội tàu phát triển rất nhanh với những ứng dụng khoa học kỹ thuật được đưa vào như các hệ thống tự động, hệ thống điều khiển từ xa và hàng loạt các ứng dụng tiên tiến khác. Tuy nhiên, không những hệ thống điều khiển từ xa (ĐKTX) cho động cơ diesel chính mà hầu hết các trang thiết bị lắp đặt trên tàu vẫn phải nhập khẩu với một số đặc điểm sau:

- Giá thành cao
- Sửa chữa, bảo dưỡng phức tạp cần chuyên gia của hãng
- Phụ tùng thay thế ít, không chủ động được nguồn vật tư.
- Trước đây tại phòng thực hành việc khởi động máy chính trực tiếp bằng tay trang đơn giản đã lỗi thời, không phù hợp với xu hướng phát triển hiện nay của ngành công nghiệp tàu thủy.
- Giúp cho sinh viên tiếp cận và quen dần với thiết bị điều khiển tự động từ xa và hiện đại.

Trong quá trình phát triển, việc điều khiển từ xa động cơ diesel có một số phương thức: Hệ thống điều khiển từ xa bằng cơ khí; Hệ thống điều khiển từ xa bằng điện và điện tử; Hệ thống điều khiển cơ – khí nén – thủy lực và hệ thống điều khiển điện – khí nén – thủy lực. Tuy nhiên, ngày nay phương thức truyền động cơ – khí nén – thủy lực và điện – khí nén – thủy lực được sử dụng phổ biến trên các tàu.

Qua nghiên cứu, nhóm nghiên cứu nhận thấy rằng: hệ thống điều khiển cơ – khí nén có độ bền và khả năng làm việc an toàn hơn so với hệ thống điều khiển điện – khí nén. Tuy nhiên, trong các hệ thống điều khiển từ xa, thì hệ thống điều khiển điện – khí nén được thiết kế và chế tạo đơn giản hơn, và có thể lắp đặt trạm điều khiển ở nhiều vị trí thuận lợi hơn. Đặc biệt trong hệ thống tự động điều khiển từ xa, thì việc thiết kế và chế tạo hệ thống điều

khí nén là hết sức phức tạp. Trong khi đó, hệ thống tự động điều khiển từ xa điện khí nén được chế tạo tương đối thuận tiện trong điều kiện kỹ thuật Việt Nam.

Với những ứng dụng rộng rãi và tầm quan trọng của động cơ diesel trong ngành vận tải thủy cùng với sự phát triển mạnh mẽ của tự động hóa nên nhóm nghiên cứu chọn đề tài “Xây dựng mô hình hệ thống khí nén điều khiển cho phòng thực hành máy tàu thủy” nhằm hiện đại hóa, tự động hóa quá trình điều khiển cho động cơ diesel, phù hợp với nhu cầu thực tế trong việc giảng dạy của giảng viên và thực hành cho sinh viên. Giúp sinh viên tiếp cận được với các công nghệ tự động, hiện đại phù hợp với nhu cầu thị trường và xu thế phát triển của ngành công nghiệp tàu thủy hiện nay.

## **2. Mục đích của đề tài**

Sử dụng hệ thống điều khiển điện – khí nén để xây dựng mô hình hệ thống điều khiển cho động cơ 6NVD36 tại phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy nhằm mục đích như sau:

- Cải tạo, nâng cấp lại hệ thống khởi động cho động cơ 6NVD36
- Hiện đại hóa quá trình điều khiển động cơ diesel
- Đưa hệ thống vào làm việc trên động cơ 6NVD36
- Đảm bảo hệ thống điều khiển làm việc ổn định và an toàn
- Giúp sinh viên tiếp cận được với các công nghệ, hệ thống điều khiển từ xa, thiết bị hiện đại kích thích sự ham học, trí sáng tạo của sinh viên.
- Phù hợp với các yêu cầu dạy và học của trường Đại học giao thông vận tải Thành Phố Hồ Chí Minh.
- Áp dụng rộng rãi kết quả nghiên cứu trong thực tế đáp ứng nhu cầu thị trường và ngành công nghiệp tàu thủy hiện nay.

### **3. Đối tượng nghiên cứu của đề tài**

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là hệ thống điều khiển điện – khí nén, động cơ diesel 6NVD36 và các hệ thống phục cho động cơ trong phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy – Trường Đại học Giao thông vận tải TPHCM.

### **4. Phương pháp nghiên cứu của đề tài**

Đề tài nghiên cứu thực nghiệm trên động cơ diesel 6NVD36 trong phòng thực hành máy tàu thủy. Sau khi tính toán và chọn lọc nhóm nghiên cứu quyết định chọn các bước thực hiện đề tài theo trình tự như sau:

- Nghiên cứu sự làm việc của động cơ diesel 6NVD36 tại phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy
- Chọn phương án điều khiển từ xa thay thế cho hệ thống điều khiển đơn giản và lỗi thời trên động cơ diesel 6NVD36.
- Xây dựng hệ thống điều khiển bằng khí nén cho động cơ diesel 6NVD36 trong phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy.

### **5. Cấu trúc của đề tài**

- Phần mở đầu
- Chương 1. Tổng quan các loại máy nén khí dùng trên tàu thủy
- Chương 2. Xây dựng cơ sở tính toán thiết kế hệ thống khí nén
- Chương 3. Thiết kế hệ thống khí nén điều khiển động cơ 6NVD36 trong phòng thực hành máy tàu thủy
- Kết luận và kiến nghị

# **Chương 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG KHÍ NÉN DÙNG TRÊN TÀU THỦY**

## **1.1. Tổng quan về hệ thống khí nén dùng trên tàu thủy**

Truyền động và điều khiển bằng khí nén đang ngày càng trở lên phổ biến và được sử dụng rộng rãi trên tàu thủy. Khí nén được sử dụng trên tàu thủy để đóng mở van trong hệ thống ballast, một số xi-lanh lực để dùng động cơ diesel, một vài loại động cơ khí nén để khởi động động cơ diesel.

Ngoài ra, các hệ thống điều khiển động cơ diesel thì vẫn còn dùng đến khí nén. Các chức năng chính của các hệ thống này là điều khiển khởi động, đảo chiều, tăng giảm tốc độ, dừng, bảo vệ động cơ, thay đổi bước chân vịt, hãm động cơ.

### **1.1.1 Ưu nhược điểm của hệ truyền động bằng khí nén**

#### **1.1.1.1. Ưu điểm**

- Chất khí sau khi sử dụng thải trực tiếp ra môi trường không cần thiết phải thu hồi.
- Tính đồng nhất năng lượng giữa phần điều khiển và chấp hành nên bảo dưỡng, sửa chữa, tổ chức kỹ thuật đơn giản, thuận tiện.
- Khả năng quá tải lớn của động cơ khí, độ tin cậy khá cao ít trục trặc kỹ thuật, tuổi thọ lớn.
- Không khí có khả năng chịu nén nên có thể nén và chứa trong bình chứa với áp suất cao.
- Có khả năng truyền tải năng lượng xa, bởi vì độ nhớt động học khí nén nhỏ và tổn thất áp suất trên đường dẫn ít.
- Do trọng lượng của các phần tử trong hệ thống điều khiển bằng khí nén nhỏ, hơn nữa khả năng giãn nở của áp suất khí lớn, nên truyền động có thể đạt được vận tốc lớn

### **1.1.1.2. Nhược điểm**

- Khí điều khiển phải qua quá trình xử lý phức tạp, thời gian đáp ứng chậm so với điện tử.
- Khi tải trọng thay đổi thì vận tốc truyền động luôn có xu hướng thay đổi do khả năng đàn hồi của khí nén khá lớn, vì vậy khả năng duy trì chuyển động thẳng đều hoặc quay đều thường là khó thực hiện.
- Dòng khí nén thoát ra ở đường dẫn gây tiếng ồn

### **1.1.2 Đặc điểm của hệ thống khí nén**

Hệ thống khí nén có những đặc điểm sau:

- 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.
- Sự truyền tải năng lượng: Tồn thất áp suất và giá đầu tư cho hệ thống truyền tải bằng khí nén tương đối thấp.
- Tuổi thọ và bảo dưỡng: Hệ thống đòi hỏi rất cao vấn đề lọc chất bẩn của áp suất không khí trong hệ thống.
- Vận tốc truyền động: Do trọng lượng của các phần tử trong hệ thống điều khiển bằng khí nén nhỏ, hơn nữa khả năng giãn nở của áp suất khí lớn, nên truyền động có thể đạt được vận tốc rất lớn.
- Khả năng điều chỉnh lưu lượng dòng và áp suất: Truyền động bằng khí nén có khả năng điều chỉnh lưu lượng và áp suất một cách đơn giản. Tuy nhiên khi tải trọng thay đổi thì vận tốc bị thay đổi.

### **1.1.3 Cấu trúc của hệ thống khí nén**

Hệ thống khí nén thường bao gồm các khối thiết bị chính như sau:

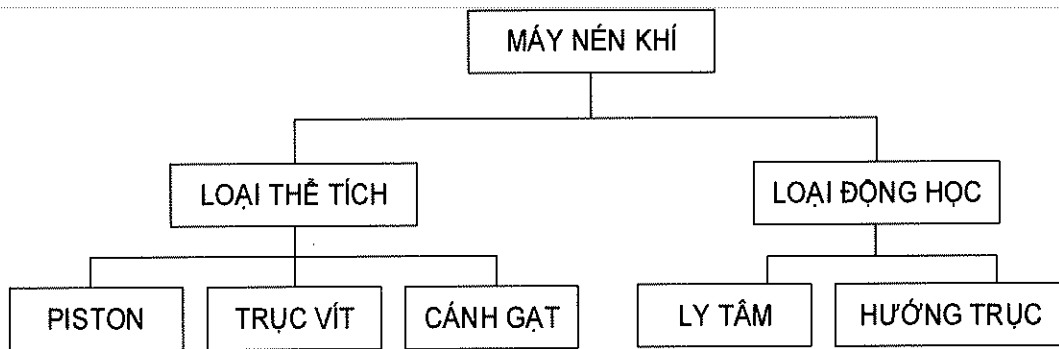
- Trạm nguồn gồm: Máy nén khí, bình tích áp, các thiết bị an toàn, các thiết bị xử lý khí nén (lọc bụi, lọc hơi nước, sấy khô...), ...

- Khối điều khiển gồm: các phần tử xử lý tín hiệu điều khiển và các phần tử điều khiển đảo chiều cơ cấu chấp hành.
- Khối các thiết bị chấp hành: Xilanh, động cơ khí nén, giác hút...

## 1.2. Các loại máy nén khí dùng trên tàu thủy

Máy nén khí dùng để tăng áp suất cho không khí có sẵn, rồi nạp vào bình chứa gió nén. Đây là thiết bị quan trọng nhất đối với hệ thống khí nén, bởi vì máy nén khí trực tiếp sản sinh ra khí nén để cung cấp tới các thiết bị và các vị trí có nhu cầu sử dụng khí nén.

Ứng dụng của máy nén khí được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau. Cho đến ngày nay máy nén khí được phổ biến khá rộng rãi không những trong sản xuất mà còn được sử dụng trong sinh hoạt hàng ngày bởi tiện ích thiết thực mà nó mang lại trong hoạt động hàng ngày của chúng ta. Tùy vào mục đích sử dụng và công suất, tính năng của từng loại máy nén khí, mà nó được chia ra thành một số tên gọi với thiết kế, cho từng mục đích sử dụng khác nhau.



Hình 1.1. Phân loại máy nén khí

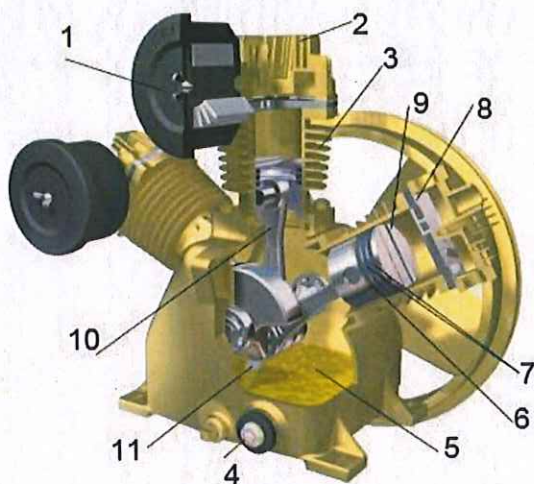
Thông thường trên tàu thủy người ta hay dùng các máy nén thể tích như máy nén piston, máy nén trục vít. Có rơ-le áp suất để điều khiển hoạt động đóng – ngắt máy nén. Khi không khí được nén đến áp suất cao thì âm trong không khí ngưng tụ ở nhiệt độ cao gần nhiệt độ môi trường, vậy cần có thiết bị điều khiển tự động van xả nước ngưng.

### 1.2.1 Máy nén khí dạng piston

Máy nén pittông được sử dụng rộng rãi cho cả nén khí và làm lạnh. Máy nén khí Piston hay còn gọi là máy nén khí chuyển động tịnh tiến sử dụng piston điều khiển bằng

tay quay. Có thể đặt cố định hoặc di chuyển được, có thể sử dụng riêng biệt hoặc tổ hợp. Chúng có thể được điều khiển bằng động cơ điện hoặc động cơ Diesel.

Máy nén khí pittông là máy nén tác động đơn nếu quá trình nén chỉ sử dụng một phía của pittông. Nếu máy nén sử dụng cả hai phía pittông thì đó là máy nén tác động kép.



Hình 1.2. Máy nén khí dạng piston

- |                  |                  |                          |
|------------------|------------------|--------------------------|
| 1. Lọc gió       | 2. Nắp xy lanh   | 3. Sơ mi xy lanh máy nén |
| 4. Kính nhìn dầu | 5. Cacte máy nén | 6. Sec măng dầu          |
| 7. Sec măng khí  | 8. Clape máy nén | 9. Piston máy nén        |
| 10. Thanh truyền | 11. Trục khuỷu   |                          |

Máy nén khí kiểu piston có các bộ phận chính như: Trục khuỷu, thanh truyền, piston, xy lanh, van hút và đẩy. Áp dụng cho những trường hợp cần lưu lượng nhỏ từ khoảng vài lít/phút đến khoảng 1,6 m<sup>3</sup>/phút tùy từng hãng sản xuất. Công suất trong khoảng từ 1 HP – 20 HP.

- Khi piston cấp 1 đi xuống, thể tích phần không gian phía trên piston lớn dần, áp suất P giảm xuống van nạp mở ra không khí được nạp vào phía trên piston
- Khi piston cấp 1 đi lên làm cho V phía trên piston nhỏ dần. P tăng, van xả mở ra, khí nén phía trên piston được nén và đẩy tới máy nén cấp 2. Đồng thời khi đó piston cấp 2 hành trình đi xuống làm thể tích tăng, P giảm van hút mở ra để hút khí từ máy nén cấp 1.

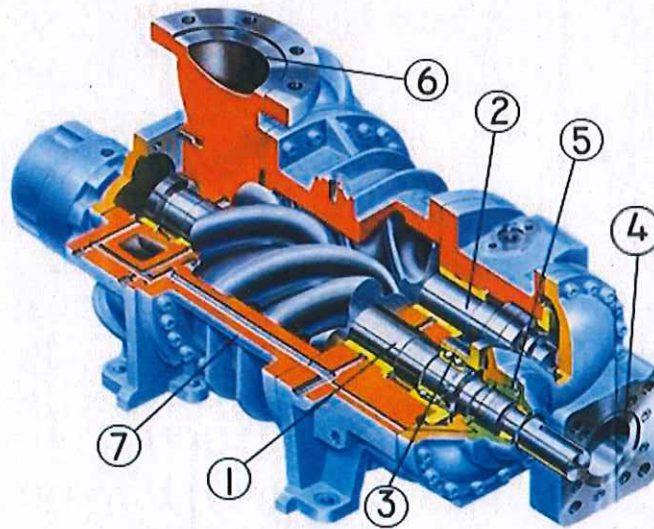
- Sau đó, khi piston cấp 2 đi lên làm thể tích V piston giảm, P tăng van xả mở ra, khí theo đường ống qua bình chứa.
- Cứ như vậy máy nén khí piston hoạt động để cung cấp khí nén.

### 1.2.2 Máy nén khí trục vít

Máy nén khí trục vít có khoảng năm 1950 và đã chiếm lĩnh một thị trường lớn trong lĩnh vực khí nén. Loại máy nén khí này có một vỏ đặt biệt bao bọc quanh hai trục vít quay, 1 lõi một lỗm. Các răng của hai trục vít ăn khớp với nhau và số răng trục vít lõi ít hơn trục vít lỗm 1 đến 2 răng. Hai trục vít phải quay đồng bộ với nhau, giữa các trục vít và vỏ bọc có khe hở rất nhỏ.

Máy nén khí sử dụng chuyển động tròn của trục vít sử dụng puli được nối vào 02 trục vít ép khí vào trong thể tích nhỏ hơn. Chúng được sử dụng trong các ngành sản xuất công nghiệp, có thể là loại cố định hoặc di động.

Công suất của máy nén khí loại này dao động từ 5HP đến 500HP, từ áp suất thấp cho đến áp suất cao (8,5Mpa).



Hình 1.3. Máy nén khí trục vít

- |                   |                         |            |
|-------------------|-------------------------|------------|
| 1. Trục chủ động  | 2. Trục bị động         | 3. Bạc đạn |
| 4. Cửa đẩy        | 5. Hộp làm kín đầu trục | 6. Cửa hút |
| 7. Vỏ máy nén khí |                         |            |

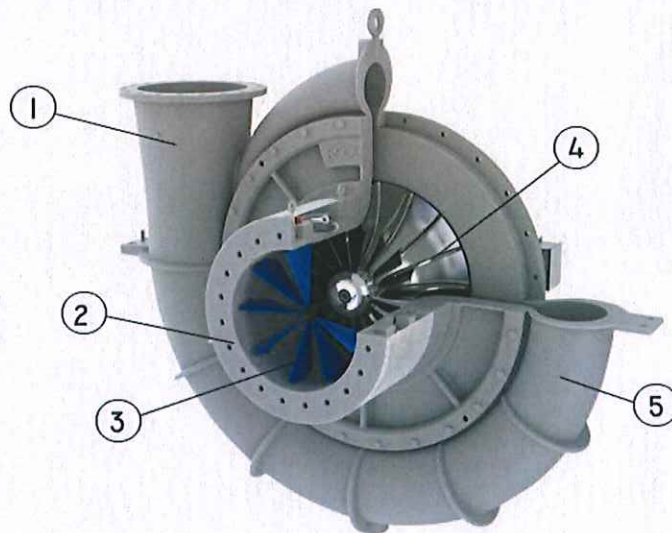
Khi các trục vít quay nhanh, không khí được hút vào bên trong máy thông qua cửa nạp và đi vào buồng khí ở giữa các trục vít và ở đó không khí được nén giữa các răng khi buồng khí nhỏ lại sau đó khí nén tới cửa thoát. Cả cửa nạp và cửa thoát sẽ được đóng mở tự động khi các trục vít quay hoặc không chế các cửa, ở cửa thoát của máy nén khí có lắp một van một chiều để ngăn không cho khí ngược trở lại khi các trục vít ngừng hoạt động

Máy nén khí trục vít có những ưu điểm sau:

- Ổn định và không dao động trong khí thoát
- Ít dung động và tiếng ồn nhỏ
- Đạt hiệu suất cao nhất khi hoạt động gần đầy tải

### 1.2.3 Máy nén khí ly tâm

Máy nén khí ly tâm sử dụng đĩa xoay hình cánh quạt hoặc bánh đẩy để ép khí vào phần rìa của bánh đẩy làm tăng tốc độ của khí. Bộ phận khuếch tán của máy sẽ chuyển đổi năng lượng của tốc độ thành áp suất. Máy nén khí ly tâm thường được sử dụng trong các ngành công nghiệp nặng và trong môi trường làm việc liên tục. Chúng thường được lắp cố định. Công suất của máy nén có thể từ hàng trăm đến hàng nghìn mã lực.



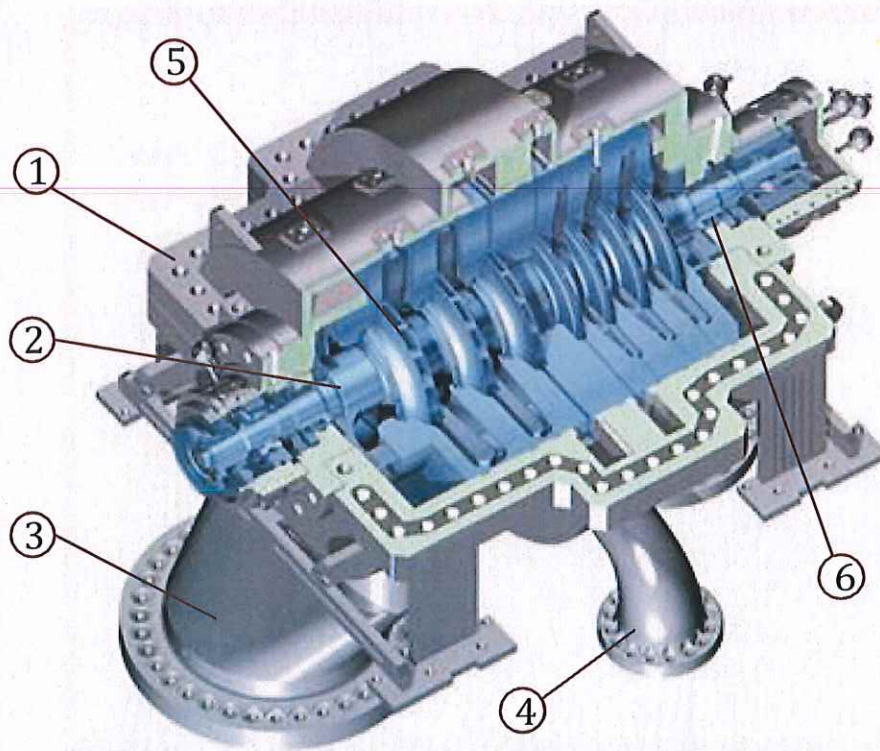
Hình 1.4. Máy nén khí ly tâm một cấp

- |                          |                    |                   |
|--------------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Cửa đẩy máy nén       | 2. Cửa hút máy nén | 3. Cánh dẫn hướng |
| 4. Cánh công tác máy nén | 5. Vỏ máy nén      |                   |

Trên sơ đồ trên là mặt cắt của máy nén ly tâm. Khí đi vào bánh công tác (4) theo hướng trục sau đó quay một góc  $90^0$  và đi vào rãnh cánh. Rãnh cánh được tạo bởi đĩa và các cánh.

Cánh công tác khi quay sẽ truyền cho khí một chuyển động quay. Ở đây lực ly tâm xuất hiện và đẩy các phân tử khí chuyển động từ trong ra ngoài và như vậy các phân tử khí bị nén lại. Chuyển động tương đối của dòng khí trong máy nén ly tâm theo đường xoắn ốc. Sau khi ra khỏi bánh công tác, khí nén đi vào ống đẩy (1) hay còn gọi là ống loe để biến động năng của dòng khí thành thế năng, tức là áp lực tĩnh của khí nén tăng lên.

Khi cần áp lực lớn thì người ta có thể dùng máy nén ly tâm nhiều cấp, chúng có thể tăng áp đầu ra hơn (69Mpa).



Hình 1.5. Máy nén ly tâm nhiều cấp

- |                    |                  |                    |
|--------------------|------------------|--------------------|
| 1. Vỏ máy nén      | 2. Trục máy nén  | 3. Cửa hút máy nén |
| 4. Cửa đẩy máy nén | 5. Cánh công tác | 6. Bạc trục        |

### 1.3. Các thông số làm việc của máy nén

#### 1.3.1 Tỷ số nén của máy nén

Tỷ số nén ( $\varepsilon$ ) là tỷ số giữa áp suất khí ra và áp suất khí vào của máy nén

$$\varepsilon = \frac{P_{ra}}{P_{vào}}$$

#### 1.3.2 Công nén của quá trình nén khí

Công tiêu hao trong quá trình nén đa biến của máy nén, khi nén và giãn nở 1 kg khối lượng khí được biểu diễn qua công thức sau:

$$L = - \int_1^2 p dv + p_2 v_2 - p_1 v_1$$

Từ phương trình nén đa biến:

$$p \cdot v^n = p_1 \cdot v_1^n, \text{ ta có: } p = \frac{p_1 \cdot v_1^n}{v^n}$$

Thay vào phương trình trên ta được:

$$L = -p_1 \cdot v_1^n \int_1^2 \frac{dv}{v^n} + p_2 v_2 - p_1 v_1$$

Ta tiến hành biến đổi như sau:

$$\int_1^2 \frac{dv}{v^n} = \int_1^2 v^{1-n} dv = \frac{v^{-n+1}}{-n+1} = -\frac{1}{n-1} \left( \frac{1}{v_2^{n-1}} - \frac{1}{v_1^{n-1}} \right)$$

Vậy biểu thức năng lượng của quá trình đa biến:

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{n-1} (p_2 v_2 - p_1 v_1) + p_2 v_2 - p_1 v_1 = \frac{n}{n-1} (p_2 v_2 - p_1 v_1) \\ &= \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left( \frac{p_2 v_2}{p_1 v_1} - 1 \right) \end{aligned}$$

Vậy công tiêu hao của máy nén là:

$$L = \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Mối quan hệ giữa áp suất và nhiệt độ trong quá trình nén đa biến được xác định qua biểu thức:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}}$$

Vậy công tiêu hao của máy nén khí có thể được xác định qua biểu thức sau:

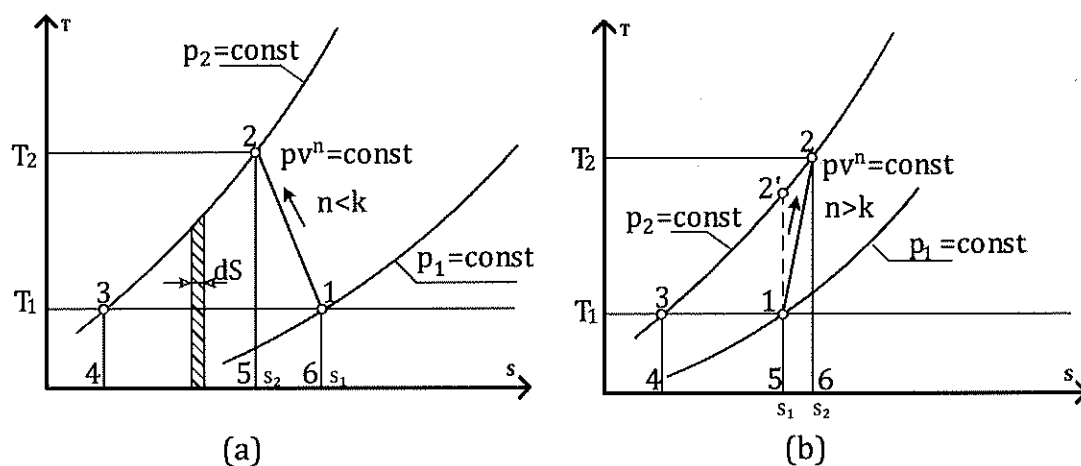
$$L = \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

Nếu xem không khí là khí lý tưởng thì:

$$p_1 v_1 = R T_1$$

Thay vào phương trình trên ta có:

$$L = \frac{n \cdot R}{n-1} (T_2 - T_1)$$



Hình 1.6. Đồ thị T-S của máy nén khí

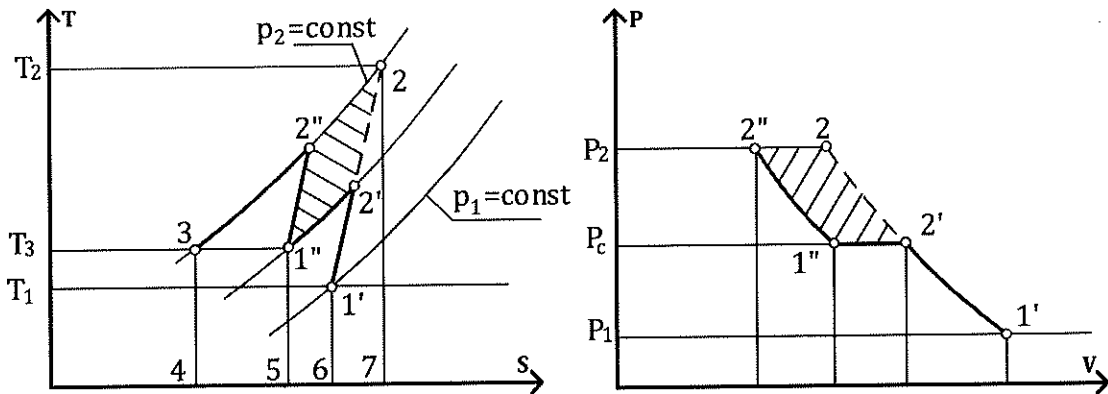
Từ đồ thị (1.6) ta thấy rằng:

- Quá trình đa biến  $n < k$  đặc trưng cho máy nén có quá trình làm lạnh mạnh bằng nước (hình 1.6 a) (máy nén thể tích)

- Quá trình đa biến  $n > k$  đặc trưng cho máy nén có quá trình làm lạnh yếu bằng không khí (hình 1.6 b) (máy nén cánh dẫn)

### 1.3.3 Công nén trong quá trình nén máy nén hai cấp

Công nén trong máy nén hai cấp được thể hiện theo hình 1.7 bên dưới:



Hình 1.7. Đồ thị T-S và p-v của máy nén hai cấp có làm mát trung gian

Ta thấy rằng, nếu quá trình nén được tiến hành trong cấp 1, thì đường nén được biểu thị bằng đường đa biến có  $n > k$ : đường 1-2. Khi nén cũng trong khoảng áp suất ấy, ở hai cấp được biểu thị bằng đường gấp khúc 1'-2'-1''-2'', được tạo bởi hai đường đa biến 1'-2' và 1''-2'' và một đường đẳng áp 2'-1'', là quá trình làm mát trung gian giữa hai cấp nén với áp suất trung gian  $P_c$ . Trong hai đồ thị, năng lượng tiết kiệm được từ quá trình nén hai cấp có làm mát trung gian bằng diện tích được gạch ngang 1''-2'-2-2''.

### 1.3.4 Lưu lượng thể tích của máy nén

Lưu lượng thể tích của máy nén là lưu lượng định mức tối đa của dòng khí nén được cấp dưới những điều kiện định mức về nhiệt độ, áp suất và các thành phần của khí đầu vào. Nhưng đôi khi lưu lượng thể tích của máy nén có nghĩa là lưu lượng thực tế thay vì lưu lượng định mức của dòng khí. Lưu lượng này còn được gọi là năng suất cấp khí tự do (FAD) tức là khí ở các điều kiện khí quyển tại bất cứ vị trí nào. Thuật ngữ này không nói đến khí cấp ở những điều kiện tiêu chuẩn hoặc đặc trưng vì độ cao so với mặt biển, áp suất không khí và nhiệt độ có thể thay đổi tại những vị trí và thời điểm khác nhau.

Lưu lượng thể tích của máy nén được xác định qua công thức

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times \frac{V}{T} \quad (\text{m}^3/\text{phút})$$

Trong đó:

- $P_2$  = Áp suất cuối (đẩy) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $P_1$  = Áp suất đầu (hút) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $P_0$  = Áp suất khí quyển ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- $V$  = Thể tích chứa,  $\text{m}^3$  bao gồm bể chứa sau làm mát và ống phân phối
- $T$  = Thời gian sử dụng để đạt áp suất  $P_2$ , phút

### 1.3.5 Công suất của máy nén

Công suất của máy nén được xác định qua công thức:

$$N = \frac{\rho \cdot Q \cdot L}{1000 \cdot \eta_0 \cdot \eta_{ck}}$$

Trong đó:

- $N$ : Công suất của máy nén (kW)
- $\rho$ : Khối lượng riêng của khí lúc vào máy nén ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- $Q$ : Lưu lượng khối lượng thể tích của máy nén ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $L$ : Năng lượng riêng của quá trình của máy nén ( $\text{J}/\text{kg}$ )
- $\eta_0$ : Hiệu suất thể tích, khi tính đến mất mát thể tích khí do sự rò rỉ qua các vách làm kín
- $\eta_{ck}$ : Hiệu suất cơ khí do khắc phục ma sát cơ khí và truyền dẫn của các cơ cấu cơ học phụ (như bơm dầu, quạt, ...)

### 1.3.6 Hiệu suất của máy nén

Hiệu quả làm việc của máy nén không thể đánh giá bằng hiệu suất năng lượng thông thường, tức là: tỷ số giữa năng lượng mà khí nhận được với năng lượng bị tiêu hao để duy trì quá trình của máy nén.

Năng lượng bị tiêu hao là:

$$L = C_p(T_2 - T_1) + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + q$$

Với điều kiện  $c_1=c_2$  (ta giả thiết vận tốc khí không đổi)

$$L = C_p(T_2 - T_1) + q$$

Năng lượng mà khí nhận được trong quá trình nén:

$$L - q = C_p(T_2 - T_1)$$

Hiệu suất năng lượng của máy nén là:

$$\eta = \frac{C_p(T_2 - T_1)}{C_p(T_2 - T_1) + q}$$

Ta thấy rằng, khi ứng dụng biểu thức này với quá trình nén đẳng nhiệt của máy nén với  $T_1 = T_2$  thì khi đó hiệu suất = 0. Điều này vô lý vì quá trình nén đẳng nhiệt là quá trình nén tiêu hao năng lượng ít nhất tức là quá trình kinh tế nhất.

Vậy hiệu suất của máy nén được đánh giá bằng hiệu suất nhiệt động tương đối. Đó là hiệu suất đẳng nhiệt và hiệu suất đẳng entropi và được xác định qua công thức:

$$\eta_{dn} = \frac{R \ln \frac{P_2}{P_1}}{C_p \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)}$$

## **Chương 2. XÂY DỰNG CƠ SỞ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG KHÍ NÉN**

### **2.1. Các phương pháp và yêu cầu của hệ thống khởi động bằng gió nén**

#### **2.1.1 Các phương pháp khởi động động cơ bằng gió nén**

Động cơ đang ở trạng thái dừng, để nó có thể bắt đầu hoạt động cần phải dùng một nguồn năng lượng bên ngoài nào đó lái động cơ đến một tốc độ quay khởi động ( $n_{kđ}$ ), đó là tốc độ quay nhỏ nhất mà vận tốc trung bình của piston đạt đến giá trị  $C_m$  cần thiết để nhiên liệu có thể tự bốc cháy và động cơ có thể làm việc.

Có nhiều phương pháp khởi động động cơ diesel. Khởi động bằng tay, khởi động bằng động cơ điện, khởi động bằng những động cơ xăng phụ, khởi động bằng không khí nén.

Trong các phương pháp khởi động nói trên (trừ khởi động bằng không khí nén) các thiết bị khởi động tác dụng trực tiếp lên trục khuỷu của động cơ tức là sự chuyển động bắt đầu từ trục cơ (trục cơ dẫn động còn piston bị dẫn). Với những cách khởi động này động cơ có thể khởi động với bất kỳ vị trí nào của piston và không phụ thuộc vào số xilanh động cơ.

Khởi động bằng khí nén là phương pháp dùng không khí nén có áp lực cao (10 - 50kG/cm<sup>2</sup>) tác dụng lên đỉnh các piston để đẩy piston đi xuống qua đó làm quay trục khuỷu. Như thế khâu dẫn động ở đây là piston còn khâu bị dẫn là trục cơ. Khởi động bằng không khí nén là phương pháp chủ yếu của động cơ diesel tàu thủy. Do đó, nguyên tắc của khởi động bằng khí nén là dùng năng lượng gió nén thay thế cho quá trình cháy trong xilanh động cơ, làm piston chuyển động, làm quay trục khuỷu động cơ, với mục đích đó, gió nén phải được cấp vào buồng đốt động cơ tương ứng với hành trình cháy giãn nở của piston.

#### **2.1.2 Yêu cầu của hệ thống khởi động bằng gió nén**

Hệ thống khí nén điều khiển động cơ diesel trên tàu thủy phải thỏa mãn các điều kiện an toàn sau:

Để phòng tránh việc nổ do lửa quay ngược từ các xi lanh hoặc do nhiệt độ tăng cao quá mức trong đường ống góp khí khởi động vào thời điểm khởi động, các ống dẫn khí khởi động phải được bảo vệ bằng các thiết bị sau đây:

- Phải lắp van ngắt một chiều hoặc tương đương trên đường nối ống dẫn khí khởi động tới mỗi động cơ.
- Trên các động cơ đảo chiều trực tiếp có ống góp khí khởi động, phải lắp thiết bị an toàn có đĩa nổ hoặc bộ dập lửa trên van khởi động ở mỗi xi lanh. Tối thiểu một thiết bị như vậy phải được lắp đặt ở đường cấp khí vào ống góp khí khởi động đối với mỗi động cơ không đảo chiều. Tuy nhiên, có thể không cần lắp thiết bị đó cho các động cơ có đường kính xi lanh không quá 230 mm.
- Phải lắp thiết bị an toàn có đĩa nổ ở vị trí thích hợp trên ống góp khí khởi động để làm phương tiện giảm áp suất sự cố khi nổ đối với các động cơ đảo chiều trực tiếp.
- Nếu đĩa nổ của thiết bị an toàn không dễ dàng thay thế, thì phải trang bị cơ cấu bịt kín đường ống thoát của nó để có thể nhanh chóng khởi động lại được động cơ. Cơ cấu bịt kín này phải có bộ phận chỉ báo là nó đang mở hay khoá.
- Đối với các động cơ đảo chiều trực tiếp, phải có phương tiện hiệu quả để ngăn ngừa việc tích tụ các chất dễ cháy (dầu đốt, dầu bôi trơn, dầu của các hệ thống v.v...) trong ống góp khí khởi động hoặc để ngăn ngừa việc tăng nhiệt độ quá cao trong ống góp khí khởi động.

Khi máy chính được khởi động bằng khí nén thì phải trang bị ít nhất hai bình chứa khí nén. Các bình chứa này phải được nối với nhau để sẵn sàng sử dụng. Trong trường hợp này tổng dung tích của các bình khí nén khởi động phải đủ, mà không cần phải nạp bổ sung, để đảm bảo số lần khởi động liên tục không nhỏ hơn trị số được quy định như sau:

- Đối với các động cơ có thể đảo chiều trực tiếp:  $Z = 12C$

Trong đó:

- + Z: Tổng số lần khởi động cho mỗi động cơ.

- + C: Hằng số được xác định bởi sự bố trí các máy chính và hệ trục, trong đó các giá trị tiêu chuẩn của C được xác định như sau:
  - + C = 1.0 đối với các tàu một chân vịt, khi máy chính được nối với hệ trục chân vịt trực tiếp hoặc qua bộ giảm tốc.
  - + C = 1.5 đối với các tàu hai chân vịt, khi hai máy chính được nối với các trục chân vịt trực tiếp hoặc qua bộ giảm tốc, hoặc đối với các tàu một chân vịt khi hai máy chính được nối với một chân vịt qua khớp nối có ly hợp được đặt giữa động cơ và hộp giảm tốc.
  - + C = 2.0 đối với các tàu một chân vịt, hai máy chính được nối với một chân vịt không qua khớp nối có ly hợp được đặt giữa động cơ và hộp giảm tốc.
- Đối với các động cơ kiểu không đảo chiều được sử dụng một cơ cấu đảo chiều độc lập hoặc sử dụng chân vịt biến bước thì có thể chấp nhận số lần khởi động bằng 1/2 giá trị quy định so với động cơ khởi động trực tiếp.
- Đối với các tàu chạy bằng điện thì  $Z = 6+3(k-1)$

Trong đó: k: Số lượng động cơ, nhưng không cần thiết lấy giá trị của k quá 3.

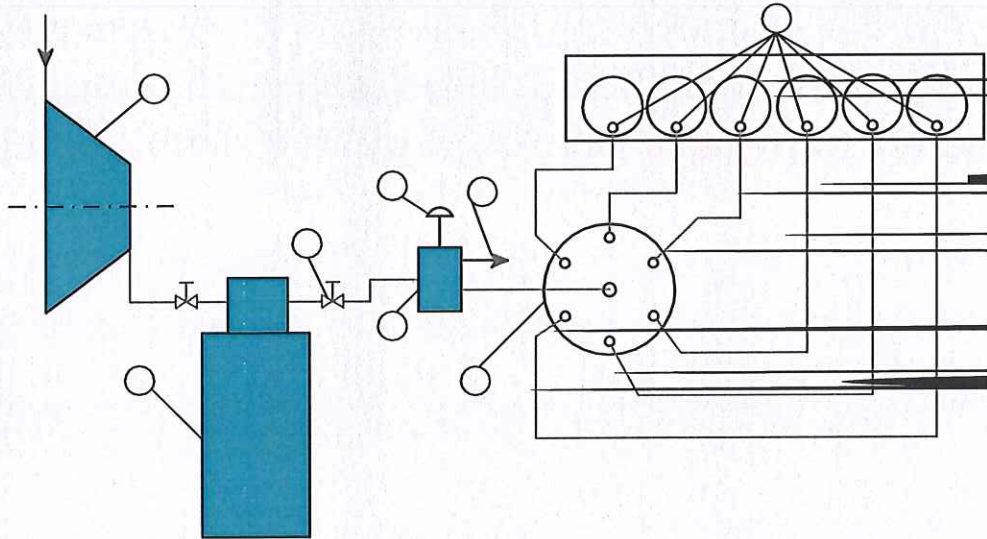
## 2.2. Phân loại hệ thống khí nén khởi động động cơ

Hệ thống khởi động bằng gió nén chỉ thích hợp đối với động cơ nhiều xilanh. Quy luật cung cấp gió nén là cấp lần lượt vào các xilanh, trùng với thứ tự nổ của động cơ. Về lý thuyết, hành trình giãn nở được giới hạn bởi điểm chết trên và điểm chết dưới của piston nhưng do góc mở sớm (của xupáp xả hoặc cửa xả), giai đoạn cấp gió khởi động thực tế sẽ phải kết thúc trước khi xupáp xả (hoặc cửa xả) mở. Bộ chia gió khởi động do trục phân phối lái dẫn với tỷ số truyền là 2:1 cho động cơ bốn kỳ và 1:1 cho động cơ hai kỳ. Động cơ diesel bốn kỳ có 6 xilanh và hai kỳ có 4 xilanh luôn đảm bảo điều kiện ở bất kỳ vị trí nào cũng sẵn sàng có xilanh đủ điều kiện để cấp gió khởi động. Nói khác đi đó là động cơ có thể khởi động bằng gió nén từ vị trí dừng bất kỳ.

Hệ thống khởi động bằng không khí nén của động cơ diesel tàu thủy được chia làm 2 loại: Hệ thống khởi động trực tiếp và hệ thống khởi động gián tiếp.

### 2.2.1 Hệ thống khởi động trực tiếp bằng không khí nén

Thường sử dụng cho động cơ cao tốc, công suất nhỏ. Đặc điểm là dùng cam khổng lồ chế đường gió chính.

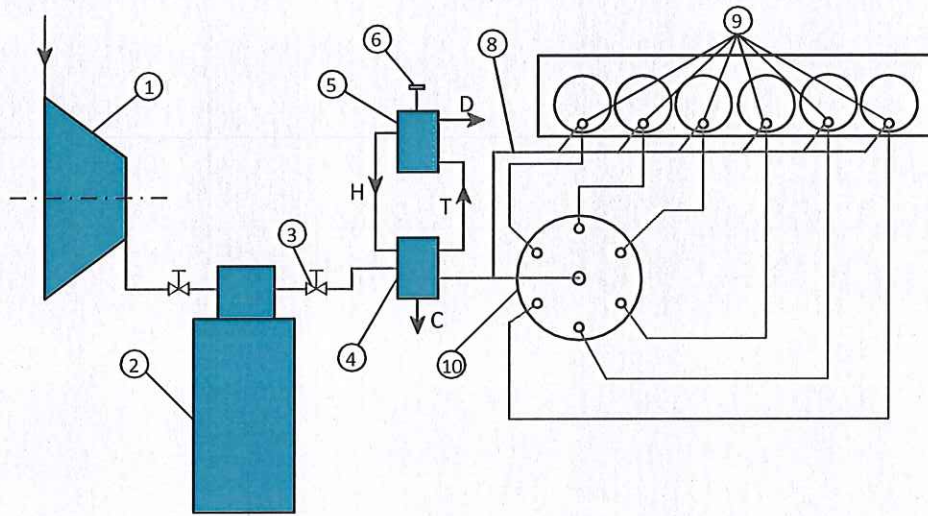


Hình 2.1. Hệ thống khởi động trực tiếp

- |                        |                        |                   |
|------------------------|------------------------|-------------------|
| 1. Máy nén gió.        | 2. Chai gió            | 3. Van chặn chính |
| 4. Van khởi động chính | 5. Tay khởi động       | 6. Đĩa chia gió   |
| 7. Đường thoát gió     | 8. Các xupáp khởi động |                   |

- Trước khi khởi động phải kiểm tra áp lực chai gió (2).
- Khi mở van (3) khí nén từ bình (2) vào hộp van khởi động (4). Khi ta ấn tay khởi động gió vào đĩa chia gió (6) là hộp van phân phối. Khí nén từ bộ phận phân phối lần lượt vào các xilanh theo thứ tự nổ của động cơ, qua các supáp khởi động tác động lên piston làm quay trục khuỷu. Tốc độ trục khuỷu tăng dần và đến khi tự làm việc được thì ngừng ấn tay (5) cho hoạt động bằng nhiên liệu. Khoá van (3) lại, khí nén theo đường (7) ra ngoài bảo đảm an toàn.
- Áp lực ở chai gió (2) thiếu thì dùng máy nén (1) bổ sung đạt đến áp lực yêu cầu.
- Đĩa chia gió (bộ phận phân phối khí khởi động) điều khiển bằng trục phân phối.

### 2.2.2 Hệ thống khởi động gián tiếp bằng khí nén



Hình 2.2. Hệ thống khởi động gián tiếp

- |                        |                     |                        |
|------------------------|---------------------|------------------------|
| 1. Máy nén gió.        | 2. Chai gió.        | 3. Van chặn chính.     |
| 4. Van khởi động chính | 5. Van khởi động    | 6. Tay khởi động.      |
| 7. Đường gió phụ.      | 8. Đường gió chính. | 9. Các xupáp khởi động |
| 10. Đĩa chia gió.      |                     |                        |

Hệ thống khởi động gián tiếp được sử dụng cho động cơ diesel lai chân vịt. Khi mở van (3), khí nén từ chai gió (2) vào hộp (4) theo đường (T) lên hộp van (5) theo đường (H) vào phần trên hộp van khởi động chính (4) tạo nên sự cân bằng áp suất nên hộp van khởi động đóng chặt. Khí ấn tay khởi động (6) xuống, mở thông đường (H) và (C) nên khí nén trên hộp (4) theo đường (D) ra ngoài tạo nên sự chênh lệch áp suất, do đó hộp (4) mở khí nén ra và được chia làm 2 đường. Đường gió chính và đường gió tới đĩa chia gió.

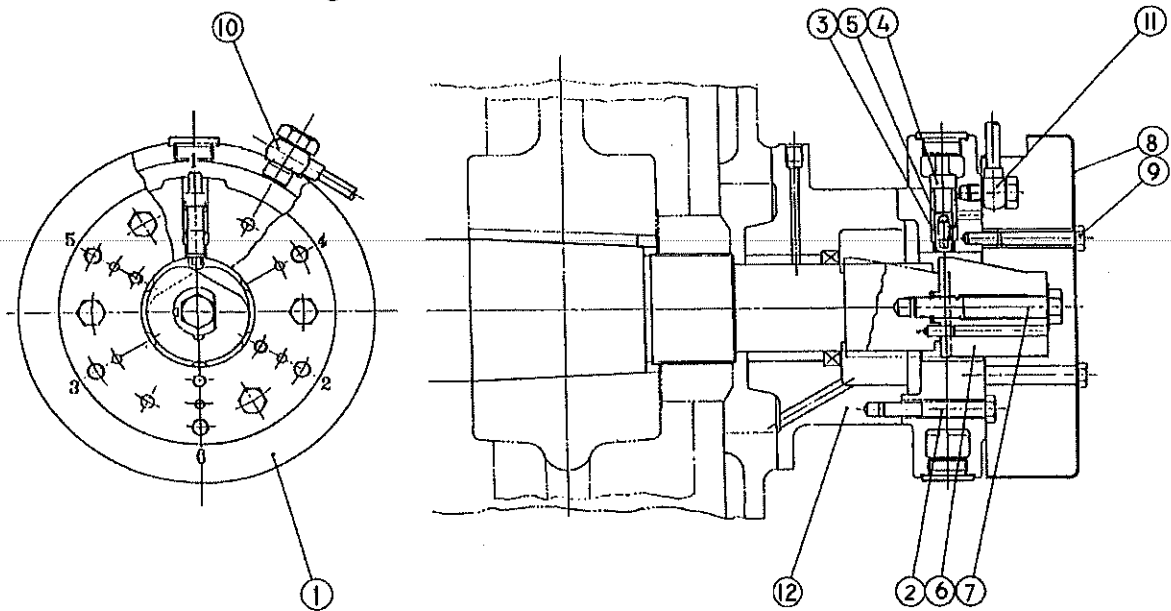
- Phần lớn khí nén chủ yếu theo đường (8) đến chờ sẵn ở các supáp khởi động đó là đường gió chính để khởi động.
- Phần kia vào đĩa chia gió (10) sau đó vào phần trên của supáp khởi động theo thứ tự nổ của động cơ, nhờ trục phân phối tác động vào đĩa chia gió để thông đường gió phụ tới từng supáp khởi động. Mở supáp khởi động cho đường gió chính vào xilanh để khởi động động cơ.



và trục cam, đĩa chia gió có khả năng “chọn” được xilanh mà piston đang ở hàng trình giãn nở để cấp gió khởi động. Sự chuyển động của piston làm quay trục khuỷu, cũng đồng thời làm quay trục cam sẽ điều khiển đĩa chia gió kết thúc cấp gió khởi động cho xilanh này để chuyển sang xilanh khác.

### 2.3.2 Đĩa chia gió khởi động

Đĩa chia gió có nhiệm vụ cung cấp gió khởi động đến xylanh động cơ theo đúng thứ tự nổ. Hình 2.4 mô tả nguyên lý đĩa chia gió khởi động. Trên hình vẽ, đĩa quay do trục phân phối lai dẫn, có một cửa nhận gió khởi động từ chai gió. Trên đĩa cố định có các cửa nhận gió với số lượng tương ứng với số xilanh cần cấp gió khởi động. Các cửa lần lượt được nối với các xilanh theo đúng thứ tự nổ.

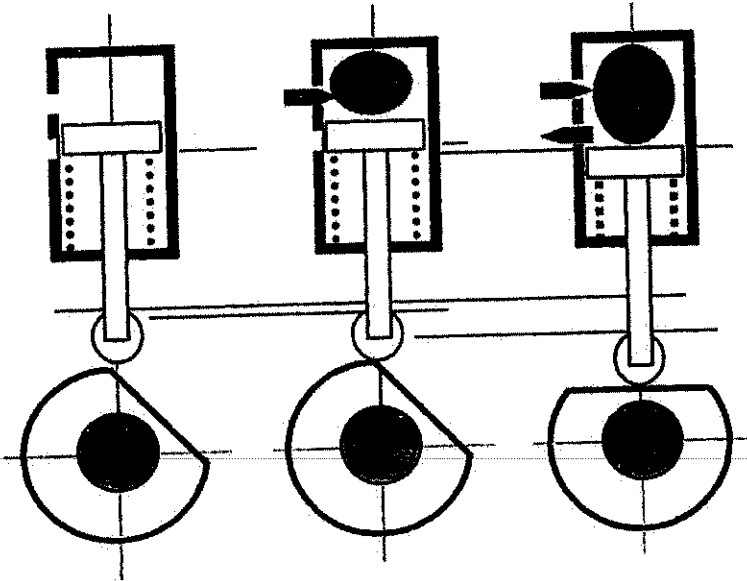


Hình 2.4. Đĩa chia gió khởi động

- |                       |                      |                    |
|-----------------------|----------------------|--------------------|
| 1. Vỏ đĩa chia gió    | 2. Bulong liên kết   | 3. Ống bao         |
| 4. Van chia gió       | 5. Lò xo             | 6. Cam phân phối   |
| 7. Bulong liên kết    | 8. Nắp chụp          | 9. Bulong liên kết |
| 10. Đường ống khí vào | 11. Đường ống khí ra | 12. Trục cam       |

Khi cửa trên đĩa quay trùng với cửa trên đĩa cố định, gió khởi động sẽ đi qua bộ phân phối và được cấp đến van khởi động trên các xilanh động cơ để mở van khởi động hoặc để cấp vào xilanh.

Hình 2.5 miêu tả bộ nguyên lý đĩa chia gió khởi động kiểu trục cam, trong đó bao gồm van trượt phân phối với một cửa nhận gió nén và cửa còn lại để cấp gió nén phục vụ khởi động động cơ.



Hình 2.5. Nguyên lý bộ chia gió khởi động kiểu trục cam

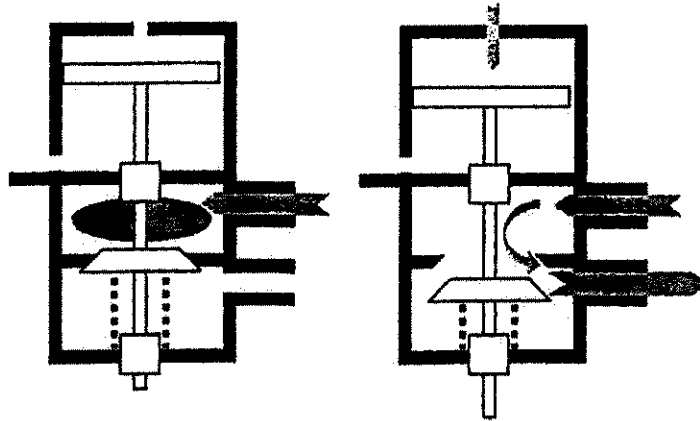
Trong trạng thái tự do, van trượt phân phối được lò xo nâng lên khỏi bề mặt cam phân phối. Khi gió nén cấp vào cửa trên, van trượt sẽ được nén xuống tiếp xúc với bề mặt cam phía dưới. Nếu gặp bề mặt lõm của cam, gió nén không đi qua được cam phân phối. Nếu gặp bề mặt lồi của cam, gió nén đi qua được van phân phối.

### 2.3.3 Van khởi động chính

Van khởi động chính có chức năng khóa hoặc cấp khí khởi động vào động cơ. Cam khởi động chính có thể đặt ở các vị trí sau:

- Vị trí đóng (manually closed)
- Vị trí tự động (automatic)
- Vị trí mở (manually opened)

*Hình 2.6* miêu tả nguyên lý của một loại van khởi động chính trong hệ thống khởi động.

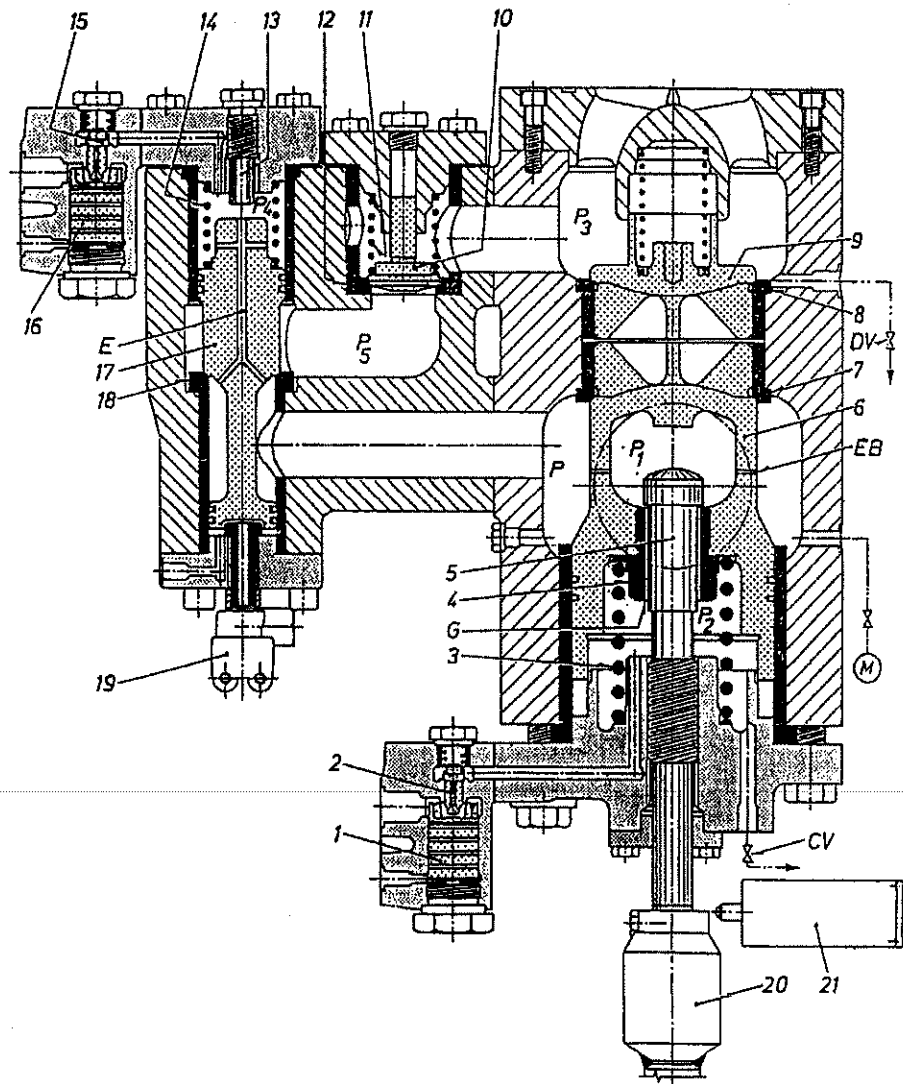


Hình 2.6. Sơ đồ nguyên lý van khởi động chính

Khi có tín hiệu mở van cấp vào phía trên piston trượt, van khởi động chính sẽ mở ra cấp gió vào hệ thống khởi động chính (hình bên phải *hình 2.6*). Khi không còn tín hiệu mở van, van khởi động chính tự động đóng lại nhờ lò xo bên dưới. Sự cần thiết phải trang bị van khởi động chính là ở chỗ, nó có thể khởi động rất nhanh cho phép tiết kiệm gió khởi động và có thể đóng mở từ xa.

Ngoài ra do tín hiệu mở van có thể là tín hiệu cơ, điện, thủy lực hoặc khí... van khởi động chính còn cần thiết cho hệ thống khởi động tự động, khởi động từ xa...

*Hình 2.7* miêu tả kết cấu một van khởi động chính của hãng Sulzer.



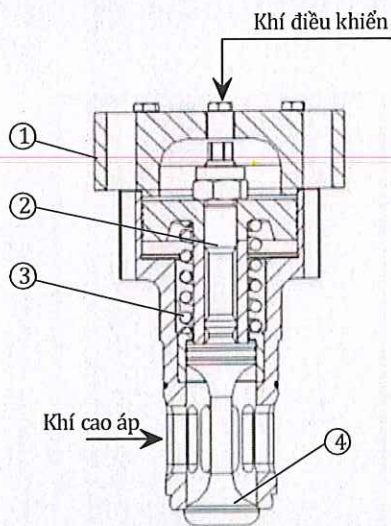
Hình 2.7. Van khởi động chính của động cơ 6RTA58 của hãng Sulzer

- |                                     |                                     |           |                         |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------|
| 1. Piston điều khiển                | 2. Van                              | 3. Lò xo  | 4. Ống bao              |
| 5. Ty van                           | 6. Thân van                         | 7. Đế van | 8. Đế van một chiều     |
| 9. Thân van một chiều               | 10. Van một chiều của van quay chậm |           |                         |
| 11. Lò xo cho van quay chậm         | 12. Đế van một chiều                |           |                         |
| 13. Vít điều chỉnh                  | 14. Lò xo                           | 15. Van   |                         |
| 16. Piston điều khiển van quay chậm | 17. Piston chính van quay chậm      |           |                         |
| 18. Đế van quay chậm                | 19. Van một chiều                   | 20. Cam   | 21. Van 3 cửa, 2 vị trí |

### 2.3.4 Van khởi động trên xilanh động cơ

Hình 2.8 miêu tả nguyên lý một loại van khởi động trên xilanh động cơ trong hệ thống khởi động. Trên hình vẽ gió khởi động sẽ được cấp vào để làm quay động cơ, khí khởi động đang được túc trực trong van khởi động. Tín hiệu bằng gió nén cấp vào phía trên van trượt điều khiển được cấp từ bộ phân phối gió khởi động sẽ mở van và cấp gió khởi động vào xilanh động cơ. Kết thúc khởi động, van khởi động sẽ đóng lại.

Nếu gió nén từ bộ chia gió đến van khởi động trên xilanh chỉ làm nhiệm vụ mở van, hệ thống khởi động được xem là hệ thống khởi động gián tiếp. Trong trường hợp gió từ bộ chia gió, thông qua van này, trực tiếp đi vào xilanh động cơ hệ thống khởi động được xem là hệ thống khởi động trực tiếp.

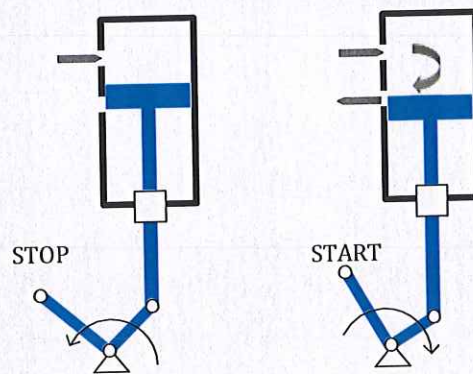


Hình 2.8. Van khởi động trên xilanh (Cylinder starting valve)

1. Thân van      2. Piston điều khiển      3. Lò xo      4. Núm van

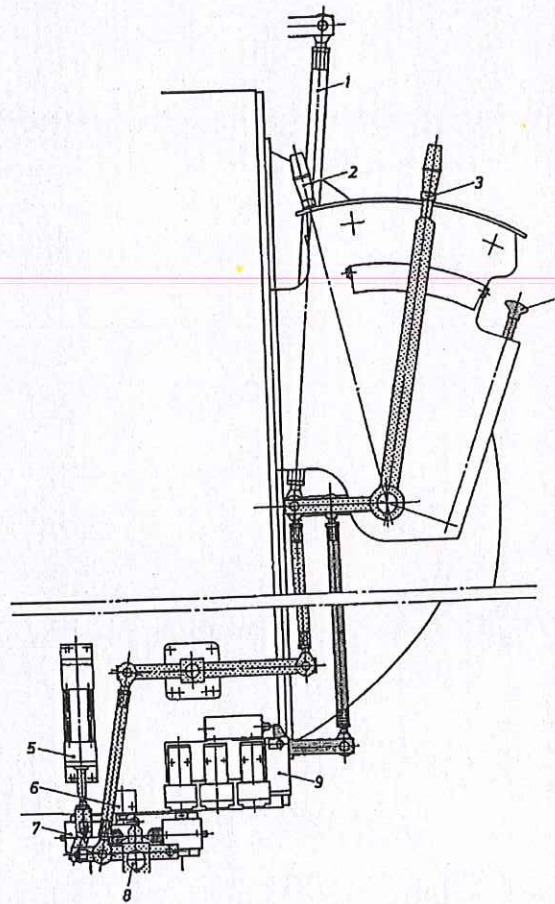
### 2.3.5 Tay trang khởi động

Hình 2.9 miêu tả nguyên lý một loại tay khởi động dùng gió nén kiểu van trượt. Khi ở vị trí dừng, van trượt đóng cửa ra để không tạo tín hiệu khởi động. Khi chuyển sang vị trí khởi động, gió nén túc trực sẵn sẽ được nối thông với cửa ra tạo tín hiệu khởi động cho van khởi động chính. Tay khởi động có rất nhiều loại với kết cấu phong phú, tùy thuộc loại tín hiệu mà nó tạo ra, có thể là tín hiệu cơ, tín hiệu điện, gió hoặc thủy lực.



Hình 2.9. Sơ đồ nguyên lý tay trang khởi động dùng gió nén

Hình 2.10 miêu tả kết cấu một tay trang khởi động tại đầu máy của hãng Sulzer



Hình 2.10. Tay trang khởi động của động cơ 6RTA58 của hãng Sulzer

- |                         |                         |                             |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1. Cần nối              | 2. Tay trang nhiên liệu | 3. Tay trang đảo chiều      |
| 4. Nút nhấn khởi động   | 5. Xylanh 2 vị trí      | 6. Van 3 cửa 2 vị trí       |
| 7. Tiếp điểm điều khiển | 8. Trục đảo chiều       | 9. Van điều khiển khởi động |

### 2.3.6 Chai gió

Chức năng chính của chai gió là tích trữ lượng khí nén mà máy nén khí nén lên áp suất đặt sẵn và cung cấp trở lại cho hệ thống khí nén khi có nhu cầu sử dụng đột xuất, nhằm duy trì áp suất làm việc trong hệ thống không giảm xuống một cách đột ngột ảnh hưởng quá trình làm việc của thiết bị và máy móc sử dụng khí nén.

Ngoài ra, chai gió còn có tác dụng ngưng một phần nước, bụi bẩn mà máy nén khí cung cấp cho hệ thống và làm giảm nhiệt độ (làm mát đầu vào cho các thiết bị khác như: máy sấy khí, lọc khí và các thiết bị khí nén khác...).

Chai gió được chia thành hai loại: chai gió áp suất thấp, chai gió áp suất cao. Chai gió được chế tạo bằng thép cường lực.

### 2.3.7 Van quay chậm

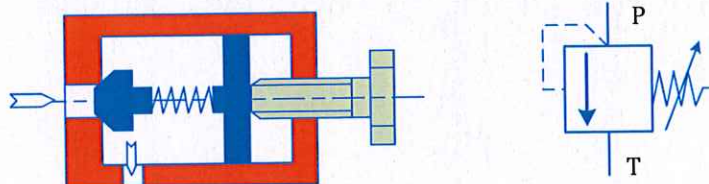
Van quay chậm được lắp đặt trong hệ thống có chức năng quay chậm động cơ bằng khí khởi động trước khi khởi động động cơ.

Vì lý do an toàn, van quay chậm sẽ không làm việc khi van khởi động chính đang ở vị trí đóng bằng tay (manually closed). Do vậy, các van quay chậm này thường được tích hợp trong van khởi động chính.

### 2.3.8 Van an toàn

Van an toàn có nhiệm vụ giữ áp suất lớn nhất mà hệ thống có tải. khi áp suất lớn hơn áp suất cho phép của hệ thống thì dòng áp suất tác dụng lên diện tích đế van an toàn lớn hơn lực lò xo, và khí nén sẽ theo cửa T thoát ra ngoài.

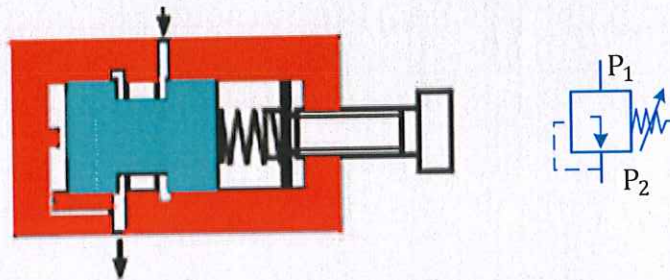
Van an toàn được điều chỉnh áp suất thông qua vít điều chỉnh áp suất lắp đặt trên van.



Hình 2.11. Van an toàn

### 2.3.9 Van giảm áp

Trong hệ thống điều khiển khí nén, rất nhiều thiết bị điều khiển làm việc ở áp suất nhỏ hơn áp suất chai gió. Trong trường hợp đó, van giảm áp được đặt trước các thiết bị điều khiển để giảm áp đến giá trị phù hợp.

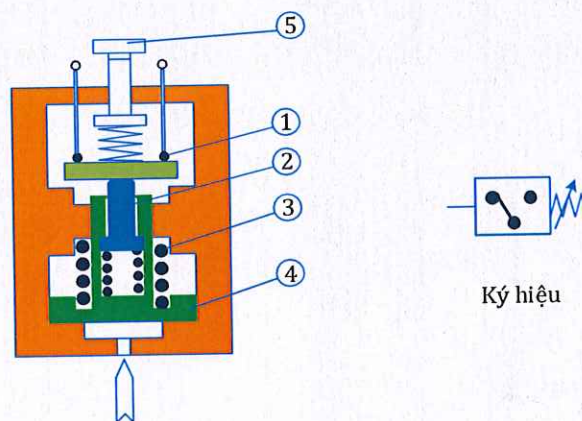


Hình 2.12. Van giảm áp

### 2.3.10 Rơ le áp suất

Rơ le áp suất được dùng rất nhiều trong hệ thống điều khiển khí nén. Thiết bị này được sử dụng như một cơ cấu phòng quá tải cho máy nén khí và bảo vệ an toàn cho hệ thống, tức là có nhiệm vụ đóng mở các công tắc điện, khi áp suất trong chai gió bằng áp suất đặt thì rơ le sẽ ngắt điện dừng máy nén và khi áp suất trong chai gió nhỏ hơn áp suất quy định thì rơ le này sẽ đóng để khởi động lại máy nén.

Trong hệ thống điều khiển điện – khí nén, rơ le áp suất có thể coi là phân tử chuyển đổi tín hiệu khí nén – điện.

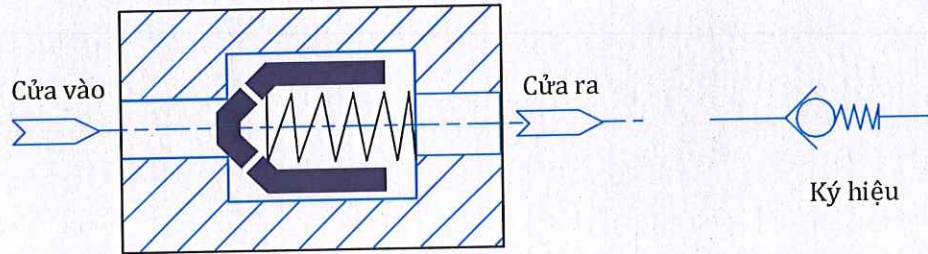


Hình 2.13. Rơ le áp suất

1. Đầu dây điện    2. Piston    3. Lò xo    4. Piston lực    5. Vít chỉnh áp

### 2.3.11 Van một chiều

Van một chiều dùng để điều khiển dòng khí nén đi theo một hướng, hướng còn lại bị chặn. Van một chiều có kết cấu và nguyên lý làm việc như hình vẽ bên dưới



Hình 2.14. Van một chiều

### **Chương 3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG KHÍ NÉN ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ 6NVD36 TRONG PHÒNG THỰC HÀNH MÁY TÀU THỦY**

#### **3.1. Động cơ diesel 6NVD36 trong phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy**

##### **3.1.1 Thông số kỹ thuật của động cơ**

Động cơ 6NVD36 là động cơ 4 kỳ, 6 xylanh thẳng đứng, phun trực tiếp nhiên liệu do hãng SKL sản xuất có độ bền cao. Các thông số kỹ thuật của động cơ như sau:

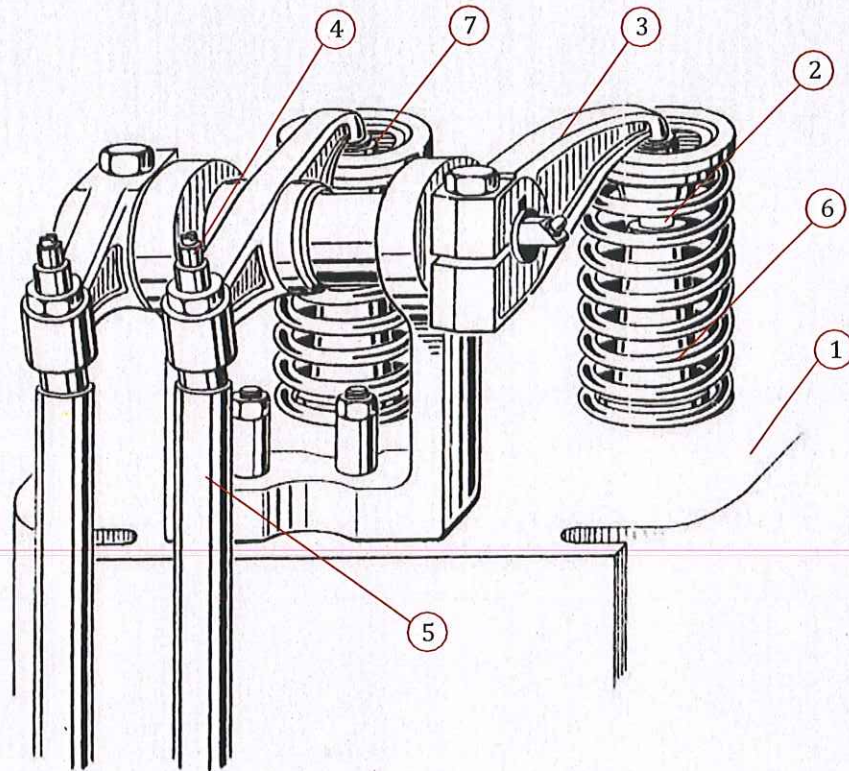
- Nhà sản xuất: SKL
- Loại động cơ: 6NVD36
- Số xylanh: 6
- Đường kính xylanh: 240 mm
- Hành trình piston: 360 mm
- Công suất định mức: 305 HP
- Vòng quay định mức: 516 vòng/phút
- Vòng quay khởi động: 80 vòng/phút
- Tỉ số nén: 16.3
- Ngày sản xuất: năm 1981
- Nơi sản xuất: Đức

##### **3.1.2 Các chi tiết chính của động cơ 6NVD36**

###### **3.3.2.1. Nắp xylanh của động cơ**

Nắp xylanh là chi tiết cố định của động cơ, có khối lượng lớn và kết cấu phức tạp. Trên nắp xylanh, người ta lắp 2 supáp gồm 1 supáp hút và 1 supáp xả, ngoài ra trên nắp xylanh người ta còn lắp một supáp khởi động. Vòi phun nhiên liệu được lắp giữa tâm nắp xylanh.

Nắp xylanh kết hợp với xylanh và piston tạo thành buồng đốt cho động cơ. Bề mặt lắp ráp với thân máy được gia công chính xác và được bắt chặt với thân máy bằng các bulong và êcu chịu lực. Giữa thân máy và nắp xylanh có một gioăng làm kín bề mặt lắp ghép (thường là gioăng đồng)



Hình 3.1. Nắp xylanh động cơ 6NVD36

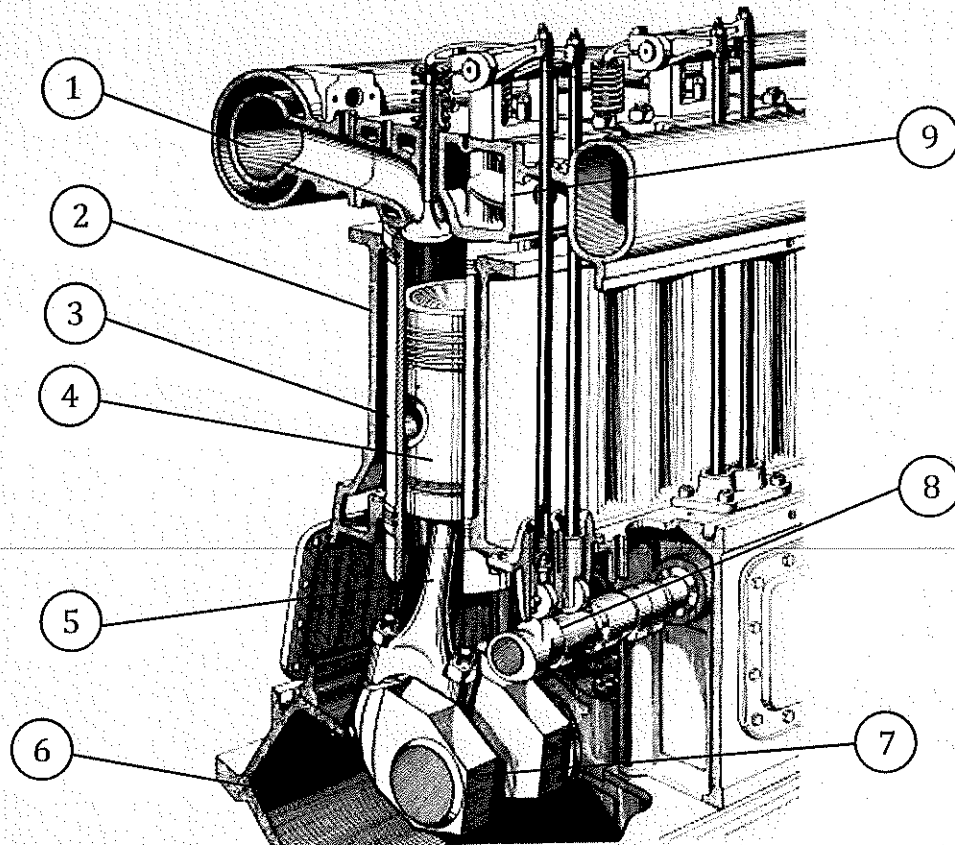
- |               |           |                |                   |
|---------------|-----------|----------------|-------------------|
| 1. Nắp xylanh | 2. Suppap | 3. Cò mổ       | 4. Vít điều chỉnh |
| 5. Đũa đẩy    | 6. Lò xo  | 7. Khóa suppap |                   |

Su páp hút và xả được truyền động thông qua trục cam, vấu cam, con lăn và con đội. Các chi tiết chuyển động của các supap này được làm kín.

### 3.3.2.2. Thân máy

Thân máy của động cơ 6NVD36 có 6 xylanh thẳng hàng và được lắp ép các sơ mi xylanh. Đường kính sơ mi được gia công chính xác và mặt gương sơ mi có độ bóng cao. Trong thân máy được bố trí các áo nước làm mát bao bọc xung quanh các sơ mi.

Thân máy dạng hình hộp, nối block xy lanh với bộ máy và tạo thành khoang các-te kín dầu. Thân máy chịu lực nén do khối lượng của toàn bộ khối xy lanh và lực do khí cháy cũng như lực ngang do chuyển động quay của trục khuỷu. Thân máy được chế tạo dạng khối nhỏ, bằng thép đúc liền.

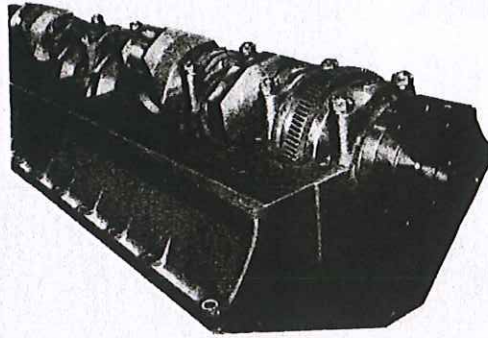


Hình 3.2. Mặt cắt động cơ 6NVD36

- |                   |                   |                  |             |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------|
| 1. Bầu góp khí xả | 2. Thân máy       | 3. Sơ mi xy lanh | 4. Piston   |
| 5. Thanh truyền   | 6. Các te động cơ | 7. Trục khuỷu    | 8. Trục cam |
| 9. Nắp xy lanh    |                   |                  |             |

### 3.3.2.3. Bộ máy

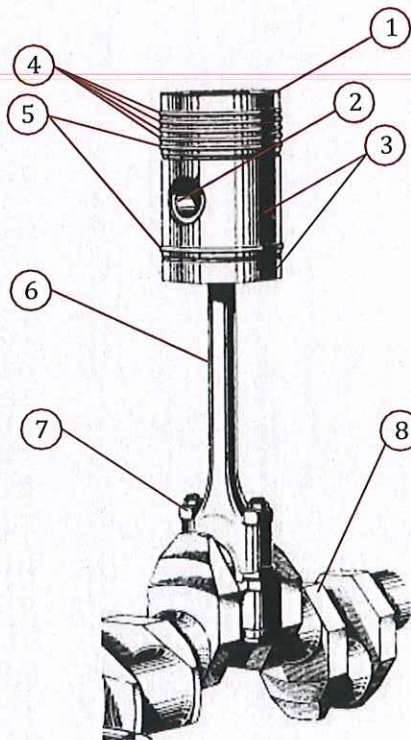
Bộ máy là cơ cấu dùng để liên kết các bộ phận của động cơ thành một khối, đỡ các khối lượng của động cơ, nhận lực truyền từ các cơ cấu truyền động, tạo thành hộp gom dầu tuần hoàn bôi trơn trong động cơ. Bộ máy của động cơ 6NVD36 còn là chỗ đặt bộ trục. Mỗi một bộ trục đều có dạng yên ngựa, bao gồm hai nửa hình trụ liên kết với nhau bằng êcu.



Hình 3.3. Bộ máy của động cơ 6NVD36

#### 3.3.2.4. Piston của động cơ 6NVD36

Piston là chi tiết động và được làm từ hợp kim nhôm chịu lực. Piston có 6 rãnh xéc măng trong đó có 4 xéc măng khí và 2 xéc măng dầu. Phía dưới piston được làm mát bằng dầu bôi trơn.



Hình 3.4. Piston – thanh truyền của động cơ 6NVD36

- |                 |                 |                       |
|-----------------|-----------------|-----------------------|
| 1. Đỉnh piston  | 2. Chốt piston  | 3. Thân và váy piston |
| 4. Xéc măng khí | 5. Xéc măng dầu | 6. Thanh truyền       |
| 7. Bu lông biên | 8. Trục khuỷu   |                       |

Trong quá trình làm việc của động cơ, nhóm piston có nhiệm vụ chính sau:

- Đảm bảo làm kín buồng đốt, giữ cho khí cháy không lọt xuống cacte và ngăn không cho dầu nhò lên buồng đốt.

- Tiếp nhận lực khí thể sinh ra trong quá trình cháy và truyền qua thanh truyền để làm quay trục khuỷu, nén khí trong quá trình nén, đẩy khí xả ra ngoài qua quá trình thải và hút khí mới vào trong quá trình nạp.

Đỉnh piston có dạng lõm. Khi động cơ làm việc đầu piston nhận phần lớn nhiệt lượng do khí cháy truyền qua nó (khoảng 70 – 80%) và nhiệt lượng này truyền vào xec măng qua sơ mi xy lanh đến nước làm mát động cơ. Ngoài ra, trong quá trình làm việc piston còn được làm mát bằng cách phun dầu từ phía dưới lên đỉnh piston thông qua các súng phun.

Thân piston và phần dẫn hướng được đúc liền với đỉnh piston và có nhiệm vụ dẫn hướng cho piston chuyển động trong sơ mi xy lanh, là nơi chịu lực ngang và là nơi để bố trí chốt piston.

Chốt piston là chi tiết dùng để nối piston với đầu nhỏ thanh truyền. Trong quá trình làm việc chốt piston chịu lực khí thể và lực quán tính rất lớn, các lực này thay đổi theo chu kỳ và có tính chất va đập mạnh. Chốt piston có dạng hình trụ rỗng và được lắp với piston và đầu nhỏ thanh truyền ở dạng tự do. Khi làm việc chốt piston có thể xoay tự do trong bộ chốt và bạc lót của đầu nhỏ thanh truyền, trên đầu nhỏ thanh truyền và trên bộ chốt piston có lỗ để đưa dầu vào bôi trơn tới chốt piston.

Xec măng được lắp trên đầu piston có nhiệm vụ làm kín, ngăn dầu bôi trơn lên buồng đốt và gạt dầu bám trên thành sơ mi trở về cacte. Ngoài ra, khi gạt dầu, xec măng dầu cũng phân bố đều trên bề mặt làm việc của sơ mi xy lanh một lớp dầu mỏng. Điều kiện làm việc của xec măng rất khắc nghiệt, chịu nhiệt độ và áp suất cao, ma sát, mài mòn và chịu ăn mòn hóa học.

#### 3.3.2.5. Thanh truyền

Thanh truyền được làm từ thép cacbon chịu lực. Hai nửa đầu to biên được ghép với nhau bằng 2 bulong cường lực. Bên trong đầu to biên có 2 nửa bạc lót để ôm chặt với cổ

biên của trục khuỷu. Đầu nhỏ biên được ôm với chốt piston thông qua ống bao bằng hợp kim đồng.

Thanh truyền là chi tiết nối piston với trục khuỷu có nhiệm vụ chính là biến chuyển động tịnh tiến của piston thành chuyển động quay của trục khuỷu. Khi làm việc, thanh truyền chịu tác dụng của lực khí thể trong xylanh, lực quán tính ...

#### 3.3.2.6. Chốt piston

Đầu nhỏ thanh truyền nối với piston bằng chốt piston để đảm bảo chuyển động song phẳng của thanh truyền. Chốt piston của động cơ 6NVD36 có dạng hình trụ và xoay tự do với piston, còn gọi là loại ắc trôi.

#### 3.3.2.7. Xéc măng

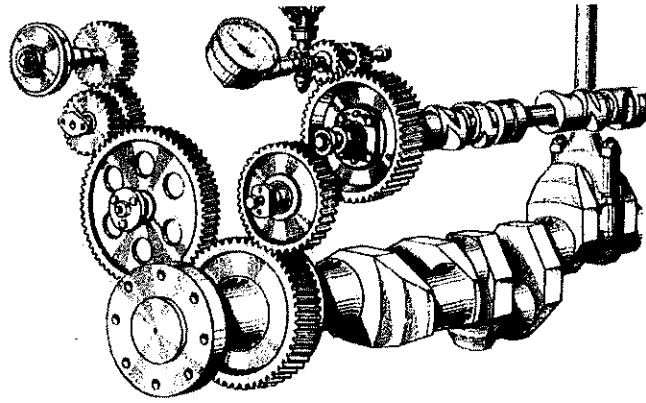
Xéc măng của động cơ 6NVD36 có 04 xéc măng khí và 02 xéc măng dầu và có nhiệm vụ:

- Làm kín buồng đốt ngăn không cho rò lọt khí cháy và khí nén.
- Gạt dầu bôi trơn cho sơ mi xilanh.
- Dẫn nhiệt từ piston đến sơ mi xilanh.
- Tránh mài mòn piston.

#### 3.3.2.8. Trục khuỷu

Trục khuỷu và các đối trọng được làm từ thép hợp kim cường lực cao. Cổ trục và cổ khuỷu được ghép chặt với má khuỷu. Ổ đỡ chặn cũng được lắp đặt trên trục khuỷu.

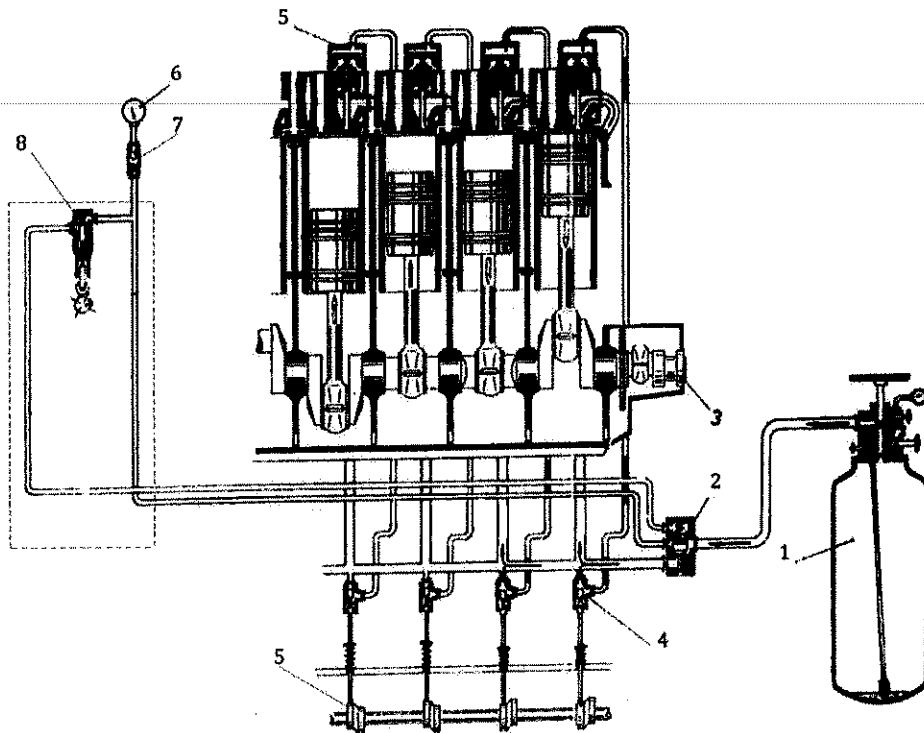
Trục khuỷu là một trong những chi tiết chịu tải nặng nề và chế tạo khó khăn nhất trong các chi tiết của động cơ diesel.



Hình 3.5. Trục khuỷu của động cơ 6NVD36

### 3.2. Khảo sát hệ thống khởi động hiện tại của động cơ 6NVD36

Động cơ diesel 6NVD36 được khởi động bằng gió nén tại đầu máy với các chi tiết chính được thể hiện như sơ đồ sau:



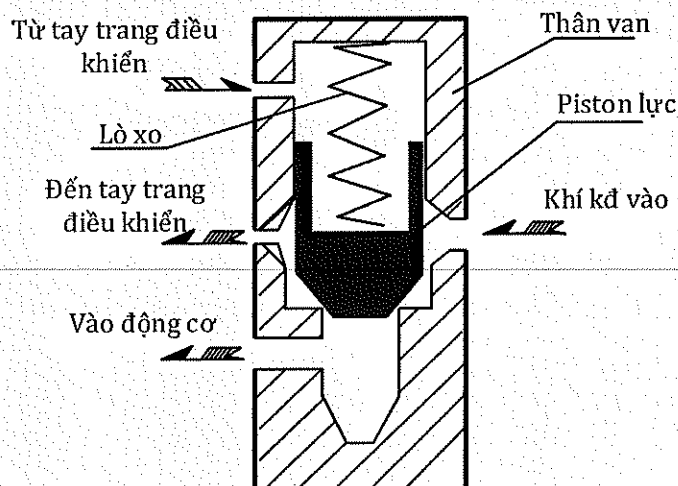
Hình 3.6. Hệ thống khí nén khởi động động cơ 6NVD36

- |                  |                        |                          |
|------------------|------------------------|--------------------------|
| 1. Chai gió      | 2. Van khởi động chính | 3. Bánh răng truyền động |
| 4. Đĩa chia gió  | 5. Cam khởi động       | 6. Đồng hồ               |
| 7. Van một chiều | 8. Van khởi động       |                          |

Khi đưa tay trang đến vị trí khởi động, một đường khí điều khiển được xả ra tạo sự chênh lệch áp suất làm mở van khởi động chính. Khi đó khí nén đi đến các van khởi động trên xy lanh và khởi động động cơ đúng theo thứ tự nổ.

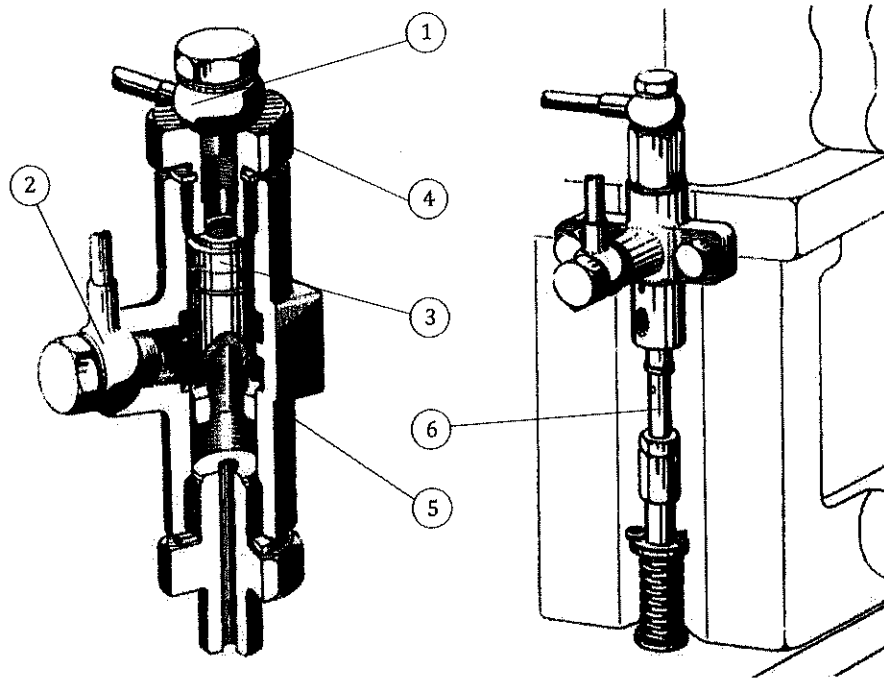
### 3.2.1 Van khởi động chính

Van khởi động chính lắp trên hệ thống có nhiệm vụ cung cấp gió khởi động đến động cơ. Van khởi động chính trong hệ thống điều khiển động cơ diesel 6NVD36 trong phòng thực hành được điều khiển đóng mở thông qua tay trang khởi động. Kết cấu của van khởi động chính được thể hiện qua hình 3.7



Hình 3.7. Van khởi động chính

### 3.2.2 Đĩa chia gió kiểu cam



Hình 3.8. Đĩa chia gió khởi động kiểu trục cam

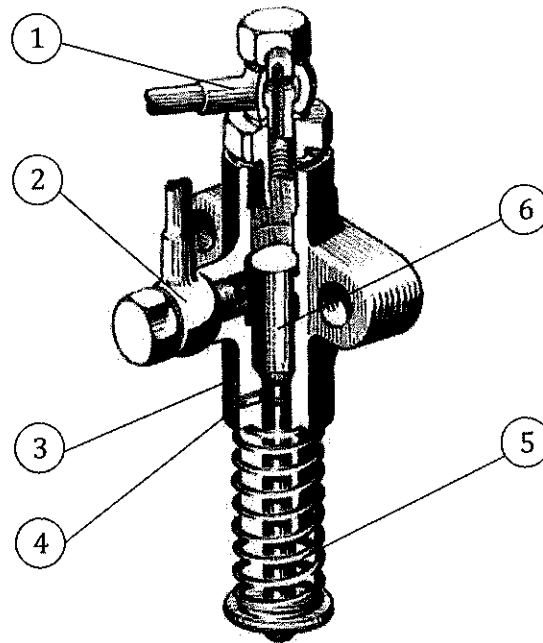
- |                       |                                     |             |                  |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------|------------------|
| 1. Khí điều khiển vào | 2. Khí điều khiển đến van khởi động |             |                  |
| 3. Piston trượt       | 4. Đai ốc                           | 5. Thân van | 6. Ty điều khiển |

### 3.2.3 Suppap khởi động trên nắp xylanh động cơ

Suppap khởi động chính trên nắp xylanh được mở bởi khí điều khiển từ đĩa chia gió dạng trục cam để cấp khí khởi động vào buồng đốt ở kỳ giãn nở sinh công làm quay trục khuỷu để khởi động động cơ.

Hình 3.9 thể hiện kết cấu của suppap khởi động trên nắp xylanh của động cơ 6NVD36

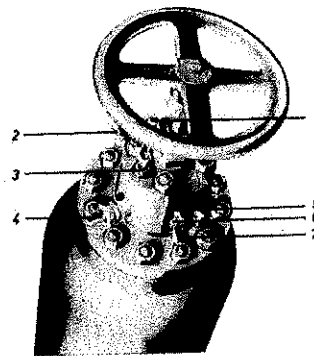




Hình 3.10. Van khởi động của động cơ 6NVD36

1. Khí nén từ van khởi động chính đến    2. Khí nén đến van khởi động chính đến  
 3. Thân van    4. Lỗ xả khí    5. Lò xo    6. Piston trượt

### 3.2.5 Chai gió



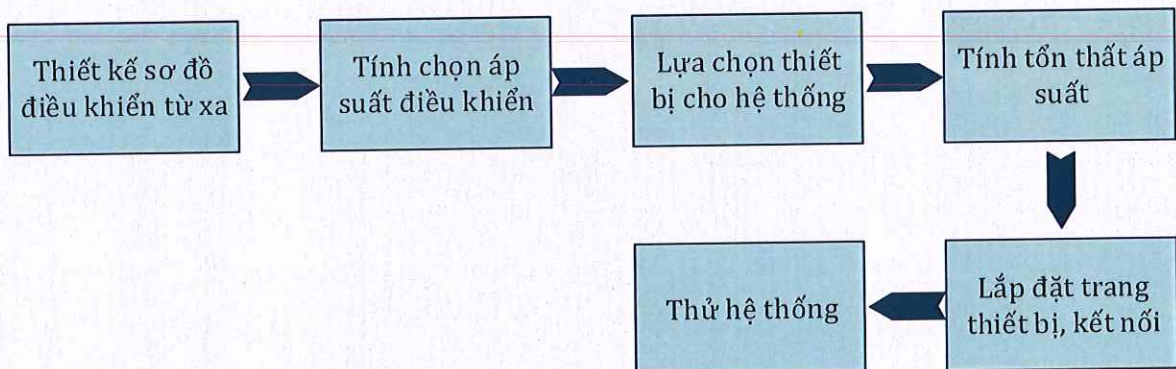
Hình 3.11. Chai gió khởi động

### 3.3. Thiết kế hệ thống điều khiển từ xa động cơ diesel 6NVD36

Mục tiêu chính của đề tài là thiết kế một hệ thống khí nén điều khiển từ xa động cơ 6NVD36 với các tính năng cơ bản như sau:

- Thực hiện điều khiển máy chính như khởi động, dừng máy bằng một hệ thống điều khiển từ xa (từ bàn điều khiển).
- Hệ thống điều khiển phải đảm bảo điều chỉnh tốc độ lóng theo yêu cầu, điều khiển tăng giảm vòng quay động cơ, dừng máy từ xa máy chính.
- Hệ thống phải có điều khiển dự phòng, ngoài điều khiển động cơ được từ xa còn có điều khiển tại đầu máy.
- Trang bị các thiết bị chỉ báo các thông số làm việc của động cơ
- Kết cấu gọn nhẹ, kiểu dáng công nghiệp đẹp, tính ứng dụng thực tế cao

Vì vậy, để thực hiện mục tiêu của đề tài, trước khi thiết kế hệ thống điều khiển cho động cơ diesel cần nghiên cứu kỹ đặc điểm kỹ thuật của động cơ. Do đó, quy trình thiết kế hệ thống điều khiển từ xa cho máy chính 6NVD36 trong phòng thực hành Máy tàu thủy được thể hiện như sau:

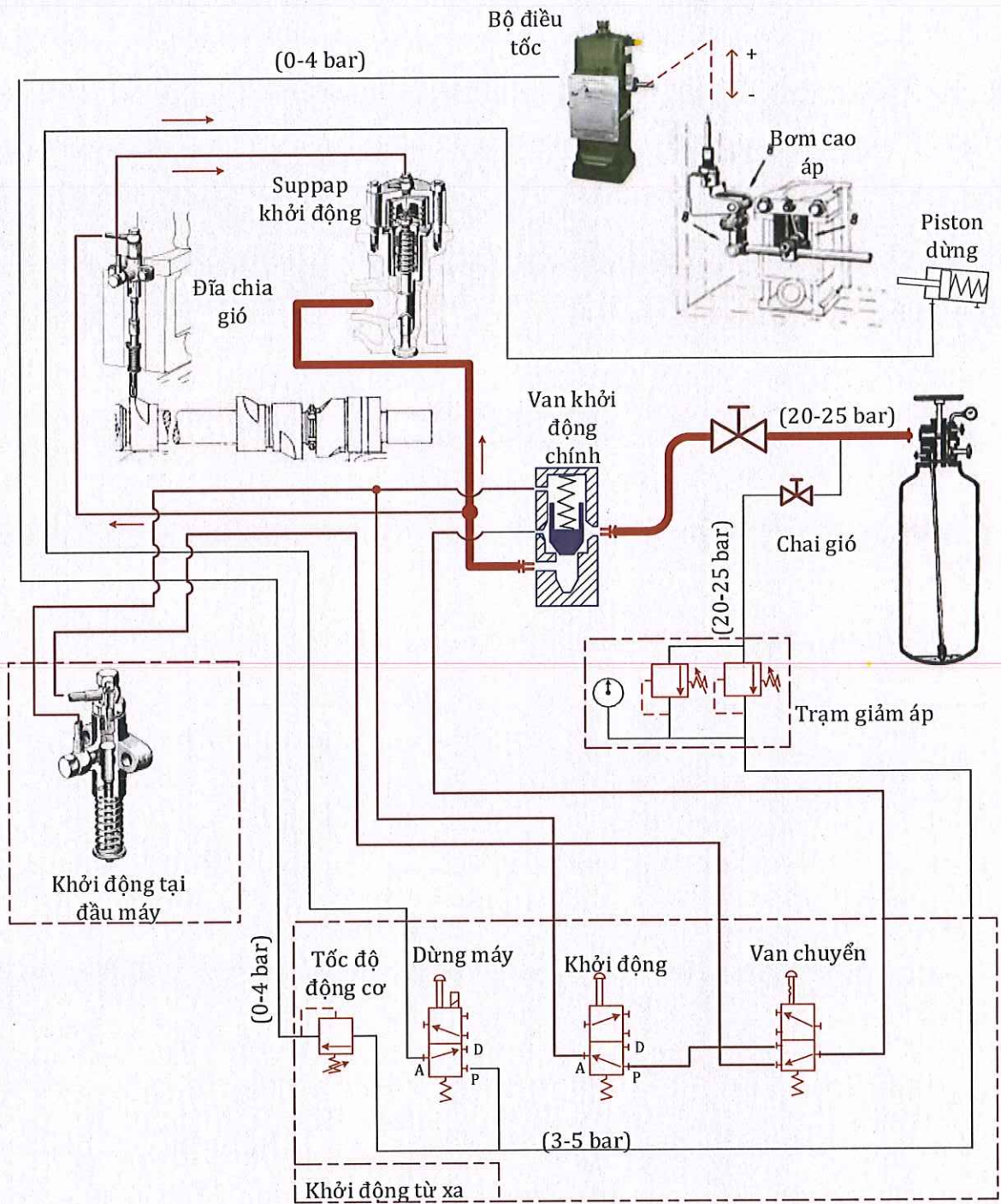


### 3.3.1 Sơ đồ hệ thống khởi động từ xa máy 6NVD36

Trong phạm vi của đề tài, mục tiêu chính là xây dựng được một hệ thống điều khiển từ xa máy chính 6NVD36 đáp ứng yêu cầu:

- Hệ thống làm việc đảm bảo an toàn, tin cậy phù hợp với thực tế khai thác của phòng thực hành.
- Kết cấu đơn giản, gọn nhẹ và dễ khai thác.

Sơ đồ hệ thống được thiết kế như sau:



Hình 3.12. Hệ thống điều khiển từ xa máy chính 6NVD36

### 3.3.2 *Tính chọn áp suất làm việc trong hệ thống*

Để hệ thống làm việc được an toàn và tin cậy, áp suất khí điều khiển thường không được vượt quá 0.8 MPa, vận tốc dòng khí trong ống dẫn thường được chọn từ 6 – 10 (m/s), đây là một trong những cơ sở để tính toán kích thước van, ống. Với hệ thống điều khiển cho động cơ diesel 6NVD36, áp suất khí điều khiển được chọn 0.3 -0.5 MPa, vận tốc dòng khí  $w = 7$  (m/s), đường kính ống 08 - 10 (mm). Các ống bố trí trong tủ van logic được chọn là ống nhựa, ống dẫn từ hộp van tới động cơ chọn là ống đồng.

### 3.3.3 *Tính toán tổn thất áp suất*

Việc thiết kế một hệ thống khí nén đảm bảo theo những tiêu chí hoạt động thì vấn đề tính toán tổn thất là một vấn đề rất quan trọng và phức tạp. Do hệ thống sử dụng lưu chất là khí nên ta chỉ cần quan tâm đến các tổn thất sau:

- Tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng ( $\Delta p_R$ )
- Tổn thất áp suất trong tiết diện thay đổi ( $\Delta p_E$ )
- Tổn thất áp suất trong các loại van ( $\Delta p_V$ )

#### 3.3.3.1. *Tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng ( $\Delta p_R$ )*

Tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng ( $\Delta p_R$ ) được tính theo công thức:

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho \cdot w^2}{2 \cdot d} [N / m^2]$$

Trong đó:

- $l$  [m] Chiều dài ống dẫn
- $\rho_n = 1,293$  [ $kg / m^3$ ] Khối lượng riêng không khí ở trạng thái chuẩn
- $\rho = \rho_n \cdot \frac{p_{abs}}{p_n}$  [ $kg / m^3$ ] Khối lượng riêng của không khí
- $p_n = 1,013$  [bar] Áp suất ở trạng thái tiêu chuẩn
- $w$  [m/s] Vận tốc của dòng chảy ( $w = q_0 / A$ )

- $d$  [m] Đường kính ống dẫn
- $\lambda = \frac{64}{Re}$  [--] Hệ số ma sát ống có giá trị cho ống trơn và chảy tầng ( $Re < 2230$ )
- $Re = \frac{w \cdot d}{\nu_n}$  [--] Số Reynold
- $\nu_n = 13,28 \cdot 10^{-6} [m^2 / s]$  Độ nhớt động học ở trạng thái tiêu chuẩn.

### 3.3.3.2. Tổn thất áp suất trong tiết diện thay đổi ( $\Delta p_E$ )

Trong các hệ thống truyền dẫn khí nén, ngoài những ống thẳng còn có những ống rẽ nhánh, tiết diện thay đổi, tập hợp nhánh... Tổn thất áp suất trong ống có tiết diện thay đổi được thính theo công thức:

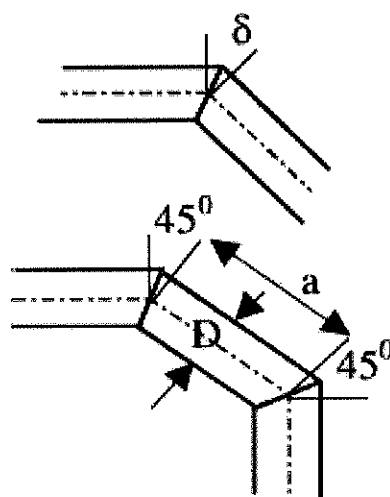
$$\Delta p_E = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2$$

Trong đó:

- $\zeta$  Hệ số phụ thuộc vào loại tiết diện ống dẫn và trị số Reynold

#### a. Khi ống dẫn gãy khúc

Tổn thất áp suất:  $\Delta p_E = 0,5 \cdot \zeta \cdot \rho \cdot w^2 [N / m^2]$



Hình 3.13. Tiết diện ống gãy khúc

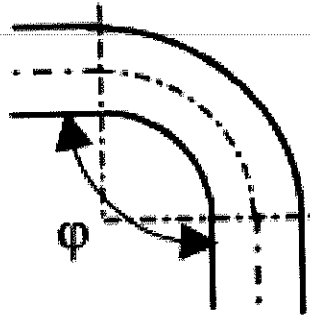
Trong đó hệ số  $\zeta$  phụ thuộc vào độ nhám bề mặt của ống và tra theo bảng 6-1.

$\delta$	$15^\circ$	$22,5^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
$\zeta$ nhẵn	0,042	0,07	0,13	0,24	0,47	1,13
$\zeta$ nhám	0,062	0,15	0,17	0,32	0,68	1,27
$a/D$	0,71	0,943	0,150	3,72	6,28	$\infty$
$\zeta$ nhẵn	0,51	0,35	0,28	0,36	0,40	0,48
$\zeta$ nhám	0,51	0,415	0,38	0,46	0,44	0,64

Bảng 1. Bảng tra độ nhẵn và độ nhám bề mặt của ống

b. Khi ống dẫn bị cong

$$\text{Tổn thất áp suất: } \Delta p_{E3} = \zeta_g \cdot \frac{\rho}{2} w^2 [N/m^2]$$



Hình 3.14. Tiết diện ống cong

Trong đó hệ số cản  $\zeta_g$  bao gồm:  $\zeta_g = \zeta_u + \zeta_{Re}$

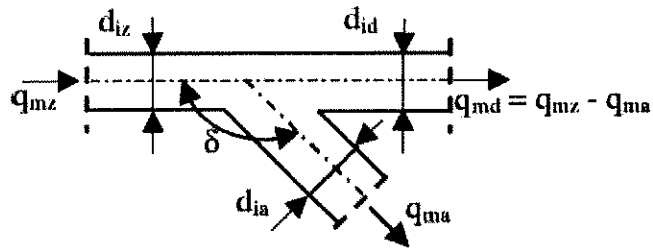
- $\zeta_u$  Hệ số cản do độ cong
- $\zeta_{Re}$  Hệ số cản do ảnh hưởng số Raynold

Sự thay đổi tỉ số  $R/d$  sẽ thay đổi tỉ lệ do hệ số cản  $\zeta_u$  và  $\zeta_{Re}$ .

Hệ số cản  $\zeta_u$  phụ thuộc vào góc uốn cong  $\varphi$ , tỉ số  $R/d$  và chất lượng bề mặt của ống.

## c. Khi ống dẫn khí phân dòng

$$\text{Tổn thất áp suất trong phân nhánh: } \Delta P_{fd} = \xi_d \frac{\rho}{2} w_z^2$$



Hình 3.15. Đường ống phân nhánh

Trong đó  $w_z$  là vận tốc trung bình trong ống dẫn chính.

Hệ số cản  $\xi_a$  và  $\xi_d$  của ống dẫn khí phân dòng phụ thuộc vào tỉ lệ  $d_{ia} / d_{iz}$  và tỉ lệ lưu lượng  $q_{ma} / q_{mz}$  (bảng 6-2)

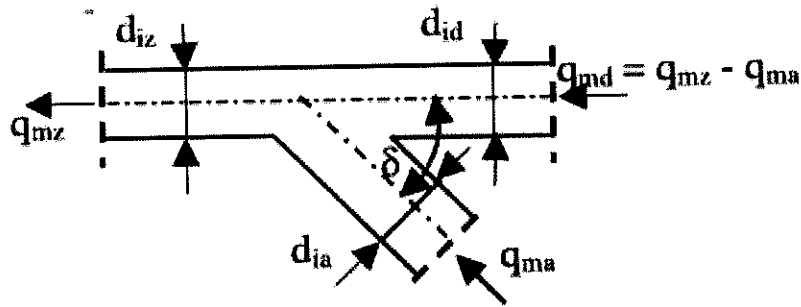
Tỉ số lưu lượng $q_{ma} / q_{mz}$		Góc rẽ nhánh $\delta$								
		$90^\circ$			$120^\circ$			$135^\circ$		
		Ống rẽ nhánh, hệ số cản $\xi_a$								
		Tỉ số $d_{ia} / d_{iz}$								
		1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6
0.2		0.79	0.84	1.00	0.71	0.75	0.88	0.68	0.72	0.83
0.4		0.74	0.88	1.31	0.57	0.69	1.07	0.51	0.61	0.98
0.6		0.81	1.05	1.89	0.53	0.75	1.53	0.43	0.64	1.40
0.8		1.00	1.37	2.72	0.97	0.96	2.26	0.44	0.78	2.09
1.0		1.30	1.82	3.81	0.75	1.27	3.26	0.54	1.06	3.05
Tỉ số lưu lượng $q_{ma} / q_{mz}$		Ống dẫn thẳng, hệ số cản $\xi_d$								
		Tỉ số $d_{ia} / d_{iz}$								
		1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6
0.2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.4		0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

0.6	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
0.8	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
1.0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

Bảng 2. Bảng tra hệ số cản  $\xi_a$  và  $\xi_d$  của ống dẫn khí phân dòng

d. Ống dẫn khí hợp dòng

Ống hợp dòng được thể hiện như hình sau:



Hình 3.16. Đường ống dẫn khí hợp dòng

Tổn thất áp suất trong ống dẫn hợp dòng  $q_{ma}$ :  $\Delta P_{Ea-\xi_a} = \frac{\rho}{2} w^2$

Tổn thất áp suất trong ống dẫn hợp dòng  $q_{md}$ :  $\Delta P_{Ed} = \xi_d \frac{\rho}{2} w_z^2$

Trong đó  $w_z$  là vận tốc trung bình trong ống dẫn chính.

Hệ số cản  $\xi_a$  và  $\xi_d$  của ống dẫn khí hợp dòng phụ thuộc vào tỉ lệ lưu lượng  $q_{ma} / q_{mz}$

(bảng 6.3)

Tỉ số lưu lượng $q_{ma} / q_{mz}$	Góc rẽ nhánh $\delta$								
	45°			60°			90°		
	Ống rẽ nhánh, hệ số cản $\xi_a$								
	Tỉ số $d_{ia} / d_{iz}$								
	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6
0.2	-0.41	-0.31	-0.11	-0.40	-0.30	-0.09	-0.38	-0.28	-0.06
0.4	-0.03	0.22	0.94	0.00	0.27	0.99	0.10	0.37	1.11

0.6	0.22	0.69	2.22	0.31	0.79	2.33	0.52	1.03	2.61
0.8	0.35	1.09	3.73	0.51	1.27	3.93	0.89	1.69	4.43
1.0	0.35	1.43	5.47	0.60	1.70	5.80	1.20	2.35	6.57
Tỉ số lưu lượng $q_{ma}/q_{mz}$	Ống dẫn thẳng, hệ số cản $\xi_d$								
	Tỉ số $d_{1a}/d_{1z}$								
	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6	1.0	0.8	0.6
0.2	0.16	0.20	0.19	0.17	0.22	0.23	0.20	0.27	0.32
0.4	0.17	0.17	0.03	0.22	0.26	0.18	0.35	0.46	0.54
0.6	0.06	-0.04	-0.44	0.18	0.15	-0.10	0.47	0.60	0.71
0.8	-0.18	-0.44	-1.22	0.04	-0.11	-0.62	0.56	0.70	0.82
1.0	-0.53	-1.03	-2.32	-0.19	-0.51	-1.39	0.62	0.76	0.86

Bảng 3. Bảng tra hệ số cản  $\xi_a$  và  $\xi_d$  của ống dẫn khi hợp dòng

### 3.3.3.3. Tổn thất áp suất trong các loại van ( $\Delta p_v$ )

Tổn thất áp suất trong các loại van  $\Delta p_v$  (trong các loại van đảo chiều, van áp suất, van tiết lưu) tính theo:

$$\Delta p_v = \xi_v \frac{\rho}{2} w^2 [N/m^2]$$

Trong công nghiệp sản xuất các phần tử khí nén, hệ số cản  $\xi_v$  là đại lượng đặc trưng cho các van. Thay vì hệ số  $\xi$ , một số hãng chế tạo các phần tử điều khiển bằng khí nén sử dụng một đại lượng, gọi là hệ số lưu lượng  $k_v$ , là đại lượng được xác định bằng thực nghiệm. Hệ số lưu lượng  $k_v$  là lưu lượng chảy của nước [ $m^3/h$ ] qua van ở nhiệt độ  $T=278-303$  [K], với áp suất ban đầu là  $p_1 = 6$  [bar], tổn thất áp suất  $\Delta p_0 = 0.981$  [bar] và có giá trị tính theo:

$$k_v = \frac{q_v}{31,6} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}} \quad [m^3/h]$$

Trong đó:

- $q_v$  [ $m^3/h$ ] Lưu lượng khí nén

- $\rho$  [kg / m<sup>3</sup>] Khối lượng riêng không khí
- $\Delta P$  [bar] Tổn thất áp suất van

Theo tài liệu, hệ số  $\xi_v$  tính được:

$$\xi_v = \frac{2 \cdot g \cdot 10,18}{w^2} \left( \frac{q_v}{k_v} \right)^2$$

Vận tốc dòng chảy w:  $w = \frac{q_v}{A}$

Thay w vào phương trình ta có:

$$\xi_v = \frac{2 \cdot g \cdot 10,18 \cdot q_v^2 \left( \frac{A}{10^6} \right)}{q_v^2 \cdot \left( \frac{k_v}{3600} \right)^2}$$

Trong đó:  $A = \frac{d^2 \cdot \lambda}{4}$  [mm<sup>2</sup>]

Như vậy, nếu van có thông số đặc trưng  $k_v$ , đường kính ống nối dài, thì ta xác định được hệ số cản qua van  $\xi_v$ .

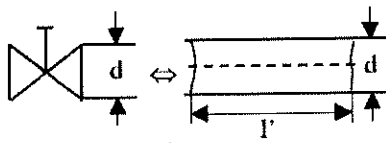
#### 3.3.3.4. Tổn thất áp suất tính theo chiều dài ống dẫn tương đương

Bởi vì tổn thất áp suất trong ống dẫn thẳng hay là tổn thất áp suất của ống dẫn có tiết diện thay đổi hoặc là tổn thất áp suất trong các loại van đều phụ thuộc vào hệ số  $\frac{\rho}{2} w^2$ , cho nên có thể tính tổn thất áp suất thành chiều dài ống dẫn tương đương và được xác định như sau:

$$\xi \frac{\rho}{2} w^2 = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho}{2} v^2$$

Từ đó, chiều dài ống dẫn tương đương:  $l' = \frac{\xi}{\lambda} d$

Như vậy tổn thất áp suất của hệ thống ống dẫn là:  $\Delta P_{ges} = \lambda \frac{\sum l + \sum l'}{d} \frac{\rho}{2} w^2$



Hình 3.17. Tổn thất áp suất tính theo chiều dài ống dẫn tương đương

Để hệ thống điều khiển bằng khí nén làm việc được an toàn và tin cậy, độ sụt áp không được vượt quá 0.1 MPa. Thực tế sai số cho phép đến 5% áp suất làm việc. Tổn thất áp suất bao gồm tổn thất cục bộ và tổn thất dọc đường. Tổn thất này được tính toán dựa trên chiều dài ống dẫn, những chỗ thay đổi tiết diện và những vị trí dòng chảy đổi hướng. Việc thống kê những vị trí này dựa trên sơ đồ bố trí các phần tử. Để việc tính toán được đơn giản, tổn thất cục bộ có thể quy về tổn thất trên chiều dài ống dẫn tương đương. Sau quy đổi, tổn thất áp suất được tính trên tổng chiều dài ống.

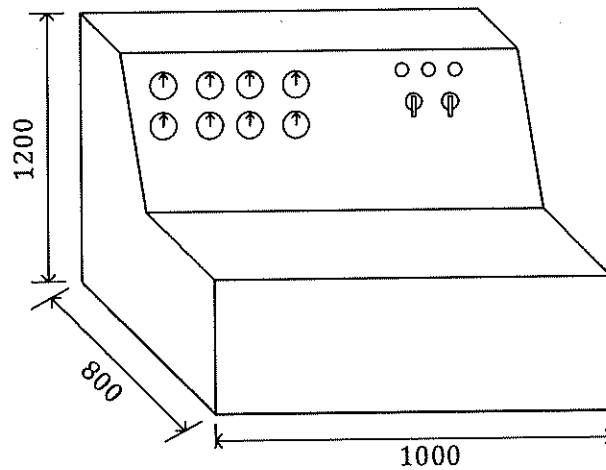
### 3.3.4 Lựa chọn các thiết bị cho hệ thống

#### 3.3.5.1. Bàn điều khiển

Bàn điều khiển trên đó thể hiện các thông số làm việc của động cơ, trang bị các thiết bị điều khiển từ xa máy chính. Ngoài ra, bàn điều khiển còn trang bị thêm hệ thống điều khiển hộp số.

Bàn điều khiển có các thông số như sau:

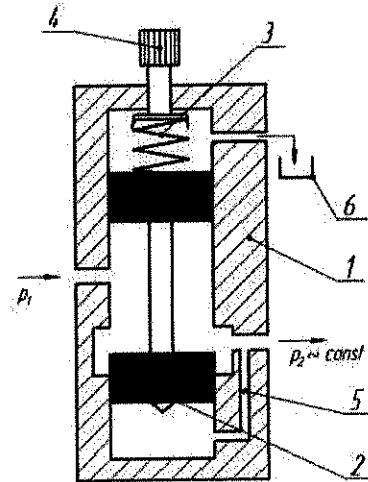
- Kích thước bàn điều khiển có kích thước: 800 x 1200 x 1000 (mm)
- Vật liệu: thép, sơn chống rỉ, sau đó sơn màu.
- Gia công tại Việt Nam



Hình 3.18. Bàn điều khiển máy chính

### 3.3.5.2. Van giảm áp

Van giảm áp là một van áp suất có tác dụng giữ áp suất đầu ra của van ở một giá trị thiết lập sẵn thấp hơn áp suất đầu vào và giữ cố định áp suất tại cửa ra của van mà không phụ thuộc vào độ biến động áp suất của dòng khí tới hoặc đi khỏi van.



Hình 3.19. Van giảm áp

- |             |                       |          |                   |
|-------------|-----------------------|----------|-------------------|
| 1. Vỏ van   | 2. Phần tử điều khiển | 3. Lò xo | 4. Vít điều chỉnh |
| 5. Rãnh nối | 6. Thùng chứa.        |          |                   |

Tại vị trí ban đầu van mở hoàn toàn, độ rộng cửa ra thiết lập bởi vít 4. Tác dụng của van là hầu như giữ không đổi giá trị  $P_2$  tại cửa ra.

Giả sử vì một lý do nào đó trong hệ thủy lực làm  $P_2$  tăng. Khi đó áp suất khoang trống nối với cửa ra của van bằng rãnh 5 cũng tăng lên, đẩy phần tử điều khiển đi lên trên, kết quả là làm giảm tiết diện cửa thoát, dẫn tới làm giảm  $P_2$ . Trường hợp  $P_2$  giảm thì phần tử điều khiển đi xuống làm tăng tiết diện cửa thoát kéo theo tăng  $P_2$ . Như vậy quá trình này làm cho  $P_2$  gần như không đổi.

### 3.3.5.3. Van chuyển vị trí

Van này có nhiệm vụ chuyển đổi vị trí điều khiển động cơ (điều khiển tại đầu máy hay điều khiển từ xa). Đây là van khí nén 3 cửa 2 vị trí được điều khiển bằng tay tại vị trí bàn điều khiển động cơ để lựa chọn vị trí điều khiển.

Van khởi động động cơ từ xa được lựa chọn là loại có các thông số sau:

- Loại van: SHV310
- Áp suất làm việc: 30 bar



Hình 3.20. Van chuyển vị trí điều khiển

#### 3.3.5.4. Van khởi động động cơ từ xa

Van khởi động động cơ từ xa được gắn trong bàn điều khiển có nhiệm vụ khởi động động cơ từ xa. Đây là van khí nén 3 cửa 2 vị trí được điều khiển bằng tay tại vị trí bàn điều khiển động cơ để điều khiển gió khởi động vào van khởi động chính tại đầu máy.

Van khởi động động cơ từ xa được lựa chọn là loại có các thông số sau:

- Loại van: MSV98322
- Áp suất làm việc: 0 – 30 bar
- Nhiệt độ làm việc: 0 – 60°C
- Kích thước cơ bản: 76 x 35 x 20
- Vật liệu: Hợp kim nhôm



Hình 3.21. Van khởi động động cơ từ xa

### 3.3.5.5. Van dừng khẩn cấp

Van này được gắn trong bàn điều khiển có nhiệm vụ dừng động cơ khẩn cấp từ xa. Đây là van khí nén 3 cửa 2 vị trí được điều khiển bằng tay tại vị trí bàn điều khiển động cơ để điều khiển gió nén cấp vào xylanh dừng động cơ trên thanh răng nhiên liệu.

Van dừng động cơ từ xa được lựa chọn là loại có các thông số sau:

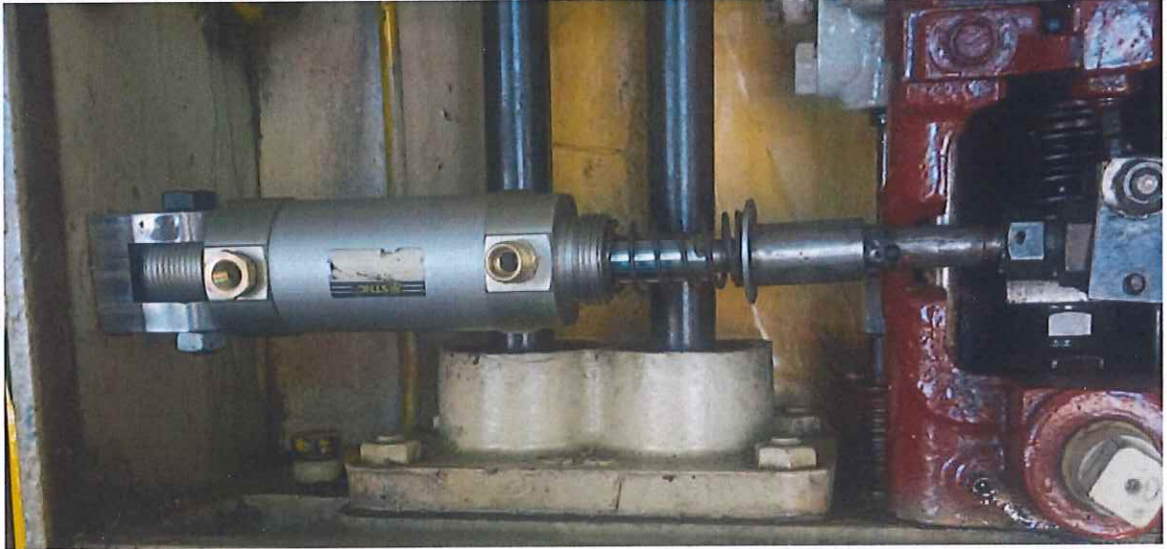
- Loại van: MSV98322
- Áp suất làm việc: 0 – 30 bar
- Nhiệt độ làm việc: 0 – 60°C
- Kích thước cơ bản: 76 x 35 x 20
- Vật liệu: Hợp kim nhôm



Hình 3.22. Van dừng động cơ từ xa

### 3.3.5.6. Xylanh gió

Xylanh gió trong hệ thống có chức năng dừng động cơ. Xylanh gió sẽ nhận tín hiệu từ hộp van điều khiển để tác động lên thanh răng nhiên liệu để dừng động cơ khi cần thiết.



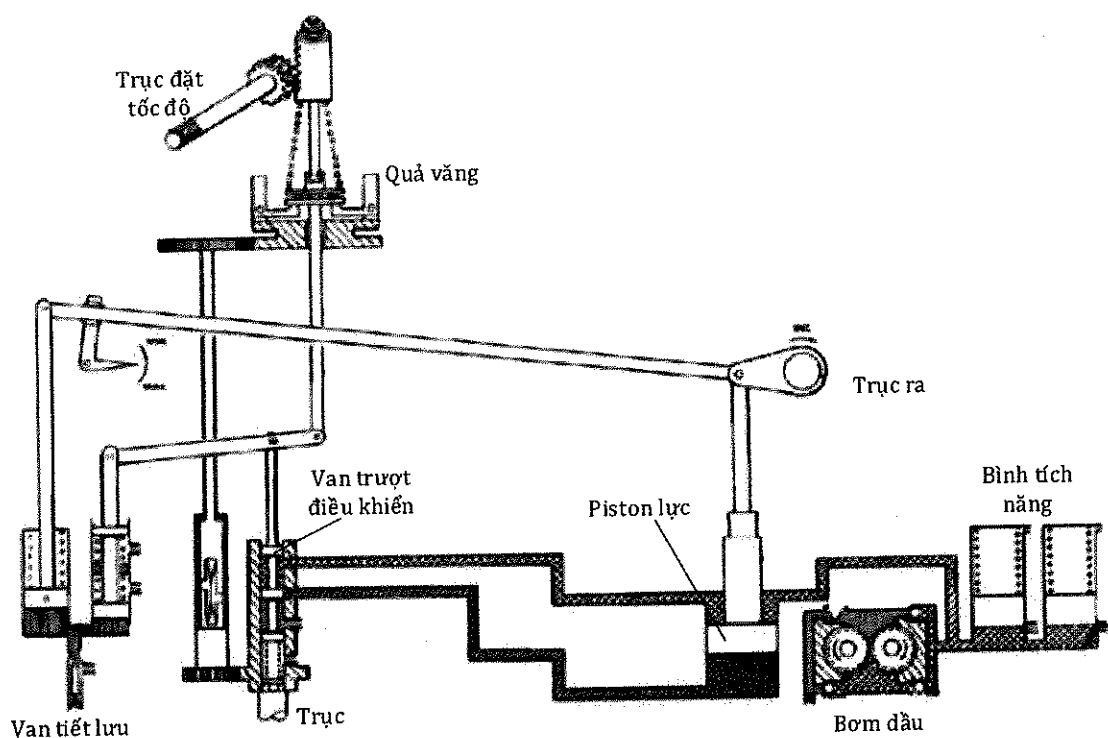
Hình 3.23. Xylanh gió

Xylanh gió trong hệ thống được chọn là loại có các thông số sau:

- Loại xylanh STNC
- Hành trình 30 mm
- Đường kính: 52 mm
- Áp suất làm việc: 1.8 – 15 bar
- Lực kéo: 6,5 kgf/cm<sup>2</sup>

### 3.3.5.7. Bộ điều tốc

Hệ thống điều khiển được trang bị bộ điều tốc UG8-L của hãng Woodward. Đây là bộ điều tốc cơ khí – thủy lực, nhiều cấp tốc độ



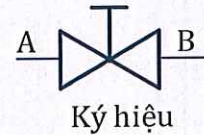
Hình 3.24. Sơ đồ làm việc của bộ điều tốc UG8L

### 3.3.5.8. Van chặn

Trong hệ thống thì van chặn được đóng và mở bằng tay. Khi đóng van chặn nhằm cô lập một thiết bị trong hệ thống hay phần hoặc toàn bộ hệ thống để sửa chữa hay thay thế thiết bị.

Trong hệ thống khí nén đang khảo sát thì van chặn có thông số kỹ thuật như sau:

- Nhà sản xuất: Yuken - Taiwan
- Áp suất làm việc lớn nhất: 50 bar



Hình 3.25. Van chặn

### 3.4. Mô phỏng hệ thống

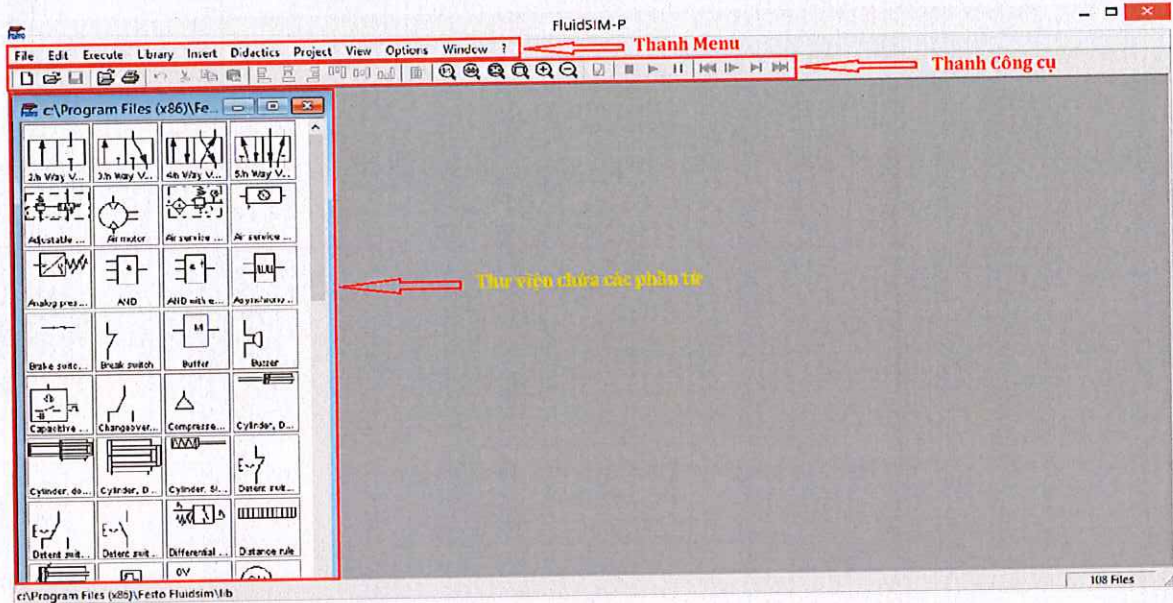
Với trình độ phát triển của khoa học đặc biệt là công nghệ máy tính, giúp tạo ra các công cụ tính toán thiết kế nhằm mô phỏng quy trình sản xuất một cách nhanh chóng với độ chính xác cao.

Một trong các công cụ cần thiết cho việc nghiên cứu khoa học đó chính là mô phỏng nhằm tăng tính trực quan, giảm chi phí trong thiết kế và nghiên cứu. Qua các quá trình mô phỏng có thể làm cho các nhà nghiên cứu có thể tối ưu hóa các quá trình công tác, các kết cấu mới phù hợp hơn cho người sử dụng.

Trong luận văn này tác giả đã sử dụng phần mềm mô phỏng thủy khí Festo FluidSIM mô phỏng lại hệ thống điều khiển động cơ 6NVD bằng không khí nén trong thực tế để đánh giá chất lượng làm việc của hệ thống thực.

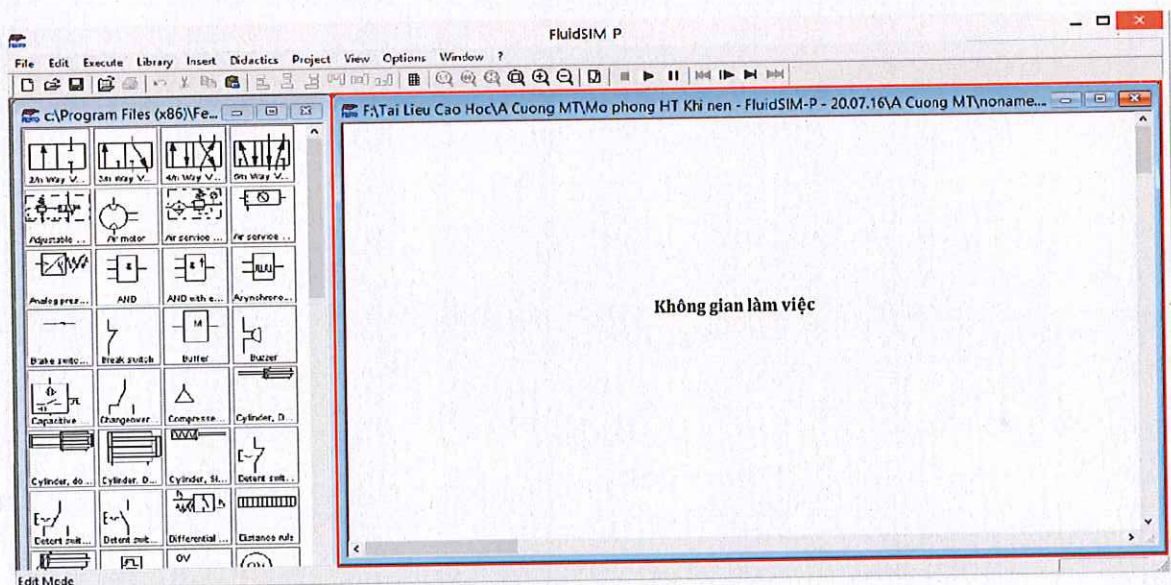
#### 3.4.1. Giới thiệu chung về phần mềm

Festo FluidSIM là phần mềm mô phỏng thủy khí được thiết kế với dao diện trực quan dễ nhìn và dễ sử dụng. FluidSIM hỗ trợ việc thiết kế các sơ đồ hệ thống thủy lực, khí nén, điện - thủy lực, điện - khí nén... hoặc mô phỏng lại các hệ thống trong thực tế. Các phần tử trong hệ thống được lấy ra từ kho thư viện của phần mềm và người dùng có thể thay đổi hoặc điều chỉnh các thông số của phần tử rất dễ dàng và thuận tiện.



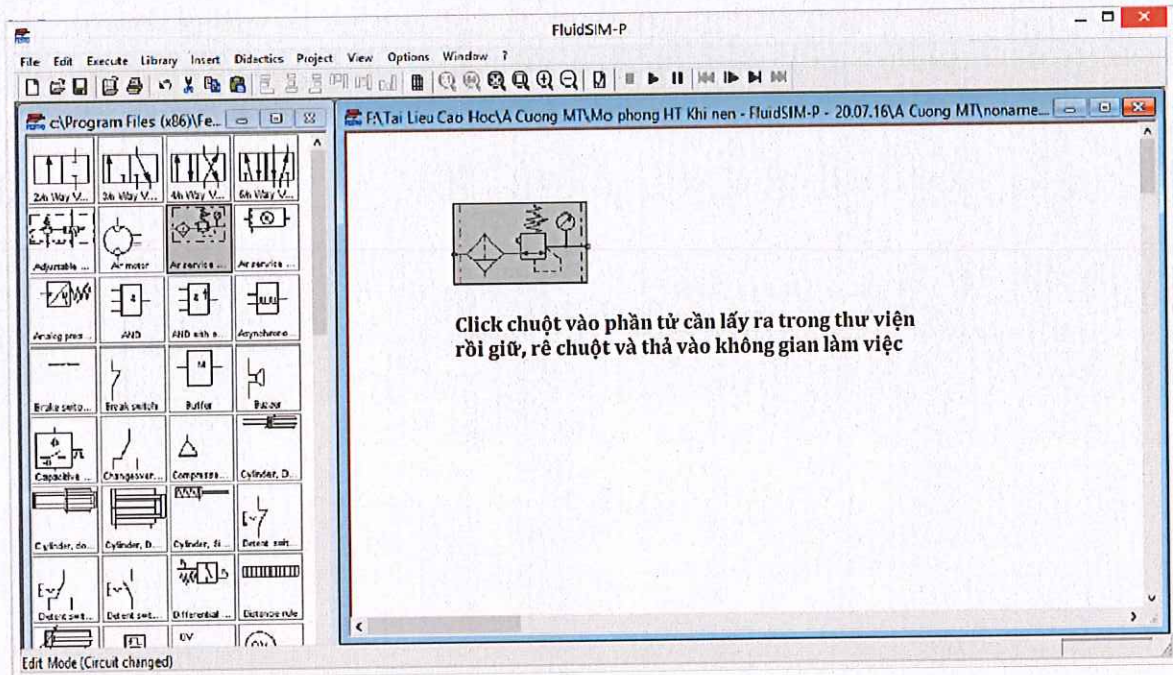
Hình 3.26. Dao diện của Festo FluidSIM

Để thiết kế mới một hệ thống hoặc mô phỏng một hệ thống thực tế người dùng click chuột vào menu File trên thanh menu rồi click New, trên màn hình sẽ xuất hiện không gian làm việc như trên hình.

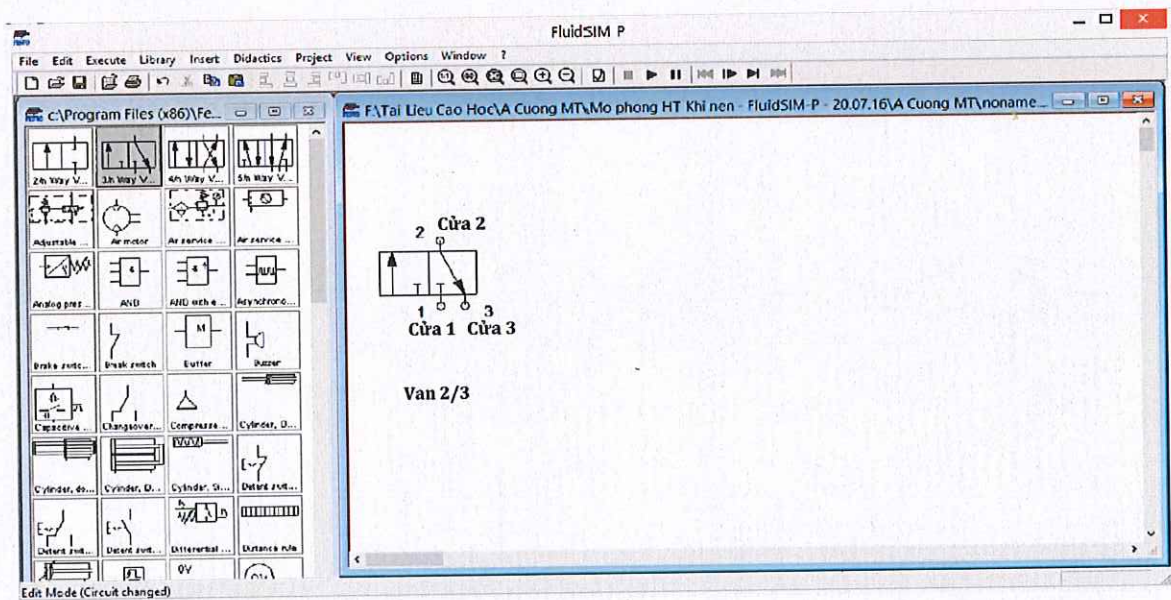


Hình 3.27. Không gian làm việc của phần mềm

Muốn gắp phần tử nào trong thư viện ra không gian làm việc để làm việc thì người dùng chỉ cần click vào phần tử đó rồi giữ, rê chuột và thả vào không gian làm việc, xem hình dưới.

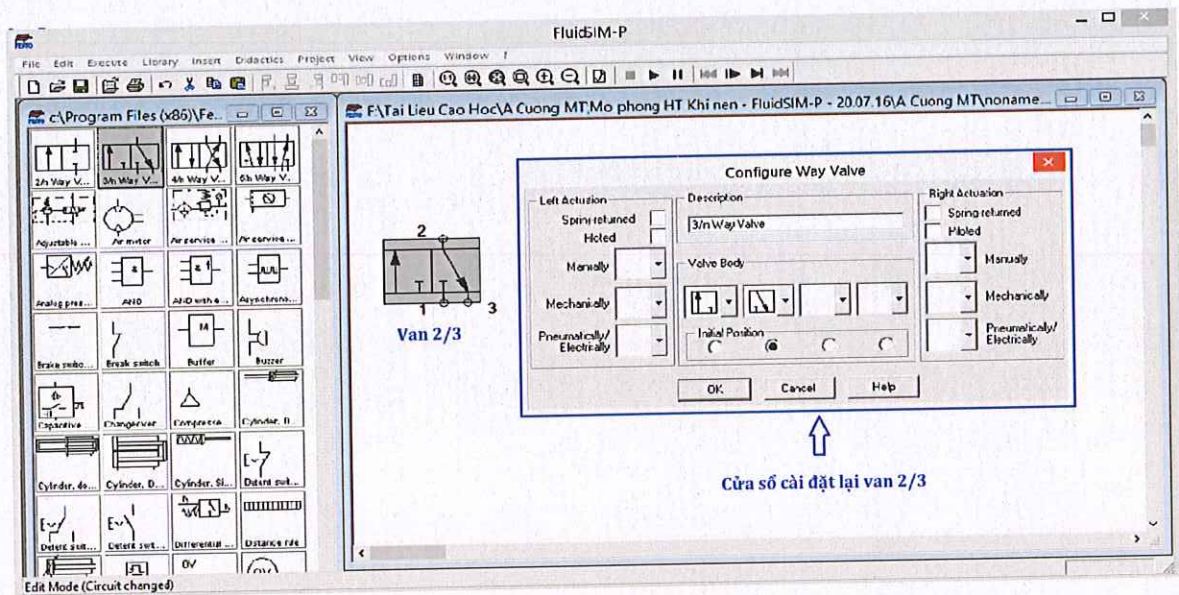


Hình 3.28. Gắp các phần tử trong thư viện ra không gian làm việc để làm việc  
Trên các phần tử trong hệ thống sẽ có các cổng, các cửa... để kết nối với các phần tử khác thông qua hệ thống đường ống.



Hình 3.29. Các cửa kết nối của van 2/3

Để cài đặt lại cho các phần tử trong hệ thống, người dùng chỉ cần double click chuột vào phần tử đó trong không gian làm việc rồi tiến hành các thao tác cài đặt lại phần tử.



Hình 3.30. Cài đặt lại van 2/3

### 3.4.2. Mô phỏng hệ thống khí nén điều khiển động cơ 6NVD trong phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy

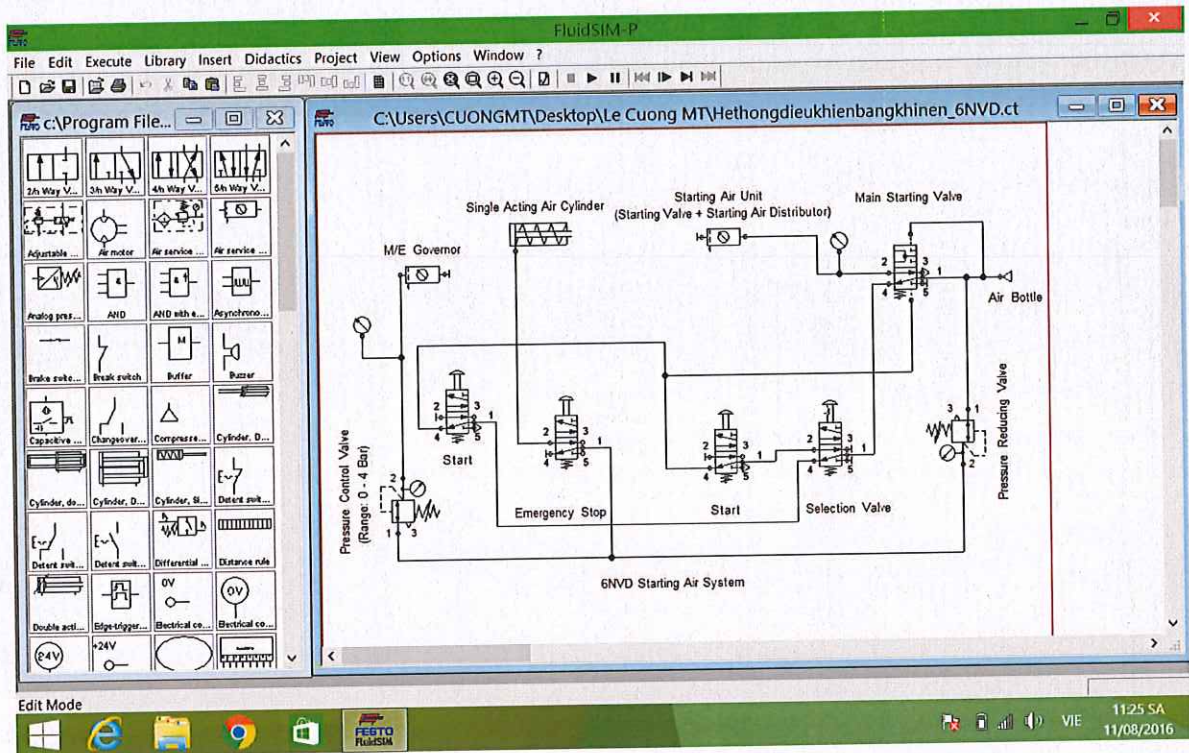
Để mô phỏng cho hệ thống khí nén điều khiển động cơ 6NVD trong phòng thực hành khoa Máy tàu thủy tác giả sẽ sử dụng các phần tử sau: 01 chai gió nén, 05 van 5/2, 1 van giảm áp, 01 van điều khiển áp suất, 01 xilanh gió 1 chiều tác động và 02 phần tử sử dụng khí nén.

Trong đó:

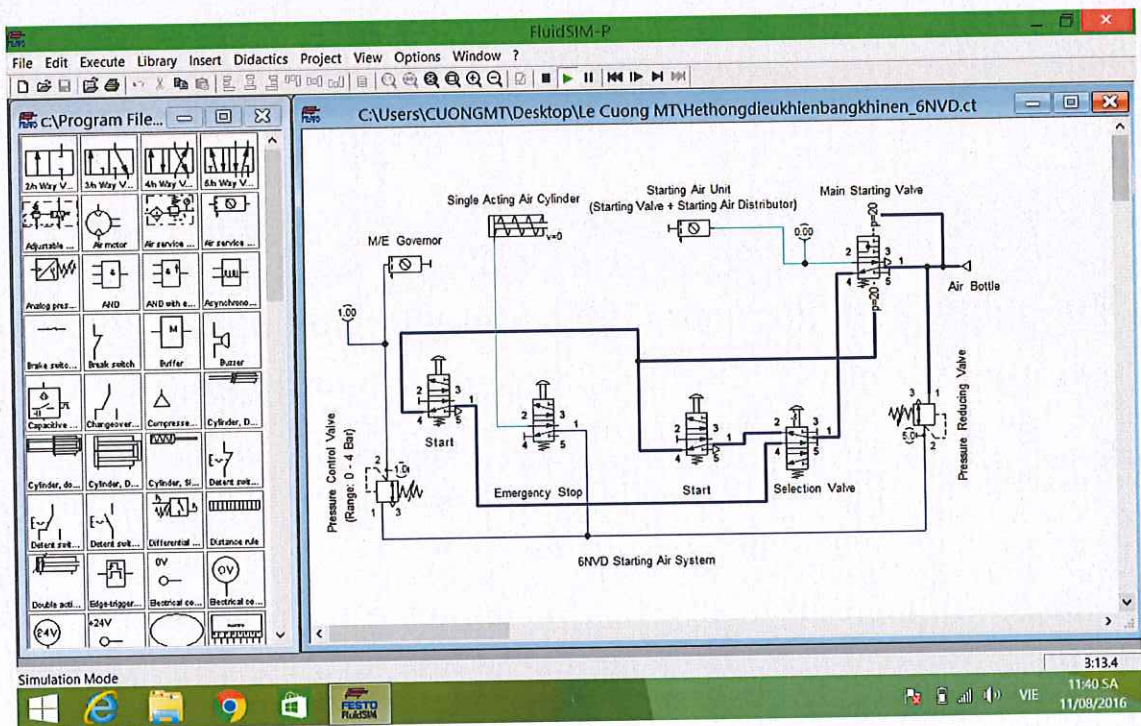
- Van khởi động chính: Là van 5/2 với 1 cửa nối với chai gió nén, 1 cửa nối với van chọn chế độ khởi động, 1 cửa nối với thiết bị sử dụng gió nén (thay thế cho xupap khởi động và bộ phân phối gió khởi động trên động cơ), cửa số 3 xả và số 5 bị chặn. Van được điều khiển bằng 1 đường gió từ đường gió chính từ chai gió và 1 đường gió sau van khởi động từ xa và van khởi động tại đầu máy, cùng với sức căng của lò xo trong van.
- Van lựa chọn chế độ khởi động: Là van 5/2, có 1 cửa nối với van khởi động chính, 1 cửa nối với van khởi động từ xa, 1 cửa nối với van khởi động tại đầu máy. Hai cửa còn lại thực hiện các chức năng của van khi hoạt động. Van được chuyển vị trí bằng nút ấn có chốt giữ và hồi lại vị trí ban đầu sau khi ấn nhả chốt bằng lò xo hồi.

- Van khởi động từ xa: Là van 5/2, có 1 cửa nối với van chọn chế độ khởi động qua cửa số 2 của van này, 1 cửa nối với đường gió điều khiển van khởi động chính, các cửa còn lại thực hiện các chức năng của van khi hoạt động. Van được điều khiển bởi nút ấn và hồi lại vị trí ban đầu bằng lò xo.
- Van khởi động tại đầu máy: Là van 5/2, có 1 cửa nối với van chọn chế độ khởi động qua cửa số 4 của van này, 1 cửa nối với đường gió điều khiển van khởi động chính, các cửa còn lại thực hiện các chức năng của van khi hoạt động. Van được điều khiển bởi nút ấn và hồi lại vị trí ban đầu bằng lò xo.
- Van dừng máy khẩn cấp: Là van 5/2, có 1 cửa nối với van giảm áp (20/5 bar), 1 cửa nối với xilanh gió đánh chết máy, các cửa còn lại thực hiện các chức năng của van khi hoạt động. Van được điều khiển bởi nút ấn và hồi lại vị trí ban đầu bằng lò xo.
- Van giảm áp (20/5 bar): Có nhiệm vụ giảm áp suất từ 20 bar từ chai gió xuống còn 5 bar để đưa đến xilanh đánh chết máy và van đặt tốc độ động cơ.
- Van điều chỉnh áp suất (giải làm việc: 0 – 4 bar): Có nhiệm vụ điều chỉnh áp suất đặt tốc độ cho động cơ tại bộ điều tốc UG-8.
- Hai phần tử sử dụng gió nén: Có chức năng thay thế cho xupap khởi động và bộ phận phân phối gió khởi động trên động cơ, cũng như cơ cấu đặt tốc độ tại bộ điều tốc của động cơ.

Sau khi kết nối các phần tử trong hệ thống theo đúng hệ thống thực tế, ta có hệ thống như trên hình.

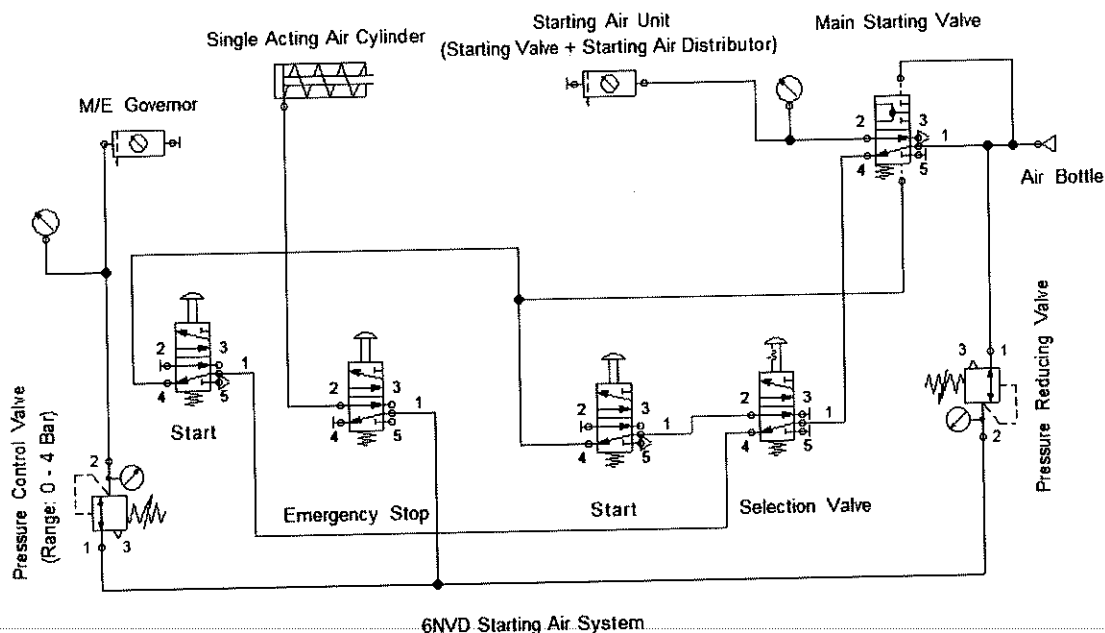


Hình 3.31. Sơ đồ hệ thống sau khi kết nối tất cả các phần tử  
 Để chạy mô phỏng ta chỉ cần click nút tam giác màu đen (start) trên thanh công cụ hoặc nhấn phím F9 trên bàn phím máy tính.



Hình 3.32. Chạy mô phỏng hệ thống trên phần mềm

Kết quả mô phỏng trên máy tính hoàn toàn trùng khớp với quá trình vận hành và khai thác trên động cơ trong thực tế.



Hình 3.33. Mô phỏng hệ thống trên phần mềm Festo Fluidsim

### 3.5. Quy trình lắp ráp, chạy thử và kiểm nghiệm

#### 3.5.1 Quy trình lắp ráp hệ thống điều khiển

Khi đảm bảo rằng không có sai sót trong thiết kế, ta tiến hành đặt mua vật tư. Để mua vật tư một cách chính xác – đủ về số lượng, đảm bảo đúng chức năng và thông số kỹ thuật, ta cần thống kê vật tư dựa trên sơ đồ lắp đặt và sơ đồ tổng quát hệ thống, sau đó tiến hành chọn hãng cung cấp vật tư – các hãng đều có riêng các ký hiệu cho từng sản phẩm. Để biết chính xác mã sản phẩm mình cần, ta tra trong catalog của hãng. Việc lắp đặt cần đảm bảo hệ thống làm việc an toàn, tin cậy và tính thẩm mỹ cao. Khi lắp ống đồng cần tuân thủ đúng kỹ thuật về cắt, nong, loe và uốn ống.

Công việc lắp ráp được thể hiện trên hình ảnh bên dưới.



Hình 3.26. Lắp đặt các thiết bị cho hệ thống



Hình 3.27. Lắp đặt bàn điều khiển



Hình 3.28. Đi đường ống kết nối hệ thống

### 3.5.2 Thử hệ thống sau chế tạo

Sau chế tạo, lắp đặt hệ thống cần được thử tại xưởng. Tại xưởng, hệ thống cần được kiểm tra độ kín, kiểm tra các chức năng, nếu có thể hệ thống cần được kiểm tra trong môi trường nhiệt độ cao và rung, lắc.



Hình 3.29. Thử hoạt động cho hệ thống

### **3.5.3 Đánh giá hoạt động của hệ thống**

Qua quá trình lắp đặt và vận hành thử hệ thống điều khiển động cơ 6NVD36 trong phòng thực hành nhận thấy hệ thống vận hành đạt đầy đủ yêu cầu đặt ra của người sử dụng. Bên cạnh đó, các thông số điều khiển và của hệ thống được hiển thị trên các thiết bị chỉ báo nên quá trình làm việc dễ dàng và trực quan hơn.

Sau thời gian chạy thử nghiệm, ta thấy hệ thống hoạt động tin cậy. Người vận hành dễ dàng theo dõi quá trình làm việc cũng như dễ dàng can thiệp vào quá trình làm việc của động cơ nếu có sự cố xảy ra. Do vậy quá trình làm việc rất an toàn và giảm nhẹ cho người vận hành. Hệ thống điều khiển này hiện nay rất thông dụng trên tàu thủy.

Kết cấu đơn giản, bố trí thuận tiện cho giáo viên hướng dẫn và sinh viên học tập, nghiên cứu, vận hành và sửa chữa.

## KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

### **Kết luận**

Đề tài đã thu được một số kết quả như sau:

Đề tài đã nghiên cứu thành công về mặt lý thuyết để lắp đặt bộ điều khiển khí nén cho động cơ diesel 6NVD36 trong phòng thực hành Máy tàu thủy.

Hệ thống điều khiển từ xa cho động cơ diesel 6NVD36 đã được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm thành công trong phòng thực hành Khoa Máy tàu thủy, Trường Đại học Giao thông vận tải Tp. Hồ Chí Minh. Hệ thống điều khiển hoạt động ổn định, dễ dàng vận hành, an toàn.

Đã xây dựng quy trình vận hành cho động cơ diesel trong phòng thực hành Máy tàu thủy.

Đã xây dựng được chế độ khai thác hợp lý cho động cơ diesel 6NVD36 đảm bảo an toàn và hiệu quả trong việc thực hành cho sinh viên.

### **Hướng phát triển**

Cần chú trọng đầu tư lắp đặt thêm các thiết bị tự động hóa, các thiết bị bảo vệ máy chính như thiết bị bảo vệ áp lực dầu nhớt, áp lực nước làm mát, nhiệt độ dầu bôi trơn để máy chính làm việc an toàn và phục vụ công tác giảng dạy tốt hơn.

## DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TS Bùi Hồng Dương (2010), Bài giảng điều khiển tự động 1, Nhà xuất bản GTVT TP Hồ Chí Minh.
- [2]. TS Bùi Hồng Dương (2010), Bài giảng điều khiển tự động 2, Nhà xuất bản GTVT TP Hồ Chí Minh.
- [3]. Lê Văn Tiên Dũng (2011), Điều khiển khí nén và thủy lực, Trường Đại học kỹ thuật công nghệ TP.HCM
- [4]. Phan Thanh Hải, Đặng Văn Uy (2005), Cơ sở lý thuyết tự động điều chỉnh và điều khiển, Trường Đại học Hàng Hải.
- [5]. Phạm Thượng Hàn, Lê Văn Doanh (2007), Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
- [6]. Phạm Văn Khảo (2007), Truyền động tự động khí nén, Nxb Khoa học và kỹ thuật.
- [7]. PGS TS Lê Xuân Ôn (1992), Cơ sở lý thuyết tự động điều chỉnh, Nhà xuất bản Đại học Hàng hải Việt Nam.
- [8]. Nguyễn Trọng Thuận (2000), Điều khiển logic và ứng dụng, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [9]. Đặng Văn Uy (2004), Hệ thống tự động hệ động lực tàu thủy, Trường Đại học Hàng Hải.
- [10]. HHI-sulzer, Main engine remote control system.