

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
CHUYÊN NGÀNH: CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC**

**ĐỀ TÀI:
NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN KHÍ ĐỘNG CHO XE TẢI**

Người hướng dẫn : TS. PHAN THÀNH LONG

Sinh viên thực hiện :

UNG KHẢ Ý MSSV: 103180065

NGUYỄN VĂN BÌNH MSSV: 103180006

NGÔ TIẾN LONG MSSV: 103180097

Đà Nẵng, 12/2022

NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

I. Thông tin chung:

1. Họ và tên sinh viên:

Ung Khả Ý	Lớp: 18C4A	MSSV: 103180065
Nguyễn Văn Bình	Lớp: 18C4A	MSSV: 103180006
Ngô Tiến Long	Lớp: 18C4A	MSSV: 103180097

2. Tên đề tài: Nghiên cứu giảm sức cản khí động cho xe tải

3. Người hướng dẫn: Phan Thành Long Học hàm/ học vị: Tiến sĩ

II. Nhận xét đồ án tốt nghiệp:

1. Về tính cấp thiết, sáng tạo và ứng dụng của đồ án: (điểm đánh giá tối đa là 2đ)

.....
.....

2. Về kết quả giải quyết các nội dung nhiệm vụ yêu cầu của đồ án: (điểm tối đa là 4đ)

.....
.....

3. Về hình thức, cấu trúc, bố cục của đồ án tốt nghiệp: (điểm đánh giá tối đa là 2đ)

.....
.....

4. NCKH: (nếu có bài báo khoa học hoặc ĐATN là đề tài NCKH: cộng thêm 1đ)

.....
.....

5. Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa:

.....
.....

III. Tinh thần, thái độ làm việc của sinh viên: (điểm đánh giá tối đa 1đ)

.....
.....

IV.Đánh giá:

1. Điểm đánh giá: /10

2. Đề nghị: Được bảo vệ đồ án/ Bổ sung thêm đề bảo vệ/ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Người hướng dẫn

NHẬN XÉT PHẢN BIỆN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

V. Thông tin chung:

4. Họ và tên sinh viên:

Ung Khả Ý	Lớp: 18C4A	MSSV: 103180065
Nguyễn Văn Bình	Lớp: 18C4A	MSSV: 103180006
Ngô Tiến Long	Lớp: 18C4A	MSSV: 103180097

5. Tên đề tài: Nghiên cứu giảm sức cản khí động cho xe tải

6. Người phản biện: Lê Minh Đức

Học hàm/ học vị: Tiến sĩ

VI. Nhận xét, đánh giá đồ án tốt nghiệp:

TT	Các tiêu chí đánh giá	Điểm tối đa	Điểm trừ	Điểm còn lại
1	Sinh viên có phương pháp nghiên cứu phù hợp, giải quyết đủ nhiệm vụ đồ án được giao	80		
1a	- Hiểu và vận dụng được kiến thức Toán và khoa học tự nhiên trong vấn đề nghiên cứu	15		
1b	- Hiểu và vận dụng được kiến thức cơ sở và chuyên ngành trong vấn đề nghiên cứu	25		
1c	- Có kỹ năng vận dụng thành thạo các phần mềm mô phỏng, tính toán trong vấn đề nghiên cứu	10		
1d	- Có kỹ năng đọc, hiểu tài liệu bằng tiếng nước ngoài ứng dụng trong vấn đề nghiên cứu	10		
1e	- Có kỹ năng làm việc nhóm, kỹ năng giải quyết vấn đề	10		
1f	- Đề tài có giá trị khoa học, công nghệ; có thể ứng dụng thực tiễn:	10		
2	Kỹ năng viết:	20		
2a	- Bố cục hợp lý, lập luận rõ ràng, chặt chẽ, lời văn súc tích	15		
2b	- Thuyết minh đồ án không có lỗi chính tả, in ấn, định dạng	5		

3	Tổng điểm đánh giá: theo thang 100			
	Quy về thang 10 (lấy đến 1 số lẻ)			

3. Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa:

.....

4. Ý kiến khác:

.....

5. Đề nghị: Được bảo vệ đồ án/ Bổ sung thêm đề bảo vệ/ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Người phản biện

CÂU HỎI PHẢN BIỆN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

I. Thông tin chung:

1. Họ và tên sinh viên:
2. Lớp: Số thẻ SV:
3. Tên đề tài:
4. Người phản biện: Học hàm/ học vị:

II. Các câu hỏi đề nghị sinh viên trả lời

1.
.....
2.
.....
3.
.....
4.
.....
5.
.....
6.
.....

Đáp án: (người phản biện ghi vào khi chấm và nộp cùng với hồ sơ bảo vệ)

1.
.....
.....
.....

2.
.....
.....
.....
.....
.....
3.
.....
.....
.....
.....
.....
4.
.....
.....
.....
.....
.....
5.
.....
.....
.....
.....
.....
6.
.....
.....
.....
.....
.....

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Người phản biện

TÓM TẮT

Tên đề tài: **Nghiên cứu giảm sức cản khí động học cho xe tải**

Sinh viên thực hiện: UNG KHẢ Ý MSSV: 103180065 Lớp: 18C4A

Sinh viên thực hiện: NGUYỄN VĂN BÌNH MSSV: 103180006 Lớp: 18C4A

Sinh viên thực hiện: NGÔ TIẾN LONG MSSV: 103180097 Lớp: 18C4B

❖ Cấu trúc đề án tốt nghiệp gồm 6 chương sau:

➤ **Chương 1: Tổng quan khí động học cho xe tải**

- Giới thiệu khí động học xe
- Khí động học xe tải

➤ **Chương 2: Các phương pháp giảm lực cản khí động**

- Sự cần thiết của việc giảm lực cản khí động
- Giảm sức cản bằng phương pháp điều khiển dòng chảy bị động
- Giảm sức cản bằng phương pháp điều khiển dòng chảy chủ động

➤ **Chương 3: Giới thiệu về ống khí động vòng kín cỡ nhỏ**

- Giới thiệu
- Ống khí động vòng kín cỡ nhỏ
- Hệ thống đo lực sáu thành phần
- Đánh giá thực nghiệm dòng khí trong ống khí động

➤ **Chương 4: Nghiên cứu giảm sức cản bằng phương pháp phun đều**

- Giới thiệu về phương pháp phun đều
- Thiết kế hệ thống phun đều
- Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp phun đều
- Kết luận

➤ **Chương 5: Nghiên cứu giảm sức cản bằng phương pháp dao động chất lỏng**

- Giới thiệu về phương pháp dao động chất lỏng
- Thiết kế hệ thống dao động chất lỏng
- Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dao động chất lỏng
- Kết luận

➤ **Chương 6: Nghiên cứu giảm sức cản bằng phương pháp dòng tia tổng hợp**

- Giới thiệu về phương pháp dòng tia tổng hợp
- Thiết kế hệ thống tạo dòng tia tổng hợp
- Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dòng tia tổng hợp
- Kết luận

3	Nguyễn Văn Bình	<ul style="list-style-type: none"> - Giám sát cân bằng phương pháp điều khiển dòng chảy chủ động <p>CHƯƠNG 3: GIỚI THIỆU VỀ ỐNG KHÍ ĐỘNG VÒNG KÍN CỖ NHỎ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Giới thiệu - Ống khí động vòng kín cỡ nhỏ - Hệ thống đo lực sáu thành phần - Đánh giá thực nghiệm dòng khí trong ống khí động
---	-----------------	---

b, Phần riêng

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Ngô Tiên Long	<p>CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHUN ĐỀU</p> <ul style="list-style-type: none"> - Giới thiệu về phương pháp phun đều - Thiết kế hệ thống phun đều - Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp phun đều - Kết luận
2	Nguyễn Văn Bình	<p>CHƯƠNG 5. NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DAO ĐỘNG CHẤT LỎNG</p> <ul style="list-style-type: none"> - Giới thiệu về phương pháp dao động chất lỏng - Thiết kế hệ thống dao động chất lỏng - Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dao động chất lỏng - Kết luận

3	Ung Khả Ý	<p>CHƯƠNG 6. NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DÒNG TIA TỔNG HỢP</p> <ul style="list-style-type: none"> - Giới thiệu về phương pháp dòng tia tổng hợp - Thiết kế hệ thống tạo dòng tia tổng hợp - Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dòng tia tổng hợp - Kết luận
---	-----------	--

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ)

a, Phần chung

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Ung Khả Ý	- Bản vẽ mô hình xe tải (A3)
2	Nguyễn Văn Bình	- Bản vẽ bộ đỡ mô hình (A3)
3	Ngô Tiến Long	- Bản vẽ mô hình cơ sở (A3)

b, Phần riêng

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Ung Khả Ý	<ul style="list-style-type: none"> - -Bản vẽ loa (A3) - -Bản vẽ thiết kế thùng loa (A3) - -Bản vẽ thiết kế thùng xe (A3) - -Bản vẽ bố trí bộ tạo tia tổng hợp tổng thể (A3)
2	Nguyễn Văn Bình	<ul style="list-style-type: none"> - -Bản vẽ thiết kế bộ dao động chất lỏng (A3) - -Bản vẽ kết cấu hệ thống bộ dao động chất lỏng (A3) - -Bản vẽ bố trí hệ thống bộ dao động chất lỏng trên xe tải (A3) - -Bản vẽ chi tiết hệ thống bộ dao động chất lỏng (A3)

3	Ngô Tiến Long	<ul style="list-style-type: none"> - Bản vẽ thiết kế bộ phun đều sử dụng khí nén (A3) - Bản vẽ bố trí bộ phun đều sử dụng khí nén trên thùng xe tải (A3) - Bản vẽ lưới trung gian (A3)
---	---------------	---

6. Họ tên người hướng dẫn	Phân/ Nội dung:
TS. Phan Thành Long	Toàn bộ đề tài đồ án

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án : 22/8/2022

8. Ngày hoàn thành đồ án : 11/12/2022

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2022

Trưởng bộ môn

Người hướng dẫn

LỜI NÓI ĐẦU

Trong quá trình học tập suốt 4 năm tại khoa Cơ khí Giao thông, trường Đại học Bách khoa-Đại học Đà Nẵng, chúng em đã được trang bị các kiến thức về đại cương, chuyên ngành. Sau một thời gian dài học tập, được sự chỉ bảo và hướng dẫn tận tình của các thầy, cô trong khoa, ở kỳ học cuối cùng, chúng em thực hiện đồ án tốt nghiệp để củng cố lại kiến thức đã học cũng như tìm hiểu và trang bị thêm những kiến thức mới. Đề tài tốt nghiệp chúng em là: “*Nghiên cứu giảm sức cản khí động cho xe tải*”. Trong quá trình thực hiện đề tài, chúng em có cơ hội được tiếp xúc, thí nghiệm trực tiếp với ống khí động, một thiết bị rất hữu ích cho các thí nghiệm về khí động học trên thế giới và đang ngày càng phát triển ở Việt Nam.

Tuy gặp phải nhiều khó khăn vì chưa có kinh nghiệm nghiên cứu thực tế nhưng với sự chỉ bảo và hướng dẫn tận tình của thầy **Ts. Phan Thành Long**, chúng em đã hoàn thành đồ án đúng tiến độ. Mặc dù đã cố gắng hoàn thành đồ án nhưng nhóm chúng em không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng em rất mong có được ý kiến đóng góp của quý thầy, cô.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

Đà Nẵng, ngày 13 tháng 12 năm 2022

Nhóm sinh viên

Ung Khả Ý Ngô Tiến Long Nguyễn Văn Bình

LỜI CAM ĐOAN

Chúng em xin cam đoan đây là đề tài riêng của nhóm, đề tài không trùng lặp với bất kỳ đề tài đồ án tốt nghiệp nào trước đây. Các thông tin, số liệu được sử dụng và tính toán đều từ các tài liệu có nguồn gốc rõ ràng, theo quy định.

Đà Nẵng, ngày 13 tháng 12 năm 2022

Sinh viên thực hiện

Ung Khả Ý Nguyễn Văn Bình Ngô Tiên Long

MỤC LỤC

TÓM TẮT.....	i
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	iii
LỜI NÓI ĐẦU.....	vii
LỜI CAM ĐOAN.....	viii
MỤC LỤC	ix
DANH MỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ.....	xv
DANH MỤC BẢNG	xx
DANH MỤC KÍ HIỆU VÀ VIẾT TẮT	xxii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN KHÍ ĐỘNG HỌC CỦA XE TẢI.....	2
1.1. Lực cản khí động học lên ô tô tải	2
1.2. Lực cản khí động trên ô tô tải.....	9
CHƯƠNG II. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢM LỰC CẢN KHÍ ĐỘNG.....	12
2.1. Sự cần thiết của việc giảm lực cản khí động	12
2.2. Giảm sức cản bằng phương pháp điều khiển dòng chảy bị động.....	13
2.2.1. Định nghĩa.	13
2.2.2. Điều khiển dòng chảy bị động trên xe tải.....	13
2.2.3. Điều khiển dòng chảy bị động trên xe du lịch.....	14
2.3. Giảm sức cản bằng phương pháp điều khiển dòng chảy chủ động	14
2.3.1. Định nghĩa	14
2.3.2. Điều khiển dòng chảy sử dụng bộ phun đều	15
2.3.3. Điều khiển dòng chảy sử dụng bộ dao động chất lỏng	16
2.3.4. Điều khiển dòng chảy sử dụng thiết bị tạo tia	16
2.3.4.1. Điều khiển dòng chảy chủ động sử dụng thiết bị tạo tia tổng hợp (Syntheticjet)	17

2.3.4.2. Kết quả.	19
CHƯƠNG III. GIỚI THIỆU VỀ ỚNG KHÍ ĐỘNG VÒNG KÍN CỖ NHỎ.....	20
3.1. Tổng quan, hiện trạng.....	20
3.1.1. Lịch sử hình thành	20
3.1.2. Công dụng và phân loại	21
3.1.2.1. Công dụng	21
3.1.2.2. Phân loại	24
3.1.3. Giới thiệu về ống khí động tại Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng	30
3.1.3.1. Buồng thử	31
3.1.3.3 Ống chuyển hướng.	32
3.1.3.4 Quạt	33
3.1.3.5 Buồng ổn định	34
3.2 Hệ thống đo lực sáu thành phần	36
3.2.1. Giới thiệu chung về vi điều khiển Arduino	36
3.2.2. Cảm biến đo áp suất	41
3.2.2.1. Cảm biến áp suất M5200 - Pressure Transducer.....	41
3.2.2.2. Thông số kỹ thuật	41
3.2.2.3 Nguyên lý hoạt động của cảm biến áp suất	42
3.2.3. Module chuyển đổi tín hiệu.....	43
3.2.4. Cảm biến đo lực.....	44
3.2.4.1. Loadcell	44
3.2.4.2. Mạch chuyển đổi HX711.....	47
3.2.5. Hệ thống thay đổi tốc độ quạt.....	49
3.3. Thiết bị.....	52

3.3.1. Máy đo vận tốc gió,lưu lượng gió dạng cách quạt VT-110	52
3.3.2. Sử dụng phần mềm LabVIEW	54
3.3.3 Mô hình chung.....	56
3.3.3.1. Mô hình cơ sở.....	56
3.3.3.2. Kích thước bộ đỡ mô hình	57
3.4 Đánh giá thực nghiệm dòng khí trong ống khí động.....	58
3.4.1 Xác định trường vận tốc trên các tiết diện của buồng đo.....	58
3.4.1.1. Cách thực hiện	58
3.4.1.2. Kết quả đo tại mặt phẳng giữa theo phương x của buồng đo.....	58
3.4.1.3. Kết quả đo tại mặt phẳng giữa theo phương y của buồng đo.....	59
3.4.1.4. Kết quả đo tại giao tuyến của hai mặt phẳng trên	60
3.4.2. Đánh giá.....	61
3.5 Tiến hành thực nghiệm	62
3.5.1 Trình tự thí nghiệm.....	62
3.5.2. Kết quả thí nghiệm	62
3.5.2.1. Đo vận tốc gió theo giá trị điện áp điều khiển V (0-10 V).....	62
3.5.2.2. Đo bộ đỡ mô hình trên hệ thống giá đặt để xác định lực tác dụng và hệ số cản ...	64
3.5.2.3. Đo mô hình cơ sở trên hệ thống giá đặt để xác định hệ số cản	66
CHƯƠNG IV. NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHUN ĐỀU SỬ DỤNG KHÍ NÉN	68
4.1. Giới thiệu đối tượng nghiên cứu.....	68
4.1.2. Giới thiệu hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng phương pháp phun đều	68
4.1.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng phương pháp phun đều.	70
4.2. Xây dựng mô hình thí nghiệm.....	71

4.2.1. Cấu tạo bộ phun đều sử dụng khí nén:	71
4.2.1.1.Hộp trung gian:	72
4.2.1.2. Màng trung gian phân bố khí và đầu phun:.....	73
4.2.2. Thiết kế hệ thống điều khiển thiết bị phun.....	75
4.2.2.1. Sơ đồ hệ thống điều khiển thiết bị phun đều.....	75
4.2.2.2 Tính toán và chọn các thiết bị.....	75
4.3. Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp phun đều.....	80
4.3.1. Trình tự thí nghiệm.....	80
4.3.2. Tiến hành thí nghiệm và kết quả.....	81
CHƯƠNG V: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DAO ĐỘNG CHẤT LỎNG	84
5.1. Giới thiệu về phương pháp dao động chất lỏng.....	84
5.1.1. Giới thiệu hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng.....	84
5.1.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm lực cản sử dụng bộ dao động chất lỏng..	85
5.2. Thiết kế hệ thống dao động chất lỏng	86
5.2.1. Thiết kế giàn bộ dao động chất lỏng	86
5.2.2. Thiết kế nắp buồng áp suất của giàn bộ dao động chất lỏng.....	88
5.2.3. Thiết kế khoang áp suất của thiết bị dao động chất lỏng	89
5.2.4. Thiết kế hệ thống điều khiển giàn bộ dao động chất lỏng.....	91
5.2.4.1. Sơ đồ hệ thống điều khiển giàn bộ dao động chất lỏng.....	91
5.2.4.2. Tính toán và lựa chọn thiết bị.....	92
5.3. Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dao động chất lỏng.....	93
5.3.1.Trình tự thực nghiệm.....	93
5.3.2. Thực nghiệm.....	93
5.3.3.Kết quả thí nghiệm	94

5.4. Kết luận.....	95
CHƯƠNG VI. NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DÒNG TIA	
TỔNG HỢP	96
6.1. Giới thiệu về phương pháp dòng tia tổng hợp.....	96
6.2. Thiết kế hệ thống tạo dòng tia tổng hợp.....	98
6.2.1. Giới thiệu đối tượng thiết kế	98
6.3. Thiết kế mô hình mô phỏng.....	98
6.4. Nghiên cứu đặt bộ tạo tia tổng hợp trên mô hình xe tải để giảm lực cản.....	99
6.5 Các thiết bị cần thiết của bộ tạo tia tổng hợp	100
6.5.1. Loa.....	100
6.5.1.1. Cấu tạo.....	101
6.5.1.2. Nguyên Lý Hoạt Động Của Củ Loa.....	103
6.5.2. Mạch khuếch đại.....	104
6.5.3 Vật liệu Mica	106
6.5.4 Thiết kế mô hình 3D.....	107
6.5.4.1 Bản vẽ kích thước thùng loa.....	107
6.5.4.2. Bản vẽ kích thước thùng xe.....	108
6.5.4.3 Phương án bố trí	109
6.6 Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dòng tia tổng hợp	110
6.6.1. Trình tự thí nghiệm.....	110
6.6.2. Thí nghiệm.....	110
6.6.3. Kết quả.....	112
6.3.3.1 Thí nghiệm 1.....	112
6.3.3.2. Thí nghiệm 2.....	112
6.3.3.3. Tính phần trăm hệ số cản.....	113

6.4. Kết luận.....	114
KẾT LUẬN	115
TÀI LIỆU THAM KHẢO	116

DANH MỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN KHÍ ĐỘNG HỌC CỦA XE TẢI

Hình 1. 1 Dòng chảy xung quanh xe và sự phân bố áp suất	3
Hình 1. 2 Phân bố áp suất và mô hình đường dòng trên một hình trụ tròn với số Reynolds khác nhau.....	5
Hình 1. 3 Dòng chảy lý tưởng qua hình trụ tròn	6
Hình 1. 4 Hệ số cản của tấm phẳng và cánh như một hàm của số Reynolds (theo Schlichting & Gersten)	7
Hình 1. 5 Phân tích tổng lực cản khí động học thành lực cản, bộ tản nhiệt và lực cản ma sát (tỷ lệ phần trăm) cho các hình dạng cơ thể khác nhau (phân tích CFD)	8
Hình 1. 6 Hai loại phân tách dòng chảy	9
Hình 1. 7 Đơn giản hóa các mô hình phương tiện ba chiều và mức độ liên quan hình học của chúng với các loại xe hạng nặng: (a) mô hình Ahmed và (b) mô hình GM	10
Hình 1. 8 Dòng chảy xung quanh các mô hình xe đầu kéo đơn giản được mô phỏng bởi công ty Navier	11

CHƯƠNG II: CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢM LỰC CẢN KHÍ ĐỘNG

Hình 2. 1. Mô phỏng khí động trên xe tải	12
Hình 2. 2 Cánh mũi lướt gió lắp trên xe tải.....	13
Hình 2. 3 Xe khách có phần đầu được thiết kế khí động học.....	14
Hình 2. 4 Vị trí lắp bộ phun đều trên mô hình xe Ahmed.....	15
Hình 2. 5 Bộ dao động chất lỏng.....	16
Hình 2. 6 Cấu tạo của bộ tạo tia	17
Hình 2. 7 Cấu tạo thiết bị tạo tia tổng hợp	18
Hình 2. 8 Xe thử nghiệm toàn quy mô VOLVO	19

CHƯƠNG III: GIỚI THIỆU VỀ ỚNG KHÍ ĐỘNG VÒNG KÍN CỖ NHỎ

Hình 3. 1 Ống khí động của Francis Wenham	20
Hình 3. 2 Ứng dụng trong lĩnh vực công nghiệp ô tô	21
Hình 3. 3 Mô hình xe đua Pagani Zonda F đang được thí nghiệm trong ống khí động....	22
Hình 3. 4 Các vận động viên đang tập luyện với ống khí động	23

Hình 3. 5 Ứng dụng của ống khí động trong lĩnh vực khác	24
Hình 3. 6 Ống khí động loại hở	25
Hình 3. 7 Sơ đồ khu vực thí nghiệm với ống khí động loại hở, Diabler-Benz Aerospace Airbus, Bremen, Đức	26
Hình 3. 8 Ống khí động loại vòng kín	26
Hình 3. 9 Hàm gió loại kín, Defense Establishment Research Agency ERA, Bedford, Anh	28
Hình 3. 10 Ống khí động vòng kín, cỡ nhỏ, tốc độ thấp tại phòng thí nghiệm Thủy khí .	30
Hình 3. 11 Sơ đồ bố trí chung của ống khí động.....	31
Hình 3. 12 Ống phân kì	32
Hình 3. 13 Ống chuyển hướng	33
Hình 3. 14 Quạt	34
Hình 3. 15 Buồng ổn định với cấu trúc tổ ong	35
Hình 3. 16 Nón phễu	36
Hình 3. 17 Arduino Pro Micro	37
Hình 3. 18 Sơ đồ chân của Arduino Pro Micro	39
Hình 3. 19 Module LM 2596 ADJ	40
Hình 3. 20 Cảm biến áp suất M5200.....	41
Hình 3. 21 Nguyên lý của cảm biến cầu Wheatstone.....	42
Hình 3. 22 Module HW-685.....	43
Hình 3. 23 Cấu tạo bên ngoài của loadcell.....	45
Hình 3. 24 Sơ đồ mạch điện trở loadcell.	46
Hình 3. 25 Mạch chuyển đổi HX711.....	48
Hình 3. 26 Sơ đồ nối dây loadcell	49
Hình 3. 27 Biến tần Schneider Altivar 312	49
Hình 3. 28 Sơ đồ khối hoạt động của biến tần.	50
Hình 3. 29 Module LC-LM358-PWM2V	51
Hình 3. 30 Máy đo vận tốc gió, Lưu lượng gió dạng cách quạt VT-110	52
Hình 3. 31 Giao diện chính trên phần mềm LabVIEW.....	54
Hình 3. 32 Hình ảnh mô hình xe cơ sở.....	56

Hình 3. 33 Hình ảnh kích thước xe và bộ đỡ mô hình	57
Hình 3. 34 Sơ đồ các vị trí đo trong buồng đo	58
Hình 3. 35 Biểu đồ biểu diễn phân bố vận tốc tại mặt phẳng giữa theo phương x của buồng đo	59
Hình 3. 36 Biểu đồ biểu diễn phân bố vận tốc tại mặt phẳng giữa theo phương y của buồng đo.	60
Hình 3. 37 Biểu đồ biểu diễn phân bố vận tốc tại giao tuyến của hai mặt phẳng giữa	61
Hình 3. 38 Đo tốc độ gió	64
Hình 3. 39 Hệ thống gá đặt vật mẫu	65
Hình 3. 40 Hệ thống gá đặt vật mẫu	66
CHƯƠNG IV: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHUN ĐỀU SỬ DỤNG KHÍ NÉN	
Hình 4. 1 Mô hình Windsor sử dụng hệ thống giảm lực cản bằng phương pháp phun đều	68
Hình 4. 2 Thiết bị phun đều 3D	69
Hình 4. 3 Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng phương pháp phun đều	70
Hình 4. 4 Kích thước tổng thể thùng xe có gắn bộ phun đều	71
Hình 4. 5 Hộp trung gian	72
Hình 4. 6 Bản vẽ hộp trung gian	72
Hình 4. 7 Màng trung gian	73
Hình 4. 8 Cụm đầu phun	73
Hình 4. 9 Cánh hướng khí	74
Hình 4. 10 Sơ đồ hệ thống điều khiển lưu lượng thiết bị phun đều	75
Hình 4. 11 Cấu tạo của máy nén khí piston	76
Hình 4. 12 Nguyên lý hoạt động của máy nén khí	77
Hình 4. 13 Đo vận tốc của mô hình	78
Hình 4. 14 Máy nén khí Luowei	79
Hình 4. 15 Thiết bị điều chỉnh áp suất khí	79
Hình 4. 16 Thí nghiệm với mô hình lắp bộ phun đều	81

CHƯƠNG V: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DAO ĐỘNG CHẤT LỎNG

Hình 5. 1 Hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng trên mô hình GETS.....	84
Hình 5. 2 Thiết bị giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng	84
Hình 5. 3 Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm sức cản sử dụng bộ dao động chất lỏng	85
Hình 5. 4 Bộ dao động chất lỏng.....	86
Hình 5. 5 Sơ đồ của bộ dao động chất lỏng.....	87
Hình 5. 6 Kích thước sơ bộ của bộ dao động chất lỏng	87
Hình 5. 7 Giàn bộ dao động chất lỏng.....	88
Hình 5. 8 Nắp khoang áp suất của giàn dao động chất lỏng	89
Hình 5. 9 Buồng áp suất của giàn dao động chất lỏng	90
Hình 5. 10 Tấm đục lỗ của giàn dao động chất lỏng.....	90
Hình 5. 11 Sơ đồ hệ thống điều khiển lưu lượng cung cấp cho hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng.....	91
Hình 5. 12 Đo tốc độ khí phun ra	92
Hình 5. 13 Mẫu thử có hệ thống giảm lực cản sử dụng bộ dao động chất lỏng.....	94

CHƯƠNG VI: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DÒNG TIA TỔNG HỢP

Hình 6. 1 Hình vẽ mô tả hình dạng, cấu tạo của bộ tạo tia	97
Hình 6. 2 Bộ tạo tia thực tế và mặt cắt	97
Hình 6. 3 Mô hình xe Sơ mi rơ-móc được sử dụng phong mô phỏng	98
Hình 6. 4 Kích thước mô hình xe sơ mi rơ-móc trong mô phỏng	99
Hình 6. 5 Lắp bộ tạo tia ở vị trí	100
Hình 6. 6 Loa 4R 3W	101
Hình 6. 7 Cấu tạo của củ loa.....	101
Hình 6. 8 Mạch PAM8403 và sơ đồ nối mạch PAM8403	105
Hình 6. 9 Ảnh mica	106
Hình 6. 10 Mô hình 3D của bộ tạo tia thiết kế	107
Hình 6. 11 Bản vẽ kích thước thùng loa.....	108

Hình 6. 12 Mô hình 3D của thùng xe	108
Hình 6. 13 Bản vẽ kích thước thùng xe.....	109
Hình 6. 14 Mô hình 3D bố trí thùng loa vào thùng xe	109
Hình 6. 15 Ảnh đo vận tốc của bộ tia tổng hợp.....	111
Hình 6. 16 Hình ảnh thí nghiệm bộ tia tổng hợp.....	112

DANH MỤC BẢNG

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN KHÍ ĐỘNG HỌC CỦA XE TẢI

CHƯƠNG II: CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢM LỰC CẢN KHÍ ĐỘNG

CHƯƠNG III: GIỚI THIỆU VỀ ỐNG KHÍ ĐỘNG VÒNG KÍN CỖ NHỎ

Bảng 3. 1 Bảng thông số kỹ thuật của máy đo VT 110.....	53
Bảng 3. 2 Bảng kết quả đo được tại mặt phẳng giữa theo phương x của buồng đo.....	58
Bảng 3. 3 Bảng kết quả đo được tại mặt phẳng giữa theo phương y của buồng đo.....	59
Bảng 3. 4 . Bảng kết quả đo được tại giao tuyến của hai mặt phẳng giữa	60
Bảng 3. 5 Bảng đo vận tốc theo điện áp	63
Bảng 3. 6 Kết quả đo các lực khí động tác dụng lên hệ thống gá đặt theo vận tốc.....	65
Bảng 3. 7 Hệ số cản bệ đỡ	66
Bảng 3. 8 . Kết quả đo các lực khí động tác dụng lên hệ thống gá đặt theo vận tốc.....	66
Bảng 3. 9 Kết quả hệ số cản mô hình cơ sở	67

CHƯƠNG IV: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHUN ĐỀU SỬ DỤNG KHÍ NÉN

Bảng 4. 1 Kích thước thùng xe tải.....	71
Bảng 4. 2 Bảng thông số kỹ thuật của máy nén khí	78
Bảng 4. 3 Bảng thiết bị lắp đặt cho hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng	80
Bảng 4. 4 Kết quả tính toán hệ số cản.	82
Bảng 4. 5 Bảng hệ số cản các trường hợp	82

CHƯƠNG V: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DAO ĐỘNG CHẤT LỎNG

Bảng 5. 1 Bảng thiết bị lắp đặt cho hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng	92
Bảng 5. 2 Kết quả đo các lực khí động tác dụng lên toàn bộ hệ thống theo vận tốc.....	94
Bảng 5. 3 Giá trị hệ số lực cản C_D	95

CHƯƠNG VI: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DÒNG TIA TỔNG HỢP

Bảng 6. 1 Chuẩn bị thiết bị	100
-----------------------------------	-----

Bảng 6. 2 Bảng thông số kỹ thuật của loa	101
Bảng 6. 3 Bảng thông số mạch khuếch đại PAM8403.....	104
Bảng 6. 4 Bảng đặc tính vật liệu mica.....	106
Bảng 6. 5 Bảng đo vận tốc bộ tia tổng hợp	112
Bảng 6. 6 Bảng đo lực tác dụng lên hệ thống.....	113
Bảng 6. 7 kết quả tính hệ số cản.....	113
Bảng 6. 8 Kết quả hệ số cản	114

DANH MỤC KÍ HIỆU VÀ VIẾT TẮT

1. Các ký hiệu

Ký hiệu	Thứ nguyên	Diễn giải
V_{∞}	[m/s]	Vận tốc chuyển động của dòng không khí hoặc của xe.
F_D	[N]	Lực cản khí động.
ρ_L	[kg/m ³]	Khối lượng riêng không khí.
A	[m ²]	Tiết diện cản chính của xe.
C_D		Hệ số cản khí động.
ρ		là hằng số biến trở tùy thuộc vật liệu.
S	[m ²]	là tiết diện.
l	[m]	là chiều dài.

2. Các ký tự viết tắt

CFD: Computational Fluid Dynamics

V/STOL: Vertical / Short Take-Off

CE: European Conformity

IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor

PWM: Pulse Width Modulation

HGV: Heavy Goods Vehicle

MỞ ĐẦU

Vấn đề giảm sức cản cho xe tải đang là một trong những mối quan tâm hàng đầu của các nhà nghiên cứu hiện nay. Lực cản khí động tác dụng lên vỏ xe tải chuyển động với vận tốc cao tiêu thụ một phần đáng kể công suất của động cơ. Đây là một trong những nguyên nhân làm gia tăng mức tiêu thụ nhiên liệu và ô nhiễm môi trường khi xe tải chuyển động trong môi trường khí. Với mục đích giảm sức cản cho xe tải, nhóm chúng em thực hiện đề tài tốt nghiệp: “***Nghiên cứu giảm sức cản khí động học cho xe tải***”.

Với đề tài này, mục tiêu của nhóm là thiết kế, xây dựng được bộ thí nghiệm hoàn chỉnh để tiến hành thí nghiệm trên ống khí động. Bộ thí nghiệm sẽ xác định được các lực khí động như lực cản, lực nâng tác dụng lên vật thể và hiển thị kết quả lên phần mềm labVIEW . Ống khí động sẽ có thể được dùng để thí nghiệm với các vật thể, mô hình với nhiều hình dáng khác nhau, mô hình ô tô, cánh máy bay, tua bin gió...

Phương pháp của nhóm để thực hiện việc nghiên cứu với đề tài là thiết kế bộ mô hình thí nghiệm bằng 3 phương pháp khác nhau, tiến hành thí nghiệm với các mô hình, xác định các lực cản khí động. Nhóm cũng đọc thêm các tài liệu chuyên môn nhằm phục vụ cho việc nghiên cứu của mình.

Trong đồ án sẽ trình bày 3 phương pháp cải thiện hệ số cản từ đó tính toán so sánh thực tế để rút ra kết luận.

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN KHÍ ĐỘNG HỌC CỦA XE TẢI

1.1. Lực cản khí động học lên ô tô tải

Lực cản khí động học được hiểu là thành phần lực theo hướng dòng chảy tác động lên vật thể. Trong các thí nghiệm ở dải tốc độ cận âm, lực cản khí động tỷ lệ thuận với khối lượng riêng của môi trường dòng chảy (ở đây là không khí ρ_L), vận tốc dòng chảy và diện tích hình chiếu đứng theo hướng dòng chảy của vật thể. Với những liên kết này, lực cản khí động có thể được hình thành như công thức dưới:

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho_L \cdot v_\infty^2 \cdot A \cdot C_D \quad (1-1)$$

Trong đó:

F_D - Lực cản khí động [N].

ρ_L - Khối lượng riêng không khí [kg/m^3], $\rho_L = 1,225$ [kg/m^3].

v_∞ - Vận tốc chuyển động của dòng không khí hoặc của xe [m/s].

A - Tiết diện cản chính của xe [m^2].

C_D - Hệ số cản khí động.

Phần $\frac{1}{2} \rho v_\infty^2$ trong công thức trên được gọi là áp suất động hoặc áp suất tổng của lực tới, do đó, lực khí động tỷ lệ với áp suất động. Tại điểm dừng, dòng được chia thành hai phần. Tại điểm này vận tốc $v_\infty = 0$ và áp suất theo định luật Bernoulli:

$$p_{tot,S} = p_\infty + \frac{\rho_L}{2} v_\infty^2 \quad (1-2)$$

Trong khí động học, người ta thường sử dụng các hệ số không thứ nguyên thay vì các lực, mômen và áp suất có chiều, vì chúng không phụ thuộc vào tốc độ trên một dải vận tốc rộng. Chúng là những con số đại diện cho chất lượng khí động học của một hình dạng thân xe.

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{\rho_L}{2} v_\infty^2 A} \quad (1-3)$$

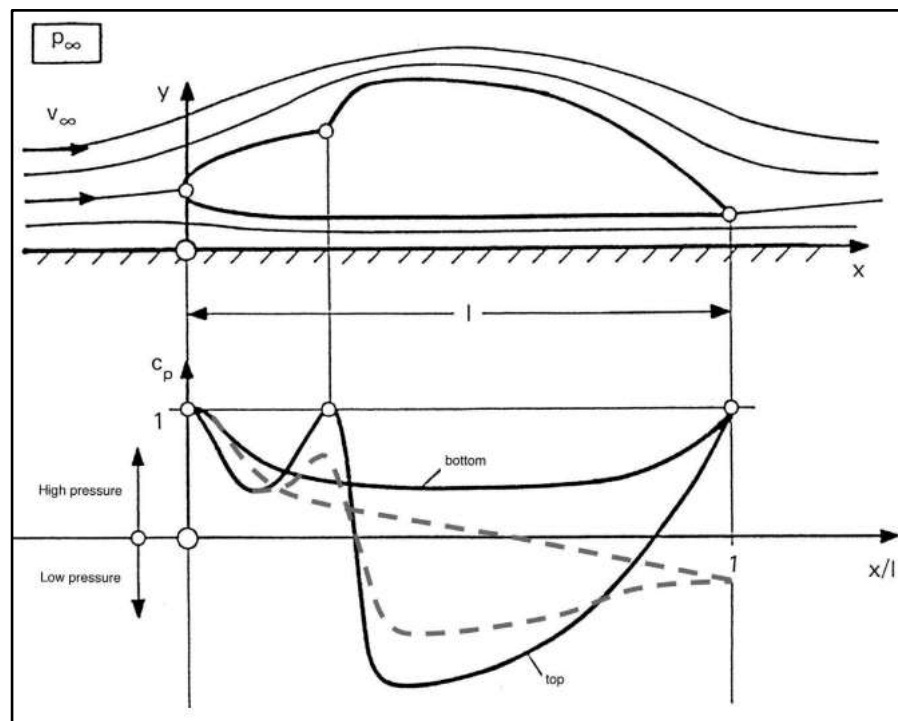
Và C_D là một hàm của các tham số không thứ nguyên khác như số Reynolds (Re), số Mach (Ma), số Froude (Fr), độ nhám tương đối của bề mặt (ϵ/l) và hình dáng vật thể.

$$C_D = \Phi(shape, Re, Ma, Fr, \epsilon/l) \quad (1-4)$$

Ngoài ra, sự phân bố áp suất trên bề mặt xe còn được biểu diễn tại mỗi điểm x bằng hệ số áp suất C_p :

$$C_p = \frac{p_s - p_\infty}{\frac{\rho_L}{2} v_\infty^2} \quad (1-5)$$

Ở điểm dừng, $C_p = 1$. Sự phân bố áp suất trong hình 1.1 cho thấy áp suất ở phía trên thấp hơn nhiều so với mặt dưới. Đây là lý do giải thích cho lực nâng mà ô tô thường có.



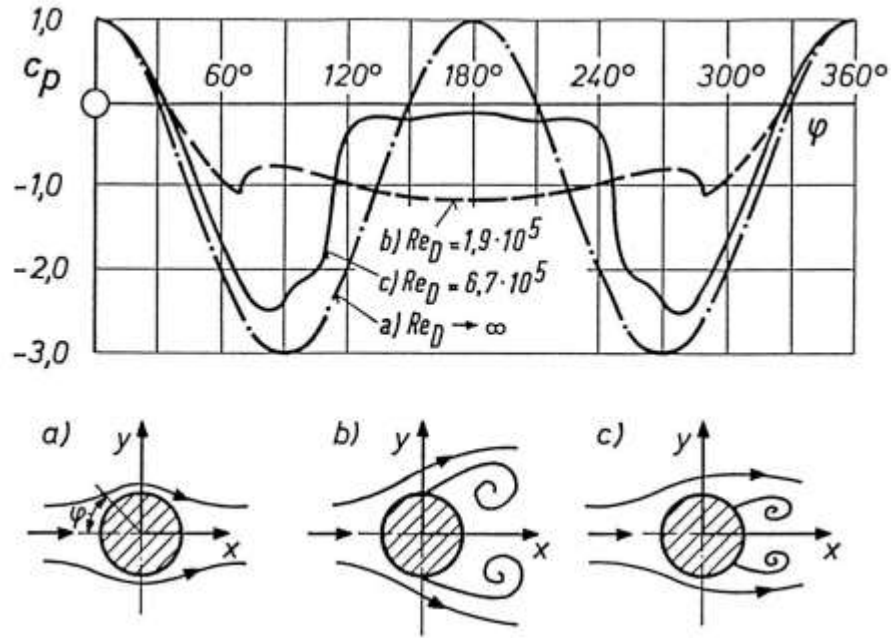
Hình 1. 1 Dòng chảy xung quanh xe và sự phân bố áp suất

Trong dòng chảy không nhớt, sẽ xảy ra hai điểm dừng, một ở phía trước và một ở phía sau xe. Khi đó nếu tính đến tính nhớt của chất lỏng thì điểm dừng thứ hai biến mất do có sự tách dòng ở phía sau ô tô.

Phân tích các thành phần của lực cản khí động học

Lực cản khí động học có thể được xác định bằng cách cộng các giá trị áp suất bề mặt và ứng suất cắt bề mặt. Chúng cũng được mô tả như thành phần áp suất (bởi sự phân tách dòng chảy và lực nâng) và thành phần ma sát (bởi ứng suất cắt). Do đó, nguyên nhân của lực cản khí động có thể được hiểu rõ nhất bằng cách so sánh dòng chảy nhớt thực với dòng chảy của một chất lỏng lý tưởng, không nén được.

Trên các vật thể có hình dạng khí động học xấu, chẳng hạn như hình trụ tròn (xem hình 1.2) hoặc hình cầu, sự gia tăng áp suất trong diện tích phần mở rộng của vật thể là lớn nhất, cao đến mức xảy ra hiện tượng tách dòng. Kết quả là sự phân bố áp suất trên vật thể không đối xứng, dẫn đến lực cản lớn.



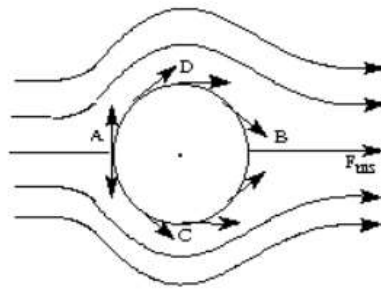
Hình 1. 2 Phân bố áp suất và mô hình đường dòng trên một hình trụ tròn với số Reynolds khác nhau

Ở mặt trước của hình trụ, sự phân bố áp suất của các trường hợp b) và c) về cơ bản khớp với sự phân bố áp suất của dòng chảy lý tưởng. Tuy nhiên, ở mặt sau của hình trụ có áp suất âm đáng kể do sự phân tách dòng chảy trong trường hợp dòng chảy thực. Do đó, sự phân bố áp suất trở nên không đối xứng so với trục y. Tổng các thành phần lực theo hướng dòng chảy do sự phân bố áp suất là lực cản áp suất.

Các điều kiện tương tự được xác định đối với phía trước và phía sau của một chiếc ô tô: Khi áp suất trong dòng chất lỏng không nhót và nhót gần như giống hệt nhau ở phía trước - nếu như giả định ở đây, không có sự phân tách nào xảy ra ở điểm này thì có sự khác biệt đáng kể ở phía sau. Và chúng là lý do tại sao tích phân áp suất khác không. Như đã nêu ở trên, sự khác biệt về áp suất giữa dòng chảy lý tưởng và dòng chảy thực là nguyên nhân gây ra lực cản - chứ không phải áp lực lên “bề mặt có dòng dừng” ở phía trước, như đôi khi được công nhận.

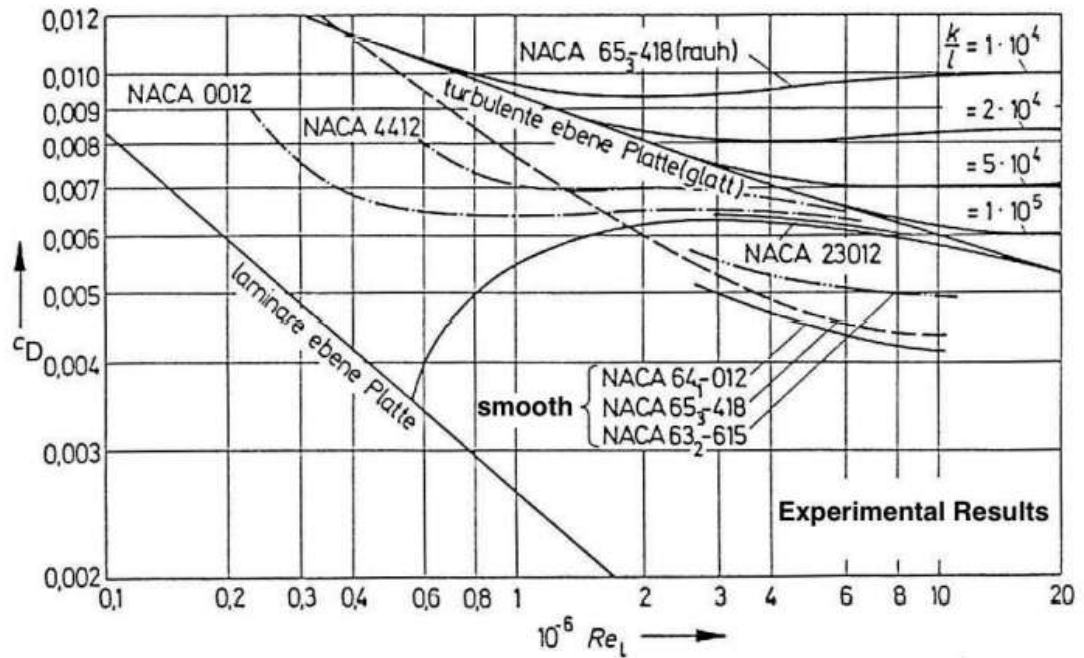
Đối với thành phần lực cản do ma sát. Dòng có vận tốc không lớn, khi ở trong lớp biên có chế độ chảy thành lớp, chất lỏng chảy quanh vật đều đặn (không bị đứt

ra). Các đường dòng có dạng giống như trong trường hợp chảy lượn của chất lỏng lý tưởng. Để thí dụ ta xét sự chảy quanh quả cầu. Trường hợp chất lỏng lý tưởng (xem hình 1.3), tổng các áp lực lên mặt quả cầu bằng không do sự đối xứng của các đường dòng. Cũng do nguyên nhân đó tổng các áp lực vuông góc với mặt cầu cũng sẽ bằng không cả trong trường hợp chất lỏng nhớt chảy thành lớp quanh quả cầu. Có nghĩa là lực do chất lỏng tác dụng vào quả cầu là lực ma sát, chính xác hơn, là lực tổng hợp của các lực ma sát đặt vào mỗi phân tử mặt cầu. Ứng suất phụ thuộc vào gradient vận tốc, gradient vận tốc lại phụ thuộc vào chiều dày của lớp biên. Lớp biên mỏng nhất ở các điểm A và B. Vì vậy gradient vận tốc và do đó cả ứng suất sẽ có giá trị lớn nhất ở các điểm C và D và nhỏ nhất ở các điểm A và B. Và hướng của lực ma sát thì hướng theo dòng chảy.



Hình 1. 3 Dòng chảy lý tưởng qua hình trụ tròn

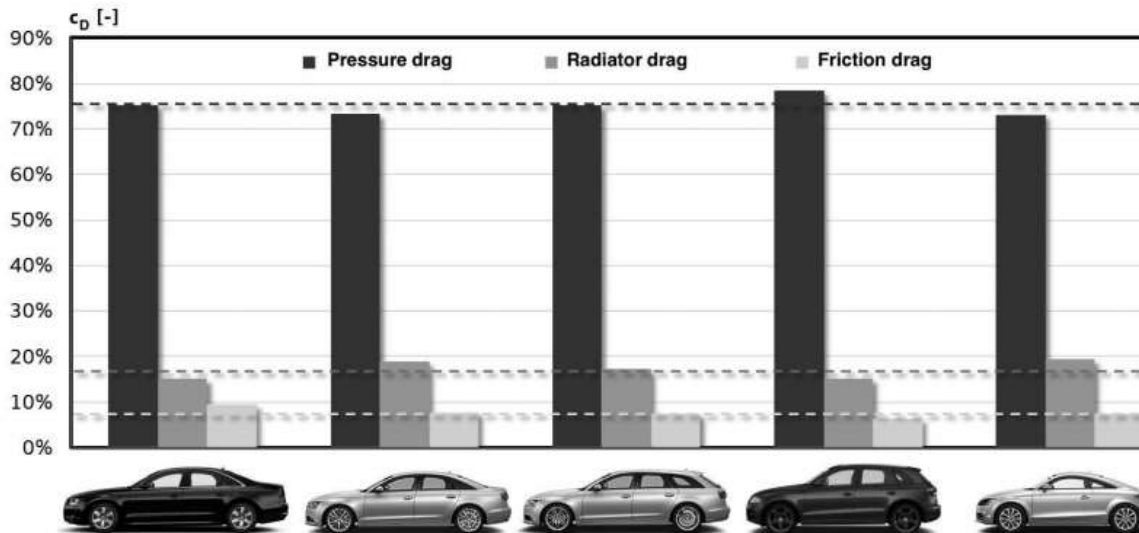
Nếu không có sự phân tách dòng chảy, lực cản ma sát vẫn là phần chiếm ưu thế trong tổng lực cản của một vật thể có dáng thuôn. Trong trường hợp của tấm mỏng, hoàn toàn có lực ma sát lên cả hai mặt của tấm. Hình 1.4 cho thấy hệ số cản C_D thay đổi theo số Reynolds khi thực hiện trên tấm mỏng.



Hình 1. 4 Hệ số cản của tấm phẳng và cánh như một hàm của số Reynolds (theo Schlichting & Gersten)

Nếu chúng ta coi rằng lớp biên ở vùng phía trước của tấm mỏng là chảy tầng và lớp biên chảy rối chỉ ở vùng phía sau, chúng ta thu được đồ thị như hình 1.4. Người ta thấy rằng, ở lớp biên chảy rối, lực cản ma sát lớn hơn nhiều so với lớp biên chảy tầng. Điều này là do các gradient vận tốc lớn hình thành trong đường dòng rối. Hình 1.4 cũng cho thấy độ nhám của bề mặt càng làm tăng lực cản ma sát. Ở đây, hệ số cản hoạt động độc lập với số Reynolds. Nói chung, có thể giả định rằng một chiếc xe có thành phần lực cản áp suất từ 80 đến 90%, trong khi biên dạng cánh máy bay có thành phần lực cản ma sát xấp xỉ 95%.

Thành phần ma sát của lực cản đối với xe du lịch là nhỏ, điều đó được thể hiện trên hình 1.5. Kết quả cung cấp trong hình ảnh này được đánh giá trên cơ sở kết quả tính toán động lực học chất lỏng (CFD). Việc mô phỏng động lực học chất lỏng cung cấp khả năng phân tích các thành phần ma sát và áp suất, bởi vì cả áp suất và ứng suất cắt đều được tính toán ở mỗi phần tử bề mặt.



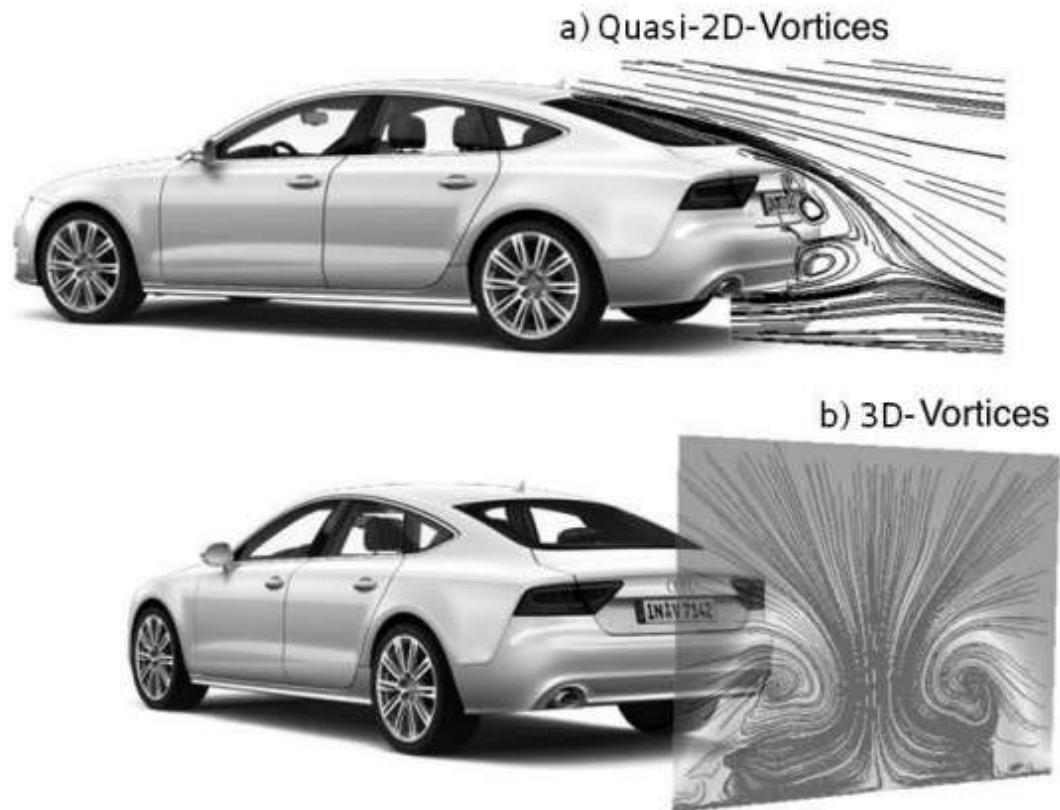
Hình 1. 5 Phân tích tổng lực cản khí động học thành lực cản, bộ tản nhiệt và lực cản ma sát (tỷ lệ phần trăm) cho các hình dạng cơ thể khác nhau (phân tích CFD)

Trường dòng chảy qua các vật thể

Dòng chảy xung quanh một chiếc ô tô tương tự như dòng chảy xung quanh thân vật thể có hình dạng khí động học xấu. Một mặt, nó bị ảnh hưởng bởi dòng chảy trên các diện tích bề mặt thân ô tô, dẫn đến sự phát triển của lực ma sát nhớt. Mặt khác, sẽ xảy ra hiện tượng tách lớp, dẫn đến tổn thất áp suất lớn, đặc biệt là ở phía sau và gầm xe. Từ những thí nghiệm có thể quan sát thấy hai loại phân tách dòng chảy:

Dòng chảy tách ra trên các cạnh vuông góc với hướng của dòng chảy. Hình thành các xoáy cuộn lại, trục của chúng thường song song với đường phân tách. Phần lớn động năng của chúng bị tiêu tán bởi sự trộn lẫn hỗn loạn. Do đó, kiểu phân tách đầu tiên này đôi khi được chỉ định là gần như hai chiều. Phía sau sự phân tách này hình thành một vùng thể tích được bao quanh bởi các dòng chảy tầng thường được gọi là vùng “trống”. Bên trong vùng trống, dòng chảy có thể đang lưu thông, hướng chảy vào bề mặt của đuôi ô tô thậm chí ngược hướng của dòng chảy bên ngoài.

Loại phân tách thứ hai là phân tách tự nhiên ba chiều. Tại các cạnh xung quanh mà không khí chảy theo một góc, luồng không khí tạo thành các xoáy theo chiều dòng chảy có dạng hình nón tương tự như các xoáy được quan sát trên cánh máy bay. Các vùng mà các xoáy này có xu hướng được tạo ra nhiều nhất trên ô tô là các cạnh nghiêng phía sau của ô tô. Các trục của các xoáy này về cơ bản chạy theo hướng dòng chảy; không giống như xoáy hai chiều, chúng rất giàu năng lượng.

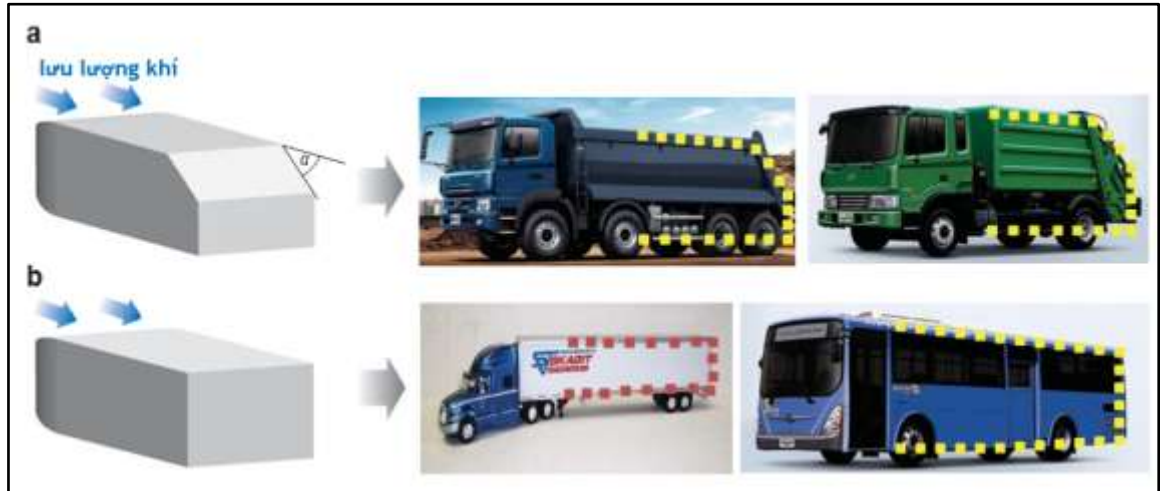


Hình 1.6 Hai loại phân tách dòng chảy

1.2. Lực cản khí động trên ô tô tải

Các phương tiện giao thông mặt đất, bao gồm các phương tiện hạng nặng khác nhau có cùng các đặc điểm không ổn định và không gian ba chiều với các phương tiện giao thông trên không hoặc hàng hải khác. Tuy nhiên, trái ngược với một chiếc máy bay, tàu thủy hoặc tàu ngầm thương mại, hiện tượng quan trọng đối

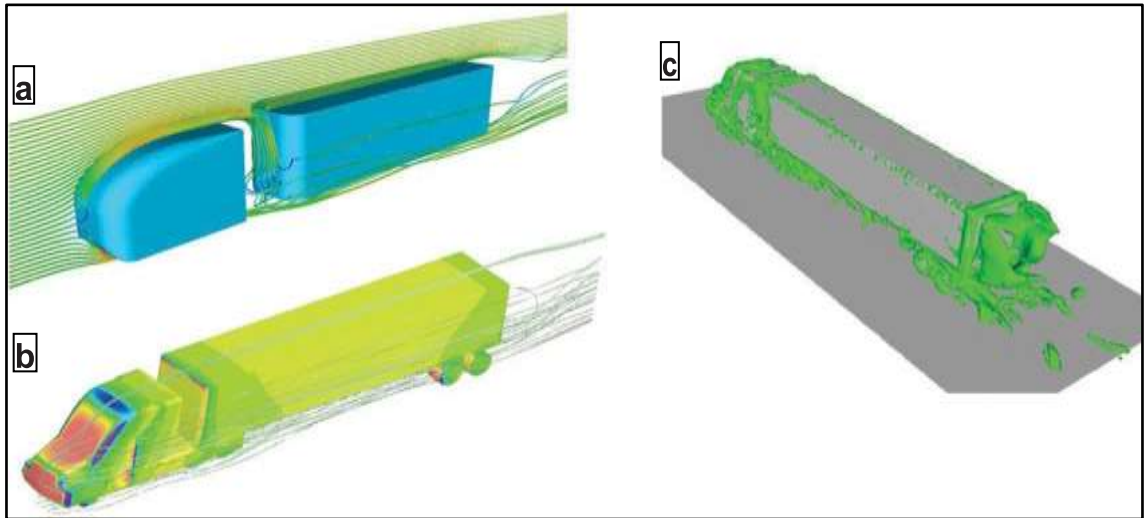
với phương tiện giao thông mặt đất là sự phân tách lớn của dòng chảy, điều này thực sự ảnh hưởng đến các lực và đặc điểm khí động học của phương tiện. Hiện tượng này rõ ràng hơn đối với các phương tiện hạng nặng có dạng hình hộp với nhiều cạnh sắc để chở nhiều hàng và nhiều hành khách với các kích thước bên ngoài được quy định.



Hình 1. 7 Đơn giản hóa các mô hình phương tiện ba chiều và mức độ liên quan hình học của chúng với các loại xe hạng nặng: (a) mô hình Ahmed và (b) mô hình GM

Dòng chảy xung quanh mô hình xe đầu kéo trong điều kiện góc nghiêng bằng không bị đình trệ gần tấm lưới phía trước của đầu xe và tách ra ở mép kéo của thân đầu xe, tạo thành các xoáy ngược chiều bị mắc kẹt bên trong khe hở giữa đầu xe và rơ-móc. Phần phía trên bề mặt của thân rơ moóc vẫn được gắn vào và sau đó tách ra ở mép sau của nó, dẫn đến một vùng chảy rối phía đuôi xe

Khoảng trống giữa các thân của đầu xe và rơ moóc là một đặc điểm quan trọng ảnh hưởng đến mức tiêu thụ nhiên liệu và sự ổn định khi lái xe.

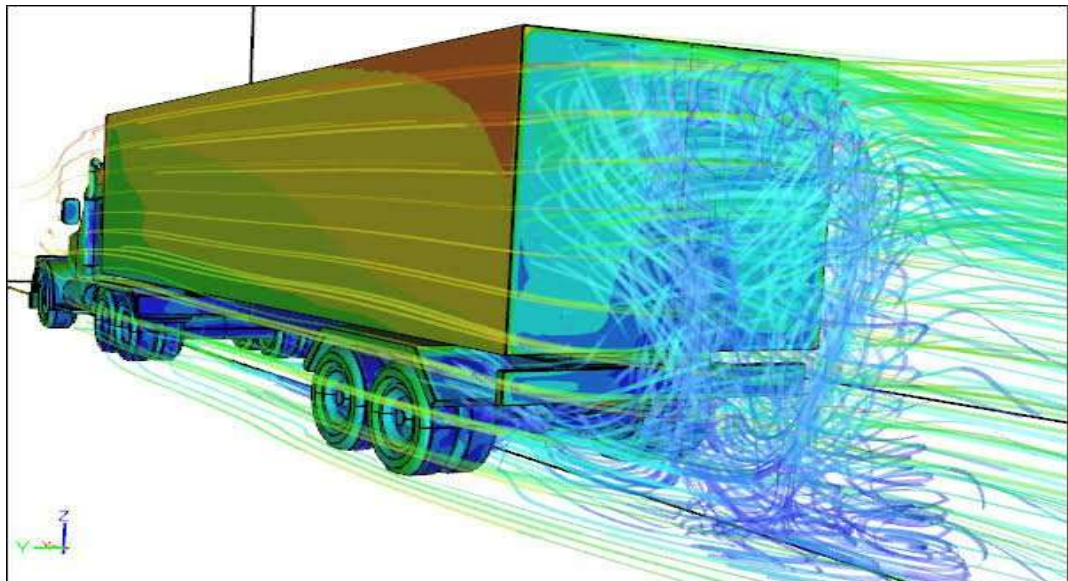


Hình 1. 8 *Dòng chảy xung quanh các mô hình xe đầu kéo đơn giản được mô phỏng bởi công ty Navier*

CHƯƠNG II. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢM LỰC CẢN KHÍ ĐỘNG

2.1. Sự cần thiết của việc giảm lực cản khí động

Trong quá trình vận tải đường bộ, để nâng cao hiệu quả khai thác vận tải phải giảm tiêu hao nhiên liệu cần thiết. Để giảm tiêu hao nhiên liệu cho việc khai thác vận chuyển thì giảm lực cản là một trong những biện pháp hữu ích, mang lại nhiều lợi ích thiết thực nhất hiện nay. Vấn đề nghiên cứu giảm lực cản, tiết kiệm nhiên liệu đang được nhiều nhà nghiên cứu, thiết kế và khai thác kinh doanh quan tâm. Đối với xe tải, là loại xe có phần thùng tải phía sau to hơn nhiều so với các loại xe tải thông thường khác, thì vấn đề nghiên cứu làm giảm lực cản gió tác động lên xe tải càng cần được quan tâm nhiều hơn. Trước nhu cầu cấp thiết này, (lực cản gió) tác động lên xe tải nhằm thông qua việc nghiên cứu giảm lực cản khí động lên xe tải sẽ nhằm góp phần quan trọng trong vấn đề giảm tiêu hao nhiên liệu chạy xe tải, nâng cao hiệu quả kinh tế khai thác xe tải vận chuyển.



Hình 2. 1. Mô phỏng khí động trên xe tải

2.2. Giảm sức cản bằng phương pháp điều khiển dòng chảy bị động.

2.2.1. Định nghĩa.

Phương pháp điều khiển dòng chảy bị động qua thân xe là phương pháp sử dụng các bộ phận, chi tiết bên ngoài để gắn thêm lên bề mặt hoặc thân xe. Từ đó hướng cho dòng không khí tốc độ cao di chuyển qua xe theo hướng mong muốn. Các chi tiết được chia thành hai nhóm chính: nhóm chi tiết được cố định trên bề mặt hình học thân xe và nhóm được đặt phía dưới bề mặt hình học cần kiểm soát.

2.2.2. Điều khiển dòng chảy bị động trên xe tải

Sử dụng mui lướt gió để hướng dòng không khí di chuyển lên phía trên đối với xe tải có thùng hàng phía sau cao.

Sử dụng tấm che chắn (tấm bạt che gió) đặt ở vị trí hai bên và gầm xe. Do vùng không gian trống phía gầm xe thường khá lớn.

Sử dụng thiết kế phần đuôi, thùng xe có hình dạng vát nhẹ hoặc đuôi côn để giảm vùng không khí áp suất cao phía sau xe.



Hình 2. 2 Cánh mui lướt gió lắp trên xe tải

2.2.3. Điều khiển dòng chảy bị động trên xe du lịch

Sử dụng các chi tiết như: cản gió trước, cản gió bên, tấm phủ gầm và cánh gió đuôi lắp cố định trên xe với mục đích hướng dòng chảy qua thân xe di chuyển lên phía trên và hai bên. Đồng thời giảm dòng không khí nhiễu loạn dưới gầm xe, giảm lực nâng.



Hình 2. 3 *Xe khách có phần đầu được thiết kế khí động học*

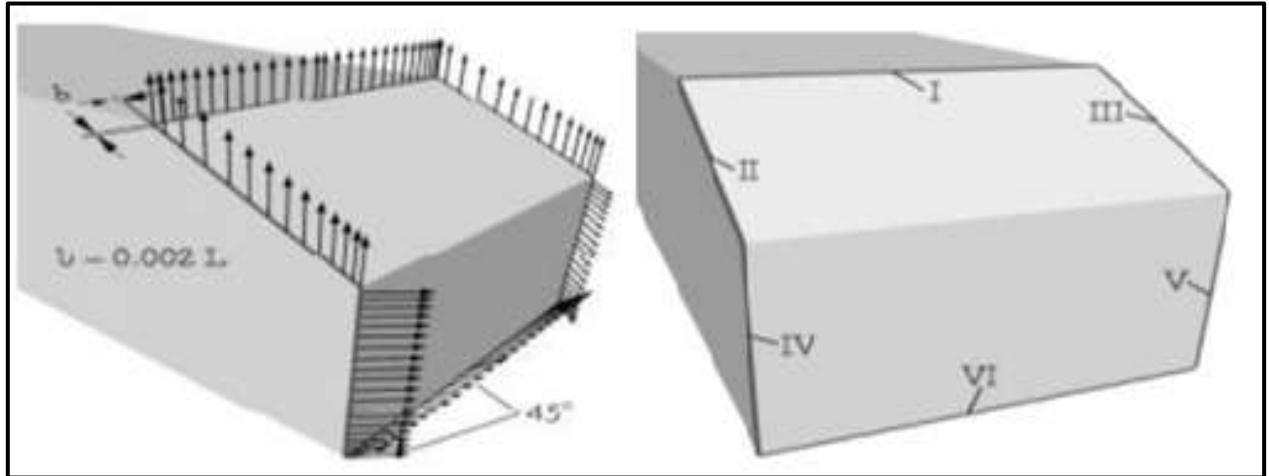
2.3. Giảm sức cản bằng phương pháp điều khiển dòng chảy chủ động

2.3.1. Định nghĩa

Phương pháp điều khiển dòng chảy chủ động được thực hiện bằng cách sử dụng các bộ truyền động hoặc tạo ra năng lượng sử dụng năng lượng có sẵn hoặc năng lượng tạo ra trên xe. Yêu cầu của phương pháp này là kích thước và khối lượng của các chi tiết gắn thêm phải nhỏ nhất để không ảnh hưởng đến cấu tạo, hình dạng của xe.

2.3.2. Điều khiển dòng chảy sử dụng bộ phun đều

Hiện nay, hầu hết hình dạng của các mẫu xe ô tô du lịch, xe tải đều có hình dạng cùn (thân xe có hình dạng các khối vuông) dẫn đến dòng khí di chuyển qua thường bị phân tách, tạo ra các lực tác động rời rạc đến toàn bộ thân xe. Hiệu ứng có thể gây mất ổn định động của xe.



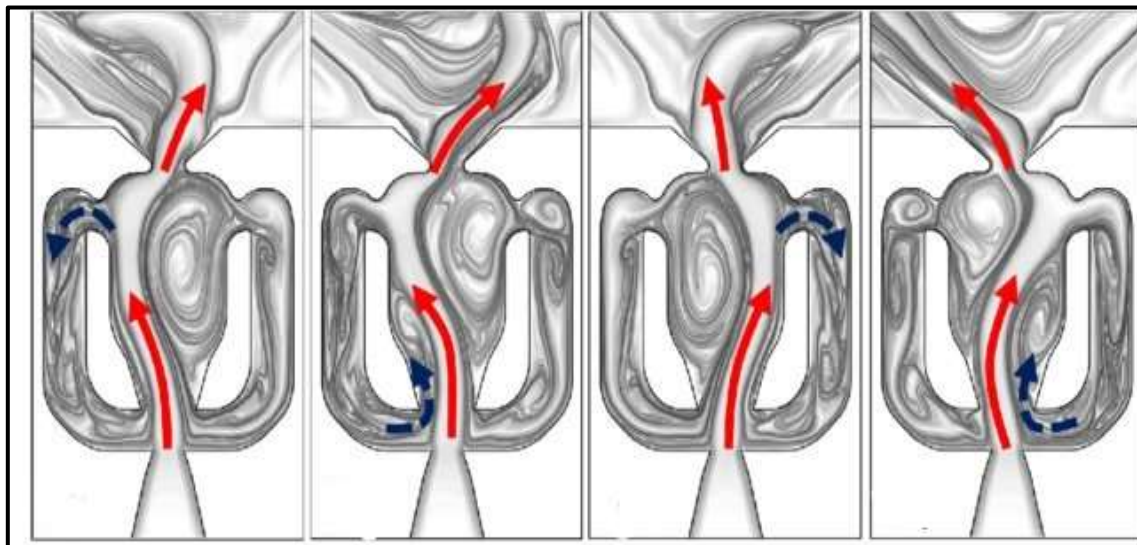
Hình 2. 4 Vị trí lắp bộ phun đều trên mô hình xe Ahmed

Do vậy, việc triệt tiêu vùng không khí nhiễu loạn phía đuôi xe có thể giảm được dòng không khí rối, từ đó giảm lực cản, lực tác động lên thân xe. Phương pháp sử dụng bộ phun đều được lắp ở phía đuôi xe, thông qua các rãnh nhỏ (khoảng vài mm) và thổi dòng không khí có áp suất cao hướng lên trên để giảm bớt dòng không khí áp suất thấp di chuyển qua. Wassen và Thiele đã áp dụng bộ thổi đều lắp ở phía đuôi xe. Với hướng thổi vuông góc với các cạnh của xe và góc 45 độ với các cạnh thẳng đứng phía dưới, họ đã phát hiện ra rằng cách làm này đã giảm lực cản khí động học xuống 10,2%.

Nhiều nghiên cứu cho thấy rằng hệ thống kiểm soát dòng chảy chủ động cung cấp một triển vọng thay thế rất tốt để giảm lực cản khí động học trên các phương tiện ô tô. Tarakka và Simanungkalit đã áp dụng điều khiển dòng chảy chủ động thổi vào một mẫu xe van thân cùn mô phỏng theo mẫu xe Ahmed đã được sửa đổi, được coi là mẫu xe cơ bản gần nhất của dòng xe du lịch phổ biến hiện nay.

2.3.3. Điều khiển dòng chảy sử dụng bộ dao động chất lỏng

Trong những năm gần đây, bộ dao động chất lỏng đã được quan tâm nhiều hơn như bộ truyền động mới cho các mục đích kiểm soát dòng chảy chủ động. Bộ tạo dao động chất lỏng là thiết bị có thể phát ra một dòng tia dao động liên tục trong không gian mà không cần bất kỳ bộ phận chuyển động nào.

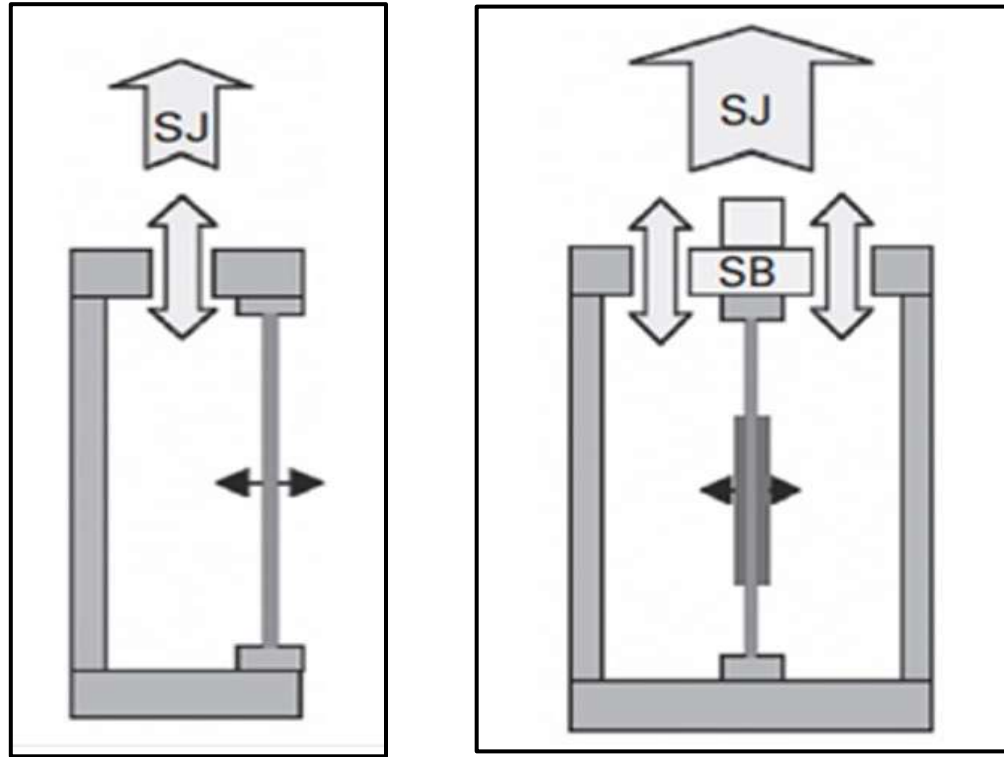


Hình 2. 5 Bộ dao động chất lỏng

Bộ dao động chất lỏng có các ưu điểm: Kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, không chứa bất kỳ bộ phận chuyển động nào vì dao động của chúng là hoàn toàn tự sinh và tự duy trì và chỉ phụ thuộc vào động lực của dòng chảy bên trong, có khả năng tạo ra động lượng cao, bảo trì thấp. Nhìn chung, các đặc tính này mang lại hệ thống truyền động mạnh mẽ và đáng tin cậy cao.

2.3.4. Điều khiển dòng chảy sử dụng thiết bị tạo tia

Bộ tạo tia là một thiết bị nhỏ gọn, có khả năng tạo truyền động tuyến tính ra môi trường nhờ việc hút và đẩy không khí liên tục ra khỏi khoang chứa. Màng dao động có tần số dao động lớn nên chu kì hút vừa thổi thường rất ngắn (khoảng vài ms). Với cấu tạo nhỏ gọn, bộ tạo tia có thể được lắp trên các vị trí như cánh máy bay, phần đuôi xe tải mà không chiếm quá nhiều diện tích cũng như không cần hệ thống dẫn động khí phức tạp.



a. Bộ tạo tia đơn

b. Bộ tạo tia kép

Hình 2. 6 Cấu tạo của bộ tạo tia

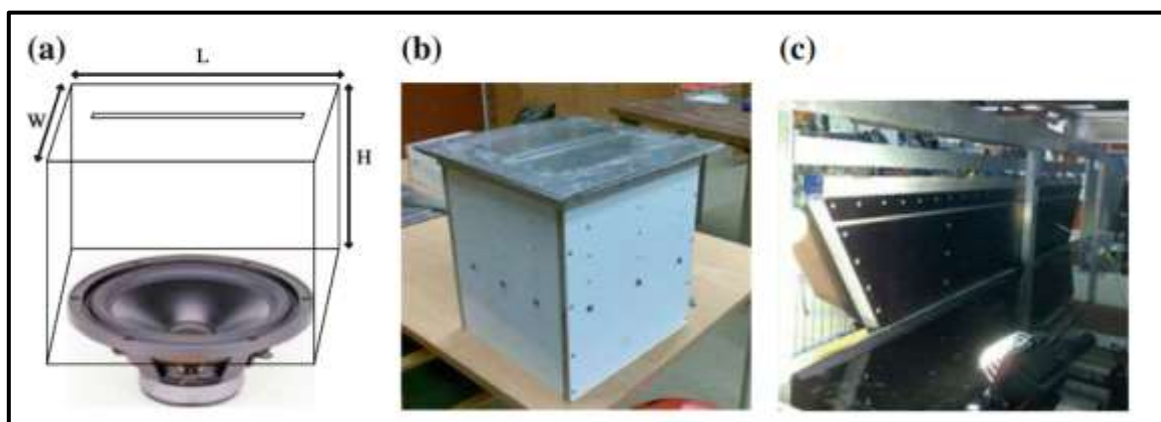
Ưu điểm của bộ tạo tia: kích thước nhỏ gọn, không cần hệ thống cung cấp năng lượng phức tạp, dễ dàng bố trí, dễ dàng lắp ráp trên các bề mặt, dòng không khí phun ra có vận tốc và áp suất lớn.

2.3.4.1. Điều khiển dòng chảy chủ động sử dụng thiết bị tạo tia tổng hợp (Syntheticjet)

Tia phản lực tổng hợp có thể được tạo ra bằng cách tạo ra sự giảm áp suất luân phiên bằng màng rung. Để khảo sát đầu ra xung lượng từ một thiết bị truyền động đơn giản, một mẫu thử nghiệm có màng rung (loa) đã được chế tạo và thử nghiệm ở bước đầu tiên. Bộ truyền động hoạt động khi màng loa được đặt ở trạng thái rung không khí sẽ được nén ra khỏi khe và tạo ra các xoáy tuần hoàn. Bộ truyền động tạo ra một phản lực tổng hợp hình sin có khối lượng tịnh bằng không.

Bộ truyền động này phải đủ mạnh trong miền tần số thấp. Miền tần số nằm trong khoảng từ 10 đến 30 Hz, và mục tiêu là đạt được hệ số động lượng là $0,5\% \leq C_{\mu} \leq 1\%$.

Thiết bị truyền động nguyên mẫu bao gồm một khoang gỗ hình chữ nhật ($V1 = W \times L \times H = 28,3 \times 28,4 \times 5$ [cm]), một loa và một tấm nhôm có lỗ (rãnh) ở giữa. Âm lượng khoang có thể được điều chỉnh bằng cách di chuyển loa. Ngoài ra còn có một số tấm nhôm với các khe khác nhau. Chiều dài rãnh là 28 cm và các độ rộng rãnh khác nhau (h) là 0,5, 1,0, 2,0 và 5,0 mm. Một rãnh (2,0 mm) được cắt với một góc 25° so với bề mặt. Loa được sử dụng có đường kính 24 cm, điện áp chạy là 22V cho công suất 80 W. Tần số được đặt thành $f = 16,67$ Hz, là tần số thường được sử dụng trong mô phỏng.



Hình 2. 7 Cấu tạo thiết bị tạo tia tổng hợp

Ba cánh đảo gió được gắn ở phần cuối phía sau của xe thử nghiệm. Mặt bên có sáu cơ cấu truyền động. Các bộ dao động được kết nối với bộ khuếch đại, bốn bộ dao động bộ khuếch đại cộng với một bộ truyền động độc lập, và nguồn điện được lấy từ hai trạm điện nhỏ nằm trong xe kéo. Tần số và biên độ của tín hiệu kích hoạt được điều khiển bởi chương trình LabVIEW từ xe tải qua mạng WIFI.



a. Các cánh được gắn sau thùng xe



b. Bộ truyền động tích hợp

Hình 2. 8 Xe thử nghiệm toàn quy mô VOLVO

2.3.4.2. Kết quả.

Các nghiên cứu này đã chứng minh rõ ràng rằng các kỹ thuật kiểm soát dòng chảy chủ động có thể được sử dụng để giảm đáng kể lực cản khí động học của các phương tiện mặt đất trong khoảng 10–15%.

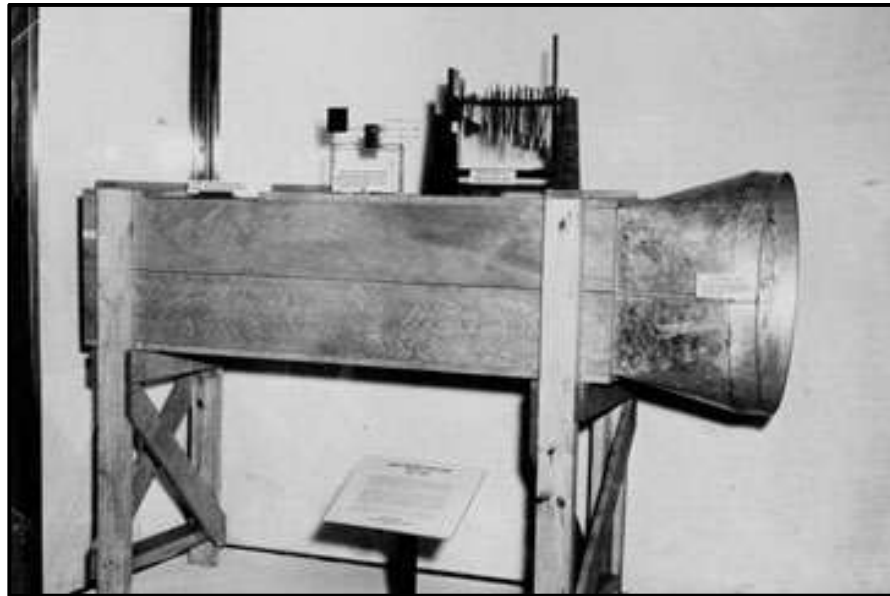
Tỷ lệ tổng lượng nhiên liệu tiêu thụ của xe thử nghiệm so với trường hợp cơ bản tương ứng cho thấy mức giảm 5,4% với góc nghiêng của cánh là 30° ở tốc độ 50m/s. Ở góc lật của cánh nhỏ hơn 20° thì mức giảm là 4,3%.

CHƯƠNG III. GIỚI THIỆU VỀ ỚNG KHÍ ĐỘNG VÒNG KÍN CỖ NHỎ

3.1. Tổng quan, hiện trạng

3.1.1. Lịch sử hình thành

Những đường ống khí động đầu tiên được chế tạo từ hơn 100 năm trước, bắt đầu từ đường ống do Francis Wenham thiết kế xây dựng năm 1871.



Hình 3. 1 Ống khí động của Francis Wenham

Những đường ống được chế tạo tiếp sau đó và cho đến tận một thời gian dài sau này chỉ được sử dụng cho một mục đích duy nhất là thiết kế và kiểm nghiệm khí động học cho máy bay. Tuy nhiên, từ nửa sau TK XX, việc nghiên cứu và tối ưu khí động học đã mở rộng sang các lĩnh vực khác như công nghiệp ô tô, xây dựng, giáo dục,...

Đứng trên quan điểm vật lý, người ta nhận ra rằng kiểu thiết kế phần đuôi vuông vức như những chiếc xe ngựa hoàn toàn “phản khoa học”. Khi chiếc xe di chuyển, phần đuôi hình vuông sẽ tạo nên một vùng chân không do hình thành dòng không khí chuyển động hỗn loạn và xoáy. Áp suất lớn phía đầu, cộng với áp suất chân không phía đuôi xe sẽ tăng cường đáng kể lực cản không khí, làm chiếc xe

phải sinh nhiều công hơn. Để khắc phục trở ngại đó, phần đuôi được thiết kế lại bằng những nét vuốt thon theo quỹ đạo chuyển động, khiến dòng khí tuần tự thoát ra phía sau xe mà không hình thành bất cứ điểm xoáy cục bộ nào.

Nhờ vậy ngành công nghiệp xe hơi đã tiến một bước rất dài. Tất cả các kiểu xe ngày nay đều chú trọng đến khí động lực học điều này khiến cho xe bây giờ ít tiêu hao nhiên liệu hơn xưa. Do vậy, các đường ống khí động được chế tạo ngày một nhiều và thiết kế được cải tiến, tối ưu dần theo thời gian.

3.1.2. Công dụng và phân loại

3.1.2.1. Công dụng

Đường ống khí động là thiết bị dùng để nghiên cứu dòng chảy của chất lỏng qua các bề mặt cũng như sự tương tác của những bề mặt này với dòng chảy. Các bề mặt này thường là mô hình (với tỉ lệ thu nhỏ hoặc tỉ lệ thực) của những vật thể/phương tiện cần thiết kế hoặc kiểm tra. Kết quả của những thí nghiệm này mô phỏng một cách chính xác khí động học của các phương tiện/vật thể trong quá trình làm việc thực tế. Ống khí động được ứng dụng thực tế trong các lĩnh vực như hàng không hay công nghiệp ô tô.



Hình 3. 2 Ứng dụng trong lĩnh vực công nghiệp ô tô

Không chỉ có mục đích là “thổi” các vật thể bay mà ống khí động còn giúp con người “thổi” bất kỳ vật gì chịu tác động các lực đáng kể sinh ra bởi không khí. Sự cạnh tranh giữa các nhà chế tạo xe đua ngày nay cũng rất khốc liệt, để nhích xa và nhanh hơn đối thủ một chút xíu thôi cũng là vấn đề cần công nghệ hóa, các ô tô đua chạy với tốc độ lớn thường chịu ảnh hưởng lớn bởi các lực khí động, mà quan trọng nhất là lực cản, con người đã chứng minh rằng lực cản rất có ích cho cuộc sống, nhưng chỉ cần giảm đi một vài phần trăm lực cản thì cũng đã cho ra đời một dòng sản phẩm mới, tiết kiệm nhiên liệu một cách đáng kể và tăng khả năng cạnh tranh của sản phẩm. Cho nên ta cũng không cần ngạc nhiên khi các xưởng chế tạo thay phiên nhau đưa những chiếc xe đua của mình vào ống thổi để tìm cách tối ưu hóa kiểu dáng khí động.



Hình 3. 3 Mô hình xe đua Pagani Zonda F đang được thí nghiệm trong ống khí động

Hiện đại hơn người ta còn đưa cả một thành phố, một khu đô thị vào ống thổi. Giờ đây có ống khí động ta sẽ biết được các luồng gió di chuyển thế nào giữa các tòa nhà, không khí trong lành giúp tốt cho sức khỏe con người. Không chỉ dừng lại ở đó, việc đưa các tòa nhà cao tầng vào ống thổi khí ta có thể kiểm tra được tòa

nhà đó chịu đựng được những cơn bão cấp máy, làm tiền đề cho các nhà cấu trúc nghiên cứu cấu trúc tòa nhà.

Không chỉ được áp dụng cho thủy khí, kiến trúc, xây dựng, ống khí động còn có thể được áp dụng cho thể thao. Có lẽ sẽ có người hỏi thêm rằng, làm sao mà những vận động viên nhảy dù họ có thể làm được các động tác nhào lộn, bay lượn như chim trên bầu trời, rồi họ lại ghép thành vòng đẹp tròn đẹp mắt, việc đó làm rất là khó thể mà họ làm được, họ đã tập luyện rất công phu mới biểu diễn được như vậy. Nơi họ luyện tập là một ống khí động cỡ lớn, các cánh quạt tạo gió tạo ra luồng gió thổi lên phía trên.



Hình 3. 4 Các vận động viên đang tập luyện với ống khí động



Hình 3. 5 Ứng dụng của ống khí động trong lĩnh vực khác

3.1.2.2. Phân loại

Dựa trên tốc độ dòng chảy, có thể phân các đường ống khí động thành các loại:

- Đường ống khí động tốc độ thấp, với $0 < Ma < 0.8$
- Đường ống với vận tốc cận âm, $0.8 < Ma < 1.2$
- Đường ống với vận tốc vượt âm, $1.2 < Ma < 5$
- Đường ống với vận tốc siêu âm, $Ma > 5$

Hoặc cũng có thể phân loại theo môi chất làm việc:

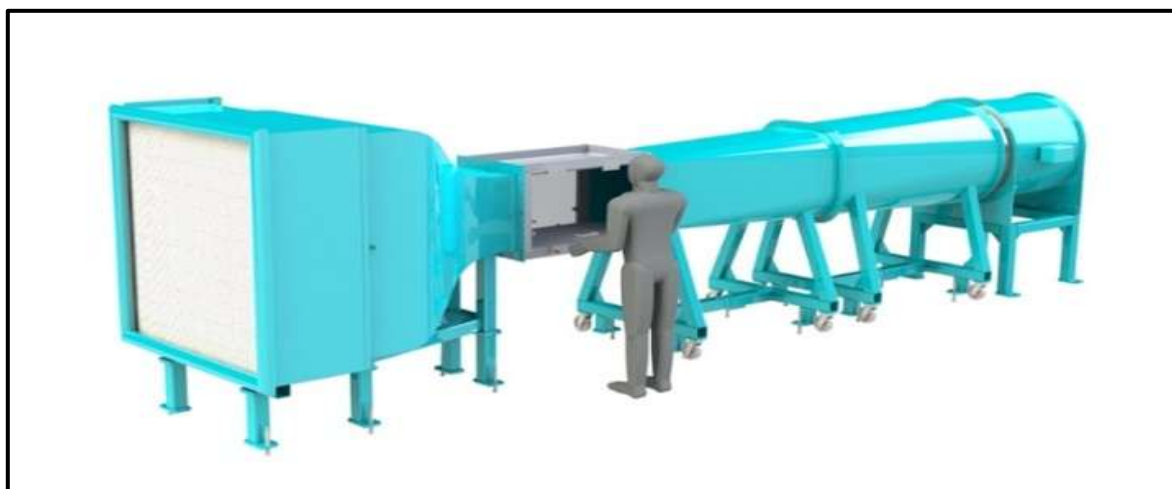
- Đường ống với môi chất là nước
- Đường ống với môi chất là không khí
- Đường ống với môi chất là Hidro, Helium,...

Tuy nhiên phổ biến hơn cả là cách phân loại theo hình dáng: đường ống khí động dạng hở và đường ống khí động dạng vòng kín (lưu thông tuần hoàn).

Như đã giải thích ở trên, ống khí động hay hầm gió được mô tả như một mô hình, thiết bị mô phỏng lại diễn biến của dòng khí hay chất lỏng theo điều kiện gần giống nhất với điều kiện thực tế. Các mô hình, vật mẫu sẽ được đặt vào một khu vực gọi là buồng đo, thông thường buồng đo được làm trong suốt để có thể quan sát được dòng khí đi qua vật thể thí nghiệm.

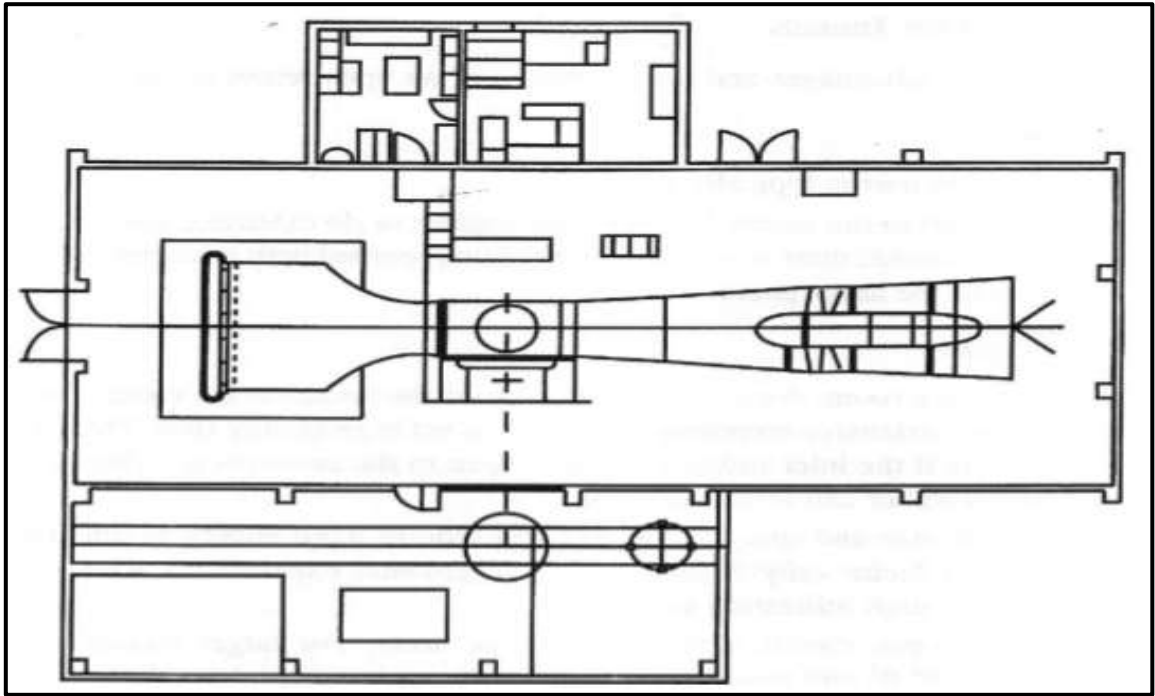
Có nhiều loại ống khí động khác nhau với các trang bị để thí nghiệm cũng khác nhau. Tuy nhiên một hầm gió cơ bản cần có những phần và trang bị như buồng nấn dòng, buồng hút, buồng đo, ống khuếch tán và quạt gió. Các hầm gió lớn và hiện đại còn được trang bị thêm các cảm biến, phiên hướng dòng, khu vực điều khiển, camera ghi hình...

Đường ống khí động dạng vòng hở (Open circuit wind tunnel) có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, chi phí chế tạo và xây dựng thấp; kèm theo các nhược điểm là chịu ảnh hưởng của nhiệt độ, gió tại khu vực bố trí, tiêu tốn nhiều năng lượng, tiếng ồn lớn,... Do đó, các đường ống dạng này chủ yếu sử dụng trong lĩnh vực giáo dục hoặc nghiên cứu ở các trường đại học.

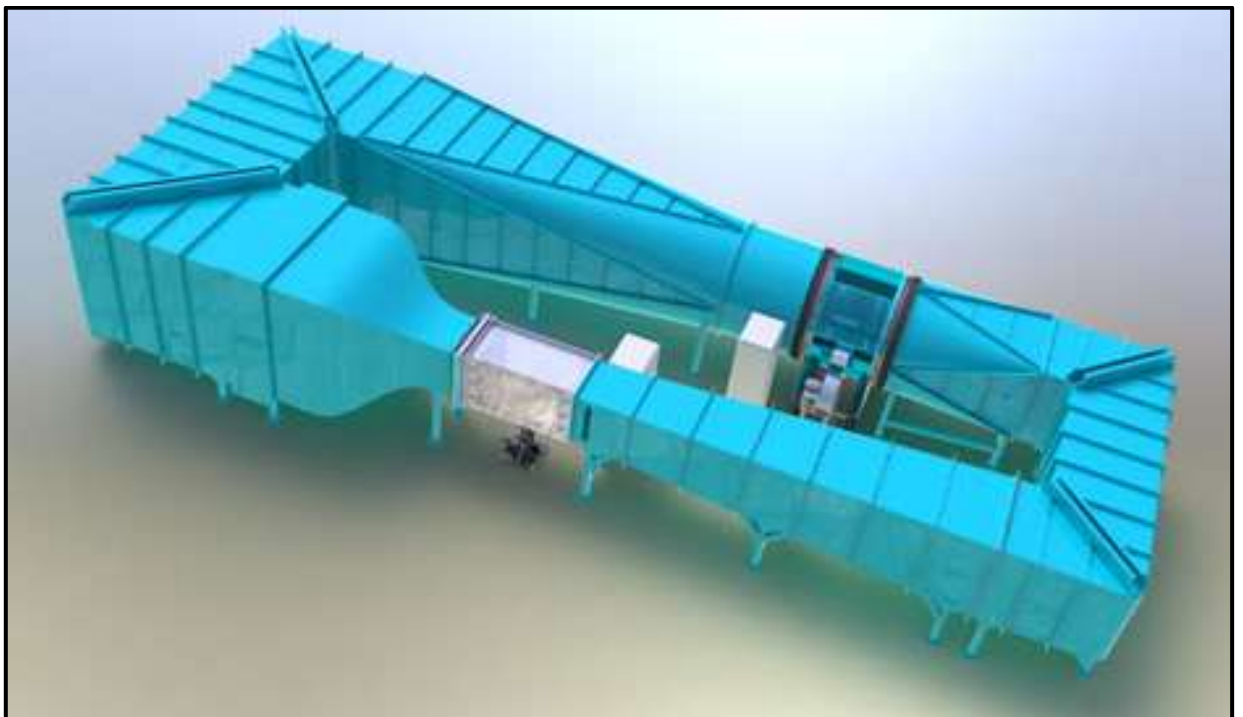


Hình 3. 6 Ống khí động loại hở

Ống khí động nhìn chung được phân loại theo tốc độ dòng khí trong buồng đo hay phân loại theo hướng chuyển động của dòng khí. Có hai loại ống khí động chính và hai cấu hình thử nghiệm cơ bản. Tuy nhiên, có rất nhiều các biến thể về đặc trưng cụ thể của các ống khí động khác nhau. Hai loại cơ bản là ống khí động kín và ống khí động hở. Không khí chảy qua một ống khí động mạch hở đi theo một con đường thẳng từ lối vào qua buồng nấn dòng tới buồng đo tiếp theo là ống khuếch tán, phần quạt và đầu ra của dòng không khí. Ống khí động có thể có buồng đo không có phần bao rắn (dòng khí hở hoặc loại Eiffel) hoặc phần bao rắn Hình 3.6 cho thấy sơ đồ của một ống khí động loại hở với một dòng khí kín.



Hình 3. 7 Sơ đồ khu vực thí nghiệm với ống khí động loại hở, Diamler-Benz
Aerospace Airbus, Bremen, Đức

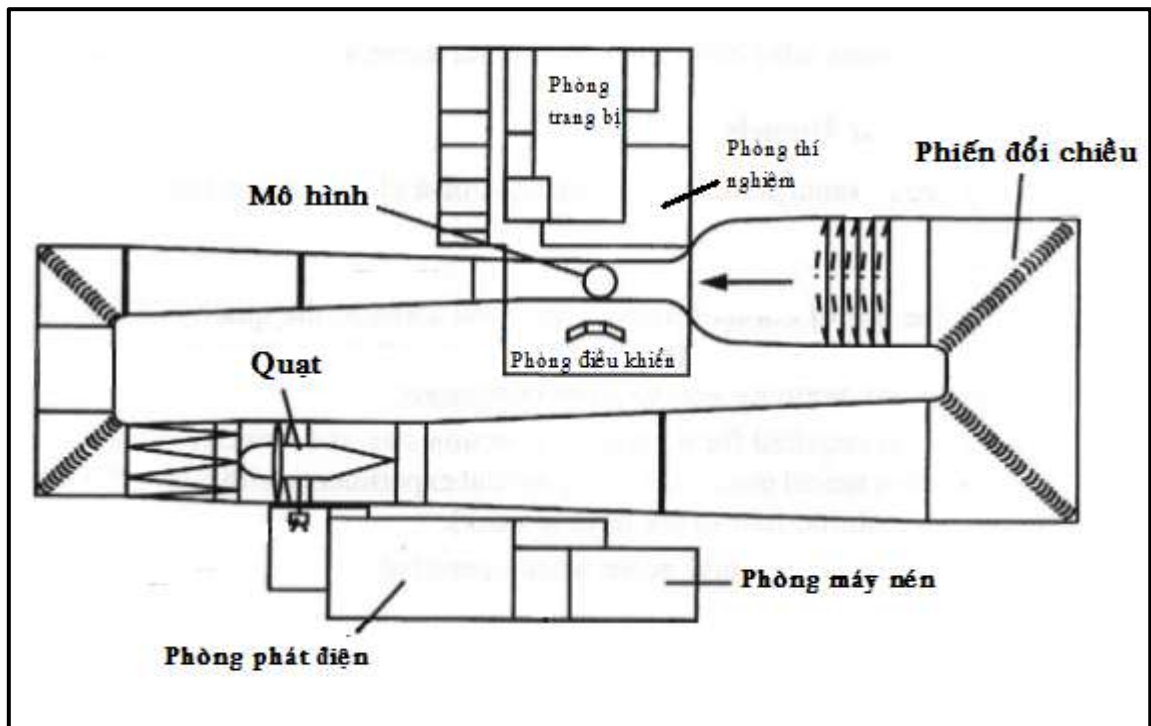


Hình 3. 8 Ống khí động loại vòng kín

Không khí trong một ống khí động kín, kiểu Prandtl hoặc kiểu Gottingen, tuần hoàn liên tục không hoặc ít có sự trao đổi với không khí bên ngoài. Đại đa số các ống khí động mạch kín có một đường không khí trở lại duy nhất, tuy nhiên các biến thể đã cho ra ống khí động với nhiều đường quay lại.

Ống khí động loại kín có thể có phần kiểm tra đóng hoặc mở, và một số đã được xây dựng mà có thể chạy bằng phần thử nghiệm mở. Không khí trong một ống khí động kín, kiểu Prandtl hoặc kiểu Gottingen, tuần hoàn liên tục không hoặc ít có sự trao đổi với không khí bên ngoài. Đại đa số các ống khí động mạch kín có một đường không khí trở lại duy nhất, tuy nhiên các biến thể đã cho ra ống khí động với nhiều đường quay lại.

Ống khí động loại kín có thể có phần kiểm tra đóng hoặc mở, và một số đã được xây dựng mà có thể chạy bằng phần thử nghiệm mở hoặc đóng, nếu cần cho một chương trình thử nghiệm cụ thể. Như với bất kỳ thiết kế kỹ thuật nào, có ưu điểm và nhược điểm với cả ống khí động hở và ống khí động kín. Nói chung, loại ống khí động được quyết định dựa trên chi phí sẵn có và mục đích thí nghiệm.



Hình 3. 9 Hàm gió loại kín, Defense Establishment Research Agency ERA,
Bedford, Anh

- Ống khí động loại hở

+ Ưu điểm:

- Giá thành xây dựng rẻ.
- Không phát sinh vấn đề về làm sạch nếu cần thí nghiệm với động cơ đốt trong hay thí nghiệm với dòng khói để quan sát bởi vì cả đầu vào và đầu ra của dòng khí đều mở ra với không khí bên ngoài

+ Nhược điểm

- Nếu đặt trong một căn phòng, tùy thuộc vào tỷ lệ của ống khí động và căn phòng, sẽ cần có một màng che để lọc không khí trước khi vào ống.
- Với một kích thước và tốc độ, ống khí động sẽ cần nhiều năng lượng hơn để vận hành, đặc biệt là trong các thí nghiệm nâng cao.
- Nhìn chung, ống khí động loại hở thường ồn khi làm việc, cần có các biện pháp cách âm hoặc khử rung.

Vì giá thành ban đầu để xây dựng không cao, ống khí động loại hở thường được dùng cho các trường đại học nơi mà các thí nghiệm chỉ phục vụ cho các môn học, học phần và việc nghiên cứu nâng cao là chưa cần thiết.

- Ống khí động loại kín

+ Ưu điểm

- Thông qua phiên dẫn dòng và các tấm chắn, chất lượng dòng không khí được kiểm soát. Phần quan trọng nhất phụ thuộc vào các hoạt động thí nghiệm và ảnh hưởng của điều kiện thời tiết.
- Cần ít năng lượng hơn đối với một buồng đo và vận tốc gió cụ thể. Điều này rất quan trọng trong các thí nghiệm dài ngày (hai hoặc ba lần một ngày, năm đến sáu ngày một tuần)
- Làm việc êm, ít gây ra tiếng ồn

+ Nhược điểm

- Giá thành cao hơn rất nhiều do giá của ống tuần hoàn và phiên dẫn dòng.
- Bị ảnh hưởng bởi điều kiện làm sạch nếu thí nghiệm với động cơ đốt trong hay dòng khói để quan sát.
- Nếu phải thí nghiệm dài ngày, ống khí động cần phải có bộ trao đổi không khí hoặc các phương pháp khác để làm mát.

Bên cạnh đó còn có các loại ống khí động như:

- Ống khí động dưới âm và cận âm. (dòng khí chuyển động với tốc độ...)
- Ống khí động siêu âm.
- Ống khí động thẳng đứng
- Ống khí động cho hàng không, gồm có:
 - Ống khí động với chỉ số Reynolds cao: ở loại này người ta dùng các cách để tăng số Reynolds như tăng áp suất dòng khí, sử dụng khí nặng như Freon hay

R-134a, làm lạnh dòng khí, tăng độ chân không để mô phỏng không khí ở độ cao lớn.

- Ống khí động V/STOL: có kích thước lớn nhưng tốc độ dòng khí chỉ cần nhỏ.
- Ống khí động quay: máy bay có xu hướng quay khi đứng yên trên không. Ống khí động này dùng để mô phỏng hiện tượng đó.

- Ống khí động cho ô tô, gồm có:

- Ống khí động mô phỏng dòng chảy ngoài.
- Ống khí động mô phỏng thời tiết: ống khí động này dùng để đánh giá hoạt động của hệ thống cửa, hệ thống phanh...dưới các điều kiện thời tiết khác nhau. Hầu hết các nhà sản xuất ô tô lớn có hệ thống ống khí động kiểu này.

- Ống khí động dùng để đo tiếng ồn của dòng chảy.

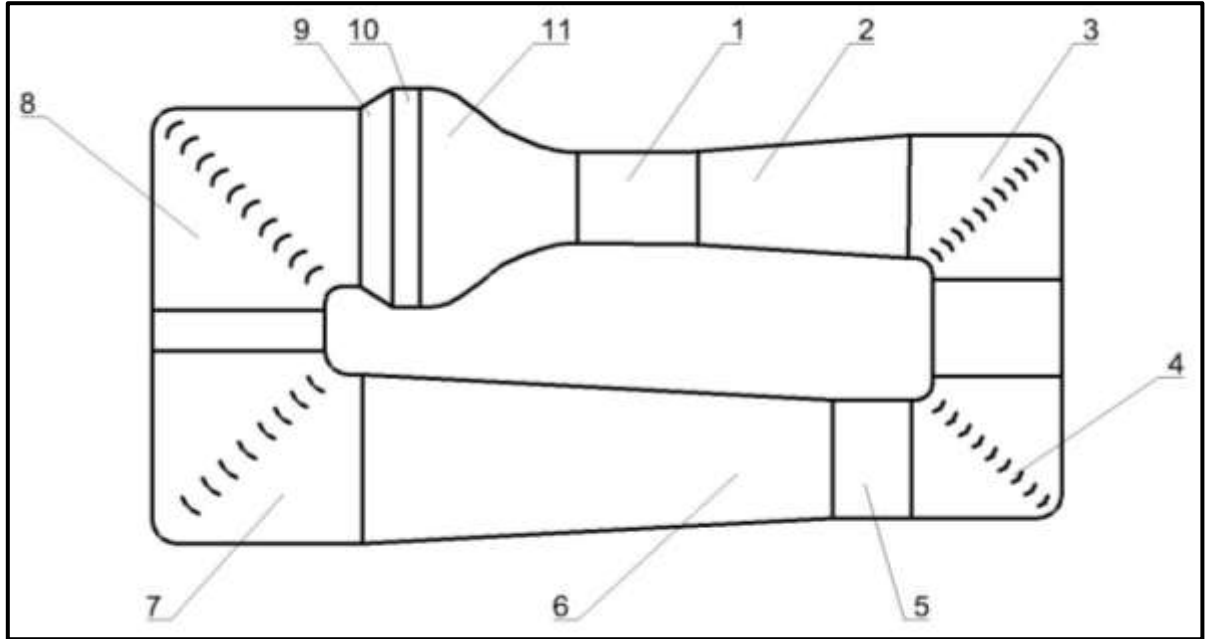
3.1.3. Giới thiệu về ống khí động tại Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng

Ống khí động tại phòng thí nghiệm Thủy khí, khoa Cơ khí Giao thông, Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng là một ống khí động vòng kín (tuần hoàn), cỡ nhỏ, tốc độ thấp.



Hình 3. 10 Ống khí động vòng kín, cỡ nhỏ, tốc độ thấp tại phòng thí nghiệm Thủy khí

Nhìn chung, một ống khí động dưới âm dạng kín có các thành phần được mô tả như sau:



Hình 3. 11 Sơ đồ bố trí chung của ống khí động

- | | | |
|----------------|---------------------|------------------------------|
| 1 – Buồng thử; | 2 – Ống phân kì I; | 3, 4 – Ống chuyển hướng nhỏ; |
| 5 – Quạt; | 6 – Ống phân kì II; | 7, 8 – Ống chuyển hướng lớn; |
| 9 – Phần nối; | 10 – Buồng ổn định; | 11 – Nón phễu; |

3.1.3.1. Buồng thử

Buồng thử là nơi đặt mô hình xe thử nghiệm cũng như nơi lắp đặt các thiết bị quan sát, đo đạc. Phần đầu vào của buồng thử được nối với cuối ống phễu (11), đầu ra của buồng thử là đầu vào của ống phân kì (2). Mặt bên của buồng thử có thể làm cửa kính hoặc mica. Kích thước buồng thử cũng như vận tốc dòng khí đi qua buồng thử quyết định kích thước của các chi tiết khác cũng như kích thước hình học tổng thể của đường ống nói chung.

Tiết diện mặt cắt ngang của buồng thử có thể là hình chữ nhật, hình vuông, hình tròn, lục giác, bát giác,... Tuy nhiên qua nhiều thí nghiệm và thực tế cho thấy

ảnh hưởng của hình dạng mặt cắt đến tổn thất cột áp là không đáng kể, vì vậy có thể lựa chọn hình dạng mặt cắt sao cho chi phí phù hợp và chế tạo đơn giản. Trong hầu hết các trường hợp thực tế, buồng thử có dạng hình hộp chữ nhật với chiều dài gấp đôi bề rộng (hoặc cao).

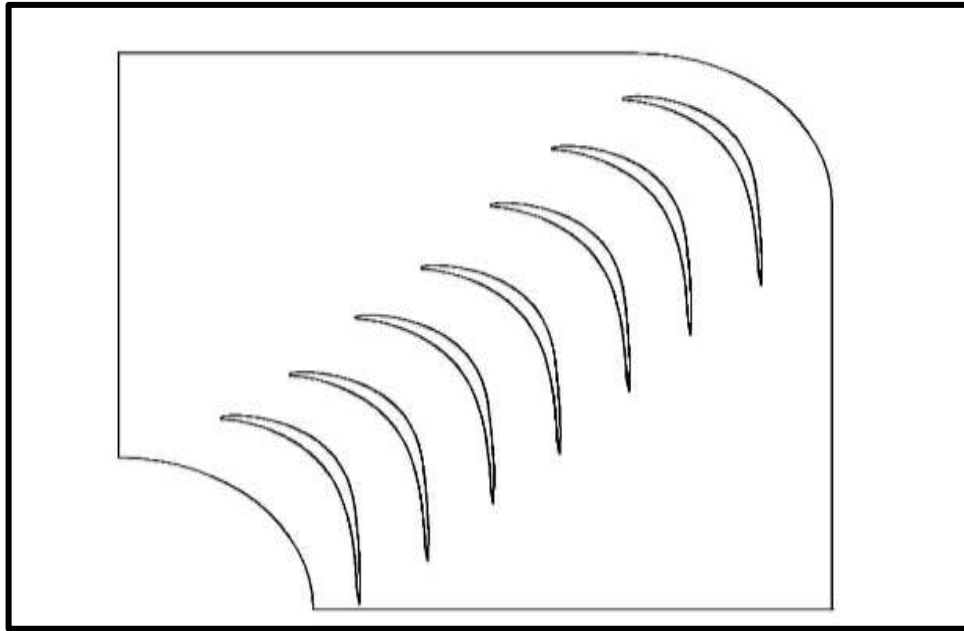


Hình 3. 12 Ống phân kì

3.1.3.3 Ống chuyển hướng.

Trong đường ống khí động dạng vòng kín, các ống chuyển hướng là bộ phận giúp làm chuyển hướng dòng chảy một góc 90^0 , giúp dòng khí có thể lưu thông tuần hoàn. Do vậy ta sử dụng 4 ống chuyển hướng: 2 ống kích thước nhỏ và 2 ống kích thước lớn.

Bên trong các ống này có lắp các cánh nắn dòng. Số lượng, kích thước và biên dạng của các cánh quyết định tổn thất cột áp động của dòng khí khi chuyển hướng.



Hình 3. 13 Ống chuyển hướng

3.1.3.4 Quạt

Quạt là nguồn động lực giúp dòng khí lưu thông tuần hoàn trong đường ống, khắc phục tổn thất dọc qua các bộ phận.

Quạt được dẫn động từ động cơ điện 3 pha, dẫn động thông qua dây đai. Tốc độ của quạt có thể điều chỉnh được thông qua bộ biến tần. Ở 2 mặt quạt ta làm các ống nối để chuyển từ tiết diện tròn sang tiết diện chữ nhật và ngược lại.

Quạt sử dụng là loại quạt hướng trục dùng trong công nghiệp, dẫn động bằng động cơ điện ba pha qua cơ cấu dây đai. Quạt có công suất 2 kW cùng lưu lượng tối đa đạt 39600 m³/h.



Hình 3. 14 Quạt

3.1.3.5 Buồng ổn định

Buồng ổn định, chứa bộ hướng dòng và các lưới bên trong, được đặt ở phía đầu đường ống. Nó có tác dụng loại bỏ các nhiễu loạn vận tốc theo phương không trùng với phương của dòng chảy, bằng cách đưa dòng chảy qua một cấu trúc dạng tổ ong. Cấu trúc tổ ong này chia dòng chảy vào nhiều ống nhỏ đặt xếp chồng lên nhau phương của dòng chảy, có tác dụng “đuổi” thẳng dòng khí, loại bỏ các nhiễu loạn cũng như xoáy lốc. Tiết diện cắt ngang của các ống này có thể là hình tròn, vuông hoặc lục giác.



Hình 3. 15 Buồng ổn định với cấu trúc tổ ong

3.1.3.6. Nón phễu

Là bộ phận được đặt phía trước của buồng thử, sau các lưới lọc và bộ hướng dòng, có tác dụng:

- Tăng tốc độ dòng khí mà không gây ra rối loạn, nhờ đó có thể bố trí các lưới lọc và bộ hướng dòng ở vùng có vận tốc thấp, giảm được sức cản và tổn thất năng
- Làm giảm sự không đồng đều về tốc độ của dòng chảy. Từ đó tạo được dòng chảy ổn định, đồng nhất, ít dao động tại buồng thử.



Hình 3. 16 Nón phễu

Ngoài các bộ phận kể trên, còn có những đoạn ống nối phụ khác nhằm đảm bảo ràng buộc hình học giữa các bộ phận. Những đoạn này gồm đoạn nối giữa 2 ống chuyển hướng nhỏ với nhau, đoạn nối giữa 2 ống chuyển hướng lớn với nhau, và đoạn nối từ ống chuyển hướng lớn với buồng ổn định.

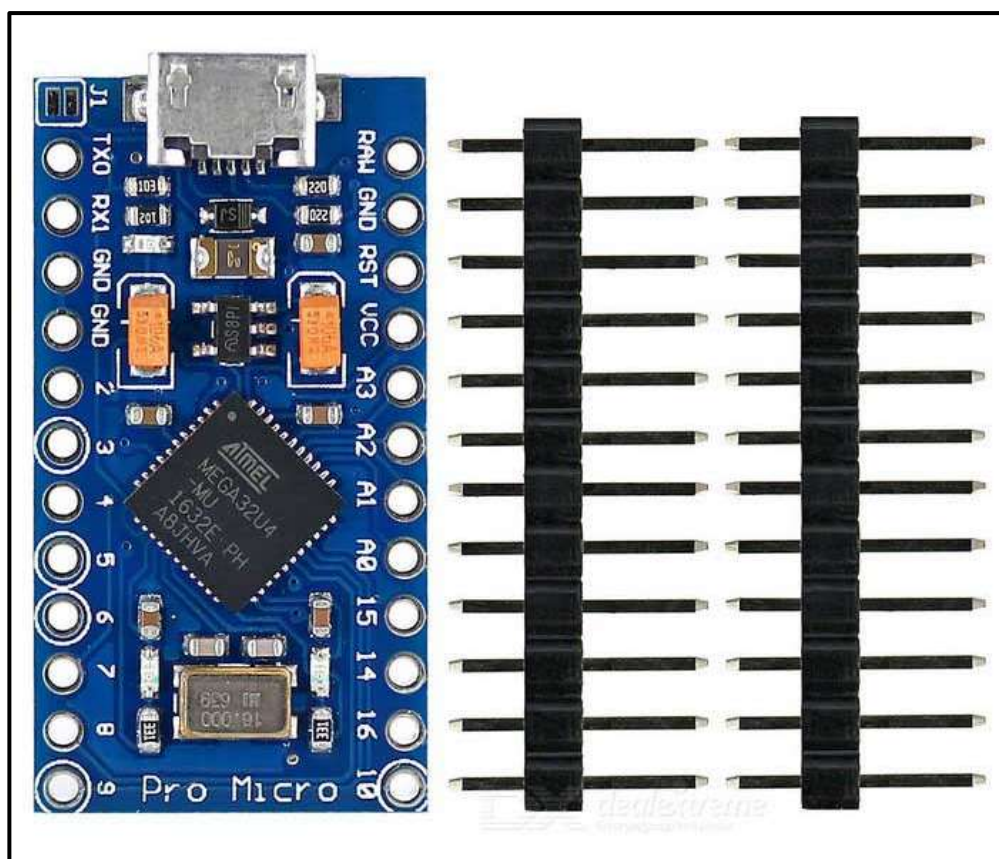
3.2 Hệ thống đo lực sáu thành phần

3.2.1. Giới thiệu chung về vi điều khiển Arduino

Arduino Uno là một bảng mạch vi điều khiển nguồn mở dựa trên vi điều khiển Microchip ATmega328 được phát triển bởi Arduino.cc. Bảng mạch được trang bị các bộ chân đầu vào/ đầu ra Digital và Analog có thể giao tiếp với các bảng mạch mở rộng khác nhau. Mạch Arduino Uno thích hợp cho những người mới tiếp cận và đam mê về điện tử, lập trình,... Dựa trên nền tảng mở do Arduino.cc cung cấp ta dễ dàng xây dựng cho mình một dự án nhanh nhất (lập trình Robot, xe tự hành, điều khiển bật tắt led,...).

Các dòng sản phẩm của Arduino:

- Board: Arduino Uno, Arduino Pro, Arduino Mega, Arduino 101, Arduino Zero, LilyPad Arduino,...
- Module: Arduino Pro mini, Arduino Micro, Arduino LCD Module, Arduino Relay Module, Arduino Driver Module,...
- Shield: Arduino Proto Shield, Arduino Wifi Shield 101, Arduino Ethernet Shield, Arduino GSM Shield,...



Hình 3. 17 Arduino Pro Micro

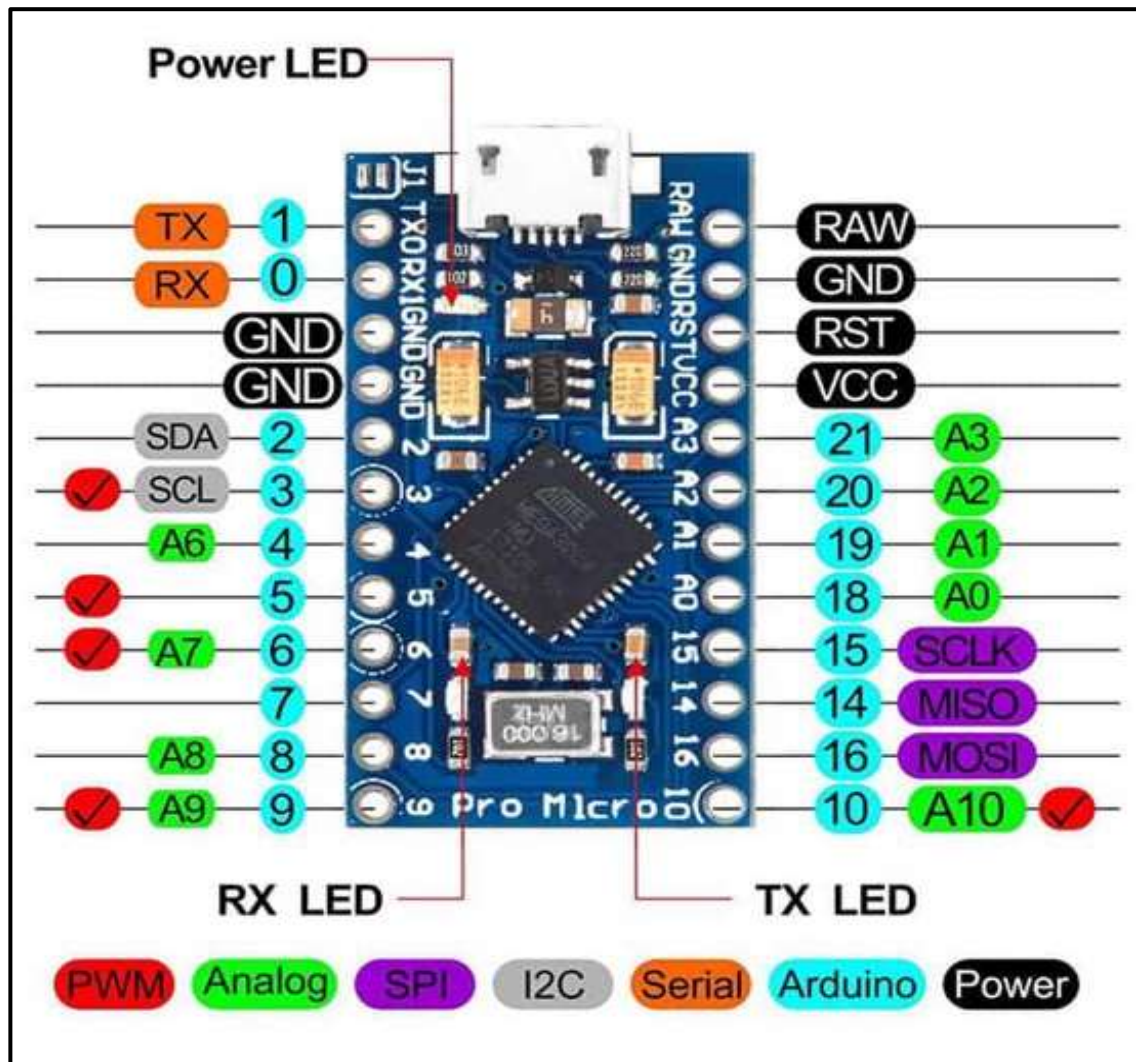
Arduino Pro Micro với thiết kế nhỏ gọn, thích hợp chuẩn kết nối USB mà không cần sử dụng chip USB khác như Pro Mini, ngoài ra nó còn có thể chống cấp ngược điện áp. Do đó phần sau chỉ giới thiệu về dòng Arduino Pro Micro.

Thông số Arduino Pro Micro:

- Chip ATmega32u4.
- Nguồn vào đề nghị: 6 – 9 V.

- Dòng tối đa chân 5 V: 500 mA.
- Dòng tối đa chân I/O: 30 mA.
- Số chân Digital I/O: 14 chân (5 chân PWM).
- Số chân Analog: 4 chân.
- Bộ nhớ Flash: 32kb.
- Giao động: 16MHz.
- SRAM: 2kb.
- EEPROM: 1kb.
- Kích thước: 33 x 18 x 6 mm.
- USB HID: có.

Arduino Pro Micro nó giống với Arduino Pro Mini nhưng ở đây sử dụng chip ATmega32u4 có hỗ trợ USB giúp nó linh hoạt hơn hẳn so với Pro Mini, nên nạp code không cần dùng thêm bộ chuyển đổi USB. Arduino Pro Micro được hỗ trợ từ Arduino IDE V1.0.1 trở lên, nên việc lập trình với nó cũng rất đơn giản. Ngoài ra Board có thể sử dụng các chức năng đặc biệt như giả lập bàn phím, chuột virtual Serial/COM port mà các board thông dụng như Uno hay Mega không có.



Hình 3. 18 Sơ đồ chân của Arduino Pro Micro

Trong đồ án này sử dụng module LM-2596 ADJ để giảm điện áp từ 20V thành 5V cấp nguồn cho Arduino hoạt động được ổn định. Sau đây sẽ là một số thông tin của module này:

- Sử dụng trong các mạch chuyển đổi nguồn DC – DC.
- Sử dụng trong các mạch điện tử hạ điện áp cao xuống điện áp thấp.
- Điện Áp In: 3 - 40V DC (Khuyến cáo sử dụng điện áp đầu vào < 30V DC).
- Điện Áp Out: 1.5 - 35V DC.
- Dòng Ra Max: 3A. (Khuyến cáo sử dụng 2/3 công suất của sản phẩm để sản phẩm có độ bền cao).
- Sử dụng IC LM2596 ADJ.

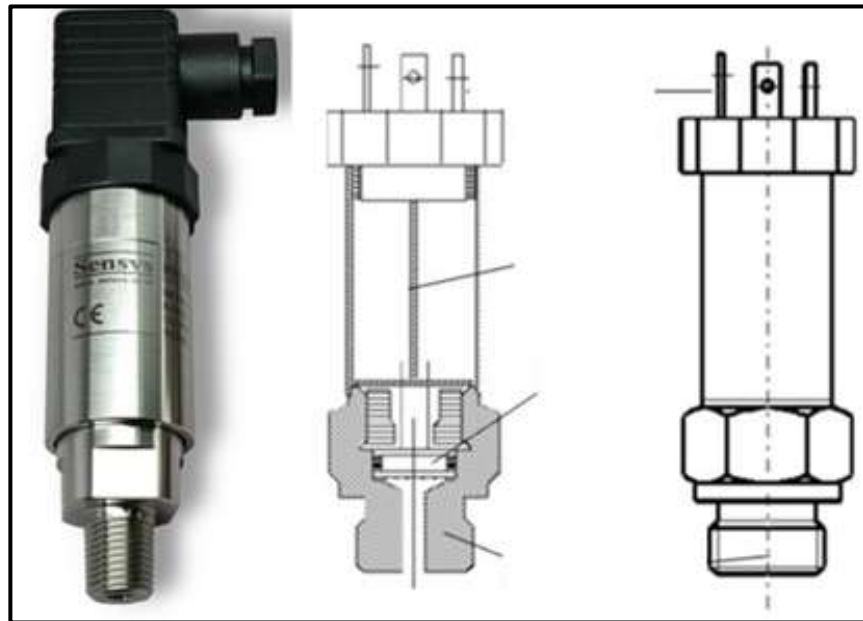
- Kích Thước: 40x21.5x13.5MM.
- Điều chỉnh điện áp đầu ra bằng biến trở.
- Hiệu Suất: 92%.



Hình 3. 19 Module LM 2596 ADJ

3.2.2. Cảm biến đo áp suất

3.2.2.1. Cảm biến áp suất M5200 - Pressure Transducer



Hình 3. 20 Cảm biến áp suất M5200

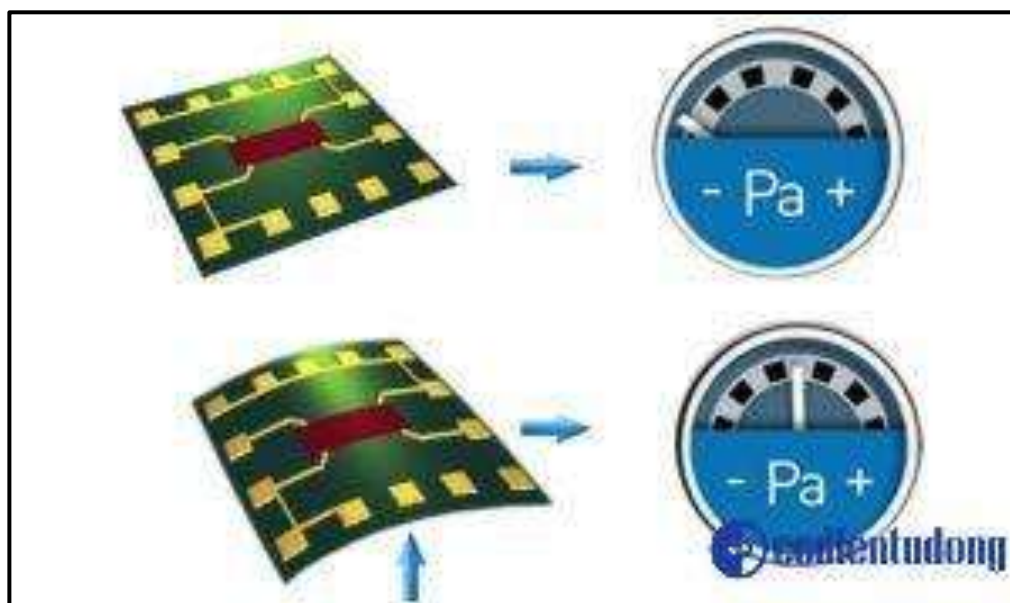
3.2.2.2. Thông số kỹ thuật

- Phạm vi đo: 0 ~ 1 bar.
- Ngõ ra: 4~20mA (được bảo vệ nối ngược cực và ngắn mạch).
- Nguồn cấp: 9-30VDC.
- Điện trở cách điện: 100M @500VDC.
- Kiểu nối cáp: Mini DIN43650.
- Nhiệt độ hoạt động: -40~125°C.
- Áp suất đột ngột: 5 lần áp suất định mức.
- Thân vỏ thép không gỉ.
- Chịu rung 20G, 20~200Hz.
- Trọng lượng: 85g.
- Môi chất: nước, dầu, khí.
- Giấy hợp chuẩn CE về công nghệ nặng.

3.2.2.3 Nguyên lý hoạt động của cảm biến áp suất

Các điều kiện khác nhau, phạm vi đo, và vật liệu sử dụng trong cấu trúc cảm biến sẽ có nhiều kiểu thiết kế cảm biến khác nhau, thường thì chúng ta có thể chuyển đổi tín hiệu áp suất sang các dạng trung gian, chẳng hạn như sự dịch chuyển của màng áp sẽ được chuyển đổi thành tín hiệu dạng áp hay dòng, từ diện tích mặt màng áp có thể tính ra áp lực.

Có ba loại cảm biến áp suất phổ biến nhất là dạng cầu (strain gage based), biến dung (variable capacitance) và áp điện (piezoelectric). Trong đó dạng cầu là phổ biến nhất (cầu Wheatstone) vì có độ chính xác, tuổi thọ cao và chi phí thấp. Dựa trên nguyên lý này ta có thể đo áp suất tuyệt đối, áp suất tương đối và chênh áp. Khi có áp lực tác động lên cầu Wheatstone, làm thay đổi điện trở dẫn đến điện áp thay đổi dạng mV, có nhiều loại cảm biến sẽ đưa ra tín hiệu mV này để sử dụng, có loại sẽ chuyển đổi tín hiệu này sang 4-20mA hoặc 0-10VDC thông qua bộ khuếch đại tích hợp.



Hình 3. 21 Nguyên lý của cảm biến cầu Wheatstone

Khi có áp suất tác động lên màn áp, sự biến dạng làm thay đổi chiều dài, khi chiều dài thay đổi điện trở sẽ thay đổi theo. Nguyên lý này được dựa trên công thức:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (3-1)$$

Trong đó:

ρ là hằng số biến trở tùy thuộc vật liệu.

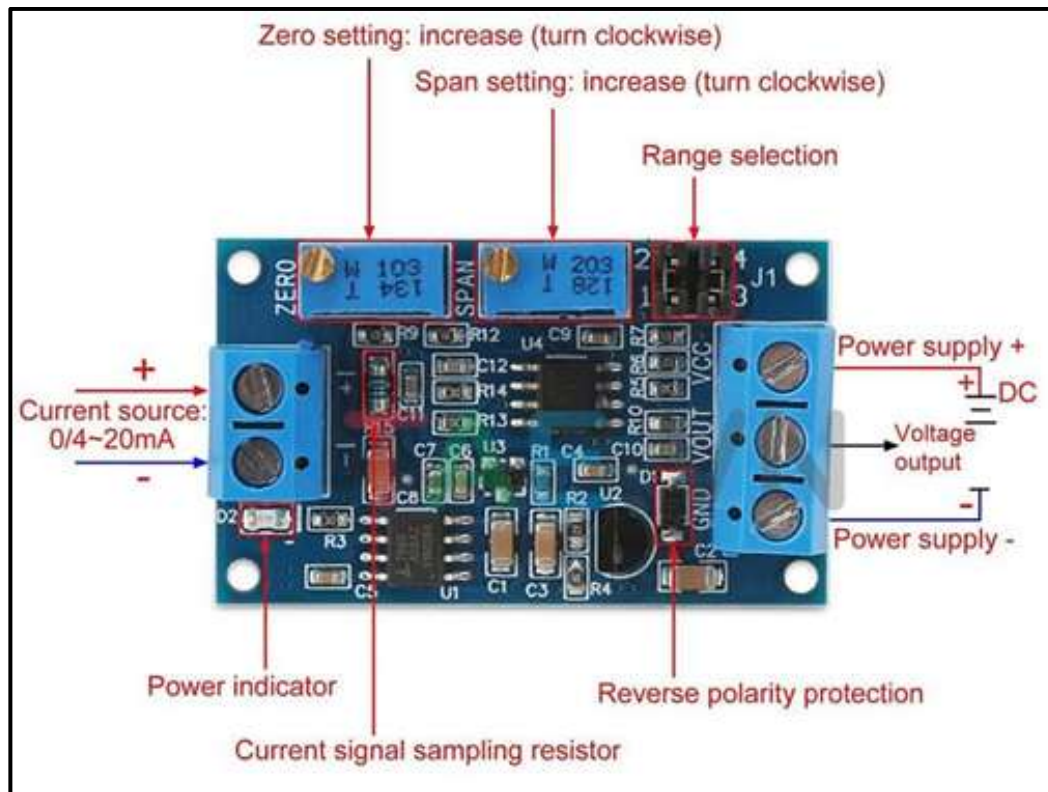
S là tiết diện.

l là chiều dài.

Thông thường cảm biến áp suất có ngõ ra là 4-20mA thì có hai dây ra, phải mắc nối tiếp với bộ nguồn qua thiết bị đo mới sử dụng được.

3.2.3. Module chuyển đổi tín hiệu

Mạch chuyển tín hiệu dòng áp (0/4 – 20mA to 0-3.3V/5V/10V) là sản phẩm dùng để tăng điện áp và dòng điện của tín hiệu vì khi truyền dẫn đi xa, tín hiệu sẽ bị suy yếu làm cho sai lệch ở tín hiệu đầu cuối gây ảnh hưởng rất nhiều cho dự án của bạn. Mạch hỗ trợ dòng điện đầu vào 0 – 20mA, điện áp đầu vào 0-3.3V/5V/10V.



Hình 3. 22 Module HW-685

Tính năng của module HW-685:

- Phạm vi điện áp cung cấp rộng, điện áp đầu ra hỗ trợ nhiều dải.
- Có thể điều chỉnh phù hợp bằng biến trở tinh chỉnh.
- Tính ổn định cao, tuyến tính tốt, cấp công nghiệp.

Hướng dẫn sử dụng mạch chuyển tín hiệu dòng áp:

- Điện áp cung cấp là 7-36V (nếu đầu ra là 10V, điện áp cung cấp phải lớn hơn 12V).
- Sau khi bật nguồn, đèn D2 phải sáng, nếu không hãy kiểm tra kết nối đường truyền. Board mạch được bảo vệ ngược chiều chống hư hỏng khi đấu nhầm.
- Khi đầu vào dòng điện ở giá trị nhỏ nhất (0mA hoặc 4mA), điều chỉnh chiết áp ZERO để làm cho đầu ra V_{out} có giá trị nhỏ nhất (0.0V hoặc điện áp khác).
- Khi đầu vào dòng điện ở giá trị cực đại (20mA), điều chỉnh chiết áp SPAN để làm cho đầu ra V_{out} có giá trị lớn nhất (3.3V hoặc 5V hoặc 10V, khi đầu vào là 4-20mA, đầu ra có thể nhỏ đến 2.5V).

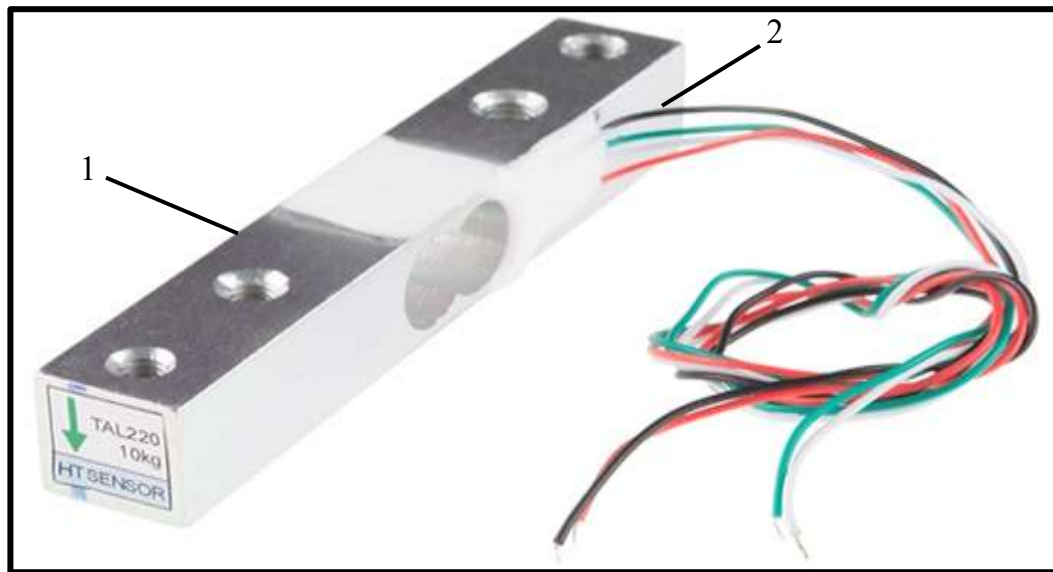
3.2.4. Cảm biến đo lực

3.2.4.1. Loadcell

Loadcell hay còn gọi là cảm biến lực (khối lượng, mô-men xoắn,..). Khi có lực được tác dụng lên một loadcell, nó sẽ chuyển đổi lực tác dụng thành tín hiệu điện. Loadcell cũng được biết đến như là "đầu dò tải" (load transducer) bởi vì nó cũng có thể biến đổi một tải trọng (lực tác dụng) thành tín hiệu điện.

Trong từ điển, Loadcell được định nghĩa như một "thiết bị đo lường trọng lượng cần thiết để cân điện tử hiển thị trọng lượng thành con số".

Tín hiệu điện tử ngõ ra của loadcell có thể là một sự thay đổi điện áp, thay đổi tín hiệu dòng, tín hiệu số hoặc thay đổi tần số tùy thuộc vào loại loadcell và mạch sử dụng, phổ biến nhất là loại loadcell thay đổi điện áp.



Hình 3. 23 Cấu tạo bên ngoài của loadcell

1-Vị trí tác dụng lực; 2-Các dây tín hiệu và nguồn

Các loadcell có thể sử dụng sự thay đổi của điện trở (strain gauge), điện dung, kỹ thuật bù lực điện từ để tạo ra tín hiệu. Phổ biến nhất là các loadcell có sẵn dựa trên nguyên tắc thay đổi điện trở để đáp ứng với một tải áp dụng. Vì thế trong vấn đề này, ta sẽ nói về loadcell sử dụng điện trở.

Một loadcell thường bao gồm các strain gauges được dán vào bề mặt của thân loadcell. Thân loadcell là một khối kim loại có độ đàn hồi và tùy theo từng loại loadcell và mục đích sử dụng loadcell, thân loadcell được thiết kế với các hình dạng đặc biệt khác nhau và chế tạo bằng vật liệu kim loại khác nhau (thép không gỉ, nhôm hợp kim, thép hợp kim).

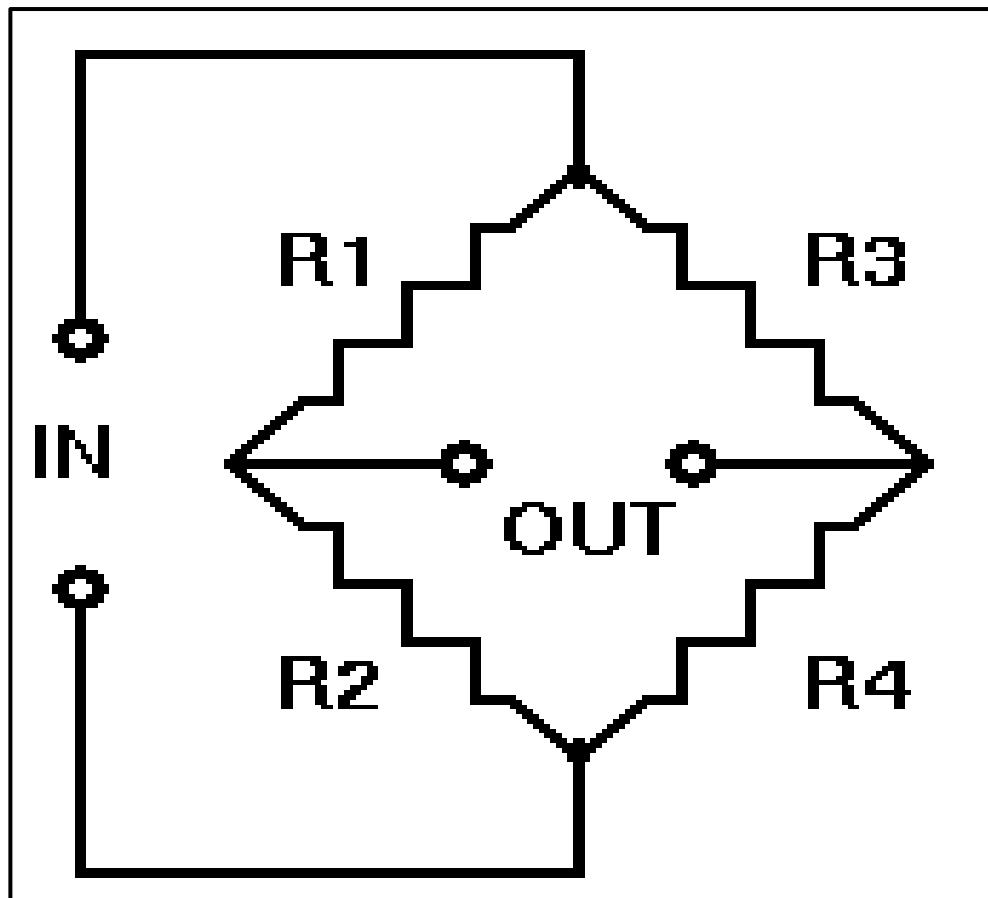
Thông số cảm biến loadcell:

- Tích hợp lỗi 0.02% FS.
- Nhạy $1,0 \pm 0.1\text{mv} / \text{v}$.
- Phi tuyến 0.02% FS.
- Tầm quan trọng 0.02% FS, 0.02% leo FS / 10min.
- Zero đầu ra $\pm 2\%$ FS.
- Trở kháng đầu vào $405 \pm 10\Omega$.

- Trở kháng đầu ra của 350 ± 3 .
- Điện áp kích thích 5VDC.
- Phạm vi bù nhiệt độ 12 VDC $10^{\circ}\text{C} \sim + 40^{\circ}\text{C}$.
- Phạm vi nhiệt độ $-20^{\circ}\text{C} + 60^{\circ}\text{C}$.
- Hiệu ứng nhiệt độ $0,03\% \text{ FS} / 10^{\circ}\text{C}$.
- Hiệu ứng nhiệt độ nhạy cảm $0,02\% \text{ FS} / 10^{\circ}\text{C}$.
- Phạm vi quá tải an toàn, quá tải tối đa 120%.
- Phạm vi bảo vệ 150%.

Nguyên lý hoạt động của loadcell.

Cấu tạo chính của loadcell gồm các điện trở strain gauges R1, R2, R3, R4 kết nối thành 1 cầu điện trở Wheatstone như hình dưới và được dán vào bề mặt của thân loadcell.



Hình 3. 24 Sơ đồ mạch điện trở loadcell.

Một điện áp kích thích V_{in} được cung cấp cho ngõ vào loadcell và điện áp tín hiệu ra V_{out} là giá trị được đo. Tại trạng thái cân bằng (trạng thái không tải), điện áp tín hiệu ra là số không hoặc gần bằng không khi bốn điện trở được gắn phù hợp về giá trị. Tức là $V_{out} = 0$ khi:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad (3-2)$$

Khi có tải trọng hoặc lực tác động lên thân loadcell làm cho thân loadcell bị biến dạng (giãn hoặc nén), điều đó dẫn tới sự thay đổi chiều dài và tiết diện của các sợi kim loại của điện trở strain gauges dán trên thân loadcell dẫn đến một sự thay đổi giá trị của các điện trở strain gauges. Thì V_{out} sẽ thay đổi kết quả có thể đo được và điều chỉnh bởi phương trình sau sử dụng định luật Ohm:

$$V_{out} = \left(\frac{R_3}{R_3+R_4} - \frac{R_2}{R_1+R_2} \right) \cdot V_{in} \quad (3-3)$$

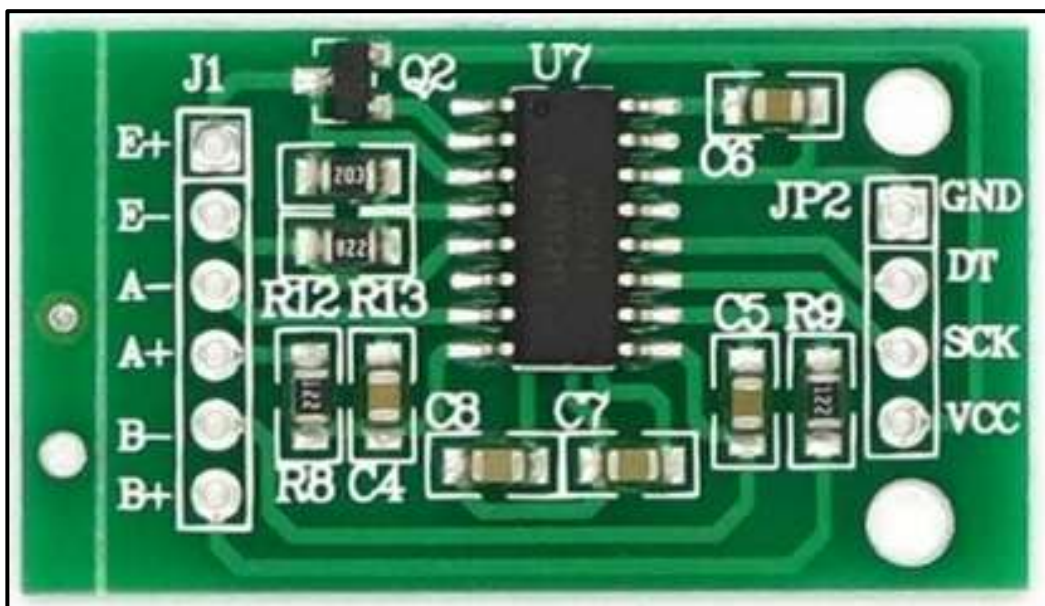
Sự thay đổi điện áp này là rất nhỏ, do đó nó chỉ có thể được đo và chuyển thành số sau khi đi qua bộ khuếch đại của các bộ chỉ thị cân điện tử (đầu cân).

3.2.4.2. Mạch chuyển đổi HX711

Mạch chuyển đổi ADC 24bit Loadcell HX711 là module chuyển đổi analog sang digital 24-bit. Được thiết kế để chuyển đổi tín hiệu và ứng dụng điều khiển công nghiệp để giao tiếp trực tiếp với một cảm biến cầu.

Mạch chuyển đổi ADC HX711 không chỉ có một vài chức năng cơ bản, cũng có tích hợp cao, phản ứng nhanh, khả năng chống nhiễu, và độ tin cậy cao.

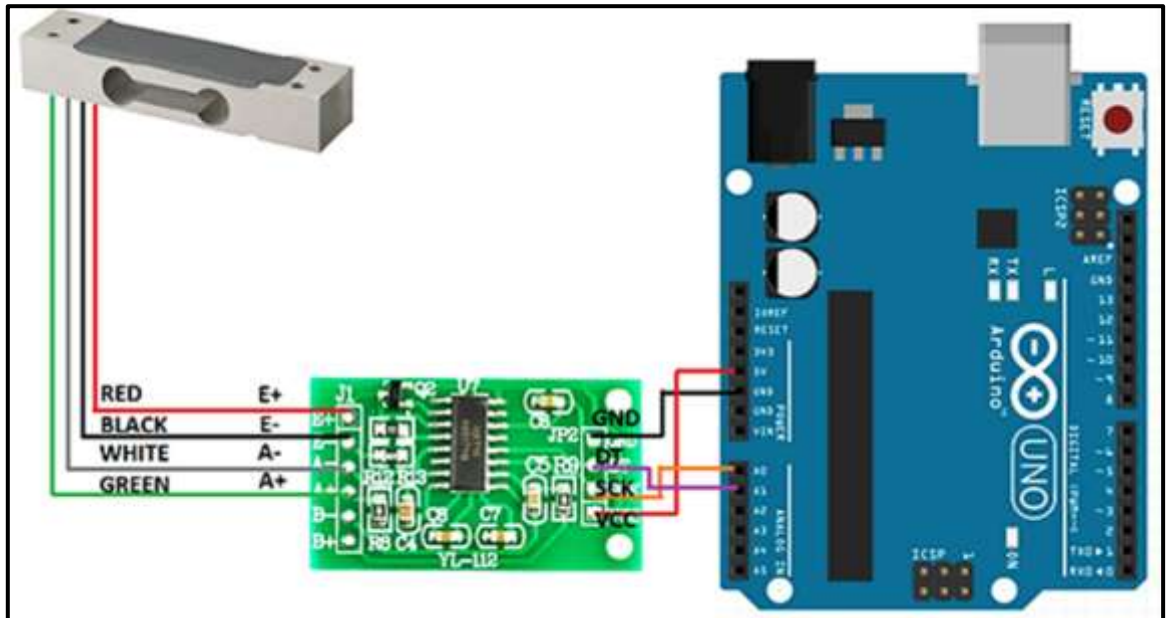
Đây là mạch đọc giá trị cảm biến loadcell với độ phân giải 24bit và chuyển sang giao tiếp 2 dây (clock và data) để gửi dữ liệu cho vi điều khiển / arduino.



Hình 3. 25 Mạch chuyển đổi HX711

Các thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động : 2.7 – 5V.
- Dòng tiêu thụ : < 1.5 mA.
- Tốc độ lấy mẫu : 10 – 80 SPS .
- Độ phân giải : 24 bit ADC.
- Độ phân giải điện áp : 40mV.
- Kích thước : 38 x 21 x 10 mm.



Hình 3. 26 Sơ đồ nối dây loadcell

3.2.5. Hệ thống thay đổi tốc độ quạt.

Biến tần Schneider Altivar 312

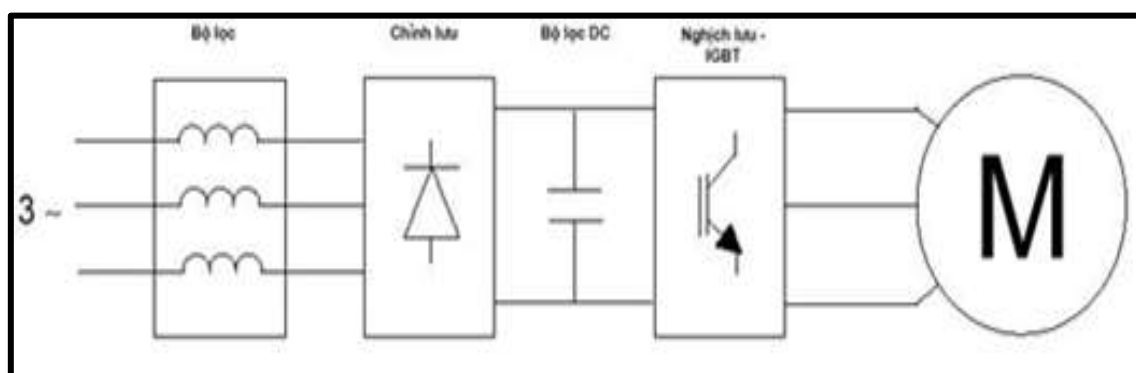
Nhiệm vụ của biến tần: Vì quạt gió của ống khí động được sử dụng được dẫn động bởi động cơ điện không đồng bộ ba



Hình 3. 27 Biến tần Schneider Altivar 312

Do đó, biến tần được sử dụng để thay đổi tốc độ động cơ, từ đó thay đổi vận tốc gió đi qua ống khí động. Đây là một thiết bị không thể thiếu đối với ống khí động vì một trong những yêu cầu đối với ống khí động là điều khiển được vận tốc dòng không khí đi qua vật thể thí nghiệm.

Nguyên lý hoạt động của biến tần: Đầu tiên, nguồn điện xoay chiều 3 pha được chỉnh lưu và lọc thành nguồn 1 chiều bằng phẳng. Sau đó, điện áp một chiều này được biến đổi (nghịch lưu) thành điện áp xoay chiều 3 pha đối xứng. Công đoạn này được thực hiện thông qua hệ IGBT (transistor lưỡng cực có cổng cách ly) bằng phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM). Nhờ tiến bộ của công nghệ vi xử lý và công nghệ bán dẫn lực hiện nay, tần số chuyển mạch xung có thể lên tới dải tần số siêu âm nhằm giảm tiếng ồn cho động cơ và giảm tổn thất trên lõi sắt động cơ.



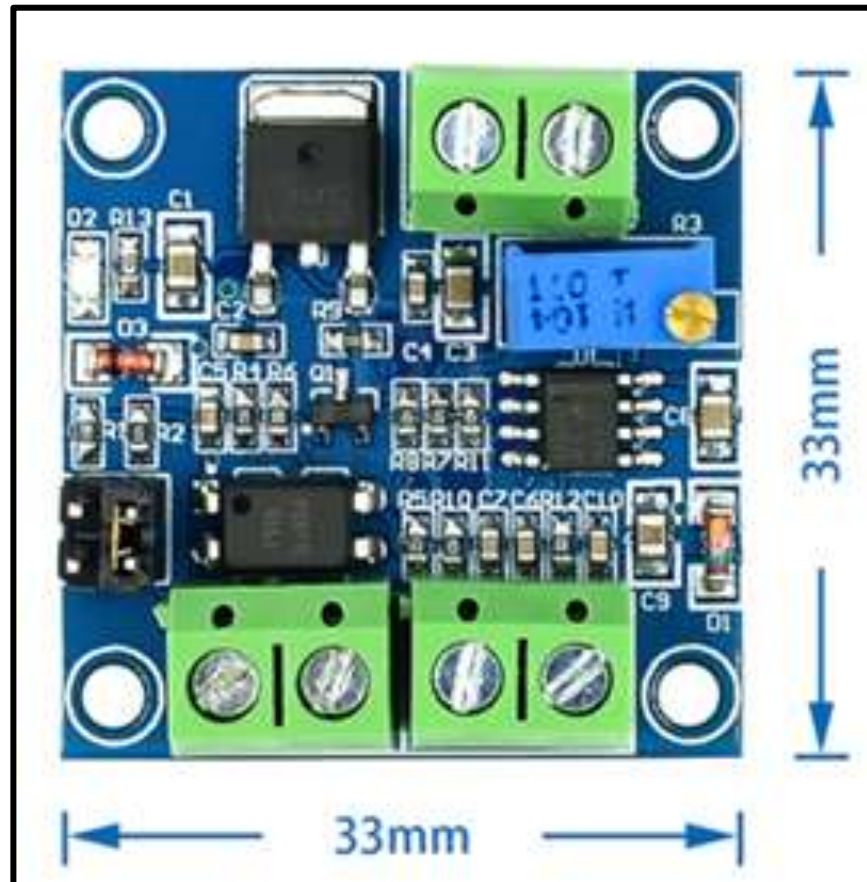
Hình 3. 28 Sơ đồ khối hoạt động của biến tần.

Hệ thống điện áp xoay chiều 3 pha ở đầu ra có thể thay đổi giá trị biên độ và tần số tùy theo bộ điều khiển nghịch lưu. Hiệu suất chuyển đổi nguồn của các bộ biến tần rất cao vì sử dụng các bộ linh kiện bán dẫn công suất được chế tạo theo công nghệ hiện đại. Nhờ vậy, năng lượng tiêu thụ xấp xỉ bằng năng lượng yêu cầu bởi hệ thống.

Module điều khiển biến tần

PWM chuyển điện áp module LC-LM358-PWM2V chuyển đổi PWM kỹ thuật số tín hiệu vào 0 đến 10V tín hiệu tương tự.

Module này có thể được sử dụng như giao diện tiếp nhận tín hiệu chuyển mạch cho PLC hay các điều khiển công nghiệp bằng. Điện áp đầu ra được quy định theo điều chỉnh nhiệm vụ tỷ lệ của PWM. Các module có kích thước nhỏ và dễ dàng sử dụng ở những nơi khác nhau.



Hình 3. 29 Module LC-LM358-PWM2V

Tính năng:

- MCU nhúng công nghệ.
- Dễ dàng hoạt động, mịn điều chỉnh bởi chiết áp.
- Lựa chọn tín hiệu PWM cấp đầu vào phạm vi thông qua ngắt mạch.
- Module nhỏ, dễ dàng mang theo và sử dụng.

Thông số kỹ thuật:

Bảng 3. 1 Bảng thông số kỹ thuật của máy đo VT 110

Thông số kỹ thuật	
Khoảng đo gió	Từ 0.15 ... 30 m/s (đơn vị đo: m/s, fpm, km/h)
Độ chính xác	Từ 0.15 ... 3 m/s: $\pm 3\%$ giá trị ± 0.05 m/s
	Từ 3.1 ... 30 m/s: $\pm 3\%$ giá trị ± 0.2 m/s
Độ phân giải	Từ: 0.15 ... 3 m/s : 0.01 m/s
	Từ 3.1 ... 30 m/s : 0.1 m/s
Khoảng đo lưu lượng khí	Từ 0 ... 99 999 m ³ /h (đơn vị đo: m ³ /h, cfm, l/s, m ³ /s)
Độ chính xác	$\pm 3\%$ giá trị ± 0.03 * area (cm ²)
Độ phân giải	1 m ³ /h
Khoảng đo nhiệt độ	Từ -20 ... +80°C
Độ chính xác	$\pm 0.3\%$ giá trị ± 0.25 °C
Độ phân giải	0.1 °C
Hiển thị	4 dòng, màn hình LCD. Kích thước 50 x 36 mm
	2 dòng 5 số với 7 phân đoạn (giá trị)
	2 dòng 5 số với 16 phân đoạn (đơn vị)
Đầu đo	Model: VT110 đầu đo hotwire bằng thép không gỉ Model: VT115 đầu đo hotwire cong 90°
Dây cáp	Dài 2 mét
Vật liệu	ABS, cấp độ bảo vệ IP54
Phím bấm	Với 5 phím bấm
Tiêu chuẩn	EMC2004/108/CE và EN 61010-1
Nguồn điện	4 pin AAA 1.5V
Điều kiện hoạt động	Từ 0 đến 50°C
Điều kiện bảo quản	Từ -20 đến 80°C
Tự động tắt khi không hoạt động	Có thể điều chỉnh từ 0 đến 120 phút

Trọng lượng

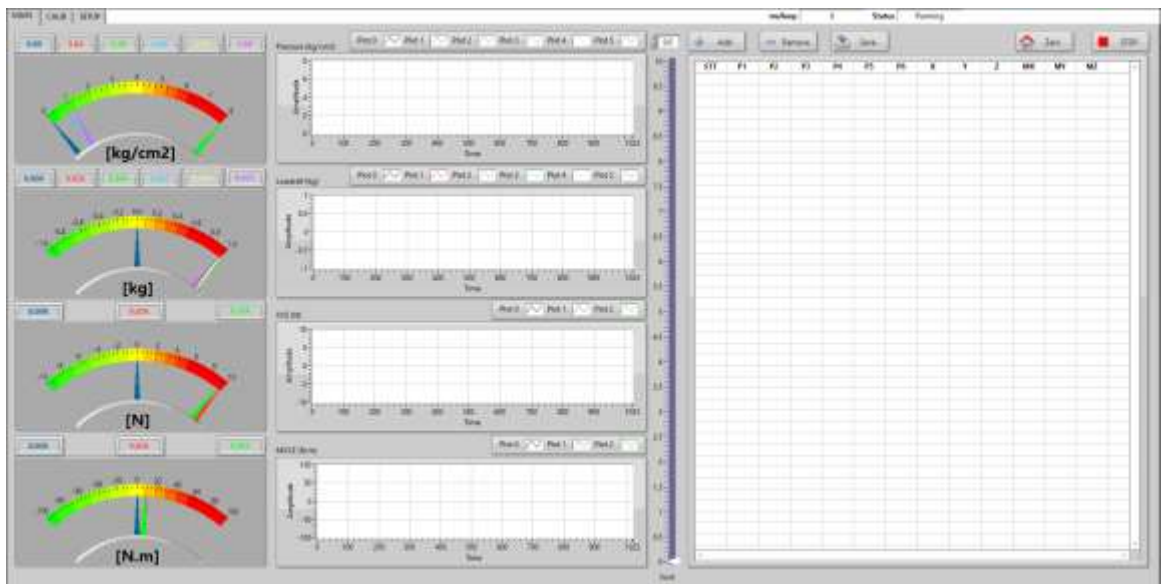
250 gam

- Lựa chọn đơn vị đo, ccs đơn vị đo gồm:
 - + Độ phân giải đo lưu lượng khí: 1 m³/h.
 - + Đơn vị đo tốc độ gió: m/s, fpm, km/h.
 - + Đơn vị đo lưu lượng khí: m³/h, cfm, l/s, m³/s.
- Tự động tính giá trị trung bình.
- Cảm biến (Sensor) đo gió được lắp cố định trên thân máy.
- Có chức năng phát hiện hướng gió.
- Màn hình hiển thị sử dụng màn hình LCD (50 x 36 mm) 4 dòng; 2 dòng 5 số với 7 phân đoạn (giá trị); 2 dòng 5 số với 16 phân đoạn (đơn vị).
- Máy được ứng dụng để đo tốc độ, lưu lượng gió ở môi trường, đường hầm, ống thông gió... được sử dụng nhiều trong các khu chế biến, hầm mỏ, và trong dự báo khí tượng thủy văn...

3.3.2. Sử dụng phần mềm LabVIEW

Xây dựng chương trình trên LabVIEW

Giao diện chương trình điều khiển, thu nhận và xử lý số liệu thí nghiệm trên phần mềm LabVIEW được thể hiện trên hình 3.31



Hình 3. 31 Giao diện chính trên phần mềm LabVIEW

Các giá trị của áp suất, lực và momen được hiển thị trên đồng hồ kim, được phân biệt với nhau thông qua các màu sắc của kim. Ngoài ra tất cả các giá trị này đều được hiển thị trực quan trên bốn biểu đồ đường giúp cho người vận hành dễ dàng nắm bắt và xử lý thông tin.

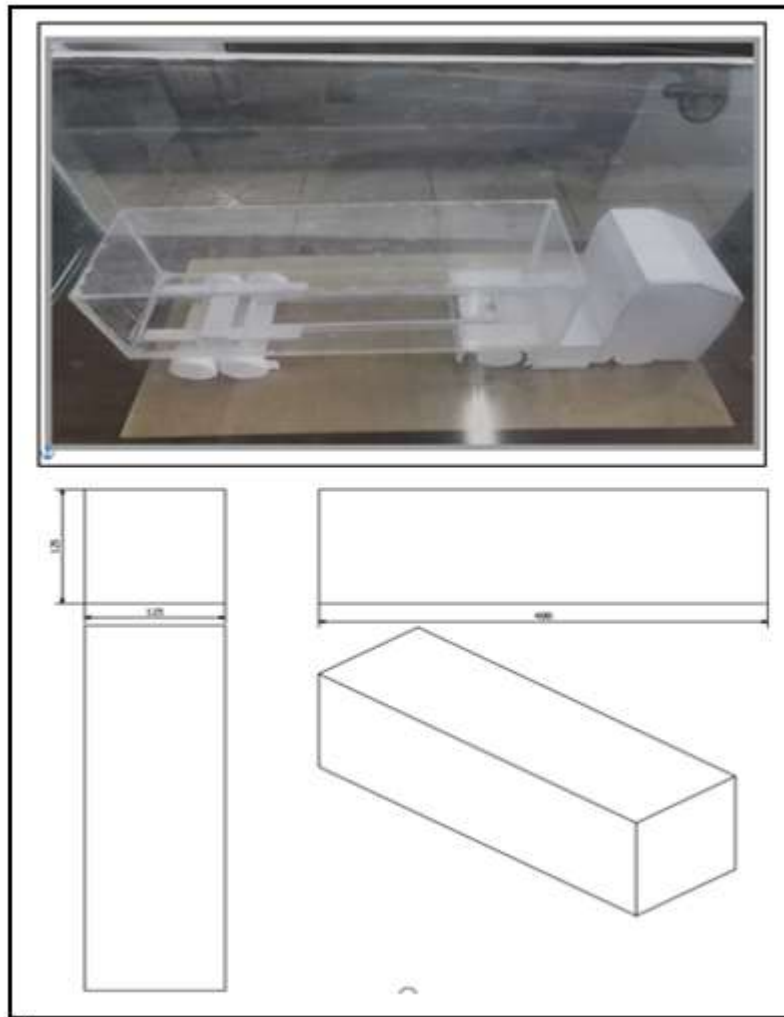
Ở giữa giao diện chính là thanh trượt dùng để thay đổi hiệu điện thế điều khiển truyền xuống cho vi điều khiển làm thay đổi tốc độ quạt. Với các bước nhảy điều khiển được là 0.5V. Các dữ liệu đo được sẽ được lưu lại thông qua các nút chức năng Add, Remove, Save trên thanh điều khiển.

Nút chức năng Zero được sử dụng để thiết lập các thông số đo trở về giá trị không. Khi muốn tạm ngừng chương trình đo đạc ta sử dụng nút STOP ở phía góc bên phải của giao diện.

Ngoài ra trên giao diện này người sử dụng có thể nắm bắt được thời gian trong mỗi vòng lặp cũng như được thông báo về trạng thái của chương trình thông qua ô Status ở phía trên cùng.

3.3.3 Mô hình chung

3.3.3.1. Mô hình cơ sở



Hình 3. 32 Hình ảnh mô hình xe cơ sở

Ta có kích thước mô hình cơ sở (thùng xe) trên hình 3. 32.

Bảng 3. 2 Thông số kích thước mô hình cơ sở

Thông số mô hình cơ sở	
Kích thước	134x125x400

3.3.3.2. Kích thước bộ đỡ mô hình

Từ kích thước của mô hình tổng thể trong hình 3.33 ta thiết kế bộ đỡ theo các kích thước sau :



Hình 3. 33 Hình ảnh kích thước xe và bộ đỡ mô hình

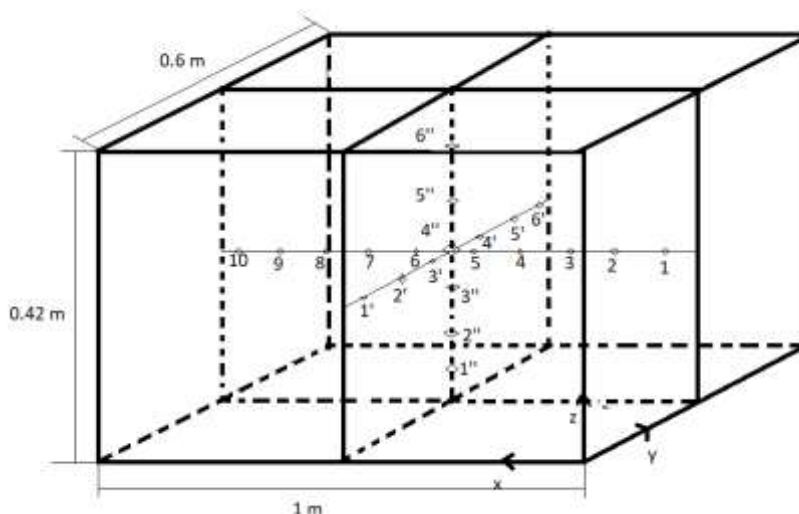
Bảng 3. 3 Thông số kích thước của bộ đỡ

Thông số bộ đỡ mô hình	
Kích thước bộ đỡ	300x600x5 (mm)

3.4 Đánh giá thực nghiệm dòng khí trong ống khí động

3.4.1 Xác định trường vận tốc trên các tiết diện của buồng đo

3.4.1.1. Cách thực hiện



Hình 3. 34 Sơ đồ các vị trí đo trong buồng đo

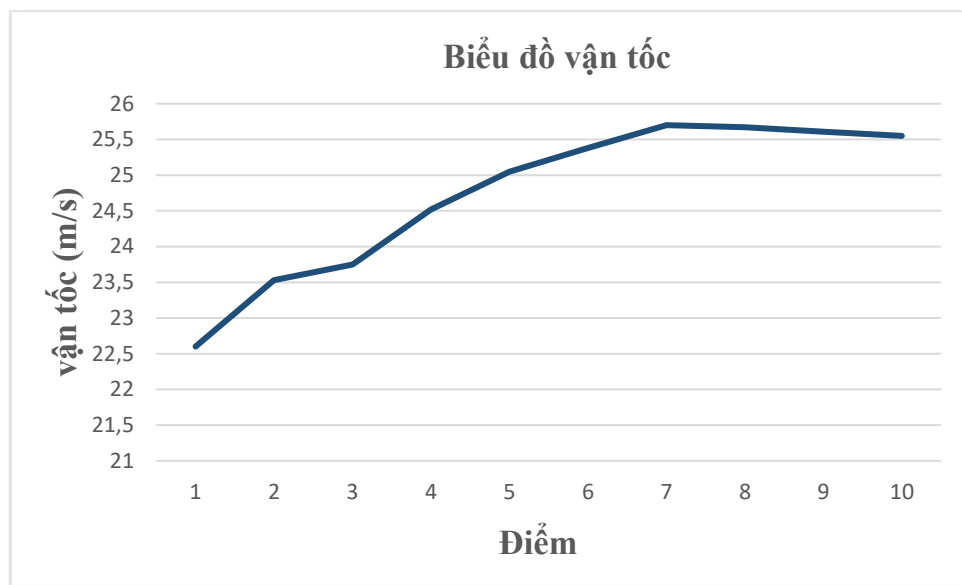
Để xác định phân bố trường vận tốc trong buồng đo, cho quạt hoạt động với một tốc độ nhất định sau đó ta tiến hành đo tại các mặt: mặt phẳng giữa theo phương x của buồng đo, mặt phẳng giữa theo phương y của buồng đo, Giao tuyến của hai mặt phẳng giữa trên. Vị trí đo được đánh dấu bằng các số trên hình.

3.4.1.2. Kết quả đo tại mặt phẳng giữa theo phương x của buồng đo

Bảng 3. 2 Bảng kết quả đo được tại mặt phẳng giữa theo phương x của buồng đo

Điểm	Tọa độ điểm đo			Vận tốc (m/s)			
				Lần đo			Trung bình
	X (m)	Y (m)	Z (m)	1	2	3	
1	0.05	0.3	0.21	22.5	22.53	22.78	22.60
2	0.15	0.3	0.21	23.2	23.55	23.84	23.53
3	0.25	0.3	0.21	23.8	23.68	23.77	23.75

4	0.35	0.3	0.21	24.69	24.57	24.3	24.52
5	0.45	0.3	0.21	25	25.2	24.95	25.05
6	0.55	0.3	0.21	25.4	25.33	25.42	25.38
7	0.65	0.3	0.21	25.6	25.7	25.8	25.70
8	0.75	0.3	0.21	25.8	25.56	25.66	25.67
9	0.85	0.3	0.21	25.64	25.7	25.5	25.61
10	0.95	0.3	0.21	25.5	25.6	25.55	25.55



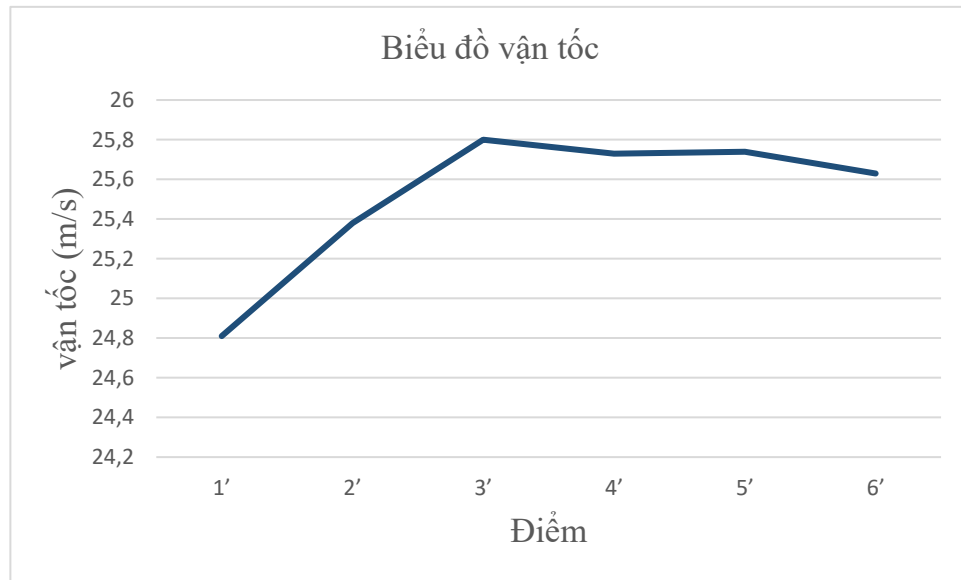
Hình 3. 35 Biểu đồ biểu diễn phân bố vận tốc tại mặt phẳng giữa theo phương x của buồng đo

3.4.1.3. Kết quả đo tại mặt phẳng giữa theo phương y của buồng đo

Bảng 3. 3 Bảng kết quả đo được tại mặt phẳng giữa theo phương y của buồng đo

Điểm	Tọa độ điểm đo			Vận tốc (m/s)			
				Lần đo			Trung bình
X (m)	Y (m)	Z (m)	1	2	3		
1'	0.5	0.05	0.21	24.9	24.8	24.74	24.81

2'	0.5	0.15	0.21	25.3	25.43	25.4	25.38
3'	0.5	0.25	0.21	25.8	25.84	25.77	25.80
4'	0.5	0.35	0.21	25.65	25.76	25.78	25.73
5'	0.5	0.45	0.21	25.7	25.77	25.75	25.74
6'	0.5	0.55	0.21	25.5	25.64	25.74	25.63



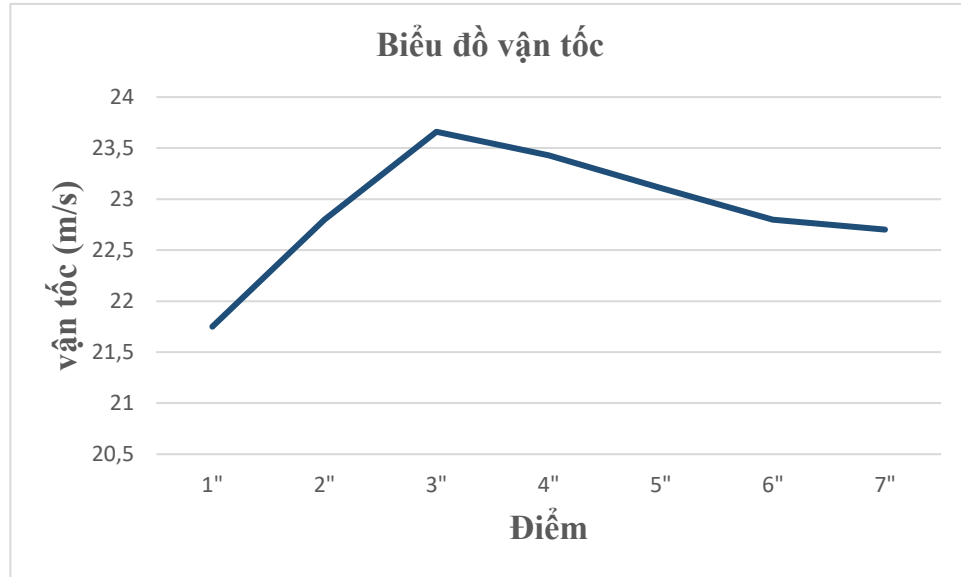
Hình 3. 36 Biểu đồ biểu diễn phân bố vận tốc tại mặt phẳng giữa theo phương y của buồn đo.

3.4.1.4. Kết quả đo tại giao tuyến của hai mặt phẳng trên

Bảng 3. 4 . Bảng kết quả đo được tại giao tuyến của hai mặt phẳng giữa

Điểm	Tọa độ điểm đo			Vận tốc (m/s)			
				Lần đo			Trung bình
	X (m)	Y(m)	Z(m)	1	2	3	
1"	0.5	0.3	0.05	21.6	21.78	21.88	21.75
2"	0.5	0.3	0.1	22.9	22.7	22.8	22.80
3"	0.5	0.3	0.15	23.6	23.75	23.64	23.66
4"	0.5	0.3	0.2	23.58	23.5	23.2	23.43

5"	0.5	0.3	0.25	23	23.1	23.23	23.11
6"	0.5	0.3	0.3	22.88	22.73	22.8	22.80
7"	0.5	0.3	0.35	22.6	22.7	22.79	22.70



Hình 3. 37 Biểu đồ biểu diễn phân bố vận tốc tại giao tuyến của hai mặt phẳng giữa

3.4.2. Đánh giá

- Từ kết quả trên, nhận thấy vận tốc trong bồn đo phân bố không đều có sự chênh lệch vận tốc trong các mặt phẳng, đường thẳng chứa điểm đo và giữa các mặt phẳng, đường thẳng chứa điểm đo. Cụ thể:
 - + Vận tốc thay đổi từ 23.75 đến 25.67 tại các điểm đo trên mặt mẳng giữa theo phương x của bồn đo.
 - + Vận tốc thay đổi từ 24.81 đến 25.63 tại các điểm đo trên mặt phẳng giữa theo phương y của bồn đo.
 - + Vận tốc thay đổi từ 21.75 đến 22.7 tại các điểm đo trên giao tuyến của hai mặt phẳng giữa.
- Nguyên nhân:
 - + Do độ chính xác của các thiết bị đo vẫn chưa cao.
 - + Cách tiến hành đo chưa đảm bảo để tạo ra sai số.

3.5 Tiến hành thực nghiệm

3.5.1 Trình tự thí nghiệm

Đo trên mẫu thử

Mẫu thí nghiệm được lắp cố định trên tấm giá vật thể gắn trên đầu các thanh chống. Khi động cơ hoạt động luồng khí với vận tốc xác định do động cơ tạo nên chuyển động tuần hoàn trong ống khí động tác động lên vật thể và được hệ thống thu nhận lại các giá trị đo về lực và áp suất. Hệ thống cho phép điều chỉnh thay đổi vận tốc thông qua thay đổi điện áp điều chỉnh.

Thí nghiệm 1: Tiến hành đo với các mức điện áp khác nhau (0-10v) để xác định vận tốc trung bình.

Thí nghiệm 2: Tiến hành đo bộ đỡ mô hình trên hệ thống giá đặt để xác định lực tác dụng và hệ số cản.

Thí nghiệm 3: Tiến hành đo mô hình cơ sở trên hệ thống giá đặt để xác định hệ số cản.

Tiến hành lặp lại thí nghiệm ba lần.

3.5.2. Kết quả thí nghiệm

3.5.2.1. Đo vận tốc gió theo giá trị điện áp điều khiển V (0-10 V)

Thí nghiệm 1: Tiến hành đo với các mức điện áp khác nhau (0-10v) để xác định vận tốc trung bình.

Để đo và xác định mối quan hệ giữa vận tốc gió trong buồng thử và điện áp điều khiển ta tiến hành thực hiện các bước như sau:

Tháo các mô hình và đồ giá khỏi buồng đo. Đảm bảo vệ sinh sạch sẽ ống khí động trước khi tiến hành đo để tránh bụi lọt vào đầu dò cảm biến gây sai số.

Lập bảng giá trị vận tốc thay đổi theo giá trị điện áp điều chỉnh.

Bảng 3. 5 Bảng đo vận tốc theo điện áp

Mức điện áp (v)	Vận tốc gió được đo (m/s)			Giá trị vận tốc trung bình (m/s)
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	
0.5	0.1	0.08	0.09	0.09
1	0.22	0.21	0.24	0.223
1.5	4.1	4.2	4.4	4.23
2	5.7	5.6	5.8	5.7
2.5	7.3	7.1	7.2	7.2
3	8.3	8.4	8.3	8.3
3.5	9.5	9.6	9.7	9.6
4	10.5	10.6	10.5	10.5
4.5	11.7	11.6	11.8	11.7
5	12.9	13	12.9	12.9
5.5	14.5	14.5	14.4	14.46
6	15.9	15.8	16	15.9
6.5	16.3	16.3	16.2	16.26
7	17.4	17.5	17.4	17.43
7.5	18.9	18.8	18.8	18.83
8	20.5	20.5	20.4	20.46
8.5	22.1	22.2	22.1	22.13
9	22.9	23	23	22.96
9.5	24.1	24.2	24.2	24.16
10	24.7	24.8	24.7	24.73



Hình 3. 38 Đo tốc độ gió

Đưa đầu dò cảm biến vào buồng thử (khu vực sau này sẽ đặt mô hình) và cố định chắc chắn sao cho đầu dò nằm vuông góc với dòng chảy.

Điều chỉnh giá trị cảm biến về thang đo m/s.

Lần lượt thay đổi giá trị điện áp từ 0 đến 10 V với bước nhảy là 0,5, Ghi nhận giá trị vận tốc tương ứng với từng giá trị điều chỉnh. Tiến hành thay đổi lặp lại ba lần.

3.5.2.2. Đo bộ đỡ mô hình trên hệ thống gá đặt để xác định lực tác dụng và hệ số cản

Thí nghiệm 2: Tiến hành đo bộ đỡ mô hình trên hệ thống gá đặt để xác định lực tác dụng và hệ số cản.



Hình 3. 39 Hệ thống gá đặt vật mẫu

Bố trí thí nghiệm như hình 3.39 và tiến hành đo lực tác dụng lên hệ thống gá đặt. Sau khi tiến hành đo 3 lần và tính giá trị trung bình thu được bảng 3.6.

Bảng 3. 6 Kết quả đo các lực khí động tác dụng lên hệ thống gá đặt theo vận tốc

Điện áp (V)	Giá trị lực đo được (N)			Trung bình (N)
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	
10	0.054	0.054	0.053	0.054

Sau khi đo đạt được kết quả thí nghiệm theo vận tốc gió, áp dụng công thức tính lực cản và lực nâng để suy ra hệ số cản.

Công thức xác định hệ số cản:

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{\rho_L}{2} v_\infty^2 A} \quad (3-4)$$

Trong đó

- F_D - Lực cản khí động [N].

- A – Tiết diện cản chính của xe [m²].

$$A = (0,3 \cdot 0,005) + (0,2 \cdot 0,005) = 0.0025 \text{ (m}^2\text{)}.$$

- ρ_L : Khối lượng riêng không khí [kg/m³], $\rho_L = 1,225$ [kg/m³].

- V_{∞} : Vận tốc gió = 25 m/s

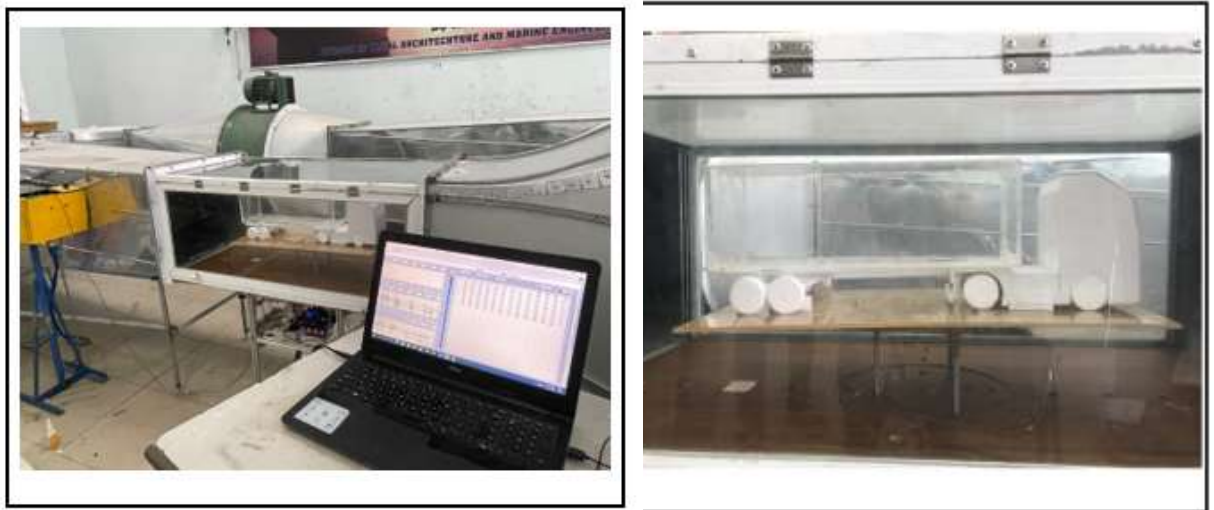
Áp dụng công thức trên tính toán ta được bản số liệu kết quả đo thí nghiệm và các kết quả tính toán ở bảng sau:

Bảng 3. 7 Hệ số cản bệ đỡ

Hệ số C_{D1}
0.06

3.5.2.3. Đo mô hình cơ sở trên hệ thống gá đặt để xác định hệ số cản

Thí nghiệm 3: Tiến hành đo mô hình cơ sở trên hệ thống gá đặt để xác định hệ số cản.



Hình 3. 40 Hệ thống gá đặt vật mẫu

Bố trí thí nghiệm như hình 3.38 và tiến hành đo lực tác dụng lên hệ thống gá đặt. Sau khi tiến hành đo 3 lần và tính giá trị trung bình thu được bảng 3.8.

Bảng 3. 8 . Kết quả đo các lực khí động tác dụng lên hệ thống gá đặt theo vận tốc

Điện áp	Giá trị lực đo được			Trung bình
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	
10	6.435	6.221	6.321	6.325

Sau khi đo đạt được kết quả thí nghiệm theo vận tốc gió, áp dụng công thức tính lực cản và lực nâng để suy ra hệ số cản.

Công thức xác định hệ số cản:

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{\rho_L}{2} v_\infty^2 A} \quad (1)$$

Trong đó

- F_D - Lực cản khí động [N].

- A – Tiết diện cản chính của xe [m²].

$$A = 0.186 \times 0.125 = 0.02325 \text{ (m}^2\text{)}.$$

- ρ_L : Khối lượng riêng không khí [kg/m³], $\rho_L = 1,225$ [kg/m³].

- v_∞ : Vận tốc gió = 25 m/s

Vì bộ đỡ cũng sinh ra lực cản nên phải trừ đi lực cản của bộ đỡ

Áp dụng công thức trên tính toán ta được bản số liệu kết quả đo thí nghiệm và các kết quả tính toán ở bảng sau:

Bảng 3. 9 Kết quả hệ số cản mô hình cơ sở

Hệ số C_D
0.704

CHƯƠNG IV. NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHUN ĐỀU SỬ DỤNG KHÍ NÉN

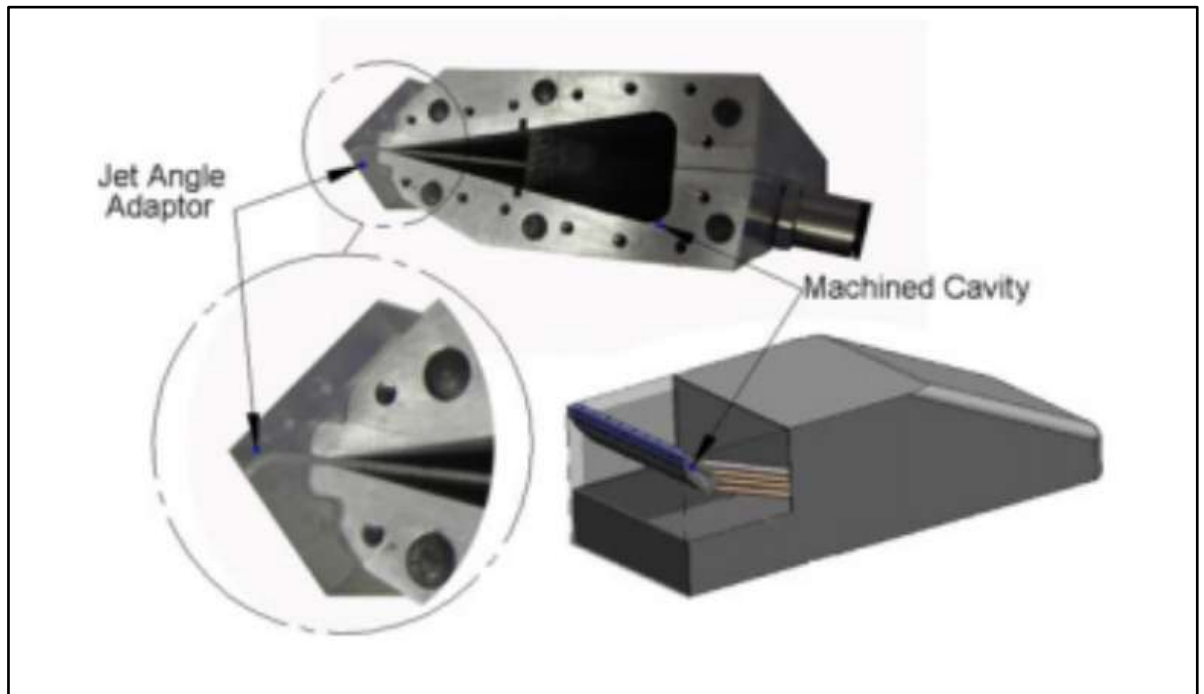
4.1. Giới thiệu đối tượng nghiên cứu.

Hiện nay, hầu hết hình dạng của các mẫu xe ô tô du lịch, xe tải đều có hình dạng cùn (thân xe có hình dạng các khối vuông) dẫn đến dòng khí di chuyển qua thường bị phân tách, tạo ra các lực tác động rời rạc đến toàn bộ thân xe. Hiệu ứng có thể gây mất ổn định động của xe.

Cấu trúc dòng tách và lực cản phụ thuộc nhiều vào góc nghiêng phía sau φ . Tồn tại một góc tới hạn $\varphi \approx 30^\circ$ mà ở đó dòng chảy tách khỏi góc nghiêng của thân, rồi gắn lại trên bề mặt nghiêng, và sau đó lại tách ra ở phần cuối phía sau của mô hình. Đối với các góc lớn hơn 30° , dòng tách được tách ra hoàn toàn. Khi góc nghiêng tăng lên và đến gần 30° , lực cản của xe tăng mạnh. Đối với các góc lớn hơn, lực kéo lại giảm xuống và nó gần như không đổi khi φ tăng lên.

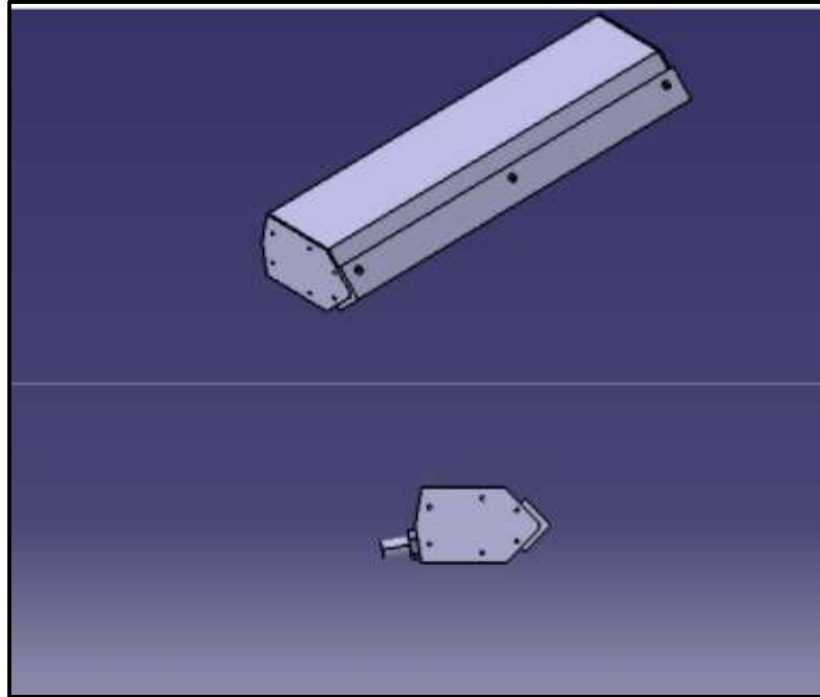
Đối tượng tập trung nghiên cứu trong đề án sẽ là mô hình xe đầu kéo và thùng kéo theo phía sau với tỉ lệ 1: 20.

4.1.2. Giới thiệu hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng phương pháp phun đều



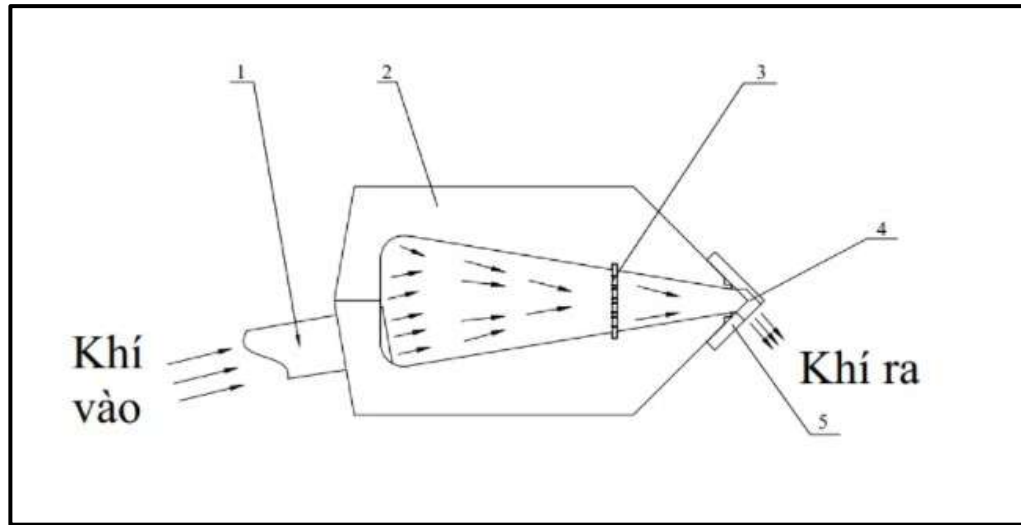
Hình 4. 1 Mô hình Windsor sử dụng hệ thống giảm lực cản bằng phương pháp phun đều

Trong đồ án này hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng phương phun đều được thiết kế có hình dạng giống với hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng của R. P. Littlewood • M. A. Passmore



Hình 4. 2 Thiết bị phun đều 3D

4.1.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng phương pháp phun đều.

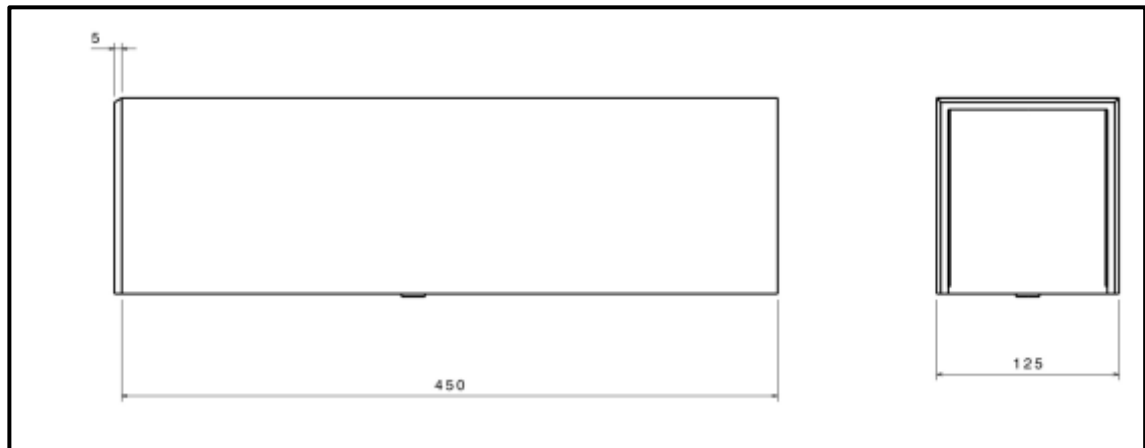


Hình 4. 3 Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng phương pháp phun đều

1. Ống dẫn; 2. Khoang áp suất; 3. Tám đục lỗ ;4. Khe phun;5. Bộ chuyển đổi góc phun

Nguyên lý của hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng phương pháp phun đều được thể hiện trên hình 4.3 như sau: Khí nén được bơm từ máy nén khí qua ống dẫn 1 vào trong khoang áp suất 2. Tại đây khí nén phân tán đều và đi qua tám đục lỗ 3 sau đó đi qua khe phun trên bộ chuyển đổi góc phun 4 và đi ra ngoài.

4.2. Xây dựng mô hình thí nghiệm.



Hình 4. 4 Kích thước tổng thể thùng xe có gắn bộ phun đều

Cấu tạo chính bao gồm:

- Thùng xe tải có kích thước tổng thể

Bảng 4. 1 Kích thước thùng xe tải

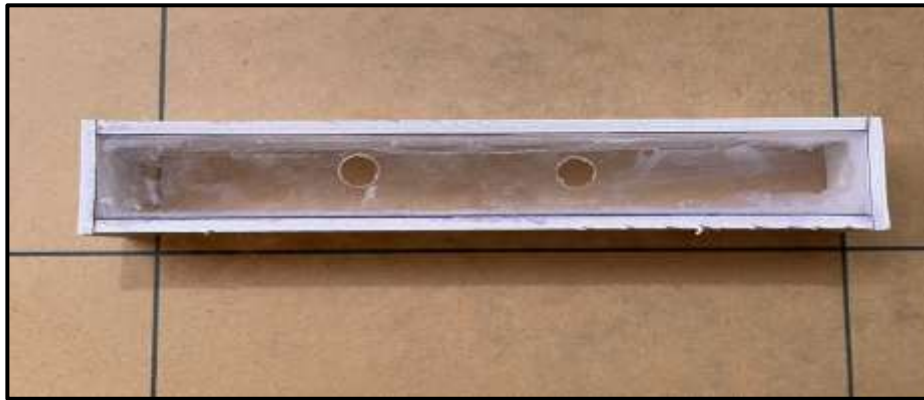
Dài	450 mm
Rộng	125 mm
Cao	134 mm

- Bộ phun đều sử dụng khí nén được lắp đều 2 cạnh bên và phía trên ở sau thùng xe

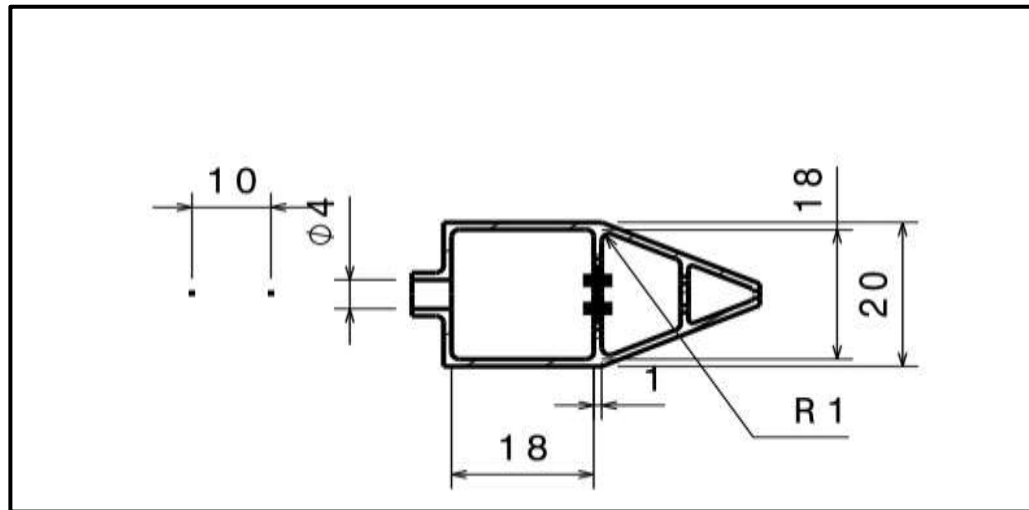
4.2.1. Cấu tạo bộ phun đều sử dụng khí nén:

Với 2 bộ phận chính:

4.2.1.1.Hộp trung gian:



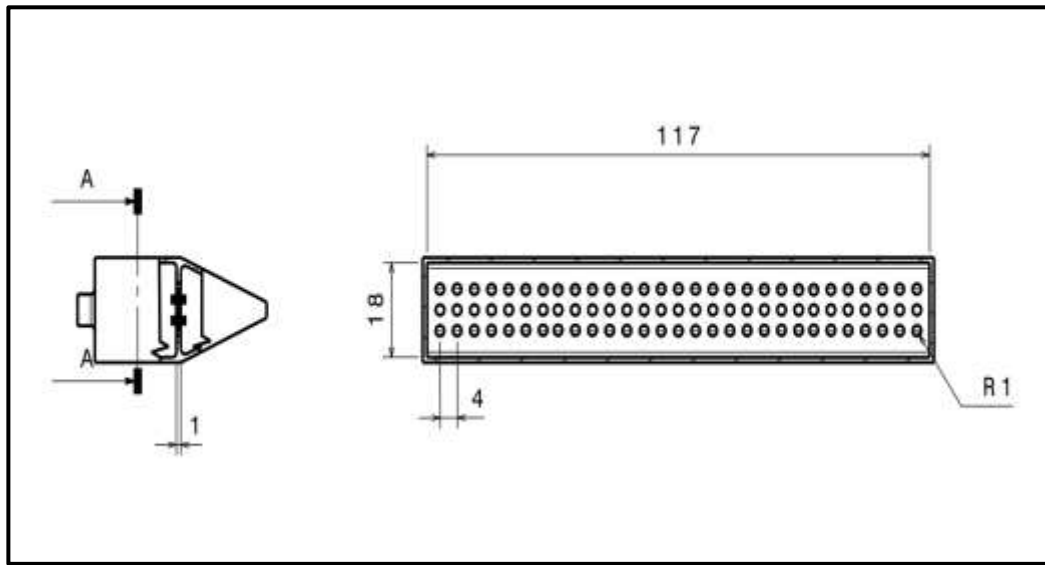
Hình 4. 5 Hộp trung gian



Hình 4. 6 Bản vẽ hộp trung gian

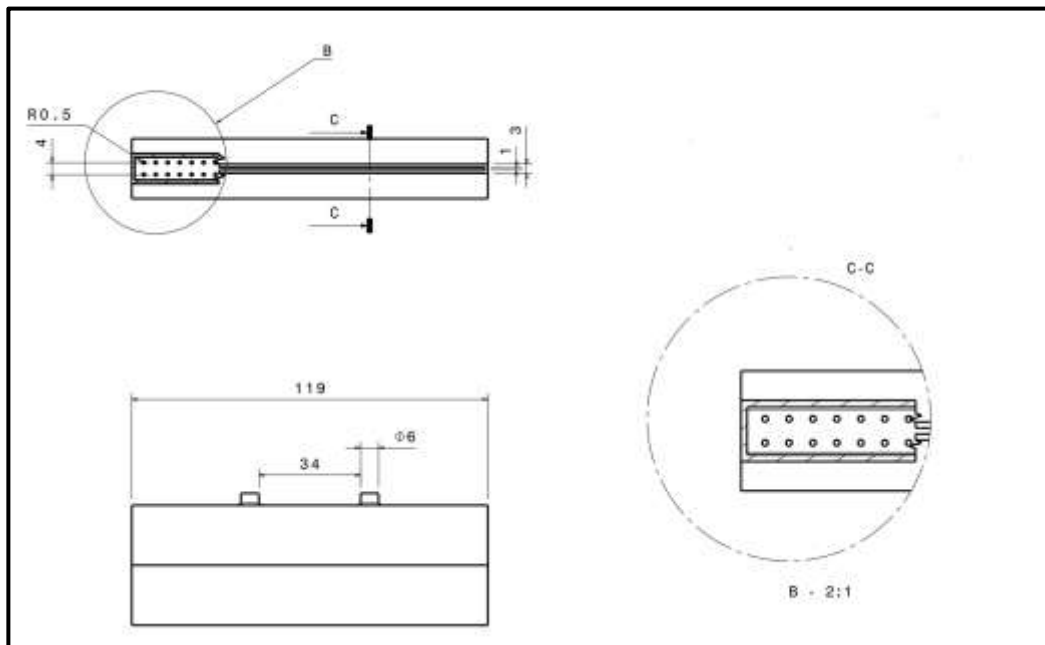
- Nguyên lý hoạt động: là nơi đảm nhiệm kết nối và chứa trực tiếp luồng khí từ ống dẫn bên ngoài vào với bộ phun đều.

4.2.1.2. Màng trung gian phân bố khí và đầu phun:



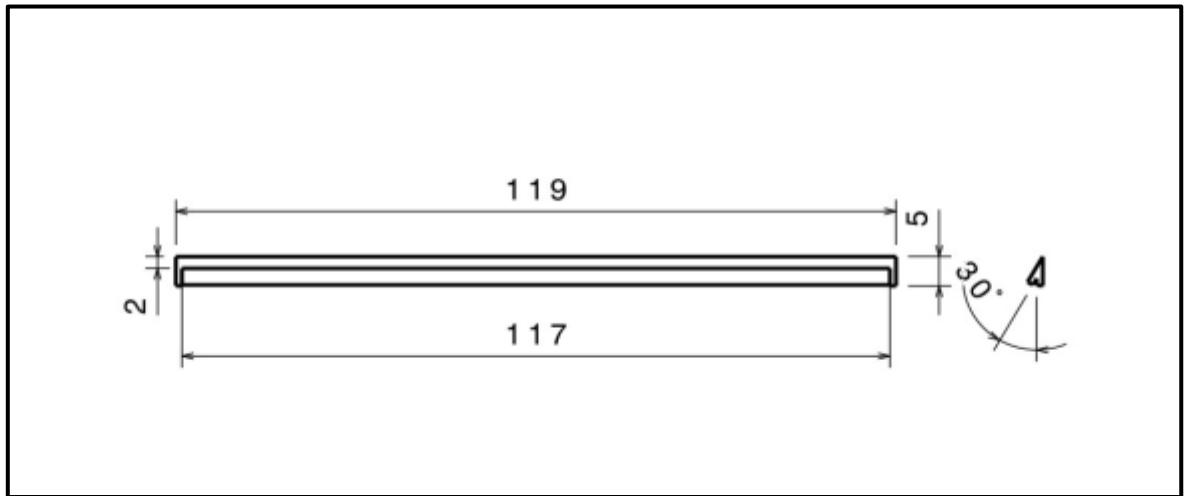
Hình 4. 7 Màng trung gian

- Màng trung gian bao gồm một loại các lỗ thoát khí có kích thước bằng nhau và nhỏ hơn so với kích thước đầu dẫn khí vào ($R_{tg} = 1 \text{ mm}$)



Hình 4. 8 Cụm đầu phun

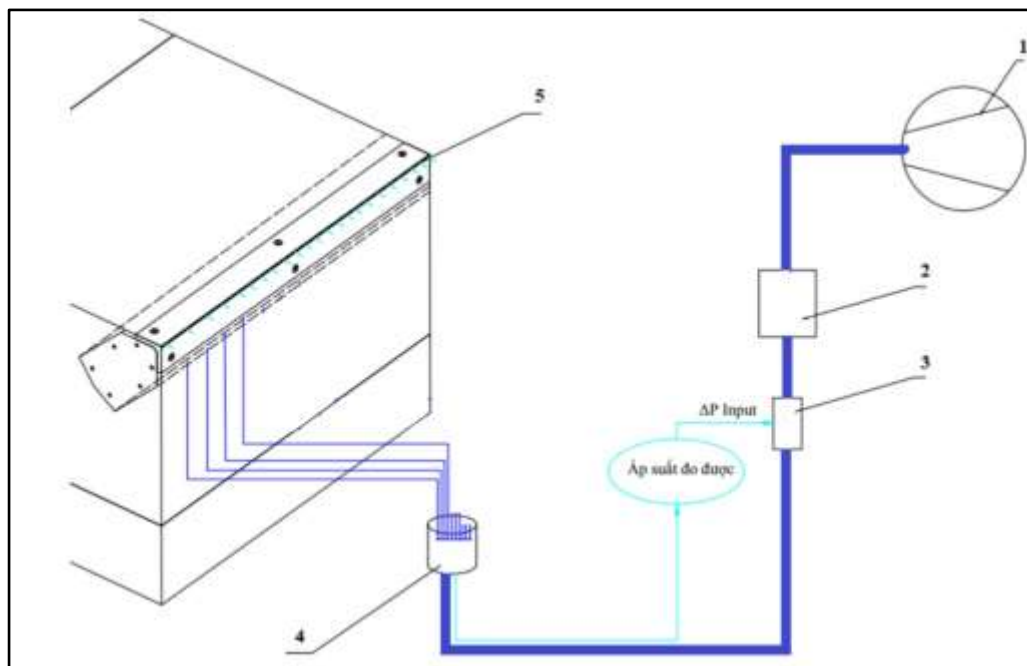
- Đầu phun khí là điểm cuối cùng trong bộ phun khí đều, sau được phân bổ đều khí qua màng trung gian luồng khí với áp suất ổn định được đi qua các đầu phun sau đó qua khe phun ra ngoài làm giảm luồng khí xoáy ở sau thùng xe tải, từ đó giúp xe đi chuyển ổn định hơn.
- Ngoài ra, sau khi thử nghiệm với các góc phun thay đổi để giúp đạt hiệu quả làm giảm luồng khí xoáy tốt hơn ở mỗi khe thoát khí ra của bộ phun đều sẽ được gắn thêm một cách định hướng góc phun khí với $\varphi_p = 30^\circ$. (hình 4.9)



Hình 4. 9 Cánh hướng khí

4.2.2. Thiết kế hệ thống điều khiển thiết bị phun.

4.2.2.1. Sơ đồ hệ thống điều khiển thiết bị phun đều.



Hình 4. 10 Sơ đồ hệ thống điều khiển lưu lượng thiết bị phun đều

1. Máy nén; 2. Bộ điều khiển lưu lượng khối kỹ thuật số; 3. Van tỷ lệ áp suất

Hệ thống điều khiển lưu lượng của hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng phương pháp phun đều được nhóm thiết kế dựa trên tài liệu. Hệ thống bao gồm máy nén 1, bộ điều khiển lưu lượng khối kỹ thuật số 2, một van tỷ lệ áp suất 3 và bộ phân phối khí nén 4. Khí nén hít cần thiết được cung cấp bên ngoài bởi máy nén. Bộ điều khiển lưu lượng khối kỹ thuật số kiểm soát nguồn cung cấp. Van tỷ lệ áp suất được lắp đặt để điều chỉnh thay đổi áp suất. Bộ phân phối khí nén được đặt bên trong mô hình cung cấp lưu lượng đều qua từng ống của thiết bị phun đều.

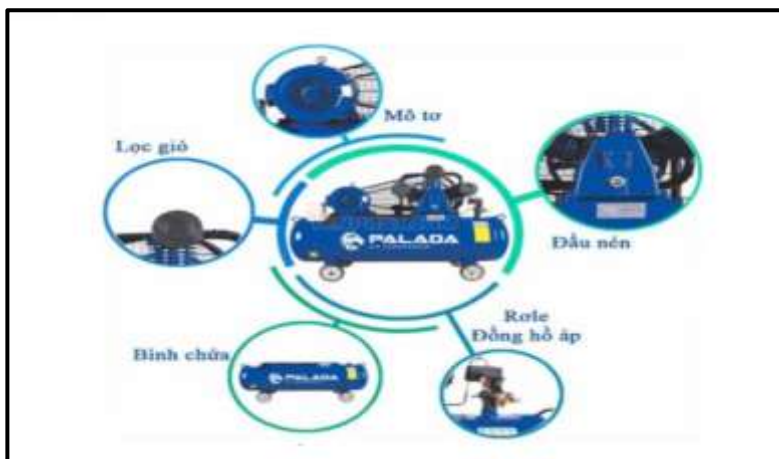
4.2.2.2 Tính toán và chọn các thiết bị

4.2.2.2.1. Máy nén khí piston

Máy nén khí được sử dụng cho hệ thống là máy nén khí có

a) Cấu tạo máy nén khí piston.

Máy nén khí piston là loại máy nén khí có cấu tạo đơn giản hơn nhiều so với máy nén khí trục vít.



Hình 4. 11 Cấu tạo của máy nén khí piston

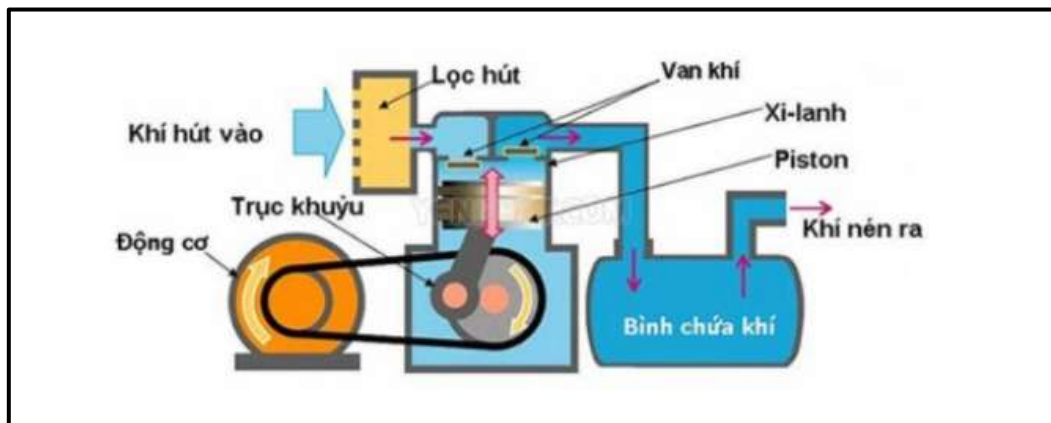
- + **Mô tơ:** là bộ phận quan trọng với khả năng chuyển đổi điện năng thành cơ năng nhằm cung cấp cho các bộ phận khác vận hành.
- + **Đầu nén:** là nơi diễn ra quá trình nén không khí. Trong đầu nén lại gồm có nhiều chi tiết nhỏ như xilanh, piston, bạc đạn, tay dên, trục khuỷu,...
- + **Van an toàn:** đảm bảo cho máy bơm hơi không bị gia tăng áp suất đột ngột gây mất an toàn.
- + **Van xả nước:** có nhiệm vụ loại bỏ lượng nước đọng, hơi nước lẫn trong khí nén nhằm đảm bảo chất lượng nguồn khí cũng như tránh han gỉ cho các chi tiết máy cũng như các thiết bị sử dụng khí nén.
- + **Đồng hồ đo áp:** hiển thị áp lực máy giúp người dùng dễ theo dõi áp suất trong quá trình máy vận hành.
- + **Dây đai, puly:** thực hiện quá trình truyền động cơ năng từ mô tơ đến đầu nén. Khi mô tơ quay làm puly quay, lúc này dây đai trên puly sẽ truyền cơ năng làm puly beeb đầu nén cùng quay.

+ **Lọc gió:** hạn chế bụi, cặn bẩn theo luồng không khí đầu vào đi vào trong máy.

+ **Bình chứa:** hay bình tích áp có nhiệm vụ chứa khí nén sau khi đã gia áp.

Ngoài những bộ phận kể trên thì máy nén khí piston còn gồm một số chi tiết khác như hộp điện, rơ le, bánh xe, tay kéo, kim chỉ áp,...

b) Nguyên lý hoạt động của máy nén khí piston.



Hình 4. 12 Nguyên lý hoạt động của máy nén khí

Quá trình nén khí của máy nén khí piston diễn ra như sau. Máy sử dụng một xy lanh có chứa piston ở trong. Khi piston máy nén khí di chuyển xuống, lượng không khí bên ngoài sẽ được hút vào đầu nén. Khi piston di chuyển lên sẽ thu hẹp thể tích khí làm cho áp lực khí tăng đến một mức nhất định. Mức áp lực này được xác định khi áp suất bên trong xi lanh lớn hơn áp suất của dòng chảy. Lúc này van xả mở cho không khí thoát ra ngoài đi đến hệ thống khí nén. Đây là một quá trình nén khí cơ bản hay chính là nguyên lý làm việc của máy nén khí piston 1 cấp.

c) Máy nén

Vận tốc của khe phun lớn nhất là 10,3 m/s (Hình 4.13)



Hình 4. 13 Đo vận tốc của mô hình

Bảng 4. 2 Bảng thông số kỹ thuật của máy nén khí

Loại	Máy nén khí Luowei 2.5
Model	LS-1024
Điện áp	220V- 50Hz
Công suất	2,5 Hp
Lưu lượng	120 Lít/Phút
Dung tích bình chứa	24 Lít



Hình 4. 14 Máy nén khí Luowei

d. Thiết bị điều chỉnh áp suất khí.



Hình 4. 15 Thiết bị điều chỉnh áp suất khí

Ở mức điều chỉnh cao nhất cho thí nghiệm với:

- Vận tốc khí thoát ra ngoài bộ phun: $V_p = 10,3 \text{ m/s}$
- Tốc độ gió thí nghiệm $V_{bg} = 25 \text{ m/s}$
- Áp suất cấp vào $P_{cv} = 3 \text{ Mpa}$

Bảng 4. 3 Bảng thiết bị lắp đặt cho hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng

Tên thiết bị	Số lượng
Máy nén	1
Van áp suất	1
Van chia	3

4.3. Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp phun đều

4.3.1. Trình tự thí nghiệm.

Mô hình thí nghiệm được lắp cố định trên tấm giá đỡ mô hình gắn trên đầu các thanh chống. Sau đó cho động cơ hoạt động thổi luồng khí với vận tốc xác định do động cơ tạo nên chuyển động tuần hoàn trong ống khí động tác động lên vật thể và được hệ thống thu nhận lại các giá trị đo về lực và áp suất. Hệ thống cho phép điều chỉnh thay đổi vận tốc thông qua thay đổi điện áp điều chỉnh.

Để loại trừ ảnh hưởng của hệ thống gá đặt mẫu thử thì ta tiến hành thí nghiệm cho hai trường hợp:

- Thí nghiệm 1: Tiến hành đo khi không có vật mẫu để xác định lực tác dụng lên hệ thống gá đặt.
- Thí nghiệm 2: Tiến hành đo với mẫu thử lắp trên hệ thống gá đặt để xác định lực tác dụng lên toàn bộ hệ thống.
- Thí nghiệm 3: Tiến hành đo với mẫu thử có hệ thống giảm lực cản sử dụng bộ dao động chất lỏng lắp trên hệ thống gá đặt để xác định lực tác dụng lên toàn bộ hệ thống.

Lấy kết quả đo được ở thí nghiệm 2 trừ đi kết quả ở thí nghiệm 1 ta xác định được lực khí động tác động lên mô hình thí nghiệm.

Lấy kết quả đo được ở thí nghiệm 3 trừ đi kết quả ở thí nghiệm 1 ta xác định được lực khí động tác động lên mô hình thí nghiệm có hệ thống giảm lực cản khí động.

Tiến hành lặp lại thí nghiệm ba lần.

4.3.2. Tiến hành thí nghiệm và kết quả.



Hình 4. 16 Thí nghiệm với mô hình lắp bộ phun đều

Theo phương trình tính lực cản không khí

$$F_D = \frac{1}{2} \rho \cdot C_D \cdot A \cdot V^2$$

Trong đó:

- F_D : Lực cản tác dụng vào mô hình
- ρ : Khối lượng riêng không khí $\rho_L = 1,225 \text{ [kg/m}^3\text{]}$.
- C_D : Hệ số cản không khí

Bảng 4. 4 Kết quả tính toán hệ số cản.

Lần đo	Lực cản $F_{D_{bp}}$	Lực cản giá đỡ F_{D1}	Hệ số cản $C_{D_{pd}}$
1	5,44	0,054	0,605
2	5,41	0,054	0,601
3	5,42	0,054	0,602

- A: Tiết diện mà lực cản tác dụng
- $A = 0.186 \times 0.125 = 0.02325 \text{ (m}^2\text{)}$.
- V: Vận tốc gió ($v = 25 \text{ m/s}$)

Bảng 4.4. số liệu thí nghiệm trường hợp thùng lắml bộ phun đều
Mức điện áp 10 Volt

$$\text{Vậy } C_D \text{ tb} = \frac{0.605 + 0.601 + 0.602}{3} = 0,602$$

Nhận xét.

Bảng 4. 5 Bảng hệ số cản các trường hợp

Hệ số cản trung bình của mô hình sử dụng bộ phun $C_{D_{bp}}$	Hệ số cản trung bình của mô hình không sử dụng bộ phun C_D	ΔC_D
0,602	0,704	0,102

Vậy hệ số cản sau khi sử dụng bộ phun đều giảm 14,48 % so với ban đầu
Mức giảm này là khá lớn so với lúc không trang bị cánh hướng dòng khí và bộ tạo tia.

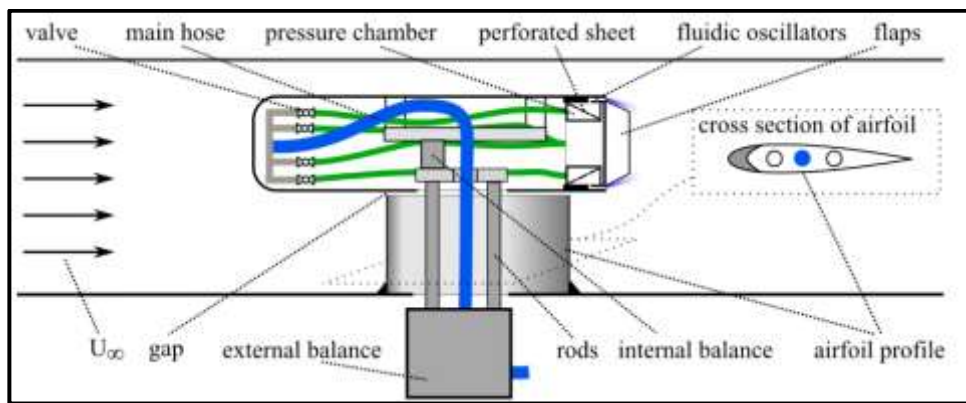
Kết quả thực nghiệm còn bị sai lệch một phần nhỏ vì khi thí nghiệm đã bỏ qua yếu tố như: Biên dạng xe tải còn có sai lệch với bản vẽ, độ nhấp nhô của bề mặt xe tải cho lắp ghép, sai số trong đo đạc và ghi nhận số liệu.

CHƯƠNG V: NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP DAO ĐỘNG CHẤT LỎNG

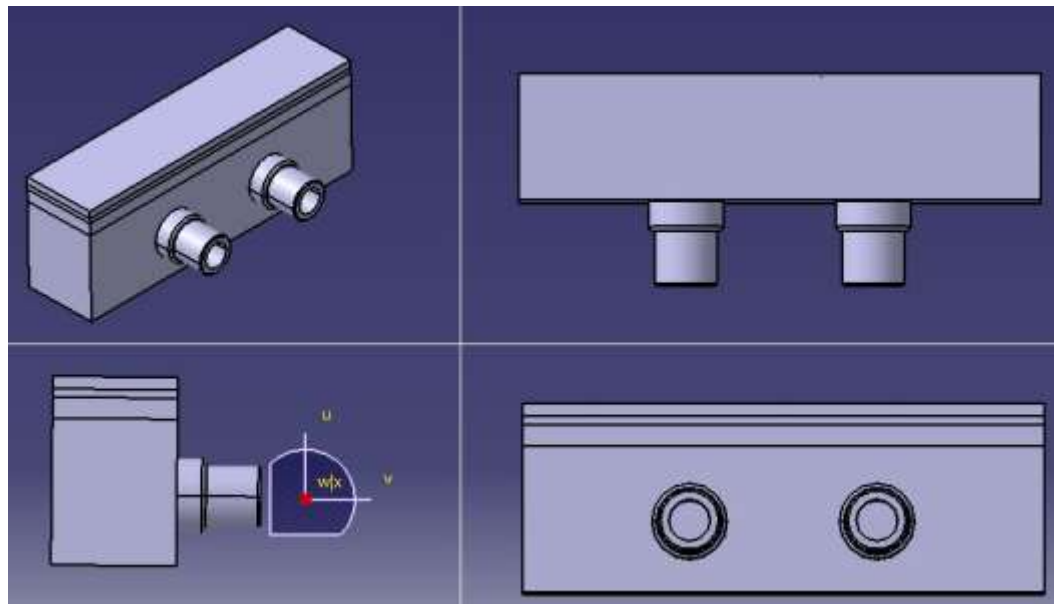
5.1. Giới thiệu về phương pháp dao động chất lỏng.

5.1.1. Giới thiệu hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng

Hệ thống giảm sức cản khí động cho xe tải sử dụng bộ dao động chất lỏng được R. Woszidlo và các cộng sự của ông thiết kế chế tạo và sử dụng trên mô hình xe tải đường dài GETS.



Hình 5. 1 Hệ thống giảm sức cản khí động sử dụng trên mô hình GETS

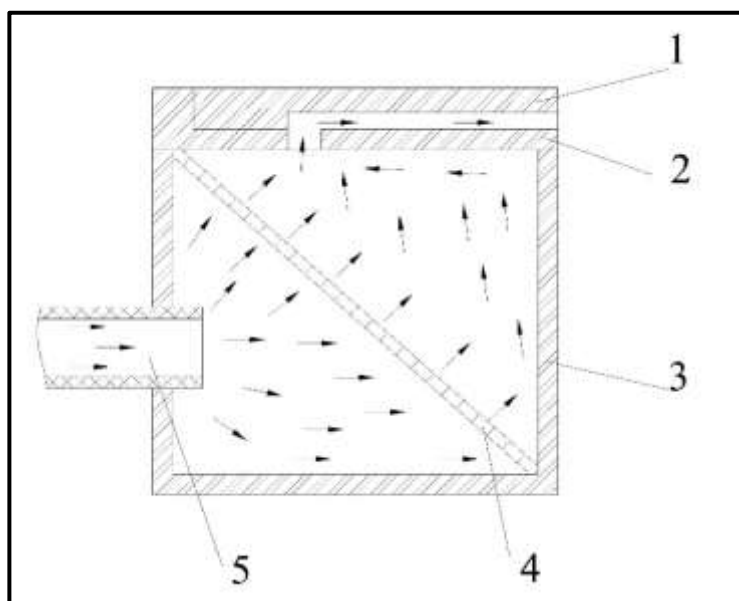


Hình 5. 2 Thiết bị giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng

Hệ thống được lắp đặt ở đuôi mô hình để tạo ra các tia dao động trong vùng áp suất thấp phía sau xe để tăng áp suất làm giảm lực cản khí động của mô hình.

5.1.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm lực cản sử dụng bộ dao động chất lỏng

Hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng hoạt động với nguyên lý như sau : Khí nén được cung cấp đều từ máy nén khí hoặc bình khí nén vào trong buồng áp suất 3 thông qua đường dẫn 5 . Không khí sau khi vào buồng áp suất 3 sẽ đi qua tấm đục lỗ 4 và phân bố đều ra toàn bộ khoang áp suất . Sau đó không khí đi qua đường dẫn trên nắp khoang áp suất 2 và đi vào bộ dao động chất lỏng nằm trên giàn dao động chất lỏng 1 và hình thành tia dao động ra bên ngoài. Các tia phun thoát ra song song với mặt trên của mô hình xe tải và dao động trong mặt phẳng này.



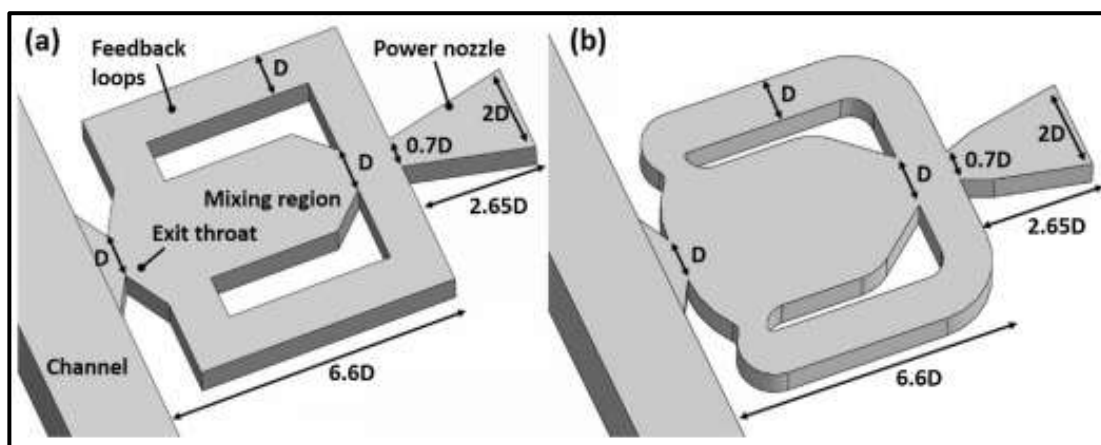
Hình 5. 3 Nguyên lý hoạt động của hệ thống giảm sức cản sử dụng bộ dao động chất lỏng

1. Giàn bộ truyền động chất lỏng; 2. Nắp khoang áp suất ; 3. Khoang động lượng ; 4. Tấm đục lỗ ; 5. Đường dẫn khí vào.

5.2. Thiết kế hệ thống dao động chất lỏng

5.2.1. Thiết kế giàn bộ dao động chất lỏng

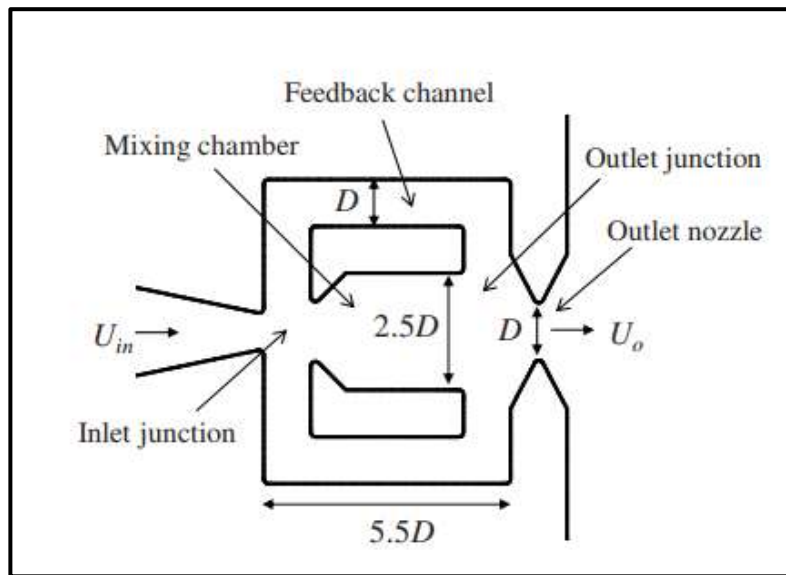
Hiện nay, có nhiều loại bộ dao động được nghiên cứu và chế tạo thực nghiệm. Đặc biệt là hai loại bộ dao động là bộ dao động chất lỏng góc và bộ dao động chất lỏng đường cong được sử dụng rất phổ biến.



a) Bộ dao động góc; b) Bộ dao động đường cong

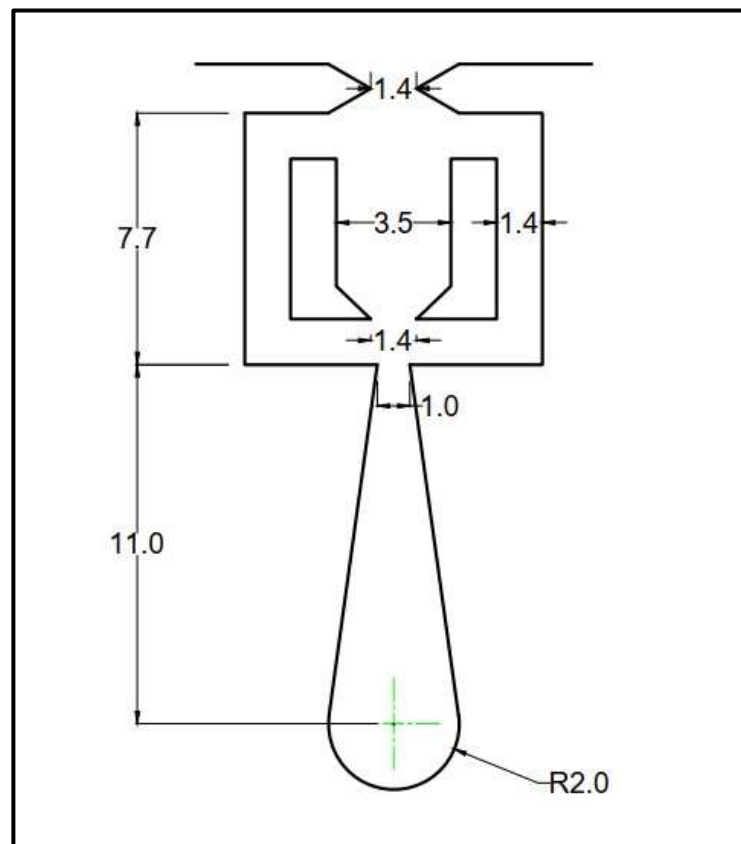
Hình 5. 4 Bộ dao động chất lỏng

Bộ dao động chất lỏng trong đồ án này là bộ dao động chất lỏng góc. Hình dạng và kích thước của bộ dao động trong đồ án này được tính toán dựa trên sơ đồ của bộ dao động chất lỏng hình 5.5 được xem xét trong nghiên cứu của J. H. Seo và cộng sự.



Hình 5. 5 Sơ đồ của bộ dao động chất lỏng

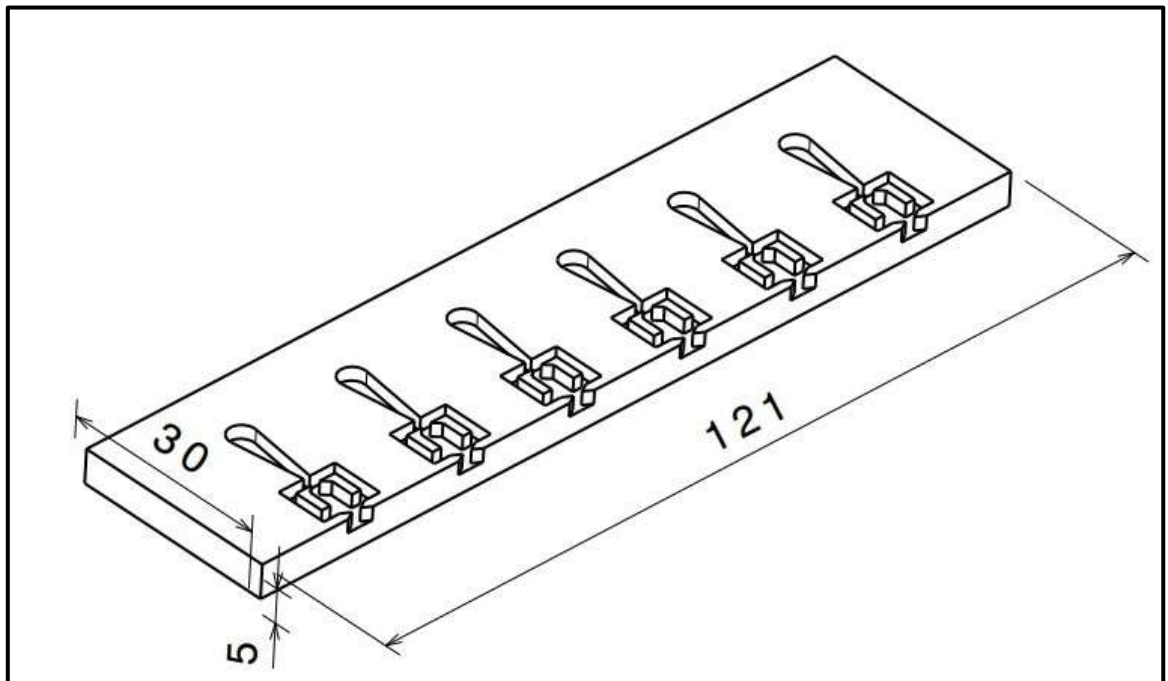
Tham khảo chọn kích thước lỗ thoát của bộ dao động chất lỏng là 1,4 x 2 mm. Từ sơ đồ trong hình 5.5 tính suy ra được kích thước của bộ dao động chất lỏng.



Hình 5. 6 Kích thước sơ bộ của bộ dao động chất lỏng

*** Kích thước giàn bộ dao động chất lỏng**

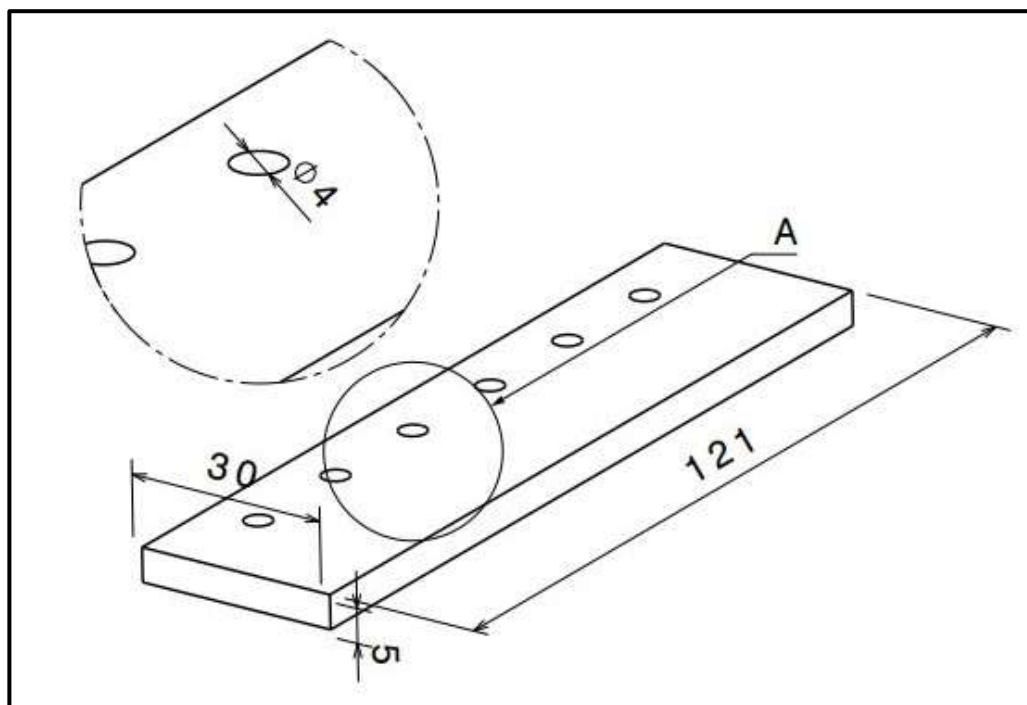
Từ mô hình hệ thống được lắp trên mô hình xe tải Gents trong nghiên cứu của H.-J. Schmidt và cộng sự, thiết kế giàn bộ dao động chất lỏng có kích thước phù hợp để lắp đặt trên mô hình xe tải. Giàn dao động chứa 12 bộ dao động chất lỏng bố trí thành một dãy cách đều nhau một khoảng $\Delta z = 17.9$ mm. Mỗi một bộ dao động được tạo ra bằng phương pháp Laser CNC trên tấm mica có kích thước 121 x 27 x 5 mm. Giàn dao động này được ghép với nắp khoang động lượng bằng keo dán acrylic tạo thành các bộ dao động hoàn chỉnh.



Hình 5. 7 Giàn bộ dao động chất lỏng

5.2.2. Thiết kế nắp buồng áp suất của giàn bộ dao động chất lỏng

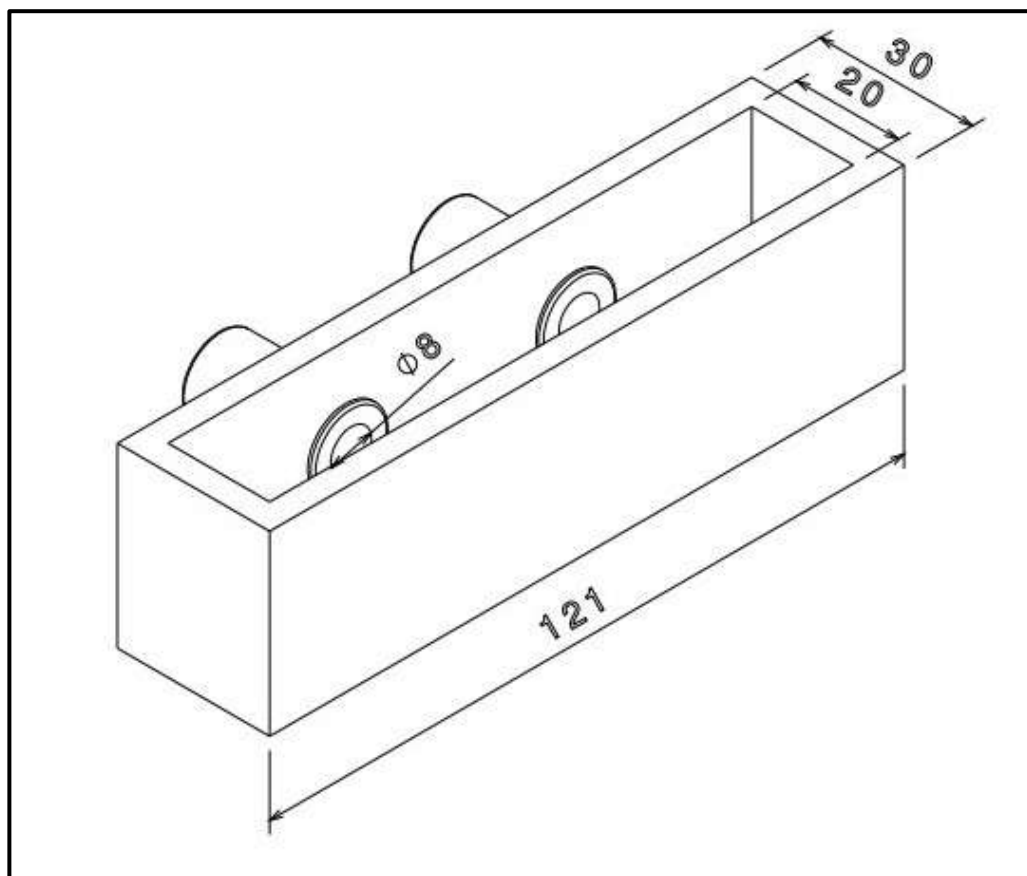
Nắp buồng áp suất là bộ phận trung gian để liên kết với buồng áp suất và giàn bộ dao động chất lỏng. Trên nắp có chứa các đường dẫn để dẫn không khí từ buồng áp suất giàn bộ dao động chất lỏng. Hai mặt bích của giàn bộ dao động chất lỏng và nắp buồng áp suất với nhau bằng keo dán acrylic và keo dán làm kín silicon. Vật liệu chế tạo là mica.



Hình 5. 8 Nắp khoang áp suất của giàn dao động chất lỏng

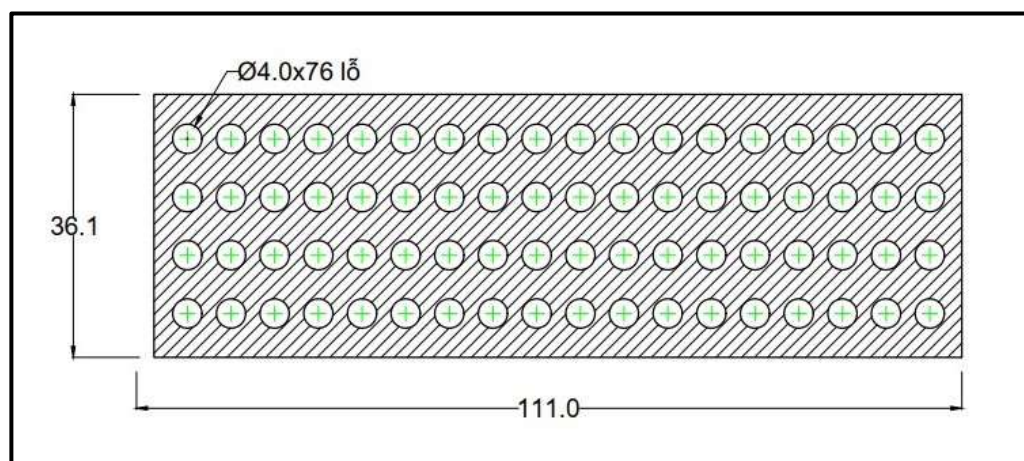
5.2.3. Thiết kế khoang áp suất của thiết bị dao động chất lỏng

Khoang áp suất mà nơi chứa động lượng được dẫn từ nguồn cung cấp động lượng (máy nén khí, bình nén khí ...). Khoang áp suất có hình dạng là một hộp chữ nhật có kích thước ngoài là 121 x 35 x 35 mm (dài x rộng x cao) và có kích thước bên trong là 111 x 20 x 30 mm. Khoang suất được nối với ống tròn cung cấp động lượng có đường kính trong là 6 mm đường kính ngoài là 8 mm. Khoang áp suất kết nối nắp khoang áp suất bằng keo dán acrylic và silicon tạo thành khoang kín . Vật liệu làm buồng áp suất là mica.



Hình 5. 9 Buồng áp suất của giàn dao động chất lỏng

Ngoài ra trong khoang áp suất còn bố trí đặt thêm một tấm đục lỗ dày 2mm nhằm cân bằng áp suất bên trong buồng áp suất.

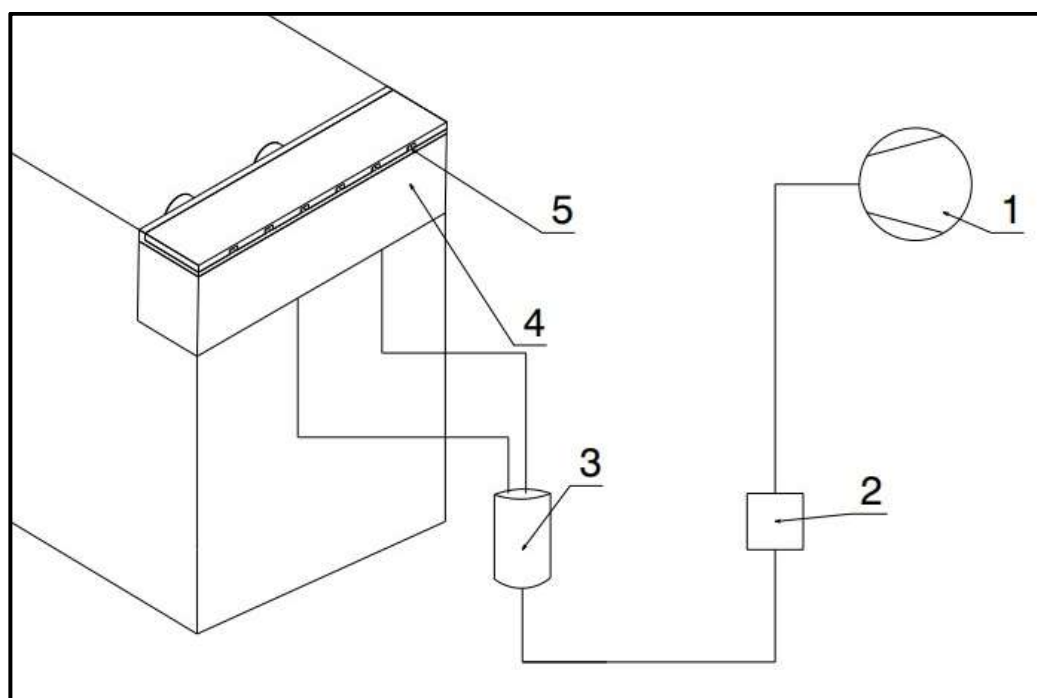


Hình 5. 10 Tấm đục lỗ của giàn dao động chất lỏng

5.2.4. Thiết kế hệ thống điều khiển giàn bộ dao động chất lỏng

5.2.4.1. Sơ đồ hệ thống điều khiển giàn bộ dao động chất lỏng

Sơ đồ tổng quan về thiết lập điều khiển lưu lượng tích cực được hiển thị trong hình 5.11. Khí nén cần thiết được cung cấp bên ngoài bởi máy nén. Van đo áp suất khí nén với phạm vi hoạt động sẽ kiểm soát nguồn cung cấp. Hơn nữa, Thiết lập van đo áp suất này mang lại cơ hội thay đổi cường độ truyền động mà không cần sửa đổi mô hình.

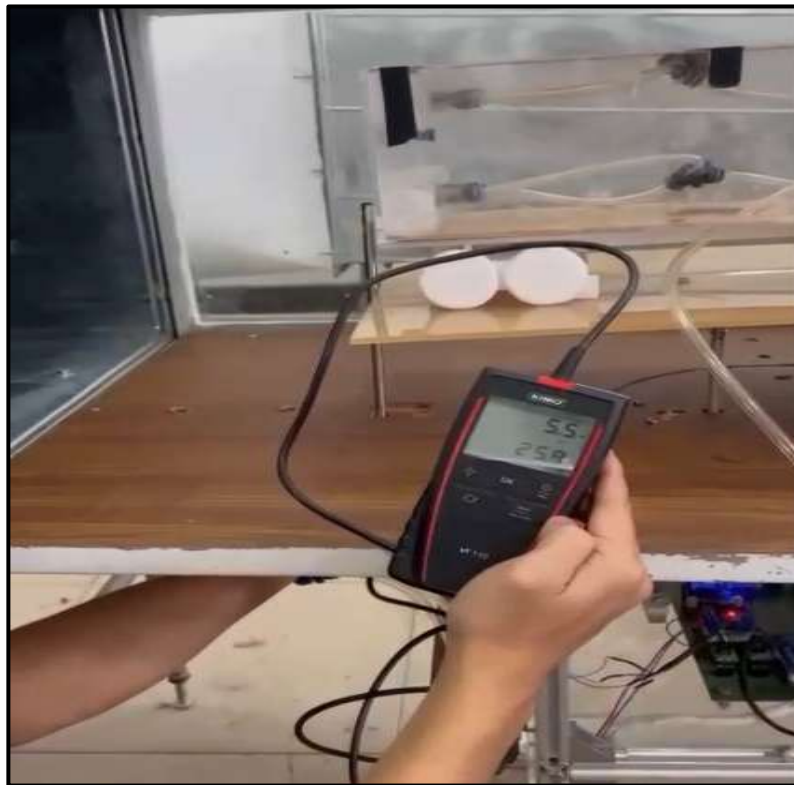


Hình 5. 11 Sơ đồ hệ thống điều khiển lưu lượng cung cấp cho hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng

1. Máy nén khí; 2. Van đo áp suất; 3. Bộ chia khí nén; 4. Buồng áp suất; 5. Bộ dao động chất lỏng

5.2.4.2. Tính toán và lựa chọn thiết bị

Giá trị đo được vận tốc gió lớn nhất từ bộ dao động chất lỏng là 5,5 [m/s]



Hình 5. 12 Đo tốc độ khí phun ra

Các thiết bị sử dụng cho hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng sẽ sử dụng các thiết bị dùng trong hệ thống giảm lực cản sử dụng phương pháp phun đều.

Bảng 5. 1 Bảng thiết bị lắp đặt cho hệ thống giảm lực cản khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng

Tên thiết bị	Số lượng
Máy nén khí Luowei 2.5	1
Van điều chỉnh áp suất khí nén	1
Van chia	3

5.3. Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dao động chất lỏng

5.3.1. Trình tự thực nghiệm.

Mẫu thí nghiệm được lắp cố định trên tấm giá vật thể gắn trên đầu các thanh chống. Khi động cơ hoạt động luồng khí với vận tốc xác định do động cơ tạo nên chuyển động tuần hoàn trong ống khí động tác động lên vật thể và được hệ thống thu nhận lại các giá trị đo về lực và áp suất. Hệ thống cho phép điều chỉnh thay đổi vận tốc thông qua thay đổi điện áp điều chỉnh.

Để loại trừ ảnh hưởng của hệ thống giá đặt mẫu thử thì ta tiến hành thí nghiệm cho hai trường hợp:

- Thí nghiệm 1: Tiến hành đo khi không có vật mẫu để xác định lực tác dụng lên hệ thống giá đặt.
- Thí nghiệm 2: Tiến hành đo với mẫu thử lắp trên hệ thống giá đặt để xác định lực tác dụng lên toàn bộ hệ thống.
- Thí nghiệm 3: Tiến hành đo với mẫu thử có hệ thống giảm lực cản sử dụng bộ dao động chất lỏng lắp trên hệ thống giá đặt để xác định lực tác dụng lên toàn bộ hệ thống.

Lấy kết quả đo được ở thí nghiệm 2 trừ đi kết quả ở thí nghiệm 1 ta xác định được lực khí động tác động lên mô hình thí nghiệm.

Lấy kết quả đo được ở thí nghiệm 3 trừ đi kết quả ở thí nghiệm 1 ta xác định được lực khí động tác động lên mô hình thí nghiệm có hệ thống giảm lực cản khí động.

Tiến hành lặp lại thí nghiệm ba lần.

5.3.2. Thực nghiệm

Tiến hành đo với mẫu thử có hệ thống giảm lực cản sử dụng bộ dao động chất lỏng lắp trên hệ thống giá đặt để xác định lực tác dụng lên toàn bộ hệ thống.



Hình 5. 13 Mẫu thử có hệ thống giảm lực cản sử dụng bộ dao động chất lỏng

Tương tự, ta bố trí thí nghiệm và cũng tiến hành đo 3 lần và tính giá trị trung bình thu được.

Bảng 5. 2 Kết quả đo các lực khí động tác dụng lên toàn bộ hệ thống theo vận tốc.

Điện áp (V)	Giá trị lực đo được (N)			Trung bình $F_{D2}(N)$
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	
10	5.539	5.535	5.536	5.537

5.3.3. Kết quả thí nghiệm

Để đánh giá kết quả thí nghiệm, ta tính giá trị của hệ số lực cản đo được theo hệ quả của công thức (3-1):

$$C_D = \frac{2 \times (F_{tc} - F_{kt})}{\rho_{kk} \times A \times V^2} \quad (5-1)$$

Trong đó:

- C_D : hệ số cản của ô tô.
- F_{tc} : lực cản tổng cộng bao gồm lực cản của cảm biến và lực cản của ô tô.
- F_{kt} : lực cản của cảm biến và đồ gá.
- V : vận tốc của dòng khí, $V = 25$ (m/s)

- A: diện tích cản chính diện của ô tô, $A = 0,0235 \text{ (m}^2\text{)}$
- ρ_{kk} : Mật độ không khí $\rho_{kk} = 1,225 \text{ kg/m}^3$

Áp dụng công thức trên tính toán ta được bản số liệu kết quả đo thí nghiệm và các kết quả tính toán ở bảng sau:

Bảng 5. 3 Giá trị hệ số lực cản C_D

Điện áp (V)	$F_{D1}-F_{D'}(N)$	C_{D1}	$F_{D2}-F_{D'}(N)$	C_{D2}
10	6,271	0,704	5.483	0,616
Kết quả lực cản giảm %		12,5%		

5.4. Kết luận.

Kết quả tính toán tương đối chính xác, mô hình khi có hệ thống giảm lực khí động sử dụng bộ dao động chất lỏng khi thực hiện giảm được 12,5% lực cản khí động

Kết quả thực nghiệm còn bị sai lệch một phần nhỏ vì khi thí nghiệm đã bỏ qua yếu tố như: Biên dạng xe tải còn có sai lệch với bản vẽ, độ nhấp nhô của bề mặt xe tải do lắp ghép, bánh xe không lăn trên mặt đường, không có các thiết bị chắn bùn, sai số trong đo đạc và ghi nhận số liệu,...

CHƯƠNG VI. NGHIÊN CỨU GIẢM SỨC CẢN BẰNG

PHƯƠNG PHÁP DÒNG TIA TỔNG HỢP

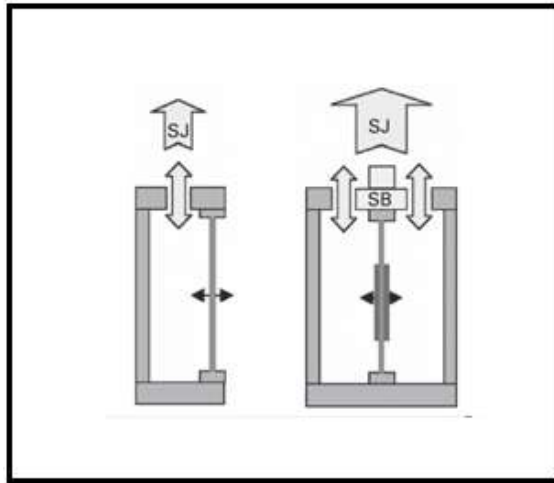
6.1. Giới thiệu về phương pháp dòng tia tổng hợp

Hiện nay, hầu hết hình dạng của các mẫu xe ô tô du lịch, xe tải đều có hình dạng cùn (thân xe có hình dạng các khối vuông) dẫn đến dòng khí di chuyển qua thường bị phân tách, tạo ra các lực tác động rời rạc đến toàn bộ thân xe. Hiệu ứng có thể gây mất ổn định động của xe.

Do vậy, việc triệt tiêu vùng không khí nhiễu loạn phía đuôi xe có thể giảm được dòng không khí rời, từ đó giảm lực cản, lực tác động lên thân xe.

Bộ tạo tia là một thiết bị nhỏ gọn, có khả năng tạo truyền động tuyến tính ra môi trường nhờ việc hút và đẩy không khí liên tục ra khỏi khoang chứa. Màng dao động có tần số dao động lớn nên chu kì hút vừa thổi thường rất ngắn (khoảng vài ms). Với cấu tạo nhỏ gọn, bộ tạo tia có thể được lắp trên các vị trí như cánh máy bay, phần đuôi xe tải mà không chiếm quá nhiều diện tích cũng như không cần hệ thống dẫn động khí phức tạp.

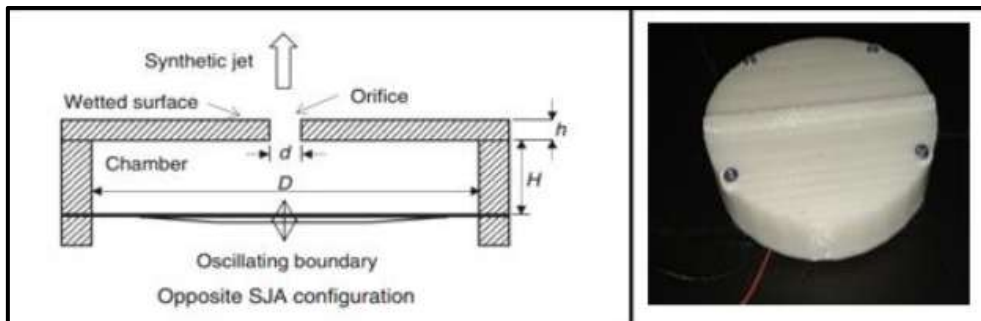
Bộ tạo tia là một thiết bị nhỏ gọn, có khả năng tạo truyền động tuyến tính ra môi trường nhờ việc hút và đẩy không khí liên tục ra khỏi khoang chứa. Màng dao động có tần số dao động lớn nên chu kì hút vừa thổi thường rất ngắn (khoảng vài ms). Với cấu tạo nhỏ gọn, bộ tạo tia có thể được lắp trên các vị trí như cánh máy bay, phần đuôi xe tải mà không chiếm quá nhiều diện tích cũng như không cần hệ thống dẫn động khí phức tạp.



Hình 6. 1 Hình vẽ mô tả hình dạng, cấu tạo của bộ tạo tia

a, bộ tạo tia đơn; b, bộ tạo tia kép

Trên thực tế, đã có nhiều nghiên cứu, ứng dụng bộ tạo tia vào các mục đích khác nhau. Do vậy, qua mỗi lần nghiên cứu, phát triển, cấu tạo về hình dạng bộ tạo tia có thay đổi khác nhau. Nhưng tất cả đều có cấu tạo tương tự nhau bao gồm: phần vỏ, tấm dao động, vùng không gian thể tích.



Hình 6. 2 Bộ tạo tia thực tế và mặt cắt

Ưu điểm của bộ tạo tia: kích thước nhỏ gọn, không cần hệ thống cung cấp năng lượng phức tạp, dễ dàng bố trí, dễ dàng lắp ráp trên các bề mặt, dòng không khí phun ra có vận tốc và áp suất lớn.

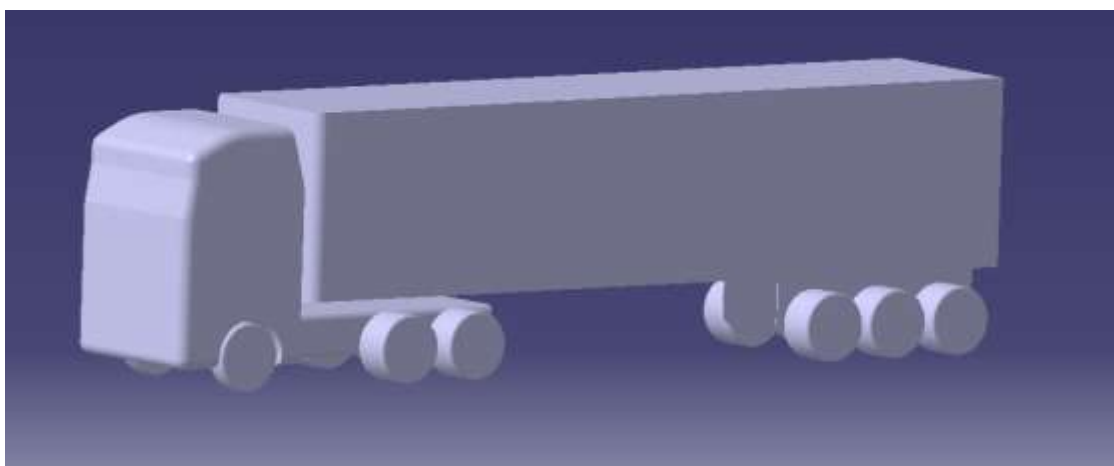
6.2. Thiết kế hệ thống tạo dòng tia tổng hợp

6.2.1. Giới thiệu đối tượng thiết kế

Xe tải hạng nặng (HGV) đóng một vai trò quan trọng trong vận chuyển hàng hóa nội địa hàng ngày, khoảng 73,5% lượng hàng hóa nội địa được vận chuyển bởi các HGV.

Do hiệu quả khí động học của hầu hết các xe HGV đều khá kém nên lượng nhiên liệu đáng kể được tiêu thụ bởi các HGV để vượt qua lực cản khí động học tác động lên xe khi vận hành ở tốc độ cao.

Đồ án này sẽ sử dụng mô hình xe của Phòng Khoa học Hàng không Vũ trụ-Đại học Glasgow để thực hiện mô phỏng. Qua đó sẽ dễ dàng đánh giá được kết quả khi so sánh với các số liệu đã được ghi lại trên thí nghiệm.



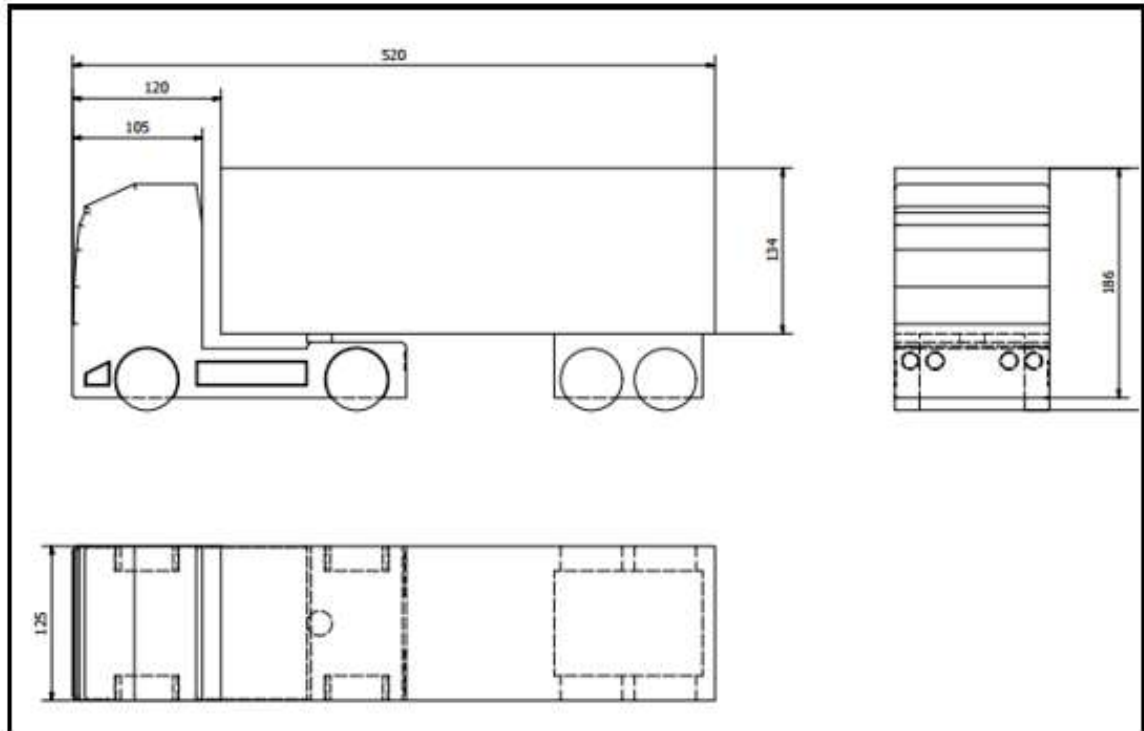
Hình 6. 3 Mô hình xe Sơ mi rơ-móc được sử dụng phong mô phỏng

6.3. Thiết kế mô hình mô phỏng

Mô hình xe sơ mi rơ-móc có tỷ lệ 1:20 so với xe thực tế đã được sử dụng trong nghiên cứu thử nghiệm và sơ đồ của nó được thể hiện trong Hình 6.3. Mô hình này được thiết kế dựa trên một số xe sơ mi rơ-móc thực tế thường thấy ở Vương quốc Anh.

Để mô phỏng các điều kiện hoạt động của xe trên đường, kích thước khe hở chuẩn hóa (tức là khoảng trống giữa đuôi xe máy kéo và mặt trước của rơ moóc, G / A) được sử dụng trong nghiên cứu này được giữ ở mức tối thiểu ở $G / A = 0,1$.

Cần lưu ý rằng G và A là chiều dài khe hở (tức là chiều dài giữa đuôi xe máy kéo và mặt trước của rơ móc) và diện tích phía trước của mô hình máy kéo tương ứng.



Hình 6. 4 Kích thước mô hình xe sơ mi rơ-móc trong mô phỏng

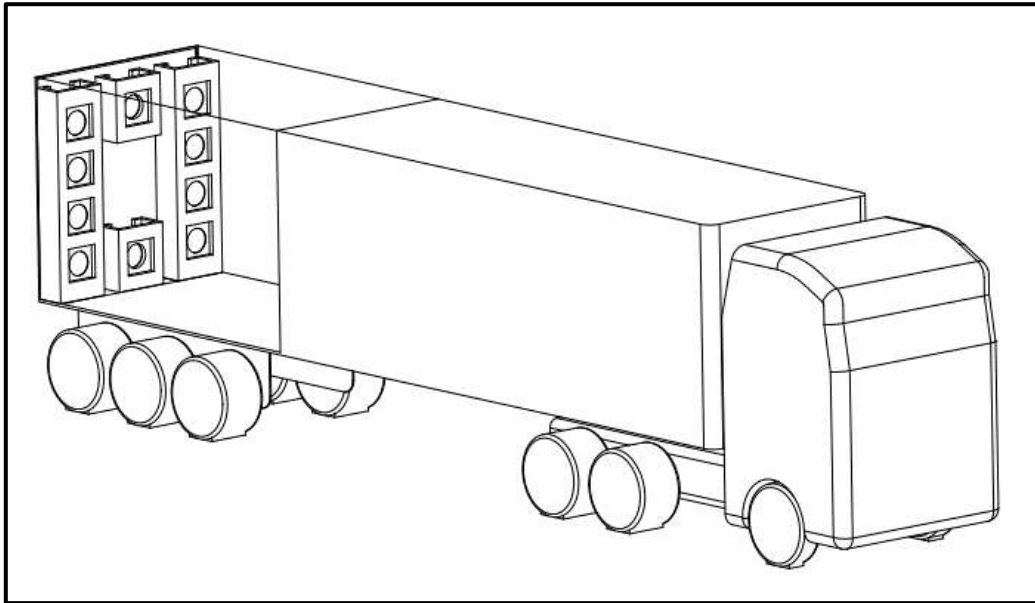
6.4. Nghiên cứu đặt bộ tạo tia tổng hợp trên mô hình xe tải để giảm lực cản

Từ thiết kế và kết quả mô phỏng của bộ tạo tia tổng hợp được trình bày ở trên, em đã tiến hành áp dụng lên mô hình xe Sơ mi rơ- móc để đánh giá khả năng giảm lực cản khi sử dụng bộ này cho các trường hợp khác nhau.

Vị trí: lắp bộ tạo tia ở phía sau đuôi xe

Từ kết quả mô phỏng ta thấy rằng vị trí phía sau đuôi xe là nơi xuất hiện vùng chảy rối không ổn định gây ảnh hưởng lớn nhất đến tính khí động học của xe.

Chính vì thế lựa chọn vị trí phía sau đuôi để lắp bộ tạo tia giúp giảm lực cản cho xe.



Hình 6. 5 Lắp bộ tạo tia ở vị trí

6.5 Các thiết bị cần thiết của bộ tạo tia tổng hợp

Bảng 6. 1 Chuẩn bị thiết bị

Thiết bị	Số lượng
Loa	8
Mica	2 m ²
Mạch khuếch đại	4
Dây điện	5 m

6.5.1. Loa

Chọn loa 4R 3W làm mô hình, phù hợp kích thước và thông số kỹ thuật.



Hình 6. 6 Loa 4R 3W

Bảng 6. 2 Bảng thông số kỹ thuật của loa

Thông số kỹ thuật
Trở kháng loa: 4 ohm
Công suất loa: 3W
Đường kính : 36mm

6.5.1.1. Cấu tạo

Trong một Củ Loa hoàn chỉnh sẽ có 6 bộ phận nhỏ cấu thành là: Khung sườn, viền nhún, màng nhện, nam châm, cuộn âm và màng loa.



Hình 6. 7 Cấu tạo của củ loa

- **Khung sườn (Frame):** Có nhiệm vụ gắn kết các thành phần của loa lại với nhau, có rất nhiều chất liệu để sản xuất ra khung sườn như nhôm đúc, sắt dập đôi hoặc là bằng nhựa để giảm chi phí giá thành khi bán ra. Tùy vào từng loại chất liệu sản xuất mà phần phía sau có thể bị kín hoặc để hở. Chất liệu sản xuất khung sườn là yếu tố để các nhà sản xuất loa khẳng định đẳng cấp, giá trị sản phẩm của họ.
- **Viền nhún (Surround hoặc edge):** Chức năng của viền nhún là giữ kín hơi và tạo độ mềm dẻo, linh hoạt cho loa. Viền nhún không thể phát ra được âm thanh nhưng chúng lại có khả năng ảnh hưởng đến chất lượng của âm thanh khi phát ra. Và lý do vì sao lại có chuyện này, đó là dựa vào chất liệu sản xuất ra chúng, viền nhún thường được sản xuất từ các chất liệu như giấy, vải xếp gấp lại với nhau để tạo thành một lớp dày, cứng và điều này ảnh hưởng đến thông số kỹ thuật của loa khá nhiều, nếu viền nhún bị ướt thì sẽ rất dễ bị rách và bắt buộc chúng ta phải thay thế một loại viền nhún khác và điều này dẫn đến việc âm thanh khi phát ra sẽ rất khác so với ban đầu.
- **Mạng nhện (Spider):** Trong củ loa mạng nhện giữ vai trò vô cùng quan trọng, và là bộ phận phải hoạt động nhiều nhất. Khi tín hiệu điện được đưa vào, mạng nhện sẽ hoạt động như một cái lò xo di chuyển nhanh để truyền tín hiệu rồi quay về vị trí cân bằng để nhận tín hiệu tiếp theo và tiếp tục truyền tín hiệu đi. Độ dao động của củ loa phụ thuộc rất lớn vào việc nhận tín hiệu nhanh hay chậm của mạng nhện. Ngoài ra, mạng nhện còn là nhân tố quan trọng quyết định chất lượng củ loa và độ bền âm thanh của một chiếc loa theo thời gian.
- **Nam Châm:** có cấu tạo hình tròn được đặt cố định ở đầu nhọn phía sau cùng của loa, tâm của nam châm nằm thẳng hàng với tâm của cuộn dây đồng và tâm của màng loa. Tác dụng chính của nam châm là tạo ra lực từ tương tác với cuộn dây đồng để tạo ra những xung động âm thanh và những xung động này sẽ dao động liên tục và tác động đến màng loa để phát ra âm thanh. Khối lượng nam châm càng lớn thì loa vận hành với cường độ và năng lượng âm thanh càng cao. Đặc biệt là giúp cho sự giải nhiệt của loa hoàn hảo hơn khi vận hành ở cường độ âm thanh lớn. Đồng nghĩa với việc khối nam châm lớn thì giá tiền những chiếc loa

này cũng sẽ đắt tiền hơn. Trên thị trường hiện nay có ba loại nam châm chính là: Alnico, Ferrite và Neodymium.

- **Côn loa (Voice coil):** Côn loa có cấu tạo gồm lõi kim loại là ống hình trụ (thường được làm bằng nhựa chịu nhiệt) kết hợp với các dây đồng quấn xung quanh nó. Côn loa này được đặt trong khe hở từ. Khe từ này càng nhỏ mật độ từ càng cao, chất lượng âm thanh càng đặc biệt. Côn loa là bộ phận chịu nhiệt cao khi có dòng điện đi qua nên nó được phủ keo cố định với lõi kim loại để tạo độ chắc chắn.
- **Màng loa:** Màn loa là một trong những bộ phận quan trọng quyết định một chiếc loa có tốt hay không. Màn loa quyết định đến sắc thái cũng như chất lượng âm thanh phát ra của một chiếc loa. Màn loa trên thị trường hiện nay phần lớn được làm bằng giấy, nhựa, kim loại, gỗ... Trong đó, tùy theo từng đơn vị sản xuất và nhu cầu hướng đến các đối tượng người dùng khác nhau mà chất liệu làm màn loa sẽ có sự thay đổi sao cho phù hợp.

6.5.1.2. Nguyên Lý Hoạt Động Của Củ Loa

Khi có dòng điện đi vào, nam châm sẽ tạo ra các từ trường, các lực từ trường này sẽ tác động làm cho cuộn âm chuyển động vào ra liên tục theo dao động cơ. Cuộn âm khi chuyển động sẽ kéo theo màng loa chuyển động theo, do 2 bộ phận này được gắn vào nhau, phần mạng nhện cũng được gắn với cuộn âm, vậy nên mạng nhện sẽ có tần số cùng với tần số giao động của màng loa và giúp sự chuyển động của màng loa trở nên nhịp nhàng hơn. Cả 2 bộ phận (Màng loa, mạng nhện) được gắn chung vào phần khung viền, khung viền sẽ giúp giữ cố định cho màng loa. Khi màng loa chuyển động tác động vào không khí phía trước loa bị rung động, từ đó tín hiệu âm thanh (Sóng âm) được tạo ra. Dòng điện sẽ đổi chiều liên tục với tần số thay đổi sẽ tạo ra âm trầm, âm bổng khác nhau. Chính vì nguyên lý đó mà bạn có thể lựa chọn cách bố trí loa trong dàn âm thanh một cách thích hợp nhất.

6.5.2. Mạch khuếch đại

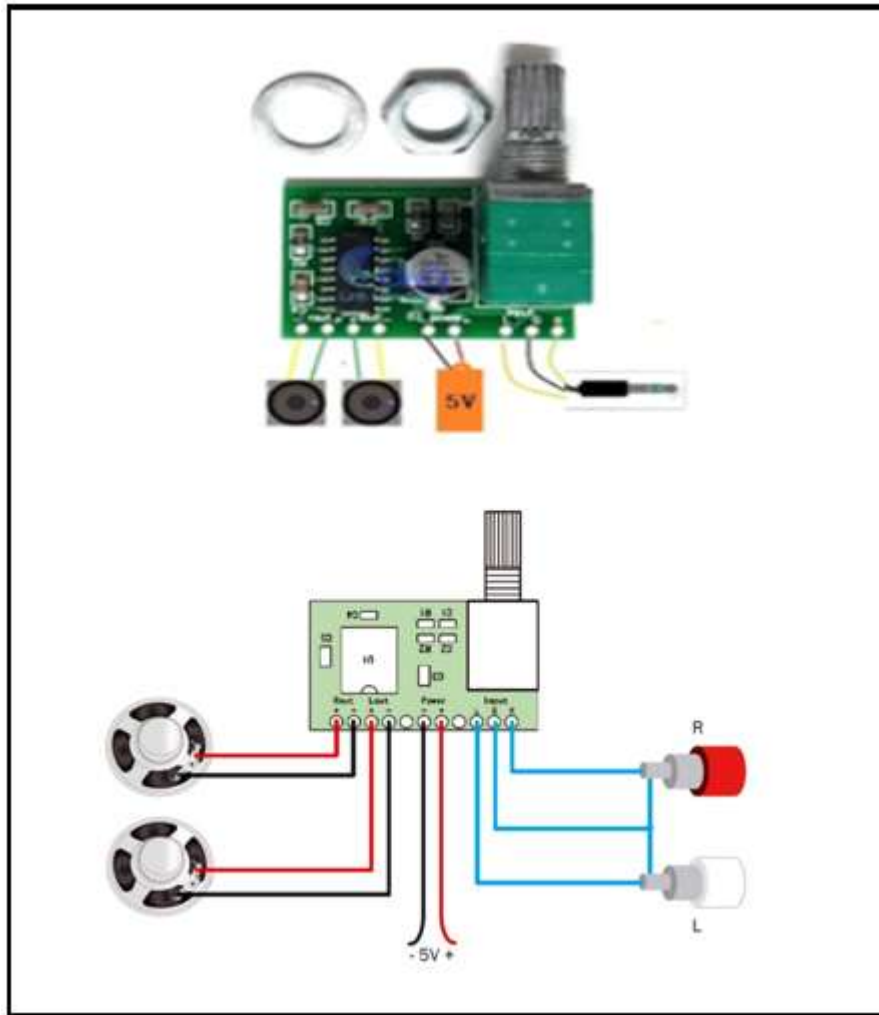
Bảng 6. 3 Bảng thông số mạch khuếch đại PAM8403

Thông số (Số lượng 4 cái)
Chip khuếch đại: PAM8403
Điều chỉnh : Volum
Điện áp hoạt động: 3.7 - 5.5VDC
Công suất ngõ ra: 3W x2 (Loa 4ohm)
Kích thước: 30x20x15mm

Tính năng

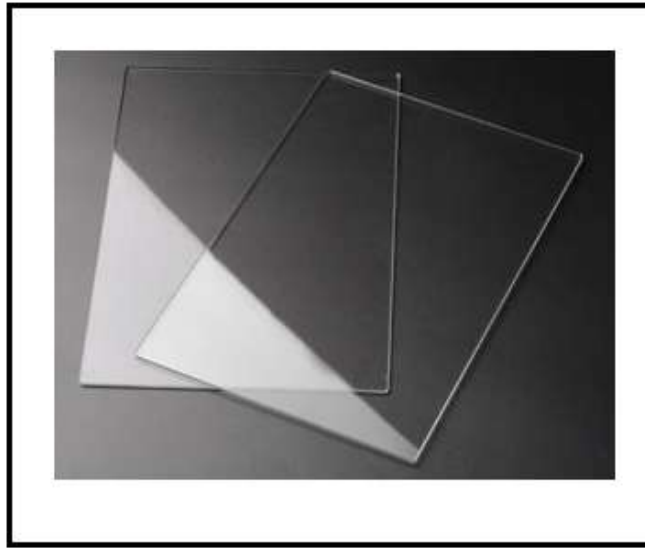
PAM8403 là một mạch khuếch đại âm thanh có chiết áp công tắc. PAM8403 là chip khuếch đại kỹ thuật số nhỏ, chất lượng âm thanh độ nét cao làm nổi bật ưu điểm của chip kỹ thuật số, mạch sử dụng cấu hình ngoại vi hợp lý nhất, bộ lọc nguồn được nâng cấp lên 470uf.

Bo mạch khuếch đại này thực sự đã làm cho âm thanh phát ra chi tiết nhất, độ trung thực 3W + 3W, là sản phẩm tốt hiếm hoi dành cho những người đam mê ampli, chiết áp sử dụng thân chống công tơ nguyên bản, chiết áp có công tắc có thể ngắt nguồn điện trực tiếp ngược chiều kim đồng hồ.



Hình 6. 8 Mạch PAM8403 và sơ đồ nối mạch PAM8403

6.5.3 Vật liệu Mica



Hình 6. 9 Ảnh mica

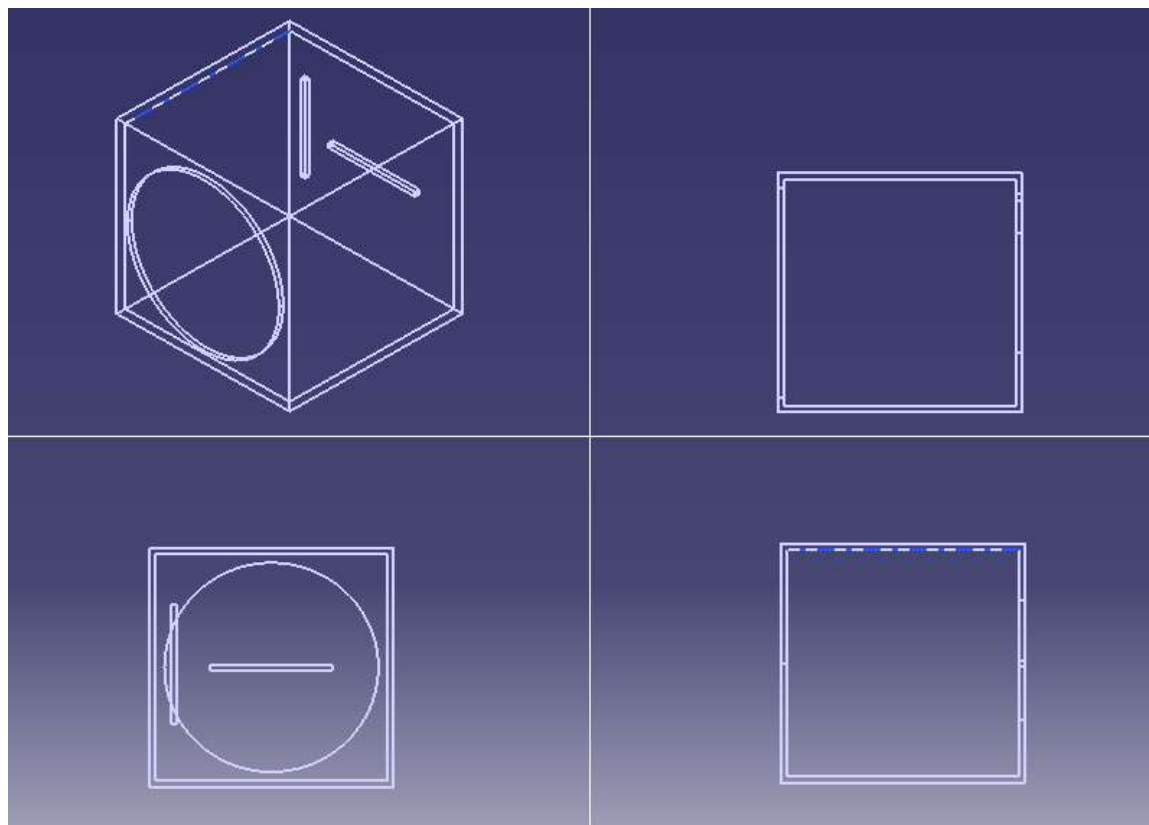
Đặc tính

Bảng 6. 4 Bảng đặc tính vật liệu mica

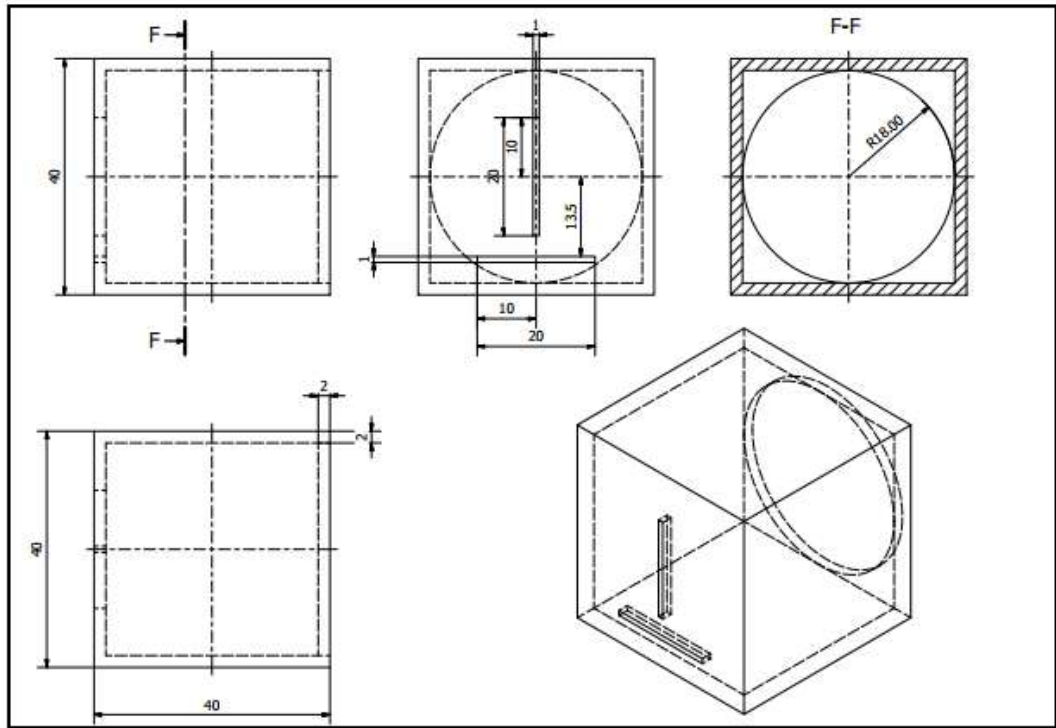
Ít chịu tác động bởi thời gian, và thời tiết
Độ bền màu rất cao: không ngả vàng trong 30 năm, ổn định màu trong 10 năm
Bề mặt nhiều dạng: láng bóng, mờ, nhám
Chịu được môi trường kiềm (muối, xà bông...)
Hạn chế tác động của các hóa chất xăng dầu
Rất dễ cắt, tạo hình đa dạng: rất rất ít khói, bụi (nếu cắt bằng laser), không tạo khí độc
Chịu được nhiệt độ đến 80 °C- Nhiệt độ bốc cháy lên tới 425-430°C

6.5.4 Thiết kế mô hình 3D

6.5.4.1 Bản vẽ kích thước thùng loa

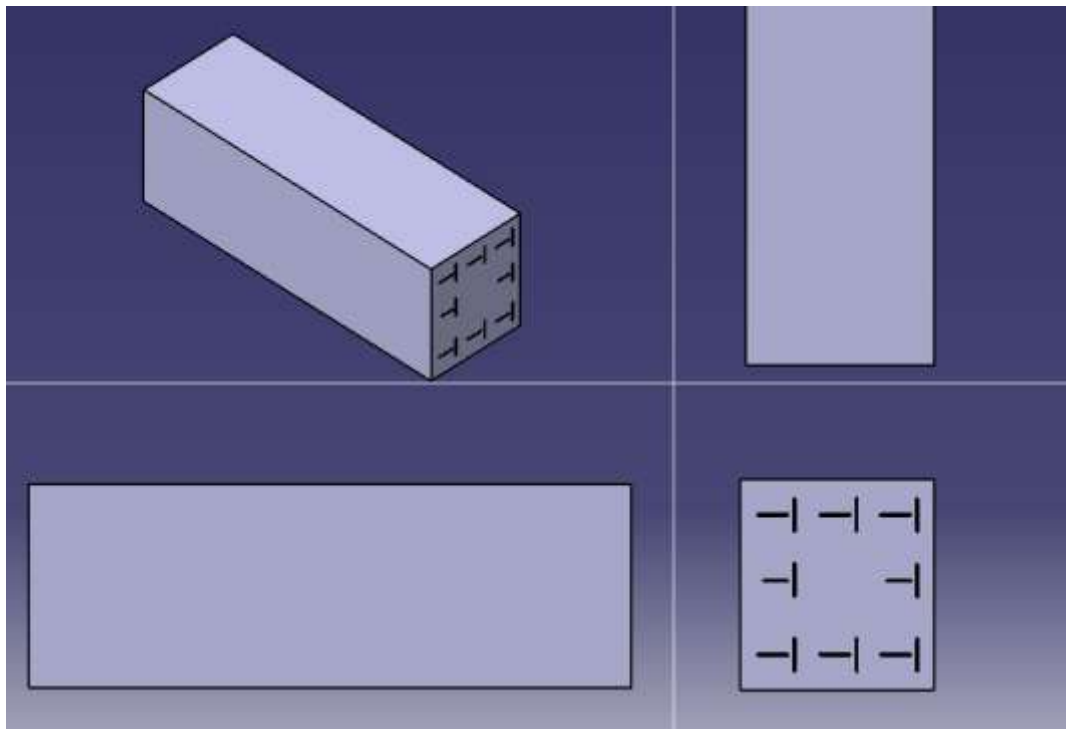


Hình 6. 10 Mô hình 3D của bộ tạo tia thiết kế

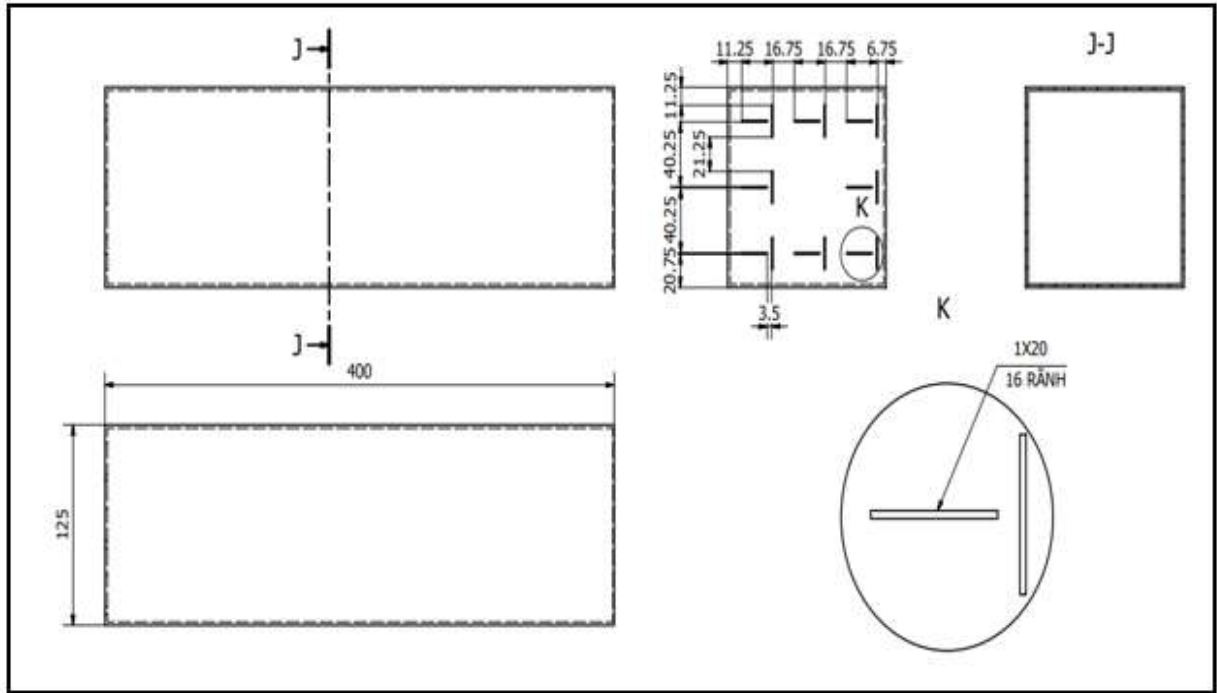


Hình 6. 11 Bản vẽ kích thước thùng loa

6.5.4.2. Bản vẽ kích thước thùng xe



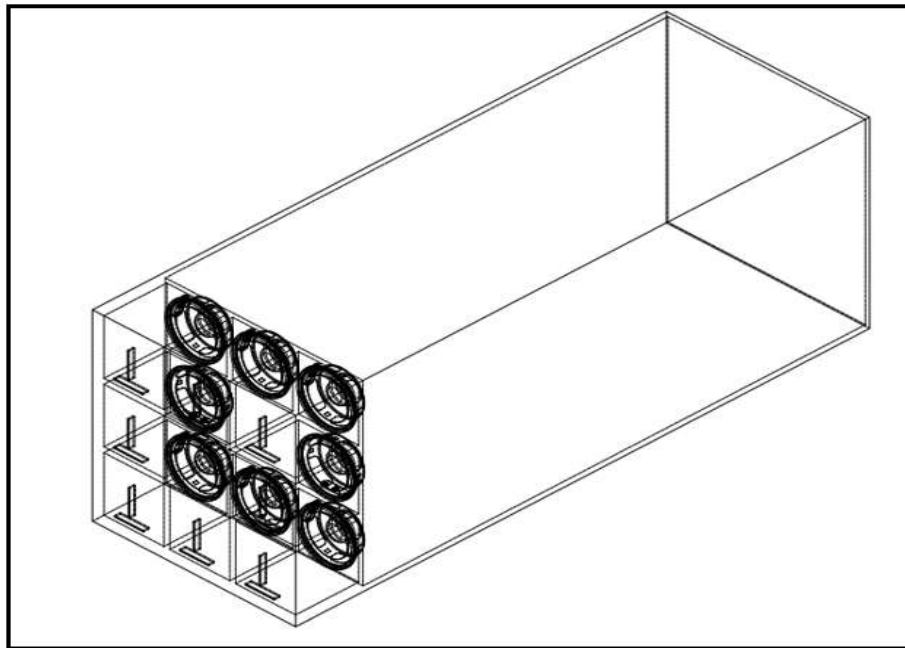
Hình 6. 12 Mô hình 3D của thùng xe



Hình 6. 13 Bản vẽ kích thước thùng xe

6.5.4.3 Phương án bố trí

Bố trí thùng loa lên các cạnh của mặt hình chiếu đứng của Hình 6.15



Hình 6. 14 Mô hình 3D bố trí thùng loa vào thùng xe

6.6 Thực nghiệm giảm sức cản bằng phương pháp dòng tia tổng hợp

6.6.1. Trình tự thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Tiến hành đo vận tốc từ bộ tia tổng hợp.

Thí nghiệm 2: Tiến hành đo có bộ tia tổng hợp để xác định lực tác dụng lên hệ thống gá đặt với điện áp 10v.

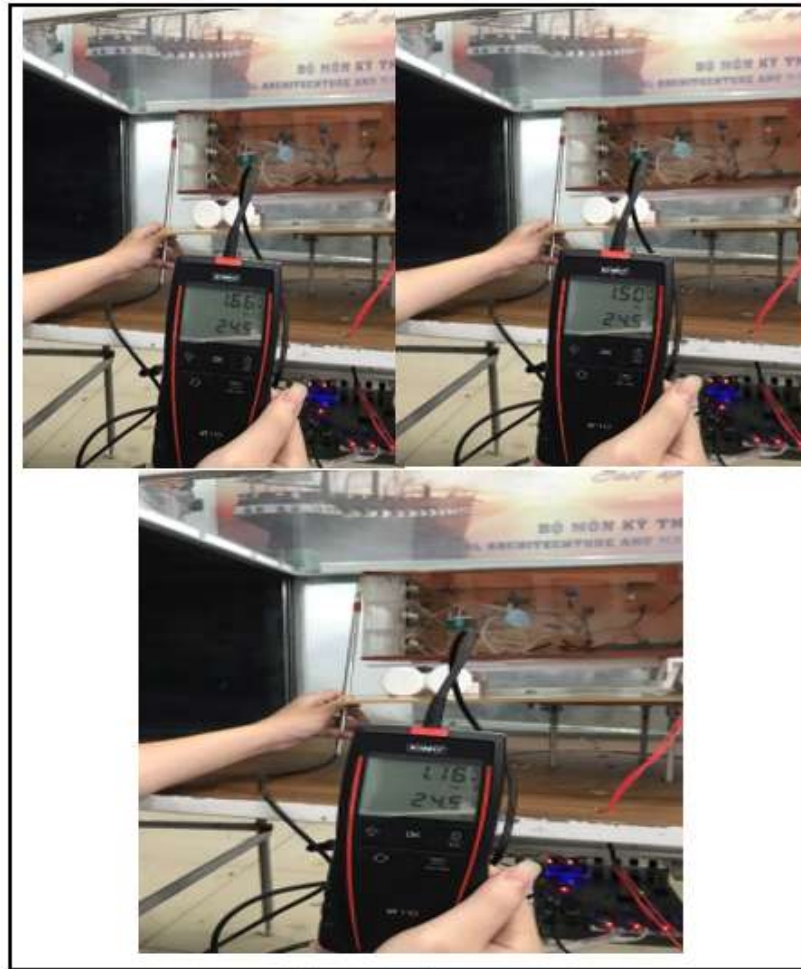
Thí nghiệm đo 3 lần.

6.6.2. Thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Tiến hành đo vận tốc từ bộ tia tổng hợp.

Mẫu thí nghiệm được lắp cố định trên tấm gá vật thể gắn trên đầu các thanh chống.

Đo vận tốc mô hình bằng máy đo VT-110.



Hình 6. 15 Ảnh đo vận tốc của bộ tia tổng hợp

Thí nghiệm 2: Tiến hành đo có bộ tia tổng hợp để xác định lực tác dụng lên hệ thống gá đặt với điện áp 10v.

Mẫu thí nghiệm được lắp cố định trên tấm gá vật thể gắn trên đầu các thanh chống. Khi động cơ hoạt động luồng khí với vận tốc xác định do động cơ tạo nên chuyển động tuần hoàn trong ống khí động tác động lên vật thể và được hệ thống thu nhận lại các giá trị đo về lực và áp suất.



Hình 6. 16 Hình ảnh thí nghiệm bộ tia tổng hợp

6.6.3. Kết quả

6.3.3.1 Thí nghiệm 1

Bảng 6. 5 Bảng đo vận tốc bộ tia tổng hợp

Số lần đo	Vận tốc đo được (m/s)
1	1.5
2	1.66
3	1.16

Sau khi đo vận tốc bộ tia tổng hợp vận tốc lớn nhất đo được 1.66 (m/s).

6.3.3.2. Thí nghiệm 2

Bảng 6. 6 Bảng đo lực tác dụng lên hệ thống

Điện áp	Giá trị lực đo được			Trung bình
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	
10	5.869	5.753	5.914	5.845

Sau khi đo đạt được kết quả thí nghiệm theo vận tốc gió, áp dụng công thức tính ra hệ số cản.

Áp dụng công thức (1-3) xác định hệ số cản

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{\rho_L}{2} v_\infty^2 A} \quad (1-3)$$

Trong đó:

F_D - Lực cản khí động [N], $F_D = 5.845$

ρ_L - Khối lượng riêng không khí [kg/m^3], $\rho_L = 1,225$ [kg/m^3].

v_∞ - Vận tốc chuyển động của dòng không khí hoặc của xe [m/s], $v_\infty = 25$ [m/s]

A - Tiết diện cản chính của xe [m^2], $A = 0.186 \times 0.125 = 0.02325$ [m^2]

C_D - Hệ số cản khí động.

Trừ hệ số cản của bộ đỡ.

Áp dụng công thức trên tính toán ta được bản số liệu kết quả đo thí nghiệm và các kết quả tính toán ở bảng sau:

Bảng 6. 7 kết quả tính hệ số cản

Hệ số cản (C_D)
0.650

6.3.3.3. Tính phần trăm hệ số cản

Sau khi thí nghiệm ta tính phần trăm, sau khi tính toán ta được kết quả:

Bảng 6. 8 Kết quả hệ số cản

Hệ số C_D mô hình cơ sở	Hệ số C_D có bộ tia tổng hợp	Hiệu của 2 hệ số cản $C_{D1}-C_{D2}$	Phần % giảm của hệ số C_D
0.704	0.650	0.054	7,6 %

6.4. Kết luận

Các kết quả đạt được tuy là những kết quả được xây dựng từ mô hình ô tô nhỏ hơn nhiều lần so với thực tế nhưng cũng cho được các thông số gần giống với thực tế.

Hệ số cản của ô tô thay đổi khi tốc độ gió thay đổi

Từ kết quả đo và thông số tính toán

Mô hình được trang bị bộ tạo tia hệ số cản giảm 7,6% so với mô hình cơ sở. Kết quả thực nghiệm còn bị sai lệch một phần nhỏ vì khi thí nghiệm đã bỏ qua yếu tố như: Biên dạng xe tải còn có sai lệch với bản vẽ, độ nhấp nhô của bề mặt xe tải cho lắp ghép, sai số trong đo đạc và ghi nhận số liệu.

KẾT LUẬN

Như vậy với 3 phương pháp giảm lực cản tác động lên mô hình xe tải thí nghiệm có thể thấy rằng phương pháp sử dụng bộ phun khí nén sẽ đạt được độ giảm hệ số cản cao nhất và thấp nhất khi sử dụng bộ tạo tia tổng hợp.

Tuy nhiên với bộ phun đều sử dụng khí nén mặc dù có đạt được độ giảm hệ số cản cao nhưng do đặc tính của phương pháp này là sử dụng dòng khí phun ra liên tục từ máy nén khí nên khi xét về mặt hiệu suất sẽ thấp hơn so với 2 phương pháp còn lại.

Với phương pháp sử dụng dòng tia tổng hợp có độ giảm hệ số cản thấp nhất so với 2 phương pháp trên tuy nhiên do sử dụng nguồn năng lượng cấp vào thấp hơn và dễ lắp đặt nên đạt được hiệu suất cao hơn khi sử dụng

Với phương pháp sử dụng bộ dao động chất lỏng có độ giảm hệ số cản ở mức trung bình sẽ là phương pháp tối ưu nhất khi vừa khắc phục được việc sử dụng nguồn năng lượng lớn cấp cho hệ thống giảm lực cản và vừa đạt được độ giảm hệ số cản cao.

Trong khi tiến hành thí nghiệm sẽ gặp nhiều sai lệch so với thực tế do điều kiện tiến hành thí nghiệm chưa đạt độ chính xác cao nhất, nhưng với kết quả đạt được là hợp lý và ổn định so với các phương pháp sử dụng.

Đề tài là cơ sở để từ đó có thể áp dụng vào việc kiểm nghiệm thay đổi thiết kế đối với ô tô khi cải tạo hình dáng. Bước tiếp theo của đề tài là có thể mở rộng thực nghiệm trên nhiều phương tiện lưu thông trên đường bộ, đường thủy cũng như các đối tượng khác liên quan đến động học.

Nghiên cứu ảnh hưởng của lực gió ngang và lực nâng khi ô tô chuyển động trên đường, sự ổn định của ô tô ở trạng thái quay vòng với tốc độ cao.

Các thành viên nhóm Đồ án tốt nghiệp xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy **TS. Phan Thành Long**, người đã trực tiếp hướng dẫn các thành viên trong nhóm hoàn thành Đồ án tốt nghiệp. Và xin gửi lời cảm ơn chân thành đến quý thầy cô và bạn bè đã giúp đỡ nhóm trong suốt thời gian qua.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ismail , Johanis John, Wina Libyawati, Damora Rhakasywi (2017). *Optimization Design of Open Circuit Wind Tunnel Suction Type*. Department of Mechanical Engineering, Universitas Pancasila, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640, Indonesia.
- [2] Denis Ngene, Jack Omburo (2016), *Conceptual Design Of A Low Speed Wind Tunnel*. Department of Aerospace and Aviation Engineering, The Technical University Of Kenya.
- [3] Wikipedia, Wind tunnel, [Wind tunnel - Wikipedia](#)
- [4] Wikipedia, Aerodynamics, [Aerodynamics - Wikipedia](#)
- [5] TS. Lương Ngọc Lợi (2008), Cơ học thủy khí ứng dụng, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [6] PGS.TS. Hoàng Đức Liên (2007), Giáo trình Kỹ thuật thủy khí, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, Hà Nội.