

**THUYẾT MINH ĐỀ TÀI
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG
NĂM 2016**

1. TÊN ĐỀ TÀI		2. MÃ SỐ: T2016-PC-022	
Nghiên cứu chế tạo bộ đo các thông số động lực học trong quá trình phanh ô tô			
3. THỜI GIAN THỰC HIỆN: Từ tháng 8 năm 2016 đến tháng 7 năm 2017			
4. CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI			
Họ và tên: Trần Thanh Tùng		Học hàm, học vị: Tiến sĩ	
Đơn vị: Viện Cơ Khí Động Lực		Điện thoại bộ môn: 0438692508	
Điện thoại di động: 0912732182		Email: tung.tranthanh2@hust.edu.vn	
5. DANH SÁCH THÀNH VIÊN CHÍNH THỰC HIỆN ĐỀ TÀI			
STT	Họ và tên	Đơn vị	Chữ ký
1.	Trần Thanh Tùng	Bộ môn Ô tô và Xe chuyên dụng	
2.	Trịnh Minh Hoàng	Bộ môn Ô tô và Xe chuyên dụng	
3.	Dương Ngọc Khánh	Bộ môn Ô tô và Xe chuyên dụng	
6. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU THUỘC LĨNH VỰC CỦA ĐỀ TÀI Ở TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC			
<u>6.1. Ngoài nước:</u>			
Thiết bị đo vận tốc ô tô trong quá trình phanh được nghiên cứu và phát triển tại nhiều phòng thí nghiệm trên thế giới, nhằm phục vụ cho sản xuất của các công ty và tập đoàn lớn. Các sản phẩm nghiên cứu trong các trường đại học thường gắn với các dự án của các công ty.			
<u>6.2 Trong nước:</u>			

Các thiết bị trong nước chủ yếu được nhập khẩu và phục vụ các ngành công nghiệp ô tô, đăng kiểm,... Chưa phát triển các thiết bị lắp đặt trực tiếp lên ô tô nhằm xác định vận tốc ô tô biến đổi trong quá trình phanh. Do đó, việc phát triển một hệ thống đo có khả năng kết nối chuyên đổi với máy tính qua các thuật toán điều khiển là cần thiết cho quá trình nghiên cứu.

6.3. Danh mục các công trình đã công bố (của chủ nhiệm, thành viên tham gia và những tài liệu liên quan đến đề tài).

1. Bosch: Automotive Handbook, 2011
2. Jacob Fraden: Handbook modern sensors,
4. Allan W M Bonnick: Vehicle electronic systems & fault diagnosis, 2003
5. Nguyễn Khắc Trai: Kỹ thuật chẩn đoán ô tô, NXB GTVT 2004
6. S. Leonhardt: Methods of fault diagnosis, 1997
7. Nguyễn Hữu Căn, Phạm Hữu Nam: Thí nghiệm ô tô, NXB KHKT 2002
8. Rolf Isermann: Diagnosis methods for electronic controlled vehicle, 2001
9. Dương Ngọc Khánh, “Nghiên cứu, thiết kế, xây dựng mô hình điều khiển và đề xuất bộ điều khiển hệ thống động lực cho ô tô điện dẫn động 4 bánh độc lập” – Chủ nhiệm đề tài T2013-18.
10. Dương Ngọc Khánh, “Thiết kế và chế tạo bộ đo hệ số bám đường của bánh xe ô tô” - Chủ nhiệm đề tài T2015-219.
11. Trịnh Minh Hoàng: “Sử dụng phần mềm Simulink mô phỏng độ mập mô mặt đường áp dụng để khảo sát dao động ô tô”, Tuyển tập các báo cáo khoa học, Hội nghị Cơ học toàn quốc, Hà Nội, 2004.

7. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Quá trình phanh ô tô là quá trình tạo ra lực cản chuyển động, làm giảm vận tốc đến giá trị mong muốn hoặc đến khi ô tô dừng hẳn. Hoặc giúp ô tô có thể đứng yên trên dốc. Nói chung trên ô tô máy kéo cũng như nhiều thiết bị máy móc khác khác người ta thường sử dụng lực ma sát sinh ra ở cơ cấu phanh. Trên ô tô lực ma sát sẽ tạo ra mô men cản chuyển động quay các bánh xe. Xét theo góc độ biến đổi năng lượng, quá trình phanh là quá trình biến đổi động năng chuyển động của ô tô thành nhiệt năng sinh ra tại các bề mặt ma sát như giữa má phanh với các đĩa ma sát, với trống phanh hay tại bề mặt ma tiếp xúc giữa lốp xe với mặt đường, giữa các phần tử vật liệu chế tạo bánh xe. Chính vì vậy, để hệ thống phanh hoạt động hiệu quả nó

phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Khả năng tích nhiệt của hệ thống phanh. Đây là khả năng hệ thống phanh có thể biến đổi động năng chuyển động của ô tô thành nhiệt năng và thải vào môi trường xung quanh. Như vậy, để hệ thống phanh hiệu quả thì quá trình nhiệt phải đảm bảo nhiệt tức là nhiệt độ bề mặt ma sát luôn trong điều kiện tốt, muốn vậy thì quá trình tản nhiệt phải thuận lợi. Các chi tiết ma sát phải có khả năng dẫn nhiệt cao, vật liệu chế tạo má phanh phải có cơ lý tính ổn định ở nhiệt độ cao.

- Yêu cầu về thời gian chậm tác dụng: Một thực tế là khi phanh thì bao giờ cũng có quá trình trễ một khoảng thời gian khi người lái bắt đầu tác dụng vào cơ cấu điều khiển đến khi bắt đầu xuất hiện lực phanh. Sự trễ thời gian tác động xảy ra với mọi hệ thống dẫn động cơ học, thủy lực, khí nén, điện. Tuy nhiên, với mỗi nguyên lý thì thời gian trễ là khác nhau. Nguyên nhân trễ do khe hở giữa các mối ghép cơ khí, sự thiếu dầu trong đường ống và nguyên nhân cơ bản do biến dạng đàn hồi và quá trình Quán tính. Thời gian trễ tác dụng lớn sẽ làm giảm an toàn quá trình phanh.

- Yêu cầu về lực bám trong quá trình phanh. Đây là yêu cầu tận dụng khả năng bám của ô tô với mặt đường lực phanh lớn nhất khi có trị số đạt lực bám $P_p = P\phi$. Nếu lực phanh lớn hơn lực bám thì xe sẽ bị trượt lê.

- Yêu cầu về ổn định của ô tô khi phanh và khả năng điều khiển của ô tô. Để đảm bảo yêu cầu này lực phanh phải đều giữa hai bánh xe chủ động và các bánh xe không được bó cứng. Yêu cầu này rất quan trọng vì khi tham gia giao thông xe thường vận hành với vận tốc lớn, khi cần phanh gấp nếu xảy ra mất điều khiển sẽ gây mất an toàn giao thông gây nguy hiểm tính mạng, các công trình ven đường và phương tiện khác cùng tham gia giao thông.

- Yêu cầu về nhả phanh. Yêu cầu này đòi hỏi quá trình phanh ô tô phải kết thúc ngay khi người lái rời chân khỏi bàn đạp phanh. Nếu quá trình này không đáp ứng tốt thì các chi tiết truyền động cũng như hệ thống phanh phải chịu tải trọng rất lớn và có thể dẫn đến các hư hỏng.

Sự biến đổi hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường trong quá trình phanh: Như phần trên đã trình bày, trong quá trình ô tô để có hiệu quả cần phải tạo ra một lực phanh (lực cản) lớn nhất giữa bánh xe với mặt đường.

Chất lượng phanh quyết định tới tính an toàn chuyển động của ô tô ngày càng cao khi mà vận tốc lưu hành ngày càng lớn. Trong quá trình phanh ô tô trên đường, việc xác định vận tốc thực và gia tốc của ô tô cũng là một thông số đầu vào rất quan trọng nhằm điều khiển quá trình

chuyển động cũng như quá trình phanh của ô tô. Hiện nay, việc xác định vận tốc tại trục hộp số hoặc bánh xe ô tô là chưa chính xác, do quá trình trượt của bánh xe trong quá trình làm việc, do đó phát triển một thiết bị đo và kiểm soát thông số vận tốc ô tô, đồng thời cung cấp thông số đầu vào cho hệ thống là cần thiết. Ngoài việc xác định các giá trị vận tốc và gia tốc, thiết bị cũng đảm bảo cung cấp đủ các thông số đầu vào trong quá trình nghiên cứu động lực học ô tô.

8. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

Chế tạo bộ đo vận tốc, gia tốc, quãng đường của ô tô trong quá trình phanh ô tô phục vụ các công việc nghiên cứu và thí nghiệm trên ô tô.

9. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Nội dung nghiên cứu 1: Thiết kế bộ bánh xe độc lập đo vận tốc ô tô, cụm gá lắp thiết bị trên ô tô.

Nội dung nghiên cứu 2: Nghiên cứu lựa chọn và lắp đặt cảm biến, kết nối, hiển thị và xử lý tín hiệu cảm biến.

Nội dung nghiên cứu 3: Điều khiển và kết nối máy tính, hiển thị kết quả, kiểm tra và phân tích các kết quả thí nghiệm.

10. SẢN PHẨM, CHUYỂN GIAO KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ĐỊA CHỈ ỨNG DỤNG

10.1 Sản phẩm:

- Sản phẩm khoa học:

- + Quy trình chế tạo bộ đo các thông số động lực học trong quá trình phanh ô tô .
- + 01 Bài báo khoa học đăng trên các tạp chí trong nước.

- Sản phẩm đào tạo: 02 kỹ sư và 01 thạc sĩ, phục vụ 02 luận án NCS

- Sản phẩm thiết bị:

+ Bộ bộ đo các thông số động lực học quá trình phanh ô tô, phục vụ đào tạo và nghiên cứu chuyên sâu về động lực học ô tô.

+ Bộ đo có khả năng lắp trên các xe có vận tốc dưới 60 km/h.

+ Bộ đo có khả năng sử dụng cho các dòng xe tải có tải trọng không giới hạn.

+ Thiết bị đo chỉ thí nghiệm trên mặt đường phẳng, ít mấp mô.

10.2 Địa chỉ có thể ứng dụng:

- Viện Cơ khí động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
- Các phòng thí nghiệm ô tô, các đơn vị nghiên cứu về ô tô.
- Các nhà máy sản xuất ô tô.

11. KINH PHÍ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

Kinh phí: 30.000.000 đ (Bằng chữ: Ba mươi triệu đồng chẵn)

11.1. Nội dung nghiên cứu và dự trù kinh phí theo các mục chi:

Người thực hiện	Chức danh	Khoản chi, nội dung chi	Số ngày công	Thành tiền (VNĐ)	Ghi chú
Trần Thanh Tùng	Chủ nhiệm	Nội dung nghiên cứu 1: Thiết kế bộ bánh xe độc lập đo vận tốc ô tô, cụm gá lắp thiết bị trên ô tô	10	6.500.000	
Trịnh Minh Hoàng	Thành viên chính	Nội dung nghiên cứu 2: Nghiên cứu lựa chọn và lắp đặt cảm biến đo vận tốc các kết nối, hiển thị và xử lý tín hiệu cảm biến	20	8.000.000	
Dương Ngọc Khánh	Thành viên chính	Nội dung nghiên cứu 3: Điều khiển và kết nối máy tính, hiển thị kết quả, kiểm tra và phân tích các kết quả thí nghiệm	15	6.000.000	
Tổng cộng:			45	20.500.000	

11.2. Chi mua vật tư, nguyên, nhiên, vật liệu, tài liệu, tư liệu: 9.500.000 VND

Tổng cộng (mục 11.1 + 11.2): **30.000.000 VND**

Tổng số tiền bằng chữ: Ba mươi triệu đồng chẵn.

Hà Nội, ngày tháng năm 2016

Hà Nội, ngày 01 tháng 8 năm 2016

HIỆU TRƯỞNG

Chủ nhiệm đề tài

Trần Thanh Tùng./.

Mục lục

1. Tổng quan	2
1.1. Đặt vấn đề	2
2. Cơ sở lý thuyết	5
2.1. Sự phanh và hệ thống phanh	5
2.1.1. Sự phanh ô tô	5
2.1.2. Hệ thống phanh	18
2.2. Các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả phanh	19
2.2.1. Lực phanh và lực phanh riêng	19
2.2.2. Gia tốc chậm dần	20
2.2.3. Thời gian phanh	20
2.2.4. Quãng đường phanh	21
2.3. Phương án thu thập dữ liệu	22
3. Thiết bị	25
3.1. Phần cứng	25
3.1.1. Bộ thu thập và xử lý dữ liệu NI USB 6210	25
3.1.2. Encoder	26
3.1.3. Bánh xe và khung cứng	26
3.2. Phần mềm	27
3.2.1. LabVIEW	27
3.2.2. Giao diện	27
3.2.3. Thuật toán	28
4. Thí nghiệm	29
4.1. Lắp đặt thiết bị	29
4.2. Cài đặt thông số ban đầu	30
4.3. Thu thập dữ liệu	30
5. Kết luận	34
Tài liệu tham khảo	35

Nghiên cứu chế tạo bộ đo các thông số động lực học trong quá trình phanh ô tô

1. Tổng quan

1.1. Đặt vấn đề

Thiết bị đo vận tốc ô tô trong quá trình phanh được nghiên cứu và phát triển tại nhiều phòng thí nghiệm trên thế giới, nhằm phục vụ cho sản xuất của các công ty và tập đoàn lớn. Các sản phẩm nghiên cứu trong các trường đại học thường gắn với các dự án của các công ty. Các thiết bị trong nước chủ yếu được nhập khẩu và phục vụ các ngành công nghiệp ô tô, đăng kiểm,... Chưa phát triển các thiết bị lắp đặt trực tiếp lên ô tô nhằm xác định vận tốc ô tô biến đổi trong quá trình phanh. Do đó, việc phát triển một hệ thống đo có khả năng kết nối chuyển đổi với máy tính qua các thuật toán điều khiển là cần thiết cho quá trình nghiên cứu.

Quá trình phanh ô tô là quá trình tạo ra lực cản chuyển động, làm giảm vận tốc đến giá trị mong muốn hoặc đến khi ô tô dừng hẳn. Hoặc giúp ô tô có thể đứng yên trên dốc. Nói chung trên ô tô máy kéo cũng như nhiều thiết bị máy móc khác khác người ta thường sử dụng lực ma sát sinh ra ở cơ cấu phanh. Trên ô tô lực ma sát sẽ tạo ra mô men cản chuyển động quay các bánh xe. Xét theo góc độ biến đổi năng lượng, quá trình phanh là quá trình biến đổi động năng chuyển động của ô tô thành nhiệt năng sinh ra tại các bề mặt ma sát như giữa má phanh với các đĩa ma sát, với trống phanh hay tại bề mặt ma tiếp xúc giữa lốp xe với mặt đường, giữa các phần tử vật liệu chế tạo bánh xe. Chính vì vậy, để hệ thống phanh hoạt động hiệu quả nó phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Khả năng tích nhiệt của hệ thống phanh. Đây là khả năng hệ thống phanh có thể biến đổi động năng chuyển động của ô tô thành nhiệt năng và thải vào môi trường xung quanh. Như vậy, để hệ thống phanh hiệu quả thì quá trình nhiệt phải đảm bảo nhiệt tức là nhiệt độ bề

mặt ma sát luôn trong điều kiện tốt, muốn vậy thì quá trình tản nhiệt phải thuận lợi. Các chi tiết ma sát phải có khả năng dẫn nhiệt cao, vật liệu chế tạo má phanh phải có cơ lý tính ổn định ở nhiệt độ cao.

- Yêu cầu về thời gian chậm tác dụng: Một thực tế là khi phanh thì bao giờ cũng có quá trình trễ một khoảng thời gian khi người lái bắt đầu tác dụng vào cơ cấu điều khiển đến khi bắt đầu xuất hiện lực phanh. Sự trễ thời gian tác động xảy ra với mọi hệ thống dẫn động cơ học, thủy lực, khí nén, điện. Tuy nhiên, với mỗi nguyên lý thì thời gian trễ là khác nhau. Nguyên nhân trễ do khe hở giữa các mối ghép cơ khí, sự thiếu dầu trong đường ống và nguyên nhân cơ bản do biến dạng đàn hồi và quá trình quán tính. Thời gian trễ tác dụng lớn sẽ làm giảm an toàn quá trình phanh.

- Yêu cầu về lực bám trong quá trình phanh. Đây là yêu cầu tận dụng khả năng bám của ô tô với mặt đường lực phanh lớn nhất khi có trị số đặt lực bám $P_p = P_\phi$. Nếu lực phanh lớn hơn lực bám thì xe sẽ bị trượt.

- Yêu cầu về ổn định của ô tô khi phanh và khả năng điều khiển của ô tô. Để đảm bảo yêu cầu này lực phanh phải đều giữa hai bánh xe chủ động và các bánh xe không được bó cứng. Yêu cầu này rất quan trọng vì khi tham gia giao thông xe thường vận hành với vận tốc lớn, khi cần phanh gấp nếu xảy ra mất điều khiển sẽ gây mất an toàn giao thông gây nguy hiểm tính mạng, các công trình ven đường và phương tiện khác cùng tham gia giao thông.

- Yêu cầu về nhả phanh. Yêu cầu này đòi hỏi quá trình phanh ô tô phải kết thúc ngay khi người lái rời chân khỏi bàn đạp phanh. Nếu quá trình này không đáp ứng tốt thì các chi tiết truyền động cũng như hệ thống phanh phải chịu tải trọng rất lớn và có thể dẫn đến các hư hỏng.

Sự biến đổi hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường trong quá trình phanh: Như phần trên đã trình bày, trong quá trình ô tô để có hiệu quả cần phải tạo ra một lực phanh (lực cản) lớn nhất giữa bánh xe với mặt đường.

Chất lượng phanh quyết định tới tính an toàn chuyển động của ô tô ngày càng cao khi mà vận tốc lưu hành ngày càng lớn. Trong quá trình phanh ô tô trên đường, việc xác định vận tốc thực và gia tốc của ô tô cũng là một thông số đầu vào rất quan trọng nhằm điều khiển quá trình chuyển động cũng như quá trình phanh của ô tô. Hiện nay, việc xác định vận tốc tại trục hộp số hoặc bánh xe ô tô là chưa chính xác, do quá trình trượt của bánh xe trong quá trình làm việc, do đó phát triển một thiết bị đo và kiểm soát thông số vận tốc ô tô, đồng thời cung cấp thông số đầu vào cho hệ thống là cần thiết. Ngoài việc xác định các giá trị vận tốc và gia tốc, thiết bị cũng đảm bảo cung cấp đủ các thông số đầu vào trong quá trình nghiên cứu động lực học ô tô.

Vì vậy, việc nghiên cứu và kiểm định và thực hiện các thí nghiệm về hệ thống phanh đang là vấn đề quan trọng, nhưng hiện chưa có các công cụ để đo đạc và thu thập các thông số động lực học trong quá trình phanh ô tô, khiến cho các nghiên cứu trở nên khó khăn. Do đó, nhóm tác giả đã lựa chọn đề tài: **“Nghiên cứu chế tạo bộ đo các thông số động lực học trong quá trình phanh ô tô”**.

Mục tiêu nghiên cứu

- Chế tạo bộ đo vận tốc, gia tốc, quãng đường của ô tô trong quá trình phanh ô tô.
- Phục vụ các công việc nghiên cứu và thí nghiệm trên ô tô.

Nội dung nghiên cứu

- Thiết kế bộ bánh xe độc lập đo vận tốc ô tô, cụm giá lắp thiết bị trên ô tô.
- Nghiên cứu lựa chọn và lắp đặt cảm biến, kết nối, hiển thị và xử lý tín hiệu cảm biến.

Điều khiển và kết nối máy tính, hiển thị kết quả, kiểm tra và phân tích các kết quả thí nghiệm.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Sự phanh và hệ thống phanh

2.1.1. Sự phanh ô tô

Động lực học bánh xe

Xét bánh xe mềm lăn trên nền cứng. Trường hợp này đúng với đa số ô tô thông thường vì bánh ô tô là bánh lốp cao su có không khí ở trong đương nhiên có độ cứng nhỏ hơn mặt đường nhựa hoặc bê tông và cả đường đất khô là loại đường ô tô thường xuyên sử dụng. Trường hợp này coi rằng mặt đường không biến dạng, chỉ có lốp biến dạng. Trong mục này ta xem xét trường hợp xe không chịu lực ngang.

Phản lực thẳng đứng từ mặt đường tác dụng lên bánh xe

Khi xe đứng yên

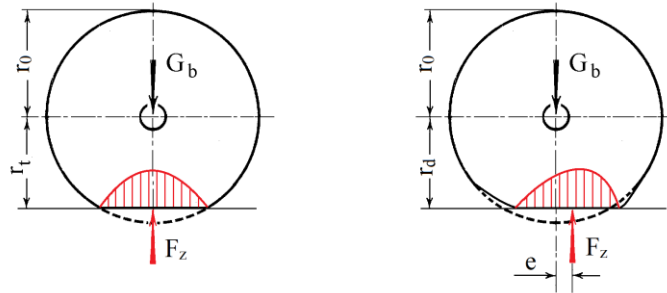
Khi đứng trên mặt đường, bánh xe và mặt đường biến dạng tạo nên vùng tiếp xúc với mặt đường. Áp lực từ mặt đường lên bánh xe phân bố đối xứng qua trục thẳng góc đi qua tâm bánh xe và hợp lực của chúng là F_z cũng nằm trên trục đó. Mặt khác bánh xe chịu trọng lượng của xe tác dụng lên bánh xe G'_b và trọng lượng của chính bánh xe G''_b .

Kết hợp G''_b với G'_b ta có $G_b = G'_b + G''_b$.

Như vậy khi xe đứng yên bánh xe chỉ chịu các lực thẳng đứng G_b và F_z .

Khi xe chuyển động

Các nghiên cứu, đo đạc của các nhà nghiên cứu cho thấy khi xe chuyển động, biến dạng của lốp ở vị trí vào vùng tiếp xúc và ra khỏi vùng tiếp xúc (với mặt đường) khác nhau làm cho diện tích tiếp xúc giữa lốp và mặt đường lệch về phía trước (theo hướng chuyển động của xe). Áp suất tại diện tích tiếp xúc cũng phân bố lệch về phía trước.. Do vậy hợp lực F_z nằm lệch về phía trước một khoảng e so với trục thẳng góc đi qua tâm bánh.



Phản lực thẳng đứng từ mặt đường tác dụng lên bánh xe

Động lực học bánh xe

Trường hợp tổng quát

Xét một bánh xe đang chuyển động (hình 2.9). Bánh xe có khối lượng m , mô men quán tính khối lượng I , bán kính động lực học r_d . Bánh xe (và xe) chuyển động tịnh tiến theo chiều x , chuyển động quay theo chiều φ . Trong trường hợp tổng quát bánh xe chịu các lực và mô men ngoại lực sau đây:

- Từ phía khung xe: Lực dọc F_x' và lực thẳng đứng F_z' ;
- Từ phía mặt đường: Phản lực pháp tuyến F_z , phản lực tiếp tuyến F_x ;
- Trọng lượng bánh xe mg ;
- Mô men M .

Phản lực thẳng đứng F_z là tổng hợp lực từ mặt đường tác dụng lên bánh xe trong vùng tiếp xúc giữa bánh xe với mặt đường. Như đã trình bày ở mục 2.2.1 hợp lực F_z nằm lệch về phía trước (theo chiều chuyển động của xe) so với đường thẳng đứng đi qua tâm bánh xe một khoảng là e (hình 2.9).

Phương trình chuyển động tổng quát của bánh xe như sau:

$$m\ddot{x} = F_x - F_x'$$

$$m\ddot{z} = F_z - F_z' - mg$$

$$I\ddot{\varphi} = M - F_z e - F_x r_d$$

Xét trường hợp xe và bánh xe không có dịch chuyển thẳng đứng (không dao động thẳng đứng) $\ddot{z} = 0$. Khi đó từ 2.5 ta có:

$$F_z = F_z' + mg$$

mg chính là trọng lượng bản thân bánh xe; khi xe không dao động thẳng đứng thì F_z' là trọng lượng xe phân bố lên bánh xe.

Đặt: $G_b = F_z' + mg$

Ta có: $F_z = G_b$

Từ 2.6 ta có:
$$F_x = \frac{M}{r_d} - \frac{I\ddot{\varphi}}{r_d} - \frac{F_z e}{r_d}$$

Khảo sát các thành phần của F_x trong biểu thức 2.8:

- Thành phần $\frac{I\ddot{\varphi}}{r_d}$ chỉ có khi xe chuyển động có gia tốc;
- Thành phần $\frac{F_z e}{r_d}$:
 - Thành phần này có khi xe chuyển động (khi xe đứng yên $e = 0$),
 - Biểu thức 2.8 cho thấy thành phần này ngược dấu với F_x có nghĩa là ngược chiều chuyển động (xem hình 2.9).

Như vậy ta thấy thành phần này cản trở chuyển động của bánh xe và được định nghĩa là lực cản lăn ký hiệu F_f .

$$F_f = \frac{e}{r_d} F_z = \frac{e}{r_d} G_b$$

Đặt:

$$f = \frac{e}{r_d}$$

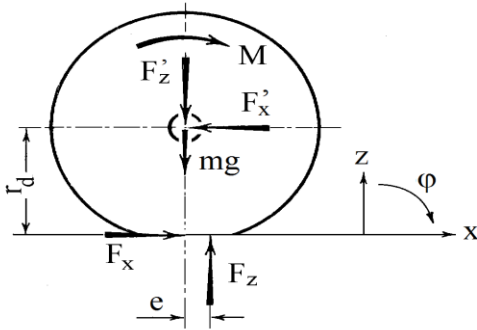
f là một hệ số không thứ nguyên được gọi là hệ số cản lăn.

Như vậy:

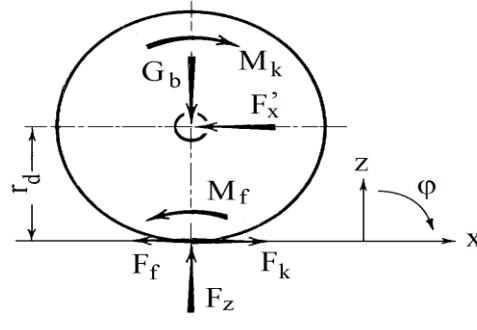
$$F_f = fF_z = fG_b$$

Tích số F_f và r_d được gọi là mô men cản lăn, ký hiệu M_f .

$$F_f r_d = M_f$$



Lực tác động khi kéo



Lực tác động khi phanh

Thành phần $\frac{M}{r_d}$ có khi bánh xe chịu mô men (mô men chủ động hoặc mô men phanh).

Từ 2.4 ta có:

$$F_x = m\ddot{x} + F_x'$$

Thay vào 2.8:

$$\frac{M}{r_d} - \frac{l\ddot{\varphi}}{r_d} - \frac{F_z e}{r_d} - m\ddot{x} - F_x' = 0$$

Biểu thức 2.12 là phương trình cân bằng các lực dọc tác dụng lên bánh xe khi chuyển động trong trường hợp tổng quát. Sau đây ta sẽ xét từng trường hợp cụ thể.

Bánh xe chủ động

Đối với bánh xe chủ động thì mô men M tác dụng vào bánh xe được truyền từ động cơ và được gọi là mô men chủ động M_k . Nếu nguồn động lực của xe là động cơ đốt trong với mô men M_e , hệ thống truyền lực có tỉ số truyền i_t , hiệu suất truyền lực η_t thì M_k được xác định bằng biểu thức:

$$M_k = M_e i_t \eta_t$$

Lúc này $\frac{M}{r_d}$ trong biểu thức 2.12 trở thành $\frac{M_k}{r_d}$ và được định nghĩa là lực kéo, ký hiệu F_k .

$$F_k = \frac{M_k}{r_d} = \frac{M_e i_t \eta_t}{r_d}$$

Biểu thức 2.12 trở thành:
$$F_k = F_f + F'_x + m\ddot{x} + \frac{I\ddot{\phi}}{r_d}$$

Từ biểu thức 2.15 ta thấy: Lực kéo tiếp tuyến F_k ở bánh xe sẽ khắc phục lực cản lăn và lực cản quán tính của bánh xe, phần còn lại sẽ thông qua bánh xe và trục bánh xe tác dụng vào khung xe (lực F'_x). Lực này sẽ thông qua khung xe đẩy vào bánh xe bị động đồng thời khắc phục các lực cản chuyển động của xe. Trường hợp xe chuyển động ổn định (không có gia tốc) thành phần quán tính sẽ không có. Như đã nói ở trên, khi khảo sát chuyển động của cả xe, thành phần này được gộp vào thành phần quán tính của thân xe và các bánh xe khác thành lực quán tính chung của cả xe.

Để đánh giá khả năng truyền lực kéo của bánh xe người ta đưa ra thông số hệ số lực kéo p_k . Hệ số lực kéo được định nghĩa là tỉ số giữa lực kéo F_k và phản lực thẳng đứng từ mặt đường tác dụng vào bánh xe F_z .

$$p_k = \frac{F_k}{F_z}$$

Để tiện lợi cho việc khảo sát bánh xe ta quy ước vẽ bánh xe chủ động với các lực tác dụng như trên hình 2.10 trong đó ta đặt phản lực thẳng đứng từ mặt đường lên bánh xe đi qua

tâm bánh xe và do đó xuất hiện mô men cản lăn M_f , phản lực tiếp tuyến từ mặt đường tác dụng lên bánh xe lúc này có 2 thành phần: lực cản lăn F_f và lực kéo tiếp tuyến F_k , thành phần lực quán tính được gộp vào lực cản quán tính của cả xe.

Bánh xe chịu mô men phanh

Đối với bánh xe khi phanh thì mô men M tác dụng vào bánh xe là mô men phanh M_p do cơ cấu phanh sinh ra. M_p có chiều ngược với chiều quay của bánh xe. Phản lực từ khung xe tác dụng vào bánh xe theo chiều dọc F'_x cùng chiều chuyển động của xe (ngược với chiều của F'_x trên hình 2.9). Khi phanh \ddot{x} có chiều ngược với chiều chuyển động của xe (chiều x) và $\ddot{\varphi}$ có chiều ngược với chiều quay của bánh xe (chiều φ).

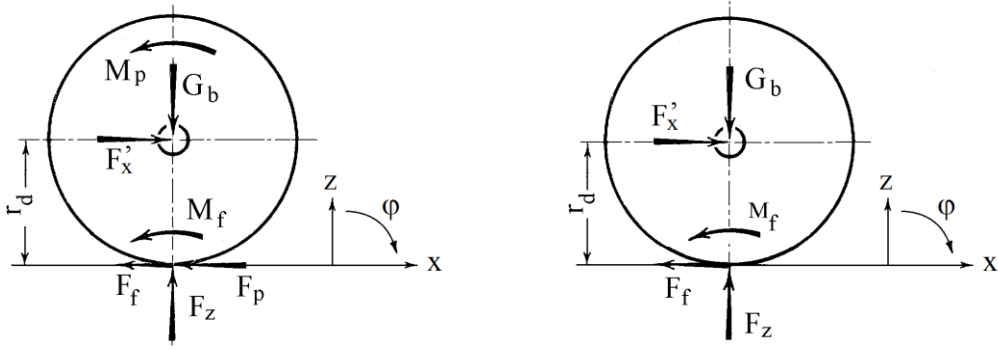
Biểu thức 2.12 lúc này trở thành:

$$-\frac{M_p}{r_d} = F_z \frac{e}{r_d} - F'_x - m\ddot{x} - \frac{I\ddot{\varphi}}{r_d}$$

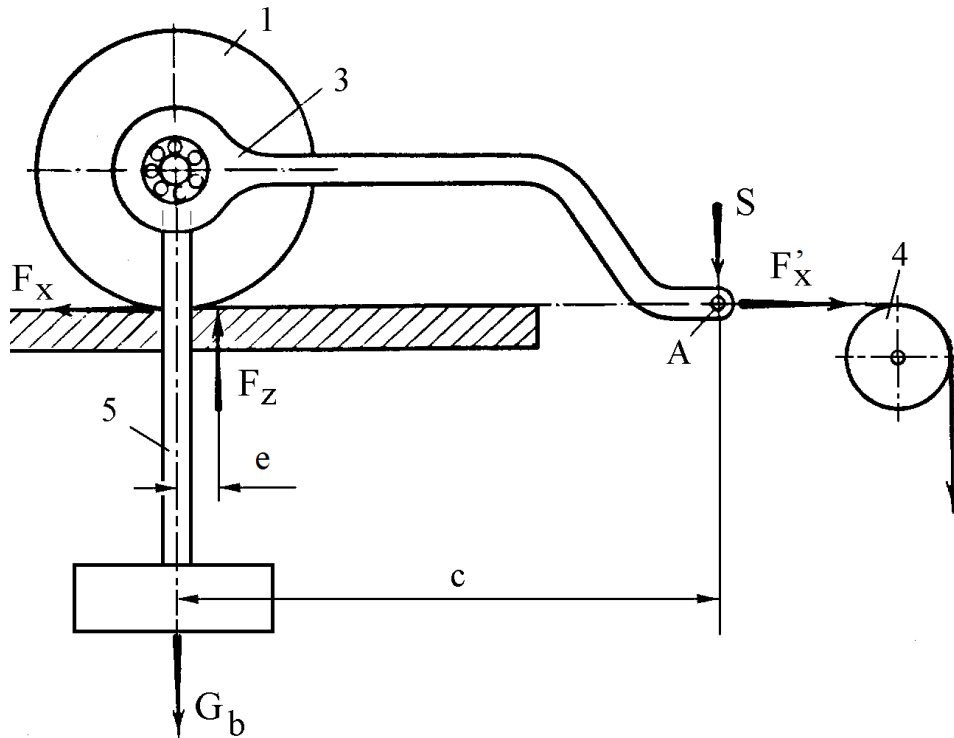
Thành phần $\frac{M_p}{r_d}$ trong biểu thức 2.17 được định nghĩa là lực phanh, ký hiệu F_p .

Biểu thức 2.17 trở thành:
$$F_k = F_f + F'_x + m\ddot{x} + \frac{I\ddot{\varphi}}{r_d}$$

Từ biểu thức 1.18 ta thấy: Lực phanh F_p một phần thắng lực quán tính của bánh xe, phần còn lại (lực F'_x) thông qua bánh xe tác dụng lên khung xe để cản lại chuyển động của xe khi phanh và là lực tạo ra gia tốc chậm dần của xe khi phanh. Lúc này lực cản lăn ở bánh xe cũng như lực cản khác của xe (như lực cản không khí) có tác dụng hỗ trợ cho lực phanh. Tương tự như đối với bánh xe chủ động, khi khảo sát chuyển động của cả xe, thành phần này được gộp vào thành phần quán tính của thân xe và các bánh xe khác thành lực quán tính chung của cả xe.



Để đánh giá khả năng truyền lực phanh của bánh xe người ta đưa ra thông số hệ số lực phanh p_p . Hệ số lực phanh được định nghĩa là tỉ số giữa lực phanh F_p và phản lực thẳng đứng từ mặt đường tác dụng vào bánh xe F_z .



Sơ đồ thiết bị đo khoảng dịch chuyển của phản lực thẳng đứng lên bánh xe

$$P_p = \frac{F_p}{F_z} = \frac{F_p}{G_b}$$

Tương tự như đối với bánh xe chủ động, để tiện lợi cho việc khảo sát bánh xe ta quy ước vẽ bánh xe chịu mô men phanh với các lực tác dụng như trên hình 2.11.

Đối với bánh xe chịu mô men phanh, khoảng cách e (khoảng dịch chuyển về phía trước của phản lực thẳng đứng từ mặt đường tác dụng vào bánh xe) phụ thuộc nhiều vào giá trị M_p . Các nhà khoa học Xô viết đã chế tạo ra thiết bị đơn giản để đo được giá trị a khi chịu mô men phanh. Thiết bị này có sơ đồ như trên hình 2.13.

Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của thiết bị này như sau:

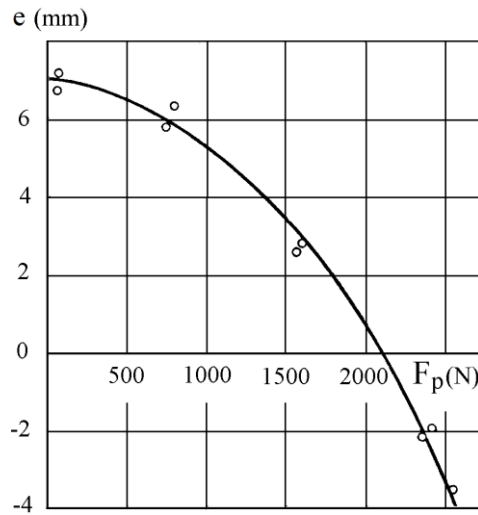
Bánh xe 1 được đặt trên một tấm phẳng nằm ngang 2. Bánh xe được treo một vật nặng 5 sao cho tổng trọng lượng của 1, 3 và 5 là G_b . Trên trục bánh xe được lắp cần 3 để kéo bánh xe. Tại vị trí A của cần 3 được tác động một lực kéo F'_x . Lực kéo F'_x được tạo bởi một động cơ điện (không có trong sơ đồ) qua ròng rọc 4. Cũng tại vị trí A của cần 3 theo phương thẳng đứng người ta đặt một thiết bị đo lực thẳng đứng S phát sinh khi kéo bánh xe.

Khi kéo bánh xe chuyển động, tại vị trí tiếp xúc giữa bánh xe với tấm 2 có phản lực pháp tuyến F_z và phản lực tiếp tuyến F_x . Phản lực F_x cân bằng với lực kéo F'_x . Phản lực F_z sẽ bị lệch về phía trước một khoảng a , điều này được thể hiện bằng việc xuất hiện lực S.

Cân bằng mô men với tâm bánh xe ta có:

$$F_z e = Sc \quad \text{do đó:} \quad e = \frac{Sc}{F_z}$$

Bánh xe thí nghiệm có lắp cơ cấu phanh và do đó dễ dàng tạo ra mô men phanh khi thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm với bánh xe của xe ГА3-АА với kết quả như trên hình 2.14.



Sự thay đổi của khoảng cách dịch chuyển e theo lực phanh

Khi không phanh (tương ứng với bánh xe bị động) $e = 7$ mm. Khi giá trị lực phanh F_p (không xét đến dấu), trên hình vẽ là F_x

hay F_b) tăng lên thì e giảm xuống (hình 2.14). Khi lực phanh đạt 2000N thì $e = 0$, nghĩa là lúc đó phản lực F_z đi qua tâm bánh xe. Khi phanh cực đại (bánh xe bị trượt lết), $e = -4$ mm.

Như vậy khi phanh cực đại phản lực mặt đường tác dụng lên bánh xe dịch chuyển ra phía

sau (theo chiều chuyển động của xe) vì thế thành phần “lực cản lăn” $\frac{e}{r_d} F_z$ lúc này có giá trị âm. Tuy nhiên như đã nói ở trên giá trị $F_f \ll F_p$ nên để đơn giản khi khảo sát bánh xe chịu mô men phanh ta có thể bỏ qua lực cản lăn F_f .

Bánh xe bị động

Bánh xe bị động là bánh xe không có mô men từ động cơ truyền xuống (không có mô men chủ động), như vậy $M = 0$. Bánh xe bị động chuyển động được là nhờ lực đẩy từ khung xe F'_x do đó F'_x cùng chiều với chiều chuyển động của xe (ngược với chiều của F'_x trên hình 2.9).

Biểu thức 2.12 lúc này trở thành:

$$F_z \frac{e}{r_d} - F'_x + m\ddot{x} + \frac{I\ddot{\varphi}}{r_d} = 0$$

$$F'_x = F_f + m\ddot{x} + \frac{I\ddot{\varphi}}{r_d} \quad (2.20)$$

Nhìn vào biểu thức 2.20 ta thấy để bánh xe chuyển động được, lực đẩy từ khung xe phải thắng lực cản lăn và lực cản quán tính của bánh xe. Trường hợp xe chuyển động ổn định (không có gia tốc) thành phần quán tính sẽ không có và lực đẩy từ khung xe chỉ phải thắng lực cản lăn của bánh xe. Tương tự như đối với bánh xe chủ động và bánh xe khi phanh, khi khảo sát chuyển động của cả xe, thành phần quán tính của bánh xe được gộp vào thành phần quán tính của thân xe và các bánh xe khác thành lực quán tính chung của cả xe.

Để tiện lợi cho việc khảo sát bánh xe, ta quy ước vẽ bánh xe bị động với các lực tác dụng như trên hình 2.14.

Sự trượt của bánh xe

Khi bánh xe lăn tinh (không trượt) lăn được n vòng thì quãng đường đi được s của bánh xe là:

$$s = 2n\pi r_d$$

r_d là bán kính động lực học của bánh xe.

Tuy nhiên trên thực tế có thể xảy ra $s \neq 2n\pi r_d$. Hiện tượng $s \neq 2n\pi r_d$ được gọi là hiện tượng trượt của bánh xe.

Một cách khác đi khi bánh xe lăn không trượt với vận tốc góc ω_b thì vận tốc dài v của xe là:

$$v = \omega_b r_d$$

Hiện tượng $v \neq \omega_b r_d$ được gọi là hiện tượng trượt của bánh xe.

Chúng ta biết rằng sự lăn không trượt (lăn tinh) chỉ có thể có ở bánh xe lý tưởng. Đối với bánh xe không có mô men xoắn (bánh xe bị động không phanh) sự trượt thường không đáng kể. Tuy nhiên đối với các bánh xe có mô men xoắn, cụ thể trên bánh xe ô tô là mô men chủ động M_k và mô men phanh M_p thì luôn có sự trượt.

Bánh xe chủ động

Đối với bánh xe chủ động tức bánh xe chịu mô men chủ động M_k xảy ra $v < \omega_b r_d$.

Hiện tượng $v < \omega_b r_d$ được gọi là hiện tượng trượt của bánh xe chủ động.

Để đánh giá mức độ trượt người ta đưa ra hệ số trượt đối với bánh xe chủ động λ_k . Hệ số trượt λ_k được định nghĩa như sau:

$$\lambda_k = \frac{\omega_b r_d - v}{\omega_b r_d} = 1 - \frac{v}{\omega_b r_d}$$

Khi $v = \omega_b r_d$: bánh xe không bị trượt, khi đó $\lambda_k = 0$;

Khi $v = 0$: bánh xe bị trượt quay hoàn toàn, khi đó $\lambda_k = 1$.

Sự trượt của bánh xe chủ động xảy ra chủ yếu theo hai quá trình và do hai nguyên nhân chính sau đây:

Trượt do biến dạng của lốp: Lốp làm bằng vật liệu cao su có tính đàn hồi do đó khi có mô men chủ động M_k , các thớ lốp trước khi vào vùng tiếp xúc bị nén lại, các thớ lốp ra khỏi vùng tiếp xúc phía sau sẽ bị căng ra. Hiện tượng này làm cho quãng đường s giảm đi và sự trượt ở giai đoạn này là trượt do biến dạng. Giai đoạn này độ trượt λ_k và mô men M_k (hay lực kéo F_k) có quan hệ gần như là tuyến tính.

Trượt do có chuyển động tương đối giữa hai bề mặt lốp và đường: Khi mô men chủ động M_k đạt đến một giá trị nhất định, sẽ có sự chuyển động tương đối giữa lốp và đường. Lúc này quan hệ giữa độ trượt λ_k và mô men M_k không còn tuyến tính nữa. Đến một giá trị nào

đó, mô men M_k đạt giá trị cực đại và nếu sự trượt tiếp tục tăng thì mô men M_k giảm đi. Điều này được lý giải là do có sự trượt giữa bề mặt lốp và đường làm sinh nhiệt làm hỏng vật liệu lốp (và cả đường nếu đường là bê tông nhựa). Kết quả các thí nghiệm cho thấy hệ số lực kéo đạt cực đại khi độ trượt đạt khoảng $0,15 \div 0,2$ ($15 \div 20\%$).

Bánh xe chịu mô men phanh

Đối với bánh xe khi phanh tức bánh xe chịu mô men phanh M_p xảy ra $v > \omega_b r_d$.

Hiện tượng $v > \omega_b r_d$ được gọi là hiện tượng trượt của bánh xe khi phanh.

Để đánh giá mức độ trượt người ta đưa ra hệ số trượt đối với bánh xe phanh λ_p . Hệ số trượt λ_p được định nghĩa như sau:

$$\lambda_p = \frac{\omega_b r_d - v}{v} = \frac{\omega_b r_d}{v} - 1$$

Khi $v = \omega_b r_d$: bánh xe không bị trượt, khi đó $\lambda_p = 0$;

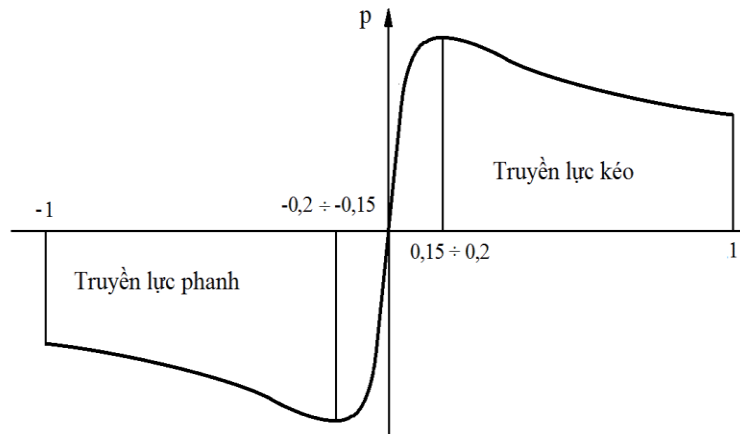
Khi $\omega_b = 0$: bánh xe bị trượt lết hoàn toàn, khi đó $\lambda_p = -1$.

Tương tự như bánh xe chủ động, sự trượt của bánh xe chịu lực phanh xảy ra chủ yếu theo hai quá trình và do hai nguyên nhân chính sau đây:

Trượt do biến dạng của lốp: Khi có mô men phanh M_p , các thớ lốp trước khi vào vùng tiếp xúc bị căng ra, các thớ lốp ra khỏi vùng tiếp xúc phía sau sẽ bị nén lại. Hiện tượng này làm cho quãng đường s tăng lên và sự trượt ở giai đoạn này là trượt do biến dạng. Giai đoạn này độ trượt λ_p và mô men M_p (hay lực phanh F_p) có quan hệ gần như là tuyến tính.

Trượt do có chuyển động tương đối giữa hai bề mặt lốp và đường: Khi mô men phanh M_p đạt đến một giá trị nhất định, sẽ có sự chuyển động tương đối giữa lốp và đường. Lúc này quan hệ giữa độ trượt δ_p và mô men M_p không còn tuyến tính nữa. Đến một giá trị

nào đó, mô men M_p đạt giá trị cực đại và nếu sự trượt tiếp tục tăng thì mô men M_p giảm đi. Điều này cũng là do có sự trượt giữa bề mặt lốp và đường làm sinh nhiệt làm hỏng vật liệu lốp (và cả đường nếu đường là bê tông nhựa). Kết quả các thí nghiệm cho thấy hệ số lực phanh đạt cực đại khi độ trượt đạt khoảng $-0,2 \div -0,15$ (tương tự như khi chịu lực chủ động).



Khả năng truyền lực dọc của bánh xe

Trong trường hợp tổng quát, ta khảo sát quá trình làm việc của bánh xe khi chịu mô men (chủ động và phanh). Lực kéo và lực phanh là lực dọc ký hiệu là F_x , (khi truyền lực kéo F_x có giá trị dương và khi truyền lực phanh F_x có giá trị âm). Ta định nghĩa hệ số truyền lực dọc là p như sau:

$$p = \frac{F_x}{F_z} = \frac{F_x}{G_b}$$

Khi truyền lực kéo p có giá trị dương và khi truyền lực phanh p có giá trị âm.

Như vậy khả năng truyền lực dọc của xe cũng có giới hạn nhất định. Đồ thị là cơ sở để xây dựng mô hình bánh xe và điều khiển tối ưu lực kéo, lực phanh.

Quá trình làm giảm vận tốc ô tô (trong các trường hợp: cần phải dừng xe; gặp chướng ngại vật; gặp đường xấu;...) được gọi là quá trình phanh ô tô và được thực hiện bằng hệ thống phanh.

Khi xe chuyển từ v_1 đến v_2 ($v_1 > v_2$) xe thực hiện một chuyển động chậm dần, nghĩa là phải tạo cho xe một gia tốc j_p ngược chiều với chiều chuyển động, tức là phải tạo ra một lực, cản lại sự chuyển động của xe. Lực này được gọi là lực phanh.

Tuy nhiên trên ô tô ngoài khối lượng chuyển động tịnh tiến còn có khối lượng chuyển động quay bao gồm bánh xe và các chi tiết liên quan động học đến bánh xe. Do vậy lực tác dụng vào xe để tạo ra gia tốc j_p phải là:

$$F = mj_p \delta$$

Trong đó δ là hệ số kể đến ảnh hưởng của các khối lượng quay khi phanh xe.

Xe có khối lượng m chạy với vận tốc v sẽ có động năng:

$$L = \frac{mv^2}{2}$$

Mặt khác giả sử xe đang chạy với vận tốc v_1 và có nhu cầu giảm vận tốc xuống v_2 . Khi đó cần phải tiêu phí một năng lượng:

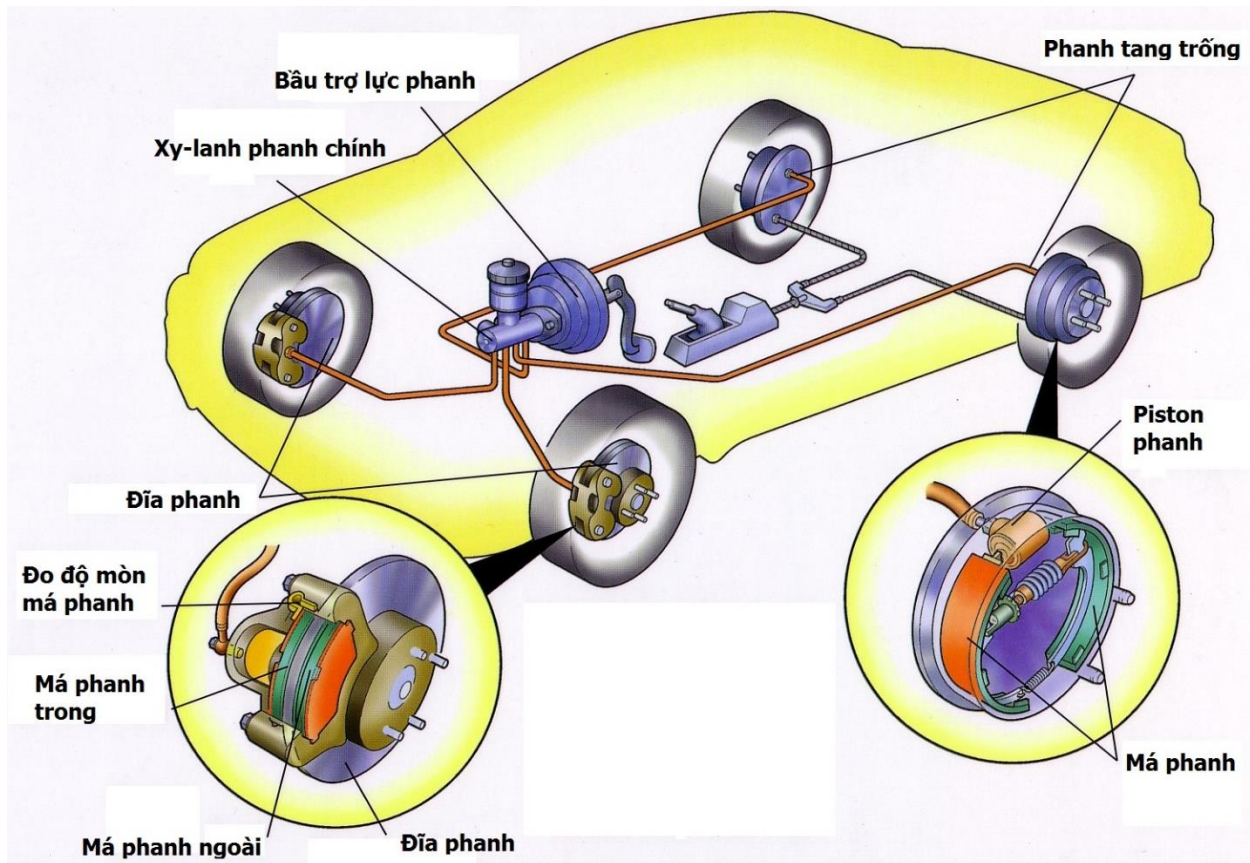
$$\Delta L = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)m(v_1^2 - v_2^2)}{2}$$

2.1.2. Hệ thống phanh

Hệ thống phanh trên ô tô thường có 2 bộ phận chính:

- Bộ phận cơ cấu phanh: Có chức năng sinh ra mô men phanh, tức mô men cản lại sự quay của bánh xe.

- Bộ phận dẫn động phanh: Truyền lực điều khiển từ người lái hoặc từ một nguồn năng lượng nào đó (ví dụ khí nén) đến cơ cấu phanh để điều khiển cơ cấu phanh sinh ra mô men phanh.



Hình 1: Hệ thống phanh trên ô tô

2.2. Các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả phanh

2.2.1. Lực phanh và lực phanh riêng

Mỗi loại xe tùy theo trọng lượng, mô men phanh yêu cầu được xác định và hệ thống phanh thiết kế phải đảm bảo sinh ra lực phanh yêu cầu.

Trị số lực phanh F_p chỉ có ý nghĩa đối với từng loại xe cụ thể. Xe có trọng lượng khác nhau đòi hỏi lực phanh khác nhau. Để đánh giá tổng quát hơn người ta đưa ra thông số lực phanh riêng p_p :

$$p_p = \frac{F_p}{G}$$

- G là trọng lượng đặt lên bánh xe phanh.

Tại các trạm đăng kiểm ở Việt Nam, xe kiểm tra nếu $p = 0,5$ là đạt yêu cầu.

2.2.2. Gia tốc chậm dần

Xét trường hợp phanh xe trên đường bằng không kéo moóc, bỏ qua lực cản lăn và lực cản không khí, ta có:

$$F_p = F_{p1} + F_{p2} = mj_p \delta$$

Khi phanh với lực cực đại, gia tốc cũng sẽ đạt cực đại.

Gia tốc chậm dần của xe thay đổi trong quá trình phanh. Khi đo gia tốc chậm dần người ta quan tâm đến 2 giá trị:

- Gia tốc chậm dần cực đại
- Gia tốc chậm dần trung bình

2.2.3. Thời gian phanh

Khi phanh gia tốc của ô tô là gia tốc chậm dần, vecto gia tốc ngược chiều với chuyển động của xe. Ta có:

$$j_p = -\frac{dv}{dt} = \frac{F_p}{m\delta} \rightarrow dt = -\frac{m\delta}{F_p} dv$$

Thời gian phanh từ khi xe có vận tốc v_1 đến khi xe có vận tốc v_2 là:

$$t = \int_{v_1}^{v_2} -\frac{m\delta}{F_p} dv = \int_{v_2}^{v_1} \frac{m\delta}{F_p} dv$$

Khi phanh với lực phanh cực đại sẽ có thời gian phanh cực tiểu:

$$t_{min} = \int_{v_2}^{v_1} \frac{m\delta}{F_{pmax}} dv = \frac{m\delta}{F_{pmax}} (v_1 - v_2)$$

Nếu phanh cho xe dừng lại ($v_2 = 0$):

$$t_{min} = \frac{m\delta}{F_{pmax}} v_1$$

2.2.4. Quãng đường phanh

Ta có:

$$j_p = \frac{F_p}{m\delta} = -\frac{dv}{dt}$$

Nhân hai vế của biểu thức trên với ds ta có:

$$\frac{F_p}{m\delta} ds = -\frac{ds}{dt} dv = -v dv \rightarrow ds = -\frac{m\delta}{F_p} v dv$$

Quãng đường phanh từ khi xe có vận tốc v_1 đến khi xe có vận tốc v_2 là:

$$s = \int_{v_1}^{v_2} -\frac{m\delta}{F_p} v dv = \int_{v_2}^{v_1} \frac{m\delta}{F_p} v dv = \frac{m\delta}{2F_p} (v_1^2 - v_2^2)$$

Khi phanh với lực cực đại thì quãng đường phanh sẽ là cực tiểu:

$$s_{min} = \frac{m\delta}{2F_{pmax}} (v_1^2 - v_2^2)$$

Nếu phanh cho đến khi xe dừng lại ($v_2 = 0$):

$$s_{min} = \frac{m\delta}{2F_{pmax}} v_1^2$$

2.3. Phương án thu thập dữ liệu

Ta nhận thấy rằng trong quá trình phanh, bánh xe sẽ bị trượt, tức là sẽ không thể đo chính xác được thông số động học của xe thông qua các bánh xe. Vì vậy ta sẽ lắp thêm trên xe một bánh xe nữa, gọi là bánh xe số 5. Bánh xe này do không chịu lực phanh nên sẽ không bị trượt và ta có thể đo được vận tốc chậm dần, gia tốc chậm dần thông qua bánh xe này.

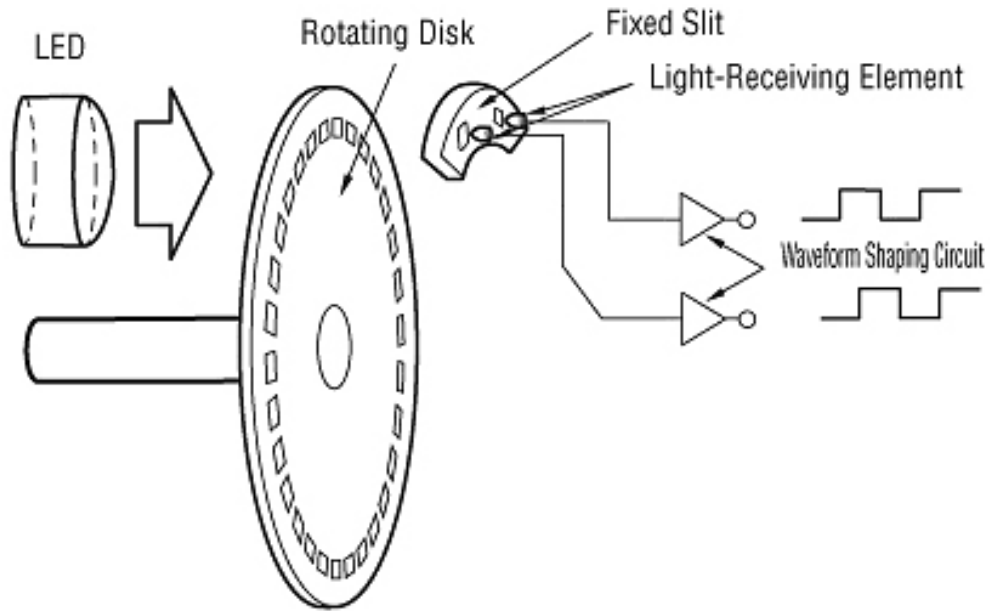


Hình 2: Bánh xe số 5 lắp trên xe MITSUBISHI JOLIE

Để có thể thu thập được các thông số thông qua bánh xe số 5, ta sử dụng một cảm biến vận tốc, gọi là encoder.

Encoder cấu tạo gồm hai thành phần:

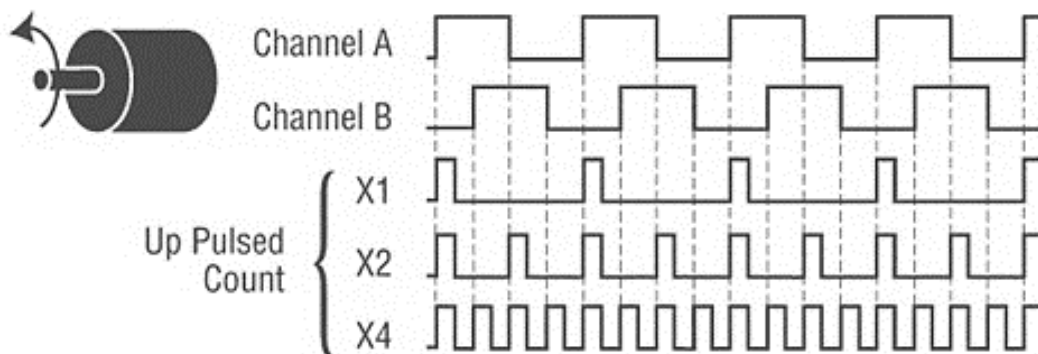
- Một cặp diode thu phát tín hiệu quang học.
- Một đĩa tròn (chuyển động tròn) hoặc một thước thẳng (chuyển động thẳng) có đục lỗ hay sơn để tạo các điểm có khoảng cách đều, đặt ở giữa cặp diode thu phát.



Hình 3: Cấu tạo của encoder tròn

Trục của encoder sẽ được ăn khớp với trục của bánh xe số 5, khi bánh xe số 5 quay sẽ làm đĩa encoder quay theo.

Khi đĩa encoder quay, diode thu tín hiệu OFF khi đĩa ở vị trí che khuất tín hiệu phát sáng từ diode phát và ngược lại, tạo ra một chuỗi xung báo về bộ phận xử lý.



Hình 4: Xung và các kiểu đếm xung của encoder

Tín hiệu từ encoder sẽ được gửi về một thiết bị thu thập và xử lý dữ liệu. Thiết bị này sẽ đếm số xung của tín hiệu trong từng khoảng thời gian, rồi tính toán ra được vận tốc quay của encoder:

$$\omega_e = \frac{1000 \cdot C}{P \cdot X \cdot T}$$

- C là số xung trong khoảng thời gian T (ms)
- P là số xung khi encoder quay đủ một vòng
- X có giá trị 1, 2, 4 tùy theo kiểu đếm xung X1, X2, X4

Từ thông số bánh xe số 5, ta sẽ biết được vận tốc chuyển động thẳng:

$$v_{xe} = v_{bx} = \omega_{bx} R_{bx} = u \omega_e R_{bx}$$

- u là tỷ số truyền vận tốc từ bánh xe số 5 đến trục của encoder
- ω_{bx} là vận tốc quay của bánh xe số 5
- R_{bx} là bán kính vòng lăn của bánh xe số 5

Vì thời gian mỗi lần đếm xung của encoder rất nhỏ (cỡ mili giây) nên ta có thể coi trong khoảng thời gian đó, chuyển động của xe là thẳng biến đổi đều, ta có:

$$a = 1000 \frac{v_{xe1} - v_{xe2}}{T}$$

- a là gia tốc của xe trong khoảng thời gian T (ms)
- v_{xe1} là vận tốc đầu khoảng thời gian T
- v_{xe2} là vận tốc cuối khoảng thời gian T

Trong trường hợp xe đang phanh: $a = j_p$

Quãng đường chuyển động của xe trong khoảng thời gian T :

$$s = v_{xe1} T + \frac{a T^2}{2}$$

3. Thiết bị

3.1. Phần cứng

3.1.1. Bộ thu thập và xử lý dữ liệu NI USB 6210

NI USB 6210 là một thiết bị DAQ (Data Acquisition – Thu thập dữ liệu) cung cấp cho người dùng những I/O hiệu năng cao, tốc độ lấy mẫu nhanh, độ trễ thấp. NI USB 6210 kết nối các cảm biến dễ dàng với bộ điều hòa tín hiệu được tích hợp sẵn, giúp cho việc đo lường chính xác hơn nhờ loại bỏ cáp và các đầu dây nối dữ liệu, giảm thành phần của hệ thống đo lường.



Hình 5: Thiết bị NI USB 6210

Các thông số của thiết bị:

- 16 cổng analog input (16-bit, 250 kS/s)
- 4 cổng digital input; 4 cổng digital output; 2 cổng counters 32-bit
- Sử dụng giao thức kết nối USB tốc độ cao
- Vỏ bọc nhựa chống va đập

3.1.2. Encoder

Encoder sử dụng có thông số như sau:

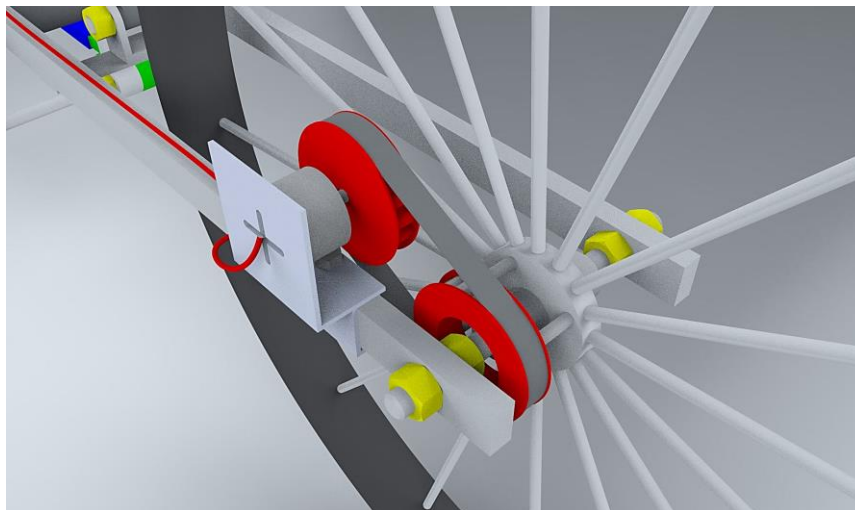
- Điện áp: 5 – 24VDC
- Độ phân giải: 100 P/R
- Trục: 6mm



Hình 6: Encoder

3.1.3. Bánh xe và khung cứng

Để thuận lợi cho việc lắp đặt trên nhiều loại xe, ta sẽ sử dụng kết cấu dạng tháo lắp để chuyển đổi các thành phần. Bộ thiết bị có thể chuyển đổi thành hai dạng khác nhau, phù hợp lắp đặt trên hầu hết các loại xe đang lưu thông.



Hình 7: Encoder ăn khớp với bánh xe

Encoder ăn khớp với bánh xe thông qua bộ truyền đai có tỷ số truyền $u = 1$.



Hình 9: Kết cấu lò xo ép

Để đảm bảo bánh xe luôn bám sát mặt đường, không xảy ra hiện tượng trượt, kết cấu khung có thêm một lò xo ép.

3.2. Phần mềm

3.2.1. LabVIEW

Trong đề tài này, ta sẽ sử dụng phần mềm LabVIEW để xây dựng nên giao diện và thuật toán.

LabVIEW là môi trường lập trình đồ họa được liên kết chặt chẽ với thiết bị NI USB 6210. Thay vì phải viết từng dòng lệnh, LabVIEW sử dụng phương thức kéo thả các icon đồ họa để lập trình, tạo nên một chương trình ở dạng sơ đồ trạng thái trực quan.

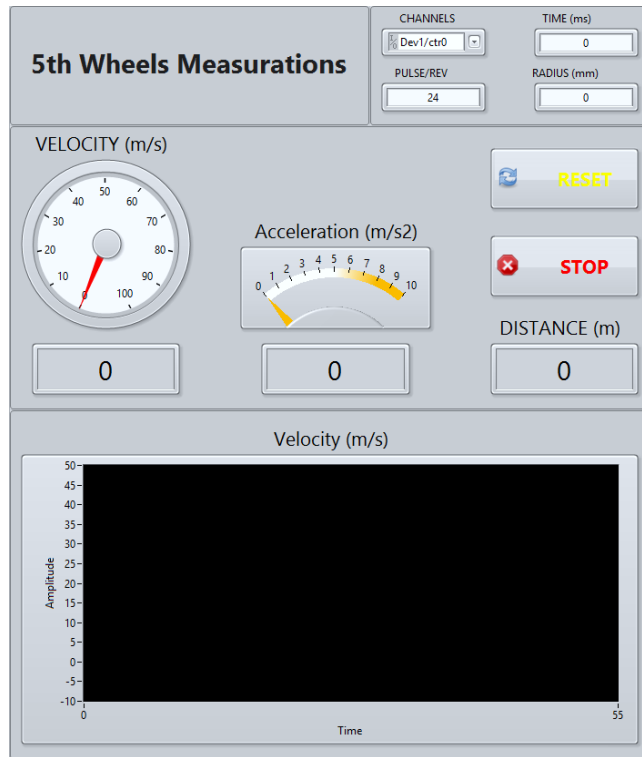
LabVIEW cũng cung cấp cùng một giao tiếp cho nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau, trong đó có Visual Studio.NET, C, C++,...

3.2.2. Giao diện

Giao diện phần mềm gồm có 3 khu vực:

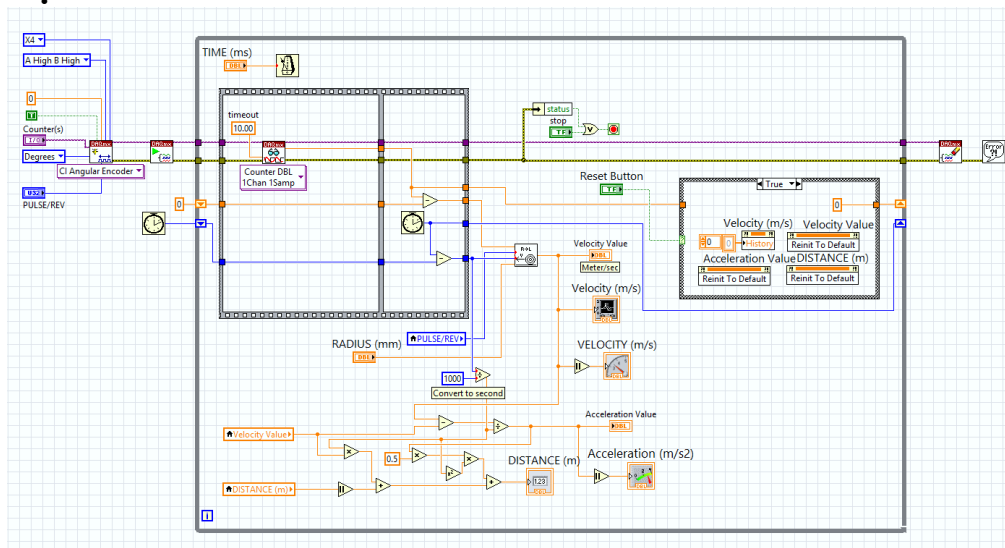
- Cài đặt thông số phần cứng (công kết nối, thông số encoder, thông số bánh xe, thời gian lấy mẫu T)
- Điều khiển

– Hiện thị kết quả



Hình 10: Giao diện điều khiển và hiển thị dữ liệu

3.2.3. Thuật toán



Hình 11: Thuật toán thu thập dữ liệu xây dựng trên LabVIEW

Thuật toán sẽ đếm số xung trong một khoảng thời gian lấy mẫu đã định sẵn. Sau đó tính toán ra được vận tốc quay trung bình tại từng khoảng thời gian. Do thời gian lấy mẫu rất nhỏ nên có thể coi vận tốc quay trung bình là vận tốc quay tức thời. Từ đó tính toán ra vận tốc dọc của ô tô, gia tốc dọc của ô tô và quãng đường ô tô đi được trong quá trình phanh.

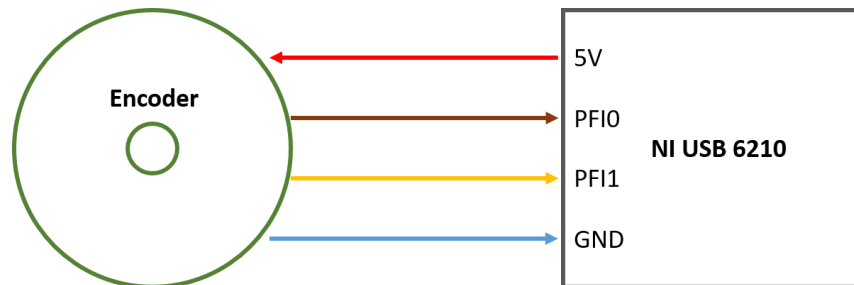
4. Thí nghiệm

4.1. Lắp đặt thiết bị



Lắp đặt và căn chỉnh thiết bị thí nghiệm

- Lắp đặt bộ khung lên xe
- Lắp đặt cảm biến lên khung
- Kết nối các dây cảm biến với bộ thu tín hiệu theo sơ đồ:



4.2. Cài đặt thông số ban đầu

Các thông số cần cài đặt ban đầu:



Xe thí nghiệm

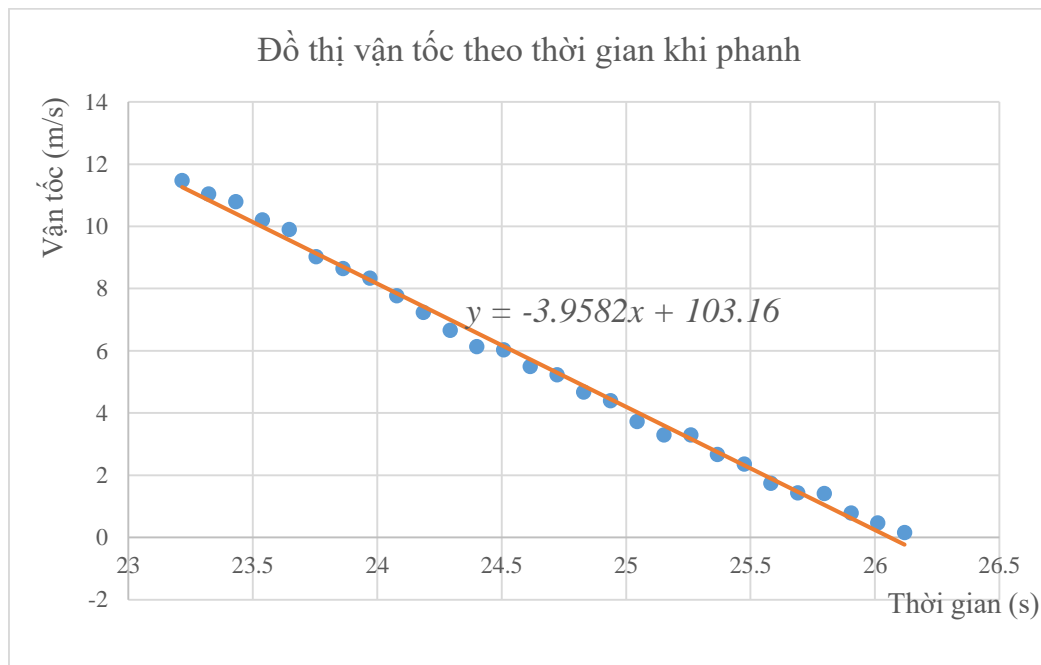
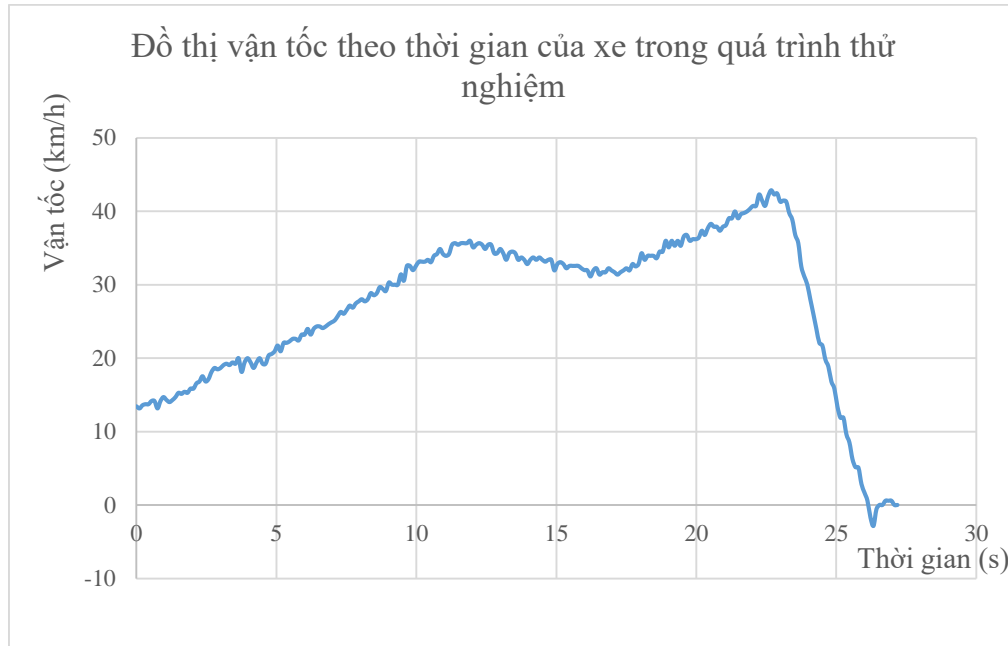
- Bán kính bánh xe số 5: $R = 255 \text{ mm}$
- Số xung trong một vòng quay của encoder: $P/R = 100$
- Thời gian lấy mẫu: $T = 100 \text{ ms}$
- Lắp đặt bộ khung lên xe
- Lắp đặt cảm biến lên khung
- Kết nối các dây cảm biến với bộ thu tín hiệu theo sơ đồ:

4.3. Thu thập dữ liệu

Điều kiện thử nghiệm:

- Xe đầy tải (1800 kg).
- Đường nhựa bằng phẳng và khô, hệ số bám $\varphi = 0,8 \geq 0,6$.
- Phanh đột ngột ở vận tốc 30 – 40 km/h cho đến khi dừng hẳn.

❖ **Lần đo thứ nhất:**



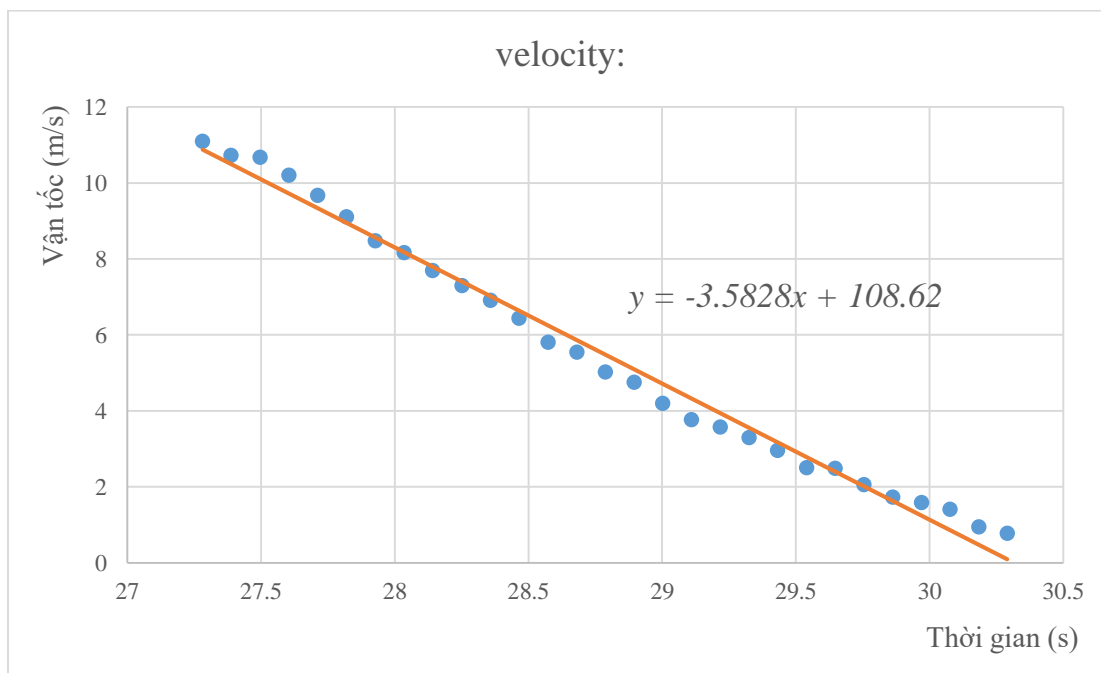
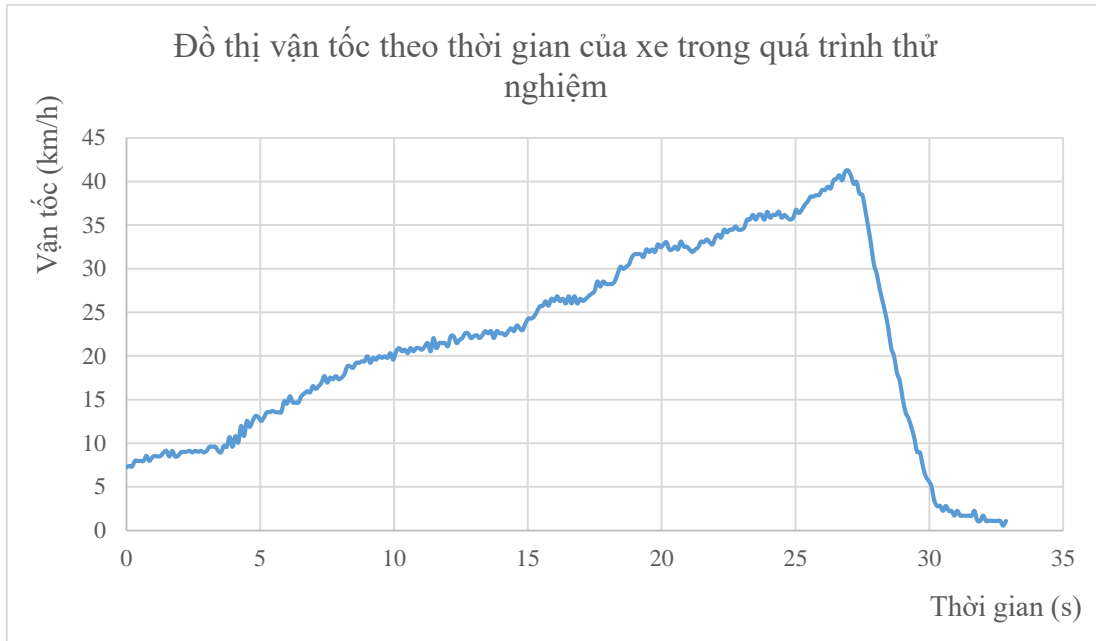
Vận tốc khi phanh: 41,29 (km/h)

Gia tốc chậm dần: $a = -3,96$ (m/s)

Thời gian phanh: $\Delta t = 2,90$ (s)

Quãng đường phanh: $\Delta S = 15,98$ (m)

❖ **Lần đo thứ hai:**



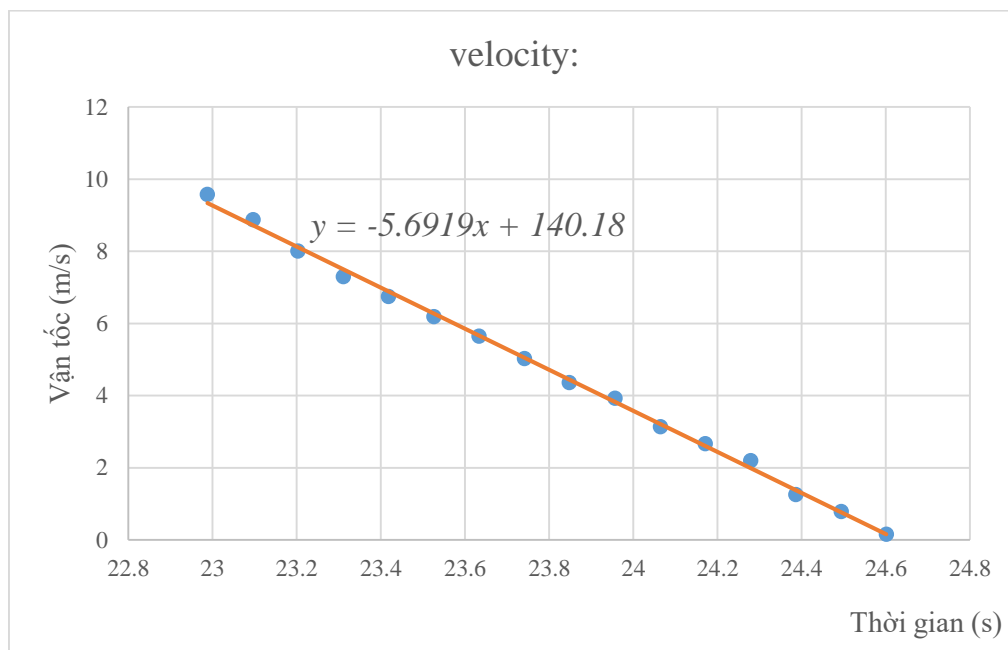
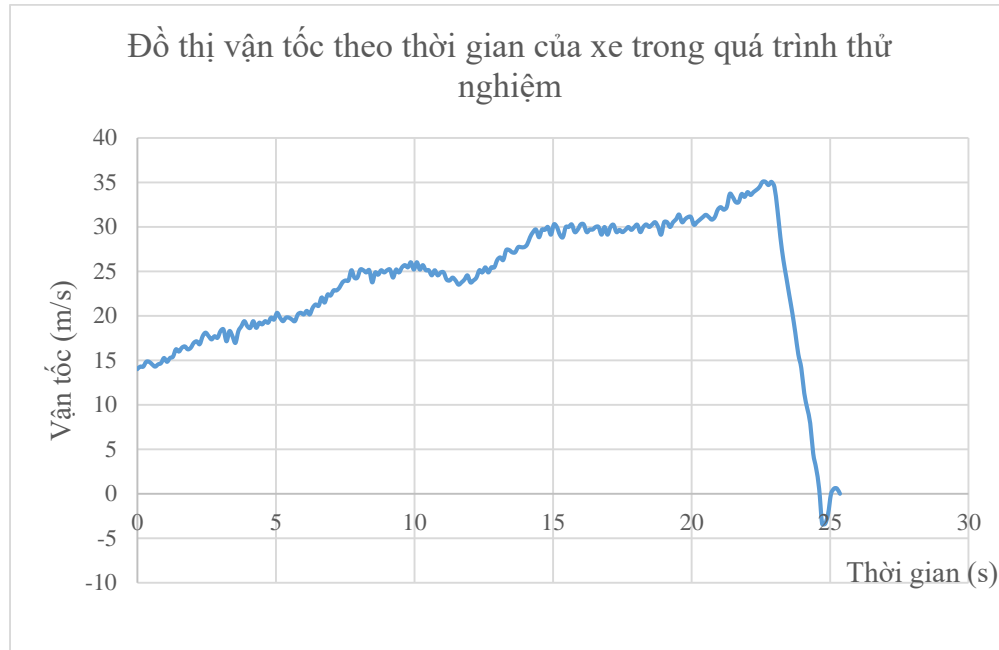
Vận tốc khi phanh: 39,96 (km/h)

Gia tốc chậm dần: $a = -3,58$ (m/s)

Thời gian phanh: $\Delta t = 3.01$ (s)

Quãng đường phanh: $\Delta S = 16,47$ (m)

❖ **Lần đo thứ ba:**



Vận tốc khi phanh: 34,49 (km/h)

Gia tốc chậm dần: $a = -5,69$ (m/s)

Thời gian phanh: $\Delta t = 1,61$ (s)

Quãng đường phanh: $\Delta S = 7,64$ (m)

Kết luận:

Qua ba lần thử nghiệm, ta có bảng tổng kết sau:

	Vận tốc phanh (km/h)	Gia tốc chậm dần (m/s)	Thời gian phanh (t)	Quãng đường phanh (m)
Lần 1	41,29	-3,96	2,90	15,98
Lần 2	39,96	-3,58	3.01	16,47
Lần 3	34,49	-5,69	1,61	7,64

5. Kết luận

Qua thời gian nghiên cứu, đề tài đã đạt được một số kết quả sau:

- Thiết kế và chế tạo thành công bộ bánh xe độc lập đo vận tốc ô tô, gia tốc ô tô và quãng đường đi được.
- Bộ thiết bị có thể lắp đặt trên nhiều loại xe khác nhau.
- Điều khiển và kết nối với máy tính, thu thập được dữ liệu để sử dụng cho các mục đích khác.
- Thí nghiệm thành công trên xe MITSUBISHI JOLIE.

Tài liệu tham khảo

- [1] Võ Văn Hương, Nguyễn Tiên Dũng, Dương Ngọc Khánh, Đàm Hoàng Phúc: *Động lực học ô tô*. Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 2014.
- [2] Nguyễn Văn Khang: *Động lực học hệ nhiều vật*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, 2007
- [3] Phạm Hữu Nam: *Nghiên cứu phương pháp đánh giá hiệu quả phanh ô tô*, Luận án tiến sĩ, Đại học Bách Khoa Hà Nội, 1991
- [4] Nguyễn Hữu Cẩn, Phạm Hữu Nam: *Thí nghiệm ô tô*, NXB KHKT 2002
- [5] Nguyễn Khắc Trai: *Kỹ thuật chẩn đoán ô tô*, NXB GTVT 2004
- [6] Allan W M Bonnick: *Vehicle electronic systems & fault diagnosis*, 2003
- [7] Jacob Fraden: *Handbook modern sensors*, 2001
- [8] S. Leonhardt: *Methods of fault diagnosis*, 1997
- [9] Rolf Isermann: *Diagnosis methods for electronic controlled vehicle*, 2001

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC
BỘ MÔN Ô TÔ VÀ XE CHUYÊN DỤNG

ĐỀ TÀI KHOA HỌC
NGHIÊN CỨU BỘ ĐO VẬN TỐC THÂN XE

Giảng Viên hướng dẫn : Thầy Trần Thanh Tùng

Sinh viên thực hiện

Trần Văn Đức

Bùi Đức An

Nguyễn Tiến Hiệp

Hà nội tháng 3/2017

MỤC LỤC

Nghiên cứu chế tạo bộ đo vận tốc thân xe.....	3
I. Tổng quan	3
I.1 Đặt vấn đề	3
I.2 Mục tiêu nghiên cứu	3
I.3 Nội dung nghiên cứu	4
II. Cơ sở lý thuyết	4
II.1 Sự phanh và hệ thống phanh	4
II.1.1 Sự phanh ô tô	4
II.1.2 Hệ thống phanh	5
II.2 Các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả phanh	6
II.2.1 Lực phanh và lực phanh riêng	6
II.2.2 Gia tốc chậm dần	7
II.2.3 Thời gian phanh	7
II.2.4 Quãng đường phanh	8
II.3 Phương án thu thập dữ liệu	8
III. Thiết bị	11
III.1 Phần cứng	12
III.1.1 Encoder	12
III.1.2 Card arduino UNO R3	13
IV. Thí nghiệm	26
IV.1 Lắp đặt thiết bị	26
IV.2 Cài đặt các thông số ban đầu	28
IV.3 Quy trình thí nghiệm	28
V. Kết quả và đánh giá	29
V.1 Kết quả	29
V.2 Đánh giá	30

Nghiên cứu chế tạo bộ đo vận tốc thân xe

I. Tổng quan

I.1 Đặt vấn đề.

Hiện nay, giao thông đóng vai trò chủ đạo và ô tô chiếm tỷ trọng lớn trong vận chuyển nội địa. Vì vậy, lĩnh vực ô tô – xe chuyên dụng đã nhận được sự quan tâm của nhiều trường đại học cũng như nhiều cơ quan nghiên cứu có liên quan.

Trong những năm gần đây, ngành công nghiệp ô tô đã có những bước phát triển vượt bậc. Cùng với sự phát triển đó, vấn đề đảm bảo an toàn cho người và xe càng trở lên cần thiết. Trên ô tô hiện có rất nhiều những hệ thống đảm bảo an toàn, trong đó phanh là hệ thống an toàn chủ động hết sức quan trọng nên luôn được các nhà sản xuất ô tô quan tâm, không ngừng nghiên cứu hoàn thiện và nâng cao hiệu quả.

Vì vậy, việc nghiên cứu, kiểm định và thực hiện thí nghiệm về hệ thống phanh đang là vấn đề quan trọng nhưng hiện chưa có các công cụ để đo đạc và thu thập các thông số động lực học trong quá trình phanh ô tô, khiến cho các nghiên cứu trở nên khó khăn.

Với sự trợ giúp của các công nghệ hiện nay, chúng tôi đã lựa chọn đề tài: **“Nghiên cứu chế tạo bộ đo các thông số động lực học trong quá trình phanh ô tô”**.

I.2 Mục tiêu nghiên cứu.

Để đánh giá hệ thống phanh người ta sử dụng 4 chỉ tiêu về hiệu quả phanh (quãng đường phanh, thời gian phanh, gia tốc phanh và lực phanh). Vì vậy để phục vụ các công việc nghiên cứu và thí nghiệm trên ô tô trong quá trình phanh cần phải chế tạo được bộ đo các thông số trên.

I.3 Nội dung nghiên cứu

Thiết kế bộ bánh xe độc lập đo vận tốc ô tô, cụm gá lắp thiết bị trên ô tô.

Nghiên cứu lựa chọn và lắp đặt cảm biến, kết nối, hiển thị và xử lý tín hiệu cảm biến.

Điều khiển và kết nối máy tính, hiển thị kết quả, kiểm tra và phân tích các kết quả thí nghiệm.

II. Cơ sở lý thuyết.

II.1 Sự phanh và hệ thống phanh.

II.1.1 Sự phanh ô tô.

Xe lưu thông trên đường luôn gặp tình huống phải giảm vận tốc như cần phải dừng xe, gặp chướng ngại vật, gặp đường xấu.... Quá trình làm giảm vận tốc ô tô trong các trường hợp kể trên là quá trình phanh ô tô và được thực hiện bằng một hệ thống gọi là hệ thống phanh.

Khi xe chuyển từ v_1 đến v_2 ($v_2 < v_1$) xe thực hiện một chuyển động chậm dần, nghĩa là phải tạo cho xe một gia tốc j_p ngược chiều với chiều chuyển động nghĩa là phải tạo ra một lực, cản lại sự chuyển động của xe. Lực này được gọi là lực phanh.

Tuy nhiên trên ô tô ngoài khối lượng chuyển động tịnh tiến còn có các khối lượng chuyển động quay bao gồm bánh xe và các chi tiết liên quan đến động học bánh xe. Do vậy lực tác dụng vào xe để tạo ra gia tốc j_p phải là:

$$F = m j_p \delta$$

Trong đó δ là hệ số kể đến ảnh hưởng của các khối lượng quay khi phanh xe.

Xe có khối lượng m chạy với vận tốc v sẽ có động năng:

$$L = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Giả sử xe đang chạy với vận tốc v_1 và có nhu cầu giảm vận tốc xuống v_2 . Khi đó cần phải tiêu phí một năng lượng:

$$\Delta L = \frac{m \cdot (v_1^2 - v_2^2)}{2}$$

Như vậy quá trình giảm vận tốc của xe phải giải quyết song song hai vấn đề:

Tạo ra lực cản ngược chiều chuyển động của ô tô.

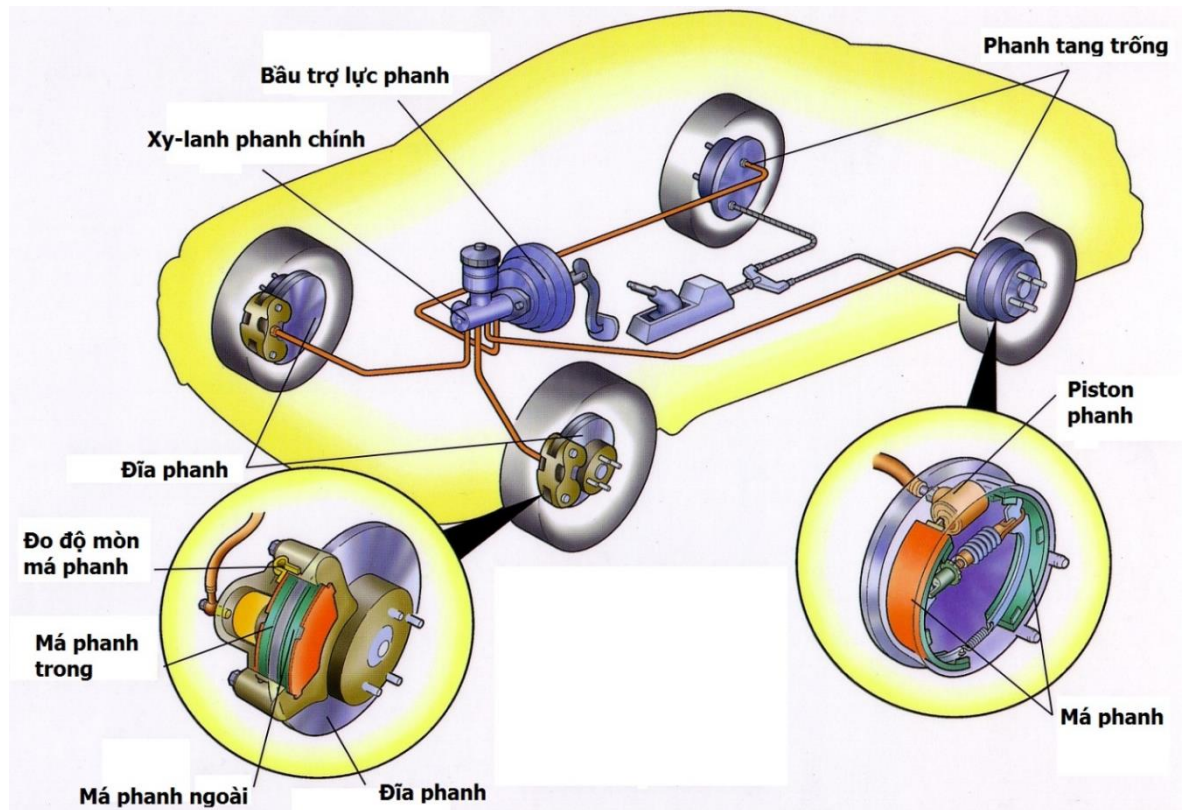
Tiêu tán đi một lượng động năng của xe.

II.1.2 Hệ thống phanh.

Trên ô tô người ta lắp một hệ thống để thực hiện quá trình phanh nói trên, hệ thống này được gọi là hệ thống phanh ô tô. Hệ thống phanh trên ô tô thường có 2 bộ phận chính:

- Bộ phận cơ cấu phanh: Bộ phận này có chức năng sinh ra mô men phanh tức mô men cản lại sự quay của bánh xe. Hiện nay trên ô tô mô men phanh được sinh ra nhờ ma sát. Cơ cấu phanh có một cặp chi tiết ma sát. Một chi tiết hay (hoặc một cụm chi tiết) gắn với bánh xe, quay cùng bánh xe; một chi tiết (hoặc cụm chi tiết) gắn với thân xe (thông qua cầu xe hay một bộ phận nào đó). Khi phanh người lái điều khiển cho cặp chi tiết ma sát này tiếp xúc với nhau, mô men ma sát do cặp chi tiết ma sát này tạo ra chính là mô men phanh. Cách này có thể tạo ra mô men phanh theo yêu cầu của người lái.

- Bộ phận dẫn động phanh: Bộ phận này truyền lực điều khiển từ người lái hoặc từ một nguồn năng lượng nào đó đến cơ cấu phanh để điều khiển cơ cấu phanh sinh ra mô men phanh.



Hình 1: Hệ thống phanh trên ô tô.

II.2 Các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả phanh.

II.2.1 Lực phanh và lực phanh riêng.

Mỗi loại xe tùy theo trọng lượng, momen phanh yêu cầu được xác định và hệ thống phanh thiết kế phải đảm bảo sinh ra lực phanh yêu cầu.

Trị số lực phanh F_p chỉ có ý nghĩa đối với từng loại xe cụ thể. Xe có trọng lượng khác nhau đòi hỏi lực phanh khác nhau. Để đánh giá tổng quát hơn người ta đưa ra thông số lực phanh riêng p_p :

$$p_p = \frac{F_p}{G}$$

- G là trọng lượng đặt lên bánh xe phanh

• Tại các trạm đăng kiểm của Việt Nam, xe khiểm tra nếu $p = 0,5$ là đạt yêu cầu.

II.2.2 Gia tốc chậm dần.

Xét trường hợp phanh xe trên đường bằng không kéo mooc, bỏ qua lực cản lưn và lực cản không khí, ta có:

$$F_p = F_{p1} + F_{p2} = mj_p \delta$$

Khi phanh với lực cực đại gia tốc phanh cũng cực đại.

Gia tốc chậm dần của xe thay đổi trong quá trình phanh. Khi đo gia tốc chậm dần người ta quan tâm đến 2 giá trị:

Gia tốc chậm dần cực đại.

Gia tốc chậm dần trung bình.

II.2.3 Thời gian phanh.

Khi phanh gia tốc của ô tô là gia tốc chậm dần, vector gia tốc ngược chiều với chiều chuyển động của xe. Ta có:

$$j_p = -\frac{dv}{dt} = \frac{F_p}{m\delta} \rightarrow dt = -\frac{m\delta}{F_p} dv$$

Thời gian phanh từ khi xe có vận tốc v_1 đến khi xe có vận tốc v_2 là:

$$t = \int_{v_1}^{v_2} -\frac{m\delta}{F_p} dv = \int_{v_2}^{v_1} \frac{m\delta}{F_p} dv$$

Khi phanh với lực phanh cực đại sẽ có thời gian phanh cực tiểu:

$$t_{min} = \int_{v_2}^{v_1} \frac{m\delta}{F_{pmax}} dv = \frac{m\delta}{F_{pmax}} (v_1 - v_2)$$

Nếu phanh cho xe dừng lại ($v_2 = 0$):

$$t_{min} = \frac{m\delta}{F_{pmax}} v_1$$

II.2.4 Quãng đường phanh.

Ta có:

$$j_p = \frac{F_p}{m\delta} = -\frac{dv}{dt}$$

Nhân hai vế của biểu thức trên với ds ta có:

$$\frac{F_p}{m\delta} ds = -\frac{ds}{dt} dv = -v dv \rightarrow ds = -\frac{m\delta}{F_p} v dv$$

Quãng đường phanh từ khi xe có vận tốc v_1 đến khi xe có vận tốc v_2 là:

$$s = \int_{v_1}^{v_2} -\frac{m\delta}{F_p} v dv = \int_{v_2}^{v_1} \frac{m\delta}{F_p} v dv = \frac{m\delta}{2F_p} (v_1^2 - v_2^2)$$

Khi phanh với lực cực đại thì quãng đường phanh sẽ là cực tiểu:

$$s_{min} = \frac{m\delta}{2F_{pmax}} (v_1^2 - v_2^2)$$

Nếu phanh cho đến khi xe dừng lại ($v_2 = 0$):

$$s_{min} = \frac{m\delta}{2F_{pmax}} v_1^2$$

II.3 Phương án thu thập dữ liệu.

Ta nhận thấy rằng trong quá trình phanh, bánh xe sẽ bị trượt tức là sẽ không thể đo chính xác được thông số động học của xe thông qua các bánh xe. Vì vậy ta sẽ lắp thêm trên xe một bánh xe nữa gọi là bánh xe số 5. Bánh xe này do không chịu tác dụng của lực phanh nên sẽ không bị trượt và ta có thể đo được vận tốc chậm dần, gia tốc chậm dần thông qua bánh xe này.

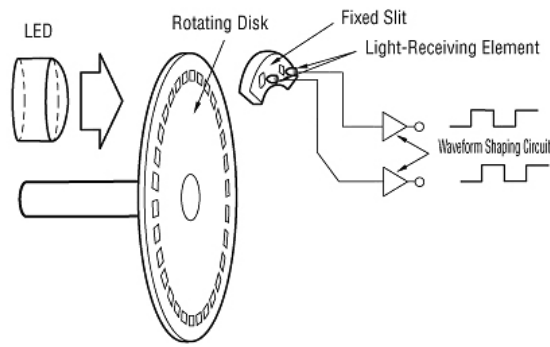


Hình 2. Bánh xe số 5 lắp trên xe Toyota HIACE.

Để có thể thu thập được các thông số qua bánh xe số 5, ta sử dụng một cảm biến vận tốc gọi là encoder. Encoder dạng chuyển động quay (shaft encoder) là thiết bị điện cơ dùng để biến đổi các vị trí góc của trục quay từ giá trị analog sang mã digital.

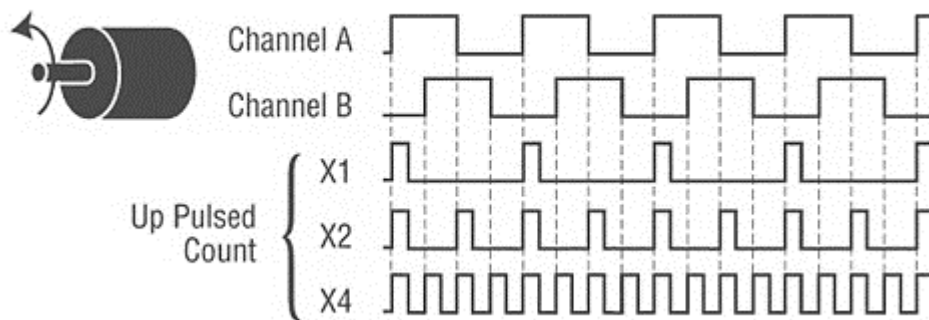
Encoder cấu tạo gồm hai thành phần:

- Một cặp diode thu phát tín hiệu quang học.
- Một đĩa tròn (chuyển động tròn) hoặc một thước thẳng (chuyển động thẳng) có đục lỗ hay sơn để tạo các điểm có khoảng cách đều, đặt ở giữa cặp diode thu phát.



Hình 3. Cấu tạo của encoder tròn.

Trục của encoder sẽ được ăn khớp với trục của bánh xe số 5, khi bánh xe số 5 quay sẽ làm đĩa encoder quay theo. Trên đĩa có các lỗ (rãnh). Người ta dùng một đèn led để chiếu lên mặt đĩa. Khi đĩa quay, chỗ không có lỗ (rãnh), đèn led không chiếu xuyên qua được, chỗ có lỗ (rãnh), đèn led sẽ chiếu xuyên qua. Khi đó, phía mặt bên kia của đĩa, người ta đặt một con mắt thu. Với các tín hiệu có hoặc không có ánh sáng chiếu qua, thiết bị tạo ra một chuỗi xung báo về bộ phận xử lý.



Hình 4. Xung và các kiểu đếm xung của encoder.

Tín hiệu từ encoder sẽ được gửi về một thiết bị thu thập và xử lý dữ liệu. thiết bị này sẽ đếm số xung của tín hiệu trong khoảng thời gian, rồi tính toán ra được vận tốc quay của encoder.

$$\omega_e = \frac{1000 \cdot C}{P \cdot X \cdot T}$$

Trong đó:

C là số xung trong khoảng thời gian T (ms)

P là số xung khi encoder quay đủ một vòng.

X có giá trị 1, 2, 4 tùy theo kiểu đếm xung X1, X2, X4.

Từ bánh xe số 5, ta sẽ biết được vận tốc chuyển động thẳng:

$$v_{xe} = v_{bx} = \omega_{bx} R_{bx} = u \omega_e R_{bx}$$

Trong đó:

u là tỷ số truyền vận tốc từ bánh xe số 5 đến trục của encoder.

ω_{bx} là vận tốc quay của bánh xe số 5.

R_{bx} là bán kính vòng lăn của bánh xe số 5.

Vì thời gian mỗi lần đếm xung của encoder rất nhỏ (cỡ mili giây) nên ta có thể coi trong khoảng thời gian đó, chuyển động của xe là thẳng biến đổi đều, ta có:

$$a = 1000 \frac{v_{xe1} - v_{xe2}}{T}$$

a là gia tốc của xe trong khoảng thời gian T (ms).

v_{xe1} là vận tốc đầu khoảng thời gian T.

v_{xe2} là vận tốc cuối khoảng thời gian T.

Trong trường hợp xe đang phanh: $a = -j_p$

Quãng đường chuyển động của xe trong khoảng thời gian T:

$$s = v_{xe2} T + \frac{a T^2}{2}$$

III. Thiết bị

III.1 Phần cứng.

III.1.1 Encoder

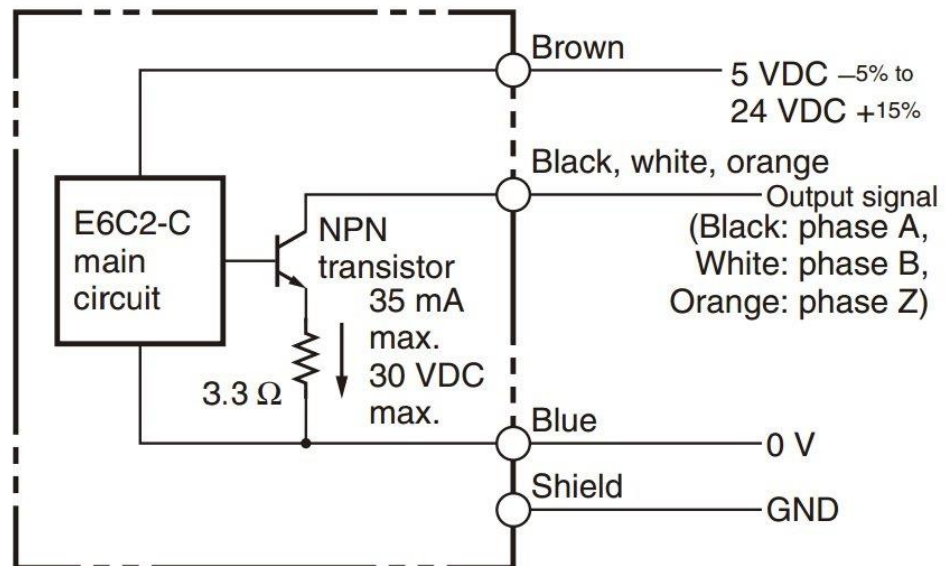
Sử dụng Encoder Omron E6C2-CWZ6C 1000P/R 2M.

Thông số kỹ thuật :

- + Nguồn điện: 5-24 VDC.
- + Ngõ ra: NPN.
- + Các pha ngõ ra: A, B, Z.
- + Tần số tối đa 100kHz.
- + Tốc độ tối đa: 6000 vòng/phút.



Hình 6. Encoder.



Hình 7. Sơ đồ nguyên lý.

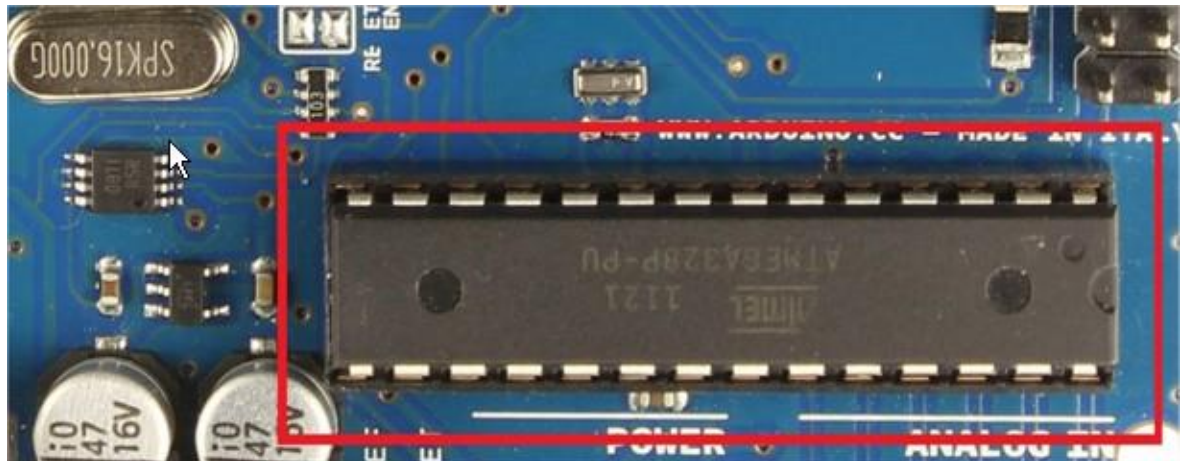
III.1.2 Card arduino UNO R3

Một vài thông số của Arduino UNO R3

Vi điều khiển	ATmega328 họ 8 bit
Điện áp hoạt động	5V DC (chỉ được cấp qua cổng USB)
Tần số hoạt động	16 MHz
Dòng tiêu thụ	Khoảng 30mA
Điện áp vào khyên dùng	7-12 V DC
Điện áp vào giới hạn	6-20 V DC
Số chân Digital I/O	14 (6 chân hardware PWM)
Số chân Analog	6 (độ phân giải 10 bit)
Dòng tối đa trên mỗi chân I/O	30 mA
Dòng ra tối đa (5V)	500 mA
Dòng ra tối đa (3.3V)	50mA

Bộ nhớ flash	32 KB (ATmega328) với 0.5KB dùng bởi bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)

Vi điều khiển



Arduino UNO có thể sử dụng 3 vi điều khiển họ 8 bit AVR là ATmega8, ATmega168, ATmega328. Bộ não này có thể xử lý những tác vụ đơn giản như điều khiển đèn LED nhấp nháy, xử lý tín hiệu cho xe điều khiển từ xa, làm việc một trạm đo nhiệt độ- độ ẩm và hiển thị lên màn hình LCD...

Năng lượng

Arduino UNO có thể được cấp nguồn 5V thông qua cổng USB hoặc cấp nguồn ngoài với điện áp khuyến dùng là 7-12V DC và giới hạn là 6-20V. Thường thì cấp nguồn bằng pin vuông 9v là hợp lý nếu không có nguồn cấp sẵn từ cổng USB. Nếu cấp nguồn quá giới hạn trên sẽ làm hỏng Arduino UNO.

Các chân năng lượng

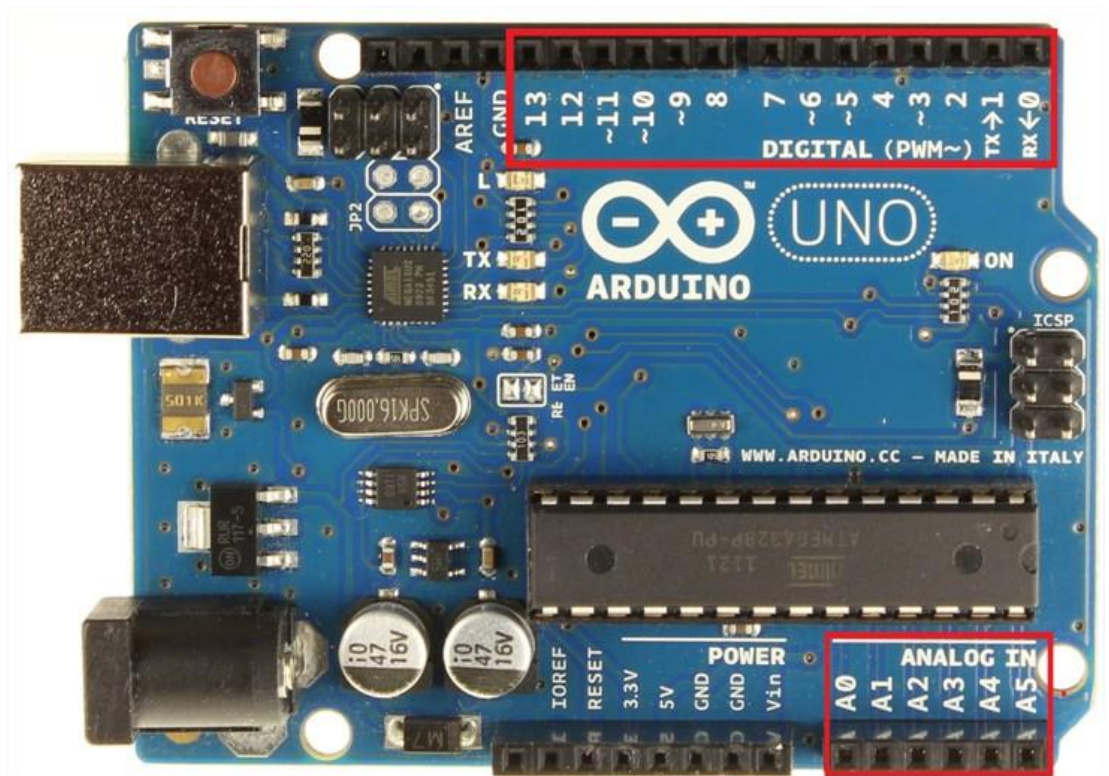
- **GND** (Ground): cực âm của nguồn điện cấp cho Arduino UNO. Khi bạn dùng các thiết bị sử dụng những nguồn riêng biệt thì những chân này phải được nối với nhau.
- **5V**: cấp điện áp đầu ra. Dòng tối đa cho phép ở chân này là 500mA.
- **3.3V**: cấp điện áp 3.3V đầu ra. Dòng tối đa cho phép ở chân này là 50mA.
- **Vin** (Voltage Input): Để cấp nguồn ngoài cho Arduino UNO, nối cực dương của nguồn với chân này và cực âm của nguồn nối với chân GND.
- **IOREF**: điện áp hoạt động của vi điều khiển trên Arduino UNO có thể được đo ở chân này. Điện áp hoạt động là 5V. Đây không phải là chân cấp nguồn.
- **RESET**: việc nhấn nút Reset trên board để reset vi điều khiển tương đương với việc chân RESET được nối với GND qua 1 điện trở 10KΩ.

Bộ nhớ

Vi điều khiển Atmega328 tiêu chuẩn cung cấp cho người dùng:

- **32KB bộ nhớ Flash**: những đoạn mã chương trình sẽ được lưu trữ trong bộ nhớ Flash của vi điều khiển.
- **2KB cho SRAM** (Static Random Access Memory): giá trị các biến khai báo khi lập trình sẽ lưu ở đây.
- **1KB cho EEPROM** (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory): nơi đọc và ghi dữ liệu.

Các cổng vào/ra



Arduino UNO có 14 chân digital dùng để đọc hoặc xuất tín hiệu. Chúng chỉ có 2 mức điện áp là 0V và 5V với dòng vào/ra tối đa trên mỗi chân là 40mA. Ở mỗi chân đều có các điện trở pull-up từ được cài đặt ngay trong vi điều khiển ATmega328 (mặc định thì các điện trở này không được kết nối).

Một số chân digital có các chức năng đặc biệt như sau:

- **2 chân Serial:** 0 (RX) và 1 (TX): dùng để gửi (transmit – TX) và nhận (receive – RX) dữ liệu TTL Serial. Arduino Uno có thể giao tiếp với thiết bị khác thông qua 2 chân này.
- **Chân PWM (~):** 3, 5, 6, 9, 10, và 11: cho phép bạn xuất ra xung PWM với độ phân giải 8bit (giá trị từ 0 → 255 tương ứng với 0V → 5V) bằng hàm `analogWrite()`.
- **Chân giao tiếp SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Ngoài các chức năng thông thường, 4 chân này còn dùng để truyền phát dữ liệu bằng giao thức SPI với các thiết bị khác.

- **ED 13:** trên Arduino UNO có 1 đèn led màu cam (kí hiệu chữ L). Khi bấm nút Reset, đèn này nhấp nháy để báo hiệu. Nó được nối với chân số 13. Khi chân này được người dùng sử dụng, LED sẽ sáng.

Arduino UNO có 6 chân analog (A0 → A5) cung cấp độ phân giải tín hiệu 10bit (0 → 2¹⁰-1) để đọc giá trị điện áp trong khoảng 0V → 5V.

Lập trình cho Arduino

```
/*
```

```
-----
```

-

- Pin A của Encoder nối với pin D2 của Arduino
- Pin B của Encoder không cần nối
- Pin nguồn của Encoder nối với pin 5V của Arduino
- Pin đất của Encoder nối với pin GND của Arduino

```
*/
```

```
// Khai báo hằng số
```

```
#define encoderPinA 2 // Khai báo chân D2
```

```
#define encoderPinB 3 // Khai báo chân D3
```

```
#define radius 242.55 // Khai báo bán kính bánh xe (mm)
```

```
#define pi 3.14159 // Khai báo số Pi
```

```
#define pulsesPerTurn 100 // Khai báo thông số xung/giây của Encoder
```

```
#define timeBetweenReadings 10 // Khai báo khoảng thời gian lấy mẫu (ms), tương ứng 1s lấy 10 mẫu ~ 10 Hz
```

```
// Khai báo biến số
```

```
int state = 0;
```

```
volatile int countold, count; // Biến đếm đầu và cuối trong một khoảng thời gian
```

```
unsigned long timeBegin = 0, timeNow = 0; // Biến thời điểm đầu trong một khoảng thời gian
```

```
float vehicle; // Biến vận tốc đầu và cuối trong một khoảng thời gian
```

```

// Thiết lập thông số khởi động
void setup()
{
    count = 0;
    countold = 0;
    timeBegin = 0;
    timeNow = 0;
    vehicle = 0;

    pinMode(encoderPinA, INPUT_PULLUP); // Thiết lập chế độ Pullup
cho encoderPin D2

    pinMode(encoderPinB, INPUT_PULLUP); // Thiết lập chế độ Pullup
cho encoderPin D3

    attachInterrupt(0, sigA, CHANGE); // Gọi hàm up khi ngắt, số 0
tương ứng Pin D2, số 1 tương ứng Pin D3, kiểu kích hoạt ngắt là CHANGE
    attachInterrupt(1, sigB, CHANGE); // Gọi hàm down khi ngắt
    Serial.begin(115200); // Thiết lập baudrate cho Serial
}

// Hàm chính của chương trình
void loop()
{
    // Điều khiển Arduino qua giá trị của biến state
    if(Serial.available())
    {
        char temp = Serial.read();
        if(temp == '0')
            state = 0;
        if(temp == '1')
            state = 1;
        if(temp == '2')

```

```

state = 2;
}

switch(state)
{
// state = 0: dừng Arduino
case 0:
break;

// state = 1: bắt đầu đo
case 1:
// Xác định thời gian lấy mẫu
timeBegin = millis();
while (millis() - timeBegin < timeBetweenReadings)
{
// Tắt ngắt
detachInterrupt(0);
detachInterrupt(1);

// Vì thời gian lấy mẫu nhỏ nên có thể coi chuyển động là tuyến
tính trong khoảng thời gian đó
vehicle = (count-countold)*radius*pi/(2*pulsesPerTurn*(millis()-
timeBegin)); // Tính vận tốc

// Gọi hàm ngắt
attachInterrupt(0, sigA, CHANGE);
attachInterrupt(1, sigB, CHANGE);
}

// Gán thời điểm cuối cùng của khoảng thời gian hiện tại vào thời
điểm cuối cùng của khoảng thời gian kế tiếp, tương tự với các biến vận tốc
và gia tốc

```

```

timeNow = timeNow + millis() - timeBegin;
countold = count;

// Hiện thị thời gian và vận tốc qua Serial
Serial.print(timeNow);
Serial.print("|");
Serial.println(velocity);
break;

// state = 2: Reset dữ liệu và thời gian về 0
case 2:
    count = 0;
    countold = 0;
    timeBegin = 0;
    timeNow = 0;
    vehicle = 0;
    break;
}
}

// Hàm up, tăng một giá trị cho biến đếm nếu xung tăng
void sigA()
{
    if (digitalRead(encoderPinA) == HIGH)
    {
        if (digitalRead(encoderPinB) == LOW)
        {
            count++;
        }
    }
    else
    {
        count--;
    }
}

```

```
    }  
  }  
  else  
  {  
    if (digitalRead(encoderPinB) == HIGH)  
    {  
      count++;  
    }  
    else  
    {  
      count--;  
    }  
  }  
}
```

// Hàm down, giảm một giá trị cho biến đếm nếu xung giảm

```
void sigB()  
{  
  if (digitalRead(encoderPinB) == HIGH)  
  {  
    if (digitalRead(encoderPinA) == HIGH)  
    {  
      count++;  
    }  
    else  
    {  
      count--;  
    }  
  }  
  else  
  {  
    if (digitalRead(encoderPinA) == LOW)
```

```
    {  
        count++;  
    }  
else  
{  
    count--;  
}  
}  
}
```

```
quadrature_encoder | Arduino 1.8.1  
File Edit Sketch Tools Help  
quadrature_encoder  
- Pin B của Encoder không cần nối  
- Pin nguồn của Encoder nối với pin 5V của Arduino  
- Pin đất của Encoder nối với pin GND của Arduino  
*/  
  
// Khai báo hằng số  
#define encoderPinA 2 // Khai báo chân D2  
#define encoderPinB 3 // Khai báo chân D3  
#define radius 242.55 // Khai báo bán kính bánh xe (mm)  
#define pi 3.14159 // Khai báo số Pi  
#define pulsesPerTurn 100 // Khai báo thông số xung/giây của Encoder  
#define timeBetweenReadings 10 // Khai báo khoảng thời gian lấy mẫu (ms), tương ứng là lấy 10 mẫu - 10 Hz  
  
// Khai báo biến số  
int state = 0;  
volatile int countold, count; // Biến đếm đầu và cuối trong một khoảng thời gian  
unsigned long timeBegin = 0, timeNow = 0; // Biến thời điểm đầu trong một khoảng thời gian  
float vehicle; // Biến vận tốc đầu và cuối trong một khoảng thời gian  
  
// Thiết lập thông số khởi động  
void setup()  
{  
    count = 0;  
    countold = 0;  
    timeBegin = 0;  
    timeNow = 0;  
    vehicle = 0;  
  
pinMode(encoderPinA, INPUT_PULLUP); // Thiết lập chế độ Pullup cho encoderPin D2  
pinMode(encoderPinB, INPUT_PULLUP); // Thiết lập chế độ Pullup cho encoderPin D3  
attachInterrupt(0, sigA, CHANGE); // Gọi hàm up khi ngắt, số 0 tương ứng Pin D2, số 1 tương ứng Pin D3, kiểu kích hoạt ngắt là CHANGE  
attachInterrupt(1, sigB, CHANGE); // Gọi hàm down khi ngắt  
Serial.begin(115200); // Thiết lập baudrate cho Serial  
}  
  
// Hàm chính của chương trình  
void loop()  
{  
    // Điều khiển Arduino qua giá trị của biến state  
    if(Serial.available())  
    {  
        char temp = Serial.read();  
        if(temp == '0')  
            state = 0;  
        if(temp == '1')  
            state = 1;  
        if(temp == '2')  
            state = 2;  
    }  
  
    switch(state)  
    {  
        // state = 0: dừng Arduino  
        case 0:  
            break;  
    }  
}
```

```
quadrature_encoder | Arduino 1.8.1  
File Edit Sketch Tools Help  
quadrature_encoder  
pinMode(encoderPinA, INPUT_PULLUP); // Thiết lập chế độ Pullup cho encoderPin D2  
pinMode(encoderPinB, INPUT_PULLUP); // Thiết lập chế độ Pullup cho encoderPin D3  
attachInterrupt(0, sigA, CHANGE); // Gọi hàm up khi ngắt, số 0 tương ứng Pin D2, số 1 tương ứng Pin D3, kiểu kích hoạt ngắt là CHANGE  
attachInterrupt(1, sigB, CHANGE); // Gọi hàm down khi ngắt  
Serial.begin(115200); // Thiết lập baudrate cho Serial  
}  
  
// Hàm chính của chương trình  
void loop()  
{  
    // Điều khiển Arduino qua giá trị của biến state  
    if(Serial.available())  
    {  
        char temp = Serial.read();  
        if(temp == '0')  
            state = 0;  
        if(temp == '1')  
            state = 1;  
        if(temp == '2')  
            state = 2;  
    }  
  
    switch(state)  
    {  
        // state = 0: dừng Arduino  
        case 0:  
            break;  
    }  
}
```

Tín hiệu góc quay của encoder được gửi về encoder kết hợp với việc đếm thời gian ta tính ra được vận tốc quay của bánh xe, lấy tín hiệu góc quay kết hợp với bán kính bánh xe ta tính ra được vận tốc dài của xe. Encoder tính toán xử lý xong dữ liệu sẽ gửi tín hiệu qua cổng monitor được kết nối với một chương trình giao diện được viết bằng Visual Studio

Visual Studio

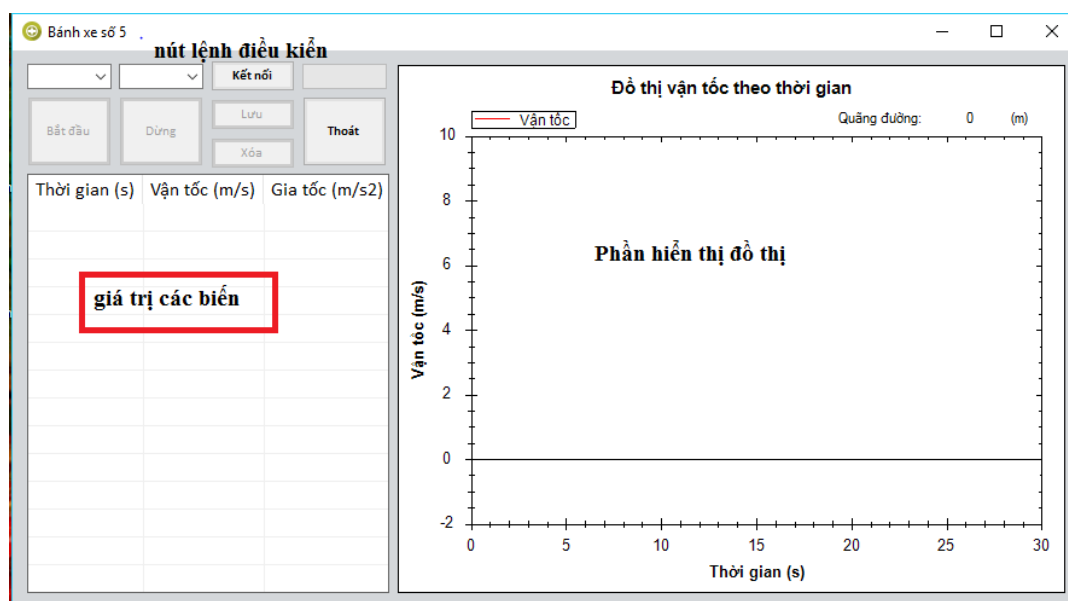
Microsoft Visual Studio là một môi trường phát triển tích hợp (IDE) từ Microsoft. Nó được sử dụng để phát triển chương trình máy tính cho Microsoft Windows, cũng như các trang web, các ứng dụng web và các dịch vụ web. Visual Studio sử dụng nền tảng phát triển phần mềm của Microsoft như Windows API, Windows Forms, Windows Presentation Foundation, Windows Store và Microsoft Silverlight. Nó có thể sản xuất cả hai ngôn ngữ máy và mã số quản lý.

Visual Studio bao gồm một trình soạn thảo mã hỗ trợ IntelliSense cũng như cải tiến mã nguồn. Trình gỡ lỗi tích hợp hoạt động cả về trình gỡ lỗi mức độ mã nguồn và gỡ lỗi mức độ máy. Công cụ tích hợp khác bao gồm một mẫu thiết kế các hình thức xây dựng giao diện ứng dụng, thiết kế web, thiết kế lớp và thiết kế giản đồ cơ sở dữ liệu. Nó chấp nhận các plug-in nâng cao các chức năng ở hầu hết các cấp bao gồm thêm hỗ trợ cho các hệ thống quản lý phiên bản (như Subversion) và bổ sung thêm bộ công cụ mới như biên tập và thiết kế trực quan cho các miền ngôn ngữ cụ thể hoặc bộ công cụ dành cho các khía cạnh khác trong quy trình phát triển phần mềm.

Visual Studio hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau và cho phép trình biên tập mã và gỡ lỗi để hỗ trợ (mức độ khác nhau) hầu như mọi ngôn ngữ lập trình. Các ngôn ngữ tích hợp gồm có C,[4] C++ và C++/CLI (thông qua Visual C++), VB.NET (thông qua Visual Basic.NET), C# (thông

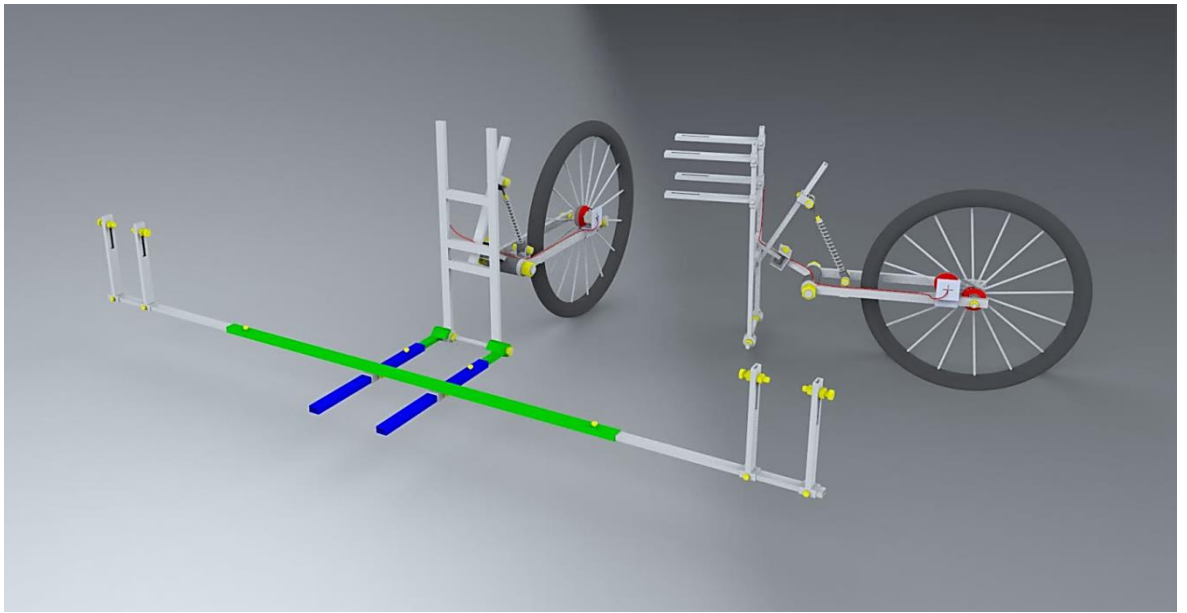
qua Visual C#) và F# (như của Visual Studio 2010[5]). Hỗ trợ cho các ngôn ngữ khác như J++/J#, Python và Ruby thông qua dịch vụ cài đặt riêng rẽ. Nó cũng hỗ trợ XML/XSLT, HTML/XHTML, JavaScript và CSS

Giao diện hiển thị dữ liệu

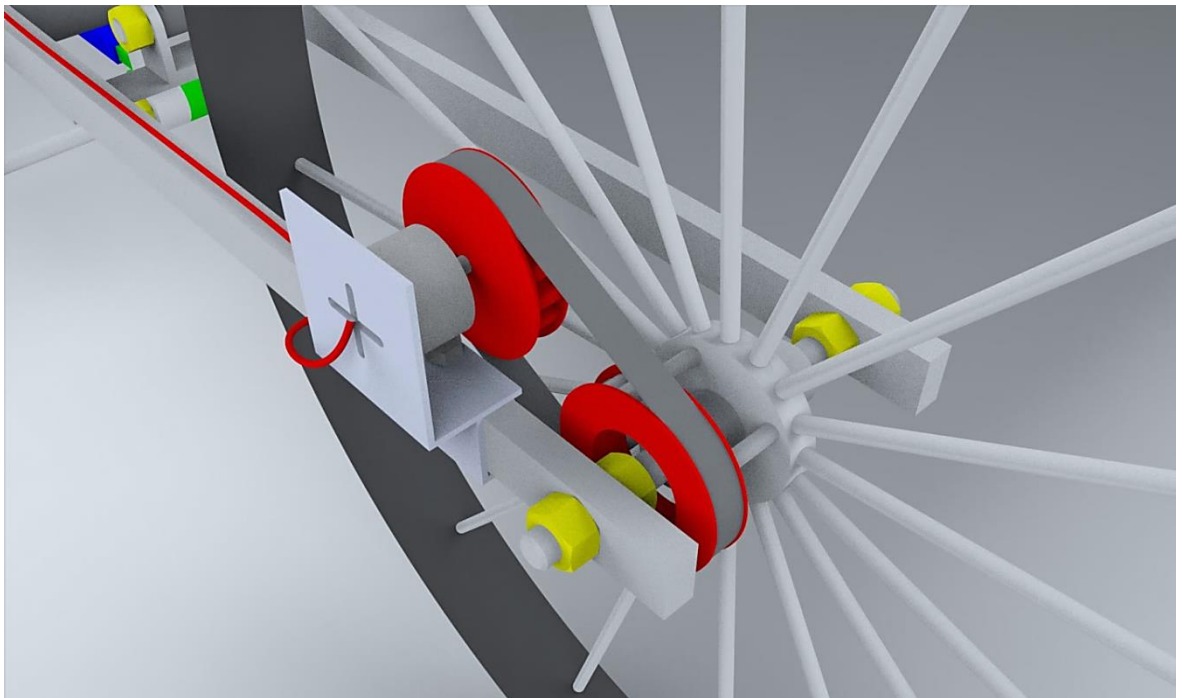


III.1.3 Bánh xe và khung cứng.

Để thuận lợi cho việc tháo lắp trên nhiều loại xe, ta sẽ sử dụng kết cấu dạng tháo lắp để chuyển đổi các thành phần. Bộ thiết bị có thể chuyển đổi thành hai dạng khác nhau, phù hợp lắp đặt trên hầu hết các loại xe đang lưu thông.

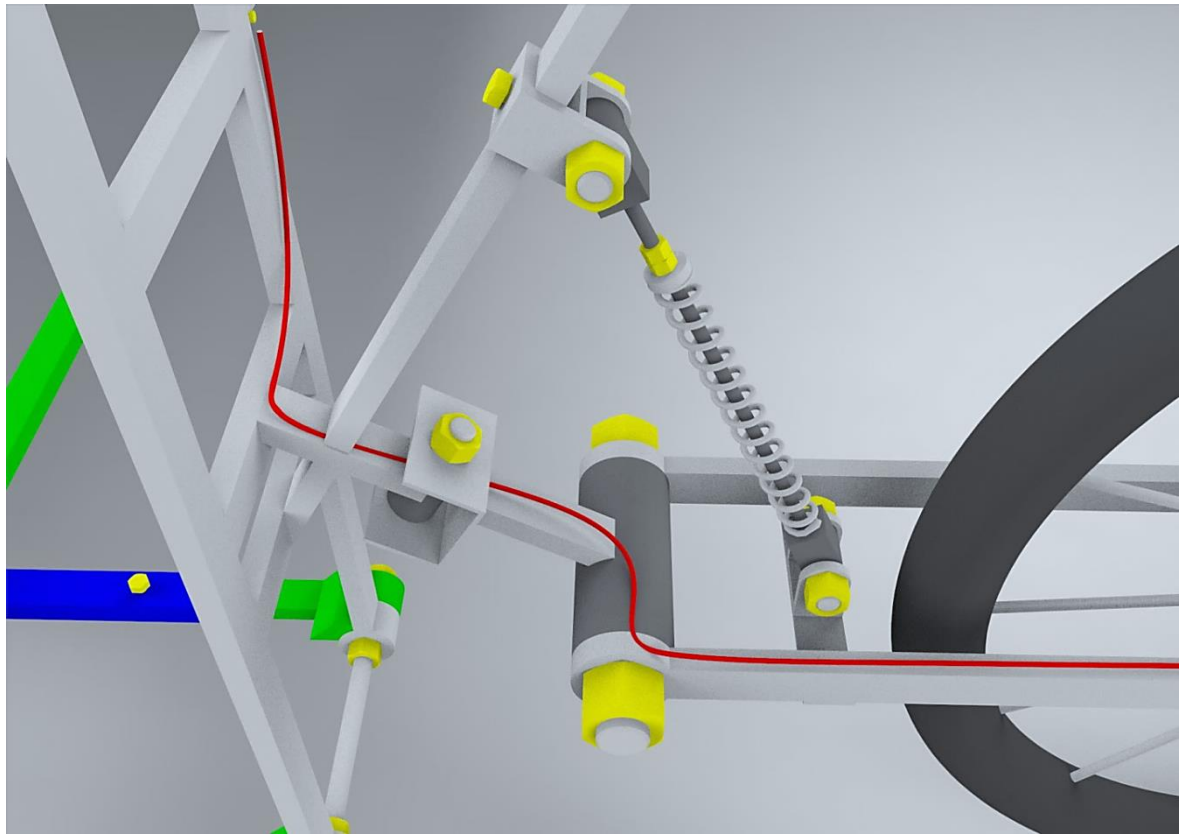


Hình 8. Bánh xe và khung cứng.



Hình 9. Encoder ăn khớp với bánh xe.

Encoder ăn khớp với bánh xe thông qua bộ truyền đai có tỷ số truyền $u = 1$.



Hình 10. Kết cấu lò xo thép

Để đảm bảo bánh xe luôn bám sát mặt đường, không xảy ra hiện tượng trượt lết, kết cấu khung có thêm một lò xo ép.

IV. Thí nghiệm

Xe thử nghiệm: xe máy

IV.1 Lắp đặt thiết bị

- Lắp đặt bộ khung lên xe

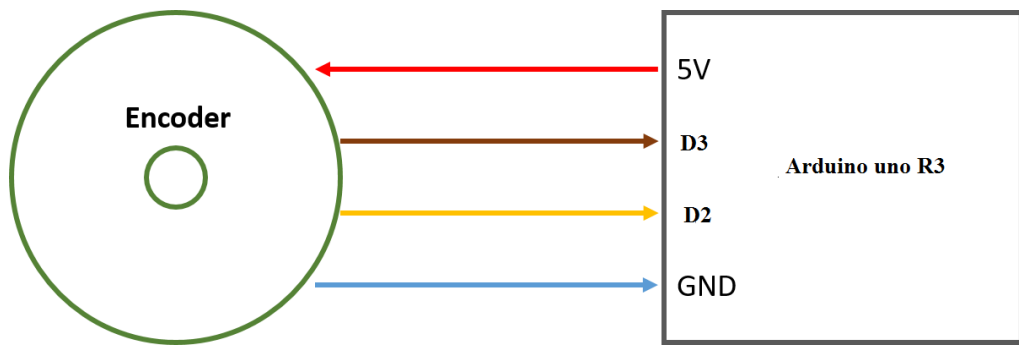


- Lắp đặt các cảm biến lên khung.





- Kết nối các dây cảm biến với bộ thu tín hiệu theo sơ đồ.



IV.2 Cài đặt các thông số ban đầu

Các thông số cần cài đặt ban đầu;

- Bán kính bánh xe số 5: $R = 242.87 \text{ mm}$
- Số xung trong một vòng quay của encoder: 100
- Thời gian lấy mẫu 100ms

IV.3 Quy trình thí nghiệm

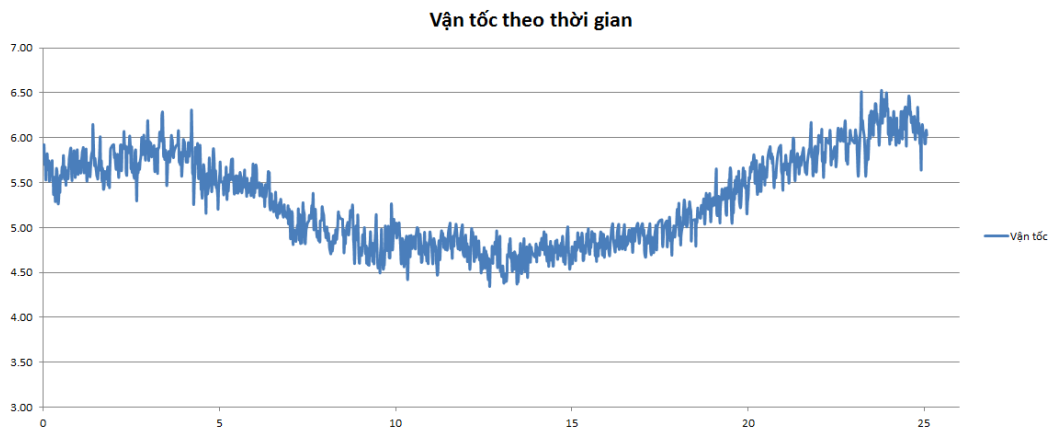
- Người ngồi trước cho xe chạy đều với vận tốc 20 km/h, người ngồi sau sử dụng máy tính để theo dõi giá trị vận tốc thu được khi xe chạy ổn định thì báo với người lái tiến hành phanh xe cho tới khi dừng hẳn

- tiến hành lưu lại dữ liệu

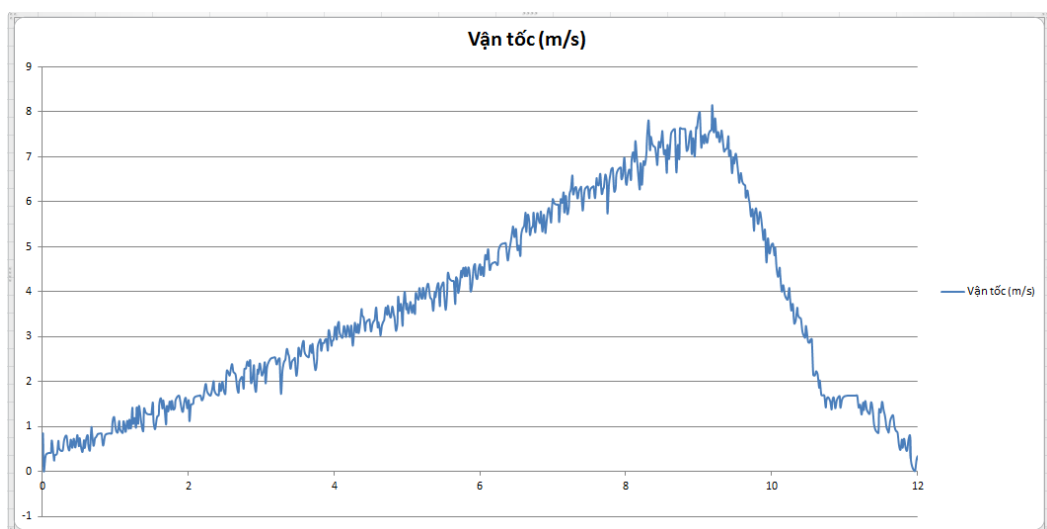
- tiến hành thí nghiệm 3 lần ở các dải vận tốc 20 km/h, 30 km/h, 40 km/h

V. Kết quả và đánh giá

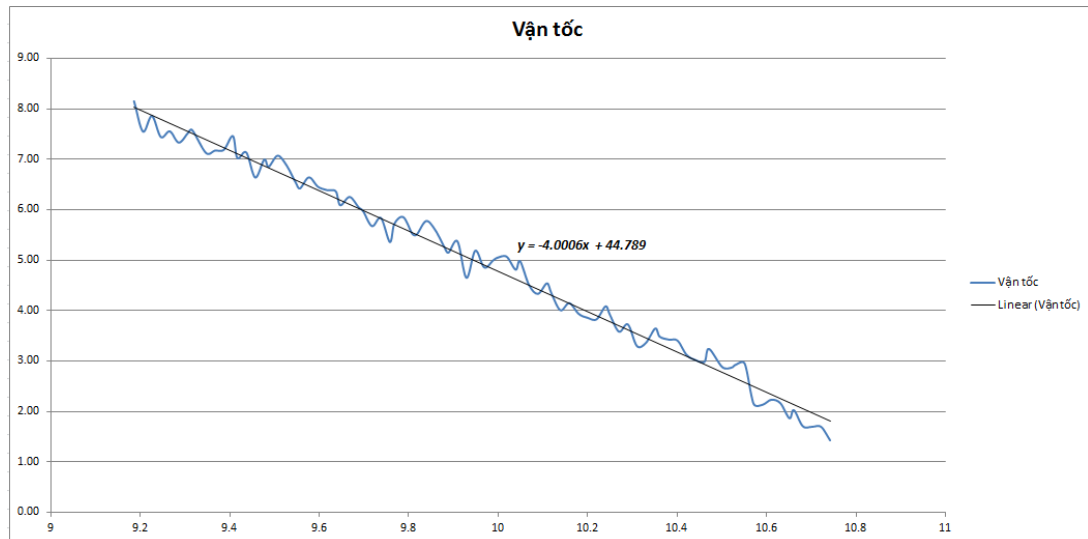
V.1 Kết quả



Chạy thử xe ở vận tốc quanh 20km/h



Phanh xe ở vận tốc 30km/h



Quá trình phanh xe

Theo đồ thị quá trình phanh xe ta nhận được gia tốc phanh của xe là -4 m/s^2 phù hợp với tiêu chuẩn gia tốc phanh của xe máy là lớn hơn 3.6 m/s^2 .

V.2 Đánh giá

Qua thời gian nghiên cứu, đề tài đã đạt được một số kết quả sau:

- Thiết kế và chế tạo thành công bộ bánh xe độc lập đo vận tốc ô tô, gia tốc ô tô và quãng đường đi được.
- Bộ thiết bị có thể lắp đặt trên nhiều loại xe khác nhau.
- Điều khiển và kết nối với máy tính, thu thập được dữ liệu để sử dụng cho các mục đích khác.
- Thí nghiệm thành công trên xe máy honda rsx