

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ
KHOA CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

**XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ MÔ PHỎNG ĐỘNG
LỰC HỌC Ô TÔ BẰNG PHẦN MỀM
MATLAB/SIMULINK VÀ CARSIM**

DƯƠNG THANH HUẤN

Ngành Công nghệ kỹ thuật ô tô

Mã số ngành: 7510205

TP.Cần Thơ, 06/2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ
KHOA CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

DƯƠNG THANH HUẤN

**XÂY DỰNG MÔ HÌNH VÀ MÔ PHỎNG ĐỘNG
LỰC HỌC Ô TÔ BẰNG PHẦN MỀM
MATLAB/SIMULINK VÀ CARSIM**

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT Ô TÔ

Mã số ngành: 7510205

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN
TS. TRƯƠNG VĂN MẾN

TP.Cần Thơ, 06 /2025

CHẤP THUẬN CỦA HỘI ĐỒNG

Đề tài “ Xây dựng mô hình và mô phỏng động lực học ô tô bằng phần mềm Matlab/Simulink và Carsim”, do sinh viên Dương Thanh Huấn thực hiện dưới sự hướng dẫn của TS. Trương Văn Mến. Khóa luận đã báo cáo và được Hội đồng chấm khóa luận thông qua ngày 07/06/2025.

Ủy viên

Thư ký

Phản biện 1

Phản biện 2

Cán bộ hướng dẫn

Chủ tịch hội đồng

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên, em xin chân thành gửi lời cảm ơn đến quý thầy cô trường Đại học Nam Cần Thơ nói chung và quý thầy cô khoa Cơ khí động lực nói riêng đã tận tình chỉ dạy và truyền đạt những kiến thức thực sự bổ ích từ nền tảng đến chuyên môn cũng như những kinh nghiệm thực tế cho em trong suốt 4 năm qua. Bên cạnh đó cũng xin cảm ơn về sự hỗ trợ và giúp đỡ của quý thầy cô ở khoa Cơ khí động lực đã tạo điều kiện để em hoàn thành luận văn này một cách tốt nhất.

Tiếp theo, xin chân thành cảm ơn thầy ***TS. Trương Văn Mến*** đã tận tình chỉ dạy, hướng dẫn chuyên môn và giúp đỡ để em có thể xác định được hướng nghiên cứu của đề tài, bên cạnh đó cũng xin chân thành cảm ơn về sự hỗ trợ và phản hồi kịp thời của thầy trong những lúc gặp các vấn đề khó. Thực sự trân trọng và biết ơn thầy vì tất cả.

Cuối cùng, xin gửi lời cảm ơn đến quý thầy trong hội đồng bảo vệ khóa luận tốt nghiệp ngành Công nghệ kỹ thuật ô tô khóa 09 năm 2025 đã dành thời gian để đọc và đưa ra những lời nhận xét quý báu giúp em lấy đó làm kiến thức và kinh nghiệm để có những bước tiến xa hơn trong tương lai.

Do còn hạn chế về mặt kiến thức và chuyên môn nên luận văn này cũng khó tránh khỏi những sai sót, rất mong nhận được những ý kiến và lời nhận xét từ quý thầy cô.

Một lần nữa xin chân thành cảm ơn quý thầy cô !

Sinh viên thực hiện

Dương Thanh Huân

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi. Những số liệu, kết quả trong luận văn này là hoàn toàn trung thực và chưa xuất hiện trên bất cứ đâu hoặc được ai công bố. Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với kết quả và số liệu trong luận văn này.

TP. Cần Thơ, ngày 07 tháng 06 năm 2025

Sinh viên thực hiện

Dương Thanh Huấn

TÓM TẮT

Trong bối cảnh phát triển nhanh chóng của ngành công nghiệp ô tô hiện đại, việc xây dựng và mô phỏng động lực học phương tiện đóng vai trò thiết yếu trong quá trình thiết kế, phân tích và tối ưu hóa hiệu năng vận hành của xe. Các phương pháp mô phỏng không chỉ giúp giảm thiểu chi phí thử nghiệm thực tế mà còn cho phép nghiên cứu hành vi động học của phương tiện dưới nhiều điều kiện vận hành phức tạp. Trên cơ sở đó, đề tài này hướng đến việc phát triển mô hình động lực học theo phương dọc của ô tô bằng hai công cụ chuyên dụng: MATLAB/Simulink và CarSim, với mục tiêu phân tích, đánh giá và so sánh kết quả thu được từ hai nền tảng mô phỏng độc lập.

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài nằm ở việc xây dựng mô hình chuyển động dọc tuyến tính của xe ô tô, có xét đến các yếu tố ảnh hưởng từ môi trường như hệ số bám mặt đường và lực cản khí động học, trên ba loại mặt đường điển hình: nhựa khô, nhựa ướt và tuyết. Thay vì kết nối hai phần mềm, nghiên cứu triển khai mô phỏng song song trên MATLAB/Simulink và CarSim, từ đó tiến hành so sánh kết quả đầu ra về các đại lượng động học như vận tốc, mô men xoắn, độ trượt lốp và xu hướng thay đổi trạng thái chuyển động.

Phương pháp nghiên cứu được triển khai theo hai hướng song song. Một mặt, mô hình động lực học của xe được xây dựng trong môi trường Simscape – nền tảng mô phỏng vật lý thuộc MATLAB/Simulink – thông qua các khối phần tử cơ học tiêu chuẩn mô tả lực kéo, khối lượng xe, lực cản khí động và tương tác giữa bánh xe với mặt đường. Cách tiếp cận này cho phép mô phỏng trực quan và trực tiếp hành vi chuyển động dọc của xe mà không cần thiết lập thủ công hệ phương trình toán học. Mặt khác, CarSim được sử dụng để cấu hình mô hình phương tiện tương ứng, với cùng tập thông số đầu vào nhằm đảm bảo tính nhất quán trong việc đánh giá và đối chiếu kết quả. Các kịch bản mô phỏng được thiết lập nhằm khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố môi trường như hệ số bám mặt đường và lực cản gió đến chuyển động của xe, trong phạm vi không xét đến các hệ thống treo, phanh hoặc đánh lái.

Kết quả mô phỏng từ hai nền tảng cho thấy sự tương đồng hợp lý về xu hướng và mức độ đáp ứng, đồng thời làm rõ sự khác biệt về độ chi tiết và mức độ chính xác do đặc trưng mô hình hóa của từng phần mềm. Simulink cho phép kiểm soát tốt cấu trúc mô hình

toán học và linh hoạt trong hiệu chỉnh tham số, trong khi CarSim cung cấp thư viện mô hình phương tiện sẵn có với độ chính xác cao trong mô phỏng thực nghiệm. Việc so sánh kết quả từ hai phần mềm không chỉ củng cố độ tin cậy của mô hình, mà còn góp phần đánh giá ưu – nhược điểm của từng công cụ trong ứng dụng nghiên cứu động lực học ô tô.

Từ những kết quả đạt được, nghiên cứu khẳng định vai trò thiết yếu của mô phỏng trong các bài toán động học phương tiện, đặc biệt trong các hướng nghiên cứu như kiểm soát hành vi chuyển động dọc, phát triển hệ thống truyền động điện tử hoặc mô phỏng điều kiện vận hành cho xe tự hành và xe hybrid. Mô hình và phương pháp trình bày trong đề tài có thể tiếp tục được mở rộng để tích hợp các yếu tố điều khiển nâng cao hoặc khảo sát trên các cấu hình phương tiện khác nhau, góp phần phục vụ cho công tác giảng dạy, nghiên cứu và phát triển công nghệ trong ngành kỹ thuật ô tô.

ABSTRACT

In the context of the rapid development of the modern automotive industry, the construction and simulation of vehicle dynamics play a crucial role in the design, analysis, and optimization of vehicle performance. Simulation methods not only help minimize the cost of physical testing but also enable the study of vehicle dynamic behavior under various complex operating conditions. Based on this premise, this study aims to develop a longitudinal vehicle dynamics model using two specialized tools: MATLAB/Simulink and CarSim, with the objective of analyzing, evaluating, and comparing the results obtained from these two independent simulation platforms.

The scientific and practical significance of this study lies in the development of a linear longitudinal motion model of a vehicle, incorporating environmental factors such as road surface adhesion coefficients and aerodynamic drag. Simulations are conducted on three representative road surfaces: dry asphalt, wet asphalt, and snow. Rather than integrating the two platforms, the study performs parallel simulations in MATLAB/Simulink and CarSim, allowing for a comparison of output results regarding key dynamic variables such as velocity, torque, tire slip, and trends in vehicle motion response.

The research methodology is implemented in two parallel directions. On one hand, the vehicle dynamics model is built within the Simscape environment—a physical modeling platform in MATLAB/Simulink—using standard mechanical blocks that represent traction force, vehicle mass, aerodynamic drag, and tire-road interaction. This approach enables intuitive and direct simulation of the vehicle's longitudinal behavior without the need to manually formulate mathematical equations. On the other hand, CarSim is used to configure a corresponding vehicle model, using an identical set of input parameters to ensure consistency in evaluation and result comparison. Simulation scenarios are designed to examine the influence of environmental factors such as road adhesion and wind resistance on vehicle motion, within a scope that does not include suspension, braking, or steering systems.

Simulation results from both platforms show a reasonable level of agreement in trends and response magnitude, while also highlighting differences in detail and accuracy

stemming from each tool's modeling approach. Simulink offers excellent control over model structure and high flexibility in parameter adjustment, whereas CarSim provides built-in vehicle models with high fidelity in experimental simulation. Comparing results from the two platforms not only reinforces model reliability but also contributes to the assessment of the strengths and limitations of each tool in vehicle dynamics research applications.

From the results obtained, the study reaffirms the essential role of simulation in vehicle dynamics problems, particularly in research areas such as longitudinal motion control, development of electronic drivetrain systems, or modeling operational conditions for autonomous and hybrid vehicles. The models and methodology presented in this study can be further extended to incorporate advanced control systems or to investigate different vehicle configurations, thereby supporting educational, research, and technological development efforts in the field of automotive engineering.

MỤC LỤC

TÓM TẮT	iii
ABSTRACT	v
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	xi
DANH MỤC BẢNG.....	xv
DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ Ý NGHĨA.....	xvi
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....	xix
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI.....	1
1.1. MỞ ĐẦU	1
1.2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI	2
1.3. PHẠM VI NGHIÊN CỨU.....	3
1.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	3
1.5. CÁC NGHIÊN CỨU ĐÃ CÔNG BỐ	3
<i>1.5.1. Các nghiên cứu trong nước</i>	<i>3</i>
<i>1.5.2. Các nghiên cứu quốc tế</i>	<i>5</i>
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	8
2.1. CÁC NGUỒN ĐỘNG LỰC VÀ SỰ TRUYỀN LỰC TRÊN Ô TÔ	8
2.1.1. <i>Tổng quan.....</i>	<i>8</i>
2.1.2. <i>Những yêu cầu đối với động cơ đốt trong dùng trên ô tô</i>	<i>8</i>
2.1.3. <i>Đặc tính công suất của động cơ đốt trong</i>	<i>8</i>
2.2. KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG TRUYỀN LỰC.....	13
2.2.1. <i>Sự truyền lực trên ô tô</i>	<i>13</i>
2.2.2. <i>Hộp số tự động</i>	<i>15</i>
2.2.2.1. <i>Biến mô thủy lực</i>	<i>16</i>
2.2.2.2. <i>Bộ truyền bánh răng hành tinh</i>	<i>18</i>

2.2.3.	Bộ vi sai	19
2.3.	CƠ HỌC LĂN CỦA BÁNH XE	20
2.3.1.	Các loại bán kính của bánh xe	20
2.3.1.1.	Bán kính thiết kế r_o	20
2.3.1.2.	Bán kính tự do r	21
2.3.1.3.	Bán kính tĩnh r_t	21
2.3.1.4.	Bán kính động lực học r_d	21
2.3.1.5.	Bán kính lăn r_l	21
2.3.1.6.	Bán kính tính toán r_b	22
2.3.2.	Động học lăn của bánh xe không biến dạng	22
2.3.2.1.	Các khái niệm.....	22
2.3.2.2.	Các quan hệ động học khi bánh xe lăn	23
2.3.3.	Động lực học chuyển động của bánh xe.....	26
2.3.3.1.	Bánh xe chủ động không bị phanh ($M_k = 0, M_p = 0$).....	26
2.3.3.2.	Bánh xe chủ động và đang có lực kéo ($M_k \neq 0, M_p = 0$).....	27
2.3.4.	Khả năng bám, hệ số bám và lực bám	28
2.3.4.1.	Khả năng bám	28
2.3.4.2.	Hệ số bám.....	29
2.3.4.3.	Lực bám.....	31
2.4.	CƠ HỌC CHUYỂN ĐỘNG THẲNG CỦA Ô TÔ	32
2.4.1.	Các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động tổng quát	32
2.4.1.1.	Lực kéo tiếp tuyến F_k	33
2.4.1.2.	Lực cản lăn F_f	33
2.4.1.3.	Mô men cản lăn M_f	34
2.4.1.4.	Lực cản lên dốc F_i	34

2.4.1.5.	Lực cản không khí F_{ω}	35
2.4.1.6.	Lực cản quán tính F_j	37
2.4.2.	Các lực riêng và công suất tương ứng.....	39
2.4.2.1.	Các lực riêng.....	39
2.4.2.2.	Các công suất ứng với các lực tác dụng.....	39
2.4.3.	Phương trình động lực học của xe chuyển động theo phương dọc.....	40
2.5.	TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM MATLAB/SIMULINK VÀ CARISM.....	41
2.5.1.	Tổng quan về phần mềm MATLAB/SIMULINK.....	41
2.5.2.	Matlab Simscape	43
2.5.3.	Tổng quan về phần mềm Carsim.....	44
CHƯƠNG 3.	XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC Ô TÔ	
BẰNG PHẦN MỀM MATLAB/SIMULINK VÀ CARSIM	46	
3.1.	MÔ HÌNH MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC Ô TÔ TRÊN PHẦN MỀM	
MATLAB/SIMULINK	46	
3.1.1.	Giới thiệu chung và thông số kỹ thuật của xe Mazda CX5 2024	46
3.1.1.1.	Giới thiệu chung.....	46
3.1.1.2.	Thông số kỹ thuật.....	48
3.1.2.	Mô phỏng chi tiết.....	49
3.1.2.1.	Các khối sử dụng trong mô hình.....	49
3.1.2.2.	Xây dựng mô hình động lực học xe Mazda CX5 2024 trong môi trường Matlab/Simulink	65
3.2.	THIẾT LẬP MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC Ô TÔ TRÊN PHẦN MỀM	
CARSIM	68	
3.2.1.	Thiết lập thông số xe	68
3.2.2.	Thiết lập điều kiện mô phỏng.....	72
CHƯƠNG 4.	KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	79

4.1. MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC Ô TÔ BẰNG PHẦN MỀM	
MATLAB/SIMULINK	79
4.1.1. Ảnh hưởng của các cấp độ gió lên động lực học ô tô	79
4.1.2. Ảnh của sự giảm công suất lên động lực học ô tô	83
4.1.3. Ảnh hưởng của tải trọng lên động lực học ô tô	87
4.1.4. Ảnh hưởng của độ dốc mặt đường lên động lực học ô tô	90
4.2. MÔ PHỎNG ẢNH HƯỞNG CỦA CẤP ĐỘ GIÓ LÊN ĐỘNG LỰC HỌC Ô	
TÔ BẰNG PHẦN MỀM CARSIM	99
4.2.1. Ảnh hưởng của cấp độ gió lên động lực học ô tô.....	99
4.2.2. So sánh kết quả mô phỏng với Matlab/Simulink	101
4.2.2.1. So sánh phương pháp mô hình hóa.....	101
4.2.2.2. So sánh vận tốc cực đại.....	102
4.2.2.3. So sánh mô men xoắn tại bánh xe chủ động.....	105
4.2.2.4. So sánh độ trượt bánh xe	109
CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	114
5.1. KẾT LUẬN.....	114
5.1.1. Kết quả đạt được	114
5.1.2. Những hạn chế còn tồn tại	114
5.2. KIẾN NGHỊ.....	115
TÀI LIỆU THAM KHẢO	116
PHỤ LỤC.....	120