

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ**



**ĐỀ ÁN THẠC SĨ
DƯƠNG VĂN KIÊN**

**CHẾ TẠO HỆ THỐNG DẪN HƯỚNG BÓN
BÁNH ĐỘC LẬP ỨNG DỤNG CHO XE ĐIỆN**

NGÀNH: KỸ THUẬT Ô TÔ - 8520130

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ



ĐỀ ÁN THẠC SĨ
DƯƠNG VĂN KIÊN

**CHẾ TẠO HỆ THỐNG DẪN HƯỚNG BÓN
BÁNH ĐỘC LẬP ỨNG DỤNG CHO XE ĐIỆN**

Người hướng dẫn

GVHD 1: TS. PHẠM QUỐC PHONG

GVHD 2: TS. NGUYỄN QUANG SÁNG

Cần Thơ, 20 tháng 04 năm 2026

QUYẾT ĐỊNH

V/v giao đề tài đề án tốt nghiệp thạc sĩ ngành Kỹ thuật ô tô
khóa 2023-2025 và phân công người hướng dẫn

HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ

Căn cứ Thông tư số 23/2021/TT-BGDĐT ngày 30 tháng 08 năm 2021 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo về việc ban hành Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ Quyết định số 474/QĐ-ĐHNCT ngày 04 tháng 08 năm 2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Nam Cần Thơ về việc Ban hành quy chế tuyển sinh và đào tạo trình độ Thạc sĩ;

Căn cứ Quy chế Tổ chức và Hoạt động của Trường Đại học Nam Cần Thơ được ban hành kèm theo quyết định số 05/QĐ-CTHĐT-ĐHNCT ngày 09 tháng 03 năm 2020 của Chủ tịch Hội đồng trường Trường Đại học Nam Cần Thơ;

Căn cứ Quyết định số 119/QĐ-CTHĐT-ĐHNCT, ngày 15 tháng 10 năm 2021 của Hội đồng trường Trường Đại học Nam Cần Thơ về việc bổ nhiệm Hiệu trưởng Trường Đại học Nam Cần Thơ;

Căn cứ Quyết định số 679 /QĐ-ĐHNCT ngày 25 tháng 6 năm 2025 của Hiệu trưởng Trường Đại học Nam Cần Thơ về việc giao đề tài đề án tốt nghiệp thạc sĩ ngành Kỹ thuật ô tô khóa 2023-2025 và phân công người hướng dẫn;

Xét đề nghị của Trưởng Khoa Cơ khí Động lực và Trưởng Khoa Sau đại học,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Giao đề tài đề án tốt nghiệp thạc sĩ cho học viên:

- Họ và tên: **Dương Văn Kiên**

- Mã học viên: 2310012

- Tên đề tài: Chế tạo hệ thống dẫn hướng bốn bánh độc lập ứng dụng cho xe điện

- Người hướng dẫn:

+ GVHD 1: TS. Phạm Quốc Phong - Trường Đại học Trà Vinh

+ GVHD 2: TS. Nguyễn Quang Sáng - Trường Đại học Nam Cần Thơ

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký.

Điều 3. Các ông (bà) Trưởng Khoa Cơ khí Động lực, Trưởng Khoa Sau đại học, Trưởng phòng Tổ chức – Hành chính, Trưởng phòng Tài chính – Kế hoạch, các Trưởng đơn vị trực thuộc Trường Đại học Nam Cần Thơ có liên quan, các học viên cao học và người hướng dẫn có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành quyết định này.

Nơi nhận:

- Như điều 3;
- HĐT (để báo cáo);
- Lưu VT, TC-HC.



LỜI CẢM ƠN

Trước hết, em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến Ban Giám hiệu, Phòng Đào tạo, Khoa Sau đại học cùng quý thầy cô Khoa Cơ khí Động lực– Trường Đại học Nam Cần Thơ, đã tận tình giảng dạy, truyền đạt kiến thức và tạo mọi điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Đặc biệt, em xin gửi lời tri ân sâu sắc đến thầy TS. Phạm Quốc Phong và thầy TS. Nguyễn Quang Sáng – những giảng viên đã tận tình chỉ bảo, định hướng khoa học và luôn động viên em trong quá trình thực hiện đề án.

Em cũng xin cảm ơn quý thầy cô trong bộ môn, bạn bè và đồng nghiệp đã hỗ trợ, đóng góp ý kiến quý báu và giúp đỡ em trong quá trình thực nghiệm, thu thập số liệu cũng như hoàn thiện đề án này.

Cuối cùng, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến gia đình, người thân đã luôn là nguồn động viên to lớn cả về tinh thần lẫn vật chất, giúp em có thể yên tâm học tập và nghiên cứu trong suốt thời gian qua.

Mặc dù đã có nhiều nỗ lực, song đề án khó tránh khỏi những thiếu sót. Kính mong nhận được sự đóng góp ý kiến của quý thầy cô và các bạn để đề án được hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan rằng đề án này là công trình nghiên cứu do chính em thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy TS. Phạm Quốc Phong và thầy TS. Nguyễn Quang Sáng. Các số liệu, kết quả và nội dung trình bày trong đề án đều trung thực, được thu thập từ quá trình nghiên cứu, thực nghiệm của bản thân và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Những tài liệu tham khảo, số liệu kế thừa từ các công trình nghiên cứu của tác giả khác đều được trích dẫn và ghi rõ nguồn theo đúng quy định. Em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm về tính chính xác và trung thực của nội dung trong đề án này.

Cần Thơ, ngày 20 tháng 04 năm 2026

Người cam đoan

Dương Văn Kiên

TÓM TẮT

Đề án tập trung nghiên cứu sự khác biệt giữa hệ thống lái hai bánh trước (2FWS) và hệ thống lái bốn bánh (4WS) thông qua tính toán lý thuyết, mô phỏng và thực nghiệm. Các công thức xác định góc bánh xe và bán kính quay vòng được xây dựng cho hai trường hợp, đồng thời tiến hành mô phỏng trên MATLAB để phân tích mối quan hệ giữa góc bánh xe và quỹ đạo chuyển động. Kết quả cho thấy hệ thống 4WS giúp giảm bán kính quay vòng từ 40 – 46% so với 2FWS. Sai số giữa mô phỏng và thực nghiệm đều nhỏ hơn 6%, chứng minh độ tin cậy của phương pháp nghiên cứu. Trên cơ sở đó, một mô hình thực nghiệm đã được chế tạo, bao gồm hệ thống cơ khí và cụm điều khiển điện tử sử dụng động cơ bước cho bốn bánh, driver TB6600, encoder và vi điều khiển Arduino. Các thực nghiệm kiểm chứng cho kết quả tương đồng với kết quả mô phỏng, chứng tỏ hệ thống có độ chính xác và khả năng ứng dụng cao trong phát triển các hệ thống lái tiên tiến cho xe điện và phương tiện di chuyển trong không gian hẹp. Đồng thời, mô hình cũng là công cụ trực quan, giúp sinh viên dễ dàng tiếp cận, quan sát và hiểu rõ hơn nguyên lý hoạt động của hệ thống dẫn hướng bốn bánh độc lập trong quá trình học tập và nghiên cứu.

ABSTRACT

The project focuses on investigating the differences between the front-wheel steering system (2FWS) and the four-wheel steering system (4WS) through theoretical analysis, simulation, and experimental validation. Steering angle and turning radius equations were developed for both configurations, and MATLAB simulations were conducted to analyze the relationship between steering angle and vehicle trajectory. The results indicate that the 4WS system reduces the turning radius by approximately 40 – 46% compared to the 2FWS system. The error between simulation and experimental results is less than 6%, demonstrating the reliability of the proposed research method. Based on these findings, an experimental model was developed, consisting of a mechanical system and an electronic control unit employing stepper motors for all four wheels, TB6600 drivers, encoders, and an Arduino microcontroller. Experimental verification showed results consistent with the simulations, confirming the system's high accuracy and strong potential for application in the development of advanced steering systems for electric vehicles and compact mobility platforms. Furthermore, the model serves as an effective educational tool, enabling students to easily observe, understand, and study the operating principles of an independent four-wheel steering system.

MỤC LỤC

LÝ LỊCH KHOA HỌC.....	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
LỜI CAM ĐOAN.....	iii
TÓM TẮT.....	iv
ABSTRACT	v
DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT	viii
DANH SÁCH CÁC HÌNH.....	ix
DANH SÁCH CÁC BẢNG	ix
Chương 1 TỔNG QUAN	1
1.1 Lý do chọn đề tài	1
1.3 Tình hình nghiên cứu nước ngoài.....	4
1.4 Mục tiêu của đề tài	7
1.5 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	8
1.6 Phương pháp nghiên cứu.....	8
1.7 Bố cục luận văn	8
Kết luận chương 1	9
Chương 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	10
2.1 Tổng quan về xe điện và hệ thống dẫn hướng.....	10
2.2 Hệ thống dẫn hướng bốn bánh độc lập.....	10
2.3 Động học quay vòng Ackermann	14
2.4 Cơ cấu truyền lực lái	23
2.5 Động cơ bước	24
2.6 Vi điều khiển.....	30
Kết luận chương 2	34

Chương 3 NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM	35
3.1 Xây dựng mô hình mô phỏng	35
3.2 Kết quả mô phỏng	40
3.3 Thiết kế mô hình thực nghiệm.....	43
Kết luận chương 3	52
Chương 4 THỰC NGHIỆM.....	53
4.1 Kết quả thực nghiệm	53
4.2 Đánh giá kết quả.....	60
Kết luận chương 4	61
Chương 5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ ÁN.....	62
5.1 Kết luận	62
5.2 Hướng phát triển đề án	62
TÀI LIỆU THAM KHẢO	63
PHỤ LỤC	66

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu khoa học

Ký hiệu	Ý nghĩa/Đơn vị
δ	Góc bánh xe ($^{\circ}$)
L	Chiều dài cơ sở (m)
R	Bán kính quay vòng của xe (m)
D	Chiều rộng cơ sở (m)
Δ	Khoảng lệch khỏi quỹ đạo của bánh sau khi quay đầu (m)
V	Vận tốc tham chiếu của xe (m/s)
ω	Vận tốc góc (rad/s)

Chữ viết tắt

Viết tắt	Giải thích đầy đủ
2FWS	Two Front Wheel Steering (Hệ thống lái hai bánh trước)
4WS	Four Wheel Steering (Hệ thống lái bốn bánh)
ECU	Electronic Control Unit (Bộ điều khiển điện tử)
PWM	Pulse Width Modulation (Điều chế độ rộng xung)
MCU	Microcontroller Unit (Vi điều khiển)
TB6600	Stepper Motor Driver TB6600 (Bộ điều khiển động cơ bước)
MATLAB	Matrix Laboratory (Phần mềm Matlab)

DANH SÁCH CÁC HÌNH

Hình 1.1: Robot di động 3 bánh đa hướng [12]	2
Hình 1.2: Omni Robot [13]	3
Hình 1.3: Robot vận tải nặng [15].....	3
Hình 1.4: Robot nông nghiệp [16]	4
Hình 1.5: Xe điện Fabot [17]	4
Hình 1.6: Xe Omni-directional Kart (OK-1) [18].....	5
Hình 1.7: Nguyên mẫu xe 4WIS [19]	5
Hình 1.8: Mô hình xe điện 4WS/4WD [21].....	6
Hình 1.9: Xe nông nghiệp với hệ thống lái đa hướng [24]	7
Hình 2.1: Mercedes Benz 170VL [29].....	11
Hình 2.2: Cấu hình 4WS của Honda [30]	11
Hình 2.3: 4WS trong trường hợp tốc độ thấp - cao [31]	13
Hình 2.4: Nguyên tắc chung của hệ thống [17]	14
Hình 2.5: Mô hình xe hai bánh [17].....	16
Hình 2.6: Hình học Ackermann 4WS/4WD [17]	18
Hình 2.7: Nguyên lý quay vòng tốc độ cao (cùng chiều) [6].....	19
Hình 2.8: Mô hình thông số quay vòng ở tốc độ cao [6]	19
Hình 2.9: Nguyên lý quay vòng tốc độ thấp (ngược chiều) [6]	21
Hình 2.10: Mô hình thông số quay vòng ở tốc độ thấp [6].....	21
Hình 2.11: Cấu tạo motor bước.....	27
Hình 2.12: Dạng xung điều khiển full bước (phát xung một dây) [33]	28
Hình 2.13: Dạng xung điều khiển full bước (phát xung hai dây) [33]	29
Hình 2.14: Dạng xung điều khiển nửa bước (phát xung một - hai dây pha) [33]	30

Hình 2.15: Phần cứng Arduino Mega Pro Mini 2560	32
Hình 2.16: Giao diện chính của Arduino IDE.....	33
Hình 3.1: Sơ đồ hình học quay vòng Ackermann của hệ thống lái 2FWS	36
Hình 3.2: Sơ đồ hình học quay vòng Ackermann của hệ thống lái 4WS.....	38
Hình 3.3: Kết quả mô phỏng mối quan hệ giữa α & R.....	41
Hình 3.4: Kết quả mô phỏng quỹ đạo chuyển động của xe khi đánh lái	42
Hình 3.5: Bản vẽ kích thước tổng thể mô hình	44
Hình 3.6: Bản vẽ kích thước cụm dẫn hướng	45
Hình 3.7: Bản vẽ bố trí cụm dẫn hướng - dẫn động từng bánh xe.....	45
Hình 3.8: Mô hình xe điện thực nghiệm dự kiến	46
Hình 3.9: Gia công khung sườn mô hình.....	46
Hình 3.10: Cụm dẫn hướng - dẫn động sau khi lắp đặt lên mô hình	47
Hình 3.11: Hình ảnh mô hình sau khi lắp đặt	47
Hình 3.12: Sơ đồ kết nối hệ thống điện và điều khiển.....	48
Hình 3.13: Hình ảnh đấu nối thực tế hệ thống điện và điều khiển.....	49
Hình 3.14: Lưu đồ thuật toán điều khiển xe.....	50
Hình 4.1: Vệt bánh xe ở góc bánh xe 15^0	54
Hình 4.2: Vệt bánh xe ở góc bánh xe 35^0	55
Hình 4.3: So sánh bán kính quay vòng giữa mô phỏng và thực nghiệm ở 15^0	56
Hình 4.4: Thực nghiệm ở góc bánh xe 15^0	56
Hình 4.5. So sánh bán kính quay vòng giữa mô phỏng và thực nghiệm ở 35^0	57
Hình 4.6: Thực nghiệm ở góc bánh xe 35^0	57
Hình 4.7: Thực nghiệm chế độ lái 2FWS tại vị trí ngã 3 xường gầm.....	58
Hình 4.8: Thực nghiệm chế độ lái 4WS tại vị trí ngã 3 xường gầm	59

DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 2.1: So sánh hệ thống dẫn hướng 2FWS và 4WS.....	12
Bảng 2.2: So sánh cơ cấu thanh răng - bánh răng và trục vít - bánh vít	24
Bảng 2.3: Ưu điểm - nhược điểm của một số động cơ điện	25
Bảng 2.4: So sánh một số vi điều khiển phổ biến.....	31
Bảng 3.1: Thông số mô phỏng của mô hình	40
Bảng 3.2: Danh mục thiết bị và vật tư	43
Bảng 4.1: Kết quả đo bán kính quay vòng qua 5 lần thực nghiệm	60
Bảng 4.2: So sánh giá trị mô phỏng và thực nghiệm ở hai trường hợp	60