

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ
KHOA CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC



NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÔ HÌNH
CƠ CẤU LÁI BỐN BÁNH DẪN HƯỚNG

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật ô tô

Mã số ngành: 7510205

PHẠM DUY KHOA: 2110862

TRẦN QUỐC KHÁNH: 219938

HUỖNH DĨ HÀO: 219592

Cần Thơ, tháng 5/2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ

KHOA CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC



Đề tài:

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÔ HÌNH
CƠ CẤU LÁI BỐN BÁNH DẪN HƯỚNG**

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

Mã số ngành: 7510205

PHẠM DUY KHOA: 2110862

TRẦN QUỐC KHÁNH: 219938

HUỲNH DĨ HÀO: 219592

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. PHẠM QUỐC PHONG

Cần Thơ, tháng 5/2025

CHẤP THUẬN CỦA HỘI ĐỒNG

Khóa luận “Luận văn tốt nghiệp”, do sinh viên Phạm Duy Khoa, Trần Quốc Khánh, Huỳnh Dĩ Hào thực hiện dưới sự hướng dẫn của **Tiến sĩ Phạm Quốc Phong** 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

Để hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài “*Nghiên cứu thiết kế mô hình cơ cấu lái bốn bánh dẫn hướng*”, chúng em đã nhận được sự hỗ trợ, hướng dẫn và tạo điều kiện từ nhiều cá nhân, đơn vị trong và ngoài trường. Trước hết, chúng em xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu, quý thầy cô Khoa Cơ khí Động lực – Trường Đại học Nam Cần Thơ, những người đã tận tâm giảng dạy, truyền đạt cho chúng em kiến thức nền tảng về cơ khí, hệ thống ô tô và phương pháp nghiên cứu khoa học trong suốt quá trình học tập.

Đặc biệt, chúng em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến **Tiến sĩ Phạm Quốc Phong**, giảng viên hướng dẫn, người đã luôn đồng hành, định hướng và hỗ trợ chúng em từ khâu xây dựng ý tưởng, nghiên cứu lý thuyết, tính toán kỹ thuật đến thiết kế và hoàn thiện mô hình thực nghiệm. Những góp ý chuyên môn và sự tận tình của thầy là yếu tố then chốt giúp đề tài đạt được kết quả tốt nhất.

Chúng em cũng ghi nhận và cảm ơn sự hỗ trợ từ các thầy cô tại phòng thực hành và xưởng cơ khí, nơi chúng em được tiếp cận với thiết bị, vật tư và công nghệ cần thiết để triển khai mô hình. Ngoài ra, nhóm đã tham khảo nhiều tài liệu chuyên ngành, bao gồm các giáo trình trong nước, bài báo quốc tế, luận văn kỹ thuật, và các nguồn học thuật về hệ thống lái bốn bánh, góp phần định hướng đúng đắn về kỹ thuật và nâng cao tính khoa học của đề tài.

Cuối cùng, chúng em xin chân thành cảm ơn gia đình và bạn bè đã luôn động viên, tạo điều kiện tinh thần lẫn vật chất trong suốt quá trình học tập và thực hiện đồ án. Dù đã cố gắng hoàn thành với tinh thần nghiêm túc và trách nhiệm cao, nhưng do giới hạn về thời gian, kinh nghiệm và điều kiện thực nghiệm, đề tài khó tránh khỏi những thiếu sót. Chúng em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu từ quý thầy cô và bạn đọc để hoàn thiện đề tài trong các nghiên cứu tiếp theo.

Sinh viên thực hiện

Huỳnh Dĩ Hào

Trần Quốc Khánh

Phạm Duy Khoa

LỜI CAM KẾT

Chúng em xin cam kết khóa luận này được hoàn thành dựa trên các kết quả nghiên cứu của chúng em và các kết quả nghiên cứu này chưa được dùng cho bất cứ khóa luận cùng cấp nào khác.

Cần Thơ, ngày tháng năm 2025

Sinh viên thực hiện

Huỳnh Dĩ Hào

Trần Quốc Khánh

Phạm Duy Khoa

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	i
LỜI CAM KẾT	ii
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN.....	1
1.1 Đặt vấn đề	1
1.2 Mục tiêu nghiên cứu	1
1.2.1 Mục tiêu chung	1
1.2.2 Mục tiêu cụ thể	2
1.3 Phạm vi nghiên cứu	2
1.3.1 Không gian	2
1.3.2 Thời gian	2
1.3.3 Sản phẩm đồ án	2
1.4 Đối tượng nghiên cứu	2
1.5 Phương pháp nghiên cứu	3
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	4
2.1 Hệ thống lái.....	4
2.1.1 Nhiệm vụ, yêu cầu, phân loại.....	4
2.1.2 Cấu tạo và hoạt động của hệ thống lái	9
2.1.3 Phương pháp điều khiển lái.....	10
2.1.4 Cơ cấu truyền lực trên hệ thống lái bốn bánh	11
2.2 Các đề tài nghiên cứu về hệ thống lái 4 bánh và ứng dụng	16
2.2.1 Dẫn động lái trực vít-bánh vít	16
2.2.2 Dẫn động lái bánh răng ăn khớp	16
2.3 Phân tích lựa chọn phương pháp điều khiển.....	17
2.3.1 Các loại truyền động cơ khí	17
2.3.2 Lựa chọn phương pháp điều khiển	19
CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG	21
3.1 Thiết kế cơ cấu dẫn động lái.....	21
3.1.1 Các thông số cho trước.....	21
3.1.2 Phương án dẫn động lái.....	21
3.1.3 Sơ đồ cấu tạo	22
3.1.4 Nguyên lý hoạt động	23
3.2 Tính toán các cặp bánh răng ăn khớp	25

3.2.1 Chọn các cặp bánh răng ăn khớp.....	25
3.2.2 Tính tỉ số truyền các cặp bánh răng.....	30
3.2.3 Tính toán bền các cặp bánh răng.....	31
3.3 Góc lái và bán kính quay vòng từng chế độ lái	36
3.3.1 Chế độ lái 2FWS	36
3.3.2 Chế độ lái 4WS ngược chiều.....	37
3.3.3 Chế độ lái 4WS cùng chiều	39
3.4 Thiết kế các chi tiết.....	39
3.4.1 Thiết kế khung xe	39
3.4.2 Thiết kế trục bánh xe	42
3.4.3 Thiết kế cụm xoay bánh xe.....	46
3.4.4 Thiết kế thanh nối.....	49
3.4.5 Thiết kế trục truyền động trước.....	50
3.4.6 Thiết kế giá đỡ bánh răng.....	51
3.4.7 Thiết kế trục truyền động sau	53
3.4.8 Thiết kế cụm bánh răng trụ và ống trục cố định.....	54
3.4.9 Thiết kế bánh răng côn và thanh ren	55
3.4.10 Thiết kế cụm lái trước	56
3.4.11 Thiết kế cụm lái sau.....	57
3.4.12 Ý tưởng thiết kế toàn bộ mô hình cơ cấu lái bốn bánh dẫn hướng	58
3.5 Chế tạo các chi tiết.....	59
3.5.1 Chế tạo khung xe	59
3.5.2 Chế tạo trục bánh xe.....	63
3.5.3 Chế tạo Trục xoay bánh xe.....	66
3.5.4 Chế tạo thanh nối (nối giữa khớp quay với rô-tuyn lái).....	74
3.5.5 Chế tạo cụm giá đỡ bánh răng thẳng và bánh răng côn	76
3.5.6 Chế tạo cơ cấu di chuyển bánh răng côn.....	78
3.5.7 Chế tạo cơ cấu di chuyển bánh răng thẳng.....	79
3.5.8 Chế tạo trục truyền động trước.....	80
3.5.9 Chế tạo trục truyền động sau.....	83
3.5.10 Chế tạo cụm lái sau	86
3.5.11 Chế tạo cụm lái trước và vô lăng.....	87
3.5.12 Mô hình sau khi hoàn thiện	87

3.6 Kiểm tra toàn bộ hệ thống lái	88
3.6.1 Kiểm tra bằng mắt thường.....	88
3.6.2 Kiểm tra kích thước lắp ghép	88
3.6.3 Kiểm tra độ siết và các liên kết cơ khí	88
3.7 Tính toán góc lái với Matlab.....	90
CHƯƠNG 4. KIỂM NGHIỆM VÀ THỰC NGHIỆM MÔ HÌNH.....	93
4.1 Kiểm nghiệm mô hình	93
4.1.1 Kiểm tra cơ khí và lắp ghép	93
4.1.2 Kiểm nghiệm bằng mô phỏng Matlab.....	93
4.2 Quá trình thực nghiệm	94
4.2.1 Chuẩn bị dụng cụ thực nghiệm mô hình	94
4.2.2 Quá trình thực nghiệm mô hình	96
4.3 Đánh giá và kết luận quá trình thực nghiệm mô hình.....	99
CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	101
5.1 Kết luận.....	101
5.2 Kiến nghị.....	103
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	105
PHỤ LỤC.....	107

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. Tổng quan hệ thống lái trên ô tô.....	4
Hình 2. Hệ thống lái bố trí bên trái.....	5
Hình 3. Hệ thống lái bố trí bên phải	5
Hình 4. Cấu tạo chi tiết cơ cấu lái loại trục vít thanh răng.....	6
Hình 5. Cơ cấu lái bánh răng thanh răng.....	6
Hình 6. Cơ cấu lái loại liên hợp.....	7
Hình 7. Hệ thống lái trợ lực thủy lực	7
Hình 8. Phân loại hệ thống lái theo số bánh dẫn hướng.....	8
Hình 9. Hệ thống lái dẫn động cơ khí	9
Hình 10. Hệ thống lái loại trục vít thanh răng (a) và loại bi tuần hoàn (b).....	10
Hình 11. Xe di chuyển ở tốc độ thấp.....	13
Hình 12. Xe di chuyển ở tốc độ trung bình	13
Hình 13. Xe di chuyển ở tốc độ cao	14
Hình 14. Sơ đồ hệ thống điều khiển 4WAS	14
Hình 15. Hệ thống lái 4WAS trên xe BMW 5 (2010).....	15
Hình 16. Cấu tạo cơ cấu điều khiển 4WAS	15
Hình 17. Mô hình hệ thống lái dẫn động trục vít bánh vít [11]	16
Hình 18. Mô hình hệ thống lái dẫn động bánh răng ăn khớp [12]	17
Hình 19. Sơ đồ khối cơ cấu lái bánh răng thanh răng	22
Hình 20. Sơ đồ bố trí bánh răng	Error! Bookmark not defined.
Hình 21. Sơ đồ hình học lái 2 bánh trước	24
Hình 22. Sơ đồ hình học lái 4 bánh cùng hướng.....	24
Hình 23. Sơ đồ hình học lái 4 bánh ngược hướng.....	25
Hình 24. Bản vẽ bánh răng côn số 8 và số 9	26
Hình 25. Bản vẽ bánh răng côn số 2 và 12.....	26
Hình 26. Bản vẽ bánh răng trụ số 4 số 5 số 6 và số 7	27
Hình 27. Bản vẽ bánh răng côn số 10.....	28
Hình 28. Bản vẽ bánh răng số 1 và số 13.....	29

Hình 29. Bảng vẽ thanh răng.....	29
Hình 30. Bánh răng côn số 3 và số 11.....	30
Hình 31. Chế độ lái 2FWS	36
Hình 32. Chế độ lái 4WS ngược chiều.....	37
Hình 33. Chế độ lái 4WS cùng chiều.....	39
Hình 34. Gói đỡ vòng bi UCP 206 [15]	41
Hình 35. Bản vẽ thiết kế khung xe	42
Hình 36. Ổ bi 6004 [16]	44
Hình 37. Bu lông M18.....	45
Hình 38. Bản vẽ thiết kế trục bánh xe	46
Hình 39. Bản vẽ thiết kế khớp chữ U	47
Hình 40. Bản vẽ thiết kế trục đứng	48
Hình 41. Bản vẽ thiết kế ống trục.....	48
Hình 42. Ổ bi mã 6003 [17]	49
Hình 43. Bản vẽ thiết kế 3D thanh nối.....	50
Hình 44. Bản vẽ thiết kế trục truyền động trước.....	51
Hình 45. Bản vẽ thiết kế giá đỡ cụm bánh răng côn	52
Hình 46. Bản vẽ giá đỡ cụm bánh răng thẳng	52
Hình 47. Bản vẽ thiết kế trục truyền động sau	53
Hình 48. Bản vẽ thiết kế cụm bánh răng thẳng và ống trục	54
Hình 49. Bản vẽ thiết kế thanh ren di chuyển cụm bánh răng thẳng	55
Hình 50. Bản vẽ thiết kế bánh răng rôn và thanh ren.....	56
Hình 51. Bản vẽ thiết kế cụm lái trước	57
Hình 52. Bản vẽ thiết kế cụm lái sau.....	58
Hình 53. Bản vẽ 3D thiết kế hoàn thiện của mô hình	58
Hình 54. Chuẩn bị thép hộp 4x4.....	59
Hình 55. Cắt sắt theo kích thước	59
Hình 56. Vắt mép trước khi hàn.....	60
Hình 57. Hàn khung	60

Hình 58. Khung sau khi hàn hoàn chỉnh	61
Hình 59. Đánh dấu để gia công lỗ	61
Hình 60. Khung xe sau khi sơn màu phủ	62
Hình 61. Kiểm tra chiều dài khung xe.....	62
Hình 62. Kiểm tra hiệu rộng khung xe	63
Hình 63. Phôi thép tròn Ø22 mm	64
Hình 64. Gá phôi lên máy tiện	64
Hình 65. Kiểm tra đường kính trục bằng thước cặp.....	65
Hình 66. Kiểm tra đường kính đoạn lắp bánh xe	65
Hình 67. Phôi lá thép dày 0.5 mm, rộng 42 mm	66
Hình 68. Dùng máy cắt tay cắt phôi thép chế tạo khớp chữ U	67
Hình 69. Gia công lỗ Ø22 bằng máy khoan bàn	67
Hình 70. Đo kích thước ống trục trước khi cắt	68
Hình 71. Ống trục sau khi cắt.....	69
Hình 72. Lắp ổ bi vào ống trục.....	69
Hình 73. Sơn phủ trục xoay.....	70
Hình 74. Đo phôi thép lá	70
Hình 75. Cắt phôi thép	71
Hình 76. Phôi thép sau khi hàn vào ổ bi trục xoay.....	71
Hình 77. Sơn phủ toàn bộ cụm xoay	72
Hình 78. Kiểm tra chiều dài trục xoay	72
Hình 79. Kiểm tra chiều rộng trục xoay	73
Hình 80. Kiểm tra chiều cao trục xoay.....	73
Hình 81. Thanh nối sau khi cắt và khoan lỗ	74
Hình 82. Kiểm tra chiều dài thanh nối	75
Hình 83. Kiểm tra chiều rộng thanh nối.....	75
Hình 84. Kiểm tra chiều dài giá đỡ	77
Hình 85. Kiểm tra chiều rộng giá đỡ.....	77
Hình 86. Kiểm tra chiều cao giá đỡ.....	78

Hình 87. Hàn cơ cấu di chuyển bánh răng côn vào khung.....	79
Hình 88. Hàn cơ cấu di chuyển bánh răng thẳng vào khung.....	80
Hình 89. Hàn bánh răng vào trục truyền động trước.....	81
Hình 90. Ráp trục truyền động trước vào khung xe	81
Hình 91. Kiểm tra chiều dài trục truyền động trước	82
Hình 92. Kiểm tra đường kính trục truyền động trước	82
Hình 93. Kiểm tra đường kính đoạn lắp bánh răng côn	83
Hình 94. Hàn các bánh răng trục truyền động sau	84
Hình 95. Ráp trục truyền động sau vào khung	84
Hình 96. Kiểm tra chiều dài trục truyền động sau	85
Hình 97. Kiểm tra đường kính trục truyền động sau.....	85
Hình 98. Kiểm tra đường kính đoạn lắp bánh răng côn trục sau	86
Hình 99. Mô hình sau khi hoàn thiện	87
Hình 100. Kiểm tra kích thước mô hình.....	88
Hình 101. Siết lại các bu lông	89
Hình 102. Điều chỉnh rô tui.....	89
Hình 103. Siết lại bu long bánh xe	90
Hình 104. Kiểm tra hoạt động của xe.....	90
Hình 105. Môi quan hệ giữa góc lái bánh xe và bán kính quay vòng.....	91
Hình 106. So sánh quỹ đạo và bán kính quay vòng của hệ thống lái hai bánh (2FWS) và bốn bánh (4WS) tại góc lái 30 độ	92
Hình 107. Kiểm nghiệm sự ổn định của xe	93
Hình 108. Dụng cụ thực nghiệm	94
Hình 109. Lắp dụng cụ vào mô hình	94
Hình 110. Lưu đồ thực nghiệm	96
Hình 111. Thực nghiệm các trường hợp	97
Hình 112. Thực nghiệm đo bán kính quay vòng.....	98
Hình 113. Đo kiểm lại kết quả thực nghiệm	98

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. Các thông số cho trước	21
Bảng 2. Thông số các cặp bánh răng ăn khớp	25
Bảng 3. Thông số cặp bánh răng trụ ăn khớp	27
Bảng 4. Thông số bộ truyền bánh răng côn cụm B	27
Bảng 5. Thông số cặp bánh răng côn cụm C	28
Bảng 6. Thông số cặp bánh răng thanh răng	28
Bảng 7. Thông số cho trước của khung xe	42
Bảng 8. Vật liệu chế tạo cụm xoay bánh xe	46
Bảng 9. So sánh giá trị thực tế và bản vẽ của khung xe	63
Bảng 10. So sánh giá trị thực tế và bản vẽ của trục bánh xe	66
Bảng 11. So sánh giá trị cụm xoay bánh xe	73
Bảng 12. So sánh giá trị thanh nối với bản vẽ	75
Bảng 13. Bản thông số kiểm tra giá đỡ	78
Bảng 14. So sánh kích thước trục truyền động trước	83
Bảng 15. So sánh kích thước trục truyền động sau	86
Bảng 16. Thông số mô phỏng	91
Bảng 17. So sánh kết quả mô phỏng với thực tế	99

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

2FWS: Hệ thống lái dẫn động 2 bánh trước

4WS: Hệ thống lái 4 bánh dẫn hướng