

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

-----\*\*\*-----



**ĐỀ ÁN THẠC SĨ  
LÊ HẢI QUÂN**

**MÔ PHỎNG ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỔI CÁC CHẾ  
ĐỘ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG ĐỘNG LỰC LAI  
NỐI TIẾP CHO PHƯƠNG TIỆN LƯỠNG CỨ BẰNG  
PHẦN MỀM MATLAB/SIMULINK**

**NGÀNH: KỸ THUẬT Ô TÔ - 8520130**

**Cần Thơ, tháng 04 năm 2026**

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

-----\*\*\*-----



**ĐỀ ÁN THẠC SĨ  
LÊ HẢI QUÂN**

**MÔ PHÒNG ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỔI CÁC CHẾ  
ĐỘ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG ĐỘNG LỰC LAI  
NỐI TIẾP CHO PHƯƠNG TIỆN LƯỠNG CỨ BẰNG  
PHẦN MỀM MATLAB/SIMULINK**

**Người hướng dẫn**

**Hướng dẫn khoa học 1: TS. NGUYỄN HỮU CƯỜNG**

**Hướng dẫn khoa học 2: TS. NGUYỄN QUANG SÁNG**

**Cần Thơ, tháng 04 năm 2026**

# QUYẾT ĐỊNH GIAO ĐỀ TÀI

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

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Số: 676/QĐ - ĐHNCT

Cần Thơ, ngày 25 tháng 6 năm 2025

## 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 Trường Khoa Cơ khí Động lực và Trường Khoa Sau đại học,

### QUYẾT ĐỊNH:

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

- Họ và tên: **Lê Hải Quân**
- Mã học viên: 2310006
- Tên đề tài: Mô phỏng điều khiển chuyển đổi các chế độ hoạt động của hệ thống động lực lai nối tiếp cho phương tiện lưỡng cư bằng phần mềm matlab/simulink
- Người hướng dẫn:
  - + GVHD 1: TS. Nguyễn Hữu Cường - Trường Đại học Cần Thơ
  - + GVHD 2: TS. Phan Tuấn Kiệt - Trường Đại học Nam Cần Thơ

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

**Điều 3.** Các ông (bà) Trường Khoa Cơ khí Động lực, Trường Khoa Sau đại học, Trường phòng Tổ chức – Hành chính, Trường phòng Tài chính – Kế hoạch, các Trường 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.



# QUYẾT ĐỊNH THAY ĐỔI GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN 2

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

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số: 11 /QĐ-ĐHNCT

Cần Thơ, ngày 08 tháng 1 năm 2026

## QUYẾT ĐỊNH

V/v thay đổi người hướng dẫn đề án tốt nghiệp thạc sĩ  
ngành Kỹ thuật ô tô, khóa 2023-2025

### HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ

Căn cứ Quyết định số 230/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 25 tháng 01 năm 2013 về việc thành lập Trường Đại học Nam Cần Thơ;

Căn cứ Quyết định số 05/QĐ-CTHĐT-ĐHNCT ngày 09 tháng 03 năm 2020 của Chủ tịch Hội đồng trường về việc ban hành Quy chế Tổ chức và Hoạt động của 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 về việc bổ nhiệm chức vụ 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 Quyết định số 686/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;

Căn cứ Đề nghị thay đổi người hướng dẫn đề án tốt nghiệp thạc sĩ ngành Kỹ thuật ô tô, khóa 2023-2025 của Khoa Cơ khí Động lực;

Xét đề nghị của Trường Khoa Sau đại học,

### QUYẾT ĐỊNH:

**Điều 1.** Thay đổi người hướng dẫn đề án tốt nghiệp thạc sĩ ngành Kỹ thuật ô tô, khóa 2023-2025 cho học viên **Lê Hải Quân** (mã số học viên 2310006) như sau:

- Tên GVHD 2 cũ: TS. Phan Tuấn Kiệt

- Tên GVHD 2 mới: TS. Nguyễn Quang Sáng

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

**Điều 3.** Các ông (bà) Trường Khoa Cơ khí Động lực, Trường 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.

HIỆU TRƯỞNG   
  
TS. Nguyễn Văn Quang

# LÝ LỊCH KHOA HỌC

## I. LÝ LỊCH SƠ LƯỢC:

Họ & tên: Lê Hải Quân

Giới tính: Nam

Ngày, tháng, năm sinh: 20/08/1999

Nơi sinh: An Giang

Quê quán: An Giang

Dân tộc: Kinh

Chỗ ở riêng hoặc địa chỉ liên lạc: Trường Đại học Nam Cần Thơ

Điện thoại cá nhân: 0356212420

E-mail: lhquan@nctu.edu.vn

## II. QUÁ TRÌNH ĐÀO TẠO:

### 1. Đại học:

Hệ đào tạo: Chính quy                      Thời gian đào tạo từ 08/2017 đến 08/2021

Nơi học (trường, thành phố): Trường Đại học Nam Cần Thơ

Ngành học: Công nghệ kỹ thuật Ô tô

Tên đồ án, luận án hoặc môn thi tốt nghiệp: Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống truyền lực trên xe ô tô

Người hướng dẫn: ThS. Dương Chí Thiện

## III. QUÁ TRÌNH CÔNG TÁC CHUYÊN MÔN KỂ TỪ KHI TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC:

Thời gian	Nơi công tác	Công việc đảm nhiệm
04/2022 – nay	Trường Đại học Nam Cần Thơ	Nhân viên

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác

*Tp. Cần Thơ, ngày ... tháng ... năm 2026*

**Học viên thực hiện**

*(Ký tên và ghi rõ họ tên)*

## LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Quý Thầy/Cô trong Khoa Cơ khí Động lực, Trường Đại học Nam Cần Thơ đã tận tình giảng dạy, truyền đạt kiến thức và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất đến Thầy hướng dẫn khoa học – Thầy PGS. TS. Nguyễn Hữu Cường và Thầy TS. Nguyễn Quang Sáng, người đã trực tiếp định hướng, tận tình chỉ bảo, góp ý chuyên môn và luôn theo sát tôi trong suốt quá trình thực hiện đề án. Những ý kiến đóng góp quý báu của Thầy là nền tảng quan trọng giúp tôi hoàn thiện nghiên cứu này.

Tôi cũng xin trân trọng cảm ơn Quý Thầy trong Hội đồng đánh giá đã dành thời gian đọc, nhận xét và đưa ra những góp ý quý giá để đề án được hoàn thiện hơn cả về nội dung lẫn hình thức.

Bên cạnh đó, tôi xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè và đồng nghiệp đã luôn động viên, hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt thời gian học tập và thực hiện đề tài.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do hạn chế về thời gian và kinh nghiệm nghiên cứu, đề án không tránh khỏi những thiếu sót. Tôi rất mong nhận được sự thông cảm và những ý kiến đóng góp quý báu từ Quý Thầy/Cô và các nhà khoa học để nghiên cứu được hoàn thiện hơn trong tương lai.

Xin trân trọng cảm ơn!

# TÓM TẮT

Đề án tập trung nghiên cứu, mô hình hóa và mô phỏng hệ thống điều khiển chuyển đổi chế độ hoạt động của hệ thống động lực lai nối tiếp ứng dụng cho phương tiện lưỡng cư (PTLC). Trong bối cảnh nhu cầu sử dụng các phương tiện đa năng có khả năng hoạt động linh hoạt trên cả hai môi trường cạn và nước ngày càng gia tăng, việc phát triển hệ thống truyền động lai nhằm nâng cao hiệu suất năng lượng, giảm tiêu hao nhiên liệu và hạn chế phát thải là hướng đi cần thiết. Nghiên cứu tiến hành tổng quan các loại PTLC, các cấu trúc hệ thống truyền động hybrid và lựa chọn cấu hình hybrid nối tiếp làm nền tảng do ưu điểm về tính linh hoạt điều khiển và khả năng thích nghi với điều kiện vận hành đặc thù. Trên cơ sở đó, đề tài xây dựng mô hình toán học cho các thành phần chính của hệ thống bao gồm: động cơ đốt trong (ICE), máy phát điện (GEN), động cơ điện không chổi than (BLDC), hệ thống pin và các lực tác động lên phương tiện trong hai môi trường hoạt động.

Tiếp theo, đề án phát triển thuật toán điều khiển nhằm thực hiện chuyển đổi linh hoạt giữa các chế độ vận hành như: chế độ thuần điện, chế độ lai và chế độ sử dụng động cơ đốt trong kết hợp máy phát. Mô hình hệ thống được xây dựng và mô phỏng trên nền tảng phần mềm MATLAB/Simulink, với các chế độ vận hành bao gồm chuyển động trên đường bằng, leo dốc và hoạt động dưới nước. Kết quả mô phỏng cho thấy hệ thống điều khiển đề xuất có khả năng đáp ứng tốt yêu cầu vận hành của phương tiện, đảm bảo sự chuyển đổi chế độ mượt mà, duy trì trạng thái sạc pin hợp lý và cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng. Nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc thiết kế và phát triển các PTLC sử dụng hệ thống động lực lai trong thực tiễn.

# ABSTRACT

This thesis focuses on the modeling, simulation, and control of operating mode switching in a series hybrid powertrain system for an amphibious vehicle. In the context of increasing demand for multifunctional vehicles capable of operating efficiently on both land and water, the development of hybrid propulsion systems has become essential to enhance energy efficiency, reduce fuel consumption, and minimize emissions. The study begins with a comprehensive review of amphibious vehicles and hybrid powertrain architectures. Among various configurations, the series hybrid structure is selected due to its advantages in control flexibility and adaptability to varying operating conditions. Based on this configuration, mathematical models of key components are developed, including the internal combustion engine (ICE), generator (GEN), brushless DC motor (BLDC), battery system, and the resistance forces acting on the vehicle in both terrestrial and aquatic environments.

A control strategy for automatic mode switching is then designed to enable flexible transitions between different operating modes, such as electric-only mode, hybrid mode, and engine-generator mode. The complete system is implemented and simulated using MATLAB/Simulink under various driving scenarios, including standard driving cycles, hill-climbing conditions, and water operation. Simulation results demonstrate that the proposed control strategy effectively ensures smooth mode transitions, maintains an appropriate state of charge of the battery, and improves overall energy efficiency. The findings of this research provide a scientific and technical foundation for the design and development of hybrid amphibious vehicles in practical applications.

# MỤC LỤC

QUYẾT ĐỊNH GIAO ĐỀ TÀI .....	i
QUYẾT ĐỊNH THAY ĐỔI GIẢNG VIÊN .....	ii
LÝ LỊCH KHOA HỌC .....	iii
LỜI CAM ĐOAN .....	iv
LỜI CẢM ƠN .....	v
TÓM TẮT .....	vi
ABSTRACT .....	vii
MỤC LỤC.....	viii
DANH MỤC VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU .....	xi
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	xiii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	xvi
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU.....	1
1.1 Lý do chọn đề tài .....	1
1.2 Tổng quan các công trình nghiên cứu .....	1
1.2.1 Các nghiên cứu ngoài nước .....	1
1.2.2 Các nghiên cứu trong nước.....	7
1.3 Mục tiêu nghiên cứu .....	9
1.3.1 Mục tiêu chung .....	9
1.3.2 Mục tiêu cụ thể .....	9
1.4 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu .....	9
1.4.1 Đối tượng nghiên cứu .....	9
1.4.2 Phạm vi nghiên cứu .....	9
1.5 Phương pháp nghiên cứu .....	10
1.6 Dự kiến kết quả đạt được.....	10
1.7 Kết cấu báo cáo .....	10
CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ MÔ HÌNH TOÁN.....	11

2.1 Tổng quan về phương tiện hybrid lưỡng cư .....	11
2.2 Phân loại PTLC .....	11
2.2.1 Phân loại theo mục đích sử dụng .....	11
2.2.2 Phân loại theo kết cấu bánh xe .....	15
2.2.3 Phân loại theo phương pháp đẩy nước .....	16
2.3 Phân loại hệ thống truyền động hybrid .....	17
2.3.1 Tổng quan phân loại hệ thống truyền động hybrid.....	17
2.3.2 Bố trí hệ thống truyền động.....	20
2.3.2.1 Động cơ đặt trước – dẫn động cầu trước .....	21
2.3.2.2 Động cơ đặt trước – dẫn động hai cầu.....	21
2.3.2.3 Động cơ đặt sau - dẫn động cầu sau .....	23
2.3.2.4 Động cơ đặt sau - dẫn động hai cầu.....	24
2.4 Đề xuất hệ thống truyền lực lai cho PTLC.....	25
2.5 Mô hình hóa động cơ đốt trong/máy phát .....	28
2.6 Mô hình hóa động cơ điện BLDC .....	30
2.7 Mô hình hóa Pin .....	32
2.8 Tính toán các lực tác động lên PTLC – phần trên cạn .....	32
2.8.1 Lực cản lăn.....	34
2.8.2 Lực cản gió .....	35
2.8.3 Lực cản dốc.....	35
2.8.4 Lực cản quán tính .....	36
2.8.5 Lực kéo tiếp tuyến của bánh xe chủ động .....	36
2.8.6 Tỷ số truyền khi di chuyển trên cạn .....	37
2.8.7 Khả năng lên dốc của phương tiện khi di chuyển trên cạn.....	37
2.9 Tính toán các lực tác động lên PTLC – phần dưới nước.....	38
2.9.1 Sức cản ma sát .....	40
2.9.2 Sức cản dư.....	40
2.9.3 Công suất thực tế .....	40

CHƯƠNG 3 XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHÒNG .....	42
3.1 Các thông số cho trước .....	42
3.1.1 Các thông số của PTLC .....	42
3.1.2 Mô hình phương tiện dự kiến .....	43
3.2 Xây dựng mô hình mô phỏng chi tiết .....	44
3.2.1 Xây dựng thuật toán điều khiển cho mô hình .....	44
3.2.2 Mô hình mô phỏng trên phần mềm Matlab/Simulink .....	46
CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ MÔ PHỎNG .....	57
4.1 Tốc độ phương tiện .....	57
4.2 Mô-men xoắn và tốc độ của động cơ .....	59
4.3 Trạng thái sạc .....	61
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN .....	64
1. Kết luận .....	64
2. Hạn chế của đề tài .....	65
3. Hướng nghiên cứu tiếp theo .....	65
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	67

## DANH MỤC VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU

Từ viết tắt/ Ký hiệu	Chú thích ý nghĩa	Đơn vị
AHV	Amphibious hybrid vehicle (Phương tiện lưỡng cư hybrid)	
BLDC	Brushless dc motor (Động cơ điện một chiều không chổi than)	
BSFC	Brake specific fuel consumption (Mức tiêu hao nhiên liệu riêng của động cơ)	
EM	Electric motor (Động cơ điện)	
EMF	Electromotive Force (Suất điện động ngược)	
GEN	Generator (Máy phát điện)	
ICE	Internal Combustion Engine (Động cơ đốt trong)	
S-HEV	Series hybrid (Hybrid nối tiếp)	
SOC	State of Charge (Trạng thái sạc)	
S/P-HEV	Series -Parallel hybrid (Hybrid hỗn hợp)	
P-HEV	Parallel hybrid (Hybrid song song)	
PTLC	Phương tiện lưỡng cư	
$\alpha$	Góc dốc	Độ (°)
$\xi$	Hệ số cản dư	
$\rho$	Mật độ của không khí	kg/m <sup>3</sup>
$\eta_t$	Hiệu suất của hệ thống truyền lực	
$A$	Diện tích cản chính diện của PTLC	m <sup>2</sup>
$A_M$	Diện tích sườn giữa của phương tiện	m <sup>2</sup>
a,b	Khoảng cách từ trọng tâm xe đến trục bánh xe trước và bánh xe sau	mm
B	Chiều rộng bánh xe	mm
$B_0$	Chiều rộng xe	mm
$C_B$	Hệ số béo thể tích của phương tiện	
$C_d$	Hệ số cản không khí	
$C_{ms}$	Hệ số ma sát	
$d$	Trọng lượng riêng của nước	N/m <sup>3</sup>
d	Đường kính mâm xe	inch
$F_A$	Lực đẩy acsimet	N

$F_{f1}$	Lực cản lăn ở bánh xe trước	N
$F_{f2}$	Lực cản lăn ở bánh xe sau	N
$F_i$	Lực cản lên dốc	N
$F_j$	Lực quán tính tác dụng lên PTLC	N
$F_k$	Lực kéo tiếp tuyến ở bánh xe chủ động của PTLC	N
$F_w$	Lực cản không khí	N
$f_0, f$	Hệ số cản lăn ứng với tốc độ chuyển động của xe	
$G$	Trọng lượng toàn bộ của PTLC	N
$H_0$	Chiều cao phương tiện	mm
$h_g$	Tọa độ chiều cao trọng tâm phương tiện	mm
$h_w$	Khoảng cách từ mặt đường đến điểm đặt lực cản không khí	mm
$L$	Chiều dài cơ sở của PTLC	mm
$M$	Trọng lượng phương tiện toàn tải	kg
$M_{f1}$	Mô men cản lăn ở bánh xe trước	Nm
$M_{f2}$	Mô men cản lăn ở bánh xe sau	Nm
$M_k$	Mô men kéo tại bánh xe chủ động	Nm
$N_e$	Công suất định mức của động cơ	kW
$N_k$	Công suất kéo tại bánh xe chủ động	kW
$R_A$	Sức cản điều chỉnh mô hình tàu	N
$R_{APP}$	Sức cản của các phần phụ	N
$R_B$	Sức cản áp suất bổ sung của mũi tàu	N
$R_d$	Sức cản dư	N
$R_{ms}$	Sức cản ma sát	N
$R_T$	Sức cản của vỏ tàu	N
$R_{TR}$	Sức cản áp suất bổ sung của đuôi tàu chìm	N
$R_w$	Sức cản sóng	N
$r_0$	Bán kính bánh xe	mm
$V_c$	Thể tích phần chìm của phương tiện	m <sup>3</sup>
$v$	Vận tốc chuyển động của ô tô	km/h
$v_{cmax}$	Tốc độ tối đa trên cạn	m/s
$v_{nmax}$	Tốc độ tối đa dưới nước	m/s
$W_S$	Diện tích mặt ướt	m <sup>2</sup>

# DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1: Mô hình phát hiện chướng ngại vật [2].....	3
Hình 1.2: Mô hình CAD cho PTLC được thiết kế [3] .....	3
Hình 1.3: Bộ truyền động của FroBot [4] .....	4
Hình 1.4: Sơ đồ nguyên lý hệ thống động lực lai cho AHV [5] .....	5
Hình 1.5: Mô hình toán học cho AHV [5] .....	5
Hình 1.6: Mô hình hình học của CTAV [6] .....	6
Hình 1.7: PTLC Argo 8x8 – XTI [7] .....	7
Hình 1.8: Xe lưỡng cư tự chế của ông Trí ở Bình Dương [8] .....	8
Hình 2.1: Phương tiện mô tô lưỡng cư – GIBBS Biski [11].....	12
Hình 2.2: Phương tiện ô tô lưỡng cư – The Panther [12] .....	12
Hình 2.3: Phương tiện buýt lưỡng cư - Splashtour Amfibus [13] .....	13
Hình 2.4: Phương tiện tải lưỡng cư – GIBBS Phibian [14] .....	13
Hình 2.5: Phương tiện quân sự lưỡng cư – Panhard VBL [15] .....	14
Hình 2.6: Phương tiện cứu hộ lưỡng cư – GIBBS Humdinga [16] .....	15
Hình 2.7: PTLC bánh lốp – GIBBS Humdinga [16].....	15
Hình 2.8: PTLC bánh xích – FNSS MAV [17].....	16
Hình 2.9: PTLC đẩy nước bằng bánh xe [18].....	16
Hình 2.10: PTLC đẩy nước bằng chân vịt – 1962 Amphicar 770 [19].....	17
Hình 2.11: PTLC đẩy nước bằng động cơ phản lực GIBBS Phibian [14].....	17
Hình 2.12: Cấu trúc hệ thống truyền lực lai kiểu nối tiếp [10] .....	18
Hình 2.13: Đặc tính động cơ và vùng hoạt động tối ưu [10] .....	19
Hình 2.14: Cấu trúc hệ thống truyền lực lai điện kiểu song song [10] .....	19
Hình 2.15: Cấu trúc hệ thống truyền lực lai kiểu hỗn hợp [10] .....	20
Hình 2.16: Bố trí động cơ đặt trước – dẫn động cầu trước [20, 21] .....	21
Hình 2.17 Bố trí động cơ đặt trước – dẫn động hai cầu [20, 21] .....	22
Hình 2.18: Bố trí động cơ đặt sau – dẫn động cầu sau [20, 21] .....	23

Hình 2.19: Bố trí động cơ đặt sau - dẫn động hai cầu [22] .....	24
Hình 2.20: Động cơ đặt sau - dẫn động hai cầu [23] .....	25
Hình 2.21: Mô hình hệ thống truyền lực cho PTLC .....	26
Hình 2.22: Biểu đồ suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ (BSFC) [26] .....	28
Hình 2.23: Sơ đồ hệ thống điều khiển động cơ BLDC [27] .....	30
Hình 2.24: Các lực và mô-men tác dụng lên PTLC khi chuyển động lên dốc. ....	33
Hình 2.25: Chiều chìm PTLC .....	39
Hình 2.26: Sức cản R của PTLC khi PTLC chuyển động dưới nước.....	39
Hình 3.1: Mô hình dự kiến của PTLC.....	43
Hình 3.2: Sơ đồ thuật toán điều khiển tổng quát cho mô hình .....	44
Hình 3.3: Sơ đồ điều khiển trên cạn.....	45
Hình 3.4: Sơ đồ thuật toán điều khiển dưới nước .....	46
Hình 3.5: Mô hình PTLC được thiết kế trên phần mềm Simulink .....	47
Hình 3.6: Khối chu trình thử .....	48
Hình 3.7: Chu trình thử SCO3 .....	49
Hình 3.8: Chu trình lái khi leo dốc.....	49
Hình 3.9: Chu trình lái khi hoạt động dưới nước .....	50
Hình 3.11: Thông số điều khiển khối PID (2DOF).....	51
Hình 3.12: Khối mô hình phương tiện .....	51
Hình 3.13: Khối motor được thiết lập từ khối Matlab Function .....	52
Hình 3.14: Khối mô phỏng thân phương tiện .....	53
Hình 3.15: Khối mô phỏng trên cạn.....	54
Hình 3.16. Khối các lực tác động khi phương tiện di chuyển trên cạn.....	54
Hình 3.17: Khối kiểm tra chu trình lái SCO3 .....	55
Hình 3.18: Khối thử khả năng leo dốc .....	55
Hình 3.19: Khối mô phỏng phần dưới nước .....	56
Hình 4.1: Đồ thị tốc độ của phương tiện khi chạy chu trình lái SC03.....	57
Hình 4.2: Đồ thị tốc độ động cơ khi phương tiện di chuyển dưới nước .....	58

Hình 4.3 Kết quả mô phỏng moment xoắn của động cơ.....	59
Hình 4.4: Kết quả mô phỏng tốc độ động cơ .....	60
Hình 4.5: Công suất động cơ (kW) .....	61
Hình 4.6: Trạng thái sạc pin khi phương tiện di chuyển trên cạn.....	62
Hình 4.7: Trạng thái sạc của pin khi phương tiện di chuyển dưới nước.....	63

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1: Danh sách PTLC ở các quốc gia trên thế giới [1] .....	2
Bảng 2.1: Giá trị hệ số cản lăn ở vận tốc $\leq 22,2$ (m/s) ứng với các loại đường. ....	34
Bảng 2.2: Bảng chọn các thông số cản không khí. ....	35
Bảng 3.1: Bảng thông số phương tiện.....	42
Bảng 3.2: Bảng thông số động cơ BLDC .....	43