

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

---

**VŨ TẮT TÂN**

**NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG NGUỒN ĐỘNG LỰC XE ĐIỆN  
HYBRID (HEV) KIỂU KẾT HỢP BẰNG PHẦN MỀM GT-SUITE**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí Động lực**

**Thái Nguyên - Năm 2018**

## LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên, Phòng Đào tạo và Khoa kỹ thuật Ô tô và Máy động lực đã cho phép tôi thực hiện luận văn này. Xin cảm ơn Phòng Đào tạo và Khoa kỹ thuật Ô tô và Máy động lực về sự hỗ trợ và giúp đỡ trong suốt quá trình tôi học tập và làm luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn TS. Dương Thế Hùng đã hướng dẫn tôi hết sức tận tình và chu đáo về mặt chuyên môn để tôi có thể thực hiện và hoàn thành luận văn.

Tôi xin cảm ơn lãnh đạo, các đồng nghiệp tại Cơ quan nơi tôi công tác đã tạo điều kiện và động viên tôi trong suốt quá trình học tập.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến các thầy phản biện, các thầy trong hội đồng chấm luận văn đã đồng ý đọc duyệt và góp các ý kiến quý báu để tôi có thể hoàn chỉnh luận văn này.

Cuối cùng tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới gia đình và bạn bè, những người đã động viên khuyến khích tôi trong suốt thời gian tôi học tập.

Tuy nhiên do còn có hạn chế về thời gian cũng như kiến thức của bản thân nên đề tài của tôi có thể còn nhiều thiếu sót. Tôi rất mong nhận được sự góp ý để luận văn được hoàn thiện hơn.

**Học viên**

## MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT .....	vi
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU .....	vii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ .....	viii
MỞ ĐẦU .....	1
1. Lý do chọn đề tài .....	1
2. Mục đích của đề tài .....	2
3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	3
* Ý nghĩa khoa học: .....	3
* Ý nghĩa thực tiễn: .....	3
4. Đối tượng nghiên cứu.....	3
5. Phương pháp nghiên cứu.....	3
6. Các nội dung chính trong đề tài .....	3
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU .....	5
1.1. Nhiên liệu và ô nhiễm môi trường .....	5
1.2. Tổng quan về phát triển nguồn động lực cho phương tiện giao thông .....	9
1.3. Giới thiệu về xe hybrid.....	9
1.3.1 Nguồn gốc ra đời của xe hybrid .....	9
1.3.2. Định nghĩa về xe hybrid.....	10
1.4. So sánh đặc tính tốc độ của động cơ điện và động cơ đốt trong.....	11
1.5. Xu hướng phát triển xe hybrid .....	14
1.5.1. Giới thiệu một số mẫu xe hybrid.....	15
1.5.2. Ưu, nhược điểm của xe hybrid .....	17
1.6. Kết luận chương 1 .....	19
CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP PHỐI HỢP.....	20
NGUỒN ĐỘNG LỰC CHO XE HYBRID .....	20
2.1. Các thuật ngữ thường dùng trên xe hybrid .....	20

2.2. Các phương pháp phối hợp nguồn động lực hybrid .....	21
2.2.1. Phương pháp phối hợp nối tiếp .....	21
2.2.2. Phương pháp phối hợp song song .....	22
2.2.3. Phương pháp phối hợp nối tiếp - song song .....	23
2.3. Các chế độ làm việc của xe hybrid .....	24
2.3.1. Chế độ chạy tăng tốc nhẹ.....	24
2.3.2. Chế độ chạy ổn định .....	24
2.3.3. Chế độ tăng tốc và leo dốc.....	24
2.3.4. Chế độ nạp ắc quy khi xe chuyển động.....	25
2.3.5. Chế độ nạp ắc quy khi xe đứng yên .....	25
2.4. Đường truyền công suất ở các chế độ làm việc .....	26
2.4.1. Bộ kết hợp công suất kiểu vi sai trong sơ đồ nguồn động lực kiểu kết hợp.....	26
2.4.2. Khi chỉ truyền công suất bằng động cơ nhiệt .....	27
2.4.3. Khi chỉ truyền công suất bằng động cơ điện .....	28
2.4.4. Khi truyền công suất bằng 2 nguồn công suất .....	28
2.5. Chiến lược phối hợp nguồn động lực.....	29
2.6. Kết luận chương 2 .....	31
<b>CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH XE HYBRID KIỂU KẾT HỢP .....</b>	<b>32</b>
<b>BẰNG PHẦN MỀM GT-SUITE.....</b>	<b>32</b>
3.1. Giới thiệu về phần mềm GT-Suite.....	32
3.1.1. Giới thiệu chung.....	32
3.1.2. Các tính năng chính .....	33
3.1.3. Các thành phần, mô đun chính của phần mềm.....	33
3.2. Cơ sở lý thuyết .....	34
3.2.1. Chiến lược điều khiển nạp điện cho ắc quy.....	34
3.2.2. Sơ đồ làm việc của hệ thống truyền lực .....	35

3.2.3. Chế độ vận hành của xe HEV sử dụng nguồn động lực kết hợp .....	35
3.3. Xây dựng mô hình mô phỏng.....	36
3.3.1. Các bước xây dựng mô hình .....	36
3.3.2. Mục đích xây dựng mô hình.....	39
3.4. Kết quả mô phỏng khi động cơ được lắp trên xe thường và xe hybrid ...	43
3.4.1. Tốc độ động cơ.....	43
3.4.2. Tiêu hao nhiên liệu.....	45
3.4.3. Phát thải $NO_x$ .....	47
3.4.4. Phát thải CO .....	50
3.4.5. Phát thải HC .....	52
3.5. Kết luận chương 3 .....	55
KẾT LUẬN CHUNG.....	56
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	58

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

<b>Ký hiệu</b>	<b>Diễn giải</b>
ĐCĐ	Động cơ điện
ĐCĐT	Động cơ đốt trong
EV	Ô tô điện
HEV	Ô tô lai điện
USHC	Chu trình thử xe con trên xa lộ của Mỹ
FTP-75	Chu trình thử xe con trên đường thành phố của Mỹ

## **DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU**

Bảng 3.1. Các thông số chính của xe thường và xe hybrid.....	37
Bảng 3.2. Các thông số của chu trình thử xe con.....	40
cho đường thành phố của Mỹ.....	40
Bảng 3.3. Các thông số của 2 chu trình thử FTP-75 và USHC .....	41

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Số lượng ô tô và xe máy hoạt động hàng năm của Việt Nam .....	5
Hình 1.2. Tỷ lệ phát thải các khí gây ô nhiễm theo các nguồn phát thải chính của Việt Nam năm 2011 .....	6
Hình 1.3. Lượng khí thải CO do các phương tiện cơ giới đường bộ gây ra.....	6
Hình 1.4. Tỷ lệ phát thải các chất ô nhiễm do các phương tiện.....	7
cơ giới đường bộ .....	7
Hình 1.5. Tỷ lệ ô tô, xe máy theo số năm sử dụng tại Hà Nội năm 2011 .....	8
Hình 1.6. Đặc tính lực kéo - tốc độ với công suất yêu cầu .....	11
của động cơ xăng.....	11
Hình 1.7. Đặc tính lực kéo-tốc độ với hộp số tự động của một xe .....	12
Hình 1.8. Đặc tính tiêu hao nhiên liệu của một động cơ xăng.....	12
Hình 1.9. Đặc tính của một mô-tơ điện.....	13
Hình 1.10. Lực kéo của xe có động cơ xăng với hộp số 4 cấp .....	14
và mô-tơ điện với hệ dẫn động 1 cấp .....	14
Hình 2.1. Kiểu nối tiếp.....	22
Hình 2.2. Kiểu song song.....	23
Hình 2.3. Kiểu kết hợp .....	24
Hình 2.4. Bộ kết hợp công suất kiểu vi sai .....	26
Hình 2.5. Bộ kết hợp công suất kiểu vi sai khi chỉ truyền công suất.....	27
của động cơ nhiệt .....	27
Hình 2.6. Bộ kết hợp công suất kiểu vi sai khi chỉ truyền công suất.....	28
của động cơ điện.....	28
Hình 2.7. Bộ kết hợp công suất kiểu vi sai khi truyền công suất.....	28
bằng cả 2 nguồn.....	28
Hình 2.8. Thuật toán điều khiển xe HEV.....	30
Hình 3.1. Cửa sổ giao diện phần mềm GT-Suite và các mô đun ứng dụng ...	32



Hình 3.2. Phương pháp “thermostat ON-OFF” .....	34
để điều khiển nạp điện cho ắc quy .....	34
Hình 3.3. Sơ đồ làm việc của bộ điều khiển hệ thống truyền lực .....	35
Hình 3.4. Chế độ vận hành của xe HEV sử dụng nguồn động lực kết hợp ....	36
Hình 3.5. Mô hình xe thông thường.....	38
Hình 3.6. Mô hình xe hybrid kiểu kết hợp nối tiếp - song song .....	38
Hình 3.7. Chu trình thử FTP-75 .....	39
Hình 3.8. Chu trình thử xe con trên xa lộ của Mỹ, USHC.....	41
Hình 3.9. Chu trình thử FTP-75 thiết lập trong mô hình mô phỏng .....	42
Hình 3.10. Chu trình thử USHC thiết lập trong mô hình mô phỏng .....	42
Hình 3.11. Tốc độ động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid .....	44
khi chạy theo chu trình lái FTP-75.....	44
Hình 3.12. Tốc độ động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid .....	44
khi chạy theo chu trình lái USHC .....	44
Hình 3.13. Tiêu hao nhiên liệu động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo chu trình lái FTP-75.....	45
Hình 3.14. Tiêu hao nhiên liệu động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo chu trình lái USHC .....	46
Hình 3.15. Lượng nhiên liệu tiêu thụ động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo 2 chu trình lái FTP-75 và USHC, [kg/h].....	46
Hình 3.16. Lượng nhiên liệu tiêu thụ cho 100 km của động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo 2 chu trình lái FTP-75 và USHC, [lít/100km].....	47
Hình 3.17. Phát thải NO <sub>x</sub> động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid.....	48
khi chạy theo chu trình lái FTP-75.....	48
Hình 3.18. Phát thải NO <sub>x</sub> động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid.....	49
khi chạy theo chu trình lái USHC .....	49

Hình 3.19. Phát thải NO <sub>x</sub> động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo 2 chu trình lái FTP-75 và USHC, [kg/h] .....	49
Hình 3.20. Phát thải CO động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo chu trình lái FTP-75.....	51
Hình 3.21. Phát thải CO động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo chu trình lái USHC .....	51
Hình 3.22. Phát thải CO động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo 2 chu trình lái FTP-75 và USHC .....	52
Hình 3.23. Phát thải HC động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo chu trình lái FTP-75.....	53
Hình 3.24. Phát thải HC động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo chu trình lái USHC .....	54
Hình 3.25. Phát thải CO động cơ thường và động cơ lắp trên xe hybrid khi chạy theo 2 chu trình lái FTP-75 và USHC .....	54