



NAM CAN THO UNIVERSITY

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

ĐỀ ÁN THẠC SĨ  
LÊ TUẤN ANH

**THU THẬP DỮ LIỆU ĐỘNG CƠ XE DU LỊCH  
TỪ CÔNG OBĐ II THÔNG QUA MẠNG CAN**

NGÀNH: KỸ THUẬT Ô TÔ - 8520130



NAM CAN THO UNIVERSITY

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

ĐỀ ÁN THẠC SĨ  
LÊ TUẤN ANH

**THU THẬP DỮ LIỆU ĐỘNG CƠ XE DU LỊCH  
TỪ CÔNG OBD II THÔNG QUA MẠNG CAN**

**Người hướng dẫn: PGS. TS TRẦN THANH HẢI TÙNG**

**Cần Thơ, tháng 4 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 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 Tuấn Anh**

- Mã học viên: 2310008

- Tên đề tài: Thu thập dữ liệu động cơ xe du lịch từ cổng OBD II thông qua mạng CAN

- Người hướng dẫn: PGS.TS. Trần Thanh Hải Tùng - 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.



# LÝ LỊCH KHOA HỌC

## I. LÝ LỊCH SƠ LƯỢC

Họ & tên: Lê Tuấn Anh

Giới tính: Nam

Ngày, tháng, năm sinh: 31/01/1996

Nơi sinh: Đồng Tháp

Quê quán: Đồng Tháp

Dân tộc: Kinh

Chỗ ở riêng hoặc địa chỉ liên lạc: 10C/2, Tân Phong, Phong Hòa, Đồng Tháp.

Điện thoại cơ quan:

Điện thoại nhà riêng: 0968646416

Fax:

E-mail: ltanh@ctvc.edu.vn

## II. QUÁ TRÌNH ĐÀO TẠO

### 1. Cao đẳng

Hệ đào tạo: Chính quy

Thời gian đào tạo từ 8/2014 đến 7/2017

Nơi học (trường, thành phố): trường Cao đẳng nghề Cần Thơ, TP. Cần Thơ.

Ngành học: Công nghệ ô tô

### 2. Đại học

Hệ đào tạo: Vừa làm vừa học

Thời gian đào tạo từ 8/2018 đến 7/2020

Nơi học (trường, thành phố): trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM, TP. Hồ Chí Minh.

Ngành học: Công nghệ kỹ thuật ô tô

Tên đề án, luận án hoặc môn thi tốt nghiệp: Tìm hiểu cấu tạo hệ thống phun dầu điện tử của Hyundai Santa FE 2009

Người hướng dẫn: ThS. Châu Quang Hải

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

Thời gian	Nơi công tác	Công việc đảm nhiệm
11/2017 đến nay	Trường Cao đẳng nghề Cần Thơ	Giảng viên khoa Động lực

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng đề tài “Thu thập dữ liệu động cơ xe du lịch từ cổng OBD-II thông qua mạng CAN” là công trình nghiên cứu do chính tôi thực hiện. Các số liệu, hình ảnh, kết quả đo đạc và phân tích trong đề án đều được thu thập trực tiếp trong quá trình nghiên cứu và thực nghiệm, hoàn toàn trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào trước đây.

Những nội dung lý thuyết, tài liệu tham khảo và kết quả nghiên cứu của các tác giả khác được sử dụng trong đề án đều được trích dẫn đầy đủ và đúng quy định. Tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm trước nhà trường về tính trung thực, chính xác và tính pháp lý của toàn bộ nội dung trong đề án này.

Tác giả đề án

Lê Tuấn Anh

## LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình thực hiện đề án thạc sĩ với đề tài “Thu thập dữ liệu động cơ xe du lịch từ cổng OBD-II thông qua mạng CAN”, tôi đã nhận được sự hỗ trợ quý báu từ nhiều cá nhân và đơn vị. Với lòng trân trọng và biết ơn sâu sắc, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến tất cả những người đã đồng hành, định hướng và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi hoàn thành đề tài này.

Trước hết, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến PGS.TS Trần Thanh Hải Tùng, giảng viên hướng dẫn khoa học. Thầy đã tận tình chỉ dẫn, định hướng chuyên môn, góp ý chi tiết và tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt quá trình nghiên cứu. Những kiến thức, kinh nghiệm cùng sự tận tâm của Thầy là nền tảng quan trọng giúp tôi hoàn thành đề án này.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Nam Cần Thơ, Khoa Sau Đại học và Khoa Cơ khí Động lực đã tạo môi trường học tập thuận lợi, cung cấp điều kiện cơ sở vật chất và hỗ trợ thông tin trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô trong Khoa Cơ khí Động lực đã truyền đạt những kiến thức quý báu trong chương trình đào tạo, là nền tảng giúp tôi tiếp cận và xây dựng đề tài nghiên cứu một cách khoa học và hiệu quả.

Xin cảm ơn bạn bè, đồng nghiệp và những người đã hỗ trợ tôi trong quá trình thực nghiệm, cung cấp thông tin và phối hợp trong quá trình thu thập dữ liệu. Sự hỗ trợ của mọi người đã góp phần quan trọng giúp đề tài hoàn thành đúng tiến độ.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn đến gia đình – những người luôn là điểm tựa tinh thần, động viên tôi trên suốt chặng đường học tập và nghiên cứu.

Xin trân trọng cảm ơn!

## TÓM TẮT

Đề tài “Thu thập dữ liệu động cơ xe du lịch từ cổng OBD-II thông qua mạng CAN” được thực hiện nhằm xây dựng mô hình thực nghiệm có khả năng thu thập dữ liệu động cơ theo thời gian thực, phục vụ nghiên cứu và đào tạo trong lĩnh vực kỹ thuật ô tô. Trong bối cảnh các hệ thống điều khiển điện tử ngày càng phức tạp, việc tiếp cận và phân tích dữ liệu từ ECU là yêu cầu thiết yếu nhưng còn gặp nhiều khó khăn đối với sinh viên và người học do thiếu thiết bị chuyên dụng và hạn chế trong khả năng quan sát dữ liệu thô.

Mô hình đề xuất sử dụng Arduino Mega 2560 kết hợp với mô-đun MCP2515 để thu thập đồng thời hai nguồn dữ liệu:

- Dữ liệu OBD-II PID theo chuẩn SAE J1979.
- Dữ liệu CAN OEM được Gateway của xe chuyển tiếp từ các ECU lên bus CAN nhánh chẩn đoán và đưa ra cổng OBD-II để phục vụ mục đích giám sát và chẩn đoán.

Dữ liệu được truyền về máy tính và hiển thị bằng Excel Data Streamer, cho phép quan sát dạng tín hiệu thô, đánh giá đặc tính truyền thông và phân tích mối quan hệ giữa tín hiệu cảm biến và điều khiển của ECU.

Kết quả thực nghiệm trên xe Toyota Vios 2024 cho thấy mô hình hoạt động ổn định, tốc độ cập nhật nhanh và độ tin cậy cao. Dữ liệu CAN OEM ghi nhận được có độ phân giải thời gian cao hơn đáng kể so với OBD-II PID, đặc biệt trong các tín hiệu biến thiên nhanh như tốc độ động cơ (RPM), vị trí bàn đạp ga (APP) hay góc mở bướm ga (TPS). Khi so sánh với máy chẩn đoán G-Scan 2, các giá trị đo được từ mô hình hầu như không có sai số.

Điểm mới nổi bật của đề tài là khả năng kết hợp thu thập song song dữ liệu OBD-II và CAN OEM, đồng thời giải mã và quy đổi một số khung CAN OEM sang giá trị vật lý phục vụ phân tích. Điều này không chỉ giúp người học hiểu rõ cơ chế truyền thông trong mạng CAN mà còn mở ra hướng nghiên cứu sâu hơn về tín hiệu ECU, kiểm thử hệ thống, giám sát động cơ và mô phỏng chẩn đoán.

Mô hình được xây dựng đơn giản, chi phí thấp, dễ triển khai trong môi trường thực hành và có khả năng mở rộng cho các nghiên cứu liên quan đến mạng CAN, hệ thống điều khiển động cơ và chẩn đoán điện tử trên ô tô.

## ABSTRACT

This thesis, titled “Acquisition of Passenger Car Engine Data from the OBD-II Port via the CAN Network,” aims to develop an experimental model capable of collecting real-time engine operating data for educational and research purposes in the field of automotive engineering. As modern vehicles increasingly rely on complex electronic control systems, accessing and analyzing raw ECU data has become essential. However, limitations in commercially available diagnostic tools often prevent learners from observing low-level signals and understanding the internal communication mechanisms of the CAN network.

The proposed model utilizes an Arduino Mega 2560 microcontroller and an MCP2515 CAN module to simultaneously acquire two categories of data:

- Standard OBD-II PID data according to SAE J1979.
- The OEM CAN data is forwarded by the vehicle’s Gateway from the ECUs to the diagnostic CAN branch and then output to the OBD-II connector for monitoring and diagnostic purposes.

The collected data is transferred to a computer and visualized using Excel Data Streamer, allowing real-time monitoring of signal behavior, evaluation of communication characteristics, and analysis of relationships between sensor outputs and ECU control strategies.

Experimental testing on a Toyota Vios 2024 demonstrates that the system operates stably with high update rates and reliable signal acquisition. OEM CAN data exhibits significantly higher temporal resolution than OBD-II PIDs, especially for rapidly changing parameters such as engine speed (RPM), throttle position (TPS), and accelerator pedal position (APP). When compared with the G-Scan 2 diagnostic tool, the values measured by the model exhibit virtually no deviation.

A notable contribution of this study is the ability to simultaneously collect OBD-II and OEM CAN data, and to decode selected OEM CAN frames into physical values for analysis. This approach enhances understanding of CAN communication mechanisms, supports advanced ECU signal studies, and provides a solid foundation for diagnostic simulation and engine control system evaluation.

The developed model is low-cost, easy to construct, and well-suited for laboratory environments. It offers strong potential for expansion into advanced

research involving CAN networks, engine control systems, and modern automotive diagnostics.

# MỤC LỤC

QUYẾT ĐỊNH GIAO ĐỀ TÀI .....	i
LÝ LỊCH KHOA HỌC .....	ii
LỜI CAM ĐOAN.....	iii
LỜI CẢM ƠN .....	iv
TÓM TẮT .....	v
ABSTRACT .....	vi
MỤC LỤC .....	viii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT, KÝ HIỆU .....	xv
DANH MỤC HÌNH .....	xvii
DANH MỤC BẢNG.....	xix
MỞ ĐẦU .....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU.....	3
1.1. Xu hướng phát triển điện điều khiển động cơ.....	3
1.2. Giao tiếp truyền dẫn dữ liệu trên ô tô.....	3
1.2.1. Các cảm biến trên ô tô .....	3
1.2.2. Mạng CAN trên ô tô .....	5
1.2.3. Cổng OBD II .....	6
1.3. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến thu thập dữ liệu qua OBD II .....	7
1.3.1. Tình hình nghiên cứu trong nước .....	7
1.3.2. Tình hình nghiên cứu ngoài nước.....	8
1.4. Định hướng nghiên cứu của đề tài .....	9
Kết luận chương.....	10
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT .....	12

2.1. Cấu trúc hệ thống điện điều khiển động cơ.....	12
2.1.1. Vai trò và chức năng của hệ thống điều khiển điện tử động cơ.....	12
2.1.2. Các thành phần chính của hệ thống điều khiển điện tử động cơ....	13
2.1.3. Chu trình xử lý tín hiệu trong hệ thống điều khiển động cơ.....	14
2.1.4. Liên kết và trao đổi dữ liệu giữa các ECU thông qua mạng CAN.	16
2.2. Cảm biến chính và hộp điều khiển.....	17
2.2.1. Cấu tạo và chức năng của ECU động cơ.....	17
2.2.2. Vai trò của cảm biến trong hệ thống điều khiển động cơ.....	19
2.2.3. Nguyên lý tín hiệu đầu ra của cảm biến.....	21
2.2.4. Mối quan hệ giữa tín hiệu cảm biến và tín hiệu điều khiển của ECU	23
2.3. Truyền dữ liệu qua OBD II.....	23
2.3.1. Cấu tạo phần cứng của cổng OBD II.....	23
2.3.2. Các giao thức truyền dữ liệu OBD II.....	25
2.3.3. Cấu trúc khung truyền dữ liệu OBD II và PID.....	27
2.3.3.1. Cấu trúc lớp dữ liệu OBD II trên nền CAN.....	27
2.3.3.2. Khung truy vấn OBD II (Request Frame).....	27
2.3.3.3. Khung phản hồi OBD II (Response Frame).....	28
2.3.3.4. Phân loại dữ liệu trong PID.....	29
2.3.3.5. Truyền nhiều khung (Multi-Frame Transfer).....	30
2.3.3.6. Ví dụ minh họa giải mã PID.....	30
2.3.4. Quy trình truy vấn và phản hồi dữ liệu trong giao thức OBD II....	31
2.3.4.1. Chu trình tổng quát truy vấn – phản hồi.....	31
2.3.4.2. Hình thành bản tin truy vấn tại thiết bị chẩn đoán.....	32
2.3.4.3. Xử lý truy vấn và chuẩn bị dữ liệu tại ECU.....	32

2.3.4.4.	Truyền bản tin phản hồi và tiếp nhận tại thiết bị chẩn đoán ..	33
2.3.5.	Các mã lệnh tiêu chuẩn trong truy vấn dữ liệu OBD II .....	33
2.3.5.1.	Cấu trúc chung của mã lệnh OBD II.....	33
2.3.5.2.	Các chế độ dịch vụ (Service Modes) trong OBD II.....	34
2.3.5.3.	Cấu trúc và tổ chức các PID tiêu chuẩn .....	34
2.3.5.4.	Ví dụ truy vấn và phản hồi thực tế (có bảng minh họa).....	35
2.3.5.5.	Cấu trúc phản hồi lỗi (Negative Response Codes – NRC) ....	36
2.3.5.6.	Nhận xét chung về mã lệnh OBD II.....	36
2.3.6.	Giao tiếp CAN trực tiếp bằng MCP2515 và khả năng thu thập dữ liệu OEM .....	37
2.3.6.1.	Chức năng giao tiếp CAN của MCP2515 .....	37
2.3.6.2.	Cấu trúc truyền – nhận dữ liệu CAN qua MCP2515 .....	37
2.3.6.3.	Truy vấn OBD II qua MCP2515 .....	38
2.3.6.4.	Thu thập dữ liệu CAN OEM trực tiếp.....	39
2.3.6.5.	So sánh mức độ kiểm soát giữa MCP2515 và các phương pháp khác .....	39
2.3.6.6.	Ý nghĩa kỹ thuật của việc giao tiếp CAN trực tiếp.....	40
2.4.	Giao tiếp mạng CAN trên ô tô .....	40
2.4.1.	Nguyên lý truyền thông của mạng CAN.....	40
2.4.2.	Cấu trúc và thành phần vật lý của mạng CAN (CAN_H, CAN_L, kết nối, điện trở kết thúc).....	43
2.4.3.	Cấu trúc khung dữ liệu CAN (ID, DLC, Data Field, CRC, ACK, EOF) .....	45
2.4.4.	Phương thức truy cập bus và cơ chế ưu tiên truyền (Arbitration)..	48
2.4.5.	Tốc độ truyền, phân đoạn và đồng bộ hóa dữ liệu trên mạng CAN.	50

2.4.6. Mô hình truyền dữ liệu giữa các ECU trong hệ thống động cơ .....	52
2.4.7. Ứng dụng của mạng CAN trong chẩn đoán và thu thập dữ liệu OBD II .....	55
Kết luận chương.....	58
<b>CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM.....</b>	<b>59</b>
3.1. Thiết kế phần cứng .....	59
3.1.1. Chọn phương án thiết kế.....	59
3.1.2. Arduino Mega 2560 và MCP2515 .....	60
3.1.3. Cơ sở thiết kế phần cứng .....	63
3.1.4. Kết nối và bố trí phần tử trong mô hình .....	66
3.1.5. Kiểm tra và hiệu chỉnh phần cứng.....	68
3.2. Chương trình trên Arduino .....	70
3.3. Hiển thị và xử lý dữ liệu trên Excel Data Streamer .....	72
3.4. Đánh giá khả năng hoạt động của mô hình .....	74
3.5. Thu thập song song dữ liệu OBD-II PID và dữ liệu CAN OEM.....	76
3.5.1. Thu thập dữ liệu OBD-II chuẩn.....	76
3.5.2. Thu thập dữ liệu CAN OEM từ “nút CAN của Gateway” .....	77
3.5.3. Quy đổi dữ liệu CAN OEM sang giá trị vật lý.....	78
3.5.4. So sánh tín hiệu OBD-II và CAN OEM.....	79
Kết luận chương.....	81
<b>CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ BÀN LUẬN .....</b>	<b>83</b>
4.1. Giới thiệu sơ bộ về hệ thống điện điều khiển động cơ trên xe Toyota Vios 2024 .....	83
4.1.1. Tổng quan về động cơ và đặc điểm kỹ thuật chính .....	83
4.1.2. Hệ thống điều khiển điện tử động cơ (ECM) .....	85
4.1.3. Các cảm biến chính trên hệ thống điều khiển động cơ.....	90
4.1.4. Mạng truyền thông CAN trên Toyota Vios 2024.....	91

4.2. Thiết lập và tiến hành thực nghiệm thu thập dữ liệu.....	93
4.2.1. Thiết lập kết nối phần cứng .....	93
4.2.2. Thiết lập phần mềm (Arduino IDE – Excel Data Streamer) .....	94
4.3. Thực nghiệm thu thập dữ liệu .....	96
4.3.1. Dữ liệu OBD-II.....	96
4.3.2. Dữ liệu CAN OEM raw.....	99
4.4. Đánh giá – phân tích – so sánh.....	101
4.4.1. So sánh với máy G-Scan 2 .....	101
4.4.2. Đánh giá tính ổn định, tốc độ, độ tin cậy của mô hình.....	104
Kết luận chương.....	108
<b>CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI .....</b>	<b>109</b>
5.1. Kết luận .....	109
5.2. Hướng phát triển của đề tài .....	110
<b>DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>112</b>
<b>PHỤ LỤC A: CHƯƠNG TRÌNH TRUY VẤN VÀ ĐỌC PHẢN HỒI DỮ LIỆU TỪ ECU QUA OBD II.....</b>	<b>114</b>
1. Chương trình truy vấn và đọc phản hồi dữ liệu từ ECU qua OBD II: ... ..	114
2. Chương trình đọc dữ liệu từ mạng CAN thông qua cổng OBD II: ...	119
<b>PHỤ LỤC B: CÁC CẢM BIẾN CHÍNH VÀ ECU TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ .....</b>	<b>128</b>
1. Cảm biến vị trí trục khuỷu.....	128
2. Cảm biến vị trí trục cam.....	131
3. Cảm biến lưu lượng khí nạp.....	133
4. Cảm biến áp suất đường ống nạp .....	137
5. Cảm biến nhiệt độ khí nạp.....	140
6. Cảm biến nhiệt độ nước làm mát .....	144
7. Cảm biến vị trí bướm ga.....	147

8.	Cảm biến vị trí bàn đạp ga .....	151
9.	Cảm biến oxy .....	153
10.	Cảm biến gõ .....	157
11.	Cấu tạo và chức năng của ECU động cơ.....	160
12.	Mối quan hệ giữa tín hiệu cảm biến và tín hiệu điều khiển của ECU ....	161

**PHỤ LỤC C: GIAO THỨC CHẨN ĐOÁN OBD-II VÀ CẤU TRÚC DỮ LIỆU CHUẨN** .....

1.	Giao thức truyền dữ liệu OBD II (ISO 9141, KWP2000, CAN ISO 15765-4) .....	164
2.	Cấu trúc lớp dữ liệu OBD II trên nền CAN .....	167
3.	Phân loại dữ liệu trong PID.....	168
4.	Truyền nhiều khung (Multi-Frame Transfer) .....	172
5.	Ví dụ minh họa giải mã PID.....	174
6.	Chu trình tổng quát truy vấn – phản hồi .....	177
7.	Hình thành bản tin truy vấn tại thiết bị chẩn đoán .....	178
8.	Xử lý truy vấn và chuẩn bị dữ liệu tại ECU.....	179
9.	Truyền bản tin phản hồi và tiếp nhận tại thiết bị chẩn đoán .....	180
10.	Cấu trúc chung của mã lệnh OBD II.....	181
11.	Các chế độ dịch vụ (Service Modes) trong OBD II.....	182
12.	Cấu trúc và tổ chức các PID tiêu chuẩn .....	183
13.	Ví dụ truy vấn và phản hồi thực tế (có bảng minh họa).....	184
14.	Cấu trúc phản hồi lỗi (Negative Response Codes – NRC) .....	185
15.	Nhận xét chung về mã lệnh và ưu nhược điểm của OBD II .....	186

**PHỤ LỤC D: MẠNG TRUYỀN THÔNG CAN TRÊN Ô TÔ** .....

1.	Giới thiệu chung về mạng truyền thông trên ô tô .....	188
2.	Tổng quan về mạng CAN.....	189
3.	Cấu trúc và phân cứng của mạng CAN.....	190

4.	Nguyên lý truyền dữ liệu trên mạng CAN .....	192
5.	Các loại khung truyền trong mạng CAN.....	193
6.	Tốc độ và phân đoạn mạng CAN trên ô tô.....	194
7.	Ứng dụng của mạng CAN trong hệ thống điều khiển ô tô .....	196
8.	Ưu điểm và hạn chế của mạng CAN.....	197
9.	Hướng phát triển và các chuẩn mở rộng của mạng CAN .....	198
<b>PHỤ LỤC E: THÔNG SỐ KỸ THUẬT, CẤU HÌNH VÀ KẾT NỐI PHẦN CỨNG MCP2515 TRONG HỆ THỐNG THU THẬP DỮ LIỆU .....</b>		
1.	Chức năng giao tiếp CAN của MCP2515 .....	199
2.	Cấu trúc truyền – nhận dữ liệu CAN qua MCP2515 .....	199
3.	Truy vấn OBD II qua MCP2515 .....	200
4.	Thu thập dữ liệu CAN OEM trực tiếp.....	201
5.	So sánh mức độ kiểm soát giữa MCP2515 và các phương pháp khác ... .....	201
6.	Ý nghĩa kỹ thuật của việc giao tiếp CAN trực tiếp .....	202

## DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT, KÝ HIỆU

### ➤ Danh mục chữ viết tắt

Chữ viết tắt	Ý nghĩa	
ABS	Anti-lock Braking System	Hệ thống chống bó cứng phanh
ACK	Acknowledgement Bit	Bit xác nhận
APP	Accelerator Pedal Position	Cảm biến vị trí bàn đạp ga
BCM	Body Control Module	Bộ điều khiển thân xe
CAN	Controller Area Network	Mạng điều khiển truyền thông
CAN H	CAN High Signal	Dây tín hiệu CAN mức cao
CAN L	CAN Low Signal	Dây tín hiệu CAN mức thấp
CF	Consecutive Frame	Khung liên tiếp
CKP	Crankshaft Position Sensor	Cảm biến vị trí trục khuỷu
CMP	Camshaft Position Sensor	Cảm biến vị trí trục cam
COM	Communication Port	Cổng giao tiếp nối tiếp
CRC	Cyclic Redundancy Check	Kiểm tra lỗi tuần hoàn
DLC	Data Length Code	Mã độ dài dữ liệu
DLC3	Data Link Connector 3	Cổng chẩn đoán DLC3
DTC	Diagnostic Trouble Code	Mã lỗi chẩn đoán
ECM	Engine Control Module	Bộ điều khiển động cơ
ECT	Engine Coolant Temperature	Nhiệt độ nước làm mát
ECU	Electronic Control Unit	Bộ điều khiển điện tử
EFI	Electronic Fuel Injection	Hệ thống phun nhiên liệu điện tử
EOF	End of Frame	Kết thúc khung
EPS	Electric Power Steering	Hệ thống lái trợ lực điện
FC	Flow Control Frame	Khung điều khiển luồng
FF	First Frame	Khung đầu tiên
IAT	Intake Air Temperature	Nhiệt độ khí nạp
ID	Frame Identifier	Mã định danh khung dữ liệu
ISO 15765-4	CAN-based OBD-II Protocol	Chuẩn CAN trong giao thức OBD-II
MAF	Mass Air Flow	Lưu lượng khí nạp
MAP	Manifold Absolute Pressure	Áp suất tuyệt đối đường ống nạp

MAP	Manifold Absolute Pressure	Áp suất tuyệt đối đường ống nạp
MCP2515	Standalone CAN Controller MCP2515	Bộ điều khiển CAN độc lập MCP2515
O <sub>2</sub>	Oxygen Sensor	Cảm biến oxy
OBD	On-Board Diagnostics	Hệ thống chẩn đoán trên xe
OBD-II	On-Board Diagnostics – Version II	Chuẩn chẩn đoán OBD-II
OEM	Original Equipment Manufacturer	Nhà sản xuất thiết bị gốc
PID	Parameter ID	Mã tham số
RPM	Engine Speed	Tốc độ động cơ
TCM	Transmission Control Module	Bộ điều khiển hộp số
TPS	Throttle Position Sensor	Cảm biến vị trí bướm ga
USB	Universal Serial Bus	Giao tiếp USB
VIN	Vehicle Identification Number	Số nhận dạng xe
VSC	Vehicle Stability Control	Hệ thống kiểm soát ổn định thân xe
VVT-i	Variable Valve Timing – intelligent	Hệ thống điều khiển thời điểm phối khí thông minh

## DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1 Sơ đồ các thành phần chính trong hệ thống điều khiển động cơ [15]	13
Hình 2.2 Chu trình tín hiệu từ cảm biến – ECU – cơ cấu chấp hành.....	15
Hình 2.3 Sơ đồ liên kết các ECU trên mạng CAN [16].....	16
Hình 2.4 Cấu tạo tổng quát các thành phần vật lý và logic của ECU động cơ [17] .....	18
Hình 2.5 Cấu tạo và ý nghĩa các chân của giắc OBD II 16 chân [16] .....	24
Hình 2.6 Sự phát triển của các giao thức OBD II theo thời gian [16] .....	26
Hình 2.7 Vị trí lớp OBD II trong cấu trúc khung CAN [18] .....	27
Hình 2.8 Cấu trúc chi tiết khung truy vấn OBD II dạng đơn khung trên nền CAN [16].....	28
Hình 2.9 Cấu trúc khung phản hồi OBD II dạng đơn khung trên nền CAN [16]	28
Hình 2.10 Chuỗi truyền nhiều khung trong giao thức OBD II – First Frame, Consecutive Frame, Flow Control [16].....	30
Hình 2.11 Cấu trúc khung truyền CAN [19].....	43
Hình 2.12 CAN tốc độ cao và thấp [20] .....	45
Hình 2.13 Cấu trúc các trường trong khung truyền CAN [21] .....	46
Hình 2.14 Trình tự bit trong quá trình arbitration [16] .....	49
Hình 2.15 Sơ đồ phân đoạn mạng CAN tốc độ cao và thấp [22] .....	51
Hình 2.16 Luồng truyền dữ liệu giữa các ECU trên mạng CAN [16] .....	53
Hình 3.1 Arduino Mega 2560 R3.....	59
Hình 3.2 Modul giao tiếp mạng CAN MCP2515 .....	60
Hình 3.3 Pinout của Arduino Mega 2560 R3 [23].....	61
Hình 3.4 Arduino Mega 2560 và các chân giao tiếp chính trong mô hình [23]	62
Hình 3.5 Các chân giao tiếp của MCP2515 .....	63

Hình 3.6 Kết nối và bố trí các phần tử .....	66
Hình 3.7 Cấu tạo bên trong và hình dạng bên ngoài của giắc kết nối với công OBD II.....	66
Hình 3.8 Bản mạch kết nối giữa MCP2515 và Arduino Mega 2560.....	67
Hình 3.9 Thẻ Data Streamer và các thanh công cụ.....	72
Hình 3.10 Giao diện hiển thị dữ liệu của Excel Data Streamer.....	73
Hình 3.11 Chức năng lưu dữ liệu trên Excel Data Streamer .....	74
Hình 4.1 Động cơ 2NR-FE [29].....	83
Hình 4.2 Sơ đồ bố trí khoang động cơ Toyota Vios 2024 [29] .....	86
Hình 4.3 Sơ đồ mạch điện hệ thống đánh lửa của động cơ 2NR [29] .....	88
Hình 4.4 Sơ đồ mạch điện ECU với TP, MAF, IAT, O <sub>2</sub> [29].....	89
Hình 4.5 Vị trí chân CAN-L và CAN_H [29] .....	92
Hình 4.6 Kết nối MCP2515 với 2 dây CAN và Mega 2560 với máy tính ....	93
Hình 4.7 Giao diện IDE .....	94
Hình 4.8 Chọn cổng COM của Arduino Mega để kết nối với Excel.....	95
Hình 4.9 Sheet cài đặt thông số cơ bản trên Data Streamer.....	96
Hình 4.10 Biểu đồ giữa RPM và MAF theo thời gian thực.....	98
Hình 4.11 Biểu đồ giữa RPM, STFT và LTFT theo thời gian thực.....	99
Hình 4.12 Kết nối song song với G-Scan2 vào OBD II bằng cáp chia .....	101
Hình 4.13 Giao diện Data Streamer và G-Scan 2 .....	103
Hình 4.14 Mô hình thực nghiệm và G-Scan đồng thời thu nhận dữ liệu.....	104

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1 Các cảm biến chính trong hệ thống điều khiển động cơ .....	4
Bảng 2.1 Vai trò của cảm biến trong hệ thống điều khiển động cơ.....	19
Bảng 2.2 Nguyên lý tín hiệu đầu ra của cảm biến .....	21
Bảng 2.3 Bảng ví dụ phân loại một số kiểu dữ liệu PID trong OBD II.....	29
Bảng 2.4 Ví dụ minh họa bố trí dữ liệu trong khung phản hồi cho các loại PID khác nhau và cách tính giá trị vật lý.....	31
Bảng 2.5 Cấu trúc chung của mã lệnh OBD II .....	33
Bảng 2.6 Chức năng chính của các chế độ dịch vụ OBD II .....	34
Bảng 2.7 Một số PID thường dùng trong thu thập dữ liệu động cơ .....	35
Bảng 2.8 Giải thích khung yêu cầu truy vấn RPM .....	35
Bảng 2.9 Giải thích khung phản hồi truy vấn RPM.....	36
Bảng 2.10 Nội dung một khung CAN tiêu chuẩn.....	38
Bảng 2.11 Ví dụ truy vấn PID 0C qua MCP2515.....	39
Bảng 2.12 So sánh mức độ kiểm soát dữ liệu.....	40
Bảng 2.13 So sánh đặc tính điện áp giữa hai trạng thái trên bus CAN.....	41
Bảng 2.14 Ví dụ minh họa quá trình tranh quyền dựa trên ID .....	41
Bảng 2.15 Cấu trúc bit timing trong mạng CAN .....	42
Bảng 2.16 Trạng thái lỗi của ECU trên mạng CAN .....	42
Bảng 2.17 Đặc tính điện áp của hai dây dẫn trong mạng CAN.....	43
Bảng 2.18 Vai trò và thông số kỹ thuật của điện trở kết thúc CAN .....	44
Bảng 2.19 Yêu cầu đối với độ dài và đặc tính dây trên mạng CAN.....	44
Bảng 2.20 Các trường trong khung dữ liệu chuẩn CAN .....	47
Bảng 2.21 Ví dụ minh họa quá trình tranh quyền của ba ECU .....	48
Bảng 2.22 Tốc độ truyền và chiều dài tối đa của mạng CAN .....	50
Bảng 2.23 Chức năng các phân đoạn trong cấu trúc bit-timing.....	52
Bảng 2.24 Ví dụ các tín hiệu động cơ được chia sẻ cho các hệ thống khác ..	53

Bảng 2.25 Ví dụ tín hiệu các ECU khác gửi về ECU động cơ .....	54
Bảng 2.26 Ví dụ dữ liệu OBD II được truyền qua mạng CAN .....	56
Bảng 2.27 Ví dụ các loại dữ liệu OEM thường xuất hiện trên mạng CAN... 56	
Bảng 3.1 các thông số cần kiểm tra để đánh giá tính ổn định của phần cứng ... .....	69
Bảng 3.2 Cấu hình lọc.....	70
Bảng 3.3 Cấu trúc gói truyền được sử dụng trong mô hình.....	72
Bảng 3.4 Một số quy đổi dữ liệu CAN OEM thành đại lượng vật lý .....	79
Bảng 3.5 So sánh dữ liệu OBD-II và dữ liệu CAN OEM trong mô hình thực nghiệm.....	80
Bảng 4.1 Bảng thông số cơ bản động cơ 2NR-FE.....	84
Bảng 4.2 Bảng một số cảm biến tiêu biểu trên Toyota Vios 2024 .....	90
Bảng 4.3 Dữ liệu OBD-II phản hồi từ ECU động cơ .....	97
Bảng 4.4 Dữ liệu CAN OEM raw được thu tại cổng OBD-II .....	100
Bảng 4.5 So sánh tốc độ cập nhật dữ liệu .....	102
Bảng 4.6 Tốc độ cập nhật dữ liệu theo từng phương thức.....	105
Bảng 4.7 So sánh đặc tính dữ liệu OBD-II PID và CAN OEM.....	107

## MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, cùng với xu hướng điện tử hóa và tự động hóa mạnh mẽ trong lĩnh vực ô tô, các hệ thống điều khiển điện tử trên xe ngày càng trở nên phức tạp và có tính tích hợp cao. Các bộ điều khiển điện tử (ECU) đảm nhiệm vai trò thu thập, xử lý và trao đổi dữ liệu thông qua mạng truyền thông để điều khiển hoạt động của động cơ cũng như các hệ thống liên quan. Do đó, việc tiếp cận, phân tích và hiểu rõ các tín hiệu dữ liệu do ECU cung cấp là yêu cầu quan trọng trong nghiên cứu, đào tạo và chẩn đoán kỹ thuật ô tô hiện đại.

Trong thực tế, cổng chẩn đoán OBD-II là giao diện chuẩn cho phép đọc dữ liệu và mã lỗi từ các hệ thống điều khiển trên xe. Tuy nhiên, giao thức OBD-II chỉ cung cấp tập dữ liệu giới hạn và tốc độ phản hồi thấp hơn so với dữ liệu gốc mà ECU trao đổi bên trong mạng CAN. Điều này gây khó khăn cho người học trong việc quan sát các tín hiệu biến thiên nhanh hoặc phân tích chuyên sâu quá trình điều khiển động cơ. Bên cạnh đó, hầu hết thiết bị chẩn đoán thương mại chỉ hiển thị giá trị đã qua xử lý, không cho phép truy cập dữ liệu CAN thô, khiến việc nghiên cứu cơ chế truyền thông và cấu trúc tín hiệu thực của ECU trở nên hạn chế.

Xuất phát từ nhu cầu trên, đề tài “Thu thập dữ liệu động cơ xe du lịch từ cổng OBD-II thông qua mạng CAN” được thực hiện với mục tiêu xây dựng mô hình thu thập dữ liệu thực nghiệm có khả năng ghi nhận đồng thời cả dữ liệu OBD-II và dữ liệu CAN OEM từ ECU. Mô hình sử dụng Arduino Mega 2560 kết hợp với bộ điều khiển CAN MCP2515 nhằm thu thập tín hiệu theo thời gian thực, giải mã dữ liệu và trực quan hóa thông qua nền tảng Excel Data Streamer. Việc kết hợp hai nguồn dữ liệu giúp nâng cao độ phân giải tín hiệu, cải thiện khả năng phân tích và giúp người học hiểu rõ hơn cơ chế hoạt động của hệ thống điều khiển động cơ.

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là dữ liệu động cơ được cung cấp từ ECU thông qua giao thức OBD-II và dữ liệu CAN OEM trên xe Toyota Vios 2024. Phạm vi nghiên cứu tập trung vào các thông số đặc trưng của hệ thống điều khiển động cơ như tốc độ quay trục khuỷu, nhiệt độ nước làm mát, lưu lượng khí nạp, áp suất đường ống nạp, vị trí bàn đạp ga và tín hiệu liên quan đến bướm ga điện tử. Các nghiên cứu chuyên sâu về kiểm thử an toàn, mạng flex-ray hoặc chẩn đoán nâng cao không nằm trong phạm vi của đề tài.

Phương pháp nghiên cứu bao gồm: nghiên cứu tổng quan các tài liệu, xây dựng mô hình thu thập dữ liệu, thiết kế phần cứng – phần mềm giao tiếp, thu thập dữ liệu thực nghiệm, xử lý – phân tích tín hiệu và so sánh kết quả với thiết bị chẩn đoán tiêu

chuẩn. Các bước đánh giá được triển khai trực tiếp trên xe nhằm kiểm chứng tính khả thi, độ ổn định và độ chính xác của mô hình.

Về ý nghĩa khoa học, đề tài cung cấp cách tiếp cận trực quan trong việc quan sát tín hiệu ECU ở dạng dữ liệu thô, giúp làm rõ cơ chế truyền thông mạng CAN và cấu trúc dữ liệu OBD-II. Về ý nghĩa thực tiễn, mô hình có thể sử dụng hiệu quả trong đào tạo kỹ thuật ô tô, hỗ trợ sinh viên tiếp cận dữ liệu thật của động cơ mà không cần các thiết bị chuyên dụng đắt tiền. Ngoài ra, mô hình còn có khả năng mở rộng cho nghiên cứu các thuật toán phân tích tín hiệu, mô phỏng ECU và kiểm thử hệ thống điều khiển trong tương lai.