

# THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG MÔ HÌNH TRIỂN KHAI HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ DIESEL ĐIỆN TỬ - COMMONRAIL

## DESIGN AND MANUFACTURING DEPLOYMENT OF DIESEL ENGINE COMMON RAIL ELECTRONIC CONTROL SYSTEM

Nguyễn Kim<sup>1</sup>, Lê Khánh Tân<sup>1</sup>, Vũ Trọng Tài<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 15/11/2017, ngày phản biện đánh giá 9/01/2018, ngày chấp nhận đăng 15/01/2018.

### TÓM TẮT

Hiện nay, lĩnh vực về công nghệ điều khiển động cơ bằng điện tử trên thế giới đang phát triển rất mạnh mẽ, nó được ứng dụng hầu hết trên các loại ô tô tải và phần lớn trên ô tô con. Trong đó, hệ thống điện điều khiển động cơ được xem là vô cùng quan trọng, đặc biệt đối với hệ thống nhiên liệu Diesel. Để đào tạo kỹ thuật, người học phải biết rõ về kết cấu, hoạt động cũng như kiểm tra, thu thập các tín hiệu trên động cơ để đưa ra các phương pháp kiểm tra chẩn đoán và hướng nghiên cứu phát triển đối với hệ thống điều khiển điện tử trên động cơ Diesel. Tuy nhiên hiện nay hầu hết các trường và cụ thể bộ môn động cơ trường ta chỉ trang bị một số mô hình động cơ Diesel common rail, chưa có mô hình triển khai về hệ thống điều khiển động cơ Diesel điện tử nên việc giảng dạy, học tập, nghiên cứu sinh viên gặp nhiều khó khăn. Để thực hiện tác giả đã nghiên cứu về cấu tạo, chức năng hoạt động của các cảm biến, cơ cấu chấp hành trên động cơ và tín hiệu cơ bản của nó, từ đó thiết kế, thi công mô hình triển khai về hệ thống điều khiển động cơ Diesel điện tử common rail Toyota Hilux. Kết quả mô hình hoạt động tốt, trực quan, sinh động phục vụ cho công tác đào tạo.

**Từ khóa:** Động cơ Diesel điện tử; common rail; tín hiệu; cảm biến; cơ cấu chấp hành.

### ABSTRACT

Currently, the field of electronic engine control technology in the world has been strongly developing and applying on vehicles and mostly in cars. In particular, the engine electronic control system is extremely important, especially for Diesel fuel systems. In technical training, learners must be familiar with structure, operation as well as inspection and collection of signals on the engine to provide diagnostic testing methods and research directions to improve the system of electronic control on Diesel engines. However, nowadays, most of departments of many universities and particularly our department of internal combustion engine are only equipped with some models of common rail Diesel engines without modules of electronic Diesel engine control systems. Thus many difficulties occur during the teaching, learning and researching of students. In order to do the project, we have studied the structure, function of the sensors, the actuators on the engine together with its basic signals, thus designing and implementing the model of Toyota Hilux electronic common rail Diesel engine. The result of the model works effectively, visually and lively for training

**Keywords:** Electronic Diesel engine; common rail; signal; sensor; actuators.

### 1. GIỚI THIỆU VỀ ĐỀ TÀI

Nhằm tạo điều kiện cho người học được dễ dàng tiếp cận với thiết bị mới trong học tập, và rèn luyện kỹ năng kiểm tra, chẩn đoán, thu

thập thông tin theo hướng nghiên cứu phát triển về hệ thống nhiên liệu Diesel điện tử.

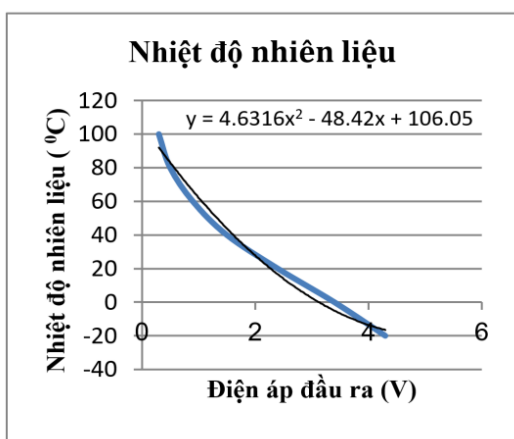
Xuất phát từ nhu cầu thực tế trên, nhóm nghiên cứu quyết định thực hiện đề tài "**Thiết**



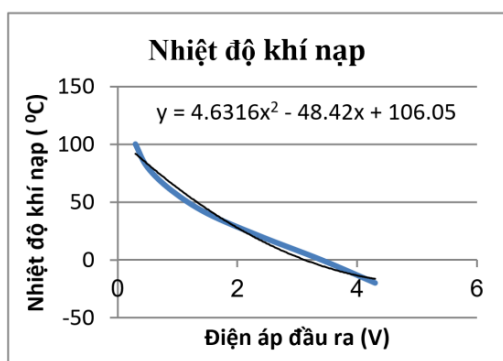


- Nhiệt độ nước làm mát: Chọn tín hiệu nhiệt độ nước làm mát (THW).
- Nhiệt độ khí nạp: Chọn tín hiệu nhiệt độ khí nạp (THA).
- Áp suất trong ống phân phối: Chọn tín hiệu áp suất trong ống phân phối (PCR).
- Tốc độ động cơ: Tín hiệu cảm biến vị trí trực cam (G)
- Thời gian phun: Chọn tín hiệu kim phun số 4 (#4)

#### 4.2 Thiết lập biểu đồ các tín hiệu

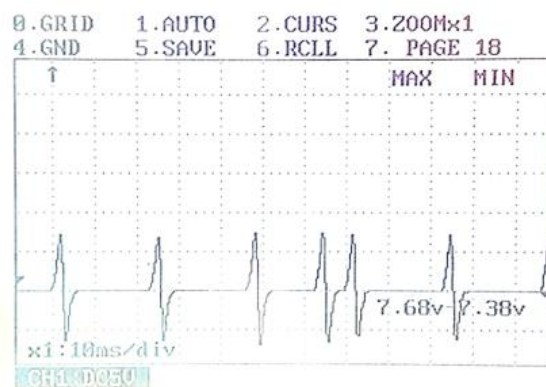


Hình 7. Đồ thị liên hệ nhiệt độ nhiên liệu và điện áp

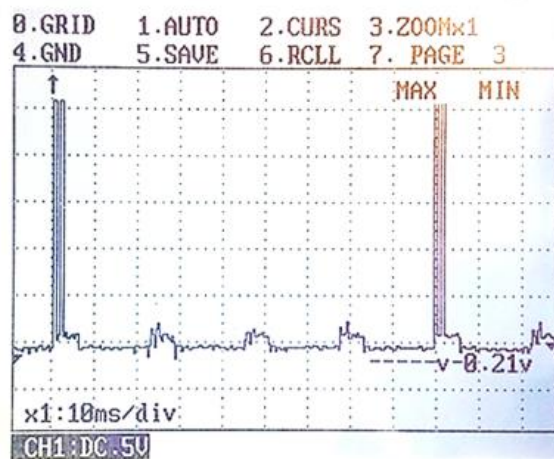


Hình 8. Đồ thị liên hệ nhiệt độ khí nạp và điện áp

Đồ thị thể hiện đặc tuyến của nhiệt độ nhiên liệu và điện áp (hình 7) và đồ thị thể hiện nhiệt độ khí nạp và điện áp (hình 8) được xây dựng dựa trên các dữ liệu thực của cảm biến. Sau đó, ta vẽ được đồ thị với các điểm cục bộ và nội suy tuyến tính thành công thức thể hiện đặc tính của cảm biến.



Hình 9. Dạng xung tín hiệu cảm biến vị trí trực cam (G)



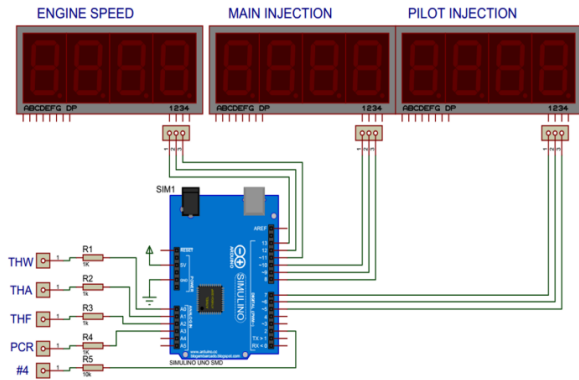
Hình 10. Dạng xung điều khiển tín hiệu kim phun

Tín hiệu cảm biến vị trí trực cam (hình 9) và tín hiệu kim phun (hình 10) được đo trên máy dao động ký chuyên dụng của hãng Hanatech để lấy số liệu. Từ dữ liệu này ta tính toán được số vòng quay động cơ, thời gian phun.

#### 4.3 Thiết kế phần cứng thu thập dữ liệu

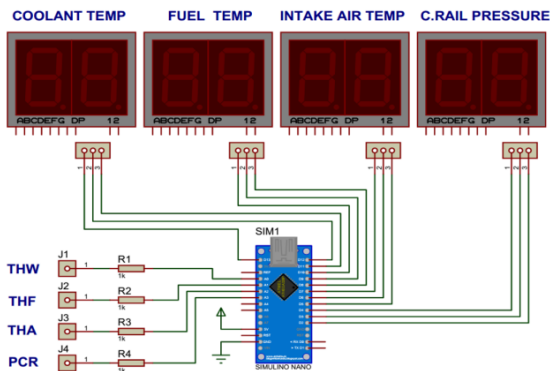
Board mạch Arduino UNO SMD R3 sẽ được kết nối với LED 7 đoạn (hình 11) và nhiệm vụ của Arduino UNO SMD R3 là kết nối với máy tính qua cổng USB và truyền các dữ liệu là tốc độ động cơ, thời gian phun chính và thời gian phun phụ lên bảng LED.

Để tiết kiệm chân IO trên board Arduino, ta sử dụng phương pháp dịch chuyển dữ liệu với IC chuyên dùng 74HC595.

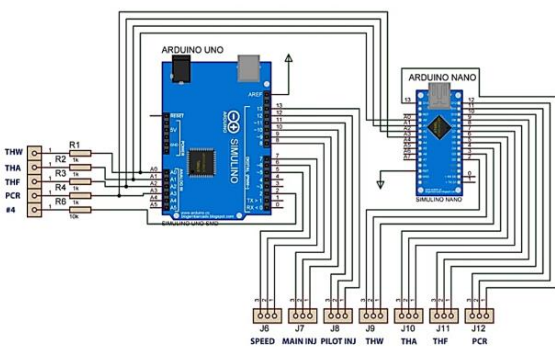


Hình 11. Nguyên lý hoạt động của Arduino UNO SMD

Mạch Arduino Nano (hình 12) sẽ thu thập các tín hiệu như nhiệt độ nước làm mát, nhiệt độ nhiên liệu, nhiệt độ khí nạp, áp suất ống rail để hiển thị lên led 7 đoạn



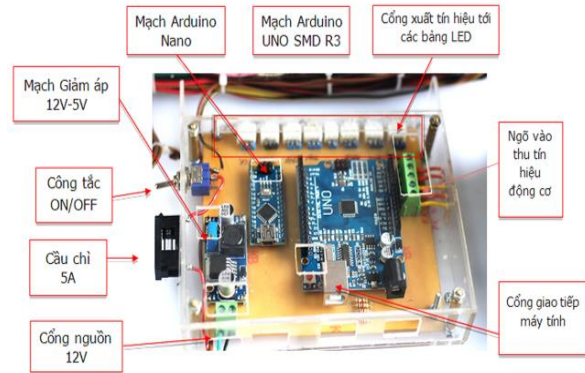
Hình 12. Nguyên lý hoạt động của Arduino NANO



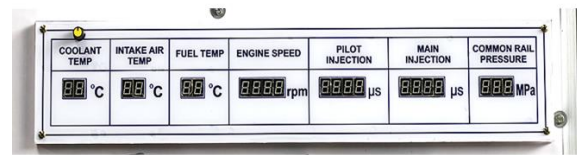
Hình 13. Mạch nguyên lý hoạt động kết hợp của Arduino UNO SMD R3 và Arduino NANO

Board mạch arduino UNO được mắc nối tiếp 1 điện trở có giá trị là 1kΩ nối tiếp với các chân tín hiệu THA, THW, THF, PCR và điện trở 10kΩ nối tiếp với chân #4. Mục đích

của việc này là sẽ hạn chế dòng vào các chân Analog và Digital của Arduino, bảo vệ mạch Arduino hoạt động ổn định. Đồng thời truyền dữ liệu qua các board mạch Nano (hình 13) để gửi tín hiệu hiển thị ra các LED 7 đoạn



Hình 14. Board mạch thực tế kết hợp của Arduino UNO SMD R3 và Arduino NANO



Hình 15. Bảng LED hiển thị LED 7 đoạn trên mô hình

Board mạch thu thập dữ liệu và hiển thị dùng Arduino (hình 14) và bảng LED 7 đoạn hiển thị (hình 15) được đóng hộp mica chống nước. Bảng LED 7 đoạn được thể kế rõ ràng, có thể quan sát thấy từ xa, thể hiện rõ các loại tín hiệu và thứ nguyên tương ứng.

## 5. THIẾT KẾ GIAO DIỆN VÀ GIAO TIẾP VỚI MÁY TÍNH BẰNG PHẦN MỀM LABVIEW

### 5.1 Bảng giao diện (The Front Panel).

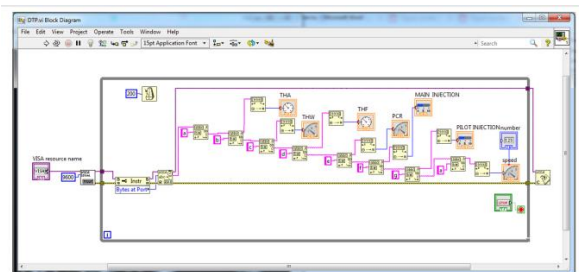
Front Panel là mặt mà người sử dụng hệ thống nhìn thấy. Các VI bao gồm một giao diện người dùng có tính tương tác, mà được gọi là bảng giao diện, vì nó mô phỏng mặt trước của một dụng cụ vật lý. Bảng giao diện có thể bao gồm các nút, các nút đẩy, các đồ thị và các đồ thị và các dụng cụ chỉ thị và điều khiển khác. Chúng ta có thể nhập vào dữ liệu sử dụng bàn phím và chuột sau đó quan sát các kết quả trên màn hình máy tính. [3]



Hình 16. Giao diện LabVIEW

## 5.2 Sơ đồ khối (The Block Diagram)

Block diagram [4] của một VI là một sơ đồ được xây dựng trong môi trường LabVIEW, nó có thể gồm nhiều đối tượng và các hàm chức năng khác nhau để tạo các cấu trúc lệnh để chương trình thực hiện.



Hình 17. Sơ đồ khối Block Diagram

Các đối tượng trên Front Panel được thể hiện bằng các thiết bị đầu cuối trên Block Diagram (hình 17), không thể loại bỏ các thiết bị đầu cuối trên Block Diagram. Các thiết bị đầu cuối chỉ mất đi sau khi loại bỏ đối tượng tương ứng trên Front panel. Cấu trúc của một Block Diagram gồm các thiết bị đầu cuối (Terminal), nút (Node) và các dây nối (Wire). [4]

## 6. KIỂM NGHIỆM KẾT QUẢ THỰC HIỆN THÔNG QUA PHẦN MỀM TECHSTREAM

### 6.1 Kết quả tín hiệu cảm biến và cơ cấu chấp hành thu thập được trên LabVIEW



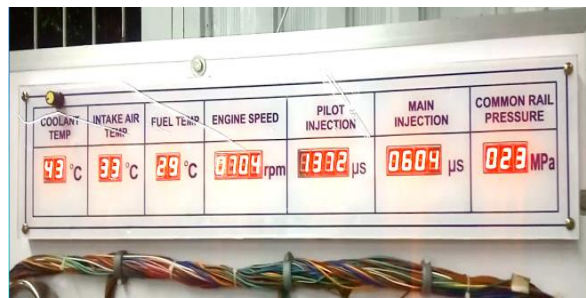
Hình 18. Tín hiệu thu thập trên LabVIEW ở tốc độ cảm chừng [5]

Giao diện hiển thị trên máy tính dùng phần mềm LabVIEW được thiết kế trực quan giống bảng đồng hồ trên xe giúp người học dễ dàng quan sát và nhận biết các thông số vận hành.

Các thông số đọc được thể hiện trên giao diện LabVIEW: [5]

- Nhiệt độ nước làm mát: 44°C
- Nhiệt độ khí nạp: 27°C
- Nhiệt độ nhiên liệu: 35°C
- Áp suất trong ống phân phối: 23 MPa
- Tốc độ động cơ: 700rpm
- Thời gian phun chính: 676µs
- Thời gian phun phụ: 1368µs

### 6.2 Kết quả tín hiệu cảm biến và cơ cấu chấp hành xuất ra LED 7 đoạn



Hình 19. Tín hiệu xuất ra bảng LED 7 đoạn ở tốc độ cảm chừng

### 6.3 Tín hiệu thu thập trên phần mềm chẩn đoán Techstream

Engine SPD	706	rpm
MAF	9.82	gm/sec
MAP	99	kPa
Coolant Temp	42	C
Intake Air	31	C
Fuel Temp.	30	C
Common Rail Pressure	27	MPa
Ambient Temperature	30	C
M-INJ/PILOT OFF	616	us
Pilot-Injection	1455	us

Hình 20. Tín hiệu xuất ra bảng LED 7 đoạn ở tốc độ cảm chừng [2]

So sánh kết quả hiển thị LED 7 đoạn (hình 19) và kết quả đọc được trên phần mềm Techstream (hình 20), ta thấy thiết bị thu thập dữ liệu làm việc chính xác, có độ nhạy cao đủ đáp ứng sự thay đổi đột ngột của các chế độ vận hành.

## 7. KẾT LUẬN

Đề tài đã thiết kế và thi công hoàn chỉnh “**Thiết kế thi công mô hình triển khai hệ thống điều khiển động cơ Diesel điện tử - common rail**”. Đề tài có nhiều ý nghĩa trong công tác đào tạo và về mặt khoa học cũng như thực tiễn. Nội dung cũng như sản phẩm đề tài hỗ trợ tốt cho công việc giảng dạy của giảng viên và học tập của sinh viên, đồng thời là cơ sở để sinh viên có thể nghiên cứu các lĩnh vực khác liên quan đến hệ thống điện điều khiển động cơ.

Sản phẩm của đề tài cũng hỗ trợ rất tốt, giúp cho sinh viên khả năng rèn luyện kỹ năng kiểm tra và chẩn đoán các bộ phận chi tiết của hệ thống dựa vào các thông số thu thập được trên mô hình. Mô hình đáp ứng về các yêu cầu kỹ thuật, tính thẩm mỹ, có thể tiếp tục phát triển ứng dụng các công nghệ điều khiển từ xa và thu thập dữ liệu không dây như công nghệ IoT nhằm phục vụ tốt hơn cho việc giảng dạy sinh viên.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đinh Ngọc Ân, *Trang bị điện trên ô tô máy kéo*, Nhà xuất bản đại học và trung học chuyên nghiệp Hà nội, 1980
- [2] PGS-TS. Đỗ Văn Dũng, *Trang bị điện và điện tử trên ô tô hiện đại*, NXB Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 2004.
- [3] National Instruments Corporation. (2006), “LabVIEW Basic Course Manual”, North Mopac, Austin, Texas.
- [4] S.Sumathi, P.Surekha, “LabVIEW based Advanced Instrumentation System” India, 2007
- [5] James D.Halderman, “Diagnosis and Troubleshooting of Automotive Electrical, Electronic and Computer System”. New Jersey, America, 2012.

### Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Lê Khánh Tân

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Email: tanlk@hcmute.edu.vn