

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MẠCH ĐIỀU KHIỂN NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ XE ECO

A DESIGN OF FUEL CONTROL UNIT FOR ECO VEHICLE ENGINES

Nguyễn Trọng Thức
Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 15/4/2021, ngày phân biên đánh giá 26/4/2021, ngày chấp nhận đăng 25/6/2021

TÓM TẮT

Giải pháp điều khiển phun nhiên liệu là giải pháp hiệu quả nhất cho việc thiết kế 1 chiếc xe tiết kiệm nhiên liệu khi mà giải pháp thiết kế cơ khí hiện nay gần như đạt đến bão hòa. Bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu và chế tạo mạch điều khiển phun nhiên liệu (ECU) chuyên cho 2 cuộc thi xe Honda EMC và Shell ECO-marathon được tổ chức hàng năm. Mạch điều khiển được thiết kế và lập trình dùng Arduino MEGA, các cảm biến và bộ chấp hành dùng thiết bị có sẵn của xe thông dụng trên thị trường. Mạch cũng cho phép thay đổi bản đồ phun xăng và bản đồ góc đánh lửa để điều khiển phù hợp với xe ECO, đồng thời hiển thị các thông tin cần thiết giúp tài xế dễ dàng quan sát và điều chỉnh trong quá trình thi đấu. Ứng dụng này giúp các đội có thể tinh chỉnh tùy theo thiết kế của mình và thông tin hiển thị giúp quá trình thi đấu được đơn giản và tối ưu hơn.

Từ khóa: Honda EMC; Shell ECO; ECU; Arduino Mega; bản đồ phun xăng; bản đồ góc đánh lửa.

ABSTRACT

Nowadays, solution of fuel injection is the best way for design of fuel economy vehicle while mechanical improvement has almost reached its limit. This article shows result of the research and making the fuel injection electronic control unit (ECU) used for two annually contests named Honda EMC and Shell ECO-marathon. The control circuit is designed and coded with Arduino Mega, sensors and actuators equipped in popular cars. The circuit also allows users to change the fuel injection map and the ignition timing map to suit ECO vehicle, its necessary data help driver to have better seeing and adjusting during contest time. This permit contestant teams to modify base on their design and showed data can help contest process become more optimized and simply.

Keywords: Honda EMC; Shell ECO; ECU; Arduino Mega; Fuel injection Map; Ignition timing Map.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, 2 cuộc thi xe Honda EMC và Shell ECO-marathon được tổ chức hàng năm nhằm tìm kiếm những giải pháp thiết kế để tiết kiệm nhiên liệu, giảm ô nhiễm môi trường. Các giải pháp bao gồm cả cơ khí và điện tử. Tuy nhiên, giải pháp về cơ khí gần như bão hòa hoặc bị giới hạn về công nghệ. Vì vậy, giải pháp điều khiển điện tử được áp dụng triệt để giúp xe vận hành đúng chế độ và tiết kiệm nhiên liệu hơn.

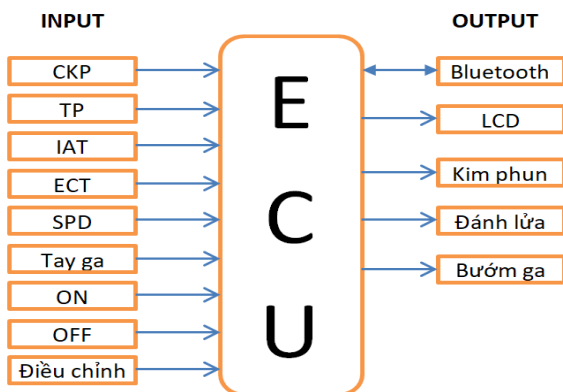
Trên thế giới hiện nay, việc chế tạo ECU điều khiển cũng được các hãng đầu tư và thực hiện rất nhiều. Hãng ECOTRONS [1] cũng đã giới thiệu một ECU điều khiển cho động cơ cỡ nhỏ “Small Engine ECU”. ECU này có thể sử dụng cho cuộc thi xe ECO nhưng theo đánh giá thì chưa phù hợp để gắn trên động cơ xe ECO vì những khác biệt trong thiết kế và vận hành giữa xe gắn máy và xe ECO. ECU này cũng không có hiển thị thông số điều khiển khiến quá trình vận hành

nên khó kiểm soát. Hoặc một công ty chuyên bán hệ thống phun nhiên liệu được xem là thiết kế chuyên dụng cho xe ECO: có màn hình hiển thị và điều chỉnh được các thông số là FC-DESIGN. Tuy nhiên, hệ thống động cơ phải được điều chỉnh lại để phù hợp mạch điều khiển này. Ngoài ra, để tương thích hơn cần phải mua thêm các thiết bị đi kèm nên giá thành khá cao. Còn nhiều hãng khác nữa cũng thiết kế hệ thống phun xăng tương tự nhưng cũng chưa phù hợp cho cuộc thi xe tự chế này.

Vì vậy, nhóm thiết kế đã nghiên cứu và chế tạo mạch có thể điều khiển, hiển thị và vận hành đầy đủ các chế độ phù hợp cho dòng xe tự chế này. Mạch không những giúp thay đổi dữ liệu để điều khiển tối ưu cho động cơ xe mà còn hỗ trợ cho tài xế có thể lựa chọn và điều khiển trong suốt quá trình thi đấu.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1 Sơ đồ khối hệ thống



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống thiết kế

Cảm biến CKP: xác định vị trí trục khuỷu và số vòng quay động.

Cảm biến TP: xác định độ mở của bướm ga.

Cảm biến IAT: xác định nhiệt độ khí nạp.

Cảm biến ECT: xác định nhiệt độ động cơ.

Cảm biến SPD: xác định tốc độ xe.

Cảm biến Tay ga: xác định vị trí tay ga tài xế đang điều khiển.

Nút ON: nhấn nút để khởi động cơ.

Nút OFF: nhấn nút để tắt động cơ.

Nút Điều chỉnh: nhấn nút để chọn thông số cần điều khiển, xoay để điều chỉnh dữ liệu.

Modul Bluetooth: truyền và nhận dữ liệu giao tiếp từ máy tính hoặc điện thoại.

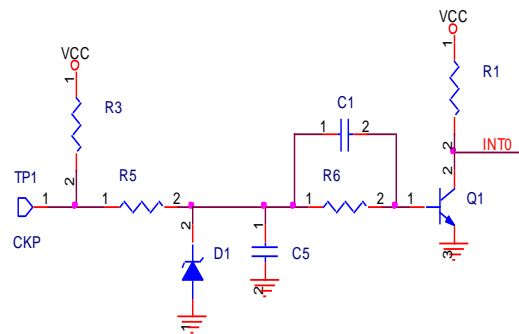
Modul LCD: hiển thị các thông tin của xe khi đang vận hành hoặc thông số người dùng điều khiển.

Kim phun: dùng điều khiển lượng nhiên liệu.

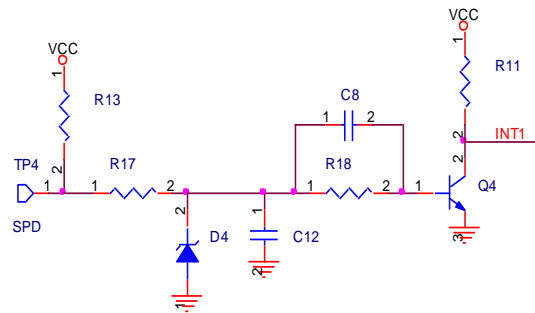
Đánh lửa: dùng điều khiển góc đánh lửa sớm và góc ngậm.

Bướm ga: motor dùng điều khiển góc mở bướm ga.

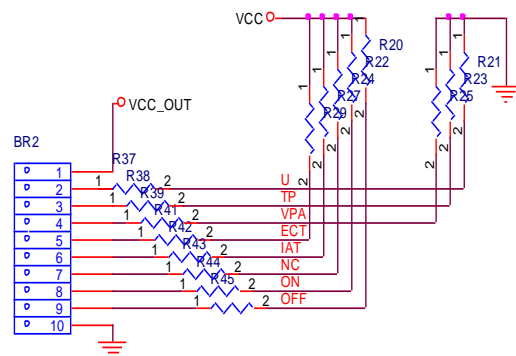
2.2 Sơ đồ mạch thiết kế



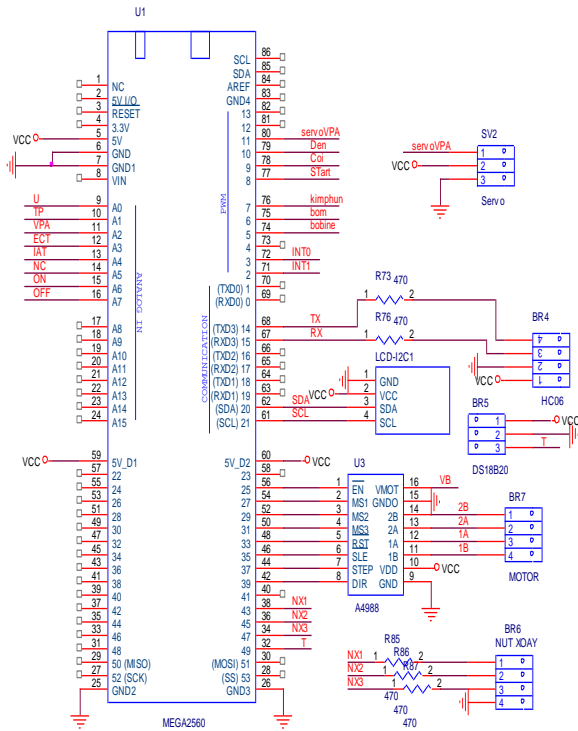
Hình 2. Mạch chỉnh xung CKP



Hình 3. Mạch chỉnh xung SPD

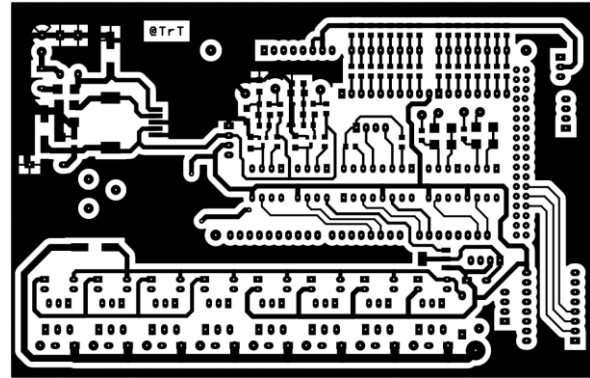


Hình 4. Mạch đệm ngõ vào các tín hiệu

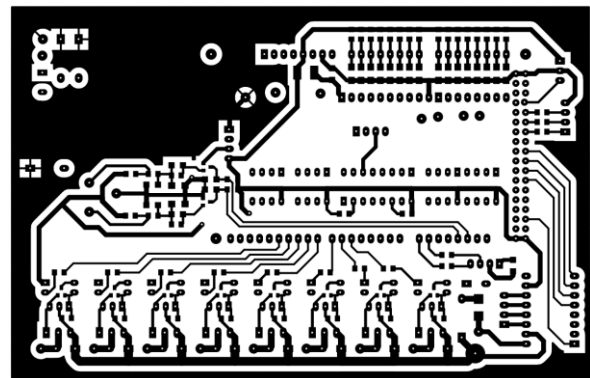


Hình 5. Mạch xử lý, điều khiển và giao tiếp

Mạch xử lý chính dùng board điều khiển Arduino MEGA với chip xử lý chính là ATmega2560 [2] và được lập trình trên phần mềm Arduino IDE [3].

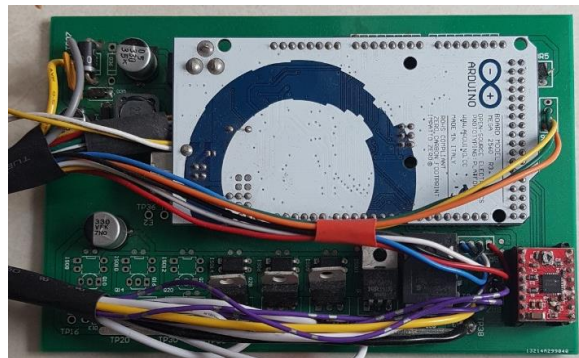


Hình 8. Mạch in lớp trên

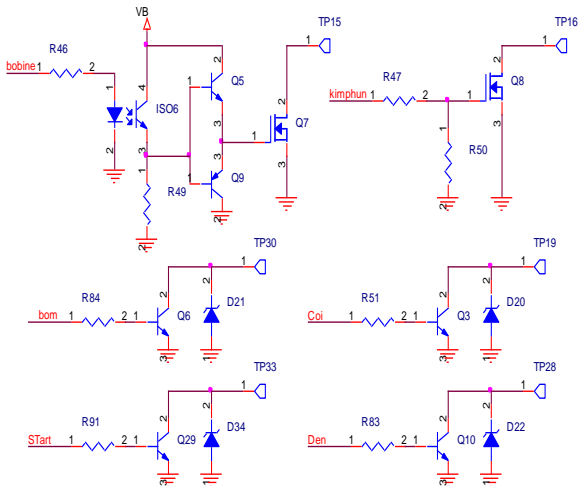


Hình 9. Mạch in lớp dưới

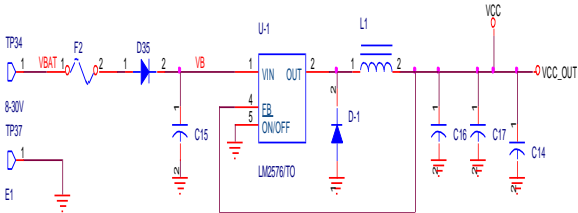
2.3 Sơ đồ mạch thực tế



Hình 10. Mạch sau khi gia công



Hình 6. Mạch điều khiển công suất



Hình 7. Mạch nguồn ổn áp 5V

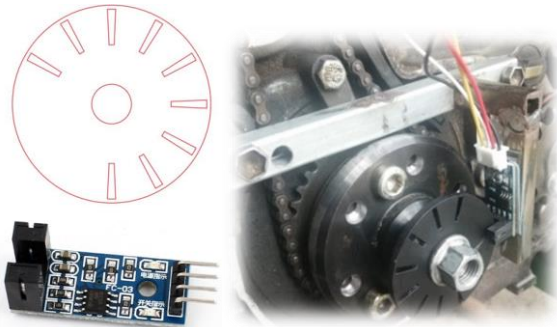
3. CẢI TẠO, THỬ NGHIỆM

3.1 Cải tạo 1 số chi tiết

Để đạt được các điều khiển tối ưu và đảm bảo phát triển chạy tự động, sau khi tìm hiểu các hệ thống trên xe máy phun xăng [4], nhóm nghiên cứu cải tạo lại động cơ từ 1 động cơ Honda Wave dùng chế hòa khí kiểu cũ. Các chi tiết chính cần cải tạo như là:

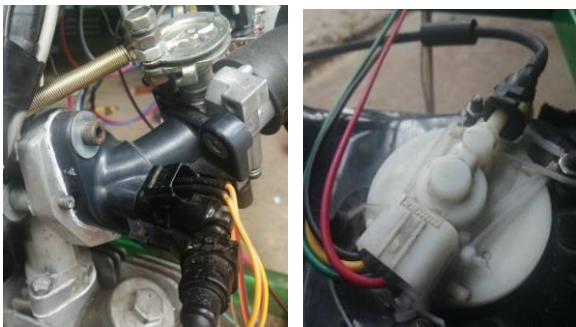
a) Cảm biến CKP [5] là cảm biến quan trọng để mạch nhận vị trí piston và đo tốc độ. Để đảm bảo độ chính xác và đáp ứng nhanh,

nhóm thiết kế đĩa quang 12 xung khuyết 3 xung kết hợp mạch nhận giá rẻ phổ biến trên thị trường như hình 11.



Hình 11. Chế tạo và lắp đặt cảm biến CKP

b) Họng gió tích hợp kim phun và cảm biến Vị trí bướm ga được thay cho bộ chế hòa khí, bơm xăng cũng được lắp thêm vào ở bình xăng như hình 12.



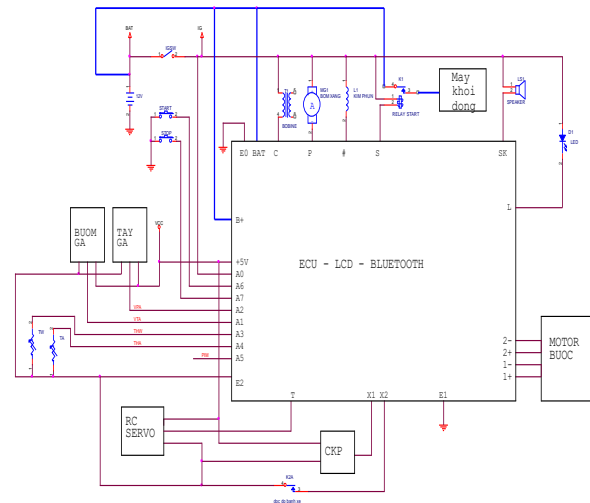
Hình 12. Họng gió và bơm xăng được lắp đặt

c) Một motor servo được thiết kế thêm vào để điều khiển bướm ga mà không cần dùng dây cáp đảm bảo chế độ điều khiển được linh động và có thể phát triển chạy tự động trong khi thi đấu, như hình 13.



Hình 13. Motor servo lắp đặt để kéo bướm ga

3.2 Sơ đồ đấu dây hệ thống



Hình 14. Sơ đồ đấu dây mạch với cảm biến và bộ chấp hành

Sau khi cải tiến thiết kế lại một số chi tiết trên động cơ Honda Wave như gắn cảm biến CKP loại cảm biến quang giá rẻ, đổi chế hòa khí thành họng gió cố kim phun và thêm motor servo điều khiển bướm ga. Mạch đã hoạt động điều khiển cho phép động cơ nổ. Song song đó, mạch hiển thị chi tiết các thông tin về hệ thống động cơ và xe đang vận hành trên LCD, hoặc App Android trên điện thoại hoặc phần mềm trên máy tính.

3.3 Điều chỉnh và hiển thị LCD

Mạch giao tiếp với LCD qua chuẩn I2C. Tài xế sẽ có 1 nút nhấn và xoay thông minh để có thể thay đổi các thông số cài đặt, thông tin cảm biến hoặc trạng thái vận hành điều chỉnh sẽ hiển thị lên LCD như hình 15.



Hình 15. Màn hình LCD hiển thị

Các thông tin hiển thị trên LCD:

1. Chế độ AUTO-NORM.
2. Chế độ chạy test hoặc thi đấu.
3. Đang khởi động, đang chạy, đang tắt.
4. Đang phun xăng (X) và đánh lửa (L).

5. Tốc độ động cơ.
6. Tốc độ xe.
7. Điện áp ắc quy.
8. Tỷ lệ điều chỉnh xăng của tài xế.
9. Độ mở bướm ga.
10. Góc đánh lửa sớm.
11. Thời gian phun.
12. Nhiệt độ động cơ, nhiệt độ khí nạp.

3.4 Cài đặt và hiển thị thông tin dùng App điện thoại

Để hiển thị rõ ràng và trực quan, nhóm lập trình thêm 1 App cài đặt trên điện thoại Android, thông qua bluetooth cho phép cài đặt các thông số cho mạch khi thi đấu như: tỷ lệ nhiên liệu, vị trí cảm chừng khi test và khi thi đấu, tốc độ giới hạn max-min để cảnh báo tài xế hoặc dùng cho khởi động xe tự động trong thi đấu, khoảng cách xung tốc độ xe và góc đánh lửa sớm ban đầu. Các thông số hiển thị và các nút lựa chọn chế độ thì tương tự trên LCD. Giao diện App như hình 16:



Hình 16. Giao diện hiển thị trên điện thoại

3.5 Thiết lập nâng cao dùng phần mềm máy tính

Để thiết lập các chức năng nâng cao, nhóm đã lập trình một phần mềm cài đặt trên máy tính giao tiếp với mạch qua bluetooth cho phép người dùng cài đặt tất cả chức năng có thể.



Hình 17. Giao diện cài đặt các thông số



Hình 18. Giao diện chức năng hiển thị và lưu trữ

Giao diện trên máy tính giúp hiển thị thông tin chi tiết và giúp người thiết kế điều chỉnh phù hợp với thiết kế của động cơ và xe. Phần mềm này có thể dùng cho điều chỉnh và chạy thử nghiệm trong quá trình thiết kế, không dùng trong quá trình thi đấu vì bất tiện khi để laptop lên xe.

Ngoài các thông số điều chỉnh như trên App điện thoại, phần mềm máy tính cho phép đọc và điều chỉnh bản đồ phun xăng cơ bản và bản đồ góc đánh lửa sớm cơ bản. Con trỏ hiển thị điêm làm việc của động cơ trên bản đồ phun xăng và bản đồ đánh lửa giúp người dùng dễ dàng cân chỉnh thông số phù hợp cho động cơ tại điêm làm việc mong muốn.

3.6 Thử nghiệm

Mạch được đấu nối vào mô hình động cơ xe máy Honda Wave và tiến hành cài đặt thông số, tinh chỉnh các giá trị và chạy thử động cơ, nhóm rút ra một số nhận xét:

- Mạch chạy tốt, ổn định, không bị nhiễu. Đây là kết quả quan trọng đáng chú ý trong thiết kế.

- Mạch giao tiếp hiển thị LCD đáp ứng đủ nhanh để quan sát, tuy nhiên nếu thực tế thiết kế đặt ECU ở phía sau xe và đặt LCD ở phía trước tài xế thì đường truyền LCD quá dài và có những vị trí đi dây bị nhiễu do dây cao áp đánh lửa. Nên khi thiết kế xe người dùng cần lưu ý điều này để đi đường dây tín hiệu này cho hợp lý.

- Mạch giao tiếp bluetooth trên App điện thoại khá ổn định. Điều chỉnh và hiển thị các thông số rất chính xác và rõ ràng. Có thể thay thế LCD để giúp tài xế quan sát thông tin rõ ràng trong quá trình thi đấu.

- Mạch giao tiếp bluetooth với phần mềm máy tính cũng rất tốt, có thể tinh chỉnh nạp trình bản đồ phun xăng và đánh lửa tốt, dữ liệu truyền đã kiểm soát lỗi rất chặt chẽ nên không có sai sót dữ liệu cài đặt này. Các chế độ đọc và lưu trữ bản đồ trên mạch cũng chính xác và ổn định.

- Riêng phần thử nghiệm quá trình chạy của động cơ Honda Wave do chưa có các cảm biến nhiệt độ nên động cơ chỉ nổ ổn định khi đã nóng. Ở chế độ cảm chùng, động cơ nổ êm, ổn định tốc độ và không có mùi xăng dư. Ở chế độ tăng tốc, do chỉnh tiết kiệm tránh dư xăng nên động cơ tăng tốc ở mức độ

vừa, thỉnh thoảng khi tăng tốc có nổ dội. Thực ra, quá trình thử nghiệm này chủ yếu để kiểm tra hoạt động mạch và những nhiễu thực tế, còn việc chỉnh các bản đồ và thông số cho động thì tùy thuộc vào từng loại động cơ người dùng thiết kế. Tùy loại xe và tải của xe mà người dùng cần có nhiều thời gian để tinh chỉnh.

4. KẾT LUẬN

Qua quá trình nghiên cứu rất dài, một số phiên bản đầu tiên đã được ứng dụng trong nhiều năm đi thi đấu tại Việt Nam và Singapore và đã đạt được những thành tích nhất định. Phiên bản này đã được tích hợp thêm nhiều tính năng nhất giúp quá trình thiết kế cũng như thi đấu dễ dàng và linh động hơn. Nhìn chung, những thử nghiệm đã ổn định nhưng chủ yếu dựa vào thực tế và cảm nhận của người dùng mà chưa có thiết bị đo đạc chính xác.

Trong thời gian tới, nếu chấp nhận giá thành cao hơn có thể thay thế vi điều khiển dùng mạch arduino DUE xử lý 32 bit tốc độ 84MHz sẽ giúp mạch xử lý nhanh và mạnh mẽ hơn, khi đó có thể thay cảm biến CKP nhiều xung hơn giúp điều khiển chính xác hơn nữa. Lựa chọn 1 động cơ mới cùng với máy đo xung lưu trữ thời gian dài để thử nghiệm cũng đảm bảo quá trình thiết kế và thử nghiệm tin cậy hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] https://www.ecotrons.com/products/small_engine_ecu/
- [2] <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega640-1280-1281-2560-2561-Datasheet-DS40002211A.pdf>
- [3] <https://www.arduino.cc/reference/en/>
- [4] Phần mềm ALLMOTO - Phần tài liệu Honda
- [5] PGS-TS Đỗ Văn Dũng – *Trang bị điện và điện tử trên ô tô hiện đại, hệ thống điện động cơ* – NXB Đại học Quốc Gia, Tp HCM – Năm 2004, tr171 - tr274.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Nguyễn Trọng Thức
 Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM
 Email: thucnt@hcmute.edu.vn