

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THỜI ĐIỂM ĐÁNH LỬA CHO ĐỘNG CƠ XĂNG 1 XYLANH

A STUDY ON DESIGN AND MANUFACTURE THE IGNITION TIMING CONTROL SYSTEM FOR ONE CYLINDER ENGINE

Bùi Văn Chinh^{1,*},
Nguyễn Văn Vinh¹, Lê Văn Anh¹

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày nghiên cứu thiết kế chế tạo mô hình hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa sớm của động cơ xăng 1 xylanh phục vụ công tác đào tạo sinh viên chuyên ngành Công nghệ ô tô tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa được thiết kế bao gồm một mạch điều khiển trên nền tảng Arduino và giao diện kết nối với máy tính được lập trình trên công cụ LabView. Hệ thống sử dụng encoder để xác định chuyển vị của piston theo từng góc quay trục khuỷu để từ đó có cơ sở điều chỉnh được thời điểm đánh lửa theo từng mục đích thử nghiệm. Hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa được xây dựng có các chức năng như đặt được thời điểm đánh lửa ban đầu hoặc điều chỉnh online trong quá trình động cơ đang vận hành. Phần mềm điều khiển được lập trình trên công cụ LabView với giao diện dễ trực quan và dễ dàng sử dụng trong quá trình nghiên cứu về động cơ.

Từ khóa: Mô hình điều khiển thời điểm đánh lửa, góc đánh lửa sớm, mô hình động cơ.

ABSTRACT

This paper presents a study on design and manufacture the ignition timing control system for one cylinder engine aid to support training in automotive engineering in Hanoi University of Industry. The system including Arduino electronic control board and LabView programe interface. The position of piston during operation was determined by the signal from encder which as a function of crank angle. The controlling system has been designed to adjust the ignition timing flexibly while the engine is operating. The controlling software was designed on LabView tool for a visualization and easy to use interface.

Keywords: Ignition timing system, advanced ignition, engine model.

¹Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: chinhbv@hau.edu.vn.

Ngày nhận bài: 20/4/2021

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 19/5/2021

Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2021

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Tại Việt Nam, các trung tâm nghiên cứu và trường đại học, cao đẳng đào tạo lĩnh vực công nghệ ô tô đã và đang sử dụng các thiết bị điều khiển động cơ mua từ nước ngoài. Việc sử dụng sản phẩm do nước ngoài sản xuất có nhiều hạn chế như giá thành cao, chi phí bảo dưỡng sửa chữa lớn

không phù hợp với điều kiện hay nhu cầu sử dụng thiết bị và không có khả năng chủ động được vấn đề bảo dưỡng và sửa chữa phần cứng và phần mềm. Trong nước cũng đã có một số nghiên cứu liên quan tới việc chế tạo hệ thống thu thập tín hiệu từ các cảm biến để theo dõi, đánh giá tình trạng của động cơ trong quá trình vận hành và đưa ra giao diện hiển thị; một số nghiên cứu đã thiết kế chế tạo mạch điều khiển để phục vụ các nhu cầu thử nghiệm cụ thể để đảm bảo độ chính xác và giảm thiểu thao tác vận hành trong quá trình thử nghiệm như bộ điều khiển thanh răng bơm cao áp động cơ diesel [1], điều khiển lượng nhiên liệu khí phun bổ sung trên đường nạp [2]. Đề tài của nhóm tác giả [3] đã thể hiện được giao diện kết nối giữa máy tính với động cơ, cơ bản như phần mềm chẩn đoán các hệ thống trên xe ô tô. Các kết quả nghiên cứu xoay quanh tạo lỗi để phục vụ các bài thực hành chẩn đoán hư hỏng và đọc các thông số làm việc của động cơ từ ECU nguyên bản và đưa ra giao diện trên máy tính.

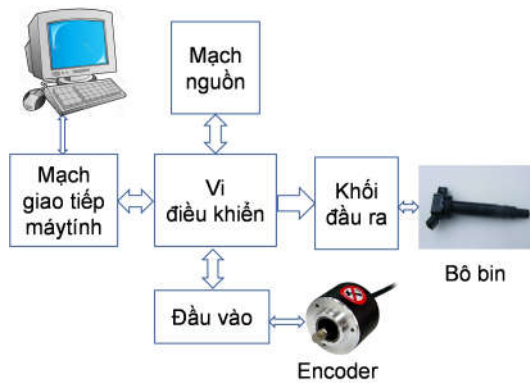
Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày quá trình nghiên cứu và đưa ra phương án thiết kế chế tạo hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa cho động cơ xăng 1 xylanh. Hệ thống điều khiển được xây dựng để tùy chỉnh được thời điểm đánh lửa sớm trên mô hình động cơ xăng phục vụ đào tạo. Hệ thống được thiết kế dựa trên nền tảng phần cứng là mạch Arduino và giao diện kết nối với máy tính được lập trình trên công cụ LabView. Hệ thống sử dụng encoder để xác định chuyển vị của piston theo từng góc quay trục khuỷu để từ đó có cơ sở điều chỉnh được thời điểm đánh lửa theo từng mục đích thử nghiệm. Hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa được xây dựng có các chức năng như đặt được thời điểm đánh lửa ban đầu hoặc điều chỉnh online trong quá trình động cơ đang vận hành. Phần mềm điều khiển được lập trình trên công cụ LabView với giao diện dễ trực quan và dễ dàng sử dụng trong quá trình nghiên cứu về động cơ.

Xây dựng một mô đun điều khiển các thông số làm việc của động cơ thông qua kết nối với máy tính sẽ nâng cao được chất lượng chuyên môn của cả sinh viên chuyên ngành động cơ cũng như cán bộ giảng viên đang làm công tác hướng dẫn, giảng dạy trong lĩnh vực này.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên lý hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa của động cơ

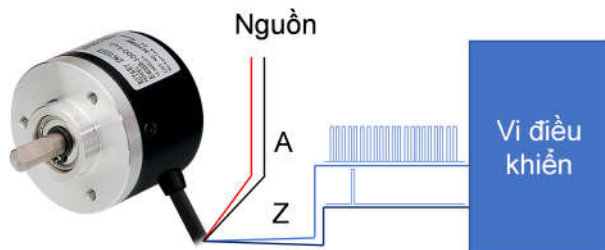
Hình 1 thể hiện sơ đồ khối hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa. Hệ thống bao gồm khối tín hiệu đầu vào (tín hiệu encoder), khối nguồn, khối xử lý tín hiệu, mạch điều khiển trung tâm, mạch giao tiếp máy tính và khối tín hiệu đầu ra. Tín hiệu đầu vào từ encoder bao gồm 2 kênh A (360 xung / 1 vòng quay trục khuỷu) và kênh Z (1 xung / 1 vòng quay trục khuỷu). Hai tín hiệu này được sử dụng để xác định chu kỳ làm việc của động cơ cũng như tính toán thời điểm đánh lửa.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa

2.2. Khối xử lý tín hiệu đầu vào

Tín hiệu đầu vào mạch điều khiển bao gồm hai kênh digital A và Z. Kênh A cho số xung tương ứng 360 xung / 1 vòng quay trục khuỷu, mỗi 1 xung từ kênh A sẽ tương ứng với 1 độ góc quay trục khuỷu. Kênh Z cho 1 xung/ 1 vòng quay trục khuỷu được sử dụng làm mốc xác định thời điểm. Hình 2 thể hiện sơ đồ kết nối và dạng tín hiệu từ encoder.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý khối xử lý tín hiệu từ encoder

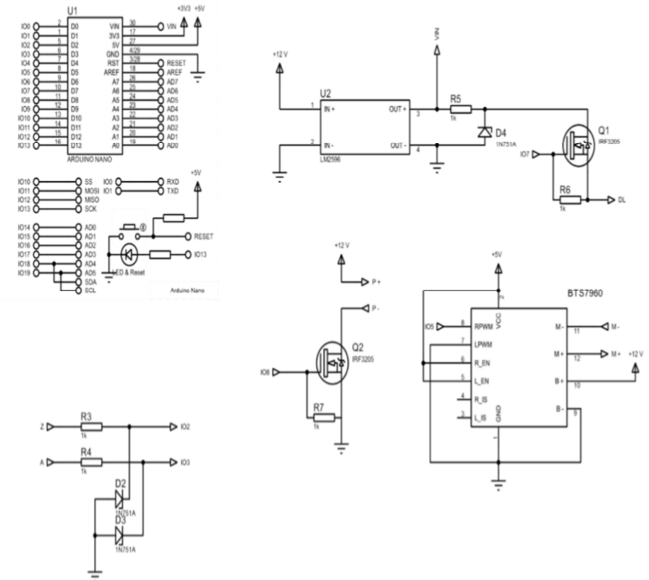
2.3. Khối xử lý trung tâm

Mạch điều khiển trong nghiên cứu này sử dụng vi điều khiển (VĐK) Atmega328. VĐK Atmega 328 có tốc độ xử lý nhanh, cùng khả năng chống nhiễu tốt sẽ giúp hệ thống vận hành ổn định và tin cậy. Thông số của VĐK Atmega 328 thể hiện trong bảng 1 [4]. Hình 3 thể hiện sơ đồ chân và tín hiệu vào - ra vi điều khiển.

Bảng 1. Thông số cơ bản của vi điều khiển Atmega 328 [4]

Vi điều khiển	ATmega328
Điện áp hoạt động	5V
Điện áp nguồn	7 - 12V

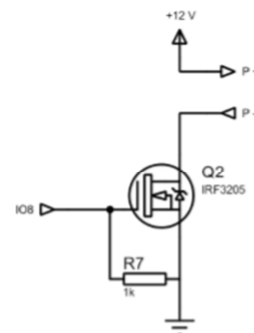
Số chân In/Out	14 (trong đó có 6 đầu ra PWM)
Đầu vào Analog	6
Dòng tối đa chân In/Out	40mA
Dòng tối đa chân 3.3 V	50mA
Bộ nhớ Flash	32kB (ATmega328) trong đó 0,5kB của Bootloader
Tốc độ hoạt động	16MHz



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý của khối xử lý trung tâm

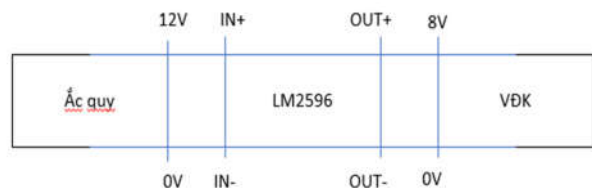
2.4. Khối xử lý tín hiệu đầu ra

Tín hiệu ra của vi điều khiển có mức điện áp 5V trong khi các thiết bị hoạt động bên ngoài có thể hoạt động ở điện áp cao hơn (thường là 12V) nên phải có một linh kiện trung gian chuyển đổi tín hiệu 5V thành 12V (hình 4). Mosfet IRF3205 được sử dụng để chuyển đổi điện áp xung ra.



Hình 4. Sơ đồ khối đầu ra

2.5. Mạch nguồn



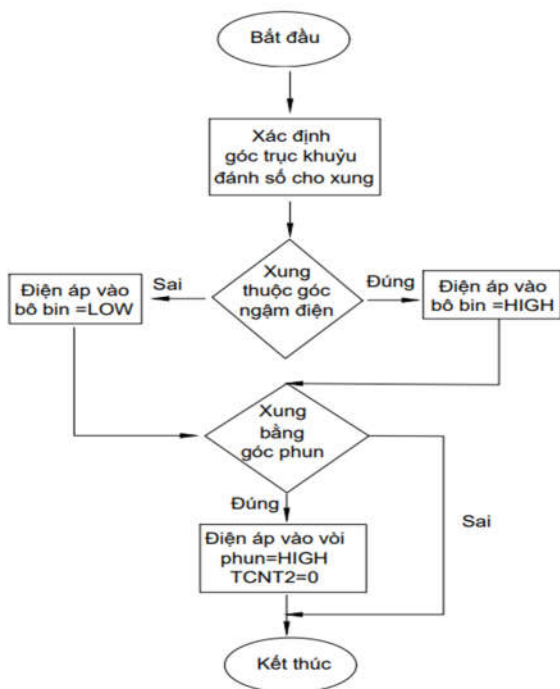
Hình 5. Sơ đồ khối nguồn cho vi điều khiển

Mạch nguồn đóng vai trò cung cấp điện áp phù hợp cho các thiết bị khác trong hộp điều khiển. Chọn phương án chế tạo mạch nguồn IC nguồn LM2596 với các tính năng như tạo điện áp ra 5V có hồi tiếp; dòng cực đại có thể lên tới 3A; điện áp đầu vào 12V phù hợp với điện áp ắc quy trên mô hình động cơ (hình 5).

2.6. Thuật toán điều khiển thời điểm đánh lửa

Để thuận tiện cho việc xác định góc đánh lửa, các xung trên encoder được đánh số từ 0 đến 359. Do encoder được gá cố định và đồng trục với bánh đà của động cơ nên mỗi xung trên encoder là cố định với mỗi góc quay trục khuỷu. Như vậy chỉ cần nhận biết được thứ tự của xung hiện tại thì có thể xác định được vị trí của piston trong xylanh. Để không bị sai lệch do nhiễu, mỗi lần trên chân Z có tín hiệu, tiến hành reset lại số thứ tự của xung tại thời điểm đó. Giá trị này chính là góc lệch của xung Z với điểm chết trên, đây là một giá trị cố định khi lắp encoder vào bánh đà.

Góc đánh lửa được xác định bằng cách so sánh số xung hiện thời với số xung đặt tương ứng với góc đánh lửa yêu cầu thì ngắt tín hiệu xung đánh lửa. Để đảm bảo đủ năng lượng đánh lửa, thời gian ngậm điện của bộ bin phải đủ lớn, thông thường khoảng 3ms. Thời điểm bắt đầu ngậm điện được xác định bằng cách số thứ tự của xung. Ở tốc độ thấp, số thứ tự sẽ nhỏ và ở tốc độ cao, số thứ tự sẽ lớn. Sơ đồ thuật toán điều khiển thời điểm đánh lửa và thời gian ngậm điện được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Sơ đồ thuật toán điều khiển thời điểm đánh lửa sớm

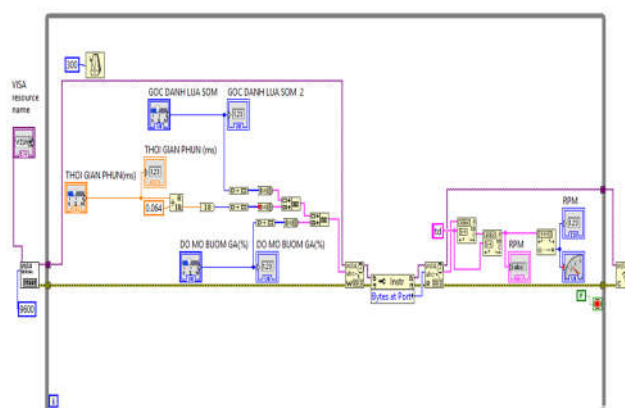
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Chức năng của phần mềm điều khiển

Chương trình điều khiển thời điểm đánh lửa sớm được thiết kế trên công cụ LabView [5, 6] như thể hiện trên hình 7 và sơ đồ khối chức năng được thể hiện trên hình 8.



Hình 7. Giao diện hệ thống điều khiển góc đánh lửa sớm

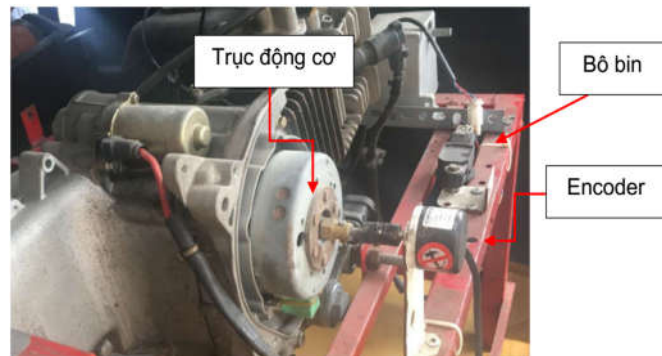


Hình 8. Sơ đồ khối chức năng giao diện điều khiển

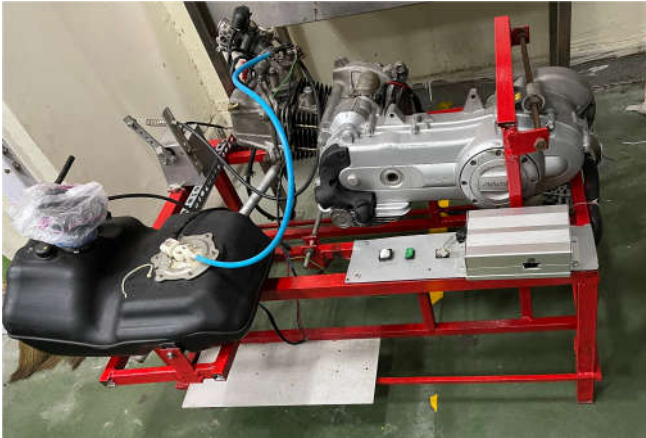
Như thể hiện trên hình 7, phần mềm điều khiển có các chức năng chính như điều khiển góc đánh lửa, thời gian phun nhiên liệu và độ mở bướm ga. Ngoài ra, các thông số cơ bản của động cơ cũng được thu thập và hiển thị trên giao diện chính của chương trình. Trong sơ đồ khối chức năng cho phép người dùng tùy chỉnh các giá trị đặt mặc định và giới hạn vùng điều khiển cho phù hợp với từng loại động cơ.

3.2. Hệ thống đánh lửa trên mô hình động cơ

Hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa được thiết kế, chế tạo và lắp đặt thử nghiệm trên động cơ Zip 100cc như được thể hiện trên hình 9. Hình 10 thể hiện toàn bộ hệ thống điều khiển các cơ cấu chấp hành khác trên mô hình.



Hình 9. Những bộ phận chính của hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa



Hình 10. Tổng thể mô hình động cơ sau khi hoàn thiện

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã thực hiện các nội dung nghiên cứu sau:

- Phương pháp nghiên cứu và thiết kế hệ thống điều khiển thời điểm đánh lửa sớm cho mô hình động cơ xăng một xy lanh.
- Hệ thống điều khiển đã được chế tạo thành công và thử nghiệm vận hành ổn định trên mô hình động cơ Zip 100cc.
- Giao diện kết nối giữa mô hình và máy tính được xây dựng trên phần mềm LabView giúp cho việc sử dụng mô hình trở lên đơn giản và chuyên nghiệp hơn.
- Hệ thống đã bước đầu đáp ứng được các nhu cầu thí nghiệm cũng như giảng dạy trong công tác đào tạo.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội đã hỗ trợ nghiên cứu thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường "Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo bộ điều khiển động cơ xăng 1 xy lanh phục vụ công tác đào tạo" mã số 05-2020-RD/HĐ-ĐHCN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoang Dinh Long, 2016. *Experimental study on using compressed natural gas(CNG) as an alternative fuel in current diesel engines*. Scientific research project at Ministry of Industry and Trade.
- [2]. Nguyễn Tường Vi, 2014. *Study on using LPG as an alternative fuel for current diesel engine*. Doctoral thesis, Hanoi University of Science and Technology.
- [3]. Vu Minh Dien, 2015. *Research to connect the engine to the computer to measure the parameters and control the working processes of the engine*. Scientific research project at Hanoi University of Industry.
- [4]. www.alldatasheet.com/Atmega328

[5]. www.ni.com/labview/

[6]. Carey Williamson. *Introduction to LabView Programming Including Arduino Toolkit* (<http://www.marinetech.org>).

AUTHORS INFORMATION

Bui Van Chinh, Nguyen Van Vinh, Le Van Anh

Hanoi University of Industry