BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

BÁO CÁO TÓM TẮT

ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BỘ HIỆU CHỈNH GÓC ĐÁNH LỬA CHO ĐỘNG CƠ Ô TÔ SỬ DỤNG XĂNG TRUYỀN THỐNG SANG SỬ DỤNG XĂNG SINH HỌC CÓ TỶ LỆ PHỐI TRỘN ETHANOL CAO

Mã số: Đ2015-02- 139

Chủ nhiệm đề tài: ThS. Nguyễn Quang Trung

Đà Nẵng, 9/2016

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

BÁO CÁO TÓM TẮT

ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BỘ HIỆU CHỈNH GÓC ĐÁNH LỬA CHO ĐỘNG CƠ Ô TÔ SỬ DỤNG XĂNG TRUYỀN THỐNG SANG SỬ DỤNG XĂNG SINH HỌC CÓ TỶ LỆ PHỐI TRỘN ETHANOL CAO

Mã số: Đ2015-02- 139

Xác nhận của cơ quan chủ trì đề tài
(ký, họ và tên, đóng dấu)

Chủ nhiệm đề tài
(ký, họ và tên)

Đà Nẵng, 9/2016

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ iii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ iv
THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU v
MỞ ĐẦU 1
1. TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH 1
2. TÍNH CẤP THIẾT 1
3. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU 1
4. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN 2
5. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP 2
CHƯƠNG 1. NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT 3
1.1. TÍNH CHẤT LÝ HÓA CỦA ETHA 3
1.3. VẤN ĐỀ XĂNG SINH HỌC CHO 4
1.4. NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN NGHIÊN 5
CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH 6
2.1. ĐẶC ĐIỂM QUÁ TRÌNH CHÁY 6
2.2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN QUÁ 6

2.2.2. QUY LUẬT ĐỘNG HỌC VÀ 6
2.2.3. NHIỆT ĐỘNG HỌC MÔI CHẤT 7
2.2.4. NHIỆT ĐỘNG PHẢN ỨNG 7
2.3. TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH CHÁY 8
2.4.1. DIỄN BIẾN THÀNH PHẦN MÔI 8
2.4.2. QUY LUẬT DIỄN BIẾN ÁP 9
2.4.3. QUY LUẬT THAY ĐỔI GÓC 12
3.2.3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐÁNH 20
3.2.4.CHẾ TẠO HỘP ĐIỀU KHIỂN 25
KẾT LUẬN 26

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Diễn giải	Đơn vị
A/F	Tỷ lệ không khí/ nhiên liệu	-
CO	Môнôxit cácbon	-
HC	Hyđrô cácbon	-
NOx	Ôxit nitơ	-
CO_2	Cácboníc	-
RON	Research Octane Number	-
MON	Motor Octane Number	-
α	Hệ số dư lượng không khí	-
ϕ	Hệ số tương đương của hỗn hợp	-

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 2.1. Mô hình và kích thước đường nạp và 8
Hình 2.2. Diễn biến thành phần môi chất trong 9
Hình 2.3. So sánh áp suất buồng cháy động cơ Rato R420 sử dụng nhiên liệu E0, E10, E20 và 10
Hình 2.4. So sánh áp suất buồng cháy động cơ Rato R420 sử dụng nhiên liệu E0, E10, E20 và 11
Hình 2.5. So sánh nhiệt phản ứng và nhiệt độ..... 12
Hình 2.6. Diễn biến mô men chỉ thị theo góc 12
Hình 3.1. Sơ đồ khối hệ thống đánh lửa với cơ cấu điều khiển góc đánh lửa sớm bằng điện tử..... 15
Hình 3.2. Sơ đồ chung của hệ thống đánh lửa 17
Hình 3.3. Diễn biến tia lửa điện dung và điện..... 18
Hình 3.4. Sơ đồ hệ thống đánh lửa DC-CDI cơ .. 19
Hình 3.5. Sơ đồ hệ thống đánh lửa DC-CDI sử... 22
Hình 3.10. Kết cấu cảm biến Hall 23
Hình 3.11. Sơ đồ nguyên lý mạch và khối xử lý... 24
Hình 3.15. Hộp điều khiển hoàn thiện 25

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: **Nghiên cứu chế tạo bộ hiệu chỉnh góc đánh lửa cho động cơ ô tô sử dụng xăng truyền thống sang sử dụng xăng sinh học có tỷ lệ phối trộn ethanol cao**
- Mã số: **Đ2015-02-139**
- Chủ nhiệm: Nguyễn Quang Trung
- Thành viên tham gia: 1. Huỳnh Tấn Tiến
  2. Vũ Văn Thanh
  3. Võ Anh Vũ
- Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng
- Thời gian thực hiện: Từ 01 tháng 10 năm 2015 đến 30 tháng 9 năm 2016

2. Mục tiêu:

- Đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn ethanol tới quá trình cháy và tính năng động cơ đánh lửa cưỡng bức;

- Xác định khoảng thay đổi góc đánh lửa theo tỷ lệ phối trộn ethanol trong xăng sinh học;

- Thiết kế chế tạo bộ điều khiển đánh lửa có khả năng thay đổi góc đánh lửa sớm phục vụ cho nghiên cứu thực nghiệm.

3. Tính mới và sáng tạo:

Xác định qui luật thay đổi góc đánh lửa để làm cơ sở chế tạo bộ hiệu chỉnh góc đánh lửa cho hệ thống đánh lửa của động cơ theo tỷ lệ phối trộn của ethanol trong xăng sinh học, nhằm góp phần cải thiện công suất, ô nhiễm môi trường và tiêu hao nhiên liệu cho động cơ sử dụng xăng sinh học ở tỷ lệ phối trộn ethanol cao.

4. Tóm tắt kết quả nghiên cứu:

Từ nghiên cứu tính toán, thực nghiệm quá trình cháy của xăng sinh học trên động cơ Rato R420 đề tài xác định qui luật thay đổi góc đánh lửa giảm khoảng 3÷4 độ theo góc quay trục khuỷu khi tỷ lệ phối trộn ethanol tăng thêm 10%. Trên cơ sở đó đã phân tích lựa chọn hệ thống đánh lửa DC-CDI cho động cơ Rato R420; đồng thời đã thiết kế, chế tạo bộ điều khiển đánh lửa có góc đánh lửa sớm cơ bản 30 độ và có khả năng giảm góc đánh lửa với bước thay đổi 3,3 độ phù hợp với động cơ trong thực nghiệm.

5. Tên sản phẩm:

Stt	Tên sản phẩm	Số lượng	Kết quả đạt được

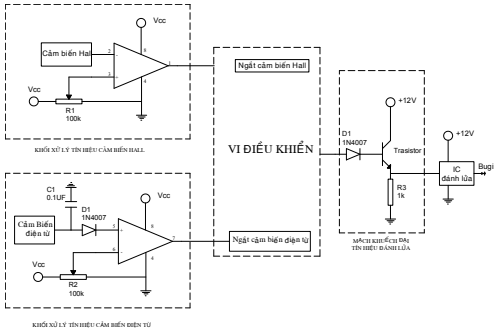
1	Báo khoa học đăng Tuyển tập các công trình nghiên cứu KH, Hội cơ học thủy khí toàn quốc, 2016	01	- Xây dựng mô hình buồng cháy 3D, xác lập thống số làm việc của động cơ. - Xác lập điều kiện biên quá trình nạp, cấu trúc và thông số vòi phun nhiên liệu và tính toán hỗn hợp động cơ sử dụng xăng sinh học. - Xây dựng cơ sở nhiệt động học của xăng sinh học và tính toán quá trình cháy động cơ đánh lửa cưỡng bức sử dụng xăng sinh học.
2	Bộ điều khiển góc đánh lửa cho động cơ Rato R420	01	- Có khả năng thay đổi góc đánh lửa động cơ theo tốc độ và yêu cầu khi thực nghiệm.

6. Hiệu quả, phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu và khả năng áp dụng:

- Cơ sở lý thuyết, dữ liệu kỹ thuật ban đầu và sản phẩm mẫu góp phần thay đổi góc đánh lửa theo yêu cầu thực nghiệm và theo tỷ lệ ethanol phối trộn trong xăng sinh học.
- Góp phần thực hiện chiến lược phát triển nhiên liệu sinh học theo "Đề án phát triển nhiên liệu sinh học đến năm 2015, tầm nhìn đến năm 2025" của Chính phủ.
- Bộ hiệu chỉnh góc đánh lửa sau khi chế tạo được sử dụng ở Trung tâm Ứng dụng năng lượng thay thế, phòng thí nghiệm Động cơ đốt trong - Trường đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng góp phần tăng năng

lực nghiên cứu thực nghiệm trong lĩnh vực nhiên liệu sinh học.

7. Hình ảnh, sơ đồ minh họa chính



Ngày 15 tháng 9 năm 2016

Cơ quan Chủ trì — *(ký, họ và tên, đóng dấu)*

Chủ nhiệm đề tài — *(ký, họ và tên)*

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

Project title: **Research and manufacturing the ignition angle controller to change gasoline engine to use the gasohol with high ratio of ethanol mixing**.

Code number: **D2015-02-139**

Project Leader: Nguyen Quang Trung

Coordinator: 1. Huynh Tan Tien
2. Vu Van Thanh
3. Vo Anh Vu

Implementing institution: The University of Science and Technology

Duration: From October 1st, 2015 to September 30th, 2016

2. Objective(s):

- Assessing the effect of ethanol mixing ratio for combustion and feature of ignition engine.
- Determine about value of ignition angle in proportion of ethanol in gasohol.
- Design and manufacturing the ignition controller to serve the empirical research.

3. Creativeness and innovativeness:

Determine the rules change of ignition angle as a basic to make the ignition angle controller for engine ignition system, which is according to the mixing rate of ethanol in biofuel. To contribute to improve the capacity, the environment and fuel efficiency for biofuel engine at high mixing rate of ethanol.

4. Research results:

From the computation research, the experimental combustion of biofuel on Rato R420 Engine, it determines the rules change of ignition angle is decreased about 3÷4 degrees follow the crankshaft angle at the ethanol mixing ratio is increased 10%. Base on that, we analyze to select the DC-CDI ignition system for Rato R420 engine. However, we are design and manufacturing the ignition controller with basic ignition angle is 30 degrees before top dead centre. Addition, it can reduce the ignition angle with 3.3 degrees for every step in line with the experimental engine.

5. Products:

Number	Name	Quantify	Result
1	Research report	01	- Build the model of 3D combustion chamber, Establishing the working parameter of

			engine - Establishing the boundary condition of intake processing, the structure and parameter of injector, and calculation for the mixes of biofuel. - Construct the facility of thermodynamic of biofuel and calculate the combustion of ignition engine, when it uses the biofuel.
2	Ignition controller of Rato R420 engine	01	- Change the ignition angle follow the speed and experimental requirement.

6. Effects, transfer alternatives of reserach results and applicability:

- Theory basic, engineering data and model product to contribute to change the ignition angle follow the experimental requirement and mixing ratio of ethanol in biofuel.

- Contribute to do the strategic to develop the biofuel under the "The project to develop the biofuel by 2015, vision 2025" of Vietnam Government.

- The ignition controller after fabrication is used at Center of applied alternative energy, Combustion engine laboratory, The University of Science and Technology, Danang University. Contribute to improve the ability of experimental research in biofuel field.

MỞ ĐẦU

1. TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG XĂNG SINH HỌC

Ôxy chiếm khoảng 30% khối lượng là lý do khiến cho ethanol có nhiệt trí thấp hơn xăng khoảng 1,5 lần. Tuy nhiên sự có mặt của ôxy sẽ giảm lượng không khí trong hỗn hợp do đó tăng lượng nhiên liệu cung cấp và kết quả nhiệt trị hỗn hợp của ethanol-không khí tương đương so với xăng-không khí, kết hợp với nhiệt hóa hơi của ethanol lớn làm giảm nhiệt độ khí nạp, tăng hệ số nạp dẫn tới sự tăng mômen khi sử dụng xăng sinh học.

2. TÍNH CẤP THIẾT

Nhiên liệu sử dụng ở nước ta chủ yếu là nhập khẩu nên để đảm bảo an ninh năng lượng Đảng, Nhà nước và Chính phủ rất quan tâm đến chiến lược phát triển nhiên liệu sinh học trong đó chú trọng vào sản xuất biodiesel, ethanol và nghiên cứu ứng dụng các sản phẩm xăng sinh học và diesel sinh học cho phương tiện cơ giới phục vụ sản xuất và giao thông vận tải.

3. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Xác định qui luật thay đổi góc đánh lửa theo tỷ lệ phối trộn ethanol; trên cơ sở đó đề xuất cơ chế hiệu chỉnh góc đánh lửa cho hệ thống đánh lửa của động cơ và

thiết kế, chế tạo bộ hiệu chỉnh góc đánh lửa có phạm vi làm việc phù hợp với động cơ ô tô và có khả năng điều chỉnh theo tỷ lệ phối trộn của ethanol trong xăng sinh học.

4. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu: Động cơ đánh lửa cưỡng bức

Phạm vi nghiên cứu:

- Chu trình nhiệt động của động cơ
- Hệ thống nhiên liệu
- Hệ thống đánh lửa

5. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cách tiếp cận: Tính toán mô phỏng, thiết kế cải tiến công nghệ sẵn có, chế tạo mới và tiến hành kiểm nghiệm thiết bị sau khi chế tạo.

Phương pháp nghiên cứu:

- Nghiên cứu lý thuyết lựa chọn mô hình tính toán;

- Nghiên cứu thiết kế với sự trợ giúp của các phần mềm CAD/CAE/CFD và Matlab Simulink;

- Nghiên cứu thực nghiệm xác định giá trị tối ưu và phạm vị điều chỉnh của hệ thống.

Chương 1. NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT

1.1. TÍNH CHẤT LÝ HÓA CỦA ETHANOL VÀ XĂNG SINH HỌC

Ethanol là chất lỏng không màu, mùi thơm dễ chịu, vị cay, nhẹ hơn nước (khối lượng riêng 0,7936 g/ml ở 15^{o}C), sôi ở 78,39^{o}C, hóa rắn ở -114,15^{o}C, tan vô hạn trong nước. Sở dĩ ethanol tan tốt trong nước và có nhiệt độ sôi cao hơn nhiều so với este hay aldehit có cùng số cacbon là do sự tạo thành liên kết hydro giữa các phân tử với nhau và với nước.

Ở Việt Nam, ethanol nhiên liệu biến tính dùng để pha xăng không chì được quy định trong quy chuẩn Việt Nam.

So với xăng, trị số Octan của ethanol rất cao (RON=106 ÷120) nên xăng pha ethanol có trị số Octan cao hơn so với xăng gốc, giúp hạn chế hiện tượng cháy kích nổ trong động cơ. Tuy nhiên nhiệt trị của ethanol chỉ bằng khoảng 0,6 lần so với nhiệt trị của xăng nên để có thể sinh ra một lượng nhiệt năng như nhau thì phải cần một lượng ethanol gấp khoảng 1,67 lần so với xăng.

1.2. ẢNH HƯỞNG XĂNG SINH HỌC ĐẾN TÍNH NĂNG ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA CƯỠNG BỨC

Về cơ bản ethanol phù hợp để sử dụng làm nhiên liệu cho động cơ đánh lửa cưỡng bức, đặc biệt có nhiều tính năng tương tự xăng vì vậy ứng dụng ethanol phối trộn với xăng truyền thống làm xăng sinh học cho động cơ là hướng nghiên cứu phổ biến.

1.3. VẤN ĐỀ XĂNG SINH HỌC CHO ĐỘNG CƠ CÓ TỶ LỆ PHỐI TRỘN ETHANOL LỚN

Để tăng khả năng thay thế nhiên liệu truyền thống có thể sử dụng ethanol với tỷ lệ trên E20, thậm chí tiến tới E100 trên động cơ xăng thông thường và các nghiên cứu điều chỉnh động cơ trong trường hợp này cũng rõ nét nhất. Một số vấn đề đặt ra khi sử dụng xăng trên E20 được trình bày dưới đây.

Ethanol có trị số Octan cao, tăng khả năng chống kích nổ, do đó có thể cải tiến tăng tỷ số nén để tăng hiệu suất động cơ, giảm tiêu hao nhiên liệu, qua đó giảm phát thải CO_2.

Lượng ôxy có trong ethanol chiếm khoảng 33% khối lượng nên nhiệt trị của ethanol thấp hơn so với xăng. Để đảm bảo duy trì năng lượng cung cấp cho động cơ cần phải tăng lượng nhiên liệu cho một chu trình. Tuy nhiên bên cạnh đó, hàm lượng ôxy lớn của ethanol cũng có ảnh hưởng tích cực như giúp cải thiện

quá trình cháy, nâng cao hiệu suất động cơ, đặc biệt là giảm phát thải độc hại HC và CO của động cơ.

1.4. NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN NGHIÊN CỨU ĐỐI VỚI XĂNG SINH HỌC CÓ TỶ LỆ PHỐI TRỘN ETHANOL CAO

- Kết cấu và thời điểm phối khí hệ thống phân phối khí, kết cấu đường nạp của động cơ nhằm cải thiện hệ số nạp, tăng khả năng bay hơi do tăng thể tích nhiên liệu cung cấp khi sử dụng xăng sinh học có tỷ lệ phối trộn ethanol lớn.
- Thời điểm đánh lửa của hệ thống đánh lửa khi tính chống kích nổ của nhiên liệu tốt hơn và hệ số dư lượng không khí giảm xuống.
- Vật liệu chế tạo hệ thống nhiên liệu nhằm giảm ăn mòn, lão hóa, trương nở do tác động của ethanol.

Kết luận chương 1:

- Nếu điều chỉnh góc đánh lửa của động cơ đạt góc đánh lửa tối ưu thì sẽ cải thiện được mô men và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ khi sử dụng xăng sinh học so với động cơ sử dụng xăng truyền thống.

Chương 2. NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH CHÁY XĂNG SINH HỌC

2.1. ĐẶC ĐIỂM QUÁ TRÌNH CHÁY ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA CƯỠNG BỨC

2.2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH CHÁY ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA CƯỠNG BỨC

2.2.1. Hệ nhiệt động động cơ đốt trong

Từ định luật nhiệt động học I và phương trình trạng thái xác định được:

$$\frac{dU}{dt} = -p\frac{dV}{dt} + \sum\frac{dQ_i}{dt} + \sum h_i\frac{dm_i}{dt} \qquad (2.1)$$

$$pV = mRT \qquad (2.2)$$

$$\dot{p} = \frac{\rho}{\partial\rho/\partial p}\left(-\frac{\dot{V}}{V} - \frac{1}{\rho}\frac{\partial\rho}{\partial T}\dot{T} - \frac{1}{\rho}\frac{\partial\rho}{\partial\varnothing}\varnothing + \frac{\dot{m}}{m}\right) \qquad (2.3)$$

$$\dot{T} = \left[B - \frac{p}{D}\frac{\partial u}{\partial p}\left(\frac{\dot{m}}{m} - \frac{\dot{V}}{V} + \frac{\partial R}{\partial\varnothing}\frac{\varnothing}{R}\right) - \frac{\partial u}{\partial\varnothing}\varnothing\right] \Big/ \left(\frac{\partial u}{\partial T} + \frac{C}{D}\frac{p}{T}\frac{\partial u}{\partial p}\right) \qquad (2.4)$$

2.2.2. Quy luật động học và động lực học động cơ

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4}s \qquad (2.5)$$

$$V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1} \qquad (2.6)$$

$$V_x = \frac{\pi D^2}{4}x \qquad (2.7)$$

2.2.3. Nhiệt động học môi chất công tác

a) Nhiệt dung riêng:

$$\frac{C_P^o}{R_u} = a_1 + a_2 T + a_3 T^2 + a_4 T^3 + a_5 T^4 \qquad (2.10)$$

b) Entropy:

$$\frac{S_T^o}{R_u} = a_1 \ln T + a_2 T + \frac{a_3 T^2}{2} + \frac{a_4 T^3}{3} + \frac{a_5 T^4}{4} + a_7 \qquad (2.11)$$

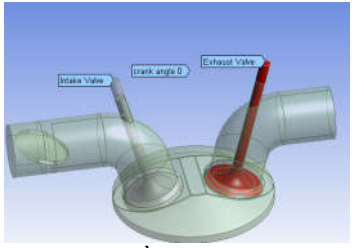
c) Tỷ nhiệt của hỗn hợp:

$$\gamma = \frac{C_{P,\text{mix}}}{C_{\text{V,mix}}} = \frac{C_{P,\text{mix}}}{C_{P,\text{mix}} - R_{\text{mix}}} \qquad (2.12)$$

2.2.4. Nhiệt động phản ứng

$$C_{\alpha=x+y} H_\beta O_\gamma + \frac{1}{\Phi}\left(\alpha + \frac{\beta}{4} - \frac{\gamma}{2}\right)(O_2 + 3.76 N_2) \qquad (2.12)$$
$$\longrightarrow n_1 CO_2 + n_2 H_2O + n_3 N_2 + n_4 O_2 + n_5 CO$$

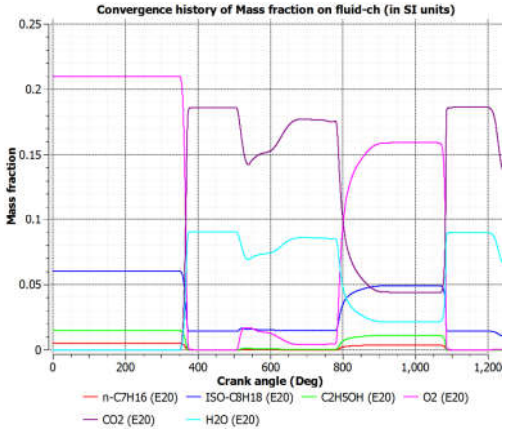
2.3. TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH CHÁY ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA CƯỠNG BỨC SỬ DỤNG XĂNG SINH HỌC BẰNG PHẦN MỀM ANSYS-FLUENT



Hình 2.1. *Mô hình buồng cháy động cơ Rato R420*

2.4.1. Diễn biến thành phần môi chất trong buồng cháy động cơ

Trên hình 2.2 thể hiện diễn biến thành phần môi chất trong hai chu trình ứng với nhiên liệu E20, sự thay đổi lớn nhất của thành phần môi chất diễn ra trong quá trình cháy từ khi bugi đánh lửa đến sau điểm chết trên khoảng 10^o theo góc quay trục khuỷu.

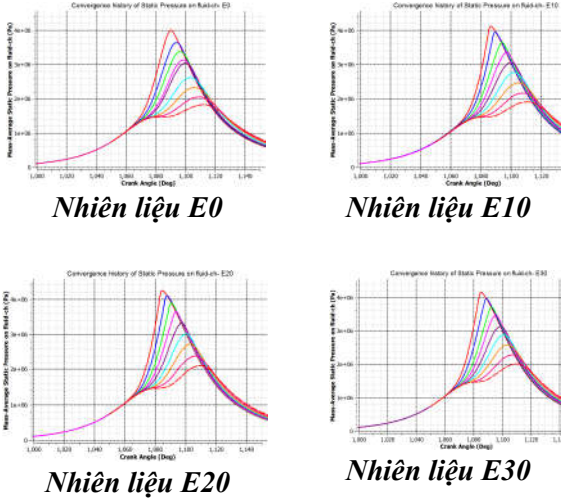


Hình 2.2. *Diễn biến thành phần môi chất trong buồng cháy động cơ ứng với E20*

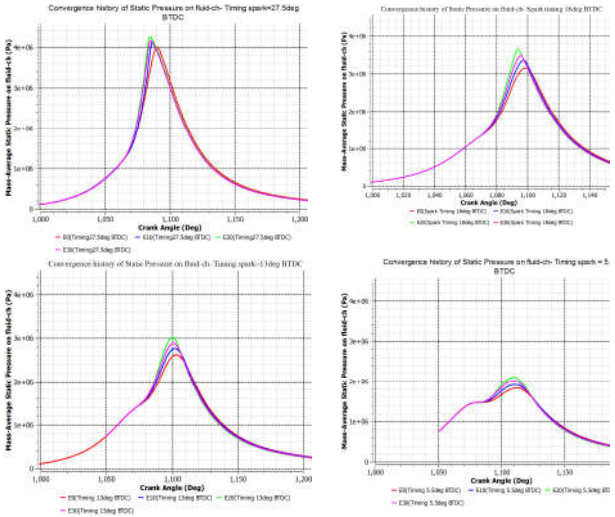
2.4.2. Quy luật diễn biến áp suất và nhiệt độ môi chất trong buồng cháy động cơ

Trên hình 2.3 thể hiện diễn biến áp suất buồng cháy động cơ Rato R420 khi sử dụng nhiên liệu E0, E10, E20 và E30 ở các góc đánh lửa sớm thay đổi trong khoảng 5.5 ÷ 27.5deg theo góc quay trục khuỷu. Tăng góc đánh lửa sớm sẽ làm tăng đáng kể tốc độ tăng áp suất (Δp) và giá trị áp suất cực đại (p_{max}) trong quá trình cháy, cụ thể p_{E0max}=18÷40bar, p_{E10max}=19÷41bar, p_{E20max}=21÷42.5bar, p_{E30max}=20÷41.5bar. Kết quả trên

cho thấy phối trộn ethanol vào trong xăng cũng làm thay đổi tốc độ tăng áp suất và áp suất cực đại, cụ thể tốc độ tăng Δp và p_{max} càng lớn khi tăng từ E0 đến E20 và giảm khi tăng từ E20 đến E30 (xem hình 2.4).



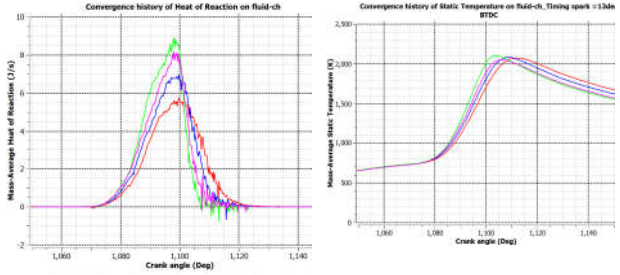
Hình 2.3. *So sánh áp suất buồng cháy động cơ Rato R420 sử dụng nhiên liệu E0, E10, E20 và E30 theo góc đánh lửa sớm*



Hình 2.4. *So sánh áp suất buồng cháy động cơ Rato R420 sử dụng nhiên liệu E0, E10, E20 và E30 theo góc đánh lửa sớm*

Yếu tố làm tăng áp suất chính là nhiệt phản ứng sinh ra và điều này thể hiện rõ trên hình 2.5. Diễn biến nhiệt phản ứng và nhiệt độ buồng cháy cho thấy sự có mặt của ethanol trong nhiên liệu làm tăng tốc độ phản ứng, vì thế nhiệt do phản ứng cháy sinh ra tăng nhanh hơn làm tăng nhiệt độ cháy trong giai đoạn cháy và khi nhiệt phản ứng dần về không thì cũng chính là lúc

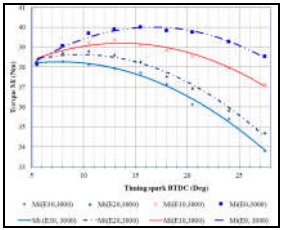
nhiệt độ đạt cực đại. Quy luật này làm rõ cho quy luật diễn biến áp suất như đã trình bày ở trên và đồng thời ở tỷ lệ phối trộn E30 thì ưu thế trên không còn nữa.



Hình 2.5. *So sánh nhiệt phản ứng và nhiệt độ môi chất buồng cháy*

2.4.3. Quy luật thay đổi góc đánh lửa sớm theo tỷ lệ phối trộn ethanol

Trên hình 2.6 thể hiện diễn biến mô men chỉ thị (Torque Mi) của động cơ Rato R420 theo góc đánh sớm (Timing spark BTDC) ứng với các nhiên liệu E0, E10, E20 và E30 ở tốc độ



Hình 2.6. *Diễn biến mô men chỉ thị theo góc đánh lửa sớm*

động cơ 3000 vòng/phút. Kết quả cho thấy góc đánh lửa sớm tối ưu của các nhiên liệu khác nhau có sự khác nhau rõ rệt, giảm dần khi tăng tỷ lệ phối trộn ethanol trong xăng, cụ thể góc đánh lửa sớm tối ưu đối với E0 từ 15÷17deg, E10 từ12÷14deg, E20 từ 8÷10deg và E30 từ 5÷7deg. Như vậy cần giảm góc đánh lửa sớm khi tăng tỷ lệ phối trộn ethanol trong xăng, cụ thể góc đánh lửa sớm nên giảm khoảng 3÷4deg theo góc quay trục khuỷu khi tăng tỷ lệ phối trộn ethanol lên 10% trong điều kiện tải lớn tốc độ cao.

Kết luận chương 2:

Phương pháp mô phỏng xác định được diễn biến áp suất, nhiệt độ của môi chất công tác trong chu trình theo các điều kiện khác nhau.

Với các nhiên liệu E0, E10, E20 và E30 cho mô men chỉ thị khác nhau và lần lượt giảm dần khi giữ góc đánh lửa sớm không đổi ở khoảng 17deg trước điểm chết trên. Mô men chỉ thị của động cơ khi sử dụng xăng sinh học được cải thiện nếu giảm góc đánh lửa sớm theo quy luật khoảng 3÷4deg theo góc quay trục khuỷu khi tăng tỷ lệ phối trộn ethanol thêm 10%.

Chương 3. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MẠCH ĐIỀU KHIỂN THỜI ĐIỂM ĐÁNH LỬA CHO HỆ THỐNG ĐÁNH LỬA DC-CDI

3.1. CÁC PHƯƠNG ÁN ĐIỀU KHIỂN THAY ĐỔI GÓC ĐÁNH LỬA SỚM

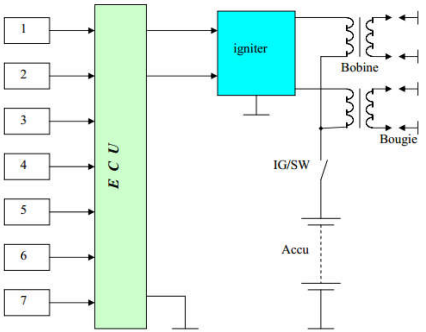
3.1.1. Cơ cấu điều khiển góc đánh lửa sớm bằng cơ khí

a. Bộ điều chỉnh góc đánh lửa sớm ly tâm

b. Bộ điều chỉnh góc đánh lửa sớm chân không

3.1.2. Điều khiển góc đánh lửa sớm theo chương trình (ESA-electronic spark advance)

Trên các động cơ hiện đại, kỹ thuật số đã được áp dụng vào trong hệ thống đánh lửa từ nhiều năm nay. Việc điều khiển góc đánh lửa sớm và góc ngậm điện sẽ được máy tính đảm nhận. Các thông số như tốc độ động cơ, tải, nhiệt độ được các cảm biến mã hóa tín hiệu đưa vào ECU xử lý và tính toán để đưa ra góc đánh lửa sớm tối ưu theo từng chế độ hoạt động của động cơ. Các bộ phận như bộ đánh lửa sớm kiểu cơ khí (ly tâm, chân không) đã được loại bỏ hoàn toàn.



Hình 3.1. *Sơ đồ khối hệ thống đánh lửa với cơ cấu điều khiển góc đánh lửa sớm bằng điện tử.*

4.1.3. So sánh các phương án điều khiển góc đánh lửa sớm

So với các hệ thống điều khiển đánh lửa cơ khí hệ thống đánh lửa điều khiển góc đánh lửa sớm bằng điện tử có ưu điểm hơn với góc đánh lửa được điều chỉnh tối ưu cho từng chế độ hoạt động của động cơ. Động cơ khởi động dễ dàng, cầm chừng êm dịu, tiết kiệm nhiên liệu và giảm khí thải độc hại. Công suất và đặc tính động học của động cơ cải thiện rõ rệt. Có khả năng điều khiển chống kích nổ cho động cơ. Ít hư hỏng, tuổi thọ cao và không cần bảo dưỡng.

Việc điều chỉnh góc đánh lửa sớm bằng phương pháp cơ khí với cơ cấu ly tâm và chân không đường đặc

tính đánh lửa sớm tối ưu rất đơn giản và không chính xác. Trong khi đó, đường đặc tính đánh lửa lý tưởng được xác định bằng thực nghiệm rất phức tạp và phụ thuộc vào nhiều thông số. Đối với hệ thống đánh lửa điều khiển góc đánh lửa sớm bằng điện tử, góc đánh lửa sớm được hiệu chỉnh gần sát với đặc tính lý tưởng. Kết hợp hai đặc tính đánh lửa sớm theo tốc độ và theo tải có bản đồ góc đánh lửa sớm lý tưởng với khoảng 1000 đến 4000 điểm đánh lửa sớm được lựa chọn đưa vào bộ nhớ.

3.2. THIẾT KẾ-CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐÁNH LỬA TRÊN ĐỘNG CƠ RATO R420

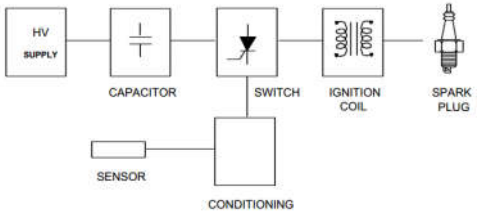
3.2.1. Yêu cầu của hệ thống đánh lửa cho động cơ Rato R420

3.2.2. Phương án thiết kế hệ thống đánh lửa cho động cơ Rato R420

Hiện nay hệ thống đánh lửa được trang bị các động cơ cỡ nhỏ như động cơ xe gắn máy một loại phương tiện phổ biến ở thị trường Việt Nam hầu hết là hệ thống đánh lửa CDI hệ thống đánh lửa điện dung. Dó đó để thuận tiện cho việc thiết kế, sửa chữa thay thế trong quá trình sử dụng, hạ thấp chi phí thiết kế tác giả chọn hệ thống đánh lửa CDI để thiết kế cho động cơ Rato R420.

a. Hệ thống đánh lửa CDI:

Một hệ thống đánh lửa CDI đặc trưng bao gồm nguồn cung cấp điện áp cao có thể là máy phát điện xoay chiều AC hoặc mạch khuếch đại điện áp từ ắc quy, tụ C có gía trị từ 0,47÷2μF để tích lũy năng lượng nhận từ nguồn cao áp, khóa Thysitor đóng ngắt mạch có nhiệm vụ xả năng lượng tích lũy từ tụ vào cuộn sơ cấp của biến áp, biến áp đánh lửa là loại biến áp xung biến điện áp sơ cấp có giá trị vài trăm Volt thành điện áp thứ cấp có giá trị 15÷30 kV nhờ đó phóng điện qua khe hở bugi tạo tia lửa điện, cảm biến dùng để nhận biết vị trí pittong và bộ điều khiển thời điểm đánh lửa.

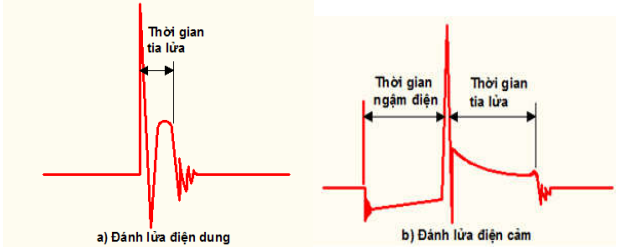


Hình 3.2. *Sơ đồ chung của hệ thống đánh lửa CDI*

Điện áp cao từ nguồn cung cấp được chỉnh lưu và nạp vào tụ C. Khi cảm biến nhận được tín hiệu vị trí pittong, một xung tín hiệu được phát đến bộ điều khiển đánh lửa. Bộ điều khiển đánh lửa làm trễ xung

tín hiệu này một góc so với vị trí nhận tín hiệu (phụ thuộc vào tốc độ và mức tải của động cơ) và xuất xung mở khóa Thysistor. Lúc này điện áp được nạp sẵn trong tụ C xả nhanh qua cuộn sơ cấp của biến áp đánh lửa và được nhân lên vài trăm lần trong cuộn thứ cấp. Điện áp cao này phóng qua các điện cực bugi tạo nên tia lửa điện đốt cháy hỗn hợp hòa khí.

Hệ thống đánh lửa điện dung CDI có thời gian nạp ngắn, điện áp tăng nhanh (khoảng 3÷10 kV/μs) so với hệ thống đánh lửa điện cảm (300÷500 V/μs), thời gian tia lửa ngắn giới hạn từ 50÷80μs và năng lượng tia lửa lớn hơn hệ thống đánh lửa điện cảm. Phù hợp cho những động cơ hoạt động ở tốc độ cao.



Hình 3.3. *Diễn biến tia lửa điện dung và điện cảm*

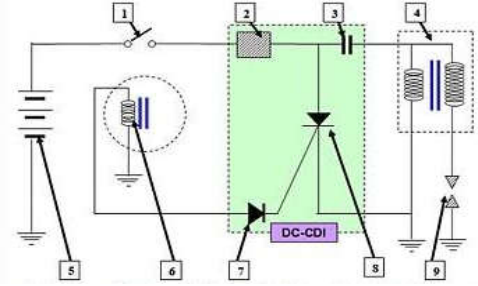
Có 2 dạng đánh lửa CDI phổ biến hiện nay là AC-CDI (hệ thống đánh lửa dùng nguồn điện xoay chiều) và

DC-CDI (hệ thống đánh lửa dùng nguồn điện một chiều).

b. Hệ thống đánh lửa xoay chiều AC-CDI:

c. Hệ thống đánh lửa một chiều CD-CDI:

Hệ thống đánh lửa này không có nguồn điện xoay chiều phát ra từ cuộn ở vô lăng, mà nguồn cung cấp cho CDI đánh lửa là từ ắc qui(hoặc dòng điện xoay chiều đã được nắn thành một chiều ở bộ sạc ắc quy). Dòng điện cấp cho CDI vì vậy rất ổn định, sau khi vào CDI qua bộ khuếch đại điện áp sẽ được tích vào tụ điện. Các tiến trình còn lại trong quá trình đánh lửa hoàn toàn giống hệ thống đánh lửa AC-CDI.



Hình 3.4. *Sơ đồ hệ thống đánh lửa DC-CDI cơ bản*

d. So sánh hệ thống đánh lửa một chiều và xoay chiều

Do nguồn điện cung cấp trong hệ thống đánh lửa DC-CDI rất ổn định (từ ắc quy), không phụ thuộc vào tốc độ động cơ như trong hệ thống đánh lửa AC-CDI. Như vậy, khả năng khởi động động cơ sẽ nhạy hơn, hiệu quả đánh lửa sẽ ổn định hơn, đồng thời giúp tăng tuổi thọ các linh kiện điện tử trong CDI. Nhờ có ưu điểm hơn, nên hệ thống đánh lửa DC-CDI đang dần được thay thế cho hệ thống đánh lửa AC-CDI trên các loại xe gắn máy do các hãng sản suất trên thị trường hiện nay.

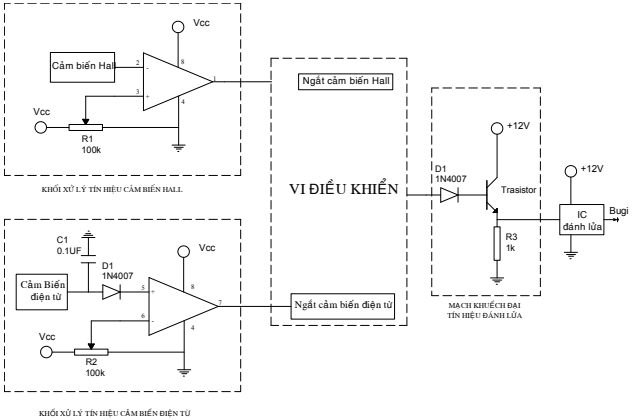
Vì vậy hệ thống đánh lửa DC-CDI là phương án phù hợp để thiết kế cho động cơ Rato R420. Ngoài những ưu điểm của hệ thống đánh lửa DC-CDI được nêu ở trên, nhờ không sử dụng đến máy phát AC nên chọn phương án thiết kế hệ thống này sẽ hạn chế tác động đến việc thay đổi kết cấu động cơ nguyên thủy.

3.2.3. Thiết kế hệ thống đánh lửa DC-CDI sử dụng vi điều khiển

Hiện nay trên thị trường Việt Nam có rất nhiều dòng vi điều khiển được sản suất bởi các hãng nêu trên như 8051, Motorola 68HC, AVR, ARM… để sử dụng được các loại vi điều khiển nói trên ta cần có mạch kết nối giữa vi điều khiển và các thiết bị ngoại vi, phần mềm lập trình, mạch nạp chương trình vào chíp..., với

những khó khăn đó thì mạch Arduino đáp ứng đươc các yêu cầu trên nên ta sử dụng bo mạch Arduino để lập trình điều khiển cho hệ thống đánh lửa trên động cơ Rato R420.

Để nhận các tín hiệu từ cảm biến và đưa vào vi điều khiển Arduino Due thì các tín hiệu phải là tín hiệu điện một chiều và điện áp đưa vào không quá 3,3 V. Nếu điện áp lớn hơn 3,3V thì sẽ làm hỏng các chân của board mạch và đồng thời có thể hỏng cả board mạch. Tín hiệu từ cảm biến điện từ là điện xoay chiều và điện áp rất thấp, không ổn định còn đối với cảm biến Hall thì tín hiệu điện một chiều nhưng giá trị điện áp đầu ra là 5V khi không kích từ và 0V khi được kích từ, do đó ta cần thiết kế một mạch chuyển đổi có thể đưa tín hiệu vào vi điều khiển trước khi xử lý.



Hình 3.5. *Sơ đồ hệ thống đánh lửa DC-CDI sử dụng vi điều khiển*

IC LM 358 sử dụng Vcc =4,4 V, như vậy điện áp lớn nhất tại các chân ra sẽ là: Vout = 2/3Vcc = 4,4x2/3 = 2,9 V < 3,3 V, như vậy sẽ đảm bảo điện áp khi đưa vào vi điều khiển. Khi đó tín hiệu từ các cảm biến đưa vào mạch xử lý, tín hiệu sau khi xử lý sẽ được đưa vào các chân ngắt của vi điều khiển để xử lý.

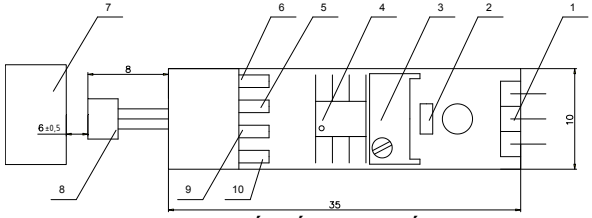
a. Vi điều khiển Arduino

Arduino thật ra là một board mạch vi xử lý được dùng để lập trình tương tác với các thiết bị phần cứng như cảm biến, động cơ, đèn hoặc các thiết bị khác. Đặc điểm nổi bật của Arduino là môi trường phát triển ứng

dụng cực kỳ dễ sử dụng, với một ngôn ngữ lập trình có thể học một cách nhanh chóng ngay cả với người ít am hiểu về điện tử và lập trình. Và điều làm nên hiện tượng Arduino chính là mức giá rất thấp và tính chất nguồn mở từ phần cứng tới phần mềm.

b. Cảm biến Hall (cảm biến xác định diểm chết trên)

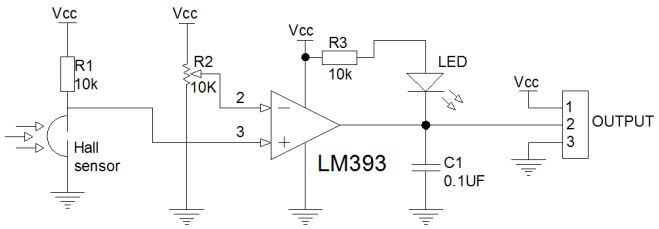
Cảm biến Hall được ứng dụng để phát hiện từ trường của môi trường xung quanh. Nó được ứng dụng trong bộ đo tốc độ, dùng làm mạch đếm hoặc dùng để phát hiện vị trí của vật,...



Hình 3.6. *Kết cấu cảm biến Hall*

Khi chưa có tín hiệu (không phát hiện ra nam châm) thì mạch cảm biến Hall xuất ra ở mức 5V trên chân OUTPUT, còn khi có tín hiệu (phát hiện có nam châm) thì chân OUTPUT sẽ xuất ra ở mức 0V, đồng thời con LED trên mạch sẽ phát sáng giúp ta dễ nhận biết, trên mạch có 1 biến trở 10K dùng để chỉnh độ nhạy của cảm biến Hall. Khối xử lý tín hiệu cảm biến

Hall sẽ biến đổi điện áp 0V thành 3,3V phụ thuộc vào điện áp cung cấp Vcc và điện trở R1.



Hình 3.7. *Sơ đồ nguyên lý mạch cảm biến Hall*

Khi nam châm trên bánh đà quét qua cảm biến Hall, tín hiệu được vi điều khiển ghi nhận và lúc này sẽ biết được đang trước điểm chết trên bao nhiêu độ tùy thuộc vào vị trí lắp cảm biến (vị trí cảm biến xa nhất trên động cơ Rato R420 được điều chỉnh cách điểm chết trên 30 độ).

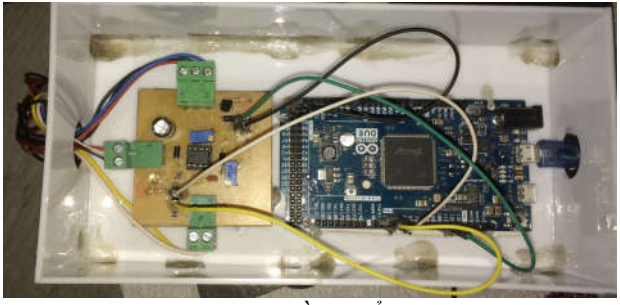
c. Cảm biến điện từ (cảm biến góc quay trục khuỷu)

Cấu tạo của cảm biến điện từ gồm một cuộn dây có lõi sắt từ chịu tác động của một nam châm vĩnh cửu đặt đối diện với một đĩa quay làm bằng vật liệu sắt từ trên đó có khía răng. Khi đĩa quay, từ trở của mạch từ biến thiên một cách tuần hoàn làm cho từ thông qua cuộn dây biên thiên, trong cuộn dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng có tần số tỉ lệ với tốc độ quay.

d. Mạch khuyếch đại tín hiệu đánh lửa

Vì điện áp ra của các chân vi điều khiển chỉ có 3,3V, để kích được IC đánh lửa cho tia lửa điện thì điện áp kích phải trên 12V, do đó ta cần thiết kế mạch chuyển đổi 3,3V từ chân vi điều khiển ra thành 12V.

3.2.4. Chế tạo hộp điều khiển



Hình 3.8. *Hộp điều khiển hoàn thiện*

Kết luận chương 3:

- Board mạch Arduino DUE có tốc độ xử lí cao, khả năng chống nhiễu tốt, lập trình dễ dàng, phần mềm được hỗ trợ từ nhà sản xuất nên phù hợp với việc điều khiển hệ thống đánh lửa.
- Hệ thống sau khi chế tạo đáp ứng được yêu cầu về độ ổn định trong đánh lửa và điều khiển góc đánh lửa theo tham số trong vận hành thí nghiệm.

KẾT LUẬN

- Nhiên liệu E10, E20 góp phần cải thiện hệ số nạp do làm giảm nhiệt độ khí nạp, mô men động cơ được cải thiện nếu giảm góc đánh lửa lần lượt 2, 4 độ theo góc quay trục khuỷu so với nhiên liệu E0.
- Nhiên liệu E30 làm giảm hệ số nạp do làm tăng nhiệt độ khí nạp, đồng thời làm giảm đáng kể nhiệt trị của hỗn hợp, mô men động cơ chỉ được cải thiện nếu góc đánh lửa sơm giảm khoảng 6 độ theo góc quay trục khuỷu so với nhiên liệu E0.
- Hệ thống đánh lửa DC-CDI sử dụng tốt cho động cơ thí nghiệm công suất nhỏ có từ 1 đến 2 xilanh, giúp dễ dàng điều chỉnh góc đánh lửa sớm bằng mạch điều khiển điện tử.
- Hệ thống bao gồm board mạch Arduino DUE, cảm biến Hall, cảm biến điện từ cùng mạch chuyển đổi tín hiệu đầu vào và đầu ra sau khi chế tạo đáp ứng được yêu cầu về độ ổn định trong đánh lửa và điều khiển góc đánh lửa theo tham số trong vận hành thí nghiệm.