

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KỸ THUẬT GIAO THÔNG/BỘ MÔN Ô TÔ - MÁY ĐỘNG LỰC



LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC

**THIẾT KẾ GIẢI THUẬT ĐIỀU KHIỂN PHUN
XĂNG VÀ ĐÁNH LỬA ĐIỆN TỬ CHO ĐỘNG
CƠ XE GẮN MÁY 01 XILANH**

SVTH: Hồ Nam Hoa

MSSV: 1611117

GVHD: TS. Trần Đăng Long

TPHCM, 2020

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH.....	3
DANH MỤC BẢNG	6
LỜI NÓI ĐẦU	7
CHƯƠNG 1: ... GIỚI THIỆU.....	8
1.1. Sơ đồ bố trí chung của hệ thống	9
1.2. Bài toán cần giải quyết	9
1.3. Giới hạn nội dung thực hiện	10
1.4. Điều kiện làm việc	10
1.5. Yêu cầu	10
CHƯƠNG 2: ... CƠ SỞ LÝ THUYẾT	11
2.1. Hệ thống điều khiển phun xăng điện tử.....	11
2.2. Hệ thống điều khiển đánh lửa điện tử.....	11
CHƯƠNG 3: ... THIẾT KẾ GIẢI THUẬT ĐO TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ VÀ XÁC ĐỊNH CÁC GIÁ TRỊ ĐẦU VÀO BỘ ĐIỀU KHIỂN	13
3.1. Giảm độ thời gian chương trình đọc tín hiệu các cảm biến.....	13
3.2. Giải thuật.....	14
3.2.1. Bắt đầu chương trình	14
3.2.2. Đo tốc độ động cơ	14
3.2.3. Đọc tín hiệu cảm biến MAP	15
3.2.4. Xác định vị trí bướm ga.....	16
3.3. Kết luận.....	16
CHƯƠNG 4: ... THIẾT KẾ GIẢI THUẬT XÁC ĐỊNH THỜI GIAN PHUN VÀ GÓC ĐÁNH LỬA SỚM	17
4.1. Nguyên lý xác định thời gian phun và thời điểm đánh lửa.....	17
4.2. Giải thuật.....	18
4.2.1. Bắt đầu chương trình	18
4.2.2. Xác định thời gian phun	18
4.2.3. Xác định thời điểm đánh lửa	19
4.3. Kết luận.....	19
CHƯƠNG 5: ... THIẾT KẾ GIẢI THUẬT ĐIỀU KHIỂN THỜI GIAN PHUN VÀ THỜI ĐIỂM ĐÁNH LỬA	20
5.1. Giảm độ thời gian chương trình điều khiển thời gian phun và thời điểm đánh lửa	20

5.2. Giải thuật.....	21
5.2.1. Bắt đầu chương trình	21
5.2.2. Điều khiển thời gian phun	21
5.2.3. Điều khiển thời điểm đánh lửa	22
5.3. Kết luận.....	23
CHƯƠNG 6: ... CHẠY THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	24
6.1. Chạy thử nghiệm.....	24
6.1.1. Xác định góc đánh lửa và thời gian phun ở chế độ cảm chừng	24
6.1.2. Xác định hệ số hiệu chỉnh thời gian phun hiệu chỉnh tăng tốc	24
6.2. Đánh giá kết quả	24
PHỤ LỤC 1:.... CHUYỂN ĐỔI ĐỘNG CƠ XĂNG SỬ DỤNG BỘ CHẾ HOÀ KHÍ SANG PHUN XĂNG VÀ ĐÁNH LỬA ĐIỆN TỬ.....	26
PHỤ LỤC 2:.... THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN-ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN PHUN XĂNG VÀ ĐÁNH LỬA.....	28
PHỤ LỤC 3:.... THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH LƯỢNG KHÍ NẠP, ĐẶC TUYẾN KIM PHUN, TÍN HIỆU CHẾ ĐỘ TĂNG TỐC	47
PHỤ LỤC 4:.... THIẾT KẾ CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN PHUN XĂNG VÀ ĐÁNH LỬA	61
PHỤ LỤC 4:.... THIẾT KẾ CÔNG NGHỆ.....	73
TÀI LIỆU THAM KHẢO	78

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Sơ đồ bố trí chung hệ thống điều khiển.....	9
Hình 2.1: Hiệu chỉnh thời gian phun nhiên liệu [2].....	11
Hình 2.2: Hiệu chỉnh góc đánh lửa sớm [2].....	12
Hình 3.1: Giảm đồ thời gian chương trình đọc tín hiệu các cảm biến.....	13
Hình 4.1: Nguyên lý xác định thời gian phun và thời điểm đánh lửa.....	17
Hình 5.1: Giảm đồ thời gian điều khiển thời gian phun và thời điểm đánh lửa	20
Hình 6.1: Cửa sổ giao tiếp với người dùng trên PC	25
Hình 7.1: Động cơ ban đầu sử dụng bộ chế hoà khí và đánh lửa CDI-AC.	26
Hình 7.2: Động cơ sau cải tạo chuyển đổi.....	27
Hình 8.1: Board mạch các mạch chức năng	28
Hình 8.2: Mạch đệm giao tiếp PC – FT232.....	29
Hình 8.3: Vi điều khiển của bộ điều khiển – STM8S discovery kit STM8S208C8	29
Hình 8.4: Sơ đồ mạch nguồn ổn áp.....	30
Hình 8.5: Khảo sát đặc tính tải mạch nguồn ổn áp.....	31
Hình 8.6: IC ổn áp được gắn tản nhiệt.....	31
Hình 8.7: Tín hiệu CKP trước (cam) và sau gia công (xanh) bị nhiễu khi sử dụng transistor trong mạch gia công tín hiệu	32
Hình 8.8: Sơ đồ mạch gia công tín hiệu CKP.....	33
Hình 8.9: Sơ đồ nguyên lý mạch gia công tín hiệu CKP.....	33
Hình 8.10: Tín hiệu CKP trước (cam) và sau gia công (xanh) đã được chống nhiễu	34
Hình 8.11: Sơ đồ mạch đánh lửa CDI-AC.....	35
Hình 8.12: Đặc tính SCR BT151 [8]	36
Hình 8.13: Tín hiệu điều khiển đánh lửa (xanh dương), điện áp máy phát điện nạp tụ (cam, giá trị x10) và điện áp tụ (xanh lá, giá trị x10) ở tốc độ 1500rpm	37
Hình 8.14: Sơ đồ mạch khuếch đại công suất điều khiển kim phun	37
Hình 8.15: Đặc tính MOSFET IRF540 [10].....	38
Hình 8.16: Điện áp chân D MOSFET – một đầu cuộn dây kim phun tăng lên đột ngột do hiện tượng tự cảm tại thời điểm ECU điều khiển đóng kim phun	39
Hình 8.17: Tín hiệu điều khiển kim phun (cam) và V_{GS} (xanh) với $R = 100\Omega$	40
Hình 8.18: Tín hiệu điều khiển kim phun (cam) và V_{GS} (xanh) với $R = 220\Omega$	40

Hình 8.19: Tín hiệu điều khiển kim phun (cam) và V_{GS} (xanh) với $R = 390\Omega$	41
Hình 8.20: Điện áp hai đầu kim phun (đầu 12V (cam), đầu cực D MOSFET (xanh lá)), hiệu điện thế hai đầu kim phun (nâu) và điện áp cực G MOSFET (xanh dương).	42
Hình 8.21: Cổng USB-B cấp nguồn cho vi điều khiển từ mạch nguồn ổn áp	42
Hình 8.22: Các chân của mạch chức năng kết nối với vi điều khiển	43
Hình 8.23: Sơ đồ các chân của vi điều khiển [12]	44
Hình 8.24: Các jack kết nối từ bộ điều khiển	44
Hình 8.25: Mạch đệm giao tiếp FT232 và cáp mini-USB – USB-A	45
Hình 8.26: Giao diện giao tiếp với người dùng trên PC	46
Hình 9.1: Độ trễ thời điểm mở kim phun [2]	48
Hình 9.2: Sơ đồ số hoá mô hình thực nghiệm	49
Hình 9.3: Mô hình thực nghiệm thực tế	50
Hình 9.4: Tín hiệu cảm biến MAP vòng quay hút-nén của động cơ	53
Hình 9.5: Tín hiệu cảm biến MAP vòng quay hút-nén của động cơ	54
Hình 9.6: Lưu lượng khí nạp	55
Hình 9.7: Khối lượng phun cơ bản trong mỗi chu trình động cơ	56
Hình 9.8: Đặc tuyến kim phun thực nghiệm	57
Hình 9.9: Đặc tuyến kim phun sau khi xử lý	58
Hình 9.10: Biến thiên bướm ga khi kéo tay ga đột ngột	59
Hình 9.11: Biến thiên bướm ga khi kéo ga đều	59
Hình 10.1: Thiết lập Clock cho chương trình cơ sở	62
Hình 10.2: Thiết lập Timer/Counter1	63
Hình 10.3: Thiết lập Timer/Counter2 và Timer/Counter3	63
Hình 10.4: Thiết lập Timer/Counter4	64
Hình 10.5: Thiết lập GPIO cho chương trình cơ sở	65
Hình 10.6: Thiết lập bộ ADC2	65
Hình 10.7: Thiết lập bộ UART3	66
Hình 10.8: Lưu đồ giải thuật chương trình chính trong chương trình cơ sở	66
Hình 10.9: Lưu đồ giải thuật các chương trình ngắt trong chương trình cơ sở	67
Hình 10.10: Lưu đồ giải thuật các chương trình ngắt trong chương trình cơ sở ...	68
Hình 10.11: Lưu đồ giải thuật các chương trình ngắt trong chương trình cơ sở ...	69
Hình 10.12: Bảng số liệu khối lượng nhiên liệu cơ bản được nạp vào bộ nhớ của vi điều khiển	70

Hình 10.13: Chương trình tính toán khối lượng phun cơ bản	70
Hình 10.14: Chương trình tính toán thời gian phun cơ bản.....	71
Hình 10.15: Chương trình tính toán góc đánh lửa sớm cơ bản	72
Hình 11.1: Quy trình công nghệ chế tạo board mạch hệ thống điện – điện tử	74
Hình 11.2: Quy trình công nghệ chế tạo mô hình thực nghiệm	76

DANH MỤC BẢNG

Bảng 10.1: Các bit cấp Clock cho các thiết bị ngoại vi.....	61
Bảng 10.2: Tính năng 4 bộ Timer/Counter.....	63
Bảng 10.3: Khuyến nghị thiết lập cho các chân GPIO	64
Bảng 10.4: Khối lượng nhiều liệu cơ bản thực nghiệm.....	69
Bảng 11.1: Ước tính chi phí chế tạo đề tài	77

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay với sự phát triển của khoa học công nghệ thì điều khiển tự động được áp dụng rất nhiều vào các lĩnh vực sản xuất, nghiên cứu cũng như các lĩnh vực khác của đời sống xã hội, đặc biệt là ngành động cơ đốt trong thì việc điều khiển tự động hóa các quá trình của động cơ là rất cần thiết.

Hiện nay ở nước ta, hệ thống phun xăng điện tử cho xe máy đã được sử dụng rộng rãi. Xu hướng hiện nay là thay thế hệ thống nhiên liệu sử dụng bộ chế hòa khí bằng hệ thống phun xăng điện tử. Qua quá trình học tập và nghiên cứu em thấy rằng việc thay thế bộ chế hòa khí và hệ thống đánh lửa sớm cơ khí bằng hệ thống phun xăng và đánh lửa điện tử là cần thiết. Bộ điều khiển (ECU) cho phép điều chỉnh chính xác lượng nhiên liệu, thời điểm phun nhiên liệu cũng như thời điểm đánh lửa sớm theo từng chế độ tải trọng của động cơ, nhờ đó cải thiện được đặc tính mô men cũng như tăng tính kinh tế của động cơ và giảm lượng khí thải độc hại phát ra môi trường. Quá trình thiết kế bộ điều khiển phun xăng điện tử và chuyển đổi động cơ từ sử dụng bộ chế hoà khí sang phun xăng điện tử sẽ giúp em cải thiện nhiều kỹ năng như: gia công cơ khí các chi tiết chuyển đổi động cơ; đọc hiểu datasheet của các loại linh kiện điện tử và chế tạo được một số board mạch đơn giản; hiểu rõ nguyên lý hoạt động của các loại vi điều khiển và có khả năng thiết kế giải thuật cho một số ứng dụng điều khiển tự động trên ô tô-xe máy... Do đó, em quyết định chọn đề tài thiết kế “Thiết kế giải thuật điều khiển phun xăng và đánh lửa điện tử cho động cơ xe gắn máy 01 xilanh” cho Luận văn tốt nghiệp đại học của mình.

Em xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ và chỉ bảo tận tình của TS. Trần Đăng Long, sự hỗ trợ của nhóm các bạn sinh viên K17 đã giúp em hoàn thành đề tài này. Em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp, sự chỉ bảo của các thầy cô cũng như các bạn sinh viên để em có thể hoàn thiện tốt hơn những đề tài tiếp theo.

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

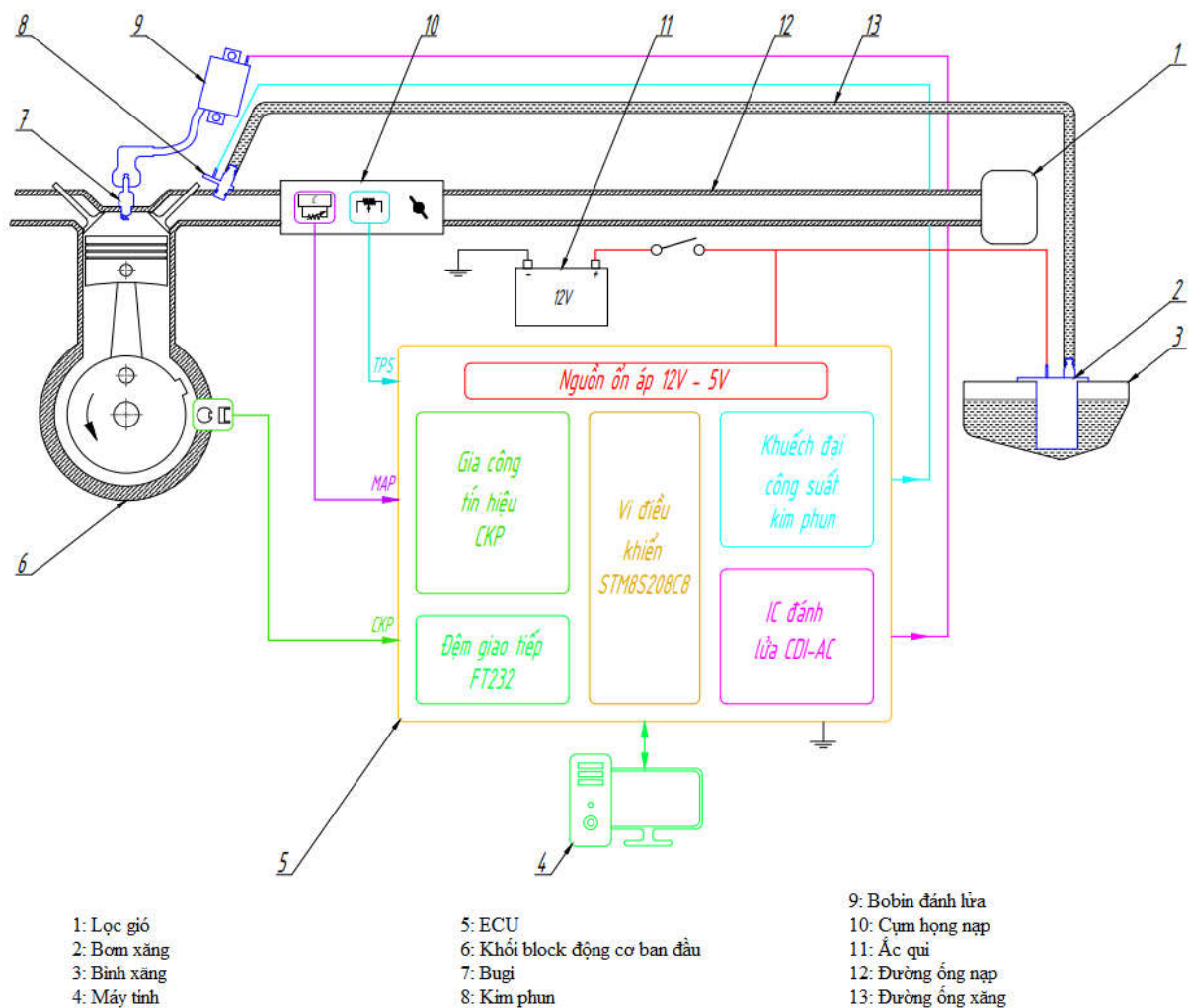
Động cơ đốt trong sử dụng trên xe gắn máy là loại động cơ xăng 04 kỳ, hoạt động dựa trên sự đốt cháy hỗn hợp hoà khí bằng tia lửa điện cao áp. Hệ thống phun xăng và đánh lửa điện tử cho động cơ xe gắn máy cho phép tạo ra tỉ lệ hoà khí và thời điểm đánh lửa chính xác theo yêu cầu, đáp ứng nhanh và linh hoạt hơn trong mọi chế độ vận hành của động cơ so với hệ thống cung cấp nhiên liệu sử dụng bộ chế hoà khí thông thường. Qua đó cải thiện tính năng động học, tính kinh tế và giảm phát thải trên động cơ.

Quá trình thiết kế hệ thống phun xăng và đánh lửa điện tử cho xe gắn máy gồm các công việc:

- Chuyển đổi động cơ từ sử dụng bộ chế hoà khí sang sử dụng bộ điều khiển phun xăng và đánh lửa điện tử.
- Thiết kế hệ thống điện – điện tử của hệ thống phun xăng và đánh lửa điện tử.
- Thiết kế chương trình điều khiển phun xăng và đánh lửa.

Trong đó, cơ sở của việc điều khiển cung cấp nhiên liệu và điều khiển đánh lửa là thu thập tín hiệu từ các cảm biến, xác định thời gian phun nhiên liệu và thời gian đánh lửa theo từng chế độ vận hành và điều khiển chính xác các thông số mong muốn.

1.1. Sơ đồ bố trí chung của hệ thống



Hình 1.1: Sơ đồ bố trí chung hệ thống điều khiển

Hệ thống điều khiển phun xăng trong đề tài là hệ thống phun xăng điện tử kiểu D-Jetronic, sử dụng các cảm biến tốc độ động cơ (CKP), cảm biến vị trí bướm ga (TPS), cảm biến áp suất chân không đường ống nạp (MAP) để xác định lượng phun nhiên liệu, nhiên liệu được phun trên đường ống nạp, sau bướm ga.

Hệ thống điều khiển đánh lửa trong đề tài là hệ thống đánh lửa điện dung CDI-AC.

1.2. Bài toán cần giải quyết

- Thiết kế giải thuật đọc tín hiệu các cảm biến.
- Thiết kế giải thuật xác định thời gian phun nhiên liệu và thời điểm đánh lửa.
- Thiết kế giải thuật điều khiển phun nhiên liệu và đánh lửa.

1.3. Giới hạn nội dung thực hiện

- Điều khiển thời gian phun cơ bản, thời gian phun hiệu chỉnh chế độ khởi động, thời gian phun hiệu chỉnh chế độ cầm chừng, thời gian phun hiệu chỉnh chế độ tăng tốc.
- Điều góc đánh lửa sớm cơ bản, góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh chế độ khởi động, góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh chế độ cầm chừng, góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh chế độ tăng tốc.

1.4. Điều kiện làm việc

- Chịu tần số làm việc cao: bộ điều khiển và các cơ cấu chấp hành hoạt động ở tần số cao, biến đổi liên tục tùy theo tốc độ động cơ.
- Chịu nhiệt độ cao: các cảm biến và cơ cấu chấp hành được gắn trên động cơ chịu nhiệt độ cao từ quá trình cháy.

Bộ điều khiển cần đảm bảo các nhiệm vụ:

- + Phun xăng đúng lượng, đúng thời điểm cần thiết.
- + Đánh lửa đúng thời điểm.

1.5. Yêu cầu

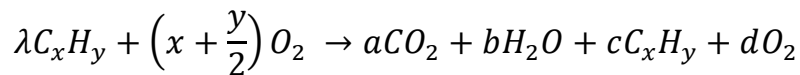
- Có độ bền, tuổi thọ cao.
- Hoạt động ổn định, độ tin cậy cao.
- Dễ dàng thay thế, sửa chữa khi hư hỏng.
- Giá thành rẻ, phù hợp với công nghệ hiện có.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Hệ thống điều khiển phun xăng điện tử

Động cơ xăng sử dụng tia lửa điện để đốt cháy hỗn hợp hoà khí gồm không khí và nhiên liệu.

Phản ứng cháy của động cơ:



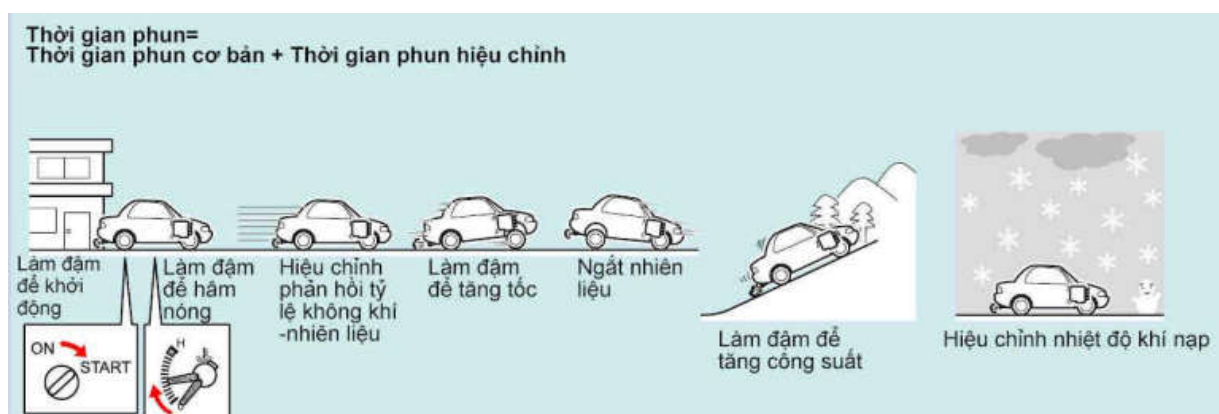
Tỉ lệ hoà trộn lý thuyết đủ để đốt cháy hỗn hợp không khí và nhiên liệu là 14,7: 1, khi đó hệ số dư lượng không khí là $\lambda = 1$. Giới hạn cháy được của hỗn hợp nằm trong phạm vi $0,6 < \lambda < 1,4$ Tỉ lệ này thay đổi tùy theo chế độ vận hành của động cơ. Do vậy, bộ điều khiển cần có phương tiện để đo đếm chính xác khối lượng không khí và khối lượng nhiên liệu để duy trì hệ số λ đảm bảo hoạt động của động cơ.

Trong hệ thống phun xăng điện tử, thời gian phun được xác định bằng:

$$\text{Thời gian phun} = \text{thời gian phun cơ bản} + \text{thời gian phun hiệu chỉnh}$$

Trong đó: + Thời gian phun cơ bản được xác định bằng lượng khí nạp.

+ Thời gian phun hiệu chỉnh khác nhau được xác định bằng các cảm biến khác nhau, bao gồm các hiệu chỉnh như làm đậm để khởi động, làm đậm để tăng tốc, cắt nhiên liệu, làm đậm để tăng công suất, hiệu chỉnh theo điện áp ắc quy...



Hình 2.1: Hiệu chỉnh thời gian phun nhiên liệu [2]

2.2. Hệ thống điều khiển đánh lửa điện tử

Quá trình cháy được bắt đầu tại thời điểm xuất hiện tia lửa cao thế giữa 2 điện cực của bugi, làm cho áp suất trong xi lanh tăng lên. Quá trình này cần được điều chỉnh bằng

cách thay đổi góc đánh lửa sớm để áp suất cực đại đạt được tại $7 \div 15^\circ$ góc quay trục khuỷu (CA) sau điểm chết trên (ĐCT), khi đó sẽ đảm bảo khả năng động cơ chạy êm, nhẹ nhàng và vẫn có tính năng động lực tốt.

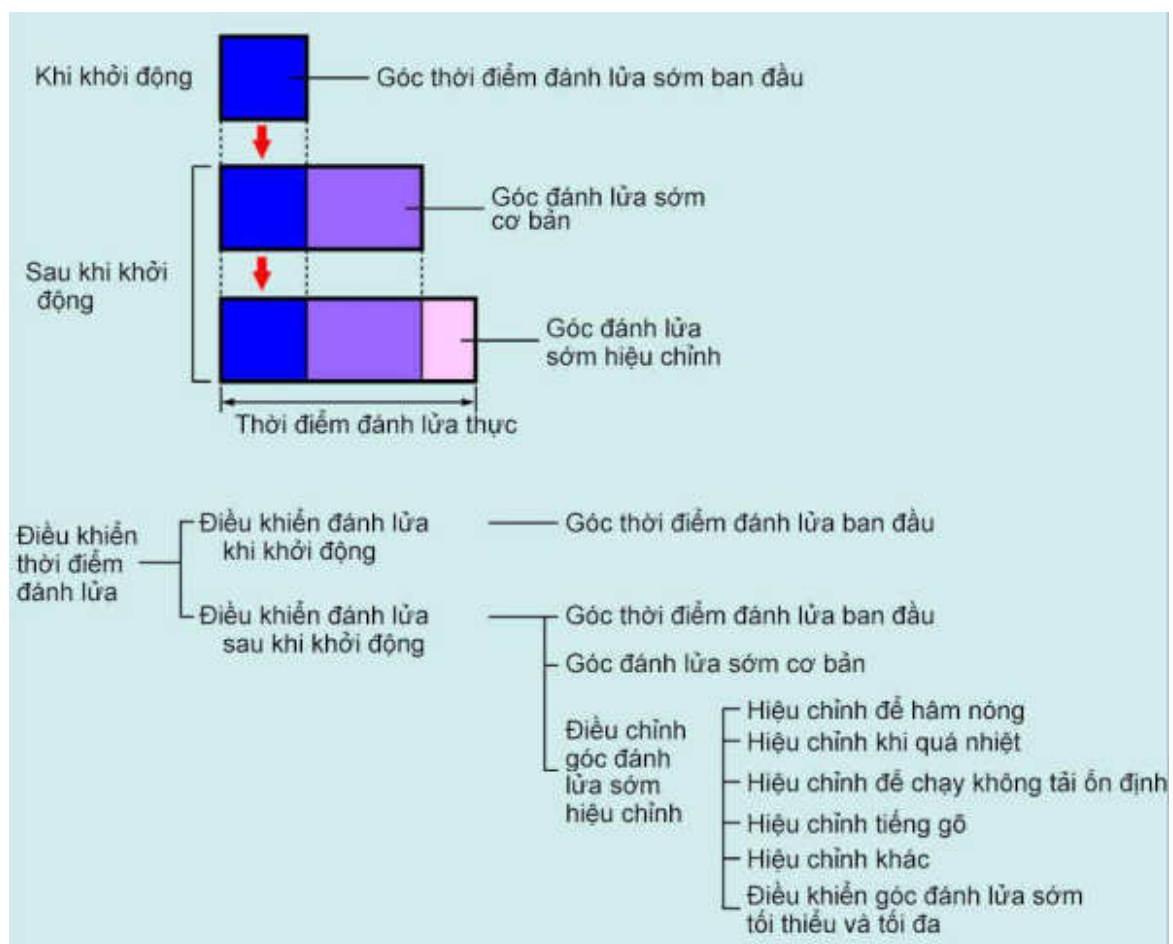
Trong hệ thống đánh lửa sớm điện tử, góc đánh lửa sớm được xác định bằng:

$$\begin{aligned} \text{Góc đánh lửa sớm} = & \text{góc đánh lửa sớm ban đầu} + \text{góc đánh lửa sớm cơ bản} \\ & + \text{góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh} \end{aligned}$$

Trong đó: + Góc đánh lửa sớm ban đầu là thời điểm ECU nhận tín hiệu CKP.

+ Góc đánh lửa sớm cơ bản được xác định bằng tốc độ động cơ và vị trí bướm ga hoặc áp suất chân không đường ống nạp.

+ Góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh khác nhau được xác định bằng các cảm biến khác nhau, bao gồm các hiệu chỉnh như hiệu chỉnh để hâm nóng, hiệu chỉnh khi quá nhiệt, hiệu chỉnh để tốc độ chạy không tải ổn định, hiệu chỉnh tiếng gõ...



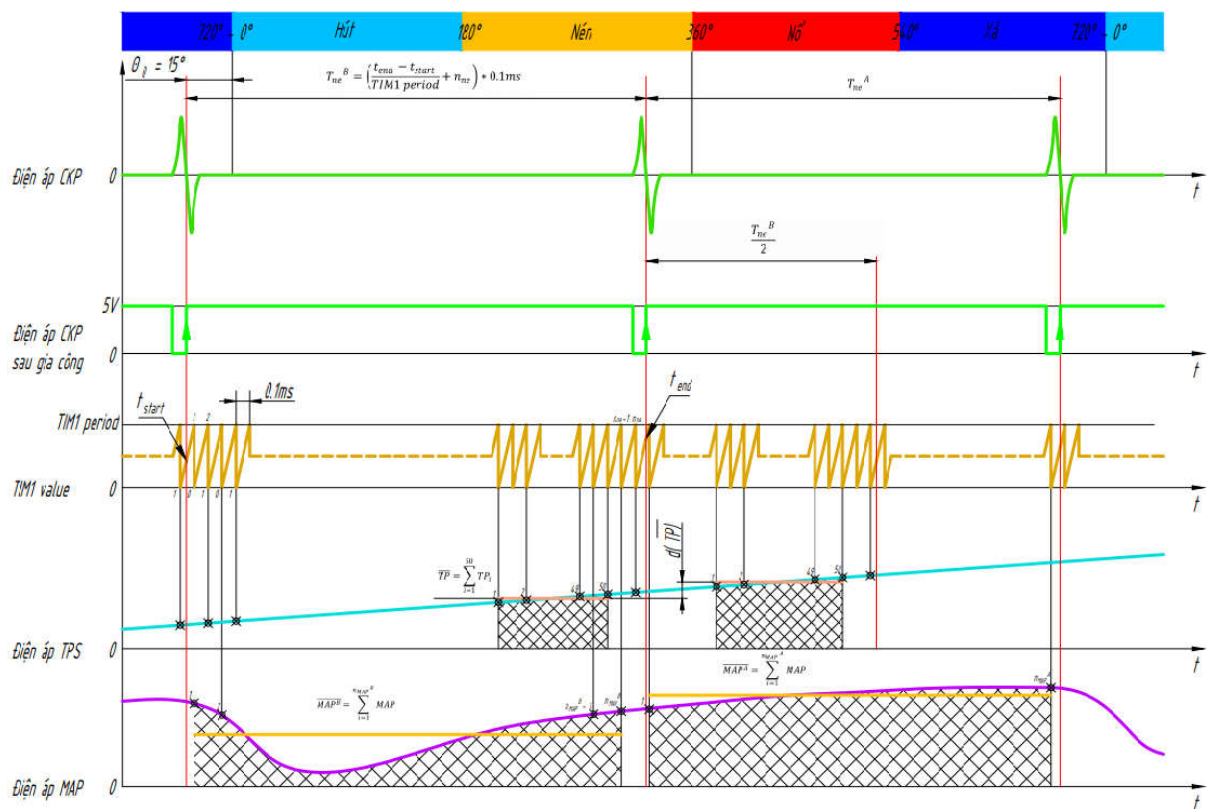
Hình 2.2: Hiệu chỉnh góc đánh lửa sớm [2]

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ GIẢI THUẬT ĐO TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ VÀ XÁC ĐỊNH CÁC GIÁ TRỊ ĐẦU VÀO BỘ ĐIỀU KHIỂN

Như chúng ta đã biết, vi xử lý của vi điều khiển chỉ làm việc với các tín hiệu số, vì vậy các tín hiệu từ các cảm biến khi đưa vào ECU phải được được gia công và chuyển đổi về dạng số. Vi xử lý sử dụng chúng để tính toán các giá trị đầu vào của bộ điều khiển như tốc độ động cơ, tải, chế độ làm việc của động cơ; qua đó xác định các giá trị cần điều khiển ở đầu ra của bộ điều khiển.

Các tín hiệu đưa vào ECU gồm tín hiệu tương tự (cảm biến TPS, MAP) và tín hiệu xung (cảm biến CKP).

3.1. Giải đồ thời gian chương trình đọc tín hiệu các cảm biến



Hình 3.1: Giải đồ thời gian chương trình đọc tín hiệu các cảm biến

Tín hiệu CKP của động cơ trong đề tài xác định thời điểm 15° trước ĐCT, góc đánh lửa sớm ban đầu được xác định là 15° trước ĐCT. Tín hiệu CKP thô là tín hiệu xung xoay chiều, được gia công thành tín hiệu xung Digital cho phép vi điều khiển làm việc. Module Input Capture của Timer sẽ xác định thời điểm 15° trước ĐCT và tính toán tốc độ động cơ.

Tín hiệu vị trí bướm ga do cảm biến vị trí bướm ga trả về là điện áp biến trở, được vi điều khiển xử lý về dạng số bằng bộ chuyển đổi tương tự - số (Analog to Digital Converter - ADC).

Tín hiệu MAP do cảm biến MAP trả về là điện áp, được vi điều khiển xử lý về dạng số bằng bộ ADC.

3.2. Giải thuật

3.2.1. Bắt đầu chương trình

- Khởi tạo các biến lưu giá trị chuyển đổi từ tín hiệu các cảm biến CKP, các giá trị trung gian tính toán các thông số đầu vào và các biến xác định trạng thái, thời điểm.
- Thiết lập Clock và cấp Clock cho các ngoại vi TIM1, ADC2.
- Thiết lập TIM1 cho chức năng đo tốc độ động cơ và tạo chu kỳ lấy mẫu đọc ADC.
- Thiết lập ADC2 đọc tín hiệu MAP và TPS ở 2 kênh.
- Thiết lập ngõ đầu vào của vi điều khiển.
 - + Chân Input Capture TIM1 CN4 dùng đo tốc độ động cơ.
 - + Chân Input ADC2 CN0 đo tín hiệu TPS, CN3 đo tín hiệu CKP.
- Bật TIM1.

3.2.2. Đo tốc độ động cơ

- Thời điểm bắt đầu mỗi vòng quay động cơ:
 - + Xác định giá trị TIM1 tại thời điểm xuất hiện tín hiệu cảm biến CKP (thời điểm tín hiệu CKP sau gia công chuyển từ mức 0 (0V) lên mức 1 (5V)) bằng chương trình ngắt Input Capture TIM1.
 - + Reset biến đếm số lần tràn TIM1.
- Thời điểm tràn TIM1:
 - + Tăng biến đếm số lần tràn TIM1 01 đơn vị.
- Thời điểm kết thúc vòng quay động cơ – bắt đầu vòng quay động cơ tiếp theo:
 - + Xác định giá trị TIM1 tại thời điểm xuất hiện tín hiệu cảm biến CKP.

- + Cập nhật số lần tràn TIM1 trong vòng quay động cơ.
- + Bật cờ báo hiệu vòng quay mới.
- Thời điểm xuất hiện cờ trạng thái vòng quay mới:
 - + Tính tốc độ động cơ theo clock TIM1.
 - + Tính chu kỳ động cơ theo thời gian thực.
 - + Tính tốc độ động cơ theo thời gian thực.
 - + Bật cờ xác định chế độ khởi động.

Chu kỳ động cơ được sử dụng để xác định thời điểm giữa mỗi vòng quay động cơ, là thời điểm lấy mẫu tín hiệu cảm biến TPS, dùng xác định chế độ tăng tốc.

3.2.3. Đọc tín hiệu cảm biến MAP

- Thời điểm bắt đầu mỗi vòng quay động cơ:
 - + Reset biến đếm số lần đọc giá trị cảm biến MAP.
 - + Reset biến lưu tổng các giá trị cảm biến MAP.
- Thời điểm tràn TIM1:
 - + Cấu hình bộ ADC đọc kênh tín hiệu cảm biến MAP.
 - + Bật bộ ADC.
- Thời điểm kết thúc chuyển đổi ADC:
 - + Tăng biến đếm số lần đọc giá trị cảm biến MAP 01 đơn vị.
 - + Cộng giá trị cảm biến MAP vào biến lưu tổng giá trị cảm biến MAP.
- Thời điểm lấy mẫu (kết thúc vòng quay động cơ):
 - + Tính giá trị cảm biến MAP trung bình trong vòng quay động cơ.

Giá trị cảm biến MAP trung bình trong mỗi vòng quay động cơ ở 10 vòng quay đầu tiên của động cơ tính từ lúc khởi động được sử dụng để xác định Pha A – Pha B (vòng quay nổ xả - vòng quay hút nén).

Giá trị cảm biến MAP được xác định theo Pha A, Pha B; dùng xác định thời điểm lấy mẫu xác định chế độ tăng tốc, thời điểm phun nhiên liệu cơ bản, thời điểm phun nhiên liệu hiệu chỉnh.

3.2.4. Xác định vị trí bướm ga

- Thời điểm tràn TIM1:
 - + Cấu hình bộ ADC đọc kênh tín hiệu cảm biến TPS.
 - + Bật bộ ADC.
 - + Tăng biến đếm xác định tần số lấy mẫu vị trí bướm ga (100Hz).
- Thời điểm kết thúc chuyển đổi ADC:
 - + Tăng biến đếm số lần đọc giá trị cảm biến TPS 01 đơn vị.
 - + Cộng giá trị cảm biến TPS vào biến lưu tổng giá trị cảm biến TPS.
- Thời điểm lấy mẫu:
 - + Tính giá trị cảm biến TPS trung bình trong chu kỳ lấy mẫu.
 - + Tính vị trí bướm ga theo phần trăm.
 - + Reset biến đếm số lần đọc giá trị cảm biến TPS.
 - + Reset biến lưu tổng các giá trị cảm biến TPS.

Vị trí bướm ga và tốc độ động cơ là 2 thông số quan trọng để tính toán các thông số cần điều khiển trong hệ thống phun xăng và đánh lửa điện tử như khối lượng nhiên liệu, góc đánh lửa sớm cơ bản. Giá trị vị trí bướm ga tại thời điểm bắt đầu và giữa Pha A được sử dụng để tính độ biến thiên bướm ga, xác định chế độ tăng tốc.

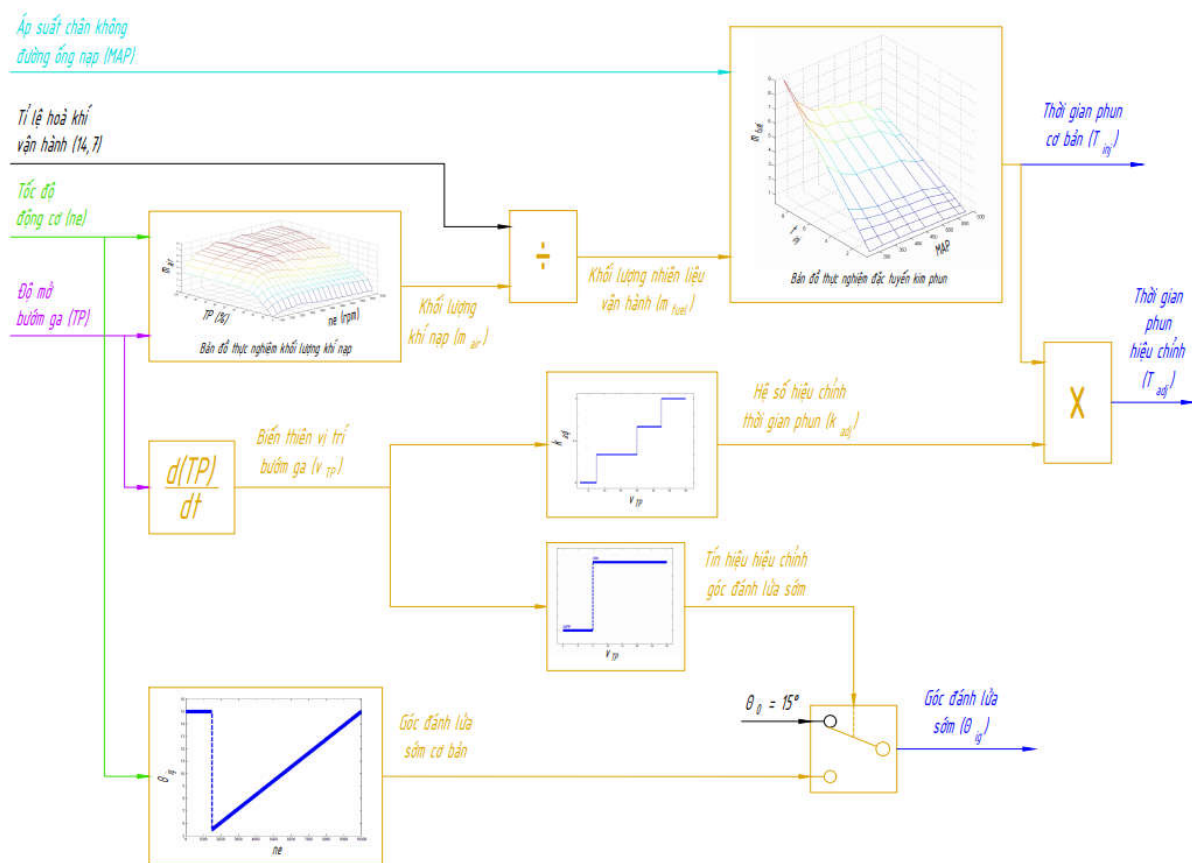
3.3. Kết luận

Với các ngoại vi của vi điều khiển, chúng ta hoàn toàn có thể xử lý mọi loại tín hiệu cảm biến về dạng tín hiệu. Từ đó, vi xử lý sẽ thực hiện chuỗi tính toán cho ra các thông số đầu vào của động cơ cho phép người dùng hiểu được và tiếp tục sử dụng để xác định các thông số của tín hiệu cần điều khiển. Có thể cải thiện tính chính xác và linh hoạt của hệ thống điều khiển khi sử dụng và thu thập thêm tín hiệu các cảm biến như cảm biến nhiệt độ động cơ, cảm biến oxy...

CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ GIẢI THUẬT XÁC ĐỊNH THỜI GIAN PHUN VÀ GÓC ĐÁNH LỬA SỚM

Mục tiêu của điều khiển phun xăng cho động cơ đốt trong là cung cấp lượng nhiên liệu chính xác để tạo hỗn hợp hoà khí có tỉ lệ A/F phù hợp với trạng thái vận hành của động cơ. Lượng nhiên liệu cung cấp và góc đánh lửa sớm có yêu cầu khác nhau ở mỗi chế độ vận hành của động cơ. Bằng việc thu thập và xử lý các tín hiệu cảm biến đầu vào, vi xử lý tiếp tục dùng chúng để tính toán, xác định thời gian phun và thời điểm đánh lửa.

4.1. Nguyên lý xác định thời gian phun và thời điểm đánh lửa



Hình 4.1: Nguyên lý xác định thời gian phun và thời điểm đánh lửa.

Hệ thống phun xăng và đánh lửa điện tử trong đề tài sử dụng các thông số thu được từ việc xử lý tín hiệu các cảm biến, kết hợp với các bản đồ thực nghiệm để xác định các đại lượng cần điều khiển của hệ thống là thời gian phun và thời điểm đánh lửa.

4.2. Giải thuật

4.2.1. Bắt đầu chương trình

- Khai báo mảng vị trí bướm ga tiến hành thực nghiệm.
- Khai báo mảng tốc độ động cơ tiến hành thực nghiệm.
- Khai báo ma trận khối lượng khí nạp theo vị trí bướm ga và tốc độ động cơ thu được từ thực nghiệm.
- Khai báo các phương trình đường đặc tuyến kim phun theo giá trị cảm biến MAP tiến hành thực nghiệm.

4.2.2. Xác định thời gian phun

4.2.2.1. Thời gian phun cơ bản

- Thời điểm tính toán tốc độ động cơ:
 - + Sử dụng phương pháp nội suy tuyến tính tính khối lượng khí nạp bằng tốc độ động cơ, vị trí bướm ga hiện thời và ma trận khối lượng khí nạp thực nghiệm.
 - + Tính toán khối lượng nhiên liệu vận hành khi tỉ lệ hoà khí bằng 14,7.
 - + Tính toán thời gian phun cơ bản bằng khối lượng nhiên liệu vận hành, giá trị cảm biến MAP tại thời điểm phun (Pha A) và các đường đặc tuyến kim phun.

4.2.2.2. Thời gian phun hiệu chỉnh khởi động và cầm chừng

- Thời điểm tính toán tốc độ động cơ:
 - + Xác định chế độ khởi động – động cơ bắt đầu quay.
 - + Xác định chế độ cầm chừng – tốc độ động cơ dưới 1500rpm.
 - + Cố định thời gian phun cơ bản là hằng số, không theo tính toán lượng khí nạp, lượng nhiên liệu lý tưởng.

4.2.2.3. Thời gian phun hiệu chỉnh tăng tốc

- Thời điểm giữa vòng quay Pha A:
 - + Xác định chế độ tăng tốc theo độ biến thiên vị trí bướm ga.

- + Xác định hệ số hiệu chỉnh theo độ tăng tốc.
- + Xác định thời gian phun hiệu chỉnh bằng tích thời gian phun cơ bản và hằng số hiệu chỉnh.

4.2.3. Xác định thời điểm đánh lửa

4.2.3.1. Góc đánh lửa sớm ban đầu

Góc đánh lửa sớm ban đầu là 15^0 trước ĐCT, thời điểm xuất hiện tín hiệu CKP.

4.2.3.2. Góc đánh lửa sớm cơ bản

- Thời điểm xuất hiện cờ trạng thái vòng quay mới:
 - + Góc đánh lửa sớm cơ bản tính toán từ giá trị tốc độ động cơ hiện thời bằng phép tuyến tính: góc đánh lửa sớm tối đa thiết kế ($14,5^0$) ở tốc độ động cơ tối đa thiết kế (10000rpm), góc đánh lửa sớm tối thiểu thiết kế ($5,5^0$) ở tốc độ cảm chừng thiết kế (1500rpm).

4.2.3.3. Góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh

- Chế độ khởi động:
 - + Xác định chế độ khởi động.
 - + Góc đánh lửa sớm bằng góc đánh lửa sớm ban đầu, điều khiển đánh lửa tại thời điểm xuất hiện tín hiệu CKP.
- Chế độ cảm chừng:
 - + Xác định chế độ cảm chừng.
 - + Góc đánh lửa sớm thiết kế bằng $5,5^0$ trước ĐCT.

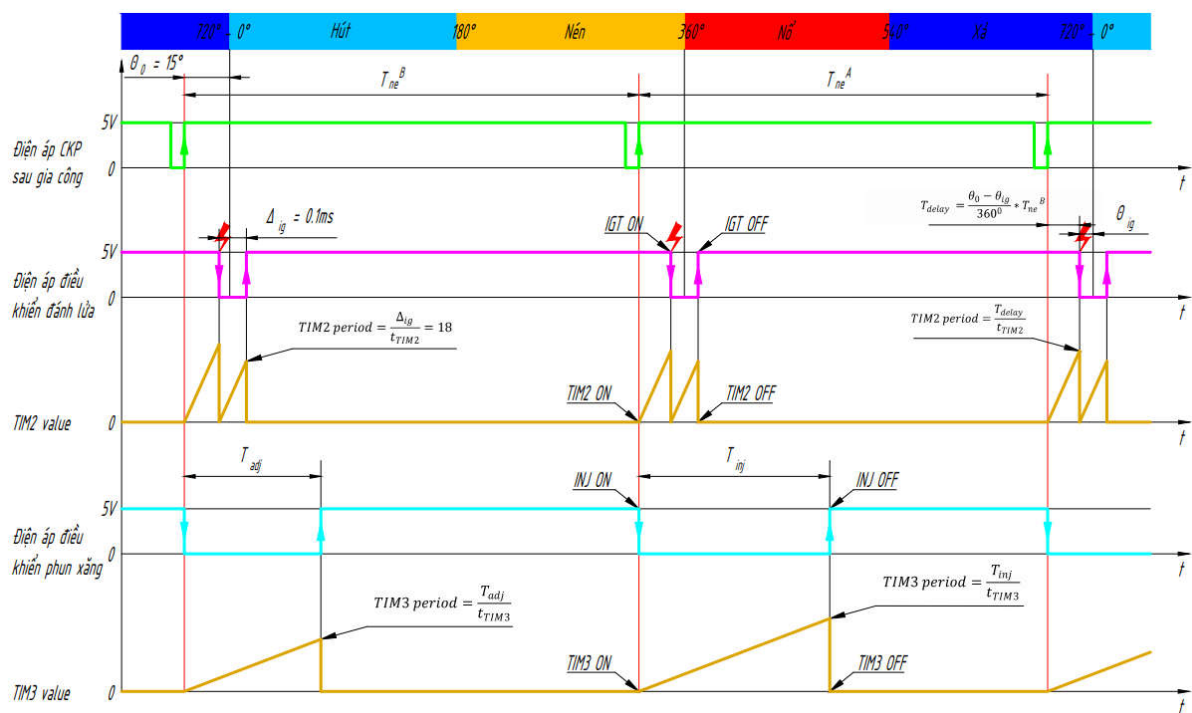
4.3. Kết luận

Giải thuật xác định thời gian phun và góc đánh lửa sớm có thể thay đổi. Tùy vào các loại cảm biến sử dụng trong hệ thống điều khiển phun xăng và đánh lửa điện tử, tiến hành các thực nghiệm và sử dụng các phương pháp tính toán khác tương ứng; chúng ta đều có thể xác định thời gian phun và góc đánh lửa sớm từ các thông số đầu vào; tối ưu các thông số điều khiển khi kết hợp sử dụng thêm các cảm biến như cảm biến oxy...

CHƯƠNG 5: THIẾT KẾ GIẢI THUẬT ĐIỀU KHIỂN THỜI GIAN PHUN VÀ THỜI ĐIỂM ĐÁNH LỬA

Khi đã xác định được các yêu cầu về góc đánh lửa sớm và thời gian phun, ECU sẽ chuyển đổi các yêu cầu thành dạng số, sử dụng các ngoại vi Timer và GPIO để xác định thời điểm đánh lửa và tạo thành xung điều khiển kim phun.

5.1. Giải đồ thời gian chương trình điều khiển thời gian phun và thời điểm đánh lửa



Hình 5.1: Giải đồ thời gian điều khiển thời gian phun và thời điểm đánh lửa

Trong quá trình vận hành của động cơ, quá trình đóng mở kim phun diễn ra ngắt quãng. Nguyên lý điều khiển thời gian phun là điều chỉnh độ rộng xung của xung tín hiệu điều khiển. TIM3 được sử dụng để định thời độ rộng xung điều khiển kim phun.

Góc đánh lửa sớm thiết kế luôn nhỏ hơn hoặc bằng góc đánh lửa sớm ban đầu, tức thời điểm đánh lửa luôn trễ hơn hoặc đồng thời với thời điểm tín hiệu cảm biến CKP. TIM2 được sử dụng để tạo độ trễ và định thời 0,1ms cho xung điều khiển đánh lửa. Khi kết thúc xung điều khiển đánh lửa, IC đánh lửa CDI-AC bắt đầu nạp tụ cho lần đánh lửa tiếp theo.

5.2. Giải thuật

5.2.1. Bắt đầu chương trình

- Thiết lập Clock và cấp Clock cho TIM2, TIM3.
- Thiết lập TIM2, TIM3 phù hợp chức năng điều khiển thời điểm đánh lửa, thời gian phun.
- Thiết lập ngõ đầu ra của vi điều khiển.
 - + Chân PB5 dùng điều khiển mạch đánh lửa CDI-AC.
 - + Chân PB6 dùng điều khiển mạch khuếch đại công suất kim phun.

5.2.2. Điều khiển thời gian phun

5.2.2.1. Thời gian phun cơ bản

- Thời điểm tính toán tốc độ động cơ
 - + Tính toán, thiết lập TIM3 có chu kỳ bằng thời gian phun cơ bản.
- Thời điểm bắt đầu Pha A:
 - + Bắt đầu phun (INJ ON).
 - + Bật TIM3.
- Thời điểm tràn TIM3:
 - + Kết thúc phun (INJ OFF).
 - + Tắt TIM3.

5.2.2.2. Thời gian phun hiệu chỉnh tăng tốc

- Thời điểm giữa vòng quay Pha A:
 - + Bật cờ báo phun hiệu chỉnh.
 - + Tính toán, thiết lập TIM3 có chu kỳ bằng thời gian phun hiệu chỉnh.
- Thời điểm bắt đầu Pha B:
 - + Kiểm tra cờ báo phun hiệu chỉnh.
 - + INJ ON.
 - + Bật TIM3.

- Thời điểm tràn TIM3:
 - + INJ OFF.
 - + Tắt TIM3.

5.2.3. Điều khiển thời điểm đánh lửa

5.2.3.1. Chế độ khởi động

- Thời điểm có tín hiệu CKP:
 - + Kiểm tra cờ báo chế độ khởi động.
 - + Tính toán, thiết lập TIM2 có chu kỳ bằng thời gian đánh lửa (0.1ms).
 - + Bắt đầu đánh lửa (IGT ON).
 - + Bật TIM2.
- Thời điểm tràn TIM2:
 - + Kết thúc đánh lửa (IGT OFF).
 - + Tắt TIM2.

5.2.3.2. Chế độ cảm chừng

- Thời điểm tính toán tốc độ động cơ:
 - + Tính toán thời gian delay từ khi có tín hiệu CKP đến thời điểm đánh lửa bằng góc đánh lửa sớm và chu kỳ động cơ.
 - + Tính toán, thiết lập TIM2 có chu kỳ bằng thời gian delay đánh lửa.
- Thời điểm có tín hiệu CKP:
 - + Bật TIM2.
 - + Bật cờ báo delay đánh lửa.
- Thời điểm tràn TIM2:
 - + Xác định cờ báo delay đánh lửa.
 - + Tính toán, thiết lập TIM2 có chu kỳ bằng thời gian đánh lửa (0.1ms).
 - + Bắt đầu đánh lửa (IGT ON).
 - + Bật TIM2.

- Thời điểm tràn TIM2:
 - + Kết thúc đánh lửa (IGT OFF).
 - + Tắt TIM2.

5.3. Kết luận

Các thông số cần điều khiển của hệ thống điều khiển tự động được vi xử lý đưa về các dạng tín hiệu ON-OFF, tín hiệu xung thông qua các ngoại vi Timer và GPIO. Từ đó có thể điều khiển mọi loại cơ cấu chấp hành điện-điện tử.

CHƯƠNG 6: CHẠY THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

6.1. Chạy thử nghiệm

6.1.1. Xác định góc đánh lửa và thời gian phun ở chế độ cầm chừng

- Giữ bướm ga ở vị trí cầm chừng, điều khiển góc đánh lửa sớm bằng góc đánh lửa ban đầu, phun giàu nhiên liệu cho động cơ hoạt động ổn định, không bị tắt đột ngột.
- Giảm dần góc đánh lửa sớm đến giá trị động cơ nổ đều.
- Giảm dần thời gian phun đến giá trị động cơ vẫn nổ đều, không bị tắt đột ngột.

6.1.2. Xác định hệ số hiệu chỉnh thời gian phun hiệu chỉnh tăng tốc

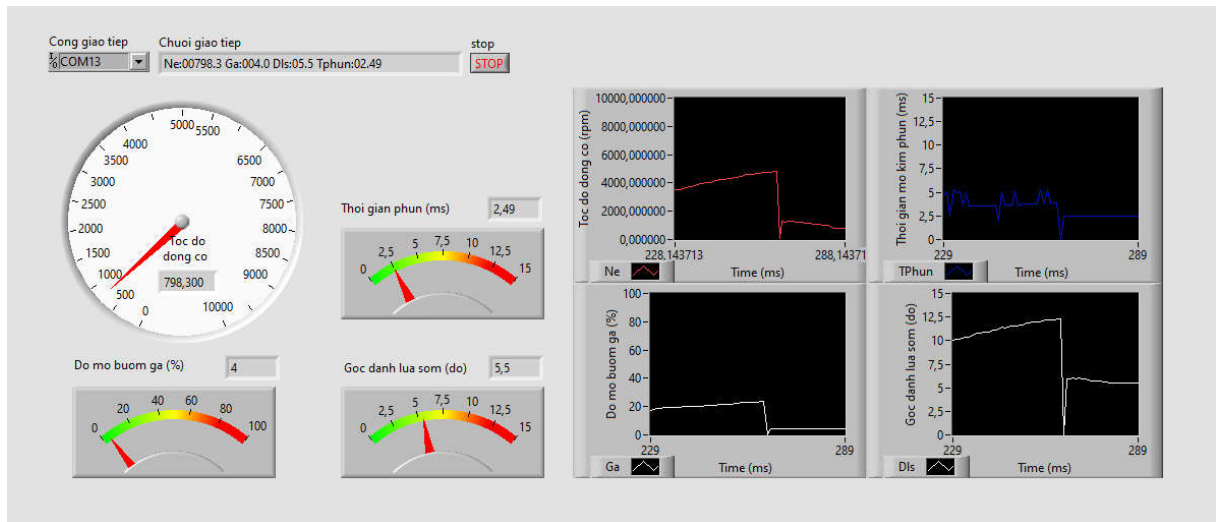
- Chia các khoảng độ biến thiên vị trí bướm ga tương ứng tăng tốc chậm đến nhanh dần. Chọn tương đối các hệ số hiệu chỉnh ban đầu.
- Khởi động động cơ. Tiến hành kéo ga tăng tốc theo các chế độ tăng tốc chậm, nhanh dần.
- Hiệu chỉnh hệ số hiệu chỉnh theo thực trạng động cơ thiếu xăng, dư xăng, đảm bảo động cơ tăng tốc tức thời, ổn định theo tín hiệu tăng tốc.

6.2. Đánh giá kết quả

Qua quá trình chạy thử nghiệm hiệu chỉnh các thông số điều khiển, hoạt động của bộ điều khiển đã đáp ứng được các tiêu chí:

- Động cơ dễ khởi động.
- Động cơ chạy cầm chừng đều, không bị tắt máy đột ngột.
- Động cơ đáp ứng yêu cầu tăng tốc chậm và vừa tốt, tăng tốc tức thời theo yêu cầu, động cơ chạy đều và ổn định.
- Động cơ đáp ứng yêu cầu tăng tốc đột ngột chưa tốt, quá trình tăng tốc trễ hơn yêu cầu tăng tốc.

Cửa sổ giao tiếp với người dùng vẫn còn mức độ trễ tương đối lớn.

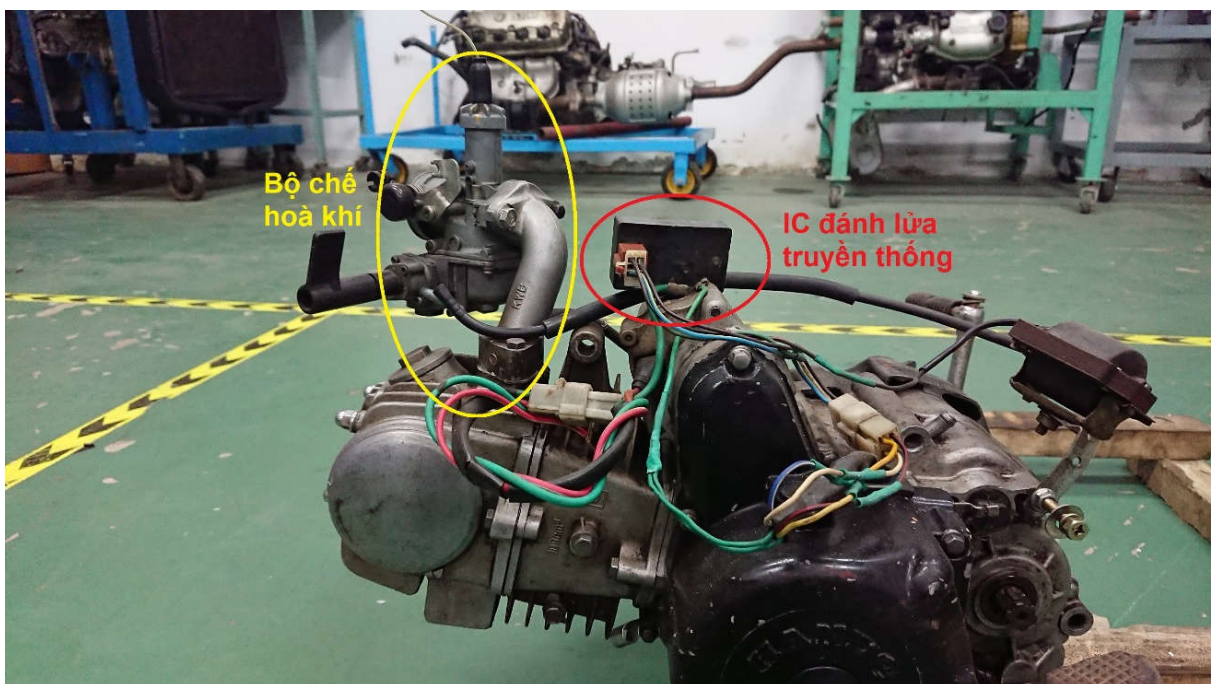


Hình 6.1: Cửa sổ giao tiếp với người dùng trên PC

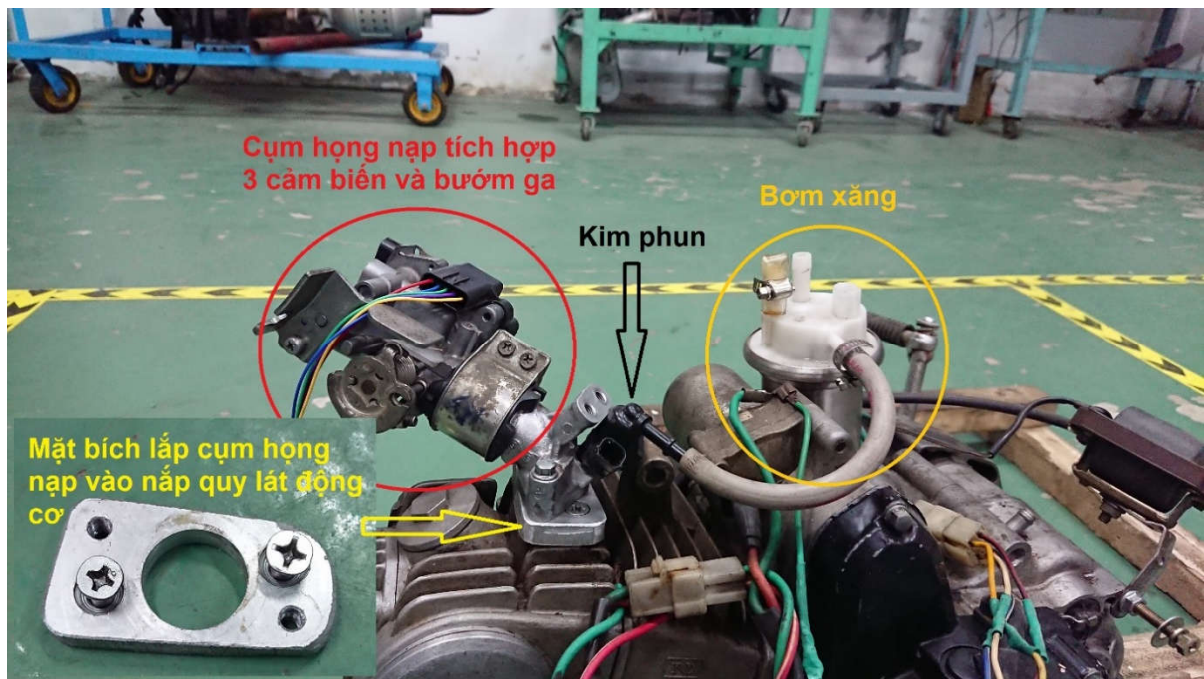
PHỤ LỤC 1: CHUYỂN ĐỔI ĐỘNG CƠ XĂNG SỬ DỤNG BỘ CHẾ HOÀ KHÍ SANG PHUN XĂNG VÀ ĐÁNH LỬA ĐIỆN TỬ

Các công việc cần thực hiện bao gồm:

- Thay thế bộ chế hoà khí (BCHK) bằng cụm họng nạp có tích hợp bộ 3 cảm biến nhiệt độ khí nạp (IAT), vị trí bướm ga (TP), áp suất chân không đường ống nạp (MAP); bướm ga và vị trí lắp đặt kim phun.
- Thiết kế và chế tạo mặt bích gắn cụm họng nạp vào nắp quy lát động cơ, gắn cụm họng nạp vào động cơ.
- Lắp đặt cụm bơm xăng; lắp đặt kim phun lên cụm họng nạp; lắp đặt đường ống dẫn xăng từ bình xăng tới bơm xăng, từ bơm xăng tới kim phun.



Hình 7.1: Động cơ ban đầu sử dụng bộ chế hoà khí và đánh lửa CDI-AC.

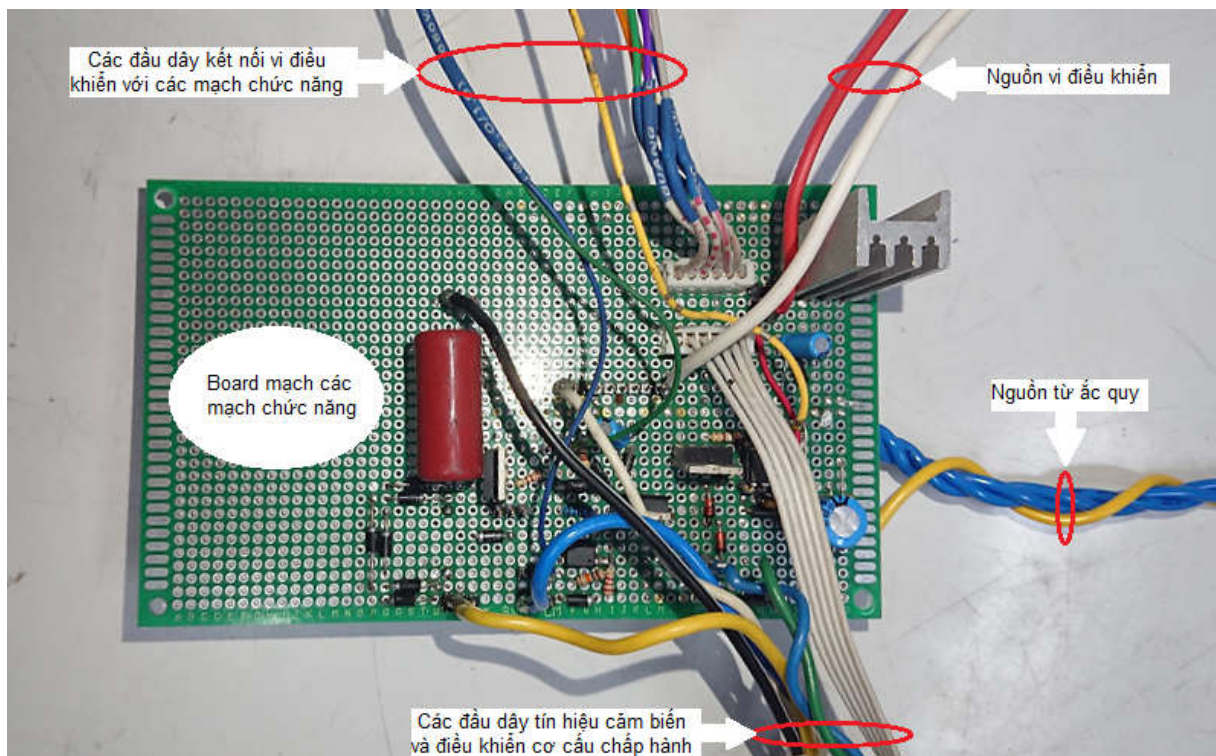


Hình 7.2: Động cơ sau cải tạo chuyển đổi.

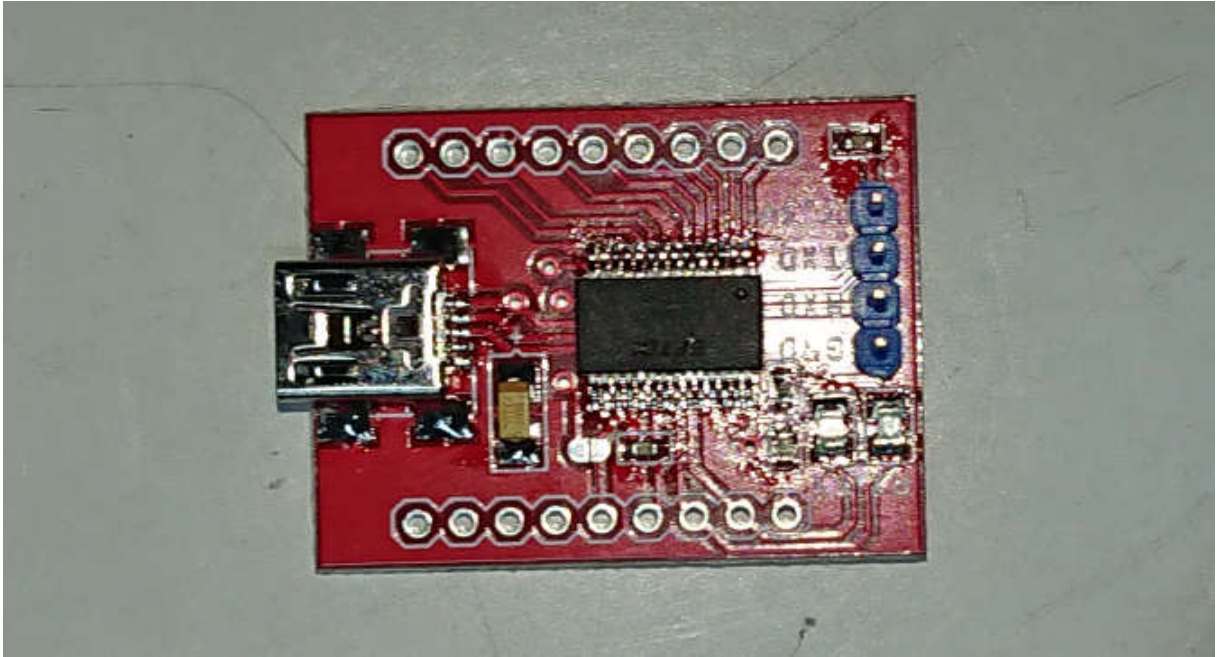
PHỤ LỤC 2: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN-ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN PHUN XĂNG VÀ ĐÁNH LỬA

Các công việc cần thực hiện bao gồm:

- Thiết kế và chế tạo các mạch chức năng của bộ điều khiển:
 - + Mạch nguồn ổn áp cho vi điều khiển và các cảm biến.
 - + Mạch gia công tín hiệu CKP
 - + Mạch đánh lửa CDI-AC.
 - + Mạch khuếch đại công suất điều khiển kim phun.
- Kết nối mạch vi điều khiển (STM8S) với các mạch chức năng và mạch đệm giao tiếp PC, kết nối bộ điều khiển với các cảm biến và cơ cấu chấp hành.



Hình 8.1: Board mạch các mạch chức năng



Hình 8.2: Mạch đệm giao tiếp PC – FT232

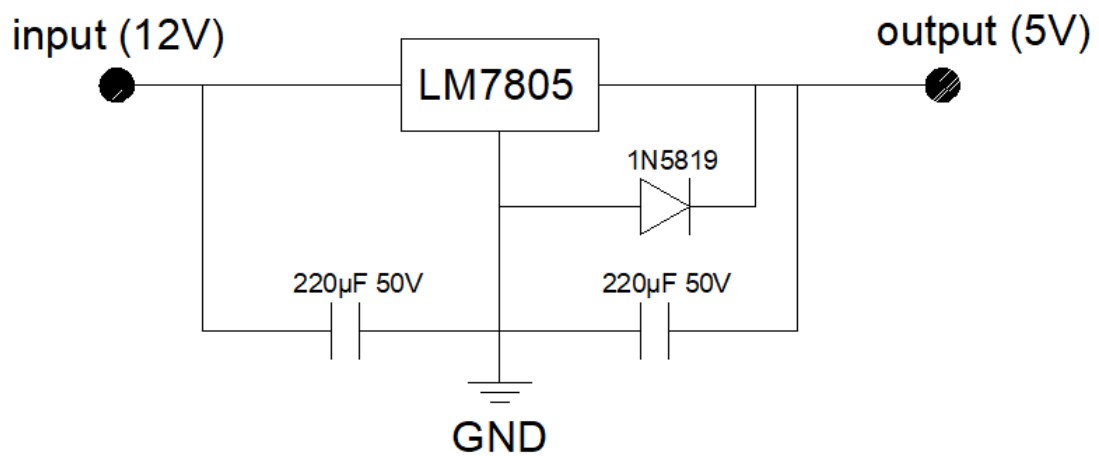


Hình 8.3: Vi điều khiển của bộ điều khiển – STM8S discovery kit STM8S208C8

8.1. Mạch nguồn ổn áp

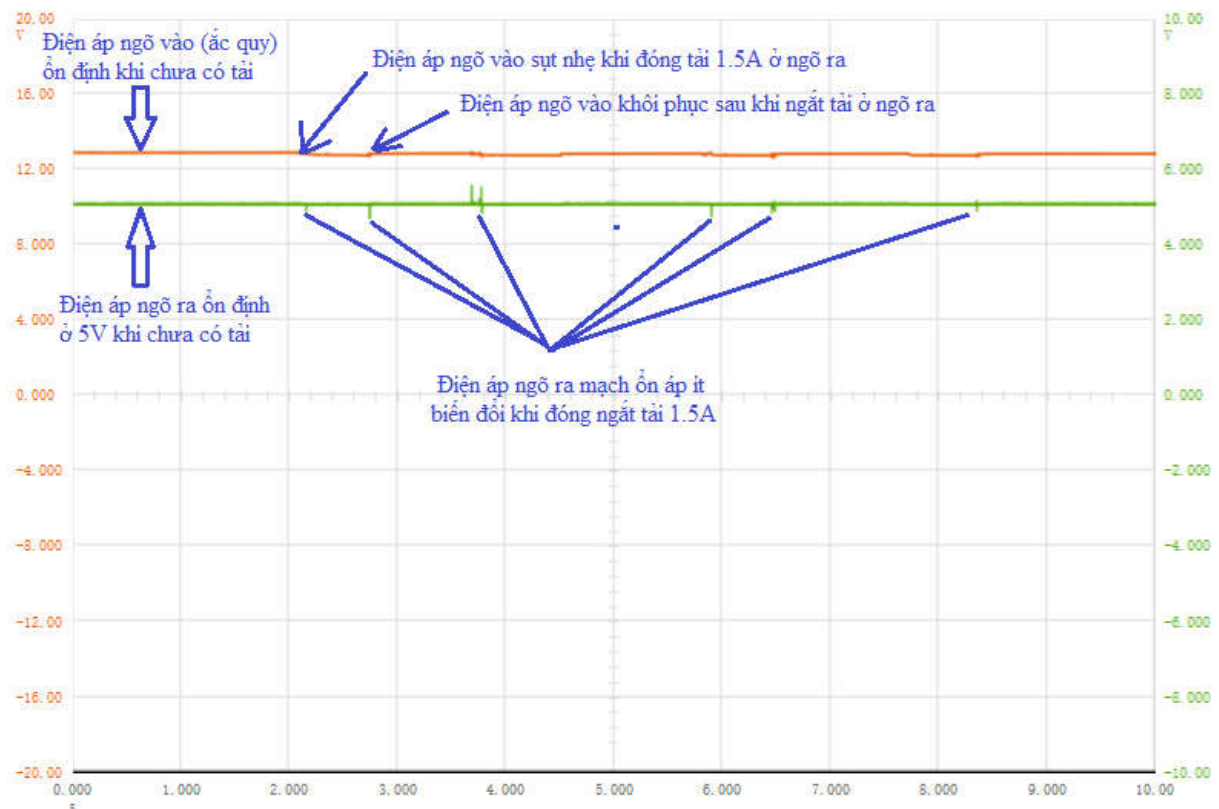
Điện áp cấp cho vi điều khiển phải ổn định để vi điều khiển hoạt động bình thường, không bị khởi động lại do sụt áp hay quá nhiệt do quá áp. Điện áp cấp cho cảm biến phải ổn định để tín hiệu cảm biến trả về cho vi điều khiển đúng theo đặc tính, cho phép vi điều khiển đọc và xử lý đúng để điều khiển các cơ cấu chấp hành. Họ vi điều khiển STM8S hoạt động ở điện áp 5V nên mạch nguồn ổn áp được thiết kế cho ra ngõ ra 5V.

8.1.1. Sơ đồ và nguyên lý làm việc



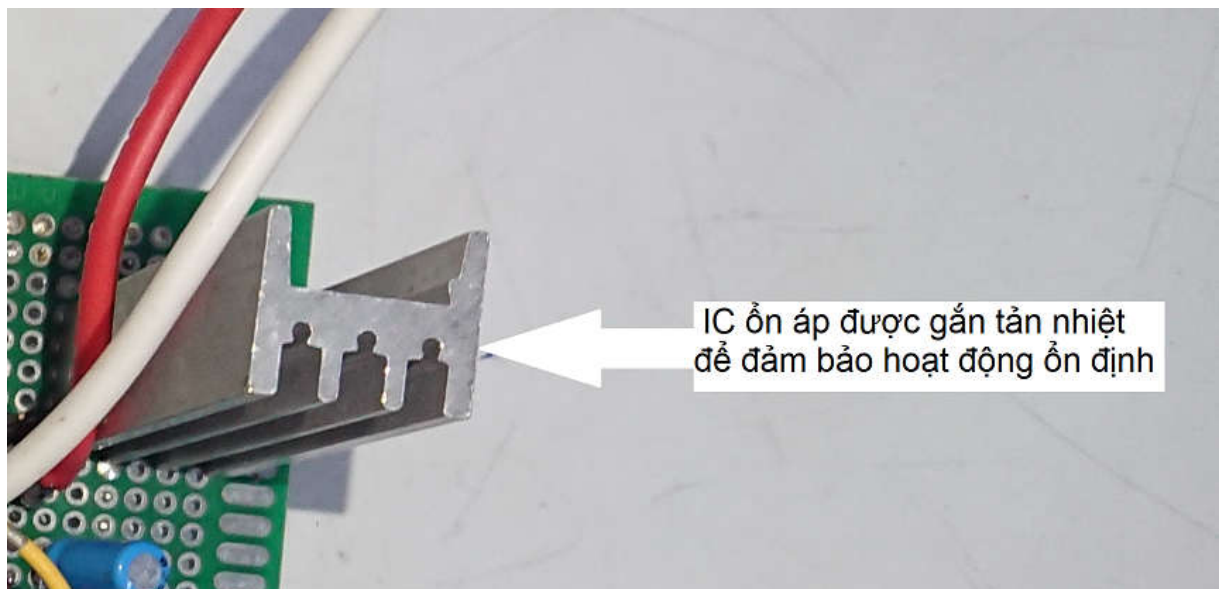
Hình 8.4: Sơ đồ mạch nguồn ổn áp

Mạch nguồn ổn áp sử dụng IC ổn áp LM7805, là loại IC cung cấp điện áp ngõ ra (5V) ổn định mặc dù điện áp ngõ vào thay đổi liên tục và thiếu sự ổn định (điều kiện là điện áp đầu vào phải lớn hơn 5V). IC cho phép cung cấp dòng điện ngõ ra tối đa 1,5A với biến thiên điện áp khi đóng ngắt tải rất nhỏ.



Hình 8.5: Khảo sát đặc tính tải mạch nguồn ổn áp

Nguồn ổn áp 5V được sử dụng cho mạch gia công tín hiệu CKP; cấp cho cụm cảm biến MAP, TP, IAT, cấp cho vi điều khiển.

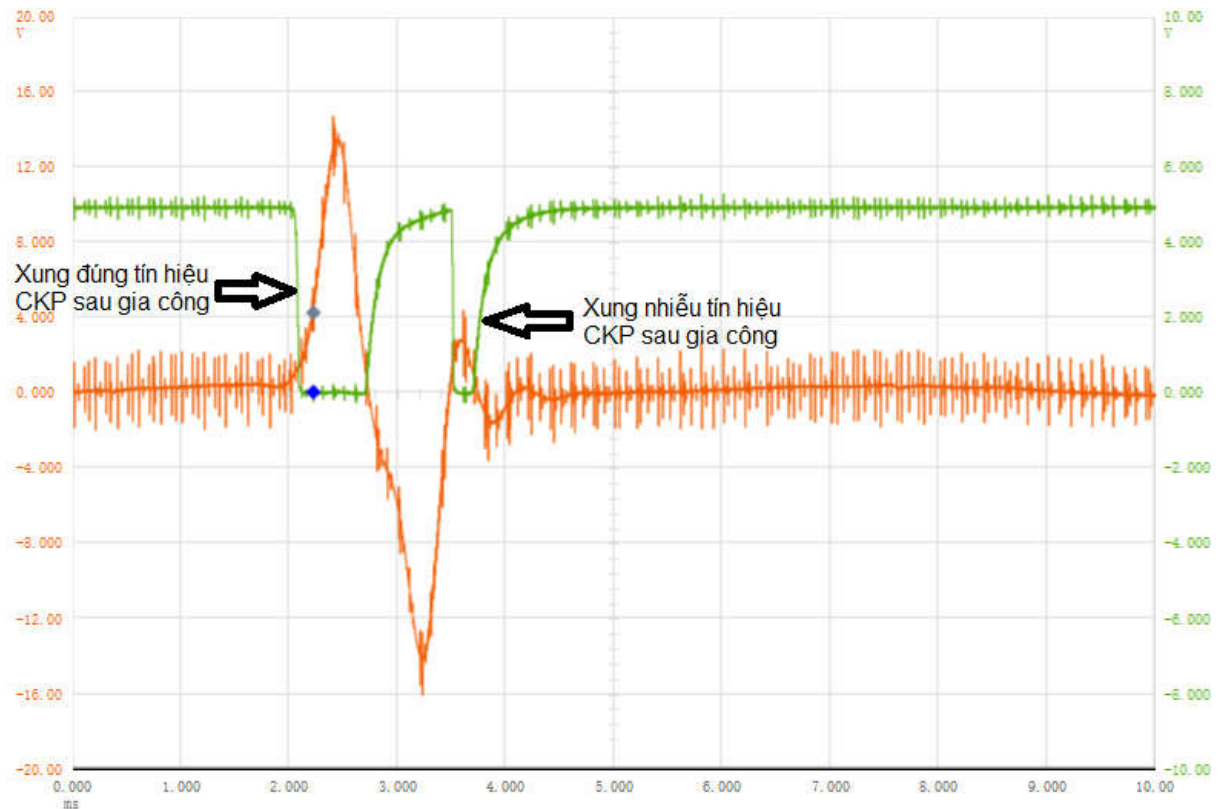


Hình 8.6: IC ổn áp được gắn tản nhiệt

8.2. Mạch gia công tín hiệu CKP

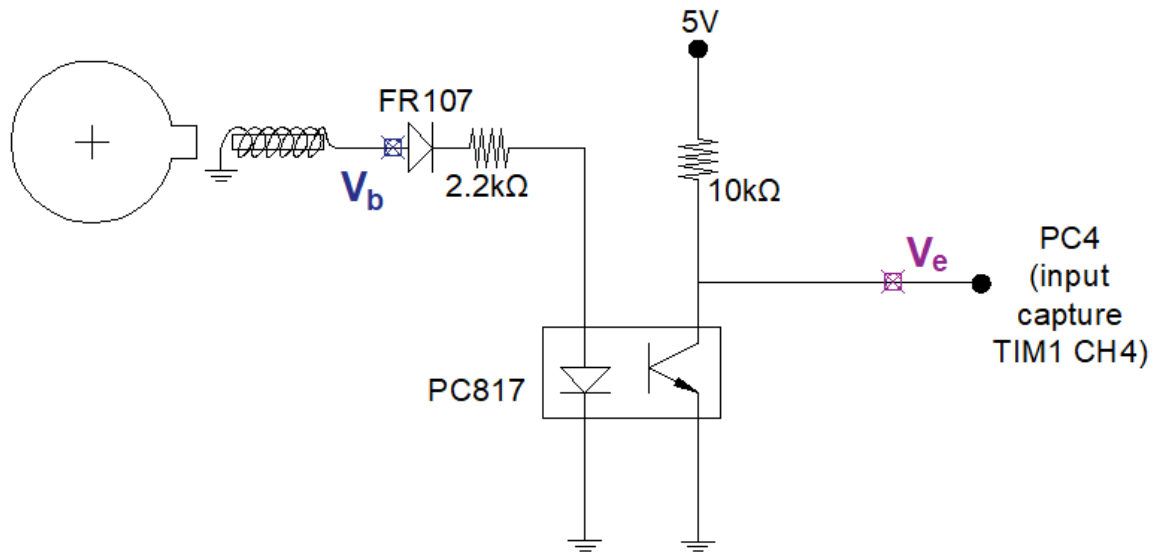
Tín hiệu CKP từ động cơ là tín hiệu điện xoay chiều, có biên độ thay đổi theo tốc

độ động cơ, do đó cần được xử lý thành dạng tín hiệu Digital cho phép vi điều khiển đọc và xử lý được. Linh kiện dùng chuyển đổi tín hiệu dạng xung hình sin thành tín hiệu xung vuông có thể kể đến như transistor, opto. Tuy nhiên, opto là linh kiện cách ly quang nên có khả năng chống nhiễu tốt hơn, được sử dụng trong thiết kế mạch gia công tín hiệu CKP.

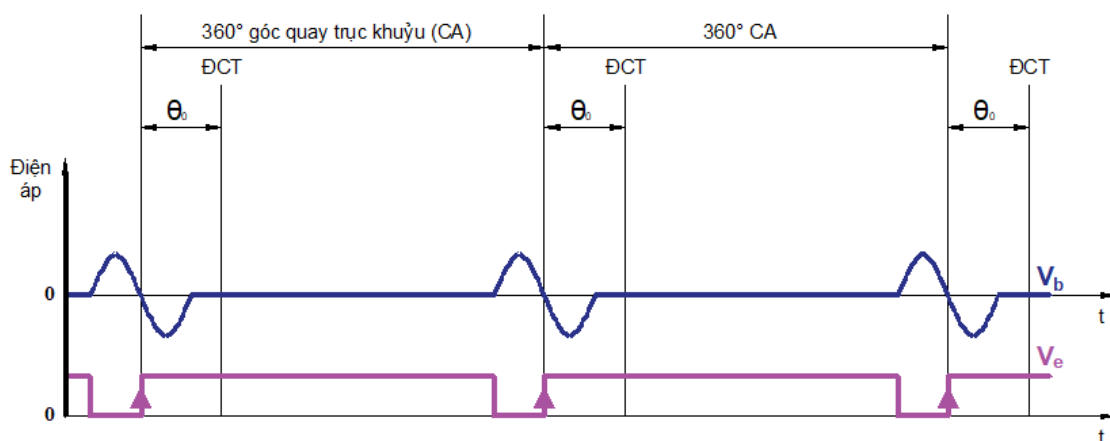


Hình 8.7: Tín hiệu CKP trước (cam) và sau gia công (xanh) bị nhiễu khi sử dụng transistor trong mạch gia công tín hiệu

8.2.1. Sơ đồ và nguyên lý làm việc



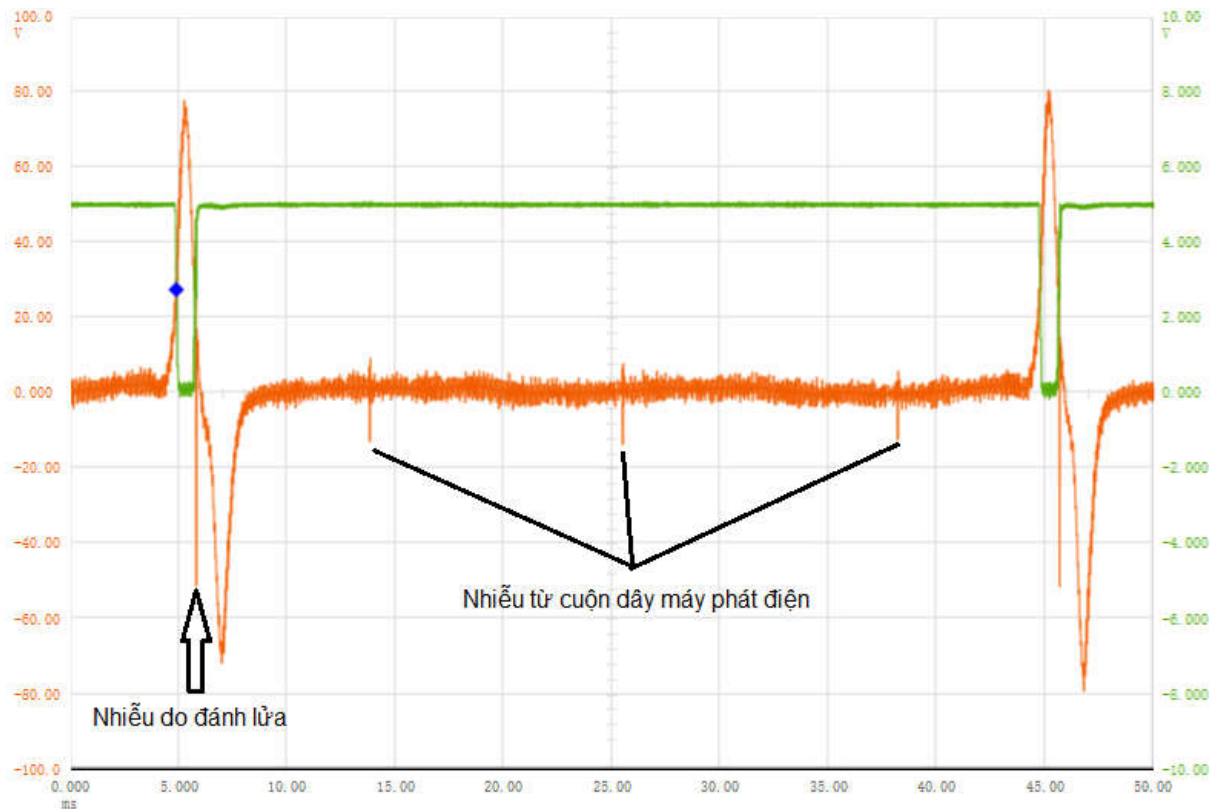
Hình 8.8: Sơ đồ mạch gia công tín hiệu CKP



Hình 8.9: Sơ đồ nguyên lý mạch gia công tín hiệu CKP

Tín hiệu xoay chiều được dẫn qua diode để cắt bỏ nửa chu kỳ điện áp âm, qua điện trở hạn dòng đi vào opto. Ngõ ra được nối lên nguồn 5V qua điện trở kéo, tín hiệu CKP sau gia công có cạnh rising (điện áp chuyển từ mức 0 (0V) lên mức 1 (5V)) đúng tại thời điểm 15° trước ĐCT, vì điều khiển thực hiện đọc tín hiệu bằng chương trình ngắt Input Capture.

Opto là linh kiện truyền tín hiệu cách ly, sử dụng trong mạch gia công tín hiệu CKP để chống các tín hiệu nhiễu do đánh lửa, sóng hài từ biến tần trong quá trình thực nghiệm...



Hình 8.10: Tín hiệu CKP trước (cam) và sau gia công (xanh) đã được chống nhiễu

8.3. Mạch đánh lửa CDI-AC

Đối với hệ thống đánh lửa điện dung, năng lượng trong mạch sơ cấp của bobin được tích lũy dưới dạng điện trường chứa trong tụ:

$$W_c = \frac{C \times U^2}{2}$$

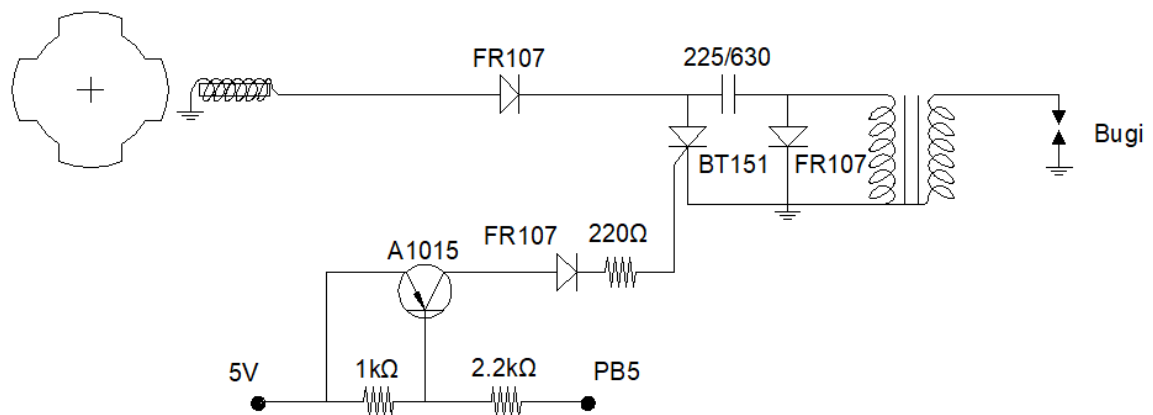
Trong đó: C: điện dung của tụ điện (F)

U: điện áp trên tụ điện (V)

Thông thường người ta chọn tụ điện C có giá trị nằm trong khoảng từ $0,5 \div 3 \mu F$, vì theo tính toán và thực nghiệm, nếu điện dung của tụ C lớn thì khi tốc độ cao sẽ không đủ thời gian để tụ C được nạp đầy, còn nếu điện dung nhỏ thì sẽ ảnh hưởng đến năng lượng đánh lửa. hiệu điện thế nạp trên tụ thường nhỏ hơn 400V, vì nếu lớn hơn sẽ gây hiện tượng rò điện ở mạch thứ cấp trên bobin.

Mạch đánh lửa CDI-AC của bộ điều khiển sử dụng tụ điện 225/630, có điện dung $2,2 \mu F$, điện áp cực đại 630V.

8.3.1. Sơ đồ và nguyên lý làm việc



Hình 8.11: Sơ đồ mạch đánh lửa CDI-AC

Khi SCR BT151 ngắt, điện áp xoay chiều từ máy phát điện trên động cơ được dẫn qua diode để cắt bỏ nửa chu kỳ điện áp âm, sau đó được nạp vào tụ. Tín hiệu điều khiển đánh lửa do vi điều khiển xuất ra qua chân PB5, qua mạch kích transistor A1015 đi vào chân kích SCR. Khi có tín hiệu đánh lửa, SCR dẫn, tụ điện xả theo chiều từ tụ -> SCR -> mass -> cuộn sơ cấp bobin đánh lửa -> tụ. Sự biến thiên dòng điện đột ngột trên cuộn sơ cấp bobin đánh lửa sẽ cảm ứng lên cuộn thứ cấp, sức điện động cao áp được đưa tới bugi đánh lửa.

Diode FR107 mắc song song cuộn sơ cấp bobin đánh lửa có tác dụng dập tắt nhanh dòng xả ngược của tụ, đảm bảo chỉ có 1 tia lửa điện ở bugi đúng thời điểm đánh lửa yêu cầu.

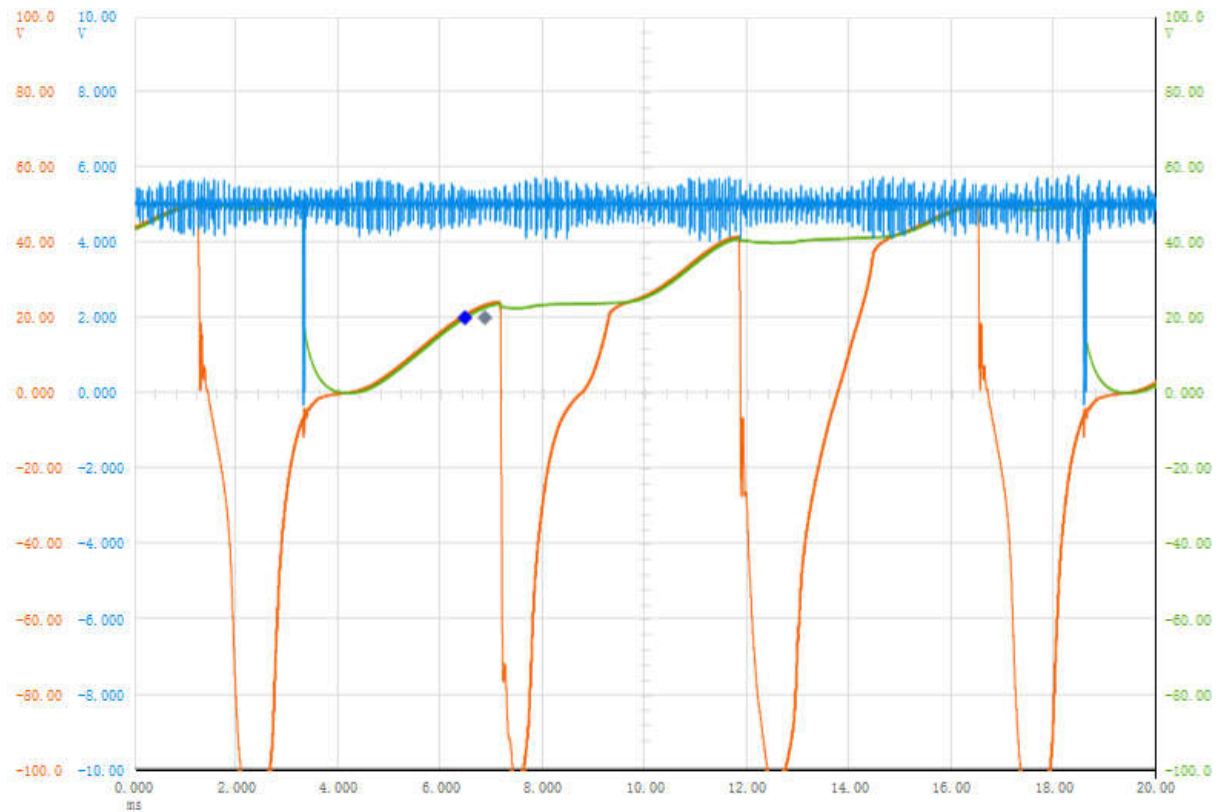
BT151 series C

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	MAX.	UNIT
V_{DRM}	BT151- Repetitive peak off-state voltages	500C 500	650C 650	800C 800	V
V_{RRM}					
$I_{T(AV)}$	Average on-state current	7.5	7.5	7.5	A
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	12	12	12	A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	100	100	100	A

Hình 8.12: Đặc tính SCR BT151 [8]

SCR BT151-650C sử dụng trong mạch cho phép điều khiển đóng ngắt điện áp tụ cực đại – tức điện áp cấp cho cuộn sơ cấp bobin đánh lửa tối đa lên tới 650V, trong khi điện áp cực đại trên tụ là 630V.

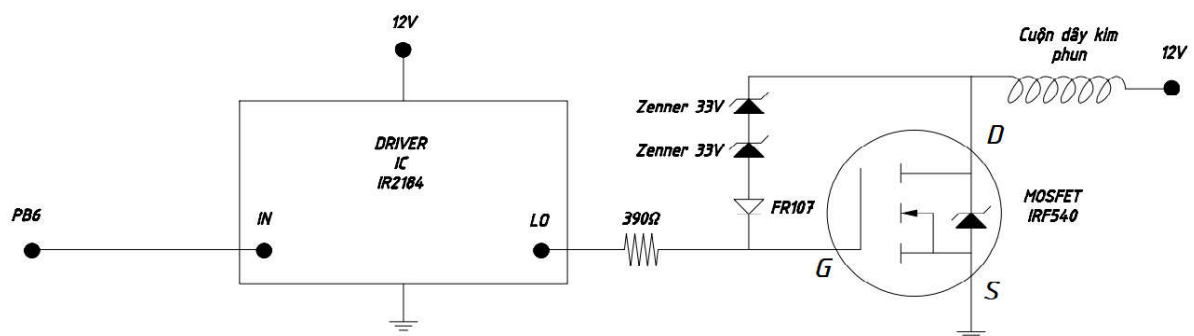


Hình 8.13: Tín hiệu điều khiển đánh lửa (xanh dương), điện áp máy phát điện nạp tụ (cam, giá trị x10) và điện áp tụ (xanh lá, giá trị x10) ở tốc độ 1500rpm

8.4. Mạch khuếch đại công suất điều khiển kim phun

Tín hiệu điều khiển từ vi điều khiển có công suất rất nhỏ, cần được khuếch đại để điều khiển tải.

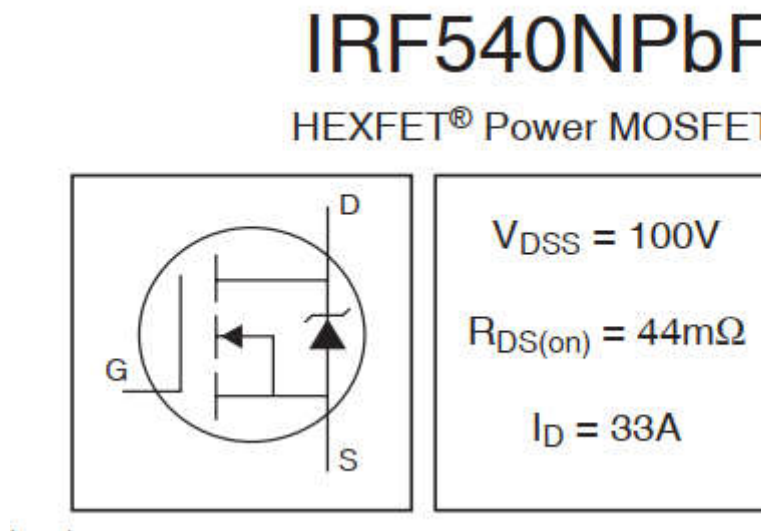
8.4.1. Sơ đồ và nguyên lý làm việc



Hình 8.14: Sơ đồ mạch khuếch đại công suất điều khiển kim phun

Mạch khuếch đại công suất điều khiển kim phun sử dụng MOSFET công suất IRF540. Tín hiệu điều khiển từ vi điều khiển đi vào chân IN của IC cầu H IR2184, tín hiệu ra ở chân LO kích MOSFET IRF540. Khi có tín hiệu điều khiển mở kim phun,

MOSFET IRF540 dẫn, hai đầu cuộn dây kim phun có chênh áp, kim phun được mở.



IRF540NPbF

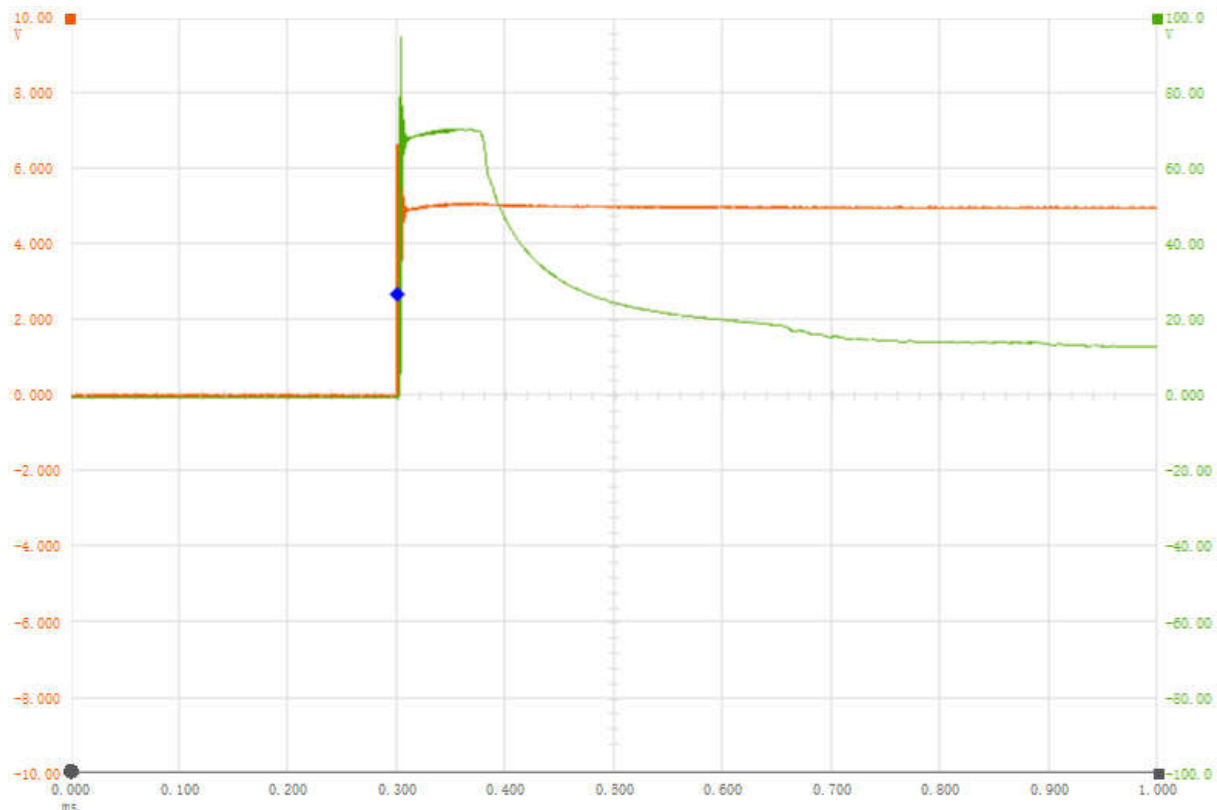
International
IR Rectifier

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	100	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.12	—	V/ $^\circ\text{C}$	Reference to 25°C , $I_D = 1mA$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	44	m Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 16A$ Ⓢ
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$

Hình 8.15: Đặc tính MOSFET IRF540 [10]

Thời điểm tắt tín hiệu điều khiển kim phun, trong cuộn dây kim phun xuất hiện dòng điện tự cảm. Để dập tắt hiện tượng kim phun chưa đóng ngay tại thời điểm có tín hiệu điều khiển đóng kim phun của ECU, mạch khuếch đại công suất sử dụng nhánh gồm hai zenner 33V 1W, diode FR107, điện trở 390 Ω xả dòng tự cảm từ chân D MOSFET – một đầu cuộn dây kim phun về chân LO của drive IC IR2184 – nối mass tại thời điểm có tín hiệu đóng kim phun của ECU.



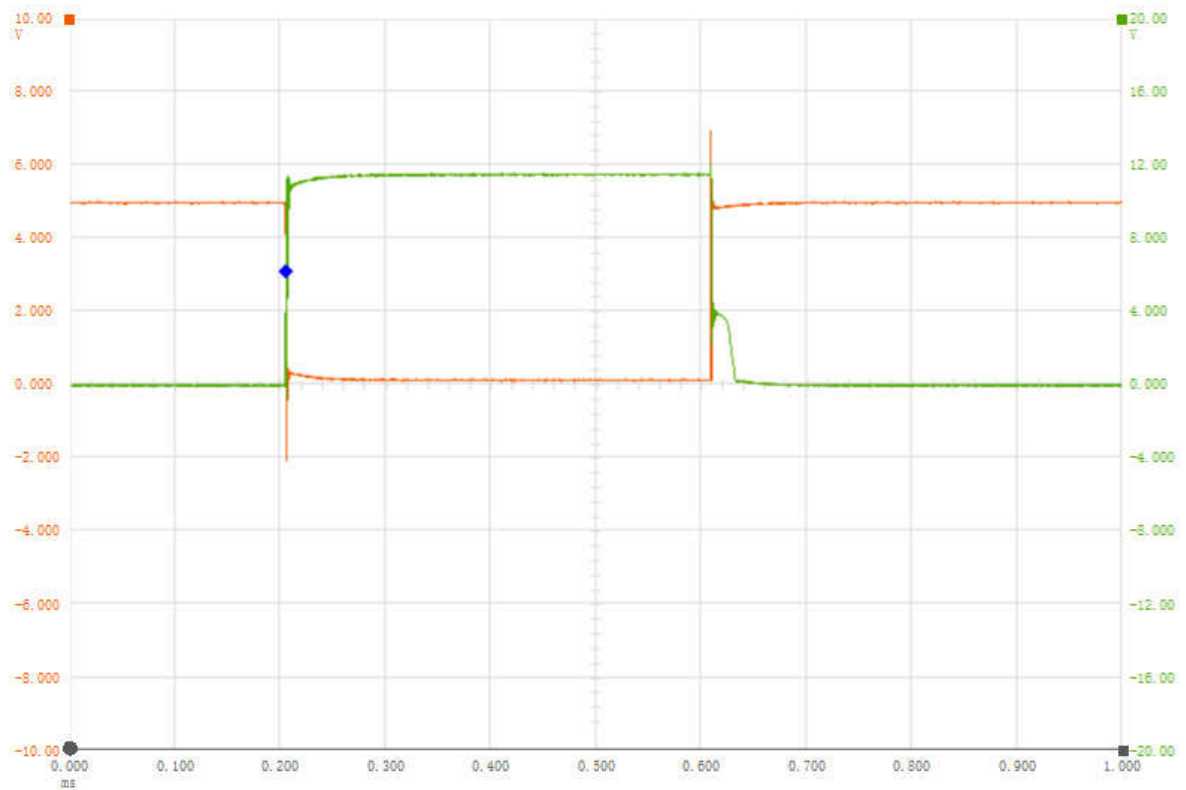
Hình 8.16: Điện áp chân D MOSFET – một đầu cuộn dây kim phun tăng lên đột ngột do hiện tượng tự cảm tại thời điểm ECU điều khiển đóng kim phun

Dòng điện trong nhánh đạt tối đa khi zenner hoạt động ở công suất định mức:

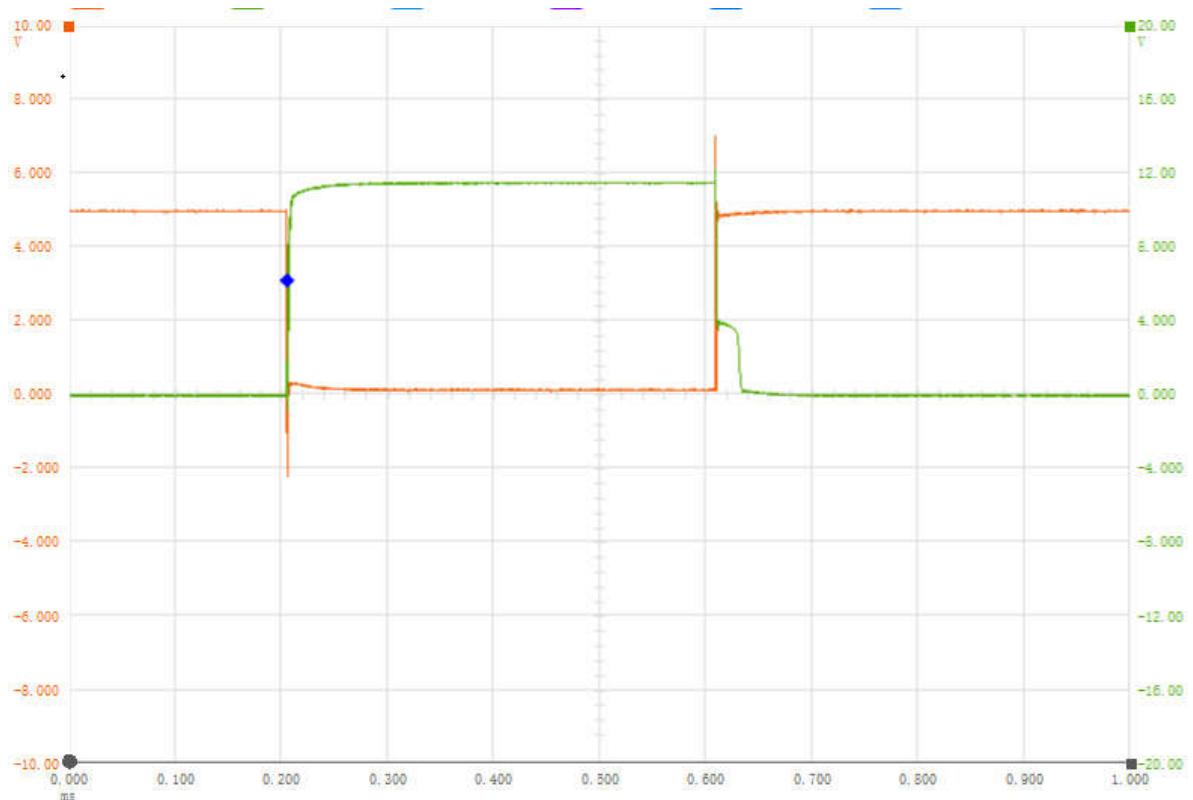
$$I = \frac{P}{U} = \frac{1}{33} \approx 30mA$$

MOSFET có điện áp ngưỡng $V_{GS(th)} = 4V$, do đó điện trở trên nhánh xả dòng phải được chọn để đảm bảo $V_{GS} < V_{GS(th)} \Leftrightarrow V_{GS} < 4$.

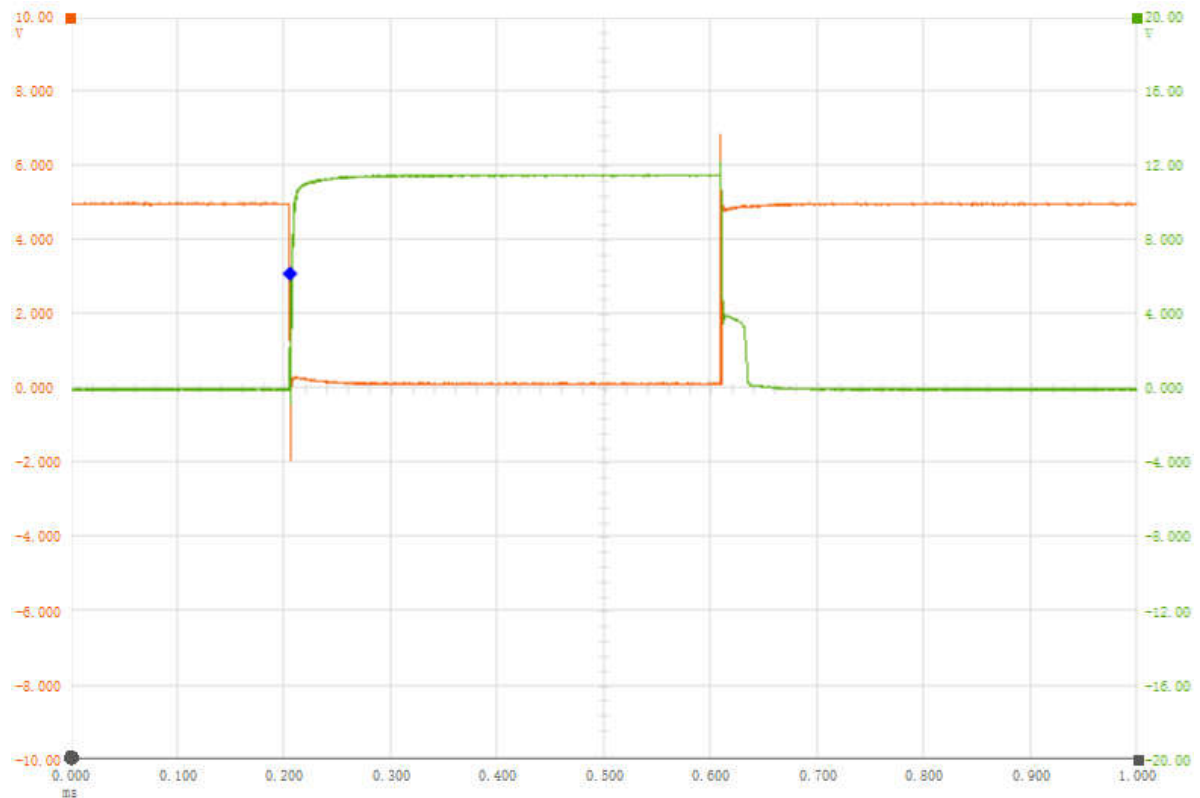
$$V_{GS} = I \times R \Rightarrow R < 1330\Omega$$



Hình 8.17: Tín hiệu điều khiển kim phun (cam) và V_{GS} (xanh) với $R = 100\Omega$

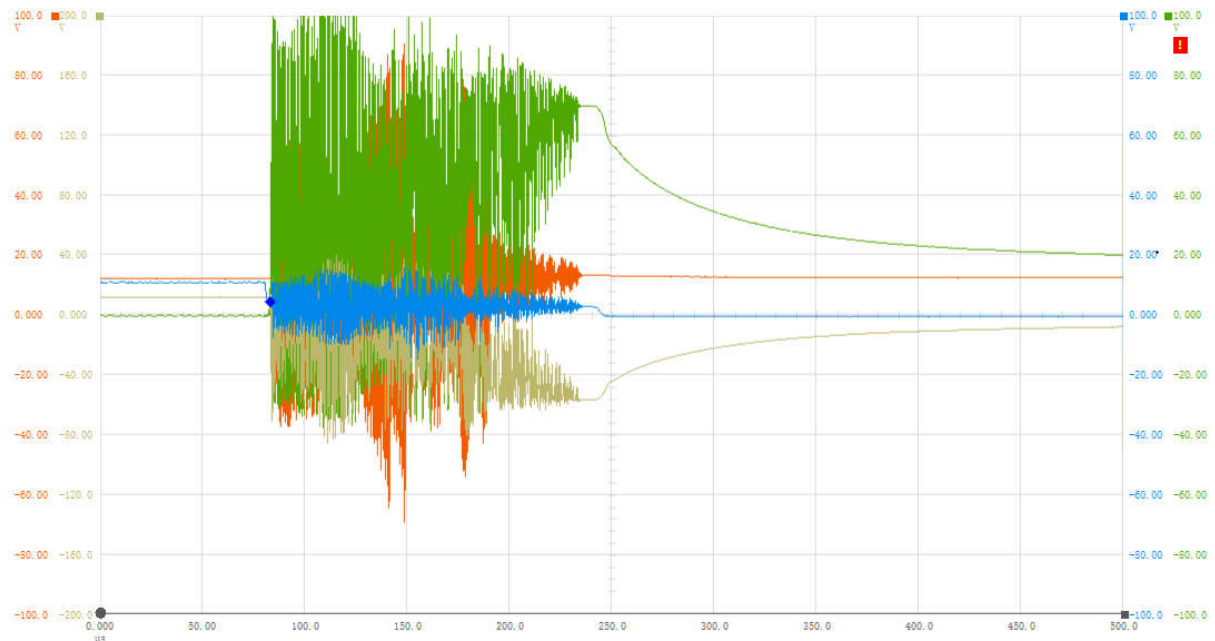


Hình 8.18: Tín hiệu điều khiển kim phun (cam) và V_{GS} (xanh) với $R = 220\Omega$



Hình 8.19: Tín hiệu điều khiển kim phun (cam) và V_{GS} (xanh) với $R = 390\Omega$

Trong quá trình chế tạo mạch công suất, thay thế điện trở với các giá trị 100 Ω m, 220 Ω m, 390 Ω m; quá trình xả dòng tự cảm đều đảm bảo $V_{GS} < 4$. Do đó điện trở 390 Ω m được sử dụng để hạn dòng điện dẫn qua driver IC.



Hình 8.20: Điện áp hai đầu kim phun (đầu 12V (cam), đầu cực D MOSFET (xanh lá)), hiệu điện thế hai đầu kim phun (nâu) và điện áp cực G MOSFET (xanh dương)

8.5. Mạch đệm giao tiếp PC – FT232

Mạch đệm giao tiếp sử dụng IC FT232RL, là một IC chuyển đổi giữa giao tiếp UART của vi điều khiển và giao tiếp USB với PC

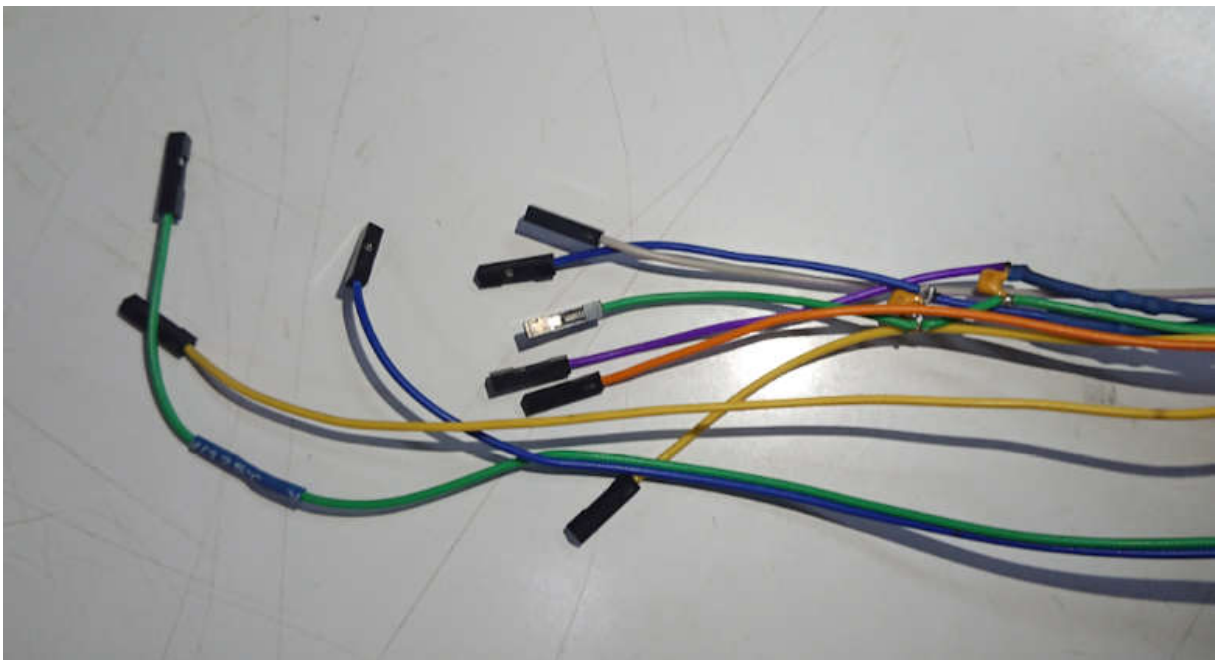
8.6. Các kết nối của bộ điều khiển

- Cấp nguồn cho vi điều khiển từ mạch nguồn ổn áp qua cổng USB-B

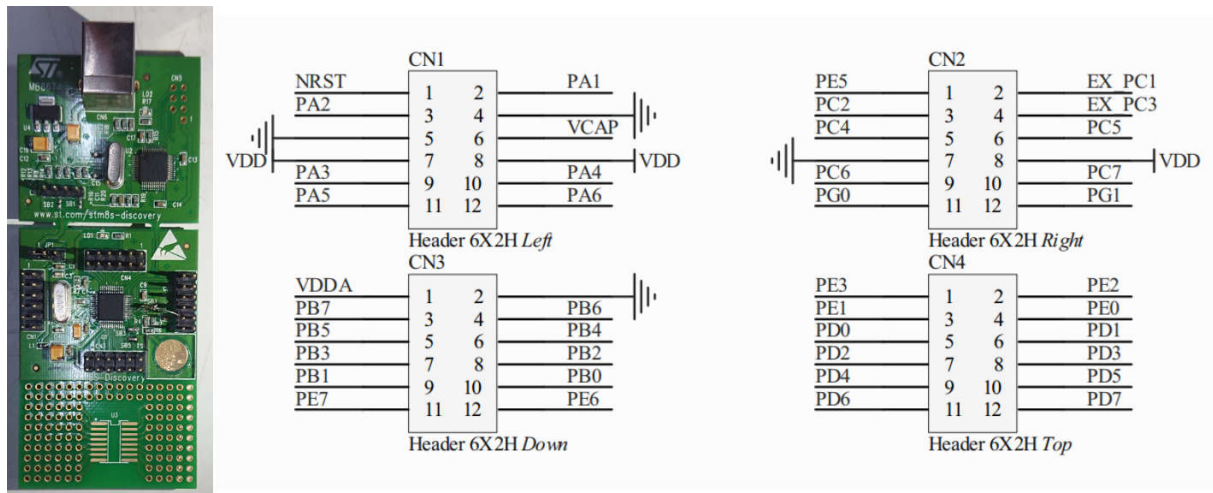


Hình 8.21: Cổng USB-B cấp nguồn cho vi điều khiển từ mạch nguồn ổn áp

- Kết nối các chân tín hiệu từ mạch chức năng tới vi điều khiển và từ vi điều khiển tới mạch chức năng:
 - + Chân VDD vi điều khiển – chân VCC cảm biến.
 - + Chân GND vi điều khiển – chân GND cảm biến.
 - + Chân GND vi điều khiển – chân mass chung vỏ động cơ
 - + Chân PC4 vi điều khiển – chân tín hiệu CKP sau gia công.
 - + Chân PB0 vi điều khiển – chân tín hiệu TP.
 - + Chân PB3 vi điều khiển – chân tín hiệu MAP.
 - + Chân PB5 vi điều khiển – chân điều khiển mạch đánh lửa CDI-AC.
 - + Chân PB6 vi điều khiển – chân điều khiển mạch khuếch đại điều khiển kim phun.

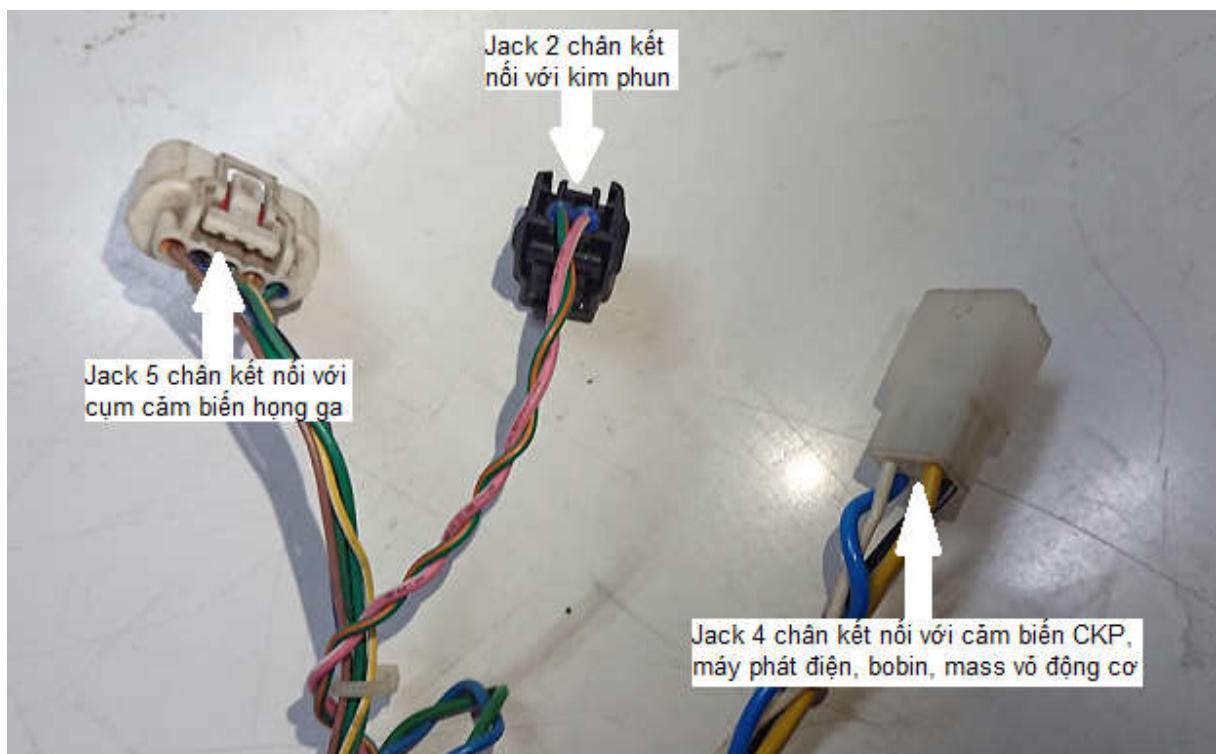


Hình 8.22: Các chân của mạch chức năng kết nối với vi điều khiển



Hình 8.23: Sơ đồ các chân của vi điều khiển [12]

- Kết nối bộ điều khiển với các cảm biến và cơ cấu chấp hành:
 - + Jack 5 chân kết nối với jack cụm họng ga.
 - + Jack 4 chân kết nối với jack cảm biến ckp, máy phát, bobin, mass vô động cơ.
 - + Jack 2 chân với jack kim phun



Hình 8.24: Các jack kết nối từ bộ điều khiển

- Kết nối vi điều khiển với mạch đệm giao tiếp PC:

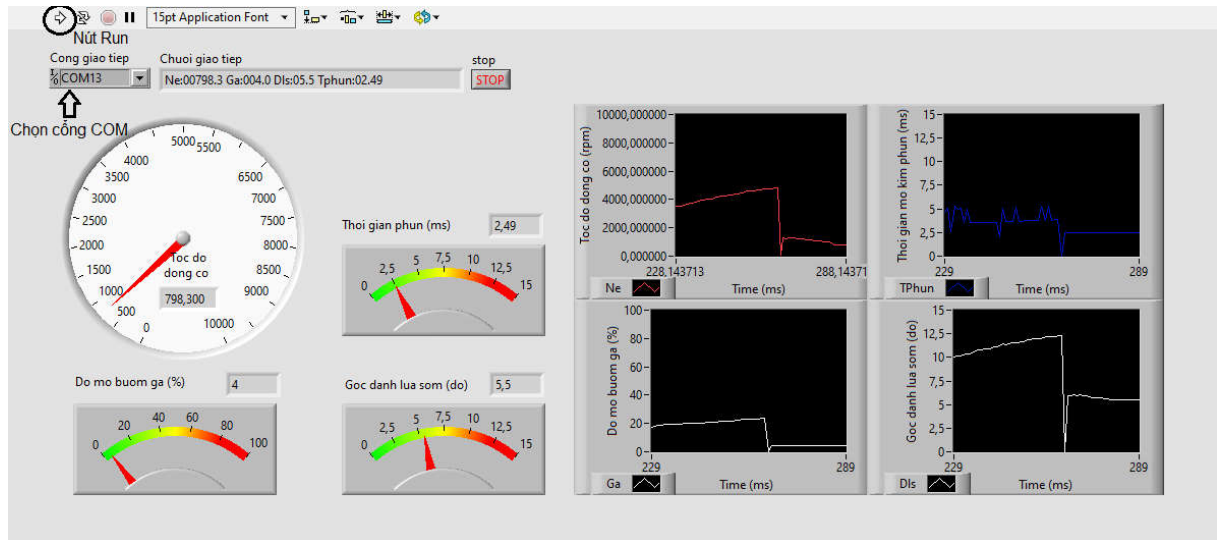
- + Chân VCC vi điều khiển – chân 5V mạch đệm.
- + Chân GND vi điều khiển – chân GND mạch đệm.
- + Chân PD5 (TXD3) vi điều khiển – chân RXD mạch đệm.
- + Chân PD6 (RXD3) vi điều khiển – chân TXD mạch đệm.
- Mạch đệm giao tiếp FT232 kết nối với PC thông qua cáp mini-USB – USB-A.



Hình 8.25: Mạch đệm giao tiếp FT232 và cáp mini-USB – USB-A

- + Giải nén file “*CDM 2.08.24 WHQL Certified.zip*” chứa driver của cổng COM ảo.
- + Kết nối board giao tiếp và cổng USB trên máy tính bằng dây mini-USB, Windows sẽ tự nhận biết và cài đặt driver. Vào *Control Panel*, chọn *Hardware and Sound*, chọn *Device Manager*, click vào *Ports (COM & LPT)* để xem số thứ tự của cổng COM ảo.

- + Mở file “Giaotiep.vi”, chọn cổng COM trong cửa sổ giao tiếp trên PC, nhấn Run để cho phép bắt đầu giao tiếp.



Hình 8.26: Giao diện giao tiếp với người dùng trên PC

PHỤ LỤC 3: THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH LƯỢNG KHÍ NẠP, ĐẶC TUYÊN KIM PHUN, TÍN HIỆU CHẾ ĐỘ TĂNG TỐC

9.1. Cơ sở lý thuyết

9.1.1. Xác định lượng khí nạp

Có 2 phương pháp dùng để xác định khối lượng khí nạp trên các hệ thống phun xăng điện tử là đo lượng khí nạp trực tiếp dựa trên tín hiệu cảm biến lưu lượng khí nạp MAF hoặc đo lượng khí nạp gián tiếp thông qua tín hiệu cảm biến áp suất chân không đường ống nạp MAP kết hợp với nhiệt độ khí nạp và hiệu suất nạp.

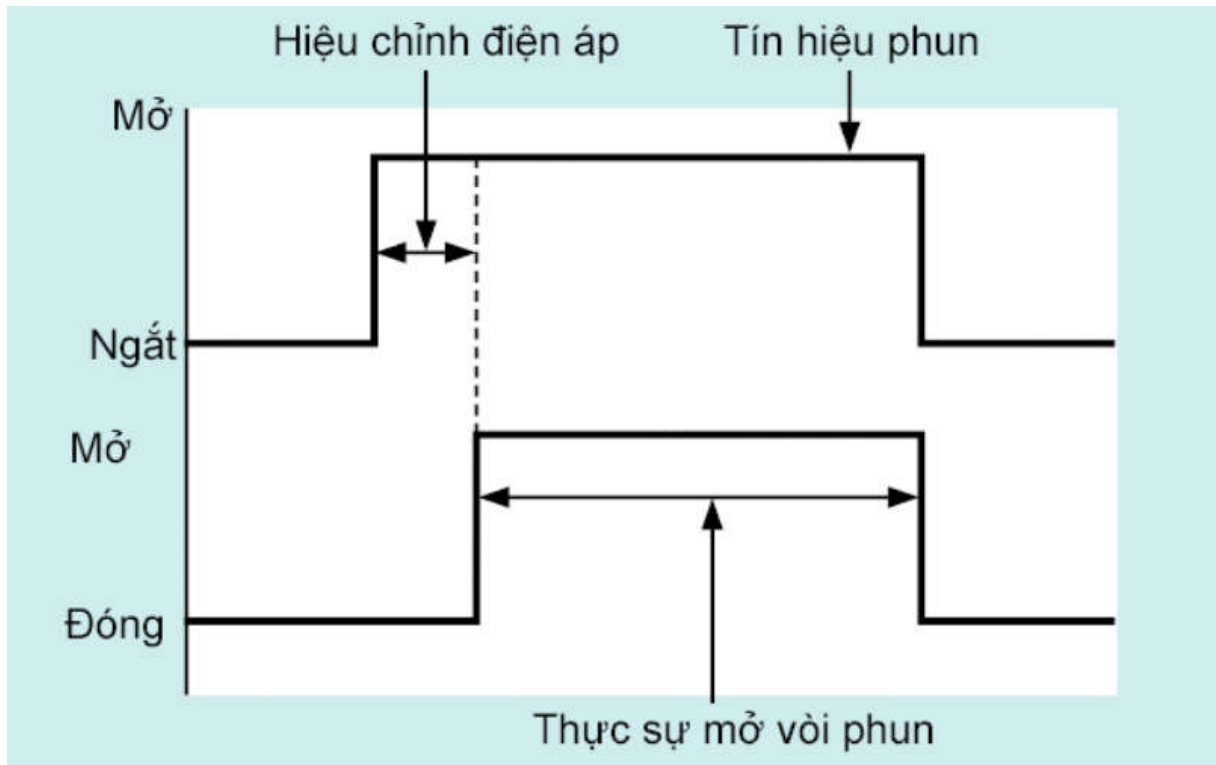
Bộ điều khiển phun xăng điện tử của đề tài sử dụng cảm biến áp suất chân không đường ống nạp, vì vậy cần sử dụng bộ số liệu thực nghiệm hiệu suất nạp tại các điểm vận hành của động cơ và calip tín hiệu cảm biến MAP thành giá trị áp suất để tính toán lượng phun cơ bản. Tuy nhiên điều kiện cơ sở vật chất không cho phép calip cảm biến MAP mà có thể thực hiện thực nghiệm đo trực tiếp lưu lượng khí nạp nên đề tài sẽ sử dụng bộ số liệu thực nghiệm lưu lượng khí nạp để tính toán khối lượng khí nạp khi vận hành.

Phương pháp thực nghiệm sử dụng một động cơ điện dẫn động động cơ đốt trong. Tốc độ động cơ đốt trong và vị trí bướm ga được cố định tại một điểm, ở đó xác lập các giá trị trả về của cảm biến áp suất chân không đường ống nạp MAP và lưu lượng khí nạp.

9.1.2. Xác định đặc tuyến kim phun

Trong hệ thống nhiên liệu của động cơ phun xăng điện tử, áp suất nhiên liệu được tạo ra do bơm nhiên liệu là tương đối ổn định, biến đổi theo điện áp ắc quy. Áp suất ở vị trí phun trên đường ống nạp thay đổi theo tải và tốc độ động cơ. Do đó lượng nhiên liệu được phun ra trong một khoảng thời gian nhất định sẽ thay đổi phụ thuộc vào độ chênh áp giữa áp suất nhiên liệu trong đường ống dẫn nhiên liệu và áp suất đường ống nạp nơi nhiên liệu được phun vào.

Ngoài ra, có một mức độ trễ nhỏ giữa thời điểm khi ECU truyền tín hiệu mở kim phun đến thời điểm kim phun thực sự mở, do đó cần tiến hành thực nghiệm để xác định độ trễ đó, đảm bảo phun đúng lượng phun tính toán.



Hình 9.1: Độ trễ thời điểm mở kim phun [2]

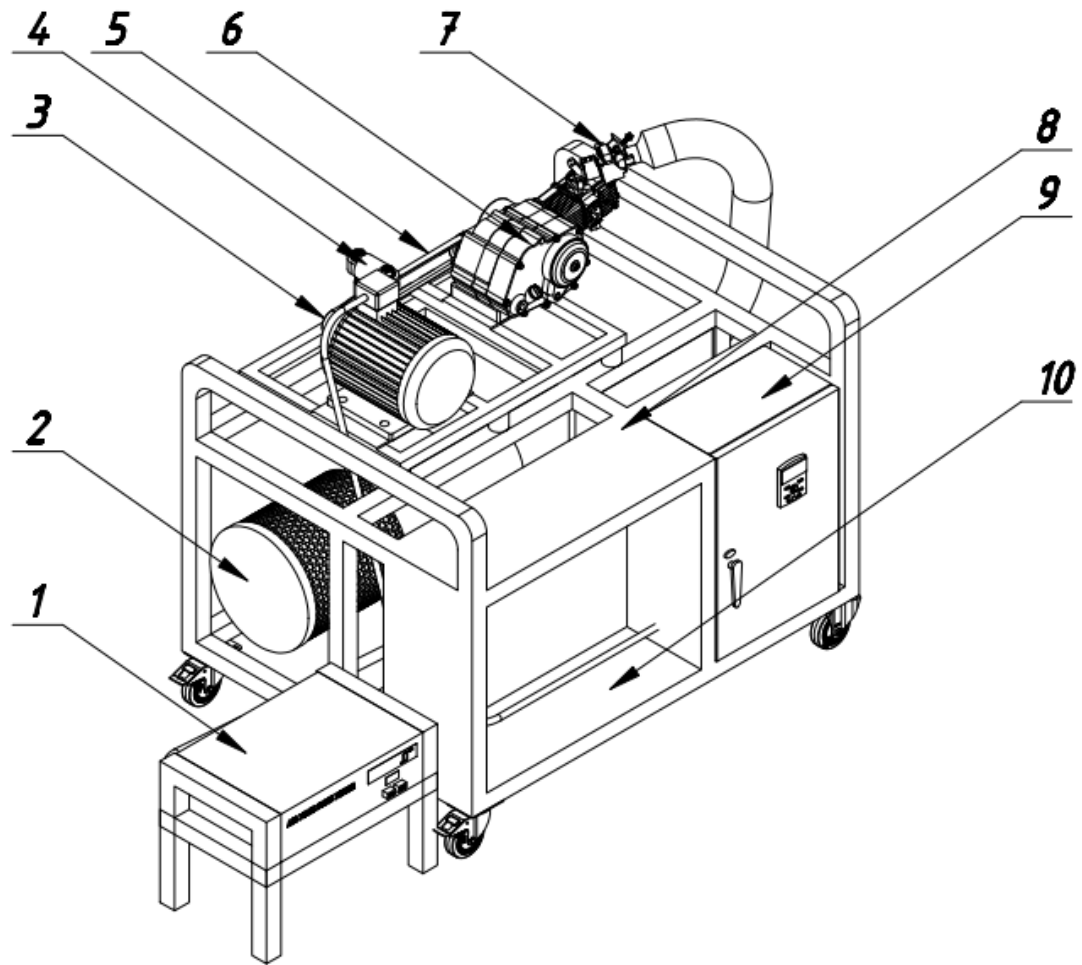
Dựa trên các đường đặc tính kim phun tại các điểm giá trị áp suất chân không đường ống nạp và khối lượng nhiên liệu, bộ điều khiển sẽ tính toán được thời gian phun.

Phương pháp thực nghiệm sử dụng một động cơ điện dẫn động động cơ đốt trong. Tốc độ động cơ đốt trong và vị trí bướm ga được cố định tại một điểm, ở đó xác lập một giá trị trả về của cảm biến MAP. Bộ điều khiển tiến hành phun nhiên liệu ở các khoảng thời gian khác nhau, số liệu ghi nhận được là khối lượng nhiên liệu phun, từ đó xây dựng được phương trình thời gian phun theo khối lượng phun. Bộ các phương trình ở các điểm giá trị trả về của cảm biến MAP trong miền hoạt động của động cơ là đặc tuyến kim phun.

9.1.3. Xác định tín hiệu chế độ tăng tốc

Tín hiệu chế độ tăng tốc là tín hiệu về tốc độ biến thiên của độ mở bướm ga. ECU sử dụng tín hiệu này tính toán lượng phun hiệu chỉnh và góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh, đảm bảo tăng công suất động cơ đáp ứng yêu cầu tăng tốc đột ngột hay tăng tốc đều.

9.2. Sơ đồ bố trí hệ thống thực nghiệm



1: Bộ hiển thị lưu lượng khí nạp

2: Lọc gió

3: Động cơ điện

4: Bộ căng xích

5: Bộ truyền xích

6: Động cơ đốt trong

7: Cụm họng ga

8: Bàn cân điện tử

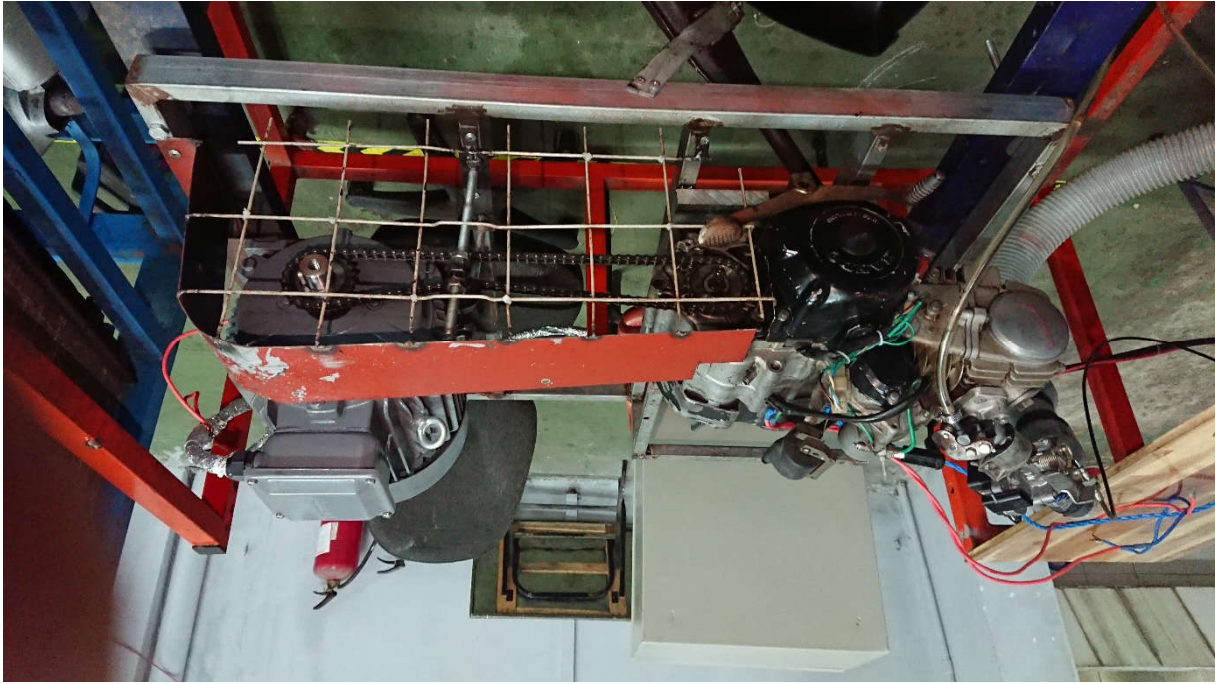
9: Tủ biến tần

10: Tủ ắc quy, ECU

11: Cảm biến lưu lượng khí nạp

12: Bình ổn áp khí nạp

Hình 9.2: Sơ đồ số hoá mô hình thực nghiệm



Hình 9.3: Mô hình thực nghiệm thực tế

9.3. Thiết bị thực nghiệm

9.3.1. Bộ đo lưu lượng khí nạp

- Cảm biến lưu lượng khí nạp Sensyflow P:
 - + Nguyên lý đo: cảm biến lưu lượng kiểu dây sấy.
 - + Dãy đo: 0 – 720 kg/h.
- Bộ hiển thị lưu lượng khí nạp:
 - + Nguyên lý đo: chuyển đổi ADC, hiện số.
 - + Độ chia nhỏ nhất: 0.1 kg/h

9.3.2. Cân điện tử

- Cân SHINKO DENSHI AJ – 12KE:
 - + Dãy đo: 0 – 12 kg
 - + Độ chia nhỏ nhất: 0.1g

9.3.3. Các thiết bị khác trong mô hình thực nghiệm

- Động cơ đốt trong: động cơ Honda Wave 110cc.
- Động cơ điện: TECO D112M, 3 phase, 4kW, 1470rpm – 50Hz.

- Biên tần: LS Is7, 3phase, 7,5kW.
- Bộ truyền xích: xích 35B.
- Cảm biến áp suất chân không đường ống nạp: nằm trên cụm họng ga SCR110.

9.4. Điều kiện thực nghiệm

9.4.1. Thực nghiệm xác định lượng khí nạp

- Nhiệt độ, áp suất ở điều kiện phòng.
- Động cơ đốt trong không đánh lửa, không phun nhiên liệu.

9.4.2. Thực nghiệm xác định đặc tuyến kim phun

- Nhiệt độ, áp suất ở điều kiện phòng.
- Động cơ đốt trong không đánh lửa.

9.4.3. Thực nghiệm xác định tín hiệu chế độ tăng tốc

- Động cơ không hoạt động

9.5. Qui trình thực nghiệm

9.5.1. Thực nghiệm xác định lượng khí nạp

- B1: Thiết lập vị trí bướm ga cố định.
- B2: Thiết lập tần số biến tần, tay số động cơ đốt trong tại tốc độ động cơ cố định.
- B3: Bấm nút khởi động biến tần, đợi động cơ điện kéo động cơ đốt trong tới tốc độ ổn định, đọc giá trị lưu lượng khí nạp trên bộ hiển thị và giá trị áp suất chân không đường ống nạp trên cửa số giao tiếp PC, ghi chép vào bảng số liệu.
- B4: Quay lại thực hiện B2 tại tốc độ động cơ mới, thực hiện B3; vòng lặp cho hết các điểm tốc độ động cơ cần thực nghiệm.
- B5: Quay lại thực hiện B1 tại vị trí bướm ga mới, thực hiện B3, B4; vòng lặp cho hết các điểm vị trí bướm ga cần thực nghiệm.

9.5.2. Thực nghiệm xác định đặc tuyến kim phun

- B1: Thiết lập vị trí bướm ga, tần số biến tần và tay số động cơ để xác lập áp suất chân không đường ống nạp cần xác định đường đặc tuyến kim phun.

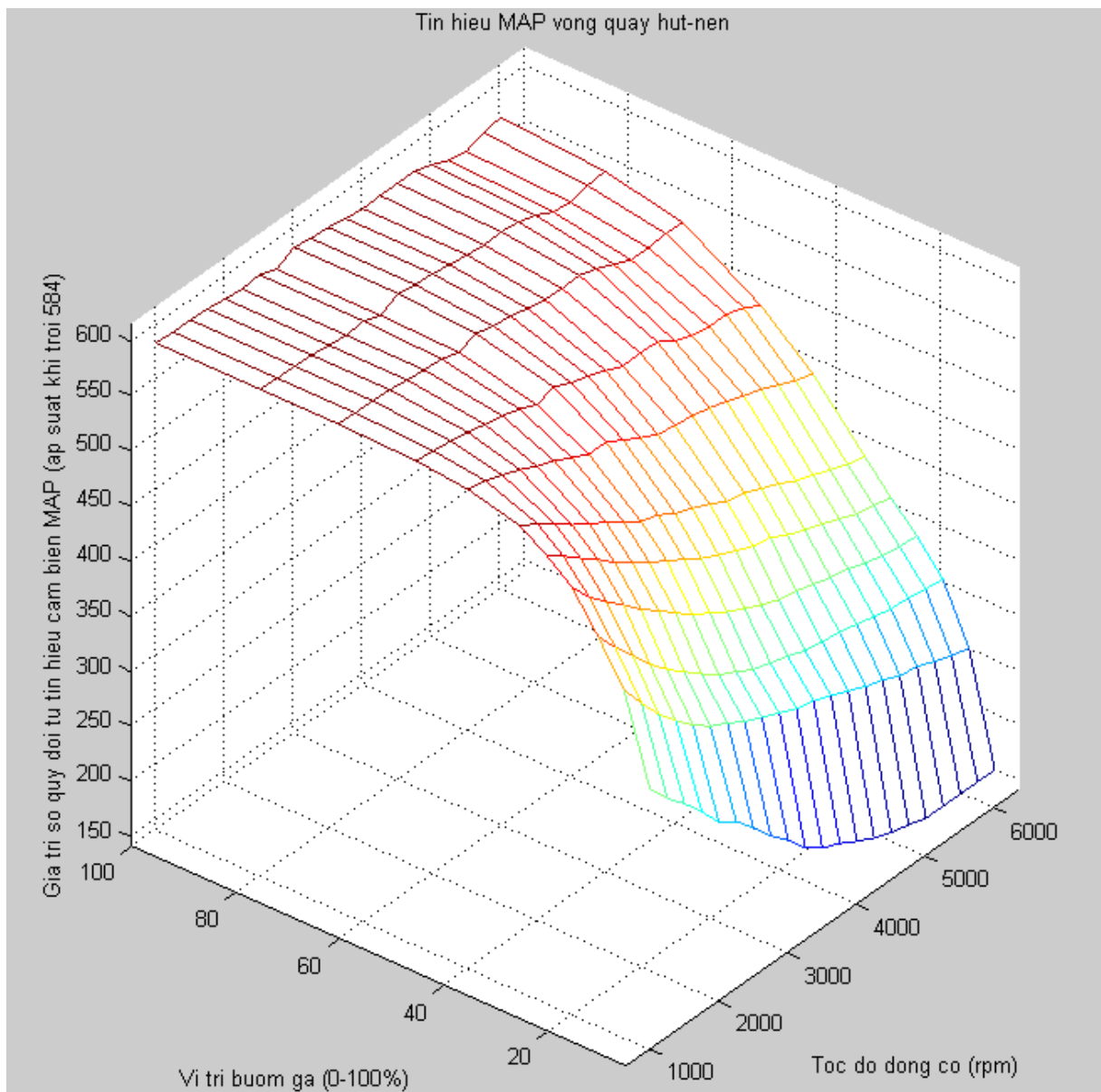
- B2: Bấm nút khởi động biến tần, đợi động cơ điện kéo động cơ đốt trong tới tốc độ ổn định.
- B3: Set 0 cân điện tử, đặt bình nhiên liệu lên cân, đọc và ghi chép giá trị khối lượng nhiên liệu ban đầu.
- B4: Bấm nút thiết lập thời gian phun cố định và reset biến đếm số lần phun, bắt đầu phun.
- B5: Chờ tín hiệu hoàn tất phun trên cửa sổ giao tiếp PC, đọc và ghi chép giá trị khối lượng nhiên liệu mới.
- B6: Quay lại thực hiện B4 với thời gian phun mới, thực hiện B5; vòng lặp cho hết các giá trị thời gian phun cần thực nghiệm.
- B7: Quay lại thực hiện B1 xác lập áp suất chân không đường ống nạp mới, thực hiện B2, B3, B4, B5, B6; vòng lặp cho hết các giá trị áp suất chân không đường ống nạp cần thực nghiệm.

9.5.3. Thực nghiệm xác định tín hiệu chế độ tăng tốc

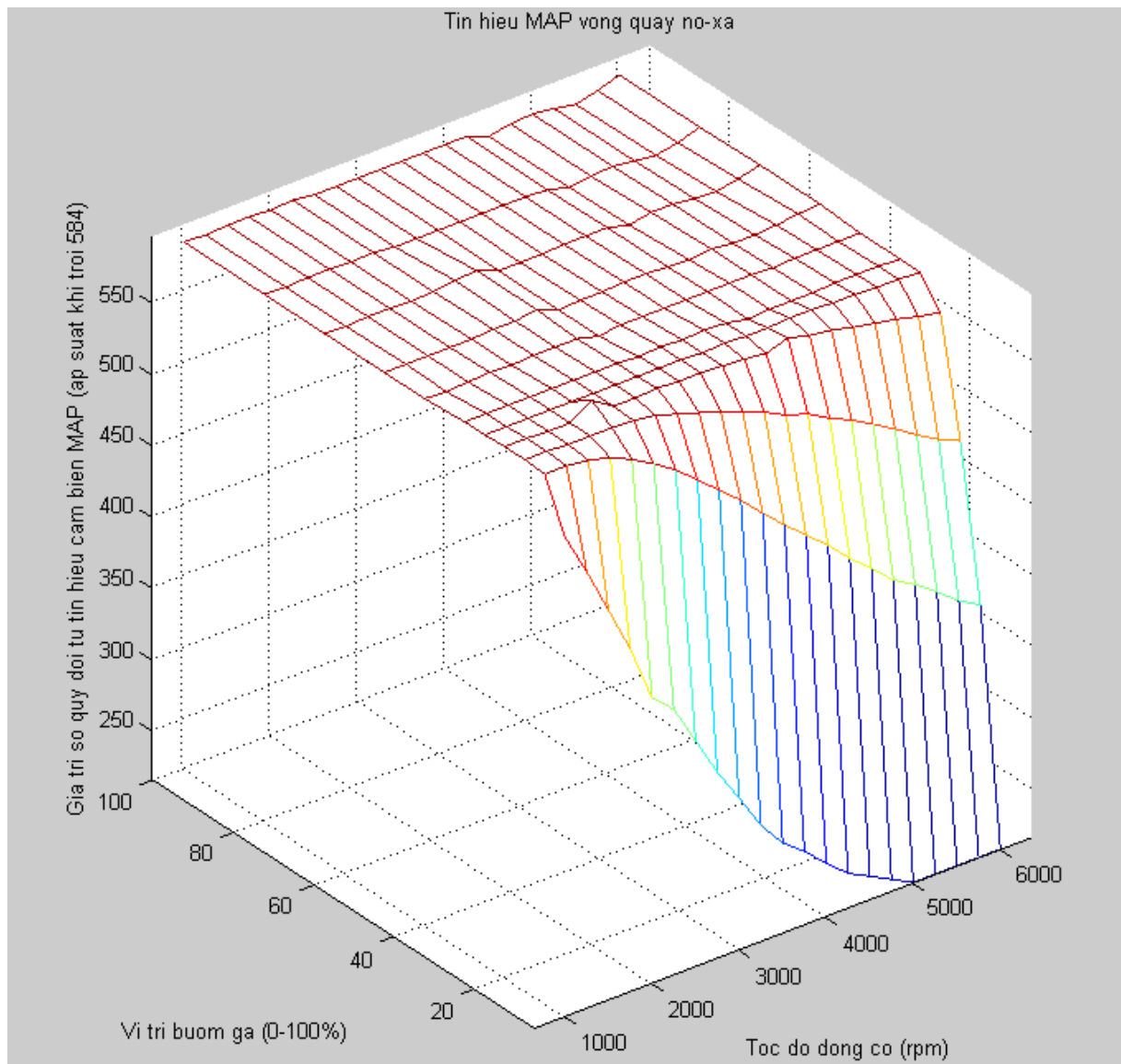
- B1: Thiết lập vi điều khiển gửi giá trị biến thiên vị trí bướm ga lên cửa sổ giao tiếp người dùng trên PC.
- B2: Kéo tay ga động cơ với nhiều tốc độ khác nhau, tương ứng các chế độ tăng tốc đột ngột, tăng tốc đều trong thực tế vận hành.
- Ghi nhận các giá trị biến thiên vị trí bướm ga.

9.6. Phương pháp xử lý, phân tích số liệu

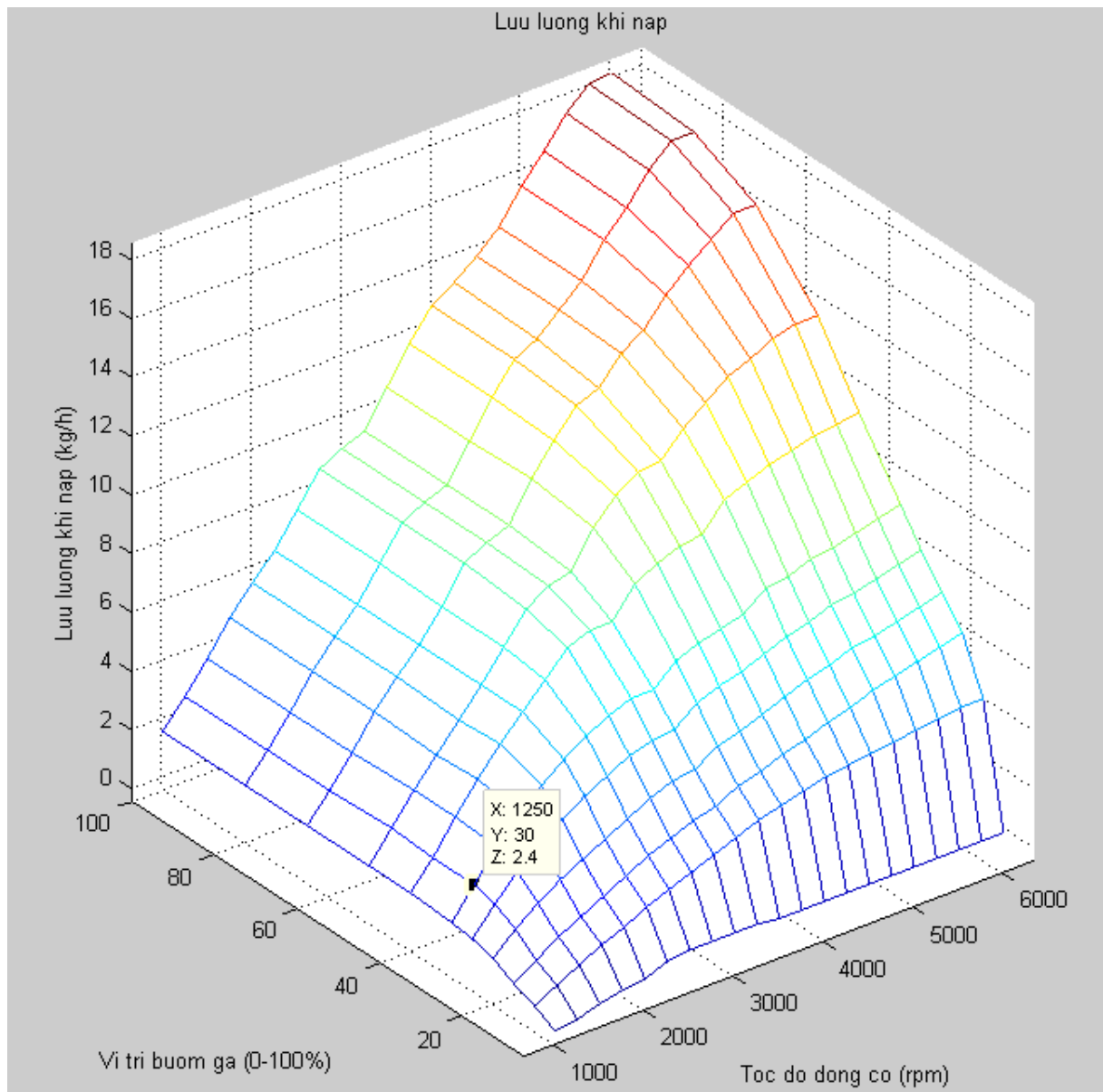
9.6.1. Xác định lượng khí nạp



Hình 9.4: Tín hiệu cảm biến MAP vòng quay hút-nén của động cơ

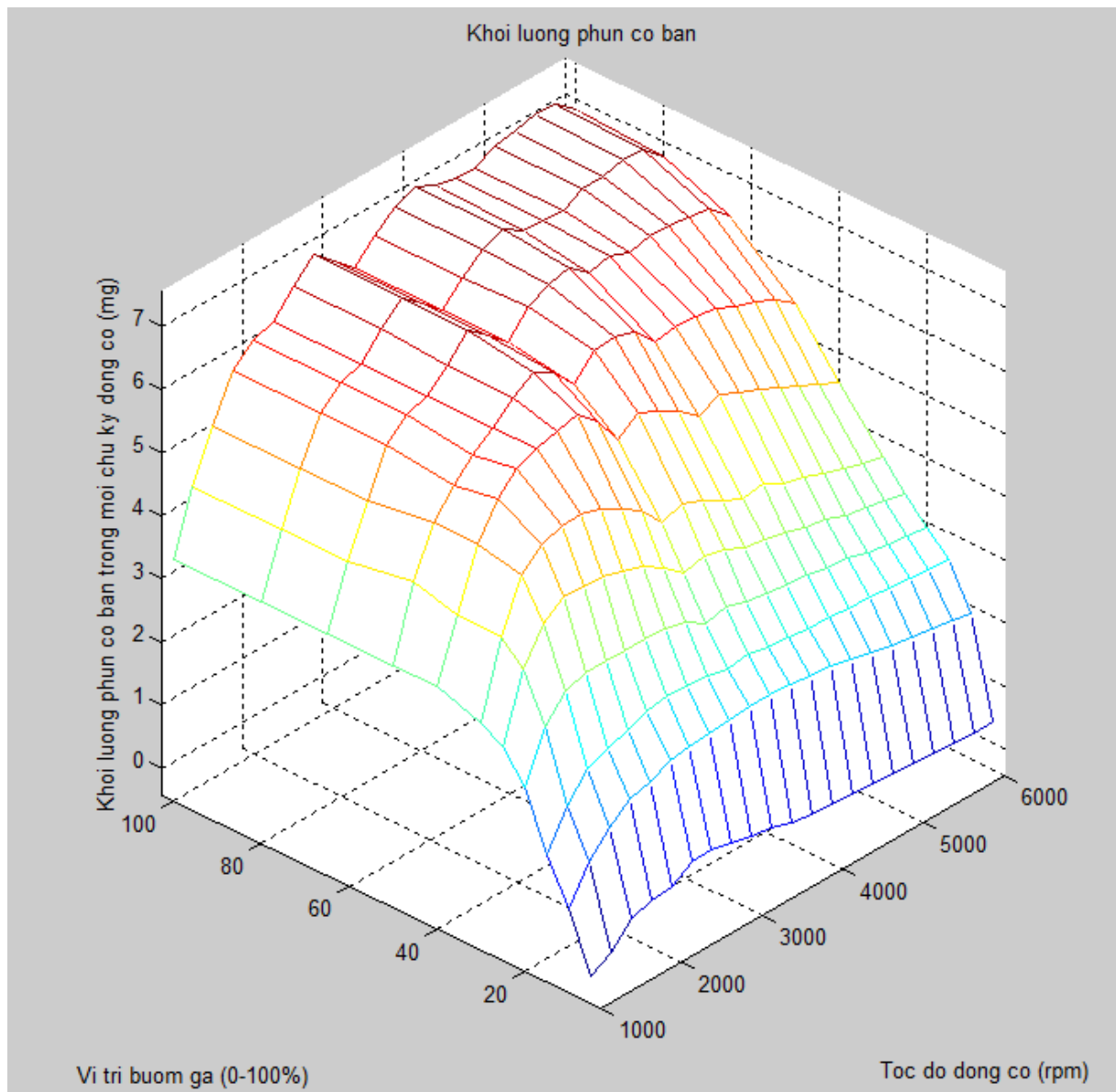


Hình 9.5: Tín hiệu cảm biến MAP vòng quay hút-nén của động cơ



Hình 9.6: Lưu lượng khí nạp

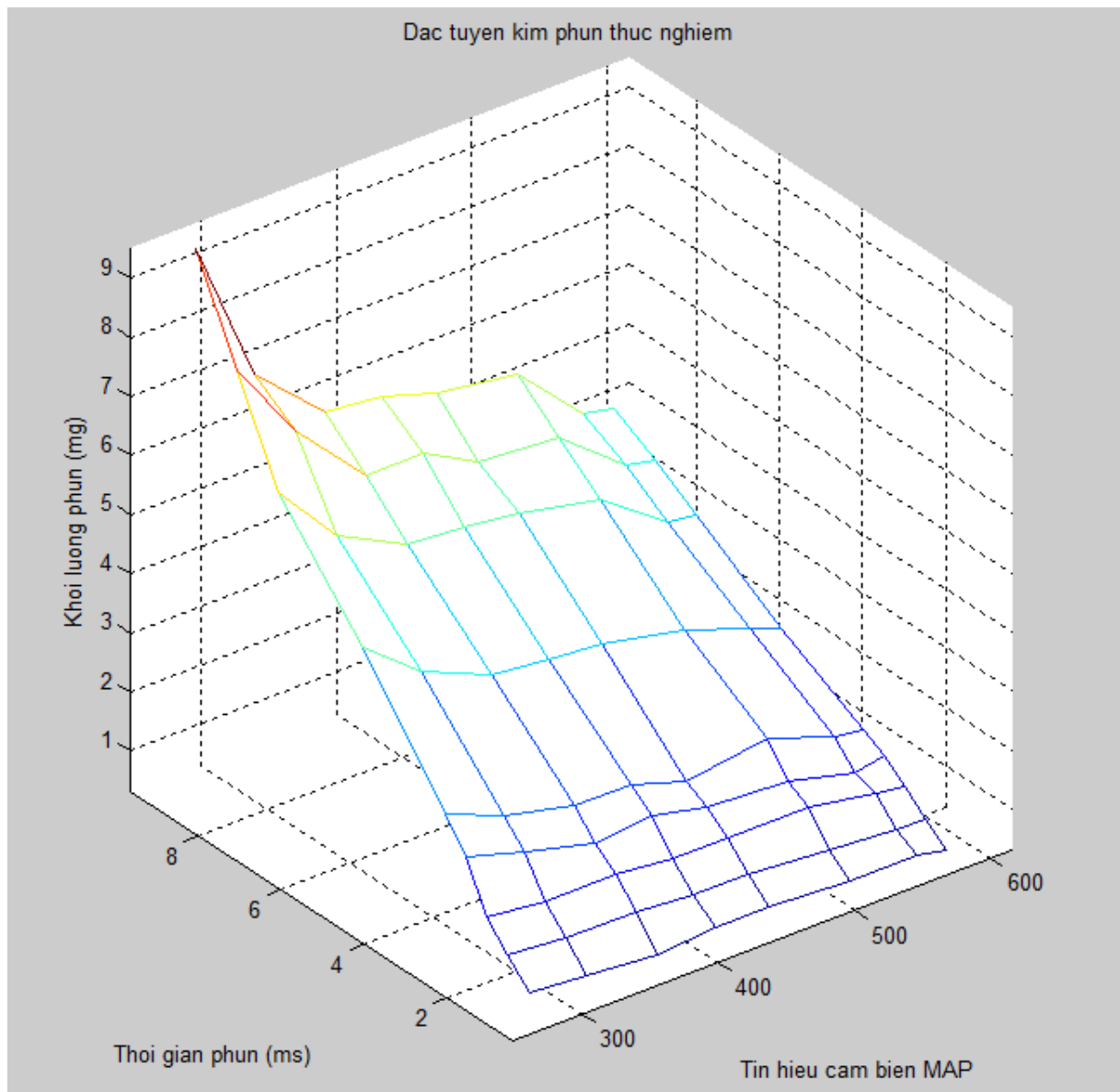
Sử dụng excel và các hàm sẵn có, tính toán khối lượng khí nạp trong mỗi chu trình động cơ từ số liệu ban đầu, tính toán khối lượng nhiên liệu với $\lambda = 1$, ma trận số liệu thu được nạp vào vi điều khiển để thực hiện tính toán lượng phun cơ bản.



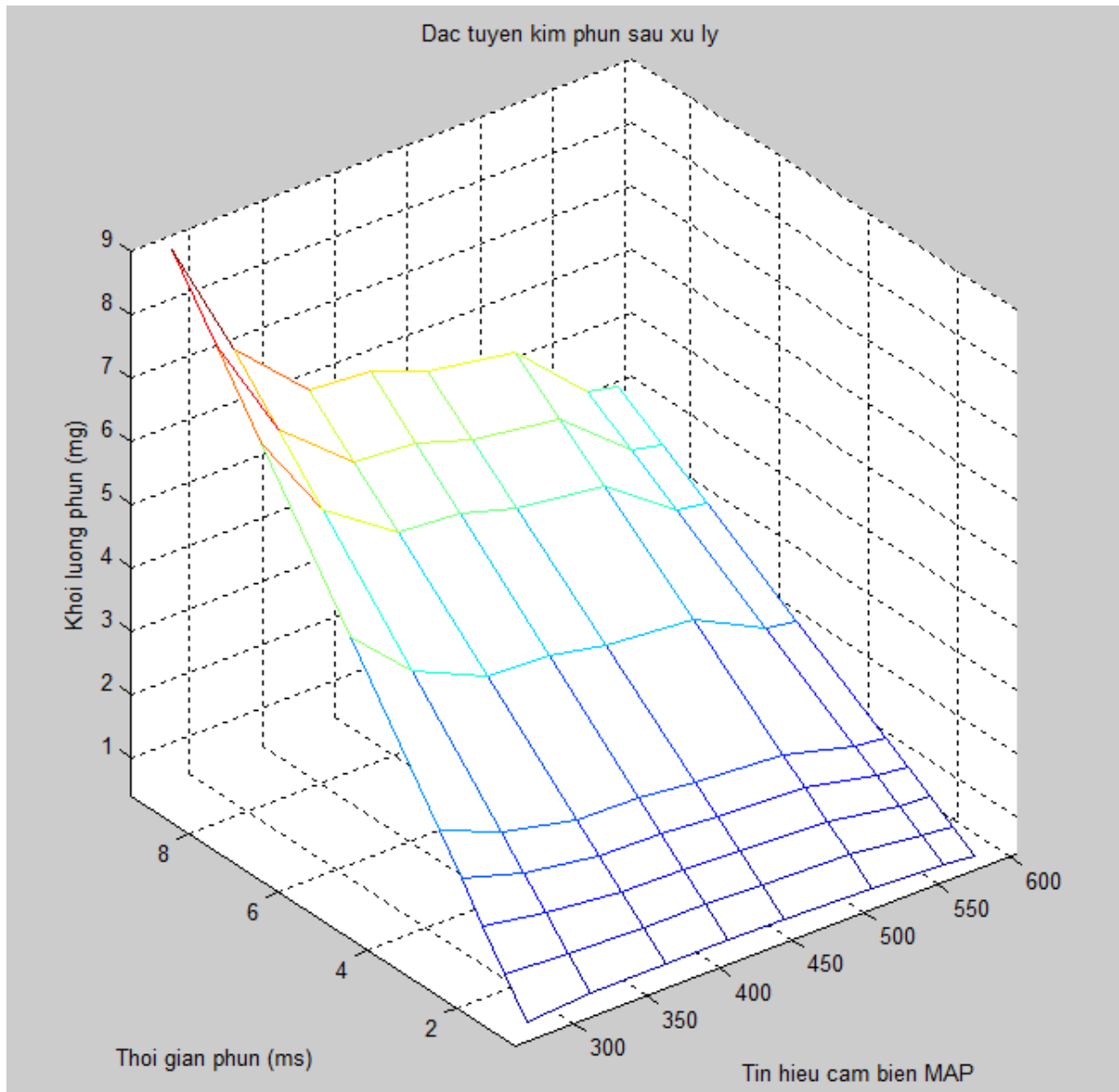
Hình 9.7: Khối lượng phun cơ bản trong mỗi chu trình động cơ

9.6.2. Xác định đặc tuyến kim phun

Sử dụng công cụ trendline của excel để xác định gần đúng phương trình đường đặc tuyến kim phun tại mỗi giá trị áp suất chân không đường ống nạp. Bộ phương trình đường đặc tuyến được nạp vào vi điều khiển, kết hợp với khối lượng phun cơ bản và giá trị áp suất chân không đường ống nạp để tính toán thời gian phun cơ bản.



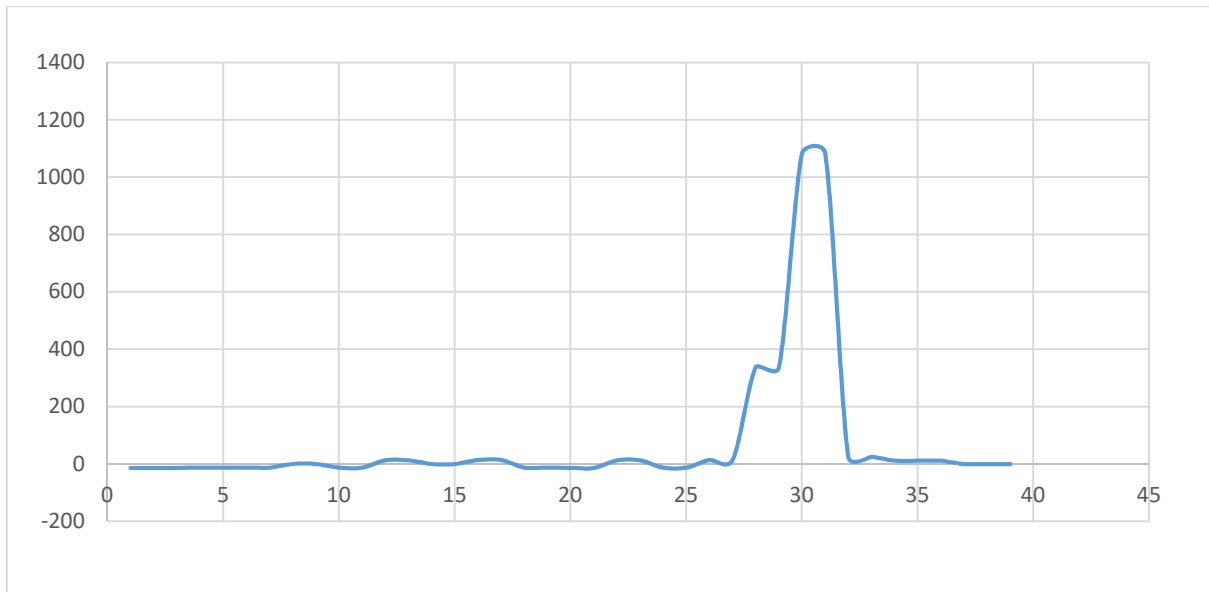
Hình 9.8: Đặc tuyến kim phun thực nghiệm



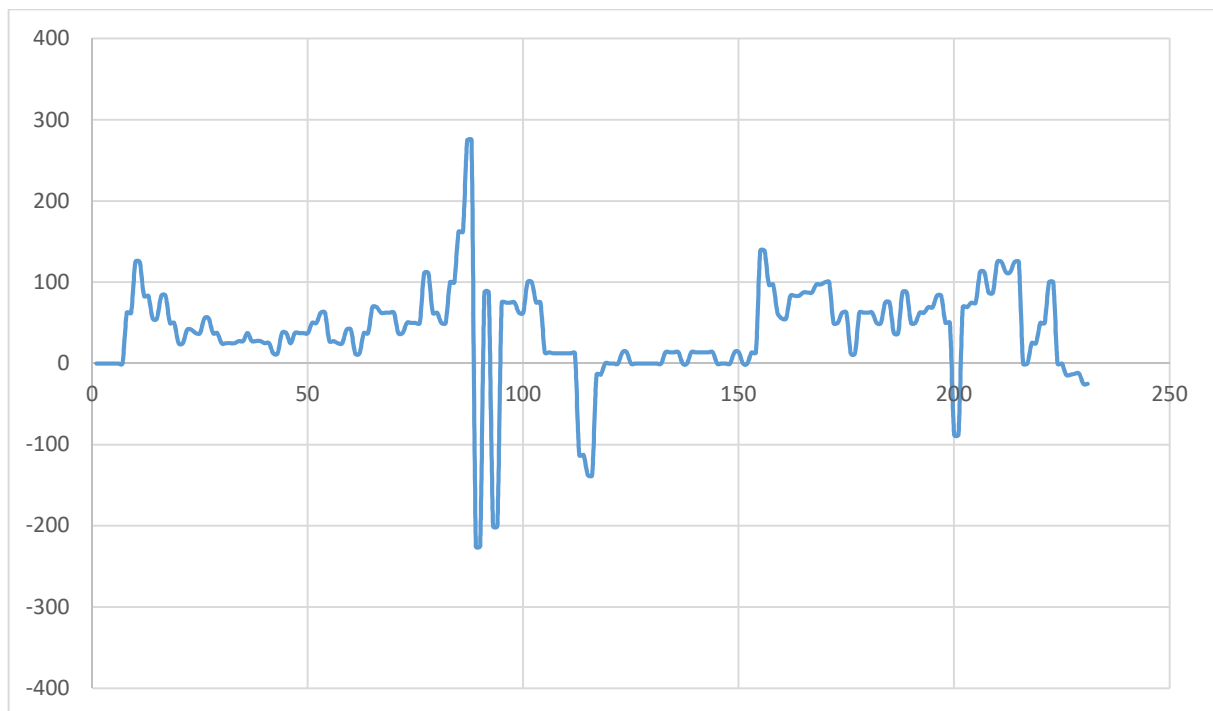
Hình 9.9: Đặc tuyến kim phun sau khi xử lý

9.6.3. Xác định tín hiệu chế độ tăng tốc

Sử dụng công cụ vẽ đồ thị của excel để vẽ lại đồ thị biến thiên vị trí bướm ga. Dựa trên giá trị đó và các chế độ thực tế tương đương khi kéo tay ga để xác định chế độ tăng tốc đều, chế độ tăng tốc đột ngột...



Hình 9.10: Biến thiên bướm ga khi kéo tay ga đột ngột



Hình 9.11: Biến thiên bướm ga khi kéo ga đều

9.7. Nhận xét, đánh giá kết quả thực nghiệm

9.7.1. Xác định lượng khí nạp

Điều kiện tiến hành thực nghiệm không có quá trình cháy của động cơ nên kết quả không thể chính xác vì nhiều nguyên nhân:

- Nhiệt độ buồng cháy tăng làm giãn nở không khí, giảm hệ số nạp

- Không có khí sót áp suất cao làm giảm hiệu suất nạp...

Tuy nhiên, kết quả sơ bộ cho thấy khối lượng khí nạp trong mỗi chu trình động cơ tăng theo độ mở bướm ga, biến thiên theo tốc độ động cơ ở mỗi độ mở bướm ga là đồng dạng nên có thể tin tưởng sử dụng trong giới hạn của đề tài.

9.7.2. Xác định đặc tuyến kim phun

Các đường đặc tuyến kim phun thu được ở các áp suất chân không đường ống nạp khác nhau đều có dạng phương trình bậc nhất của khối lượng phun theo thời gian trừ đi một giá trị đặc trưng cho độ trễ thời điểm ECU điều khiển mở kim phun đến thời điểm kim phun thực sự mở.

Hệ số góc của các đường đặc tuyến kim phun tăng dần theo độ chênh áp giữa áp suất nhiên liệu và áp suất chân không đường ống nạp, tuân theo nguyên lý bernoulli.

Do đó kết quả thu được là đáng tin cậy.

9.7.3. Xác định tín hiệu chế độ tăng tốc

Số liệu thu được dựa trên đọc tín hiệu cảm biến, chuyển đổi ADC và các tính toán của vi điều khiển nên có độ chính xác cao, độ tin cậy cao.

PHỤ LỤC 4: THIẾT KẾ CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN PHUN XĂNG VÀ ĐÁNH LỬA

Chương trình điều khiển phun xăng và đánh lửa bao gồm các nhiệm vụ:

- Chương trình cơ sở đọc giá trị các cảm biến, xác định các thông số đầu vào, điều khiển đánh lửa đúng thời điểm, điều khiển phun xăng đúng thời điểm, điều khiển thời gian phun đúng yêu cầu, giao tiếp với PC.
- Chương trình tính toán lượng nhiên liệu phun và thời gian phun.
- Chương trình tính toán thời điểm đánh lửa.

10.1. Chương trình cơ sở

10.1.1. Khởi tạo vi điều khiển

10.1.1.1. Thiết lập nguồn xung nhịp – Clock cho vi điều khiển

STM8S207C8 có 3 nguồn clock bao gồm:

- HSE là nguồn thạch anh ngoài, up to 24MHz.
- HSI là nguồn thạch anh nội, tốc độ cao 16MHz.
- LSI là nguồn thạch anh nội, tốc độ thấp 128kHz

Thiết lập Clock cho phép chọn nguồn Clock, prescale cho Clock, cấp nguồn Clock cho các modul ngoại vi như Timer/Counter, ADC, UART...

Bit	Peripheral clock	Bit	Peripheral clock	Bit	Peripheral clock	Bit	Peripheral clock
PCKEN17	TIM1	PCKEN13	UART3	PCKEN27	beCAN	PCKEN23	ADC
PCKEN16	TIM3	PCKEN12	UART1	PCKEN26	Reserved	PCKEN22	AWU
PCKEN15	TIM2	PCKEN11	SPI	PCKEN25	Reserved	PCKEN21	Reserved
PCKEN14	TIM4	PCKEN10	I ² C	PCKEN24	Reserved	PCKEN20	Reserved

Bảng 10.1: Các bit cấp Clock cho các thiết bị ngoại vi

```
17 void clk_config_24MHz_hse(void)
18 {
19     CLK_DeInit();
20     CLK_SYSCLKConfig(CLK_PRESCALER_CPUDIV1);
21     CLK_ClockSwitchConfig(CLK_SWITCHMODE_AUTO, CLK_SOURCE_HSE, DISABLE, CLK_CURRENTCLOCKSTATE_DISABLE);
22
23     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_SPI, DISABLE);
24     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_I2C, DISABLE);
25     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_ADC, ENABLE);
26     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_AWU, DISABLE);
27     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_UART1, DISABLE);
28     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_UART3, ENABLE);
29     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_TIMER1, ENABLE);
30     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_TIMER2, ENABLE);
31     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_TIMER3, ENABLE);
32     CLK_PeripheralClockConfig(CLK_PERIPHERAL_TIMER4, ENABLE);
33 }
```

Hình 10.1: Thiết lập Clock cho chương trình cơ sở

Clock cho chương trình cơ sở được thiết lập với các thông số:

- Sử dụng nguồn thạch anh ngoài, tốc độ 24MHz, prescale = 1.
- Nguồn Clock được cấp cho các ngoại vi: TIM1 → TIM4, ADC2, UART3

10.1.1.2. Thiết lập bộ định thời/bộ đếm – Timer/Counter

Trên chip STM8S207C8 của kit STM8S Discovery có 4 bộ Timer/Counter là: Timer/Counter1 (16bit), Timer/Counter2 (16bit), Timer/Counter3 (16bit) Timer/Counter4 (8 bit).

Timer/Counter có chức năng: Đếm sự kiện, Định thời và tạo xung PWM.

Timer/Counter1: là 1 bộ Timer/Counter đa năng 16 bit, chế độ đếm tăng/giảm, prescale 16bit. Timer1 có 4 kênh Input Capture/Output Compare.

Timer/Counter2 và Timer/Counter3: là 2 bộ Timer/Counter 16bit, chế độ đếm tăng, prescale 4bit. Mỗi timer có 3 kênh Input Capture/Output Compare.

Timer/Counter4: 1 bộ Timer/Counter 8bit, chế độ đếm tăng, prescale 3bit.

Timer	Counter size (bits)	Prescaler	Counting mode	CAPCOM channels	Complem. outputs	Ext. trigger	Timer synchronization/chaining
TIM1	16	Any integer from 1 to 65536	Up/down	4	3	Yes	No
TIM2	16	Any power of 2 from 1 to 32768	Up	3	0	No	
TIM3	16	Any power of 2 from 1 to 32768	Up	2	0	No	
TIM4	8	Any power of 2 from 1 to 128	Up	0	0	No	

Bảng 10.2: Tính năng 4 bộ Timer/Counter

```

void timer1_config(void)
{
    TIM1_DeInit();
    TIM1_TimeBaseInit(0, TIM1_COUNTERMODE_UP, 2399, 0);
    // tạo chu kỳ 0.1ms
    TIM1_ICInit(TIM1_CHANNEL_1, TIM1_ICPOLARITY_RISING, TIM1_ICSELECTION_DIRECTTI, TIM1_ICPSC_DIV1, 1);
    TIM1_ICInit(TIM1_CHANNEL_2, TIM1_ICPOLARITY_RISING, TIM1_ICSELECTION_DIRECTTI, TIM1_ICPSC_DIV1, 1);
    TIM1_ICInit(TIM1_CHANNEL_3, TIM1_ICPOLARITY_RISING, TIM1_ICSELECTION_DIRECTTI, TIM1_ICPSC_DIV1, 1);
    TIM1_ICInit(TIM1_CHANNEL_4, TIM1_ICPOLARITY_RISING, TIM1_ICSELECTION_DIRECTTI, TIM1_ICPSC_DIV1, 1);
    TIM1_ARRPreloadConfig(ENABLE);
}

```

Hình 10.2: Thiết lập Timer/Counter1

Timer/Counter1 được thiết lập prescale = 1, chế độ đếm tăng, chu kỳ tràn 0.1ms, chế độ Input Capture; dùng xác định vị trí trục khuỷu và tạo các tần số làm việc mong muốn khác.

```

void timer2_config(TIM2_Prescaler_TypeDef tim2_prescale, uint16_t tim2_period, uint16_t tim2_ch1_duty_cycle, uint16_t tim2_ch2_duty_cycle)
{
    TIM2_DeInit();
    TIM2_TimeBaseInit(tim2_prescale, tim2_period);
    // prescale 2^x, top value 16bit
    TIM2_OC1Init(TIM2_OCMODE_PWM1, TIM2_OUTPUTSTATE_ENABLE, tim2_ch1_duty_cycle, TIM2_OCPOLARITY_HIGH);
    TIM2_OC2Init(TIM2_OCMODE_PWM2, TIM2_OUTPUTSTATE_ENABLE, tim2_ch2_duty_cycle, TIM2_OCPOLARITY_HIGH);
    // giá trị compare, bắt đầu xung là mức HIGH/LOW
    TIM2_ARRPreloadConfig(ENABLE);
}

void timer3_config(TIM3_Prescaler_TypeDef tim3_prescale, uint16_t tim3_period)
{
    TIM3_DeInit();
    TIM3_TimeBaseInit(tim3_prescale, tim3_period);
    TIM3_ARRPreloadConfig(ENABLE);
}

```

Hình 10.3: Thiết lập Timer/Counter2 và Timer/Counter3

Timer/Counter2 được thiết lập prescale = 128, chế độ đếm tăng; dùng định thời xác định thời điểm đánh lửa và định thời thời gian đánh lửa. Timer/Counter3 được thiết lập prescale = 8, chế độ đếm tăng; dùng định thời thời gian phun nhiên liệu.


```

84 void timer4_config(TIM4_Prescaler_TypeDef tim4_prescale, uint16_t tim4_period)
85 {
86     TIM4_DeInit();
87     TIM4_TimeBaseInit(tim4_prescale, tim4_period);
88     TIM4_ARRPreloadConfig(ENABLE);
89 }

```

Hình 10.4: Thiết lập Timer/Counter4

Timer/Counter4 được thiết lập prescale = 16, chế độ đếm tăng, chu kỳ tràn 100us.

10.1.1.3. Thiết lập ngõ giao tiếp của vi điều khiển – GPIO

STM8S208C8 sử dụng là loại chip dán, 48 chân, các chân có thể cấu hình ở nhiều chế độ như Input (Analog/Digital), Output(On/Off/PWM), Input Capture, Output Compare...

Pin No.	Function	Notes	Pin No.	Function	Notes
1	NRST		25	PE5/SPI_NSS	
2	PA1/OSCIN		26	PC1/TIM1_CH1	CAP1
3	PA2/OSCOU		27	PC2/TIM1_CH2	CAP2
4	VSSIO_1		28	PC3/TIM1_CH3	CAP3
5	VSS		29	PC4/TIM1_CH4	CAP4
6	VCAP		30	PC5/SPI_SCK	SCLK
7	VDD		31	VSSIO_2	
8	VDDIO_1		32	VDDIO_2	
9	PA3/TIM2_CH3	PWM3	33	PC6/SPI_MOSI	MOSI
10	PA4/UART1_RX	RXD1	34	PC7/SPI_MISO	MISO
11	PA5/UART1_TX	TXD1	35	PG0/CAN_TX	CAN_TX
12	PA6/UART1_CK	EXTI A	36	PG1/CAN_RX	CAN_RX
13	VDDA		37	PE3/TIM1_BKIN	
14	VSSA		38	PE2/I ² C_SDA	Open-drain
15	PB7/AIN7	Output PP fast	39	PE1/I ² C_SCL	Open-drain
16	PB6/AIN6	Output PP fast	40	PE0/CLK_CCO	
17	PB5/AIN5/[I ² C_SDA]	Output PP fast	41	PD0/TIM3_CH2/[TIM1_BKIN]/[CLK_CCO]	Led onboard
18	PB4/AIN4/[I ² C_SCL]	Output PP fast	42	SWIM	
19	PB3/AIN3/TIM1_ETR	AIN3	43	PD2/TIM3_CH1/[TIM2_CH3]	Output PP fast
20	PB2/AIN2/[TIM1_CH3N]	AIN2	44	PD3/TIM2_CH2/[ADC_ETR]	PWM2
21	PB1/AIN1/[TIM1_CH2N]	AIN1	45	PD4/TIM2_CH1/[BEEP]	PWM1
22	PB0/AIN0/[TIM1_CH1N]	AIN0	46	PD5/UART3_TX	TXD3
23	PE7/AIN8	EXTI E	47	PD6/UART3_RX	RXD3

Bảng 10.3: Khuyến nghị thiết lập cho các chân GPIO

```
void gpio_config(void)
{
    GPIO_DeInit(GPIOA);
    GPIO_DeInit(GPIOB);
    GPIO_DeInit(GPIOC);
    GPIO_DeInit(GPIOD);
    GPIO_DeInit(GPIOE);
    GPIO_Init(GPIOA, GPIO_PIN_6, GPIO_MODE_IN_PU_IT);
    GPIO_Init(GPIOB, (GPIO_PIN_0 | GPIO_PIN_1 | GPIO_PIN_2 | GPIO_PIN_3), GPIO_MODE_IN_FL_NO_IT);
    GPIO_Init(GPIOB, (GPIO_PIN_4 | GPIO_PIN_5 | GPIO_PIN_6 | GPIO_PIN_7), GPIO_MODE_OUT_PP_LOW_FAST);
    GPIO_Init(GPIOC, (GPIO_PIN_1 | GPIO_PIN_2 | GPIO_PIN_3 | GPIO_PIN_4), GPIO_MODE_IN_PU_NO_IT);
    GPIO_Init(GPIOD, (GPIO_PIN_0 | GPIO_PIN_2 | GPIO_PIN_3 | GPIO_PIN_4), GPIO_MODE_OUT_PP_LOW_FAST);
    GPIO_Init(GPIOD, GPIO_PIN_5, GPIO_MODE_OUT_PP_HIGH_FAST);
    GPIO_Init(GPIOD, GPIO_PIN_6, GPIO_MODE_IN_PU_NO_IT);
    GPIO_Init(GPIOE, GPIO_PIN_7, GPIO_MODE_IN_PU_IT);
}
```

Hình 10.5: Thiết lập GPIO cho chương trình cơ sở

Thiết lập xác định:

- Chân Input Capture dùng đo tốc độ động cơ.
- Chân Input Analog đo các tín hiệu cảm biến MAP, TP.
- Chân Output điều khiển kim phun, mạch đánh lửa.
- Chân TX, RX trong giao tiếp UART.

10.1.1.4. Thiết lập bộ chuyển đổi tương tự thành số – ADC

STM8S207C8 có bộ chuyển đổi tương tự thành số 10bit, có thể thiết lập lên tới 16 kênh đầu vào. Điện áp đầu vào nằm trong phạm vi từ 0V – Điện áp hoạt động của vi xử lý (3,3V hoặc 5V). Tốc độ chuyển đổi là 14 chu kỳ Clock.

```
void adc2_config(void)
{
    ADC2_DeInit();
    ADC2_Init(ADC2_CONVERSIONMODE_SINGLE, ADC2_CHANNEL_0, ADC2_PRESSEL_FCPU_D8, ADC2_EXTTRIG_TIM, DISABLE, ADC2_ALIGN_RIGHT,
    ADC2_SCHMITTRIG_CHANNEL0, DISABLE);
    ADC2_Init(ADC2_CONVERSIONMODE_SINGLE, ADC2_CHANNEL_3, ADC2_PRESSEL_FCPU_D8, ADC2_EXTTRIG_TIM, DISABLE, ADC2_ALIGN_RIGHT,
    ADC2_SCHMITTRIG_CHANNEL0, DISABLE);
}
```

Hình 10.6: Thiết lập bộ ADC2

Bộ ADC2 được thiết lập ở chế độ chuyển đổi đơn, kênh đầu vào là kênh 0 (đọc cảm biến TP) và kênh 3 (đọc cảm biến MAP), prescale = 8...

10.1.1.5. Thiết lập bộ giao tiếp UART

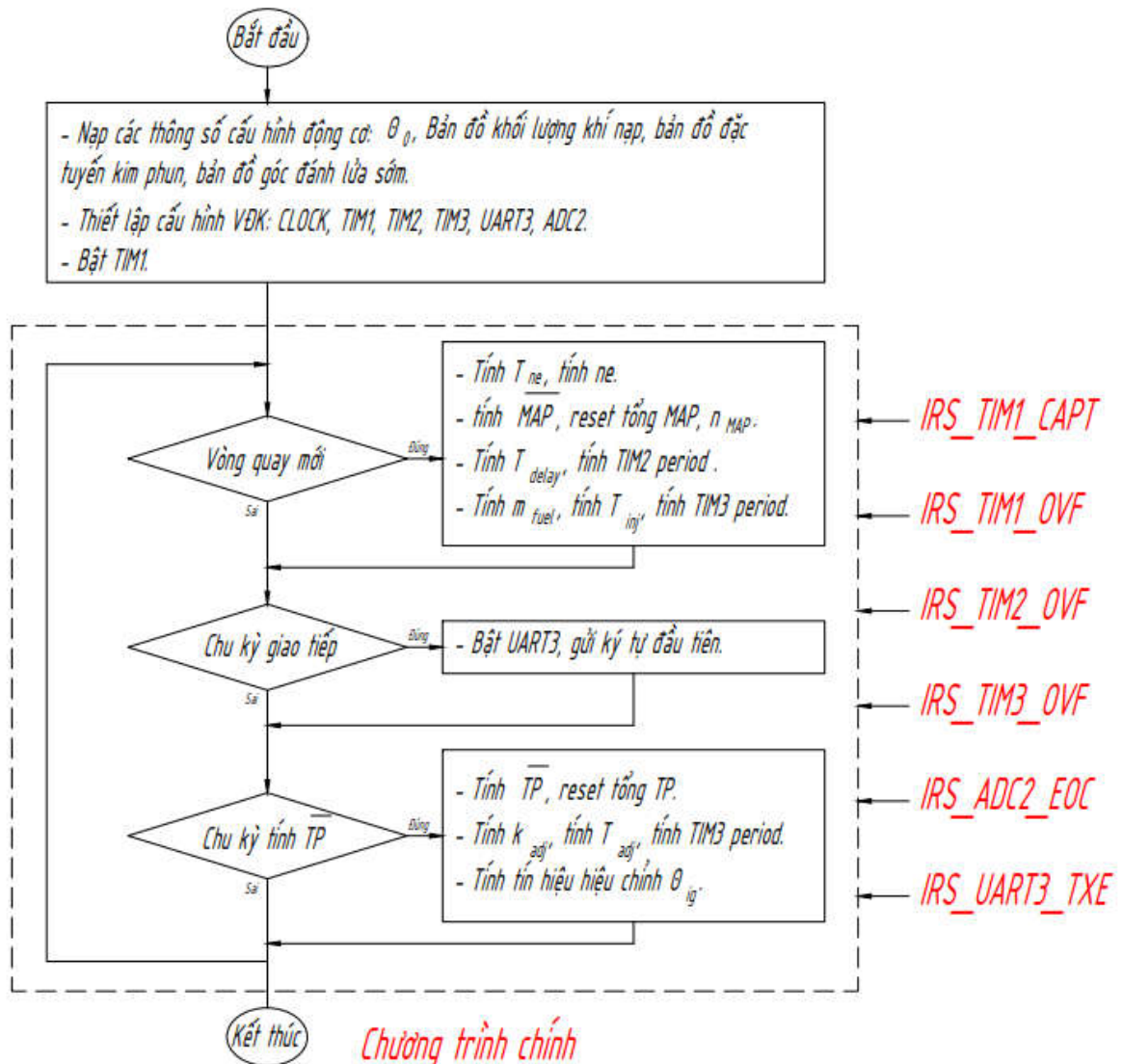
STM8S207C8 có 2 bộ giao tiếp UART, trong đó bộ UART1 có chế độ hoạt động đồng bộ.

```
void uart3_config(uint32_t Baudrate)
{
    UART3_DeInit();
    UART3_Init(Baudrate, UART3_WORDLENGTH_8D, UART3_STOPBITS_1, UART3_PARITY_NO, UART3_MODE_TXRX_ENABLE);
}
```

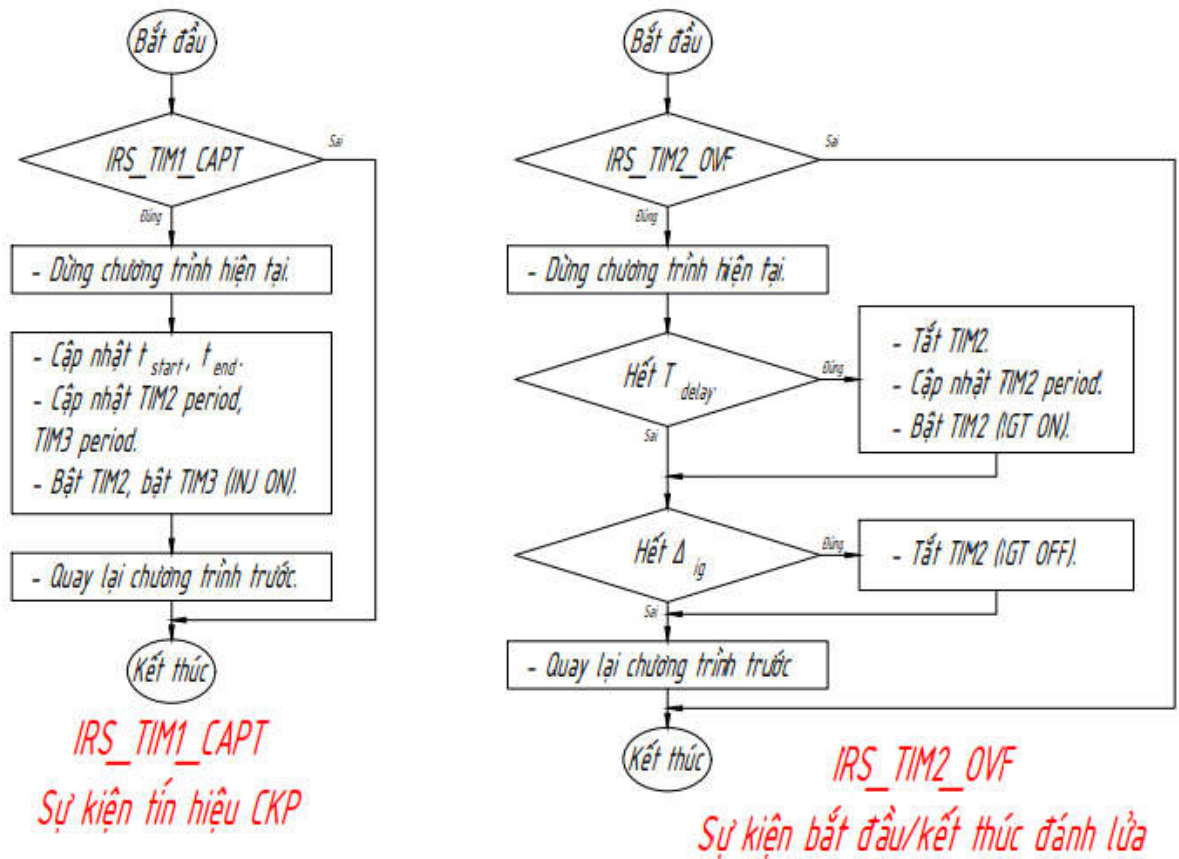
Hình 10.7: Thiết lập bộ UART3

Bộ UART3 được thiết lập tốc độ Baudrate = 115200, khung truyền 8bit...

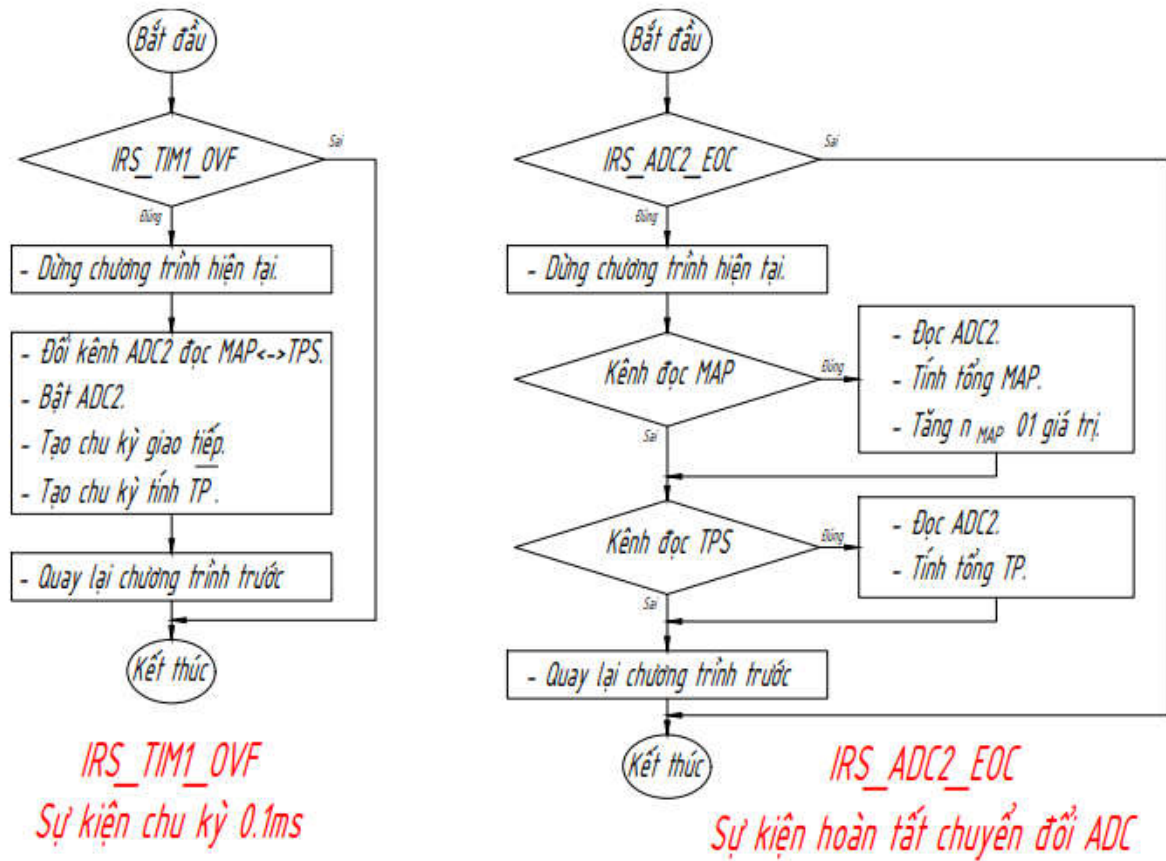
10.1.2. Lưu đồ giải thuật chương trình



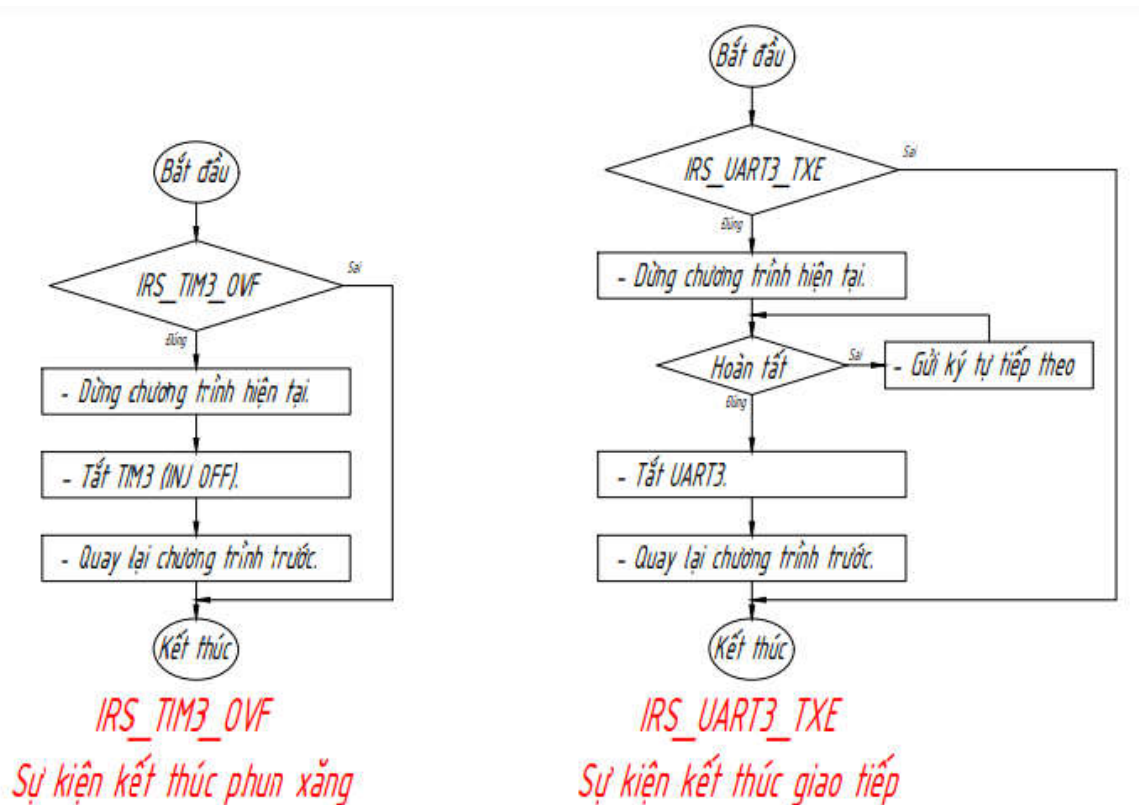
Hình 10.8: Lưu đồ giải thuật chương trình chính trong chương trình cơ sở



Hình 10.9: Lưu đồ giải thuật các chương trình ngắt trong chương trình cơ sở



Hình 10.10: Lưu đồ giải thuật các chương trình ngắt trong chương trình cơ sở



Hình 10.11: Lưu đồ giải thuật các chương trình ngắt trong chương trình cơ sở

10.2. Chương trình tính toán lượng nhiên liệu phun và thời gian phun

10.2.1. Lượng nhiên liệu, thời gian phun cơ bản

Lượng nhiên liệu cơ bản được tính toán dựa trên khối lượng khí nạp:

$$m_{air}:m_{fuel} = 14,7:1 \Rightarrow m_{fuel} = m_{air}:14,7$$

Lập bảng giá trị khối lượng nhiên liệu cơ bản từ bảng giá trị khối lượng khí nạp trong mỗi chu trình động cơ thu được từ thực nghiệm, nạp bảng số liệu vào bộ nhớ vi điều khiển. Bảng số liệu là một ma trận 11x21, 11 điểm giá trị vị trí bướm ga và 21 điểm giá trị tốc độ động cơ chạy thực nghiệm.

	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250
5	0.00000000	0.18140590	0.52910053	0.64787820	0.68027211	0.90702948	0.90702948	0.82457225	0.75585790	0.69771498
10	0.90702948	1.45124717	1.81405896	2.07321024	2.15419501	2.31796422	2.35827664	2.39125953	2.41874528	2.44200244
15	1.58730159	2.17687075	2.56991686	2.72108844	2.83446712	2.92265054	2.99319728	2.96846011	2.94784580	2.86063143
20	2.49433107	3.26530612	3.62811791	3.75769355	3.74149660	3.72889897	3.71882086	3.71057514	3.62811791	3.41880342
25	2.94784580	3.99092971	4.53514739	4.79429867	4.76190476	4.73670950	4.62585034	4.53514739	4.30839002	4.04674690
30	3.17460317	4.35374150	5.13983371	5.44217687	5.55555556	5.54295792	5.44217687	5.27726242	5.06424792	4.67469039
40	3.40136054	4.35374150	5.29100529	5.83090379	6.12244898	6.24842530	6.34920635	6.43166357	6.12244898	5.65149137
50	3.40136054	4.53514739	5.29100529	5.70132815	6.00907029	6.24842530	6.53061224	6.76149248	6.57596372	6.20966335
65	3.40136054	4.35374150	5.13983371	5.83090379	6.12244898	6.24842530	6.53061224	6.92640693	6.65154951	6.34920635
80	3.40136054	4.35374150	5.13983371	5.83090379	6.12244898	6.24842530	6.62131519	6.92640693	6.65154951	6.34920635
100	3.40136054	4.35374150	5.13983371	5.83090379	6.12244898	6.24842530	6.62131519	6.92640693	6.65154951	6.34920635

Bảng 10.4: Khối lượng nhiên liệu cơ bản thực nghiệm


```
volatile float MF[11][21] = {{0, 0.181405895691610, 0.529100529100529, 0.777453838678329, 0.680272108843537,
0.907029478458050, 0.907029478458050, 0.824572253143682, 0.755857898715042, 0.697714983429269, 0.583090379008746,
0.544217687074830, 0.510204081632653, 0.480192076830732, 0.453514739229025, 0.429645542427497, 0.408163265306122,
0.388726919339164, 0.371057513914657, 0.354924578527063, 0.340136054421769},
{0.907029478458050, 1.45124716553288, 1.81405895691610, 2.07321023647554, 2.15419501133787,
2.31796422272613, 2.35827664399093, 2.39125953411668, 2.41874527588813, 2.44200244200244, 2.46193715581471, 2.41874527588813,
2.38095238095238, 2.34760570895025, 2.26757369614513, 2.19596610574054, 2.13151927437642, 2.07321023647554, 2.02020202020202},
{1.97180321403924, 1.88964474678760},
{1.58730158730159, 2.17687074829932, 2.56991685563114, 2.72108843537415, 2.83446712018141,
2.92265054169816, 2.99319727891157, 2.96846011131725, 2.94784580498866, 2.86063143206000, 2.91545189504373, 2.84202569916856,
2.83446712018141, 2.77444311057756, 2.77147896195515, 2.72108843537415, 2.72108843537415, 2.67789655544758, 2.63863121005978},
{2.60278024253180, 2.56991685563114},
{2.49433106575964, 3.26530612244898, 3.62811791383220, 3.75769355361192, 3.74149659863946,
3.72889896699420, 3.71882086167800, 3.71057513914657, 3.62811791383220, 3.41880341880342, 3.49854227405248, 3.38624338624339,
3.34467120181406, 3.30798986261171, 3.27538422776518, 3.19847237140470, 3.17460317460318, 3.06662347478674, 3.00968872397444},
{2.95770482105886, 2.91005291005291},
{2.94784580498866, 3.99092970521542, 4.53514739229025, 4.79429867184969, 4.76190476190476,
4.73670949861426, 4.62585034013605, 4.53514739229025, 4.30839002267574, 4.04674690388976, 4.14642047295109, 4.05139833711262,
3.91156462585034, 3.84153661464586, 3.77928949357521, 3.67585630743526, 3.62811791383220, 3.49854227405248, 3.42197485054628},
{3.35206546386671, 3.28798185941043},
```

Hình 10.12: Bảng số liệu khối lượng nhiên liệu cơ bản được nạp vào bộ nhớ của vi điều khiển

Khối lượng nhiên liệu cơ bản cho chu trình động cơ hiện thời được tính toán dựa trên giá trị tốc độ động cơ và vị trí bướm ga hiện thời thu được trong chương trình cơ sở, kết hợp với bảng giá trị khối lượng nhiên liệu cơ bản:

- Xác định 2 giá trị biên đoạn tốc độ động cơ trong bảng số liệu khối lượng phun cơ bản chứa tốc độ động cơ hiện thời.
- Xác định 2 giá trị biên đoạn vị trí bướm ga trong bảng số liệu khối lượng phun cơ bản chứa vị trí bướm ga hiện thời.
- Xác định 4 giá trị khối lượng phun cơ bản trong bảng từ 2 giá trị tốc độ động cơ và 2 giá trị vị trí bướm ga. Nội suy tuyến tính thu được giá trị khối lượng phun cơ bản hiện thời.

```
float mf(float buomga, float ne)
{
    float mf = 0;
    int i, j;
    for (i = 0; i < 21; i++)
        if ((ne >= NE[i]) && (ne < NE[i+1]))
            break;
    for (j = 0; j < 11; j++)
        if ((buomga >= GA[j]) && (buomga < GA[j+1]))
            break;
    i++; j++;
    mf = (((MF[j][i]*(ne - NE[i - 1]) + MF[j][i - 1]*(NE[i] - ne))/(NE[i] - NE[i - 1]))*(buomga - GA[j - 1])) + (((MF[j - 1][i]*(ne - NE[i - 1]) + MF[j - 1][i - 1]*(NE[i] - ne))/(NE[i] - NE[i - 1]))*(GA[j] - buomga))/(GA[j] - GA[j - 1]));
    return mf;
}
```

Hình 10.13: Chương trình tính toán khối lượng phun cơ bản

Thời gian phun cơ bản tính toán từ khối lượng phun cơ bản vừa thu được, giá trị cảm biến MAP hiện thời và các đường đặc tuyến kim phun thu được từ thực nghiệm nạp sẵn trong bộ nhớ vi điều khiển:

- Xác định giá trị cảm biến MAP lớn hơn gần nhất và bé hơn gần nhất giá trị cảm biến MAP hiện thời sử dụng làm điểm chạy thực nghiệm xác định đặc tuyến kim phun.
- Sử dụng 2 đường đặc tuyến kim phun tương ứng và khối lượng phun cơ bản tính được 2 giá trị thời gian phun cơ bản.
- Nội suy tuyến tính thu được giá trị thời gian phun cơ bản hiện thời.

```
float inj_time(uint16_t MAP, float m_fuel)
{
    float ans = 0.0;
    if (MAP < 278)
        ans = m_fuel*0.928952 + 0.596881;
    else if ((MAP >= 278) && (MAP < 321))
        ans = (m_fuel*0.928952 + 0.596881)*(321 - MAP) + (m_fuel*1.222590 + 0.339539)*(MAP - 278)/25;
    else if ((MAP >= 321) && (MAP < 373))
        ans = (m_fuel*1.222590 + 0.339539)*(373 - MAP) + (m_fuel*1.480130 + 0.172522)*(MAP - 321)/23;
    else if ((MAP >= 373) && (MAP < 415))
        ans = (m_fuel*1.480130 + 0.172522)*(415 - MAP) + (m_fuel*1.503855 + 0.155959)*(MAP - 373)/42;
    else if ((MAP >= 415) && (MAP < 455))
        ans = (m_fuel*1.503855 + 0.155959)*(455 - MAP) + (m_fuel*1.597407 + 0.162326)*(MAP - 415)/40;
    else if ((MAP >= 455) && (MAP < 515))
        ans = (m_fuel*1.597407 + 0.162326)*(515 - MAP) + (m_fuel*1.659680 + 0.184134)*(MAP - 455)/30;
    else if ((MAP >= 515) && (MAP < 564))
        ans = (m_fuel*1.659680 + 0.184134)*(564 - MAP) + (m_fuel*2.093939 + 0.075657)*(MAP - 515)/49;
    else if ((MAP >= 564) && (MAP < 586))
        ans = (m_fuel*2.093939 + 0.075657)*(586 - MAP) + (m_fuel*2.138343 + 0.151685)*(MAP - 564)/22;
    else if (MAP >= 586)
        ans = m_fuel*2.138343 + 0.151685;
    return ans;
}
```

Hình 10.14: Chương trình tính toán thời gian phun cơ bản

10.2.2. Thời gian phun hiệu chỉnh

Trong giới hạn của đề tài, chia ra 2 nhóm tính toán thời gian phun hiệu chỉnh:

- Chế độ khởi động và chế độ cầm chừng:
 - + Xác định bằng giá trị tốc độ động cơ.
 - + Thời gian phun hiệu chỉnh và thời gian phun cơ bản được cộng gộp thành một hằng số, tiến hành phun 1 lần cho mỗi chu trình động cơ tại thời điểm phun lượng phun cơ bản.
- Thời gian phun hiệu chỉnh tăng tốc được tính bằng thời gian phun cơ bản và hệ số hiệu chỉnh:

$$T_{inj\ adj} = T_{inj} \times k_{hiệu\ chỉnh}$$

- + Hệ số $k_{hiệu chỉnh}$ được xác định trong chương trình cơ sở, dựa trên giá trị tốc độ biến thiên vị trí bướm ga và kết quả thực nghiệm xác định chế độ tăng tốc.

10.3. Chương trình tính toán thời điểm đánh lửa

10.3.1. Góc đánh lửa sớm ban đầu

Góc đánh lửa sớm ban đầu là 15^0 trước ĐCT, thời điểm xuất hiện tín hiệu CKP.

10.3.2. Góc đánh lửa sớm cơ bản

Góc đánh lửa sớm cơ bản tính toán từ giá trị tốc độ động cơ hiện thời bằng phép tuyến tính: góc đánh lửa sớm tối đa thiết kế ($14,5^0$) ở tốc độ động cơ tối đa thiết kế (10000rpm), góc đánh lửa sớm tối thiểu thiết kế ($5,5^0$) ở tốc độ cầm chừng thiết kế (1500rpm).

```
if (Ne < 1500.0)
    ig_ang = ig_ang_start;
else if (Ne < 10000.0)
    ig_ang = ig_ang_start + (Ne - 1000) * 0.00106;
else
    ig_ang = 14.5;
```

Hình 10.15: Chương trình tính toán góc đánh lửa sớm cơ bản

10.3.3. Góc đánh lửa sớm hiệu chỉnh

Chế độ khởi động được tính toán bằng tín hiệu CKP, góc đánh lửa sớm được thiết kế bằng góc đánh lửa sớm ban đầu.

Chế độ cầm chừng được xác định bằng giá trị tốc độ động cơ, góc đánh lửa sớm được thiết kế bằng $5,5^0$.

Chế độ tăng tốc được xác định trong chương trình cơ sở, góc đánh lửa sớm được thiết kế bằng góc đánh lửa sớm ban đầu.

PHỤ LỤC 4: THIẾT KẾ CÔNG NGHỆ

11.1. Quy trình công nghệ thiết kế hệ thống điện – điện tử của bộ điều khiển

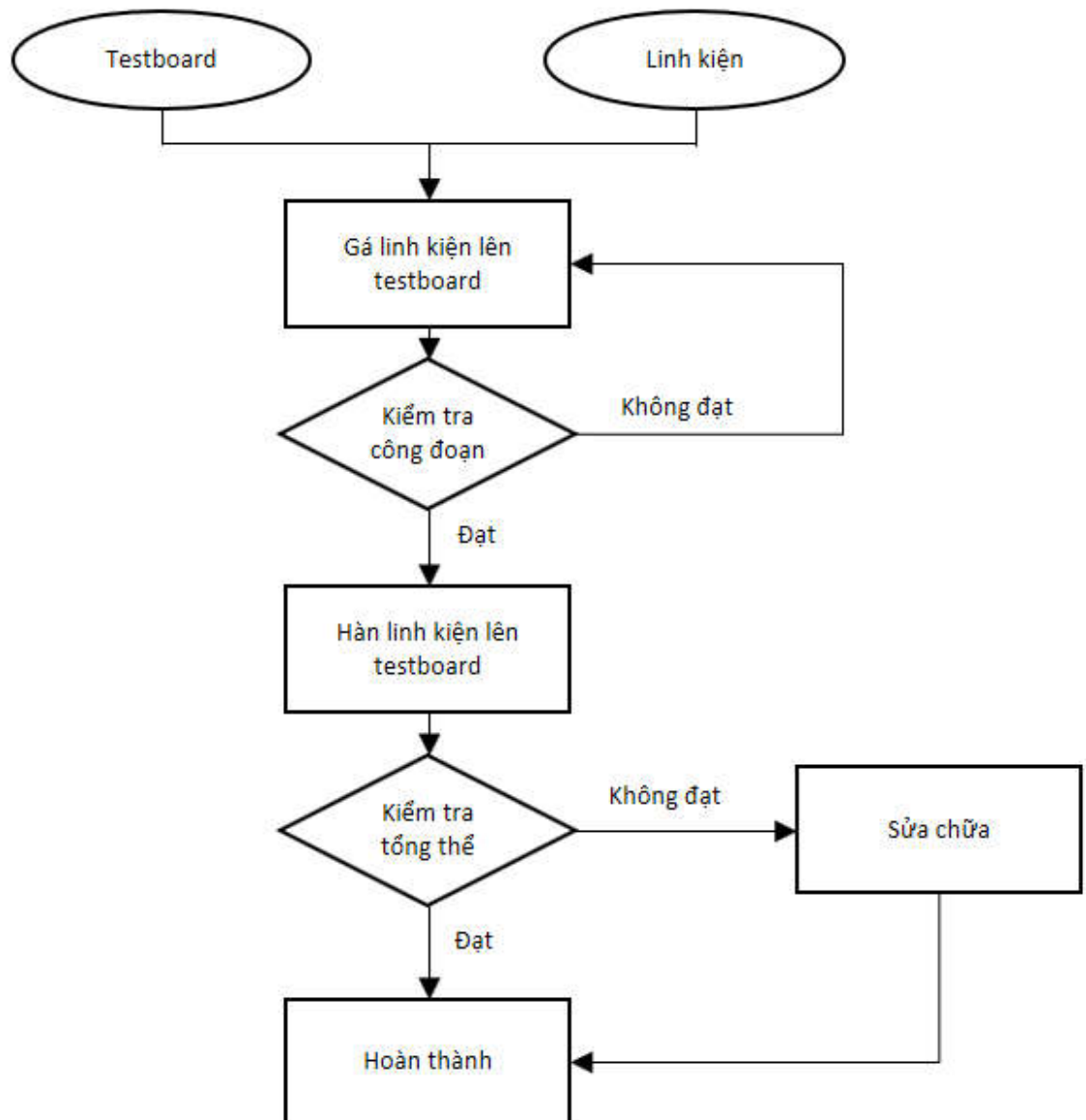
11.1.1. Phương án công nghệ

- Chế tạo board mạch in PCB, sử dụng các linh kiện điện tử chân dán.
- Sử dụng testboard sẵn, các linh kiện điện tử chân cắm.
- Chọn phương án sử dụng testboard sẵn và các linh kiện điện tử chân cắm:
 - + Dụng cụ, thiết bị gia công board mạch sẵn có của bộ môn.
 - + Không đòi hỏi kỹ năng thiết kế PCB trên các phần mềm chuyên dụng.

11.1.2. Quy trình chế tạo

- Dụng cụ, thiết bị:
 - + Testboard, linh kiện điện tử chân cắm.
 - + Tay hàn thiếc, thiếc hàn.
 - + Kìm, ống hút chì...

- Sơ đồ qui trình:



Hình 11.1: Quy trình công nghệ chế tạo board mạch hệ thống điện – điện tử

11.1.3. Quy trình kiểm tra

Dụng cụ, thiết bị kiểm tra:

- + Đồng hồ VOM Fluke 179
- + Dao động ký MaxiScope MP408

11.2. Quy trình công nghệ thiết kế mô hình thực nghiệm

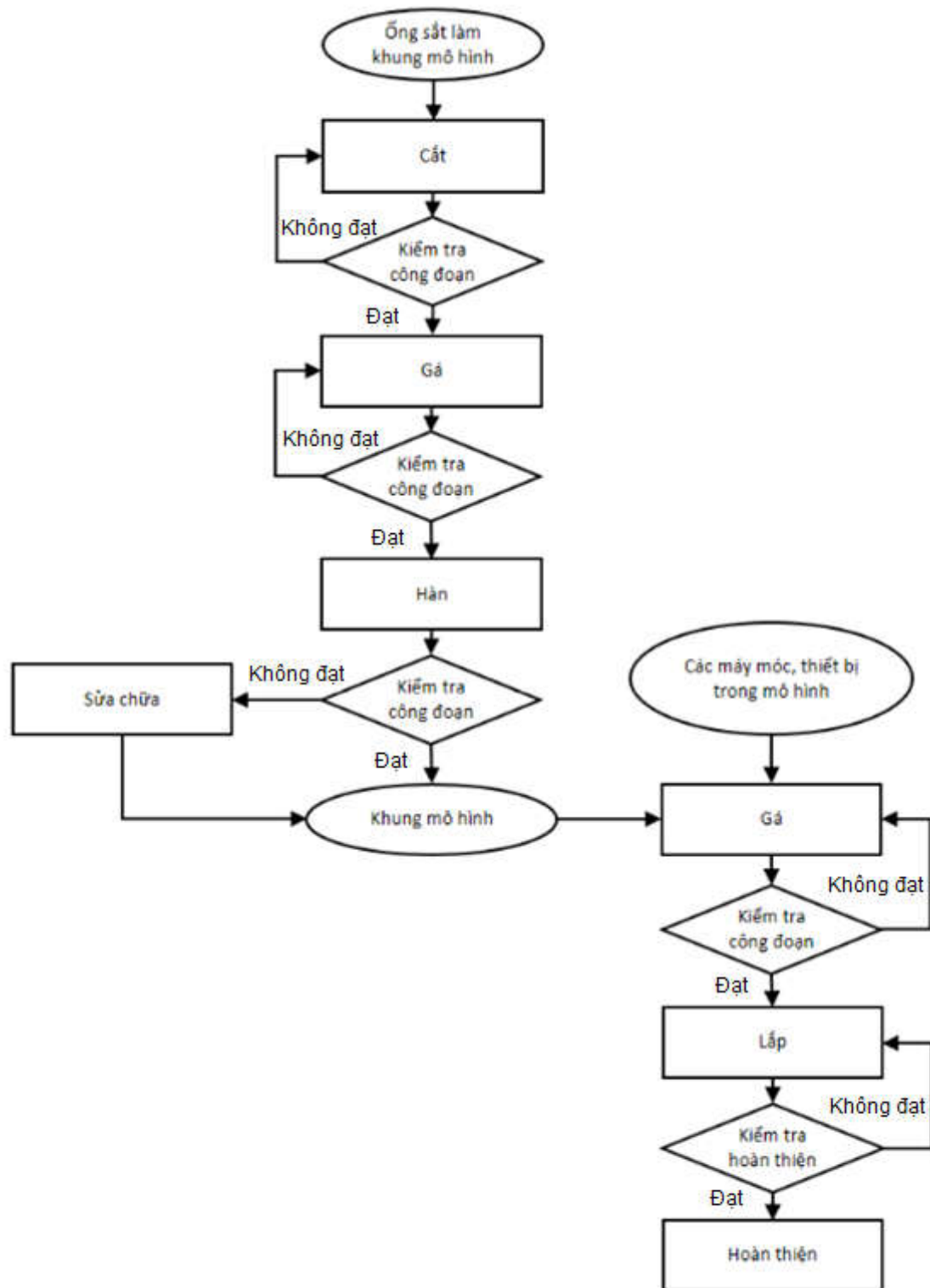
11.2.1. Phương án công nghệ

Sử dụng các thiết bị, máy móc sẵn có của bộ môn, thiết bị máy móc có thể mượn trong phòng thí nghiệm động cơ đốt trong.

11.2.2. Quy trình chế tạo

- Dụng cụ, thiết bị:
 - + Ống sắt làm khung mô hình.
 - + Máy hàn, máy cắt, máy mài...
 - + Các máy móc, thiết bị trong mô hình.

- Sơ đồ quy trình:



Hình 11.2: Quy trình công nghệ chế tạo mô hình thực nghiệm

11.3. Dự toán kinh phí

Bảng 11.1: Ước tính chi phí chế tạo đề tài

STT	Vật liệu	Đơn vị	Đơn giá	Số lượng	Thành tiền
1	Ắc qui	Cái	350000	1	350000
2	IC ổn áp LM7805	Cái	7000	5	35000
3	Opto TLP785	Cái	3000	5	15000
4	SCR BT151	Cái	10000	5	50000
5	Tụ 225/630	Cái	5000	5	25000
6	IC driver IR2184	Cái	30000	5	150000
7	MOSFET IRF540	Cái	14000	5	70000
8	Zenner 33v	Cái	2000	10	20000
9	Transistor A1015	Cái	1000	10	10000
10	Điện trở các loại	Cái	200	2000	400000
11	Diode các loại	Cái	500	500	250000
12	Jack cắm cá loại	Cái	30000	5	150000
13	Cọc rào, dây điện các loại	Bộ	20000	5	100000
14	Testboard	Tấm	10000	10	100000
15	Board STM8S	Cái	385000	1	385000
16	Board FT232	Cái	120000	1	120000
17	Thiếc hàn	Cuộn	195000	2	390000
18	Ống sắt 40x40x1.2	Cây 6m	115000	2	230000
19	Đầu cos điện	Cái	500	50	25000
Tổng cộng					2875000

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS – TS Đỗ Văn Dũng (2004). *Trang bị điện & điện tử trên ô tô hiện đại – Hệ thống điện động cơ*. Nhà Xuất Bản Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh.
- [2] *Bài giảng hệ thống điều khiển điện tử EFI*. Môn học hệ thống điện – điện tử ô tô, bộ môn ô tô – máy động lực, khoa kỹ thuật giao thông, đại học Bách Khoa Tp.HCM.
- [3] *Bài giảng kỹ thuật điện điện tử*. Đại học Bách Khoa Tp Hồ Chí Minh – Khoa Điện Điện Tử – Phòng Thí Nghiệm Máy Điện và Thực Tập Điện – 2009.
- [4] Văn Thị Bông – Huỳnh Thanh Công (2005). *Lý thuyết động cơ đốt trong*. Nhà Xuất Bản Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh.
- [5] vi.wikipedia.org
- [6] LM7805 datasheet
- [7] PC817 datasheet
- [8] BT151 datasheet
- [9] IR2184 datasheet
- [10] IRF540 datasheet
- [11] FT232R USB UART IC Datasheet
- [12] STM8S Reference manual
- [13] STM8S207xx STM8S208xx datasheet