

THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN XE GẮN MÁY LAI DESIGNING CONTROL SYSTEM FOR HYBRID MOTORCYCLE

Nguyễn Ngọc Triều¹, Lê Thanh Phúc²

¹Trường Cao Đẳng Nghề Long An

²Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP. Hồ Chí Minh

Ngày tòa soạn nhận bài 11/3/2015, ngày phản biện đánh giá 21/3/2015, ngày chấp nhận đăng 27/3/2015

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu một kiểu xe gắn máy lai được cải tiến từ xe gắn máy hiệu Attila đời 2002 đã qua sử dụng. Tác giả dùng vi điều khiển để điều khiển động cơ điện DC công suất 400W hoạt động phối hợp với động cơ xăng và cùng truyền moment quay đến bánh sau của xe. Hai bình accu 12V-14Ah mắc nối tiếp nhau sẽ cấp điện cho động cơ điện. Hai bình này luôn được nạp đầy từ máy phát điện của xe khi động cơ xăng hoạt động. Trong suốt quá trình hoạt động điện áp bình accu, cường độ dòng điện cấp cho hệ thống điều khiển và động cơ điện luôn được vi điều khiển kiểm tra, xử lý nhằm bảo vệ accu và toàn bộ hệ thống không bị hư hỏng. Sau khi tiến hành thiết kế và chế tạo hệ thống điều khiển, tác giả đã đưa vào thử nghiệm thực tế. Kết quả cho thấy các thiết bị làm việc đảm bảo an toàn, đáp ứng được các yêu cầu đề ra. Qua thử nghiệm, chi phí nhiên liệu giảm từ 10% đến 18%, nồng độ HC giảm từ 18% đến 50%, nồng độ CO giảm từ 10% đến 40% (tùy từng chế độ tốc độ khác nhau) so với chế độ xe chỉ chạy bằng động cơ xăng.

ABSTRACT

The article presents a type of hybrid motorcycle improved from a used scooter Attila 2002. The author has used microcontroller to control a DC electric motor with the power of 400W that works in collaboration with the gasoline engine and the torque transmitted to the rear wheels of the vehicle. Each of two 12V-14Ah battery connected in series will supply power to the electric motor. These two are always charged by the generator of the vehicle when the gas engine operates. During accumulator's charging operation, current is provided to the control system and electric motor is always checked by microcontrollers and processors in order to protect the accumulator as well as to make sure the entire system is not damaged. After designing and manufacturing the control system, the author has put it into the actual test. The results showed that the device worked safely and met all the requirements. Through the test compared with mode with only the gas engine, fuel costs decreased by 10% to 18%, HC density decreased by 18% to 50%, the concentration of CO decreased by 10% to 40%, which depend on different speed mode.

I. GIỚI THIỆU

Hiện nay, xe gắn máy là phương tiện giao thông phổ biến của người dân Việt Nam, bởi nó được đánh giá cao ở mức độ linh hoạt cá nhân. Thế nhưng, trong bối cảnh nhiên liệu hóa thạch ngày càng cạn kiệt và tình hình ô nhiễm môi trường do xe máy tạo ra ngày càng cao, người ta đã dùng nhiều biện pháp để tiết kiệm nhiên liệu và giảm thiểu chất thải do chúng tạo ra. Trong đó, nguồn động lực lai

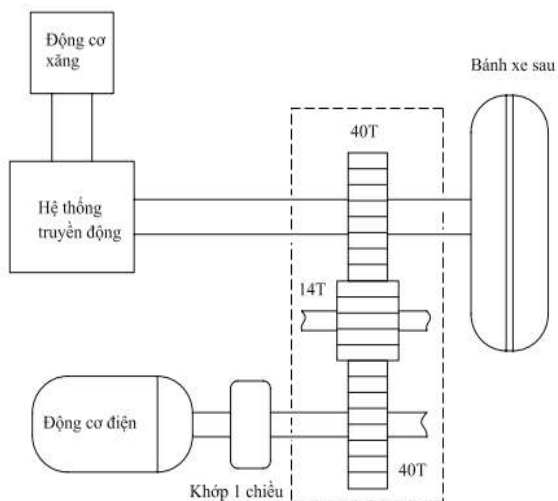
đang được chú ý và phát triển. Một số nước trên thế giới đã sản xuất ra nhiều xe gắn máy lai mẫu mã đẹp. Trong nước, đề tài “Thiết kế hệ thống truyền động xe gắn máy lai” của Đào Trọng Cường [1], đã nghiên cứu cải tạo và lắp ráp thêm hệ thống truyền động từ một động cơ điện DC để cùng phối hợp moment quay với động cơ xăng dẫn động bánh xe sau trên xe Attila đời 2002. Toàn bộ hệ thống truyền động

được thiết kế là một cụm chi tiết rời, có thể lắp ráp dễ dàng vào xe máy. Đề tài “Nghiên cứu, thiết kế, lắp đặt động cơ lai trên xe gắn máy” của Phạm Quốc Phong [4], được áp dụng trên xe Wave, ở tốc độ 40 km/h trở lên, động cơ xăng hoạt động, ở tốc độ thấp hơn 40 km/h, động cơ điện hoạt động. Thiết kế hệ thống điều khiển bằng vi điều khiển sử dụng phần mềm AVR để điều khiển động cơ điện hoạt động phối hợp với động cơ xăng và cùng truyền moment quay cho bánh sau của xe, nhằm tiết kiệm nhiên liệu và giảm phát thải khí làm ô nhiễm môi trường là mục đích của nghiên cứu này.

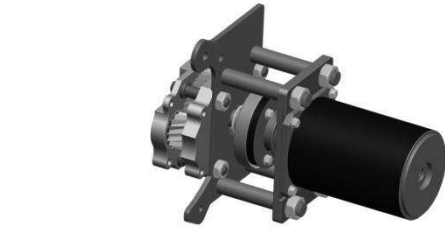
II. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hệ thống truyền lực từ động cơ điện đến bánh xe

Động cơ xăng dẫn động trực tiếp bánh xe sau. Động cơ điện khi được vi điều khiển cấp điện từ 2 bình accu 12V mắc nối tiếp nhau, sẽ truyền moment quay đến bánh sau thông qua hộp truyền động. Đây là kiểu phối hợp truyền động. Trong đó, động cơ xăng đóng vai trò là nguồn năng lượng truyền moment chính, còn động cơ điện chỉ đóng vai trò hỗ trợ.



Hình 1: Sơ đồ khối cơ cấu truyền động của động cơ điện [1]



Cơ cấu truyền động của động cơ điện

Hình 2: Sơ đồ khối cơ cấu truyền động của động cơ điện sau khi lắp ráp [1]

Loại động cơ điện sử dụng trong bộ truyền động lai là động cơ điện một chiều (DC). Công suất phát ra: 400W; điện áp sử dụng: 85 V; tốc độ cực đại: 2.500 v/p; dòng tiêu thụ không tải: 5,8A; dòng tiêu thụ cực đại: 40A; moment cực đại phát ra: 12Nm; moment liên tục: 1,70Nm.

2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống điều khiển

Vì có hai nguồn năng lượng từ động cơ xăng và động cơ điện cùng dẫn động bánh sau của xe tại cùng thời điểm. Do đó, để hai nguồn năng lượng này làm việc cùng nhau thì tốc độ của bánh xe và tốc độ của động cơ điện phải bằng nhau (vì tỉ số truyền từ động cơ điện đến bánh xe là 1 :1).

a. Sơ đồ tổ chức hệ thống điều khiển

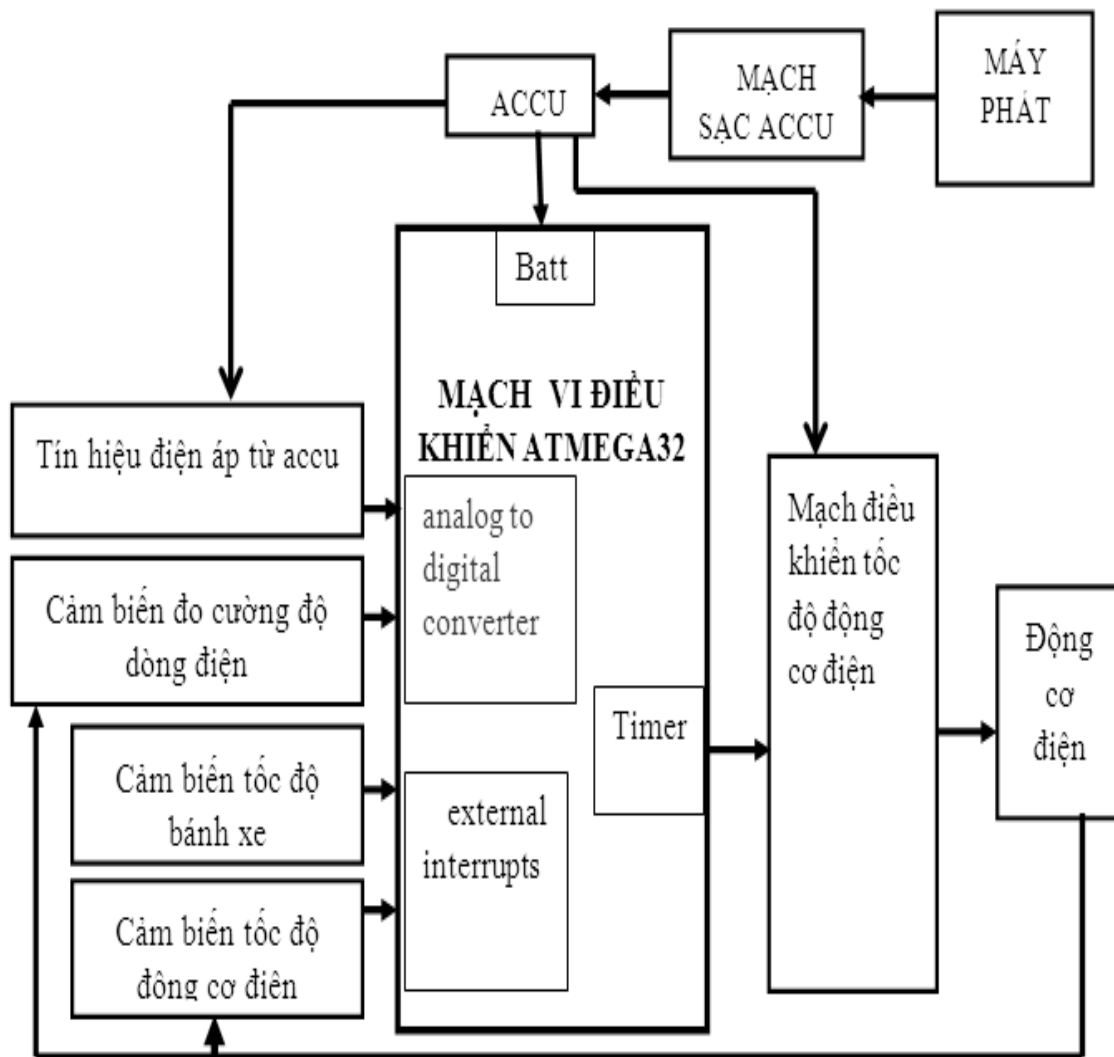
*Cấu tạo

- Accu cung cấp nguồn cho khối mạch vi điều khiển, mạch điều khiển động cơ điện.

- Động cơ điện lấy nguồn hoạt động từ mạch điều khiển động cơ điện.

- Chip vi điều khiển atmega32 được nuôi với mức điện áp 5v và được cấp từ khối nguồn chuyển đổi điện áp accu thành điện áp 5v, được tích hợp sẵn trên mạch vi điều khiển.

- Nguồn nuôi các cảm biến sẽ được cấp từ mạch vi điều khiển với mức điện áp là 5v.



Hình 3: Sơ đồ tổ chức hệ thống điều khiển

***Nguyên lý hoạt động**

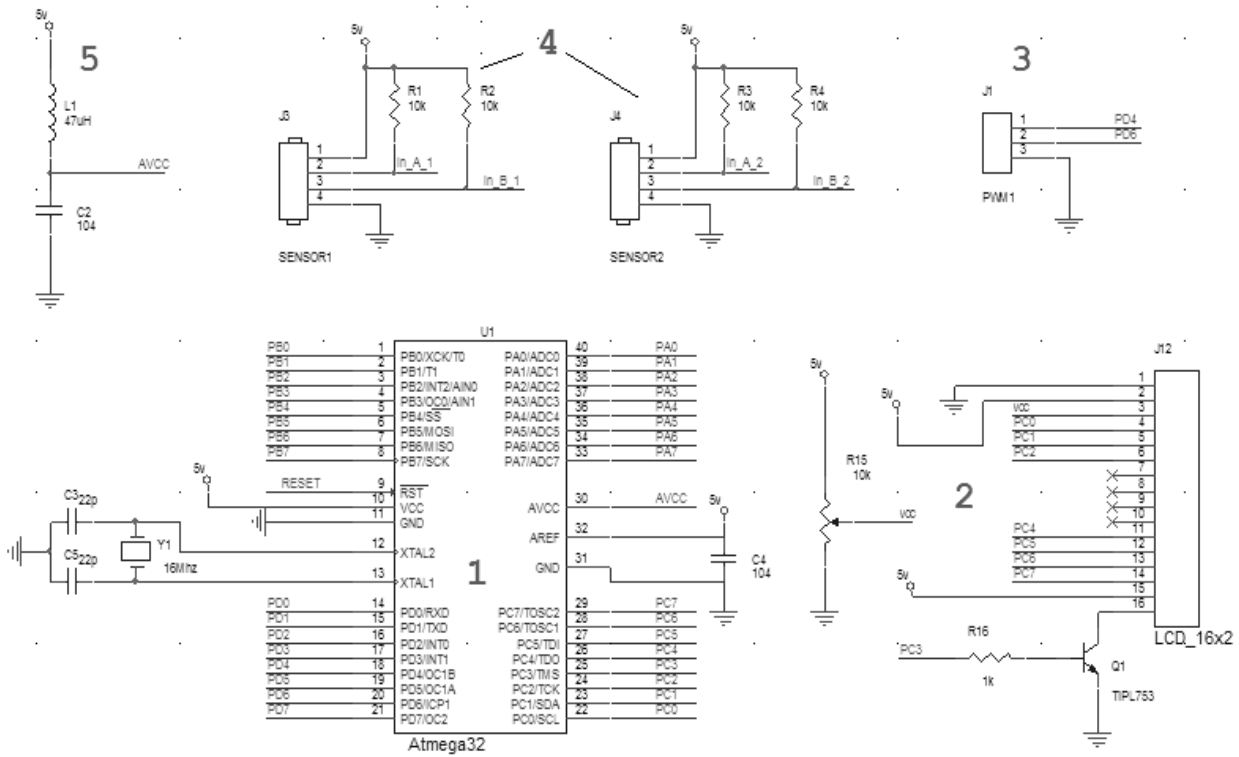
- Khi bánh xe quay, cảm biến tốc độ bánh xe sẽ gửi tín hiệu về mạch vi điều khiển. Mạch vi điều khiển bắt đầu xuất tín hiệu PWM truyền đến mạch điều khiển động cơ điện, điều khiển động cơ điện quay theo tốc độ của bánh xe.
- Cảm biến tốc độ động cơ điện gửi tín hiệu hồi tiếp về mạch vi điều khiển để vi điều khiển nhận biết được tốc độ động cơ điện quay chính xác không. Từ đó điều chỉnh xuất lại xung PWM.
- Cảm biến đo cường độ dòng điện dùng để kiểm tra cường độ dòng điện của mạch điều

khiển động cơ điện và động cơ điện, báo về vi điều khiển, nhằm mục đích bảo vệ mạch điều khiển động cơ điện và động cơ điện, tránh trường hợp quá dòng bị cháy. Khi cường độ dòng điện quá lớn vượt mức cho phép thì vi điều khiển sẽ ngắt chế độ điều khiển động cơ điện. Động cơ điện ngưng hoạt động

- Giá trị điện áp accu được mạch vi điều khiển liên tục kiểm tra. Khi giá trị điện áp accu quá thấp không đủ yêu cầu ($\leq 18V$) thì mạch vi điều khiển sẽ tắt chế độ điều khiển động cơ điện. Động cơ điện ngưng hoạt động.

b. Sơ đồ nguyên lý từng bộ phận

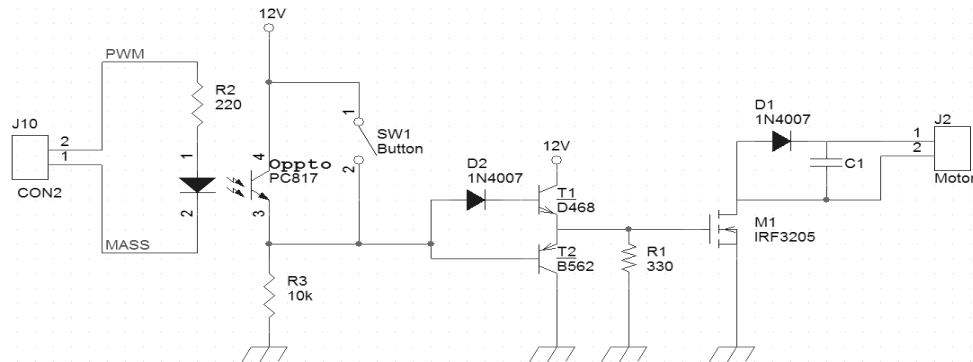
*Khối vi điều khiển:



Hình 4: Sơ đồ nguyên lý mạch MCU (micro controller unit)

1. Vi điều khiển Atmega32
2. LCD_16x2 hiển thị
3. Điều khiển PWM
4. Nhận tín hiệu từ cảm biến
5. Đọc giá trị điện áp accu

*Khởi Driver:



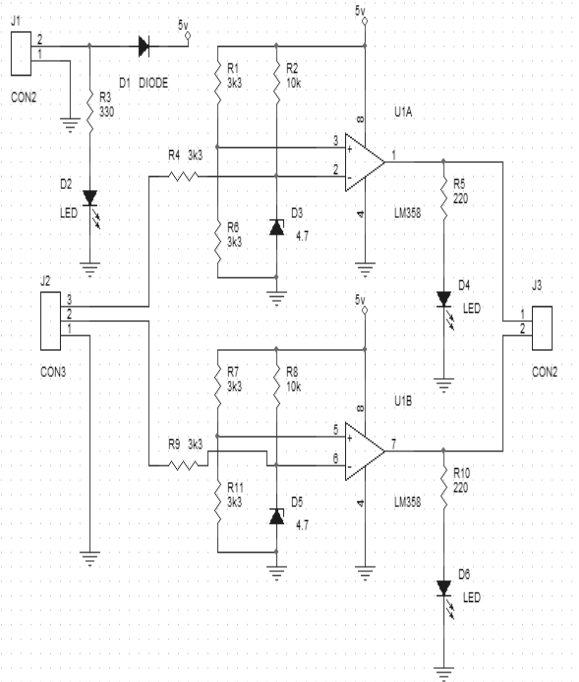
Hình 5: Sơ đồ nguyên lý Driver điều khiển động cơ

- Khi vi điều khiển không điều xung PWM, không có dòng qua Oppto PC817, T1 ngắt, Mosfet IRF3205 không được kích, điện áp cực S bằng không. Motor không hoạt động
- Khi vi điều khiển điều xung PWM, có dòng qua Oppto PC817, T2 dẫn, Mosfet IRF3205 được kích và dẫn, điện áp cực S gần bằng điện áp nguồn (12V), motor quay
- Khi vi điều khiển ngắt PWM đột ngột, motor

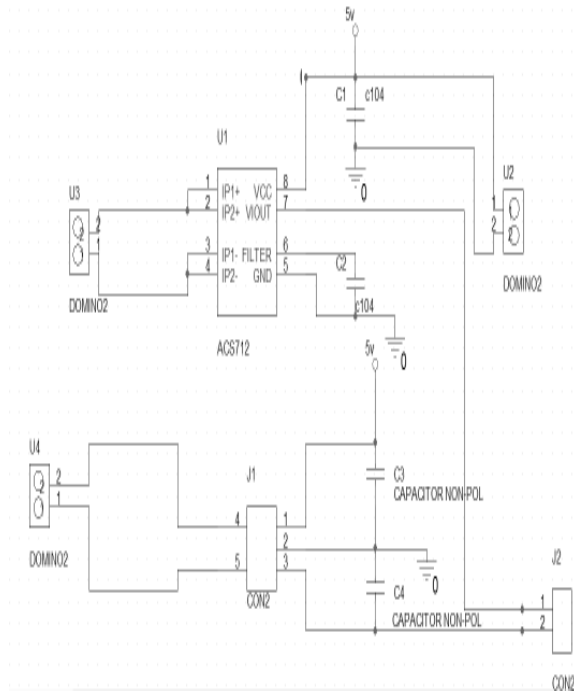
- ngắt đột ngột, xuất hiện sức điện động tự cảm có chiều ngược với dòng điện, làm cho điện thế giữa 2 đầu Mosfet tăng cao, nếu vượt qua mức giới hạn cho phép làm hỏng Mosfet. D1 có nhiệm vụ dập sức điện động tự cảm.
- Do Mosfet được điều khiển bằng tín hiệu PWM, tức là Mosfet đang ở chế độ chuyển mức logic (đóng => ngắt và ngược lại). Tại đây Mosfet làm việc ở chế độ khuếch đại,

nghĩa là nội trở Mosfet tăng cao. Thời gian xảy ra khuếch đại rất ngắn nhưng cũng ảnh hưởng một phần đến sự nóng lên của Mosfet. Vì vậy gắn điện trở R1 để xả khi Mosfet ngắt.

*Khởi chuyển đổi tín hiệu từ xung sin thành xung vuông và mạch kiểm tra dòng điện qua động cơ điện.



a)



b)

Hình 6: a) Sơ đồ nguyên lý mạch chuyển đổi tín hiệu xung sin thành xung vuông

b) Sơ đồ nguyên lý mạch kiểm tra cường độ dòng điện qua động cơ điện

- Nguyên lý mạch chuyển đổi tín hiệu xung sin thành xung vuông:

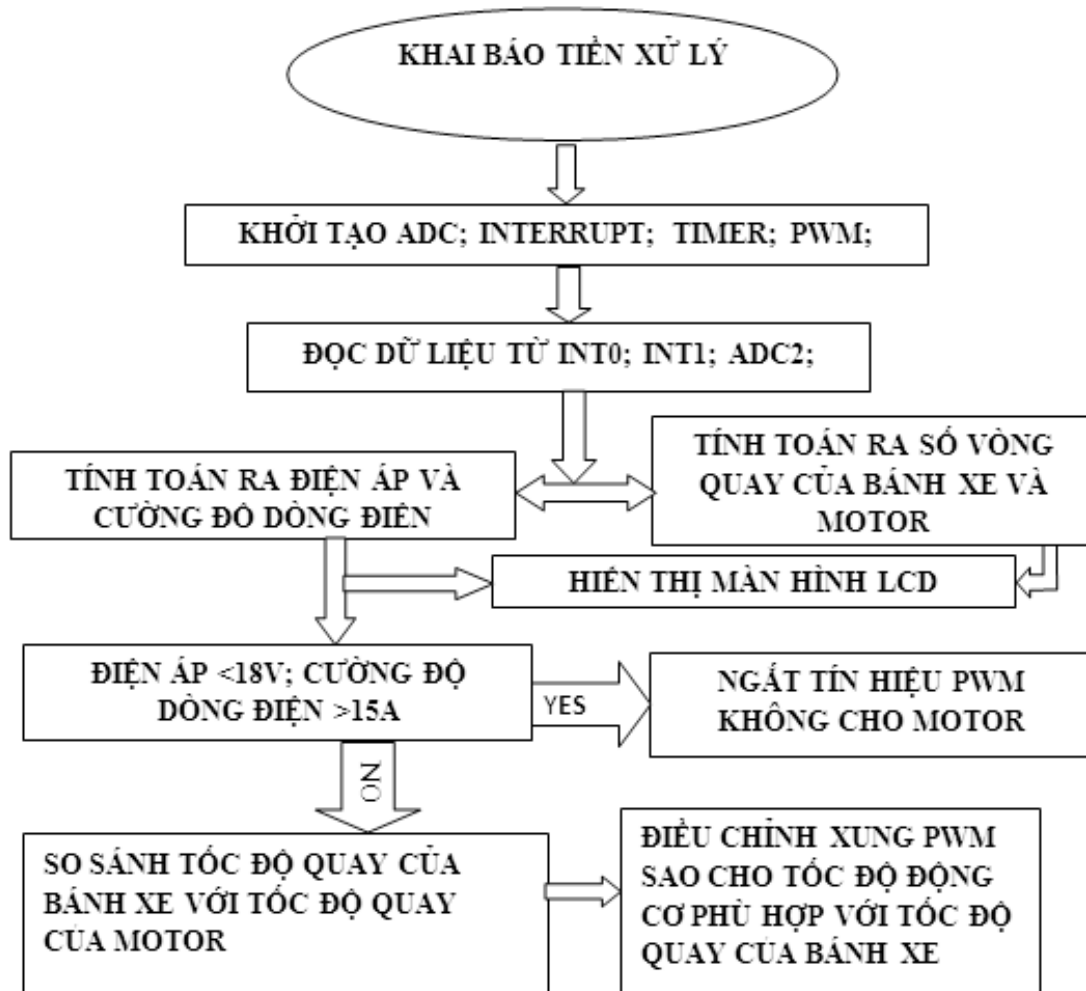
Dựa vào chế độ so sánh của Opamp LM358, ta xét nhánh 1 của cảm biến bánh xe: nó so sánh tín hiệu điện áp $V+$ trên cầu phân áp R1, R6 và điện áp $V-$ trên cầu phân áp giữa R2, D3. Điện áp $V-$ thay đổi khi điện áp từ cảm biến điện từ chuyển pha. Ta có 2 trường hợp

$V- > V+ \Rightarrow V_{out} = 0V$, ngược lại $V- < V+ \Rightarrow V_{out} = V_{cc} = 5V$. Như vậy điện áp ngõ ra sẽ là mức 0V và 5V.

Tương tự như trên, tín hiệu cảm biến tốc độ động cơ điện cũng chuyển từ xung sin thành xung vuông.

- Để đo cường độ dòng điện, sử dụng cảm biến đo dòng IC ACS 756SCA dựa trên hiệu ứng Hall. Vout thay đổi tuyến tính theo sự thay đổi dòng điện I_p được lấy mẫu từ Motor.

c. Lưu đồ thuật toán



Hình 7: Lưu đồ thuật toán điều khiển

Khai báo tiền xử lý để sử dụng các hàm của thư viện được cung cấp sẵn, khai báo các kiểu dữ liệu cho biến để sử dụng các biến này trong chương trình. Khởi tạo các chức năng ADC, INTERRUPT, TIMER, PWM, LCD bằng cách thiết lập bit của các thanh ghi trong vi điều khiển. Các chức năng này được sử dụng để điều khiển các thiết bị ngoại vi và nhận dữ liệu từ các thiết bị ngoại vi vào vi điều khiển. Từ đó vi điều khiển sẽ xử lý, tính toán các dữ liệu được nhận từ thiết bị ngoại vi. Sau đó hiển thị các thông số yêu cầu lên màn hình LCD. Các dữ liệu được đọc vào vi điều khiển sẽ được xử lý và so sánh với điều kiện do người lập trình đặt ra. Dựa vào đó vi điều khiển sẽ đưa ra tín hiệu điều khiển thiết bị ngoại vi sao cho chính xác, đúng với yêu cầu đặt ra.

III. THỰC NGHIỆM

Sau khi thiết kế và chế tạo xong hệ thống điều khiển, tiến hành thử nghiệm kiểm tra toàn bộ hệ thống. Kết quả cho thấy xe hoạt động tốt ở chế độ lái. Bình accu, các vi mạch điện tử được bảo vệ tốt. Mạch sạc bình accu hoạt động tốt.

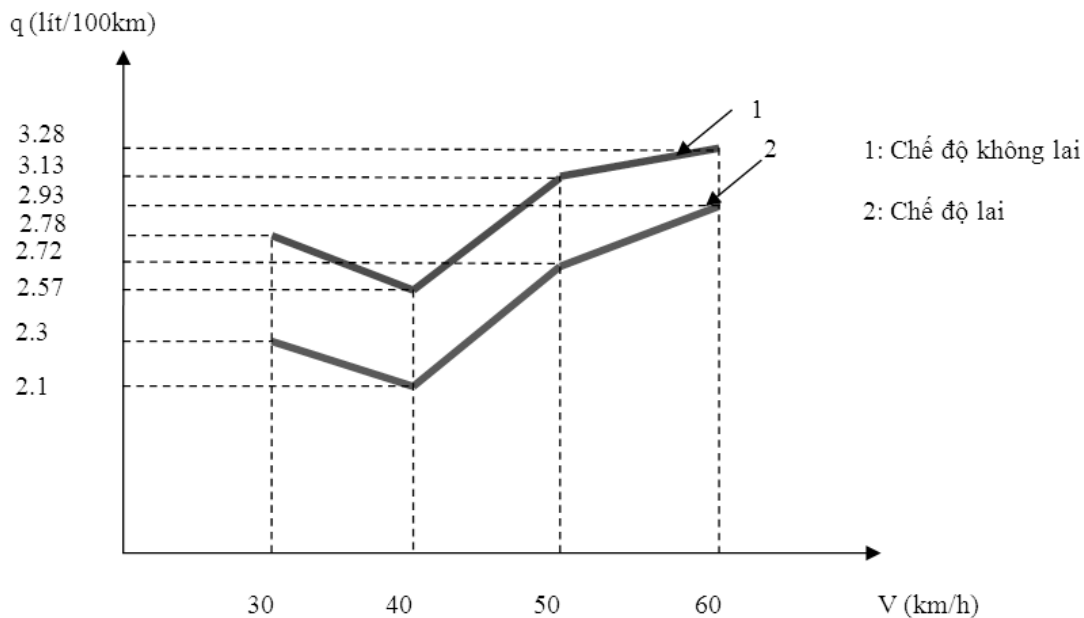
1. Kiểm tra xe chạy trên đường và so sánh chi phí nhiên liệu

Quãng đường chạy thử nghiệm $S = 20$ km, Q là lượng nhiên liệu tiêu hao trên quãng đường S . Mức tiêu hao nhiên liệu trên quãng đường 100km: $q = \frac{100 \cdot Q}{S} \frac{100 \cdot Q}{S}$

Bảng 1: So sánh chi phí nhiên liệu ở hai chế độ lái và không lái

TT	Tốc độ duy trì V (km/h)	Chi phí nhiên liệu trung bình trên quãng đường 100km - q(Lít/100km)		Lượng nhiên liệu giảm (Lít/100km)	Tỉ lệ nhiên liệu giảm %
		Không lái	Có lái		
1	30±2	2.78	2.3	0.48	17.27
2	40±2	2.57	2.1	0.47	18.29
3	50±2	3.13	2.72	0.41	13.1
4	60±2	3.28	2.93	0.35	10.6

ĐỒ THỊ ĐẶC TÍNH TIÊU HAO NHIÊN LIỆU



Hình 8: Đồ thị đặc tính tiêu hao nhiên liệu

Kết luận: Trên cùng một loại đường, mức tiêu hao nhiên liệu khi chạy xe ở chế độ lái giảm 17% -18% (tốc độ 30 km/h - 40 km/h), giảm 10% - 13% (tốc độ 50km/h -60km/h).

2. Kiểm tra và so sánh nồng độ khí xả

Bảng 2: So sánh thành phần khí thải ở hai chế độ lái và không lái

TT	Tốc độ km/h	Thành phần khí thải	Chế độ không lái	Chế độ lái	Giảm	Tỉ lệ %
1	~ 30	ppm vol HC	1590.33	943.66	646.67	40.66
		% vol CO	7.53	6.69	0.84	11.15
2	~ 40	ppm vol HC	1513	740.67	772.33	51.04
		% vol CO	9.28	5.68	3.6	38.79
3	~ 50	ppm vol HC	1675.67	1361.67	314	18.74
		% vol CO	8.52	5.97	2.55	29.92
4	~ 60	ppm vol HC	1824.00	1485.33	338.67	18.57
		% vol CO	8.24	4.96	3.28	39.81

Kết luận: Qua bảng so sánh trên ta thấy ở cùng một chế độ, khi chạy ở chế độ lai thành phần khí thải giảm so với xe chạy ở chế độ không lai. Cụ thể: Nồng độ ppm vol HC ở tốc độ ~ 30 -40 (km/h) giảm từ 40% đến 50 %, ở tốc độ ~50-60 (km/h) giảm khoảng 18 %. Nồng độ % vol CO giảm từ 10% đến 40% tùy từng chế độ tốc độ.

IV. KẾT LUẬN

Đề tài “Thiết kế hệ thống điều khiển xe gắn máy lai” đã giải quyết được các vấn đề sau:

- Ứng dụng vi điều khiển để điều khiển động cơ điện hoạt động phối hợp với động cơ xăng và cùng truyền moment quay đến bánh sau của xe gắn máy cũng như điều khiển việc kiểm tra, xử lý điện áp bình accu, cường độ

dòng điện cấp cho mạch công suất, nhằm bảo vệ bình accu, mạch vi điện tử và động cơ điện.

- Kết quả thử nghiệm cho thấy ở chế độ xe lai chi phí nhiên liệu và nồng độ CO, HC giảm đi một lượng đáng kể.

- Loại xe này rất phù hợp khi chạy trong thành phố, khu vực đông dân cư cũng như vùng ven thành phố bởi nó phát huy hiệu quả rõ rệt ở tốc độ 30-40 km/h.

Tuy nhiên, vì đề tài chỉ cải tiến từ xe gắn máy đã có sẵn và xe đã qua sử dụng nên không đạt về mỹ thuật. Các chỉ tiêu thử nghiệm về chi phí nhiên liệu và khí thải chỉ dừng lại ở mức độ so sánh khi xe làm việc ở hai chế độ. Do không có băng thử xe máy nên trong phần thử nghiệm còn gặp nhiều hạn chế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đào Trọng Cường, *Thiết kế hệ thống truyền động xe gắn máy lai*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh, Năm 2014
- [2] Ngô Diên Tập, *AVR trong lập trình C*, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2003
- [3] Ngô Diên Tập, *Kỹ thuật vi điều khiển với AVR*, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2003
- [4] Phạm Quốc Phong, *Nghiên cứu, thiết kế, lắp đặt động cơ lai trên xe gắn máy*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh, 2007
- [5] Tài liệu hướng dẫn sử dụng & bảo trì xe Attila của công ty SYM.