

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÔ HÌNH XE HYBRID KIỂU NỐI TIẾP

STUDY ON DESIGN AND MANUFACTURE SERIAL HYBRID VEHICLE

Nguyễn Khắc Tùng¹, Bùi Huy Hoàng¹, Nguyễn Phương Anh¹,
Nguyễn Đức Khánh^{1,*}, Trần Văn Đăng¹, Bùi Văn Chinh²

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu và chế tạo mô hình xe hybrid kiểu nối tiếp. Các bộ phận chính trên xe bao gồm máy phát điện có công suất 950W; động cơ điện 3 pha không chổi than gắn liền bánh xe có công suất 650W; hệ thống tự động nạp điện ắc quy; hệ thống tay ga và điều tốc. Trong quá trình làm việc, động cơ điện sẽ là nguồn động lực cho xe chuyển động. Trong khi đó, động cơ đốt trong có nhiệm vụ kéo máy phát điện để nạp điện cho ắc quy khi mức điện áp còn lại trong bình nhỏ hơn một giá trị nhất định. Khi điện áp của ắc quy xuống thấp hơn giá trị cho phép, hệ thống tự động khởi động động cơ đốt trong để kéo máy phát điện; khi ắc quy đầy thì hệ thống sẽ tự động tắt động cơ bằng cách ngắt tín hiệu đánh lửa. Hệ thống tự động nạp ắc quy được thiết kế bao gồm mạch điện tử với bộ xử lý trung tâm là vi điều khiển ATmega 328 và các bộ chuyển đổi ADC có nhiệm vụ nhận biết trạng thái điện áp của ắc quy cũng như trạng thái của cụm động cơ - máy phát điện. Nghiên cứu được thực hiện dựa trên cơ sở kế thừa kinh nghiệm của các nghiên cứu trong và ngoài nước về xe hybrid. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để tiếp cận sâu hơn trong công nghệ xe hybrid, khi mà lĩnh vực này còn khá mới ở Việt Nam. Ngoài ra, nghiên cứu cũng góp phần bổ sung tư liệu và thiết bị để nâng cao chất lượng đào tạo kỹ sư kỹ thuật ô tô và cơ điện tử nói riêng cũng như các ngành kỹ thuật nói chung.

Từ khóa: Xe hybrid kiểu nối tiếp, công nghệ, chế tạo.

ABSTRACT

This paper presents the study results on design and manufacture serial hybrid vehicle. The system includes a 950W generator, 650W 3-phase brushless motor built-in wheel, throttle and electronic speed control. In working process, electric motor spins the wheel to make moving of the vehicle. The internal combustion engine is responsible for pulling the generator to recharging the battery whenever the remaining voltage in the battery is less than a certain value. When the battery voltage is less than the allowable minimum value, the automatically recharging system starts the internal combustion engine to pull the generator for recharging the battery. When the battery is full charged, the system automatically turns off the engine. The automatic recharging system is designed including an electronic control unit with a ATmega 328 microcontroller and ADC converters. The automatic recharging system was successfully manufactured based on references from other previous studies. In order to take a step into hybrid technology in Vietnam, this study is helpful in development research in automotive technology. In addition, this study provides helpful document and equipment for improving education quality in automotive, mechatronics majors.

Keywords: Serial hybrid vehicle, technology, manufacture.

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: khanh.nguyenduc@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 25/12/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 28/03/2017

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong lĩnh vực nghiên cứu phát triển ngành công nghiệp ô tô, xe hybrid hay còn được gọi là xe lai đã và đang là hướng nghiên cứu có nhiều tiềm năng góp phần đáng kể giảm thiểu ô nhiễm môi trường và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Trên thế giới, công nghệ hybrid đã được áp dụng đối với xe 4 bánh và cả các xe 2 bánh và nhiều mẫu xe lai đã được các hãng công nghệ thương mại hóa, tuy nhiên hybrid vẫn là một công nghệ còn khá mới mẻ ở Việt Nam[1-6]. Trong vài năm trở lại đây, một số sản phẩm xe điện mang tính thử nghiệm đã được nghiên cứu chế tạo bởi các nhà khoa học và những nhà sáng chế không chuyên Việt Nam. Đây là thành công đáng khích lệ đối với các nhà khoa học, sáng chế nghiệp dư, tuy nhiên những chỉ tiêu chất lượng của xe còn thấp, xe được chế tạo với phương pháp mang tính kỹ thuật, chưa có hàm lượng khoa học và quy trình công nghệ. Một số nhà nghiên cứu khoa học trong nước phát triển theo hướng cải tiến các phương tiện giao thông 2 bánh bằng cách bố trí thêm một động cơ điện ở bánh trước, trong khi bánh sau vẫn được dẫn động từ động cơ đốt trong. Một số nghiên cứu trên ô tô đã được thực hiện và mang lại những thông tin bổ ích nhất định về công nghệ xe lai hybrid [7-13].

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu và chế tạo hệ thống tự động nạp điện ắc quy trên xe hybrid kiểu nối tiếp. Đối với xe hybrid kiểu nối tiếp, động cơ nổ được sử dụng để kéo máy phát điện sạc điện cho ắc quy và một phần điện năng cung cấp cho động cơ điện. Động cơ điện là nguồn động lực chính giúp xe chuyển động. Vì vậy nguồn nuôi động cơ điện là ắc quy cần phải được nạp điện để duy trì điện áp

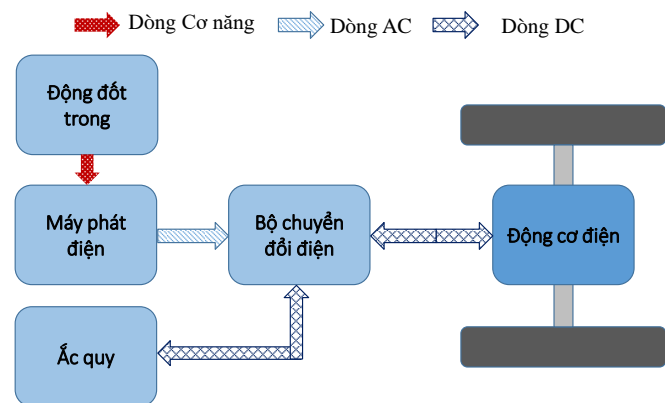
trong phạm vi sử dụng. Để tự động nạp điện cho ắc quy cần phải thiết kế hệ thống tự động khởi động động cơ đốt trong để sinh công kéo máy phát. Ở chế độ làm việc này, động cơ đốt trong có nhiệm vụ nạp điện cho ắc quy và cung cấp một phần năng lượng cho động cơ điện làm việc. Hệ thống tự động nạp điện ắc quy bao gồm bộ xử lý trung tâm Atmega 328, các bộ chuyển đổi ADC và các linh kiện điện tử như màn hình hiển thị LCD, rơ le, transistor... Hệ thống điều khiển được thiết kế gồm ba khối chính: khối xử lý trung tâm, khối điều khiển và khối hiển thị. Khối xử lý trung tâm có nhiệm vụ nhận các tín hiệu như giá trị điện hiện thời của ắc quy, tín hiệu báo hiệu trạng thái làm việc của cụm động cơ đốt trong và máy phát từ đó đưa các tín hiệu ra khối hiển thị và khối điều khiển. Trong quá trình làm việc, khi điện áp trong ắc quy giảm xuống dưới mức giới hạn, khối xử lý trung tâm đưa tín hiệu đến khối điều khiển để khởi động động cơ đốt trong kéo máy phát và nạp điện cho ắc quy. Khi ắc quy đầy, khối xử lý trung tâm đưa tín hiệu đến khối điều khiển để tắt động cơ động cơ đốt trong và kết thúc quá trình nạp. Trong suốt quá trình hoạt động của hệ thống, điện áp hiện thời của ắc quy, điện áp giới hạn được hiển thị qua màn hình LCD.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Xây dựng mô hình xe hybrid kiểu nối tiếp

2.1.1. Sơ đồ nguyên lý mô hình xe hybrid nối tiếp

Theo nguyên lý mô hình xe hybrid kiểu nối tiếp, xe chỉ được dẫn động bởi động cơ điện gắn trên sau và được cấp nguồn bởi ắc quy thông qua bộ điều khiển và phân phối công suất. Động cơ đốt trong không đóng vai trò dẫn động trực tiếp mà chỉ được sử dụng để dẫn động máy phát cấp nguồn cho động cơ điện và nạp ắc quy khi dung lượng của ắc quy xuống mức thấp. Ưu điểm của phương án này là động cơ đốt trong được điều chỉnh hoạt động ở chế độ tối ưu. Tuy nhiên, phương án này yêu cầu dung lượng ắc quy lớn, động cơ điện cần có công suất lớn để có thể leo dốc và tăng tốc. Ngoài ra, cụm động cơ đốt trong - máy phát có công suất lớn mới có thể vừa nạp cho ắc quy vừa cung cấp điện cho động cơ điện hoạt động [14]. Sơ đồ nguyên lý mô hình xe hybrid nối tiếp được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý mô hình xe hybrid kiểu nối tiếp

Trong quá trình làm việc, động cơ đốt trong có nhiệm vụ dẫn động máy phát điện tạo ra nguồn điện năng nạp

cho ắc quy đồng thời cung cấp điện cho động cơ điện. Trên động cơ đốt trong được trang bị hệ thống điều tốc đơn chế để giữ ổn định tốc độ máy phát điện đồng thời tự động điều chỉnh tay ga cho phù hợp với phụ tải ngoài (ắc quy và động cơ điện). Điện áp đầu ra của máy phát là dòng điện xoay chiều, thông qua bộ chuyển đổi điện thành một chiều để nạp ắc quy và cấp cho động cơ điện. Ngoài ra, ắc quy cũng có thể được nạp điện từ nguồn điện lưới bên ngoài khi dừng đỗ xe ở gara để cắt giảm lượng nhiên liệu tiêu thụ cho động cơ đốt trong.

2.1.2. Tính toán lựa chọn nguồn động lực

Để xe có thể chuyển động được trên đường, điều kiện cần là lực kéo sinh ra tại bánh xe chủ động (F_k) phải lớn hơn hoặc bằng tổng các lực cản bao gồm lực cản lăn (F_l), lực cản leo dốc (F_i), lực cản gió (F_w), lực cản quán tính (F_j); đồng thời F_k cũng phải nhỏ hơn hoặc bằng lực bám giữa bánh xe với mặt đường (F_ϕ). Điều kiện cần và đủ của lực kéo được thể hiện ở phương trình [15]:

$$F_f + F_w \pm F_i \pm F_j \leq F_k \leq F_\phi \tag{1}$$

Theo yêu cầu kỹ thuật khi thiết kế, động cơ điện được sử dụng với vai trò là nguồn động lực chính giúp xe chuyển động. Việc tính toán công suất nhằm chọn lựa động cơ điện phù hợp dựa trên điều kiện xe di chuyển trên đường bằng với vận tốc tối đa là 45 km/h. Tổng lực cản cho trường hợp tính chọn động cơ điện được thể hiện ở phương trình:

$$F_c \geq F_f + F_w = mgf + \frac{1}{2} \rho C_d A_f V_{max}^2 \tag{2}$$

Công suất động cơ điện được xác định theo phương trình:

$$P \geq F_c V_{max} / \eta_h \tag{3}$$

Trong đó, $m = 150\text{kg}$ là khối lượng xe đẩy tải (bao gồm 70 kg tự trọng và 80 kg tải); $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ là gia tốc trọng trường; $f = 0,018$ là hệ số cản lăn, $\rho = 1,22 \text{ kg/m}^3$ là khối lượng riêng của không khí; $C_d = 0,8$ là hệ số cản gió; $A_f = 0,6\text{m}^2$ là diện tích cản gió; η_h là hiệu suất của động cơ điện, chọn sơ bộ $\eta_h = 0,95$; V_{max} là vận tốc cực đại của xe, $V_{max} = 45\text{km/h} = 12,5\text{m/s}$.

Thay các số liệu trên vào phương trình (2), (3) xác định được lực cản $F_c = 49,33 \text{ (N)}$ và công suất động cơ điện, $P \geq 647 \text{ (W)}$. Từ các tính toán trên, lựa chọn động cơ điện một chiều 3 pha, không chổi than, có công suất 650W được tích hợp cùng với bánh xe.

2.1.3. Lựa chọn ắc quy

Trong hệ thống hybrid kiểu nối tiếp, nguồn năng lượng phục vụ cho hoạt động của động cơ điện là vô cùng quan trọng. Nguồn năng lượng này phải đảm bảo động cơ điện làm việc ổn định và phải có khả năng nạp bổ sung để đảm bảo thời gian hoạt động. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã lựa chọn bộ 04 ắc quy 12V-20Ah mắc nối tiếp được sử dụng làm hệ thống lưu trữ năng lượng của xe.

2.1.4. Lựa chọn cụm động cơ đốt trong - máy phát điện

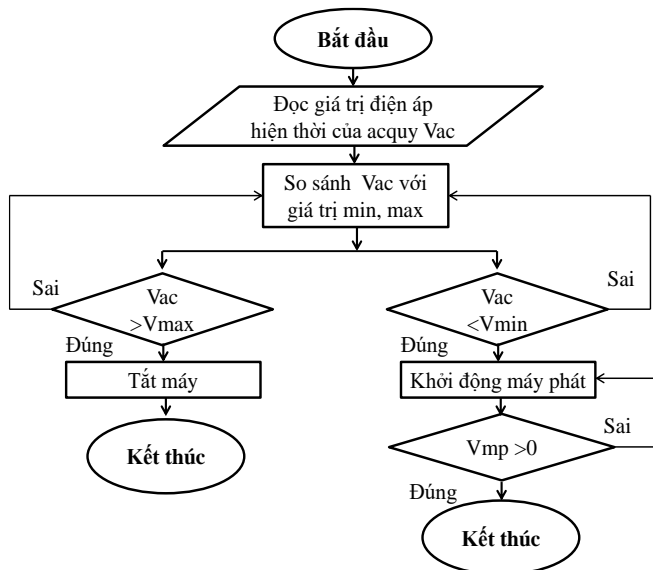
Máy phát điện được dẫn động bởi động cơ đốt trong có nhiệm vụ nạp điện cho ắc quy khi dung lượng ắc quy

xuống thấp hơn mức giới hạn cho phép, đồng thời cung cấp điện cho động cơ điện nếu xe đang làm việc. Trong nghiên cứu này, máy phát điện xoay chiều có công suất định mức 950W, số vòng quay 3000 v/ph, trang bị bộ điều tốc đơn chế được chọn để lắp đặt lên xe.

2.2. Thiết kế hệ thống tự động nạp điện cho ắc quy

2.2.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống tự động nạp điện ắc quy

Sơ đồ nguyên lý hệ thống tự động nạp điện ắc quy được thể hiện trên hình 2. Giá trị điện áp hiện thời của ắc quy được đưa về bộ xử lý trung tâm thông qua bộ chuyển đổi ADC. Khi mức điện áp của ắc quy giảm xuống dưới một mức giới hạn thì bộ xử lý đưa ra tín hiệu điều khiển để cấp điện cho rơ le khởi động động cơ đốt trong dẫn động máy phát. Khi động cơ đốt trong đã làm việc kéo máy phát, lúc này tín hiệu điện áp đầu ra của máy phát được đưa về bộ xử lý để kết thúc quá trình khởi động động cơ đốt trong. Trong quá trình làm việc của xe hybrid, bộ điều tốc trên động cơ đốt trong tự động điều chỉnh vị trí bướm ga cho phù hợp với sự thay đổi của phụ tải bên ngoài bao gồm ắc quy và động cơ điện. Khi điện áp ắc quy đạt đến mức giới hạn, tín hiệu mức điện áp ắc quy sẽ được đưa về bộ xử lý trung tâm để đưa ra tín hiệu đến khối điều khiển cấp điện cho rơ le ngắt điện đánh lửa của động cơ đốt trong và kết thúc quá trình nạp điện. Lúc này, động cơ điện chỉ sử dụng nguồn điện từ ắc quy.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống tự động nạp điện ắc quy

2.2.2. Trang thiết bị nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, vi điều khiển Atmega328 thuộc họ MegaAVR được sử dụng với vai trò thu nhận tín hiệu trạng thái điện áp của ắc quy, trạng thái máy phát để đưa ra tín hiệu điều khiển khởi động hoặc tắt máy phát điện. Ngoài ra, vi điều khiển này còn có nhiệm vụ hiển thị giá trị điện áp hiện thời của ắc quy cũng như trạng thái làm việc của động cơ đốt trong hoặc máy phát điện. Thông số kỹ thuật cơ bản của vi điều khiển Atmega328 được thể hiện trên bảng 1.

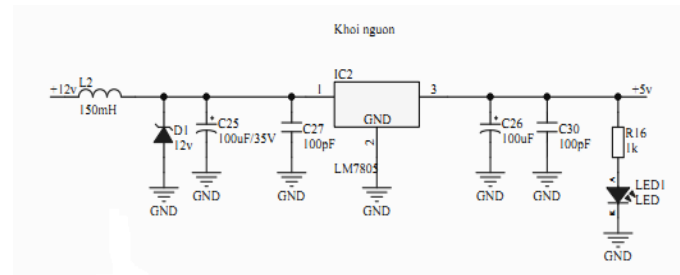
Bảng 1. Thông số kỹ thuật cơ bản của vi xử lý ATmega328

Vi điều khiển	ATmega328
Điện áp hoạt động	5V DC
Tần số hoạt động	16 MHz
Dòng tiêu thụ	khoảng 30mA
Số chân Digital I/O	14 (6 chânPWM)
Số chân Analog	6 (10bit)
Bộ nhớ flash	32 KB
SRAM/EEPROM	2 KB/1 KB

2.2.3. Sơ đồ thiết kế các khối chức năng

a) Khối tạo nguồn 5VDC

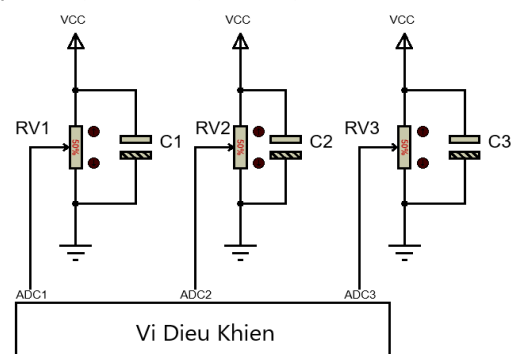
Khối cung cấp nguồn điện cho bộ điều khiển gồm có điốt an toàn, các tụ lọc nguồn, vi mạch ổn áp LM7805, đèn LED báo nguồn 5V. Sơ đồ khối nguồn được thiết kế như thể hiện trên hình 3. Điện nguồn 12V được lấy từ nguồn nuôi thông qua khóa điện (vị trí ON) và rơ le, khi bật khóa điện thì nguồn 12V cấp cho mạch nguồn của bộ điều khiển. Do các thành phần, linh kiện trong bộ điều khiển sử dụng điện áp 5V nên điện áp 12V được qua vi mạch ổn áp LM7805 cho ra điện áp 5V. Các tụ điện được sử dụng để san phẳng những dao động điện áp nhỏ (nếu có).



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý mạch tạo nguồn 5V

b) Khối xử lý tín hiệu điện áp ắc quy

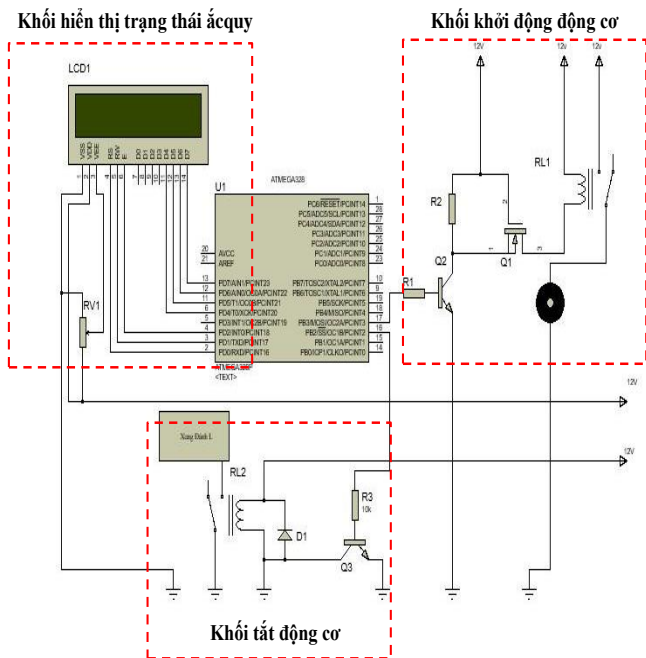
Tín hiệu điện áp ắc quy được đưa qua một mạch cầu trở để đưa điện áp về dải 0-5VDC phù hợp với tín hiệu đầu vào của bộ xử lý trung tâm. Thông qua bộ chuyển đổi ADC, tín hiệu điện áp ắc quy được chuyển đổi thành tín hiệu số trong dải từ 0 đến 1023, qua đó xác định được trạng thái của ắc quy thông qua việc so sánh với giá trị điện áp nhỏ nhất và lớn nhất để bộ xử lý đưa ra tín hiệu khởi động hoặc tắt máy phát điện như được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Mạch xử lý tín hiệu điện áp ắc quy

c) Khối xử lý trung tâm, khối hiển thị và điều khiển

Sơ đồ khối xử lý trung tâm, khối hiển thị và điều khiển cơ cấu chấp hành được thể hiện trên hình 5. Khối hiển thị trên màn hình LCD cho phép hiển thị điện áp hiện thời của ắc quy cũng như giới hạn điện áp thấp nhất và cao nhất. Khối điều khiển gồm các transistor, mosfet và rơle để cấp điện cho mô tơ khởi động động cơ đốt trong khi điện áp ắc quy nhỏ hơn mức giới hạn và điều khiển ngắt tín hiệu đánh lửa khi ắc quy đã nạp đầy.

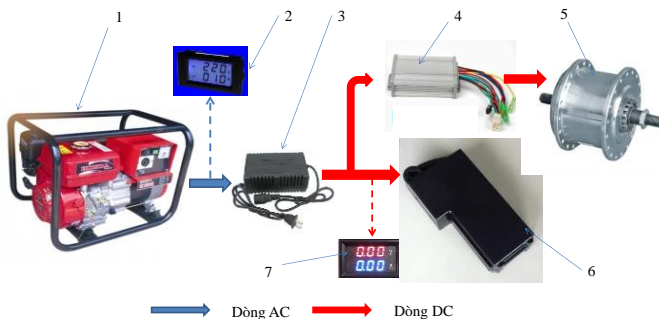


Hình 5. Sơ đồ khối xử lý trung tâm, khối hiển thị và điều khiển

3. THỬ NGHIỆM ĐÁNH GIÁ HOẠT ĐỘNG CỦA MÔ HÌNH XE HYBRID NỔI TIẾP

3.1. Thiết kế hệ thống thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm với mục đích đánh giá tính năng kỹ thuật của xe bao gồm công suất, mô men kéo của xe đo đặc tại bánh, tốc độ cực đại, quãng đường chạy tối đa; hiệu quả của hệ thống như công suất của máy phát điện cũng như công suất nạp điện của ắc quy, thời gian nạp của ắc quy. Hệ thống thử nghiệm được thể hiện trên hình 6.



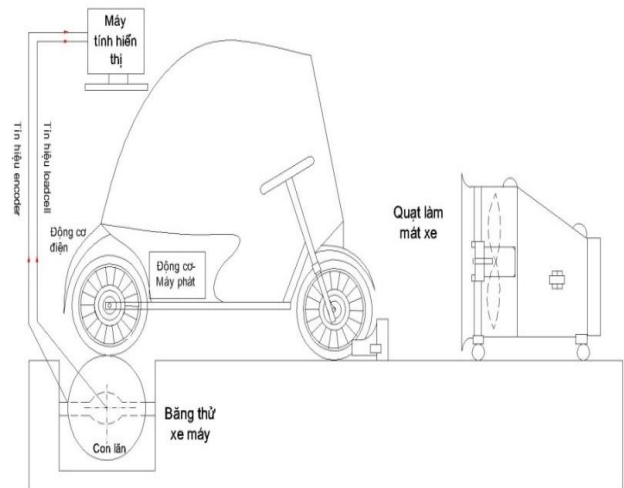
Hình 6. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm

Hệ thống thử nghiệm được thiết kế bao gồm cụm động cơ máy phát điện (1) gắn trên xe, hệ thống thiết bị đo điện áp và dòng điện xoay chiều đầu ra của máy phát (2), bộ

chuyển đổi dòng điện AC sang DC (3), bộ điều khiển cấp nguồn cho động cơ điện (4), động cơ điện 3 pha không chổi than lắp liền bánh xe (5) và ắc quy (6), thiết bị đo điện áp và dòng điện một chiều đầu vào ắc quy (7). Máy phát điện được động cơ đốt trong dẫn động và phát nguồn điện xoay chiều để cung cấp cho bộ chuyển đổi dòng điện AC-DC. Công suất đầu ra của cụm động cơ - máy phát điện P_{mp} được xác định thông qua bộ đo dòng điện xoay chiều ($P_{mp} = U.I.Cos\phi$, với U là điện áp đầu ra máy phát, I là dòng điện tiêu thụ). Sau khi qua bộ chuyển đổi điện, điện áp đầu ra là dòng một chiều để nạp ắc quy (công suất nạp ắc quy là $P_{nạp} = U.I$, với U là điện áp đầu ra bộ đổi điện và I là dòng điện nạp vào ắc quy) và cấp nguồn cho động cơ điện. Công suất của động cơ điện đo tại bánh xe sẽ được xác định trên bằng thử xe máy.

3.2. Trang thiết bị thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm được tiến hành trên băng thử xe máy tại Phòng thí nghiệm Động cơ đốt trong, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Băng thử được sản xuất bởi AVL Zöllner, phối hợp với hệ thống thử nghiệm khí thải cỡ nhỏ để thử nghiệm cho xe máy. Băng thử có thể xác định các tính năng làm việc của xe máy như công suất, suất tiêu thụ nhiên liệu, vận tốc, gia tốc cũng như các yêu cầu thử nghiệm về khí thải. Sơ đồ trang thiết bị thử nghiệm được thể hiện trên hình 7. Trong quá trình thử nghiệm, hệ thống sẽ xác định được tốc độ và lực kéo tại bánh xe, trên cơ sở đó xác định được công suất của động cơ điện.



Hình 7. Sơ đồ bố trí trang thiết bị thử nghiệm

3.3. Quy trình thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm được thực hiện trên băng thử xe máy. Trước khi thử nghiệm, xe được lắp lên băng thử, bánh sau đặt trên con lăn, bánh trước và khung xe được cố định trên sàn băng thử. Với mục tiêu thử nghiệm ban đầu để ra, quá trình thử nghiệm được tiến hành tuần tự để xác định các thông số cơ bản sau đây:

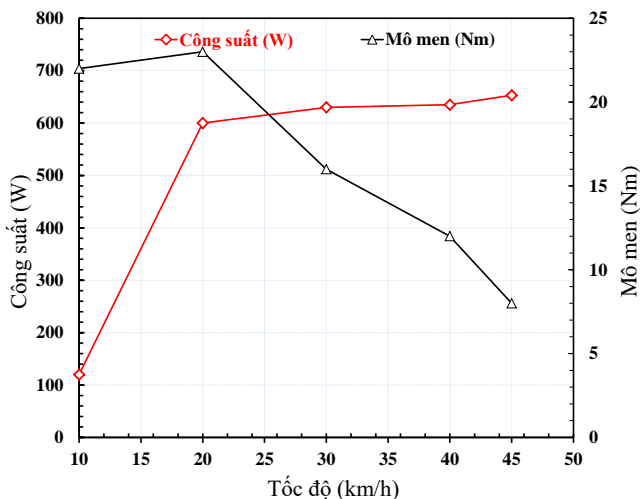
- Đặc tính công suất (W) và mô men kéo (Nm) tại bánh xe theo tốc độ (km/h) khi đạp hết ga.

- Vận tốc tối đa của xe (km/h) khi đạp hết ga.
- Thời gian tăng tốc của xe (s) từ 0 đến 45 km/h.
- Quãng đường tối đa xe chạy tới khi hết ắc quy ở tốc độ 45 km/h.
- Đánh giá khả năng làm việc của hệ thống tự động nạp điện ắc quy.

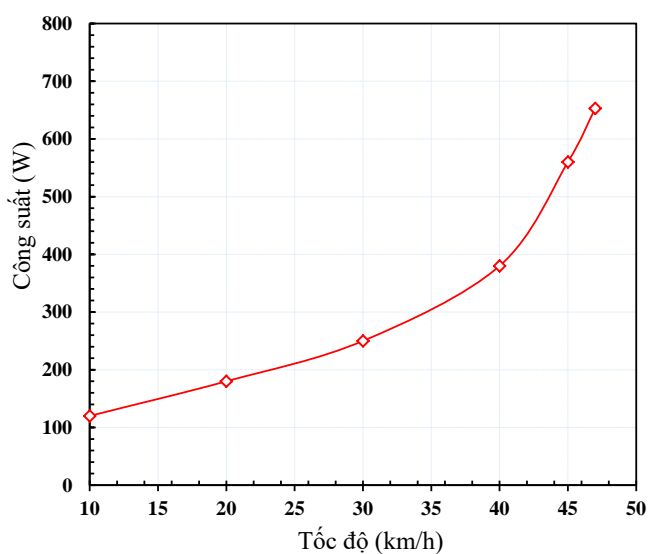
Ngoài thông số về quãng đường chạy tối đa, tất cả các thông số khác đều được thử nghiệm 3 lần để lấy giá trị trung bình.

3.4. Kết quả thử nghiệm

Kết quả thử nghiệm đánh giá tính năng công suất và mô men kéo đo tại bánh xe được thể hiện trên hình 8. Đặc tính công suất theo tốc độ của xe khi đạp hết chân ga được xác định qua 3 lần đo và lấy giá trị trung bình được thể hiện trên hình 9. Ngoài ra, công suất cực đại của xe đo được trên băng thử là 653W tại tốc độ 47,2 km/h. Các kết quả như công suất, tốc độ tối đa, thời gian tăng tốc... được thể hiện trong bảng 2.



Hình 8. Công suất và mô men kéo đo tại bánh xe



Hình 9. Đặc tính công suất tại bánh xe theo tốc độ khi kéo hết ga

Bảng 2. Tổng hợp một số kết quả chạy thử nghiệm

Lần thử	Vận tốc Max (km/h)	Công suất Max (W)	Thời gian tăng tốc từ 0 - 45 km/h (s)
Lần 1	47,1	649	23,8
Lần 2	47,3	650	24,1
Lần 3	47,2	653	23,5
Trung bình	47,2	650,7	23,8

Tốc độ tối đa của xe được xác định bằng cách kéo hết ga để xe tăng tốc tới tốc độ tối đa (V_{max}) và ổn định. Kết quả đo 3 lần thử được trình bày trong bảng 2 cho thấy, tốc độ tối đa có thể đạt được của xe là 47,3 km/h.

Để xác định được thời gian tăng tốc từ 0 đến 45 km/h, tiến hành khởi động xe và kéo tay ga. Hệ thống điều khiển băng thử sẽ xác định khoảng thời gian từ khi xe lăn bánh đến khi xe đạt tốc độ 45 km/h. Quá trình thử nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần và kết quả thể hiện trong bảng 2. Kết quả thử nghiệm cho thấy, sau kéo hết ga, thời gian tăng tốc nhanh nhất của xe đạt 23,5s.

Để xác định quãng đường chạy tối đa của xe với 1 lần nạp ắc quy. Tiến hành nạp đầy ắc quy, khởi động xe và chạy ở tốc độ ổn định 45km/h cho tới khi hết ắc quy. Ghi lại thời gian từ lúc bắt đầu chạy tới khi kết thúc để xác định được quãng đường chạy tối đa. Kết quả chạy thử nghiệm cho thấy, với một lần nạp ắc quy, xe có thể chạy tối đa khoảng 45 phút ở tốc độ 45 km/h, tương ứng khoảng 33,75km/1 lần sạc ắc quy khi không có máy phát.

Để đánh giá hoạt động của hệ thống tự động nạp điện ắc quy, xe được lắp lên băng thử và chạy ổn định ở tốc độ 30km/h. Kết quả cho thấy, khi điện áp của ắc quy giảm xuống dưới mức cho phép, hệ thống tự động khởi động động cơ đốt trong để kéo máy phát cung cấp điện cho ắc quy và động cơ điện. Qua đồng hồ đo điện áp và dòng điện vào cho thấy ắc quy đã được sạc từ nguồn điện máy phát. Duy trì chế độ chạy ổn định trong thời gian 8h, hệ thống tự động tắt động cơ đốt trong khi ắc quy đã nạp đầy.

4. KẾT LUẬN

Những kết quả chính của nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình xe ô tô hybrid kiểu nối tiếp được tóm tắt như sau:

- Chế tạo thành công mô hình xe hybrid theo nối tiếp có tốc độ lên tới 45 km/h với phụ tải 80kg.
- Kết quả thử nghiệm đánh giá tính năng kỹ thuật của xe cho thấy công suất đo tại bánh xe đạt giá trị cực đại là 653W tại tốc độ 47,2 km/h.
- Tốc độ tối đa của xe có thể đạt được là 47,3 km/h.
- Thời gian tăng tốc của xe khi kéo hết ga từ 0 đến 45 km/h đạt 23,5s.
- Với một lần nạp đầy ắc quy, xe có thể chạy tối đa khoảng 45 phút ở tốc độ 45 km/h, tương ứng khoảng 33,75 km/ 1 lần sạc ắc quy.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Cơ khí Động lực và đề tài NCKH CSPC mã số T2016-PC-025 đã giúp đỡ, tạo điều kiện để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bob Brant, 1994. *Build your own electric vehicle*. McGraw Hill Book.
- [2]. James Larminie and John Lowry, 2003. *Electric Vehicle Technology Explained*. John Wiley & Sons, Ltd.
- [3]. Ron Hodkinson, John Fenton, 2001. *Lightweight electric/hybrid vehicle design*. Butterworth Heinemann Publication.
- [4]. FRIESKE Benjamin, KLOETZKE Matthias, MAUSER Florian, 2013. *Trends in vehicle concept and key technology development for hybrid and battery electric vehicles*. World Electric Vehicle Journal Vol. 6, ISSN 2032-6653, Issue 1 - Pages 9-20.
- [5]. ROUSSEAU Aymeric, PHILLIP SHARER Phillip, 2013. *Benefits of fuel cell range extender for medium duty application*. Volume 6, ISSN 2032-6653, Issue 2 - Pages 452-463.
- [6]. *Toyota hybrid system*. Tài liệu tham khảo của hãng Toyota.
- [7]. Bùi Văn Ga, Nguyễn Quân, 2008. *Xe gắn máy hybrid điện - gas*. Tạp chí Giao thông vận tải, số 1,2/2008, pp 49-51, 68.
- [8]. Bùi Văn Ga, Nguyễn Quân, Nguyễn Việt Hải, Nguyễn Hương, 2009. *Thiết kế xe gắn máy hybrid*. Kỷ yếu hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 11, Trường Đại học Bách khoa Tp.HCM, pp 88-94.
- [9]. Nguyễn Văn Tuấn, Vũ Ngọc Khiêm, 2016. *Tính toán bộ phối hợp nguồn động lực cho ô tô hybrid*. Kỷ yếu hội nghị KH &CN toàn quốc về Cơ khí - Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, pp 80-85.
- [10]. Nguyễn Văn Trà, Lê Quốc Hiệp, 2016. *Nghiên cứu hệ thống động lực trên ô tô hybrid*. Kỷ yếu hội nghị KH &CN toàn quốc về Cơ khí - Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, pp 8-13.
- [11]. Hồ Xuân Diệu. *Ô tô hybrid điện - nhiệt hai chỗ ngồi*. Đại học Đà Nẵng.
- [12]. Nguyễn Văn Đình. *Nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình ô tô hybrid 2 chỗ ngồi*. Đại học Nha Trang.
- [13]. Nguyễn Văn Tuấn, 2015. *Nghiên cứu hoàn thiện chế độ làm việc của động cơ xăng khi ứng dụng cho xe hybrid*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật.
- [14]. Trần Văn Đăng, Khổng Vũ Quảng, Trần Đăng Quốc, Hồ Văn Đàm, 2016. *Nghiên cứu sử dụng nguồn động lực xe Hybrid bằng phần mềm AVL- Cruise*. Kỷ yếu hội nghị KH &CN toàn quốc về Cơ khí - Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, pp 115-120.
- [15]. Phạm Tuấn Anh và cộng sự, 2016. *Nghiên cứu tích hợp công nghệ hybrid cho xe Honda Lead 110cc*. Kỷ yếu hội nghị KH &CN toàn quốc về Cơ khí - Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, pp 121-127.