

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÍNH NĂNG KỸ THUẬT CỦA MÔ HÌNH HYBRID KIỂU NỐI TIẾP

STUDY ON PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF SERIAL HYBRID PROTOTYPE

Bùi Huy Hoàng¹, Nguyễn Khắc Tùng¹,
Nguyễn Đức Khánh¹, Bùi Văn Chính^{2*}, Nguyễn Đức Nam³

TÓM TẮT

Báo cáo trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá tính năng kỹ thuật của mô hình xe hybrid kiểu nối tiếp. Thông số cơ bản của hệ thống hybrid kiểu nối tiếp được xác định bằng thực nghiệm. Những thông số cơ bản được xác định như đặc tính công suất, mô men kéo theo tốc độ xe, biến thiên điện áp ắc quy theo thời gian và quan hệ giữa dòng nạp ắc quy, dòng xả qua mô-tơ và dòng tổng từ máy phát. 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: Mô hình xe hybrid, hệ thống nạp tự động, đường nạp, đường xả.

ABSTRACT

This paper presents results study on performance characteristics of serial hybrid prototype. The basic parameters of the serial hybrid system are determined experimentally such as the brake power and torque as function of speed; battery discharge over time and relationship between the battery charging power, motor power and out put power from the generator. 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, automatic recharging system, charge line, discharge line.

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Trường Cao đẳng nghề Cơ khí Nông nghiệp Vĩnh Phúc

*Email: chinhbv@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 25/12/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 27/03/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Cùng với sự phát triển của ngành công nghiệp ô tô, xe hybrid 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 nhiều đối với xe ô tô 4 bánh, một số loại xe 2 bánh và phương tiện ngành đường sắt. Hiện tại, đã có nhiều hãng ô tô đẩy mạnh thương mại hóa dòng xe hybrid, tuy nhiên đây vẫn là một công nghệ còn khá mới mẻ ở Việt Nam[1-6]. Vài năm trở lại đây, xuất hiện một số công trình nghiên cứu cũng như bằng sáng chế của các nhà khoa học không chuyên về chủ đề này. Những thành công đó là hết sức 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 bằng công nghệ kỹ thuật đơn giản, chưa có hàm lượng khoa học và quy trình công nghệ. Nhiều 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 được thực hiện trên ô tô, mang lại những thông tin bổ ích nhất định về công nghệ xe hybrid [7-13].

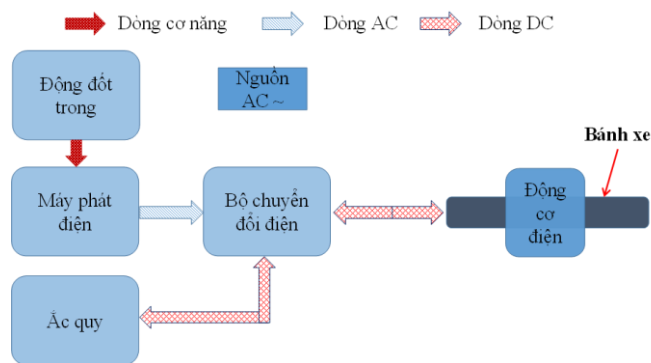
Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá tính năng kỹ thuật của xe hybrid kiểu nối tiếp. Với công nghệ xe hybrid kiểu nối tiếp, động cơ đốt trong được sử dụng để kéo máy phát điện, tạo nguồn điện sạc cho ắc quy và một phần điện năng cung cấp cho động cơ điện. Đặc điểm chính của dạng phương tiện này là động cơ điện đóng vai trò nguồn động lực chính giúp xe chuyển động. Vì vậy nguồn năng lượng để duy trì động cơ điện là ắc quy cần phải ổn định trong phạm vi sử dụng. Để quá trình nạp điện cho ắc quy diễn ra tự động cần phải thiết kế một mạch tự động khởi động động cơ đốt trong để sinh công kéo máy phát. Tại chế độ làm việc này, động cơ đốt trong dẫn động máy phát nạp điện cho ắc quy và cung cấp một phần năng lượng cho động cơ điện làm việc.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Nghiên cứu phương án phối hợp xe hybrid kiểu nối tiếp

Một bộ điều khiển truyền lực hybrid kiểu nối tiếp là một bộ điều khiển truyền lực có hai nguồn công suất cung cấp cho một động cơ điện để tạo lực kéo xe chạy. Phần lớn các bộ điều khiển truyền lực kiểu nối tiếp là các bộ điều khiển dẫn động trên xe hybrid điện được thể hiện ở hình 1. Nguồn năng lượng tạo động lực cho hệ thống là từ nguồn

nhiên liệu truyền thống để cung cấp cho động cơ đốt trong dẫn động một máy phát điện để tạo điện năng cung cấp cho động cơ điện làm việc. Đầu ra máy phát điện được nối với một đường truyền công suất điện thông qua một bộ biến đổi điện (chỉnh lưu). Nguồn năng lượng thứ hai là một bộ ắc quy điện hóa, được nối với đường truyền thông qua bộ biến đổi điện. Đường truyền công suất điện cũng được nối với bộ điều khiển công suất của động cơ điện. Ngoài ra, kiểu dẫn động này có thể trang bị thêm một bộ sạc ắc quy để nạp cho ắc quy từ nguồn điện lưới.

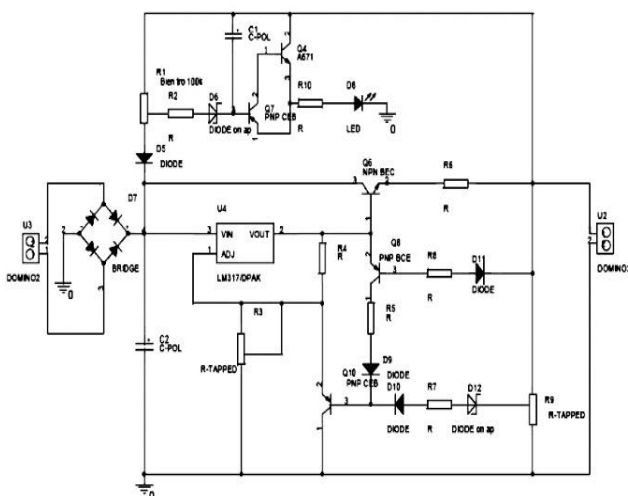


Hình 1. Sơ đồ nguyên lý hệ hybrid kiểu nối tiếp

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 ga của động cơ đốt trong 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.

2.2. Các bộ phận chính của bộ điều khiển hybrid kiểu nối tiếp

2.2.1. Bộ nạp điện



Hình 2. Sơ đồ mạch cấp nguồn 1 chiều cho ắc quy

Bộ nạp điện ắc quy có nhiệm vụ chuyển đổi dòng điện nhận từ máy phát xuống điện áp thích hợp để nạp vào ắc quy hoặc đồng thời cung cấp nguồn năng lượng cho động cơ điện khi động cơ đốt trong hoạt động được thể hiện trên hình 2.

2.2.2. Hệ thống tự động nạp điện

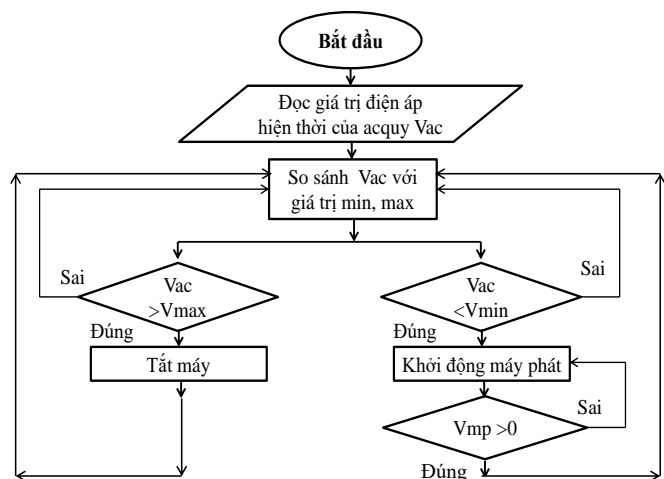
Sơ đồ nguyên lý hệ thống tự động nạp điện ắc quy được thể hiện trên hình 3. Giá trị điện áp hiện thời của ắc quy được đưa về bộ xử lý trung tâm thông qua bộ chuyển đổi ADC. Khi mức điện áp của ắc quy giảm xuống dưới một mức giới hạn thì bộ xử lý đưa ra tín hiệu điều khiển để cấp điện cho rơ le khởi động 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. Các thông số kỹ thuật cơ bản của mô tơ điện và cụm động cơ - máy phát được trình bày trong bảng 1 và 2.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ điện

TT	Thông số kỹ thuật	
1	Hãng sản xuất	Karasawa
2	Loại động cơ	Không chổi than liên bánh
3	Công suất định mức	650W
4	Điện áp	48V
5	Số vòng quay	500 vòng/phút
6	Mô men lớn nhất	25 Nm
7	Hiệu suất	>85%
8	Đường kính	320mm
9	Khối lượng	5 kg
10	Tốc độ tối đa	30-50km/h

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của cụm động cơ - máy phát

TT	Thông số kỹ thuật	
1	Tên máy	SGP950
2	Điện áp AC đầu ra (V)	110/220
3	Công suất đầu ra (W)	950
4	Tần số (Hz)	50
5	Điện áp DC đầu ra (V)	12/20A
6	Loại động cơ	1 xylanh, làm mát bằng gió
7	Dung tích xylanh (cc)	63
8	Công suất định mức đ.cơ	1000W
9	Tốc độ động cơ (v/ph)	3600
10	Tỷ số nén (-)	8,1

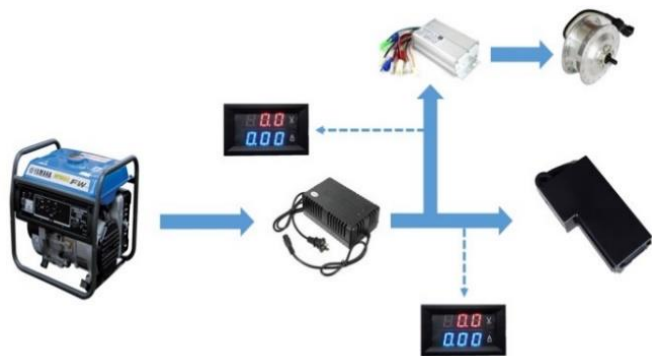


Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống mạch tự động nạp điện ắc quy

3. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

3.1. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm đánh giá tính năng kỹ thuật của hệ thống hybrid kiểu nối tiếp bao gồm đặc tính công suất và mô men kéo của động cơ theo tốc độ xe, sự thay đổi điện áp theo thời gian hoạt động ở các tốc độ khác nhau và sự phân phối dòng điện sau máy phát cho ắc quy và mô-tơ.



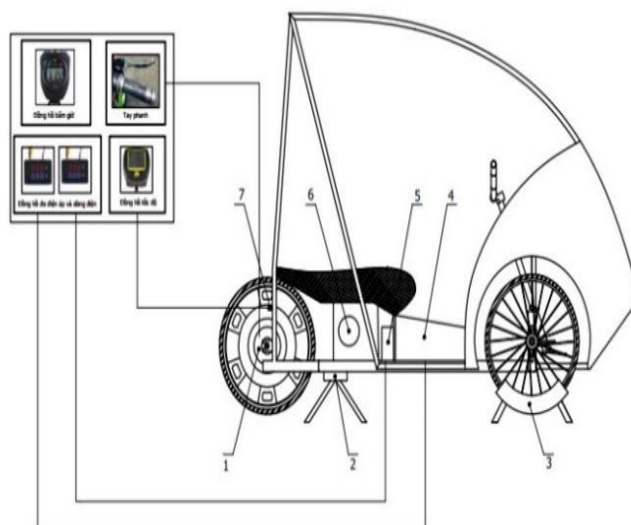
Hình 4. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm

Hệ thống thử nghiệm được thiết kế bao gồm cụm động cơ - máy phát điện, các thiết bị đo điện áp và dòng điện, bộ chuyển đổi dòng điện AC sang DC, bộ điều khiển cấp nguồn cho động cơ điện, động cơ 3 pha không chổi than lắp liền bánh xe và ắc quy như được thể hiện trên hình 4. 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.

3.2. Sơ đồ bố trí trang thiết bị thử nghiệm

Các thiết bị chính được sử dụng trong quá trình thử nghiệm như mô đun cảm biến đo tốc độ của bánh xe, đồng

hồ đo điện áp và dòng điện. Các trang thiết bị thử nghiệm được lắp đặt như thể hiện trên hình 5.



1-phanh; 2- giá đỡ; 3-giá hãm; 4-ắc quy; 5-bộ chuyển đổi nguồn nạp; 6-cụm động cơ, máy phát; 7-cảm biến tốc độ
Hình 5. Sơ đồ bố trí trang thiết bị thử nghiệm

3.3. Quy trình thử nghiệm

3.3.1. Đánh giá sự thay đổi của điện áp theo thời gian

Quá trình thử nghiệm đánh giá sự thay đổi của điện áp ắc quy theo thời gian ở các chế độ khác nhau được thực hiện như sau:

- Cho xe vận hành ở các tốc độ 20, 30 và 40 km/h với lực cản không đổi và với cùng một trạng thái ắc quy.
- Xác định điện áp ắc quy theo thời gian.

3.3.2. Đánh giá sự phân chia dòng nạp theo công suất cản

Quá trình thử nghiệm đánh giá sự phân chia dòng điện đến ắc quy và mô-tơ theo công suất động cơ điện được tiến theo như sau:

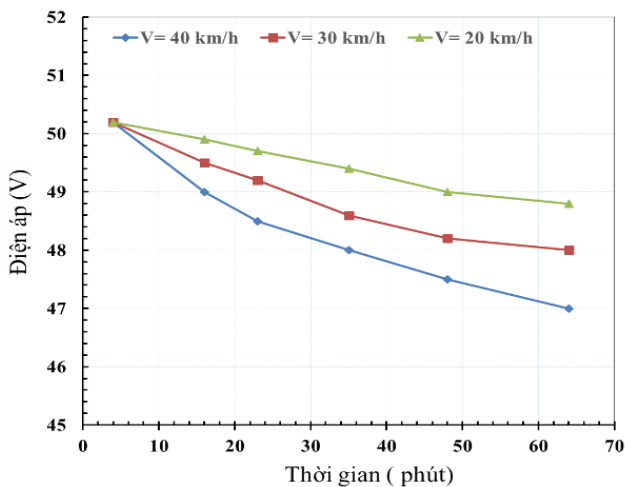
- Cho xe vận hành ở các tốc độ 20, 30 và 40 km/h với lực cản không đổi và với cùng một trạng thái ắc quy
- Xác định điện áp qua mô-tơ và điện áp nạp ắc quy ở từng mức vận tốc như trên.

3.4. Kết quả thử nghiệm

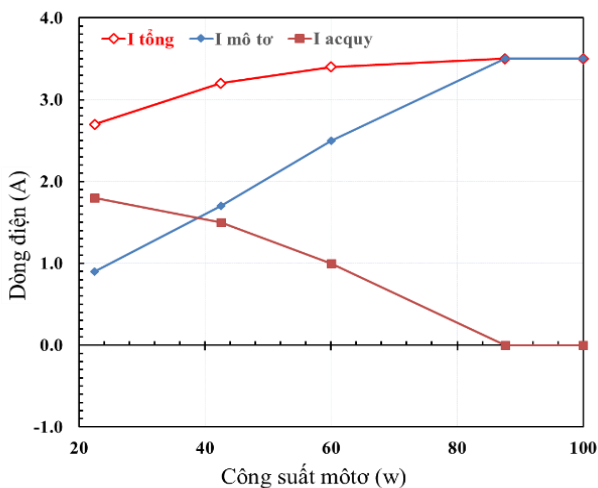
Kết quả thử nghiệm đánh giá sự thay đổi của điện áp ắc quy theo thời gian hoạt động ở các chế độ khác nhau được thể hiện như trên hình 6. Kết quả cho thấy điện áp của ắc quy giảm nhanh theo thời gian và điện áp ắc quy gần như được sử dụng hết ở thời gian khoảng 65 phút ở tốc độ 40 km/h. Như vậy với dung lượng của ắc quy có thể cung cấp cho xe chạy được quãng đường khoảng 40 km.

Kết quả đánh giá khả năng phân chia dòng nạp khi xe hoạt động được thể hiện trên hình 7. Kết quả cho thấy khi tăng dần công suất sử dụng của mô-tơ điện thì công suất đầu ra của máy phát cũng tăng lên. Tuy nhiên công suất

nạp cho ắc quy lại giảm xuống. Khi công suất điện mô-tơ lớn hơn 85W thì công suất nạp ắc quy giảm về 0. Lúc này toàn bộ công suất đầu ra có nhiệm vụ cấp cho mô-tơ.



Hình 6. Sự thay đổi điện áp ắc quy theo thời gian ở các chế độ khác nhau



Hình 7. Sự phân chia dòng điện theo công suất cần

4. KẾT LUẬN

Những kết quả chính của nghiên cứu đánh giá tính năng kỹ thuật của mô hình xe hybrid kiểu nối tiếp được tóm tắt như sau:

- Đặc tính kỹ thuật của mô-tơ điện được xây dựng dựa trên những thông số xác định từ thực nghiệm như điện áp sử dụng và dòng điện tiêu thụ.

- Sự thay đổi điện áp ắc quy theo thời gian vận hành cũng được đánh giá. Kết quả cho thấy ắc quy cung cấp đủ năng lượng cho xe vận hành ở tốc độ 40 km/h trong thời gian tối đa 65 phút.

- Sự phân phối dòng điện từ máy phát tới mô-tơ và ắc quy được đánh giá cho thấy khi công suất của mô-tơ điện tăng lên thì công suất đầu ra của máy phát tăng lên và công suất nạp ắc quy giảm xuống.

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, 10/2016, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, pp 80-85.
- [10]. Nguyễn Văn Trà, Lã 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, 10/2016, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, pp 8-13.
- [11]. Hồ Xuân Diệu, Đại học Đà Nẵng. *Ô tô hybrid điện - nhiệt hai chỗ ngồi*.
- [12]. Nguyễn Văn Định- Đại học Nha Trang. *Nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình ô tô hybrid 2 chỗ ngồi*.
- [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, 10/2016, 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, 10/2016, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, pp 121-127.