

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ VẬN HÀNH ĐẾN ĐẶC TÍNH HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN LỰC TRÊN Ô TÔ ĐIỆN

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF OPERATING PARAMETERS ON THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF TRANSMISSION SYSTEMS ON ELECTRIC CAR

Vũ Tiến Đại*, Hoàng Trần Đăng, Đỗ Hoàng Lâm, Đỗ Tuấn Anh, Trần Đức Nghĩa

Khoa Công nghệ Kỹ thuật ô tô, Trường Đại học Đại Nam

*Email: daivt@dainam.edu.vn

TÓM TẮT

Ô tô điện ngày càng được sử dụng phổ biến ở trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Các nghiên cứu từ lý thuyết đến thực nghiệm trên ô tô điện cũng được chú trọng và tập trung nhiều hơn. Bài báo này tập trung nghiên cứu thực nghiệm, thực hiện khảo sát, tính toán, xác định ảnh hưởng của vị trí bàn đạp ga đến đặc tính của động cơ điện, công suất, mô men và tốc độ vòng tua của bánh xe. Kết quả nghiên cứu thể hiện mối quan hệ của công suất, mô men động cơ điện và tốc độ bánh xe theo vị trí bàn đạp ga. Qua đó đánh giá được các điểm làm việc cực đại của động cơ điện và khả năng tăng tốc của xe điện. Các thông số đo được xác định dựa trên mô hình chế tạo thực tế gồm bộ điều khiển, động cơ DC, pin cao áp, hệ thống truyền lực, cầu chủ động và bánh xe.

Từ khóa: Đặc tính của động cơ điện; Ô tô điện; Bàn đạp ga; Động cơ DC.

ABSTRACT

Electric cars are increasingly popular in the world as well as in Vietnam. Research from theory to experiment on electric cars is also focused and concentrated more. This article focuses on experimental research, conducting surveys, calculations, determining the influence of the accelerator pedal position on the characteristics of the electric motor, power, torque and wheel speed. The research results show the relationship between the power, torque of the electric motor and wheel speed according to the accelerator pedal position. Thereby, the maximum operating points of the electric motor and the acceleration ability of the electric vehicle are evaluated. The measured parameters are determined based on the actual manufacturing model including the controller, DC motor, high voltage battery, transmission system, driving axle and wheel.

Keywords: Characteristics of electric motors; Electric vehicle; Accelerator pedal; DC motor.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống truyền động trên ô tô được xem như cầu nối giữa động cơ với bánh xe. Đảm bảo việc truyền năng lượng từ động cơ đến các bánh xe, từ đó giúp xe chuyển động. Vai trò của hệ thống truyền động không chỉ đơn giản là truyền lực, mà còn liên quan đến sự ổn định, hiệu suất và an toàn khi vận hành [1].

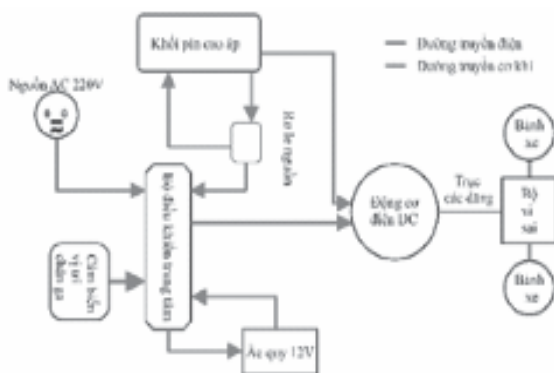
Hạn chế lớn nhất của ô tô điện là giới hạn về quãng đường di chuyển. Vì vậy, bằng cách nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng của ô tô điện như tối ưu hóa quản lý năng lượng, phanh tái tạo và các thông số vận hành khác trên ô tô điện [2].

Một phương pháp quan trọng để giảm suất tiêu thụ năng lượng là điều chỉnh hành vi người lái [3]. Bài báo tập trung nghiên cứu sự thay đổi tác động của bàn đạp ga đến tốc độ của xe thông qua thông số công suất và mô men của động cơ điện.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1. Mô hình hệ thống truyền động lực trên ô tô điện

Mô hình được thể hiện như trên hình:



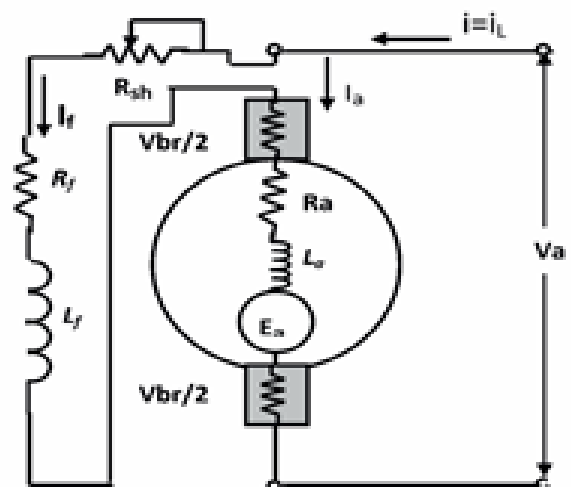
Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống đường truyền trên xe

Trong mô hình này gồm 3 phần:

- Hệ thống truyền động lực: Động cơ điện, cầu chủ động, bánh xe;
- Cơ cấu điều khiển gồm: Bộ điều khiển, bàn đạp ga,...;
- Nguồn: Nguồn 220V, nguồn pin cao áp, nguồn ắc quy 12V.

2.2. Mô hình động cơ điện

Động cơ DC có khả năng điều khiển và điều chỉnh tốc độ với độ chính xác cao và theo từng mức tăng nhỏ. Ưu điểm của loại động cơ này là có thể thay đổi chiều quay bằng cách đảo cực điện áp đầu vào. Động cơ này cũng có mô-men xoắn cao, tỷ lệ thuận với bình phương dòng điện tải. Hình 2 minh họa sơ đồ mạch điện của động cơ DC nối tiếp [4].



Hình 2. Sơ đồ cấu tạo mạch điện động cơ DC

Tính toán của động cơ điện DC:

Suất điện động ở trạng thái động:

$$E_a = K_a \cdot \Phi \cdot \omega_m \quad (1)$$

Điện áp trạng thái động:

$$U_a = e + i_a(R_a + R) + (L_a + L_f) \cdot \frac{di}{dt} + U_b \quad (2)$$

Điện áp ở trạng thái ổn định:

$$E = U - (R_a + R_f) \cdot I_a - U_{br} \quad (3)$$

Công suất:

$$P_e = \omega_m \times T_{em} = R_a \times I_a \quad (4)$$

Mô-men xoắn:

$$T_a = b_1 \cdot \omega + j \cdot \frac{d\omega_m}{dt} \quad (5)$$

2.3. Mô hình pin

Công suất đầu ra của pin tính theo công thức:

$$P_a = P_{yc} + P_r \quad (6)$$

Trong đó:

$P_a = U \times I$ – Công suất pin cung cấp đầu ra;

$P_r = R_t \times I^2$ – Công suất tổn hao do điện trở trong của pin;

P_{yc} – Công suất động cơ yêu cầu;

U – Hiệu điện thế giữa hai cực của pin;

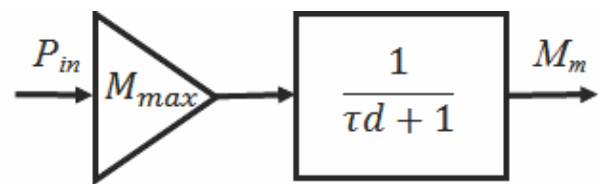
R_t – Điện trở trong của pin.

2.4. Mối quan hệ động học giữa mô tơ và bàn đạp ga

Mô-men mô tơ M_{mt} được xác định theo

các phương trình nêu trên. Trong nghiên cứu này sử dụng lý thuyết điều khiển tự động để xác định mô-men động cơ M_{mt} dựa vào tín hiệu ga $P_{in}(s)$ theo phương trình hàm truyền giữa mô-men xoắn và vị trí bàn đạp ga thể hiện như sau: [5, 6].

$$M_{mt}(s) = \frac{M_{max}}{(1) + \tau_d s} \cdot P_{in}(s) \quad (7)$$



Hình 3. Hàm truyền động cơ điện

Trong đó:

- τ_d : Độ trễ của mô tơ;
- M_{max} : Mô-men lớn nhất của động cơ điện;
- P_{in} : Tín hiệu bàn đạp;
- M_{mt} : Mô-men của động cơ điện.

3. THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ ĐỘNG HỌC CỦA Ô TÔ ĐIỆN

3.1. Kịch bản thử nghiệm

Các thử nghiệm được tiến hành cho xe chạy với các tốc độ khác nhau. Trong quá trình thử nghiệm có sử dụng phanh hãm nhằm tạo tải cho động cơ. Các kịch bản thử nghiệm được xây dựng dựa trên mối quan hệ động học và động lực học của xe điện, như trong bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Các kịch bản đo kiểm khảo nghiệm thông số

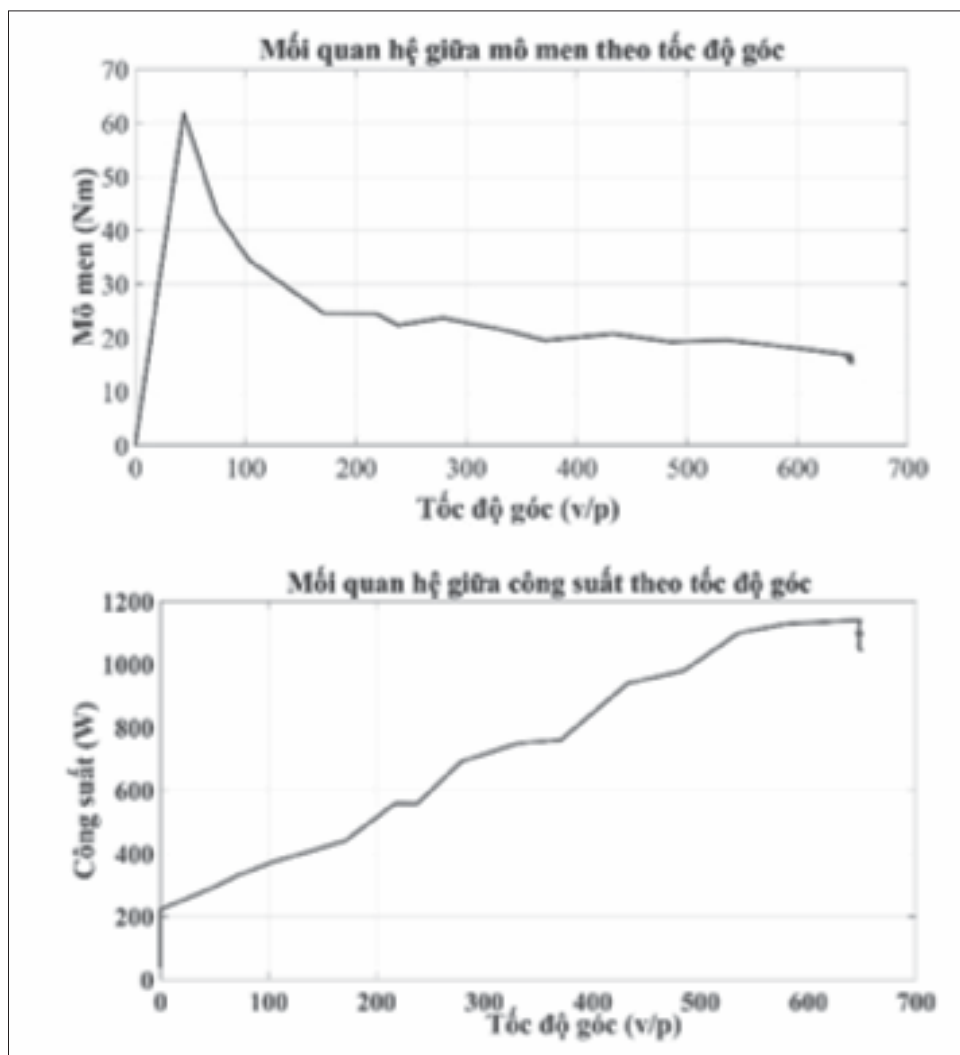
Phương án	Nội dung	Thông số vào	Thông số ra	Kết quả
A	Xác định mối quan hệ động học của xe theo vận tốc góc bánh xe	Tốc độ góc bánh xe (ω)	Mô-men	Đồ thị $M = f(\omega)$
			Công suất	Đồ thị $P = g(\omega)$
			Bàn đạp ga	Đồ thị $VPA = h(\omega)$
B	Xác định đặc tính động lực học của xe	Bàn đạp ga	Mô-men	Đồ thị $VPA = f(M)$
			Công suất	Đồ thị $VPA = f(P)$
C	Xác định đặc tính tăng tốc của xe	Tốc độ góc bánh xe (ω)	Tốc độ xe	Đồ thị $V = k(\omega)$
			Bàn đạp ga	Đồ thị $VPA = m(\omega)$



3.2. Kết quả và thảo luận

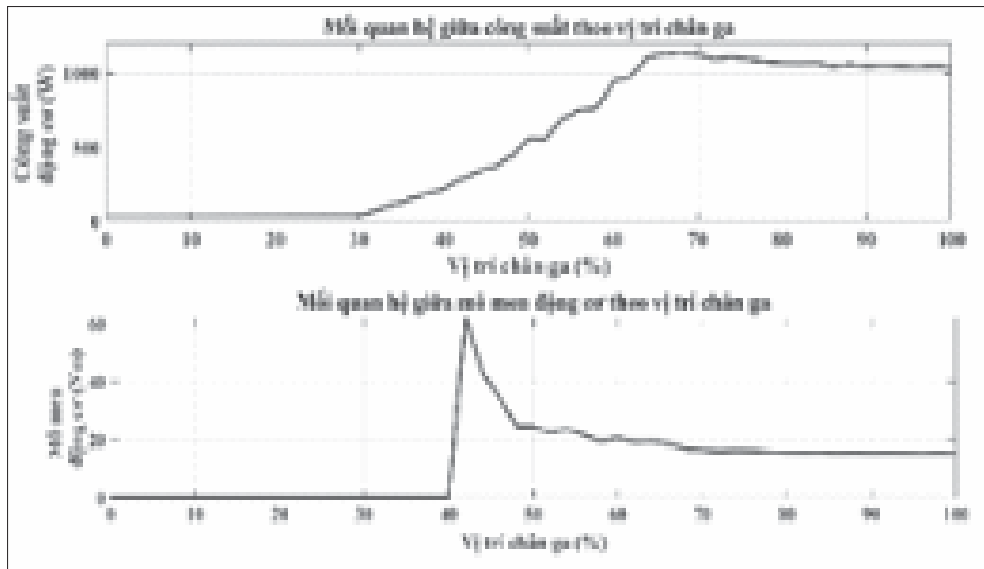
a) Quan hệ động học và động lực học theo tốc độ

Khi tốc độ bánh xe từ tốc độ 0 (v/p) và tăng tốc đến khi đạt được tốc độ ổn định và duy trì trong một khoảng thời gian. Thay đổi tốc độ quay được thực hiện bằng cách tăng độ mở bàn đạp ga từ 0 đến 100% nhằm thay đổi dòng điện cấp cho động cơ.



Hình 4. Đồ thị đặc tính động lực học

Giá trị mô-men hoạt động khi khởi động tương ứng độ mở chân ga ở 40% đạt giá trị lớn nhất 62N.m ở số vòng quay thấp, sau đó giảm dần và bằng giá trị định danh. Công suất động cơ tăng dần từ 0 đến 1150W và đạt giá trị cực đại tại số vòng quay 600 vòng/phút. Tốc độ quay tăng dần từ 0 đến 650 vòng/phút tương ứng với bàn đạp ga mở từ 40% đến 70%, các vị trí khác tốc độ không thay đổi.

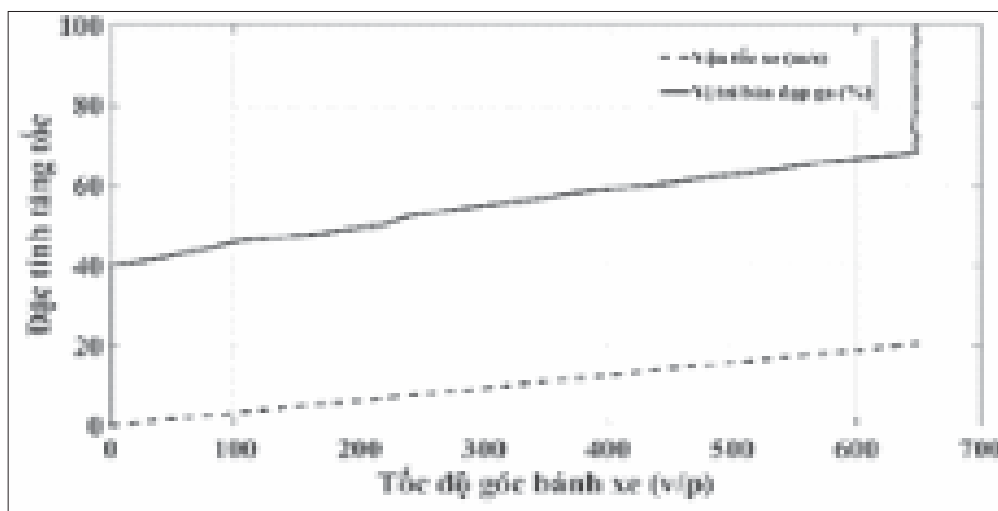


Hình 5. Đồ thị đặc tính động học

Đồ thị động học thể hiện mối tương quan giữa độ mở bàn đạp với công suất và mô-men của động cơ điện.

Từ đồ thị động lực học và động học cho thấy, mô-men đạt giá trị cực đại 62N.m ngay từ khi động cơ bắt đầu quay (ở số vòng quay thấp) giúp xe khởi hành dễ dàng và tăng tốc nhanh chóng. Công suất tăng từ 0 đến 650 (vòng/phút) ứng với độ mở chân ga từ 30% đến 70%, đảm bảo động cơ hoạt động trong dải rộng giúp xe đạt và duy trì tốc độ cao ổn định.

b) Đặc tính tăng tốc của xe



Hình 6. Đồ thị đặc tính tăng tốc



Tốc độ xe tăng dần từ vị trí chân ga 40% tốc độ tăng từ 0 đến 22 m/s, đạt giá trị cực đại vị trí chân ga 70%. Tại điểm này, mô-men xoắn cực đại được tạo ra ngay lập tức giúp xe tăng tốc nhanh chóng.

Từ các kết quả đo thực nghiệm cho thấy động cơ điện hoạt động trong vùng tối ưu với độ mở chân ga từ 40-70%. Giá trị mô-men cực đại tại số vòng quay thấp hơn so với công suất động cơ điện. Đặc tính động cơ điện DC đạt trạng thái ổn định với tốc độ quay không đổi qua các lần khảo nghiệm.

4. KẾT LUẬN

Kết quả bài báo cho thấy kết quả khảo nghiệm thực tế phù hợp với kết quả đã được nghiên cứu trước đây.

Động cơ điện DC phù hợp để sử dụng trong xe điện hay trong các hệ thống truyền động.

Các kết quả thu được nhằm phục vụ nghiên cứu đặc tính động cơ điện DC và thực nghiệm mô phỏng cho các nghiên cứu tiếp theo. ❖

Ngày nhận bài: **16/5/2025**

Ngày phản biện: **03/6/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vũ Đức Lập, “*Giáo trình cấu tạo ô tô*”. NXB. Bách Khoa Hà Nội.
- [2]. Gao; Kambiz Ebrahimi; Mehrdad Ehsani; Stefano Longo, “*Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*”. Taylor & Francis Group, LLC, 2018.
- [3]. Komorska, I.; Puchalski, A.; Niewczas, A.; Ślęzak, M.; Szczepański, T, “*Adaptive driving cycles of EVs for reducing energy consumption*”. *Energies* 2021, 14, 2592.
- [4]. Zeina Bitara, Samih Al Jabia*, Imad Khamisb, “*Modeling and Simulation of Series DC Motors in Electric Car*”. *Energy Procedia* 50 (2014), 460-470.
- [5]. Katsuhiko Ogata, “*Modern Control Engineering*”. Prentice Hall, 2010.
- [6]. Nguyễn Thị Phương Hà (2016), “*Lý thuyết điều khiển tự động*”. NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.