

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM MATLAB/SIMULINK MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG TRÊN Ô TÔ ĐIỆN VINFAST VF9 PLUS

APPLICATION OF MATLAB/SIMULINK SOFTWARE TO SIMULATE THE
TRANSMISSION SYSTEM ON THE VINFAST VF9 PLUS ELECTRIC CAR

TS. Hoàng Văn Thành

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email: hoangvanthanh@vimaru.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay để đáp ứng yêu cầu về tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải thì việc nghiên cứu, mô phỏng và đánh giá hiệu suất hệ truyền động trên xe ô tô điện đóng vai trò hết sức quan trọng, giúp dự đoán được đặc tính làm việc cũng như tối ưu hóa thiết kế trước khi đi vào thực tế. Với sự hỗ trợ mạnh mẽ của phần mềm Matlab/Simulink, chúng ta có thể xây dựng các mô hình toán học, tái hiện các chu trình lái tiêu chuẩn và phân tích chi tiết hiệu năng hệ thống. Bài báo này giới thiệu nghiên cứu tính toán mô phỏng và đánh giá hệ thống truyền động bằng phần mềm Matlab/Simulink nhằm xác định trạng thái sạc của pin (SOC) trên ô tô điện VinFast VF9 Plus.

Từ khóa: Ô tô điện VinFast VF9 Plus; Động cơ điện; Trạng thái sạc của pin.

ABSTRACT

Currently to meet the requirements of energy saving and emission reduction, the research, simulation and evaluation of the performance of the transmission system on electric cars plays a very important role, helping to predict the working characteristics as well as optimize the design before going into practice. With the strong support of Matlab/Simulink software, we can build mathematical models, reproduce standard driving cycles and analyze the system performance in detail. This paper introduces the study of simulation calculation and evaluation of the transmission system using Matlab/Simulink software to determine the state of charge of the battery (SOC) on the VinFast VF9 Plus electric car.

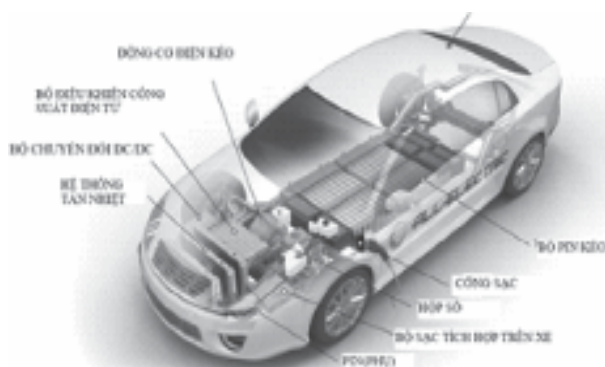
Keywords: VinFast VF9 Plus electric car; Electric motor; Battery charge status.



1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG TRÊN XE ĐIỆN

1.1. Cấu tạo xe ô tô điện

Về cơ bản bao gồm hai bộ phận chính là bộ pin và động cơ điện thể hiện trên (hình 1). Ngoài ra, xe điện còn có một số bộ phận khác như hệ thống điều khiển, hệ thống phanh, hệ thống treo, hệ thống truyền động, hệ thống lái, hệ thống chiếu sáng,...



Hình 1. Cấu trúc hệ thống truyền động trên xe điện

Bộ pin: Là bộ phận lưu trữ năng lượng điện cho xe hoạt động. Bộ pin thường được đặt ở phía dưới sàn xe hoặc ở phía sau xe. Bộ pin có thể là loại pin lithium-ion, pin lithium-polymer hoặc pin nickel-metal hydride.

Ắc quy phụ: Trên một chiếc xe truyền động bằng điện, nguồn pin phụ cung cấp năng lượng cho các thiết bị trên xe hoạt động.

Cổng sạc: Cổng sạc cho phép người dùng kết nối phương tiện với nguồn điện bên ngoài để sạc ắc quy.

Bộ chuyển đổi DC/DC: Thiết bị này chuyển đổi nguồn DC áp cao từ ắc quy thành nguồn DC áp thấp cần thiết để các thiết bị trên xe hoạt động và sạc lại cho ắc quy phụ.

Động cơ điện/motor điện: Cấu tạo xe ô tô điện sử dụng năng lượng từ bộ nguồn ắc quy, motor này dẫn động các bánh xe. Là bộ phận chuyển hóa năng lượng điện thành năng lượng cơ học để làm quay bánh xe. Động cơ điện thường được đặt ở phía sau xe. Một số phương tiện khác còn sử dụng tổ hợp động cơ và máy phát (motor generators) thực hiện cả hai chức năng truyền động và tái sinh năng lượng [1].

Bộ sạc tích hợp trên xe: Nó sử dụng nguồn điện AC được cung cấp qua cổng sạc và chuyển đổi chúng thành nguồn DC để sạc cho bình ắc-quy. Bộ phận này theo dõi các thông số của ắc-quy như điện áp, nhiệt độ, dòng và trạng thái sạc [6].

Bộ điều khiển điện tử công suất (Power Electronics Controller): Bộ phận này quản lý dòng điện năng được cung cấp từ ắc-quy, điều khiển tốc độ quay của mô tơ điện và mô-men xoắn mà nó tạo ra.

Hệ thống làm mát (Thermostat System): Hệ thống này giúp xe ô tô điện duy trì một phạm vi nhiệt độ thích hợp cho động cơ/motor điện và các bộ phận khác.

Bộ ắc quy kéo: Lưu trữ điện để cung cấp tới mô tơ.

1.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống truyền động

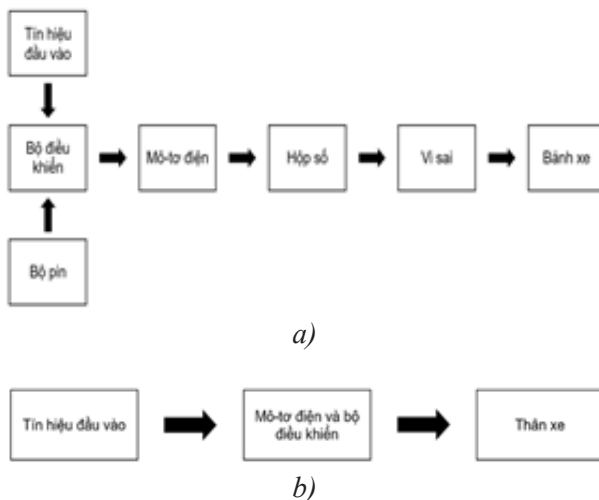
Sử dụng năng lượng từ pin (điện một chiều – DC) được chuyển đổi thành điện xoay chiều AC bởi bộ biến tần, sau đó cấp cho 2 động cơ điện đặt ở cầu trước và sau sinh ra mô-men xoắn cực đại. Nhờ sử dụng hộp số 1 cấp tối ưu hóa cho đặc tính vận hành của các động cơ điện nên tốc độ quay sẽ giảm từ đây tới các bánh xe giúp xe chuyển động [2].

Khi nhấn ga, bộ điều khiển sẽ điều chỉnh dòng điện đến động cơ để tăng tốc, còn khi đạp phanh động cơ sẽ hoạt động như máy phát, chuyển hóa động năng thành điện năng để nạp lại cho pin (phanh tái tạo) [4].

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHỎNG TRONG SIMULINK

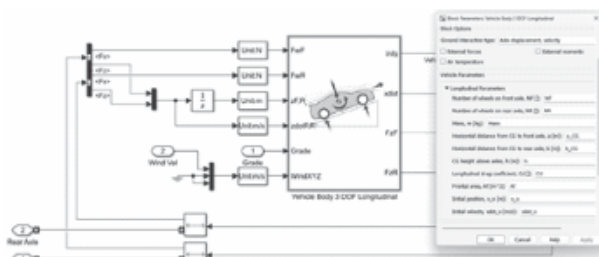
2.1. Sơ đồ khối của xe và Cách tiếp cận

Sơ đồ khối của xe và Cách tiếp cận được thể hiện trên (hình 2), trong đó Sơ đồ khối của xe (hình 2a) và Cách tiếp cận (hình 2b).



Hình 2. Sơ đồ khối của xe và cách tiếp cận: a - Sơ đồ khối của xe; b - Cách tiếp cận

2.2. Khối thân xe

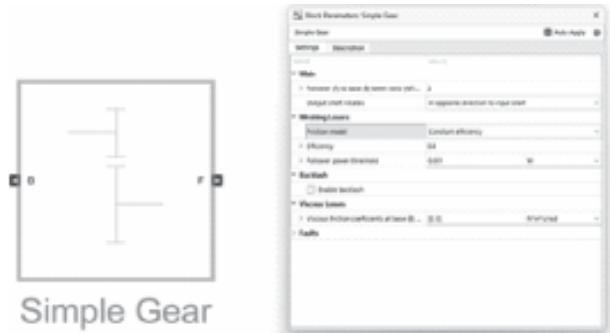


Hình 3. Khối thân xe

Khối này được sử dụng để mô tả mô

hình dọc của xe (hình 3), không tính đến các lực ngang, chẳng hạn như lực do vô lăng quay hoặc các lực bên ngoài khác, nhưng tính đến sự truyền tải tải trọng dọc do xe tăng tốc hoặc giảm tốc trong quá trình xe di chuyển.

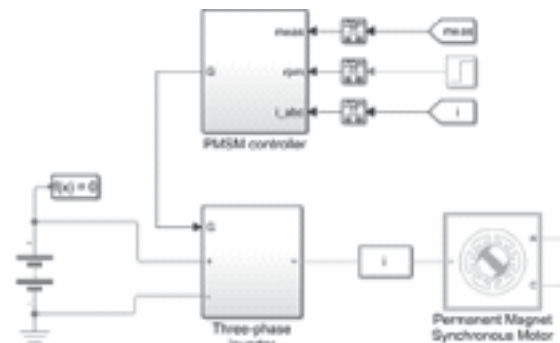
2.3. Khối bánh răng đơn cấp



Hình 4. Bánh răng đơn cấp

Được mô hình hóa đơn giản như một cặp bánh răng giúp giảm tốc độ của động cơ điện với tỷ số truyền (hình 4). Nó chỉ đại diện cho tỷ số truyền động cuối cùng, mô tả mối quan hệ cơ bản giữa tốc độ quay và mô-men xoắn giữa trục chủ động (cổng vào) và trục bị động (đầu ra), đồng thời có thể xét đến hiệu suất truyền động và tổn thất cơ khí [3].

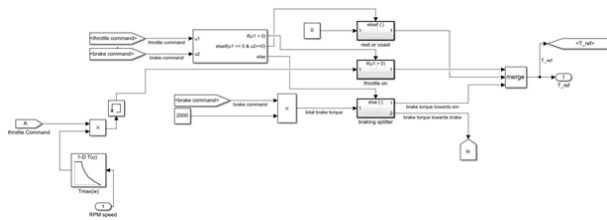
2.4. Mô hình động cơ điện và bộ điều khiển



Hình 5. Mô hình động cơ điện

Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu (PMSM: Permanent Magnet Synchronous) ➡

Motor) là một loại động cơ xoay chiều trong đó từ trường rotor được tạo ra bởi các nam châm vĩnh cửu (hình 5), thay cho dòng điện kích từ như ở động cơ đồng bộ truyền thống. Động cơ PMSM ba pha hoạt động dựa trên nguyên lý: khi dòng điện xoay chiều ba pha (Động cơ PMSM ba pha trong ô tô là loại động cơ đồng bộ sử dụng nam châm vĩnh cửu trên rôto và cuộn dây ba pha trên stato, tạo ra từ trường quay để dẫn động rotor) chạy qua dây quấn stator, nó sinh ra từ trường quay có tốc độ đồng bộ với tốc độ quay của rotor. Nhờ nam châm vĩnh cửu trên rotor (hình 6), động cơ duy trì sự đồng bộ giữa từ trường stator và rotor, cho khả năng điều khiển mô-men và tốc độ chính xác [3].



Hình 6. Mô hình bộ điều khiển

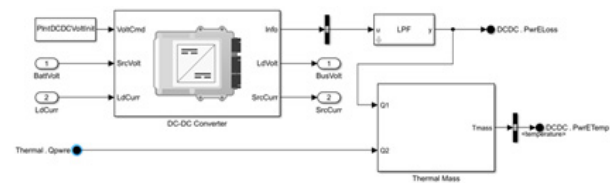
Nếu tín hiệu bàn đạp ga dương, điều đó có nghĩa là người lái đang yêu cầu xe tăng tốc, nếu bàn đạp ga không được nhấn và phanh cũng không được kích hoạt, (điều này có nghĩa là xe đang ở trạng thái dừng hoặc đang trong giai đoạn thả trôi), hệ thống phụ hành động “dừng hoặc thả trôi” sẽ được kích hoạt, trả về lệnh mô-men xoắn bằng 0, nếu bàn đạp phanh được nhấn, tức là người lái yêu cầu xe giảm tốc, hệ thống phụ tác động “bộ chia phanh” sẽ được kích hoạt.

2.5. Bộ pin

Là nguồn năng lượng chính cung cấp điện áp một chiều (DC) cho toàn bộ hệ thống truyền động. Khối Battery Pack được xây dựng dựa trên mô hình mạch tương đương của cell

pin Li-ion, cho phép mô phỏng chính xác đặc tính điện áp, dung lượng, điện trở trong, hiệu suất và sự thay đổi trạng thái nạp (SOC – State of Charge) trong quá trình vận hành [5].

2.6. Bộ chuyển đổi công suất



Hình 7. Bộ chuyển đổi công suất

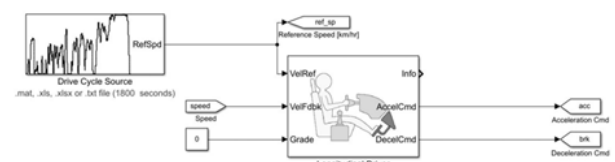
Là bộ biến đổi công suất điện áp một chiều cao – điện áp một chiều thấp hơn, có chức năng thay đổi mức điện áp một chiều DC từ gói pin cao áp sang giá trị phù hợp cho các tải trong hệ thống (hình 7).

2.7. Khối tín hiệu đầu vào và mô hình mô phỏng

a) Khối tín hiệu đầu vào

Chu trình lái FTP-75 (Federal Test Procedure/Quy trình kiểm tra liên bang).

- Thời gian 1874 giây ≈ 31.23 phút;
- Quãng đường ≈ 17.77 km;
- Tốc độ trung bình ≈ 34 km/h.



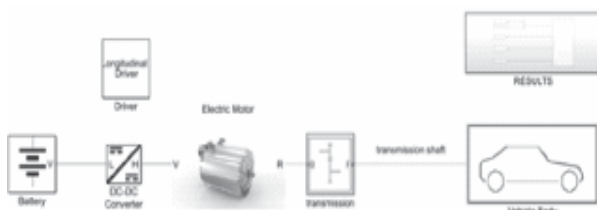
Hình 8. Cum tín hiệu đầu vào

Drive Cycle (chu kỳ lái xe) là chuỗi dữ liệu vận tốc theo thời gian được xây dựng dựa trên thực tế giao thông. Nó được dùng làm đầu vào cho mô phỏng để đánh giá mức tiêu thụ năng lượng, công suất, SOC pin và hiệu suất truyền động (hình 8).

Khởi điều khiển dọc trục là một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến tính ổn định của các mô phỏng. Lựa chọn được đưa ra là mô hình hóa nó như một bộ điều khiển PI cho thấy hệ thống hoặc quy trình được đề cập có đặc điểm phù hợp với bộ điều khiển tỉ lệ-tích phân (PI controller). Điều này có nghĩa là hệ thống có thể được điều chỉnh để hoạt động hiệu quả bằng cách sử dụng sự kết hợp của hai thành phần: phần tỉ lệ (P) phản ứng với sai số hiện tại, và phần tích phân (I) loại bỏ sai số tĩnh theo thời gian, mang lại sự ổn định và độ chính xác cho hệ thống, tức thời nhận tín hiệu đầu vào từ một chu kỳ lái xe được thiết lập trước (chọn FTP-75). Tùy thuộc vào tốc độ thực tế của xe so với tốc độ mục tiêu, sẽ đưa ra tín hiệu lệnh ga và phanh ở đầu ra [3].

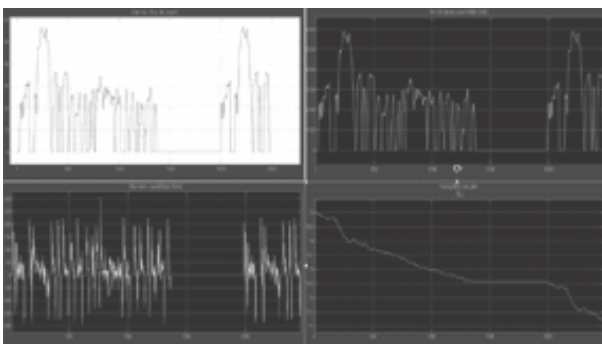
b) Mô hình mô phỏng

Mô hình mô phỏng được thể hiện trên (hình 9).



Hình 9. Mô hình mô phỏng

2.8. Kết quả mô phỏng



Hình 10. Kết quả mô phỏng

Khi mô phỏng trên chu trình FTP-75 (thời gian 31 phút, quãng đường ~17,8 km) được thể hiện trên (hình 10). Kết quả mô phỏng tín hiệu FTP-75 cho thấy vận tốc thực tế bám sát chu trình chuẩn ($v_{\max} \approx 88$ km/h), tốc độ quay động cơ 0-6000 vòng/phút, mô-men cực đại ~300 Nm và có giá trị âm ~200 Nm khi phanh tái sinh. SOC pin giảm từ 75% xuống còn 71,8% sau 41,2 phút (17,8 km), tương ứng mức tiêu thụ năng lượng ~22 kWh/100 km, phản ánh đúng đặc tính vận hành và hiệu suất của hệ truyền động VF9 Plus.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã mô phỏng thành công hệ truyền động trên ô tô điện bằng phần mềm Matlab/Simulink, kết quả cho thấy hệ truyền động của ô tô Vinfast VF9 Plus có khả năng đáp ứng tốt các chu trình vận hành trong đô thị, đồng thời tận dụng hiệu quả phanh tái sinh để thu hồi năng lượng cho pin. Vận tốc xe bám sát chu trình tiêu chuẩn, động cơ điện đạt hiệu suất cao và trạng thái sạc của pin SOC pin có mức tiêu thụ phù hợp với tiêu chuẩn Hoa Kỳ. ❖

Ngày nhận bài: 20/9/2025

Ngày phản biện: 01/10/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Bosch (2014), “*Automotive Handbook (9th ed.)*”. Robert Bosch GmbH.
- [2]. Wong, J. Y. (2001), “*Theory of Ground Vehicles (3rd ed.)*”. John Wiley & Sons.
- [3]. MATLAB & Simulink (2024), “*Documentation and Examples for Vehicle Powertrain Modeling*”. MathWorks.
- [4]. Rajesh Rajamani, “*Vehicle Dynamics and Control*”. Springer, 2nd edition (2012).
- [5]. Chan, C. C. (2007), “*The state of the art of electric and hybrid vehicles*”. Proceedings of the IEEE, 95(4).
- [6]. Vinfast.vn