

MÔ HÌNH HÓA, MÔ PHỎNG MỘT SỐ THÔNG SỐ ĐỘNG HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC Ô TÔ ĐIỆN

MODELING AND SIMULATION OF KINEMATIC AND DYNAMIC PARAMETERS OF ELECTRIC VEHICLES

TS. Lê Quý Chiến, ThS. Nguyễn Bá Thiện*, ThS. Phạm Thị Như Trang, ThS. Vi Thị Nhung,
ThS. Trần Thị Duyên, ThS. Trần Đình Hưởng
Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

*Email: nguyenbathienhcn@gmail.com

TÓM TẮT

Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày kết quả nghiên cứu phương pháp xây dựng mô hình mô phỏng một số thông số động học và động lực học của xe ô tô điện khi vận hành theo trình điều khiển chuẩn FTP-75. Mô hình được xây dựng dựa trên các phương pháp cân bằng lực sử dụng lên xe, bao gồm lực cản, lực cản khí động, lực cản gió và lực quán tính. Từ các thông số kỹ thuật của xe, đại lượng như vận tốc, gia tốc, lực kéo, công năng động cơ và năng lượng tiêu thụ được xác định theo thời gian. Trình điều khiển FTP-75 được sử dụng làm đầu vào dữ liệu cho quá trình mô phỏng phản ánh hoạt động trong đô thị. Kết quả mô phỏng cho thấy sự biến đổi của các thông số động học và động lực học của xe trong suốt quá trình lái xe, đồng thời cho phép đánh giá khả năng đáp ứng của hệ thống truyền động điện trong các điều kiện tăng tốc độ, giảm tốc độ và vận hành ổn định. Kết quả tính toán một phần cung cấp cơ sở nghiên cứu lý thuyết cho công việc phân tích hiệu suất và tối ưu hóa hệ thống truyền động của xe ô tô điện trong điều kiện khai thác thực tế. Nội dung nghiên cứu có thể sử dụng trong việc hỗ trợ giảng dạy, học tập, nghiên cứu khoa học và nâng cao chất lượng đào tạo của cán bộ và giảng viên trong ngành công nghệ kỹ thuật ô tô tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh cũng như các trường khối kỹ thuật trên toàn quốc.

Từ khóa: *Chất lượng đào tạo; Mô phỏng số; Động học; Động lực học; Xe ô tô điện; Trình điều khiển chuẩn FTP-75; Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.*

ABSTRACT

In this paper, the authors present the research results on the development of a simulation model for several kinematic and dynamic parameters of an electric vehicle operating under the standard FTP-75 driving cycle. The model is established based on the force balance acting on the vehicle, including rolling resistance, aerodynamic drag, and inertial force. Based on the vehicle's technical specifications, parameters such as velocity, acceleration, tractive force, motor power, and energy consumption are determined as functions of time. The FTP-75 driving cycle is employed as the input for the simulation process to represent vehicle operation under typical urban driving conditions. The simulation results illustrate the variation of the vehicle's kinematic and dynamic parameters throughout the driving process and enable the evaluation of the response capability of the

electric powertrain system under acceleration, deceleration, and steady-state operating conditions. The obtained results provide a theoretical basis for analyzing performance and optimizing the electric vehicle powertrain system under practical operating conditions. Furthermore, the research findings can support teaching, learning, and scientific research activities, thereby contributing to the improvement of training quality for lecturers and researchers in automotive engineering technology at Quang Ninh University of Industry, as well as other technical universities nationwide.

Keywords: *Training quality; Numerical simulation; Kinematics; Dynamics; Electric vehicle; FTP-75 driving cycle; Quang Ninh University of Industry.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, ngành công nghiệp ô tô đang chứng minh sự chuyển dịch mạnh mẽ từ các phương tiện sử dụng động cơ đốt trong các phương tiện chạy điện giảm thiểu ô nhiễm môi trường và phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Xe ô tô mang lại nhiều ưu điểm như hiệu suất cao, khả năng điều khiển hoạt động và khả năng phát thải khí độc hại gần như không có. Tại Việt Nam, hãng VinFast đã giới thiệu nhiều mẫu xe điện, trong đó VFe34 là một trong những dòng xe điện thương mại đầu tiên được phát triển cho thị trường trong nước. Công việc nghiên cứu đặc tính vận hành của các loại xe này có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá hiệu suất và khả năng đáp ứng của xe. Trong quá trình thiết kế và phát triển xe, phương pháp mô phỏng đóng vai trò quan trọng. Thông qua mô hình toán học, các nhà nghiên cứu có thể mong đợi các đặc tính vận hành của phương tiện tiện ích mà không cần tiến hành nhiều thử nghiệm thực tế giá cả phải chăng. Mô phỏng động lực học cho phép đánh giá các thông số như lực kéo dài, công suất, tốc độ và tiêu thụ năng lượng trong nhiều điều kiện vận hành khác.

Một trong những yếu tố quan trọng khi mô phỏng xe là chu trình lái xe. Trình điều khiển chuẩn được xây dựng để xây dựng mô phỏng hoạt động thực tế của phương tiện trên đường.

Chu trình FTP-75 là một trong những trình điều khiển phổ biến được sử dụng để đánh giá năng lượng tiêu thụ và phát thải của xe trong điều kiện giao thông đô thị. Mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng mô hình mô phỏng mô phỏng động học và động lực học của xe điện VFe34 khi vận hành theo chương trình FTP-75, từ đó phân tích biến thiên của các thông tin.

Để giải quyết vấn đề trên, việc ứng dụng phần mềm Matlab-Simulink mô phỏng động học và động lực học ô tô điện giúp ta có được phương pháp tính toán với kết quả nhanh hơn và chính xác hơn, giúp tối ưu hóa các kết quả thử nghiệm, đánh giá được ảnh hưởng giữa các thông số đầu vào với thông số đầu ra, qua đó tìm được giá trị tối ưu phù hợp nhất. Chương trình lập trình cũng có thể dùng để kiểm nghiệm cho nhiều loại xe khác nhau.

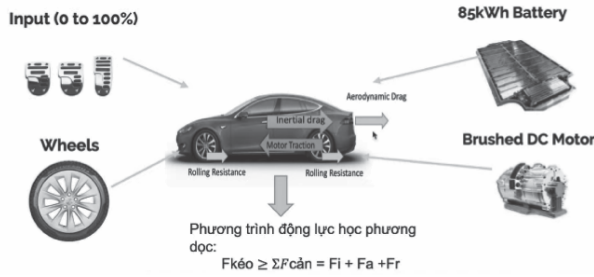
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình thuật toán các thông số động học và động lực học của xe ô tô điện [1]; [5]

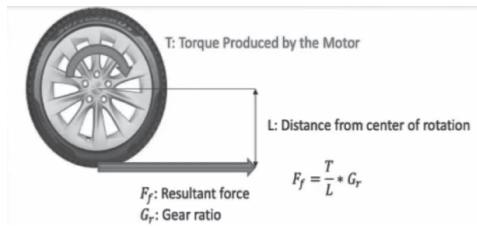
Điều kiện xe chuyển động được lực kéo lớn hơn hoặc cân bằng với tổng lực cản (hình 1, hình 2)

$$F_{\text{kéo}} \geq F_i + F_a + F_r \quad (1)$$





Hình 1. Xác định lực kéo



Hình 2. Lực kéo tác dụng lên bánh xe chủ động

Các bánh xe chuyển đổi mô men xoắn do động cơ tạo ra thành lực tịnh tiến nhờ ma sát tạo ra bởi lốp của chúng. Lực này được biểu thị bằng công thức:

$$F_k = \frac{T}{R} \cdot G_r \quad (2)$$

T: Mô men xoắn của động cơ (N.m); R: Bán kính bánh xe chủ động $R = 48/2 = 24\text{cm}$, $R = 0,24\text{m}$; G_r : Tỷ số truyền của hộp số, $G_r = 9,73$.

$$F_k = \frac{T}{R} \cdot G_r = \frac{T}{0,24} \cdot 9,73 = 40,5 \cdot T \quad (3)$$

a. Lực cản khí động học

$$F_{\text{aero}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot A_F (V_x + V_{\text{wind}})^2 \quad (4)$$

ρ : Mật độ không khí, thường được chọn bằng $1,225\text{kgm}^{-3}$; C_d : Hệ số cản gió, thường được chọn bằng $0,24$; A_F : Diện tích mặt trước của xe, $A_F = 2,3\text{m}^2$; V_x : Vận tốc theo chiều dọc của xe; V_{wind} : Vận tốc của gió (m/s), chọn vận tốc gió $V_{\text{wind}} = 0$. Thay số vào (4), ta có:

$$F_{\text{aero}} = 0,3381 \cdot v^2 \quad (5)$$

b. Lực cản lăn

Hậu quả của tổn thất cơ học do sự biến dạng của lốp xe khi tiếp xúc với mặt đất:

$$F_r = m_t \cdot C_r \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

α : Góc dốc, chọn $\alpha = 0$; C_r : Hệ số cản lăn, xét lốp xe khô và đường nhựa, chọn $C_r = 0,02$; m_t : Tổng khối lượng của xe, $m_t = 2108\text{kg}$; g : Hằng số hấp dẫn, $g = 9,81\text{ m/s}^2$; Thay số vào (6), ta được:

$$F_r = 2108 \cdot 0,02 \cdot 9,81 = 413\text{ (N)} \quad (7)$$

c. Lực cản quán tính

Xác định theo biểu thức:

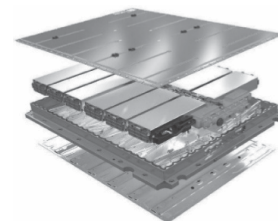
$$F_q = m \cdot j \cdot \delta_i \quad (8)$$

J: Gia tốc của xe; δ_i : Hệ số ảnh hưởng của tỷ số truyền, $\delta_i = 1,05 + 0,0015 (G_r)^2$. Thay số vào (8), ta được:

$$F_q = m \cdot j \cdot \delta_i = 2108 \cdot j \cdot (1,05 + 0,0015 \cdot 8,63^2) \\ F_q = 2513 \cdot J\text{ (N)} \quad (9)$$

d. Điện áp của Pin điện

Pin của Tesla Model S được ghép bởi 7.104 cell pin mã 18650 gồm 16 modul mỗi module gồm 444 cell có khả năng lưu trữ lên tới 85kWh. Điện áp danh định của Pin $V = 346\text{ V}$ (hình 3).

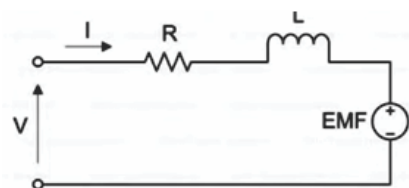


Hình 3. Pin Lithium-Ion [5]

e. Động cơ điện

Tesla Model S sử dụng động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu ba pha xoay chiều bốn cực, để tính toán điều khiển động cơ này tương đối phức tạp. Nên để đơn giản, chúng ta sẽ sử dụng động cơ DC có chổi than mà chúng ta sẽ biểu diễn toán học sao cho phù hợp với động cơ Tesla nhất có thể.

Mô hình toán học động cơ DC (hình 4).



Hình 4. Mô hình động cơ điện 1 chiều

$$V = I(t) \cdot R + L \cdot \frac{di}{dt} + E(t) \quad (10)$$

Mô men xoắn của động cơ điện một chiều:

$$T(t) = K_t \cdot I(t) \quad (11)$$

Với, K_t là hằng số mô men xoắn của động cơ xác định các đặc tính chế tạo của nó.

Hiệu điện thế rơi trên động cơ được xác định bởi công thức:

$$E(t) = K_e \cdot \omega(t) \quad (12)$$

Với, K_e là hằng số động cơ, $\omega(t)$ là tốc độ quay của động cơ (rad/s). Viết lại phương trình (10), ta có:

$$V = I(t) \cdot R + L \cdot \frac{di}{dt} + K_e \cdot \omega(t) \quad (13)$$

Rút di/dt, ta có:

$$\frac{di}{dt} = \frac{V - I(t) \cdot R - K_e \cdot \omega(t)}{L} \quad (14)$$

Bảng 1. Tổng hợp các thông số và mô hình thuật toán [5]

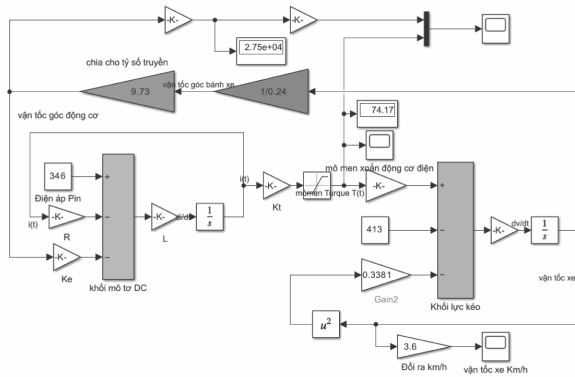
TT	Thông số cơ bản của động cơ	Thuật toán tính các giá trị
1	Điện trở cuộn dây	$R = 5.3 \cdot 10^{-3}$ (ohm)
2	Điện cảm	$L = 493 \cdot 10^{-9}$ (Herry)
3	Hằng số động cơ	$K_e = 0,12$ Vs/rad.E
4	K_t	$K_t = 0,25$ Nm/Amp
5	Lực kéo từ động cơ	$F_k = 40.5 \cdot T.0,7$
6	Lực cản lăn	$F_r = 413$ (N)
7	Lực cản khí động học	$F_{aero} = 0,3381 \cdot v^2$
8	Lực cản quán tính	$F_q = 2513 \cdot J$
9	PT lực kéo	$40.3 \cdot T.0,7 = 413 + 0,3381 \cdot V^2 + 2513 \cdot J$
10	PT lực kéo	$\frac{dv}{dt} = \frac{0,7 \cdot 40.5 \cdot T - 413 - 0,3381 \cdot V^2}{2513}$
11	PT mô men	$T(t) = 0,25 \cdot I(t)$
12	PT di/dt	$\frac{di}{dt} = \frac{V - I(t) \cdot 5.3 \cdot 10^{-3} - 0,12 \cdot \omega(t)}{493 \cdot 10^{-9}}$

2.2. Xây dựng chương trình mô phỏng động lực trên Matlab-Simulink [3]

Bảng 2. Thông số kỹ thuật xe Tesla Model S [7]

TT	Thông số kỹ thuật
1	Trọng lượng không tải (kg): 2108
2	Công suất tối đa (động cơ điện) (kW/ Hp): 343/460, tại $\omega = 8600$ vg/ph
3	Mô men xoắn cực đại (Nm): 600
4	Điện áp danh định: 346V
5	Động cơ đồng bộ 3 pha nam châm vĩnh cửu. Kích thước lốp: 255/45R19
6	Khả năng tăng tốc từ 0 đến 100 km/h của Tesla SP85 là 4,4 giây
7	Tốc độ tối đa: Vận tốc tối đa của xe được công bố là 250 km/h.

Trong giới hạn nghiên cứu, nhóm tác giả ứng dụng Matlab - Simulink xây dựng chương trình mô phỏng các thông số động học và động lực học trên xe ô tô điện Tesla Model SP85 (hình 5), [2].



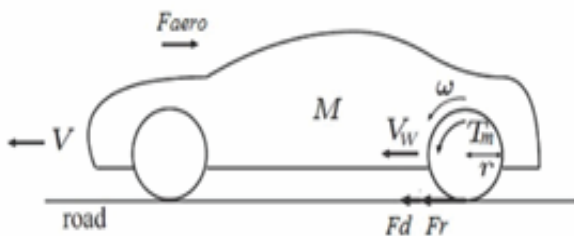
Hình 5. Chương trình mô phỏng động lực học ô tô điện trên Matlab/Simulink [5]

2.3. Mô hình hóa và mô phỏng thông số động học xe ô tô điện

a. Mô hình xe điện theo chiều dọc

Để xây dựng mô hình động học của xe, ta thường dùng mô hình xe quy về một bánh đơn giản như hình vẽ (hình 6).

Khi bánh xe lăn trên mặt đường thì cả bánh xe và mặt đường là hai đối tượng bị biến dạng. Tuy nhiên, mặt đường cứng hơn và sự biến dạng đó có thể bỏ qua. Nhưng bánh xe làm bằng cao su và sự biến dạng đó phải được tính tới. Các biến dạng này gây ra [9]:

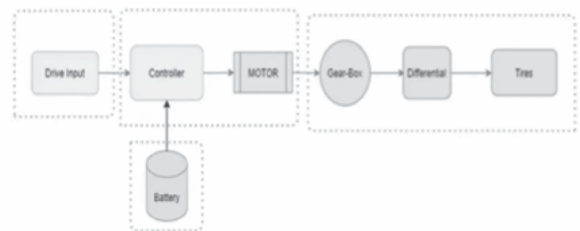


Hình 6. Mô hình xe quy về một bánh [8]

Trong đó: J_{ω} là mô men quán tính của bánh xe quy đổi về trục bánh xe; V_w là vận tốc dài của bánh xe; V là vận tốc dài của xe; ω là vận tốc góc của bánh xe; T_m là moment tác động lên trục bánh xe; r là bán kính bánh xe; F_d là lực ma sát trượt; F_r là lực ma sát lăn; M là khối lượng của xe; λ là tỷ số trượt; μ là hệ số ma sát trượt; N là phản lực của mặt đường tác dụng lên bánh xe tại điểm tiếp xúc. Ta có các phương trình mô tả chuyển động của xe và bánh xe theo chiều dọc như sau [10]:

$$J_{\omega} \dot{\omega} = T_m - (F_D + F_R) \quad (15)$$

Như đã phân tích ở trên, cấu tạo xe ô tô điện bao gồm các khối (hình 7).

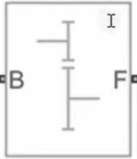
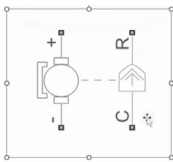
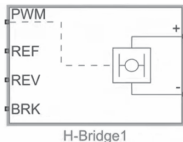
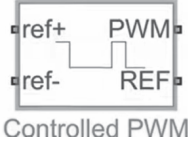
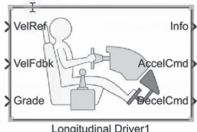


Hình 7. Sơ đồ khối điều khiển trên xe điện

b. Tạo khối mô phỏng ô tô điện trên Matlab

Bảng 3. Tạo khối mô phỏng [5]

TT	Tên khối	Sơ đồ khối
1	Tạo khối mô phỏng thân xe	
2	Khối lốp xe	
3	Khối bộ vi sai	

4	Khối bánh răng đơn giản	
5	Khối Pin nguồn	
6	Khối động cơ điện	
7	Bộ chuyển đổi nguồn điện	
8	Khối điện áp được kiểm soát	
9	Khối nguồn điện được kiểm soát	
10	Trình điều khiển dọc	

c. Chu trình lái xe

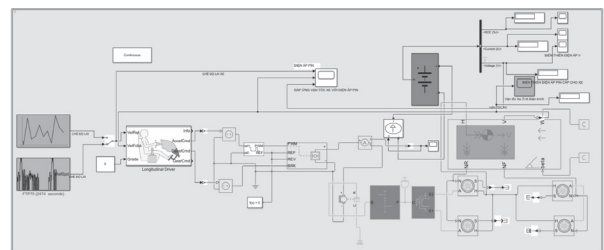
Chu kỳ lái xe là một tập hợp dữ liệu chứa dữ liệu về vận tốc và thời gian nhằm mục đích mô hình hóa chuyển động của xe. Chu kỳ lái xe sẽ là một biểu đồ về vận tốc so với thời gian và được tạo ra để giống với các điều kiện lái xe thông thường mà người tiêu dùng có thể

tự trải nghiệm. Ví dụ, họ có thể mô hình hóa các tình huống lái xe trên đường cao tốc, lái xe trong khu vực đô thị hoặc lái xe với toàn bộ công suất... Các chu kỳ lái xe được các Công ty sản xuất ô tô sử dụng cho nhiều quy trình thử nghiệm khác nhau như quãng đường đi được, thử nghiệm ô nhiễm và thử nghiệm tăng tốc và tốc độ tối đa [11].

Có nhiều chu kỳ lái xe khác nhau tiêu chuẩn của ngành, ví dụ: Lịch trình lái xe theo máy đo lực đô thị (UDDS), FTP75. Trong mô hình EV, một chu kỳ truyền động được sử dụng làm dữ liệu vận tốc tham chiếu cho khối trình điều khiển dọc để gửi lệnh tăng tốc hoặc giảm tốc theo chu kỳ truyền động. Có 3 cách để triển khai chu kỳ truyền động. Một là phương pháp tạo hoặc sở hữu chu kỳ truyền động với bảng tính dữ liệu vận tốc trong một cột và dữ liệu thời gian trong một cột khác. Hai là phương pháp khác là sử dụng khối xây dựng tín hiệu và tạo các tín hiệu biểu thị mà xe phải di chuyển và thời gian duy trì.

d. Chương trình tính toán mô phỏng hoạt động của xe ô tô điện bằng phần mềm MatLab 2024a [5]

Tích hợp các khối đã xây dựng trên lại thành một khối tổng thể, ta có chương trình lập trình tính toán mô phỏng hoạt động của xe ô tô điện bằng phần mềm MatLab 2024a (hình 8).

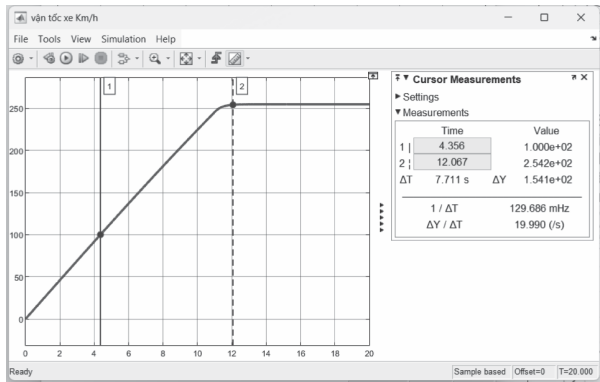


Hình 8. Chương trình tính toán mô phỏng hoạt động của xe ô tô điện bằng phần mềm MatLab 2024a [5]



3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

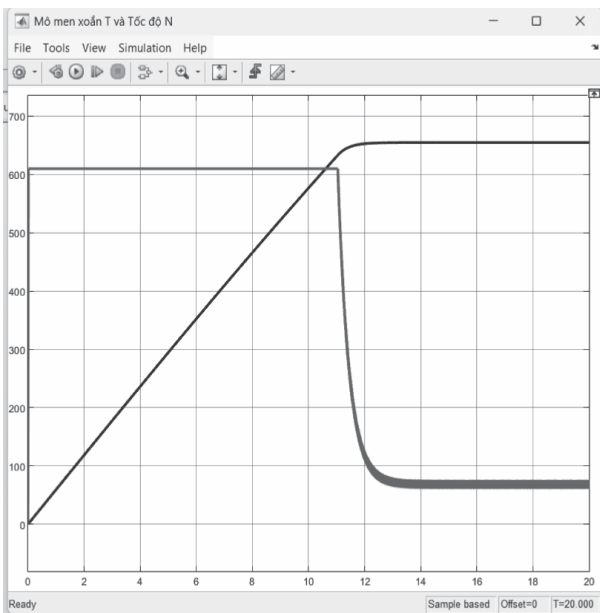
3.1. Kết quả mô phỏng thông số động học vận tốc của xe, [5]



Hình 9. Kết quả mô phỏng vận tốc xe

Xe đạt vận tốc 100km/h tại thời gian $t = 4.356s$, và đạt vận tốc lớn nhất $V_{\max} = 254km/h$ tại thời gian $t = 12s$ (hình 9).

3.2. Kết quả mô phỏng mối quan hệ giữa mô men xoắn trục động cơ T và tốc độ N (vg/ph), [5]



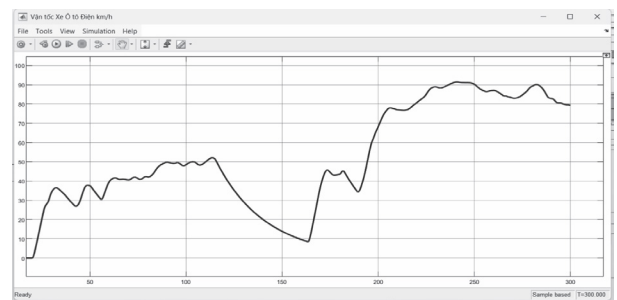
Hình 10. Kết quả mô phỏng đặc tính Cơ của động cơ điện

Kết quả mô phỏng mối quan hệ giữa mô men xoắn trên trục động cơ điện T và tốc độ quay N cho thấy, kết quả này khá tương đồng số liệu đã được công bố trên các tài liệu kỹ thuật về động cơ điện của hãng sản xuất xe (hình 10).

3.3. Kết quả mô phỏng sự biến thiên và phụ thuộc các thông số động học của xe, [5]

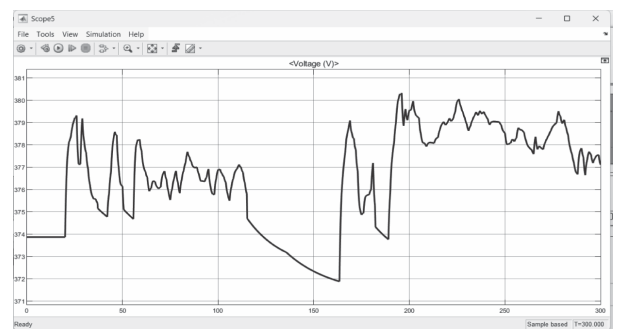
a. Thử nghiệm mô phỏng chế độ lái tiêu chuẩn FTP75

Đồ thị mô phỏng biến thiên vận tốc chuyển động của xe điện theo chế độ lái sau thời gian $t = 300s$ từ lúc khởi hành (hình 11).



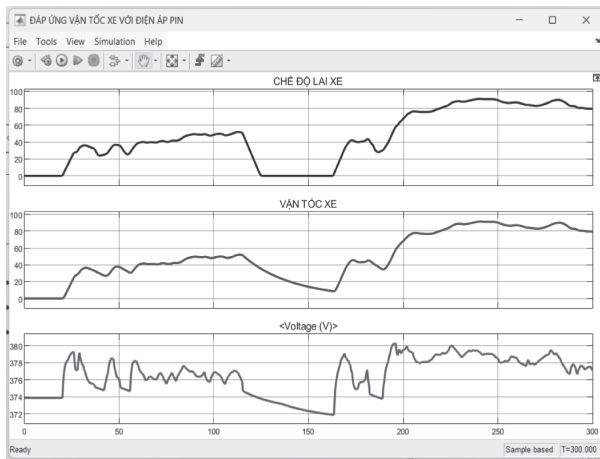
Hình 11. Biến thiên vận tốc chuyển động của xe điện theo chế độ lái sau thời gian $t = 300s$ từ lúc khởi hành

Sự thay đổi điện áp của Pin cấp cho xe điện theo chế độ lái của xe ô tô điện theo sau thời gian $t = 300s$ từ lúc khởi hành (hình 12).



Hình 12. Sự thay đổi điện áp của Pin cấp cho xe điện theo chế độ lái của xe ô tô điện theo sau thời gian $t = 300s$ từ lúc khởi hành

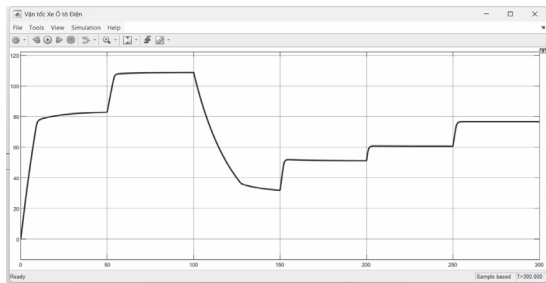
Đáp ứng điện áp của Pin theo sự biến thiên vận tốc của xe ô tô điện (hình 13).



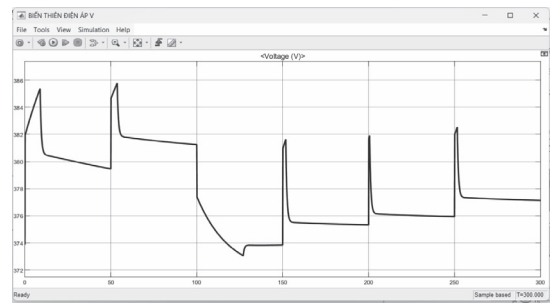
Hình 13. Đáp ứng điện áp của Pin theo sự biến thiên vận tốc của xe ô tô điện

b. Thử nghiệm mô phỏng chế độ lái bất kỳ

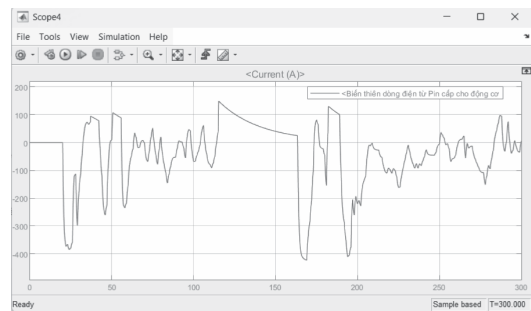
Thử nghiệm chế độ lái giai đoạn 2: Tín hiệu lái được chia 6 khoảng, biến thiên mỗi khoảng thời gian là 50s, các kết quả mô phỏng như sau (hình 14, 15, 16, 17):



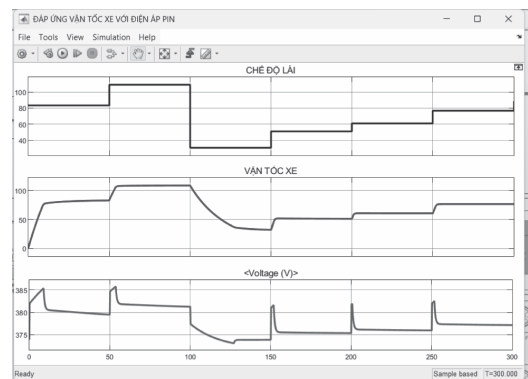
Hình 14. Kết quả mô phỏng biến thiên vận tốc của xe theo chế độ lái tương ứng



Hình 15. Kết quả mô phỏng biến thiên điện áp của Pin theo chế độ lái tương ứng



Hình 16. Kết quả mô phỏng đáp ứng biến thiên dòng điện của Pin theo vận tốc với chế độ lái tương ứng



Hình 17. Kết quả mô phỏng đáp ứng biến thiên điện áp của Pin theo vận tốc với chế độ lái tương ứng

Bảng 3. Kết quả tính toán các thông số mô phỏng vận tốc và mô men [5]

Thông số	Thời gian t (s)					
	t = 2s	t = 4,356s	t = 12,067s	t = 16s	...	...
V (km/h)	50	100	254	254		
T (N.m)	610	610	100	50		

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả nghiên cứu trên, nhóm tác giả nhận thấy: Với bối cảnh xu hướng điện hóa phương tiện giao thông đang diễn ra mạnh mẽ trên toàn cầu, việc nghiên cứu đặc tính vận hành của xe ô tô điện thông qua mô phỏng là một hướng tiếp cận quan trọng nhằm đánh giá hiệu quả hoạt động của phương tiện tiện ích trước khi thử nghiệm thực tế. Kết quả đã xây dựng được chương trình mô phỏng thông số động học và động lực học của xe ô tô điện Tesla Model SP85, kết quả mô phỏng các thông số là mô men xoắn T, vận tốc của xe và tốc độ quay N (vg/ph) của trục động cơ điện, biến thiên điện áp của Pin nguồn, chế độ sạc đáp ứng các chế độ vận hành của xe. Kết quả mô phỏng này phản ánh sát thực với thông số kỹ thuật mà nhà sản xuất công bố. Trong đó, đặc biệt là chỉ tiêu kỹ thuật của xe tăng tốc từ 0-100km/h với $t = 4,365s$. Xe đạt vận tốc tối đa 254km/h sau thời gian $t = 12s$, tính từ lúc xe bắt đầu khởi động.

Kết quả mô phỏng số cho ra đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa thông số đầu vào là kết cấu của xe, động cơ điện, điện áp Pin và thông số đầu ra vận tốc, mô men xoắn. Kết quả mô phỏng tính toán giúp người học và người làm công tác kỹ thuật về ô tô có cách nhìn tổng quan hơn, đánh giá chính xác hơn mức độ ảnh hưởng của các đại lượng động học và động lực học trên ô tô đến các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của xe. Sản phẩm được áp dụng, triển khai sử dụng trong Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh cũng như khối các trường kỹ thuật và có thể phục vụ cho công tác khai thác sử dụng phục vụ trong các xưởng, ga ra, nhà máy về lĩnh vực Ô tô, ứng dụng trong ngành và phục vụ xã hội. ❖

Ngày nhận bài: **02/3/2026**

Ngày phản biện: **10/3/2026**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Hữu Cần & NNK (2005), “*Lý thuyết Ô tô Máy kéo*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Lê Tiến Dũng (2020), “*Hướng dẫn sử dụng Simulink mô phỏng Truyền động điện*” (https://www.youtube.com/watch?v=vxlx6MskUT8&list=PL83PHDBOYWApfMslHn_8Ic1D_5s0OLUG7&index=2)
- [3]. Nguyễn Phùng Quang (2006), “*Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. Trần Quang Thọ (2020), “*Truyền động điện tự động*”. NXB. Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [5]. Đề tài NCKH cấp cơ sở (2025), “*Nghiên cứu, khai thác các tính năng điều khiển trên một số dòng ô tô điện tại thị trường Việt Nam, phục vụ công tác đào tạo ngành công nghệ kỹ thuật ô tô tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*”. Năm học 2024-2025, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.
- [6]. Medicar (2022), “*Ô tô Tesla có gì đặc biệt?*” (<https://medicar.vn/blogs/news/o-to-tesla?srsltid=AfmBOori-8V4gyMbp9ZnvOZ2KOcdfiwcPz31DfmYaSkKXxiMly4UIYIu>).
- [7]. Tesla Model S P85- Specifications (<https://www.evspecifications.com/en/model/657d30>).
- [8]. James Larminie, John Lowry, “*Electric Vehicle Technology Explained*”. John Wiley & Sons, Ltd, Inc., 2003.
- [9]. H. Fujimoto, T. Saito, A. Tsumasaka, T. Noguchi, “*Motion Control and Road Condition Estimation of Electric Vehicles with Two In-wheel Motors*”. IEEE Conf. Control Applications, 2001, pp. 1266-1271.
- [10]. Y. Hori, “*Traction Control of Electric Vehicle: Basic Experimental Results Using the Test EV. UOT Electric March*”. IEEE Trans. On Industry App., vol. 34, no. 5, 1998, pp. 1131-1138.
- [11]. Y. Hori, “*Recent Trends of Electric Vehicle Technology*”. Japan-China Bilateral Seminar on Transportation Research and Infrastructure Planning in 1998 (JC-TRIP'98), Beijing, May 1998.
- [12]. Web: www.google.com.vn