

Mô hình hóa ô tô điện bằng phương pháp EMR với mô hình mở rộng của tương tác bánh xe – mặt đường

Modeling of Electric Vehicles using EMR with an Extended Model of the Tire – Road Interaction

Nguyễn Dũng, Nguyễn Bảo Huy, Võ Duy Thành, Tạ Cao Minh
Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Sáng tạo Công nghệ, ĐH Bách Khoa Hà Nội
e-Mail: nguyenzung92@gmail.com, huy.nguyenbao@hust.edu.vn,
thanh.voduy@hust.edu.vn, minh.tacao@hust.edu.vn

Tóm tắt

Mô hình hóa một hệ thống đa dạng vật lý (multiphysics) như ô tô điện là một chủ đề hấp dẫn luôn thu hút nhiều sự quan tâm nghiên cứu. Một trong những công cụ mạnh mẽ mới được phát triển trong thời gian gần đây để giải quyết vấn đề này là Energetic Macroscopic Representation (EMR). Trong bài báo này, chúng tôi thực hiện việc mô hình hóa ô tô điện sử dụng phương pháp EMR, trong đó có đóng góp một mô hình mở rộng của tương tác bánh xe – mặt đường. Tính khả dụng của mô hình được kiểm chứng bằng mô phỏng trong môi trường MATLAB/Simulink.

Từ khóa: Biểu diễn năng lượng vĩ mô, magic formula, tương tác bánh xe - mặt đường, ô tô điện, mô hình hóa.

Abstract: Modeling of a multiphysics system such as an electric vehicle is an attractive research topic. One of new and strong modeling tools in this field is Energetic Macroscopic Representation (EMR). In this paper, we develop a model of electric vehicles with an extended model of tire-road interaction using EMR. The effectiveness of this representation is confirmed by simulation in MATLAB/Simulink.

Keywords: EMR, magic formula, tire-road interaction, electric vehicles, modeling.

Ký hiệu

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
Ψ_{PM}	[Wb]	Từ thông nam châm vĩnh cửu
P		Số cực động cơ
ω_m	[rad/s]	Tốc độ góc đầu trục
ω_{wh}	[rad/s]	Tốc độ góc bánh xe
v_{wh}	[m/s]	Vận tốc bánh xe
v_{ev}	[m/s]	Vận tốc xe
λ		Tỉ số trượt
R_{wh}	[m]	Bán kính bánh xe
k_{gear}		Tỉ số truyền
A_F	[m ²]	Diện tích mặt trước
C_d		Hệ số cản không khí
v_{wind}	[m/s]	Vận tốc gió
m_v	[kg]	Khối lượng xe

1. Phần mở đầu

Mô tả hệ thống có sự tương tác giữa các hiện tượng vật lý khác nhau luôn đặt ra những thách thức cho các nhà khoa học. Bởi lẽ, khi có sự tham gia của càng nhiều thành phần trong hệ thống, sự phức tạp càng tăng thêm, hơn nữa vấn đề không chỉ dừng ở số lượng phương trình, mà còn ở việc ta sẽ hiểu được thông tin gì từ những phương trình đó, quá trình vật lý thực sự đã diễn ra như thế nào. Thay thế cách biểu diễn truyền thống, việc mô tả hệ thống lớn bằng những biểu diễn hình học (graphical description) bắt đầu được quan tâm, khởi đầu là Bond-graph [1] thể hiện được tính nhân quả và tương tác năng lượng vật lý giữa các đối tượng trong hệ thống. Kế thừa những thành quả đó, phương pháp Causal Ordering Graph (COG) [2] được J.P. Hautier ứng dụng trong mô tả hệ thống điện tử công suất và truyền động điện. Gần đây, Energetic Macroscopic Representation (EMR), có thể tạm dịch là phương pháp mô hình hóa *biểu diễn vĩ mô năng lượng*, được tác giả A. Bouscayrol và cộng sự giới thiệu lần đầu tiên vào năm 2000 [3, 4].

Gắn liền với mục đích ban đầu của một phương pháp biểu diễn hình học, EMR gần như được ứng dụng ngay vào nghiên cứu các hệ thống có tương tác nhiều thành phần vật lý như: điện gió [5], quá trình điện hóa [6] và đặc biệt là hệ thống trao đổi năng lượng trong ô tô điện. Trong lĩnh vực ô tô điện, các tác giả công bố những bài báo từ vấn đề nhỏ như mô hình hóa động cơ, hệ truyền động [7], đến phương thức tổng hợp chính thể một cách cơ bản [8] hay tổng quát hóa [9].

Bài báo này trình bày một mô hình ô tô điện sử dụng EMR có thể hiện quá trình tương tác bánh xe - mặt đường nhằm phù hợp ứng dụng điều khiển chuyển động, điều mà các mô hình EMR công bố trước đó hoặc chưa thỏa mãn những nguyên lý năng lượng [10], hoặc dựa trên công thức phức tạp [11] và không quen thuộc với những người làm trong lĩnh vực đặc thù này. Trong Mục 2, những nguyên lý cơ bản và thư viện phần tử trong EMR được trình bày. Bên cạnh mô hình truyền thống, một mô hình thể hiện sự tương tác bánh xe - mặt đường phục vụ những nghiên cứu điều khiển chuyển động cũng được đưa ra trong Mục 3. Mục 4 dẫn giải những kết quả mô phỏng dựa trên tham số ô tô i-MiEV tại Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Sáng tạo Công nghệ (CTI).

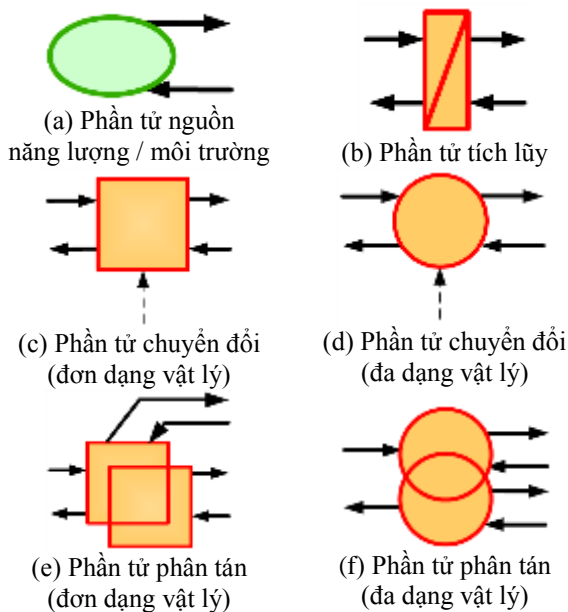
2. Phương pháp EMR

2.1 Nguyên lý cơ bản

Dù linh hoạt trong ứng dụng, phương pháp EMR có những nguyên lý cơ bản buộc phải tuân thủ trong quá trình xây dựng mô hình để thể hiện được ý nghĩa về năng lượng.

- *Nguyên lý tương tác (Interaction principle)*: Hệ thống biểu tượng được trình bày cụ thể trong Tiểu mục 2.2. Các phần tử trong hệ thống liên kết hai chiều với nhau dựa trên nguyên lý *tác động* (action) và *phản ứng* (reaction). Tích giữa giá trị đại lượng tác động và phản ứng là năng lượng trao đổi giữa các phần tử.
- *Nguyên lý nhân quả (Causality principle)*: Tính nhân quả tích phân được sử dụng trong phương pháp, điều này thể hiện trong *phần tử tích lũy* (accumulation element) diễn tả mối quan hệ phụ thuộc vào thời gian giữa các biến (cụ thể ở đây, các biến đầu ra là tích phân của các biến đầu vào). Tất cả các loại phần tử còn lại của phương pháp đều dành cho mô tả các mối quan hệ không có sự phụ thuộc vào thời gian.
- *Nguyên lý nghịch đảo (Inversion principle)*: Với mong muốn thu được giá trị đại lượng đặt vào từ đầu ra mong muốn, cấu trúc điều khiển của hệ thống xem như mô hình nghịch đảo từng phần tử. Có hai loại mô hình nghịch đảo, phụ thuộc vào phần tử EMR:
 - Mô hình nghịch đảo trực tiếp: áp dụng khi phần tử EMR không có tính tích lũy.
 - Mô hình nghịch đảo gián tiếp: áp dụng khi phần tử EMR có tính tích lũy (vi-tích phân - như đã phân tích), trong trường hợp này, tín hiệu đầu vào cần thêm các đại lượng đo lường từ hệ thống, có thể sử dụng bộ điều khiển kinh điển (ví dụ như PID) trong hệ phản hồi vòng kín thông thường.

2.2 Thư viện các phần tử cơ bản



H. 1 Thư viện các phần tử cơ bản trong EMR

Hình 1 trình bày các phần tử cơ bản trong phương pháp EMR. Như một chú ý nhỏ khi đọc mô hình EMR, ngoài việc phân biệt phần tử theo chức năng năng lượng như dưới đây, có một *quy ước biểu tượng* (pictogram) chung. Quy ước này chỉ ra rằng một phần tử mô hình hóa một quá trình chuyển đổi năng lượng trong một dạng vật lý (mono-physical) sẽ có hình vuông, mặt khác, phần tử mô hình hóa một quá trình chuyển đổi năng lượng giữa các dạng vật lý khác nhau (multi-physical) sẽ được thể hiện bằng hình tròn.

- *Nguồn năng lượng / môi trường (energy source / environment)*: Các phần tử thuộc dạng này được coi là điểm đầu cuối của hệ thống (Hình 1.a).
- *Phần tử chuyển đổi (Conversion element)*: Năng lượng đi qua phần tử này được bảo toàn. Thuật ngữ *chuyển đổi* hàm ý việc chuyển hóa năng lượng trong một dạng vật lý hay chuyển hóa các dạng vật lý với nhau (Hình 1.c và 1.d).
- *Phần tử phân tán (Distribution element)*: Đây là một dạng của phần tử chuyển đổi, chỉ khác ở điểm, với *phần tử phân tán*, luồng năng lượng có thể được phân chia thành nhiều hướng (Hình 1.e và 1.f).
- *Phần tử tích lũy (Accumulation element)*: Dạng phần tử cho phép năng lượng trong hệ được tích lũy (Hình 1.b).

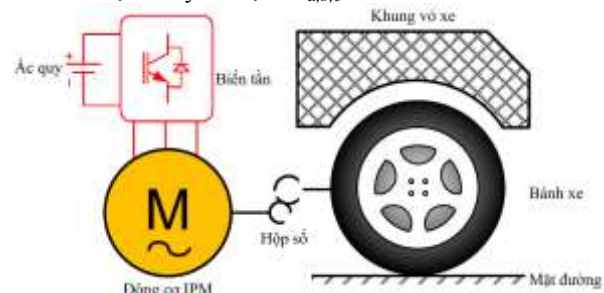
Bên cạnh các phần tử cơ bản đã nêu, cùng với sự phát triển theo hướng mở rộng các quá trình có thể mô hình hóa bằng EMR, thư viện cũng liên tục được đổi mới: Phần tử hình tam giác đã được thay thế bằng hình vuông với chức năng tổng quát hơn (từ thể hiện quá trình trao đổi cơ năng - điện năng thành thể hiện trao đổi năng lượng đa dạng vật lý); phần tử khuếch đại, phần tử lựa chọn hay phần tử phi tuyến cũng lần lượt được tác giả phương pháp chấp nhận đưa vào.

3. Ứng dụng trong mô hình hóa ô tô điện

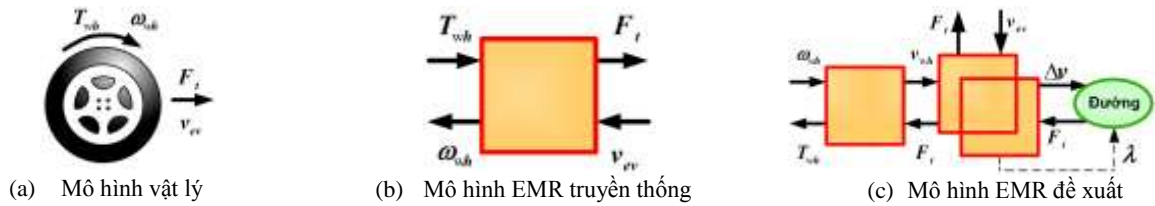
Để đơn giản hóa, hệ thống ô tô điện nghiên cứu trong bài báo này (Hình 2) được chia thành hai hệ thống là hệ thống điện (nguồn điện, biến tần, động cơ IPM) và hệ thống cơ học (hộp số, bánh xe, khung vô xe).

3.1 Mô hình truyền thống

- Trong hệ thống, nguồn điện cấp bởi *ắc quy* được mô hình hóa bằng phần tử nguồn năng lượng, có điện áp là đại lượng mang tính tác động, dòng điện là đại lượng mang tính phản ứng.
- *Biến tần* được mô hình hóa với điện áp pha $u_{a,b,c}$ đầu ra phụ thuộc vào điện áp một chiều U_{dc} và tín hiệu chuyển mạch $S_{a,b,c}$:



H. 2 Hệ thống được nghiên cứu



H. 3 Mô hình hóa sự tương tác bánh xe - mặt đường

$$\begin{bmatrix} \dot{e}_{as} \\ \dot{e}_{bs} \\ \dot{e}_{cs} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} U_{dc} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

kết hợp với quan hệ giữa dòng điện một chiều I_{dc} và dòng điện ba pha $i_{a,b,c}$:

$$I_{dc} = \begin{bmatrix} i_{as} \\ i_{bs} \\ i_{cs} \end{bmatrix} \quad (2)$$

- Quá trình điện của Động cơ IPM được mô tả dựa trên hệ phương trình [12]:

$$\begin{bmatrix} \dot{e}_{ds} \\ \dot{e}_{qs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s + sL_d & 0 \\ 0 & R_s + sL_q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{e}_{ds} \\ \dot{e}_{qs} \end{bmatrix} \quad (3)$$

với $R_s, L_{d,q}$ lần lượt là điện trở stator, điện cảm trục dq của động cơ, e_{ds} và e_{qs} là sức phản điện động:

$$\begin{bmatrix} \dot{e}_{ds} \\ \dot{e}_{qs} \end{bmatrix} = \omega_e \begin{bmatrix} -L_q i_{qs} \\ L_d i_{ds} + \psi_{PM} \end{bmatrix} \quad (4)$$

trong đó ω_e là tốc độ điện của động cơ.

Bên cạnh đó, công thức chuyển hệ tọa độ Park từ hệ trục abc sang hệ trục dq được sử dụng. Phần tử chuyển đổi đa dạng vật lý cũng được đưa vào nhằm mô tả quá trình chuyển hóa giữa điện năng và cơ năng trong ô tô điện sinh mômen điện từ:

$$T_{em} = \frac{3}{2} \frac{P}{4} (\psi_{PM} i_q - (L_d - L_q) i_d i_q) \quad (5)$$

Ngoài ra, với ký hiệu T_l là mômen tải, J là mômen quán tính của động cơ, quá trình sinh gia tốc thông qua phương trình cơ sau:

$$T_{em} - T_l = J \frac{dw_m}{dt} \quad (6)$$

còn được thể hiện qua phần tử tích lũy.

Bỏ qua khâu vi sai, hệ thống cơ của ô tô được mô tả bởi ba phần tử:

- Mô hình *hộp số* thể hiện các quan hệ tốc độ góc và quan hệ mômen theo tỷ số truyền $k_{gear} < 1$ như sau:

$$\begin{cases} \dot{w}_{wh} = w_m k_{gear} \\ \dot{T}_l = T_{wh} k_{gear} \end{cases} \quad (7)$$

với T_{wh} là mômen tác động lên bánh xe.

- Mô hình *bánh xe truyền thống*, thường được đưa về một phần tử chuyển đổi năng lượng (Hình 3.b):

$$\begin{cases} v_{ev} = v_{wh} = w_{wh} R_{wh} \\ T_{wh} = F_t R_{wh} \end{cases} \quad (8)$$

- Mô hình *Khung vỏ xe* là thành phần thể hiện động học dọc trục của thân xe [13]:

$$m_v \frac{dv_{ev}}{dt} = F_t - F_{aero} - F_{roll} - m_v g \sin(\alpha) \quad (9)$$

trong đó, lực cản không khí F_{aero} và lực cản lăn F_{roll} được tính như sau:

$$\begin{cases} F_{aero} = \frac{r C_d A_F}{2} (v_{ev} + v_{wind})^2 \\ F_{roll} = f_r F_z \end{cases} \quad (10)$$

với phản lực mặt đường theo phương thẳng đứng:

$$F_z = m_v g \cos(\alpha) \quad (11)$$

Trong các phương trình (9) và (11), g là gia tốc trọng trường, α là góc nghiêng của mặt đường mà xe đang di chuyển.

3.2 Mô hình phục vụ điều khiển chuyển động

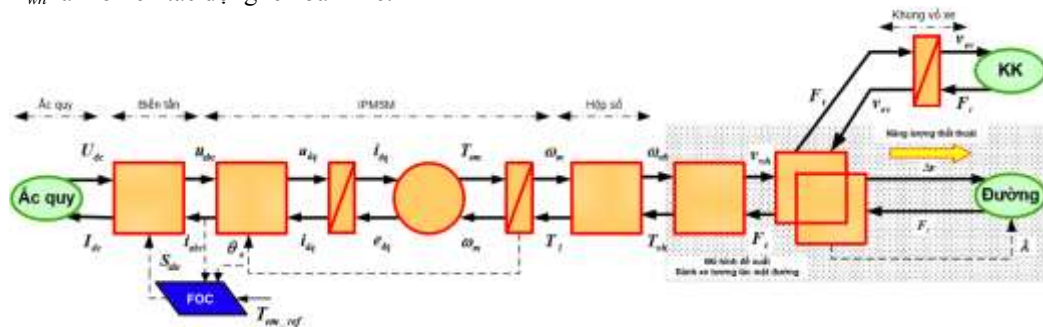
Không khó để thấy rằng, việc mô hình hóa bánh xe (Hình 3.a) chỉ dựa trên cơ sở lý thuyết về phân bố lực lên vật thể tròn chuyển động quay quanh trục (như mô hình truyền thống) không thể hiện được quá trình vật lý đã diễn ra. Thêm nữa, chính điều này đã làm hạn chế khả năng ứng dụng của EMR trong nghiên cứu của các nhà khoa học làm về lĩnh vực điều khiển chuyển động xe, những người nhìn nhận việc tạo ra lực kéo (F_t) giúp xe di chuyển là do tồn tại sự chênh lệch giữa vận tốc bánh và vận tốc xe. Theo đó, mô hình quen thuộc nhất thể hiện điều này có thể kể đến là mô hình của Pacejka dựa trên Magic Formula [14]:

$$F_t = F_z D \sin(C \arctan(BI - E(BI - \arctan(BI)))) \quad (12)$$

với B, C, D, E là các hệ số phụ thuộc vào mặt đường và tỉ số trượt

$$I = \frac{v_{wh} - v_{ev}}{|v_{wh}|} \quad (13)$$

Theo cơ sở này, biểu diễn sự tương tác bánh xe - mặt đường theo quan điểm EMR được đưa ra trong Hình 3.c.

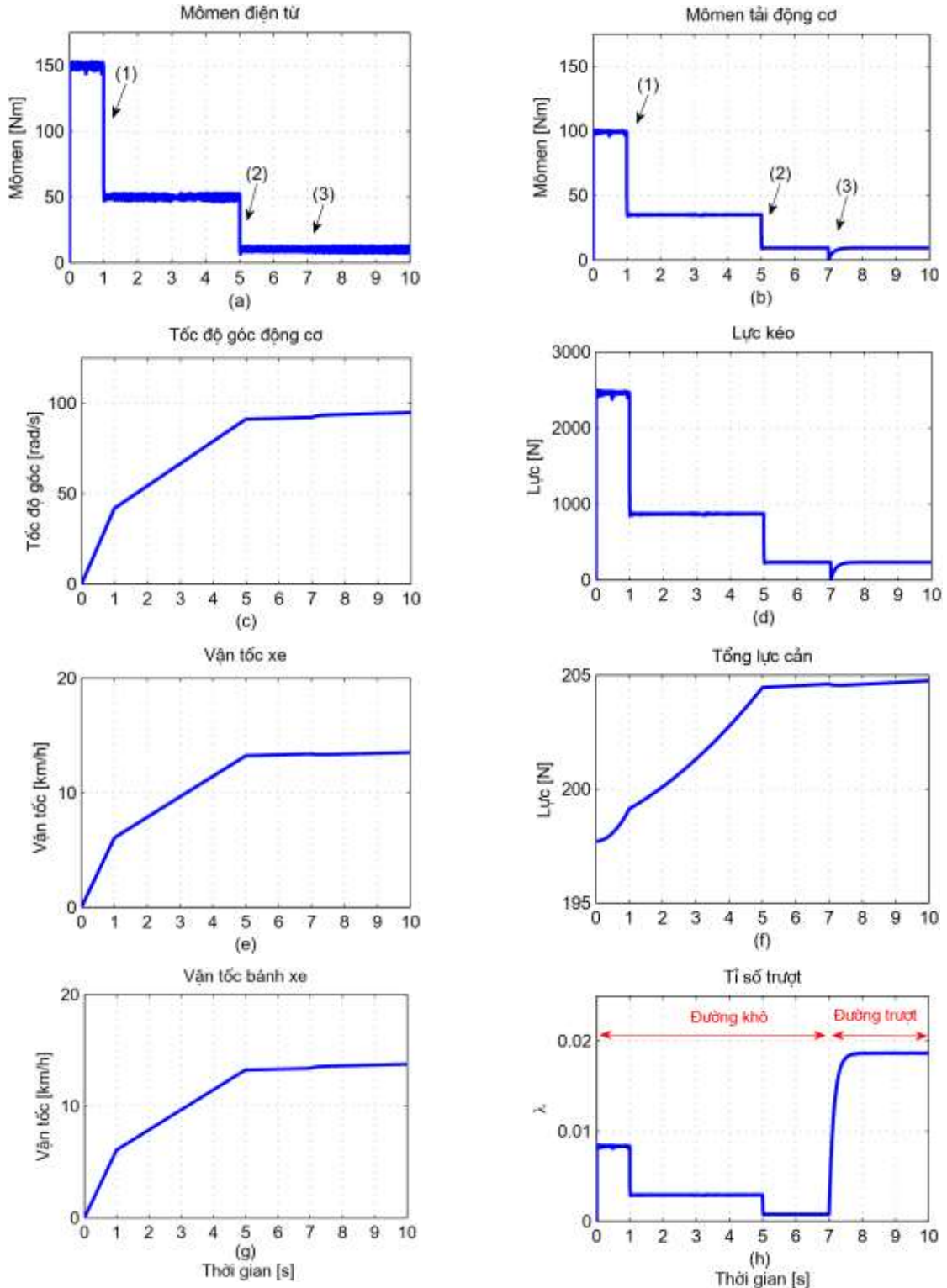


H. 4 Mô hình EMR ô tô điện với mô hình mở rộng của tương tác bánh xe - mặt đường

Đáng chú ý là tỉ số trượt λ (không thứ nguyên) được đưa vào môi trường như một thông tin (không mang năng lượng). Yếu tố này đã giúp tách mặt đường đề biểu diễn như môi trường, từ đó, năng lượng thất thoát $\Delta P = F_t \Delta v = F_t (v_{wh} - v_{ev})$ được biểu diễn (Hình 4). Quan trọng hơn, mô hình mới, một cách mềm dẻo, đã gợi mở khả năng truyền thông tin trong EMR để tránh những vi phạm về nguyên lý năng lượng.

4. Kết quả mô phỏng

Thư viện EMR trong MATLAB/Simulink cũng được thành lập [15], bản chất là cung cấp những mặt nạ hệ thống con (sub system) theo các phần tử của phương pháp, để người dùng tự do phát triển hệ thống trên nền tảng này. Sử dụng thư viện trên, nhóm tác giả bài báo tiến hành mô phỏng dựa trên những tham số của xe i-MiEV tại CTI.



H. 5 Kết quả mô phỏng xe i-MiEV

Bảng 1: Tham số của xe i-MiEV

Tham số	Giá trị	Đơn vị
Khối lượng xe (m_v)	1345	[kg]
Diện tích mặt trước (A_F)	2	[m ²]
Mật độ không khí (ρ)	1.225	
Hệ số cản lăn (f_r)	0.3	
Bán kính bánh xe (R_{wh})	0.285	[m]
Tỉ số truyền (k_{gear})	1/7.065	
Góc nghiêng mặt đường (α)	0	[rad]

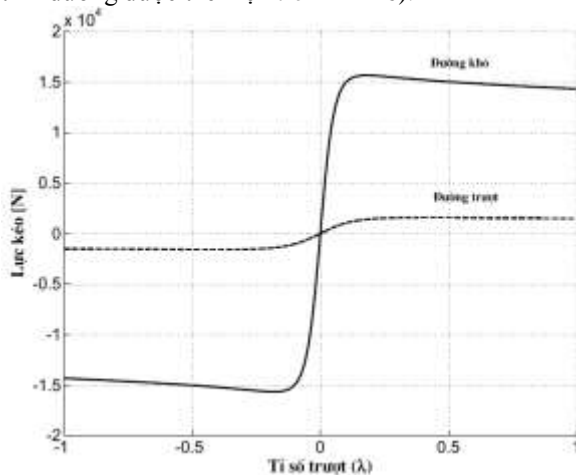
Bảng 2: Tham số động cơ

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Điện áp DC đầu vào	330	V
Công suất cực đại	47	kW
Điện trở	12	mΩ
Điện cảm trực d	140	μH
Điện cảm trực q	213	μH
Từ thông nam châm vĩnh cửu	0.06	Wb
Số cực	8	

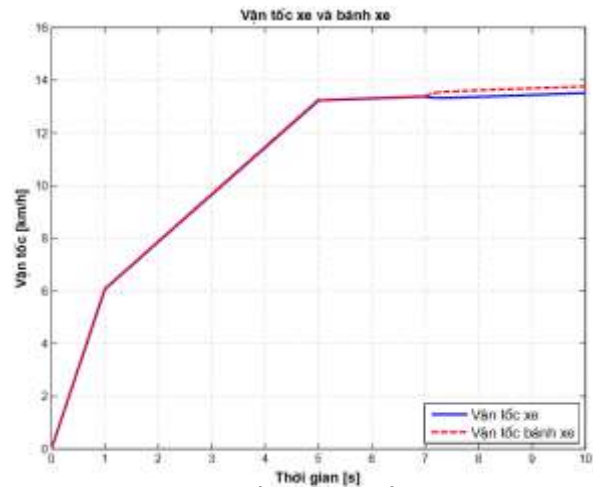
Bảng 3: Tham số mặt đường [16]

	B	C	D	E
Đường khô	10	1.9	1	0.97
Đường trượt	4	2	0.1	1

Các tham số động học xe và tham số động cơ được trình bày tương ứng trong Bảng 1 và Bảng 2. Để bám sát với điều kiện thực tế, thuật toán điều khiển vector (FOC) được sử dụng cho hệ truyền động động cơ IPM. Mô phỏng được thực hiện trong điều kiện tạo một chiến lược đi trên đường nhờ đặt mômen điện từ của động cơ theo các bước: (0) Tại thời điểm khởi động, mômen đặt bằng 150 Nm; (1) Mômen đặt giảm từ 150 xuống 50 Nm; (2) Mômen đặt giảm từ 50 Nm xuống 10 Nm. Tại bước (3), điều kiện đường thay đổi từ đường khô sang đường trượt (các tham số theo công thức Pacejka được trình bày trong Bảng 3 và đặc tính đường được thể hiện trên Hình 6).

**H. 6** Điều kiện mặt đường trong mô phỏng

Hình 5 trình bày những kết quả mô phỏng ô tô theo mô hình đề xuất trong Tiêu mục 3.2. Đầu tiên, các Hình 5.a, 5.b và 5.c tương ứng thể hiện đáp ứng mô men điện từ, mô men tải và tốc độ góc của động cơ. Sau đó, sự thay đổi theo thời gian của vận tốc bánh xe (Hình 5.g), vận tốc xe “tác động” (Hình 5.e) và đại lượng tổng lực cản “phản ứng” (Hình 5.f) cũng được thể hiện. Tuy nhiên, điều phải nhấn mạnh ở đây là khi xe đi vào đường trượt, tỉ số trượt tăng mạnh (Hình 5.h) đã khiến lực kéo giảm trong thời gian ngắn (Hình 5.d). Chính hiện tượng này tạo nên sự khác biệt giữa mô hình Pacejka so với mô hình truyền thống. So sánh vận tốc xe và vận tốc bánh thể hiện trong Hình 7.

**H. 7** Vận tốc xe và vận tốc bánh xe trong những điều kiện mặt đường khác nhau

5. Kết luận

Mô hình ô tô điện theo phương pháp EMR với mô hình mở rộng tương tác bánh xe-mặt đường dựa trên công thức Pacejka đã được trình bày trong bài báo. Các kết quả mô phỏng là minh chứng rõ ràng cho tính đúng đắn của mô hình đồng thời cho thấy mô hình hứa hẹn khả năng được sử dụng trong những nghiên cứu về quản lý năng lượng và điều khiển chuyển động cho xe điện.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài cấp Nhà nước KC.03.08/11-15: “Nghiên cứu thiết kế và chế tạo hệ truyền động và điều khiển cho ô tô điện”.

Tài liệu tham khảo

- [1] H. Payner: *Analysis and design of engineering systems*. MIT Press, 1961.
- [2] A. Bouscayrol, X. Guilaud, J. Hautier, and P. Delarue, *Le graphe informationnel causal*, Bulletin de l'Union des Physiciens, vol. 90, pp. 167-189, 1996.
- [3] A. Bouscayrol, B. Davat, B. De Fornel, B. François, J. P. Hautier, F. Meibody-Tabar, and M. Pietrzak-David, *Multimachine multiconverter*

- system: application for electromechanical drives, EPJ Applied Physics, vol. 10, no. 2, 2000.
- [4] A. Bouscayrol, X. Guillaud, J. Hautier, and P. Delarue, *Macro modélisation des convertisseurs électromécaniques application à la commande des machines électriques*, RIGE, vol. 2, no. 2, 2000.
- [5] P. Delarue, A. Bouscayrol, A. Tounzi, X. Guillaud, and G. Lancigu, *Modelling, control and simulation of an overall wind energy conversion system*, vol. 28, no. 8, pp. 1169-1185, 2003.
- [6] L. Boulon, D. Hissel, A. Bouscayrol, and M.C. Pera, *From modeling to control of a PEM cell using Energetic Macroscopic Representation*, Proc IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 57, no. 6, pp. 1882-1891, 2010.
- [7] L. Horrein, A. Bouscayrol, Y. Cheng, and M. El Fassi, *Minimizing Multiphysical modeling and description of a permanent magnet synchronous machine using Energetic Macroscopic Representation for EV/HEV applications*, 15th Europe Conference on Power Electronics and Applications (EPE), IEEE, vol. 57, pp.1-10, 2013.
- [8] A. Bouscayrol, A. Bruyère, P. Delarue, F. Giraud, B. Lemaire-Semail, Y. Le Menach, W. Lhomme and F. Locment, *Teaching drive control using Energetic Macroscopic Representation – initial level*, Europe Conference on Power Electronics and Applications, IEEE, 2007.
- [9] K. Chen, A. Bouscayrol, A. Berthon, P. Delarue, D. Hissel, and R. Trigui, *Global modeling of different vehicles*, Vehicular Technology Magazine, IEEE, vol. 4, no. 2, pp.80-89, 2009.
- [10] K. Hartani, M. Bourahla, and Y. Miloud, *New antiskid control for electric vehicle using behaviour model control based on energetic macroscopic representation*, Journal of Electrical Engineering, vol. 59, no. 5, pp. 225-233, 2008.
- [11] F. Grossi, W. Lhomme, R. Zanasi, and A. Bouscayrol, *Modelling and control of a vehicle with tire-road interaction using energy-based techniques*, Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), IEEE, pp. 1842-1848, 2009.
- [12] S. Morimoto, M. Sanada, and Y. Takeda, *Wide-speed operation of interior permanent magnet synchronous motors with high-performance current regulator*, IEEE Transactions on Industry Applications, pp. 920-926, 1994.
- [13] K. H. Nam: AC motor control and electrical vehicle applications. CRC Press, 2012.
- [14] Hans B. Pacejka, Igo Besselink: *Tire and Vehicle Dynamics*, Third edition, Elsevier, 2012.
- [15] <http://www.emrwebsite.org/library.html>
- [16] The MathWorks, Inc., “Tire-Road Interaction (Magic Formula)”. Địa chỉ websites (online): www.mathworks.com/help/physmod/sdl/ref/tireroadinteractionmagicformula.html



Nguyễn Dũng sinh năm 1992. Anh nhận bằng Kỹ sư chuyên ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa năm 2015 tại Đại học Bách Khoa Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu chính của anh gồm truyền động điện, kỹ thuật điều khiển, robot, và ô tô điện.



Nguyễn Bảo Huy (sinh năm 1988) nhận bằng Kỹ sư năm 2010 và bằng Thạc sĩ Khoa học năm 2015, đều thuộc ngành điều khiển và tự động hóa tại Đại học Bách Khoa Hà Nội, cũng là nơi anh công tác trong vai trò một kỹ sư nghiên cứu.

Hiện nay anh đang là nghiên cứu sinh tiến sĩ tại Đại học Lille 1 (Pháp) và Đại học Sherbrooke (Canada). Lĩnh vực nghiên cứu của anh gồm điện tử công suất, truyền động điện, kỹ thuật điều khiển, và ô tô điện.



Võ Duy Thành sinh năm 1982. Sau khi tốt nghiệp đại học chuyên ngành Tự động hóa năm 2004, anh đã tham gia một dự án nghiên cứu về điều khiển Robot tại Nagoya, Nhật Bản. Anh hoàn thành chương trình Thạc sĩ tại trường Đại học Bách Khoa Hà

Nội năm 2007 chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa. Từ năm 2006 tới nay, anh là Giảng viên của Bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, Đại học Bách Khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính của anh tập trung vào các hệ thống nhúng, phối hợp tín hiệu đa cảm biến và điều khiển chuyên động cho ô tô điện.



Tạ Cao Minh tốt nghiệp đại học tại Tiệp Khắc năm 1986, bảo vệ luận án Tiến sĩ tại Đại học Laval, Canada năm 1997, có 6 năm làm việc trong môi trường đại học và công nghiệp Nhật Bản (1998 - 2004), và có thời gian thỉnh giảng tại Đài Loan (2010), Úc (2012), Pháp (2015). Hiện nay PGS.

Minh công tác tại Bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, ĐH Bách Khoa HN, đồng thời giữ vai trò Giám đốc Trung tâm Nghiên cứu Ứng dụng và Sáng tạo Công nghệ của trường. Hướng nghiên cứu của PGS. Minh tập trung vào điều khiển các hệ truyền động điện, điện tử công suất, các ứng dụng cho ô tô điện và năng lượng mới. Là tác giả của 27 bài báo trên các tạp chí, tập san hội nghị quốc tế, và 14 sáng chế đã được ứng dụng tại Nhật Bản, Mỹ, châu Âu, PGS. Minh nhận giải Nhì bài báo xuất sắc của IEEE năm 2000 và giải C sáng chế của NSK (Nhật Bản) năm 2012. PGS. Minh là Chủ tịch Chi hội IEEE Việt Nam từ 2008 đến 2011, và hiện nay là Tổng Thư ký Hội Tự động hóa Việt Nam nhiệm kỳ 2014 – 2019.