

Application of Matlab/Simulink to Model and Simulate the Extended – Range Electric Vehicles

Quoc-Viet Huynh^{1*}, Ngoc-Tham Ngo Thi², Dinh Tan Ngoc¹, Tran Dinh Viet²

¹Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Vietnam

²Tran Dai Nghia University, Vietnam

* Corresponding author. Email: viethq@hcmute.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: 29/08/2022
Revised: 26/09/2022
Accepted: 27/09/2022
Published: 28/10/2022

KEYWORDS

E-REV (Extended - range electric vehicle);
Electric vehicle (EV);
Hybrid electric vehicle;
Control strategy;
Charge mode.

ABSTRACT

From the outstanding characteristics of electric and hybrid vehicles, the research team studied the electric vehicle model with E-REV, using its features to evaluate the practical applicability of small cars operating in urban areas. This study aims to design a small 4-seat electric vehicle combined with a gasoline engine to extend the travel distance on a single charge. To simplify the structure and control program, the electric motor and the internal combustion engine are designed to be connected in a series architecture. The E-REV has been simulated to size the range extender by studying the system's behavior under different drive cycles. A range-extended electric vehicle control algorithm was developed to control the operation of the engine and generator set relative to the state of charge (SOC) of the battery pack. The main objective of the developed algorithm is to maintain the SOC of the battery pack between certain limits predefined by the programmer.

Ứng Dụng Matlab/ Simulink Trong Tính Toán và Mô Phỏng Xe Điện Kiểu E-REV

Huỳnh Quốc Việt^{1*}, Ngô Thị Ngọc Thắm², Đinh Tấn Ngọc¹, Trần Đình Việt²

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM, Việt Nam

²Trường Đại học Trần Đại Nghĩa, Hồ Chí Minh, Việt Nam

* Tác giả liên hệ. Email: viethq@hcmute.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 29/08/2022
Ngày hoàn thiện: 26/09/2022
Ngày chấp nhận đăng: 27/09/2022
Ngày đăng: 28/10/2022

TỪ KHÓA

E-REV;
Xe điện;
Xe lai;
Chiến thuật điều khiển;
Chế độ sạc.

TÓM TẮT

Từ các tính năng ưu việt của xe điện và xe lai, nhóm nghiên cứu đề xuất mô hình xe điện E-REV, từ các tính năng này nhóm nghiên cứu thực hiện tính toán, mô hình hoá, mô phỏng nhằm đánh giá khả năng áp dụng thực tiễn trên xe nhỏ hoạt động trong khu vực thành thị. Mục tiêu của nghiên cứu này là thiết kế kiểu xe cỡ nhỏ 04 chỗ bằng điện kết hợp với động cơ xăng nhằm kéo dài quãng đường di chuyển trong một lần sạc. Nhằm đơn giản hoá kết cấu và chương trình điều khiển, động cơ điện và động cơ đốt trong được thiết kế kết nối kiểu nối tiếp. Tính toán, mô phỏng E-REV để chọn kích thước phù hợp yêu cầu và thỏa mãn các chu trình thử. Đề xuất thuật toán điều khiển xe E-REV để điều khiển hoạt động của động cơ và máy phát điện đảm bảo trạng thái sạc (SOC) của bộ pin. Mục tiêu chính của thuật toán được phát triển là duy trì SOC của bộ pin giữa các giới hạn theo yêu cầu xác định trước.

Doi: <https://doi.org/10.54644/jte.72B.2022.1267>

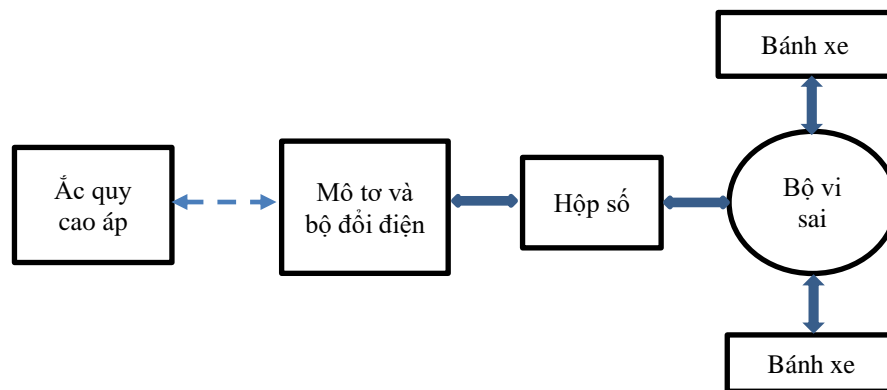
Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

1. Giới thiệu

Với đà phục hồi kinh tế toàn cầu sau đại dịch Covid-19, nhu cầu sử dụng năng lượng cho các ngành công nghiệp lại càng tăng cao, dẫn đến một cuộc khủng hoảng năng lượng toàn cầu mới đã và đang diễn ra. Nguồn cung dầu mỏ, khí đốt không đáp ứng đủ, chính vì vậy bắt buộc các nước phát triển phải chuyển mình từ nguồn nhiên liệu hóa thạch sang một nguồn năng lượng mới đảm bảo hơn, không gây ô nhiễm môi trường - đó chính là các nguồn năng lượng tái tạo.

Ngành công nghiệp ô tô cũng bị ảnh hưởng nghiêm trọng trong cuộc khủng hoảng toàn cầu này. Xe ô tô với nguồn năng lượng mới đang là mục tiêu hàng đầu của các nhà nghiên cứu và chế tạo ô tô ngày nay. Có nhiều giải pháp đã được công bố trong những năm gần đây, như: sử dụng các loại nhiên liệu không truyền thống cho ô tô như LPG, khí thiên nhiên, methanol, biodiesel, điện, pin nhiên liệu, năng lượng mặt trời, ô tô lai (hybrid), ...

Trong bối cảnh đó, ô tô điện hình 1 được rất nhiều nhà sản xuất ô tô xem như là xu hướng sống còn trong giai đoạn chuyển mình này, vừa giảm được nguy cơ cạn kiệt nhiên liệu vừa đón đầu về xu thế phát triển thông minh, ô tô sạch, nhằm đáp ứng khả năng tùy biến, các tiêu chuẩn môi trường khắt khe [1].



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc xe điện

Tuy nhiên, nhược điểm cố hữu của xe điện là quãng đường di chuyển trong một lần sạc vẫn còn giới hạn, chúng ta cần kéo dài quãng đường này càng dài càng tốt. Có nhiều giải pháp thực hiện trong đó chúng ta có thể kết hợp với sự tiện dụng của động cơ đốt trong để khắc phục nhược điểm này [2]. Bài báo này tập trung nghiên cứu thuật toán điều khiển, tính toán các thông số thiết kế và mô hình hoá, mô phỏng kiểu E-REV. (Extended - Range Electric Vehicle).

2. Giới thiệu về E-REV

Extended - Range Electric Vehicles (E-REV) là một loại xe điện sử dụng thêm động cơ nhiệt (ICE) công suất nhỏ nhằm kéo dài thêm quãng đường của xe điện. E-REV với tiền thân là xe điện Plug-in Hybrid Vehicle (PHV) có cấu trúc kiểu nối tiếp đặc biệt [3]. Việc kết hợp này tận dụng cả lợi thế giữa xe nhiên liệu truyền thống và xe điện, góp phần giảm phát thải ô nhiễm môi trường của động cơ nhiệt và giải quyết vấn đề hạn chế quãng đường di chuyển của xe điện [4].

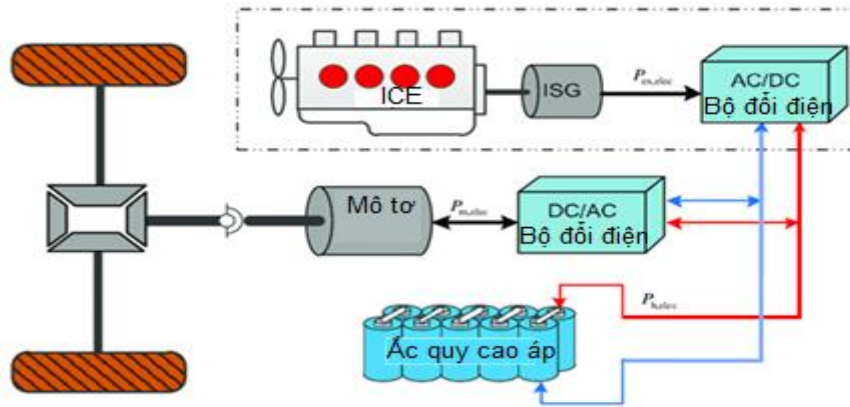
2.1. Nguyên lý hoạt động E-REV

E-REV hoạt động hoàn toàn bằng công suất của động cơ điện và một phần mở rộng phạm vi quãng đường di chuyển xe bằng động cơ nhiệt. Trong quá trình di chuyển, ban đầu xe được dẫn động bằng động cơ điện với ắc quy cao áp đã được sạc đầy từ mạng lưới điện và sau độ dài quãng đường nhất định, động cơ nhiệt hoạt động đưa xe vào trạng thái mở rộng phạm vi quãng đường để tiếp tục hành trình. Nhiên liệu lỏng có thể đổ đầy tại những trạm nhiên liệu tiêu chuẩn, cho phép xe hoạt động như một phương tiện thông thường [5].

Bộ mở rộng quãng đường thường cung cấp công suất trung bình theo chiến thuật điều khiển của bộ điều khiển, vì vậy động cơ nhiệt được thiết kế nhỏ, gọn, nhẹ giúp giảm tiêu thụ nhiên liệu, tiếng ồn, độ rung cục bộ và phát thải so với xe thuần nhiên liệu truyền thống có cùng công suất.

2.2. Các bộ phận chính và đường truyền công suất

E-REV gồm các bộ phận chính [6]:



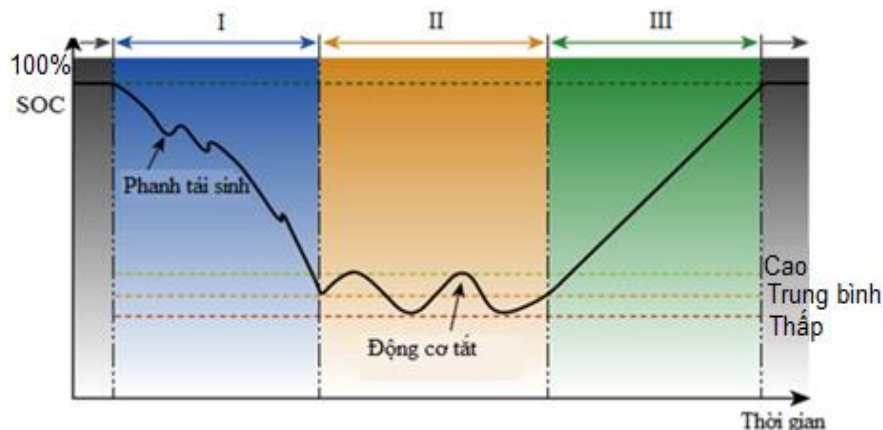
Hình 2. Đường truyền công suất truyền công suất của E-REV

- Động cơ điện: là nguồn dẫn động chính, nhận điện năng từ ắc quy cao áp và chuyển thành cơ năng trực tiếp dẫn động bánh xe.
- Ắc quy cao áp: là thiết bị lưu trữ năng lượng cho xe được sạc từ mạng lưới điện và từ bộ mở rộng phạm vi khi SOC thấp, tạo ra dòng năng lượng đủ lớn cung cấp cho động cơ điện.
- Bộ mở rộng phạm vi: bao gồm động cơ nhiệt cỡ nhỏ và máy phát cung cấp điện năng nạp cho ắc quy cao áp khi xe ở vùng mở rộng phạm vi hoạt động.
- Bộ điều khiển: là bộ phận cốt lõi của E-REV, nhận các tín hiệu đầu vào tính toán đưa ra chiến thuật điều khiển phù hợp cho mô tơ, động cơ nhiệt, máy phát, ...
- Bộ chuyển đổi điện áp: chuyển đổi điện áp từ máy phát để điều khiển động cơ và nạp cho ắc quy cao áp.

Dòng truyền công suất và cấu trúc xe E-REV được thể hiện qua hình 2.

2.3. Các chế độ hoạt động

E-REV có ba chế độ cơ bản hiển thị trên hình 3. Khi xe bắt đầu hành trình với ắc quy cao áp SOC gần 100% hoạt động như một chiếc xe điện thuần túy và được sạc lại một phần sau mỗi lần phanh tái sinh sinh hoạt động (Vùng I). Khi ắc quy cao áp xuống thấp với SOC định sẵn (được đánh dấu bằng đường thẳng nằm ngang tại ba mức Cao, Trung bình và Thấp), xe chuyển sang chế độ mở rộng phạm vi (Vùng II). Lúc này ICE được bật và tắt theo chiến thuật của bộ điều khiển để ắc quy cao áp được giữ trong mức SOC giới hạn giữa đường mức Cao và mức Thấp. Sau hành trình, ắc quy cao áp được sạc đầy 100% bằng nguồn điện lấy từ lưới điện (Vùng III).



Hình 3. Các chế độ hoạt động của E-REV [7]

Vùng I: Chế độ thuần điện (CD)

Vùng III: Chế độ mở rộng (CS)

Vùng IV: Chế độ sạc từ lưới điện

3. Tính toán, thiết kế E-REV

Thiết kế hệ thống truyền lực để đảm bảo xe đạt được hiệu suất mong muốn như khả năng tăng tốc, khả năng leo dốc, tốc độ cực đại... Thiết kế truyền động mô tơ kéo, động cơ nhiệt, máy phát điện, ắc quy cao áp và các khớp nối điện là những phần trọng tâm của E-REV giúp hệ thống hoạt động ổn định và hiệu quả.

Yêu cầu thiết kế xe thỏa các điều kiện và thông số như bảng 1:

Bảng 1. Các thông số thiết kế xe.

Danh mục	Giá trị
Số chỗ ngồi (kể cả người lái)	04
Trọng lượng toàn bộ xe	M = 500 kg
Thời gian tăng tốc 0-40km/h	< 25 (s)
Tốc độ tối đa	50 km/h
Tốc độ trung bình	40 km/h
Diện tích cabin	1 m ²
Thông số bánh xe	155/70R14
Tỉ số truyền cực đại	10

Từ đó tính toán chọn các thông số động cơ điện, ắc quy cao áp, động cơ nhiệt và máy phát phù hợp như sau:

3.1. Xác định công suất định mức của động cơ điện:

Công suất cực đại của xe là $V_{max} = 50$ km/h, thời gian tăng tốc từ 0 đến 40 km/h không quá 25s.

Công suất của mô tơ:

$$P_t = \frac{\delta M}{2t_a \eta_t} (V_f^2 + V_b^2) + \frac{2}{3} M_v g f_v V_f + \frac{1}{5} \rho_a C_D A_f V_f^3 \quad (1)$$

$$P_t = 2678 \text{ W} = 2,7 \text{ kW} \quad (2)$$

Dựa vào thực tế theo công suất mô tơ là 3 kW, nhóm nghiên cứu chọn: Mô tơ một chiều 3 pha 3000W-60V (Ấn Độ) với $N_{max} = 4800$ rpm, $P_{max} = 3,3$ kW, $M_{m,max} = 26$ Nm tại 3000 rpm.



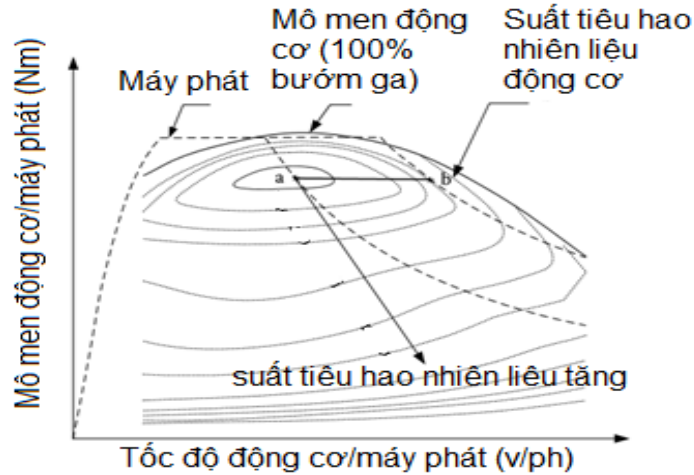
Hình 1. Mô tơ một chiều 3 pha 3000W-60V (Ấn Độ)

3.2. Xác định công suất định mức của động cơ/máy phát.

Công suất động cơ nhiệt trên E-REV chỉ là phần hỗ trợ xe chạy trong giai đoạn mở rộng, vì vậy động cơ chạy ở chế độ trung bình đáp ứng nhu cầu vận tốc tối ưu $V_{op} = 40$ km/h với $P_{motor} = 2,5$ kW.

$$P_{engine} = \frac{P_{motor}}{\eta_t \cdot \eta_{máy\ phát}} = \frac{2,5}{0,9 \cdot 0,6} = 4,6\text{ kW} \quad (3)$$

Dựa vào thực tế ta chọn động cơ xăng Honda RSX AT 110cc với $P_{max} = 6,28\text{ kW}$ tại 7500rpm , $T_{max} = 8,65\text{Nm}$ tại 5500 rpm .



Hình 2. Điểm hoạt động của động cơ/ máy phát

3.3. Ắc quy cao áp

Theo cấu trúc cũng như tính năng của E-REV, ta có

$$P_{pps} \geq \frac{P_{m.max}}{\eta_m} = \frac{3,3}{0,84} = 3,9\text{ (kW)} \quad (4)$$

Dựa vào thực tế nhóm nghiên cứu chọn: $P_{pps} = 3,9\text{ kW}$ ($P_{pps} = U \cdot I = 60 \cdot 65 = 3900\text{ W} = 3,9\text{ kW}$).
Sử dụng 5 ắc quy (Vision 6FM65E-X 12V-65A) mắc nối tiếp nhau.

Thời gian sử dụng điện từ hệ thống ắc quy cao áp

$$T = \frac{(AH \cdot V \cdot p_f)}{W} = \frac{(65 \cdot 60 \cdot 0,8)}{3300} = 0,9\text{ (h)} \quad (5)$$

Hệ thống 5 ắc quy mắc nối tiếp sẽ cung cấp điện cho động cơ điện trong vòng 0,9(h).

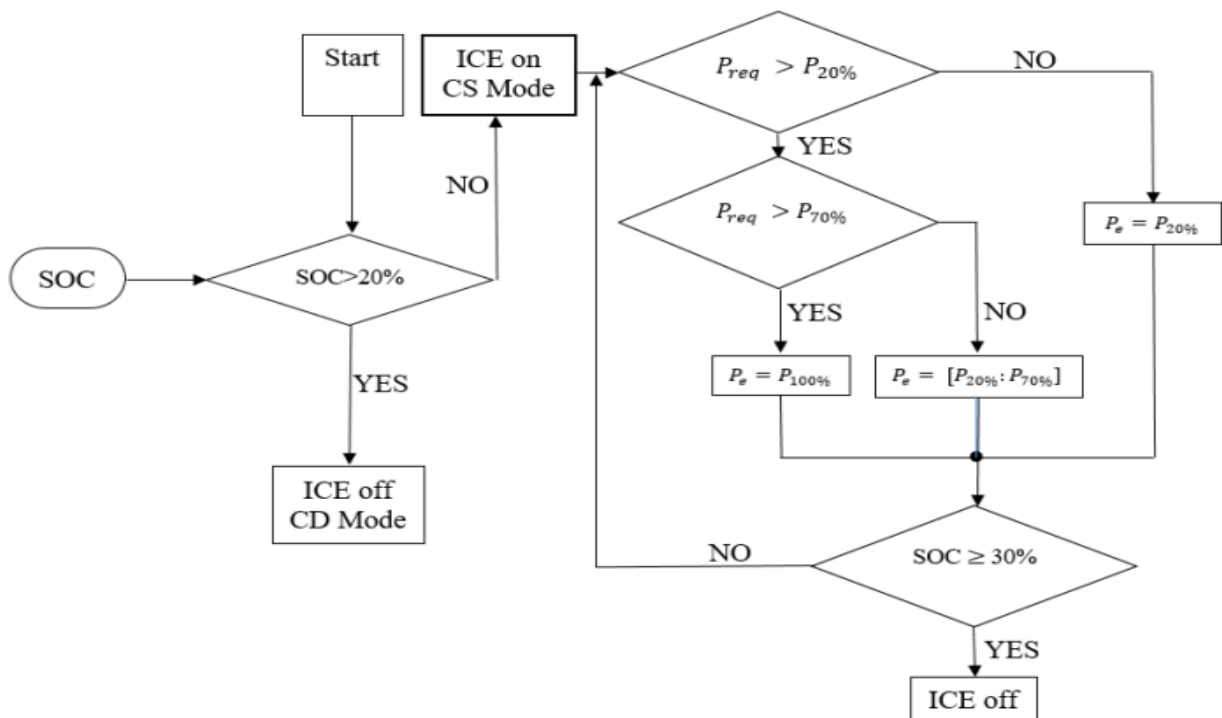


Hình 3. Ắc quy Vision 6FM65E-X 12V-65A

4. Chiến Thuật Điều Khiển Xe E-REV

Xe E-REV vận hành theo hai chế độ sạc:

- Chế độ sạc đầy (CD – Charge Depleting) được sử dụng khi xe hoạt động như xe thuần điện. Đây là chế độ hoạt động đầu tiên của E-REV, ắc quy cao áp ban đầu được nạp đầy từ hệ thống lưới điện nhà hoặc trạm sạc. Ban đầu, xe bắt đầu hành trình với mức SOC gần 100%.
- Chế độ sạc duy trì (CS – Charge Sustaining) được sử dụng khi xe hoạt động như xe lai: khi đó động cơ đốt trong của E-REV sẽ hoạt động, kéo máy phát và sạc lại cho ắc quy cao áp khi SOC < 20%. Ngắt sạc khi SOC > 30%.

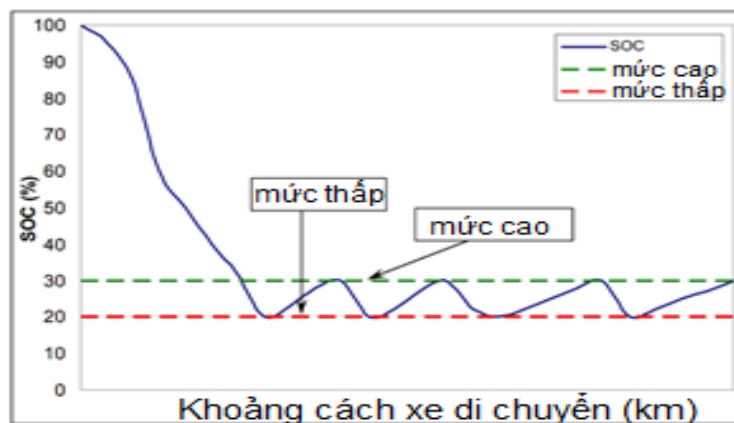


Hình 4. Chiến thuật điều khiển xe EREV.

Ban đầu: Hệ thống sẽ hoạt động với mức SOC gần bằng 100%.

Khi $SOC \leq 20\%$, xe chuyển sang chế độ sạc duy trì (CS). ICE được vận hành và nạp giữ ắc quy cao áp trong phạm vi SOC từ 20 – 30%, nhằm kéo dài thời gian vận hành xe.

Khi mức SOC của ắc quy cao áp đạt tới 30% thì động cơ tắt.



Hình 5. Chiến thuật áp dụng cho E-REV [8]

5. Xây dựng mô Hình Mô Phỏng Xe E-REV Bằng Matlab/ Simulink

5.1. Mô hình mô phỏng

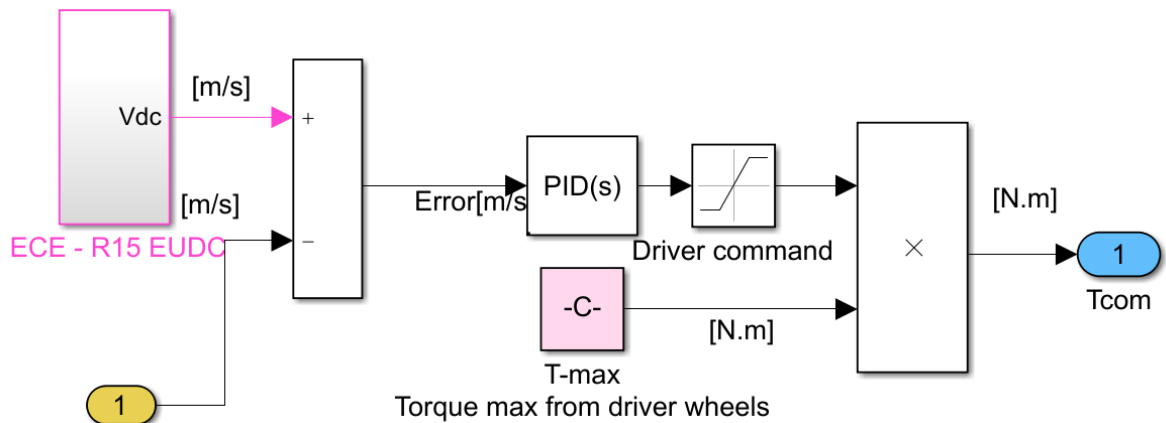
Mô hình sử dụng 3 khối cơ bản: Driver, Extended Range và Vehicle được mô phỏng theo mô hình điều khiển feed forward. Khối Driver dựa theo các chu trình thử xe tiêu chuẩn của các nước phát triển từ tốc độ xe hiện tại (V_x) yêu cầu tính toán mô men yêu cầu để kéo hoặc phanh xe (T-com). Khối Extended - Range nhận tín hiệu T-com từ khối Driver tính toán mô men yêu cầu để điều khiển mô tơ, cũng như điều khiển động cơ/ máy phát vận hành phù hợp với yêu cầu xe E-REV. Đầu ra của khối này là lực kéo chủ động (F_x), lực kéo này là cơ sở để tính toán được vận tốc xe (V_x) trong khối Vehicle để phản hồi về khối Driver [9].



Hình 6. Tổng quan mô hình trên simulink

5.2. Khối Driver

Khối Driver được thiết kế với đầu vào là chu trình lái xe tiêu chuẩn đô thị ECE-15 (driver cycle) và vận tốc xe V_x . Khối sẽ so sánh tốc độ xe yêu cầu và tốc độ xe thực tại sau đó thực hiện thuật toán PID để xác định nhu cầu tăng tốc hoặc giảm tốc để đáp ứng tốc độ. Với PID(s) được thiết lập lần lượt là P = 0,9, I = 0,001, D = 0, N = 0,15 [10].

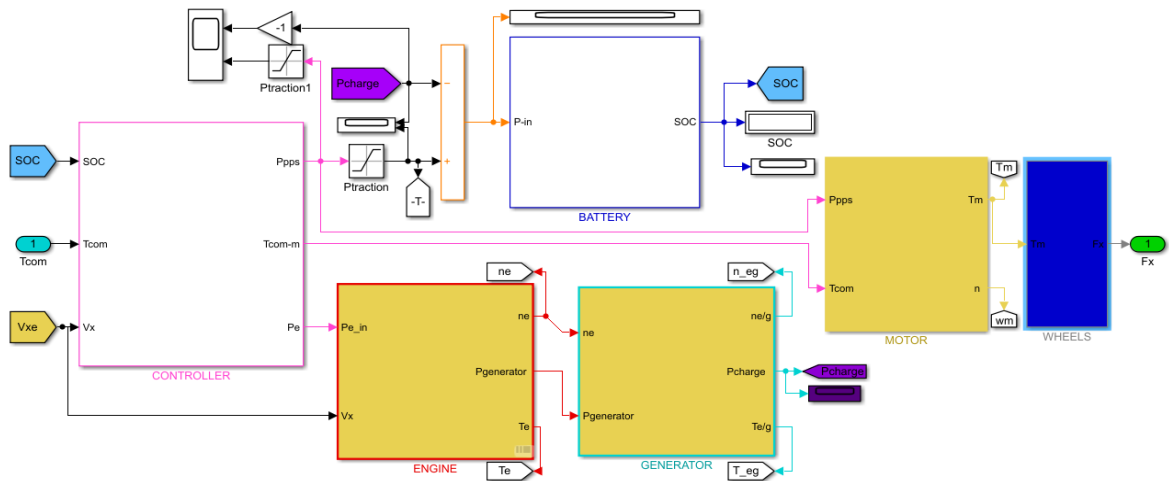


Hình 7. Khối Driver

5.3. Hệ thống E-REV

Các khối chính trong hệ thống của E-REV có thể chia gồm 5 bộ phận chính như Hình 11:

- Controller: khối Controller dựa trên các tín hiệu đầu vào như trạng thái ắc quy (SOC), vận tốc xe (V_x), moment yêu cầu (T-com) để điều khiển, phân phối công suất yêu cầu thành các công suất đến mô tơ hay vận hành động cơ và ắc quy cao áp.
- Battery: khối Battery gồm thông số đầu vào là công suất mô tơ, công suất nạp được từ máy phát.
- Mô tơ traction: khối Mô tơ traction có nhiệm vụ dựa vào các tín hiệu moment đầu vào được phân phối bởi Controller sẽ tính được lực kéo F_x truyền đến bánh xe.
- Engine: khối Engine với tín hiệu đầu vào từ Controller khối này sẽ tính suất tiêu hao nhiên liệu (g/s) của quãng đường được dùng khi xe chuyển sang chế độ CS bật động cơ.
- Generator: khối Generator nhận tín hiệu P_e từ động cơ, sau đó chuyển thành công suất nạp vào PPS trong chế độ PSS.



Hình 8. Thành phần của khối Extended – Range

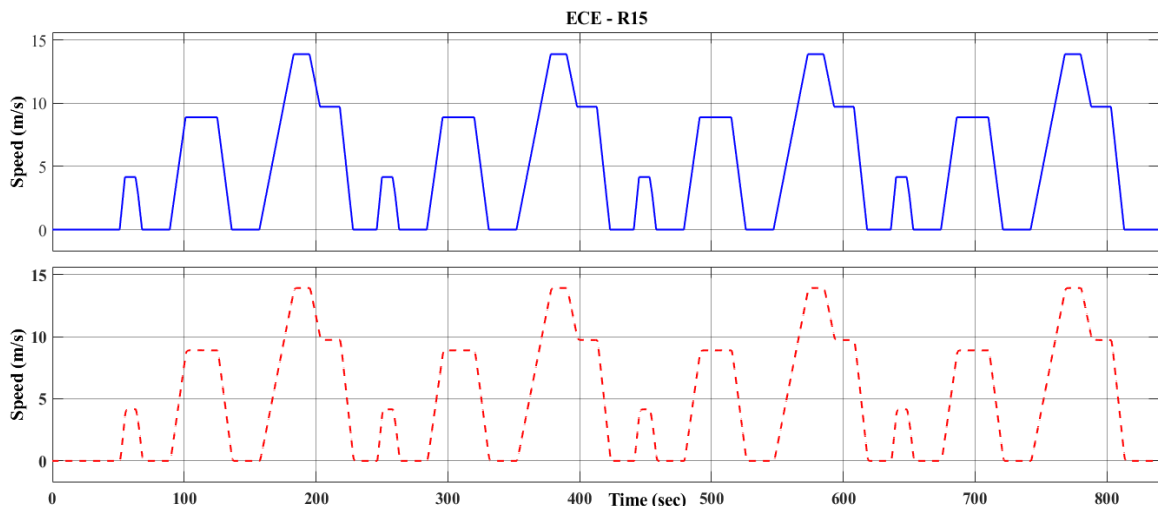
Vehicle: khối Vehicle có chức năng tính toán vận tốc xe dựa trên lực kéo ở bánh xe chủ động và thông số cơ bản của xe thiết kế.

6. Kết quả mô phỏng

Sau khi mô phỏng theo chu trình lái xe tiêu chuẩn ECE-R15 (EUDC) và nhóm nghiên cứu đã thu được kết quả:

6.1. Vận tốc xe

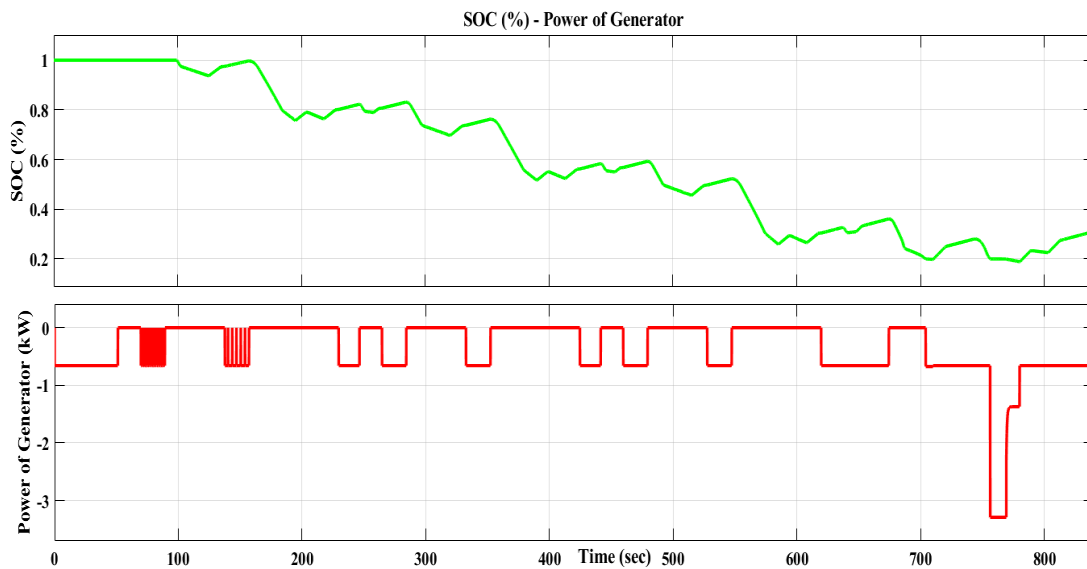
Kết quả mô phỏng vận tốc như Hình 12 với đường màu xanh biểu diễn vận tốc xe mong muốn ở chu trình ECE_R15 và đường màu đỏ biểu diễn vận tốc thực tế xe đạt được. chúng ta thấy rằng quy luật thay đổi gần như là trùng nhau, nghĩa là kết quả mô phỏng đáp ứng với yêu cầu của người lái xe.



Hình 9. Vận tốc mong muốn (m/s) và vận tốc thực tế (m/s)

6.2. Trạng thái sạc ắc quy cao áp (SOC)

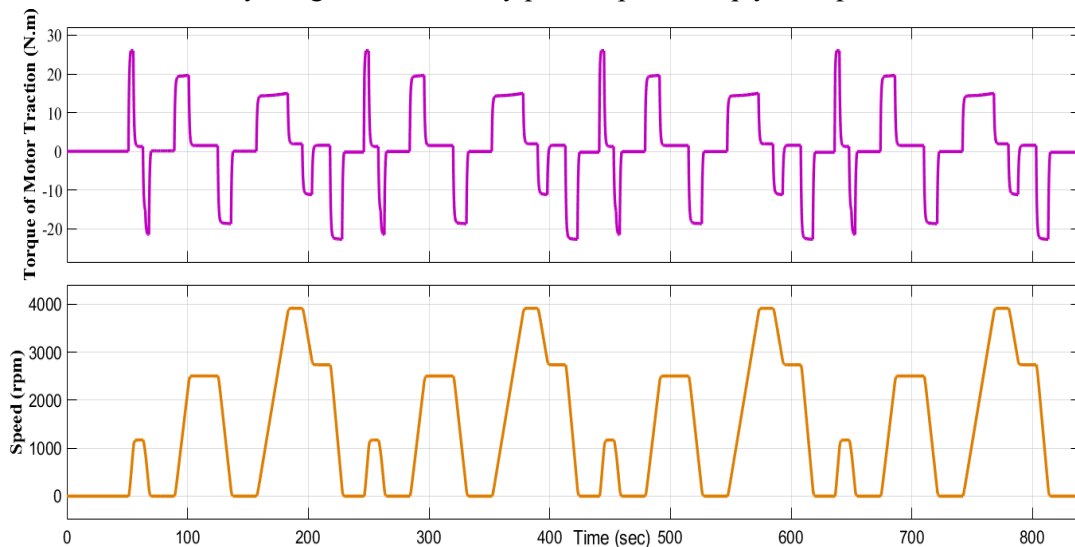
Như Hình 13, mức SOC (đường màu xanh) tăng, giảm do hoạt động của mô tơ kéo và sự thay đổi công suất của máy phát sạc (đường màu đỏ) để đáp ứng theo mức SOC trong chế độ CS. Kết quả SOC cho thấy, giai đoạn đầu xe chạy điện (CD) SOC giảm liên tục đến khi SOC giảm đến 20%, lúc này SOC bắt đầu tăng lên theo sự vận hành của động cơ và luôn duy trì trong vùng 20-30% như yêu cầu đặt ra. Trong giai đoạn này xe vận hành nhờ vào dòng điện sạc cấp từ động cơ.



Hình 10. Thay đổi công suất sạc máy phát (kW) theo SOC

6.3. Mô men xoắn và tốc độ mô tơ (MG2)

Mô men xoắn (N.m) (đường màu tím) tỉ lệ với tốc độ quay (vòng/phút) của mô tơ như hình 14, do mô tơ được nối trực tiếp với bánh xe qua bộ giảm tốc. Mô men của mô tơ dương tương ứng xe đang được kéo bởi mô tơ, mô men của mô tơ âm tương ứng với chế độ giảm tốc, tương ứng với mô tơ đang được xe kéo, mô tơ lúc này đóng vai trò như máy phát, nạp cho ắc quy cao áp.



Hình 11. Mô men xoắn (N.m) và số vòng quay mô tơ theo chu trình ECE – R15

7. Kết luận

Qua nghiên cứu lý thuyết cũng như các tính toán, thiết kế xe điện kiểu E-REV theo yêu cầu người sử dụng, khả năng ứng dụng thực tế của kiểu xe này hoàn toàn khả thi trong giai đoạn hiện nay.

Nhóm nghiên cứu đã thực hiện các tính toán, mô phỏng bằng công cụ mô phỏng Simulink/Matlab cho kiểu E-REV, để dự đoán các thông số đạt được của xe trước khi thực hiện chế tạo thử.

Kết quả mô phỏng trên các chu trình chạy trong thành thị hoàn toàn đáp ứng các yêu cầu đặt ra: vận tốc cực đại 52km/h, thời gian tăng tốc 20(s), thời gian xe vận hành ở chế độ chạy điện cho một lần sạc khoảng 01 giờ. Với kết mô phỏng này, dự án sẽ là tiền đề cho các nghiên cứu, thiết kế, chế tạo xe E-REV thử nghiệm trong tương lai.

Lời cảm ơn

Thay mặt nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh đã tài trợ cho dự án nghiên cứu này (Đề tài MS T2022-104).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Erik Schaltz, “Electrical Vehicle Design and Modeling”, 2011
- [2] Dongbin Lu, Mingguo Ouyang, Languang Lu, Jianqiu Li, “Theoretical Performance of a New Kind of Range Extended Electric Vehicle”, World Electric Vehicle Journal Vol. 4 - ISSN 2032-6653, 2010
- [3] S. S. Williamson, “Energy Management Strategies for Electric and Plug-in Hybrid Electric Vehicles”. New York: Springer, 2013.
- [4] Quoc-Viet Huynh, Ly Vinh Dat, Khanh-Tan Le, “An Intelligent Regenerative Braking Strategy for Power-split Hybrid Electric Vehicle”, International Journal of Mechanical Engineering and Applications, 2020
- [5] Stefano Barsali, Massimo Ceraolo, and Andrea Possenti, “Techniques to Control the Electricity Generation in a Series Hybrid Electrical Vehicle”, IEEE Power Engineering Review, Volume: 22, Issue: 4, 2002.
- [6] Catton, J., Wang, C., Sherman, S., Fowler, M. et al., “Extended Range Electric Vehicle Powertrain Simulation, and Comparison with Consideration of Fuel Cell and Metal-Air Battery”, SAE Technical Paper 2017-01-1258, 2017.
- [7] Shuo Tian, Guijun Cao, Qiang Han, Jiangiu Li, Mingguo Yang, “Modeling and Decoupling Control of ICE APU with Uncontrolled Rectifier in Series Hybrid Vehicle”, Vehicle and power propulsion conference, p.p 1-6, Sept. 2006.
- [8] Patrick Wilson Cross, “System modeling and energy management strategy development for series hybrid vehicles”, M.S thesis, Georgia Institute of Technology, 2021.
- [9] Quoc-Viet Huynh, Ngoc Tham Ngo Thi, “Development of Torque-Speed Control Algorithms for Power-Split Hybrid Electric Vehicle”, 6th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD), 2022.
- [10] Thanh-Son Dao, Aden Seaman, John McPhee, “Mathematics-Based Modeling of a Series-Hybrid Electric Vehicle”, University of Waterloo Kyoto, Japan 2010.



Huynh Quoc Viet was born in Vietnam. He received his master degree in Automotive Engineering from HoChiMinh City University of Technical Education (HCMUTE) in 2005. He is a teacher at faculty of vehicle and energy engineering at HCMUTE. His research interests include engine technologies, engine management systems, hybrid and electric vehicle. He has published several articles in academic journals in International Conference on Automotive Technology, and Journal of Engineering Technology and Education.



Ngoc-Tham Ngo Thi was born in Vietnam. He received his master degree in Information Systems from University of Natural Sciences in 2013. She has 17 years' experience as a lecturer at Information Technology Department, Tran Dai Nghia University, Viet Nam. Her research interests include fuzzy logic, simulation in Matlab, deep learning. She has published several articles in academic journals in International Conference on Automotive Technology, and Journal of Science and Education.



Ngoc Dinh Tan, received the Engineer Degree, major “Automotive Engineering” in 2011, Master Degree, major “Vehicle Engineering” in 2014 at HCM University of Technology and Education. In 2015, received Certified SOLIDWORKS Associate - Academic (CSWA - Academic). In 2018, joined in Training Course On Wind Turbine Technology And Applications In India. From 2011 to now, Lecturer, Dept. Internal Combustion Enginey – Faculty of Vehicle and Energy Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education (HCMUTE). Research interests: Gasoline, Diesel Engine, Hybrid Vehicle and Renewable Energy.



Viet D. Tran has 18 years of experience as a lecturer at the Faculty of Military Vehicle, Tran Dai Nghia University. He has been involved in research, consulting, and lecturing in the area of Vehicle dynamics since 2014. He is in charge of the subjects of about: Automobile theory, Automobile structure, Automobile maintenance and repair, Automotive diagnostics and inspection.