

# PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ HỆ ĐỘNG LỰC XE ĐIỆN

## DESIGN METHOD OF ELECTRIC VEHICLE POWER SYSTEM

Phạm Xuân Mai<sup>1\*</sup>, Phạm Văn Hà<sup>2</sup>, Trần Thị Mỹ Tiên<sup>3</sup>, Tiêu Hà Hồng Nhân<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Công ty CP ô tô Trường Hải

<sup>2</sup>Công ty Thiết kế Thông minh SDE

<sup>3</sup>Trường Cao đẳng Bách khoa Sài Gòn

<sup>4</sup>Trường Đại học Công nghệ Miền Đông

\*Tác giả liên hệ: pmai\_2002@yahoo.com

(Nhận bài: 24/8/2021; Chấp nhận đăng: 19/01/2022)

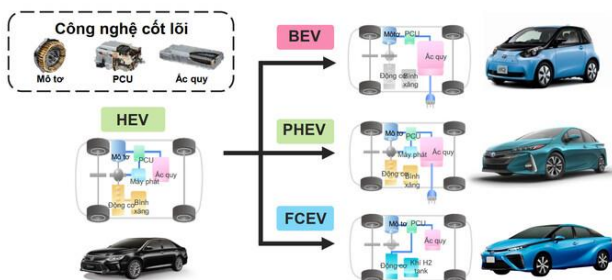
**Tóm tắt** - Hệ thống động lực của xe điện là hệ thống chính, quan trọng của chiếc xe, quyết định hầu như tất cả các tính năng kỹ thuật của xe điện. Bài báo này trình bày những nghiên cứu về phương pháp thiết kế xe điện, nhất là hệ thống động lực của xe điện như động cơ điện, hộp số và phương pháp thiết kế tối ưu hệ động lực trên xe điện, hệ thống pin và phương pháp lựa chọn kiểu loại pin phù hợp. Ngoài ra, bài báo cũng phân tích về các hệ thống điện động lực khác như hệ thống sạc pin thông qua cổng sạc hoặc sạc trong quá trình phanh xe, sạc thường hoặc sạc nhanh; Hệ thống điều khiển gồm các hệ thống điện, điện tử, các thiết bị cảm biến cung cấp khả năng điều khiển cho xe phù hợp với thực tế sử dụng ở Việt Nam.

**Từ khóa** - Xe điện; pin xe điện; động cơ điện; hệ thống sạc pin xe điện.

### 1. Đặt vấn đề

Mỗi năm lượng khí thải từ động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu hóa thạch ngày càng tăng theo cấp số nhân. Trong cuộc đua cắt giảm khí thải và giảm tiêu thụ nhiên liệu, việc nghiên cứu các mẫu xe chạy điện như một giải pháp thay thế, còn gọi chung là xe xanh "green car".

Các cấp độ xe xanh sẽ được phân loại theo mức độ phát thải khí CO<sub>2</sub> (khí gây hiệu ứng nhà kính) ra môi trường cũng như vai trò của động cơ điện. Theo cách phân chia này, trên thị trường hiện có 4 loại chính lần lượt như sau Hybrid (HEV - xăng lai điện), Plug-in Hybrid (PHEV - xe hybrid có cắm sạc), BEV (xe thuần điện chạy pin) và FCEV (xe điện sử dụng pin nhiên liệu hydro) (Hình 1) [1].



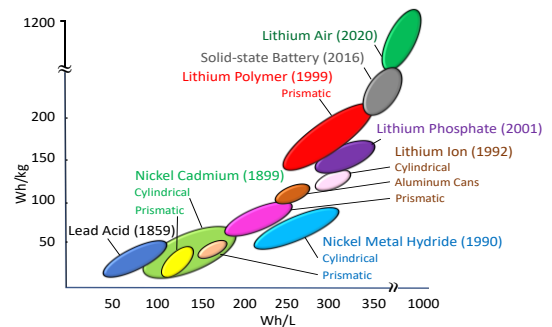
Hình 1. Bộ giải pháp xe xanh Green Car

Xe thuần điện (BEV - Battery Electric Vehicle) đang là xu hướng chính của các hãng ô tô trên thế giới. Xe loại bỏ hoàn toàn những gì liên quan tới động cơ đốt trong, sẽ chỉ còn sử dụng một cơ cấu đơn giản là khối pin dưới sàn cung

**Abstract** - The power system of an electric vehicle is the main and important system of the vehicle, which determines almost all the technical features of the electric vehicle. This paper presents studies on the design method of electric vehicle, almost for the electric vehicle's powertrain system such as the motor system, the gearbox and the method of optimal arrangement of the powertrain on the electric vehicle, etc. In addition, the article also analyzes the battery charging system through the charging port or charging during vehicle braking, normal charging or fast charging; The control system includes electrical and electronic systems, and sensors that provide control for the vehicle suitable for actual use in Vietnam.

**Key words** - Electric vehicle; battery; electric motor; battery charging system

cấp năng lượng cho động cơ điện. Với đặc trưng gia tốc lớn, tức thời của điện, xe cũng không cần sử dụng hộp số nhiều cấp để chuyển đổi mô-men. Ưu điểm của xe BEV là hoàn toàn không phát thải CO<sub>2</sub>, các chi tiết máy của xe cũng khá đơn giản và dễ sửa chữa hơn xe dùng động cơ đốt trong nên loại xe này đang được coi là tương lai của ngành công nghiệp ô tô.



Hình 2. Mật độ năng lượng của các loại pin

Hướng phát triển chính là dùng pin trên nền lithium, công nghệ này giúp cải thiện độ dẫn ion của lithium, do đó cải thiện đáng kể mật độ năng lượng của pin. Việc tăng điện áp đầu ra của pin cũng là một công nghệ để nâng cao mật độ lưu trữ năng lượng. Ngoài ra, pin lithium-không khí có mật độ năng lượng lý thuyết rất cao (đạt 3.458 Wh/Kg), có thể so sánh với mật độ năng lượng của xăng, cho phép mở rộng phạm vi hoạt động của xe điện lên đến 800 km mà công nghệ lithium-ion hiện nay không thể đạt

<sup>1</sup> Truonghai Automotive JS company (XuanMai Pham)

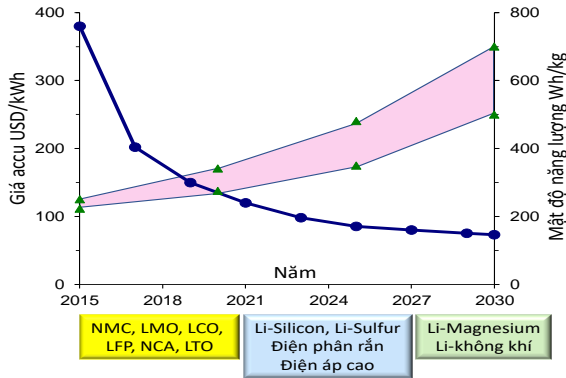
<sup>2</sup> Smart Design Engineering company (Ha Pham)

<sup>3</sup> Bachkhoa Saigon College (Tien ThiMy Tran)

<sup>4</sup> Miendong Technology University (Nhan HaHong Tieu)

được. Trên thực tế, pin lithium-không khí có thể cung cấp mật độ năng lượng 1.214 Wh/Kg và 896 Wh/L (Hình 2) [1].

Hình 3 giới thiệu khả năng lưu trữ năng lượng thực tế và giá thành của các loại pin nền lithium hiện nay và trong 10 năm tới [1, 6].



Hình 3. Dự báo lưu trữ và giá thành pin nền lithium

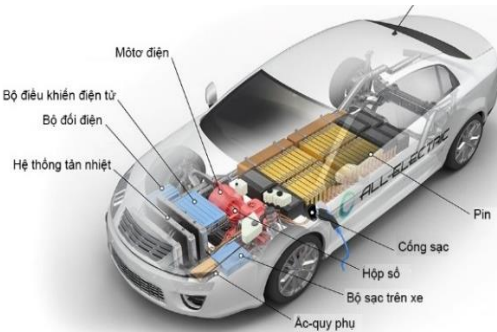
Hiện nay, khả năng lưu trữ của accu khoảng 300-350 Wh/Kg phụ thuộc vào vật liệu làm cực âm. Dự kiến trong 10 năm tới, khả năng lưu trữ của pin khoảng từ 500-700 Wh/Kg với các loại accu thế hệ mới. Giá thành của pin nền lithium giảm liên tục từ 380 USD/kWh năm 2015 xuống còn khoảng 70 USD/kWh năm 2030. Những kết quả nghiên cứu ngày nay cho thấy, khả năng lưu trữ của pin sẽ tăng đáng kể và giá thành pin sẽ giảm mạnh trong những thập niên tới. Đây là những yếu tố tích cực giúp cho ô tô BEV phát triển nhanh chóng trong tương lai gần. Do vậy, bài báo này sẽ trình bày về phương pháp thiết kế xe điện BEV.

2. Phương pháp thiết kế cấu hình ô tô điện

2.1. Thiết kế bố trí chung ô tô điện

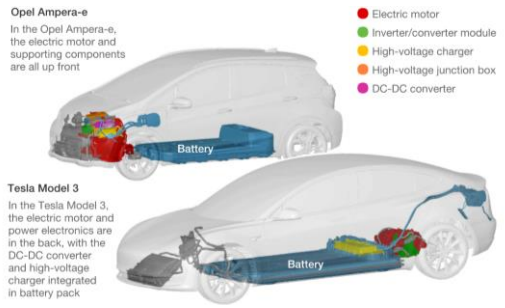
Xe điện về cơ bản có bố trí chung và thiết kế tương tự ô tô xăng hay Diesel, chỉ khác nhau ở hệ thống động lực (powertrain) dùng động cơ, truyền động điện và dùng pin thay vì dùng xăng hay dầu. Còn các cụm và hệ thống khác hoàn toàn giống một chiếc ô tô thông thường; Cấu tạo cơ bản của một ô tô điện thông thường như (Hình 4).

Chúng ta có thể thấy, điểm khác biệt lớn là sản xe được làm nơi đặt hệ thống pin, còn phía trước là tổ hợp hệ động lực điện, các bộ đổi điện, bộ điều khiển điện từ, hệ thống tản nhiệt, bộ sạc điện dẫn ra công sạc.



Hình 4. Bố trí chung tổng thể của một ô tô điện

Trong Hình 5, chúng ta có thể thiết kế triển khai rất nhiều xe điện khác nhau dựa trên một nền tảng duy nhất. Thiết kế này được gọi là “skateboard” phát triển bởi hãng xe điện Canoo (Canoo Technologies Inc) [2].



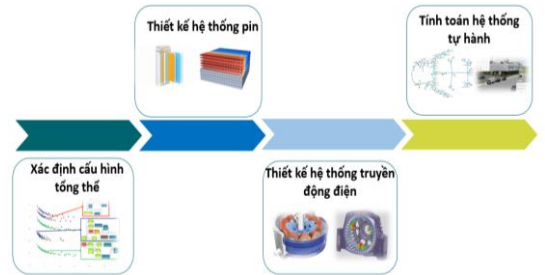
Hình 5. Kiến trúc xe điện đa dạng, linh hoạt hơn so với xe xăng

Nhiều cấu hình động lực có thể được thiết lập trên một nền tảng, hệ thống lái điện tử giúp dễ dàng bố trí cho nhiều loại xe bao gồm cả xe tải, SUV... Chiều dài cơ sở được thay đổi dựa trên việc thay đổi các kích thước phần nhô phía trước và phía sau xe (Hình 6).



Hình 6. Các cấu hình xe điện trong thiết kế “skateboard” của Canoo

Ngày nay, có thể thấy rằng, việc phát triển một mẫu xe điện thường dẫn đến loại xe điện thông minh, công tác thiết kế R&D này sẽ mang đến rất nhiều thách thức mới, bao gồm các bước xác định cấu hình kiến trúc tổng thể đến thiết kế các hệ thống pin, thiết kế hệ thống động cơ và truyền động điện cũng như các hệ thống điều khiển, các hệ thống tự lái thông minh khác (Hình 7).



Hình 7. Quá trình thiết kế xe điện thông minh

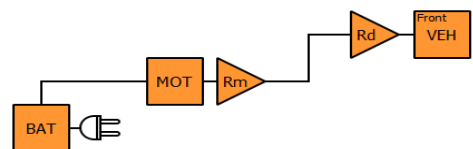
2.2. Xây dựng cấu hình tổng thể hệ truyền động điện

Một số chỉ tiêu dùng để đánh giá xe điện trong mô hình tổng thể:

- Hiệu suất của xe điện: bao gồm các đánh giá về tốc độ lớn nhất, khả năng tăng tốc của xe từ 0km/h đến 60km/h, 0km/h đến 100km/h.

- Quãng đường di chuyển cho một lần sạc pin.

Cấu hình tổng thể hệ truyền động điện của xe điện như Hình 8.



Hình 8. Cấu hình tổng thể hệ truyền động điện của xe điện

Cấu hình cơ bản này của xe điện được xây dựng với các thành phần:

- BAT: Hệ thống pin sạc.
- MOT: Động cơ điện xoay chiều 3 pha.
- Rm, Rd: Hộp số.
- VEH: Mô hình động lực học thân xe.

Mô hình động lực học thân xe thường được dùng làm các thông số đầu vào để tính toán, có thể dùng phần mềm Simcenter Amesim để xây dựng mô hình này. Trong mô hình thân xe ban đầu, các thông số cơ bản bao gồm khối lượng, trọng tâm, các hệ số sức cản không khí, kích thước lốp xe, hệ số cản lăn... được đưa vào bài toán mô phỏng (Hình 9).

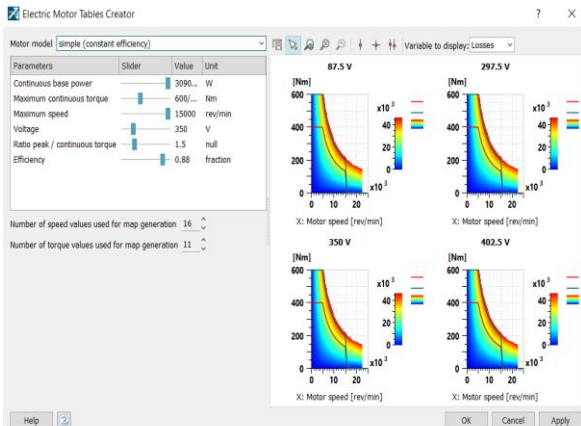
Vehicle		Tires	
Frontal Area	2.34 m <sup>2</sup>	Front	245/35R21
Drag Coefficient	0.24	Rear	245/35R21
Drag Area	0.5616 m <sup>2</sup>		
Weight	2200 kg		
Coulomb friction	0.01		
Viscous friction	1.00E-4 1/(m/s)		
Windage	1.00E-6 1/(m/s) <sup>2</sup>		

Parameters			
total vehicle mass	2280	kg	
roller test bench coef 1	223.592	N	
roller test bench coef 2	2.25992	N/(m/s)	
roller test bench coef 3	0.355187	N/(m/s) <sup>2</sup>	
front tire width	245	mm	
front tire height	35	%	
front wheel rim diameter	21	in	
front wheel inertia	0.5	kgm <sup>2</sup>	
rear wheel inertia	0.5	kgm <sup>2</sup>	
rear tire width	245	mm	
rear tire height	35	%	
rear wheel rim diameter	21	in	
rear wheel inertia	0.5	kgm <sup>2</sup>	
max regenerative brake torque	100	%	

Hình 9. Các thông số mô hình của xe Tesla model SP85 xây dựng trên Amesim

Hệ thống truyền động bao gồm động cơ điện và hộp số được xác định ở mức độ cơ bản trong giai đoạn này. Các đặc tính vận hành và hiệu suất của động cơ sẽ được tính toán. Bên cạnh đó, hộp số đơn cấp sẽ được mô hình HOT của Simcenter 1D theo một tỷ số truyền cuối cùng (Hình 10).

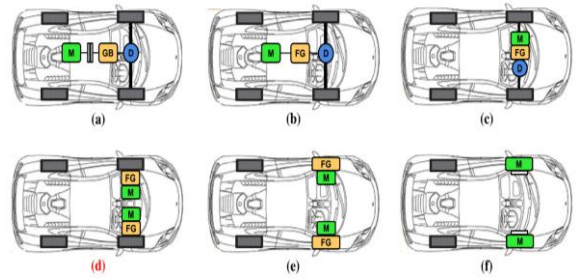


Hình 10. Mô hình hoá động cơ điện xe Tesla model S P85 trên phần mềm Amesim

2.3. Bố trí chung cấu hình hệ truyền động điện

Tùy thuộc theo quan điểm thiết kế và vị trí đặt động cơ điện, phương pháp truyền động điện mà người thiết kế có thể xây dựng nhiều cấu hình khác nhau cho bố trí chung tổng thể ô tô điện Hình 11a-c minh họa hệ thống động lực ô tô điện gồm: Bộ vi sai (D), hộp số (GB), ly hợp (C) và động cơ điện (M) thay thế động cơ đốt trong đặt phía sau xe (Hình 11a). Phương án này cũng có thể đơn giản hóa hộp số và ly hợp truyền thống, thay vào đó là bộ giảm tốc với tỷ số truyền cố định để truyền lực từ động cơ điện đến bánh trước chủ động (Hình 11b). Cụm động cơ điện - hộp

giảm tốc và vi sai có thể tích hợp vào cầu bánh xe chủ động (Hình 11c). Nhờ bố trí tích hợp, hệ thống động lực của xe đơn giản, gọn nhẹ [2, 6].



Hình 11. Các phương án bố trí hệ thống động lực của ô tô điện (D: bộ vi sai, FG: bộ giảm tốc cố định, GB: hộp số, M: động cơ điện)

Hệ thống động lực sử dụng 2 động cơ điện có ưu điểm là rút ngắn đường truyền cơ học từ động cơ điện đến bánh xe chủ động như Hình 11d-f. Các động cơ điện dẫn động bánh xe riêng biệt với bộ giảm tốc cố định. Các động cơ có thể được điều chỉnh để chạy ở tốc độ khác nhau khi cần thiết nên không cần bộ vi sai trong cơ cấu truyền động. Cụm động cơ điện - hộp giảm tốc cố định có thể bố trí ngoài bánh xe (Hình 11d), hoặc bộ giảm tốc cố định được tích hợp vào bánh xe để làm cho hệ thống động lực trở nên gọn hơn (Hình 11e).

2.4. Bố trí động cơ và truyền động điện

Hình 12a mô tả phương án tích hợp động cơ điện - hộp giảm tốc - vi sai trên cầu chủ động. Mặt khác, để chuyển đổi ô tô truyền thống sang chạy bằng điện, các nhà chế tạo đã cung cấp trên thị trường cụm hệ thống động lực tích hợp với đầu ra tương thích với hệ thống động lực ô tô sử dụng động cơ đốt trong (Hình 12b). Với hệ thống này, việc cải tạo ô tô truyền thống thành ô tô điện đơn giản, chỉ thay thế cụm động cơ còn cầu xe và hệ thống truyền động giữ nguyên như cũ. Hệ thống động lực một động cơ điện được sử dụng phổ biến trên ô tô điện hiện nay.



Hình 12. Hệ thống động lực loại một động cơ điện trong thực tế

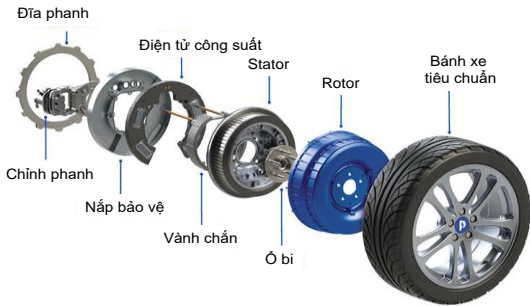
Hình 13a, b giới thiệu các kiểu bố trí hệ thống động lực 2 động cơ điện.



Hình 13. Hệ thống động lực 2 động cơ điện

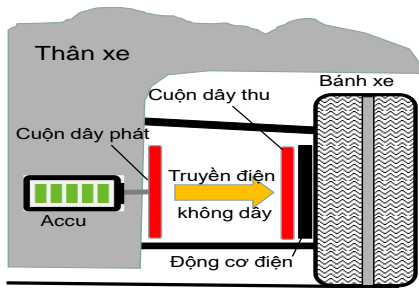
Để nâng cao hiệu suất và tối ưu hóa bố trí hệ thống động lực, trên ô tô điện hiện đại, động cơ điện được tích hợp vào bánh xe, không sử dụng bộ giảm tốc (in-wheel motor hay

wheel hub motor). Trong trường hợp này, cấu trúc cơ khí của hệ thống động lực trở nên đơn giản nhưng hệ thống điện và hệ thống điều khiển trở nên phức tạp hơn. Tốc độ chuyển động của bánh xe phụ thuộc hoàn toàn vào tốc độ động cơ điện (Hình 14).



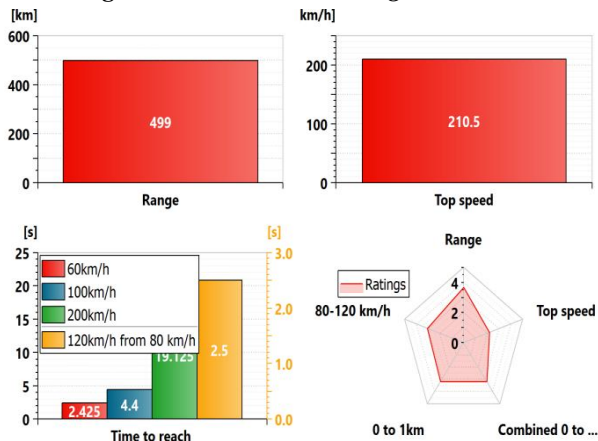
**Hình 14.** Hệ thống động cơ điện tích hợp vào bánh xe chủ động

Khó khăn chính của phương án động cơ tích hợp vào bánh xe liên quan đến đảm bảo an toàn và tin cậy của kỹ thuật cấp điện cho động cơ. Mới đây các nhà khoa học Nhật Bản đã đưa ra phương án cấp điện không dây cho động cơ tích hợp. Nguyên lý của công nghệ này tương tự hệ thống sạc điện không dây cho ô tô. Việc truyền năng lượng điện không dây cho động cơ tích hợp trong bánh xe có thể được thực hiện giữa hai cuộn dây cách nhau 10cm (Hình 15) [2, 3].



**Hình 15.** Truyền năng lượng điện không dây trên xe điện hiện đại

**2.5. Đánh giá và tối ưu cấu hình tổng thể xe**



**Hình 16.** Đánh giá hiệu suất cấu hình tổng thể xe điện Tesla model S P85 trên Amesim

Dựa trên các thông số hệ thống đã được xác định, các công cụ tính toán nhanh chóng đánh giá được hiệu suất của xe dựa vào Simcenter Amesim qua 3 tiêu chí: Tầm hoạt động (range), vận tốc cực đại và thời gian để xe đạt được các vận tốc cực đại (Hình 16). Nhờ khả năng cấu hình đa dạng của xe điện, công nghệ trí tuệ nhân tạo AI sẽ được áp

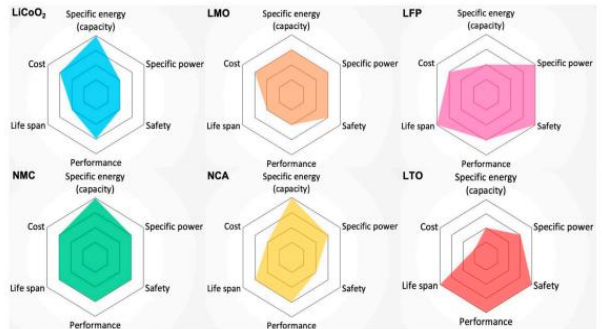
dụng nhằm tối ưu hoá cấu hình xe một cách tự động. Với công nghệ AI, cùng lúc hàng nghìn cấu hình xe với thông số khác nhau được tính toán, từ đó lựa chọn những thiết kế tốt nhất theo yêu cầu đầu vào [4, 6].

**3. Thiết kế các hệ thống năng lượng**

**3.1. Thiết kế hệ thống pin**

Pin là thành phần quan trọng và đắt tiền nhất cung cấp năng lượng cho vận hành xe điện. Hiện nay, đa phần các xe điện sử dụng pin sạc lithium-ion (Li-Ion) do mật độ năng lượng và hiệu suất sạc cao. Tuy nhiên, pin Li-Ion có tuổi thọ tương đối ngắn, chất lượng bị suy giảm theo thời gian và các vấn đề về nhiệt độ dẫn đến nguy cơ cháy nổ. Có nhiều công nghệ pin Li-Ion khác nhau dựa trên các tùy chọn vật liệu cho anot/catot và các chất phụ gia (Hình 17). Các thành phần khác nhau tạo nên sự khác biệt về năng lượng, tuổi thọ, chi phí cũng như tính an toàn cho pin.

Các đơn vị cell Pin Li-Ion cũng có những kiểu thiết kế khác nhau, các thiết kế này cũng tạo ra sự khác biệt về hiệu suất, năng lượng và khả năng quản lý nhiệt (Hình 18).

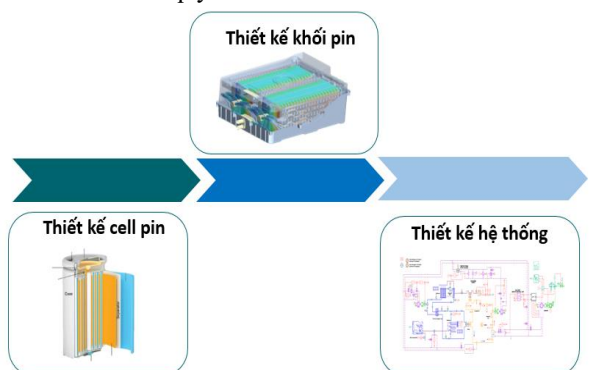


**Hình 17.** So sánh một số công nghệ pin Li-Ion khác nhau

Shape	Cylindrical	Prismatic	Pouch
Diagram			
Electrode Arrangement	Wound	Wound	Stacked
Mechanical Strength	++	+	-
Heat Management	-	+	+
Specific Energy	+	+	++
Energy Density	+	++	+

**Hình 18.** So sánh các kiểu thiết kế cell pin khác nhau của pin Li-Ion

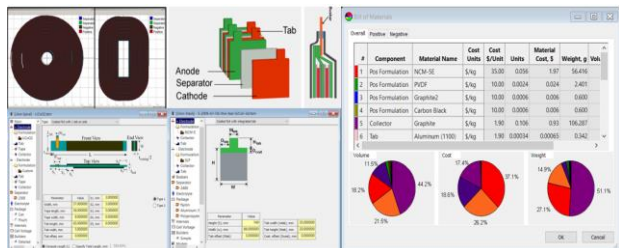
Việc thiết kế phát triển pin Li-Ion thông thường gồm 3 bước chính theo quy trình như Hình 19.



**Hình 19.** Quy trình thiết kế pin Li-Ion cho xe điện

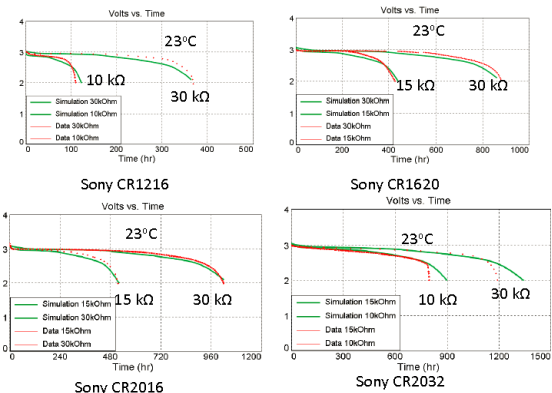
**Thiết kế cell pin:**

Các đơn vị cell pin được mô hình hoá với các thông số kích thước và vật liệu một cách chi tiết theo mục tiêu thiết kế của nhà sản xuất. Nhờ sự phát triển của công nghệ số, người ta có thể tạo ra một bản sao kỹ thuật số của một đơn vị cell pin một cách dễ dàng. Các thông tin của thiết kế bao gồm khối lượng, chi phí, thể tích cũng được tính toán nhằm đánh giá khả năng đáp ứng các yêu cầu đầu vào (Hình 20) [2, 4, 5].



Hình 20. Mô hình hoá đơn vị cell pin trên phần mềm Simcenter battery design studio

Việc mô phỏng cũng được áp dụng trong quá trình thiết kế giúp đánh giá chính xác hiệu suất của các đơn vị cell pin (Hình 21).

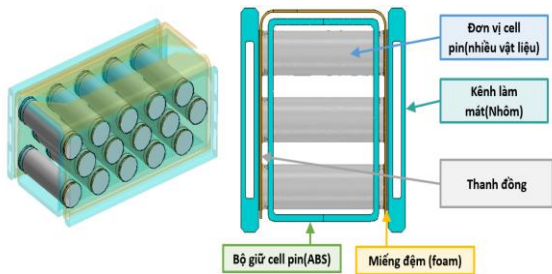


Hình 21. Mô phỏng quá trình xả của pin trong dải nhiệt độ rộng (-20°C đến +70°C) và tải thay đổi từ 5,6 kΩ đến 30 kΩ

**Thiết kế khối pin:**

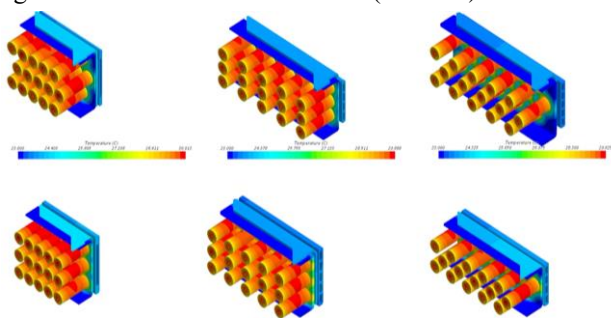
Các khối pin cơ bản được hình thành từ việc kết hợp nhiều đơn vị cell pin. Vấn đề quan trọng nhất trong thiết kế các khối pin là hệ thống quản lý nhiệt giúp duy trì nhiệt độ ổn định, điều này sẽ giúp cải thiện hiệu suất đầu ra, cải thiện hiệu suất sạc và xả.

Nhiệt độ cao dẫn đến tăng tốc độ phản ứng hoá học trong các đơn vị cell pin và làm giảm tuổi thọ pin. Hơn nữa, nhiệt độ tăng cũng làm giảm đáng kể hiệu suất sạc và xả. Tính bền vững, an toàn của bộ pin là rất quan trọng để ngăn ngừa các nguy cơ cháy nổ có thể xảy ra do sự thoát nhiệt (Hình 22).

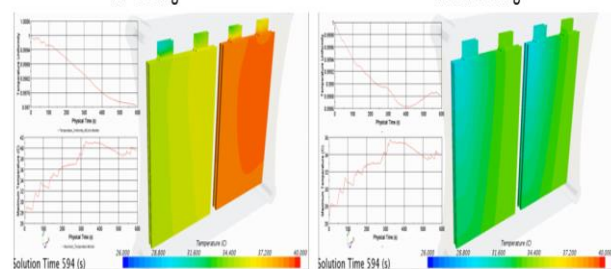


Hình 22. Một mô hình thiết kế khối pin chứa 15 đơn vị cell pin

Hiện nay, nhiều phương pháp tối ưu hoá thiết kế được áp dụng nhờ khả năng tính toán hiệu quả của máy tính. Các hệ thống máy tính có thể thực hiện mô phỏng hàng triệu cấu hình thiết kế khác nhau trong một khoảng thời gian ngắn để đưa ra thiết kế tối ưu nhất (Hình 23).



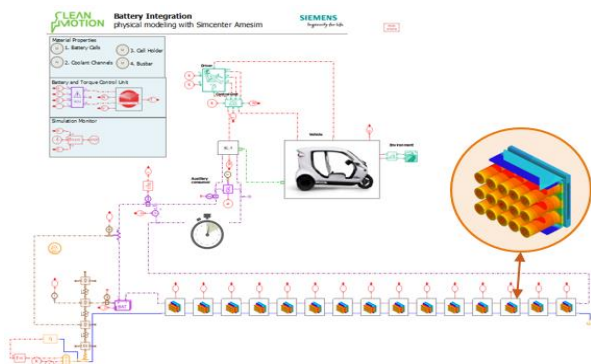
Hình 23a. Thuật toán tối ưu trong mô phỏng nhiệt khối pin Li-Ion Air Cooling Water Cooling



Hình 23b. Mô phỏng so sánh hiệu quả làm mát bằng khí và bằng nước cho pin Li-Ion

**Thiết kế hệ thống pin:**

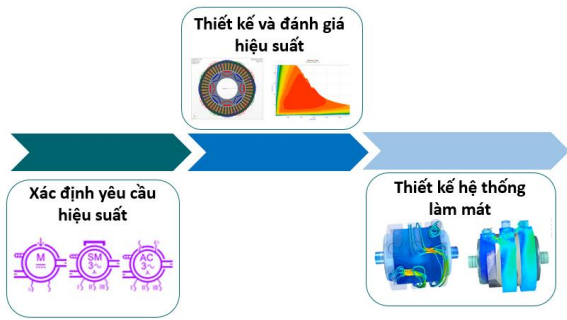
Mô phỏng hệ thống là bước nhằm đánh giá tổng thể hệ thống pin dựa trên kết quả các thiết kế chi tiết đơn vị cell pin và các khối pin. Một hệ thống pin hoàn chỉnh sẽ được kết nối với mô hình động lực học xe nhằm đánh giá hiệu suất trong các điều kiện vận hành cụ thể (Hình 24) [4, 5].



Hình 24. Mô hình thiết kế hệ thống pin kết hợp với mô hình tổng thể của xe điện

**3.2. Thiết kế hệ thống truyền động điện (động cơ điện)**

Hệ thống truyền động trong xe điện bao gồm: Bộ chuyển đổi nguồn điện, hộp số và động cơ điện xoay chiều 3 pha. Thách thức chính đối với các nhà phát triển động cơ điện là giảm khối lượng động cơ trong khi vẫn đảm bảo được hiệu suất và không làm ảnh hưởng đến tuổi thọ. Ngoài ra, các nam châm và kiến trúc động cơ ít tổn kém hơn đang được theo đuổi để giảm chi phí động cơ. Quy trình thiết kế động cơ điện như Hình 25.



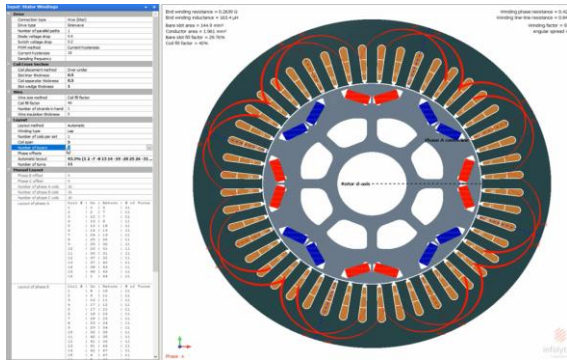
Hình 25. Quy trình thiết kế động cơ cho xe điện

Quy trình thiết kế động cơ cho xe điện cơ bản gồm các bước sau:

**Xác định yêu cầu hiệu suất động cơ:**

Yêu cầu về hiệu suất của động cơ được xác định ngay trong giai đoạn đầu của quá trình phát triển xe điện. Dựa trên mô hình kiến trúc tổng thể, hiệu suất động cơ sẽ được tính toán và xác định theo mục tiêu thiết kế cụ thể.

**Thiết kế và đánh giá hiệu suất động cơ:**

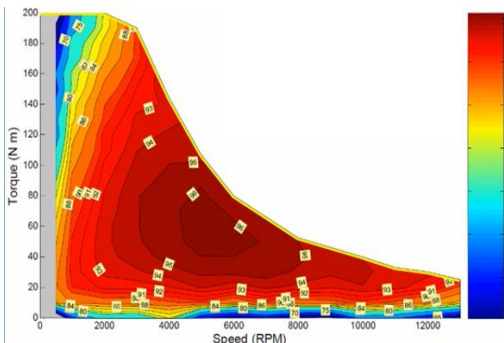


Hình 26. Thiết kế động cơ điện trên phần mềm Simcenter Motor solve

Động cơ xe điện được thiết kế thông qua nhiều bước bao gồm (Hình 26):

- Mô hình hoá roto và stato: Xác định kích thước, hình học của roto và stato cùng với các thông số vật liệu.
- Thiết kế các cuộn dây: Xác định bao gồm kích cỡ dây, sơ đồ bố trí, vật liệu...
- Xác định kiểu làm mát động cơ.

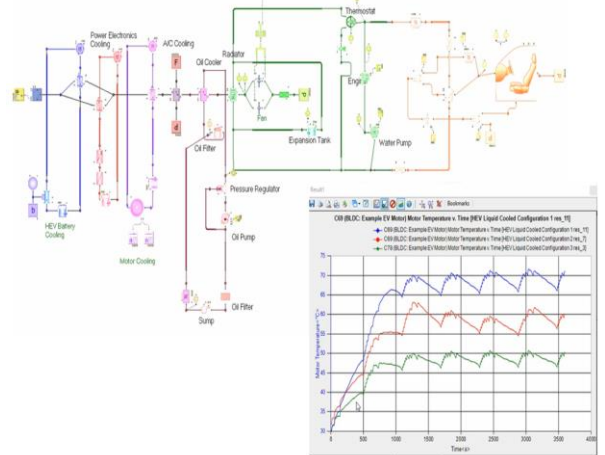
Một điều quan trọng trong thiết kế động cơ là phải đảm bảo đạt được mô men xoắn cực đại theo yêu cầu đầu vào và dải mô men-vận tốc vận hành phù hợp với mục tiêu thiết kế (Hình 27) [2, 4, 5].



Hình 27. Phân tích hiệu suất động cơ điện ô tô

**3.3. Thiết kế hệ thống làm mát**

Từ kết quả mô phỏng nhiệt độ của động cơ và cả hệ thống pin, hệ thống làm mát sẽ được thiết kế nhằm tối ưu hoá quản lý nhiệt cho toàn bộ xe. Nhiều phương án thiết kế cũng sẽ được tạo ra nhằm đánh giá và lựa chọn thiết kế tối ưu nhất (Hình 28) [2, 4, 5].



Hình 28. Hệ thống làm mát bằng dung dịch cho xe điện và hiệu quả làm mát động cơ của 3 cấu hình thiết kế khác nhau

**4. Kết luận**

Năng lượng xanh “zero-emission” là xu hướng hiện nay và trong tương lai của ngành công nghiệp ô tô. Xe thuần điện chạy pin BEV là một phương tiện năng lượng xanh được sử dụng và ngày càng có ưu thế. Có thể thấy rằng, phương pháp thiết kế một mẫu xe điện quan trọng nhất là thiết kế hệ động lực điện và thiết kế các hệ thống năng lượng. Công tác thiết kế R&D này sẽ mang đến rất nhiều thách thức mới, chủ yếu là thiết kế hệ động lực điện, bao gồm các bước xác định cấu hình kiến trúc tổng thể đến thiết kế các hệ thống pin, thiết kế hệ thống động cơ và truyền động điện cũng như các hệ thống điều khiển, các hệ thống khác liên quan đến điện động lực ô tô. Năm vững phương pháp thiết kế xe điện để làm chủ công nghiệp xe điện và đây chính là tương lai của ngành công nghiệp ô tô Việt Nam. Từ đây dẫn đến sự phát triển thiết kế các loại xe thông minh khác như xe tự lái, chia sẻ xe, tiến đến hội nhập và mở rộng thị trường xe điện do Việt Nam sản xuất ra khu vực ASEAN và thế giới.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Bui Văn Ga, Bui Thi Minh Tu, Phạm Xuân Mai, Bui Văn Hưng, Le Hoàng Phú Phạm, “Zero-Emission Vehicles Penetration into the ASEAN Market: Challenges and Perspective”, *CIGOS 2021. Proceedings of the 6th International Conference on Geotechnics, Civil Engineering and Structures*, 2021, pp. 1733-1742
- [2] Siemens & SDE Companies: *Electric Vehicle Design and Simulation*. Internal documents, 2021.
- [3] Seth Leitman and Bob Brant, *Build your own electric vehicle*, 2nd Edition, McGrawHill, 2009.
- [4] Weidong Chen, et al, “A Review of Lithium-Ion Battery for Electric Vehicle Applications and Beyond”, *Energy Procedia*, 158 (2019), 4363-4368.
- [5] Amin Mahmoudzadeh Andwari, Srithar Rajoo et al., “A review of Battery Electric Vehicle technology and readiness levels”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78 (2017), 414-430.
- [6] Phạm Xuân Mai et al., *Thiết kế ô tô*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp HCM, 2021.