

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
KHOA KỸ THUẬT Ô TÔ & MÁY ĐỘNG LỰC
BỘ MÔN KỸ THUẬT Ô TÔ**

BÀI GIẢNG
KỸ THUẬT Ô TÔ ĐIỆN VÀ Ô TÔ LAI
(Lưu hành nội bộ)



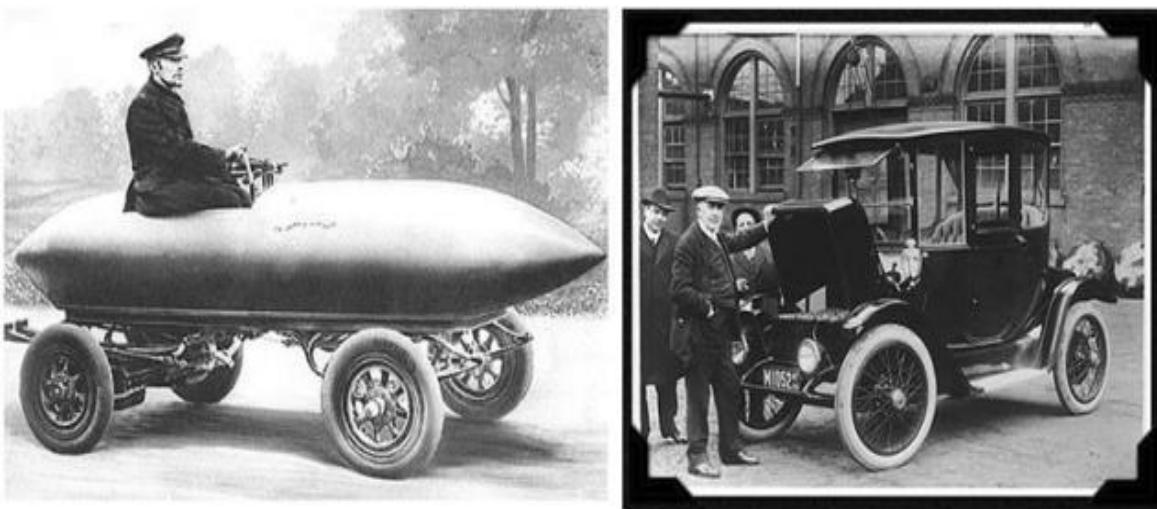
Thái Nguyên, năm 2022

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ Ô TÔ ĐIỆN VÀ Ô TÔ LAI

1.1. Lịch sử phát triển

a. Thời kỳ bắt đầu và phát triển

Ô tô điện không phải là một khái niệm mới mà trên thực tế đã có lịch sử lâu đời. Từ đầu thế kỷ 19, xe chạy bằng nguồn năng lượng điện đã có vị thế cạnh tranh tương đương với xe chạy bằng động cơ hơi nước. Chiếc xe điện đầu tiên trên thế giới đã được phát minh vào khoảng những năm 1832 và 1839, Robert Anderson người Scotland đã phát minh ra loại xe điện chuyên chở đầu tiên. Năm 1834, hai nhà phát minh người Mỹ là Thomas Davenport và Scotsmen Robert Davidson trở thành những người đầu tiên đưa pin vào sử dụng cho ô tô điện. Đến những năm 1865, Camille Faure đã thành công trong việc nâng cao khả năng lưu trữ điện trong pin, giúp cho xe điện có thể di chuyển một quãng đường dài hơn. Năm 1888 một kĩ sư người Đức Andreas Flocken đã chế tạo thành công ô tô điện 4 bánh đầu tiên. Vào năm 1897 chiếc xe điện thương mại đầu tiên được đưa vào sử dụng tại Mỹ. Pháp và Anh là hai quốc gia đầu tiên đưa ô tô điện vào phát triển trong hệ thống giao thông vào cuối thế kỷ 18.



Chiếc xe đua La Jamais Contente
(1899)

Edison và chiếc xe Detroit (1914)

Hình 1.1. Ô tô điện thời kỳ đầu. (nguồn : Wikipedia)

b. Suy yếu và biến mất

Đến đầu thế kỷ 20, ô tô điện trở nên yếu thế so với ô tô sử dụng động cơ đốt trong do những nguyên nhân chính sau:

- Vào thời điểm này, người ta đã tìm ra những mỏ dầu lớn trên thế giới dẫn đến việc hạ giá thành của dầu và các sản phẩm dẫn xuất trên toàn cầu. Vấn đề nhiên liệu cho xe chạy động cơ đốt trong trở nên đơn giản.

- Về giá thành, năm 1928, một chiếc xe chạy điện có giá khoảng 1750 USD, trong khi đó một chiếc xe chạy xăng chỉ có giá khoảng 650 USD.

- Về mặt kỹ thuật, công nghệ chế tạo động cơ đốt trong và công nghiệp ô tô có những tiến bộ vượt bậc: Charles Kettering đã phát minh ra bộ khởi động cho xe chạy xăng, Henry Ford đã phát minh ra các động cơ đốt trong có giá thành hạ, v.v.

- Kết quả là đến năm 1935, ô tô điện đã gần như biến mất do không thể cạnh tranh được với xe chạy động cơ đốt trong.

c. Sự phục hưng và phát triển

Bắt đầu từ thập niên 60,70 của thế kỷ trước, thế giới phải đổi mới với hai vấn đề lớn mang tính toàn cầu:

- Vấn đề năng lượng: các nguồn năng lượng hóa thạch như dầu mỏ, than đá không phải là vô tận, chúng có khả năng bị cạn kiệt và không thể tái tạo được. Các phương tiện giao thông sử dụng trực tiếp nguồn năng lượng này (xăng, dầu) chắc chắn sẽ không tồn tại trong tương lai. Trong khi đó, điện năng là loại năng lượng rất linh hoạt, nó có thể được chuyển hóa từ nhiều nguồn năng lượng khác, trong đó có các nguồn năng lượng tái tạo vô tận như năng lượng gió, mặt trời, sóng biển, v.v. Do vậy, các phương tiện sử dụng điện là phương tiện của tương lai.

- Vấn đề môi trường: không khó để nhận ra rằng môi trường hiện nay đang bị ô nhiễm nghiêm trọng, mà một trong những nguyên nhân chính là khí thải từ các phương tiện giao thông, đặc biệt là ô tô. Ô tô điện là lời giải triệt để cho vấn đề này

Như vậy, ta thấy rằng ô tô điện là giải pháp tối ưu cho cả hai vấn đề lớn, đó là lý do khiến nó trở thành mối quan tâm đặc biệt từ nửa sau thế kỉ 20 trở lại đây, và càng ngày càng trở thành mối quan tâm lớn của ngành công nghiệp ô tô và các nhà khoa học trên toàn thế giới.

d. Xu thế phát triển của ô tô điện

Theo thời gian ta có một số mốc như sau:

Cuối năm 2010: Một số ô tô điện đã được giới thiệu và xuất hiện trên thị trường.

Năm 2011: Rất nhiều hãng sẽ cho ra đời sản phẩm ô tô điện (theo các tuyên bố trước đó).

Năm 2015: Châu Á – Thái Bình Dương sẽ là thị trường lớn nhất về ô tô điện. Về cấu hình xe, các chuyên gia đều thống nhất rằng ô tô điện thuần (pure EV) là điểm phát triển cao nhất của ô tô điện, các cấu hình xe lai (hybrid) chỉ là bước đệm về công nghệ trong quá trình quá độ từ xe chạy động cơ đốt trong lên xe điện.

1.2. Tác động kinh tế kỹ thuật của ô tô điện và ô tô lai

Sự phát triển của các phương tiện giao thông ở các khu vực trên thế giới nói chung không giống nhau, mỗi nước có một quy định riêng về khí thải của xe, nhưng điều có xu hướng là từng bước cải tiến cũng như chế tạo ra loại ô tô mà mức ô nhiễm thấp nhất và giảm tối thiểu sự tiêu hao nhiên liệu. Mặt khác không những trong tương lai mà hiện nay nguồn tài nguyên dầu mỏ ngày càng cạn kiệt dẫn đến giá dầu tăng cao mà nguồn thu nhập của người dân lại tăng không đáng kể.

Ngày nay xe chạy bằng diesel, xăng hay nhiều nguồn năng lượng khác đều đang tràn ngập trên thị trường dẫn đến tình trạng ách tắc giao thông, gây ra bao vụ tai nạn thương tâm, cũng như gây ô nhiễm môi trường làm cho bầu khí quyển ngày một xấu đi, hệ sinh thái thay đổi dẫn đến hiệu ứng nhà kính nền nhiệt độ ngày một tăng, làm những tảng băng ở Bắc cực, Nam cực cùng những nơi khác tan ra gây ra lũ lụt sóng thần, làm cho thế giới phải đảo lộn. Vì thế việc tìm ra phương án để giảm thiểu lượng

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai *Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT*
khí gây ô nhiễm môi trường cần được quan tâm nhất hiện nay của ngành ô tô nói riêng và của mọi người nói chung. Vì thế, ô tô sạch không gây ô nhiễm là mục tiêu hướng tới 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, sử dụng nhiên liệu sạch thay thế cho nhiên liệu truyền thống đang là xu hướng phát triển trong những năm gần đây.

Xe chạy điện không chỉ là một phương tiện giao thông chiến lược trong danh mục sản phẩm của các nhà sản xuất ô tô, mà đã trở thành lĩnh vực cạnh tranh thực sự, trước yêu cầu của thị trường do tác động của giá nhiên liệu và yêu cầu bảo vệ môi trường.

Thách thức lớn nhất hiện nay trong lĩnh vực sản xuất ô tô chạy hoàn toàn bằng điện là làm sao để duy trì khả năng hoạt động của xe. Cụ thể hơn là khả năng lưu điện của hệ thống pin và giá thành sản xuất.

Ngành công nghiệp ô tô điện và ô tô lai được rất nhiều nước trên thế giới đặc biệt quan tâm cụ thể như:

+ Hoa Kỳ

Năm 2009, trong chuyến thăm Trung tâm Nghiên cứu Ô tô điện Edison tại miền Nam California, tổng thống Mỹ Barack Obama đã duyệt khoản chi 2,4 tỷ đô-la cho việc nghiên cứu ô tô điện. Khoản chi từ ngân sách này được phân bổ như sau:

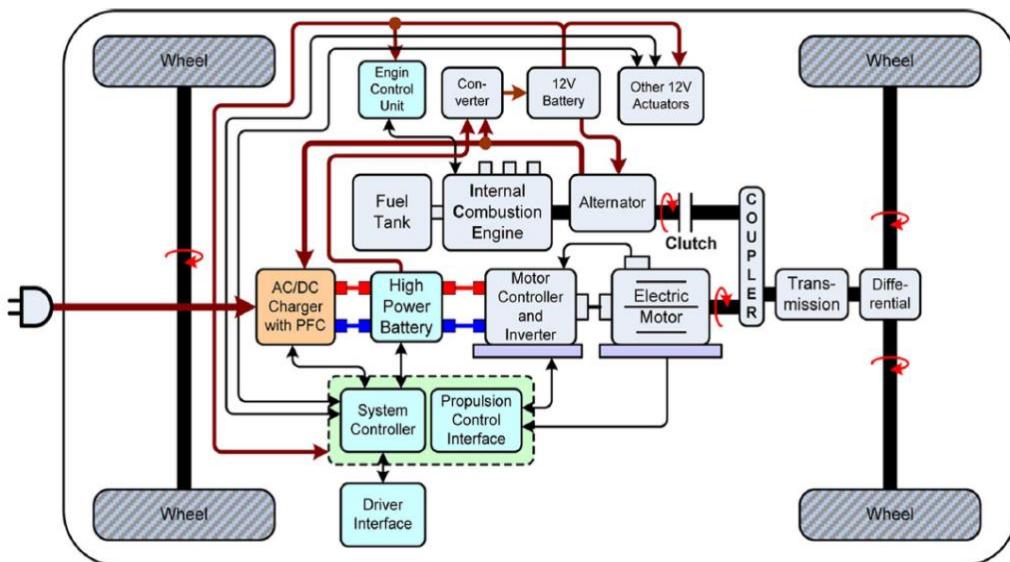


Hình 1.2. Phân bổ khoản chi cho nghiên cứu ô tô điện
tại Hoa Kỳ từ năm 2009

+ Châu Âu

Tại Châu Âu, xe plug-in hybrid và các bộ biến đổi điện tử công suất là những

vẫn đề chính được quan tâm nghiên cứu. Ô tô điện lai (plug-in hybrid electric vehicle) là loại xe sử dụng hỗn hợp cả năng lượng xăng và điện như tên gọi “hybrid”. Thuật ngữ “plug-in” cho biết rằng xe có bộ nạp tích hợp sẵn, người dùng chỉ cần cắm điện vào nguồn lưới dân dụng mà không cần một bộ nạp bên ngoài. Một số dòng xe hybrid đã được lưu hành tại Việt Nam như Toyota Prius, Ford Escape Hybrid, Honda Civic Hybrid.



Hình 1.3. Cấu hình xe plug-in hybrid.

+ Nhật Bản

Tại Nhật Bản, các hãng ô tô lớn đang lần lượt đưa các mẫu xe thuần điện (pure EVs) ra thị trường. Nissan “trông gióng cò mổ” với Nissan Leaf, tuy vậy Mitsubishi mới là hãng đầu tiên tung ra xe điện thương phẩm với i-MiEV. Xe i-MiEV đã được giới thiệu ở Việt Nam tại triển lãm Ô tô Vietnam Motor Show 2010. Để có thể đưa ra thị trường mẫu xe ô tô điện i-MiEV, hãng Mitsubishi Motors đã mất hơn 40 năm nghiên cứu. Từ khi áp ủ những ý tưởng đầu tiên về xe ô tô điện, chính thức bắt đầu nghiên cứu từ năm 1966 cho đến nay, hãng Mitsubishi Motors đã chế tạo ra 10 mẫu xe concept với hơn 500.000 km chạy thử nghiệm trên toàn cầu. Lộ trình nghiên cứu được cho như sau:

Trong giới nghiên cứu, các trường đại học lớn ở Nhật đều có những phòng thí nghiệm, trung tâm nghiên cứu về ô tô điện. Trung tâm nghiên cứu dưới sự lãnh đạo của

Giáo sư Yoichi Hori (sau đây gọi tắt là Hori-Lab) tại Viện Khoa học Công nghiệp, Trường Đại học Tokyo là một trong những đơn vị tiên phong nghiên cứu về xe điện tại Nhật Bản. Những nghiên cứu của Hori-Lab tập trung vào 2 lĩnh vực chính: (i) Điều khiển chuyển động (Motion Control) và (ii) Hệ thống năng lượng cho xe (Vehicle Power System). Lĩnh vực (i) điều khiển chuyển động được thực hiện với những nhánh sau. Điều khiển chuyển động bám mặt đường. Điều khiển ổn định động học thân xe trên cơ sở quan sát các biến trạng thái và quan sát nhiều điều khiển hệ thống lái. Lĩnh vực (ii) nghiên cứu hệ thống năng lượng cho xe được tập trung vào hai nhánh chính: Sử dụng công nghệ siêu tụ điện (Ultra-capacitor) tích trữ năng lượng. Sử dụng công nghệ truyền tải điện không dây (Wireless Power Transmission). Các nghiên cứu của Hori-Lab đều được thực nghiệm trên hệ thống xe điện thí nghiệm xây dựng tại trung tâm gồm xe UOT Electric March I, II sử dụng nguồn ác quy và hệ thống xe điện nhỏ COMS 1, 2, 3 chạy hoàn toàn bằng siêu tụ điện.

+ Hàn Quốc và Trung Quốc

Công nghệ truyền tải điện không dây ứng dụng trong xe điện được khai thác mạnh mẽ bởi các nhà nghiên cứu thuộc Viện Khoa học và Công nghệ tiên tiến Hàn Quốc (KAIST) với dự án chế tạo xe điện nạp năng lượng từ dưới đất trong suốt quá trình hoạt động (OnLine Electric Vehicle – OLEV). Các sản phẩm xe bus điện thuộc dự án này đang chạy thử nghiệm rất tốt trong khuôn viên của KAIST và Công viên GrandSeoul. Tại Thượng Hải, Trung Quốc, xe bus điện sử dụng siêu tụ của hãng SINAUTEC đang gây tiếng vang mạnh mẽ. Siêu tụ được nạp nhanh chóng tại mỗi điểm dừng của xe bus.

Không chỉ có sự vào cuộc của các chính phủ mà hầu hết các hãng xe nổi tiếng trên thế giới đều xây dựng lộ trình và chiến lược phát triển riêng cho các sản phẩm ô tô điện cụ thể như:

- Tesla Roadster

Công ty ô tô Tesla

Tốc độ tối đa : 200 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 355 km/h

Hiện đã có mặt trên thị trường

Mới thành lập năm 2003, Tesla Motors tuyên bố mục tiêu của họ là vượt tốc độ, quảng đường xe chạy sau mỗi lần sạc pin và thiết kế của các mẫu ô tô chạy điện khác hiện có trên thị trường. Và trên thực tế, mẫu xe mui trần Tesla Roadster có khả năng tăng tốc 0-100km/h trong khoảng 4 giây, nhưng có giá bán khá đắt: hơn 100.000 USD.



Hình 1.4. The Tesla Roadster

(Source: <http://www.teslamotors.com/roadster/gallery>)

- I-MiEV

Công ty ô tô Mitsubishi

Tốc độ tối đa : 130 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 160 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: cuối năm 2009.

Với thiết kế đơn giản, lấy cảm hứng từ mẫu i-Car, xe chạy điện Mitsubishi iMiEV đã trình làng tại Hội nghị thượng đỉnh G8 diễn ra ở Nhật Bản. Trong sự kiện này, 10 chiếc iMiEV đã được sử dụng để phục vụ nhu cầu đi lại của lãnh đạo các nước và giới truyền thông. Hiện tại, phần thiết kế và chạy thử đã hoàn tất, Mitsubishi dự kiến sản xuất 10.000 xe iMiEV mỗi năm, bắt đầu từ năm 2012.



Hình 1.5. The Mitsubishi i-MiEV

(Source: <http://www.mitsubishi-cars.co.uk/imiev/models.aspx>)

- Smart ForTwo

Tập đoàn Daimler

Tốc độ tối đa : 120 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 110 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: từ năm 2010.

Tập đoàn Daimler đã quyết định sản xuất phiên bản chạy hoàn toàn bằng điện cho mẫu xe Smart ForTwo, với hình thức bên ngoài giống như các phiên bản động cơ đốt trong, tính năng vận hành cũng gần như không đổi. Daimler đang cho chạy thử 100 chiếc Smart ForTwo động cơ điện tại London (Anh), và có kế hoạch

chính thức đưa sản phẩm ra thị trường vào năm 2010.

- Nissan Pivo2

Tập đoàn Nissan

Tốc độ tối đa : 120 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 125 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: từ năm 2011.

Mẫu Pivo 2 của Nissan dự kiến chính thức ra mắt bản sản xuất thực tế vào năm 2011, sở hữu những tính năng chưa từng có ở bất kỳ mẫu xe concept chạy điện nào, như bánh xe có thể quay 90 độ, cabin có thể xoay tròn 360 độ, robot giao tiếp bằng giọng nói với người điều khiển xe . Đối tượng khách hàng mục tiêu của mẫu xe này là nữ công chức trẻ sống ở thành thị.

- Th!nk Ox

Công ty Th!nk của Na Uy

Tốc độ tối đa : 135 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 225 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: từ năm 2011.

Th!nk là nhà sản xuất ô tô chạy điện mới thành lập ở Na Uy, dự kiến đưa mẫu xe Ox ra thị trường vào năm 2011. Mẫu xe chạy điện này có thể sạc đầy 80% ác quy trong chưa đến 1 tiếng và được trang bị tất cả những tính năng an toàn như một chiếc xe ô tô thông thường. Các tấm hấp thu năng lượng mặt trời trên nóc xe sẽ giúp cung cấp năng lượng cho hệ thống thiết bị điện trong cabin. Th!nk Ox cũng sẽ được trang bị hệ thống định vị toàn cầu GPS, bộ kết nối Internet di động.

- Subaru Stella

Công ty Subaru (Nhật Bản)

Tốc độ tối đa : 100 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 80 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: chưa công bố.

Mẫu xe 4 chỗ hình hộp này là loại ô tô có thể sạc bằng điện dân dụng. Phiên bản concept của Stella đã ra mắt hồi tháng 7 vừa qua tại Hội nghị thượng đỉnh G8 ở Nhật Bản. Chiếc xe đã được dùng để chở các quan chức chính phủ tham dự hội nghị.

- XS500

Công ty xe điện Myles (Mỹ)

Tốc độ tối đa : 130 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 200 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: chưa công bố.

Thành lập năm 2005, công ty Miles Electric Vehicles đã sản xuất 3 mẫu xe con và một mẫu xe việt dã chạy bằng điện. XS500 là mẫu xe đầu tiên của hãng đủ tiêu chuẩn vận hành trên đường cao tốc. Chiếc xe có nội thất do hãng Pininfarina của Ý thiết kế, là loại xe 4 cửa 5 chỗ, ứng dụng công nghệ Bluetooth.

- Nissan Mixim

Tập đoàn Nissan

Tốc độ tối đa : 180 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 250 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: chưa công bố.

Là sản phẩm sáng tạo của một nhóm thiết kế gồm các thành viên có độ tuổi trung bình chỉ mới 25, cabin xe Nissan Mixim mang phong cách của những trò chơi điện tử và phim hoạt hình Nhật Bản. Đặc biệt, thay vì dùng gương chiếu hậu, chiếc xe sử dụng các camera để truyền hình ảnh phía sau xe lên màn hình ở trong xe.

- Dodge Zeo

Hãng Dodge

Tốc độ tối đa : 210 km/h

Quảng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 400 km/h

Thời gian có mặt trên thị trường: chưa công bố.

Dodge Zeo là mẫu xe concept chạy điện có tốc độ nhanh nhất thế giới, và theo tuyên bố của Dodge cũng là mẫu xe có quãng đường chạy dài nhất sau mỗi lần sạc đầy điện. Dodge cho biết mẫu xe chạy điện này của họ được thiết kế cho những người thích công nghệ và tốc độ cao.

- Reva

Công ty ô tô điện Reva

Tốc độ tối đa : 60 km/h

Quãng đường xe chạy (sau mỗi lần sạc điện): 80 km/h

Sau hai mươi năm sản xuất, Reva âm thầm trở thành mẫu ô tô chạy điện có doanh số lớn nhất thế giới, với gần 3.000 chiếc đã lăn bánh trên đường phố Án Độ và châu Âu. Riêng tại London hiện có khoảng 1.000 chiếc đang được sử dụng.

Với giá bán 10.000 USD, xe Reva chạy bằng năng lượng lấy từ bộ 8 ắc quy axít chì, thay vì loại pin lithium-ion sử dụng rộng rãi hiện nay. Chiếc xe có thể chạy quãng đường 80km sau 8 tiếng sạc đầy bình ắc quy. Kế hoạch của công ty Reva là sản xuất thêm khoảng 5.000-6.000 xe trong năm sau.

- Tại Việt Nam thương hiệu Vinfast vào tháng 10 năm 2021 mẫu xe điện đầu tiên của VinFast là VF e34 đã chính thức được giới thiệu tới người tiêu dùng Việt. Mẫu C-SUV VF e34 là thành quả của sự hợp tác giữa VinFast và Pininfarina - Studio nổi tiếng thế giới.

VF e34 được thiết kế theo ngôn ngữ “Dynamic Balance - Cân bằng động”. Điều này được thể hiện rõ qua các đường nét của chiếc xe, tượng trưng cho sự chuyển động hướng về phía trước, tiến tới tương lai. Các đường nét cân đối với nhau tạo nên sự hài hòa – sự hài hòa với chính chiếc xe và môi trường xung quanh.



Hình 1.6 Xe điện Vinfast vfe34

VinFast VF e34 có chiều dài cơ sở: 2.610,8 mm, kích thước dài x rộng x cao lần lượt là 4.300 mm x 1.793 mm x 1.613 mm. Khoảng để chân hàng ghế sau là 254mm.



Hình 1.7 Hình ảnh khoang nội thất vfe34

Hệ thống pin được đặt dưới sàn xe phối hợp với sự tinh giản của động cơ điện giúp có thể tối đa không gian nội thất, rộng và thoáng đãng hơn nhiều so với dáng vẻ

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai *Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT*
bên ngoài của xe. Khoảng trống đầu ở hàng ghế sau, khoảng cách từ đầu gối tới ghế trước cùng khoảng để chân thậm chí còn lớn hơn nhiều mẫu sedan hạng sang, đảm bảo không gian ngồi thoải mái cho các hành khách sau trên mọi hành trình.

Đáng chú ý là VinFast VF e34 được trang bị trợ lý ảo Vivi sử dụng tiếng Việt, cho phép người lái điều khiển bằng khẩu lệnh “Hey VinFast”, với các tác vụ như gọi điện thoại rảnh tay, kiểm tra tình trạng pin, chỉnh điều hòa, thay đổi bài hát... Trợ lý Vivi sẽ hỗ trợ điều khiển tất cả các tính năng trong xe, có khả năng học và ghi nhớ thói quen để tự động thiết lập môi trường trong xe dễ chịu nhất cho người sử dụng.



Hình 1.8 Kết nối với smartphone

Thông qua ứng dụng trên điện thoại thông minh, chủ xe có thể thao tác nhiều chức năng và theo dõi tình trạng xe.

Về động cơ, xe sử dụng hệ thống pin dung lượng 42 kWh, có khả năng chống nước đạt chuẩn IP67 và di chuyển được quãng đường khoảng 285km khi sạc đầy (có thể điều chỉnh để đạt khoảng 300km trong tương lai). Hệ thống pin này của xe cung cấp công suất tối đa 110 kW (khoảng 147 mã lực), tương đương động cơ xăng 2.0L, mô-men xoắn cực đại: 242 Nm, mang đến khả năng tăng tốc không độ trễ.

Ngoài ra, với hệ thống pin này, người dùng có thể di chuyển được khoảng 180 km khi sạc nhanh khoảng 18 phút và dễ dàng sạc tại nhà và các trạm sạc trên toàn quốc với hơn 40.000 cổng sạc được lắp đặt đến cuối năm 2021.

Hiện tại VinFast có 4 loại trụ sạc:

- Trụ sạc thường ô tô AC 11kW: đặt tại các chung cư, bãi đỗ xe qua đêm... nơi khách hàng đỗ hoặc gửi xe trong thời gian dài. Thời gian sạc đạt đến 70% pin từ 10% là khoảng 2 tiếng 10 phút.

- Trụ sạc nhanh ô tô:

+ DC 30 kW: đặt tại các trạm dừng nghỉ, trung tâm thương mại, bãi đỗ xe ban ngày. Thời gian sạc đạt đến 70% pin từ 10% là khoảng 1 tiếng.

+ DC 60 kW: đặt tại các cây xăng, trạm dừng nghỉ trên cao tốc, quốc lộ. Thời gian sạc đạt đến 70% pin từ 10% là khoảng 30 phút.

- Trụ sạc siêu nhanh ô tô DC 250kW: đặt tại các cao tốc, quốc lộ và các trung tâm thương mại, cây xăng, khu đô thị lớn. Chế độ sạc siêu nhanh cho phép đi được khoảng 180 km sau khoảng 18 phút sạc. Khi được sạc đầy, xe sẽ đi được khoảng 285km.



Hình 1.9 Cổng sạc của xe

Với hệ thống sạc nhanh, chủ xe có thể di chuyển được khoảng 180 km khi sạc 18 phút.

Các trụ sạc xe điện VinFast sử dụng công nghệ Autocharge (năm 2021) và Plug&Charge (từ Q3 2022) theo tiêu chuẩn quốc tế ISO-15118 mang đến trải nghiệm sạc dễ dàng, đơn giản và phương thức thanh toán thuận tiện, bảo mật nhất cho khách hàng.

Ngoài ra, khách hàng có thể sạc tại nhà với 2 lựa chọn: Bộ sạc di động (Portable) - Đây là bộ sạc thiết kế nhỏ gọn, mang được theo xe và có thể sạc được bất kỳ đâu có ổ cắm phù hợp, có 2 loại công suất là 3,5kW và 2,2kW, cho thời gian sạc đạt đến 70% pin từ 10% là khoảng 7 tiếng và 11 tiếng tùy loại; và bộ sạc treo tường (Home Charger): Bộ sạc tại nhà này cũng được thiết kế nhỏ gọn để gắn tường, có công suất 7,4kW, cho thời gian sạc đạt đến 70% pin từ 10% là khoảng 3 tiếng 15 phút.

Có thể nói tác động của ô tô điện và ô tô lai đến đời sống kinh tế xã hội và ô nhiễm môi trường là điều không phải bàn cãi tuy nhiên để triển khai diện rộng các loại phương tiện giao thông sử dụng điện không phải trong thời gian ngắn mà cần một lộ trình phát triển xuyên suốt và có sự vào cuộc của các cấp, các ngành các tổ chức và đặc biệt là người dân.

CHƯƠNG 2. KẾT CÁU Ô TÔ ĐIỆN VÀ Ô TÔ LAI

Ô tô điện sử dụng một động cơ điện cho lực kéo; acquy, pin nhiên liệu cung cấp nguồn năng lượng tương ứng cho động cơ điện.

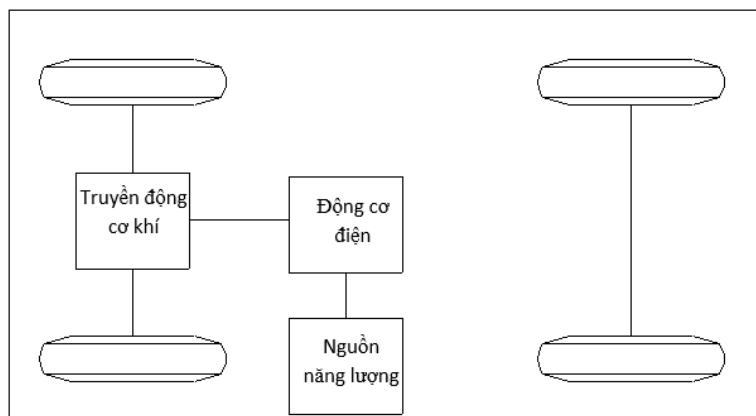
Ô tô điện có nhiều ưu điểm hơn các loại phương tiện sử dụng động cơ đốt trong, chẳng hạn như không phát thải khí ô nhiễm, hiệu suất cao, độc lập với nguồn năng lượng từ dầu mỏ, yên tĩnh và hoạt động trơn tru. Các nguyên tắc hoạt động cơ bản giữa ô tô điện và phương tiện sử dụng động cơ đốt trong tương tự nhau. Tuy nhiên, một số khác biệt giữa phương tiện sử dụng động cơ đốt trong và ô tô điện, chẳng hạn như sử dụng một bồn chứa xăng so với nguồn pin, động cơ đốt trong so với động cơ điện và khác nhau về yêu cầu truyền dẫn.

Vào đầu thế kỷ 20 các nhà sản xuất xe của Mỹ đã sử dụng động cơ xăng, điện và hơi nước một cách song song. Họ sớm nhận ra rằng hai hay nhiều động cơ kết hợp lại sẽ làm tăng tính hiệu quả của động cơ. Và kết quả của giả thuyết đó là động cơ hybrid (động cơ xăng điện) ra đời vào năm 1905 do một kỹ sư người Mỹ phát minh. Thời kỳ đó phát minh này không được mấy người quan tâm bởi vì động cơ đốt trong khi đó còn khá rẻ so với động cơ xăng điện có cùng công suất. Sau 70 năm, khi cuộc khủng hoảng dầu lửa xảy ra, vấn đề tiết kiệm nhiên liệu mới được quan tâm nhiều và đây chính là lý do để động cơ hybrid được nghiên cứu lại. Tuy nhiên, 30 năm trước, do một số quy định nên động cơ hybrid đã bị trì hoãn. Ngày hôm nay những chiếc xe như Toyota Prius hay Honda Accord loại hybrid đã trở nên phổ biến, được nhiều người tiêu dùng yêu thích. Liệu hybrid có phải là xu hướng của xe trong tương lai? Một trong những lý do nữa khiến hybrid ngày càng được quan tâm đó là môi trường sống. Như chúng ta biết động cơ đốt trong sẽ thải ra khí carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂) và khí hydro-carbon (HC) chưa đốt, đây là những nhân tố chính gây ô nhiễm môi trường. Các hiện tượng như sự nóng lên của toàn cầu hay hiện tượng “El Nino” xảy ra một phần là hậu quả của việc sử dụng động cơ dầu diesel và xăng. Sự phát triển của công nghệ hybrid sẽ giúp hạ giá thành nhiên liệu, theo ước

tính lượng xe hybrid được sản xuất sẽ tăng gấp đôi mỗi năm, một dự báo rất lạc quan trong tương lai.

2.1. Kết cấu ô tô điện

Trước đây, các xe điện chủ yếu được chuyển đổi từ các ô tô thông thường bằng cách thay thế động cơ đốt trong và thùng nhiên liệu với một động cơ điện và pin trong khi giữ lại tất cả các thành phần khác, như trong hình 2.1. Nhược điểm như: khối lượng lớn, tính linh hoạt và hiệu suất thấp là những nguyên nhân làm cho xe điện khó áp dụng rộng rãi. Hiện nay, ô tô hiện đại được tạo ra có chủ ý dựa vào nguyên bản của thân và khung sườn được thiết kế riêng. Điều này đáp ứng các yêu cầu về cấu trúc duy nhất cho ô tô và làm cho các nguồn động lực đầy bằng điện được sử dụng linh hoạt hơn.



Hình 2.1. Ô tô điện cổ điển

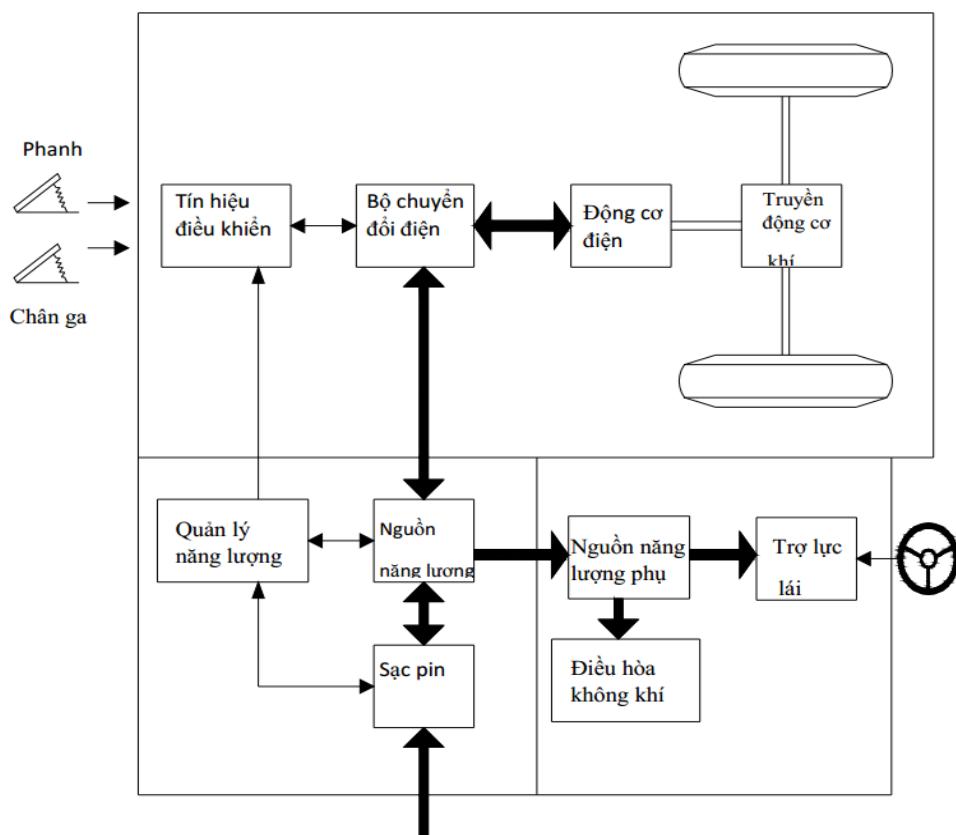
Một ô tô điện cơ bản được minh họa trong hình 2.1. Nó bao gồm ba hệ thống chủ yếu: hệ động lực điện, hệ thống năng lượng, và hệ thống phụ trợ.

Hệ động lực điện bao gồm: hệ thống điều khiển xe, bộ chuyển đổi điện, các động cơ điện, truyền động cơ khí, và bánh chủ động.

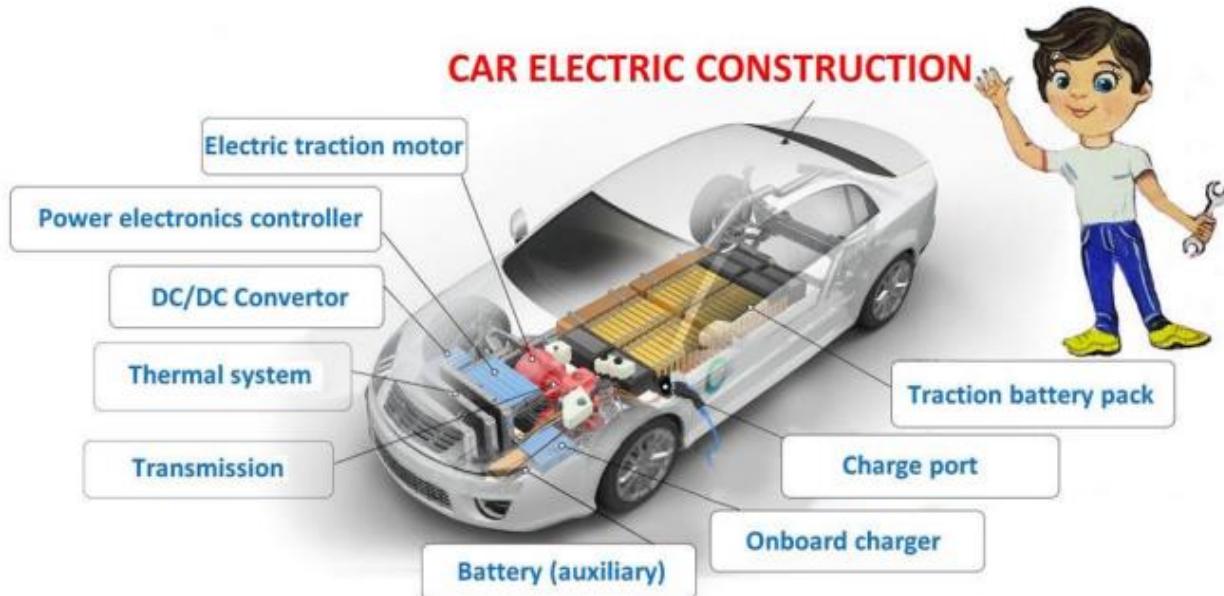
Hệ thống năng lượng bao gồm nguồn năng lượng bộ phận quản lý năng lượng, và bộ phận tiếp năng lượng điện.

Hệ thống phụ trợ bao gồm trợ lực lái, điều hòa, nguồn cung cấp năng lượng phụ trợ.

Dựa trên các yếu tố đầu vào điều khiển từ chân ga và bàn đạp phanh, hệ thống điều khiển xe cung cấp tín hiệu điện thích hợp cho bộ chuyển đổi năng lượng điện có chức năng điều chỉnh dòng điện giữa động cơ và nguồn năng lượng. Những nguồn năng lượng được tái sinh trong quá trình phanh có thể được nạp vào nguồn năng lượng chính. Hầu hết pin EV dễ dàng có khả năng tiếp nhận nguồn năng lượng tái sinh này.



Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý ô tô điện hiện đại

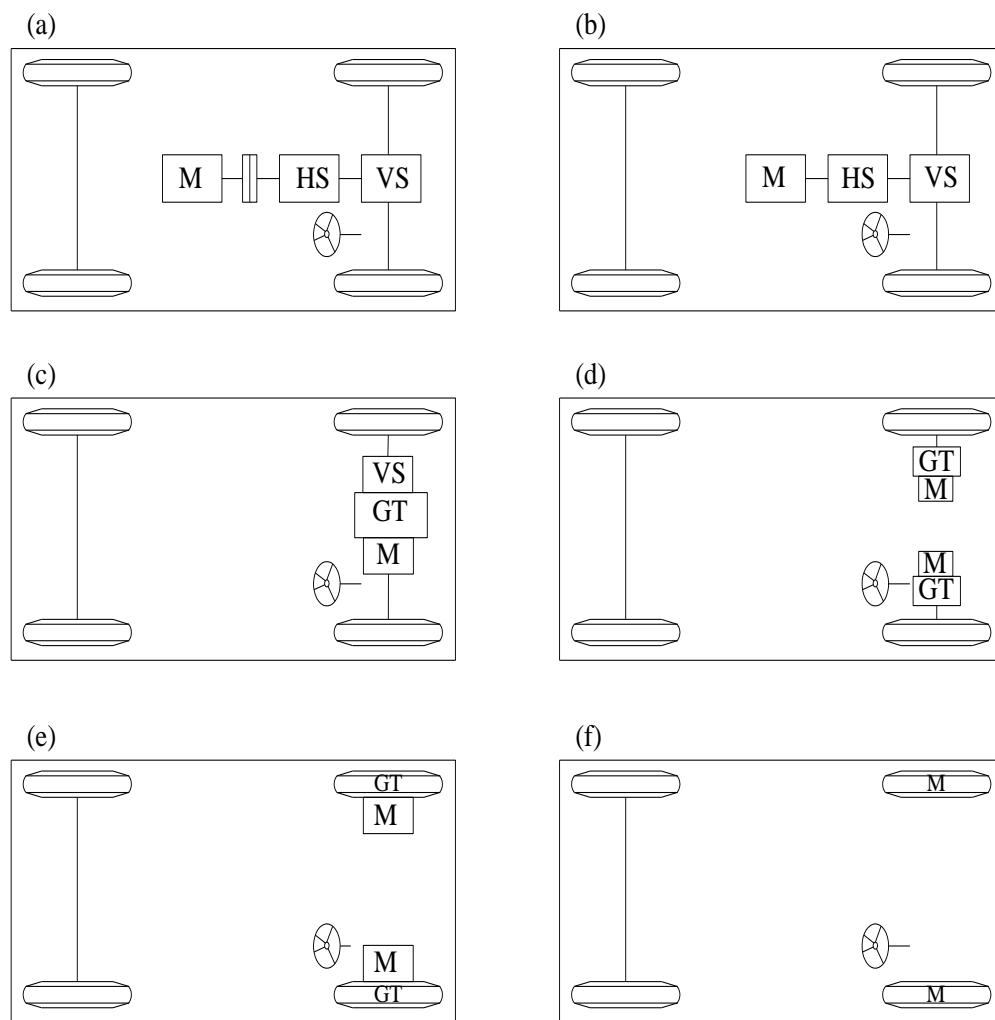


Hình 2.3. Sơ đồ cấu tạo ô tô điện hiện đại

Bộ phận quản lý năng lượng cùng với bộ phận điều khiển kiểm soát hoạt động phanh tái sinh và phục hồi năng lượng của nó. Nó cũng kết hợp với các bộ phận tiếp năng lượng để kiểm soát quá trình này và giám sát việc sử dụng các nguồn năng lượng.

Nguồn cung cấp năng lượng phụ có chức năng cung cấp năng lượng cần thiết với các điện áp khác nhau cho tất cả các thành phần phụ của xe như: điều hòa không khí, trợ lực lái, hệ thống đèn chiếu sáng...

Có nhiều loại EV có thể cấu tạo khác nhau do các biến thể dựa trên đặc điểm của động lực điện và các nguồn năng lượng, như trong hình 2.4.



Hình 2.4. Cấu hình các loại ô tô điện

M: động cơ điện; HS: hộp số; VS: truyền lực chính và vi sai; GT: hộp giảm tốc

a. Hình 2.4a cho thấy hình thức đầu tiên của xe điện, trong đó một động cơ điện thay thế cho động cơ đốt trong của một chiếc xe thông thường. Nó bao gồm một động cơ điện, một ly hợp, hộp số, và một bộ vi sai. Khớp ly hợp và hộp số có thể được thay thế bằng hộp số tự động.

b. Với một động cơ điện có công suất liên tục trong một phạm vi tốc độ dài, một tỉ số truyền cố định có thể thay thế cho hộp số nhiều cấp và giảm bớt sự cần thiết của một ly hợp. Cấu hình này không chỉ làm giảm kích thước và trọng lượng của truyền động cơ khí, nó cũng đơn giản hóa cho con người trong việc điều khiển xe bởi vì sự thay đổi tỉ số truyền là không cần thiết.

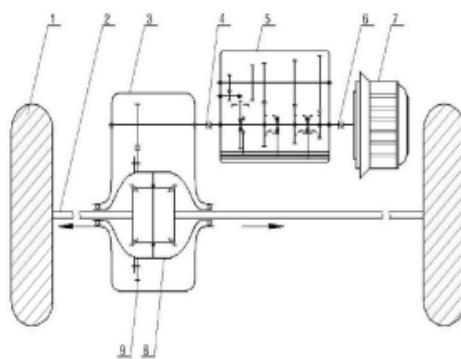
c. Tương tự như hình (b), động cơ điện, cặp bánh răng cố định và bộ vi sai có thể được bố trí tích hợp thành cụm trong khoảng giữa hai bán trục bánh xe chủ động. Việc điều khiển càng đơn giản và chắc chắn.

d. Trong hình 2.4d, truyền động vi sai được thay thế bằng cách sử dụng hai động cơ điện. Mỗi động cơ dẫn động một bánh xe và hoạt động ở một tốc độ khác nhau khi chiếc xe chuyển hướng hay quay vòng.

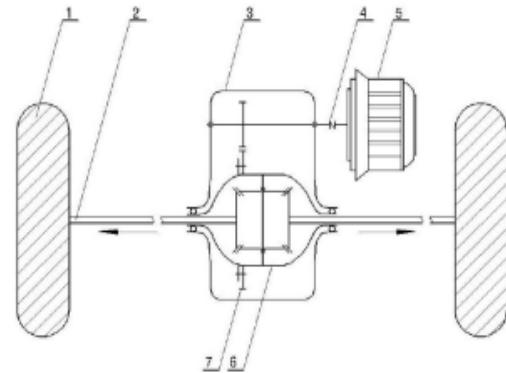
e. Nhằm tiếp tục đơn giản hóa việc điều khiển xe, động cơ có thể được đặt phía trong một bánh xe. Một cặp bánh răng nhỏ được đặt trong bánh xe để giảm tốc độ và nâng cao mô-men động cơ.

f. Loại bỏ hoàn toàn truyền động bánh răng giữa động cơ điện và bánh xe chủ động, đầu ra roto của một động cơ điện tốc độ thấp đặt bên trong bánh xe có thể được kết nối trực tiếp với các bánh xe. Việc kiểm soát tốc độ của động cơ điện tương đương với việc kiểm soát tốc độ của bánh xe, và vì thế tốc độ của xe được điều khiển. Tuy nhiên, việc sắp xếp đòi hỏi các động cơ điện phải có một mô-men xoắn cao hơn để khởi động và tăng tốc xe.

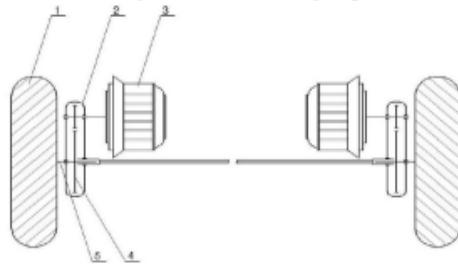
* Cấu trúc hệ thống truyền lực ô tô điện



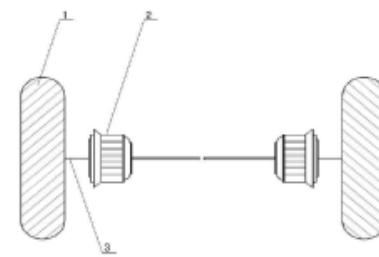
Phương án 1: HTVL dùng hộp số cơ khí.



Phương án 2: HTVL không dùng hộp số cơ khí.



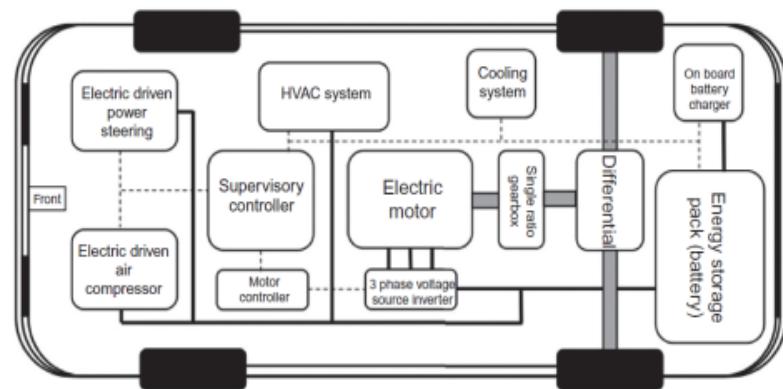
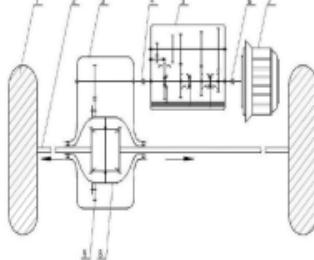
Phương án 3: HTVL dùng 2 dc điện dẫn động
2 bánh xe thông qua Hộp giảm tốc



Phương án 4: HTVL dùng 2 dc điện
dẫn động trực tiếp 2 bánh xe

Hình 2.5. Cấu trúc các phương án bố trí hệ thống truyền lực ô tô điện

Phương án 1: Hệ thống truyền lực dùng 1 động cơ điện thay thế vị trí của động cơ đốt trong



Hình 2.6. Phương án dùng hộp số cơ khí

Có thiết kế giống như hệ thống trong ô tô động cơ đốt trong, động cơ đốt trong được thay thế bằng động cơ điện đặt ở vị trí trung tâm. Động cơ điện truyền công suất đến bánh xe chủ động cầu sau thông qua hộp số 1 cấp hoặc nhiều cấp và bộ truyền lực chính, vi sai;

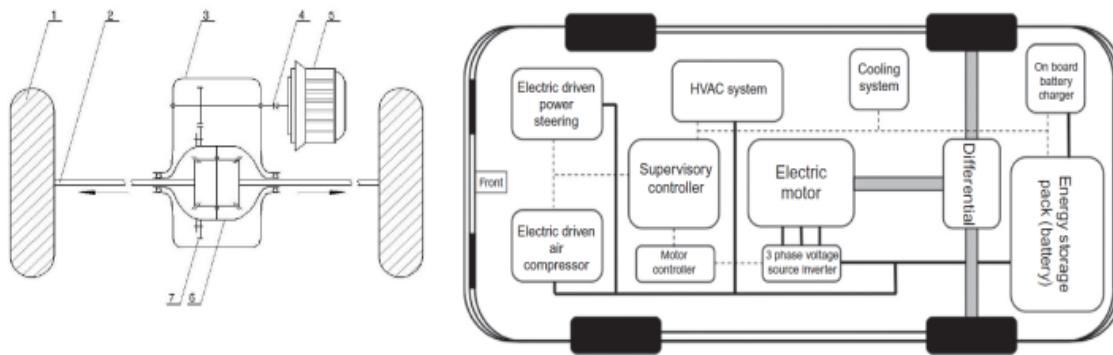
Cần phải lắp đặt bộ nguồn ác quy cung cấp năng lượng cho ô tô điện hoạt động;

Làm cho hệ thống truyền lực phức tạp, có khối lượng lớn, kích thước lớn;

Lắp đặt các hệ thống khác rất khó khăn đồng thời làm tăng giá thành của ô tô;

Phương án này thích hợp với các loại ô tô có yêu cầu lớn về tốc độ hay khả năng tăng tốc trong thời gian ngắn nhất. Đối với ô tô trong thiết kế không yêu cầu lớn về tốc độ của xe và giảm giá cả thấp nhất thì phương án này không khả thi.

Phương án 2: Hệ thống truyền lực dùng 1 động cơ điện dẫn động bánh xe thông qua truyền lực chính và vi sai



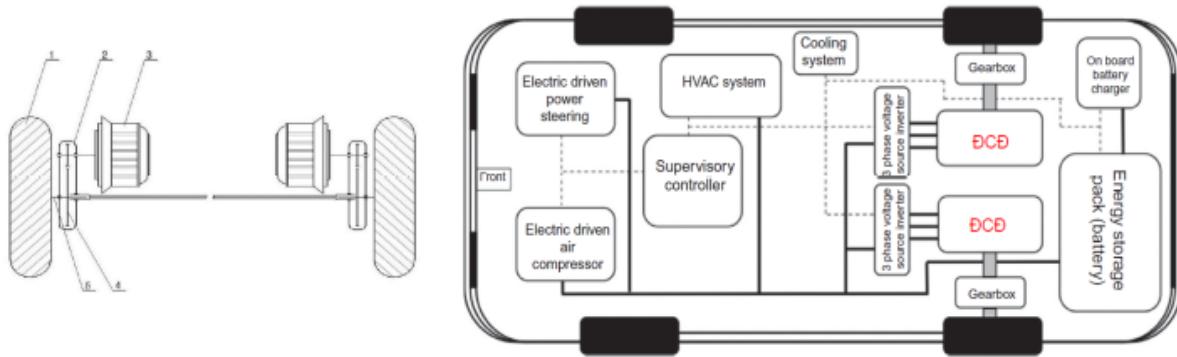
Hình 2.7. Phương án dùng không hộp số cơ khí

Động cơ điện đặt ở vị trí trung tâm truyền công suất đến các bánh xe chủ động thông qua bộ truyền lực chính và vi sai;

Phương án này không cần dùng hộp số cơ khí, do đó giảm khối lượng ô tô so với phương án 1, giảm giá thành chung của ô tô;

Việc điều khiển tốc độ ô tô bằng cách điều khiển tốc độ động cơ điện.

Phương án 3: Hệ thống truyền lực dùng 2 động cơ dẫn động 2 bánh xe độc lập thông qua hộp giảm tốc

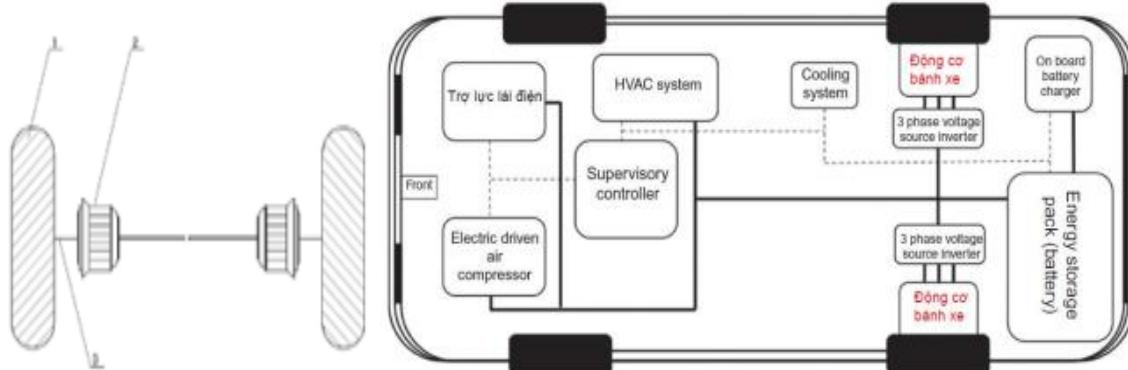


Hình 2.8. Phương án hệ thống truyền lực dùng 2 động cơ dẫn động 2 bánh xe độc lập thông qua hộp giảm tốc

Bộ vi sai có thể được loại bỏ bằng cách cho mỗi động cơ dẫn động một bên bánh xe dùng 1 cặp bánh răng đơn giản hoặc dùng bộ truyền đai răng. Mô men xoắn cần phải được cân bằng cho mỗi bánh xe bằng bộ điều khiển điện tử. Hệ thống này có lợi thế là chiếm ít không gian bên trong xe, tuy nhiên nó cần bộ điều khiển điện tử phức tạp hơn.

Ngoài ra khi dùng 2 động cơ có công suất nhỏ hơn có giá thành cao hơn một động cơ làm cho giá thành chung của ô tô tăng lên.

Phương án 4: Hệ thống truyền lực dùng 2 động cơ dẫn động trực tiếp cho 2 bánh xe độc lập



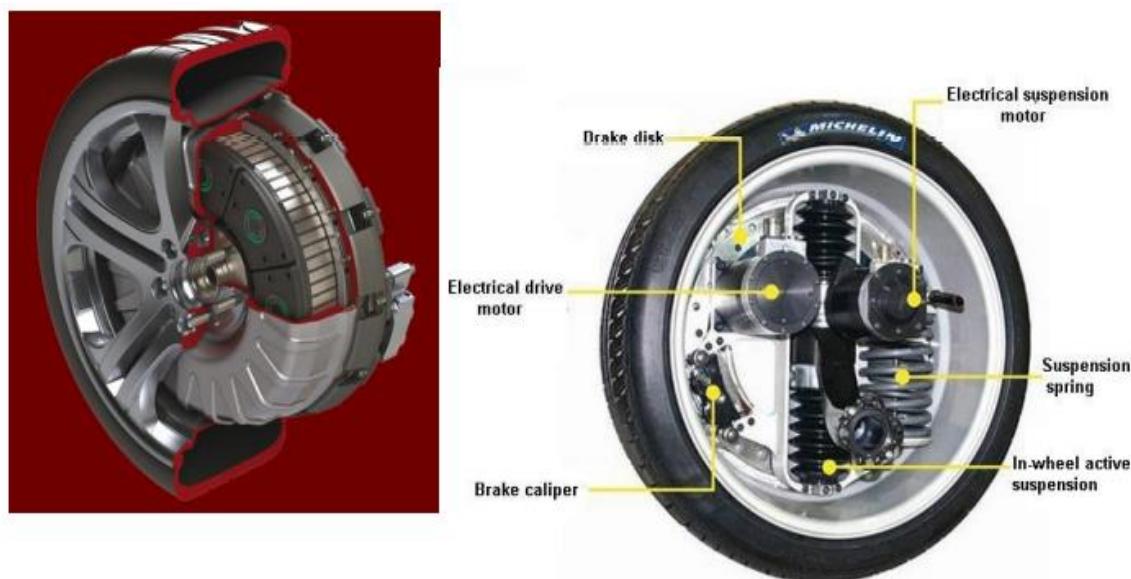
Hình 2.9. Phương án hệ thống truyền lực dùng 2 động cơ dẫn động trực tiếp cho 2 bánh xe độc lập

Động cơ điện có thể đặt ngoài hoặc đặt trong bánh xe. Các động cơ điện đặt trong bánh xe được các nhà sản xuất chế tạo sẵn, phần tĩnh của động cơ được gắn với trục bánh xe, phần động của động cơ được gắn với bánh xe;

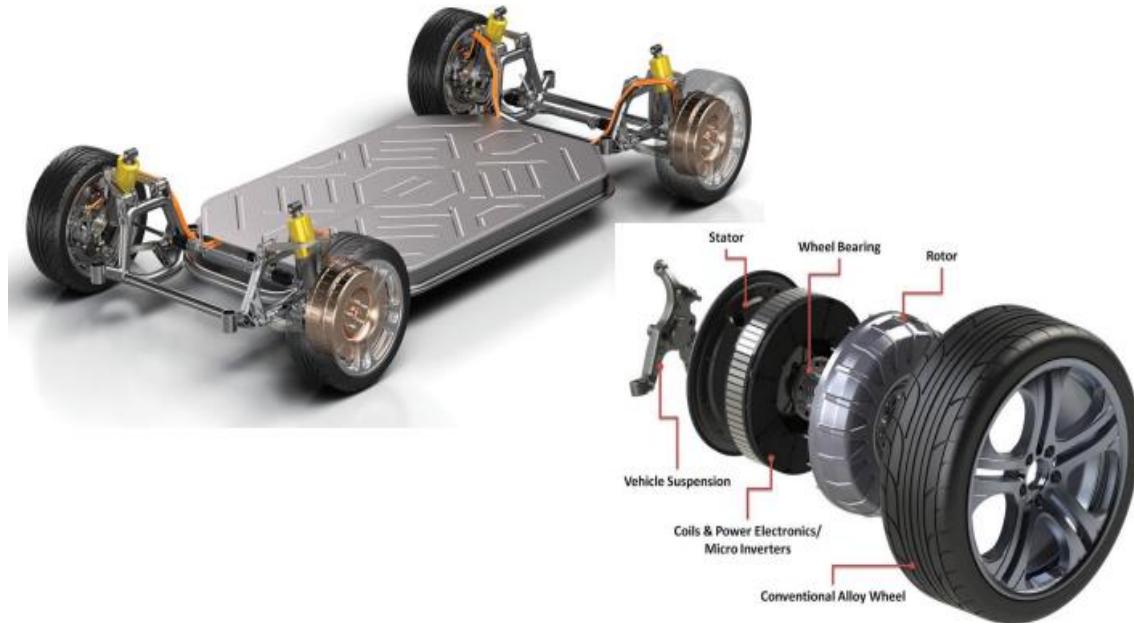
Hệ thống này có những tiềm năng rất lớn, hiệu quả truyền tải của nó là 100%. Do không bị mất mát công suất cho các bộ truyền cơ khí;

Tuy nhiên động cơ này cần có mô men xoắn tương đối lớn để khởi động xe và gia tăng tốc độ cho xe;

Phương pháp truyền động này phổ biến ở xe máy điện và xe đạp điện. Đặt động cơ ở mỗi bánh dẫn động của xe sẽ tiết kiệm được không gian trên xe, tuy nhiên nó ảnh hưởng đến bố trí hệ thống treo. Ngoài ra, động cơ có thiết kế đặc biệt và số lượng động cơ nhiều làm giá thành của xe cao hơn



Hình 2.10. Động cơ điện bố trí trong bánh xe



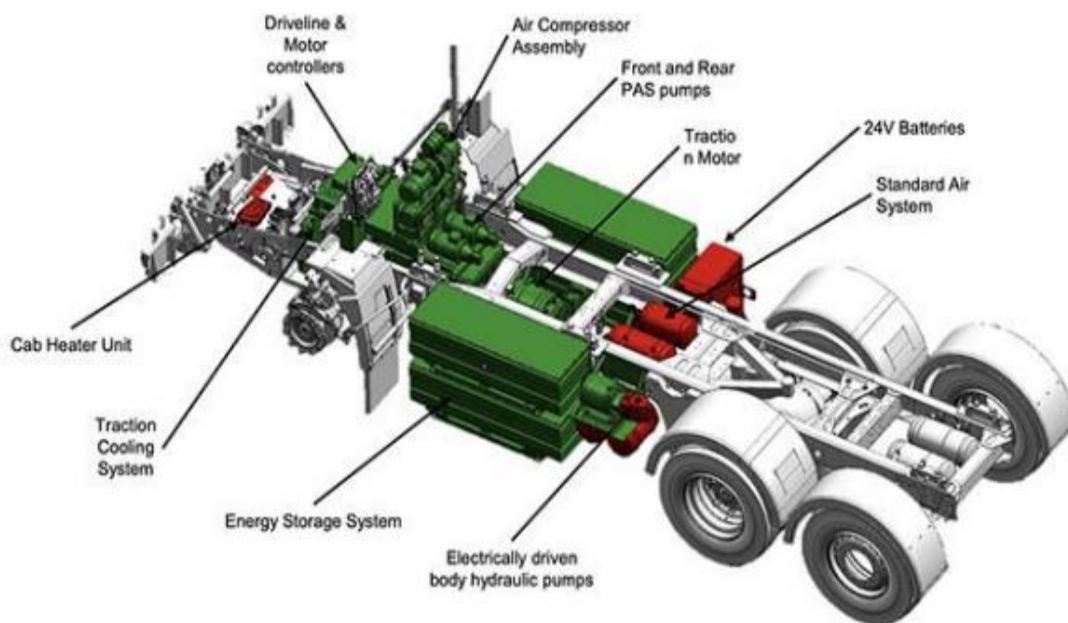
Hình 2.11. Kết cấu động cơ điện bố trí trong bánh xe độc lập



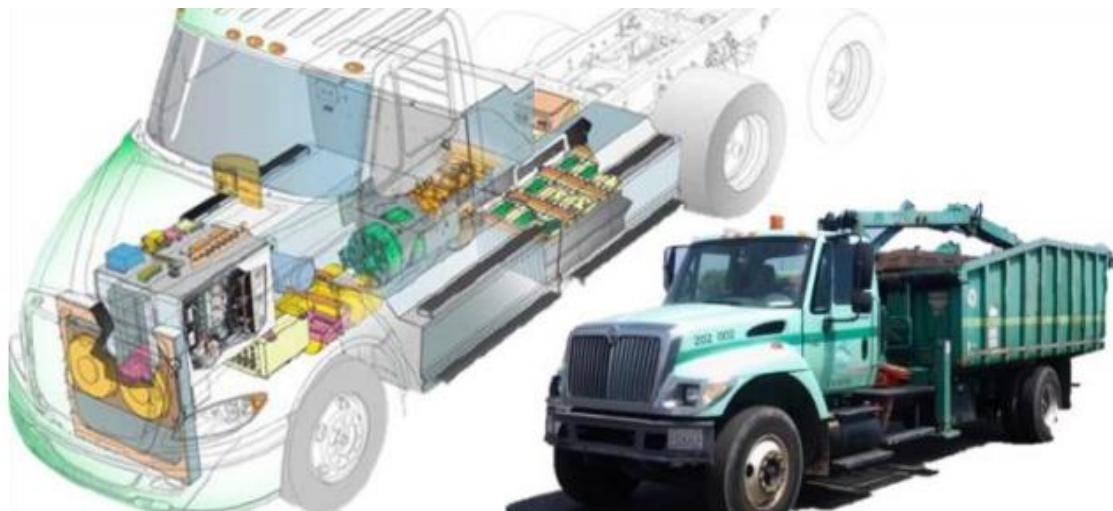
Hình 2.12. Một số dòng xe điện trên thế giới



Hình 2.13. Xe điện Nicola one đạt công suất 1470kW, pin Lithium – ion 320kWh

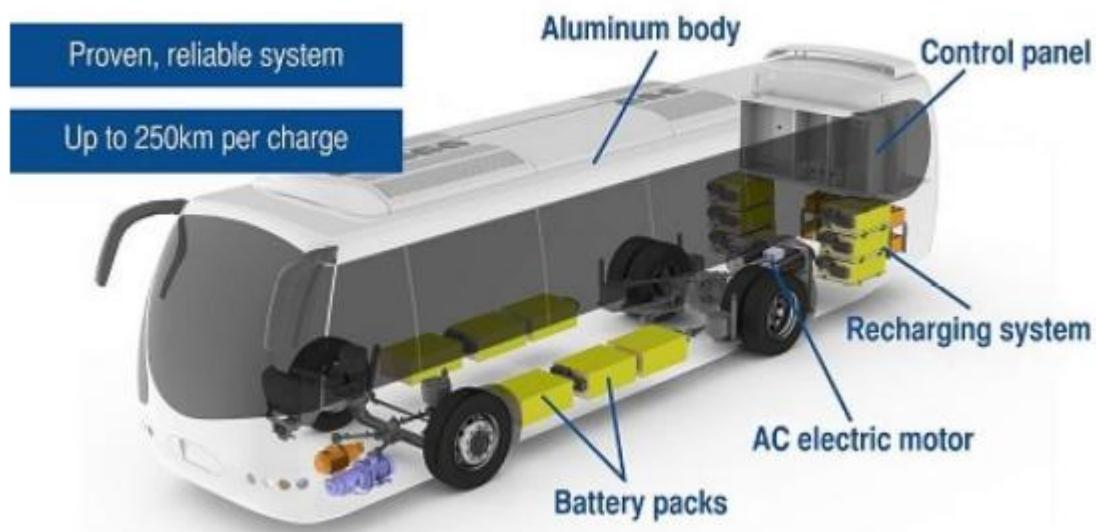


Hình 2.14. Kết cấu ô tô tải điện

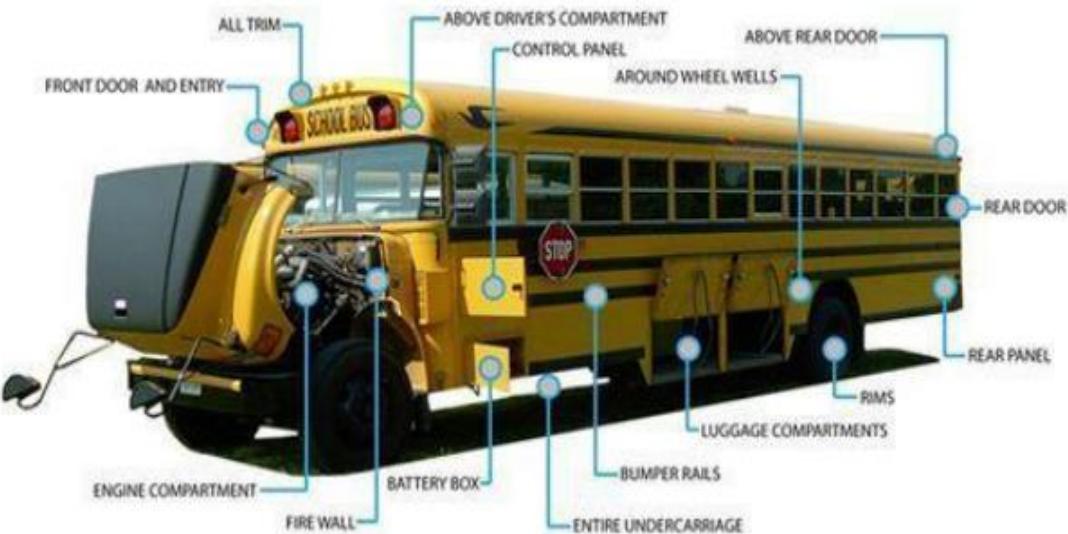


Hình 2.15. Ô tô điện tải cẩu

Hiện tại có rất nhiều loại xe điện đang được sản xuất. Phổ biến nhất là Modec, Edison và Newton từ Smith Electric; Xe tải Hytruck, Boulder EV, EVI MD của Electric Vehicle International; xe tải Renault D EV, xe điện Renault Maxity; Mitsubishi Fuso Canter E-Cell; ...

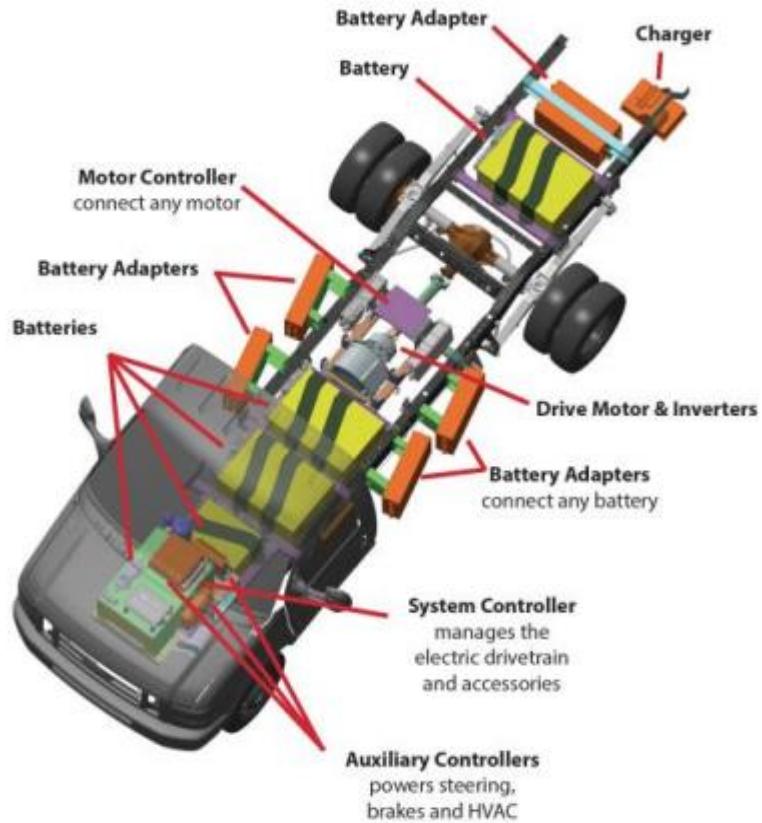


Hình 2.16. Xe khách điện



Hình 2.17. Xe điện chở học sinh

Example configuration for Ford E450 Chassis

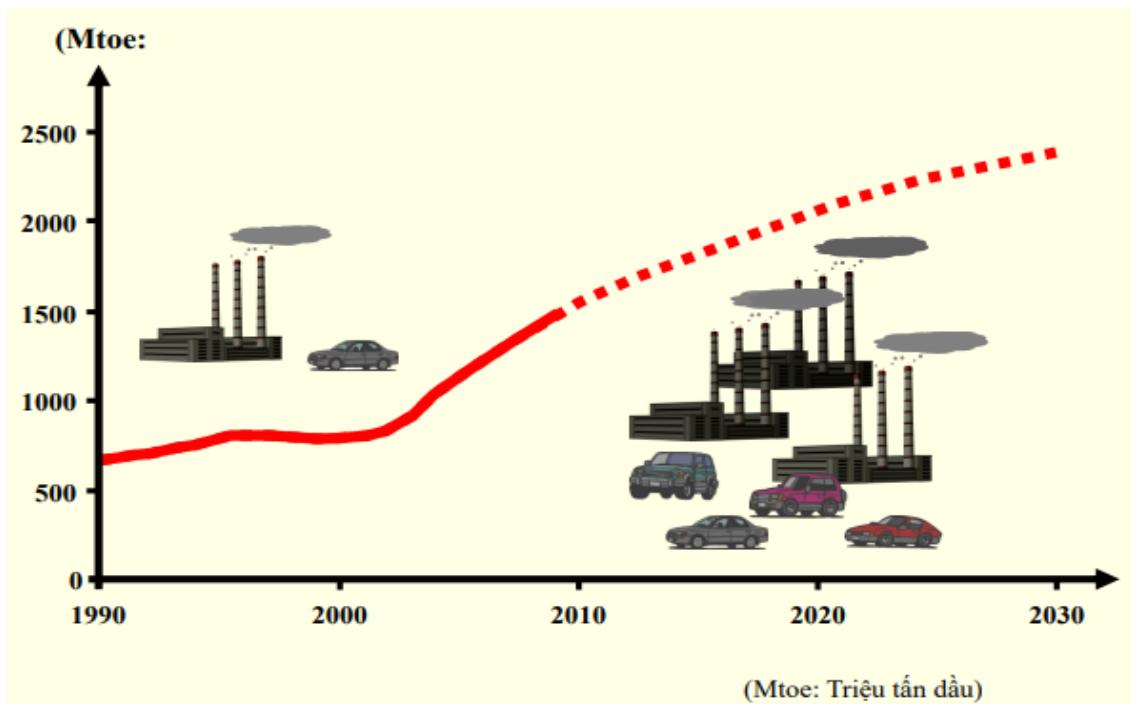


Hình 2.18. Cấu trúc xe điện chở học sinh

2.2. Ô tô lai (hybrid)

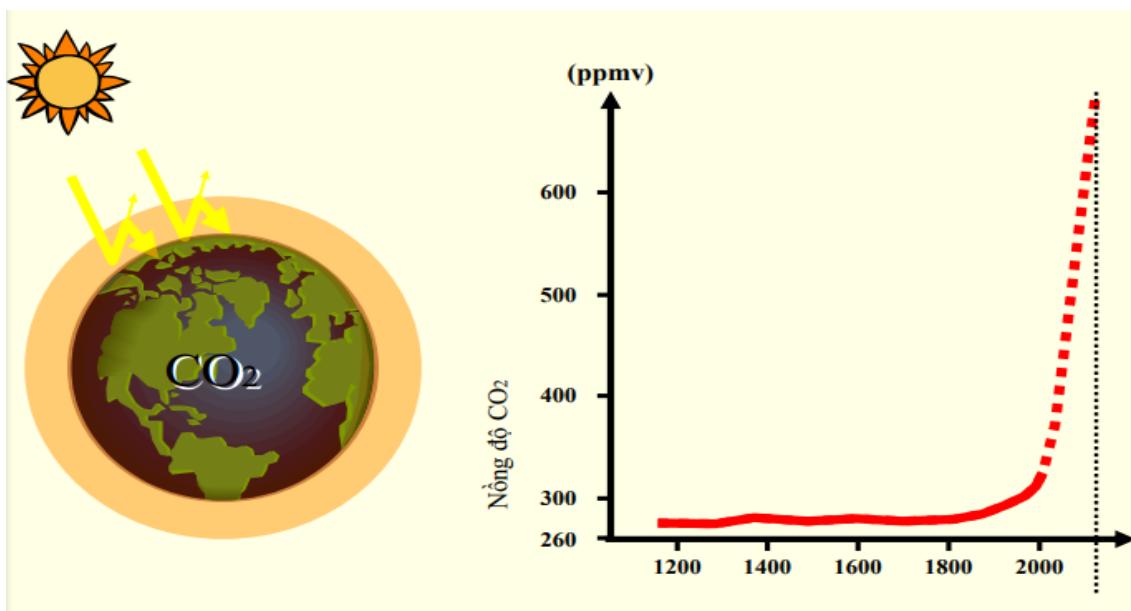
Tại sao xe lai (Hybrid) lại xuất hiện tại thời điểm này?

- Tiêu thụ năng lượng toàn cầu đang tăng cao



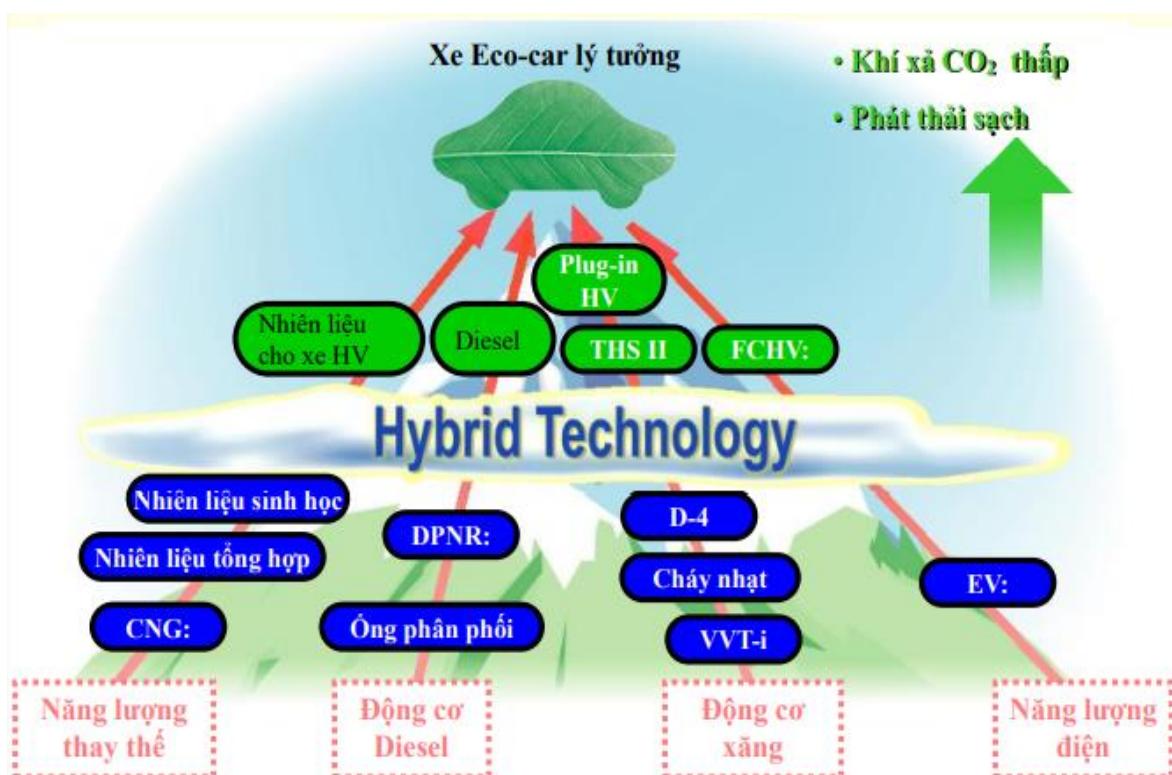
Hình 2.19. Biểu đồ tiêu thụ dầu mỏ đến năm 2030

- Hiện tượng trái đất nóng lên do khí CO₂

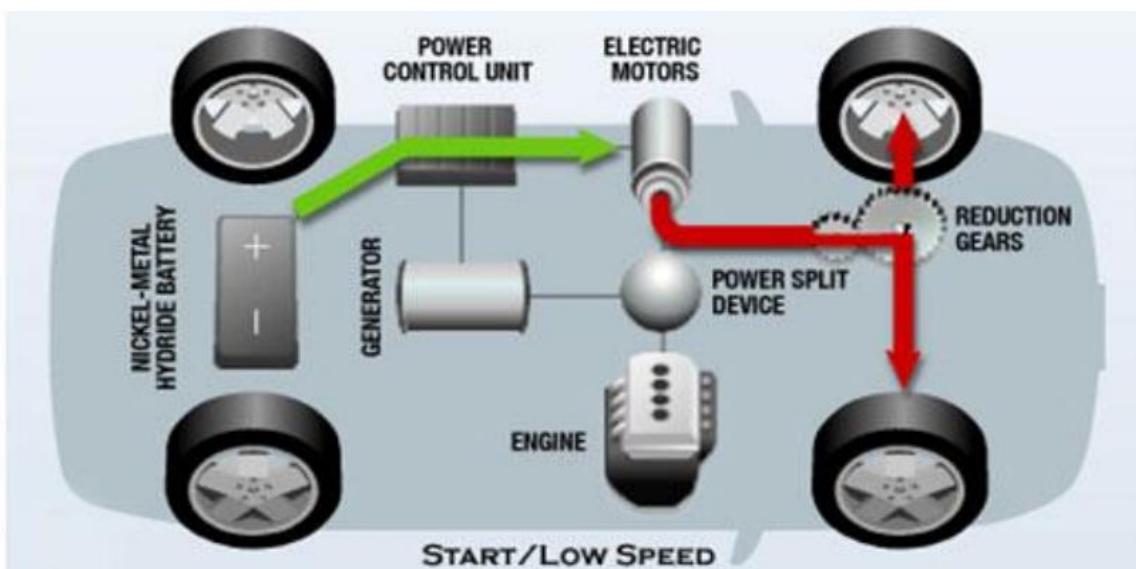


Hình 2.20. Biểu đồ thể hiện sự tăng trưởng nồng độ CO₂ theo năm

- Công nghệ xe lai là công nghệ cốt lõi để phát triển xe “ ECO – CAR” lý tưởng



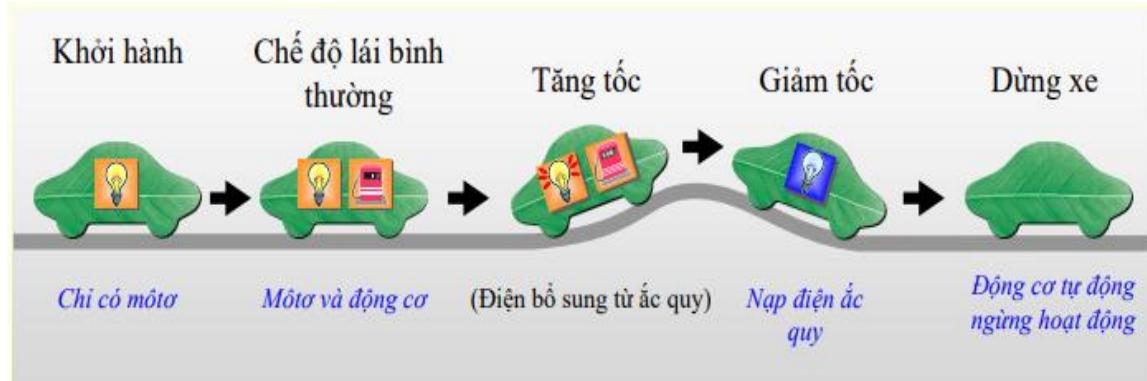
Hình 2.21. Mục tiêu phát triển ô tô tương lai



Hình 2.22. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai

Trong tiếng Anh, chữ “hybrid” có nghĩa là tổ hợp. Ô tô hybrid là dòng xe sử dụng động cơ tổ hợp. Động cơ hybrid là loại động cơ kết hợp giữa động cơ chạy bằng

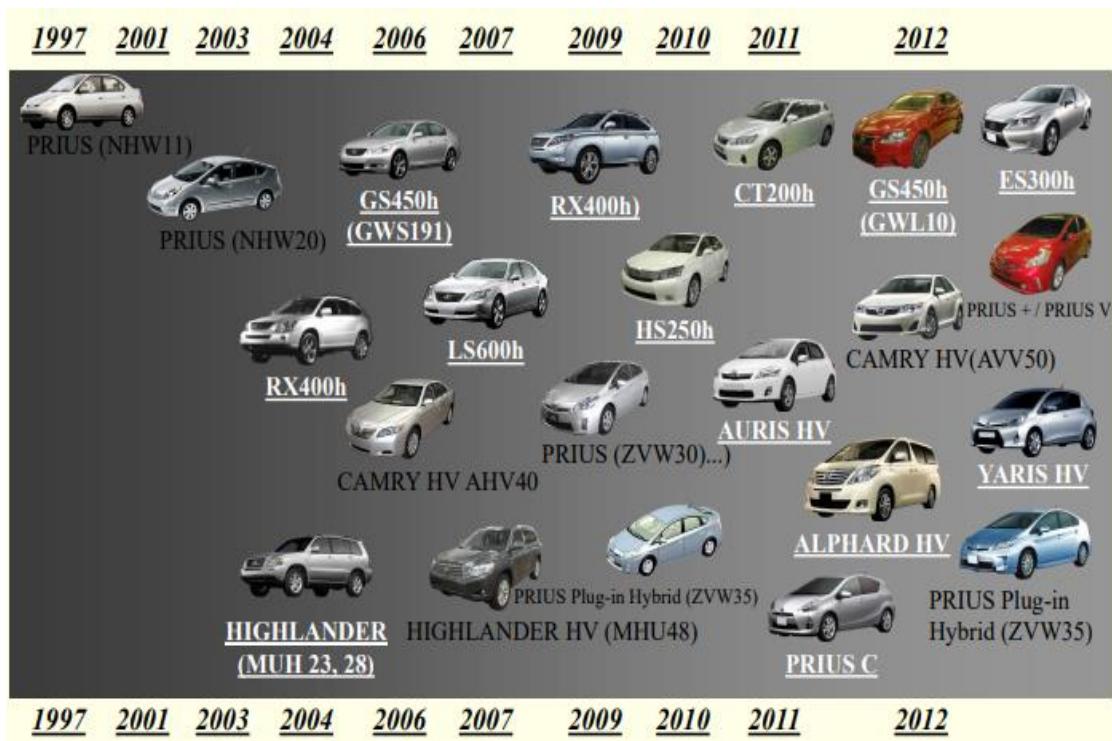
năng lượng thông thường với động cơ điện lấy năng lượng điện từ một ắc quy đặc biệt. Nhờ vậy mà động cơ này có thể tiết kiệm được nhiên liệu khi vận hành bằng động cơ điện đồng thời tái sinh được năng lượng điện để dùng khi cần thiết. Vậy bí mật của công nghệ hybrid là gì? Tại sao nó đem lại thành công cho nhiều hãng xe ứng dụng công nghệ này?



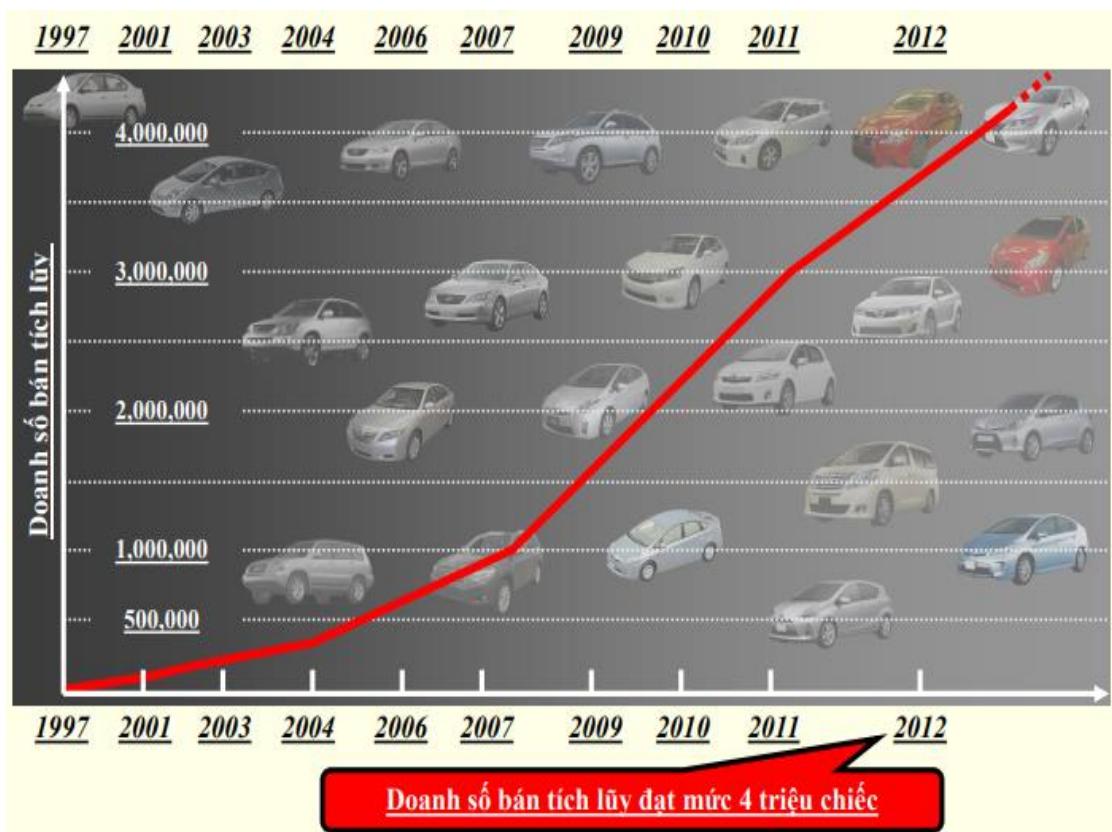
Hình 2.23. Mô hình hoạt động của xe lai

* **Đặc tính của các hệ thống hybrid:**

- Tránh thất thoát nhiên liệu một cách vô ích vì có thể tự động dừng động cơ khi không cần thiết.
- Mô-tơ điện sẽ giúp làm nóng động cơ khi khởi động và trợ lực giúp xe lăn bánh.
- Đạt hiệu quả cao hơn xe chỉ dùng động cơ đốt trong chừng 30%. Khi động cơ không hiệu quả (ví dụ như khi dừng xe), nó sẽ bị ngắt đi, trong khi mô-tơ điện vẫn chạy. Còn khi động cơ hoạt động mạnh nhất, nó sẽ làm chạy máy phát điện.



Hình 2.24. Lịch sử ra đời của một số tên tuổi xe lai trên thế giới



Hình 2.25. Doanh số bán xe lai trên thế giới

* Một số xe làm lên thương hiệu của dòng xe Hybrid



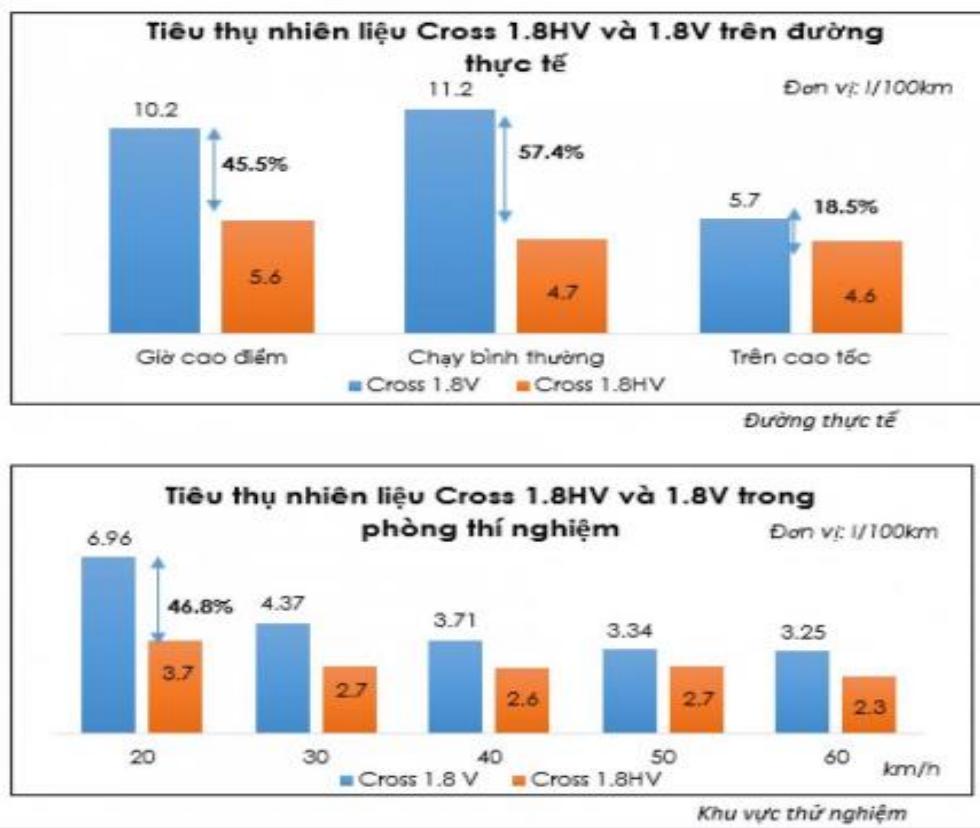
Hình 2.26. Hình ảnh xe Lexus RX400h (Hybrid)



Hình 2.27. Hình ảnh xe Toyota Prius



Hình 2.28. Hình ảnh xe Toyota Corolla Cross



Hình 2.29. Đánh giá mức tiêu thụ nhiên liệu của xe Toyota Cross



Hình 2.30. Đánh giá mức độ phát thải CO₂ của xe Toyota Cross

Ngoài ra:

- Honda Insight - chiếc hybrid đầu tiên được bán tại thị trường Mỹ
- Honda Civic Hybrid - trông không khác gì so với Civic phiên bản thường - Audi Q7 hybrid
- Ford Escape hybrid Thâm chí công nghệ hybrid đã bước vào thế giới xe máy, khởi đầu cho xu hướng này là Piaggio với chiếc MP3 Hybird với động cơ 125cc so với 250cc ở phiên bản thường. Chiếc xe này sẽ có mặt trên thị trường vào năm 2009, nguyên tắc hoạt động cũng giống như động cơ hybrid trên ô tô.

2.2.1. Ô tô lai nối tiếp

Ở hệ thống này, các bánh xe chủ động được dẫn động nhờ một mô tơ điện, động cơ chính của xe chỉ làm một nhiệm vụ duy nhất là làm quay máy phát điện để cấp điện cho động cơ và nạp điện cho ắc quy chính của xe



Hình 2.31. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai nối tiếp

Động cơ đốt trong kéo máy phát điện để phát sinh ra điện năng nạp cho ắc quy hoặc cung cấp cho động cơ điện

Động cơ điện truyền lực đến các bánh xe chủ động và có vai trò như một máy phát điện (tái sinh năng lượng) và thực hiện quá trình phanh.

*Ưu điểm:

- Động cơ được tách hoàn toàn không có liên hệ cơ khí với bánh xe bị động. Do đó nó có thể hoạt động ở vùng hiệu suất lớn nhất.

- Do động cơ điện gần có đặc tính mô men – tốc độ lý tưởng nên không cần đến hộp số nhiều cấp. Vì vậy làm giảm giá thành và đơn giản cấu trúc.

- Làm đơn giản hóa việc điều khiển
- Khả năng tăng tốc tốt.

***Nhược điểm:**

- Kích thước dung tích ác quy lớn hơn so với sơ đồ song song
- Năng lượng bị biến đổi nhiều lần: Nhiệt năng → cơ năng → điện năng → cơ năng
- Động cơ kéo phải có kích thước lớn vì là động cơ duy nhất tạo ra chuyền động
- Kết cấu cồng kềnh

2.2.2. Ô tô lai song song

Động cơ chính làm nhiệm vụ chủ yếu là dẫn động cho các bánh xe chủ động, đồng thời truyền chuyền động đến máy phát để nạp điện cho ác quy. Mô tơ điện sẽ hỗ trợ trong trường hợp xe cần tăng tốc nhò vây mà có thể tiết kiệm được nhiên liệu

Dòng năng lượng truyền tới bánh xe chủ động đi song song. Cả động cơ đốt trong và động cơ điện cùng truyền lực tới trực bánh xe chủ động với mức độ tuỳ theo các điều kiện hoạt động khác nhau động cơ đốt trong đóng vai trò là nguồn năng lượng truyền mô men chính còn mô tơ điện chỉ đóng vai trò trợ giúp khi tăng tốc hoặc vượt dốc.

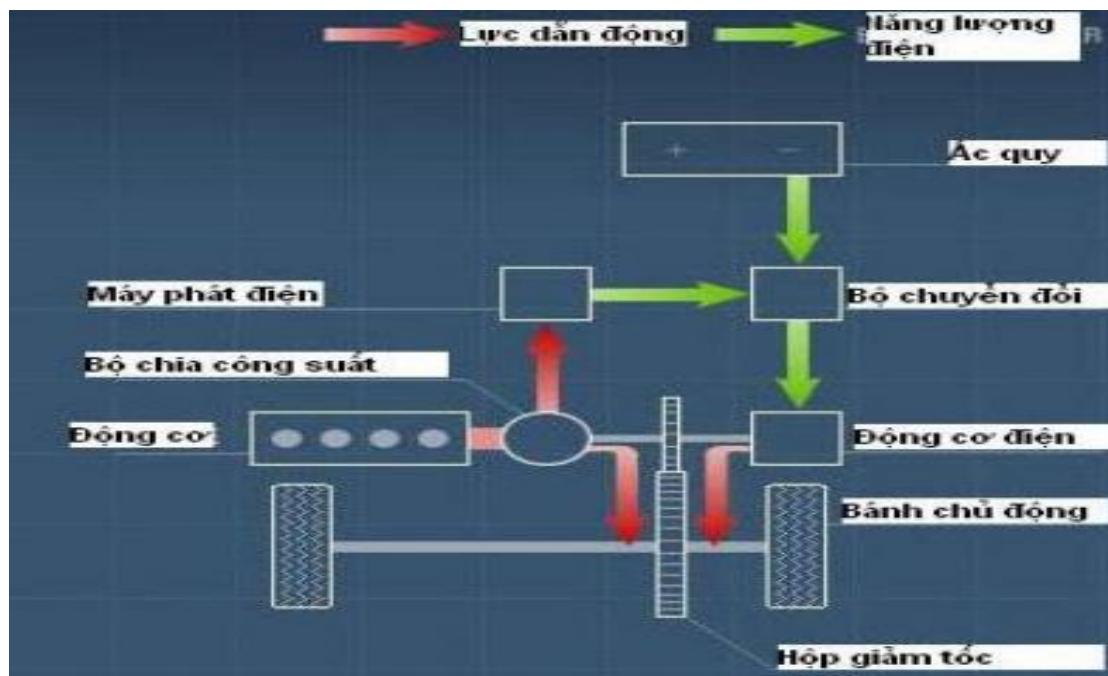
Kiểu này không cần dùng máy phát điện riêng do động cơ điện có khả năng hoạt động ở các chế độ sẽ làm nhiệm vụ nạp điện cho ác quy trong các chế độ hoạt động bình thường, ít tổn thất cho các cơ cấu truyền động trung gian, nó có thể khởi động động cơ đốt trong và dùng như một máy phát điện để nạp điện cho ác quy.

***Ưu điểm:**

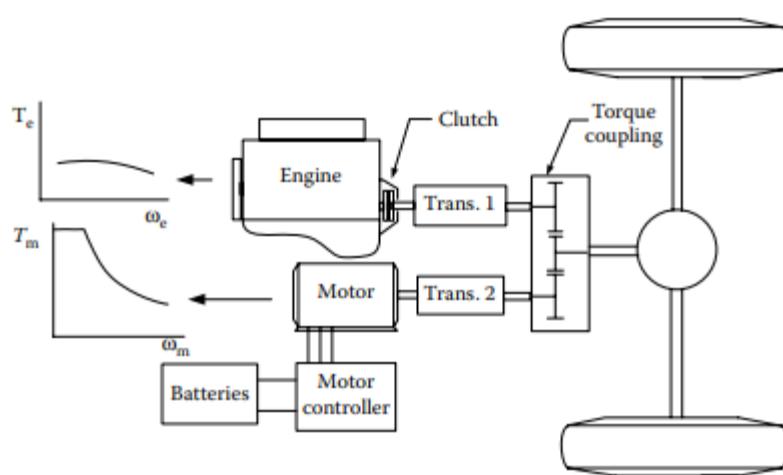
- Có khả năng tăng công suất do dùng cả hai loại động cơ kéo
- Mức độ hoạt động của động cơ điện ít hơn động cơ đốt trong nên dung lượng bình ác quy nhỏ và gọn nhẹ, trọng lượng bản thân của xe nhẹ hơn so với kiểu ghép nối tiếp và hỗn hợp

*Nhược điểm:

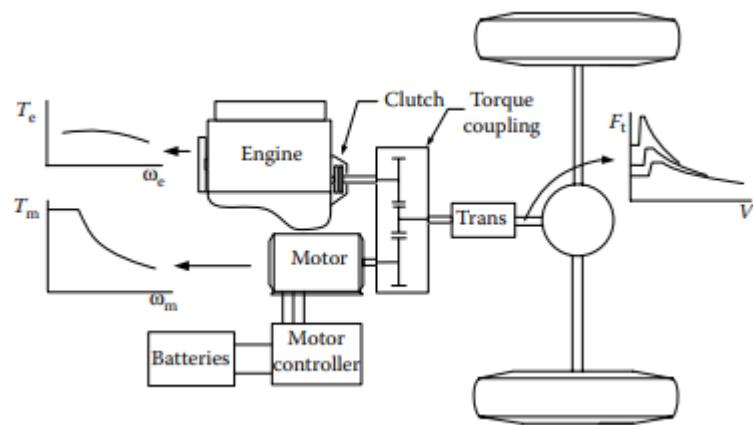
- Động cơ điện, bộ phận điều khiển động cơ điện có kết cấu phức tạp, giá thành đắt
- Động cơ đốt trong phải thiết kế công suất lớn hơn kiểu lai nối tiếp
- Tính thân thiện môi trường và kinh tế nhiên liệu không cao.



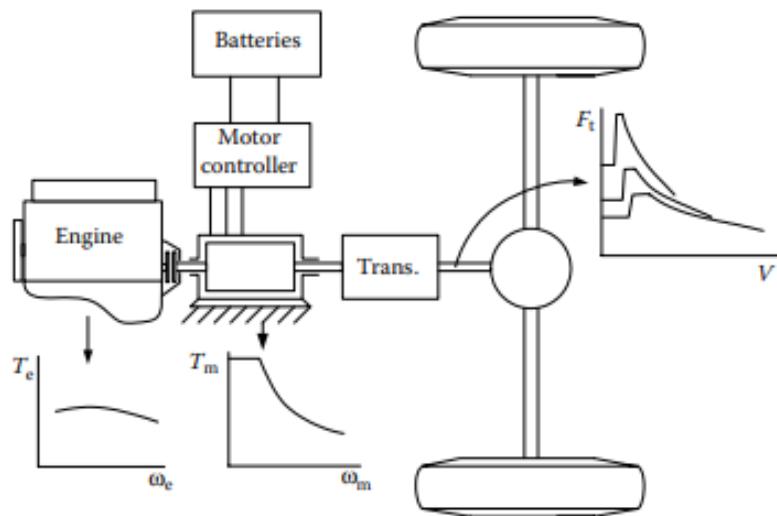
Hình 2.32. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai song song



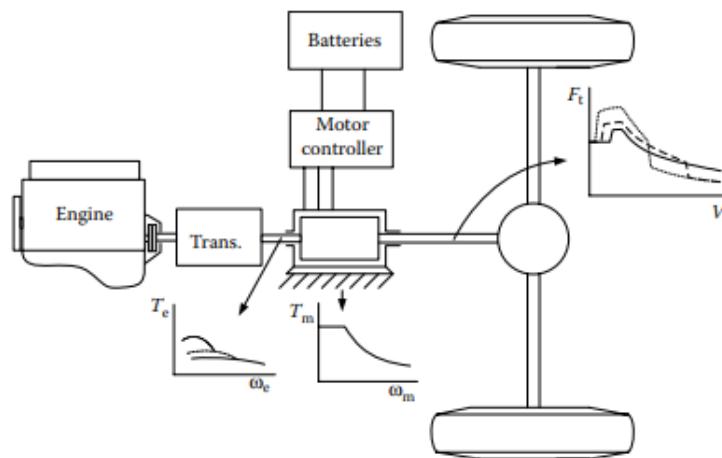
Hình 2.33. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai song song sử dụng bộ kết nối mô-men sau hộp số



Hình 2.34. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai song song sử dụng bộ kết nối mô men trước hộp số



Hình 2.35. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai song song sử dụng hộp phân phối trước hộp số



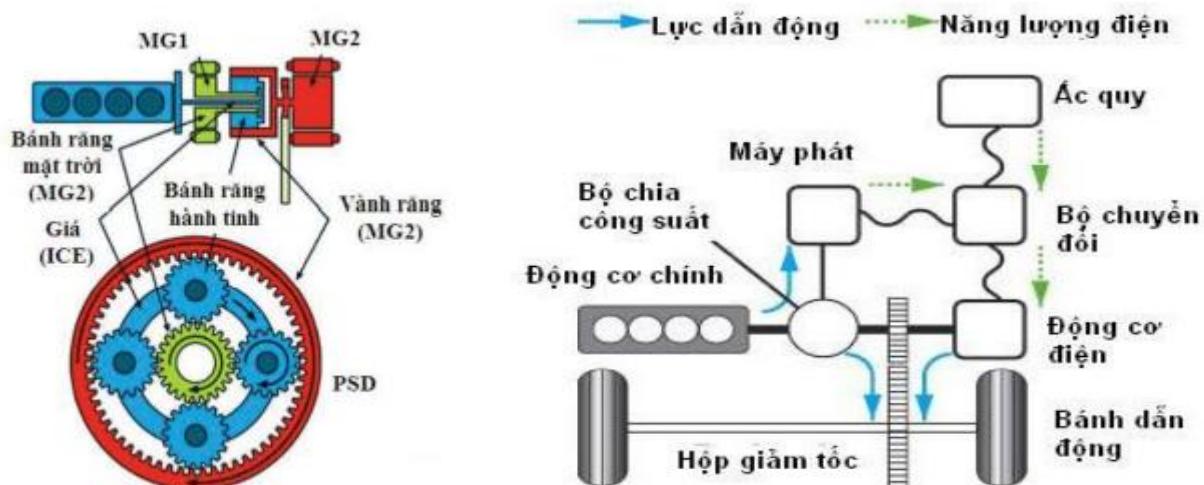
Hình 2.36. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai song song sử dụng hộp phân phối

2.2.3. Ô tô lai hỗn hợp

Bộ chia công suất trong hệ thống đảm nhiệm việc phân phối công suất từ động cơ chính và mô tơ điện theo các tỷ lệ khác nhau đến bánh xe chủ động. Các dòng xe hybrid sử dụng hệ thống này là Prius, RX400h ...

MG2 (mô tơ điện) phối hợp với động cơ đốt trong dẫn động các bánh xe chủ động phát điện nạp lại cho ắc quy trong quá trình phanh tái sinh

MG1 được lai từ động cơ nạp điện cho ắc quy cao áp

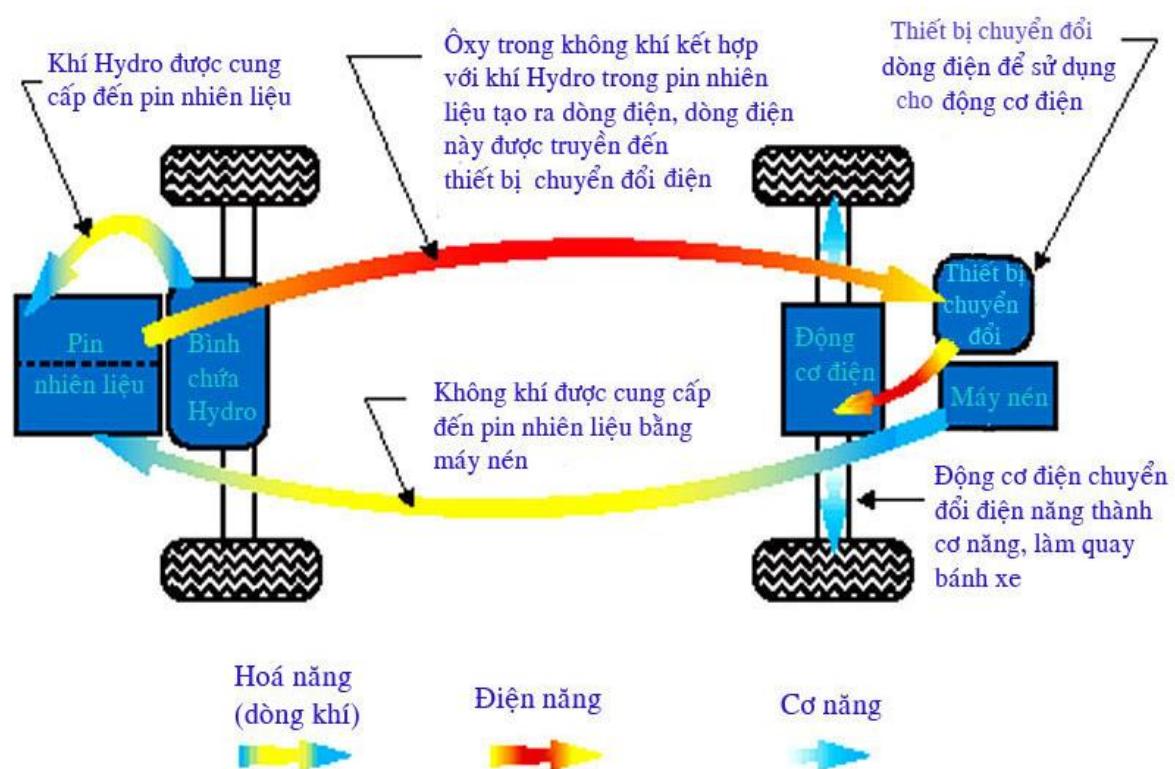


Hình 2.37. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai hỗn hợp

2.2.4. Ô tô Pin nhiên liệu

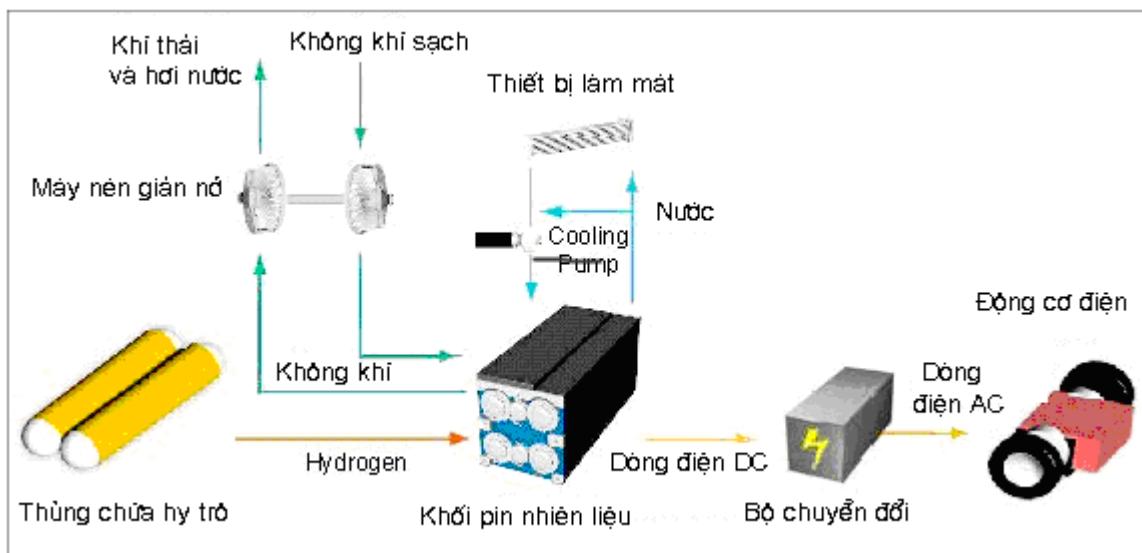
a. Sơ đồ nguyên lý của ô tô sử dụng pin nhiên liệu

Trên sơ đồ này đã thể hiện rất rõ nguyên lý hoạt động của xe chạy bằng pin nhiên liệu (FCV-Fuel Cell Vehicle). Tại đây sẽ xảy ra quá trình phản ứng hóa học tách rời nguyên tử hydro và chuyển hóa thành dòng điện. Nguồn điện này được thiết bị chuyển đổi điện cho động cơ điện hoạt động làm quay bánh xe. Do đó xe chuyển động được



Hình 2.38. Sơ đồ nguyên lý của ô tô sử dụng pin nhiên liệu

b. Các bộ phận chính của pin nhiên liệu trên ô tô

**Hình 2.39. Sơ đồ hệ thống pin nhiên liệu trên ô tô**

Hệ thống pin nhiên liệu trên ô tô bao gồm các bộ phận chính sau:

* Bình chứa Hydro (Hydrogen Tank)



Có nhiều cách khác nhau để tích trữ hydro tinh khiết trên ô tô. Về phương diện kỹ thuật, có thể chọn một trong hai loại phổ biến nhất đó là bình tích trữ khí hydro được nén áp suất cao hoặc bình được cách ly tốt dùng cho hydro lỏng.

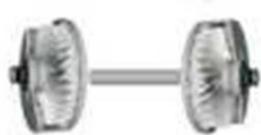
Có phương pháp khác để trữ hydrô là bình chứa loại ống nano hoặc hydrua kim loại. Tuy nhiên, hai loại này vẫn chưa được sản xuất hàng loạt cho thị trường và vẫn còn trong giai đoạn nghiên cứu. Do đó, hiện nay phổ biến nhất để giải quyết vấn đề tích trữ hydrô trên ôtô là bình chứa hydrô lỏng hoặc bình chứa khí hydro.

* Khối pin nhiên liệu (Fuel Cell Stack)



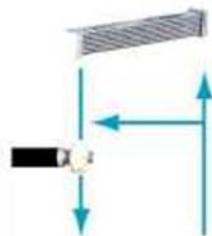
Khối pin nhiên liệu là bộ chính của hệ thống pin nhiên liệu. Nó thực hiện chức năng chuyển hóa năng lượng hóa học của hydro thành năng lượng điện nhờ các hệ thống phụ trợ khác. Nó cần hydro từ bình chứa cung cấp cho khối pin nhiên liệu. Có hệ thống điều khiển dòng hydro vào khối pin nhiên liệu tuỳ thuộc vào công suất cần thiết cho ôtô

* Máy nén khí (Compressor):



Máy nén khí cung cấp đủ lượng khí ôxy cho pin nhiên liệu phản ứng. Vì lượng không khí bên ngoài cần thiết được bơm vào cùng với lượng không khí của pin nhiên liệu. áp suất mà máy nén cung cấp cho pin nhiên liệu lớn hơn bình thường khoảng vài bar

* Máy làm lạnh (Cooler):



Mặc dù pin nhiên liệu có hiệu suất rất cao trong quá trình chuyển hóa năng lượng, lượng nhiệt sinh ra cần phải cần phải được khắc phục để tránh gây hiện tượng quá nhiệt cho các thiết bị. Do đó cần phải lắp thêm máy làm lạnh vào hệ thống.

* Máy đổi điện (Inverter):



Máy đổi điện chuyển dòng điện một chiều sinh ra từ hệ thống pin nhiên liệu thành dòng điện xoay chiều cung cấp cho motor điện hoạt động

* Động cơ điện (Electrical Traction Engine):



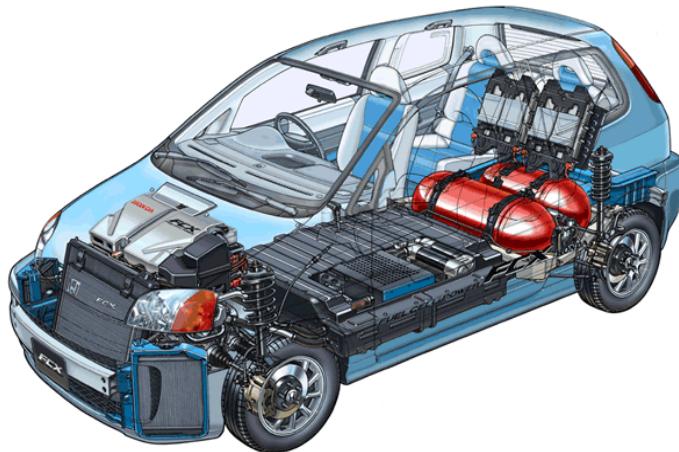
Có nhiều loại động cơ điện khác nhau ứng dụng trên ôtô chạy bằng pin nhiên liệu. Tuy nhiên, các loại động cơ điện này phần lớn là giống với động cơ trên các xe chạy bằng điện

c. Giới thiệu một số ô tô sử dụng pin nhiên liệu

Với những tính năng nổi bật của Fuel Cell, ngày nay các nhà sản xuất ôtô hàng đầu đã và đang ra đời những dòng xe FCV. Sau đây giới thiệu một số sản phẩm của các nhà sản xuất ôtô nổi tiếng trên thế giới.

* Honda Motor

Hãng Honda cho ra đời mẫu xe Honda FCX, được tổ chức Bảo vệ môi trường và bộ Tài nguyên không khí California chứng nhận là chiếc xe hơi đầu tiên thân thiện với môi trường.



Hình 2.40. Chiếc xe chạy pin nhiên liệu đầu tiên của Honda Motor

Vào ngày 25/09/2006 Honda Motor đã giới thiệu chiếc xe chạy pin nhiên liệu thế hệ mới, FCX Concept. Chiếc xe FCX Concept có những điểm nổi bật: khôi pin nhiên liệu hiệu suất cao (Honda FC Stack), sàn xe thấp, đầu thân xe ngắn.... mang lại sự thoải mái khi ngồi trong cabin và quan trọng nhất đó là không gây ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên sự phát triển dòng xe này trong tương lai 2008 chỉ giới hạn ở Nhật và Mỹ.



Hình 2.41. Ô tô FCX Concept chạy bằng pin nhiên liệu mới nhất của hãng Honda Motor

Hai mục tiêu chính của nhà sản xuất ôtô Honda là tính bảo vệ môi trường và hiệu suất. Vì vậy FCX Concept được trang bị khôi pin nhiên liệu hiệu suất cao với kích nhỏ gọn và vì vậy mà không gian bên trong xe rộng rãi và thoải mái hơn...Đây là điều mà các dòng xe FCV trước đây của Honda Motor rất khó đạt được. Loại pin

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai *Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT*
nhiên liệu mới mà ứng dụng trên FCX Concept nhỏ hơn 20% và nhẹ hơn 30% so với
khối pin FCX FC Stack hiện nay, tuy nhiên công suất của nó lớn hơn 14 kW. Và
chiếc xe FCX Concept đạt hiệu suất rất cao khoảng 60%, gấp 3 lần xe chạy động cơ
xăng, gấp 2 lần xe hybrid và cao hơn 10% xe FCX hiện tại.

* Ford Motor

Hãng xe Ford cũng đang bắt đầu nghiên cứu phát triển xe chạy bằng pin nhiên
liệu để có thể tham gia vào thị trường xe hơi trong tương lai vốn hiện tại đã rất phong
phù và đa dạng.

Chiếc xe FCV đầu tiên mà Ford cho chạy thử nghiệm là chiếc xe Ford Focus
P2000. Chiếc xe này cần đến 30 phút để khởi động, thậm chí khả năng tăng tốc cũng
rất chậm. Tuy nhiên giờ đây Ford đã khắc phục được vấn đề này khi sử dụng pin
nhiên liệu Ballard Mark serie 902 và bình đựng khí hydro nén áp suất 5.000 psi của
Dynatek.



Hình 2.42. Xe chạy bằng pin nhiên liệu Ford Focus của hãng Ford

Chiếc xe Focus FCV của hãng trông giống như các xe Focus khác, kể cả phần
điều khiển bằng điện. Đây là xe thân thiện với môi trường mà Ford chế tạo công phu,

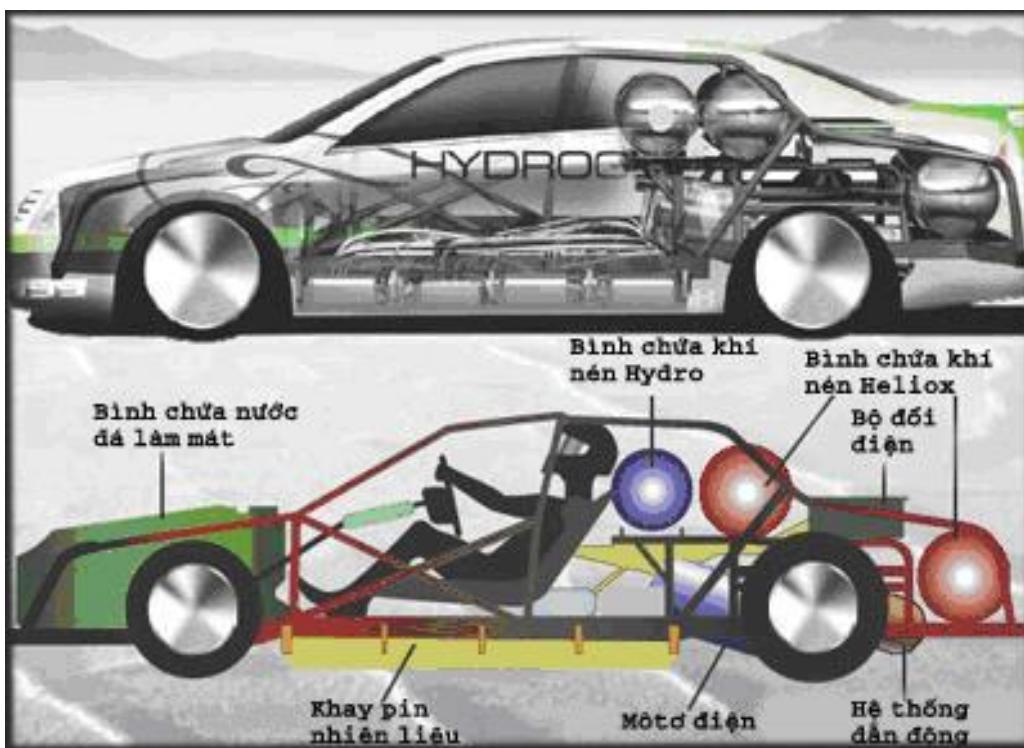
Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT
tinh vi và phức tạp nhất. Vừa qua Ford đã chuyển giao 5 xe này cho chính phủ Canada, trong khi 25 chiếc khác sẽ đưa đi thử nghiệm thực tế tại Mỹ và Đức.

Và cũng chính hãng Ford cho ra đời chiếc xe đua đầu tiên chạy bằng pin nhiên liệu mang tên Fusion Hydrogen 999 có thể đạt tốc độ tối đa 350 km/h. Đây là sản phẩm của sự hợp tác giữa Ford và trung tâm nghiên cứu về ô tô của trường Đại học ở bang Ohio, Mỹ (OSU Car) với nhà sản xuất pin nhiên liệu hàng đầu thế giới Ballard Power Systems cùng với đội đua Roush.



Hình 2.43. Chiếc xe Fusion Hydrogen 999 của Ford Motor

Fusion Hydrogen 999 được thiết kế với công suất pin nhiên liệu lên đến 350 kW, đồng thời có một bộ đổi điện dòng điện một chiều sinh ra từ hệ thống pin nhiên liệu thành dòng điện xoay chiều để cung cấp cho motor điện. Sức mạnh xe này có tốc độ cao là vì motor điện có thể cung cấp công suất lên đến 575 kW (công suất gấp 2 lần công suất của động cơ Diesel lắp trên các xe đầu kéo)



Hình 2.44. Sơ đồ bố trí các hệ thống trên xe Fusion Hydrogen 999

* General Motor

Bên cạnh đó thì General Motor (GM) cũng vừa chuyển giao mẫu xe tải đầu tiên sử dụng pin nhiên liệu cho quân đội Mỹ để đem kiểm nghiệm thực tế. Chiếc xe Chevrolet Silverado sử dụng 2 pin nhiên liệu công suất 94 kW tạo ra công suất tổng là 188kW (252 HP) và Moment xoắn là 429 N.m, tương đương với động cơ Vortec V8 5,3 lít của GM.

Hiện tại chiếc xe này đạt tốc độ 201 km/h, với lượng khí hydro được chứa trong 3 bình đựng công suất nén lên đến 10.000 psi. Trọng lượng xe là 3,4 tấn khả năng tăng tốc của xe Chevrolet Silverado FCV tương đương với các xe Chevrolet Silverado khác, nhưng nó không thải ra chất gây ô nhiễm môi trường. Đây là điều rất đặc biệt đối với xe tải.



Hình 2.45. Chiếc xe Chevrolet Silverado FCV của GM

Ngày nay, việc ứng dụng pin nhiên liệu trên các phương giao thông công cộng đã góp phần đáng kể vào việc giữ gìn môi trường trong sạch ở các thành phố lớn. Chính vì vậy, ở các nước phát triển hiện nay đã đưa xe buýt chạy bằng pin nhiên liệu vào hoạt động giao thông công cộng như ở Madrid (Tây Ban Nha), London (Anh), Munich (Đức), New York (Mỹ)....



Hình 2.46. Xe buýt Mercedes-Benz Citaro

Tuỳ thuộc vào điều kiện vận hành, với chiều dài tối đa 12m, chiếc xe bus Mercedes-Benz Citaro chạy bằng pin nhiên liệu có thể vận hành trên quãng đường dài 300 km, tốc độ tối đa 80 Km/h. Có thể phục vụ cho 70 hành khách, xe bus Citaro với 3 cửa giúp hành khách có thể di chuyển lên xuống dễ dàng. Pin nhiên liệu Ballard lắp trên xe có công suất hơn 250kW, bình chứa khí hydro nén với áp suất 350 bar.

2.2.5. So sánh ôtô hybrid với ôtô truyền thống

So với ôtô truyền thống, ôtô hybrid có những ưu điểm và nhược điểm sau đây:

Ưu điểm:

- Ôtô hybrid tiết kiệm nhiên liệu hơn và phát thải ít hơn do ôtô hybrid được phát triển chủ yếu do áp lực của vấn đề tiết kiệm nhiên liệu và giảm mức độ phát thải. Để có được ưu điểm này trên xe Hybrid có một số đặc điểm sau:

- + ĐCĐT của ôtô hybrid nhỏ hơn nên tổn thất năng lượng ít hơn;
- + Ở kiểu nối tiếp S-HEV và kiểu hỗn hợp SP-HEV, tốc độ quay của ĐCĐT có thể độc lập hoàn toàn đối với vận tốc của ôtô nên ĐCĐT được cho làm việc ở những chế độ tối ưu về phương diện tiết kiệm nhiên liệu hoặc phát thải;
- + Tái sử dụng động năng của ôtô trong quá trình phanh và xuống dốc; Cho phép ĐCĐT không hoạt động ở các chế độ đặc biệt như: chờ trước đèn đỏ, chạy không tải, xuống dốc...

- Hầu hết ôtô hybrid hiện nay được trang bị AQ loại Nickel - Metal Hydride hoặc Lithium Ion. Cả hai loại này được đánh giá là thân thiện với môi trường hơn so với AQ loại axit - chì và Nickel - Cadmium

Nhược điểm:

- Hầu hết các mẫu ôtô hybrid hiện nay có giá bán cao hơn ôtô truyền thống: Để đảm bảo tính năng kỹ thuật cần thiết, kích thước nhỏ gọn và tuổi thọ hợp lý, các thiết bị điện (ĐCĐT, MF, AQ, v.v.) trang bị cho ôtô hybrid thường là loại cao cấp với giá thành cao hơn. Một số vấn đề khác liên quan đến ôtô hybrid cũng đã được đề cập đến như sau: (1)Vật liệu chế tạo: Công nghiệp chế tạo các loại thiết bị điện cao

cấp trang bị cho ô tô hybrid tiêu thụ một lượng lớn vật liệu đặc biệt được chế biến từ đất hiếm. Cho đến nay, trên 90 % lượng đất hiếm được sử dụng trên toàn thế giới do Trung Quốc cung cấp; (2) Vấn đề tuổi thọ của hệ động lực: Hầu hết ô tô hybrid hiện nay đều được thiết kế để ĐCĐT không hoạt động ở một số chế độ đặc biệt như: chờ trước đèn đỏ, phanh, xuống dốc hoặc chạy ở tốc độ thấp. Như vậy, trong quá trình vận hành, ĐCĐT ở ô tô hybrid sẽ được tắt và khởi động lại nhiều lần hơn so với ô tô truyền thống. Đặc điểm này có thể làm giảm tuổi thọ của ĐCĐT do chất lượng bôi trơn thường rất thấp và chế độ nhiệt thường không tối ưu ở giai đoạn ngay sau khởi động;

- Vấn đề an toàn giao thông: Trong báo cáo năm 2009 của National Highway Traffic Safety Administration (USA) có nhận định rằng: trong một số hoàn cảnh, ô tô hybrid có xu hướng gây tai nạn giao thông cho người đi bộ và đi xe đạp nhiều hơn so với ô tô truyền thống. Ô tô hybrid va chạm với người đi bộ và đi xe đạp nhiều hơn khi rẽ ở các góc phố. Báo cáo cũng chỉ ra rằng không có sự khác nhau về tai nạn giao thông khi ô tô chạy trên các đường lớn.

CHƯƠNG 3. CÁC BỘ PHẬN CHÍNH TRÊN Ô TÔ ĐIỆN VÀ Ô TÔ LAI

3.1. Động cơ trên ô tô điện và ô tô lai

3.1.1. *Động cơ đốt trong*

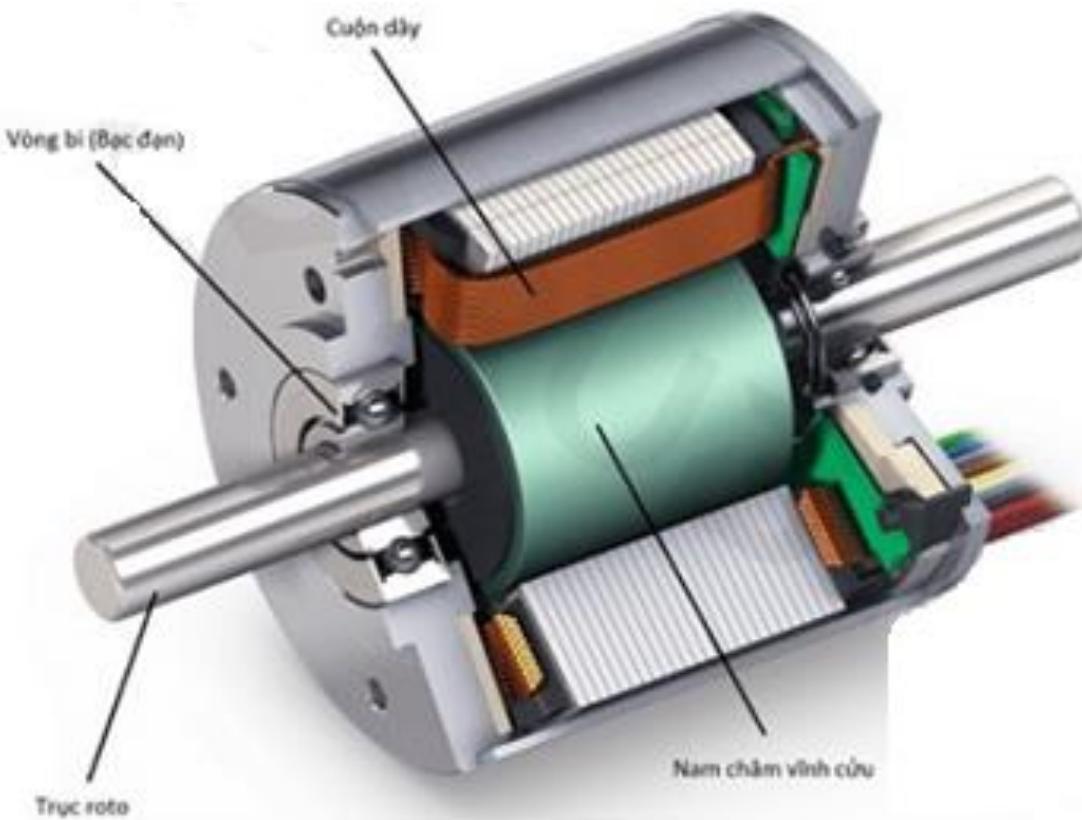
Động cơ đốt trong hiện nay có thể đạt hiệu suất đến 50% so với các loại động cơ khác thì nó tương đối nổi bật, cùng với điều kiện vận hành, khởi động và bảo dưỡng sửa chữa khá đơn giản. Tuy nhiên động cơ đốt trong có khá nhiều nhược điểm cụ thể như : Không phát ra mô men lớn tại tốc độ vòng quay nhỏ nên không khởi động được khi có tải ; khả năng quá tải kém ; công suất cực đại không cao; nhiên liệu đắt và đang dần cạn kiệt và đặc biệt là khí thải gây ô nhiễm môi trường và ồn

3.1.2. *Động cơ điện*

Động cơ điện có khả năng đáp ứng momen xoắn chính xác và nhanh gấp khoảng 100 lần so với động cơ đốt trong. Ngoài ra, *động cơ ô tô điện* có thể tính toán chính xác momen điện từ của động cơ bằng cách đo các thông số về dòng điện và điện áp của động cơ, giúp việc tính toán và điều khiển chính xác lực tác động giữa mặt đường và bánh xe trở nên dễ dàng. Hiện nay, hầu hết các xe ô tô điện đều được trang bị một hoặc nhiều mô tơ điện. Để truyền năng lượng cho mô tơ xe ô tô điện, những chiếc xe này sử dụng một bộ nguồn ắc quy kéo và được cắm ở các trạm sạc hoặc điện lưới.

3.1.2.1. *Động cơ một chiều (DC Motor)*

Động cơ một chiều là loại động cơ hoạt động với dòng điện một chiều. Động cơ một chiều là sự lựa chọn hàng đầu cho những ứng dụng cần điều khiển tốc độ, mômen khi công nghệ bán dẫn và kỹ thuật điều khiển chưa phát triển.



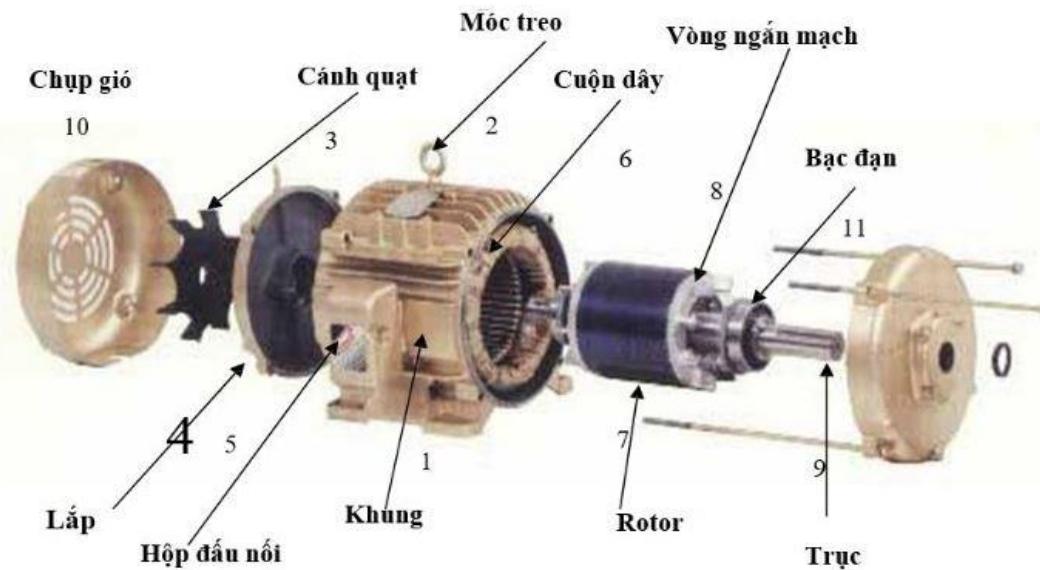
Hình 3.1. Kết cấu động cơ 1 chiều DC

Ưu điểm: Dễ dàng điều khiển tốc độ và mô men.

Nhược điểm: động cơ một chiều cần chổi than và bộ vòng góp không phù hợp với điều kiện nóng ẩm, bụi bẩn dẫn tới tuổi thọ thấp, bảo trì bảo dưỡng thường xuyên.

3.1.2.2. Động cơ IM không đồng bộ (Induction Motor)

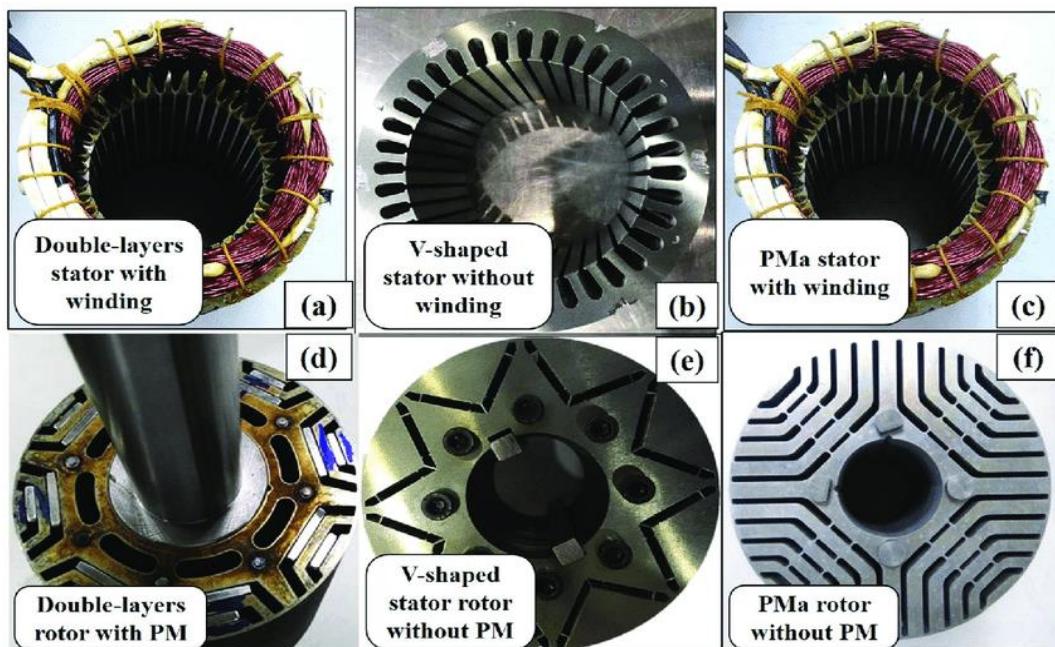
Động cơ IM hoạt động với tốc độ quay của **Rotor** chậm hơn so với tốc độ quay của **tử trường Stator**. Với ưu điểm giá thành thấp, thông dụng, dễ chế tạo, động cơ IM hoàn toàn có thể thực hiện các thuật toán điều khiển vector tiên tiến cho động cơ xe ô tô điện. Động cơ IM đạt hiệu suất cao khi được sử dụng cho xe chạy thường xuyên trên những địa hình cho phép tốc độ cao. Hiệu suất cũng như quãng đường đi được sẽ không tối ưu, nếu sử dụng động cơ IM cho những quãng đường nhỏ, hay dừng đỗ như nước ta.



Hình 3.2. Kết cấu động cơ không đồng bộ

3.1.2.3. Động cơ SynRM từ trễ đồng bộ (Synchronous Reluctance Motor)

Với dây quấn và lõi sắt từ, động cơ từ trễ đồng bộ SynRM có cấu trúc stator giống động cơ xoay chiều thông thường. Từ trễ dọc trực và từ trễ ngang trực trên động cơ hoạt động khác nhau, sinh ra mô men từ trễ làm động cơ quay.



Hình 3.3. Kết cấu động cơ đồng bộ

3.1.2.4. Động cơ SRM từ trớ thay đổi (Switched Reluctance Motor)

Động cơ SRM có cấu tạo rất đặc biệt. Trong khi, rotor là một khối sắt, không có dây quấn hay nam châm, trên stator có dây quấn tương tự như dây quấn kích từ của động cơ một chiều. Điều này khiến động cơ SRM rất bền vững về cơ khí, thiết kế ở dải tốc độ có thể lên tới hàng chục nghìn vòng/phút.

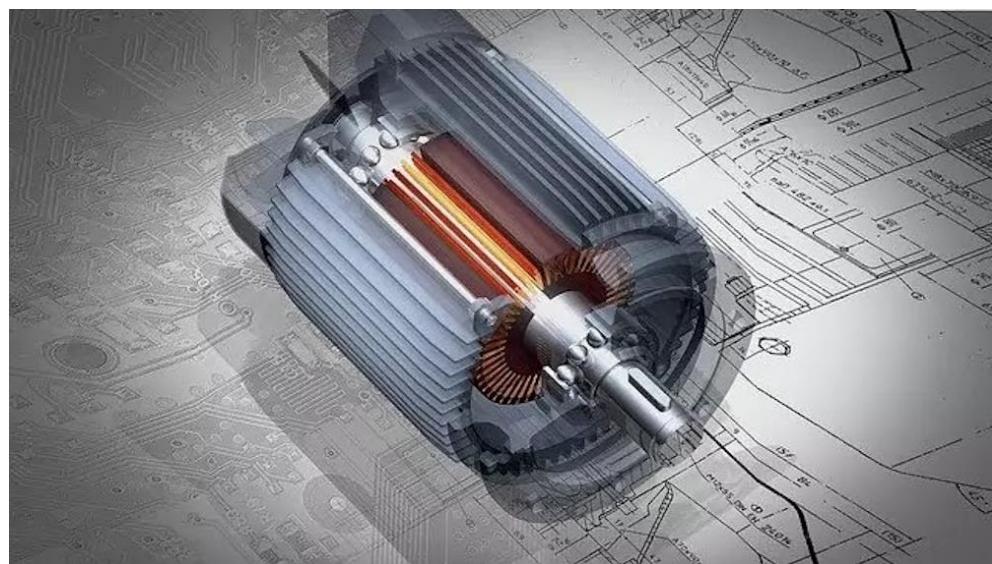
Tuy nguyên lý vận hành đơn giản, nhưng nhược điểm của động cơ điện này là động cơ có tính phi tuyến cao, gây khó khăn cho việc điều khiển. Mặt khác, thiết kế động cơ lại khó điều khiển với xe ô tô điện chất lượng cao.



Hình 3.4. Động cơ SRM

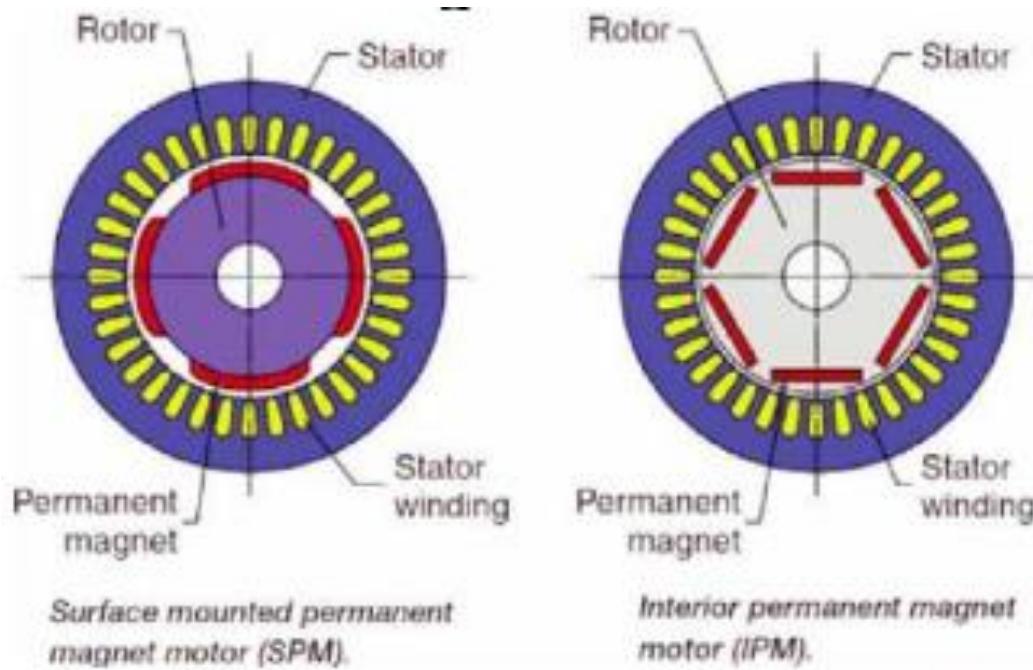
Động cơ BLDC motor - động cơ một chiều không chổi than (Brushless DC motor)

Động cơ BLDC là một loại động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu, có mật độ công suất, khả năng sinh mômen cao và hiệu suất cao. Nhược điểm của động cơ này là có nháy nhô mômen lớn, xuất hiện 6 xung mômen trong 1 chu kì.



Hình 3.5. Động cơ ô tô điện BLDC

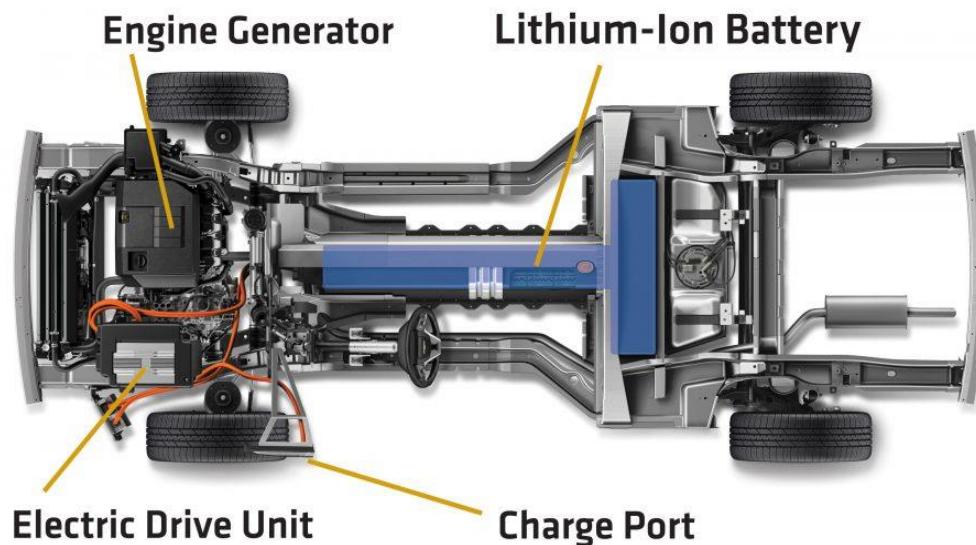
3.1.2.5. Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu (IBM - Interior Permanent Magnet Motor, SPM – Surface mounted permanent magnet motor)



Hình 3.6. Động cơ IPM và SPM

- SPM – Động cơ nam châm vĩnh cửu thông thường có nam châm được gắn trên bề mặt roto có đặc tính điều khiển rất tốt
- IPM - Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu được gắn chìm bên trong roto dẫn tới sự khác biệt giữa điện cảm ứng trực và điện cảm ứng ngang trực từ đó có khả năng sinh

mômen từ trở rất cao cộng thêm mômen vốn có do nam châm sinh ra. Cấu tạo vượt trội của động cơ IPM có khả năng giảm từ thông mạnh, cho phép nâng cao vùng điều chỉnh tốc độ, làm việc tốt. Đây là động cơ có những ưu thế gần như tuyệt đối trong ứng dụng cho xe ô tô điện, trong đó có ô tô điện VinFast VF e34.



Hình 3.7. Động cơ xe ô tô điện được sử dụng phổ biến hiện nay

VinFast VFe34 trang bị động cơ điện nam châm vĩnh cửu ưu việt; khối động cơ điện nam châm vĩnh cửu có công suất tối đa 110 kW, momen xoắn cực đại 242 Nm, đi kèm hệ thống treo trước MacPherson, hệ thống treo sau dạng thanh xoắn, giúp khả năng vận hành của xe mạnh mẽ, tiết kiệm nhiên liệu, thân thiện với môi trường. Mô tơ xe ô tô điện VinFast VF e34 được đặt ở phía trước nên dẫn động cầu trước. Bên cạnh đó, xe chỉ dùng hộp số một cấp mà không cần tới nhiều cấp số do khả năng thay đổi tốc độ của động cơ điện là liên tục và tức thời.



Hình 3.8. VinFast VF e34 trang bị động cơ điện nam châm vĩnh cửu

Ngoài ra, việc trang bị động cơ điện nam châm vĩnh cửu giúp thiết kế phần đầu xe của VinFast VF e34 không có lưới tản nhiệt do cơ chế tản nhiệt của động cơ điện không cần lưới lấy gió như động cơ đốt trong dẫn đến đầu xe thiết kế khá kín đáo.

Hiện nay, VinFast VF e34 sử dụng loại pin Lithium-ion giúp chiếc xe điện đầu tiên của thương hiệu Việt có thể đi quãng đường dài đến 180 km với chế độ sạc nhanh 15 phút. Sau mỗi lần sạc đầy có thể di chuyển khoảng 300 km. Đáng chú ý, pin lithium-ion của xe điện VF e34 được quản lý thông qua ứng dụng thông minh của xe, cho phép người sử dụng theo dõi hiện trạng pin và phát cảnh báo khi pin gấp vấn đề.

3.2. Bộ chuyển đổi DC-DC trên xe điện

Hiện nay trên các dòng xe điện luôn có những bộ chuyển đổi nguồn điện từ ác-quy thành những nguồn khác để phù hợp với mục đích sử dụng của các thiết bị trên xe. Trong đó có bộ chuyển đổi DC-DC là một hệ thống (thiết bị) điện dùng để chuyển đổi các nguồn dòng điện một chiều (DC) từ mức điện áp này sang mức điện áp khác. Nói cách khác, bộ chuyển đổi DC-DC lấy đầu vào là điện áp đầu vào DC và đầu ra là điện áp DC khác.

Điện áp DC đầu ra có thể cao hơn hoặc thấp hơn điện áp DC đầu vào. Như tên gọi của nó, bộ chuyển đổi DC-DC chỉ hoạt động với nguồn dòng điện một chiều (DC) và không hoạt động với nguồn dòng điện xoay chiều (AC).

Bộ chuyển đổi DC-DC là bộ chuyển đổi nguồn giúp chuyển đổi nguồn dòng điện một chiều (DC) từ mức điện áp này sang mức điện áp khác, bằng cách lưu trữ tạm thời năng lượng đầu vào và sau đó giải phóng năng lượng đó cho đầu ra ở một điện áp khác. Nó là một loại bộ chuyển đổi năng lượng điện. Mức công suất từ rất thấp (pin nhỏ) đến rất cao (truyền tải điện cao áp).

Việc lưu trữ năng lượng điện có thể được thực hiện trong các thành phần lưu trữ từ trường (cuộn cảm, máy biến áp) hoặc các thành phần lưu trữ điện trường (tụ điện).

Việc đẩy mật độ công suất lên cao hơn và nhu cầu về hiệu suất cao hơn khiến bộ chuyển đổi DC-DC mô-đun trở thành một môi trường đòi hỏi khắt khe đối với các IC nguồn, khiến các nhà thiết kế phải đặt ra các tiêu chuẩn mới về khả năng chịu nhiệt và hiệu suất thể tích.

Với các thành phần nguồn/năng lượng có trong các gói gắn kết bề mặt nhỏ hơn và nhỏ hơn, điều quan trọng là phải giảm bớt nhu cầu tản nhiệt của các thành phần này. Đối với các bộ phận/chi tiết điện tử có kích thước nhỏ, việc đảm bảo diện tích bề mặt tiếp xúc với không khí trở nên khó khăn hơn để đạt được hiệu quả tản nhiệt.



Hình 3.9. Bộ chuyển đổi DC-DC

Đặc biệt, quản lý nhiệt rất quan trọng trong việc phát triển xe hybrid và xe điện vì chúng chứa nhiều mô-đun năng lượng mật độ cao. Trong quá trình hoạt động, các thiết bị điện tử công suất EV tạo ra một lượng nhiệt lớn (hàng trăm watt trên mỗi khuông), dẫn đến thông lượng nhiệt lớn ở cấp khuôn và gói. Hơn nữa, nhiệt độ dưới mui xe có thể lên tới trên 150 °C, tùy thuộc vào điều kiện hoạt động.

Có nhiều loại bộ chuyển đổi DC-DC. Dạng đơn giản nhất của bộ biến đổi DC-DC là bộ biến đổi tuyến tính, còn được gọi là bộ điều chỉnh điện áp tuyến tính .



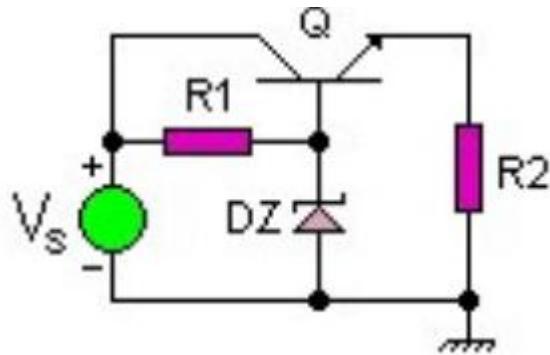
Hình 3.10. Bộ điều chỉnh điện áp tuyến tính

Bộ điều chỉnh điện áp tuyến tính chỉ có thể hoạt động như một bộ chuyển đổi DC-DC buck, có nghĩa là điều đó sẽ chỉ làm giảm mức điện áp cao hơn. Là một bộ điều chỉnh, nó cũng đảm bảo rằng điện áp đầu ra được duy trì ở một giá trị cụ thể, ngay cả khi tải đầu ra có thể thay đổi.

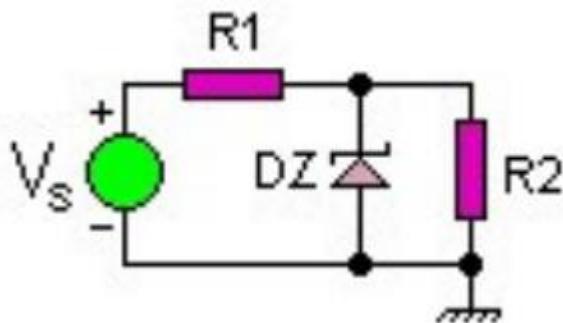
Trước khi có các bộ chuyển đổi DC-DC chuyển mạch, các bộ chuyển đổi tuyến tính thường được sử dụng. Bộ điều chỉnh điện áp tuyến tính (bộ chuyển đổi DC-DC) có hai cấu trúc liên kết chính: bộ điều chỉnh điện áp shunt và bộ điều chỉnh điện áp nối tiếp.

Trong loại bộ điều chỉnh điện áp này, các bóng bán dẫn được vận hành trong vùng hoạt động như các nguồn dòng phụ thuộc với điện áp giảm tương đối cao ở

dòng cao, tiêu tán một lượng lớn công suất. Do công suất tiêu tán cao, hiệu suất của bộ điều chỉnh điện áp tuyến tính thường thấp. Bộ điều chỉnh tuyến tính có xu hướng nặng và lớn, nhưng có ưu điểm là độ ồn thấp và thích hợp cho các ứng dụng âm thanh.



Hình 3.11. Bộ điều chỉnh điện áp nối tiếp



Hình 3.12. Bộ điều chỉnh điện áp shunt đơn giản

Bộ điều chỉnh điện áp shunt đơn giản, được gọi đơn giản là bộ điều chỉnh shunt, là một loại bộ điều chỉnh điện áp trong đó thành phần điều chỉnh ngắt dòng điện xuông mass. Bộ điều chỉnh shunt hoạt động bằng cách giữ một điện áp không đổi trên các thiết bị đầu cuối của nó và nó chiếm dòng điện phụ để duy trì điện áp trên tải điện. Một trong những phần tử phổ biến nhất của bộ điều chỉnh shunt chứa mạch diode Zener, trong đó diode Zener có vai trò là phần tử shunt.

Bộ điều chỉnh điện áp nối tiếp, còn được gọi là bộ điều chỉnh dòng nối tiếp, là cách tiếp cận phổ biến nhất để cung cấp điều chỉnh điện áp cuối cùng trong nguồn

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai *Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT*
điện được điều chỉnh tuyến tính. Bộ điều chỉnh tuyến tính loạt được đặc trưng bởi mức hiệu suất cao đối với điện áp đầu ra về độ gợn sóng và nhiễu thấp.

Trong chuyển đổi bộ chuyển đổi DC-DC, các bóng bán dẫn hoạt động như công tắc, có nghĩa là chúng tiêu hao ít năng lượng hơn bóng bán dẫn hoạt động như nguồn dòng phụ thuộc. Điện áp rơi trên các bóng bán dẫn là rất thấp khi chúng dẫn dòng điện cao và các bóng bán dẫn dẫn dòng điện gần như bằng không khi điện áp rơi trên chúng cao. Do đó, tổn thất dẫn thấp và hiệu suất của bộ chuyển đổi chế độ cao, thường trên 80% hoặc 90%. Tuy nhiên, tổn thất chuyển mạch làm giảm hiệu quả ở tần số cao, tần số chuyển mạch càng cao thì tổn thất công suất càng cao.

3.3. Cổng sạc ô tô điện

Hiện tại, ô tô điện có 3 cấp độ (level) sạc, được phân loại dựa trên tốc độ sạc chậm, trung bình và nhanh. Tùy cấp độ sạc, hãng sản xuất và thị trường mà xe điện sử dụng chuẩn kết nối khác nhau.

Cụ thể, cấp độ 1 với tốc độ chậm nhất là hình thức sạc lấy điện trực tiếp từ ổ cắm điện 120 V, thông qua cáp sạc theo xe. Kiểu sạc này đơn giản và tiết kiệm chi phí nhưng có tốc độ chậm, cung cấp thêm cho xe khoảng 8-10 km cự ly vận hành với mỗi giờ sạc.

Ví dụ, một chiếc Nissan Leaf 2019 được trang bị gói pin 62 kWh, có cự ly vận hành 385 km sẽ cần khoảng 38 giờ để sạc đầy pin từ 0% lên 100%.

Cấp độ sạc 1 chủ yếu xuất hiện ở các quốc gia và khu vực sử dụng điện áp 110-120 V như Bắc Mỹ, Trung Mỹ, Nam Mỹ hay Nhật Bản.

Cấp độ sạc 2 sử dụng nguồn điện trên 200 V (220-240 V) – mức điện áp phổ biến ở châu Âu và nhiều nước châu Á, trong đó có Việt Nam.

Hình thức sạc này cần có trạm sạc – xuất hiện phổ biến tại các điểm sạc công cộng ở tòa nhà văn phòng, chung cư và bãi đỗ xe. Người dùng cũng có thể lắp đặt trạm sạc tại gia. Tùy từng mẫu xe và bộ sạc mà cấp độ sạc 2 cho xe thêm khoảng 20-100 km cự ly vận hành với mỗi giờ sạc.



Hình 3.13. Chuẩn kết nối Type 1 (J1772)

Ví dụ, một chiếc Hyundai Kona Electric 2018, sử dụng gói pin 64 kWh và có cự ly vận hành 415 km cần khoảng gần 10 giờ để sạc đầy pin từ 0% lên 100%.

Ở cấp độ sạc 2, đa phần ôtô điện bán tại thị trường Mỹ dùng chung chuẩn kết nối Type 1 (J1772), với 5 chân cắm. Chuẩn kết nối này chỉ hỗ trợ dòng điện một pha.

Trong khi đó, phần lớn ôtô điện bán tại châu Âu sử dụng chuẩn kết nối Type 2 (Mennekes), với 7 chân cắm. Chuẩn kết nối này hỗ trợ cả dòng điện một pha và ba pha.

Cấp độ sạc 3 có tốc độ nhanh nhất, sử dụng điện một chiều (DC) thay vì điện xoay chiều (AC), với điện áp 600-800 V. Với sạc cấp độ 3, xe điện sẽ có thêm khoảng 80-150 km cự ly vận hành mỗi giờ sạc, thậm chí đạt 80% dung lượng pin sau chưa đầy 23 phút ở điều kiện lý tưởng như trường hợp của Porsche Taycan.

Nếu như ở cấp độ sạc 2, hầu hết ôtô dùng chung chuẩn Type 1 hoặc Type 2 thì ở cấp độ sạc nhanh nhất, số lượng chuẩn kết nối đa dạng hơn.

Cụ thể, các hãng xe Nhật Bản như Nissan, Mitsubishi, Toyota hay Subaru trang bị chuẩn kết nối CHAdeMO trên các dòng ôtô điện.



Hình 3.14. Chuẩn kết nối CHAdeMO (bên trái) trên Nissan Leaf

Với các hãng như Mercedes-Benz, Volkswagen, Audi, Porsche, Ford hay BMW, ôtô điện có chuẩn kết nối CCS (Combined Charging System), bao gồm đầu cắm Type 1 hoặc Type 2 kết hợp cùng 2 chân cắm cho dòng điện một chiều để tăng tốc độ sạc.

Tesla sử dụng chuẩn kết nối riêng cho sạc cấp độ 3, có tên gọi Tesla Supercharger.

Trong khi đó, các hãng xe Trung Quốc như BAIC, Chery, Geely, Dongfeng hay SAIC sử dụng chuẩn kết nối GB/T.



Hình 3.15. Các loại chuẩn kết nối sạc phổ biến của ôtô điện.

Như vậy, với tốc độ sạc chậm và trung bình (cấp độ sạc 1 và 2), phần lớn ôtô điện sử dụng chung chuẩn kết nối sạc, phụ thuộc theo từng khu vực và quốc gia. Do vậy, việc tìm kiếm điểm sạc dễ dàng và thuận tiện hơn.

Tuy nhiên, với cấp độ sạc 3 cho trải nghiệm tiếp nhiên liệu gần với thói quen dùng xe xăng hoặc diesel nhất, người dùng cần lựa chọn mẫu xe có chuẩn kết nối phù hợp với chuẩn kết nối được hệ thống trạm sạc tại khu vực hay quốc gia họ sinh sống sử dụng phổ biến nhất.

3.4. Quản lý và điều khiển hệ thống năng lượng cho ôtô điện và ôtô lai.

Trong ôtô điện, vấn đề dự trữ và quản lý dòng năng lượng luôn là vấn đề phức tạp, gây hạn chế các tính năng của xe. Các nghiên cứu trên thế giới đặt ra mục tiêu đối với hệ thống nguồn là tăng khả năng lưu trữ năng lượng, giảm kích thước và trọng lượng đồng thời phải có sự linh hoạt trong khả năng quản lý, phân phối và điều khiển dòng năng lượng trong các chế độ hoạt động của xe.



Hình 3.16. Trụ sạc năng lượng cho ô tô điện

Trên thực tế, nguồn năng lượng là vấn đề được quan tâm hàng đầu, cũng là lĩnh vực được đầu tư lớn nhất trong những nghiên cứu về ô tô điện hiện nay. Trong bài báo này, trước tiên các tác giả sẽ trình bày về vai trò của hệ thống nguồn năng lượng, những vấn đề tồn tại và một số hướng nghiên cứu điển hình trên thế giới; tiếp đó, bài báo lân lượt giới thiệu một số loại nguồn được sử dụng cho ô tô điện.

3.4.1. *Tầm quan trọng*

Nguồn năng lượng được coi là vấn đề lớn nhất trong ô tô điện, nó được sự quan tâm đặc biệt của các nhà nghiên cứu trong cả giới hàn lâm và giới công nghiệp. Khi ô tô điện trở thành một sản phẩm thương mại thì những vấn đề liên quan đến nguồn năng lượng cũng là mối quan tâm hàng đầu của người tiêu dùng.

3.4.2. *Ứng dụng công nghệ nano giảm thời gian nạp acquy*

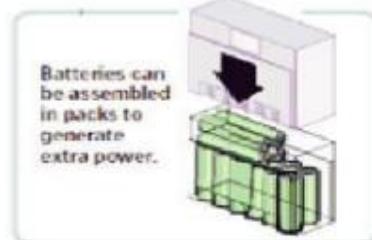
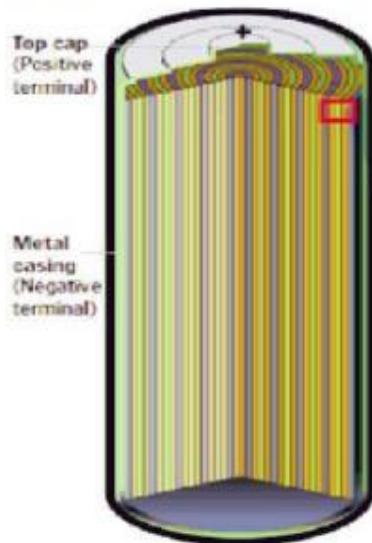
Thời gian nạp ác quy là một trong những mối quan tâm lớn nhất của cả nhà khoa học, nhà sản xuất và người sử dụng ô tô điện. Loại ác quy được sử dụng nhiều nhất cho ô tô điện hiện nay là ác quy Lithium (sẽ được đề cập tới ở phần sau), cùng loại với pin máy tính xách tay và điện thoại di động mà chúng ta hay sử dụng. Ta thấy rằng, thời gian để nạp đầy pin cho một chiếc điện thoại hay máy tính mất từ 30 phút tới hơn một tiếng đồng hồ. Với một chiếc ô tô điện, thời gian nạp trung bình 8

giờ, quá lâu khi so sánh với thời gian đó đầy một bình xăng vốn chỉ khoảng ba phút. Đây rõ ràng là một điểm yếu lớn của ô tô điện cần phải được khắc phục.

MIT researchers are developing a lithium-ion battery that can charge in seconds. The finding could lead to a new generation of batteries and storage power for everything from laptops to electric cars.

Lithium-ion battery

Batteries are composed of sheets of electrodes submerged in a liquid (electrolyte) that allows lithium ions to move from one electrode to the other.



SOURCE: MIT

1 DISCHARGE

Batteries generate electric current when lithium ions from the storage electrode (anode), float through the electrolyte and are chemically bound to the cathode.

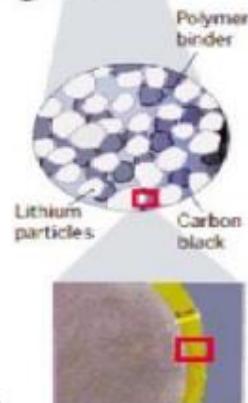
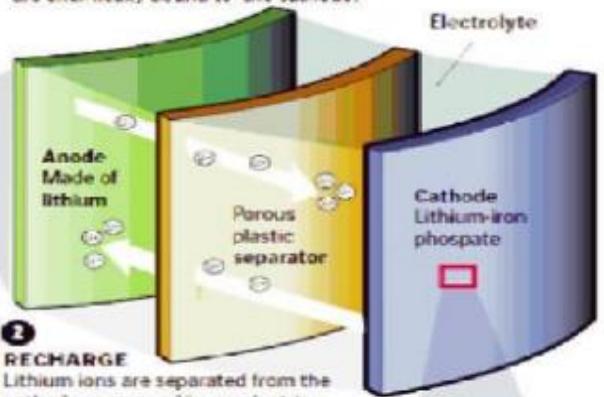
2 RECHARGE

Lithium ions are separated from the cathode compound by an electric charge and sent back to be trapped again in the anode.

3 SPEED

Speed at which battery can charge is limited by how fast the lithium ions can move through the electrodes. To increase this speed, scientists are building electrodes with nano-particle clumps and carbon additives.

To increase this speed even more, MIT researchers are covering the compound with a microscopic crystallized coating that greatly increases mobility of the lithium ions.



SOURCE: MIT PHOTOS: MITRELL CHAMBERS/THOMAS STRAIN

Hình 3.17. Công nghệ vật liệu nano làm giảm thời gian nạp ắc quy Lithium-ion (Nguồn: Boston.com).

Có nhiều nghiên cứu về bộ nạp và bản thân ắc quy nhằm giảm thời gian nạp, một trong những công trình gây tiếng vang lớn gần đây là nghiên cứu của các nhà khoa học tại Viện Công nghệ Massachusetts sử dụng công nghệ nano để cải tiến vật liệu chế tạo ắc quy Lithium. Công trình này, theo các tác giả, đã nâng mật độ công suất (nói cách khác là khả năng phóng – nạp) của ắc quy Lithium lên ngang bằng với siêu tụ điện

3.4.3. Công nghệ nạp điện không dây

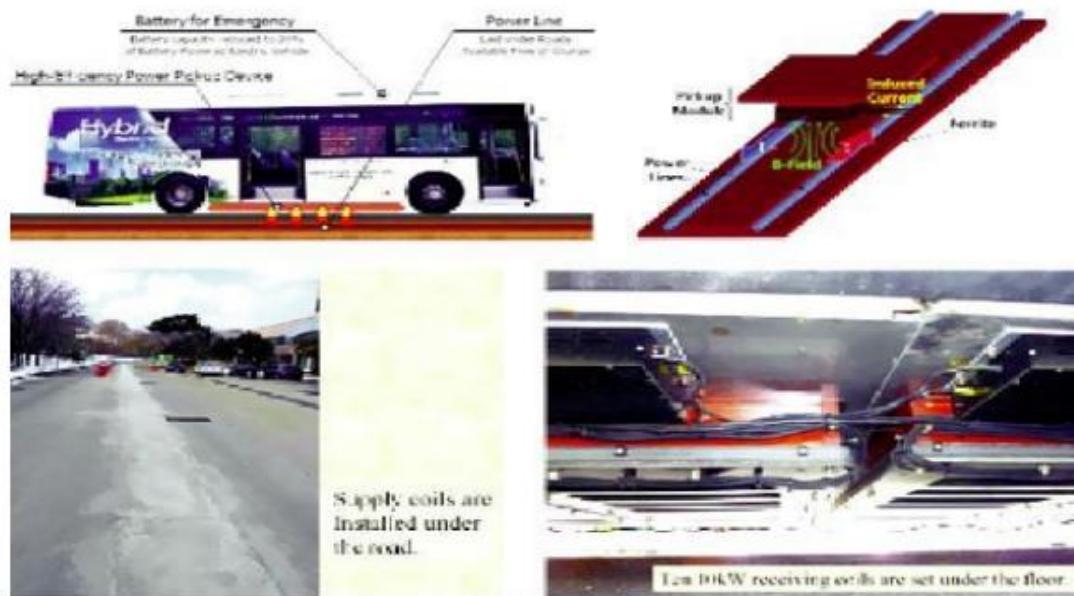
Nạp điện không dây (Wireless Power Transfer), còn được biết đến với tên gọi nạp điện cảm ứng (Inductive Charging) không phải là một công nghệ quá mới mẻ. Công nghệ này đã được ứng dụng để nạp điện cho một số thiết bị điện tử cầm tay như điện thoại di động. Tuy nhiên, việc ứng dụng công nghệ này để nạp điện cho ô tô vẫn còn nhiều vấn đề cần nghiên cứu. Về mặt nguyên lý truyền tải năng lượng, nạp điện không dây không khác gì chiếc bếp từ đã trở nên phổ biến trong nhiều gia đình.

Thiết bị gồm cuộn sơ cấp nối với nguồn và cuộn thứ cấp nối với tải. Cuộn sơ cấp được cấp điện xoay chiều tần số cao, tần số này càng cao thì hiệu suất truyền tải càng lớn. Dòng điện xoay chiều sinh ra từ trường biển thiên, cảm ứng qua cuộn thứ cấp và sinh ra dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp. Vấn đề an toàn, nhiễu điện từ, khoảng cách và hiệu suất của nạp không dây được đặt ra khi sử dụng ở công suất lớn cho ô tô điện. Những thí nghiệm ban đầu tại Trung tâm nghiên cứu của giáo sư Hori tại Đại học Tokyo, Nhật Bản (Hori-lab) cho thấy tại khoảng cách lớn, với tần số cao, nạp không dây vẫn có hiệu suất tốt .

Những vấn đề về an toàn và nhiễu vẫn đang được nghiên cứu. Ứng dụng nạp không dây cho ô tô điện nổi tiếng nhất có thể kể ra là dự án OnLine Electric Vehicles – OLEV ở Viện Công nghệ Tiên tiến Hàn Quốc (KAIST)



Hình 3.18. Thí nghiệm truyền điện không dây tại Hori-lab



Hình 3.19. Xe điện OLEV nạp điện không dây online tại KAIST

3.4.4. Phát triển cơ sở hạ tầng cho các trạm nạp acquy

Ô tô điện là phương tiện giao thông, bởi vậy ta phải nghiên cứu không chỉ bản thân chiếc xe mà còn phải nghiên cứu phát triển đồng bộ cơ sở hạ tầng, cụ thể là hệ thống các trạm nạp. Một dự án điển hình là The EV Project ở Hoa Kỳ bắt đầu từ năm 2009 với tổng vốn đầu tư là 230 triệu Đô-la. Mục tiêu của dự án là xây dựng 15.000 trạm nạp ở 16 thành phố lớn tại sáu bang của Hoa Kỳ. Công ty ô tô Nissan Bắc Mỹ và General Motors / Chevrolet là những đối tác chính của dự án này.

The EV Project (ECOtality, Inc.), started from 2009, granted by U.S. Department of Energy focuses on developing charge infrastructure for EVs.

- 14,650 Level 2 (220V) Chargers
- 310 DC Fast-Charger Ports
- 10+ Project Partners
- 5,700 Nissan LEAF Cars
- 2,600 Chevrolet Volt Cars
- 1,200 New Jobs by 2012
- 5,500 New Jobs by 2017
- 16 Major Cities



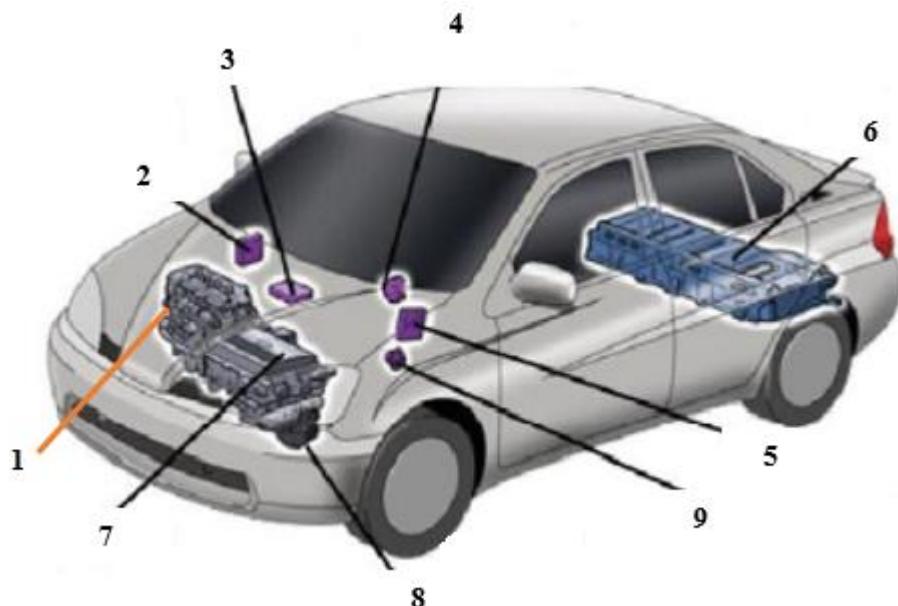
Charging Infrastructure Locations



Hình 3.20. The EV Project – dự án phát triển cơ sở hạ tầng hệ thống
trạm nạp tại Hoa Kỳ

3.4.5. Hệ thống điều khiển

3.4.5.1. Kiểm soát nguồn năng lượng



Hình 3.21. Sơ đồ hệ thống kiểm soát nguồn năng lượng

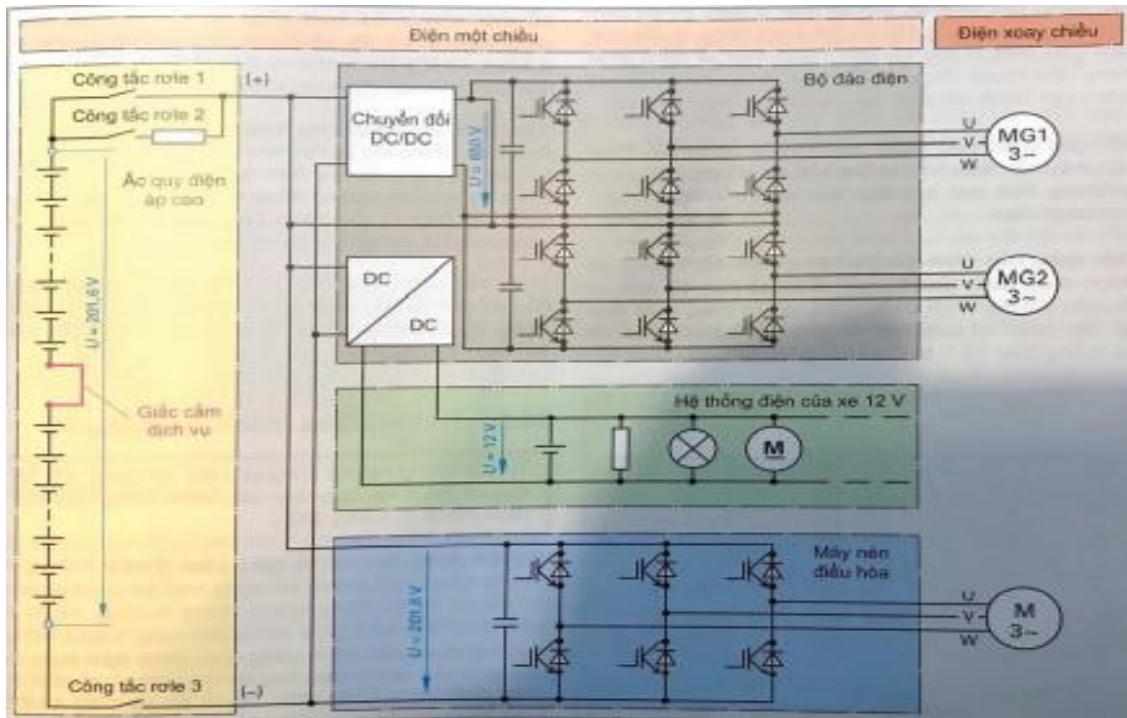
1. Engine (động cơ đốt trong);
2. ECM : Electric Control Module – Bộ phận điều khiển điện tử cho động cơ
3. HV ECU : Hybrid Vehicle ECU – ECU điều khiển kết hợp trên ô tô hybrid
4. Shift Postion Sensor : Cảm biến vị trí tay số
5. Brake ECU : ECU điều khiển phanh
6. HV Battery : High Volt Battery - Ác quy điện áp cao
7. Inverter with Converter : Bộ chuyển đổi điện
8. Hybrid Transaxle : Hộp số kết hợp với bộ phân phối công suất
9. Acceleration Pedal Position Sensor : Cảm biến vị trí bàn đạp ga

3.4.5.2. Điện tử công suất

Chức năng điện tử công suất trên ô tô lai:

- Chuyển đổi điện áp một chiều thành xoay chiều (DC→ AC) và điện áp xoay chiều thành một chiều (AC → DC)
- Thay đổi trị số của điện áp một chiều

- Nạp điện cho ắc quy điện áp cao
- Truyền động M/G và máy nén điều hòa không khí



Hình 3.22. Sơ đồ mạch điện tử công suất trên ô tô Hybrid

3.4.5.3. Siêu tụ điện – Ultra-Capacitor

Những người làm trong lĩnh vực điện và điện tử thường quen thuộc với những tụ điện có đơn vị pico (một phần một nghìn tỷ), nano (một phần tỷ) và micro (một phần triệu) Fara hẵn sẽ rất ngạc nhiên khi nghe nói đến những tụ điện có điện dung lên tới hàng nghìn Fara. Đó là những tụ điện được chế tạo theo công nghệ lớp kép (Double Layer), được gọi là Siêu tụ điện (Ultra-Capacitor hay Super-Capacitor).

Tụ điện tích trữ điện năng không phải bằng phản ứng hóa học như ắc quy mà bằng các tương tác vật lý giữa các điện cực và điện tích. Bởi vậy, tụ điện có khả năng phỏng và nạp điện rất nhanh so với ắc quy. Siêu tụ, bản chất là tụ điện, vẫn giữ được đặc tính này, do đó siêu tụ có mật độ công suất rất lớn. Bên cạnh đó, điện dung lớn tới hàng nghìn Fara cho phép siêu tụ tích trữ một lượng điện năng lớn, điều này cho phép siêu tụ có thể hoạt động như một nguồn chứa năng lượng trong khi các tụ điện thông thường chỉ có vai trò là phần tử phỏng – nạp trong quá trình trao đổi năng

lượng. Tuy nhiên, các siêu tụ có điện dung hàng nghìn Fara trên thị trường hiện nay chỉ có mức điện áp khoảng vài volt, lý do là các lớp cách điện trong siêu tụ không chịu được điện áp cao. Khi muốn sử dụng với điện áp cao, chẳng hạn như vài trăm volt như trong ô tô điện, thì siêu tụ phải được mắc nối tiếp thành các module. Ta biết rằng khi mắc nối tiếp, điện dung của siêu tụ nhỏ đi. Do đó, trên thị trường hiện nay, module có điện áp lớn nhất (125 V) chỉ có điện dung 63 F theo danh mục sản phẩm của công ty Maxwell Technology, một trong những nhà sản xuất siêu tụ hàng đầu thế giới hiện nay.

Với công nghệ tại thời điểm hiện tại, siêu tụ điện chưa đủ khả năng cung cấp nguồn cho ô tô điện chạy trên một quãng đường dài như ác quy hay fuel cell. Nó chỉ được dùng như một nguồn phụ, đặc biệt hữu dụng trong quá trình hâm tái sinh năng lượng do có khả năng nạp rất nhanh. Mặc dù còn tồn tại những vấn đề về mật độ năng lượng và giá thành cao, siêu tụ điện vẫn là loại nguồn hứa hẹn nhất cho ô tô điện. Theo đánh giá của GS Hori thì siêu tụ là một trong ba công nghệ làm nên ô tô điện của tương lai .



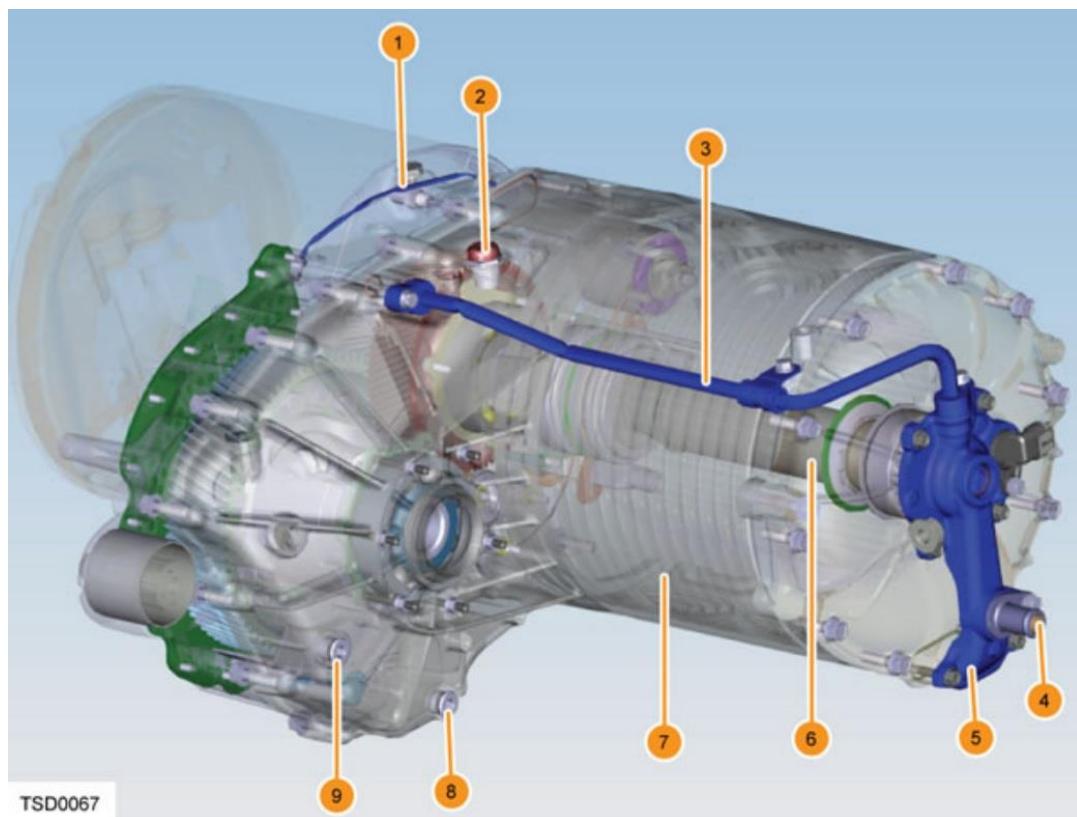
Hình 3.23. Sản phẩm siêu tụ điện của Maxwell Technology và module tụ lớn nhất trên thị trường

3.5. Hệ thống làm mát

Động cơ điện, hộp số và bộ biến tần dùng chung hệ thống làm mát bằng chất lỏng. Công chất lỏng đi vào từ phía động cơ điện, đi qua hộp số và đi ra ở phía biến tần thông qua hàng loạt các đường ống phía bên trong các bộ phận. Bộ truyền động được làm mát bằng cách sử dụng hỗn hợp glycol/nước tuần hoàn trong hệ thống. Chất làm mát đi từ bộ tản nhiệt, qua bơm, đến ống góp. Vòng làm mát bên trong được chia thành hai đường dẫn bởi ống góp trên nắp vỏ sau động cơ điện.

Chất làm mát từ đáy của ống góp được dẫn vào áo làm mát stato trong vỏ. Từ stato, chất làm mát chảy qua bộ biến tần trước khi ra khỏi bộ truyền động qua cửa xả chất làm mát. Nhiệt được truyền từ các thành phần này sang chất làm mát. Chất làm mát quay trở lại bộ tản nhiệt nơi nhiệt độ của chất làm mát được giảm xuống do không khí chạy qua các cánh tản nhiệt trước khi nó quay lại mạch làm mát. Hệ thống hoạt động ở áp suất từ 5 psi (35 kPa) đến 19 psi (130 kPa). Nhiệt độ hệ thống được duy trì dưới 85°C (185°F).

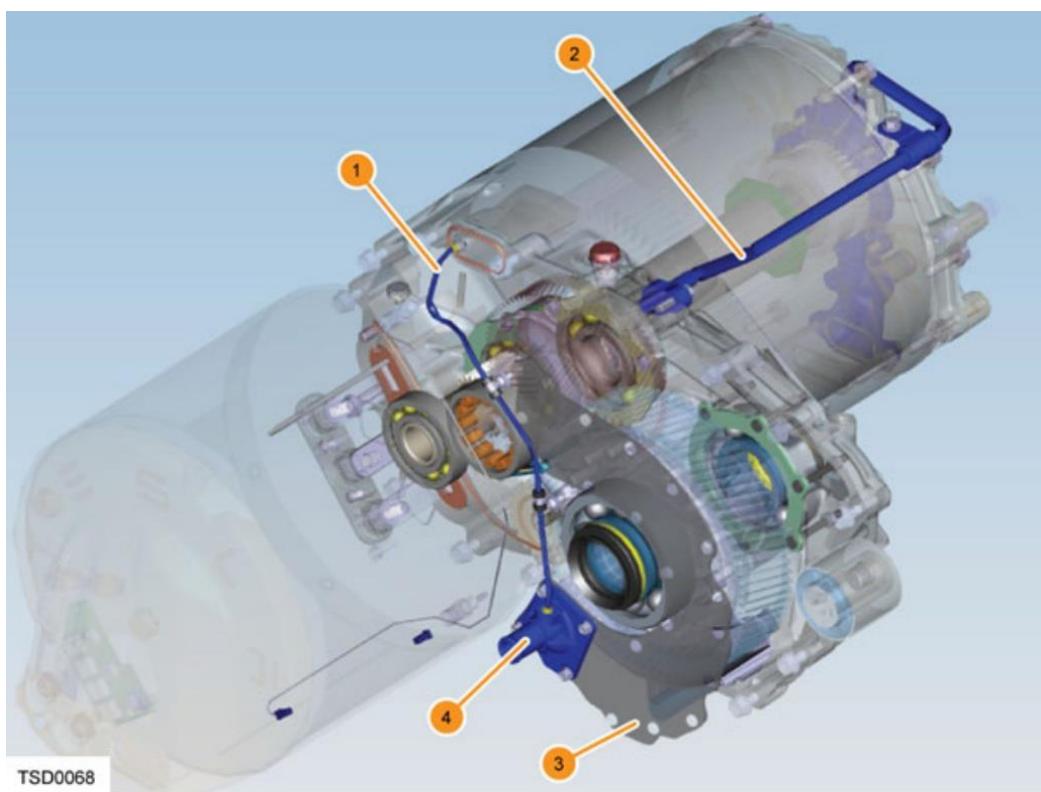
Nước làm mát từ tâm của ống góp được đưa đến trực rôto, trực này rỗng. Chất làm mát chảy vào trực, quay trở lại dọc theo thành bên trong. Mạch làm mát rôto trực tiếp này là một cải tiến mới cho Model S. Chất làm mát quay trở lại từ rôto đi ra khỏi đầu ống góp và chảy qua đường ống làm mát đến bộ làm mát hộp số, sau đó đi ra ngoài qua cửa xả chất làm mát.



Hình 3.24. Hệ thống làm mát phía bên động cơ điện

1 – Ống thông hơi, 2 – Lỗ thông hơi hộp số, 3 – Đường ống nước làm mát, 4 – Đường nước vào, 5 – Ống góp nước làm mát, 6 – Bầu làm mát rõ to, 7 – Áo nước làm mát stato, 8 – Lỗ xả dầu hộp số, 9 – Lỗ thamic/nạp dầu số

Đường ống dẫn khí kết nối phần trên của áo làm mát stato và đầu ra chất làm mát sẽ loại bỏ bong khí xuất hiện trong hệ thống làm mát.

**Hình 3.25. Hệ thống làm mát phía bên biến tần**

1 – Ống thông hơi, 2 – Đường ống nước làm mát, 3 – Bầu làm mát hộp số,
4 – Đường nước ra

3.6. Pin nhiên liệu

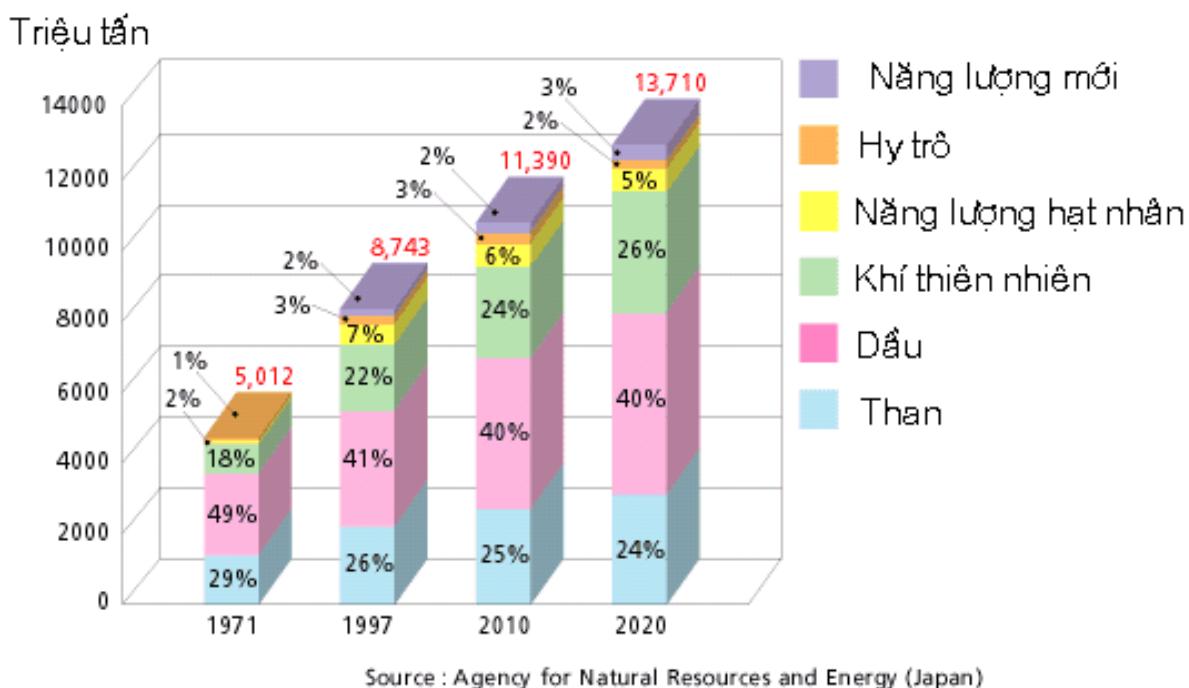
3.6.1. Khái quát về pin nhiên liệu (fuel cell)

3.6.1.1. Nguyên nhân phát triển pin nhiên liệu:

Ngày nay, trong xã hội hầu hết các nguồn năng lượng được cung cấp từ nhiên liệu hóa thạch. Xã hội càng phát triển nguồn nhiên liệu tiêu thụ càng nhiều kéo theo các khí thải cacbon dioxide (CO_2) càng tăng. Trong xã hội phát triển ô tô đóng vai trò chính trong sự phát triển công nghiệp và kinh tế cũng như thỏa mãn các nhu cầu của cuộc sống. Vì vậy ô tô là nguồn gây ô nhiễm lớn đến môi trường, lượng ô tô hiện nay khoảng 740 triệu chiếc và ngày càng tăng nhanh.

Theo dự đoán, nếu với đà tiêu thụ này thì nguồn năng lượng chúng ta sẽ bị cạn kiệt vào nửa sau thế kỷ 21. Vì vậy, chúng ta cần cải tiến hiệu suất của động cơ cũng như tìm ra các nguồn năng lượng mới để thay thế chúng.

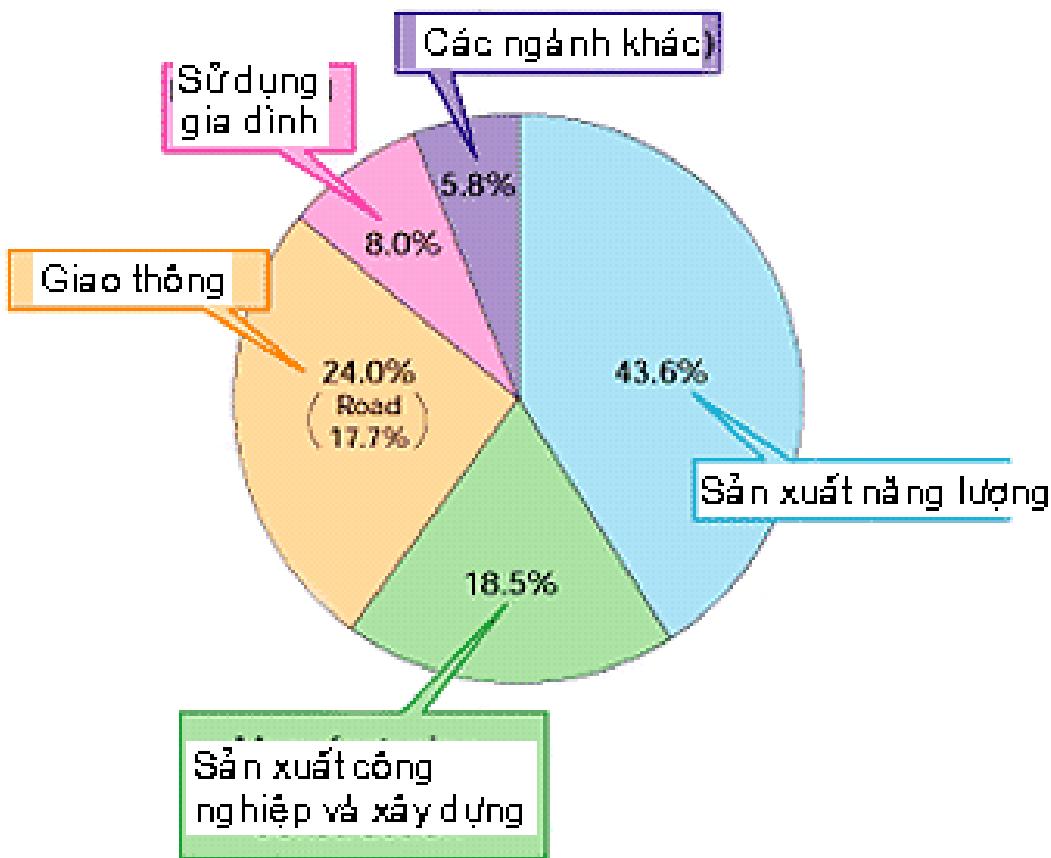
Ô tô sử dụng nguồn năng lượng hóa thạch ngoài các chất độc hại như NOx, CO, HC còn có lượng khí thải khá lớn là CO₂ không thể không chế được (vì đây là sản phẩm tất yếu của quá trình oxi hóa chất hữu cơ). Mà CO₂ là chất gây ra hiệu ứng nhà kính là nguyên nhân làm tăng dần nhiệt độ trái đất. Theo tính toán lượng CO₂ do xe cơ giới thải ra chiếm khoảng 18%.



Hình 3.26. Dự báo về xu hướng sử dụng nguồn nhiên liệu trên thế giới

Vấn đề ô nhiễm môi trường ngày càng trở nên nghiêm trọng. Môi trường không khí bị ô nhiễm bởi các hóa chất độc hại thải ra từ các hoạt động công nghiệp, các quá trình cháy trong công nghiệp và đặc biệt là trong động cơ nhiệt. Theo thống kê của thế giới, tỉ lệ phát thải các chất gây ô nhiễm như CO, NO_x, HC từ các phương tiện giao thông chiếm tỉ lệ cao và lớn nhất trong tất cả các nguồn gây ô nhiễm. Ở các thành phố, nơi có nhiều phương tiện giao thông - đặc biệt là ôtô, thì nồng độ các chất ô nhiễm rất cao. Điều này làm ảnh hưởng đến sức khỏe con người và môi trường sinh thái.

Một trong những ảnh hưởng đó là việc xuất hiện các căn bệnh ung thư, khả năng miễn dịch cơ thể con người giảm. Nồng độ CO₂ trong không khí tăng gây ra hiệu ứng nhà kính.

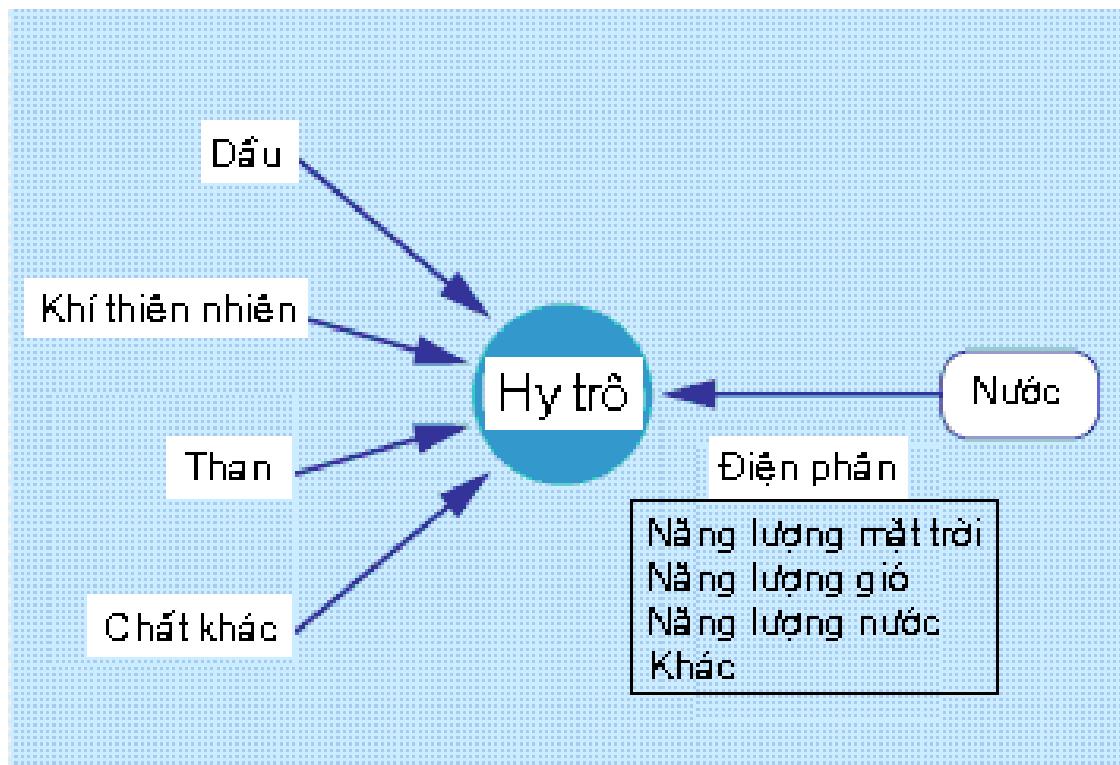


Hình 3.27. Sự gia tăng lượng CO₂ sinh ra do quá trình đốt cháy nhiên liệu (năm 2000)

Để giảm ô nhiễm môi trường do khí xả của động cơ ôtô, người ta đã và đang nghiên cứu - ứng dụng các biện pháp kỹ thuật nhằm hạn chế tối đa mức độ phát thải các chất ô nhiễm từ khí xả động cơ. Một số giải pháp chính là :

- Tối ưu hóa quá trình cháy của động cơ bằng cách điều chỉnh các thông số kết cấu và thông số hoạt động của động cơ, để giảm nồng độ các chất gây ô nhiễm trong khí xả
- Thiết kế, chế tạo các bộ lọc có xúc tác để xử lý khí xả từ động cơ
- Sử dụng ôtô chạy bằng điện, năng lượng mặt trời
- Sử dụng nhiên liệu thay thế. Động cơ sử dụng nhiên liệu mới (khí thiên nhiên, LPG, methanol, dầu thực vật..v.v.) có mức độ phát thải ô nhiễm thấp hơn động cơ xăng, động cơ diesel.

- Nguồn năng lượng điện mà đặc biệt là sự phát triển pin nhiên liệu sử dụng nguyên liệu Hidro đang được phát triển mạnh. Hydro là nguồn năng lượng lý tưởng nó có nhiệt năng cao đồng thời không gây ra ô nhiễm môi trường. Mặt khác hydro có thể điều chế từ nhiều nguồn nguyên liệu khác nhau nên không phụ thuộc vào nguồn nhiên liệu hóa thạch. Từ đó, ý tưởng pin nhiên liệu sử dụng hydro ra đời.



Hình 3.28. Các nguồn nguyên liệu có thể điều chế Hydro

3.6.1.2. Lịch sử phát triển của pin nhiên liệu:

- William Robert Grove (1811 - 1896), một luật gia - nhà vật lý người Anh đã tạo ra pin nhiên liệu đầu tiên vào năm 1839.
- Vào năm 1900 các nghiên cứu đã chuyển trực tiếp năng lượng hoá học của các dạng năng lượng hoá thạch sang điện năng, tiêu biểu là hệ thống pin nhiên liệu Hydro ra đời.
- Vào năm 1920, A. Schmid là người tiên phong trong việc xây dựng bộ phân tích bằng Platinum, các điện cực cacbon - hydro xốp dưới hình thức ống.
- Ở Anh, F.T. Bacon đã chế tạo ra hệ thống pin nhiên liệu alkine (AFC) sử dụng điện cực kim loại xốp là nền tảng cho NASA chế tạo tàu vũ trụ sử dụng pin nhiên

- Năm 1970 K.Kordesh xây dựng bộ pin nhiên liệu kết hợp acqui trên một ô tô lai 4 chỗ và đã hoạt động được 3 năm ở thành phố thường xảy ra kẹt xe.
- Đến giữa năm 1970 tế bào nhiên liệu dùng hệ thống axit photphoric ra đời.
- Vào những năm 1980 pin nhiên liệu dùng cacbon nấu chảy (MCFC) phát triển mạnh.
- Pin nhiên liệu oxit rắn (SOFC) được phát triển vào thập niên 1990.
- Vào những năm 1990 pin nhiên liệu dạng màng (PEFC) xuất hiện với mật độ công suất thu được rất cao.

3.6.1.3. Ưu nhược điểm của pin nhiên liệu:

a. Ưu điểm :

- Pin nhiên liệu có thể được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như: bệnh viện, các phương tiện vận chuyển, trạm không gian, khách sạn, các nhu cầu sinh hoạt của con người.v.v.
- So với năng lượng truyền thống, pin nhiên liệu không gây ô nhiễm môi trường; sản phẩm thải ra là H₂O.
- Hiệu suất cao hơn 60%.
- Độ tin cậy cao.
- Không gây ra tiếng ồn.

b. Nhược điểm: giá thành cao (hệ thống pin nhiên liệu loại màng khoảng 20.000 \$ trên một đơn vị KW).

3.6.1.4. Đặc điểm pin nhiên liệu:

Pin nhiên liệu cũng có các đặc điểm thuận lợi về hiệu suất, độ tin cậy, tính kinh tế, đặc tính môi trường, đặc điểm hoạt động khác thường và tiềm năng phát triển ở tương lai.

Pin nhiên liệu có đặc điểm hoạt động có ích mà không kỹ thuật nào sánh được. Các đặc điểm đó tiết kiệm được chi phí trong các yêu cầu hoạt động. Động lực hoạt động có lợi cho khả năng tải, công suất, đáp ứng nhanh chóng khi thiếu điện.

a. Độ tin cậy và hiệu suất cao:

Pin nhiên liệu có thể chuyển đổi đến 90 % năng lượng có trong bản thân nhiên liệu thành điện năng và nhiệt. Hiện tại thiết kế của pin nhiên liệu dạng axit phosphoric (PAFC) có hiệu suất chuyển đổi điện là 42%, và gần đây với hiệu suất chuyển đổi điện có thể tăng đến 46%. Viện nghiên cứu năng lượng điện đánh giá rằng tiến bộ trong pin nhiên liệu cacbonat nóng chảy có thể đạt được hiệu suất điện hơn 60% và còn có thể tăng lên nữa. Hơn nữa, hiệu suất của pin nhiên liệu phụ thuộc vào độ lớn của kích thước riêng. Pin nhiên liệu có thể hoạt động ở một nửa dung lượng trong khi duy trì năng suất sử dụng nhiên liệu cao.

Trạm năng lượng pin nhiên liệu được lắp kín tải có thể giảm được hao tốn cho đặc tính truyền động và mất mát trong truyền động.

Một thuộc tính quan trọng của pin nhiên liệu là khả năng đồng phát; như sản sinh ra nước nóng và hơi nước ở nhiệt độ thấp ở cùng một thời gian khi nó phát ra điện năng. Hệ số đầu ra điện - nhiệt độ thì tương đương với 1.0, trong khi hệ số của tua-bin khí vào khoảng 0.5. Đặc điểm này có nghĩa là pin nhiên liệu hợp với tải nhiệt. Với kích thước nhỏ hơn, và hệ thống năng lượng công cộng tiện dụng, pin nhiên liệu cũng cho hiệu suất cao hơn (từ 1 đến 2 lần). Khi so sánh, ví dụ, một năng lượng nhiệt 15000 Btu/kWh của 2 MW kết hợp với hệ thống. Khả năng tải của pin nhiên liệu (trong khi vẫn duy trì được hiệu suất cao) cũng có thể có những thuận lợi trong thị trường với yêu cầu nhiệt độ hay thay đổi.

Do có chứa vài phần chuyển động, nên pin nhiên liệu phải có độ tin cậy cao so với động cơ đốt trong. Bởi vậy, pin nhiên liệu sẽ không có sự cố nghịch trọng, trong khi các tua-bin hay động cơ đốt trong sẽ gặp phải nếu các phần chuyển động quay bị hỏng; nhưng qua thực nghiệm thì nó dần dần mất mát hiệu suất.

b. Đặc tính về môi trường:

Sự thay thế của pin nhiên liệu cho nhà máy năng lượng thường sẽ cải thiện được chất lượng của không khí. Ở bộ phát điện thường sản sinh ra nhiều chất hạt hơn, oxit sulphur và oxit-nitơ hơn cả các khu công nghiệp công nghiệp cộng lại. Sự phát thải của nhà máy pin nhiên liệu thấp hơn 10 lần so với các qui định nghiêm ngặt về môi trường. Pin nhiên liệu cũng sản sinh ra mức CO₂ thấp hơn các qui định của các nhà

máy, một vấn đề liên quan tới “hiệu ứng nhà kính”.

Phản ứng điện hóa của pin nhiên liệu sản sinh ra nước nhưng nhà máy điện vẫn cần một ít nước bên ngoài để hoạt động. Cách dùng này đánh dấu một điểm trái ngược lớn với các nhà máy điện hơi nước là cần một lượng nước rất lớn cho quá trình lm mt. Lượng nước hao phí được thải ra từ hệ thống pin nhiên liệu cũng thấp, và số lượng được so sánh hơn với qui ước của các nhà máy điện dùng nhiên liệu địa khai, yêu cầu không xử lý trước khi bán cho công chúng. Khử pin nhiên liệu hoặc làm giảm số lượng nước là những vấn đề kết hợp với qu trình thải nhiệt.

Quá trình điện hóa tự nhiên của pin nhiên liệu khử được nhiều nguồn gây ôn và kết hợp với hệ phát điện hơi nước kiểu thường và nó dễ dàng tuân theo tiêu chuẩn OHSA (Occupation Health and Safety Administration). Không tro, không có thể tích chất thải lớn thải ra từ pin nhiên liệu . Bộ chuyển đổi năng lượng của pin nhiên liệu có trong số phương pháp chiếm ít rủi ro nhất, bởi vì có lý do kích thước tương đối nhỏ của chúng, không có chu kỳ đốt cháy, mức thải ô nhiễm thấp.

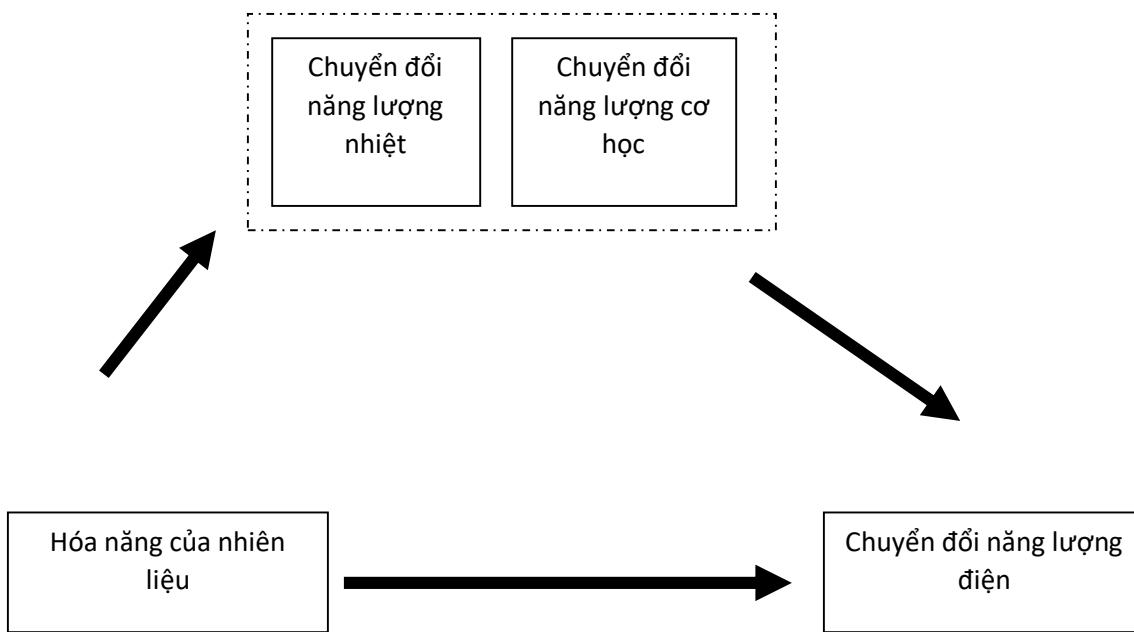
c. Pin nhiên liệu như một bộ chuyển hóa năng lượng:

Một pin nhiên liệu là một pin điện hóa. Pin có thể chuyển đổi liên tục năng lượng hóa năng của nhiên liệu và chất oxy-hóa thành năng lượng điện thông qua quá trình cơ bản gồm hệ thống điện cực - chất điện phân. Pin nhiên liệu hoạt động ở một hiệu suất cao với mức phát thải rất thấp đối với hầu hết các mức chuẩn.

Pin nhiên liệu có đặc điểm của một module và vì thế có thể gắn liền với một diện rộng công suất yêu cầu từ vài trăm Watt đến hàng chục kW, hàng MW. Dãy công suất này làm cho các máy móc có hiệu suất cao đứng ở một vị trí đặc biệt. Pin nhiên liệu cho một mức phát thải thấp, nhà máy pin nhiên liệu có thể lắp đặt vào vị trí những nơi năng lượng bị lãng phí, thậm chí ở những nơi đông dân. Kết quả là đường đặc tính công suất truyền động thì kinh tế hơn và sự hao phí truyền động được giảm xuống.

Nguyên lý cơ bản của pin nhiên liệu được biết đến nhiều ở pin điện hóa, liên quan đến nhiều hoạt động trong cuộc sống của con người. Sự khác biệt lớn nhất, trong trường hợp là ác quy, năng lượng hóa năng được lưu trữ trong vật chất nằm bên trong pin. Khi năng lượng này được chuyển đổi sang năng lượng điện, pin điện

bỏ đi sau khi dùng (primary batteries) hoặc sạc ở chế độ thích hợp. Trong pin nhiên liệu năng lượng hóa năng được cung cấp bởi nhiên liệu và chất oxy-hóa được lưu trữ bên trong pin, nơi các phản ứng hóa học thay thế. Với điều kiện là pin được cung cấp nhiên liệu và chất oxi-hóa, năng lượng điện có thể thu được như hình 3.27.



Hình 3.29. Bộ chuyển đổi năng lượng trực tiếp với pin nhiên liệu so sánh với kỹ thuật biến đổi thông thường (trong công nghiệp)

Fuel Cell = bộ phát năng lượng điện hóa (phản ứng hóa học để sản sinh ra điện năng)

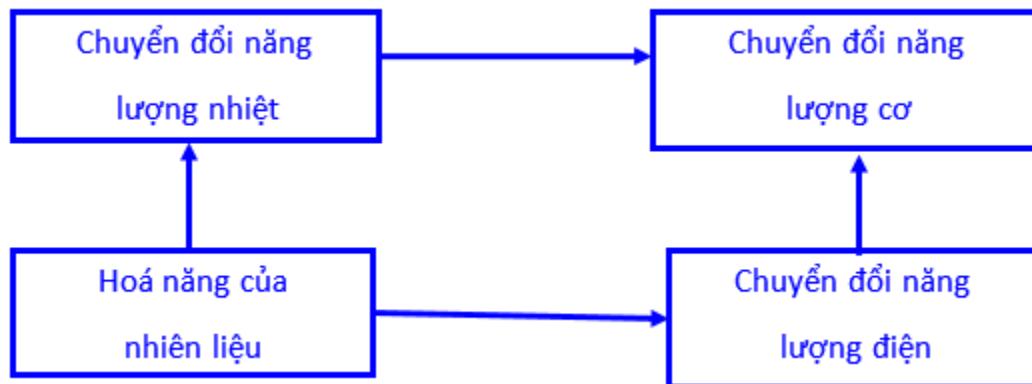
Primary Cell = phân tử sản sinh năng lượng điện hóa (phản ứng một chiều sản sinh điện năng)

Rechargeable or secondary battery = phân tử lưu trữ năng lượng điện hóa (phản ứng thuận nghịch sản xuất hoặc sử dụng điện)

Mặc dù chúng có mối quan hệ lâu đời và các tiến bộ đạt được trong sự phát triển trong suốt 30 năm qua, pin nhiên liệu đã được ứng dụng cho đến ngày nay. Một trong những điều quan trọng nhất mà họ thường sử dụng như là một nguồn năng lượng chính các tàu không gian của Gemini, Apolo và các chương trình tàu con thoi không gian của Hàng không quốc gia và quản lý không gian (NASA) của Mỹ. Cố

gắng phát triển hệ thống trên thế giới từ dây công suất trung bình lên dây công suất cao (50kW - 20kW) được bắt đầu ở thập niên 80. Họ đã nhắm tới mục đích ứng dụng như mức tải cho các ứng dụng năng lượng, cho việc điều khiển các nhà máy điện. Ở các nhà máy điện có công suất thấp (hàng kilowatt), nghiên cứu trọng tâm vào việc phát triển hệ thống pin nhiên liệu dành cho ô tô điện và mục đích quân đội.

Pin nhiên liệu chắc chắn sẽ là vai trò mấu chốt ở viễn cảnh năng lượng ở tương lai. Đặc điểm quan trọng nhất của chúng là hiệu suất cao và mức phát thải và độ ôn ở mức thấp, tương lai sẽ có tính bắt buộc ở các nhà máy phát điện. Có thể hydro sẽ có mặt ở hệ thống năng lượng chính của thế kỷ 21, cũng như là nhiều kỹ thuật học đã vạch ra, sau đó pin nhiên liệu sẽ là đặc điểm không thể tranh cãi trong tất cả các bộ chuyển đổi năng lượng nào khác.



Hình 3.30. Bộ chuyển đổi năng lượng trực tiếp với pin nhiên liệu so sánh với kỹ thuật biến đổi thông thường (trong ô tô)

3.6.1.5. Phân loại pin nhiên liệu:

- ❖ Phân loại theo phương pháp phản ứng:
 - Pin nhiên liệu trực tiếp: sản phẩm phản ứng của tế bào được thải ra.
 - Pin nhiên liệu tái sinh: chất phản ứng đã dùng rồi được tái sinh bằng các phương pháp: nhiệt độ, điện năng, quang hóa, hóa học phóng xạ..v.v.
 - Pin nhiên liệu gián tiếp: dùng bộ cải tiến tế bào nhiên liệu sử dụng nhiên liệu hữu cơ hoặc hoá sinh chuyển hoá thành Hydro

❖ Phân loại pin nhiên liệu theo nhiệt độ làm việc :

- Hệ thống nhiệt độ cao
- Hệ thống nhiệt độ trung bình
- Hệ thống nhiệt độ thấp

❖ Phân loại pin nhiên liệu theo áp suất hoạt động bao gồm:

- Hệ thống áp suất cao.
- Hệ thống áp suất trung bình.
- Hệ thống áp suất thấp.

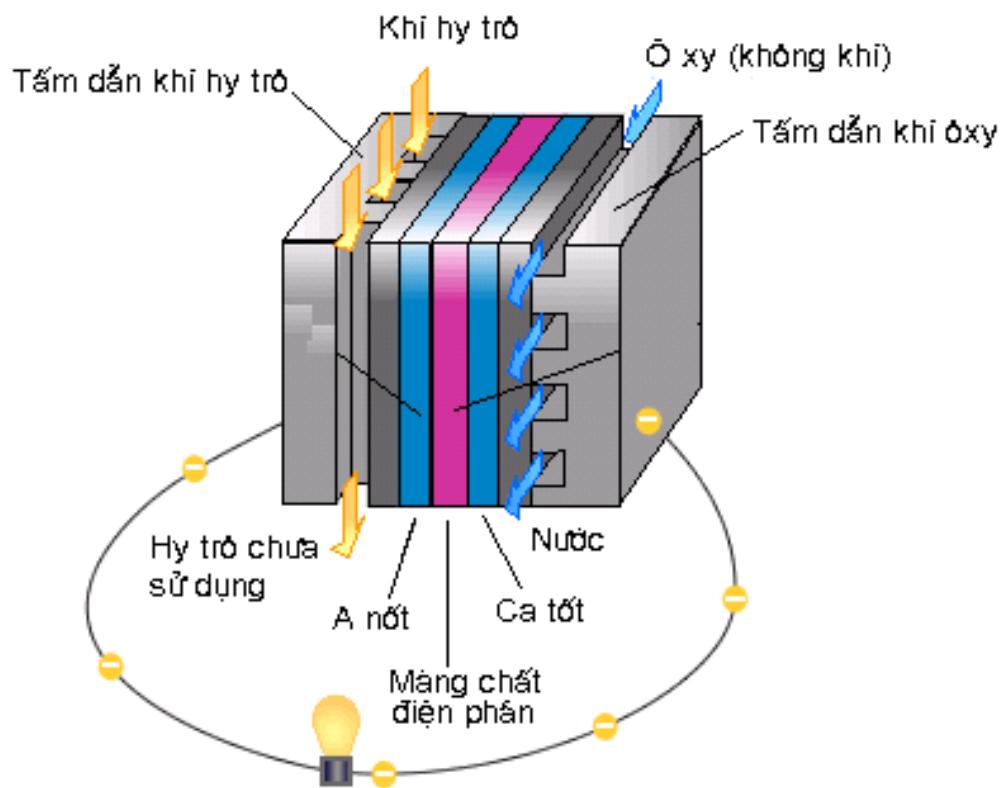
❖ Phân loại theo nhiên liệu hay chất oxy hoá sử dụng:

- Pin nhiên liệu sử dụng chất phản ứng là khí như: hydro, amoniac, không khí và oxi.
- Pin nhiên liệu sử dụng chất phản ứng là nhiên liệu lỏng như: cồn, hydrocacbon.v.v.
- Pin nhiên liệu sử dụng chất phản ứng là nhiên liệu rắn như: than đá, các hydrua.v.v.

❖ Phân loại theo chất điện phân được sử dụng :

- Pin nhiên liệu alkaline (AFC): Đây là loại tế bào nhiên liệu ra đời sớm nhất , nó được sử dụng vào các chương trình không gian của thập niên 60. AFC dễ bị nhiễm bẩn do đó nó phải sử dụng hidro, oxi tinh khiết.
- Pin nhiên liệu axit photphoric (PAFC) : loại này thường được sử dụng ở các hệ thống máy phát điện tĩnh tải nhỏ. Loại này hoạt động ở nhiệt độ cao hơn pin nhiên liệu PEM , do đó không phù hợp với xe ôtô
- Pin nhiên liệu loại oxit rắn (SOFC) loại này thường được sử dụng trên các máy phát điện tĩnh tải lớn , nhiệt độ làm việc khoảng 10000 C
- Pin nhiên liệu cacbonat nóng chảy (MCFC) loại này thường được sử dụng trên các máy phát điện cở lớn . Nhiệt độ làm việc khoảng 6000 C
- Pin nhiên liệu màng biến đổi proton (PEMFC)

3.6.2. Cấu tạo pin nhiên liệu:

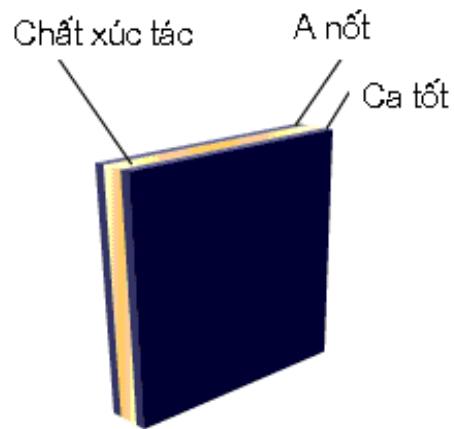


Hình 3.31. Cấu tạo pin nhiên liệu

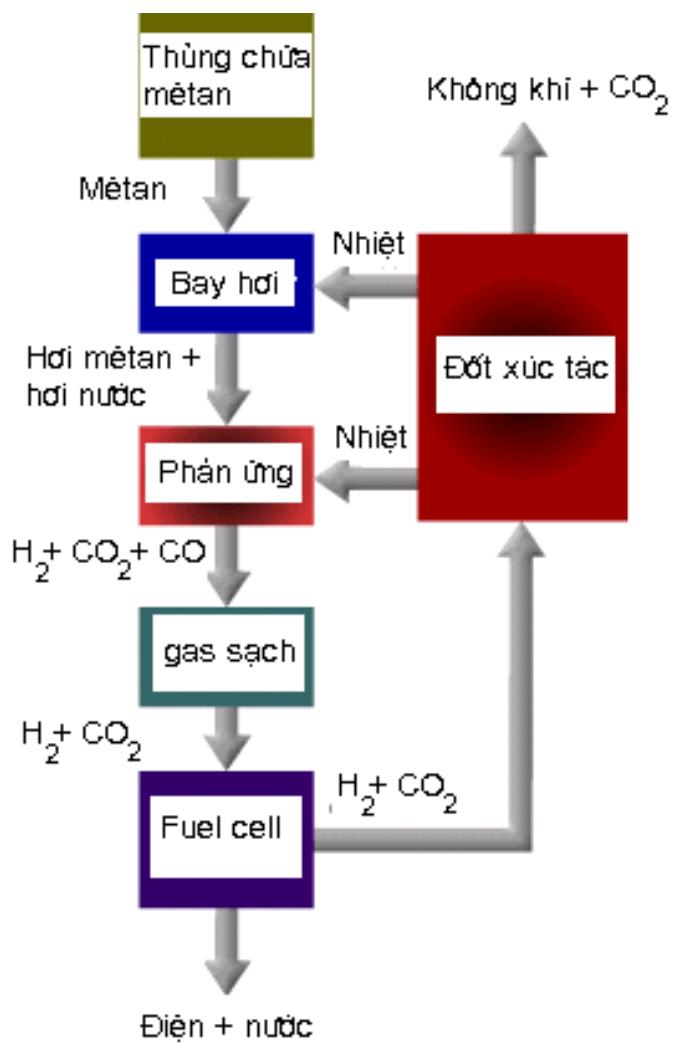
3.6.2.1 Các cụm tế bào nhiên liệu :

Hầu hết những tế bào nhiên liệu được thiết kế để sử dụng trên ô tô phải tạo ra được điện áp ít nhất 1.16 volt mới đủ sinh công. Vì thế, cần phải có nhiều tế bào nhiên liệu (multiple cells) được lắp với nhau tạo thành một cụm tế bào nhiên liệu. Năng lượng hay điện thế được sinh ra bởi một cụm tế bào nhiên liệu tùy thuộc vào số lượng và kích thước của những tế bào nhiên liệu riêng lẻ.

Hầu hết những tế bào nhiên liệu sử dụng trên ô tô đều sử dụng khí Hydrogen để sinh ra điện. Khí Hydro này có thể được cung cấp theo nhiều cách khác nhau.



Hình 3.32. Cấu tạo cụm tế bào quang điện



Hình 3.33. Cơ chế làm việc của fuel cell

3.6.2.2. Khí Hydro nguyên chất:

Nhiên liệu khí Hydro được lưu trữ trong những thùng nhiên liệu. Vì khí Hydro khuyếch tán, nên nó phải được lưu trữ ở những thùng áp suất cao. Những thùng chứa hiện đang được sử dụng nó cho phép khí Hydro được nén đến áp suất 352 kg/cm^2 (5000 pounds/ square inch), có thể lưu trữ đủ khí Hydro cho phép xe đi được một quãng đường khoảng 200 dặm trước khi nạp lại nhiên liệu. Tuy nhiên, những nhà chế tạo đang thiết kế và kiểm tra những thùng mà có khả năng lưu trữ nhiều Hydro ở áp suất cao hơn.

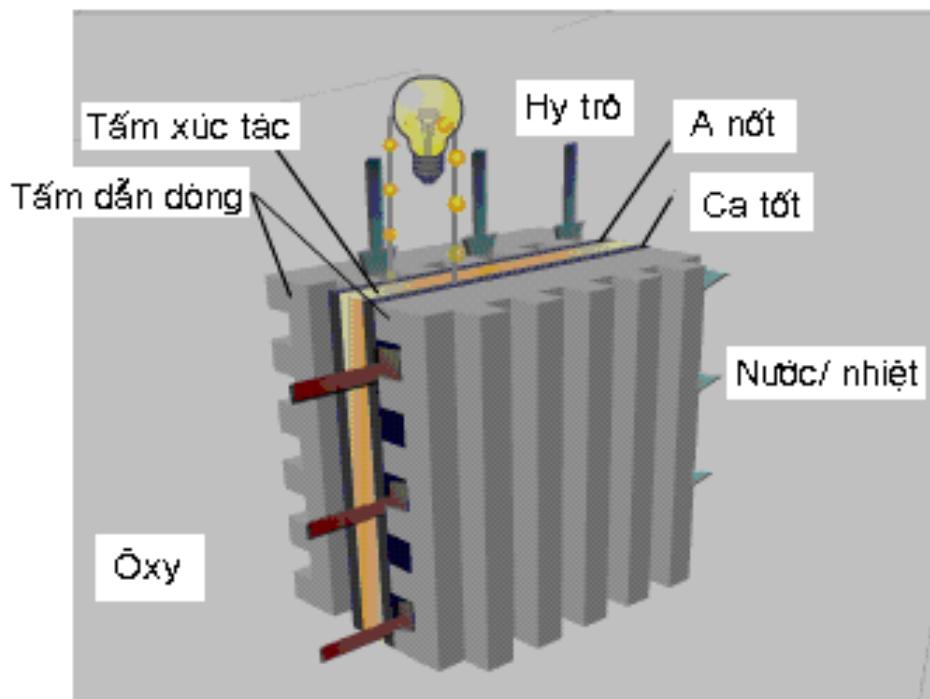
3.6.2.3. Anode/ Chất xúc tác:

Anode là điện cực mà quá trình oxi hoá (những electron bị mất) diễn ra tại đây. Ở một tế bào nhiên liệu, Anode là điện cực âm. Anode bao gồm những hạt platin đồng dạng. Platin có tác dụng như là chất xúc tác, làm gia tăng tốc độ của quá trình oxi hoá.

3.6.2.4. Cathode / Catalyst:

Cathode là điện cực mà quá trình khử diễn ra tại đây (nhận Electron). Ở một tế bào nhiên liệu, Cathode là điện cực dương. Cathode bao gồm những hạt platin đồng dạng. Platin có tác dụng như là chất xúc tác, làm gia tăng tốc độ của quá trình khử.

Tế bào nhiên liệu là một phương thức sử dụng Hydro (hoặc nhiên liệu giàu Hydro) và Oxy để tạo ra điện. Hiệu suất năng lượng của những tế bào nhiên liệu thì cao hơn những động cơ đốt trong. Nếu Hydro nguyên chất được sử dụng như là một kiểu nhiên liệu thì những tế bào nhiên liệu này sẽ tạo ra năng lượng, nhiệt và nước.



Hình 3.34. Cấu tạo Fuel cell

3.6.2.5. Flow Plates (các bảng ngăn dòng):

Các Flow Plate có vài chức năng rất quan trọng:

- * Tạo kênh dẫn hướng Hydro và oxy đến các điện cực.
- * Làm ngã thoát nước và nhiệt từ tế bào nhiên liệu.
- * Dẫn các Electron từ cực Anode vòng qua mạch điện đến cực Cathode.

Nhiên liệu Hydro (H_2) được dẫn đến cực Anode, ở đó nhờ chất xúc tác khí Hydro bị phân tán thành những electron điện tích âm và những proton điện tích dương. Nhờ có màng nên cho phép những hạt proton điện tích dương đi xuyên qua để đến cực Cathode, còn các electron điện tích âm thì không qua được. Những Electron điện tích âm phải đi vòng bên ngoài màng và tạo thành dòng điện.

3.6.2.6. Nhiên liệu giàu Hydro:

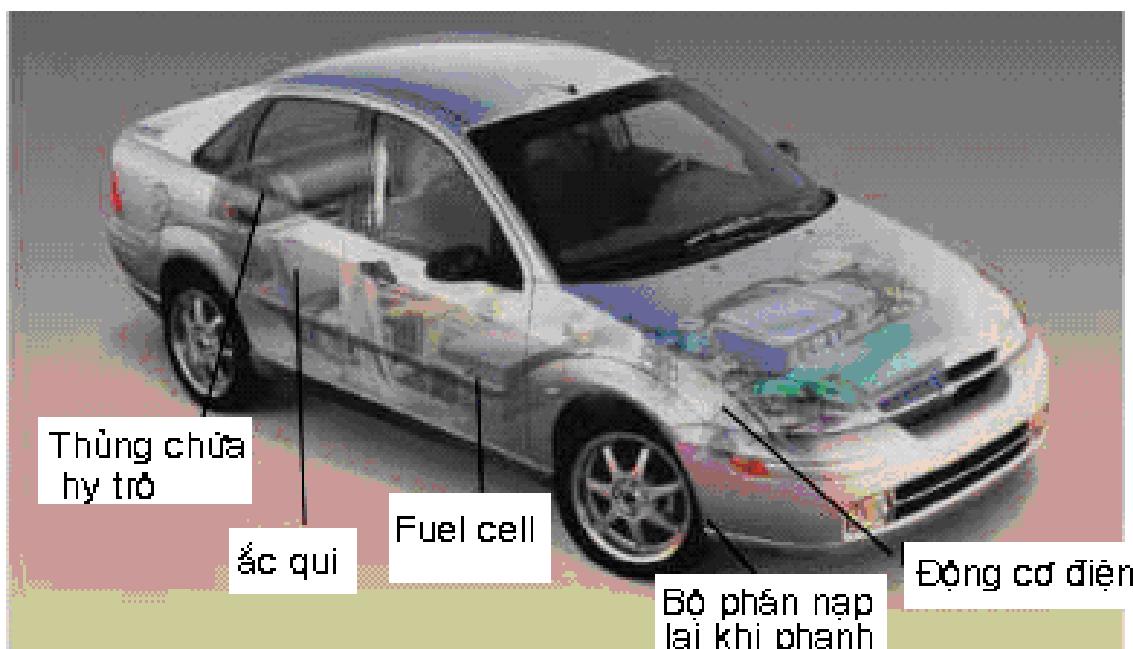
Những xe sử dụng tế bào nhiên liệu cũng có thể sử dụng với những nhiên liệu giàu Hydro như Methanol, khí thiên nhiên, các sản phẩm có nguồn gốc dầu mỏ hay thậm chí nhiên liệu xăng. Những nhiên liệu này phải được xuyên qua (thiết bị tách) thùng lọc để cho ra Hydro nguyên chất để sử dụng cho tế bào nhiên liệu.

Những nhiên liệu được nói đến ở trên chứa đủ khí Hydro cho phép xe sử dụng tế bào nhiên liệu di chuyển được khoảng cách 300 đến 400 dặm như xe chỉ sử dụng có một thùng chứa nhiên liệu khí.

Mặc dù xe sử dụng nhiên liệu giàu Hydro có những ưu điểm nhưng nó cũng có vài nhược điểm như sau:

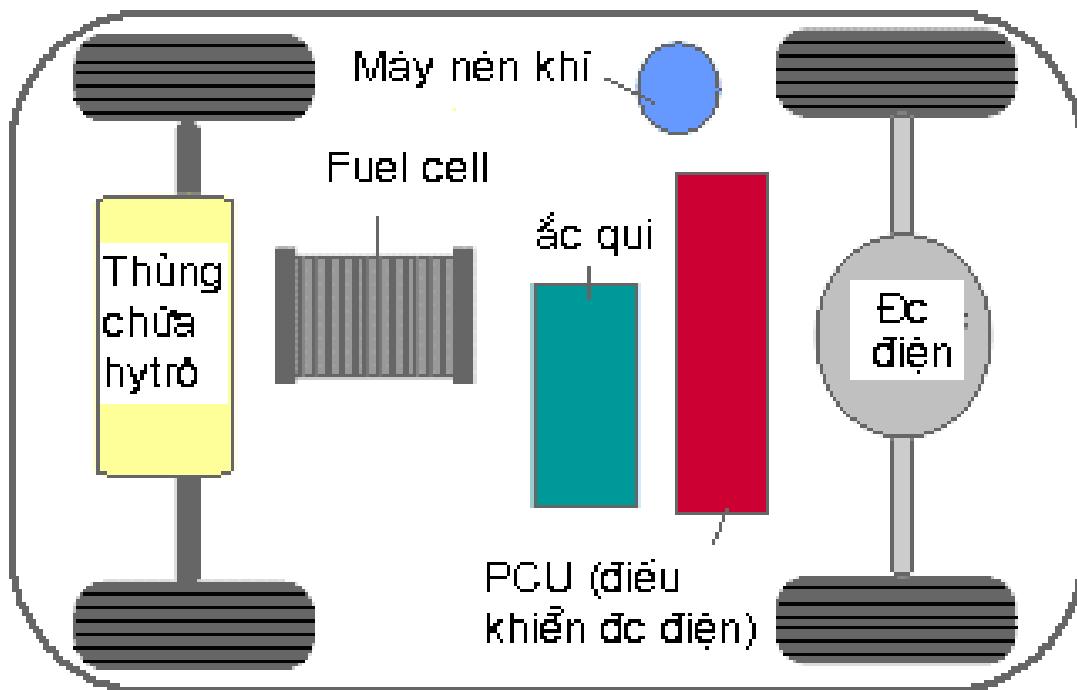
- Thiết bị tách Hydro phức tạp, giá thành cao và đòi hỏi phải bảo trì hệ thống tế bào nhiên liệu của xe.
- Nó cho phép cải thiện được khí CO₂ nhưng làm giảm dần hiệu suất của tế bào.

Phương pháp sử dụng tế bào nhiên liệu sẽ chiếm ưu thế và nó vẫn đang được nghiên cứu và phát triển cho sự chọn lựa loại nhiên liệu này.



Hình 3.35. Ô tô sử dụng fuel cell

Mô hình dưới đây trình bày những bộ phận cơ bản của xe sử dụng nhiên liệu Hydro.

**Hình 3.36. Mô hình ô tô sử dụng fuel cell**

Xe dùng tế bào nhiên liệu mà sử dụng Hydro nguyên chất như là một nhiên liệu. Hydro được lưu trữ trong thùng khí áp suất cao, có thể lưu trữ đủ nhiên liệu để xe đi được một đoạn đường thích hợp. Hầu hết những xe sử dụng tế bào nhiên liệu hiện nay có khả năng lưu trữ khí Hydro ở áp suất 352 kg/cm^2 (5000 pounds/ square inch).

Cụm tế bào nhiên liệu sử dụng khí Hydro và không khí để tạo ra điện. Cụm tế bào này bao gồm hơn 400 tế bào nhiên liệu thành phần.

Một vài xe dùng bình ác quy để lưu trữ điện được sinh ra từ regenerative braking hoặc từ cụm tế bào nhiên liệu. Việc lưu trữ năng lượng điện có thể được sử dụng giúp tăng công suất môtor điện những thiết bị điện khác.

Tổng số lượng điện sinh ra từ một tế bào nhiên liệu tuỳ thuộc vào nhiên liệu (Hydro và oxi) cung cấp cho nó nhiều hay ít. Máy nén không khí điều khiển tỉ lệ mà không khí được cung cấp vào cụm tế bào nhiên liệu thông qua hiệu suất.

Bộ phận điều khiển PCU (Power Controller Unit) chứa những điện tử phức tạp để điều khiển việc sản sinh và lưu trữ điện

3.6.3. Nguyên lý hoạt động của các loại pin nhiên liệu (Fuel Cell - FC)

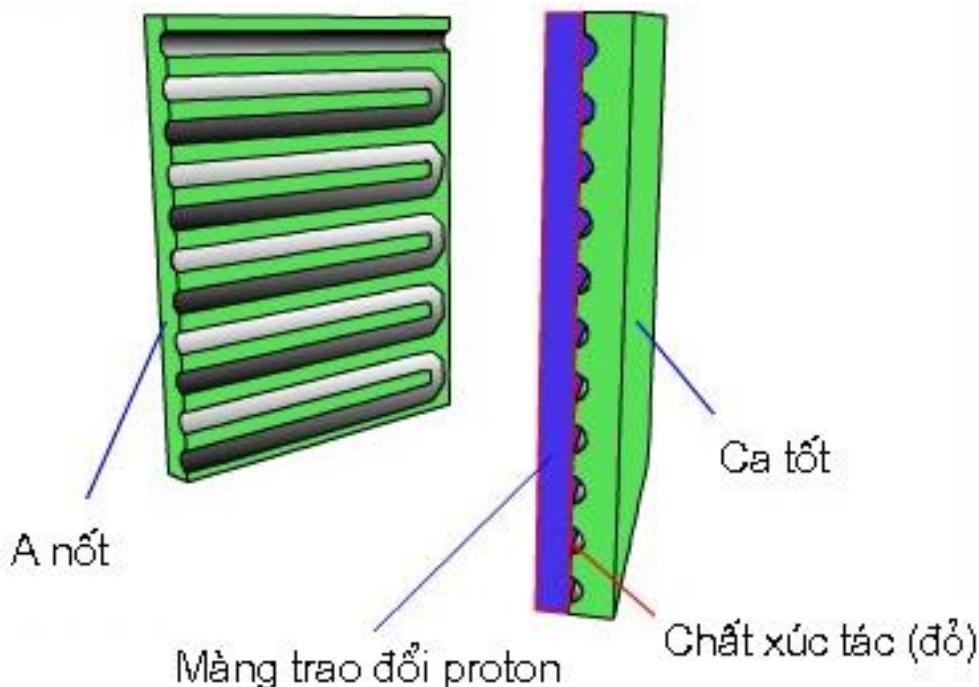
3.6.3.1. Pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử (Polymer electrolyte membrane fuel cell - PEMFC)

a) Đặc điểm của pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử:

Pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử là loại pin nhiên liệu sinh ra năng lượng điện khá cao, sử dụng những phản ứng đơn giản nhất trong tất cả các loại pin nhiên liệu. Pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử hoạt động ở nhiệt độ thấp ($60\div80^{\circ}\text{C}$) có nghĩa là không mất thời gian nhiều cho FC làm ấm để bắt đầu tạo ra điện. Đây là một trong những loại pin nhiên liệu triển vọng, nó dần thay thế cho ắc qui. Công suất phát ra từ 50 kW-75 kW.

b) Cấu tạo pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử :

Pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử có 4 thành phần cơ bản sau:



Hình 3.37. Cấu tạo của pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử

* **Anode (a nốt):** cực âm của pin nhiên liệu là hợp kim bột Ni-Cr, Cr chiếm khoảng 2-10% về khối lượng, trên bề mặt nó được phủ LiCrO_2 . Anode có nhiều chức năng: nó là nơi dẫn những hạt điện tích (electron) tự do từ những ion H^+ ra bên ngoài.

Anode có các rãnh được thấm axit bên trong và các rãnh có tác dụng phân tán H₂ lên toàn bờ mặt chất xúc tác (catalyst).

* **Cathode (Ca tốt):** là cực dương của pin nhiên liệu. Cathode có các rãnh được thấm axit bên trong và có tác dụng phân tán khí oxy trong không khí lên toàn bờ mặt chất xúc tác. Cathode là nơi về của các electron sau khi qua tải và lại đi đến chất xúc tác. Tại chất xúc tác, các ion H⁺ có thể kết hợp với các ion O²⁻ để tạo thành nước.

Cathode thường dùng Ni xốp, sau lần hoạt động đầu tiên (khoảng vài giờ) nó bị oxi hoá (NiO) và kết tủa hình thành thêm các lỗ (5 - 10μm) cho phép nước, khí đi qua dễ dàng. Đồng thời, NiO có khả năng hoà tan vào màng của vật liệu nền sinh Ni kết tủa gây chập mạch. Do đó, thay NiO bằng LiFeO₂ (không phản ứng) hoặc LiCoO₂ (rất nhỏ so với NiO)

* **Chất điện phân (Electrolyte):** là chất điện phân hay màng trao đổi proton. Đây là nơi diễn ra quá trình điện phân nhiên liệu thành các ion và điện tử.

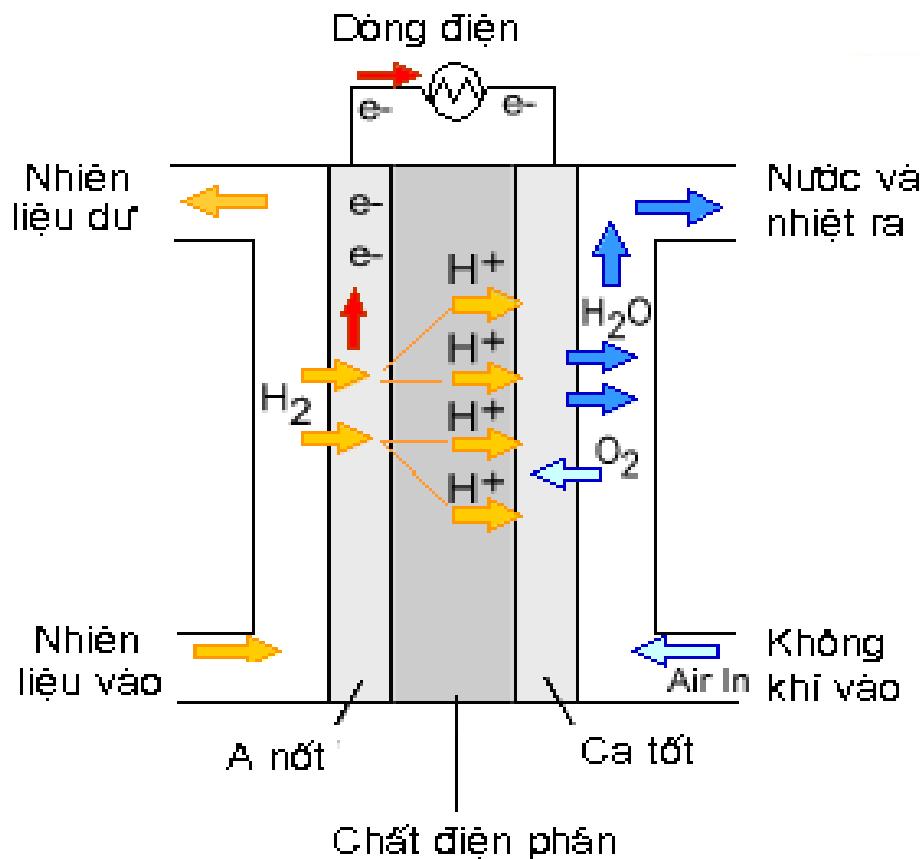
Cấu trúc mạng vật liệu màng trao đổi ion là hỗn hợp các hạt ceramic tạo thành mạng lưới mao dẫn có chứa chất điện phân. Vật liệu nền này cung cấp cấu trúc của mạng nhưng không tham gia vào các quá trình điện hay điện hóa.

Chất nền là hỗn hợp của các hạt nguyên chất (55%), hạt thô (30%) và các sợi (15%). Các hạt thô mà hiện nay đang được sử dụng là γ -LiAlO₂. Vật liệu γ -LiAlO₂ có kích cỡ siêu hiển vi được sử dụng để cung cấp một độ xốp cao và kích thước lỗ nhỏ để duy trì được chất điện phân. Để màng trao đổi ion này hoạt động được ổn định, nó phải được hydrat hóa (phản ứng thủy hợp).

* **Catalyst: (chất xúc tác) :** Chất xúc tác là một loại vật liệu đặc biệt có tác dụng tăng tốc độ phản ứng của H₂ và O₂. Chất xúc tác thường làm bằng platinum rất mỏng và được phủ giấy hoặc vải bên ngoài (có tính nhám và xốp) nhằm tăng diện tích tiếp xúc của chất xúc tác với H₂ và O₂.

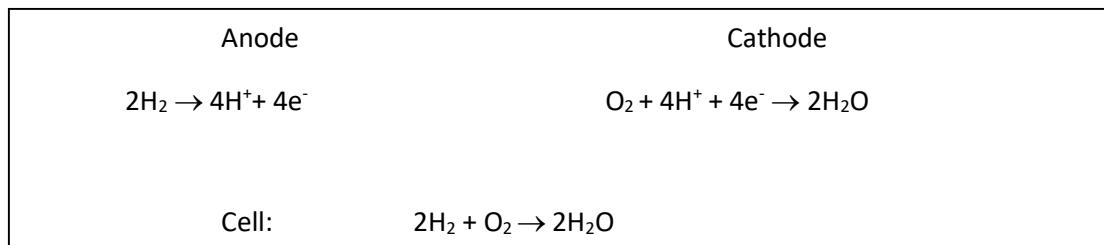
c) Nguyên lý hoạt động

Khí H₂ được đưa vào anode của FC với áp suất ổn định nhờ van điều áp. áp suất này khiến cho H₂ đi qua chất xúc tác. Khi các phân tử H₂ đi đến tiếp xúc với platinum của chất xúc tác, ở đây nó tách thành 2 ion H⁺ và 2 electron. Các electron được dẫn xuyên qua anode ra ngoài, qua tải và trở về cathode của FC.



Hình 3.38. Nguyên lý hoạt động pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử

Đồng thời, ở cathode khí O₂ cũng đi xuyên qua chất xúc tác. Tại đây hình thành hai nguyên tử oxy, mỗi nguyên tử oxy mang điện tích âm và kết hợp với 2 ion H⁺ tại màng trao đổi ion. Tại màng trao đổi ion, 2 ion H⁺ kết hợp với 2 nguyên tử oxy và nhận 2 electron từ mạch ngoài vào tạo thành H₂O. Với mỗi FC đơn giản này chỉ tạo một điện thế khoảng 0.7V. Để có một điện áp lớn phải kết hợp nhiều pin nhiên liệu đơn theo kiểu đấu nối tiếp.



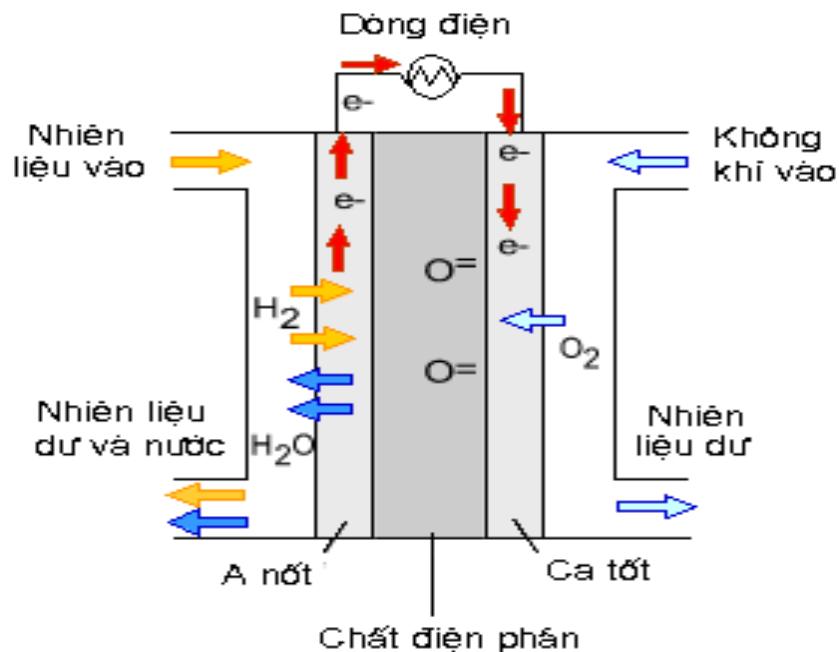
Hình 3.39. Phản ứng hóa học của pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử

* **Hiệu suất của pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử :** Nếu H₂ tinh khiết, hiệu suất của PEMFC đạt 80% nghĩa là 80% năng lượng của hydro chuyển hóa thành điện. Tuy nhiên, do chúng ta phải chuyển năng lượng điện thành công cơ học và hiệu suất của motor chỉ khoảng 80% do đó tổng hiệu suất chỉ đạt 64%. Một số hãng xe đang nghiên cứu chế tạo xe dùng FC và hãng xe Honda cho ra đời dòng xe Honda FCX chạy nhiên liệu FC đạt hiệu suất 60%. Nguồn H₂ tinh khiết lấy từ H-C hoặc còn nhưng các thiết bị chứa, thiết bị lọc...không đảm bảo nên H₂ vẫn không tinh khiết mặc dù đã có gắng.

3.6.3.2. Pin nhiên liệu loại ôxít rắn (solid oxide fuel cell - SOFC)

a) Đặc điểm của pin nhiên liệu loại ôxít rắn

Pin nhiên liệu loại ôxít rắn sử dụng chất điện phân là hỗn hợp gồm xốp rắn hoạt động ở nhiệt độ cao từ 700°C-1000°C. Pin nhiên liệu loại ôxít rắn thường thiết kế ở dạng ống. Pin nhiên liệu loại ôxít rắn là loại pin nhiên liệu tĩnh tại cỡ lớn để phát điện cho nhà máy, một khu vực dân cư. Tuổi thọ của pin nhiên liệu loại ôxít rắn cao hơn bất kỳ pin nhiên liệu nào trong cùng điều kiện hoạt động (công suất, nhiên liệu...). Pin nhiên liệu loại ôxít rắn hoạt động ở nhiệt độ cao có ưu điểm: bởi nước sinh ra do nhiệt độ cao có thể làm quay tuabin do đó có thể tạo ra nhiều điện hơn.

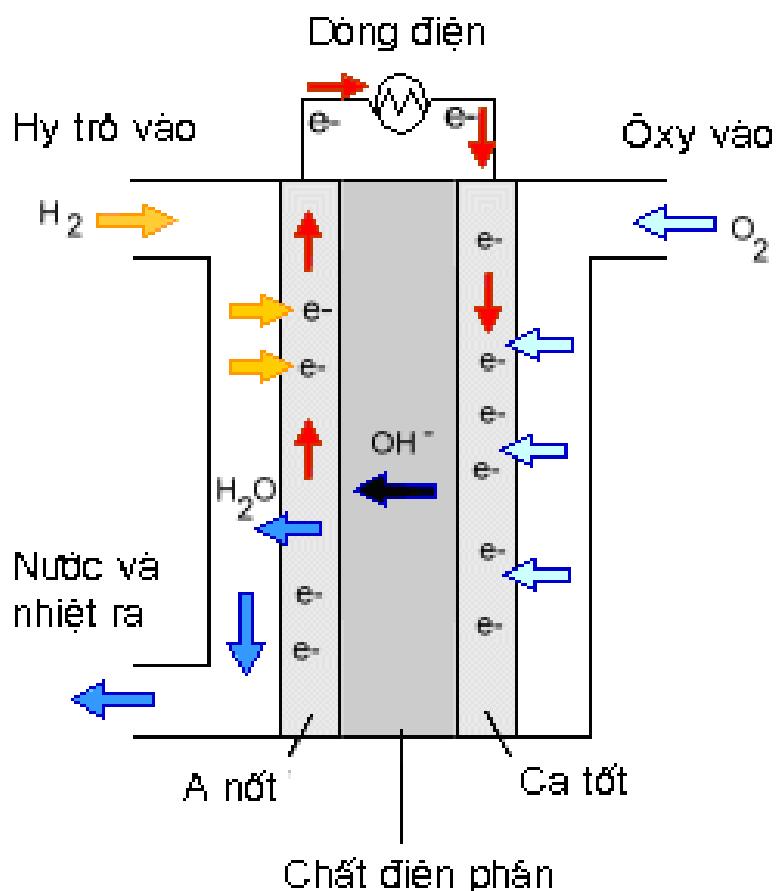


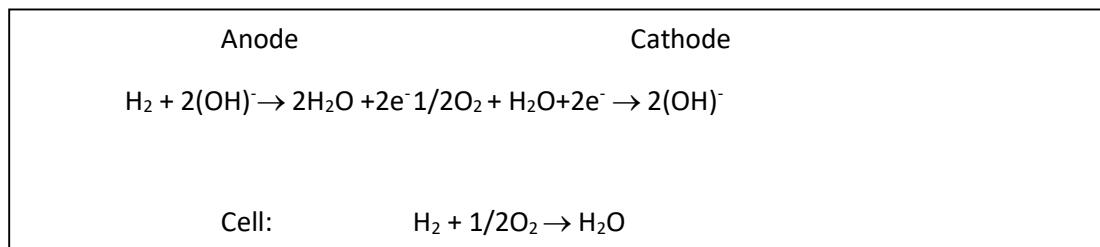
Hình 3.40. Nguyên lý hoạt động của pin nhiên liệu loại ôxít rắn

Anode	Cathode
$H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$	$1/2O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$
Cell:	$H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$

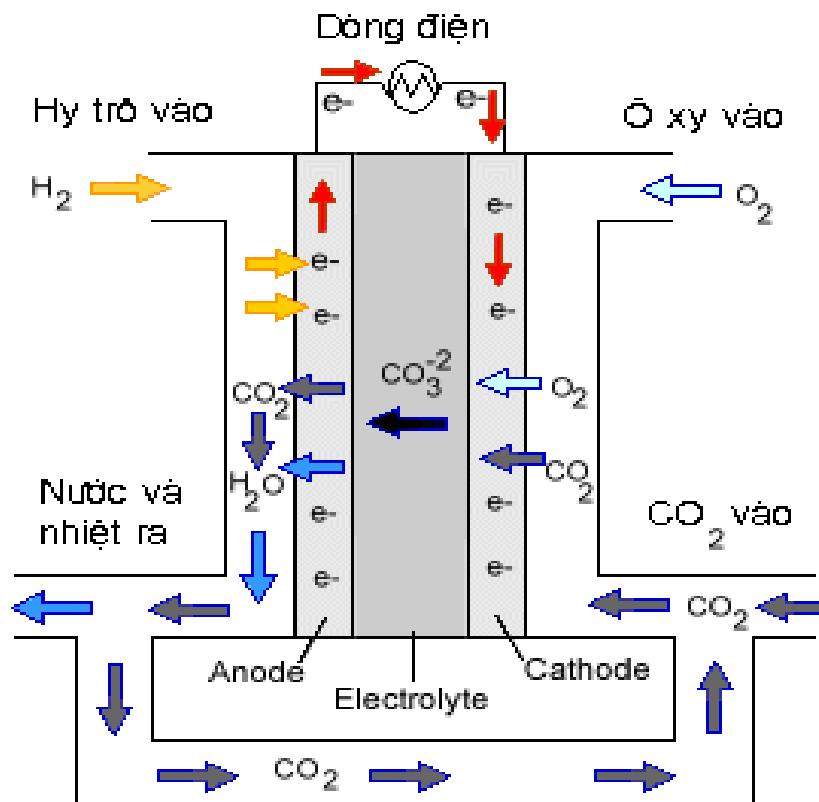
Hình 3.41. Phản ứng hóa học của pin nhiên liệu loại ô xít rắn**3.6.3.3. Pin nhiên liệu loại kiềm (Alkaline fuel cell - AFC)**

Pin nhiên liệu loại kiềm là thiết kế lâu đời vào những năm thập niên 1960. Pin nhiên liệu loại kiềm sử dụng chất điện phân là kali hydroxit (KOH) nồng độ 35-50% và hoạt động ở 160°F (hay 71°C). AFC đạt hiệu suất trên 70%. Chúng dùng trong ngành vũ trụ Apollo để cung cấp điện và nước uống. Tuy nhiên, AFC rất dễ làm bẩn do đó phải sử dụng H_2 , O_2 tinh khiết.

**Hình 3.42. Nguyên lý hoạt động của Pin nhiên liệu loại kiềm**

**Hình 3.43. Phản ứng hóa học của pin nhiên liệu loại kiềm****3.6.3.4. Pin nhiên liệu loại nấu chảy các bon (Molten-carbon fuel cell - MCFC)**

Pin nhiên liệu loại nấu chảy các bon sử dụng chất điện phân là muối cacbonate nóng chảy. Pin nhiên liệu loại nấu chảy các bon hoạt động ở nhiệt độ cao khoảng 1200°F (hay 649°C) do đó có thể lợi dụng hơi nước. Pin nhiên liệu loại nấu chảy các bon đòi hỏi cả O₂ và CO₂ cung cấp vào cathode. Pin nhiên liệu loại nấu chảy các bon còn hoạt động nhờ nguồn năng lượng H₂, CO, khí thiên nhiên, propane, những sản phẩm khác từ than đá.

**Hình 3.44. Nguyên lý hoạt động của Pin nhiên liệu loại nấu chảy các bon**

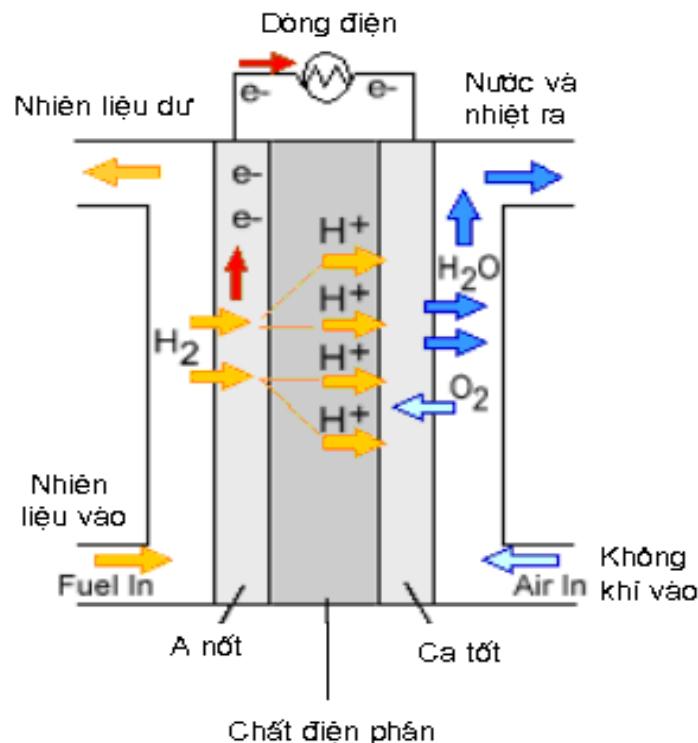
Anode	Cathode
$H_2 + CO_3^{2-} \rightarrow H_2O + CO_2 + 2e^-$	$1/2O_2 + CO_2 + 2e^- \rightarrow CO_3^{2-}$
Cell:	$H_2 + 1/2O_2 + CO_2 \rightarrow H_2O + CO_2$

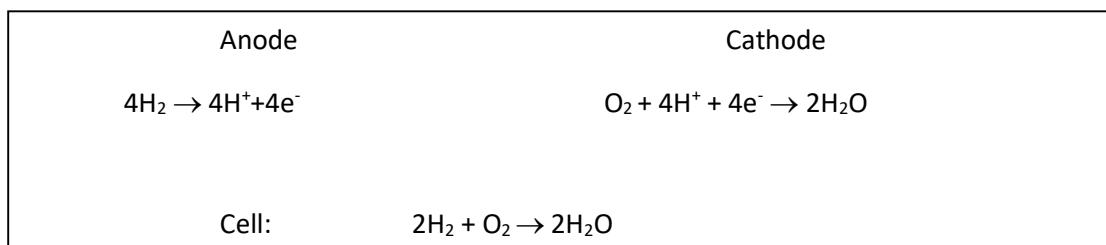
Hình 3.45. Phản ứng hóa học của pin nhiên liệu loại nǎu chảy các bon

MCFC cũng giống như SOFC và dùng cho các nhà máy phát điện cỡ lớn. MCFC hoạt động ở nhiệt độ thấp hơn SOFC nên không cần dùng vật liệu ngoại nhập do đó ít đắt tiền. MCFC có thể phát ra công suất 10kW-2MW.

3.6.3.5. Pin nhiên liệu loại a xít phốt pho ric (phosphorit-acid fuel cell - PAFC)

PAFC sử dụng chất lỏng axit phosphorit làm chất điện phân và hoạt động ở nhiệt độ khoảng 450°C. PAFC có thể chịu sự tập trung của khoảng 1.5% CO. Nếu xăng hoặc dầu được dùng thì sulfur phải được loại bỏ. Một trong những ưu điểm của loại FC này là có thể phát ra điện với hiệu suất từ 40-85% và sản phẩm hơi nước cũng có thể lợi dụng để phát ra điện.

**Hình 3.46. Nguyên lý hoạt động của pin nhiên liệu loại a xít phốt pho ric**

**Hình 3.47. Phản ứng hóa học của pin nhiên liệu loại a xít phốt pho ric**

PAFC thường dùng cho hệ thống phát điện tĩnh tại cỡ nhỏ, hoạt động ở nhiệt độ cao hơn PEMFC vì thế có thời gian làm ám cao hơn nên không phù hợp cho ôtô.

3.6.3.6. Pin nhiên liệu loại mêtan (direct-methanol fuel cell - DMFC)

DEMFC giống như PEMFC là dùng màng nhựa để làm chất điện phân. Tuy nhiên, đòi với DMFC chính những hạt xúc tác ở anode kéo H₂ từ methanol lỏng. Hiệu suất FC loại này đạt 40% và hoạt động ở 120÷190°F. Khi nhiệt độ tăng cao thì hiệu suất cũng tăng cao. DMFC thường dùng cho các thiết bị loại vừa và nhỏ như điện thoại, laptop. Hiện nay các công ty đang cố gắng nghiên cứu sử dụng DMFC để cung cấp năng lượng điện cho quân đội. DMFC đòi hỏi lượng platinum trong chất xúc tác lớn do đó đắt tiền.

3.6.3.7. Pin nhiên liệu loại không khí – kẽm (Zinc air fuel cell - ZAFC)

Khí đốt khuyếch tán vào điện cực và thâm qua được màng trong khi đó kẽm được tách ra bởi dung dịch điện phân. Sau khi oxy chuyển thành hydroxyl (OH⁻) và nước. Ion OH⁻ di chuyển xuyên qua chất điện phân đến cực + làm bằng Zn. Ở đây nó tác dụng với Zn và hình thành Zn²⁺. Quá trình này tạo ra một hiệu điện thế, nếu kết hợp nhiều tế bào lại ta được một nguồn điện có hiệu điện thế cao. Quá trình điện hóa này tương tự như loại PEMFC nhưng nó khác ở chỗ chất đốt lại (refueling).

Đây là một hệ kín. Điện được tạo ra khi Zn và O₂ kết hợp lại tại dung dịch điện phân (giống với PEMFC) tạo thành ZnO. Khi FC dùng đến khi cạn kiệt, nếu FC được nối với mạch ngoài (tải) thì tiến trình diễn ra theo chiều ngược lại. ZAFC tốt hơn ác qui nhò vào lượng điện phát ra lớn.

3.6.3.8. Pin nhiên liệu loại gốm proton (Protonic Ceramic fuel cell - PCFC):

Loại FC này hoạt động với vật liệu điện phân là gốm (gốm có tính dẫn proton

cao khi nó ở nhiệt độ cao). FC hoạt động ở nhiệt độ cao (700°C) là một trong những ưu điểm về mặt động lực học, nó làm nóng chảy carbonat và oxy rắn. Khi dùng nhiên liệu là hydrocacbon và hoạt động ở nhiệt độ cao sẽ cho năng lượng điện lớn.. Quá trình điện hóa học là oxy hóa nhiên liệu hóa thạch trực tiếp đến cực dương. Quá trình này đã loại bỏ đi bước trung gian là sản xuất ra hydrogen. Những phân tử khí của H-C được bắc mặt anode hấp thụ với sự có mặt của hơi nước. Hơn nữa, với chất điện phân là rắn nên chất lỏng không thể chảy ra ngoài như loại PAFC hoặc không thể khô ráo như loại PEMFC.

3.6.3.9. Pin nhiên liệu loại vi sinh (hay pin vi khuẩn) (Microbial fuel cell - MFC)

Pin nhiên liệu loại vi sinh sử dụng quá trình tác động trở lại của vi sinh vật như vi khuẩn, vi trùng để chuyển hóa hầu hết vật liệu hữu cơ nào thành nhiên liệu. Một số hợp chất thông thường như glucôzơ, hợp chất sinh ra từ axitaxetic và nước thải. Những hợp chất hữu cơ được chứa ở điện cực dương. Khi có oxy tự do sẽ bị tiêu thụ bởi vi khuẩn hoặc những vi trùng khác. Sản phẩm sau khi tiêu hóa của vi khuẩn, electron được đẩy ra từ hợp chất và tạo thành dòng với sự xúc tác của các chất vô cơ. MFC hoạt động êm dịu hơn các FC khác, chỉ hoạt động ở khoảng nhiệt độ $20\text{-}40^{\circ}\text{C}$, phát ra hiệu suất khoảng 50%. Pin nhiên liệu loại vi sinh được sử dụng trong các thiết bị trong y tế mà nhiên liệu sử dụng là lượng đường trong máu. Ngoài ra, MFC còn được sử dụng các vi khuẩn từ các nhà máy rượu bia, thực vật phân rã.

3.6.4. Một số lĩnh vực ứng dụng của pin nhiên liệu (FUEL CELL- FC)

Fuel Cell được sử dụng đầu tiên trong những lĩnh vực mà phí tổn không đóng vai trò quan trọng. Fuel Cell nhẹ và hiệu quả hơn acquy, đồng thời đáng tin cậy và ít ồn ào hơn động cơ Diesel. Những điều này giả thích tại sao giới quân sự và du hành vũ trụ quan tâm đến công nghệ này rất sớm. Một số tàu thuyền trên biển cũng dùng Fuel Cell.

Ngày nay Fuel Cell được ứng dụng rộng rãi trong đời sống. Một số sản phẩm công nghệ cao cũng bắt đầu sử dụng nguồn năng lượng từ Fuel Cell như: Máy tính sách tay, điện thoại di động, máy ảnh kỹ thuật số, máy nghe nhạc IPOD,v.v. Và đặc biệt hơn cả đó là việc ứng dụng Fuel Cell trên các phương giao thông.

Trước tình hình nguồn nhiên liệu truyền thống như: xăng, Diesel.v.v. được

khai thác triệt để từ dầu mỏ làm cho nguồn năng lượng này ngày càng cạn kiệt. Hơn nữa khí thải từ các phương tiện giao thông đang gây ô nhiễm nghiêm trọng đến môi trường của chúng ta. Do đó ngày nay, các nhà sản xuất ôtô có gắng nghiên cứu cải tiến động cơ (EFI, GDI, HCCI, VVT-i.v.v.), nhằm tối ưu quá trình cháy để hạn chế khí thải hay công nghệ xử lý khí thải.v.v. và họ đã thành công. Tuy nhiên, số lượng phương tiện giao thông ngày càng tăng lên rất lớn thì vấn đề ô nhiễm môi trường từ các phương tiện này là một áp lực rất lớn đối với chúng ta. Chính vì vậy mà việc tìm ra năng lượng sạch để thay thế là một yêu cầu cấp bách. Và Fuel Cell được xem là nguồn năng lượng tương lai của các loại phương tiện giao thông. Ngoài ra ứng dụng Fuel Cell còn ứng dụng cho laptop, điện thoại, máy ảnh kỹ thuật số ...

3.7. Ác quy

Ô tô điện sử dụng nguồn động lực là nguồn điện sử dụng được tích hợp trong Ác quy hay còn gọi là pin. Thông thường các hãng xe sản xuất xe điện sử dụng loại pin Lithium ion, ngoài ra còn một số loại pin khác.

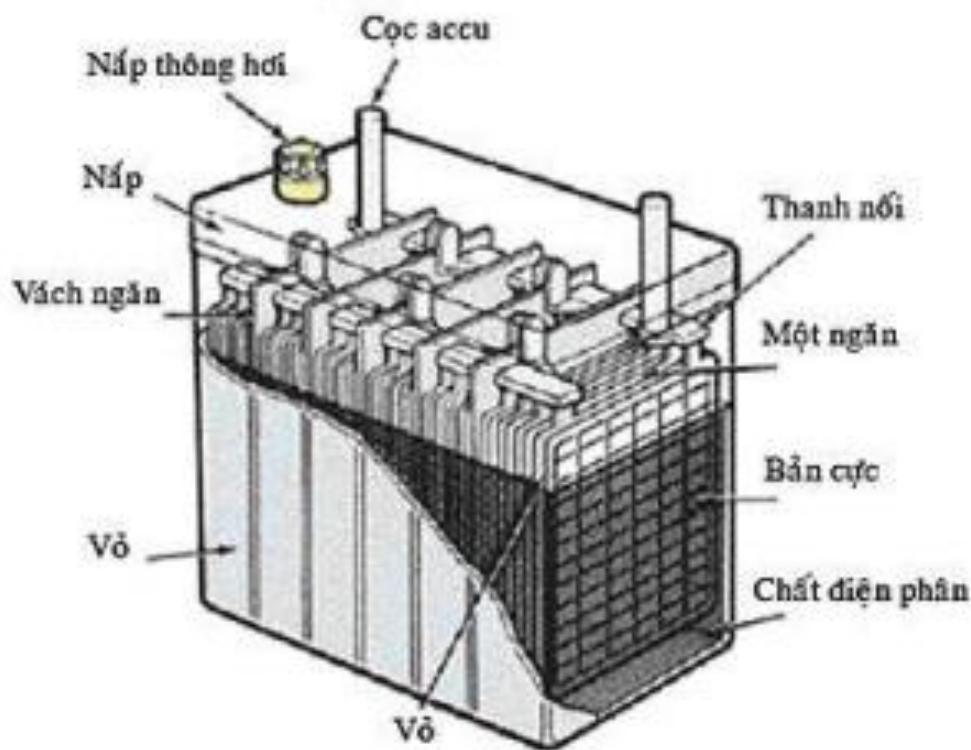
3 loại pin của ô tô điện phổ biến hiện nay:

- Pin axit chì
- Pin nikén
- Pin Lithium ion

- Đặc trưng của Ác quy (pin) dùng cho ô tô điện có mật độ năng lượng cao trong một lần sạc để cung cấp cho phạm vi làm việc rộng (quãng đường đi dài).

- + Việc tạo ra mật độ năng lượng này có thể đạt được mức độ năng lượng ổn định với đặc điểm phóng điện mạnh;
- + Chu kỳ nạp điện dài với yêu cầu bảo dưỡng thấp và độ an toàn cao;
- + Có thể tái nạp được nhiều lần;

3.7.1. Pin chì axit (Ắc quy chì axit)



Hình 3.48. Kết cấu ắc quy chì axit

- Pin chì-axit được phát minh vào năm 1859 và là dạng pin lâu đời nhất vẫn còn được sử dụng. Chúng đã được sử dụng trong tất cả các loại ô tô kể cả ô tô điện từ thế kỷ 19. Pin chì-axit là một loại pin ướt và thường chứa dung dịch axit sunfuric nhẹ trong một hộp chứa. Cái tên này xuất phát từ sự kết hợp giữa các điện cực chì và axit được sử dụng để tạo ra điện trong các pin này.

- Bình ắc quy chì axit gồm vỏ bình có các ngăn riêng, thường là ba hoặc sáu ngăn tùy theo loại ắc quy 6V hay 12V.

- Trong mỗi ngăn có đặt khối bản cực gồm phân phối bản cực dương và phân phối bản cực âm được ngăn cách với nhau bằng các tấm ngăn.

- Tấm cách điện được làm từ những vật liệu mà có thể cho phép phản ứng hóa học xảy ra giữa các bản cực đồng thời không cho chập mạch giữa các bản cực dương và âm (không cho phép chúng tiếp xúc với nhau).

a. Các thông số của ắc quy phụ:

* Điện lượng: là thông số cho biết khả năng lưu trữ của các ắc quy được tính bằng tích số giữa dòng điện phỏng và thời gian phỏng điện: Ah=Ampe*giờ

Ví dụ: Bình ắc quy có điện lượng 100Ah sau khi nạp đầy có thể phỏng được dòng điện có 20A trong 5 giờ liên tục hoặc dòng 10A trong 10 giờ cho đến khi điện áp giảm xuống dưới 10,5V

Lưu ý:

+ Nếu chọn ắc quy có điện lượng quá thấp sẽ không đủ để cấp điện cho ô tô;

+ Không phải điện lượng càng cao là tốt mà phải phù hợp với bộ phát điện. Nếu bộ phát điện không thể đáp ứng được điện lượng cao đó, ắc quy sẽ luôn trong tình trạng không được sạc đầy, gây ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ sử dụng;

* Điện áp: Là thông số cho biết hiệu điện thế giữa hai bản cực của ắc quy, thường là 12V hoặc 24V

* Điện áp ngắt: Là điện áp tối thiểu để ắc quy phỏng điện; ở dưới mức này nếu tiếp tục phát điện thì tuổi thọ của ắc quy sẽ bị giảm hoặc có thể gây hỏng ắc quy toàn bộ. Điện áp ngắt ắc quy được quy định bởi nhà sản xuất và phụ thuộc vào dòng phỏng.

Ví dụ: Cell nhân 6 có điện áp ngắt mỗi Cell là 1,8V thì điện áp ngắt của ắc quy sẽ là $1,8 \times 6 = 10,8V$.

* Dung lượng lưu trữ RC (Reserve Capacity): Là dung lượng của ắc quy dự trữ để sử dụng cho các phụ tải khi hệ thống cung cấp điện có sự cố. RC được đo bằng phút khi ắc quy phỏng dòng ở $25^{\circ}C$ trước khi điện áp xuống dưới mức quy định.

* Dòng khởi động nguội CCA (Cold – Cranking Amperes): Là cường độ dòng mà ắc quy cung cấp trong vòng 30s ở $-17,7^{\circ}C$ cho đến khi điện áp xuống dưới mức có thể sử dụng. CCA đặc biệt có ý nghĩa quan trọng với ô tô ở vùng hàn đới nhiệt độ thường xuyên âm.

* Dòng khởi động CA (Cranking Amperes): Là dòng mà ắc quy cung cấp trong vòng 30s ở 0°C (32F) cho đến khi điện áp xuống dưới mức có thể sử dụng.

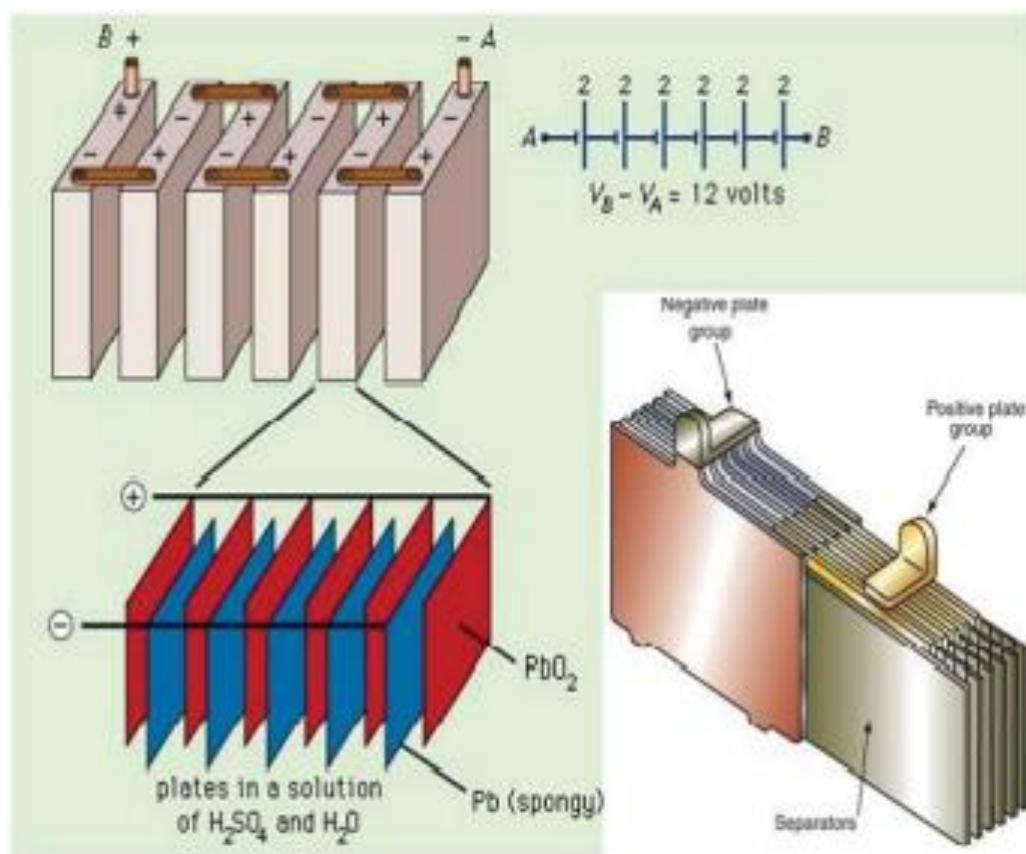
b. Ký hiệu bình ắc quy



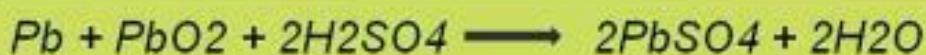
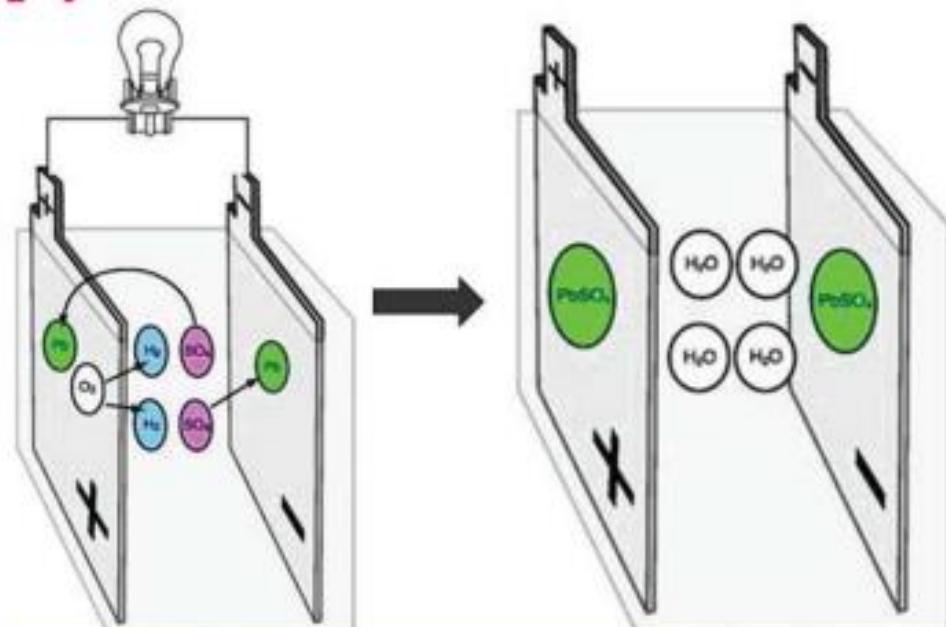
Hình 3.49. Ký hiệu bình ắc quy

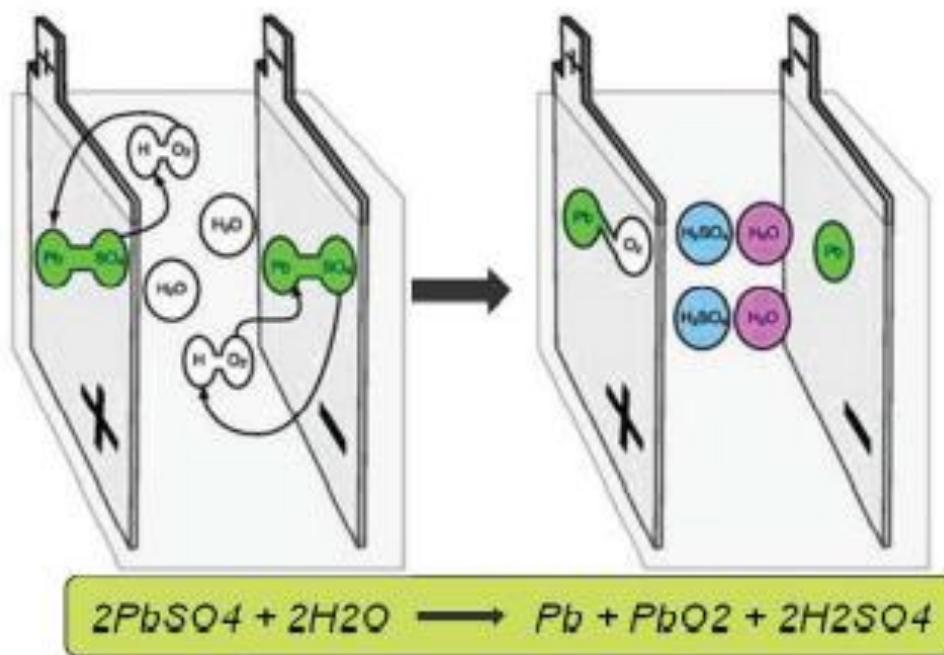
- Số “50” Dung lượng danh định của bình
- Chữ “B” chiều ngang bình dạng B là 127 cm, chữ “D” là 172 cm
- Số “24” chiều dài bình là 24 cm
- Chữ “L” Left – bình cọc trái, nếu cọc phải ghi là “R” hoặc không ghi gì.
- Chữ “S” nếu bình có 2 loại cọc thì nó là cọc to

c. Kết cấu bình ắc quy axit



Hình 3.50. Kết cấu bình ắc quy



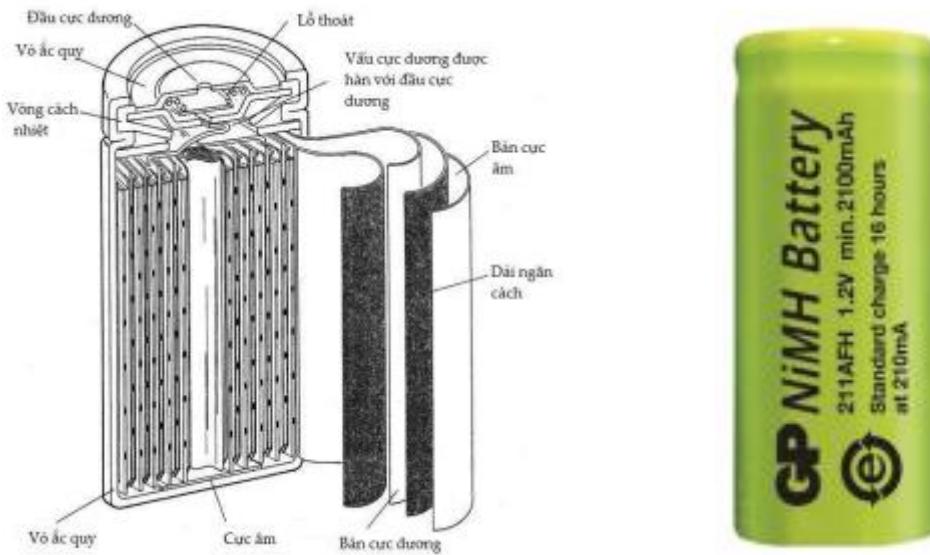
Hình 3.51. Quá trình phóng điện**Hình 3.52. Quá trình nạp điện**

Ưu điểm chính của pin axit-chì là tuổi thọ cao, chi phí sản xuất thấp. Tuy nhiên, chúng tạo ra khí nguy hiểm trong khi được sử dụng và nếu pin bị sạc quá mức sẽ có nguy cơ nổ. Năng lượng của pin chì axit là 34 Wh / kg và mật độ năng lượng thấp.

3.7.2. Pin Niken – Metal Hydrid kim loại (NiMH)

Vào cuối những năm 1980, loại pin này được đưa vào sử dụng thương mại. Chúng có mật độ năng lượng cao – nghĩa là rất nhiều năng lượng có thể được tích lũy vào trong một pin tương đối nhỏ và không chứa bất kỳ kim loại độc hại nào, vì vậy chúng rất dễ tái chế. Pin NiMH được coi là vượt trội, vì chúng có thể có năng lượng gấp đôi (68 Wh / kg) so với pin axit chì. Điều này cho phép các phương tiện điện sử dụng pin NiMH nhẹ hơn đáng kể, dẫn đến giảm chi phí năng lượng cho việc đầy BEV. Tương tự, pin NiMH cũng có mật độ năng lượng lớn hơn so với pin axit chì, điều này sẽ cho phép hệ thống pin được chứa trong một không gian nhỏ hơn. Mặc dù vậy, pin NiMH có một số nhược điểm, chẳng hạn như có hiệu suất sạc thấp hơn so với các pin khác. Ngoài ra còn có một vấn đề lớn với việc tự xả (lên tới 12,5% mỗi ngày trong điều kiện nhiệt độ phòng bình thường) bị trầm trọng hơn khi pin ở

trong môi trường nhiệt độ cao. Điều này làm cho pin NiMH kém lý tưởng trong môi trường nóng hơn.

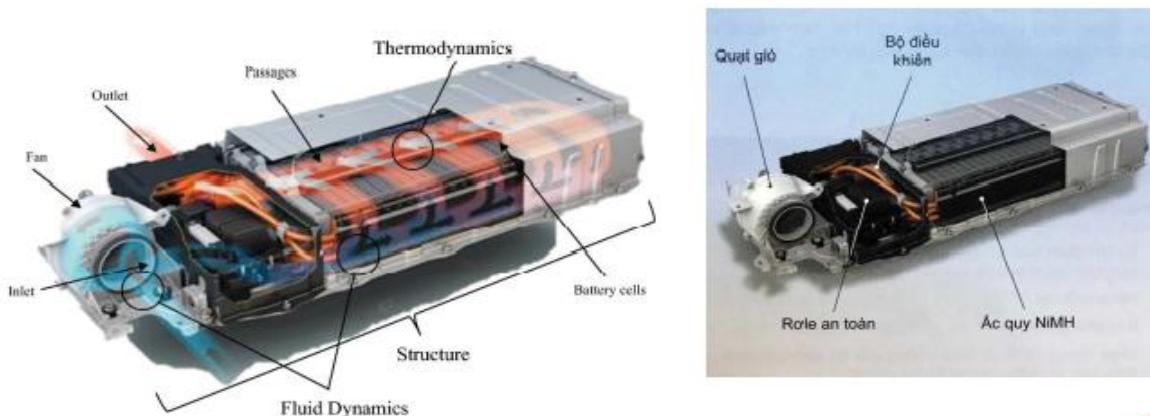


Hình 3.53. Cấu tạo Pin NiMH

- Một đơn vị của ác quy (Pin) NiMH có nhiều tế bào, mỗi tế bào gồm một tấm cực dương, một tấm cực âm và chất điện phân (dung dịch kiềm)

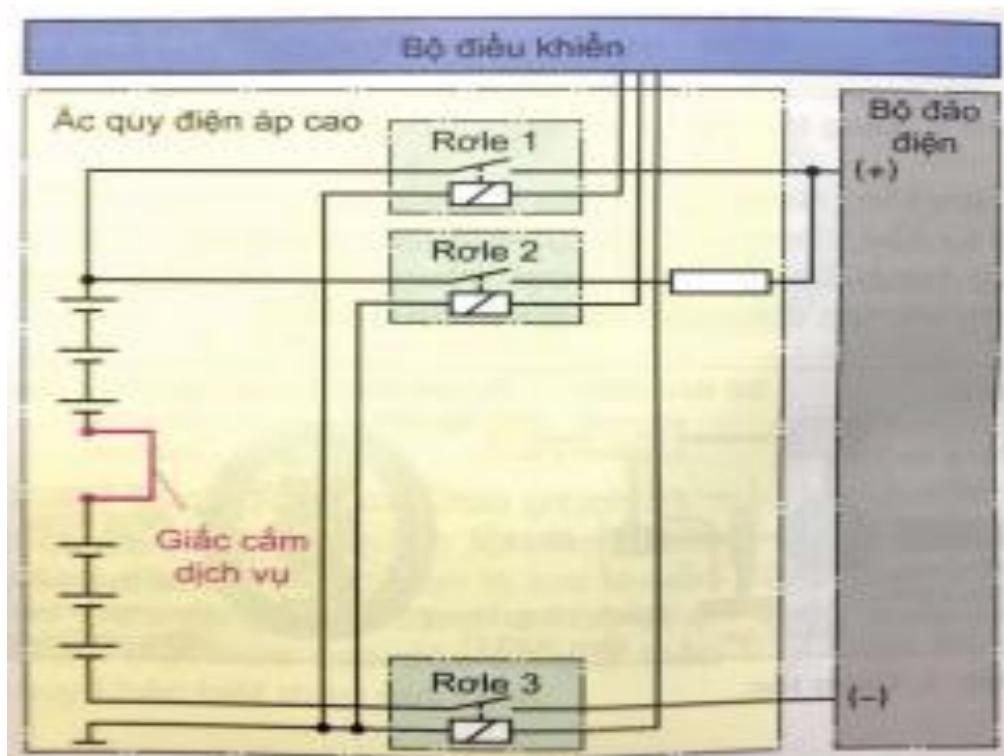
- Cấu tạo: Tấm cực dương (MH) làm bằng hợp kim có hàm lượng cao thành phần nhóm đất hiếm như Lanthan, Ceri và Neodymi. Tấm cực dương có thể lưu trữ Hydro trong mạng tinh thể của kim loại do đó tạo thành một Hydrid kim loại.

- Một hệ thống ác quy NiMH điển hình bao gồm 28 Modul, mỗi modul với 6 đơn vị 1,2V (Tổng cộng là 201,6V). Công suất điện của hệ thống là 27kW. Hệ thống gồm một bộ điều khiển, thiết bị làm mát với quạt gió và hệ thống an toàn với role.



Hình 3.54. Cấu tạo một hệ thống Pin NiMH

- Chức năng an toàn:



Hình 3.55. Sơ đồ mạch chức năng an toàn

Khi xe khởi động role an toàn hoặc bảo vệ an toàn được bật lên thông qua bộ điều khiển. Để bảo vệ điện tử công suất trước khi dòng điện cao bắt lên, đầu tiên bộ điều khiển đóng các role 2 và 3 để dòng điện phía cực dương đi qua điện trở hạn dòng. Sau đó role 1 được đóng lại, dòng điện chạy trực tiếp đến bộ đảo điện và không qua các điện trở. Sau đó role 2 được ngắt điện. Như vậy, hệ thống ác quy được kết nối với hệ thống truyền động điện hoặc bộ đảo điện mà không qua điện trở hạn dòng. Khi hệ thống Hybrid bị tắt hay xảy ra tai nạn bộ điều khiển cắt kết nối phía cực dương và phía dây mát.

3.7.3. Pin Lithium ion

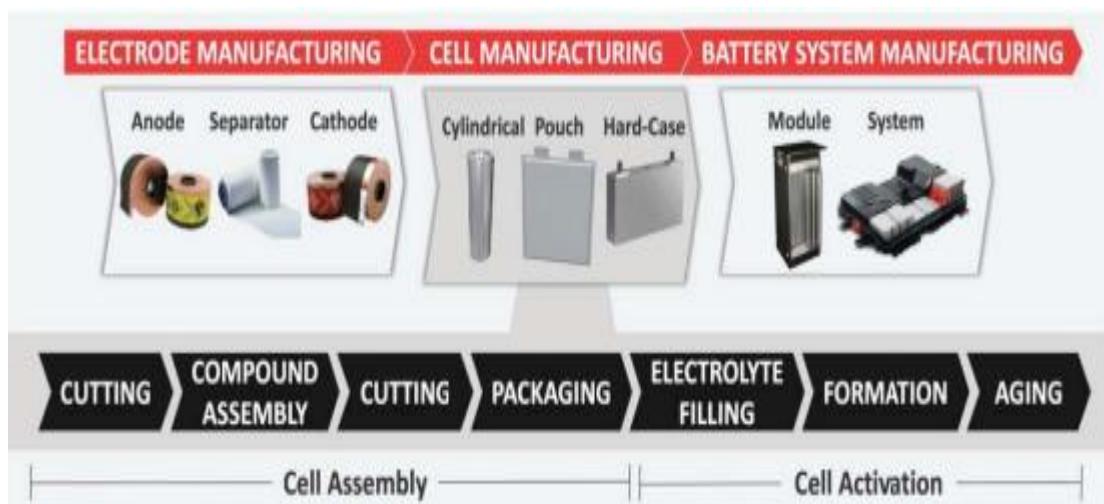
Pin lithium-ion, được đưa vào sử dụng thương mại vào đầu những năm 1990. Pin lithium ion (Li-ion) hiện được coi là tiêu chuẩn cho xe điện chạy pin hiện đại. Có nhiều loại pin Li-ion mà mỗi loại có những đặc điểm khác. So với các loại pin khác, Li-ion mang lại nhiều lợi ích hơn. Ví dụ, nó có năng lượng tuyệt vời (140

Wh / kg) và mật độ năng lượng dày đặc hơn rất nhiều, làm cho nó chính là loại pin lý tưởng cho các phương tiện chạy bằng pin. Pin Li-ion cũng rất tuyệt vời trong việc duy trì năng lượng, với tốc độ tự xả (5% mỗi tháng) với mức độ thấp hơn so với pin NiMH. Tuy nhiên, pin Li-ion cũng có một số nhược điểm, như rất đắt tiền. Ngoài ra còn có những lo ngại lớn về an toàn liên quan đến việc sạc quá mức và quá nhiệt của những pin này. Bằng chứng là những vụ cháy xe Tesla Model S.

Ngày nay, pin Li-ion được dùng phổ biến trên các dòng xe ô tô điện do chúng có mật độ năng lượng và hiệu suất cao. Tuy nhiên, chúng lại tiềm ẩn những nguy cơ như sốc điện và cháy nổ. Hệ thống quản lý pin (Battery Management System - BMS) giúp duy trì hiệu suất của khối pin. Nó giúp cho khối pin khỏi việc bị hư hỏng do việc sạc quá áp. BMS sẽ duy trì cho khối pin làm việc dưới điều kiện an toàn bằng cách theo dõi điện áp nạp và sẽ dừng nạp khi đạt điện áp yêu cầu. BMS cũng đo đặc trạng thái sạc thông qua thông số là dung lượng của pin. Có thể nói BMS giúp duy trì và kéo dài tuổi thọ của pin.

Khối pin trên xe điện thường được cấu tạo từ những cell pin có dạng hình túi. Các cell sau đó sẽ được mắc nối tiếp, song song với nhau để tạo thành các mô đun pin và khối pin có điện áp và dung lượng theo thiết kế của nhà sản xuất.

Dây là công nghệ pin tiên tiến có Ion lithium là thành phần chính



Hình 3.56. Các dạng Pin LIB

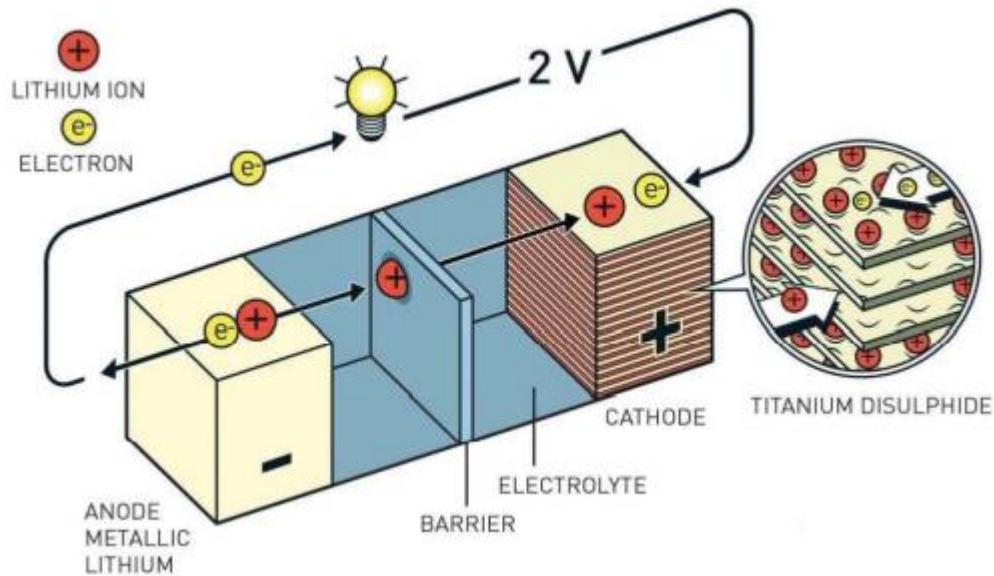
Pin có 4 hình dạng: Hình trụ nhỏ, hình trụ lớn, hình phẳng (dạng túi) và hình lăng trụ

Bảng 3.1. Cấu trúc vật lý của các cell pin Li-ion

Hình dáng	Hình trụ	Hình lăng trụ	Hình túi nhỏ
Sơ đồ			
Bố trí điện cực	quấn lại	quấn lại	xếp lớp
Sức bền cơ học	++	+	-
Quản lý nhiệt	-	+	+
Năng lượng riêng	+	+	++
Mật độ năng lượng	+	++	+

Trên thị trường hiện tại có 5 loại pin Lithium – ion: Lithium – Cobalt Oxide; Lithium – Titanate; Lithium – Nickel Mangan Cobalt Oxide; Lithium – Mangan Oxit và Lithium – Iron phosphate

Cấu tạo Pin Lithium – Ion: Gồm điện cực âm, điện cực dương và màng ngăn



Hình 3.57. Cấu tạo Pin Lithium -Ion

- Điện cực dương (Cathode): Vật liệu dùng làm điện cực dương là LiCoO_2 và LiMnO_4 . Cấu trúc phân tử bao gồm phân tử Oxide Coban liên kết với nguyên tử

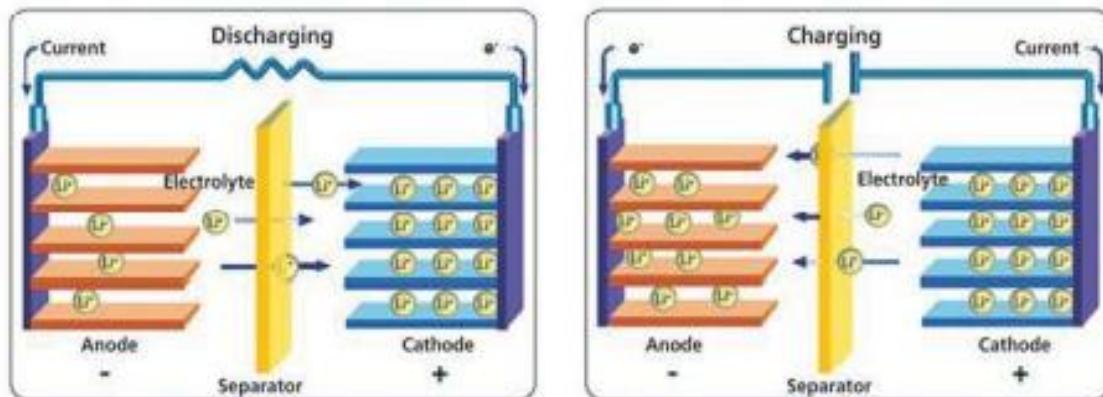
Lithium. Khi có dòng điện chạy qua, nguyên tử Lithium nhanh chóng tách khỏi cấu trúc tạo thành ion dương Lithium, Li⁺.

- Điện cực âm (Anode): Được cấu tạo từ than chì (Graphene) và các vật liệu Cacbon khác có chức năng lưu giữ các ion Lithium L⁺ trong tinh thể.

- Màng ngăn cách điện: được làm bằng nhựa PE hoặc PP. Bộ phận này nằm giữa cực dương và cực âm. Tuy nhiên, các ion Li⁺ vẫn được đi qua.

- Chất điện phân: Dung dịch điện phân thường là từ Hexafluorophosphate (LiPF6) và dung môi hữu cơ (rượu Cacbonat). Dung dịch có chức năng như vật dẫn các ion Li giữa 2 điện cực trong quá trình sạc và xả pin. Dung dịch điện ly cho pin Lion phải có độ dẫn ion tốt. Cụ thể độ dẫn ion Lithi ở mức 1-2s/cm ở nhiệt độ phòng. Tăng 30-40% khi nhiệt độ lên 40⁰C và giảm nhẹ khi nhiệt độ xuống 0⁰C.

Nguyên lý hoạt động: Cực âm và dương đóng vai trò là nguyên liệu trong phản ứng điện hóa của pin. Dung dịch điện phân tạo môi trường dẫn cho ion Lithi di chuyển giữa hai điện cực âm và dương



Hình 3.58. Quá trình sạc điện và xả

Quá trình sạc điện: Diễn ra ngược với quá trình xả. Dưới điện áp sạc, electron bị cưỡng bức chạy từ điện cực dương của pin và các ion Lithi tách khỏi điện cực dương di chuyển trở về điện cực âm của pin.

Quá trình xả: Ion- Lithi mang điện dương di chuyển từ cực âm (thường là Graphite) qua dung dịch điện ly sang cực dương và dương sẽ có phản ứng với

ion Lithi. Mỗi ion Lithi dịch chuyển từ cực âm sang cực dương trong pin thì ở mạch ngoài lại tiếp tục có một electron chuyển động từ cực âm sang cực dương sinh ra dòng điện chạy từ cực dương sang cực âm. Điều này tạo ra cân bằng điện tích giữa 2 cực.

Do mật độ năng lượng và công suất của Pin Ion Lithi cao nên hư hại cơ học có thể dẫn đến cháy nổ. Chính vì vậy việc phóng, nạp điện của khối pin phải được giám sát và điều khiển bởi BMS để đảm bảo khối pin làm việc an toàn và hiệu quả. Để làm được điều này BMS cần có những bộ phận sau:

Cảm biến nhiệt độ: Nhiệt độ của khối pin ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất của nó. Khoảng nhiệt độ làm việc của pin Li-ion là từ $-200^{\circ}\text{C} \div 600^{\circ}\text{C}$. Ví dụ như cell pin Li-ion 18650 của Panasonic ở 250°C có mật độ năng lượng là 100 Wh/L nhưng khi ở nhiệt độ 400°C thì mật độ năng lượng chỉ còn 5 Wh/L . Do đó việc trang bị cảm biến để đo nhiệt độ của pin và từ đó có những điều chỉnh kịp thời là vô cùng quan trọng. Các cảm biến nhiệt độ sẽ được bố trí tại các vị trí thích hợp trong khối pin. Nhà sản xuất sẽ sử dụng các chương trình mô phỏng để tìm ra vị trí thích hợp để đặt các cảm biến.

Cảm biến điện áp: Cần tối thiểu một kênh thu nhận điện áp cho mỗi cell pin. Hầu hết các loại xe điện đều có một thiết bị lập trình bổ sung để cảnh báo cho BMS bất cứ khi nào có một cell pin nào không được hoạt động trong dải điện áp cho phép. Việc thu nhận điện áp cũng giúp cho việc xác định trạng thái sạc (State of charge – SOC). Điện áp xác định càng chính xác thì việc xác định trạng thái sạc càng chính xác.

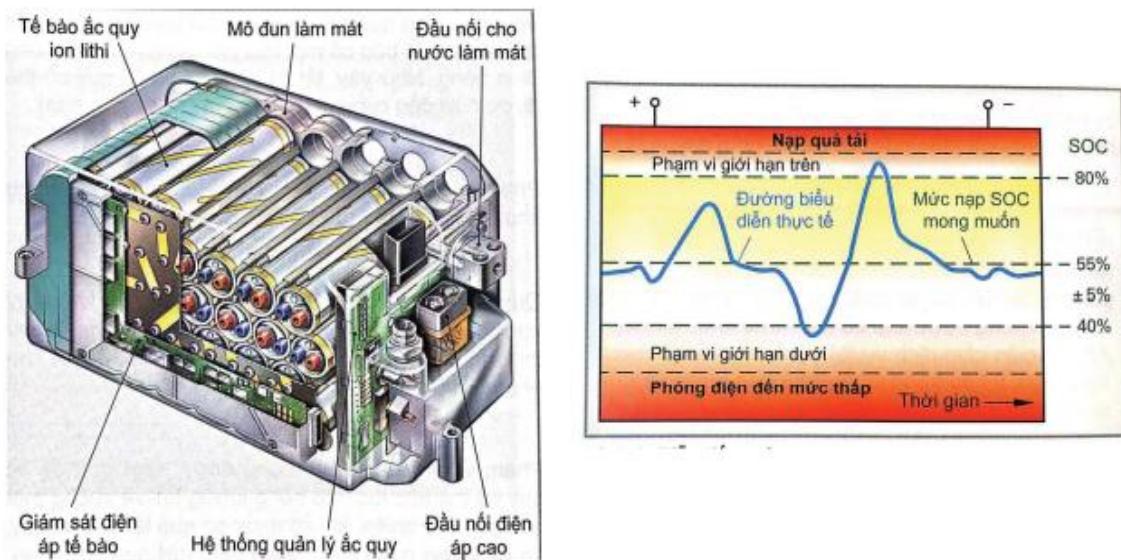
Cảm biến dòng điện: Để xác định trạng thái sạc của pin ta có thể sử dụng phương pháp đo điện áp hoặc phương pháp đo dòng điện thông qua cảm biến dòng điện. Những cảm biến dòng điện trên xe ô tô điện hiện nay có dải giá trị làm việc từ cỡ mA đến hàng nghìn Ampe.

Ngoài các cảm biến để lấy tín hiệu đầu vào thì BMS cần phải có hệ thống thông tin liên lạc với các hệ thống khác để thực hiện điều khiển các hoạt động tương ứng. Các hệ thống có liên lạc với BMS như các thiết bị điện tử công suất, hệ thống quản

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai

lý năng lượng... Thông thường chúng sẽ sử dụng đường truyền CAN (Controller Area Network). Bởi nó có thể đảm bảo sự giao tiếp trong điều kiện môi trường khắc nghiệt như nhiều tín hiệu nhiễu điện. Ngoài ra BMS còn bao gồm thiết bị lọc nhiễu điện từ (EMI) làm giảm ảnh hưởng của nhiễu lên cảm biến; các thiết bị cách điện để cách ly phần điện áp cao và phần điện áp thấp của bộ pin và bộ tiếp điểm để cắt dòng DC khi các sự cố nguy hiểm xảy ra.

Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT



Hình 3.59. Hệ thống làm mát và giám sát BMS



Hình 3.60.a. Môđun pin của
xe Nissan Leaf

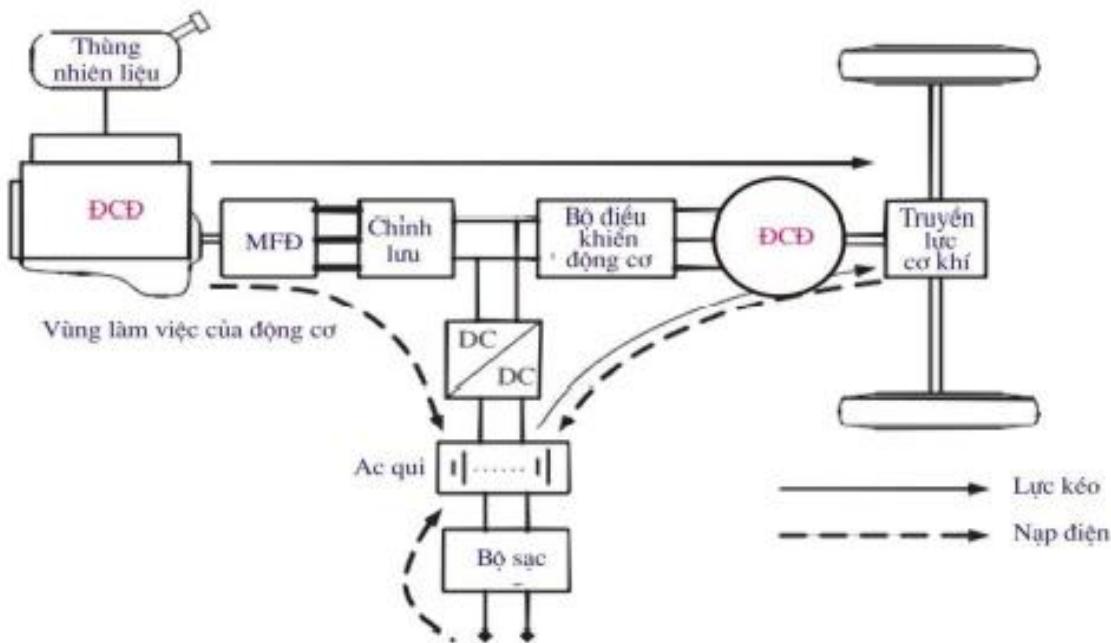


Hình 3.60.b. Khối pin của xe
Nissan Leaf

3.8. Kết hợp công suất

Đặc điểm cấu tạo của ô tô Hybrid có 3 dạng: Kiểu nối tiếp; kiểu song song; kiểu hỗn hợp (Power split).

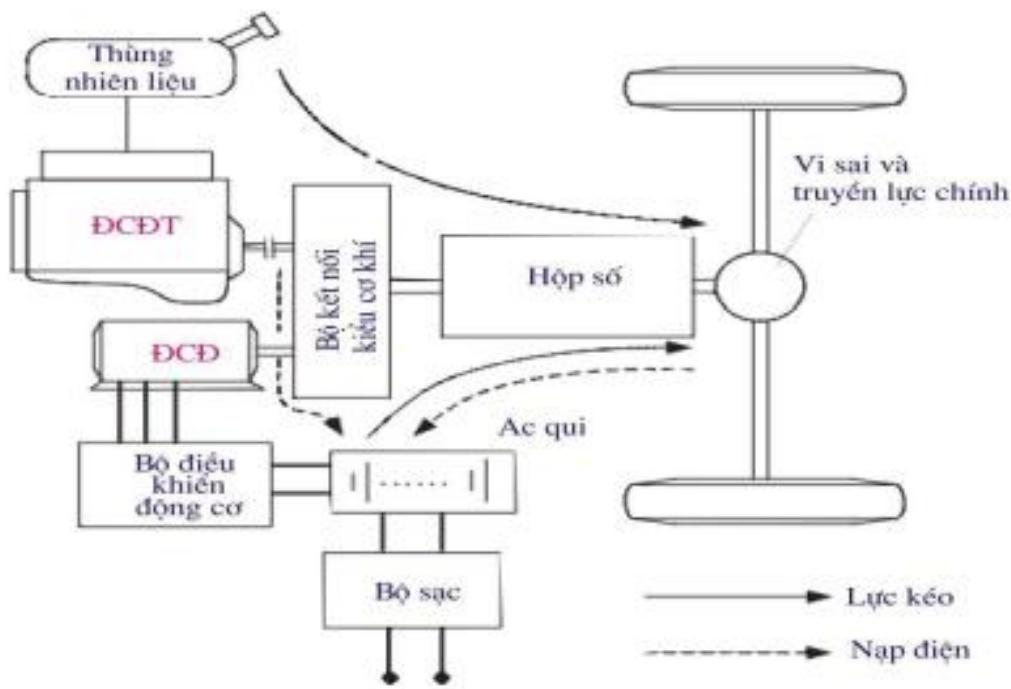
3.8.1. Sự kết hợp công suất với sơ đồ nối tiếp



Hình 3.61. Sơ đồ nguyên lý sự kết hợp công suất với sơ đồ nối tiếp

- Chế độ thuần động cơ điện: Động cơ đốt trong ngắn, ô tô được kéo từ ác quy
- Chế độ thuần động cơ đốt trong: Công suất kéo của ô tô được cung cấp từ động cơ – máy phát, trong khi ác quy không cung cấp và không nhận năng lượng từ hệ thống truyền động. Các máy phát điện hoạt động như hệ thống truyền lực từ động cơ đến các bánh xe bị động.
 - Chế độ Hybrid công suất kéo được rút ra từ cả động cơ, máy phát và ác quy.
 - Chế độ động cơ kéo và nạp cho ác quy: Cụm động cơ máy phát cung cấp năng lượng để nạp cho ác quy và cung cấp năng lượng để xe di chuyển.
 - Chế độ phanh tái sinh: Cụm động cơ – máy phát ngắn, động cơ kéo hoạt động như một máy phát. Năng lượng sinh ra được nạp cho ác quy
 - Chế độ nạp ác quy: Động cơ kéo không nhận năng lượng và cụm động cơ – máy phát nạp cho ác quy

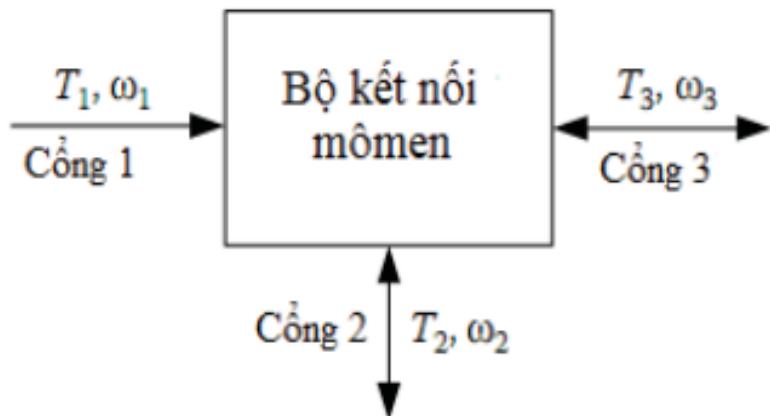
3.8.2. Sự kết hợp công suất với sơ đồ song song



Hình 3.62. Sơ đồ nguyên lý sự kết hợp công suất với sơ đồ song song

Khác với sơ đồ nối tiếp ở trên, đối với hệ thống truyền động Hybrid kiểu song song việc kết hợp các nguồn động lực với nhau thực hiện bằng kết nối cơ khí, trong đó động cơ cung cấp năng lượng của chúng thông qua bộ truyền cơ khí tới các bánh xe chủ động giống như trong ô tô trang bị động cơ đốt trong thông thường. Để thực hiện điều này có thể sử dụng bộ kết nối mô men hoặc bộ kết nối tốc độ.

***Bộ kết nối mô men** gồm trực, bộ truyền xích hoặc đai, bộ truyền bánh răng



Hình 3.63. Sơ đồ nguyên lý bộ kết nối mô men

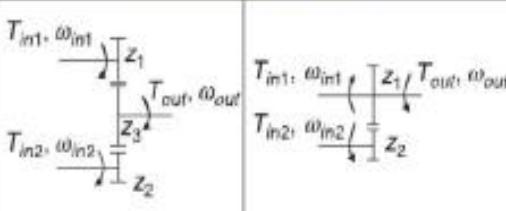
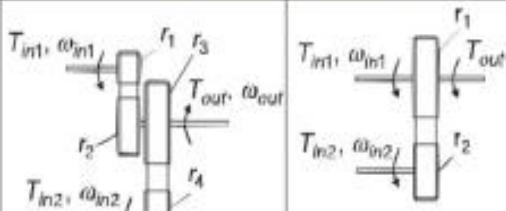
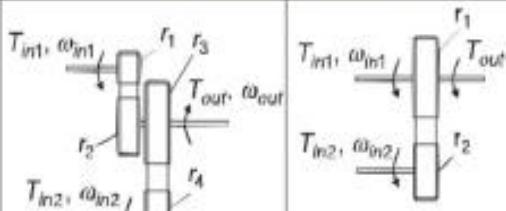
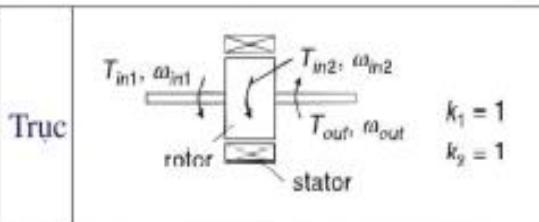
$$T_3\omega_3 = T_1\omega_{1+} T_2\omega_2 . \text{ Hoặc } T_3 = k_1T_1 + k_2T_2$$

Trong đó: k_1, k_2 là tham số cấu trúc của bộ kết nối mô men.

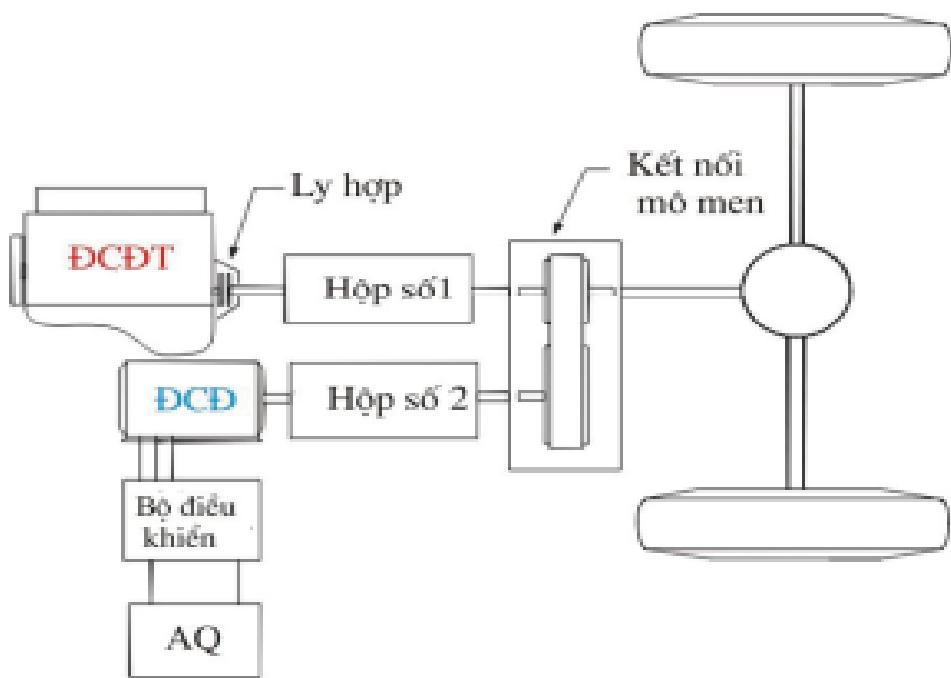
Vận tốc góc ω_1, ω_2 và ω_3 quan hệ với nhau:

$$\omega_3 = \omega_1/k_1 = \omega_2/k_2$$

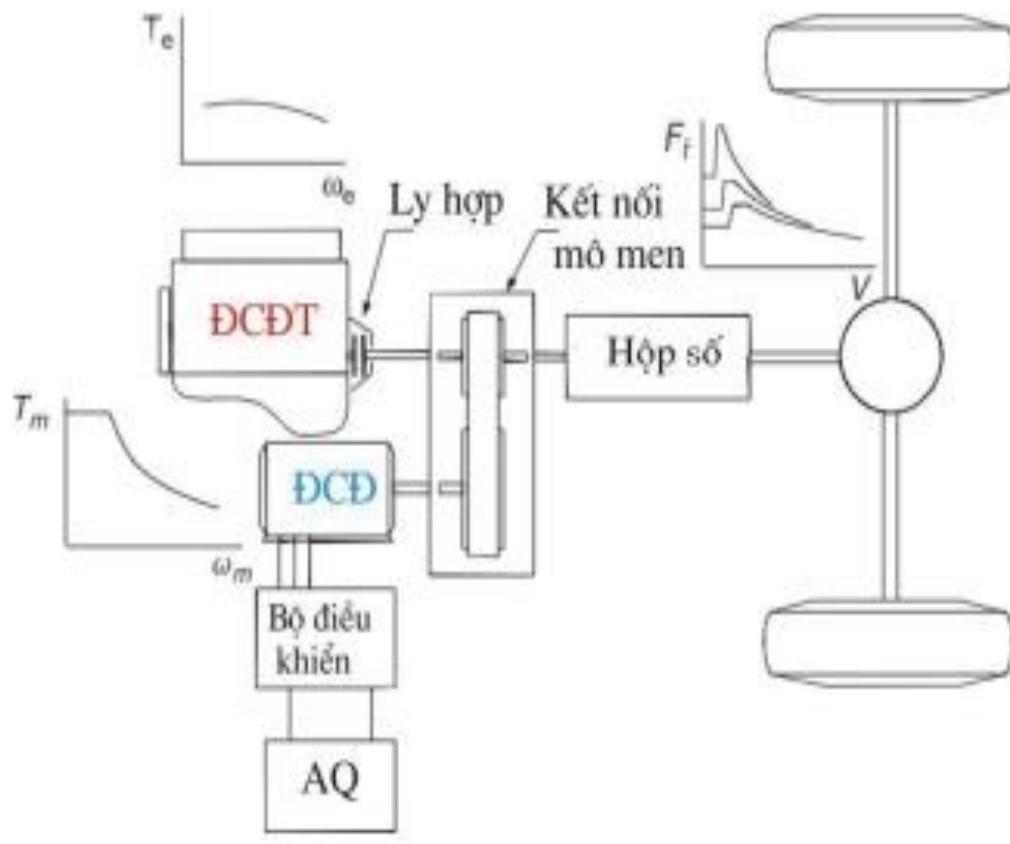
Bộ kết nối mô men:

Bộ truyền bánh răng		Bộ truyền xích và đai
		
$k_1 = \frac{z_3}{z_1}, k_2 = \frac{z_3}{z_2}$	$k_1 = 1, k_2 = \frac{z_1}{z_2}$	$k_1 = 1, k_2 = \frac{r_1}{r_2}$
z_1, z_2, z_3 — Số răng		r_1, r_2, r_3 và r_4 — Bán kính puli
ω_1, ω_2 — Vận tốc góc		r_1 và r_2 — Bán kính puli
Trục		$T_3 = k_1T_1 + k_2T_2$ $\omega_3 = \omega_1/k_1 = \omega_2/k_2$

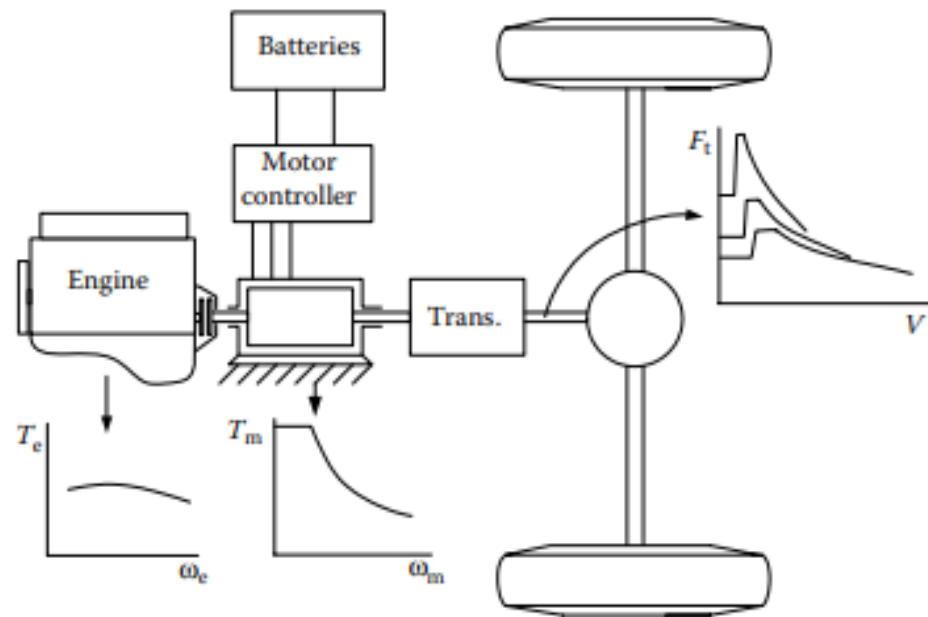
Trong sơ đồ Hybrid song song bộ kết nối mô men có thể bố trí 4 dạng sau:



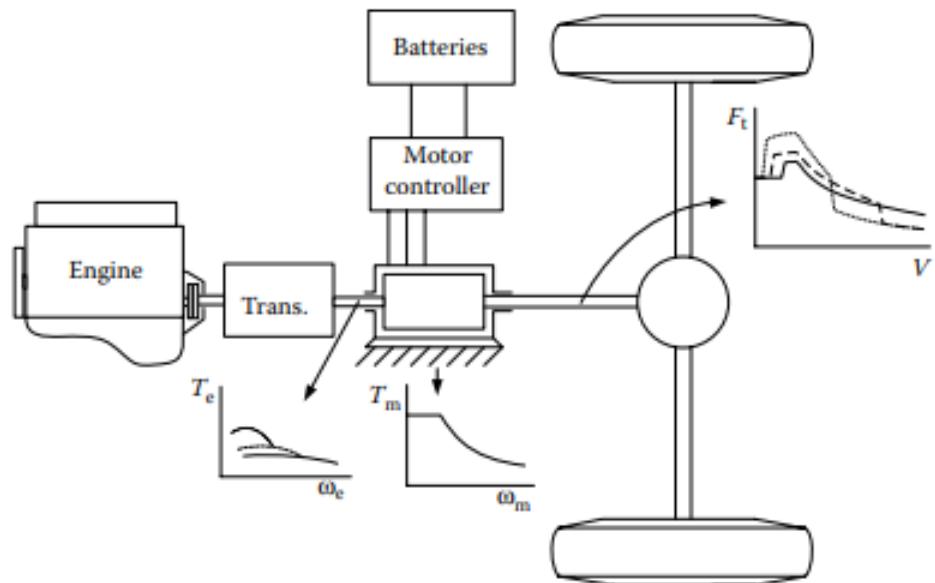
Hình 3.64. Sơ đồ hai trục với hộp số đặt trước bộ kết nối mô men



Hình 3.65. Sơ đồ hai trục với hộp số đặt sau bộ kết nối mô men



Hình 3.66. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai song song sử dụng hộp phân phối trước hộp số



Hình 3.67. Sơ đồ nguyên lý ô tô lai song song sử dụng hộp phân phối sau hộp số

Đặc điểm dùng sơ đồ song song với bộ kết nối mô men:

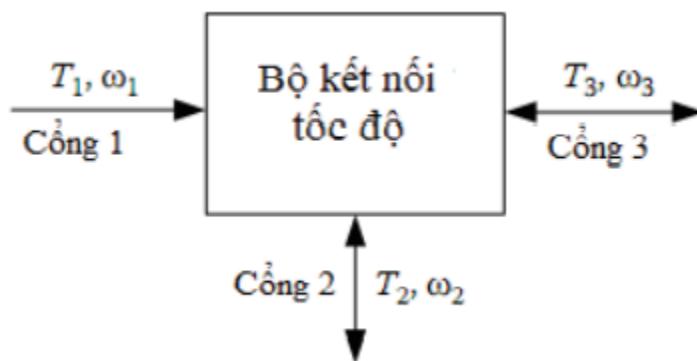
***Ưu điểm:**

- Kết cấu nhỏ gọn, đơn giản
- Đặc tính kéo của xe gần giống với đặc tính tối ưu
- Hiệu suất cao do ít tổn hao qua bộ truyền.

***Nhược điểm:**

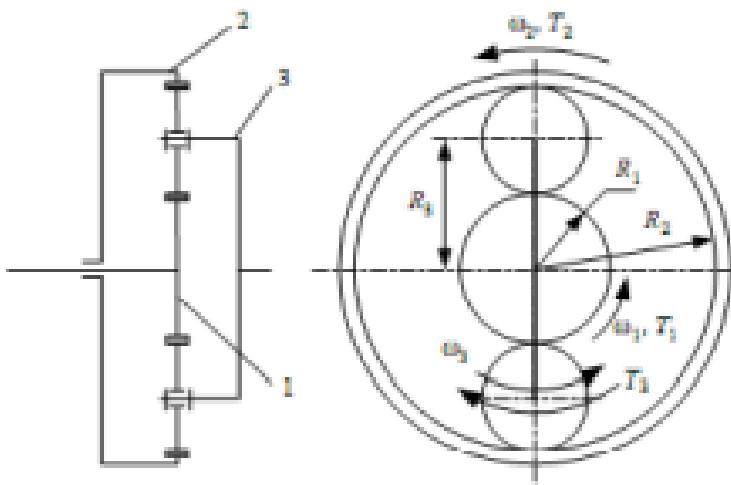
- Hai nguồn động lực cần có dải tốc độ như nhau do ở chế độ hybrid tốc độ trực ra phải tỉ lệ với cả tốc độ của động cơ đốt trong và động cơ điện.

* **Bộ kết nối tốc độ:** Dùng Transmoto, dùng bộ truyền hành tinh



Hình 3.68. Sơ đồ nguyên lý bộ kết nối tốc độ

- Kết nối tốc độ bằng bộ truyền hành tinh:



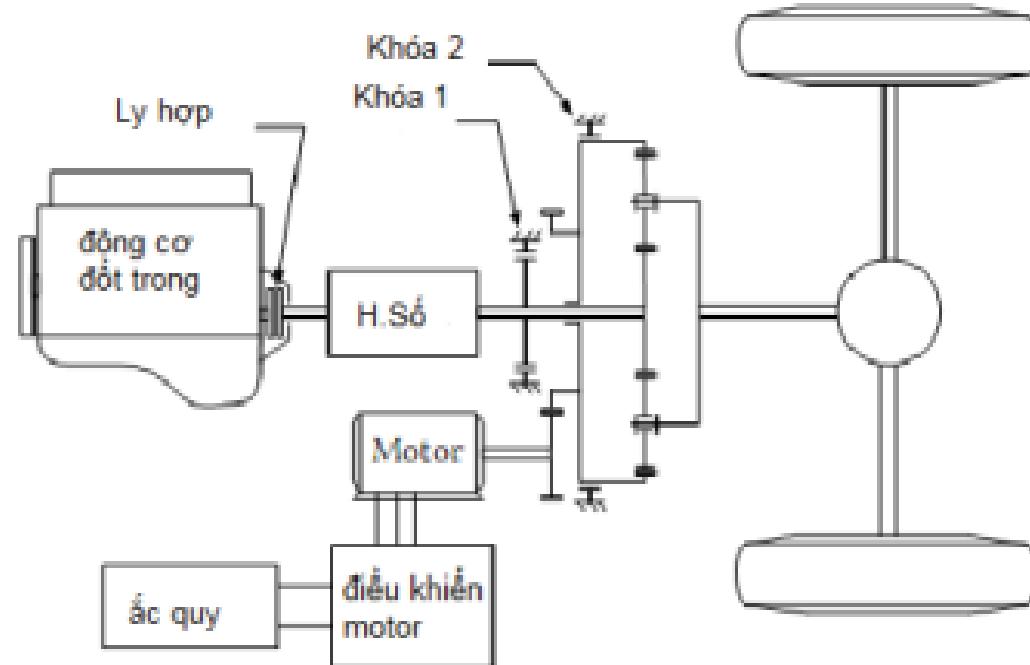
Hình 3.69. Sơ đồ nguyên lý bộ truyền hành tinh

Đơn vị cố định	Tốc độ	Mômen
Bánh răng mặt trời	$\omega_3 = \frac{i_g}{1 + i_g} \omega_2$	$T_3 = -\frac{1 + i_g}{i_g} T_2$
Bánh răng bao	$\omega_3 = \frac{1}{1 + i_g} \omega_1$	$T_3 = -(1 + i_g) T_1$
Cản dẫn	$\omega_1 = -i_g \omega_2$	$T_1 = \frac{1}{i_g} T_2$

Bộ kết nối tốc độ cơ khí có thuộc tính:

$$\omega_3 = \omega_1 k_1 + \omega_2 k_2$$

$$T_3 = T_1/k_1 = T_2/k_2$$



Hình 3.70. Sơ đồ song song với kết nối tốc độ dùng bộ truyền hành tinh

Đặc điểm của sơ đồ song song dùng bộ kết nối tốc độ

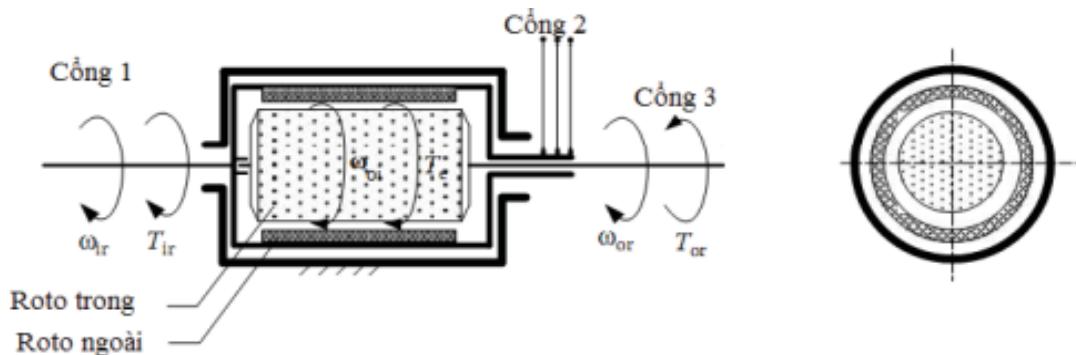
*Ưu điểm:

Dảm bảo tính linh hoạt về phương diện tốc độ của hai động cơ, tránh được hiện tượng cưỡng bức tốc độ của một trong hai nguồn khi tốc độ làm việc khác nhau.

*Nhược điểm:

Kết cấu hệ bánh răng hành tinh cồng kềnh, còn transmoto phức tạp yêu cầu chế tạo chính xác cao.

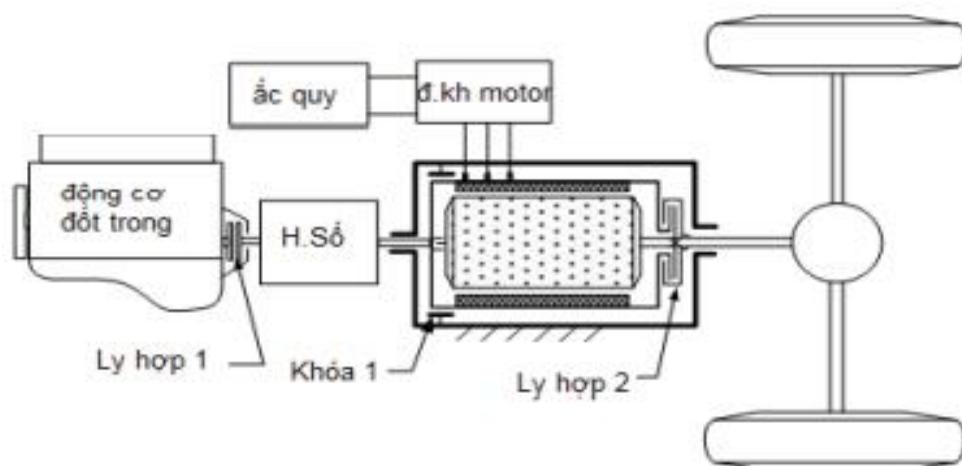
- Kết nối tốc độ dùng Transmoto: Transmoto là mô tơ điện với statô không cố định. Có thể coi mô tơ gồm có statô cố định với khung như một mô tơ truyền thống và có hai roto (trong và ngoài). Roto ngoài, roto trong và khoang không khí là 3 cồng



Hình 3.71. Sơ đồ kết cấu của kết nối tốc độ dùng transmoto

Quan hệ tốc độ: $\omega_{or} = \omega_{ir} + \omega_{oi}$

Quan hệ tốc mô men: $T_{or} = T_{ir} = T_e$

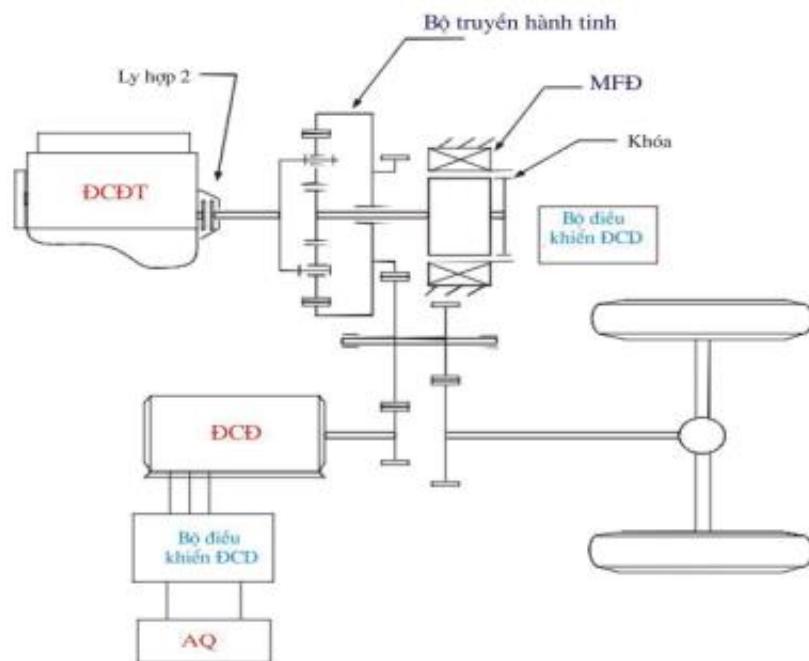


Hình 3.72. Sơ đồ kết cấu của kết nối tốc độ dùng transmoto

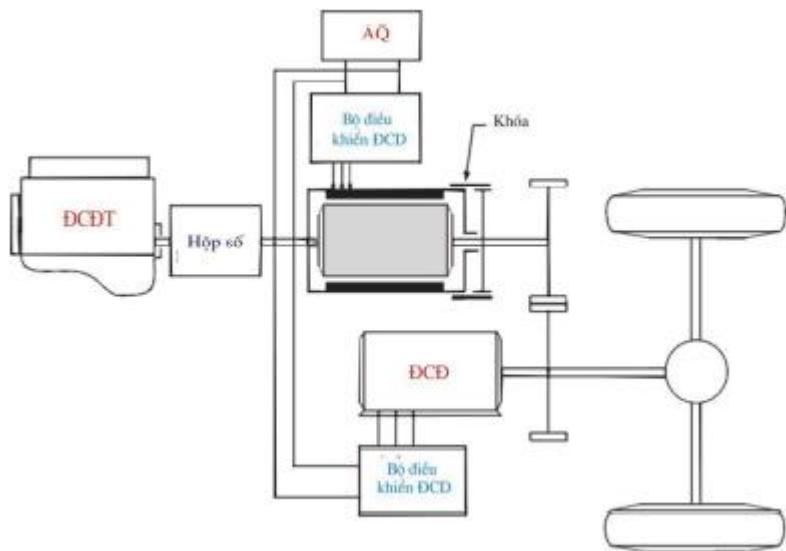
Khoá 1 và ly hợp 2 được dùng để khoá roto ngoài với khung và roto ngoài với roto trong tương ứng. Trạng thái của hai ly hợp và khoá quyết định chế độ hoạt động của xe.

3.8.3. Sự kết hợp công suất với sơ đồ hỗn hợp

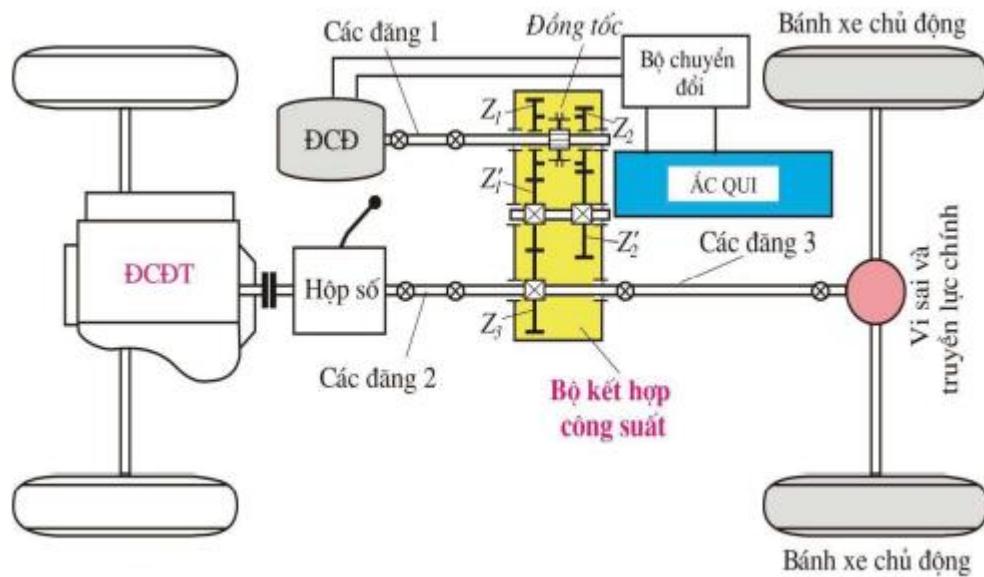
Sử dụng tổ hợp các bộ kết nối mô men và tốc độ



Hình 3.73. Sơ đồ kết hợp bộ kết nối mô men và tốc độ trên xe Toyota Prius



Hình 3.74. Sơ đồ kết hợp bộ kết nối mô men sử dụng Transmoto



Hình 3.75. Sơ đồ hồn hợp sử dụng bộ kết hợp công suất

CHƯƠNG 4. PHANH TÁI SINH

4.1. Tổng quan về phanh tái sinh

Như chúng ta đã biết vấn đề nhiên liệu và ô nhiễm môi trường đang là thách thức đối với các hãng sản xuất ô tô. Năng lượng truyền thống (năng lượng hóa thạch) đang ngày càng cạn kiệt, ô nhiễm môi trường ngày càng gia tăng đã và đang là những vấn đề mang tính toàn cầu. Một trong những giải pháp để giảm thiểu vấn đề nêu trên được các hãng xe đưa ra là chế tạo ra những dòng xe hybrid (lai). Một chiếc xe sử dụng hai nguồn động lượng: một động cơ đốt trong (Internal Combustion Engine: ICE) và một thiết bị tích trữ năng lượng thì được gọi là hệ thống hybrid . Hiện nay, hệ thống xe hybrid kết hợp giữa động cơ đốt trong và động cơ điện được sử dụng khá phổ biến. Hệ thống này thường được chia làm 3 kiểu truyền lực: kiểu nối tiếp, kiểu song song và kiểu hỗn hợp. Dù là kiểu hệ thống truyền lực nào đi nữa thì hệ thống hybrid đều phải có các bộ phận như động cơ đốt trong, mô tơ điện và máy phát điện (Motor and Generator: MG) vàẮc quy cao áp (Hybrid Vehicle Battery: HVB). Một trong những yếu tố giúp dòng xe này tiết kiệm nhiên liệu đó là nó tận dụng được năng lượng tái tạo khi xe giảm tốc thông qua hệ thống phanh tái sinh năng lượng (Regenerative Braking System : RBS).

Để hiểu rõ hơn về điều này ta hãy lấy một ví dụ như sau: Một chiếc xe ô tô có khối lượng bản thân 300kg đang di chuyển với vận tốc 72km/h. Ta sử dụng hệ thống phanh thông thường để giảm tốc xe xuống còn 32km/h thì giá trị năng lượng tiêu tốn được tính theo công thức $E = \frac{1}{2} mv^2$ sẽ là 47,8 KJ. Trong đó E_k là động năng của xe, m là khối lượng của xe và v là tốc độ của xe. Do đó nếu như năng lượng này được thu gom và tích trữ để sử dụng lại cho việc tăng tốc của xe thay vì làm tiêu tán thành nhiệt năng và tiếng ồn ở cơ cấu phanh. Giả sử ta thu hồi lại được chỉ cần 25% năng lượng đó (tức là 25 % của 47,8 KJ = 11,95KJ). Năng lượng này đủ để gia tốc chiếc xe này lên tốc độ từ 0 đến 32 km/h

Thật ra thì ý tưởng về hệ thống phanh tái sinh năng lượng đã có từ rất lâu và được sử dụng rộng rãi trên tàu điện bằng việc sử dụng các mô tơ điện hoạt động với chức năng như là các máy phát điện trong khi tác động phanh. Với việc cải tiến công nghệ chế tạo các chi tiết và kỹ thuật điều khiển đã làm tăng hiệu suất của hệ thống phanh tái sinh trên tàu điện. Một nghiên cứu cho thấy giảm được 37% năng lượng điện tiêu hao khi tàu điện sử dụng phanh tái sinh.

Đối với ô tô sử dụng động cơ đốt trong thì khó có thể đạt được đến mức này bằng việc sử dụng phanh tái sinh bởi vì không giống như mô tơ điện, quá trình chuyển đổi năng lượng trong động cơ đốt trong không thể được phục hồi. Mặt khác khối lượng của ô tô nhỏ hơn tàu điện do đó năng lượng tích trữ khi phanh ít hơn.Thêm vào đó cần phải có các thiết bị biến đổi và tích trữ năng lượng. Theo các nghiên cứu gần đây thì năng lượng được tái tạo, biến đổi và tích trữ dưới các dạng như: ắc quy điện, bộ tích năng thủy lực/kí nén, bánh đà hay là lò xo đàn hồi.

4.2.Phân loại

Theo phương án tích trữ năng lượng phanh hiện nay ta có 7 cách tích trữ:

- Tích trữ năng lượng kiểu pin điện.
- Tích trữ năng lượng kiểu bánh đà.
- Tích trữ năng lượng kiểu lò xo cuộn.
- Tích trữ năng lượng kiểu thủy lực.
- Tích trữ năng lượng kiểu tụ điện.
- Tích trữ năng lượng kiểu pin điện và tụ điện.
- Tích trữ năng lượng kiểu khí nén.

Sau đây chúng ta cùng phân tích về các phương pháp tích trữ năng lượng trên.

4.3. Đặc điểm kết cấu và nguyên lý tích trữ năng lượng phanh

4.3.1. Tích trữ năng lượng kiểu lò xo cuộn.

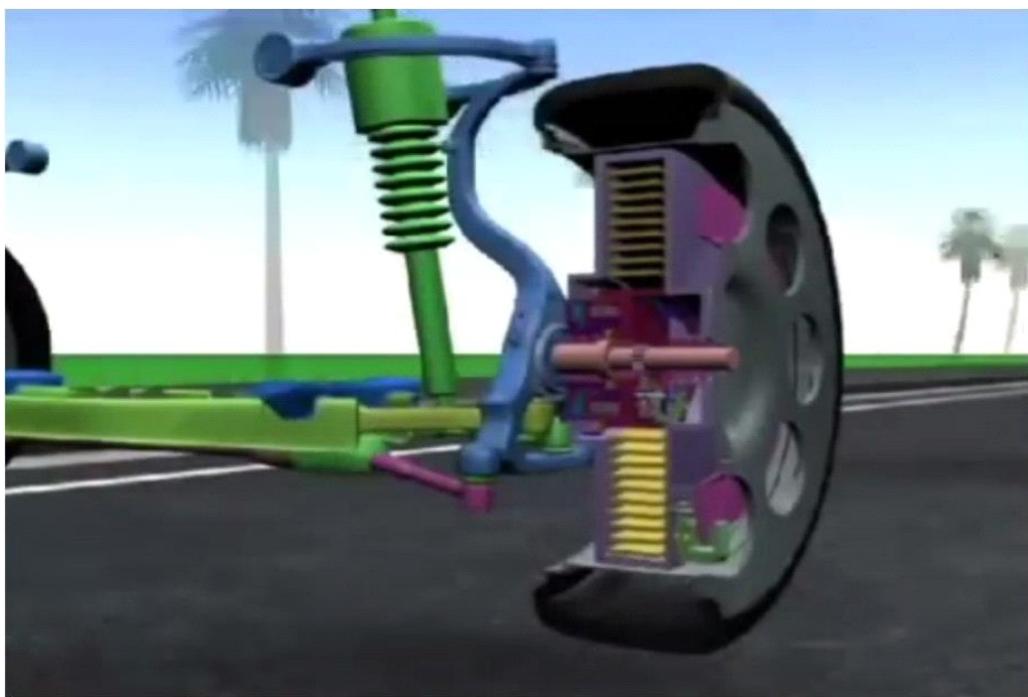
Hệ thống này có thể phục hồi năng lượng động năng, nguyên tắc làm việc cơ bản của nó giống như hệ thống KERS (hệ thống tích trữ năng động năng) bánh đà ở

F1. Nó có thể được lắp đặt ở bên trong trung tâm bánh xe (đùm), nó có kết cấu nhỏ gọn và dễ dàng để hoạt động, tiết kiệm không gian.

Hệ thống này lưu trữ năng lượng trong quá trình phanh và cung cấp năng lượng trong quá trình tăng tốc, điều này giúp giảm thiểu tiêu hao nhiên liệu và tăng công suất động cơ.

Hệ thống bao gồm một lò xo cuộn lưu trữ năng lượng, có một đầu vào để nạp năng lượng lưu trữ và một đầu ra để giải phóng năng lượng lưu trữ, trong đó hệ thống lò xo tạo ra một tín hiệu theo dõi dựa trên một thông số trạng thái đang hoạt động của hệ thống lò xo và do đó hệ thống này giải phóng năng lượng lưu trữ phù hợp với tín hiệu điều khiển đầu ra (cảm biến tăng tốc).

Một lò xo cuộn nạp năng lượng lưu trữ và phản ứng với tín hiệu điều khiển nạp. Một mô-đun điều khiển tạo ra tín hiệu điều khiển nạp và tín hiệu điều khiển đầu ra, dựa trên tín hiệu theo dõi.



Hình 4.1: Cơ cấu lò xo cuộn [1]

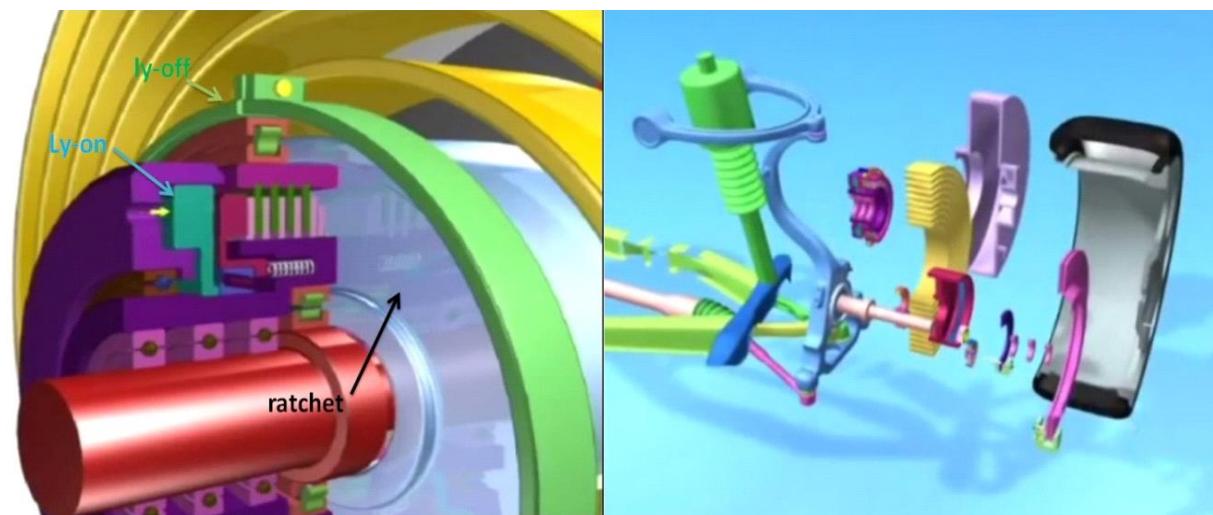
Khi xe giảm tốc, thay vì lãng phí năng lượng tiềm năng, các bánh xe được kết nối với một lò xo xoắn. Điều này sẽ biến đổi năng lượng động học thành năng lượng

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai *Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT*
tiềm năng của lò xo. Tuy nhiên, lò xo không cung cấp mô men xoắn liên tục. Để thực hiện giảm tốc độ ổn định, cảm biến kiểm soát hộp số thay đổi tỉ số truyền thông qua CVT. Tỷ lệ giảm tốc mong muốn được quyết định bởi người lái. Các cảm biến gia tốc cảm nhận tỷ lệ giảm tốc độ thực tế và cung cấp cho thông tin phản hồi chính xác. Thông qua giá trị điều khiển phản hồi, do tỷ số truyền được điều chỉnh liên tục và tỷ lệ giảm tốc có thể được duy trì ở mức độ mong muốn. Trong trường hợp khi lò xo chịu tải tối đa của nó, phanh bình thường sẽ được kích hoạt. Khi xe dừng lại, lò xo sẽ được giữ lại.

Khi xe bắt đầu tăng tốc lại, thay vì sử dụng động cơ hoặc mô tơ như các hệ thống khác, trực tiếp động kết nối với lò xo đến các bánh xe, mô men xoắn tăng tốc được cung cấp bởi lò xo. Một lần nữa, thông qua cảm biến kiểm soát thông tin phản hồi, tỷ số truyền hộp số được điều chỉnh liên tục để duy trì tốc độ tăng tốc. Khi lò xo được phóng thích toàn bộ năng lượng, hệ thống sẽ sẵn sàng kích hoạt lại khi phanh. Sau mỗi chu kỳ tích trữ năng lượng, năng lượng đạt đến công suất tối đa của nó và người lái có thể bấm vào một nút nhấn sẽ có được 6,5s tăng tốc thêm 82 mã lực cho công suất danh định của động cơ.

a. Câu tạo

Câu tạo đơn giản, nhỏ gọn, hiệu quả, chi phí thấp. Gồm các bộ phận chính sau: bộ bánh răng hành tinh, lò xo cuộn, ly hợp một chiều, ly-off, ly-on,...

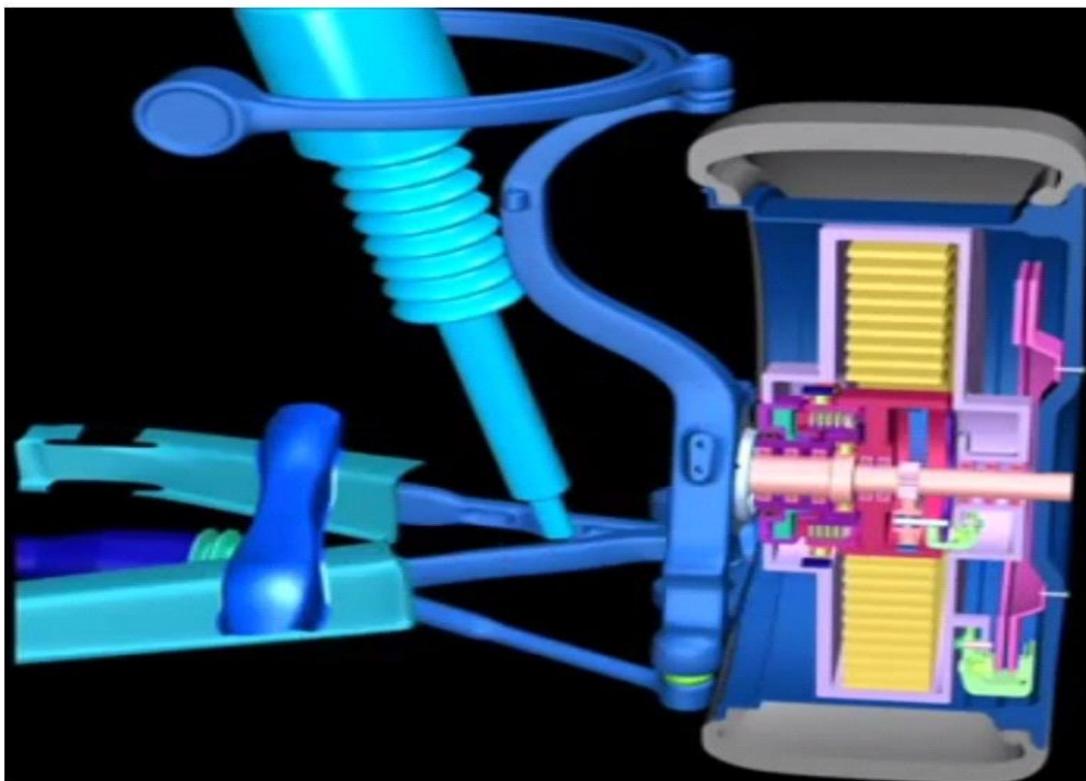


Hình 4.2: Cấu tạo của hệ thống lò xo cuộn

Bộ bánh răng hành tinh kết nối với trục đầu vào (bán trực). Một lò xo cuộn được đặt ở trung tâm của bánh xe. Một đầu của lò xo cuộn được kết nối với một bánh cóc chạy một chiều và bánh cóc này gắn vào một chốt được kết nối với trung tâm này. Một phanh ma sát cũng được đặt ở trung tâm. Trống của phanh được kết nối với đầu kia của lò xo cuộn và má phanh được kết nối với trục của bánh xe. Khi phanh được kích hoạt, lò xo bị biến dạng và tác dụng một lực phanh trên các bánh xe. Khi phanh không kích hoạt, các bánh xe được dẫn động về phía trước bởi lò xo khi nó bung ra.

b. Nguyên lý làm việc

Bằng cách sử dụng cảm biến tốc độ điều khiển hộp số, tăng tốc và giảm tốc độ có thể được thực hiện bởi việc chuyển giao năng lượng cơ học giữa xe và bộ lưu trữ năng lượng của lò xo cuộn. Thiết kế gồm ba phần cơ bản: một bộ điều khiển, bộ truyền biến thiên liên tục và một hệ thống lưu trữ năng lượng.



Hình 4.3: Mặt cắt của hệ thống lò xo cuộn

Khi xe đang chạy trên đường cao tốc, bánh răng hành tinh quay chậm, khi đèn đỏ người lái nhấn bàn đạp phanh, lúc này hệ thống tích trữ năng lượng động năng đang bắt đầu làm việc. Piston thủy lực làm việc khóa cần dần lại làm đứng yên, bánh răng bao lúc này quay bị động kết nối với lò xo cuộn bao ngoài thông qua bánh cóc, ban đầu phanh đĩa của xe làm việc cùng thời điểm với việc phanh cần dần. Bên cạnh đó ly-on (cảo) đang xiết ly hợp một chiều lại ngăn không cho lò xo cuộn quay ngược lại (giữ lại). Khi đèn xanh, người lái đạp chân ga, áp lực dầu làm cho ly-off đóng lại gắn chặt với ly hợp một chiều và cảo sẽ mở ra. Sau đó lò xo cuộn được phóng thích, truyền mô men qua trục bánh xe. Xe được dần động bởi việc tích trữ năng lượng động năng giúp tiết kiệm nhiên liệu. Sau khi lò xo cuộn được phóng thích, ly hợp cảo sẽ được hồi về và cũng ngăn chặn lò xo cuộn gấp sự cố trong khi phóng thích năng lượng. Tích trữ năng lượng động năng không gây ảnh hưởng khi xe lùi.

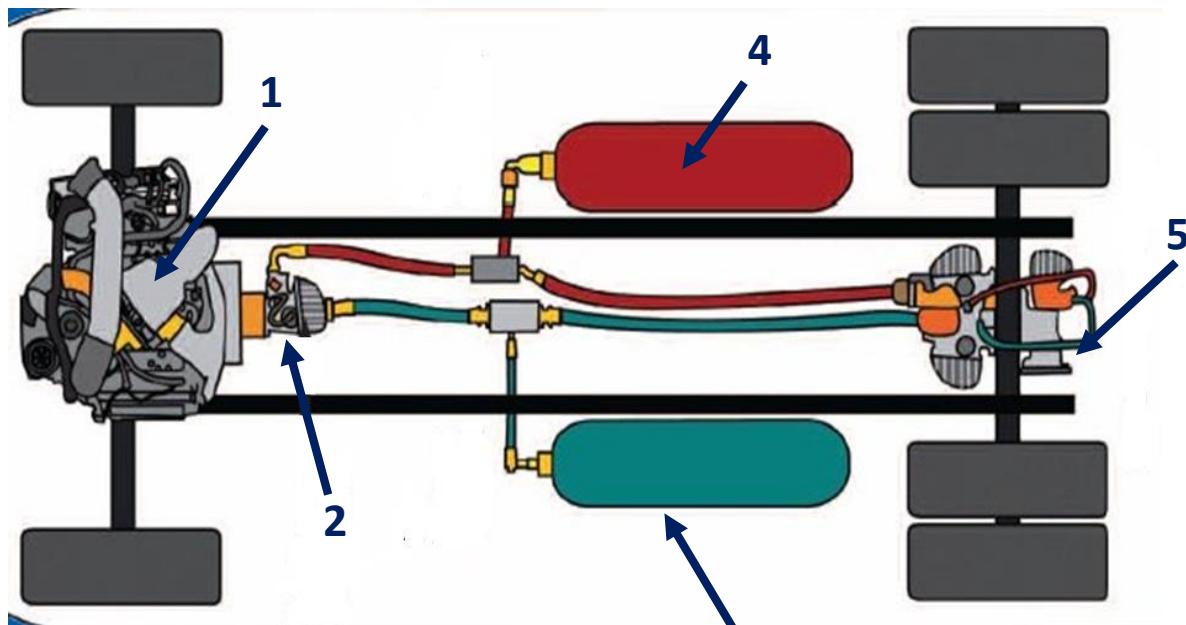
a. Động cơ Hydrid thủy lực HHV

Xe hybrid sử dụng hai nguồn năng lượng để dẫn động các bánh xe. Trong một chiếc xe hybrid động cơ thủy lực (HHV) thường có động cơ đốt trong và động cơ thủy lực được sử dụng để cấp năng lượng cho bánh xe. Hệ thống hybrid thủy lực bao gồm hai thành phần chính: bình chứa chất lỏng thủy lực và bơm/motor dẫn động thủy lực. Điểm mấu chốt của công nghệ hybrid thủy lực là đơn giản, sạch, hiệu quả và chi phí thấp.

- Đơn giản: Công nghệ này không đòi hỏi những đột phá, có thể được sản xuất với các kỹ thuật và cơ sở sản xuất đã có sẵn ở Mỹ.
- Sạch: Đã được chứng minh để giảm lượng khí thải lên đến 40%.
- Chi phí thấp: Chi phí sản xuất thấp kết hợp với giảm bảo trì phanh và làm tăng hiệu quả tiết kiệm nhiên liệu, tuổi thọ của xe cũng được tăng thêm. Điều này làm cho HHVs là một trong những công nghệ xanh tốt nhất để đầu tư.

b. Cấu tạo của động cơ Hydrid thủy lực

Tương tự như một chiếc xe điện hybrid, động cơ hybrid thủy lực bao gồm một động cơ diesel và một hệ thống năng lượng thủy lực, đây cũng là 2 nguồn lực chính giúp dẫn động bánh xe.

**Hình 4.4. Kết cấu động cơ Hybrid thuỷ lực HHV**

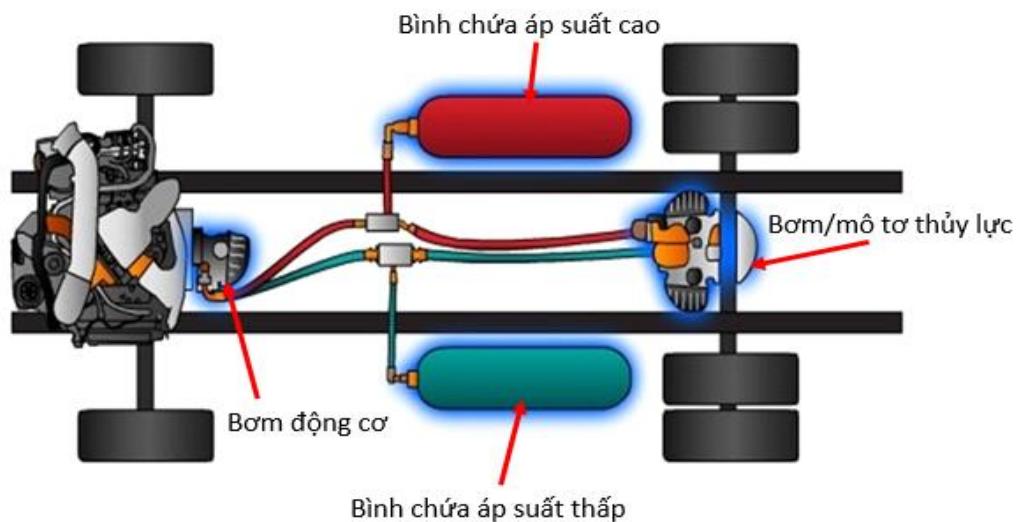
1. Động cơ

4. Bình áp suất cao

2. Bơm động cơ

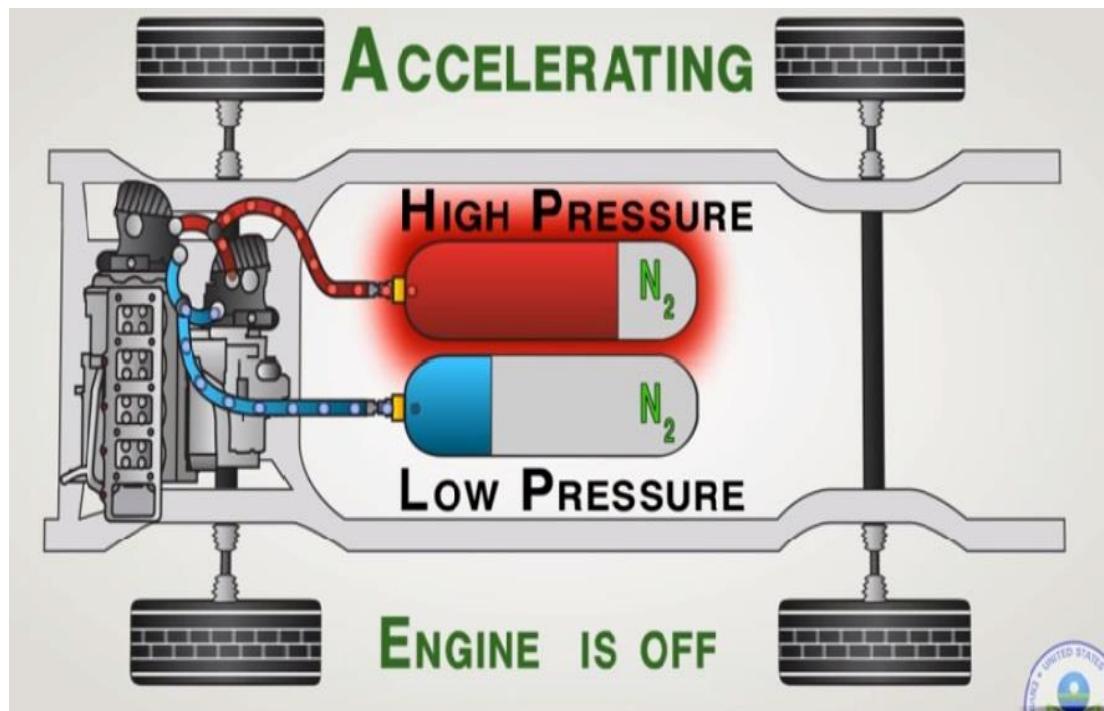
3. Bình áp suất thấp

5. Bơm/motor thủy lực

c. Các kiểu bố trí hệ thống trên xe Hydrid thủy lực.**- Kiểu 1 :****Hình 4.5. Kết cấu động cơ Hybrid thuỷ lực HHV lắp ráp phía sau**

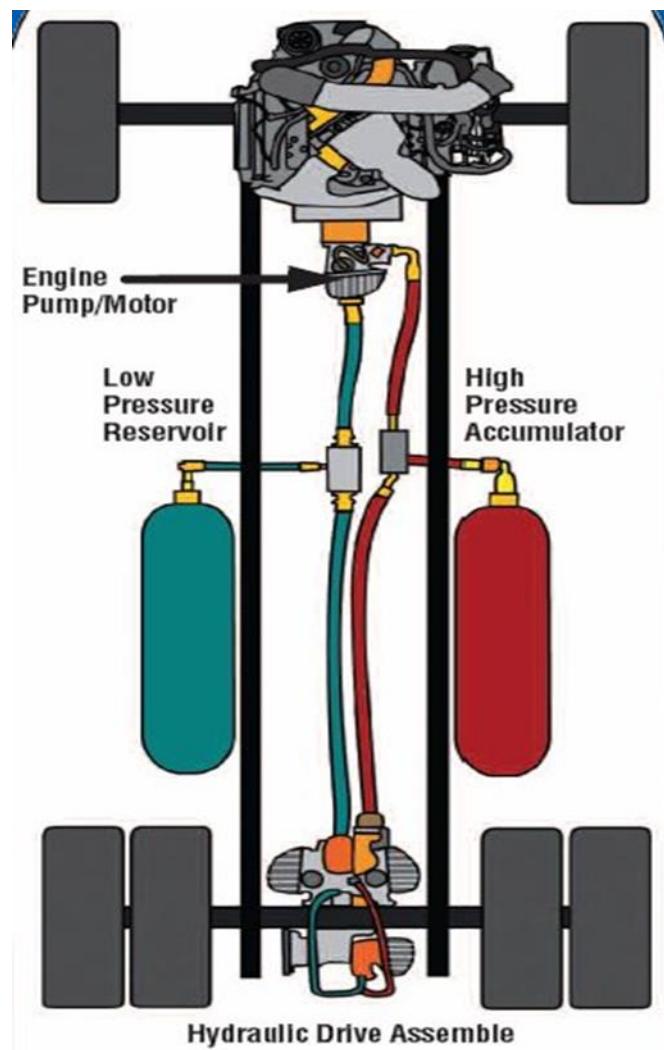
Bố trí đầu tiên bao gồm một bộ thủy lực hybrid lắp ráp phía sau. Lắp ráp ở cầu sau là máy bơm/mô tơ thủy lực tích hợp vào trục sau. Máy bơm/mô tơ này thực hiện việc tái tạo phanh. Hệ thống lưu trữ năng lượng bao gồm hai bình chứa chất lỏng thủy lực. Một bình chứa chất lỏng thủy lực áp suất cao có thể lên đến 5000 psi, bình kia chứa chất lỏng thủy lực áp suất thấp không quá 180 psi. Gắn ngay sau động cơ là một bơm động cơ hoạt động dựa vào chất lỏng thủy lực áp suất cao và có tác dụng làm quay bánh xe. Toàn bộ hệ thống trong mạch kín và chứa khoảng 22 gallon chất lỏng thủy lực.

-Kiểu 2 :



Hình 4.6. Kết cấu động cơ Hybrid thủy lực HHV lắp ráp phía trước

Xét về cấu tạo thì kiểu bố trí này có cấu tạo hoàn toàn giống với kiểu thứ 1, gồm: một bơm động cơ, một bơm/mô tơ thủy lực và hai bình chứa chất lỏng thủy lực. Nhưng kiểu bố trí này rất tiện lợi ở chỗ mô tơ động cơ và mô tơ bơm được lắp đặt ở cầu trước, rất thích hợp để sử dụng trên các dòng xe du lịch (cầu trước chủ động).



Hình 4.7. Sơ đồ nguyên lý động cơ Hybrid thuỷ lực HHV

Thông thường thì phanh tái sinh sẽ hoạt động ở hai chế độ sau:

1. Phanh tái sinh: Khi xe bắt đầu phanh thì bơm/motor thủy lực gắn ở cầu sau xe sẽ liên kết với cầu sau nên một phần động năng của xe sẽ truyền cho bơm/motor giúp bơm/motor này hoạt động. Khi bơm hoạt động thì sẽ chuyển chất lỏng thủy lực từ bình áp suất thấp (bình xanh) qua bình áp suất cao (bình đỏ) tạo ra một áp suất lớn tại bình áp cao. Áp suất chất lỏng này sẽ được lưu trữ đợi khi xe tăng tốc sẽ sử dụng.

Và vì động năng của xe được truyền làm dẫn động bơm nên đồng thời xe cũng được phanh lại.

2. Tăng tốc : Khi đạp ga thì chất lỏng thủy lực từ bình áp suất cao(bình đỏ) sẽ qua bơm động cơ (gắn sau động cơ), với một áp suất rất lớn nên dòng chất lỏng này sẽ giúp bơm hoạt động và từ đó bơm sẽ dẫn động bánh xe. Chất lỏng thủy lực sau khi qua bơm động cơ sẽ trở về bình áp suất thấp (bình xanh). Khi tăng tốc đến một mức nào đó áp suất sẽ giảm đến một điểm nhất định thì lúc này động cơ đốt trong sẽ hoạt động và hỗ trợ thêm để giúp duy trì chuyển động của xe. Như vậy động cơ sẽ được hoạt động ở thời điểm tốt nhất, nơi mà chế độ tải thấp nhất.

Quá trình này được lặp đi lặp lại mỗi khi xe sử dụng hệ thống phanh.

e. Hiệu quả phanh tái sinh.

- Tái tạo phanh.

Khi phanh, HHV thu hồi và dự trữ năng lượng từ bánh xe. Khi xe bắt đầu tăng tốc, năng lượng được lưu trữ này được sử dụng để tăng tốc độ xe. Quá trình này thu hồi và tái sử dụng hơn 70 % năng lượng thường bị lãng phí trong quá trình phanh. Điều này cũng làm giảm độ mòn ma sát trên phanh.

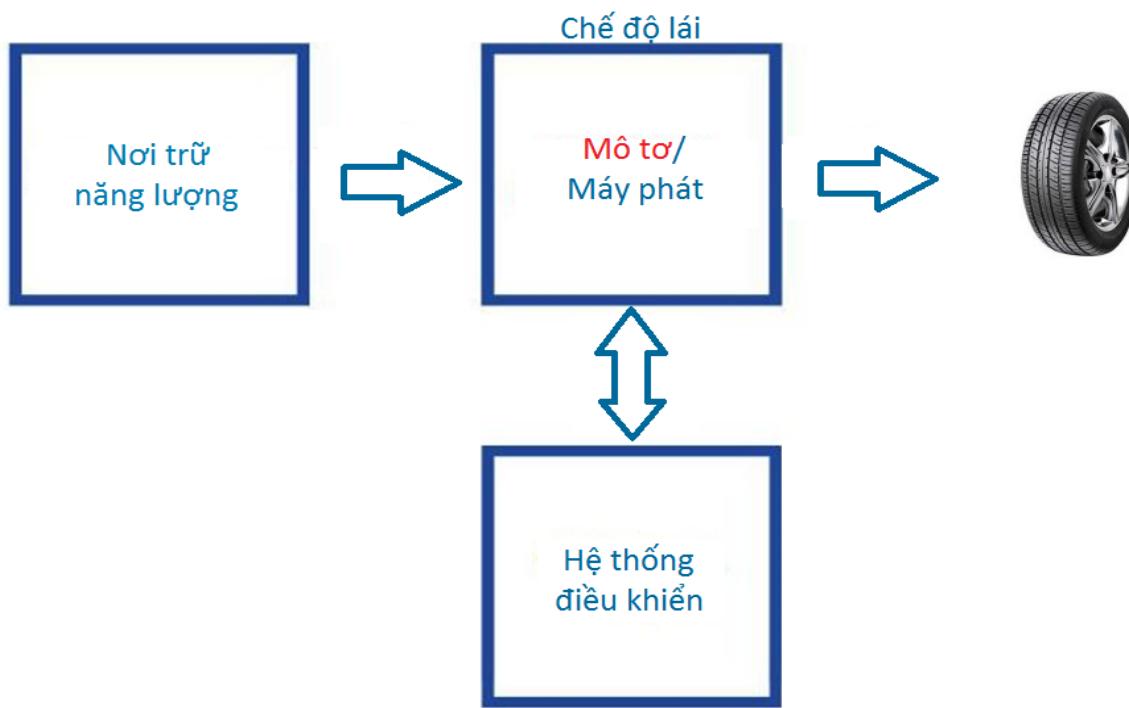
- Điều khiển động cơ tối ưu.

Động cơ được kích hoạt bởi một bộ điều khiển hybrid (ECU) chỉ khi cần thiết và khi không cần thiết thì động cơ được tắt hoàn toàn, lúc này xe sẽ chuyển động dựa vào hệ thống thủy lực HHV. Kết quả sử dụng động cơ gần như giảm đi một nửa trong quá trình lái xe trong đô thị vì trong đô thị xe sẽ sử dụng phanh liên tục nên năng lượng được tích trữ liên tục.

4.3.3. Tích trữ năng lượng kiểu pin điện

a. Lược đồ hoạt động của xe điện:

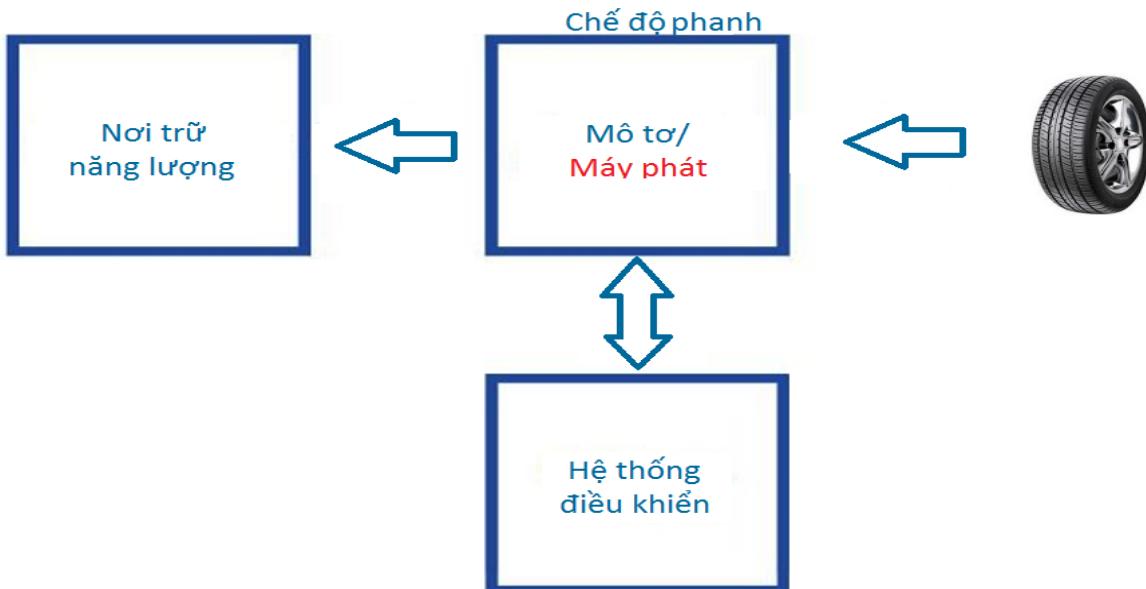
Chế độ kéo:



Hình 4.8. Lược đồ hoạt động phanh tái sinh trên xe điện chế độ kéo

Ở chế độ này, mô tơ được cung cấp điện bởi 1 pin Li-Ion hay tụ siêu nạp giúp tạo lực kéo đẩy xe chuyển động.

Chế độ phanh :



Hình 4.8. Lược đồ hoạt động phanh tái sinh trên xe điện chế độ phanh

Ở chế độ này thì mô tơ đóng vai trò là một máy phát điện, thông qua bộ điều khiển ECU, lực truyền từ các bánh xe chủ động để tạo ra dòng điện giúp sạc lại cho pin.

Và lực điện tử của mô tơ cũng chính là lực phanh giúp cản động năng của xe.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng Quá trình phanh xe có khối lượng 1500kg từ vận tốc 100km/h xuống 0 cần năng lượng khoảng $0.16\text{kWh} \times (0.5 \times M_v \times V^2)$ trong khoảng cách nhỏ hơn 10m. Nếu lượng năng lượng này được sử dụng trong lúc chạy trớn chỉ để thăng lực cản (lực cản lăn và lực cản không khí) không có phanh, xe sẽ chuyển động khoảng 2 km.

Vận tốc cực đại, vận tốc trung bình, tổng năng lượng kéo, và năng lượng được dùng bởi lực cản và phanh trên 100 km quãng đường di chuyển ở những chu kỳ làm việc khác nhau đã được đo ở bánh xe chủ động

Bảng 4.1. Kết quả đo đặc phanh tái sinh theo một số tiêu chuẩn

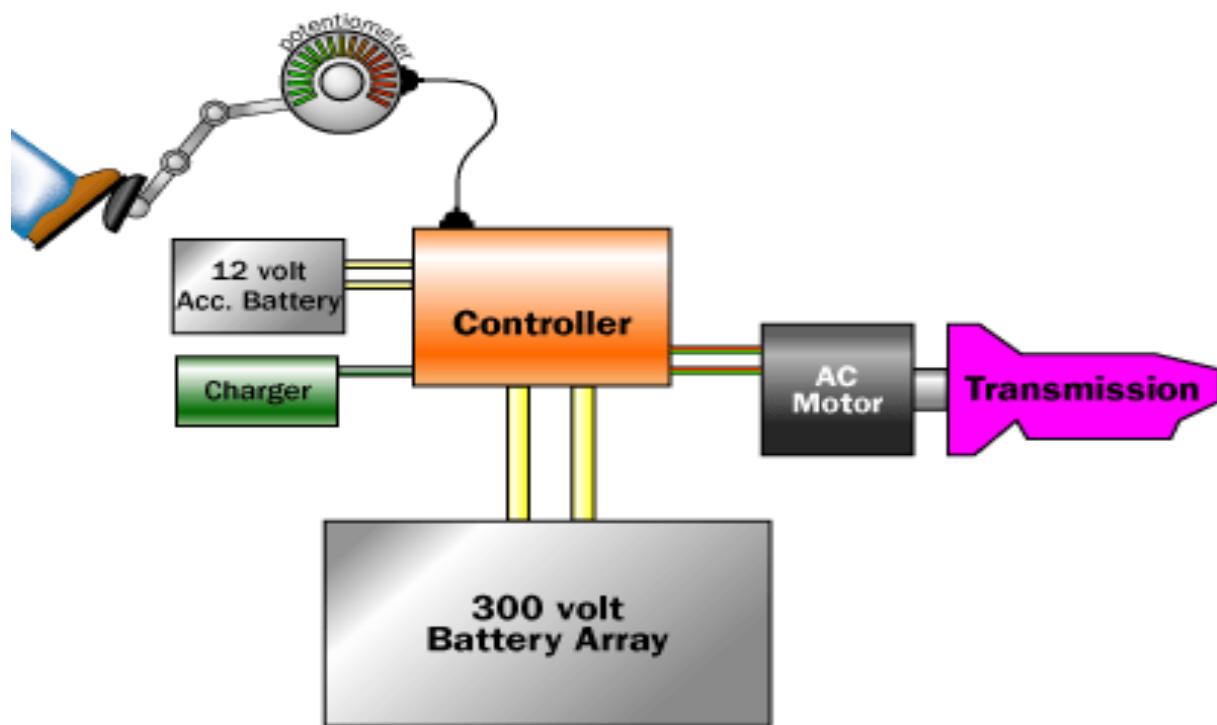
	FTP 75 Thành phố	FTP 75 Xa lộ	US06	ECE -1	Thành phố New York
Vận tốc cực đại (km/h)	86.4	97.7	128.5	120	44.6
Vận tốc trung bình (km/h)	27.9	79.3	77.5	49.9	12.2
Tổng năng lượng kéo ^a (kWh)	10.47	10.45	17.03	8.79	15.51
Tổng năng lượng được dùng cho lực cản ^a (kWh)	5.95	9.47	8.73	8.74	4.69
Tổng năng lượng được dùng bởi phanh ^a (kWh)	4.52	0.98	5.30	3.05	10.82
Tỷ lệ phần trăm của năng lượng phanh với tổng năng lượng kéo (%)	43.17	9.38	31.12	25.87	69.76

Bảng trên cho biết năng lượng phanh ở khu vực thành phố tiêu biểu có thể đạt tới hơn 25% tổng năng lượng kéo. Ở những thành phố lớn, như New York, nó có thể đạt tới 70%. Điều đó được kết luận rằng hiệu suất phanh tái sinh có thể cải thiện đáng kể tính kinh tế nhiên liệu của EVs và HEVs

b. Thành phần của hệ thống phanh tái sinh ở xe điện

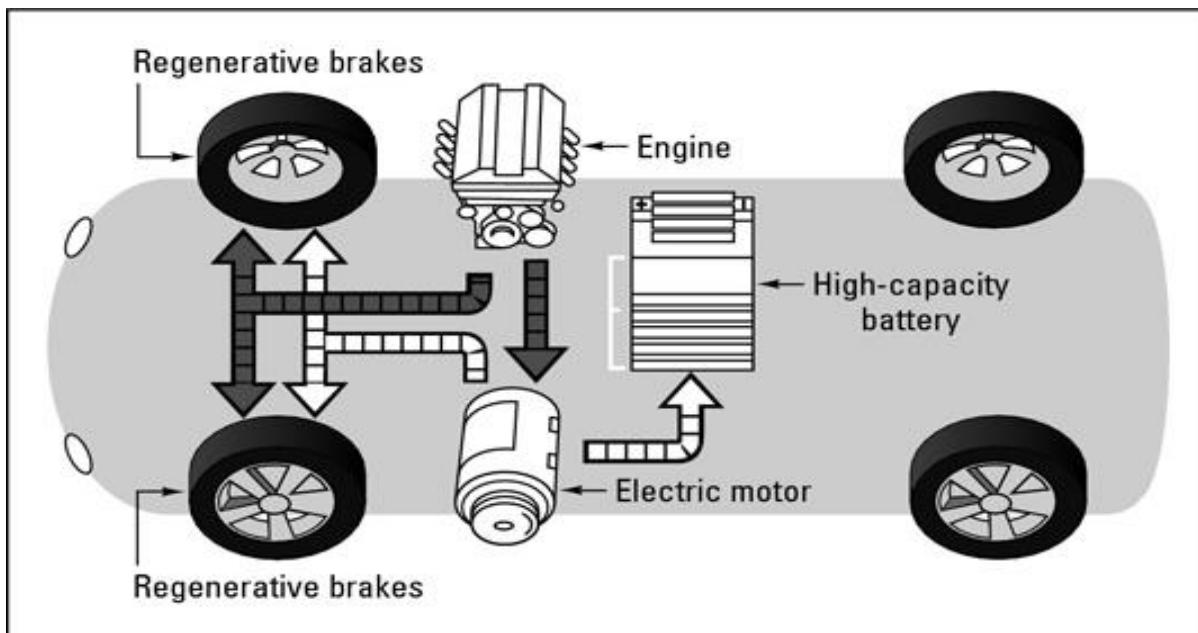
Hệ thống phanh tái sinh trên xe điện được cấu tạo gồm một cảm biến vị trí bàn đạp phanh, mô tơ điện chính của xe, pin và hệ thống điều khiển.

Khi người lái đạp phanh, cảm biến vị trí bàn đạp phanh nhận được tín hiệu truyền xuống ECU, ECU tính toán thời gian đạp phanh và mức độ phanh để từ đó đưa ra tín hiệu có dùng phanh tái sinh bằng mo tơ hay chỉ dùng phanh cơ khí. Nếu lực cần cản thiết lớn hơn lực phanh tối đa mà mô tơ có thể tạo ra thì hệ thống sẽ cân nhắc dùng thêm phanh cơ khí để hỗ trợ. Việc điều khiển này tùy thuộc vào cầu chủ động là cầu trước hay cầu sau. Nếu kích hoạt phanh tái sinh thì năng lượng phanh sẽ chuyển hóa thành điện năng sạc cho bộ pin công suất cao, có thể chứa đến 300 volt. Nếu thời gian đạp phanh không đủ để nạp cho pin trên thì lượng điện năng thu được sẽ truyền đến bộ sạc để sạc cho ắc quy.

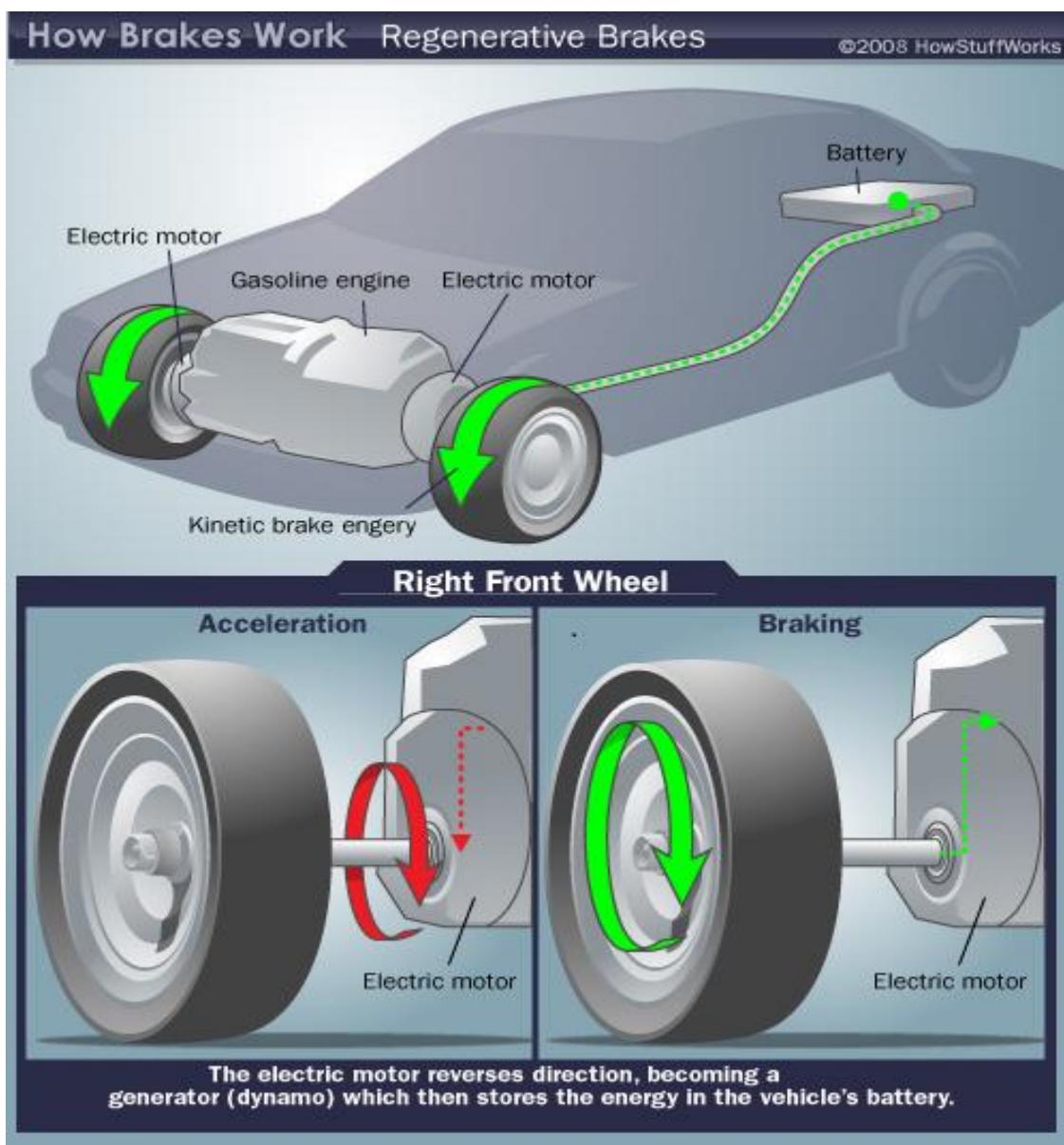


Hình 4.9. Sơ đồ nguyên lý hệ thống phanh tái sinh ở xe lai

Nguyên lý hoạt động cũng tương tự như trên xe điện.



Hình 4.10. Sơ đồ kết cấu hệ thống phanh tái sinh ở xe lai



Hình 4.11. Sơ đồ nguyên lý hình thành năng lượng tái sinh ở xe lai

4.3.4. Phanh tái sinh RBS với kiểu tích trữ năng lượng dưới dạng bánh đà

Năng lượng được tích trữ vào bánh đà được tính theo công thức:

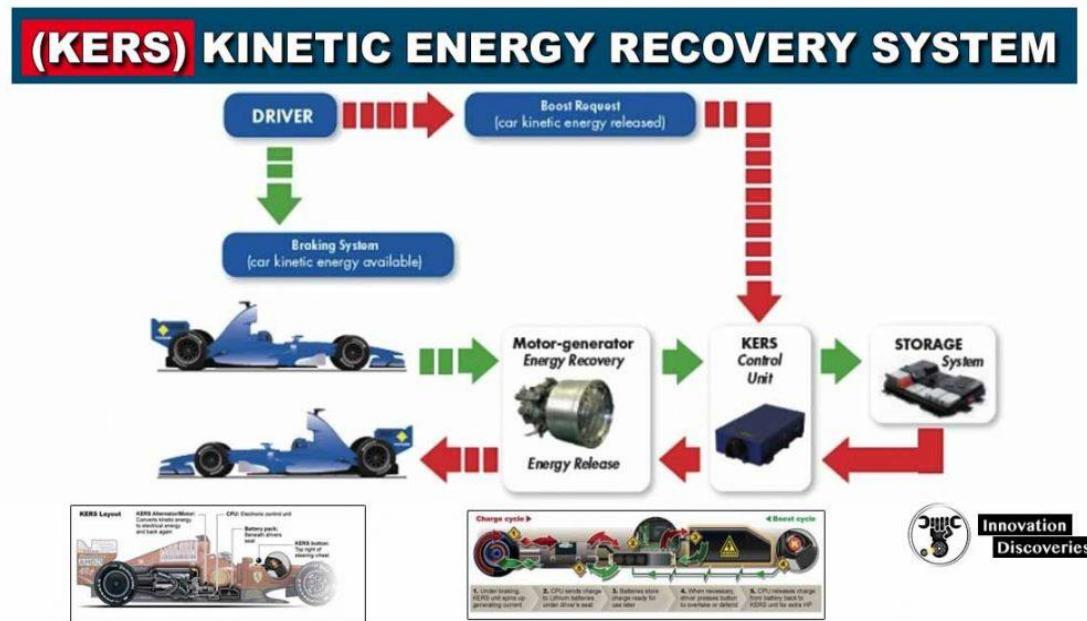
$$E = \frac{1}{2} J * \omega^2$$

Trong đó J là mô men quán tính và ω là tốc độ góc của bánh đà.

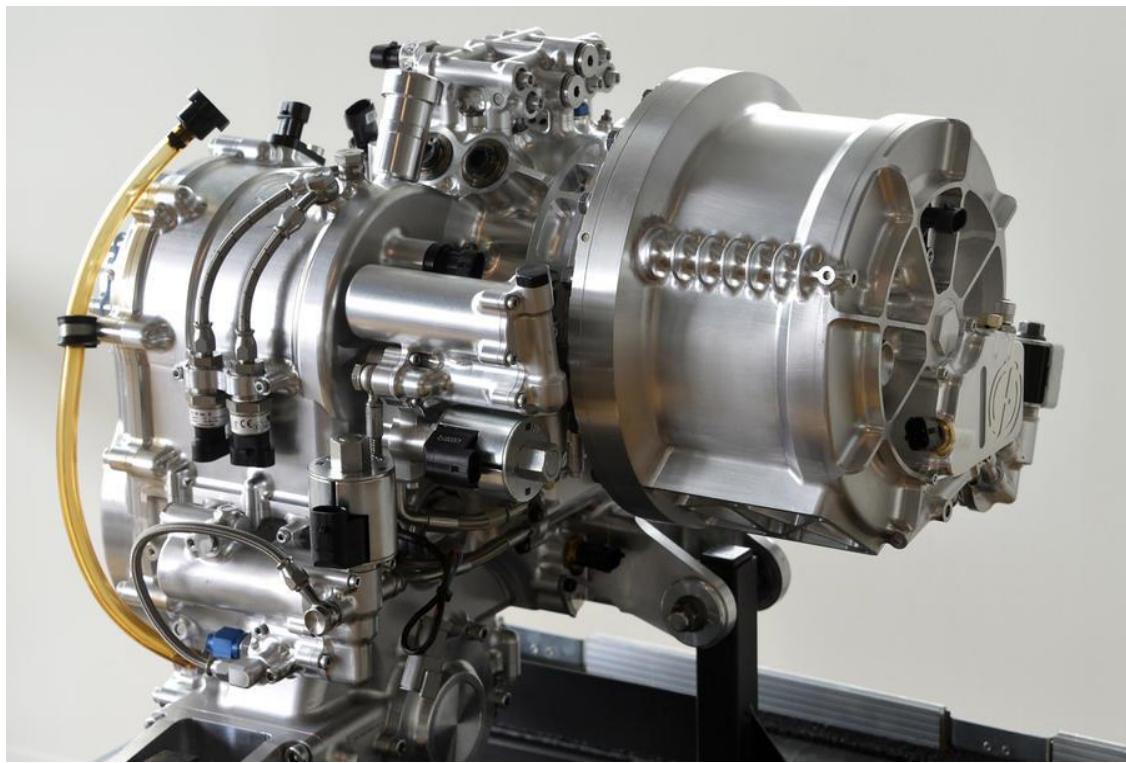
Năng lượng này tỷ lệ với bình phương tốc độ quay do đó tăng tốc độ lên sẽ có thể tích trữ năng lượng nhiều hơn. Do đó một bánh đà được sử dụng như một thiết bị

tích trữ năng lượng phải được quay với tốc độ rất cao và phải đặt trong môi trường chân không để giảm lực cản gió.

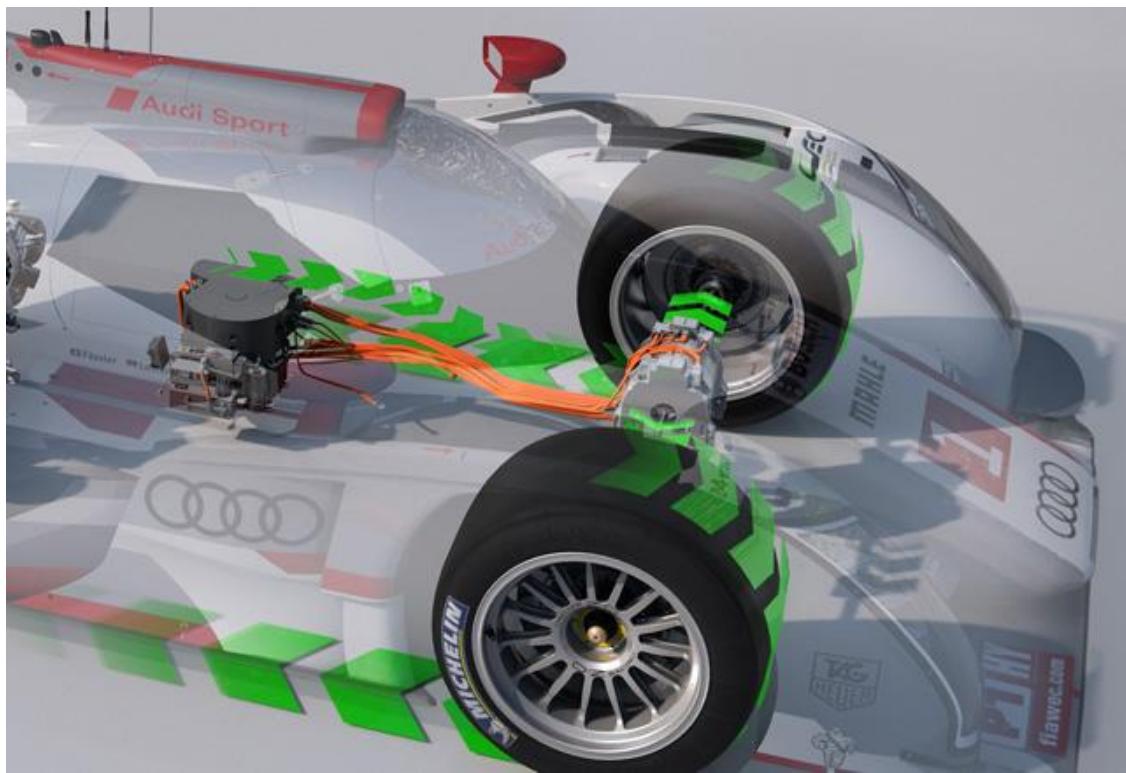
Hiện nay trên thế giới có 2 hãng sản xuất bánh đà siêu tốc dựa trên công nghệ KERS (Kinetic Energy Recovery System) lần đầu tiên được áp dụng trên xe đua F1 đó là hãng **Flybrid** và **Williams Hybrid Power**.

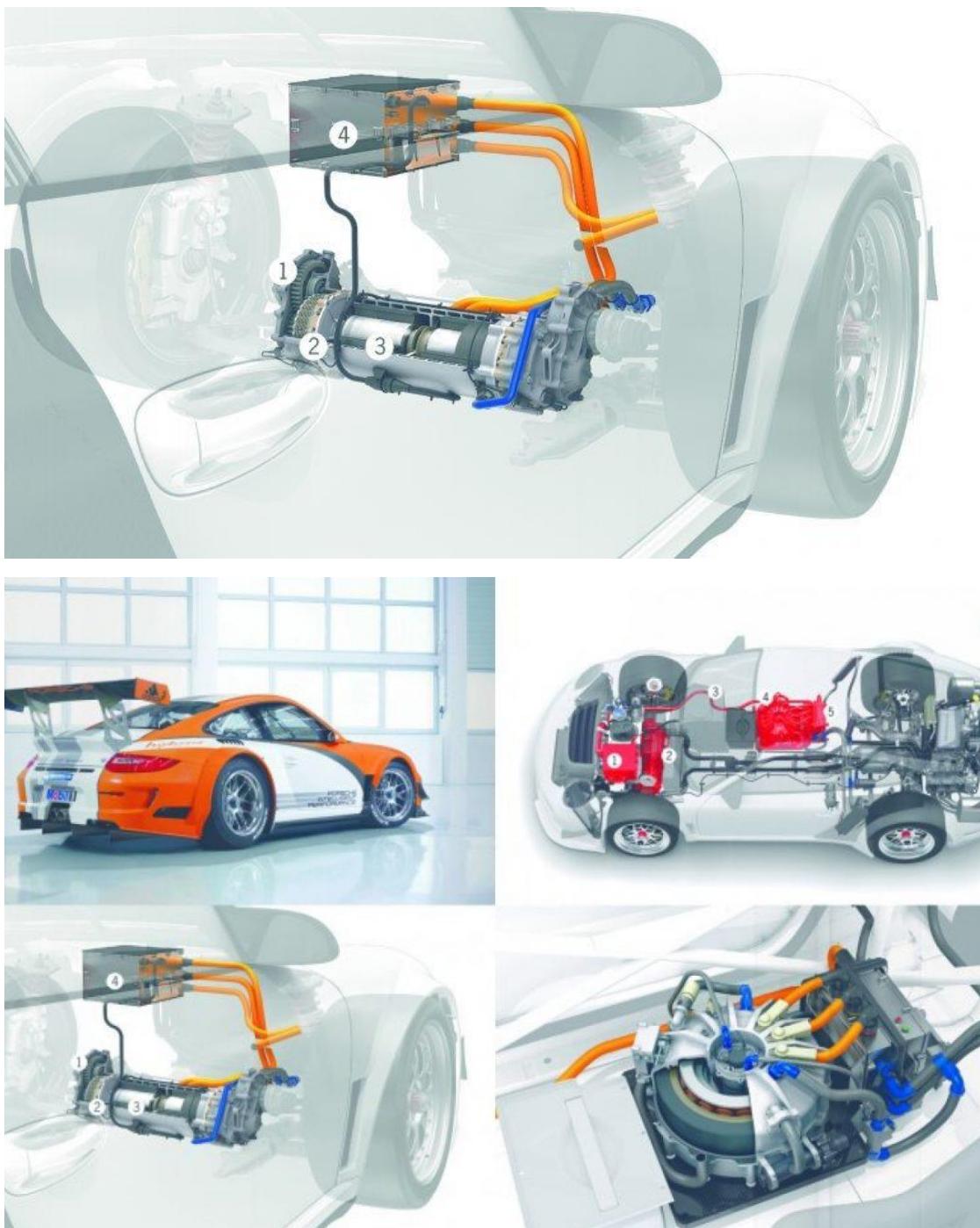


Hình 4.12. Công nghệ KERS (Kinetic Energy Recovery System)



Hình 4.13. Dòng Flybrid KERS trên Volvo S60

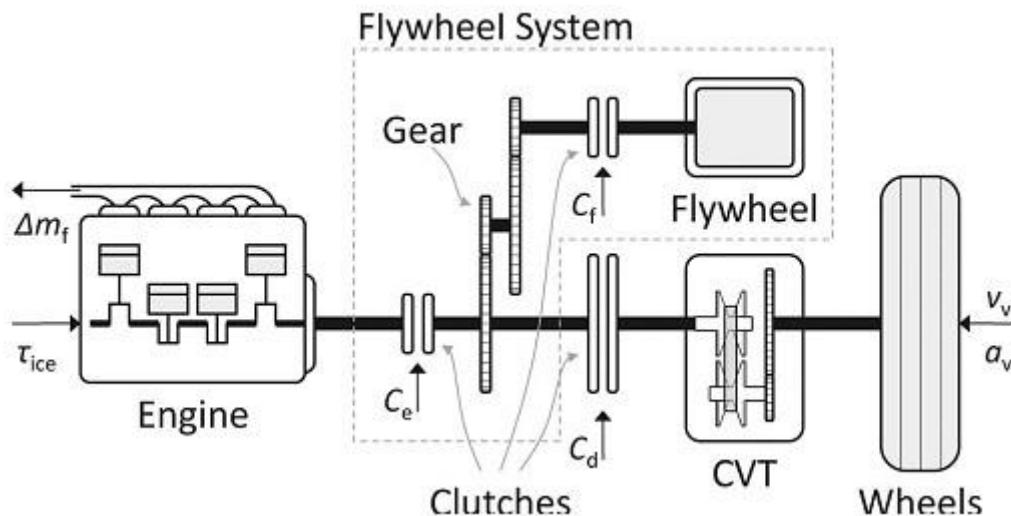




Hình 4.14. Williams Hybrid Power dành cho xe đua F1

Bánh đà của Flybrid là một hệ thống cơ khí đơn thuần. Có thể được gắn với một số bộ phận quay trong hệ thống truyền lực, từ trực tốc độ động cơ cho tới vi sai, bánh đà kết hợp với hộp số có dải tỷ số truyền rộng để phù hợp với tốc độ của động cơ.

Loại bánh đà này thường ứng dụng với xe du lịch khi sử dụng hộp số vô cấp CVT (Continuously Variable Transmission); để giảm chi phí cũng có thể sử dụng hộp số truyền thống với các bánh răng và ly hợp thay thế.



Hình 4.15. Sơ đồ hệ thống tích trữ năng lượng khi phanh bằng bánh đà

Ngược lại với Flybird, hệ thống của Williams Hybrid Power (WHP) sử dụng điện để tích hoặc rút điện năng khỏi bánh đà, lợi dụng composite từ tính (MLC) để đạt hiệu suất chuyển đổi rất cao. Do có giá thành cao hơn, hệ thống này được ứng dụng cho xe cao cấp. Chiếc xe đua 918 RS R Hybrid của Porsche sử dụng hệ thống của WHP, và nó hoạt động thông qua các mô-tơ điện đặt ở bánh trước.

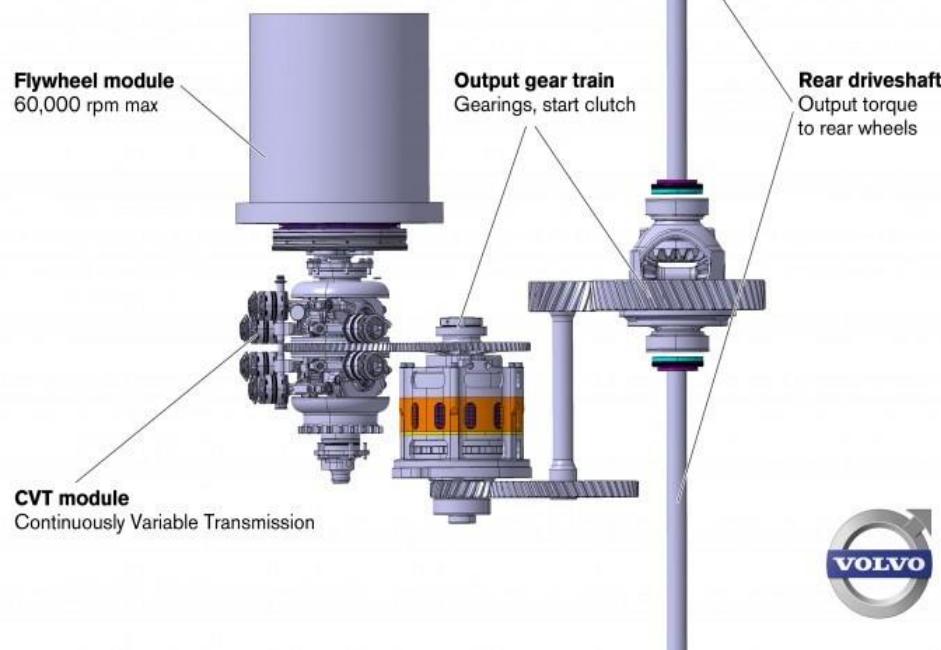


Hình 4.16. Bánh đà tích điện trên xe Porches 918 RSR concept

Theo nghiên cứu mới đây nhất thì bánh đà bằng sợi carbon KERS của hãng Volvo được trang bị cho cầu sau. Nó chỉ nặng 6 kg và đường kính 20 cm, có khả năng quay với tốc độ 60.000 vòng/phút. Với công suất tăng thêm 80 mã lực, xe này có thể tăng tốc lên 100 km/h chỉ trong 5.5 giây.

FLYWHEEL KERS

SYSTEM LAYOUT



Hình 4.17. Hệ thống bánh đà tích trữ năng lượng trên xe Volvo

Bánh đà thường được sử dụng để cung cấp năng lượng liên tục cho những nơi mà động lực được cung cấp bị ngắt quãng. Khi phanh xe, bánh đà có tác dụng thu hồi năng lượng, sau đó “góp” động năng cùng với động cơ khi xe tăng tốc, điều này có thể làm giảm tiêu hao 25% nhiên liệu. Động cơ 4 xi-lanh vận hành sẽ sinh ra lực tương đương với động cơ 6 xi-lanh.

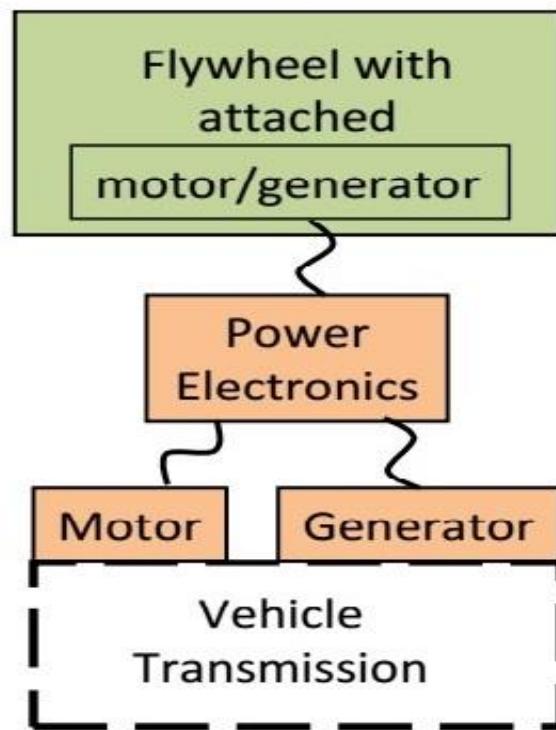
4.3.5. Phanh tái sinh RBS với kiểu tích trữ năng lượng dưới dạng điện năng (tự điện)

Áp dụng rộng rãi trên xe EV và HEV. Năng lượng điện để dẫn động xe có thể được tích trữ bằng các thiết bị điều khiển, biến đổi động năng khi phanh thành điện năng lưu trữ vào ắc quy để có thể sử dụng lại.

Mô tơ dẫn động có thể hoạt động như một máy phát điện cung cấp một tải cản trở lại sự quay của bánh xe có tác dụng như mô men phanh. Trong khi phanh tái sinh

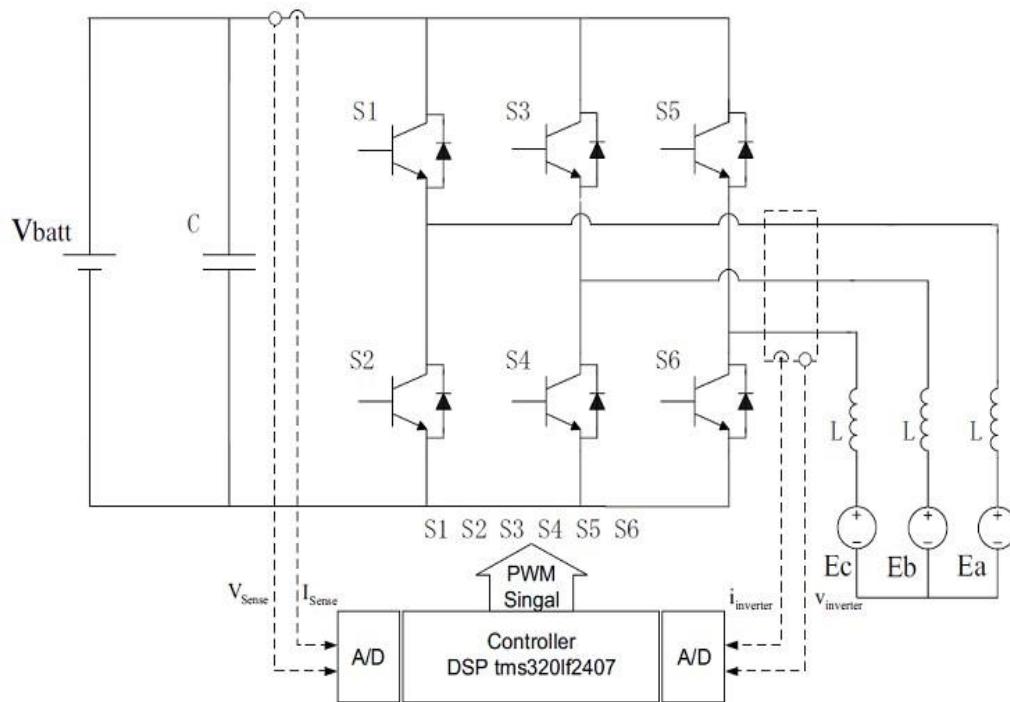
mô tơ điện hoạt động như một máy phát để nạp cho ắc quy do đó hiệu suất nạp thấp khi xe ở tốc độ thấp nên ở dải tốc độ này thường dùng hệ thống phanh bằng cơ khí.

Electrical Powertrain

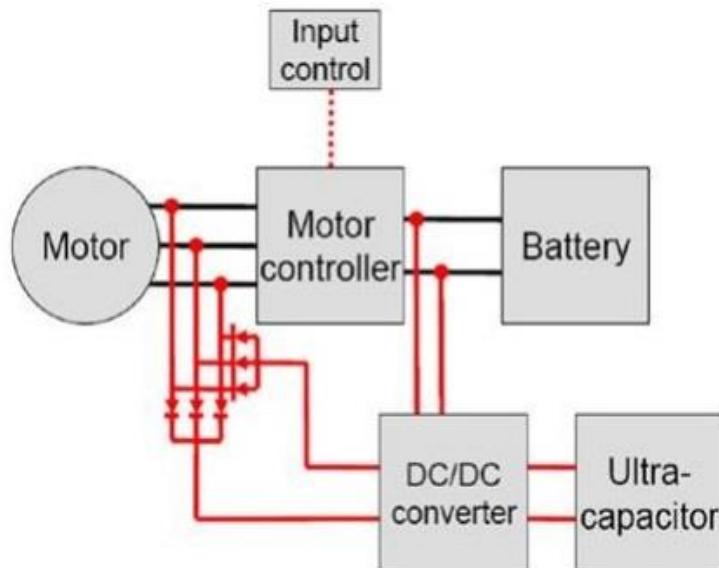


Hình 4.18. Sơ đồ hệ thống tích trữ năng lượng tái tạo khi phanh dưới dạng điện năng

Trên những xe điện các bộ chấp hành phanh RBS là các mô tơ/máy phát hoạt động ở các chế độ khác nhau, có thể hoạt động với điện áp một chiều hoặc xoay chiều. Các thiết bị tích trữ năng lượng tái tạo khi phanh có thể là ắc quy, siêu tụ hoặc kết hợp cả hai. Hệ thống RBS với thiết bị tích trữ năng lượng là ắc quy thường được sử dụng cho các xe EV và HEV và cần phải có các bộ biến đổi điện (Inverter và Converter).



Hình 4.19. Sơ đồ hệ thống điều khiển bộ converter



Hình 4.20. Sơ đồ hệ thống phanh tái sinh với siêu tụ

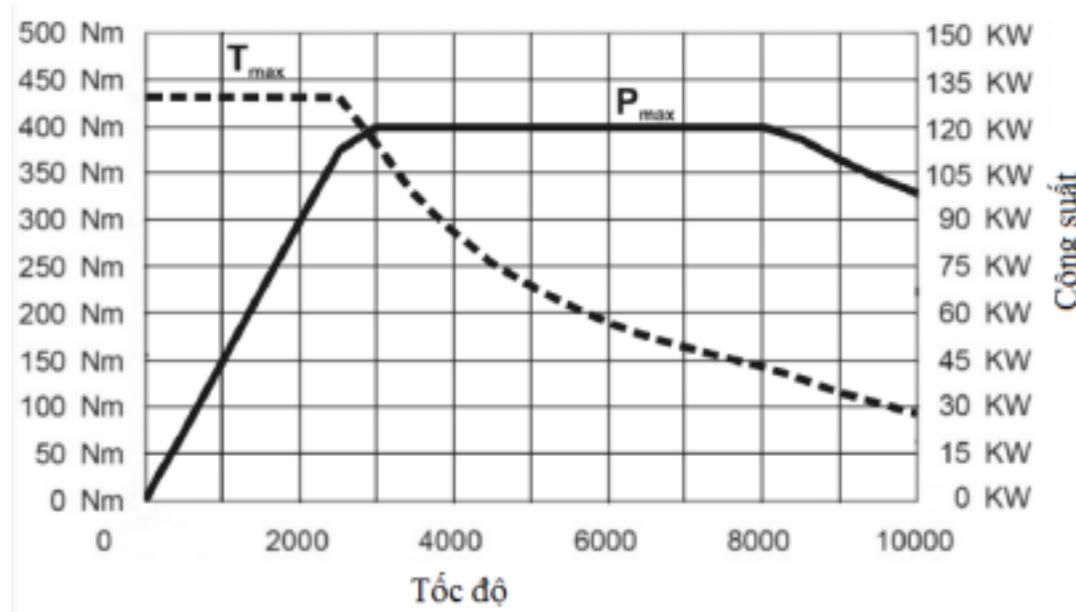
4.3.6. Đặc tính khi phanh

Dựa trên đặc tính làm việc của động cơ điện trang bị trên xe. Khi đạp phanh động cơ điện chuyển sang làm việc ở chế độ máy phát, khi này động cơ điện sẽ sinh ra mô men để phanh bánh xe. Giá trị mô men phanh của động cơ điện phụ thuộc vào kết

cấu, dòng kích từ của động cơ và tốc độ của động cơ điện, nó được điều khiển bởi bộ điều khiển của hệ thống;

Động năng của xe khi phanh sẽ được chuyển thành điện năng của máy phát và được nạp vào ắc quy. Do đó hệ thống phanh thu hồi thường đặt trên cầu chủ động, nơi có sẵn động cơ điện vừa có nhiệm vụ kéo cho xe chạy và vừa có nhiệm vụ thu hồi năng lượng phanh;

Trên xe Hybrid có 1 ắc quy để dự trữ điện năng từ quá trình nạp của động cơ đốt trong và hệ thống thu hồi. Khi ắc quy đã được nạp đầy mà vẫn tiếp tục nạp điện sẽ làm cho ắc quy nhanh hỏng. Vì vậy khi thu hồi lực phanh cần phải tính đến khả năng nạp điện của ắc quy. Nếu ắc quy đã đầy thì hệ thống thu hồi cũng không làm việc. Như vậy, hệ thống thu hồi năng lượng phanh không phải lúc nào cũng được sử dụng để thu hồi.



Hình 4.21. Đặc tính mô men phanh của động cơ điện

Từ đặc tính động cơ điện ta thấy tốc độ mô men của máy phát điện không lớn nên nếu chỉ phanh bằng động cơ điện sẽ làm gia tốc phanh tăng chậm gây ra quãng đường phanh lớn. Điều này làm giảm hiệu quả của quá trình phanh và phanh xe sẽ không

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai

Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT

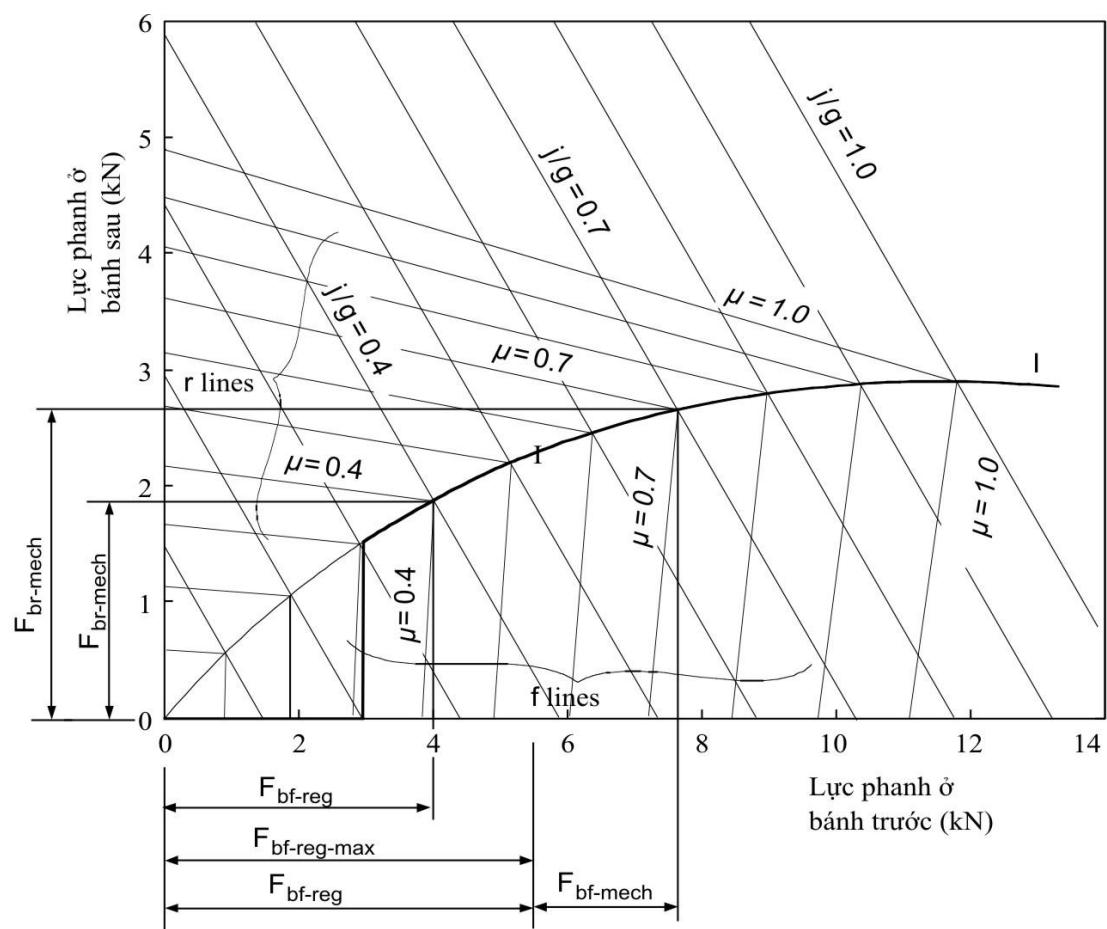
an toàn. Do đó cần phải kết hợp với hệ thống phanh thông thường như hệ thống phanh dầu, phanh khí để cung cấp đủ mô men phanh cho quá trình phanh ở mọi chế độ và khi hệ thống thu hồi không làm việc.

Phanh tái sinh ở EV và HEV làm tăng thêm sự phức tạp trong thiết kế hệ thống phanh. Hai vấn đề cơ bản đặt ra: một là làm thế nào để phân bố tổng lực phanh yêu cầu giữa phanh tái sinh và phanh ma sát cơ khí để thu lại động năng của xe nhiều nhất có thể; hai là làm thế nào để phân phối tổng lực phanh trên cầu trước và cầu sau như thế nào để đạt được trạng thái phanh ổn định. Thông thường, phanh tái sinh chỉ có hiệu quả đối với cầu chủ động. Motor kéo phải được điều khiển để sinh ra một lượng lực phanh thích hợp để thu lại động năng đến mức có thể và cùng thời gian đó, phanh cơ khí phải được điều khiển để đáp ứng lực phanh được yêu cầu từ tài xế. Về cơ bản, có ba kiểu điều khiển phanh khác nhau: phanh nối tiếp với cảm giác phanh tối ưu; phanh nối tiếp với năng lượng thu lại tối ưu và phanh song song

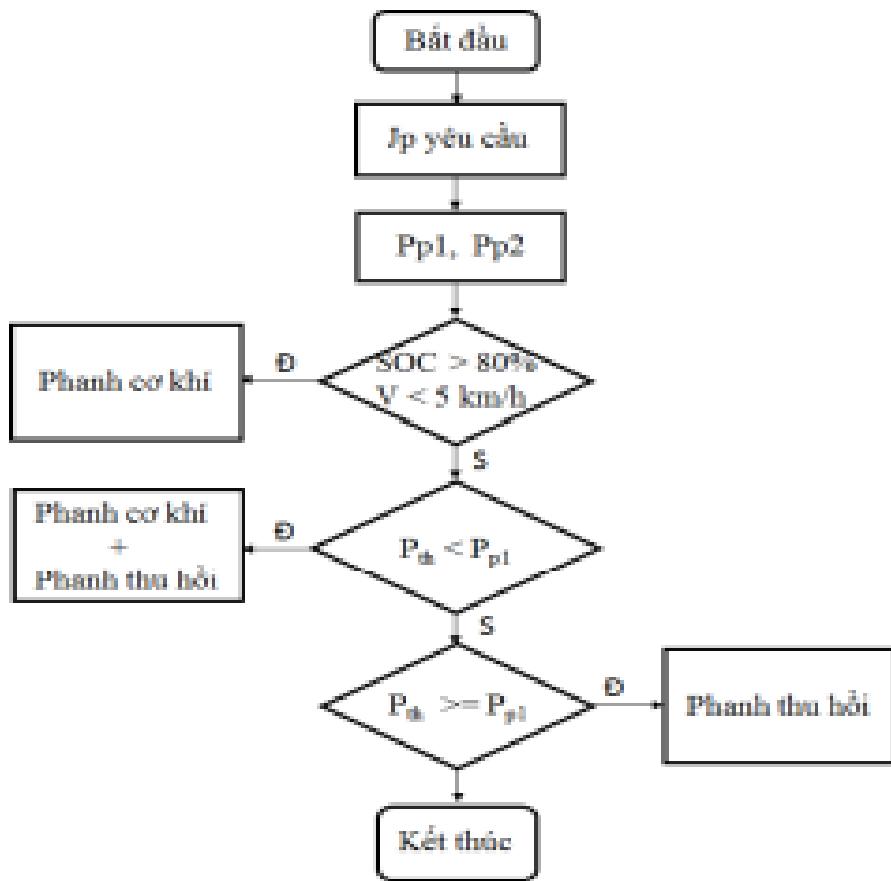
a. Phanh nối tiếp – cảm giác phanh tối ưu

Hệ thống phanh nối tiếp với cảm giác phanh tối ưu có một bộ điều khiển phanh, nó điều khiển lực phanh ở bánh trước và bánh sau. Mục đích điều khiển là tạo ra quãng đường phanh nhỏ nhất và cảm giác tối ưu cho tài xế. Khoảng cách phanh ngắn nhất và cảm giác phanh tốt nhất yêu cầu lực phanh ở bánh trước và bánh sau theo đường cong phân bố lực phanh lý tưởng I.

Khi điều khiển giảm tốc (được minh họa bởi vị trí bàn đạp phanh) nhỏ hơn 0.2g, chỉ có phanh tái sinh ở bánh trước được ứng dụng, điều này cạnh tranh với chức năng phanh động cơ ở xe truyền thống. Khi sự điều khiển giảm tốc lớn hơn 0.2g, lực phanh ở bánh trước và bánh sau theo sự phân bố đường cong lực phanh lý tưởng I .



Hình 4.22. Minh họa lực phanh ở cầu trước và sau đối với phanh nối tiếp – Cảm giác phanh tối ưu

**Hình 4.23. Sơ đồ thuật toán phanh nối tiếp – cảm giác phanh tối ưu**

Lực phanh ở bánh trước (cầu chủ động) được chia thành hai phần: lực phanh tái sinh và lực phanh ma sát cơ khí. Khi lực phanh được yêu cầu nhỏ hơn lực phanh cực đại mà motor điện có thể sinh ra, sẽ chỉ có phanh tái sinh bằng điện sử dụng. Khi sự điều khiển lực phanh lớn hơn giá trị lực phanh tái sinh, motor điện sẽ hoạt động để sinh ra mômen phanh cực đại, và lực phanh còn lại nhận được nhờ hệ thống phanh cơ khí.

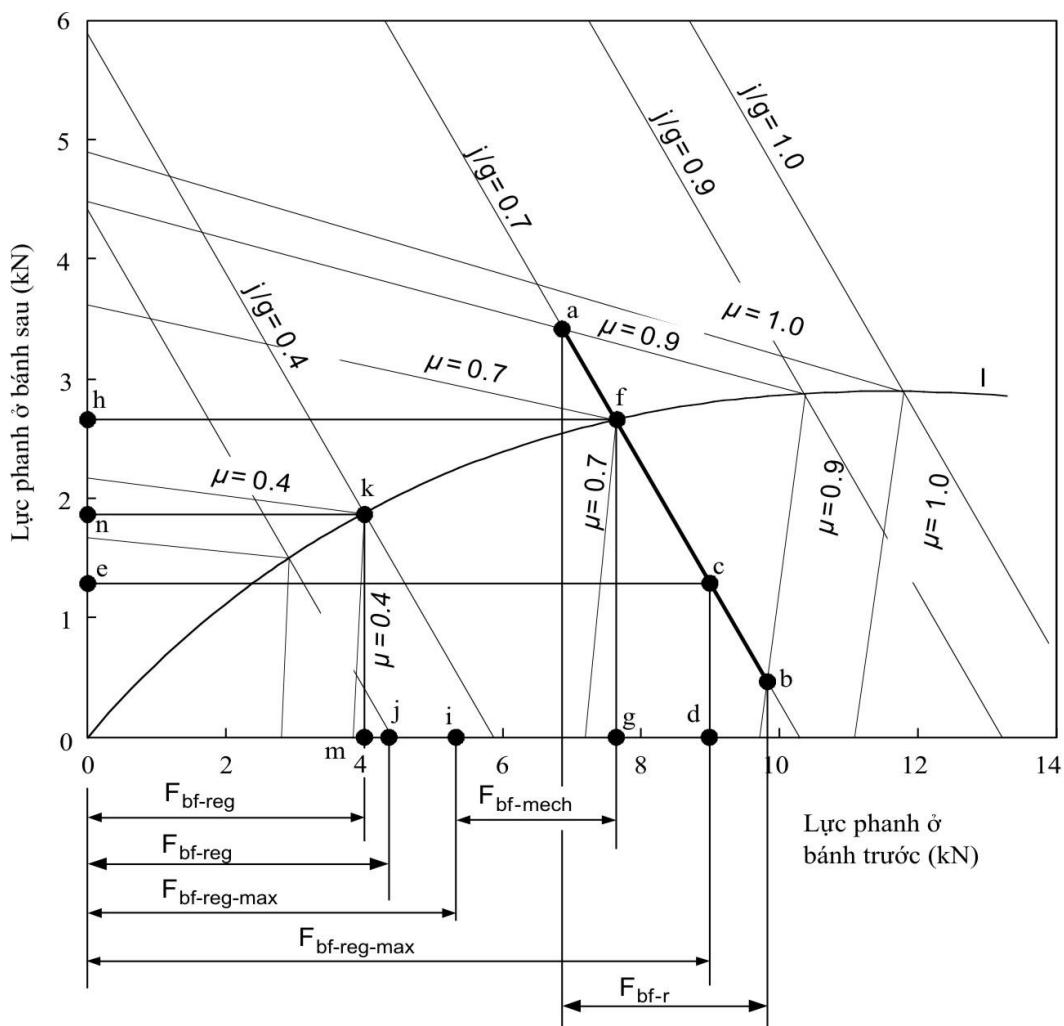
Một điều nên được chú ý đó là lực phanh tái sinh cực đại sinh ra bởi motor điện có quan hệ mật thiết với tốc độ motor điện. Tại tốc độ thấp (nhỏ hơn tốc độ cơ bản), mômen cực đại là hằng số. Tuy nhiên, tại tốc độ cao (cao hơn tốc độ cơ bản), mômen

cực đại giảm theo đường hyperbol với tốc độ. Bởi vậy, mômen phanh cơ khí tại một gia tốc phanh cho trước phải thay đổi theo tốc độ xe.

b. Phanh nối tiếp – sự tái sinh năng lượng tối ưu

Nguyên lý của hệ thống phanh nối tiếp với sự tái sinh năng lượng tối ưu nhằm thu lại năng lượng phanh nhiều nhất có thể trong điều kiện đạt được tổng lực phanh yêu cầu đối với sự giảm tốc cho trước nhất định.

Khi xe được phanh với một tỷ lệ gia tốc $j/g < \mu$, lực phanh ở bánh trước và bánh sau có thể thay đổi trong một giới hạn nào đó, miễn là $F_{bf} + F_{br} = M_v j$ được thỏa mãn. Phạm vi thay đổi này của cầu trước và sau được trình bày ở **Hình 4.24** bởi đường liền nét đậm *ab*, với $\mu = 0.9$ và $j/g = 0.7$. Trong trường hợp này, phanh tái sinh nên được ưu tiên sử dụng. Nếu giá trị lực phanh tái sinh (lực phanh cực đại sinh ra nhờ motor điện) ở trong phạm vi này (chẳng hạn, điểm *c* trong **Hình 4.24**), lực phanh ở bánh trước nên được tăng lên chỉ nhờ phanh tái sinh không cần phanh cơ khí. Lực phanh ở bánh sau, được minh họa bởi điểm *e*, nên được tăng lên để đạt được tổng lực phanh yêu cầu. Trên đoạn đường tương tự, nếu giá trị lực phanh tái sinh nhỏ hơn giá trị tương ứng tại điểm *a* (e.g., điểm *i* ở **Hình 4.24**), motor điện nên được điều khiển để sinh ra lực phanh tái sinh cực đại. Lực phanh trước và sau nên được điều khiển tại điểm *f* nhằm tối ưu cảm giác của tài xế và giảm quãng đường phanh. Trong trường hợp này, lực phanh thêm vào bánh trước phải được tăng lên nhờ một lượng phanh cơ khí được minh họa bằng $F_{bf-mech}$, và lực phanh ở cầu sau được minh họa bởi điểm *h*.



Hình 4.24. Biểu đồ thể hiện hiệu phanh nối tiếp – sự tái sinh năng lượng tối ưu

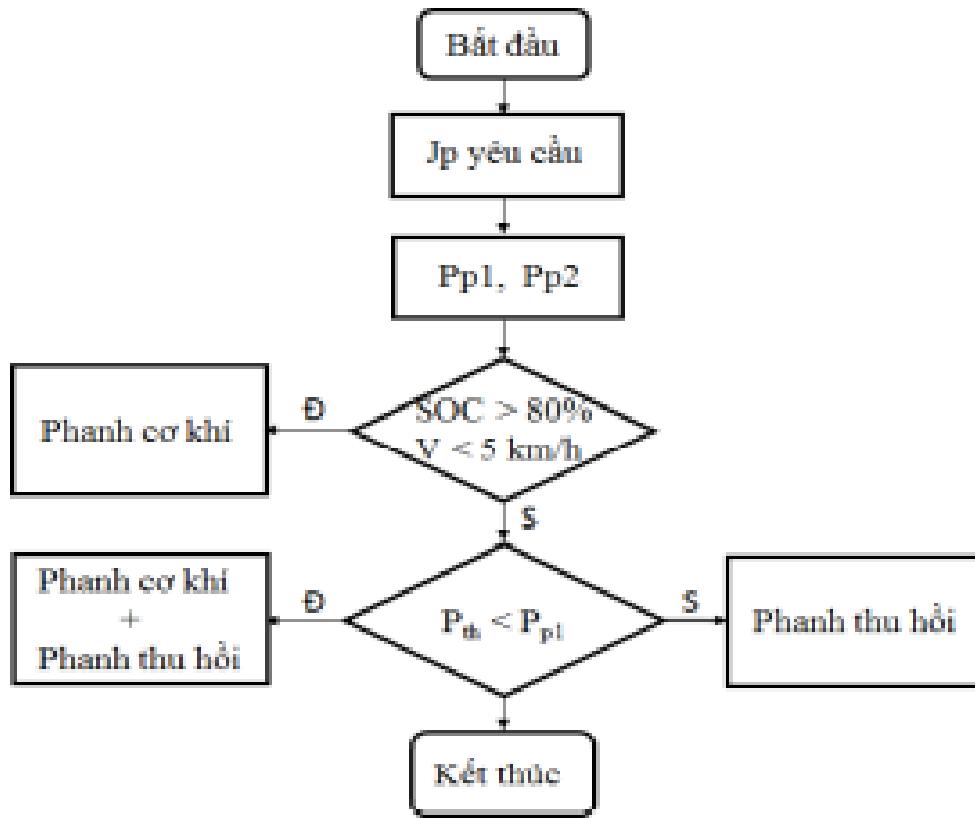
Khi tỷ lệ giảm tốc j/g được điều khiển nhỏ hơn hệ số bám đường (chẳng hạn $j/g = 0.3$ ở **Hình 4.24**), và lực phanh tái sinh có thể đạt được tổng lực phanh yêu cầu, chỉ có phanh tái sinh được sử dụng không có phanh cơ khí ở bánh trước và sau (điểm j ở **Hình 4.24**).

Khi tỷ lệ giảm tốc j/g được điều khiển bằng hệ số bám đường μ điểm hoạt động của lực phanh trước và sau phải nằm trên đường cong I. Trên đường có hệ số bám cao (chẳng hạn, $\mu = 0.7$, điểm hoạt động f ở **Hình 4.24**), lực phanh tái sinh cực đại được ứng dụng và còn lại được cung cấp bởi phanh cơ khí. Trên đường với hệ số

Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai
bám thấp (chẳng hạn, $\mu = 0.4$, điểm hoạt động k ở **Hình 4.24**), một mình phanh tái sinh được sử dụng để tăng lực phanh bánh trước.

Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT

Khi tỷ lệ giảm tốc j/g được điều khiển lớn hơn hệ số bám đường μ , sự điều khiển tỷ lệ giảm tốc này sẽ không bao giờ đạt được do sự hạn chế độ bám của đường. Sự giảm tốc cực đại mà xe có thể đạt được là $(a/g)_{\max} = \mu$. Điểm hoạt động của lực phanh trước và sau nằm trên đường cong I, tương ứng với μ (chẳng hạn, $\mu = 0.4$ và $j/g > 0.4$ ở **Hình 4.24**); điểm hoạt động là điểm k và hệ số giảm tốc cực đại là $j/g = 0.4$.



Hình 4.25. Sơ đồ thuật toán phanh nối tiếp – sự tái sinh năng lượng tối ưu

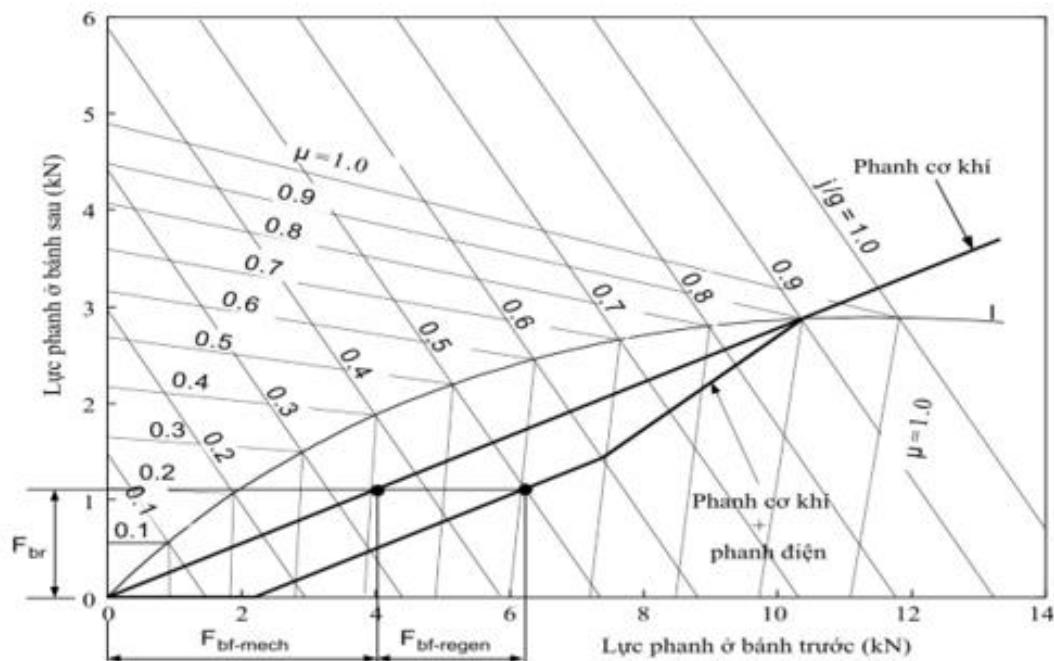
Một điều nên được chú ý rằng phanh nối tiếp với cảm giác tối ưu và tái sinh năng lượng tối ưu cần hoạt động điều khiển của cả lực phanh điện tái sinh và lực phanh cơ

khí ở bánh trước và sau. Hiện nay, hệ thống phanh như vậy đang được nghiên cứu và phát triển.

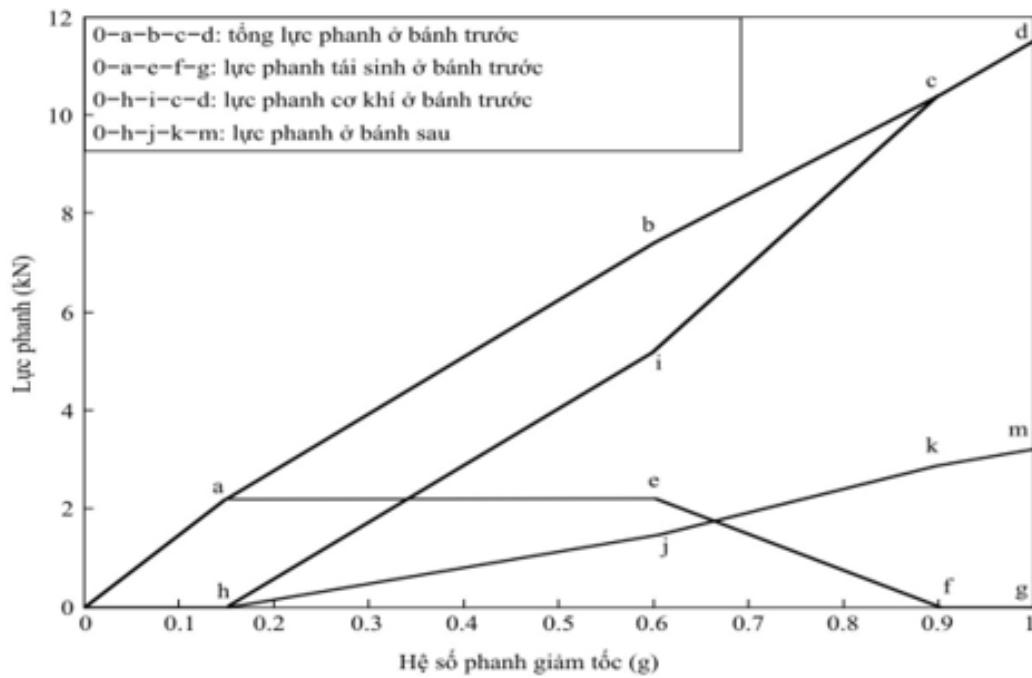
c. Phanh song song

Hệ thống phanh song song bao gồm cả phanh điện (phanh tái sinh) và phanh cơ khí, chúng sinh ra lực phanh song song và đồng thời. Nguyên lý hoạt động được minh họa ở **Hình 4.26**, chỉ có phanh tái sinh được sử dụng ở bánh trước.

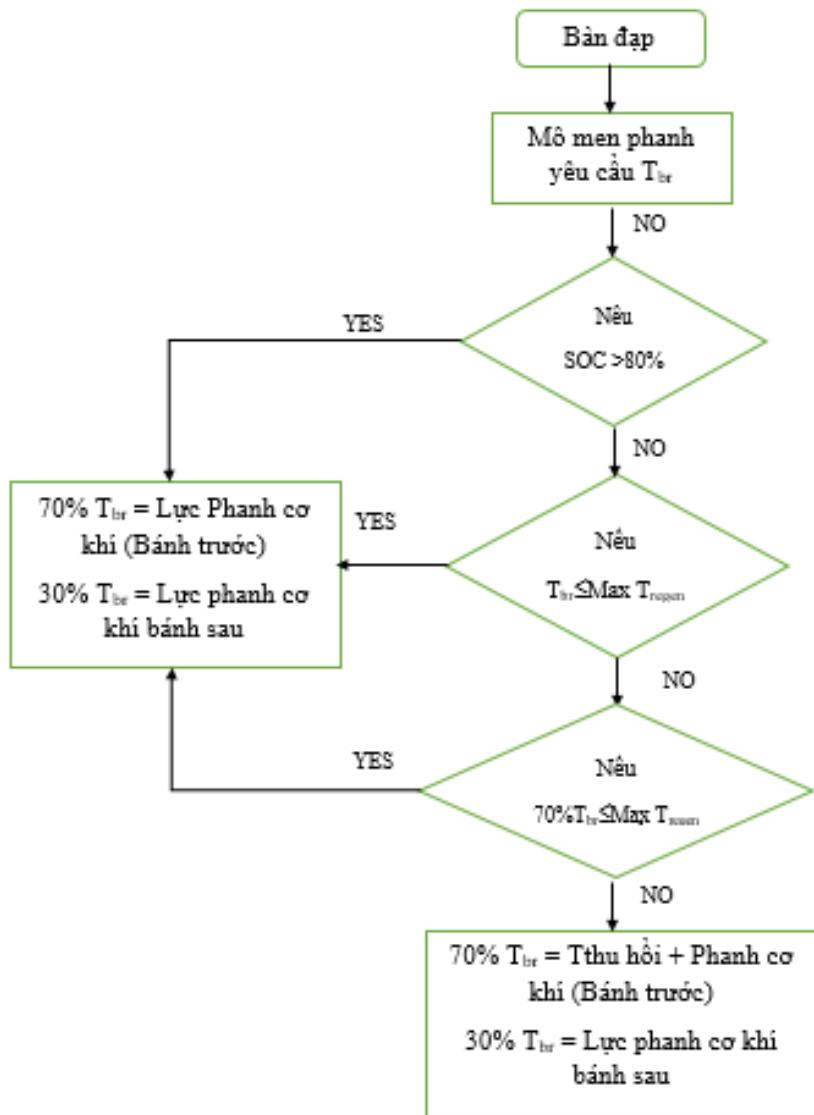
Hệ thống phanh song song có một phanh cơ khí truyền thống, phanh này có hệ số phân bố lực phanh cố định ở bánh trước và bánh sau. Phanh tái sinh làm tăng thêm lực phanh tới bánh trước, kết quả làm sự phân bố tổng lực phanh theo đường cong. Lực phanh cơ khí ở cầu trước và cầu sau tương ứng với áp suất thủy lực trong xy lanh chính. Lực phanh tái sinh tăng lên nhờ motor điện là một hàm của áp suất thủy lực ở xy lanh chính, và vì vậy là hàm giảm tốc xe. Bởi vì giá trị lực phanh tái sinh là một hàm số của tốc độ motor và bởi vì hầu hết động năng không thể được thu lại tại tốc độ motor thấp, lực phanh tái sinh ở mức giảm tốc độ xe cao (e.g., $a/g = 0.9$) được thiết kế bằng 0 để duy trì trạng thái phanh cân bằng. Khi sự giảm tốc được yêu cầu nhỏ hơn sự giảm tốc này, phanh tái sinh sẽ có hiệu quả. Khi điều khiển phanh giảm tốc nhỏ hơn một giá trị cho trước, chọn 0.15g, thì chỉ có phanh tái sinh được sử dụng. Điều này giống với sự phanh động cơ ở xe truyền thống. **Hình 4.26** minh họa lực phanh tái sinh $F_{bf-regen}$, và lực phanh cơ khí ở bánh trước $F_{bf-mech}$ và bánh sau $F_{br-mech}$



Hình 4.26. Minh họa lực phanh tái sinh kiểu phanh song song



Hình 4.27. Mối quan hệ giữa lực phanh biến thiên với hệ số giảm tốc

**Hình 4.28. Sơ đồ thuật toán phanh song song**

Hệ thống phanh song song không cần bộ điều khiển điện tử hệ thống phanh cơ khí. Một cảm biến áp suất nhận biết áp suất thủy lực trong xy lanh chính, nó tương ứng cho yêu cầu giảm tốc. Tín hiệu áp suất được điều chỉnh và gửi tới bộ điều khiển motor điện để điều khiển motor điện sinh ra mômen phanh theo yêu cầu. So với phanh nối tiếp của cả cảm giác phanh tối ưu và tái sinh năng lượng tối ưu, hệ thống phanh song song có kết cấu và hệ thống điều khiển đơn giản hơn nhiều⁴. Tuy nhiên,

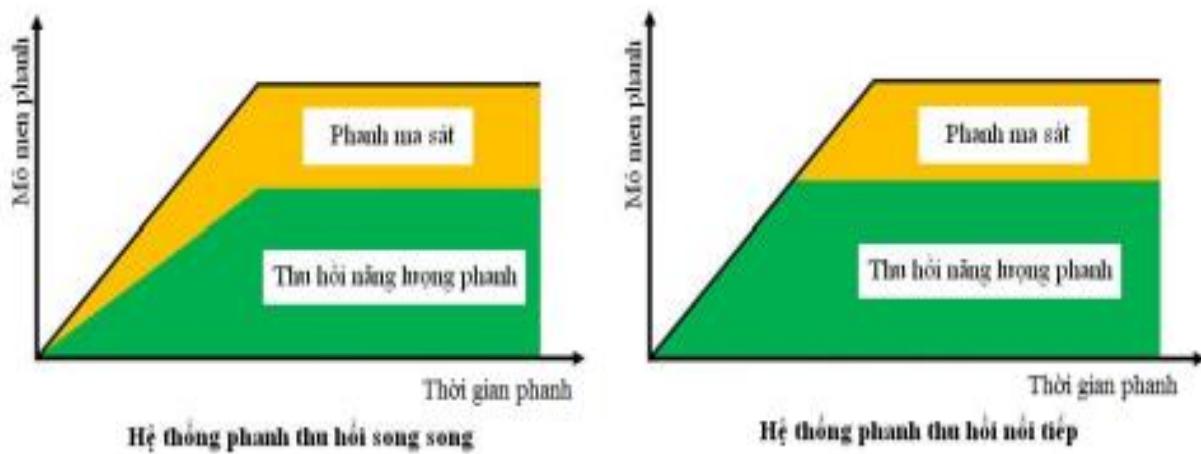
cảm giác phanh của tài xế, và một lượng năng lượng thu lại thì có thể chấp nhận được.

Ưu điểm:

- Thuật toán điều khiển đơn giản
- Kết cấu các bộ phận đơn giản

Nhược điểm:

- Hiệu quả thu hồi kém so với loại nối tiếp vì vậy loại song song ít được sử dụng trên những xe Hybrid hiện nay



Hình 4.29. Năng lượng thu hồi từ quá trình phanh

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Ali Emadi; MODERN ELECTRIC, HYBRID ELECTRIC, AND FUEL CELL VEHICLES; *Fundamentals, Theory, and Design - second edition*; CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group; an informa business; 2010; International Standard Book Number: 978-1-4200-5398-2
- [2]. James Larminie, John Lowry; ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGY EXPLAINED; *Includes bibliographical references and index. ISBN 978-1-119-94273-3*; 2012.
- [3]. Tom Denton; ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES; *Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN; ISBN 978-1-138-84237-3 (pbk. : alk. paper) / ISBN 978-1-315-73161-2 (ebook)*.
- [4]. Dương Tuân Hùng, NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ THU HỒI NĂNG LƯỢNG CỦA HRRJ THÔNG PHANH TÁI SINH TRÊN Ô TÔ, *Luận án tiến sĩ ngành Kỹ thuật cơ khí – trường Đại học sư phạm kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh*; 2020.
- [5]. Text.123docz.net
- [6]. Oto – hui.com
- [7]. vinfastauto.com
- [8]. Xedien.info

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ Ô TÔ ĐIỆN VÀ Ô TÔ LAI.....	2
1.1. Lịch sử phát triển	2
a. Thời kỳ bắt đầu và phát triển.....	2
b. Suy yếu và biến mất.....	3
c. Sự phục hưng và phát triển	3
d. Xu thế phát triển của ô tô điện	4
1.2. Tác động kinh tế kỹ thuật của ô tô điện và ô tô lai.....	4
CHƯƠNG 2. KẾT CẤU Ô TÔ ĐIỆN VÀ Ô TÔ LAI	17
2.1. Kết cấu ô tô điện	18
2.2. Ô tô lai (hybrid)	31
2.2.1. Ô tô lai nối tiếp	38
2.2.2. Ô tô lai song song	39
2.2.3. Ô tô lai hỗn hợp	42
2.2.4. Ô tô Pin nhiên liệu	43
2.2.5. So sánh ôtô hybrid với ôtô truyền thống.....	52
CHƯƠNG 3. CÁC BỘ PHẬN CHÍNH TRÊN Ô TÔ ĐIỆN VÀ Ô TÔ LAI.....	54
3.1. Động cơ trên ôtô điện và ôtô lai	54
3.1.1. Động cơ đốt trong	54
3.1.2. Động cơ điện	54
3.1.2.1. Động cơ một chiều (DC Motor)	54
3.1.2.2. Động cơ IM không đồng bộ (Induction Motor)	55
3.1.2.3. Động cơ SynRM từ trở đồng bộ (Synchronous Reluctance Motor)	56

<i>Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai</i>	<i>Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT</i>
3.1.2.4. Động cơ SRM từ trờ thay đổi (Switched Reluctance Motor).....	57
3.1.2.5. Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu (IBM - Interior Permanent Magnet Motor, SPM – Surface mounted permanent magnet motor)	58
3.2. Bộ chuyển đổi DC-DC trên xe điện.....	60
3.3. Cổng sạc ô tô điện.....	64
3.4. Quản lý và điều khiển hệ thống năng lượng cho ô tô điện và ô tô lai.....	67
3.4.1. Tầm quan trọng.....	68
3.4.2. Ứng dụng công nghệ nano giảm thời gian nạp acquy	68
3.4.3. Công nghệ nạp điện không dây	70
3.4.4. Phát triển cơ sở hạ tầng cho các trạm nạp acquy	72
3.4.5. Hệ thống điều khiển	73
3.4.5.1. Kiểm soát nguồn năng lượng	73
3.4.5.2. Điện tử công suất.....	73
3.4.5.3. Siêu tụ điện – Ultra-Capacitor	74
3.5. Hệ thống làm mát.....	76
3.6. Pin nhiên liệu	78
3.6.1. Khái quát về pin nhiên liệu (fuel cell)	78
3.6.1.1. Nguyên nhân phát triển pin nhiên liệu:	78
3.6.1.2. Lịch sử phát triển của pin nhiên liệu:	81
3.6.1.3. Ưu nhược điểm của pin nhiên liệu:	82
3.6.1.4. Đặc điểm pin nhiên liệu:	82
3.6.1.5. Phân loại pin nhiên liệu:	86
3.6.2. Cấu tạo pin nhiên liệu:	88

3.6.2.1 Các cụm tế bào nhiên liệu :.....	88
3.6.2.2. Khí Hydro nguyên chất:.....	90
3.6.2.3. Anode/ Chất xúc tác:	90
3.6.2.4. Cathode / Catalyst:	90
3.6.2.5. Flow Plates (các bảng ngăn dòng):	91
3.6.2.6. Nhiên liệu giàu Hydro:	91
3.6.3. Nguyên lý hoạt động của các loại pin nhiên liệu (Fuel Cell - FC)	94
3.6.3.1. Pin nhiên liệu loại màng trao đổi chất cao phân tử (Polymer electrolyte membrane fuel cell - PEMFC).....	94
3.6.3.2. Pin nhiên liệu loại ôxít rắn (solid oxide fuel cell - SOFC).....	97
3.6.3.3. Pin nhiên liệu loại kiềm (Alkaline fuel cell - AFC).....	98
3.6.3.4. Pin nhiên liệu loại n้ำ chảy các bon (Molten-carbon fuel cell - MCFC)	99
3.6.3.5. Pin nhiên liệu loại a xít phốt pho ric (phosphorit-acid fuel cell - PAFC)	100
3.6.3.6. Pin nhiên liệu loại mêtan (direct-methanol fuel cell - DMFC).....	101
3.6.3.7. Pin nhiên liệu loại không khí – kẽm (Zinc air fuel cell - ZAFC)	101
3.6.3.8. Pin nhiên liệu loại gốm proton (Protonic Ceramic fuel cell - PCFC):	101
3.6.3.9. Pin nhiên liệu loại vi sinh (hay pin vi khuẩn)(Microbial fuel cell - MFC) .	102
3.6.4. Một số lĩnh vực ứng dụng của pin nhiên liệu (FUEL CELL- FC).....	102
3.7. Ăc quy	103
3.7.1. Pin chì axit (Ăc quy chì axit)	104
a. Các thông số của Ăc quy phụ:	105
b. Ký hiệu bình Ăc quy	106
c. Kết cấu bình Ăc quy axit	107

<i>Bài giảng Kỹ thuật ô tô điện và ô tô lai</i>	<i>Bộ môn Kỹ thuật ô tô - TNUT</i>
3.7.2. Pin Niken – Metal Hydrid kim loại (NiMH).....	108
3.7.3. Pin Lithium ion	110
3.8. Kết hợp công suất	116
3.8.1. Sự kết hợp công suất với sơ đồ nối tiếp.....	116
3.8.2. Sự kết hợp công suất với sơ đồ song song.....	117
3.8.3. Sự kết hợp công suất với sơ đồ hỗn hợp.....	124
CHƯƠNG 4. PHANH TÁI SINH	126
4.1.Tổng quan về phanh tái sinh.....	126
4.2.Phân loại	127
4.3. Đặc điểm kết cấu và nguyên lý tích trữ năng lượng phanh	127
4.3.1. Tích trữ năng lượng kiểu lò xo cuộn.	127
4.3.2. Tích trữ năng lượng thủy lực HHV	132
4.3.3. Tích trữ năng lượng kiểu pin điện	136
4.3.4. Phanh tái sinh RBS với kiểu tích trữ năng lượng dưới dạng bánh đà	141
4.3.5. Phanh tái sinh RBS với kiểu tích trữ năng lượng dưới dạng điện năng (tụ điện)	147
4.3.6. Đặc tính khi phanh.....	149
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	161