



**Tạp chí Khoa học và Kinh tế Phát triển
Trường Đại học Nam Cần Thơ**

Website: jsde.nctu.edu.vn



Tính toán hệ thống động lực ô tô điện sử dụng động cơ điện một chiều không chổi than

Trương Hoàng Tuấn^{1*}, Võ Ngọc Phú¹

¹Trường Đại học Cửu Long

*Người chịu trách nhiệm bài viết: Trương Hoàng Tuấn (email: tuanbk04@gmail.com)

Ngày nhận bài: 10/1/2024

Ngày phản biện: 30/1/2024

Ngày duyệt đăng: 15/2/2024

Title: Calculation of electric car propulsion system using brushless DC motor

Keywords: electric vehicle, electric motor, electric powertrain

Từ khóa: động cơ điện, hệ thống truyền lực điện, ô tô điện

ABSTRACT

The article described how to calculate and design electric car propulsion system models. We successfully computed and produced an electric car model utilizing a brushless DC motor based on structural analysis of electric cars. This finding can be applied to the development and production of electric vehicles.

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu nội dung tính toán, thiết kế mô hình hệ thống động lực ô tô điện. Trên cơ sở phân tích các kết cấu trên ô tô điện, chúng tôi đã tính toán, chế tạo thành công mô hình ô tô điện sử dụng động cơ một chiều không chổi than. Kết quả này có thể sử dụng trong việc nghiên cứu, chế tạo ô tô điện.

1. GIỚI THIỆU

Ngày nay ô tô điện đang ngày càng được nghiên cứu, phát triển và thương mại hóa trên thị trường. Trong nước, có nhiều nghiên cứu về lĩnh vực này như thiết kế, chế tạo ô tô điện sử dụng năng lượng mặt trời [4], sử dụng kết hợp năng lượng mặt trời và năng lượng điện [2], nghiên cứu tính toán nguồn động lực dùng năng lượng điện cho ô tô [1]. Tuy nhiên, nội dung cụ thể, chi tiết về tính toán hệ thống động lực điện chưa cụ thể.

Nội dung chính của nghiên cứu là tính toán hệ thống động lực, chọn các hệ thống phanh,

treo, lái, khung gầm phù hợp cho mô hình động lực ô tô điện, chế tạo nên mô hình phục vụ cho việc giảng dạy và nghiên cứu.

2. PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nghiên cứu áp dụng phương pháp định tính qua phân tích, tổng hợp các tài liệu có liên quan.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Chọn động cơ

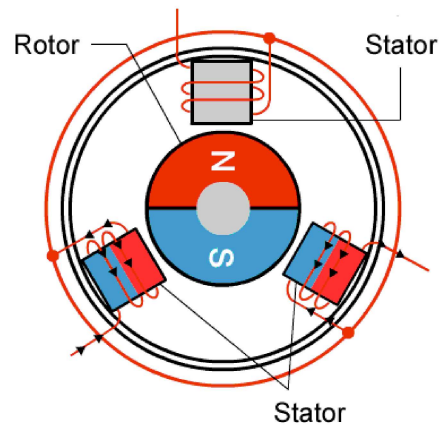
Có nhiều phương án chọn động cơ điện như động cơ điện 1 chiều (DC motor), Động cơ không đồng bộ (Induction Motor – IM), Động cơ từ trở đồng bộ (Synchronous Reluctance Motor - SynRM), Động cơ từ trở thay đổi

(Switched Reluctance Motor – SRM), Động cơ một chiều không chổi than (Brushless DC motor - BLDC motor).

Nhận thấy động cơ một chiều không chổi than (Brushless DC motor - BLDC motor) có nhiều ưu điểm, phổ biến nên tác giả chọn động cơ này làm động cơ dẫn động:

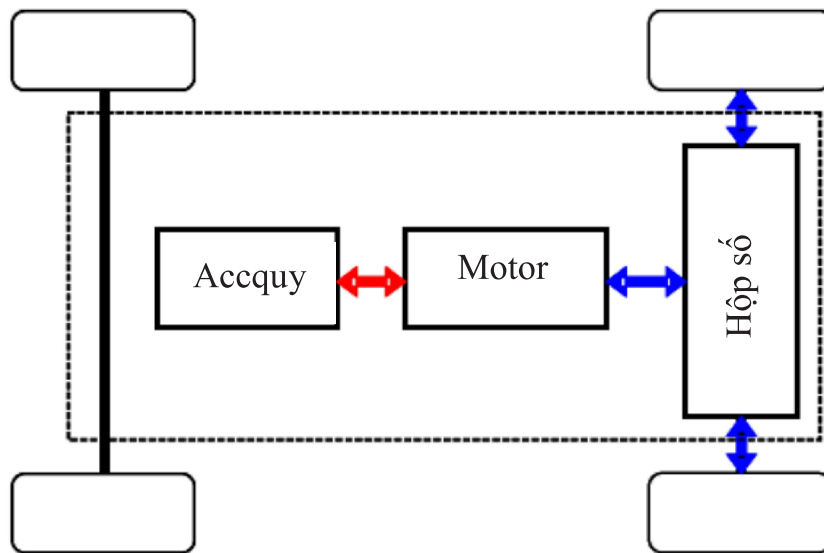
Tỷ lệ công suất/khối lượng máy điện cao, tỷ lệ momen/quán tính lớn (có thể tăng tốc nhanh), mômen điều khiển được ở vị trí bằng không, vận hành nhẹ nhàng (dao động của momen nhỏ) thậm chí ở tốc độ thấp (để đạt được điều khiển vị trí một cách chính xác), có thể tăng tốc và giảm tốc trong thời gian ngắn, hiệu suất cao, kết cấu gọn.

3.2 Chọn phương án dẫn động



Hình 1. Cấu tạo động cơ Brushless DC motor

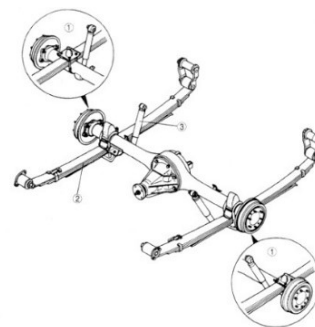
Chọn phương án dẫn động sử dụng 1 motor dẫn động cầu sau:



Hình 2. Phương án dẫn động cầu sau

3.3 Chọn hệ thống treo

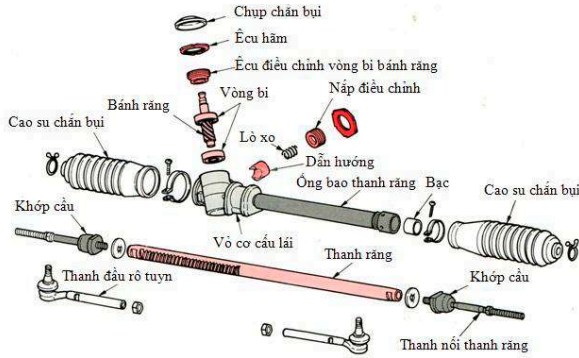
Tác giả chọn phương án hệ thống treo dùng nhíp ở cầu trước và cầu sau, để đảm bảo sự ổn định, cứng vững cho ô tô, chịu được tải trọng động và quá tải tốt hơn hệ thống treo sử dụng lò xo trụ. Chiều dài nhíp 0.7m.



Hình 3. Phương án sử dụng hệ thống treo dùng nhíp ở cầu sau

3.4 Chọn hệ thống lái

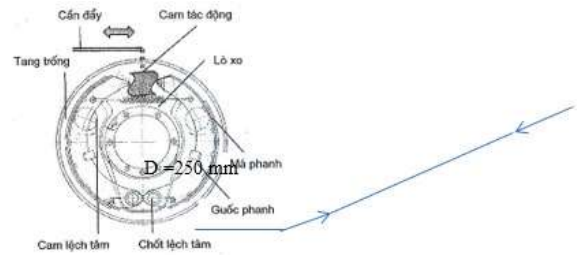
Hệ thống lái bánh răng, thanh răng được chọn vì ưu điểm kết cấu đơn giản, gọn nhẹ, dễ lắp đặt vào bảo dưỡng dễ dàng.



Hình 4. Phương án hệ thống lái bánh răng, thanh răng

3.5 Chọn hệ thống phanh

Do xe hoạt động ở tốc độ thấp nên ta chọn cơ cấu phanh tang trống, dẫn động cơ khí, đường kính tang trống 250 mm. (Tham khảo kết cấu phanh của dòng xe cùng loại đang có trên thị trường).



Hình 5. Phương án hệ thống phanh tang trống, dẫn động cơ khí

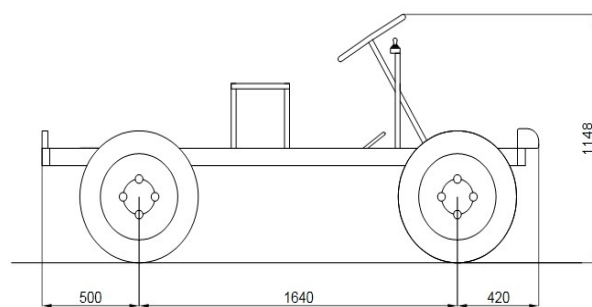
3.6 Tính toán ổn định mô hình ô tô điện

3.6.1 Thiết kế bố trí chung

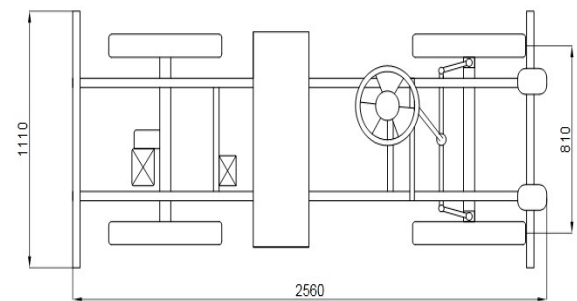
TT	Thành phần trọng lượng khi không tải	Trị số	Trục trước	Trục sau
1	Trọng lượng bản thân xe thiết kế, kG	210	100	110
2	Trọng lượng kíp lái (01 CN), kG	65	32,5	32,5
3	Tải trọng	0	0	0
4	Trọng lượng toàn bộ ô tô thiết kế, kG	275	132,5	142,5

TT	Thành phần trọng lượng toàn tải	Trị số	Trục trước	Trục sau
1	Trọng lượng bản thân xe thiết kế, kG	210	100	110
2	Trọng lượng kíp lái (01 CN), kG	65	32,5	32,5
3	Tải trọng	195	32,5	162,5
4	Trọng lượng toàn bộ ô tô thiết kế, kG	470	165	305

3.6.2 Sơ đồ bố trí chung



Hình 6. Hình chiếu đứng



Hình 7. Hình chiếu bằng

3.6.3 Bảng kết quả tính toán các đặc tính động học

TT	Ô tô thiết kế	Thông số						
		a(mm)	b(mm)	h _G (mm)	B ₀₂ (mm)	α _L (⁰)	α _X (⁰)	β(⁰)
1	Không tải	849	791	450	810	60	62	42
2	Có tải	1.064	576	660	810	41	58	31,4

Trong đó:

a,b: Khoảng cách từ tọa độ trọng tâm ô tô khi không tải đến đường tâm trục bánh xe trước, sau.

h_G: Tọa độ trọng tâm ô tô

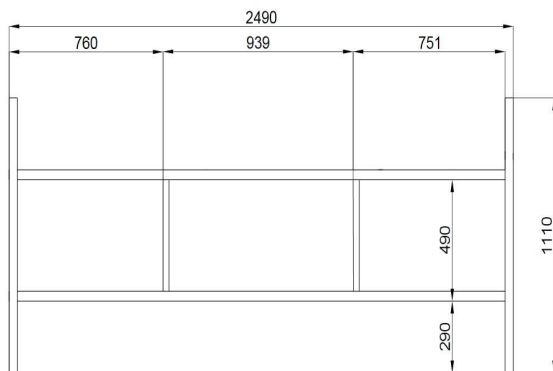
B₀₂: Chiều rộng cơ sở của ô tô

α_L: Góc giới hạn lật khi ô tô quay đầu lên dốc

α_X: Góc giới hạn lật khi ô tô quay đầu xuống dốc

β: Góc giới hạn lật trên đường nghiêng ngang

3.6.4 Thiết kế, tính bền khung chassis

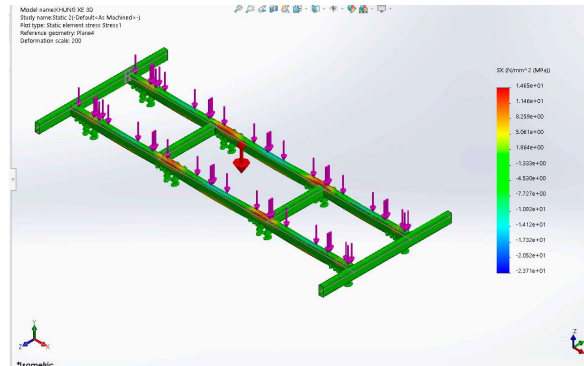


Hình 8. Kích thước chassis

Sử dụng thép hộp CT3 40 mm x 80 mm x 1.5 mm.

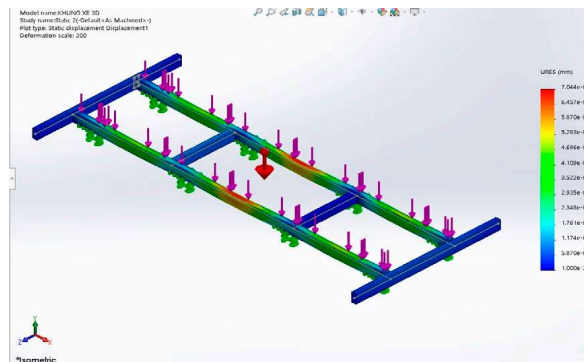
Tính bền khung chassis:

Tính toán cho trường hợp xe chạy quá tải, với tổng tải trọng 940 kg, hệ số tải trọng động theo phương thẳng đứng khoảng 1.5 khi xe di chuyển trên đường mấp mô [4]. Tiến hành phân tích bằng phần mềm Simulation Solidworks ta có kết quả



Hình 9. Biểu đồ ứng suất

Ứng suất lớn nhất của dầm 14,65 MPa < 120 MPa. Kết luận khung xe đủ bền trong điều kiện quá tải 2 lần tổng tải trọng và tải trọng động 1,5.



Hình 10. Biểu đồ chuyển vị của khung xe

Chuyển vị lớn nhất 0,07 mm tại vị trí giữa dầm dọc.

3.7 Tính chọn động cơ

3.7.1 Trường hợp xe vượt dốc 10⁰

Lực cản lăn: $P_f = m.g.f.\cos\alpha = 470*10*0,018*\cos10 = 83N$

Lực cản dốc: $P_i = m.g.\sin\alpha = 470*10*\sin10 = 816 N$

Lực kéo ở bánh xe chủ động phải lớn hơn tổng lực cản lăn và lực cản dốc thì xe mới chuyển động được: $P_k = P_f + P_i = 83 + 816 = 899 \text{ N}$

Giả sử thiết kế xe lên dốc với tốc độ $4 \text{ km/h} = 1,1 \text{ m/s}$

Công suất kéo: $N_k = P_k.v = 899*1,1 = 989 \text{ W}$

3.7.2 Trường hợp xe chạy trên đường phẳng với tốc độ 25 km/h :

Lực cản lăn: $P_f = m.g.f = 470*10*0,018 = 84,6 \text{ N}$

Lực cản gió: $P_w = KF.W^2 = 0,4*1,5*6,9^2 = 28 \text{ N}$

Với $F = 0,8$ $B.H = 0,8 * 1,2 * 1,6 = 1,5 \text{ m}^2$:

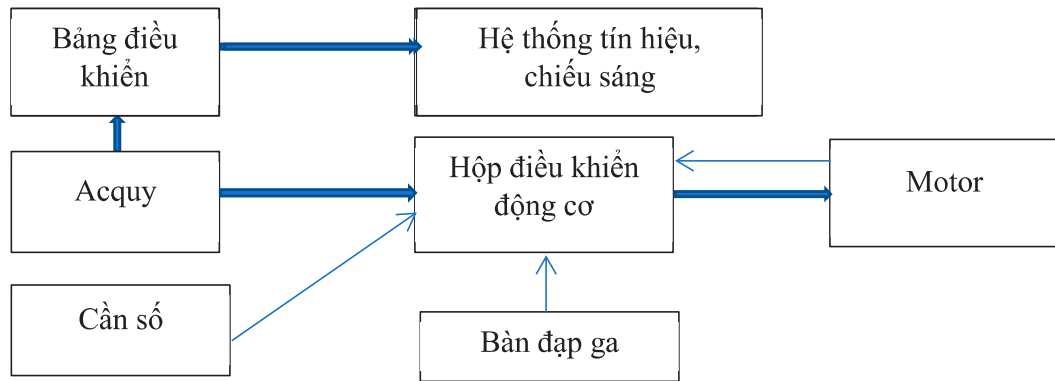
diện tích cản chính diện của ô tô.

m : khối lượng xe [kg]; f : hệ số cản lăn

Lực kéo cần thiết ở bánh xe chủ động:

$P_k = P_f + P_w = 85 + 28 = 113 \text{ N}$

Công suất kéo cần thiết ở vận tốc $v = 25 \text{ km/h}$:



Hình 11. Sơ đồ khối điều khiển động cơ điện

Nguyên lý hoạt động:

Accquy cấp nguồn cho bảng điều khiển, hệ thống chiếu sáng, tín hiệu, hộp điều khiển động cơ. Hộp điều khiển động cơ nhận tín hiệu từ vị trí cần số (3 vị trí: D,N, R), vị trí bàn đạp ga, tốc độ motor. Từ đó hộp sẽ ra tín hiệu điều khiển motor chạy tiến, lùi hoặc dừng.

3.9 Tính tỉ số truyền cụm giảm tốc, vi sai

Lực cản lớn nhất khi xe lên dốc $P_k = 899 \text{ N}$, bán kính bánh xe $R_b = 0,25 \text{ m}$.

- Momen kéo max $M_{max} = P_k.R_b = 899*0,25 = 225 \text{ Nm}$

$N_k = P_k.v = 113*(25/3,6) = 780 \text{ W}$

* Vậy công suất động cơ cần thiết: $P_m = 989/\eta = 989/0,95 = 1.041 \text{ W}$

Với $\eta = 0,95$ là hiệu suất của động cơ điện

Ta chọn động cơ điện BLDC có công suất $P_m = 1.200 \text{ W}$.

Thông số động cơ:

Loại động cơ	Động cơ điện không chổi than BLDC
Công suất	$P_m = 1.200 \text{ W}$
Tốc độ	$n = 580 \text{ vòng/ phút}$
Điện áp	48 V
Momen max	$T = 20 \text{ Nm}$

3.8 Chọn hộp điều khiển động cơ

Với động cơ $P_m = 1.200 \text{ W}$ ta chọn hộp điều khiển có công suất là 1.500 W .

- $i = M_{max}/T = 225 / 20 = 11,25$

Ta chọn tỷ số truyền cụm vi sai, giảm tốc $i = 12,5$.

3.10 Chọn Accquy

Ghép nối tiếp 4 accquy 12 V , 85 AH thành accquy 48 V , 85 AH

- Dòng điện accquy phóng $I = P_m/U = 1.200/48 = 25 \text{ A}$

- Thời gian xe chạy với tốc độ 25 km/h : $t = 85/25 = 3,4 \text{ h}$

- Quãng đường xe đi được là: $S = 3,4*25 = 85 \text{ km/h}$



Hình 11. Mô hình sau khi chế tạo

Thông số mô hình động lực ô tô điện:

Động cơ	Động cơ điện không chổi than BLDC, 48V x 1200
Accquy	48V, 85Ah
Thời gian sạc	10 h, dòng sạc 8,5A
Thời gian chạy	3,4 h ở tốc độ 25 km/h

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Huy Trường, Phạm Việt Thành (2018). *Nghiên cứu tính toán nguồn động lực dùng năng lượng điện cho xe du lịch 5 chỗ*. Hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ V-VCME 2018.
- [2] Phạm Tạo, Lê Văn Thoại, Lê Bá Khang (2016). Nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình xe ô tô thân vỏ bằng vật liệu Composit, sử dụng năng lượng mặt trời và năng lượng điện phục vụ du lịch. *Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản*, Số 1/2016
- [3] Trương Hoàng Tuấn, Trần Hữu Nhân, Nguyễn Ngọc Thanh, Nguyễn Văn Phương (2013). Phân tích tải trọng động tác dụng lên thân xe tải nhẹ bằng mô hình động lực học dao động 3D. *Tạp chí Khoa học công nghệ Giao thông Vận tải*, Số 7-8, 2013.
- [4] Phan Văn Tuấn. *Thiết kế và chế tạo ô tô điện sử dụng năng lượng mặt trời Trường Đại học Trà Vinh*. Đề tài khoa học và công nghệ cấp trường.
- [5] Nguyễn Hữu Cần (2007). *Lý thuyết ô tô máy kéo*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.

Vận tốc định mức 25 km/h, Tầm hoạt động: 85 km

Trọng lượng toàn tải 470 kg

Điều kiện thử nghiệm trong thực tế:

- Chạy trên đường nhựa
- Thời gian hoạt động liên tục
- Hoạt động ở trong dải tốc độ trung bình 5-25 km/h
- Số lần thử nghiệm: 5.

4. KẾT LUẬN

Tác giả đã tính toán thiết kế, chế tạo hoàn thành mô hình hệ thống động lực ô tô điện, dạng sa bàn, hoạt động được với vận tốc tối đa 25 km/h, tầm hoạt động 85 km. Mô hình có thể làm học cụ cho sinh viên ngành cơ khí, ô tô, điện tử. Hướng phát triển nghiên cứu: Thiết kế, chế tạo thêm hệ thống khung vỏ; thiết kế, lắp ráp hệ thống điện năng lượng mặt trời nạp điện cho accquy.