

ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ XE ĐIỆN 4 BÁNH THÍCH ỨNG VỚI ĐẶC THÙ GIAO THÔNG ĐÔ THỊ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PROPOSING A DESIGN METHOD FOR FOUR-WHEELED ELECTRIC VEHICLES
ADAPTED TO THE URBAN TRAFFIC CHARACTERISTICS
OF HO CHI MINH CITY

Bùi Văn Hưng, Lê Thanh Nhân*, Huỳnh Diệp Ngọc Long

Trường Cao đẳng Kỹ nghệ II

*Email: nhanlethanh@hvct.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bối cảnh nhu cầu trung chuyển hành khách tại các bến xe ngày càng tăng, việc phát triển xe điện 4 bánh cỡ nhỏ phù hợp với điều kiện giao thông nội đô là hết sức cần thiết. Bài báo trình bày phương pháp xác định cấu hình xe điện dựa trên đặc thù khai thác vận tải hành khách ở TP. Hồ Chí Minh và các đô thị Việt Nam. Thông qua khảo sát hiện trạng giao thông và hạ tầng đô thị, nhóm nghiên cứu đã xác định được những thông số cơ bản phục vụ thiết kế như quãng đường hoạt động, vận tốc trung bình, tải trọng hành lý và số chỗ ngồi cần thiết. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất sơ đồ trình tự thiết kế cùng phương pháp tính toán cho hệ thống động cơ điện và nguồn năng lượng của xe. Kết quả nghiên cứu góp phần chuyên môn hóa quá trình thiết kế, đồng thời đảm bảo tính phù hợp của xe điện cỡ nhỏ đối với nhu cầu vận tải đô thị.

Từ khóa: Xe điện 4 bánh; Giao thông đô thị; Cấu hình xe; Trình tự thiết kế; Động cơ điện; Nguồn năng lượng.

ABSTRACT

With the increasing demand for passenger transfer at bus stations, the development of compact four-wheeled electric vehicles suitable for inner-city traffic conditions has become essential. This paper introduces a design method for determining the configuration of electric vehicles based on the operational characteristics of passenger transport in Ho Chi Minh City and other urban areas in Vietnam. By surveying the current traffic situation and infrastructure, fundamental design parameters such as travel range, average speed, luggage capacity, and passenger capacity were identified. Accordingly, a step-by-step design procedure and calculation method for the electric motor and energy source are proposed. The results contribute to the specialization of the design process and ensure the suitability of small electric vehicles for urban transportation demands.

Keywords: Four-wheeled electric vehicle; Urban traffic; Vehicle configuration; Design procedure; Electric motor; Energy source.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển của xã hội, nhu cầu đi lại của người dân ngày càng tăng, đòi hỏi phải có nhiều loại phương tiện giao thông phù hợp với điều kiện khai thác thực tế. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu và phát triển xe điện 4 bánh cỡ nhỏ phục vụ trung chuyển hành khách nội đô trở nên cần thiết, đặc biệt tại các đô thị lớn như TP. Hồ Chí Minh. Ngoài mạng lưới xe buýt và taxi truyền thống, thành phố đang từng bước đưa vào vận hành các tuyến metro, qua đó hình thành nhu cầu cấp thiết về phương tiện trung chuyển linh hoạt, thân thiện môi trường để kết nối hành khách từ bến xe, ga metro đến các khu vực lân cận.

Để xác định cấu hình thiết kế phù hợp, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát hoạt động của các loại phương tiện trung chuyển hiện có như taxi và xe ôm tại những bến xe lớn trong thành phố, tiêu biểu là bến xe Miền Tây và bến xe Miền Đông. Các phương tiện này có đặc điểm khai thác điển hình: sau khi hoàn thành chuyến chở khách, chúng quay về bến để tiếp tục phục vụ. Đặc trưng vận hành này vừa thể hiện vai trò quan trọng của taxi, xe ôm và phương tiện trung chuyển trong vận tải hành khách nội đô, vừa có nhiều điểm tương đồng với mô hình xe điện cỡ nhỏ. Đây là cơ sở để đề xuất cấu hình thiết kế xe điện 4 bánh phù hợp với điều kiện giao thông đô thị và xu thế phát triển hệ thống giao thông công cộng hiện đại tại TP. Hồ Chí Minh.

2. KHẢO SÁT DỮ LIỆU VÀ XÁC ĐỊNH CẤU HÌNH XE ĐIỆN

2.1. Phân tích kết quả khảo sát

Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh, nhu cầu đi lại tại TP. Hồ Chí Minh liên tục gia tăng,

với khoảng 25 triệu lượt hành khách/năm tại các bến xe liên tỉnh lớn như Bến xe Miền Đông và Bến xe Miền Tây [1]. Đồng thời, tuyến Metro số 1 (Bến Thành – Suối Tiên) đã chính thức đi vào vận hành từ cuối năm 2024, với công suất dự kiến trên 160.000 lượt khách/ngày [2]. Sự kết nối giữa các bến xe, ga metro và khu vực dân cư, thương mại đặt ra yêu cầu cấp thiết về phương tiện trung chuyển hiệu quả, linh hoạt và thân thiện môi trường. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu và phát triển xe điện 4 bánh cỡ nhỏ phục vụ trung chuyển nội đô trở nên cần thiết, vừa đáp ứng nhu cầu đi lại, vừa góp phần giảm thiểu ô nhiễm không khí và ùn tắc giao thông.

Để xác định cấu hình thiết kế phù hợp, nhóm nghiên cứu đã phân tích dữ liệu khảo sát hoạt động của các loại hình phương tiện trung chuyển phổ biến như taxi và xe ôm tại những bến xe lớn, quãng đường chở hành khách mỗi ngày, tốc độ di chuyển, số lượt hành khách mỗi lượt [3]. Và nhận thấy rằng đặc điểm khai thác của nhóm phương tiện này là sau khi hoàn thành chuyến chở khách, chúng quay về bến để tiếp tục phục vụ. Điều này vừa thể hiện vai trò then chốt của taxi và xe ôm trong hệ thống vận tải đô thị, vừa có nhiều điểm tương đồng với mô hình khai thác của xe điện cỡ nhỏ.

Bên cạnh đó, kết quả khảo sát về quãng đường di chuyển cho thấy, hành khách thường đi trong khoảng 4 – 8 km, do hệ thống bến xe được phân bố khá dày đặc. Khi tính cả quãng đường quay về bến, tổng quãng đường thực tế xe đi trong ngày đối với xe ôm khoảng 52,48 km và taxi khoảng 62,16 km [3]. Điều này cho thấy, một chiếc xe có phạm vi hoạt động dưới 100 km hoàn toàn có thể đáp ứng nhu cầu chuyên chở khách hằng ngày.

Ngoài ra, theo kết quả khảo sát về tốc độ 

độ di chuyển, khối lượng hành lý và lượng hành khách mỗi lượt [3], có thể thấy tốc độ trung bình của các phương tiện trung chuyển hiện nay nằm trong khoảng 30 – 40 km/h, phổ biến nhất là 30 – 35 km/h, phù hợp với điều kiện hạ tầng và mật độ giao thông của TP. Hồ Chí Minh. Hành lý hành khách chủ yếu dưới 20 kg, trong đó mức 5 – 10 kg chiếm tỷ lệ cao nhất, cho thấy việc bố trí không gian chứa hành lý trên xe là cần thiết. Bên cạnh đó, số liệu khảo sát cũng chỉ ra taxi thường phục vụ nhóm 3 – 4 người, chiếm tỷ lệ lớn nhất; hành khách có xu hướng tận dụng tối đa số ghế ngồi, điều này chứng tỏ các loại xe có sức chứa lớn hơn sẽ đáp ứng tốt hơn nhu cầu thực tế và giúp giảm chi phí dịch vụ bình quân.

Ngoài những kết quả đạt được, các tài xế cũng phản ánh một số khó khăn trong quá trình khai thác như mật độ giao thông đông vào giờ cao điểm, xe ôm bị hạn chế chỉ chở được một hành khách, taxi thiếu điểm dừng đỗ hợp pháp và nhiều nút tín hiệu chưa có đồng hồ đếm ngược. Vấn đề họ quan tâm nhất là hiệu quả sử dụng năng lượng. Do đó, nếu một mẫu xe điện có khả năng tiết kiệm năng lượng và khắc phục được những hạn chế này thì chắc chắn sẽ được đón nhận. Từ cơ sở khảo sát, có thể đề xuất xe điện 4 bánh cỡ nhỏ với phạm vi hoạt động dưới 100 km mỗi lần sạc, vận tốc trung bình 30 – 35 km/h, có không gian hành lý hợp lý và chở được nhiều hành khách. Đặc điểm khai thác của xe ôm và taxi có nhiều điểm tương đồng, khẳng định tính khả thi của mô hình này cho TP. Hồ Chí Minh. Đồng thời, việc ứng dụng công nghệ tái tạo năng lượng khi phanh, xuống dốc hoặc dừng chờ sẽ nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, góp phần vào xu hướng giao thông xanh và bền vững [4].

2.2. Xác định cấu hình xe điện

Như phân tích ở trên, một mẫu xe điện phục vụ nhu cầu chuyên chở hành khách nội đô tại các bến cần được thiết kế với cấu tạo đơn giản, giảm thiểu chi phí và tiện nghi không cần thiết nhằm đảm bảo giá bán hợp lý. Tham khảo các dòng xe điện hiện có trên thị trường, phương án xe điện bốn bánh được đánh giá là phù hợp nhất. So với xe ba bánh, loại xe này có độ ổn định cao hơn, đảm bảo an toàn khi vận hành trong điều kiện mật độ giao thông lớn của đô thị. Ngoài ra, xe bốn bánh còn đáp ứng tốt hơn nhu cầu chở nhiều hành khách và hành lý, phù hợp với xu hướng dịch vụ taxi nhỏ gọn.

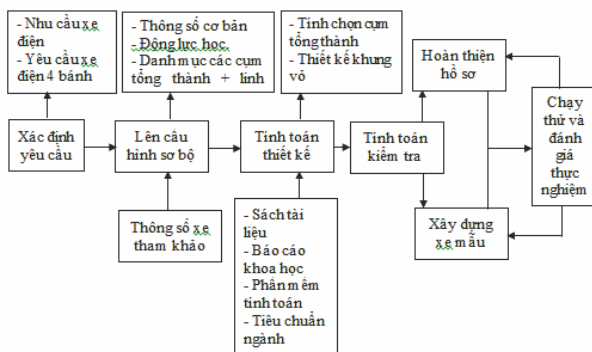
Các chi tiết cấu thành của xe điện cỡ nhỏ bốn bánh nhìn chung vẫn có thể được thiết kế ở mức đơn giản, và với năng lực công nghiệp phụ trợ hiện nay, việc nội địa hóa sản xuất là khả thi [5], [6]. Mẫu xe điện này cần đáp ứng một số yêu cầu kỹ thuật cơ bản, được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số yêu cầu xe điện cỡ nhỏ

STT	Thông số	Yêu cầu
1	Số chỗ ngồi	05 người (bao gồm tài xế)
2	Trọng lượng xe không tải	$G = 615$ (Kg)
3	Trọng lượng 2 người khoang lái	$G_{nt} = 130$ (Kg)
4	Trọng lượng 3 người khoang hành khách	$G_{ns} = 195$ (Kg)
5	Khối lượng hành lý	$G_{hl} = 20$ (Kg)
6	Vận tốc cực đại	$V = 40$ (Km/h)
7	Quãng đường di chuyển	$S = 85$ (Km)
8	Khả năng vượt dốc	$\alpha = 10\%$.

Ngoài các yêu cầu cơ bản trên, xe điện cần đáp ứng thêm một số tiêu chí quan trọng khác. Cụ thể, xe phải có không gian bố trí hành lý thuận tiện cho hành khách mang theo đồ đạc; giá cước vận tải ở mức thấp, phù hợp với thu nhập phổ biến của người dân đô thị. Bên cạnh đó, xe cần được thiết kế với khả năng tiết kiệm năng lượng, đặc biệt là hạn chế tiêu hao khi xe dừng, không tải hoặc trong quá trình phanh và xuống dốc, nhờ cơ chế tái tạo năng lượng.

Trên cơ sở các yêu cầu kỹ thuật và tiêu chí khai thác, quy trình thiết kế xe điện cỡ nhỏ được xây dựng theo sơ đồ trình tự như Hình 1.

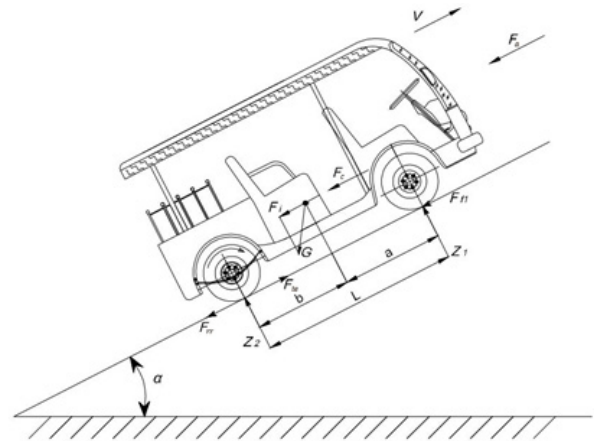


Hình 1. Sơ đồ trình tự thiết kế xe điện cỡ nhỏ [7]

3. TÍNH TOÁN LỰA CHỌN ĐỘNG CƠ ĐIỆN

3.1. Xác định công suất động cơ điện

Công suất cần thiết của động cơ điện được xác định nhằm tạo ra lực kéo tiếp tuyến tại các bánh xe chủ động để vượt qua các lực cản chuyển động tác động lên xe. Các lực cản này bao gồm: lực cản lăn, lực cản dốc, lực cản không khí và lực quán tính. Mối quan hệ tổng hợp giữa công suất động cơ và các lực cản được minh họa ở Hình 2 [8].



Hình 2. Các lực tác dụng lên xe

+ Lực cản lăn:

$$F_{rr} = f \cdot (Z_1 + Z_2) = f \cdot G_{tb} \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Với: f là hệ số cản lăn (đường nhựa $f = 0,02$); $G_{tb} = 9600$ (N) là trọng lượng xe; α là góc dốc của mặt đường.

+ Lực cản không khí:

$$F_a = \frac{1}{2} \rho C_x F \cdot v^2 \quad (2)$$

Trong đó:

- ρ là mật độ không khí, $\rho = 1,24 \text{ kg/m}^3$;
- C_x là hệ số khí động của ô tô, chọn $C_x = 0,45$;
- F là diện tích chính diện của xe (m^2), với xe thiết kế chọn: $F = 0,85 \cdot B \cdot H = 0,85 \cdot 1,4 \cdot 1,75 = 2,08 \text{ m}^2$;
- v là vận tốc xe.

Ta tính công suất lớn nhất động cơ điện lúc xe đạt tốc độ cực đại và chạy trên đường bằng. Khi đó, công suất kéo cần khắc phục hai công suất cản là công suất cản lăn N_{rr} và công suất cản không khí N_a . Ta có công suất cản của xe lúc này là:

$$N_{arr} = N_{rr} + N_a = (F_{rr} + F_a) \cdot v \quad (3)$$

Từ công thức (1) với $\alpha = 0^\circ$ thì $F_{rr} = 192$ (N);

Từ công thức (2) với $v = 40$ km/h = 11,11 (m/s) thì $F_a = 71,64$ (N);

Thay vào (3), ta được $N_{arr} = 2929$ (W).

Công suất cực đại yêu cầu của động cơ N_{yc} là công suất cần thiết của động cơ để cân bằng với công cản của xe trong trường hợp này:

$$N_{yc} = \frac{N_{arr}}{\eta_{dc} \cdot \eta_{tl}} \quad (4)$$

Với, $\eta_{dc} = 0,85$ là hiệu suất của động cơ điện; $\eta_{tl} = 0,9$ là hiệu suất của hệ thống truyền lực.

Từ công thức (4), ta tính được công suất cực đại yêu cầu của động cơ $N_{yc} = 3828,7$ (W).

3.2. Tính mô-men lớn nhất của động cơ điện

Mô-men cực đại của động cơ điện được xác định trong điều kiện xe phải leo dốc với độ dốc lớn nhất $\alpha = 10\%$. Để đảm bảo xe vượt qua được sức cản lớn nhất trong tình huống này, hệ thống truyền lực cần cung cấp mô-men tại bánh xe đủ lớn để thắng tổng hợp các lực cản chuyển động (bao gồm lực cản dốc, lực cản lăn, lực cản quán tính và lực cản không khí). Khi đó, động cơ điện phải được thiết kế sao cho mô-men tại bánh xe đạt giá trị cần thiết để xe có thể khởi hành và tiếp tục di chuyển ổn định trên đoạn dốc [8].

$$\frac{M_{emax} \cdot i_t}{r_b} \eta_{tl} \geq G \psi_{max} \quad (5)$$

ψ_{max} là hệ số cản tổng cộng lớn nhất của đường:

$$\psi_{max} = f + i_{max} = f + \tan \alpha_{max} = 0,02 + \tan 10^\circ = 0,02 + 0,176 = 0,196$$

i_t tỉ số truyền của truyền lực chính, chọn $i_t = 7,6$;

r_b là bán kính bánh xe, với loại lốp 4,0-R12, ta chọn được $r_b = 0,236$ (m) [9].

M_{emax} là mô-men cực đại của động cơ, ta có:

$$M_{emax} = \frac{G \psi_{max} \cdot r_b}{\eta_{tl} \cdot i_t} \quad (6)$$

Ta tính được $M_{emax} = 66,3$ (N.m).

3.3. Xác định tốc độ định mức của động cơ

Với tốc độ thiết kế của xe là 40 Km/h, tỉ số truyền của truyền lực chính $i_t = 7,6$. Ta xác định được tốc độ định mức của động cơ như sau [8]:

$$v = \frac{\omega_e \cdot r_b}{i_t} \rightarrow \omega_e = \frac{v \cdot i_t}{r_b} \quad (7)$$

Ta có:

$$n = 30 \frac{\omega_e}{\pi} = 30 \cdot \frac{v \cdot i_t}{\pi \cdot r_b} \quad (8)$$

Ta tính được: $n = 3418$ (vòng/phút).

Sau khi phân tích so sánh tính năng các loại động cơ điện, chọn động cơ một chiều không chổi than cho xe thiết kế vì có các ưu điểm như: hiệu suất cao, mật độ công suất cao, mô-men quán tính lớn, thay đổi tốc độ nhanh [10]. Với yêu cầu của động cơ có $P = 3889,8$ (W), $M_{emax} = 66,3$ (N.m), $n = 3418$ (vòng/phút) và dựa vào bảng thông số các loại động cơ điện hiện tại trên thị trường, ta lựa chọn động cơ 180WD-M19030 cho xe điện với các thông số thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Các thông số động cơ 180WD-M19030

STT	Thông số	Giá trị
1	Công suất	5700 (W)
2	Mô-men cực đại	66,8 (N.m)
3	Tốc độ định mức	3000 (vòng/phút)

3.4. Tính toán và lựa chọn nguồn năng lượng

Theo yêu cầu nguồn năng lượng cần đảm bảo xe có thể chạy tối thiểu được quãng đường 85 km cho mỗi lần sạc đầy. Giả sử xe chuyển động đều với tốc độ 36km/h = 10 m/s trên mặt đường bằng. Xe chạy quãng đường $S = 85$ km trong thời gian:

$$T_{85} = \frac{S}{v} = \frac{85}{36} = 2,36 \text{ h} \quad (9)$$

Khi xe chuyển động đều, ta có lực kéo xe F_{te} bằng tổng lực cản lăn F_{rr} và lực cản không khí F_a :

$$F_{te} = F_{rr} + F_a \quad (10)$$

Từ công thức (1) với $\alpha = 0^\circ$ thì $F_{rr} = 192$ (N);

Từ công thức (2) với $v = 10$ m/s thì $F_a = 58,032$ (N);

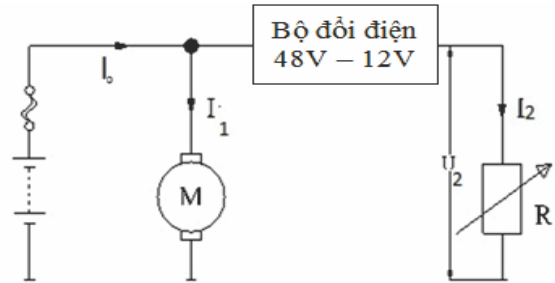
Thay vào (10), ta được $F_{te} = 250,032$ (N).

Công suất mà xe tiêu thụ khi chạy ở tốc độ $v = 10$ (m/s):

$$P_{xe} = F_{te} \cdot v = 250,032 \cdot 10 = 2500,32 \text{ (W)} \quad (11)$$

Giả sử động cơ có hiệu suất $\eta_{dc} = 85\%$; bộ biến đổi điện có hiệu suất $\eta_{bđđ} = 90\%$, suy ra công suất mà ắc quy cung cấp cho động cơ:

$$P_{bat} = \frac{P_{xe}}{\eta_{dc} \cdot \eta_{bđđ}} = \frac{2500,32}{0,85 \cdot 0,9} = 3268,4 \text{ (W)} \quad (12)$$



Hình 3. Sơ đồ tính chọn ắc quy.

Sơ đồ tính chọn ắc quy được thể hiện ở hình 3. Tổng công suất phụ tải không liên tục trên xe là $P = 32,2$ (W) [7]. Hiệu suất bộ chuyển đổi điện áp từ 48V thành 12V chọn là 90%:

Công suất cho phụ tải là:

$$P_p = \frac{32,2}{0,9} = 35,8 \text{ W}$$

Vậy công suất toàn bộ xe sử dụng là:

$$P_{\Sigma} = P_{bat} + P_p = 3268,4 + 35,8 = 3304,2 \text{ W} \quad (13)$$

Ắc quy cần đủ năng lượng để duy trì công suất phát này trong thời gian ít nhất T_{85} giờ. Vậy năng lượng tối thiểu của ắc quy:

$$W_{bat} = P_{\Sigma} \cdot T_{85} = 3304,2 \cdot 2,36 = 7797,912 \text{ Wh} \quad (14)$$

Chọn hệ số dự trữ 1,15, ta được năng lượng ắc quy cần thiết:

$$W_{bat} = 7797,912 \cdot 1,15 = 8967,6 \text{ Wh}$$

Dung lượng ắc quy cần thiết để sử dụng cho xe thiết kế là:

$$Q = \frac{W_{bat}}{V_{DC}} = \frac{8967,6}{48} = 186,9 \text{ Ah} \quad (15)$$

So sánh với các dung lượng của các ắc quy

ắc quy đang có trên thị trường chọn ắc quy Lithium-ion 48V – 200Ah [9].

4. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước đã khẳng định xe điện có nhiều ưu thế về hiệu quả năng lượng và giảm thiểu tác động môi trường so với các loại phương tiện truyền thống. Thông qua khảo sát thực tiễn, có thể thấy rằng xe điện cỡ nhỏ hoàn toàn phù hợp cho nhu cầu trung chuyển hành khách tại các bến xe. Trên cơ sở đó, bài báo đã xây dựng phương pháp tính toán thiết kế, xác định các thông số cơ bản và tiến hành lựa chọn, tính toán hệ thống động lực cũng như nguồn năng lượng cho xe điện cỡ nhỏ. Cấu hình xe được đề xuất đảm bảo tính khả thi đối với điều kiện giao thông đô thị Thành phố Hồ Chí Minh nói riêng và Việt Nam nói chung. Nếu được triển khai sản xuất và quản lý hợp lý, mẫu xe điện này có tiềm năng ứng dụng rộng rãi, góp phần nâng cao chất lượng vận tải hành khách đô thị. ♦

Ngày nhận bài: **29/9/2025**

Ngày phản biện: **08/10/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Sở Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh, “*Báo cáo thường niên về hoạt động vận tải hành khách công cộng năm 2022-2023*”. TP. Hồ Chí Minh: Sở Giao thông vận tải, 2023.
- [2]. Ban Quản lý Đường sắt Đô thị TP. Hồ Chí Minh (MAUR), “*Thông tin dự án tuyến metro số 1 Bến Thành – Suối Tiên*” [Online]. Available: <https://maur.hochiminhcity.gov.vn>, 2024.
- [3]. Lê Thanh Nhân, Đàm Hoàng Phúc, Nguyễn Thành Công, Nguyễn Văn Ngọc, Huỳnh Diệp Ngọc Long, “*Xây dựng phương pháp thiết kế xe điện ba bánh phù hợp với điều kiện sử dụng nội đô Hà Nội*”. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Số tháng 9/2021.
- [4]. Gianfranco Pistoia, “*Electric and Hybrid Vehicles Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market*”. Elsevier, 2010.
- [5]. Bharati Parmar, Sachin Rajput, Pankaj Sanap, Dr. Fauzia Siddiqui, “*Design of a Three Wheeler Electric Vehicle: A Review*”. International Journal of Scientific Engineering Research Volume 9, 2018.
- [6]. Dhvani Pandya, Dr. A.M. Bisen, “*Analysis of Chassis in 3 Wheeler E-Rickshaw for Weight Reduction*”. International Journal of Engineering Research Technology (IJERT), 2016.
- [7]. PSG, TS. Nguyễn Khắc Trai, “*Cơ sở thiết kế ô tô*”. NXB. Giao thông vận tải, 2006.
- [8]. Nguyễn Hữu Cẩn, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng, “*Lý thuyết ô tô*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2005.
- [9]. Iqbal Husain, “*Electric and hybrid vehicles*”. The CRC Press, 2005.
- [10]. Ron Hodkinson and John Fenton, “*Lightweight Electric/Hybrid Vehicle Design*”. Butterworth-Heinemann, 2001.