

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ARENA ĐỂ XÂY DỰNG MÔ HÌNH TRẠM SẠC CHO XE ĐIỆN

APPLICATION OF ARENA SOFTWARE TO CONSTRUCT CHARGING STATION MODEL FOR ELECTRIC VEHICLES

Lê Thị Thùy Linh, Đào Thanh Hùng

Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng; thuylinhcdcn@gmail.com; daothanhhungcdcn@gmail.com

Tóm tắt - Số lượng xe điện được sử dụng ở Việt Nam ngày càng tăng cao. Theo thống kê của Tổng cục Hải quan Việt Nam, từ năm 2009 đến năm 2014, nước ta đã làm thủ tục nhập khẩu hơn 61 nghìn xe 2 bánh chạy điện và 1.069 xe bốn bánh chạy điện. Tuy nhiên, do đặc tính về chủng loại năng lượng sử dụng nên xe điện vẫn còn chưa được phổ biến rộng rãi. Vấn đề cung cấp năng lượng cho xe điện, bao gồm quá trình sạc điện và việc phân phối điều tiết một cách hợp lý các trạm sạc trong thành phố, vẫn còn là một bài toán khó. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất xây dựng mô hình quản lý việc điều tiết các trạm sạc điện dựa trên phần mềm ARENA để giải quyết một phần các khó khăn trên.

Từ khóa - Arena; xe điện; sạc điện; mô hình; trạm sạc; lý thuyết hàng đợi.

Abstract - In recent years, the number of electric vehicles in Vietnam is increasing. According to statistics from the Vietnam General Administration of Customs, from 2009 to 2014, our country imported more than 61 thousand electric two-wheels and 1,069 electric four-wheels. However, due to the trait of type of energy used for this special vehicle, electric vehicles in Vietnam are not widespread as in developed countries. The energy supply for electric vehicles including electric charging process and the regulating distribution of charging stations in the city reasonably remain a difficult problem. In this paper, we want to propose constructing a model management to regulate the charging stations by ARENA software to solve part of these problems.

Key words - Arena; Electric vehicle; Charge; Model; charging station; queuing theory.

1. Đặt vấn đề

Trạm sạc xe điện hay còn gọi là trạm sạc EV (EVSE) là một điểm cung cấp lại năng lượng cho xe điện. Đây cũng là một phần của cơ sở hạ tầng cung cấp năng lượng cho xe điện, bao gồm tất cả các phương tiện giao thông sử dụng năng lượng điện. Tại Việt Nam, tính đến giữa năm 2014, số lượng xe điện được nhập khẩu đã hơn 61 ngàn chiếc xe hai bánh chạy điện và hơn một ngàn xe bốn bánh chạy điện [4]. Điều này đặt ra khó khăn trong việc bố trí, lắp đặt, quản lý và điều tiết các trạm sạc điện cho xe điện. Để điều tiết và quản lý các trạm sạc điện, người ta cần nắm được những thông số về lưu lượng xe đến trạm, thời gian sạc cho mỗi xe, lưu lượng xe điện chờ để được sạc, thời gian chờ là bao lâu. Biết được những yếu tố đó thì chúng ta sẽ dễ dàng điều tiết phân phối các trạm sạc điện cho xe điện một cách hợp lý. Để thu được những thông số như: thông số về lưu lượng xe đến trạm, thời gian sạc cho mỗi xe, lưu lượng xe điện chờ để được sạc, thời gian chờ thì có thể thực hiện bằng phương pháp giải tích theo lý thuyết hệ thống hàng đợi. Tuy nhiên, điều này sẽ rất khó khăn và phức tạp.

Bài báo này đóng góp một ý tưởng để giải quyết một phần của khó khăn trên, đó là xây dựng một mô hình trạm sạc điện cho xe điện bằng phần mềm Arena. Bằng cách sử dụng phần mềm này, chúng ta sẽ nhanh chóng thu được những thông số cần thiết giúp giải quyết bài toán bố trí, lắp đặt và quản lý điều tiết các trạm sạc điện cho xe điện sau này.

2. Nội dung

2.1. Lý thuyết hệ thống hàng đợi

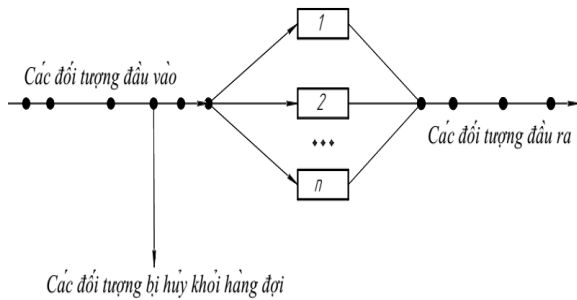
Lý thuyết hệ thống hàng đợi là một nghiên cứu toán học về hàng đợi. Theo lý thuyết này, mô hình được xây dựng với độ dài của hàng đợi và thời gian đợi đã được dự đoán trước. Lý thuyết hệ thống hàng đợi được sử dụng khi muốn tính toán các nguồn lực cần thiết để cung cấp một dịch vụ.

Lý thuyết hệ thống hàng đợi thường được sử dụng trong mô hình toán học và trong hệ thống thông tin. Trong đó bao gồm các đối tượng đầu vào và các đối tượng đầu ra. Trong quá trình xử lý sẽ tạo ra thứ tự hàng đợi hữu hạn với độ dài hàng đợi là vô hạn. Những dữ liệu ban đầu đối với việc phân tích chính là thông số của sự phân bố của các đối tượng đầu vào và đây cũng chính là đặc trưng của lý thuyết hệ thống hàng đợi. Trong bài báo này, tác giả mong muốn xây dựng được mô hình trạm sạc điện cho xe điện với sự trợ giúp của phần mềm Arena. Những dữ liệu ban đầu của bài toán xây dựng mô hình trạm sạc điện chính là sự phân bố lưu lượng xe điện đến trạm sạc, thời gian trung bình để sạc đầy một xe điện, không tính đến sự hư hỏng của trạm.

Trong kết quả của sự tính toán theo mô hình trên thì những đặc trưng của lý thuyết hệ thống hàng đợi sẽ được xác định (ví dụ: số lượng trung bình của các đối tượng đầu vào; khoảng thời gian trung bình mà đối tượng lưu lại trong hệ thống; số lượng trung bình của đối tượng trong hàng đợi; trung bình thời gian lưu lại của đối tượng trong hàng đợi và trung bình độ dài của hàng đợi).

Tất cả những mô hình này sẽ được nghiên cứu bằng hai phương pháp: phương pháp giải tích dựa trên lý thuyết xác suất và phương pháp mô hình hóa và mô phỏng. Hai phương pháp này phải cho những kết quả tương đương nhau. Phương pháp sử dụng mô hình mô phỏng có thể sử dụng để nghiên cứu những hệ thống phức tạp, trong khi đó nếu như ứng dụng trực tiếp phương pháp tính bằng lý thuyết xác suất thì sẽ rất khó khăn.

Phương pháp mô phỏng mô hình hóa có thể sử dụng bằng phần mềm ARENA. Phần mềm này cho phép chúng ta có thể xây dựng một mô hình mô phỏng một cách trực quan, đồng thời phân tích những kết quả thu được sau khi chạy mô hình.



Hình 1. Sơ đồ mô hình lý thuyết hàng đợi

2.2. Giới thiệu sơ bộ về phần mềm Arena [1]

Phần mềm Arena mang lại sức mạnh của mô hình hóa và mô phỏng cho doanh nghiệp. Nó được thiết kế để phân tích tác động của những thay đổi đáng kể liên quan đến thiết kế lại các chuỗi cung ứng, sản xuất, quy trình, hậu cần, phân phối và kho bãi và các hệ thống dịch vụ phức tạp. Phần mềm Arena cung cấp sự linh hoạt tối đa trong việc mô hình hóa.

Bao gồm:

- Phân tích chi tiết của bất kỳ loại hệ thống sản xuất bao gồm các thành phần nguyên liệu xử lý;
- Phân tích các dịch vụ khách hàng phức tạp và hệ thống quản lý khách hàng;
- Phân tích chuỗi cung ứng toàn cầu bao gồm kho bãi, vận chuyển, và hệ thống hậu cần;
- Hiệu năng hệ thống dự báo dựa trên số liệu chính như chi phí, thông lượng, thời gian chu kỳ;
- Xác định các quá trình tắc nghẽn như xây dựng hàng đợi và tài nguyên sử dụng;
- Yêu cầu nhân viên lập kế hoạch, thiết bị, hoặc vật liệu.

Phần mềm Arena được thiết kế cho các chuyên gia tư vấn sản xuất, quy trình kinh doanh và các nhà phân tích và các kỹ sư công nghiệp hoặc các hệ thống. Nó thường được triển khai như một công cụ phân tích kinh doanh doanh nghiệp và công cụ sản xuất.

2.3. Xây dựng mô hình trạm sạc điện cho xe điện

2.3.1. Các mô hình trạm sạc điện hiện nay



Hình 2. Trạm sạc đơn của hãng Nissan tại Thụy Sĩ

Hiện nay, vấn đề khó khăn nhất cản trở sự phát triển của xe điện vẫn là vấn đề về pin và hệ thống cơ sở hạ tầng sạc điện. Trên thế giới hiện có hai mô hình trạm sạc cơ bản là trạm sạc bình thường và trạm sạc nhanh. Với trạm sạc

bình thường thì người ta phải mất khoảng từ 5 - 8 tiếng để sạc đầy pin cho một chiếc xe điện dân dụng hoặc chuyên dụng. Tuy nhiên, ngày nay nhờ sự phát triển của công nghệ pin lithium, người ta chỉ cần khoảng 5 đến 10 phút để sạc đến 80% dung lượng pin (tùy theo loại pin) [5].

Đây là điều kiện để các mô hình trạm sạc nhanh công cộng ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng phương tiện giao thông chạy điện của người dân, đồng thời giúp ngành công nghiệp phát triển xe cơ giới "sạch" phát triển.



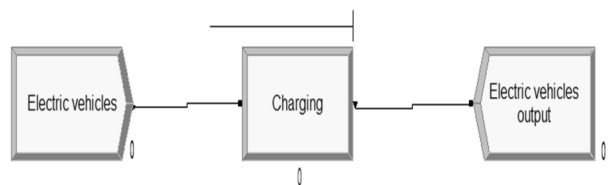
Hình 3. Trạm sạc siêu nhanh của hãng Tesla tại Anh

2.3.2. Xây dựng mô hình trạm sạc điện cho xe điện

Mô hình trạm sạc điện cho xe điện được xây dựng bằng phần mềm Arena với những thông số ban đầu như sau:

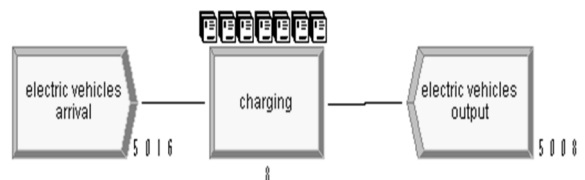
Lưu lượng xe điện đến trạm sạc được phân bố theo quy luật phân phối mũ [3] với giá trị thời gian trung bình giữa hai xe được giả định là 12 phút. Thời gian để mỗi xe sạc đến khi đầy pin được phân bố theo quy luật phân phối mũ với giá trị trung bình là 10 phút [3], [5], số vị trí sạc điện giả định là một trạm. Trong trường hợp này, tác giả không tính đến hư hỏng của trạm sạc.

Vậy với những dữ liệu trên, tác giả đã xây dựng được một mô hình trạm sạc điện bằng phần mềm Arena như sau:



Hình 4. Mô hình trạm sạc cho xe điện

Thực hiện chạy mô phỏng mô hình trạm sạc điện cho xe điện trong Arena với số giờ quan sát là 1000 giờ, mỗi ngày 24 giờ.



Hình 5. Chạy mô phỏng trạm sạc cho xe điện

Các giá trị thu được thể hiện trong các Hình 6, 7, 8.

Các số liệu thu được sau khi chạy mô phỏng được thể hiện trong Bảng 1.

4:36:42PM September 15, 2016

Queues

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 1.000.00 Time Units: Hours

Queue Detail Summary

Time

chargingQueue Waiting Time 0.02

Other

chargingQueue Number Waiting 4.00

Hình 6. Các thông số về hàng đợi

4:44:19PM September 15, 2016

Entities

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 1.000.00 Time Units: Hours

Entity Detail Summary

Time

	NVA Time	Other Time	Total Time	Transfer Time	VA Time
Entity 1	0.17	0.00	0.95	0.00	0.00
Total	0.17	0.00	0.95	0.00	0.00

Other

	Number In	Number Out
Entity 1	5.016	5.008
Total	5.016	5.008

Hình 7. Các thông số thực thể

5:12:20PM September 15, 2016

Resources

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 1.000.00 Time Units: Hours

Resource Detail Summary

Usage

	Init Use	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Use
work station	0.84	0.84	1.00	5.009.00	0.84

Hình 8. Các thông số tài nguyên của hệ thống

Bảng 1. Kết quả chạy mô hình

Các đặc trưng của mô hình	Kết quả
Số lượng trung bình xe điện trong hệ thống	4,93 (xe)
Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hệ thống	0,98 (h)
Số lượng trung bình xe điện trong hàng đợi	4,09 (xe)
Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hàng đợi	0,84 (h)

2.4. Tính toán các đặc trưng của mô hình trạm sạc điện theo lý thuyết hệ thống hàng đợi bằng phương pháp giải tích

Lưu lượng xe điện đến trạm sạc điện được phân bố theo quy luật phân phối mũ với giá trị trung bình là 12 phút, nên cường độ của lưu lượng xe đến trạm sẽ là:

$$\lambda = \frac{1}{T_{hd}} = \frac{1 \cdot 60}{12} = 5 \text{ xe} \quad (1)$$

Lưu lượng xe được phục vụ (được sạc điện) với thời gian sạc trung bình là 10 phút, nên cường độ xe được phục vụ (được sạc điện) μ được tính như sau:

$$\mu = \frac{1}{T_{pv}} = \frac{1 \cdot 60}{10} = 6 \text{ xe} \quad (2)$$

Gọi ψ là tỉ số giữa λ và μ :

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{5}{6} = 0,833 \leq 1 \quad (3)$$

Vậy điều kiện tĩnh của hệ thống hàng đợi được thỏa mãn. Số lượng trung bình xe điện trong hệ thống:

$$X_{HT} = \frac{\psi}{1-\psi} = \frac{0,833}{1-0,833} = 4,98 \text{ xe} \quad (4)$$

Số lượng trung bình xe điện trong hàng đợi:

$$X_{HD} = \frac{\psi^2}{1-\psi} = \frac{(0,833)^2}{1-0,833} = 4,16 \text{ xe} \quad (5)$$

Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hàng đợi:

$$T_{HD} = \frac{\psi}{\mu \cdot (1-\psi)} = \frac{0,833}{6 \cdot (1-0,833)} = 0,831 \text{ (h)} \quad (6)$$

Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hệ thống:

$$T_{HT} = \frac{1}{\mu \cdot (1-\psi)} = \frac{1}{6 \cdot (1-0,833)} = 0,997 \text{ (h)} \quad (7)$$

Bảng 2. Kết quả tính bằng phương pháp giải tích theo lý thuyết hệ thống hàng đợi

Các đặc trưng của mô hình	Kết quả
Số lượng trung bình xe điện trong hệ thống	4,98 (xe)
Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hệ thống	0,997 (h)
Số lượng trung bình xe điện trong hàng đợi	4,16 (xe)
Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hàng đợi	0,831 (h)

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. So sánh kết quả thu được từ Arena từ mô hình trạm sạc điện với kết quả tính bằng phương pháp giải tích

Bảng 3. So sánh kết quả thu được từ Arena từ mô hình trạm sạc điện với kết quả tính bằng phương pháp giải tích

Các đặc trưng của mô hình trạm sạc điện	Kết quả từ việc chạy mô hình	Kết quả tính phương pháp giải tích	Độ lệch giữa hai phương pháp
Số lượng trung bình xe điện trong hệ thống	4,93 (xe)	4,98 (xe)	1%
Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hệ thống	0,98 (h)	0,997 (h)	1.7%
Số lượng trung bình xe điện trong hàng đợi	4,09 (xe)	4,16 (xe)	1.7%
Thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hàng đợi	0,84 (h)	0,831 (h)	1%

Nhận xét 1: Kết quả thu được từ mô hình được xây dựng

bằng phần mềm Arena xấp xỉ với kết quả tính bằng phương pháp giải tích. Kết quả này sẽ tiến sát đến kết quả tính bằng phương pháp giải tích nếu tăng thời gian quan sát chạy mô phỏng. Qua đó, cho thấy mô hình trạm sạc điện đã được xây dựng trong Arena là hợp lý. Tuy nhiên, trong thực tế, các mô hình trạm sạc điện cho xe điện sẽ phức tạp hơn rất nhiều. Ví dụ như sẽ phải tính đến trường hợp hư hỏng của các trạm sạc, nên việc ứng dụng phần mềm Arena để xây dựng mô hình trạm sạc điện cho xe điện trong việc giải quyết bài toán quản lý và điều tiết trạm sạc điện thì sẽ đơn giản hơn rất nhiều so với việc ứng dụng lý thuyết hệ thống hàng đợi để tính toán bằng phương pháp giải tích các thông số của mô hình trạm sạc điện.

4. Kết luận

Bằng cách sử dụng phần mềm Arena, tác giả đã xây dựng được một mô hình trạm sạc điện cho xe điện. Sau khi cho chạy mô hình trạm sạc điện mô phỏng trong Arena, tác giả thu được những thông số đặc trưng của hệ thống lý thuyết hàng đợi. Qua đó, tác giả nhận thấy rằng, việc sử dụng phần mềm Arena sẽ giúp cho việc thu thập những thông số như: thông số về lưu lượng xe đến trạm; thời gian

sạc cho mỗi xe; lưu lượng xe điện chờ để được sạc. Thời gian chờ sẽ dễ dàng hơn và đơn giản hơn rất nhiều so với việc sử dụng phương pháp giải tích theo lý thuyết hàng đợi để tính toán các thông số trên. Căn cứ vào những thông số đã thu được: số lượng trung bình xe điện trong hệ thống, thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hệ thống, số lượng trung bình xe điện trong hàng đợi, thời gian trung bình xe điện lưu lại trong hàng đợi, chúng ta sẽ dễ dàng giải quyết được một phần của những khó khăn trong việc điều tiết, phân phối trạm sạc điện cho xe điện

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Арена методик. СПбГПУ 2010. Основытеоритранспортныхсистем. А. Э. Горев. Санкт Петербург 2010.
- [2] Моделированиесетей. О. М. Замятина. Издательство Томского политехнического университета. 2011.
- [3] Financial Times, 2011. Vietnam: Danang's masterly mayor, February 8, 2011 2. ISET, 2011. Dự án Asian Cities Climate Change Resilience Network (ACCCRN).
- [4] Greenmobi, thematic 45th, May 2nd, 2014.
- [5] Các phân phối xác suất rời rạc hữu dụng, Chương trình giảng dạy Kinh tế Fullbright, 2011-2013.

(BBT nhận bài: 15/9/2016, phản biện xong: 25/10/2016)