

การออกแบบและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ

Design and Development of Prototype Electric Vehicle

มงคล ลาดชู^{1*} ปากิน ขบขัน¹ วสุพล กุลเกลี้ยง¹ และ ณัฐชัย โพธิ์²

Mongkol Ludsui^{1*} Pakin Khobkhan¹ Vasuphol Kunkiang¹ and Nattachai Pothi²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการออกแบบและผลิต และ ²สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัดเลย ประเทศไทย 42000

¹Program of Design and Production Engineering and

²Program of Industrial Management Engineering,

Faculty of Industrial Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province, Thailand 42000

*Corresponding author: mongkol-120@hotmail.com

Received 25 April 2021, Accepted 28 June 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบและประเมินสมรรถนะยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้พัฒนาขึ้น ยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบที่ได้ออกแบบและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks โดยออกแบบยานยนต์เป็นลักษณะ 4 ล้อ ขับเคลื่อน 2 ล้อหลัง ใช้มอเตอร์กระแสตรงชนิดบัสเลสดีซีมอเตอร์ (Brushless DC Motor: BLDC) เป็นต้นกำลัง โดยใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตเป็นพลังงานหลัก และออกแบบระบบส่งถ่ายกำลังด้วยโซ่และชุดเกียร์ทดรอบเพื่อสามารถปรับแต่งความเร็วได้ตามต้องการ ผลการประเมินสมรรถนะยานยนต์พบว่า ความเร็วสูงสุดกรณีบรรทุกผู้โดยสาร 1 คน เท่ากับ 29.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กรณีบรรทุกผู้โดยสาร 2 คน เท่ากับ 28.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางสูงสุดที่ขับเคลื่อนต่อการชาร์จ 1 ครั้ง เท่ากับ 21.398 กิโลเมตร ระยะทางสูงสุดที่ขับเคลื่อนต่อการชาร์จ 1 ครั้ง เท่ากับ 46.48 นาที และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานต่อการชาร์จ 1 ครั้ง โดยใช้พลังงานไฟฟ้า 8 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง คิดเป็น 35 บาท

คำสำคัญ: ยานยนต์ไฟฟ้า บัสเลสดีซีมอเตอร์ ลิเทียมไอออนฟอสเฟต

Abstract

This work aims to design and develop a prototype of electric vehicle and to assess the performance of the developed electric vehicle. The prototype of electric vehicle was designed and created with SolidWorks program. The automotive design was characterized by a four-wheel structure, two rear wheels drive system. Using Brushless DC motor (BLDC) as the actuator of the system to work with lithium iron phosphate batteries that was used as the main power of the electric system. And design the transmission system with chain and gears to customize the speed of electric vehicle. The results showed that the maximum speed for one passenger is 29.4 kilometer per hour and two passengers is 28.4 kilometer per

hour, respectively. The maximum drivable distance per charge is 21.398 kilometers with 46.48 minutes and uses 8 kilowatt-hour of electric power consumption per charge, with a cost of 35 Baht per time.

Keywords: Electric Vehicle, Brushless DC Motor, Lithium-Ion Phosphate

บทนำ

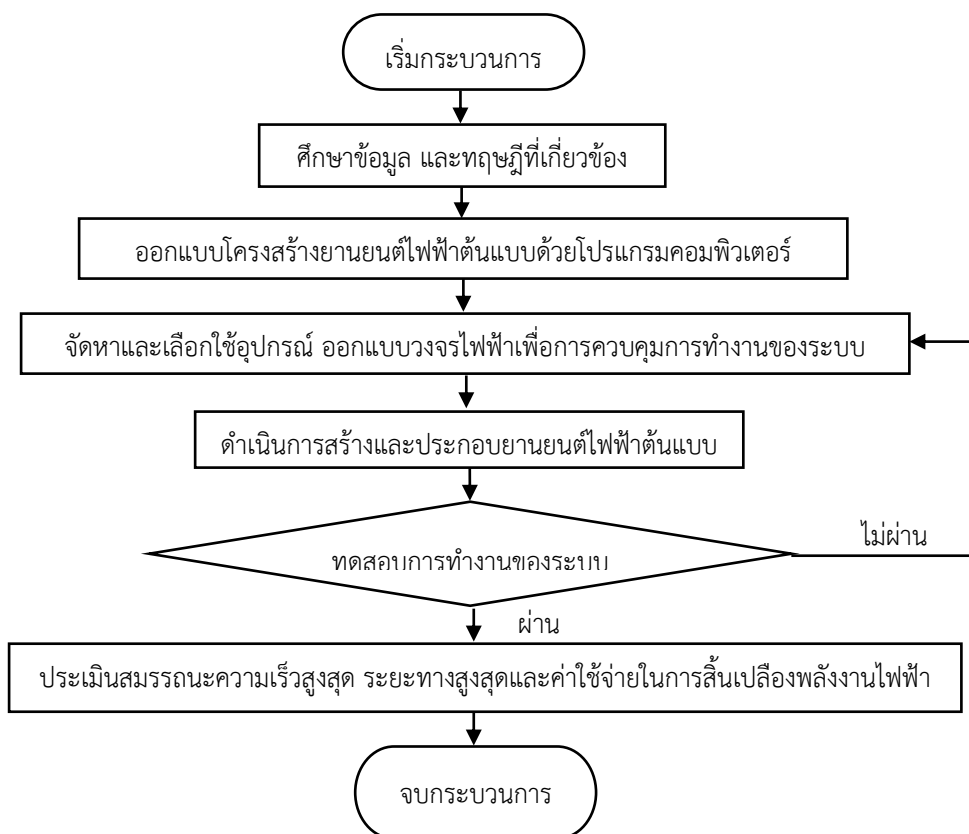
ปัจจุบันแนวโน้มการใช้ยานพาหนะในการเดินทางเริ่มเปลี่ยนแปลงจากการใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปซึ่งมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel) ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการปล่อยมลพิษทางอากาศ ฝุ่น คาร์บอนและเสียง ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน [8] มาเป็นยานพาหนะที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รถไฟฟ้า จักรยานยนต์ไฟฟ้า จักรยานไฟฟ้า สกู๊ตเตอร์ (Scooter) เซกเวย์ (Segway) เป็นต้น [6] ในหลายๆ ประเทศเริ่มมีการส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (Electrical Vehicle: EV) มากขึ้น ได้แก่ ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา จีน อังกฤษ แคนาดา ไต้หวัน ซึ่งมีนโยบายสนับสนุน เช่น ปลอดภาษีในการซื้อรถไฟฟ้า ลดราคาค่าไฟฟ้า หรือสามารถกู้เงินเพื่อซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในอัตราดอกเบี้ยต่ำ ตลอดจนหาสถานีชาร์จไฟฟ้าเพื่อสนับสนุนการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น [8] นอกจากนั้นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ลงทุนจากต่างประเทศ เช่น เครือโตโยต้า เริ่มมีการปรับตัวโดยมีการวิจัยทางด้านยานยนต์ไฟฟ้าร่วมกับบริษัทภายนอกและมีการปรับบทบาทของผู้ผลิต (supplier) ตลอดจนปรับตัวเป็นผู้ให้บริการด้านยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น [3] เนื่องจากเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องอาศัยชิ้นส่วนและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อพัฒนาองค์ความรู้และทักษะให้เกิดความก้าวหน้าที่จะสามารถพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อการผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยเฉพาะกลุ่มระบบส่งกำลังหรือเครื่องยนต์ เช่น หม้อน้ำ ท่อไอเสีย ระบบหัวฉีด และถังน้ำมัน ดังนั้นความชัดเจนของนโยบายการส่งเสริมของภาครัฐจึงมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่กำลังจะเกิดขึ้น [11]

ในปัจจุบันจึงเห็นได้อย่างชัดเจนว่าแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการใช้งานมีมากขึ้น ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ศึกษาการออกแบบและสร้างยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบที่เป็นยานยนต์แบบ 4 ล้อ โดยขับเคลื่อน 2 ล้อหลัง และใช้ต้นกำลังประเภทมอเตอร์กระแสตรงชนิดบัสเลสดีซีมอเตอร์ที่สามารถควบคุมการทำงานด้วยกล่องคอนโทรล และใช้แบตเตอรี่ประเภทลิเทียมไอออนฟอสเฟต (Lithium iron phosphate) เป็นแหล่งพลังงานหลักในการขับเคลื่อน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการใช้งานจริงในอนาคตได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการ

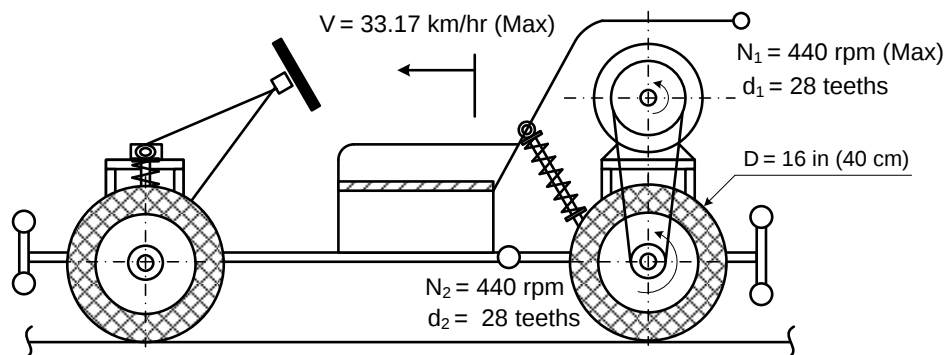
สำหรับงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการ

2. การคำนวณและออกแบบชุดส่งถ่ายกำลังและความเร็วของยานยนต์ไฟฟ้า

สำหรับการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าโครงการนี้ได้พิจารณาออกแบบชุดส่งถ่ายกำลังด้วยโซ่และสเตอร์ ด้วยอัตราทด 1 : 1 โดยความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้คือ 440 รอบต่อนาที และมีล้อยางเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 40 เซนติเมตร ทดความเร็วรอบของชุดเพลาท้ายโดยมีเป้าหมายของการออกแบบเพื่อให้ความเร็วของยานยนต์สามารถใช้ในเขตพื้นที่ชุมชนหรือสถานศึกษาได้ไม่เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้งานจริงการทำงานของกลไกในส่วนต่าง ๆ จะมีการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้นในระบบเช่นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากความฝืดจากชิ้นส่วนทางกลในส่วนต่าง ๆ ของยานยนต์และแรงเสียดทานระหว่างล้อและพื้นถนนซึ่งจะทำให้ความเร็วของยานยนต์ไฟฟ้าลดลงต่ำกว่าที่ได้ออกแบบไว้ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ออกแบบกลไกการส่งถ่ายกำลังเพื่อให้ความเร็วของตัวยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ที่ 33.17 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเพื่อชดเชยความเร็วที่ต้องสูญเสียไปแสดงดัง ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การออกแบบชุดส่งถ่ายกำลังและการคำนวณความเร็วของยานยนต์ไฟฟ้า

3. การประเมินสมรรถนะยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ

3.1 ประเมินความเร็วสูงสุด

สำหรับโครงการนี้ได้ประเมินความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้าต้นแบบ โดยเก็บข้อมูล ความเร็ว และระยะทาง เทียบกับเวลา และใช้เครื่องมือในการเก็บผลการทดสอบคือ แอปพลิเคชัน Speedometer GPS โดยทดสอบ ขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นระยะทาง 250 เมตรโดยประมาณ เริ่มการเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งและควบคุมความเร็ว โดยใช้แป้นเหยียบ (Pedal) เพื่อให้ได้ระดับความเร็วสูงสุดและเก็บผลการทดสอบทุก 5 วินาที ซึ่งในการทดสอบนี้ได้แบ่งการทดสอบ เป็น 2 กรณีคือ

- กรณีที่ 1 การประเมินความเร็วสูงสุดกรณีบรรทุกผู้โดยสาร 1 คน โดยทดสอบเฉพาะผู้ขับโดยมีน้ำหนักที่ 63 กิโลกรัม
- กรณีที่ 2 การประเมินความเร็วสูงสุดกรณีบรรทุกผู้โดยสาร 2 คน โดยทดสอบขับเคลื่อนรถไฟฟ้ากับผู้โดยสาร จำนวน 2 คน คือผู้ขับ (น้ำหนักที่ 63 กิโลกรัม) และผู้โดยสาร (น้ำหนักที่ 55 กิโลกรัม) รวมน้ำหนักทั้ง 2 คนเป็น 118 กิโลกรัม ทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยนำค่าเฉลี่ยมาสร้างกราฟ พร้อมทั้งสร้างตารางเปรียบเทียบการทดสอบในกรณีที่ 1 ละกรณีที่ 2

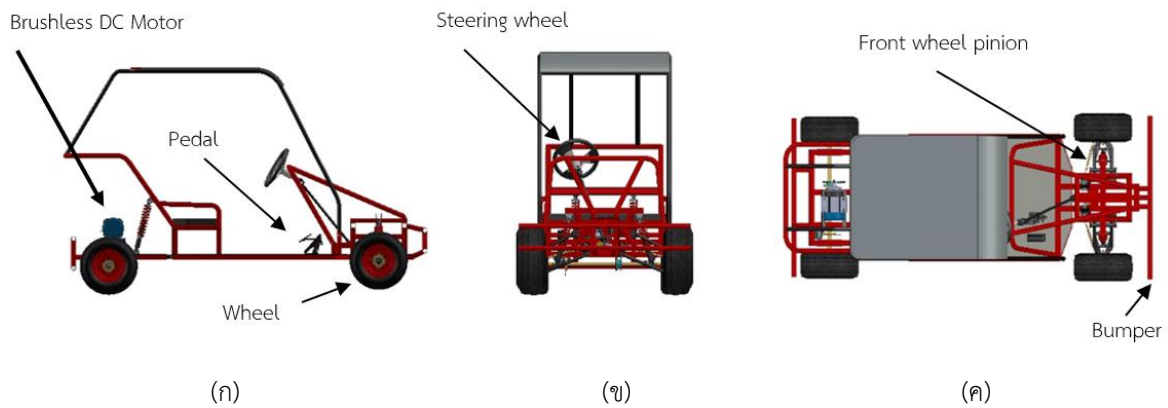
3.2 ประเมินระยะทางสูงสุดต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

แบ่งวิธีการประเมินเป็น 2 ส่วน คือ การจากการคำนวณ และการประเมินด้วยการทดสอบจริง โดยใช้ แอปพลิเคชัน Speedometer GPS เก็บข้อมูลระยะทางทั้งหมด ความเร็วเฉลี่ย ความเร็วสูงสุด และเวลา ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

โดยการประเมินระยะทางสูงสุดด้วยการทดสอบจริง การทดสอบนี้จะขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าด้วยอัตราเร่ง สูงสุดคงที่บนพื้นที่ราบจนแบตเตอรี่หมดหรือไม่สามารถจ่ายพลังงานให้กับระบบเพื่อขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าได้ (เริ่มจาก 0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และเริ่มทดสอบขับเคลื่อนระบบด้วยระดับแบตเตอรี่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยรับน้ำหนักผู้โดยสารจำนวน 1 คน (น้ำหนัก 63 กิโลกรัม) แล้วนำผลทดสอบที่ได้มาสร้างตารางและสร้างกราฟ

3.3 ประเมินการคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่าย

ประเมินโดยการคำนวณหาเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ และนำเวลาที่ได้อัตราการสิ้นเปลืองจากการ คำนวณหาค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าต่อการชาร์จ 1 ครั้ง



ภาพที่ 3 การออกแบบยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

(ก) มุมมองด้านข้าง (ข) มุมมองด้านหน้า (ค) มุมมองด้านบน



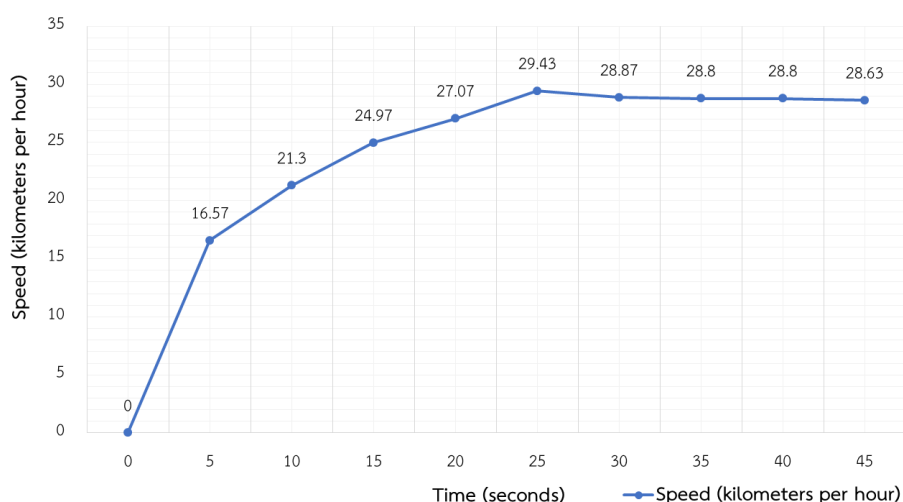
ภาพที่ 4 ยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบสมรรถนะยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ

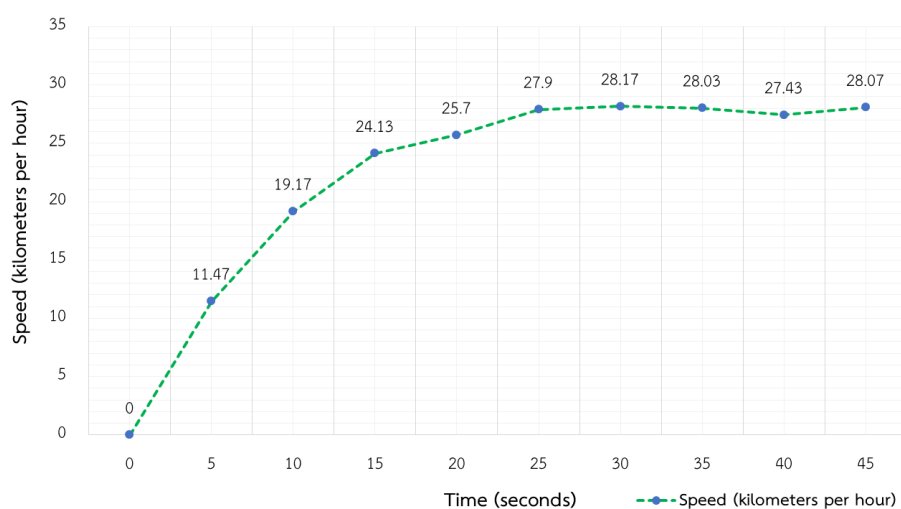
1.1 การประเมินความเร็วสูงสุด

กรณีที่ 1 การประเมินความเร็วสูงสุดกรณีบรรทุกผู้โดยสาร 1 คน การทดสอบนี้ได้ทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยทดสอบเฉพาะผู้ขับโดยมีน้ำหนักที่ 63 กิโลกรัม และได้ผลการทดสอบความเร็วเทียบกับเวลาดัง ภาพที่ 5



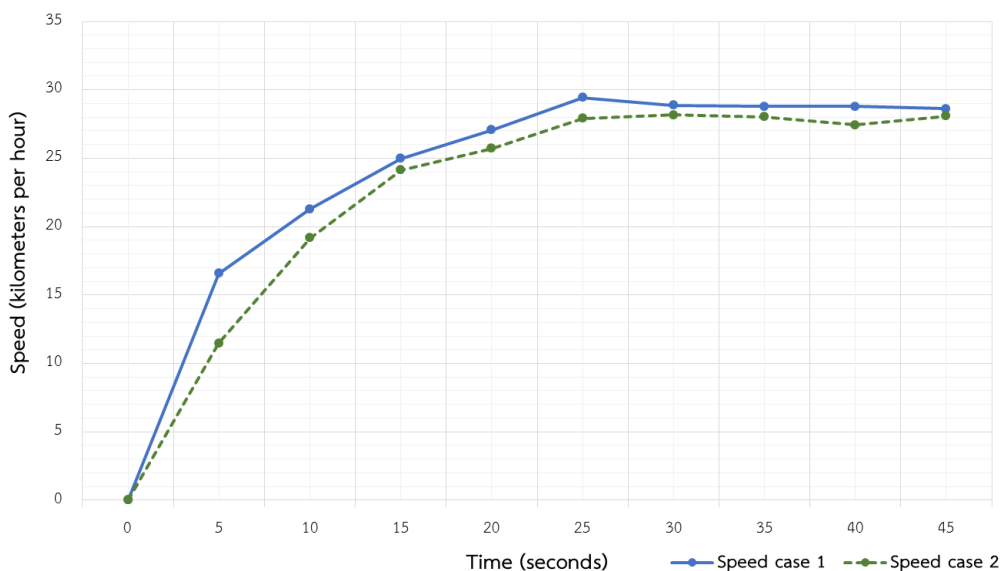
ภาพที่ 5 กราฟค่าเฉลี่ยของความเร็วเทียบกับเวลา (ผลการทดสอบในกรณีที่ 1)

กรณีที่ 2 การประเมินความเร็วสูงสุดกรณีบรรทุกผู้โดยสาร 2 คน การทดสอบนี้ได้ทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยทดสอบ ขับเคลื่อนรถไฟฟ้ากับผู้โดยสารจำนวน 2 คน คือผู้ขับ (น้ำหนักที่ 63 กิโลกรัม) และผู้โดยสาร (น้ำหนักที่ 55 กิโลกรัม) รวม น้ำหนักทั้ง 2 คนเป็น 118 กิโลกรัม และได้ผลการทดสอบความเร็วเทียบเวลาดัง ภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟค่าเฉลี่ยของความเร็วเทียบกับเวลา (ผลการทดสอบในกรณีที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบความเร็วเทียบกับเวลาสำหรับการทดสอบในกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2



ภาพที่ 7 กราฟค่าเฉลี่ยของความเร็วเทียบกับเวลา (เปรียบเทียบผลการทดสอบในกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2)

1.2 การประเมินระยะทางสูงสุด ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

- การคำนวณ

สำหรับวิธีนี้จะพิจารณาประเมินจากระยะเวลาในการจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ เพื่อใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่เป็นต้นกำลังของยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ

ซึ่งหาเวลาในการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ได้จากสมการ (1)

$$\text{เวลา} = \frac{P \text{ แบตเตอรี่} \times 100\%}{P \text{ อุปกรณ์ไฟฟ้า} \times 100\%} \quad (1)$$

เมื่อ P คือกำลังไฟฟ้า

ค่า P ของแบตเตอรี่ หาได้จากสมการ (2)

$$P = VI \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } P \text{ ของแบตเตอรี่} &= 36 \text{ โวลต์} \times 24 \text{ แอมแปร์} \\ &= 864 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

$$P \text{ ของมอเตอร์ไฟฟ้า} = 750 \text{ วัตต์}$$

หาเวลาในการจ่ายพลังงานได้จากสมการ (1)

$$\text{เวลา} = \frac{P \text{ แบตเตอรี่} \times 100\%}{P \text{ อุปกรณ์ไฟฟ้า} \times 100\%}$$

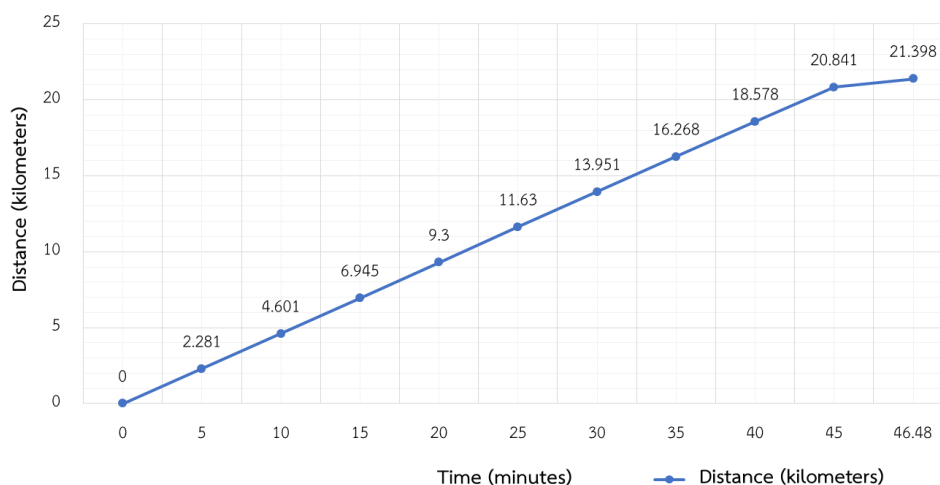
$$\text{เวลา} = \frac{864 \text{ วัตต์}}{750 \text{ วัตต์}}$$

$$\text{เวลา} = 1.152 \text{ ชั่วโมง}$$

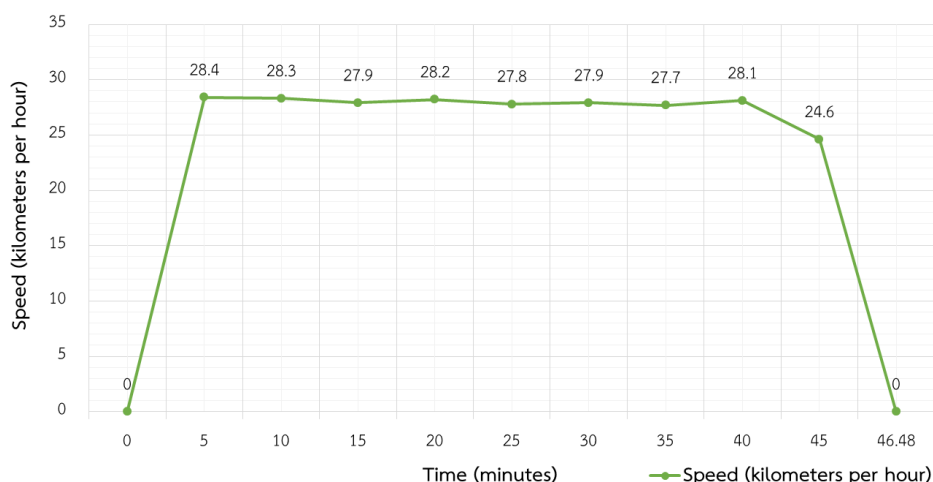
จากการคำนวณทฤษฎี ความเร็วสูงสุดของยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ ความเร็วจะอยู่ที่ 33.17 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หากพิจารณาให้ใช้งานแบตเตอรี่ขับเคลื่อนระบบได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1.152 ชั่วโมง จะได้ระยะทางคิดเป็น 38.21 กิโลเมตร

- การทดสอบเชิงปฏิบัติ

สำหรับการทดสอบนี้จะขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าด้วยอัตราเร่งสูงสุดคงที่บนพื้นที่ราบจนกระทั่งระดับพลังงานในแบตเตอรี่หมดหรือไม่สามารถจ่ายพลังงานให้กับระบบเพื่อขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าได้ (เริ่มจาก 0 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และเริ่มทดสอบขับเคลื่อนระบบด้วยระดับแบตเตอรี่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยรับน้ำหนักผู้โดยสารจำนวน 1 คน (น้ำหนัก 63 กิโลกรัม) ซึ่งทำให้ได้ผลการทดสอบสมรรถนะได้แก่ ระยะทางและความเร็วเทียบกับเวลาของยานยนต์ไฟฟ้า ดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9 ตามลำดับดังนี้



ภาพที่ 8 กราฟแสดงระยะทางเทียบเวลา (การทดสอบสมรรถนะยานยนต์ไฟฟ้าต่อการชาร์จ 1 ครั้ง)



ภาพที่ 9 กราฟแสดงความเร็วเทียบเวลา (การทดสอบสมรรถนะยานยนต์ไฟฟ้าต่อการชาร์จ 1 ครั้ง)

ดังนั้น ในการชาร์จ 1 ครั้ง จะสามารถวิ่งได้ระยะทางสูงสุดที่ 21.398 กิโลเมตร และใช้เวลาต่อเนื่องที่ 46.48 นาที

1.3 การประเมินการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่าย

- เวลาในการชาร์จ
หาได้จากสมการที่ (3)

$$\text{เวลาในการชาร์จ (นาท)} = \frac{72 \times \text{ความจุแบตเตอรี่ (แอมแปร์)}}{\text{กระแสชาร์จ (แอมแปร์)}} \quad (3)$$

เมื่อแบตเตอรี่มีขนาดความจุของกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 24 แอมแปร์ และกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ในการชาร์จมีขนาดเท่ากับ 3 แอมแปร์ ดังนั้นจึงใช้เวลาในการชาร์จที่ 576 นาที หรือคิดเป็น 9.6 ชั่วโมง

- อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่าย
สามารถคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าได้จากสมการที่ (4)

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} \times \text{จำนวนเครื่อง}}{1000 \times \text{เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)}} \quad (4)$$

เมื่อ ใช้เวลาชาร์จ 9.6 ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าของแบตเตอรี่ คือ 864 วัตต์

$$\text{แทนค่า} \quad \frac{864 \text{ วัตต์} \times 1}{1000 \times 9.6 \text{ ชั่วโมง}} = 8.294 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง}$$

จากการชาร์จ 1 ครั้ง (9.6 ชั่วโมง) ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า 8.294 กิโลวัตต์ชั่วโมง (หรือ 8.294 หน่วย) เมื่อพิจารณาอัตราค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.2218 บาทต่อหน่วย [1] ดังนั้นคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ 35.015 บาทต่อครั้งของการชาร์จ

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. ด้านระบบต้นกำลังและแหล่งพลังงานทางไฟฟ้า

ในด้านการออกแบบระบบต้นกำลังและการเลือกใช้แหล่งพลังงานทางไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ คือ

1.1 การเลือกใช้แบตเตอรี่ที่มีวงจร BMS เข้ามาจัดการแบตเตอรี่ โดย BMS จะทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าหรือออกจากแบตเตอรี่ ซึ่งจะจำกัดช่วงของการอัดประจุไม่ให้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และคายประจุเพื่อใช้งานที่พลังงานต่ำสุดไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ช่วงของการใช้งานแบตเตอรี่ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายพลังงานเพียงแหล่งเดียวของระบบถูกจำกัด การใช้งาน อย่างไรก็ตามวงจร BMS ถือเป็นข้อดีที่ระบบควรมีเพราะจะช่วยให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นและตัดปัญหาเรื่องความเสี่ยงต่อการระเบิดเนื่องจากการชาร์จเกินขนาดพิกัด [5]

1.2 การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า คือ ควรเลือกใช้มอเตอร์กระแสตรงชนิดบัสเลสดีซีมอเตอร์ Brushless DC Motor (BLDC) ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในแง่ของการให้พลังงานเชิงกลมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์กระแสตรงชนิดอื่นที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าๆ กัน นอกจากนั้นแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตยังสามารถให้พลังงานที่สูงกว่าเมื่อเทียบต่อน้ำหนักกับแบตเตอรี่ชนิดอื่น [2]

2. ด้านสมรรถนะยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ

2.1 การประเมินความเร็วสูงสุด

จากการทดสอบพบว่า ตามทฤษฎีควรมีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 33.17 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเมื่อทดสอบจริงพบว่าความเร็วสูงสุดที่ได้คือ 29.4 และ 28.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากการทดสอบทั้ง 2 กรณีตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากมีภาระน้ำหนัก แรงบิดต้านที่เกิดจากความฝืด และความเฉื่อยของกลไกของยานยนต์ไฟฟ้า [7] จึงทำให้ความเร็วสูงสุดต่ำกว่าค่าจากการคำนวณทางทฤษฎี

2.2 การประเมินระยะทางและเวลาสูงสุดต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

จากการคำนวณจะสามารถประเมินระยะทางสูงสุดที่ 38.21 กิโลเมตร และใช้เวลาสูงสุดที่ 1.152 ชั่วโมงหรือ 69.12 นาที แต่ในเชิงปฏิบัติพบว่าสามารถใช้งานได้ระยะทางทั้งหมด 21.398 กิโลเมตร อย่างต่อเนื่องด้วยเวลาทั้งหมด 46.48 นาที ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลทำให้ผลการทดสอบมีระยะทางน้อยกว่าผลการคำนวณมีหลายปัจจัย มีดังนี้

1) ในการคำนวณเป็นการประมาณค่าจากการใช้พลังงานตั้งแต่ 100 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ และพิจารณาที่ขับเคลื่อนเฉพาะมอเตอร์โดยที่ไม่มีภาระอื่นๆ ในเชิงปฏิบัติ จะมีวงจรควบคุมการชาร์จและจ่ายกระแสไฟฟ้า (BMS) โดย BMS จะทำหน้าที่ตัดการชาร์จซึ่งจะจำกัดช่วงของการอัดประจุไม่ให้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และคายประจุเพื่อใช้งานที่พลังงานต่ำสุดไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้มีช่วงการจ่ายประจุเพื่อใช้งานที่สั้นลง และส่งผลให้การทดสอบได้ระยะทางและเวลาขับเคลื่อนที่น้อยลง [5]

2) ในเชิงปฏิบัติชุดต้นกำลังถูกนำมาใช้เพื่อขับเคลื่อนโดยตรง ได้แก่ ชุดส่งถ่ายกำลัง (โซ่และสเตอร์) และได้รับการค้ำจุนจากน้ำหนักของผู้ทดสอบ น้ำหนักของตัวโครงสร้างยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ ความฝืด ความเฉื่อย และการสูญเสียพลังงานภายในระบบ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่สูงขึ้น การมีโหลดหรือภาระที่มากขึ้นจะทำให้การจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่หรือการคายประจุของแบตเตอรี่เพิ่มประมาณการจ่ายมากขึ้นตามไปด้วย [7] จึงส่งผลให้ระยะทางที่สั้นกว่าการคำนวณทางทฤษฎี

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบได้ด้วยโปรแกรม SolidWorks เพื่อลดข้อผิดพลาดในการสร้าง โดยออกแบบโครงสร้างยานยนต์เป็นแบบ 4 ล้อ ขับเคลื่อน 2 ล้อหลัง และมีความกว้างขนาด 115 เซนติเมตร ยาว 262 เซนติเมตร และสูง 157 เซนติเมตร ล้อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ 40 เซนติเมตร และใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต ขนาด 36 โวลต์ 24 แอมป์ เป็นแหล่งพลังงาน และใช้ต้นกำลังประเภทมอเตอร์ไซค์ขนาด 36 โวลต์ 750 วัตต์ ที่มีความเร็วรอบ 440 รอบต่อนาที ในการออกแบบชุดส่งถ่ายกำลังและการคำนวณความเร็วของยานยนต์ไฟฟ้าใช้การทดรอบด้วยโซ่และสเตอร์ (ทดแบบ 1:1) จากการศึกษาสมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นต่อการชาร์จ 1 ครั้ง ซึ่งผลจากการคำนวณจะได้ความเร็วสูงสุดที่ 33.17 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ระยะทางสูงสุด 38.21 กิโลเมตร และเวลาที่ใช้ในการขับอย่างต่อเนื่องได้ 1.152 ชั่วโมง (พิจารณาในกรณีที่ไม่มีภาระน้ำหนักและแรงบิดต้านที่เกิดจากความฝืด ความเฉื่อยของกลไก และการสูญเสียพลังงานในระบบ) และจากผลการทดสอบเชิงปฏิบัติโดยพบว่า ความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 29.43 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ระยะทางสูงสุดที่ 21.398 กิโลเมตร และใช้เวลาต่อเนื่องที่ 46.48 นาที (ผู้โดยสาร 1 คน) ซึ่งพบว่าการทดสอบเชิงปฏิบัติให้ระยะทาง ความเร็ว และระยะเวลาในการใช้งานที่น้อยกว่าทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสูญเสียพลังงานในระบบ เช่น ได้รับความค้ำจุนจากน้ำหนักของผู้ทดสอบ น้ำหนักของตัวโครงสร้างยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ ความฝืด ความเฉื่อย เป็นต้น นอกจากนั้นเมื่อประเมินการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต่อการชาร์จ 1 ครั้ง อยู่ที่ 8.294 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งคิดเป็นเงินค่าใช้จ่ายที่ 35 บาทต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต และสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และสถานที่สำหรับการสร้างและประกอบเครื่องจักร ตลอดจนการทดสอบและวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้านครหลวง. **ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ, 2561.
- [2] กลุ่มวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. **แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า**. <https://www.enconlab.com/etuktuk/index.php/menu-news-etuktuk>, ค้นคว้าวันที่ 19 มกราคม 2563, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2560.
- [3] กฤตพล วิชาวิกุล. (2561). การปรับตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ญี่ปุ่นเนื่องจากการเปลี่ยนผ่านสู่ยานยนต์ไฟฟ้า : กรณีศึกษาบริษัทเครือโตโยต้าในญี่ปุ่น. **วารสารเครือข่ายนักศึกษา ฉบับพิเศษ**, 8 (3), 235-239.
- [4] กองพล อารีรักษ์. **การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้นสำหรับรถไฟฟ้า**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2556, 132-133.
- [5] ธิฐิ ยัมสังข์. **เรื่องการออกแบบแพ็คแบตเตอรี่ โดยควบคุมด้วยวงจร BMS**. กรุงเทพฯ, 2562.
- [6] นภัทร วัจนเทพินทร์ และคณะ. (2559). การพัฒนารถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบสำหรับการแข่งขัน. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร**, 10 (2), 54-56.
- [7] บัญชา ศรีวิโรจน์. **การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบกระตุ้นแยก ด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์**
- [8] พูลพร แสงบางปลา. **มาตรฐานและคุณภาพ รถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน**. กรุงเทพฯ : สถาบัน เทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2556.
- [9] ชูศักดิ์ ขจรเดช. **การทดสอบแรงเฉื่อยจากการหยุดเคลื่อนที่กะทันหันของรถยนต์**, นครราชสีมา, 2560.
- [10] สำเริง เต็มราม. **การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านในยานยนต์ไฟฟ้า**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2556, 15-16.
- [11] สมเดช แสงสุรศักดิ์. (ผู้เชี่ยวชาญวิจัย ห้องปฏิบัติการพัฒนามาตรฐานและทดสอบศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค-สวทช.), **มาตรฐานระบบประจุยานยนต์ไฟฟ้า**. <https://www.nectec.or.th/news/news-pr-news/evstandard-nectec.html>, บทสัมภาษณ์, 2561.