การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

การศึกษาการออกแบบชุดต้นกำลังขับเคลื่อนรถด้วยพลังงานไฟฟ้าขนาด 4 ที่นั่ง
The Study of Power Driving Unit Design with 4-seat Electric Power

เอกภพ วรรณศรี[1,*] ทัศน์พล สุดดี[1] ณัฐพนธ์ ณัฏฐากรกิตติ[1] นครินทร์ กุลวงค์ [1] ชานนท์ มูลวรรณ[1]
และ ประยูร สุรินทร์[2]
[1]หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

Ekkapop Wannasri[1,*], Thaspol Suddee[1], Nuttapon Nutthankornkitti[1], Nakarin Kullawong[1]
Charnont Moolwan[1] and Prayoon Surin[2]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasembundit University
[2]Department of Advance Manufacturing Technology,
Pathumwan Institute of Technology
E-mail: thaspol33@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งกำหนดให้โครงหลังคารับน้ำหนักแผงโซล่าเซลล์ 30 กิโลกรัมและกำหนดน้ำหนักตัวรถรวมผู้โดยสาร 1000 กิโลกรัม และทดสอบผลการใช้พลังงานของรถต้นแบบฯ ในสภาวะในการใช้งานจริงรถไฟฟ้าต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีตัวถังทำด้วยไฟเบอร์กลาส แหล่งจ่ายไฟฟ้าใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวแบบอ่อนตัวได้เพื่อประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่ขนาด 48 โวลต์ 100 แอมแปร์มีน้ำหนักตัวรถ 750 กิโลกรัม และน้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 1300 กิโลกรัมรถต้นแบบวิ่งได้นานขึ้นโดยมีอัตราความเร็วเฉลี่ย 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง องค์ความรู้ที่ได้จากการออกแบบและสร้างรถต้นแบบในครั้งนี้สามารถประยุกต์เพื่อพัฒนารถไฟฟ้าระบบส่งกำลัง จะส่งพลังงานจากแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 4 ลูก และแหล่งจ่ายส่งโวลต์ไปยังมอเตอร์เกียร์เพื่อขับชุดเพลาของล้อให้ขับเคลื่อนได้

Abstract

The objective of this research is to design and build a solar electric train, which requires the roof structure to support 30 kilograms of solar cell and 1000 kilograms of total vehicle weight and to test the energy use of the prototype vehicle. In actual operating conditions, the developed prototype train has a fiberglass body. The power source uses a flexible single crystal solar panel to charge the battery to 48 volts, 100 amperes, the vehicle weight is 750 kilograms and the total vehicle weight is 1300 kilograms. average 30 kilometers per hour The knowledge gained from the design and construction of this prototype car can be applied to develop electric train transmission system. Will send energy from 4 12-volt batteries and the volt supply to the gear motor to drive the shaft set of wheels to drive

1. บทนำ

การปรับตัวของราคาน้ำมันและก๊าซที่พุ่งสูงขึ้นส่งผลกระทบในวงกว้างต้นทุนของภาคการขนส่งและบริการสูงเพิ่มขึ้น ทำให้ราคาสินค้าและบริการก็ต้องปรับตัวตามเป็นลูกโซ่ เมื่อพลังงานเชื้อเพลิงวิ่งขึ้นวิ่งลง ก็ต้องหาตัวช่วย “ยานยนต์ไฟฟ้า” แหล่งพลังงานทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าเป็นเทคโนโลยีแห่งอนาคต กำลังเป็นเทรนด์ของทั่วโลก ที่ผ่านมามีหลายสถาบันศึกษาวิจัย สร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม “รถยนต์ไฟฟ้า” ที่จะเป็นต้นแบบและพัฒนาต่อยอดองค์

ความรู้สู่การขับเคลื่อนประเทศตามนโยบายประเทศไทย 4.0 ปัจจุบันยังคงมีการวิจัยค้นคว้าเพื่อหาระบบการทำงานที่ดีที่สุด ทั้งความปลอดภัย ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการรักษาสภาวะแวดล้อม นอกจากนี้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีการพัฒนามาจนปัจจุบันนั้นยังมีโอกาสที่จะพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดน้ำหนัก รวมถึงการพัฒนาแรงบิดให้มีคุณลักษณะตรงตามการใช้งานได้มากขึ้น [1]

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ที่มาของรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

การคิดค้น เริ่มจากแบตเตอรี่ที่สามารถประจุไฟใหม่ได้ ในรถไฟฟ้า คิดค้นได้หลังปี 1859 ค้นคิดโดยนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส Gaston Plante ได้คิดค้นแบตเตอรี่ชนิด ตะกั่ว-กรด ต่อมาปี 1884 นาย Thomas Parker ได้คิดค้นรถไฟฟ้าครั้งแรกในประเทศอังกฤษ เขาได้ออกแบบแบตเตอรี่ที่มีความจุไฟฟ้าสูง สำหรับใช้ในรถไฟฟ้าของเขา นอกจากนั้นเขาได้สนใจในการสร้างรถที่มีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงสูง เพื่อลดควันและมลพิษในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ นอกจากนี้ในปีค.ศ. 1888 ก็ยังมีผู้คิดค้นชาวเยอรมัน Flocken Elecktrowagen ได้คิดค้นรถไฟฟ้าในยุครุ่งเรือง รถไฟฟ้าได้รับความนิยมในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ในสมัยนั้นยานพาหนะที่มีต้นกำลังเป็นไฟฟ้าได้รับความนิยมเร็วกว่าต้นกำลังอื่นๆ [2]

2.2 การวิเคราะห์หามอเตอร์ขับเคลื่อนที่ให้กำลังได้เหมาะสม

มอเตอร์จะทำหน้าที่เหมือนเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน โดยเปลี่ยนพลังงานทางกลไปเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บในแบตเตอรี่ มอเตอร์แต่ละประเภทจะมีลักษณะเฉพาะและหลักการทำงานที่แตกต่างกันออกไป จึงควรเลือกใช้ประเภทของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับงาน

2.2.1 ทฤษฎีจากแหล่งอ้างอิงการหาขนาดกำลังของมอเตอร์การคำนวณหาแรงต้านการเคลื่อนที่

-หาค่าแรงต้านการหมุนของล้อได้จากสูตร

$Rr = KrN$

เมื่อ Rr = แรงต้านการเคลื่อนที่ :[N]

Kr = สัมประสิทธิ์แรงต้านการหมุนของล้อ

N = แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทา กับล้อรถ :[N]

โดยที่ค่า N = mg

-หาค่าแรงต้านของอากาศ

$Ra = (\rho V2CDA)/(2)$

เมื่อ Ra = แรงต้านอากาศ :[N]

ρ = ความหนาแน่นอากาศ :[kg/m3],(air=1.2 kg/m3)

CD = สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ (Drag Coefficient)

V = ความเร็วของรถไฟฟ้า :[m/s]

A = พื้นที่หน้าตัดของรถไฟฟ้า :[m^2]

-หาแรงต้านจากทางชัน

$Rg = (WG)/(100)$

เมื่อ Rg= แรงต้านทางชัน : [N]

W = น้ำหนักรถยนต์ : [kg]

G = เปอร์เซ็นต์ความชัน : [%]

จากแรงต้านทั้ง 3 ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถนามาวิเคราะห์หาแรงต้านทั้งหมดได้สมการ

$Rt = Rr+Ra+Rg$

เมื่อ Rt= แรงต้านทั้งหมด : [N]

และค่า Rt ที่หาได้จากสมการข้างต้นคือ 972 N [3]

2.2.2 การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์

จากสูตร $Pm= (FV)/(3.6\ \eta t)$

เมื่อ Pm = กำลังของมอเตอร์: [W]

F = แรงขับเคลื่อนที่ต้องการเอาชนะแรงต้าน [N]

V = ความเร็วของรถไฟฟ้า [m/s]

ηt = ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ [%]

เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ แต่จากสมการจะเปลี่ยนค่าจาก F เป็น Rt เมื่อแทนค่าในสูตรจะได้

ค่า Pm = 2,500 W

ดังนั้นเพื่อไม่ให้มอเตอร์ทำงานหนักเกินไปและให้เกิดประสิทธิภาพเต็มที่ควรเลือกใช้มอเตอร์ที่ให้กำลัง 3,000 W [4]

2.3 ทฤษฎีจากแหล่งอ้างอิงการหาความเร็วสูงสุดที่มอเตอร์สามารถผลิตได้

V= $(2P/(cDA))^{1/3}$ จากสูตรที่เราสามารถเห็นได้ว่าความเร็วสูงสุดจะเพิ่มขึ้นพร้อมกับรากที่สามของกำลังของรถซึ่งหมายความว่าเมื่อเราเพิ่มกำลังแปดเท่าความเร็วสูงสุดจะเพิ่มเป็นสองเท่า ดังนั้นแม้จะต้องเพิ่มความเร็วสูงขึ้นอย่างช้าๆพร้อมกับการเพิ่มกำลังอย่างมีนัยสำคัญ [5]

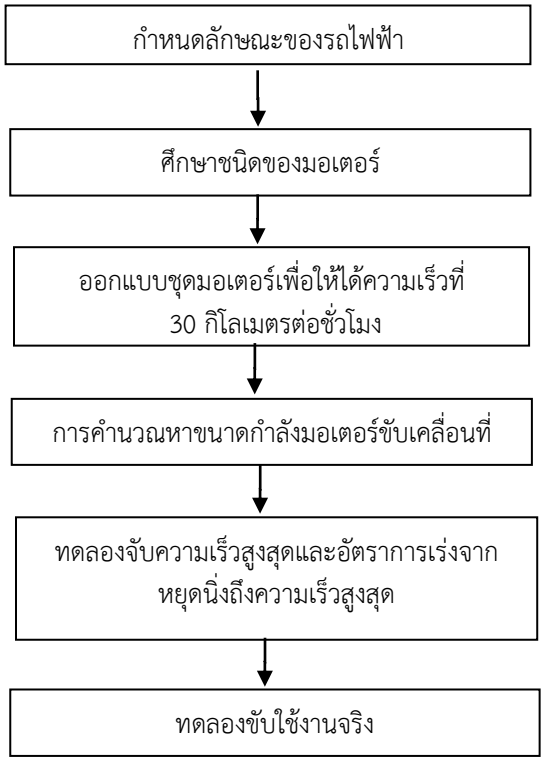
ผลการคำนวณ V = $(2P/(cDA))^{1/3}$

= $((2)(3000)/(0.29)(1.25)(1)(1.8))^{1/3}$x100/60

= 34.917 km/h.

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยทดลองประกอบรถไฟฟ้า เพื่อศึกษาหลักการทำงานของรถไฟฟ้า หลักการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซล่าเซลล์เพื่อใช้ในการชาร์จเข้าแบตเตอรี่และคำนวณกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ใช้ในการขับเคลื่อน รวมถึงการคำนวณออกแบบระบบส่งกำลังของรถไฟฟ้าให้เหมาะสม ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้



4.ผลการดำเนินงาน

4.1 ตารางข้อมูลการออกแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อมูล	ปริมาณ	หน่วย
น้ำหนักรถไฟฟ้าและผู้ขับขี่	1300	Kg
อัตราเร็วที่ออกแบบ	30	Km/h
พื้นที่หน้าตัดของการขับขี่	1.8	m^2
รัศมีล้อ	0.18	m
สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ	0.03	-
จำนวนฟันเฟืองขับมอเตอร์	10	ฟัน
จำนวนฟันเฟืองเพลาส่งกำลัง	38	ฟัน
รัศมีเฟืองท้าย	0.08	m
ประสิทธิภาพการส่งกำลังที่ออกแบบ	90	%
มุมองศาความลาดชัน	2	องศา
ความกว้างของรถไฟฟ้า	1	m
ความยาวของรถไฟฟ้า	2.7	m

โดยการจ่ายกระแสตรง ขนาด 48V โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 12V 100A จำนวน 4 ลูก ให้กับชุดขับมอเตอร์และมอเตอร์ขนาด 3KW และจ่ายไฟขนาด 12V

4.2 ผลการทดลองปฏิบัติจากการใช้งานจริง

จากผลการดำเนินการทดลองโดยการวัดความเร็วในการหาค่าระบบส่งกำลังของอัตราการเร่งโหลดของการทดลองโดยใช้คนโดยสาร ที่น้ำหนักรวมของผู้โดยสารอยู่ที่ 70 กิโลกรัมโดยแสดงการคำนวณอัตราการเร่งต่อวินาทีโดยน้ำหนักรถอยู่ที่ 750 กิโลกรัม

จำนวนคน	เวลา (S)	ความเร็วสูงสุด (km/h)	ความเร่ง (m/s)
1 คน	4 วินาที	30	a_1= 2.08
2 คน	6 วินาที	30	a_2=1.39
3 คน	8 วินาที	30	a_3=1.04
4 คน	10 วินาที	30	a_4=0.83

จะได้ความเร็วสูงสุดของรถไฟฟ้าที่ 34.917 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากน้ำหนักคน4คนรวมน้ำหนักรถได้ที่ 1,300 kg ซึ่งเป็นน้ำหนักสูงสุดที่ออกแบบไว้ตั้งแต่ครั้งแรก ทำให้เห็นว่าช่วงเวลาทดสอบจะสังเกตได้ว่าอัตราการเร่งของรถไฟฟ้าจะลดลงตามน้ำหนักที่บรรทุกเพิ่มเข้าไปชุดขับเคลื่อนกำลังสำหรับรถไฟฟ้าที่นำเสนอสามารถใช้ขับเคลื่อนรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่น้ำหนักพิกัด 1,300 กิโลกรัมได้ และสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าแทนการ
ใช้พลังงานเชื้อเพลิงได้

5. สรุปผลโครงงาน

จากการทดสอบนำมาใช้งานจริงได้ความเร็วสูงสุดที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากสูตรทฤษฎีคำนวณออกมา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า และบ้านเลขที่ 64/199 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10260

อ้างอิง

[1] บัณฑิต ดวงจันทร์.“**ชุดขับเคลื่อนกำลังสำหรับรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์”.**ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต.สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก.ตาก,2554
[2] repairmoter.com/ส่วนประกอบสำคัญของมอเตอร์กระแสตรง-2.html. (6 ตุลาคม 2562)
[3] วีระเชษฐ์ ขันเงิน,วุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์. **“อิเล็กทรอนิกส์กำลัง”**.พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพ ฯ : ห้างหุ้นส่วนจากัด วี.เจ.พริ้นติ้ง.2548
[4] lab.excise.go.th/group3/battery/batstruc.html. (21 ธันวาคม 2562)
[5] www.technicnan.ac.th/nan_ntc/adisak51/page21.html. (19 ธันวาคม 2562)