

การออกแบบรถสามล้อไฟฟ้าเอนกประสงค์ต้นแบบ

Design of the Utility Electrical Tricycle Vehicle

วิรุณ โมนะตระกูล¹, วสันต์ เขียรสุวรรณ², ปรีตกร เหมะรัตน์³

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000 ติดต่อ : โทรศัพท์ : 0-43-725-439 โทรสาร: 0-43-725-439 *ติดต่อ: โทรศัพท์ 043-754316,
083- 143-0388, Email : wiroomnnn@gmail.com

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงเทพ ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ
10120 ติดต่อ: โทรศัพท์ 0-2287-9600, 081- 954-6672, Email : theansuwan@yahoo.com

³ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
ติดต่อ: โทรศัพท์ 043-754-316, 083 - 546-7773, Email : prajakpantip.hemarat@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างรถสามล้อไฟฟ้า วัตถุประสงค์ของการออกแบบคือโครงสร้างที่มีมาตรฐานความปลอดภัย น้ำหนักเบา และชุดต้นกำลังขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า จากการออกแบบและสร้างทำให้ได้รถสามล้อไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบท่อโครงถัก (tube space frame chassis) มีค่าความปลอดภัย (F.O.S) เท่ากับ 4.22 โดยใช้ชุดต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 60 โวลต์ขนาด 2 แรงม้า และแหล่งป้อนกระแสไฟฟ้าใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 60 แอมแปร์-ชั่วโมง 5 ลูก ต่อแบบอนุกรม ผลการทดสอบสมรรถนะใช้งาน สามารถวิ่งได้ระยะทาง 80 km ความเร็วสูงสุด 47 km/h รับน้ำหนักบรรทุกได้ 480 kg และขึ้นเนินได้ 35 องศา ระยะเวลาในการชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่ 7 ชั่วโมง สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภคในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและภาคธุรกิจบริการ

คำหลัก: รถสามล้อไฟฟ้า, โครงสร้างแบบท่อโครงถัก, ยานพาหนะเอนกประสงค์

Abstract

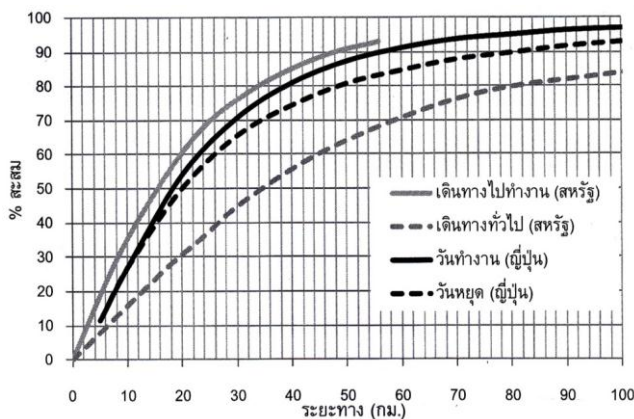
This research was to design and construct of Utility Electrical Tricycle Vehicle. These aims of design were safety chassis, light-weight body and driven by electrical engine. Therefore this paper presents the design and construct of tricycle - chassis made by tube space frame and the factor of safety (F.O.S) was 4.22 calculated by the commercial program in finite element. The driven unit was selected to be 2hp DC-motor 60 volts and the electrical currency was supplied by 5 × 12 volt 60 Ah battery cell in series. The result shown that the performance of the vehicle : distance 80 km, top speed 47 km/h, loading weight 480 kg (8 persons), 35 degree of uphill slope and recharging time were 7 hours. In addition this tricycle-chassis modular can be modified for many applications in touristic industries and service business sectors.

Keywords: Electrical Tricycle vehicle, tube space frame chassis, utility vehicle

AMM-216

1. บทนำ

ด้วยการเกิดขึ้นของเมืองใหญ่ทั่วโลกในปัจจุบัน จำนวนยานยนต์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้นกลับมีการใช้งานที่กระจุกตัวอยู่ในบริเวณที่จำกัด จากภาพที่ แสดงให้เห็นว่ากว่า 70% ของการใช้งานยานยนต์ส่วนบุคคล จำกัดอยู่กับระยะขับขีที่ไม่เกิน 60 กม.ต่อวัน และสำหรับประเทศในยุโรป การเดินทางมีสัดส่วนมากกว่า 90% ที่มีระยะทางน้อยกว่า 80 กม.ต่อวันและกว่าครึ่งของการเดินทางจำกัดอยู่ในระยะขับขีเพียง 5 กม. [1] ฉะนั้นเมื่อพิจารณาถึงการใช้งานในเมือง ข้อได้เปรียบของยานยนต์แบบดั้งเดิมต่อยานยนต์ไฟฟ้าในเรื่องระยะทางขับขีก็ลดความสำคัญลงไป



รูปที่ 1 สัดส่วนการใช้งานระยะขับขียานยนต์ส่วนบุคคลในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น [1]

จากพัฒนาการของเทคโนโลยีแบตเตอรี่และมอเตอร์ทำให้รถไฟฟ้ามีศักยภาพที่จะขับเคลื่อนได้มากขึ้นกว่าเดิม โดยพัฒนาการของเทคโนโลยีแบตเตอรี่ทำให้สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก ข้อได้เปรียบในเชิงประสิทธิภาพของรถไฟฟ้าก็คือ ระบบแบตเตอรี่-มอเตอร์ไฟฟ้า มีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบน้ำมัน-เครื่องยนต์แบบสันดาปภายในถึงประมาณ 3 เท่า รถไฟฟ้าขนาดมาตรฐานจะใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 0.16

กิโลวัตต์-ชม. ต่อ 1 กม. หรือประมาณ 0.50 บาท/กม. ซึ่งต่ำกว่าการใช้น้ำมันมาก [1]



รูปที่ 2 ประสิทธิภาพของยานยนต์สันดาปทั่วไป [1]



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพของยานยนต์ไฟฟ้า [1]

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้พลังงานที่ขับเคลื่อน สำหรับยานยนต์รูปแบบต่างๆ [1]

ประเภทรถ	Wh/km
รถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลขนาดเล็ก	90
รถยนต์ส่วนบุคคลขนาดเล็ก	130
รถยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก	150
รถยนต์อเนกประสงค์ขนาดใหญ่	200
รถกระบะ	200
รถกอล์ฟ ไฟฟ้า ขนาด 6-4 ที่นั่ง	75
รถมอเตอร์ไซด์	28
รถมอเตอร์ไซด์ไฟฟ้า	7
รถโดยสารภายใน ขนาด 10 ที่นั่ง	250
รถโดยสารภายใน ขนาด 16 ที่นั่ง (4.5ตัน)	340

บริษัท ช่างไทย 2003 จำกัด ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการรับจ้างผลิตรถสามล้อเครื่อง มีกำลังการผลิต 200 คันต่อปี [2] ปัจจุบัน แนวโน้มความจำเป็นในการใช้ยานพาหนะที่ประหยัดพลังงานและไม่ก่อมลพิษต่อแวดล้อมทั้งทางเสียงและอากาศมีมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาผลิตรถสามล้อที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าน่าจะมียุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ ดังกล่าวได้ โดยทำการออกแบบและผลิตรถสามล้อที่มีมาตรฐาน

AMM-216

ความปลอดภัย สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภคและขับเคลื่อนโดยพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง อีกทั้งในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและภาคธุรกิจบริการ เช่น รีสอร์ท และโรงแรมต่างๆ มีบทบาทสำคัญมากขึ้นต่อการพัฒนาประเทศ ความต้องการยานพาหนะขนาดเล็กที่สามารถสนับสนุนกลุ่มเป้าหมายธุรกิจนี้ โดยมีราคาไม่แพง และต้องไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมีปริมาณมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบขับเคลื่อนและการควบคุม

ในการเลือกใช้มอเตอร์ที่เหมาะสมนั้นต้องมีการคำนวณแรงบิดและความเร็วรอบของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงก่อน โดยขึ้นอยู่กับน้ำหนักรถและน้ำหนักบรรทุก ระยะทางและความเร็วที่ต้องการชุดมอเตอร์ที่เหมาะสมจะเป็นมอเตอร์ขนาด 48 โวลต์ จนถึง 96 โวลต์ กำลังตั้งแต่ 2 กิโลวัตต์ จนถึง 10 กิโลวัตต์ เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น กำลังขั้วมอเตอร์ก็จะสูงขึ้นเช่นกัน และจะต้องมีการระบายความร้อนที่ดีเมื่อได้ค่าที่เหมาะสมแล้วจึงกำหนดขนาดมอเตอร์ตามท้องตลาดที่ใกล้เคียงที่สุด

ขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน สามารถคำนวณหาได้ดังนี้ [3]

การคำนวณแรงขับเคลื่อน

$$R_r = K_r W \quad (1)$$

$$R_a = (\rho v^2 A C_d) / 2 \quad (2)$$

$$F = R_r = (R_r + R_a) \quad (3)$$

เมื่อ

F แรงขับเคลื่อนตัวรถ

R_r แรงต้านการขับเคลื่อนจากน้ำหนักรถ

R_a แรงต้านการขับเคลื่อนทางพลศาสตร์

W น้ำหนักรถยนต์

C_d สัมประสิทธิ์แรงจุดอากาศ = 0.29

K_r สัมประสิทธิ์แรงต้านการหมุนของล้อ = 0.012

η_t ประสิทธิภาพการส่งกำลัง = 85%

r รัศมียางรถยนต์

$$A \text{ พื้นที่หน้าตัดรถยนต์} = 0.8 \text{ WH}$$

H ความสูงของตัวรถ

$$\rho \text{ ความหนาแน่นของอากาศ} = 1.18 \text{ kg/m}^3$$

$$v \text{ อัตราความเร็วสามล้อไฟฟ้า} = 13-15 \text{ m/sec}$$

โดยทั้งนี้การคำนวณกำลังของรถสามล้อไฟฟ้า [3]

เป็นไปตามสมการ

กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนที่ล้อ

$$P_w = F.v \quad (4)$$

ค่ากำลังฟักัดของมอเตอร์ไฟฟ้า

$$P_m = (100 \times P_w) / \eta_t \quad (5)$$

ค่าแรงบิดของมอเตอร์

$$T_m = (100 \times T_w) / (\eta_t . i_g) \quad (6)$$

ค่าแรงบิดที่ล้อรถ

$$T_w = F.r \quad (7)$$

โดยที่

$i_g = 12.00$ เป็นค่าอัตราทดของเกียร์เฟืองท้ายเทียบกับมอเตอร์

2.2 การออกแบบโครงสร้าง

วัตถุประสงค์ของการออกแบบคือ โครงสร้างที่มีมาตรฐานความปลอดภัย น้ำหนักเบา จากการออกแบบและสร้างทำให้ได้รถสามล้อไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบท่อโครงถัก (tube space frame chassis) [4] เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงสูง น้ำหนักเบา ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้มอเตอร์ที่กำลังขับสูง และจำเป็นต้องคำนึงถึงแรงกระทำในการใช้งานจริงและกระจายแรงภายในโครงสร้างรถ เมื่อโครงสร้างมีความซับซ้อนยากต่อการคำนวณ จึงจำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทดสอบหาค่า Stress Displacement Strain และ Factor Of Safety (F.O.S) [5] ค่าที่ได้เหล่านี้จำเป็นในการช่วยตัดสินใจออกแบบโครงสร้างอย่างไรถึงจะรับแรงกระทำได้และใช้งานได้อย่างปลอดภัย ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความปลอดภัย Factor Of Safety (F.O.S) [5]

ชนิดของแรงที่มากระทำกับชิ้นส่วน	วัสดุที่จะนำมาทำเป็นชิ้นงาน	
	เหล็กเหนียว	เหล็กหล่อ

AMM-216

แรงอยู่หนึ่ง	3-4	5-6
แรงเปลี่ยนแปลง	8	10
แรงกระแทกอย่างหนัก	10-15	15-20

2.3 ระบบแบตเตอรี่และการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่

การกำหนดเลือกพลังงานจะนำมาใช้ในตัวรถทั้งจ่ายไฟให้มอเตอร์ ให้เพียงพอต่อการใช้งานทั้งระบบ และต้องคำนึงถึงระยะเวลาการใช้งานต่อการประจุไฟหนึ่งครั้งว่าจะให้พลังงานแก่มอเตอร์นานเพียงใด และระยะทางที่ได้ต่อการประจุไฟเต็มหนึ่งครั้ง

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์รูปแบบต่างๆ [1]

ประเภทของแบตเตอรี่	ตะกั่ว-น้ำกรด	นิเกิลเมทัลไฮไดรด์	ลิเทียมไอออน
ความจุพลังงาน Wh/kg	30-40	75-100	110-175
พลังงานต่อปริมาณ Wh/L	54-95	200-300	250-360
กำลังจำเพาะ W/kg	600-800	1000-1500	1500-3000
แรงดันต่อหน่วยย่อย V	2.1	1.2	3.2-3.6
ประสิทธิภาพการประจุไฟ	>80%	70%	>95%
ราคา เหรียญสหรัฐ/กิโลวัตต์ชั่วโมง	35	200-350	400
การคายประจุ	0.3%/วัน	3%/วัน	0.7%/วัน
อายุวัฏจักรใช้งานที่ระดับการคายประจุ 80%	300 - 800	>1000	>2000
เวลาประจุไฟ	8 ชม.	1 ชม.	2-3 ชม.

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการออกแบบรถสามล้อไฟฟ้าให้สามารถนำไปใช้งานได้ และสามารถนำไปเป็นพาหนะเพื่อในการประกอบอาชีพและสามารถสนับสนุน

อุตสาหกรรมท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี ซึ่งได้ดำเนินการศึกษาโดยมีขั้นตอนดังนี้

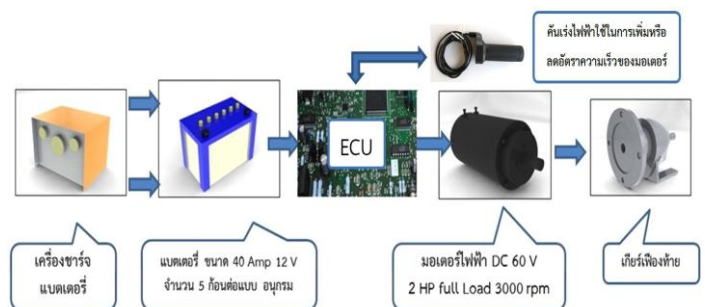
1. ศึกษาข้อมูลในการออกแบบและพัฒนา
2. ออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและส่วนประกอบของรถสามล้อไฟฟ้าและต้นกำลังเพื่อประกอบเข้ากับโครงสร้างพื้นฐาน
3. ประกอบรถสามล้อใช้พลังงานขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ
4. ทดสอบและปรับปรุงความแข็งแรงและสมรรถนะในการใช้งาน

- 1) ความแข็งแรงของโครงสร้าง
- 2) สมรรถนะการใช้งาน
- 3) อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน (บาท/กิโลเมตร)

5. วิเคราะห์และสรุปผล

3.1 กรอบแนวคิดและหลักการ

รถสามล้อไฟฟ้าในโครงการทำการขับเคลื่อนด้วยล้อหลังโดยการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงส่งกำลังโดยตรงผ่านเกียร์เฟืองท้าย ทำการจัดวางแบตเตอรี่ไว้ตรงจุดกึ่งกลางของตัวโครงสร้างเพื่อการกระจายน้ำหนักที่ดี



รูปที่ 4 ส่วนประกอบอุปกรณ์ขับเคลื่อนของรถสามล้อไฟฟ้า

3.2 ระบบขับเคลื่อนและการควบคุม

ในโครงการนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้ชุดมอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน ขนาด 2 แรงม้า ใช้แรงดัน 60 โวลต์ ระบายความร้อนด้วยอากาศ ต่อเข้าชุดเฟืองท้ายขับเคลื่อนโดยตรง เมื่อประกอบชุดมอเตอร์เสร็จสมบูรณ์ สามารถทำความเร็วได้ 40 ถึง 50 กิโลเมตรต่อ

AMM-216

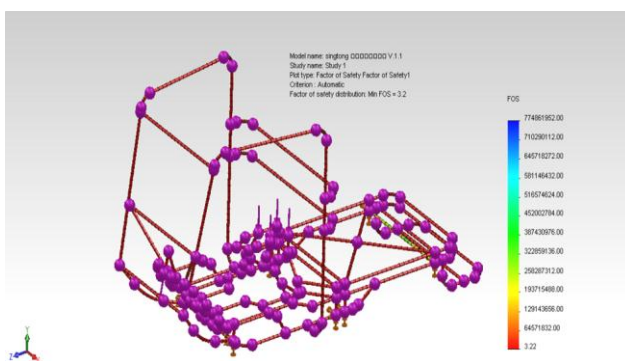
ชั้วโมง เป็นชุดมอเตอร์ที่ถือว่าใช้ได้ตามความต้องการของผู้ทำวิจัย เนื่องด้วยเป็นความเร็วที่รถไฟฟ้าทำความเร็วได้เหมาะสมกับการสัญจรในเมืองและแหล่งชุมชน ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ชุดควบคุมและชุดมอเตอร์

3.3 การออกแบบโครงสร้าง

ทางผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดสอบโครงสร้างด้วยซอฟต์แวร์ Solid Works Simulation [6] มีขั้นตอนดังนี้คือ สร้างแบบจำลองรถสามล้อไฟฟ้า (CAD Model) และสร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Model) และกำหนดคุณสมบัติวัสดุในการสร้างรถสามล้อไฟฟ้างแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การทดสอบ Factor Of Safety แบบภาระสถิตย์ของโครงสร้างสามล้อไฟฟ้า

โครงสร้างรถสามล้อไฟฟ้าจะรับภาระน้ำหนักของโครงสร้างและแรงกระทำจากการใช้งานทั้ง ภาระงานสถิตย์ (Static load) และภาระงานพลวัต (Dynamic load) โดยจุดจับยึดของโครงสร้างจะเป็นบริเวณส่งถ่ายแรงของล้อหลังเป็นหลักเนื่องจากบริเวณนี้เป็นจุดที่รับแรงกระทำจากท้องถนนส่งถ่ายมายังล้อหลังผ่านเหล็กสปริงแล้วค่อยถึงโครงสร้างหลักเป็นบริเวณที่มีโมเมนต์กับรถ สำหรับวัสดุที่ใช้คือ Alloy Steel (ss400) ซึ่งมีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 3

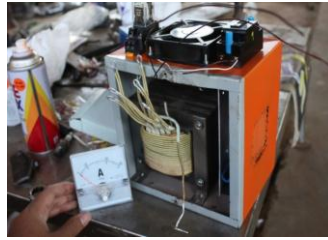
ตารางที่ 3 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ประกอบโครงสร้างสามล้อไฟฟ้า [5]

ชนิดวัสดุ	เหล็กโครงสร้าง
รูปแบบการทดสอบ	linear elastic isotropic
แรงต้านทานการดึง	$6.20122e+008 \text{ N/m}^2$
tensile strength	$7.23826e+008 \text{ N/m}^2$
มอดูลัสของยัง	$2.1e+011 \text{ N/m}^2$
อัตราส่วนปัวซอง	0.28
ความหนาแน่น	7700 kg/m^3
โมดูลัสของแรงเฉือน	$7.9e+020 \text{ N/m}^2$
สัมประสิทธิ์การขยายตัว	$1.3e-005 \text{ 1/K}$

3.4 ระบบแบตเตอรี่และการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่

จากคุณสมบัติของแบตเตอรี่ ในตารางที่ 2 ทางทีมผู้วิจัยเลือกใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-น้ำกรด ขนาด 12 โวลต์ กระแสตรง 80 แอมป์-ชั่วโมง จำนวนที่ใช้ 5 ลูกในการดำเนินงานเนื่องจากสามารถหาง่าย มีราคาไม่แพง และทำการซ่อมแซมปรับเปลี่ยนได้ง่าย และในการออกแบบระบบประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้เครื่องประจุไฟฟ้าโดยรับไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรท์ และจ่ายไฟเข้าสู่ชุดแบตเตอรี่เป็นระบบกระแสตรง 60 โวลต์ 60 แอมป์-ชั่วโมงในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 7

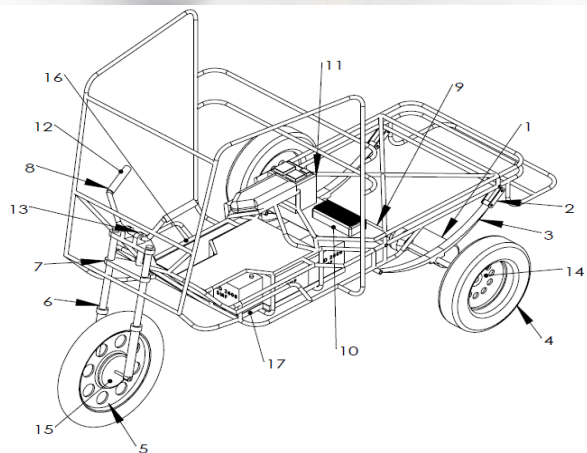
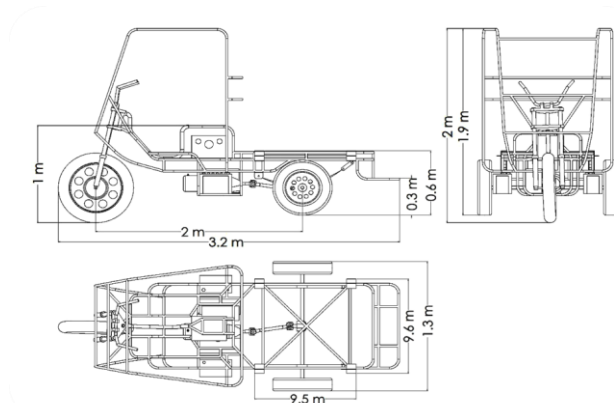
AMM-216



รูปที่ 7 การเลือกใช้แบตเตอรี่และการประกอบติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้า

4. ผลการดำเนินงาน

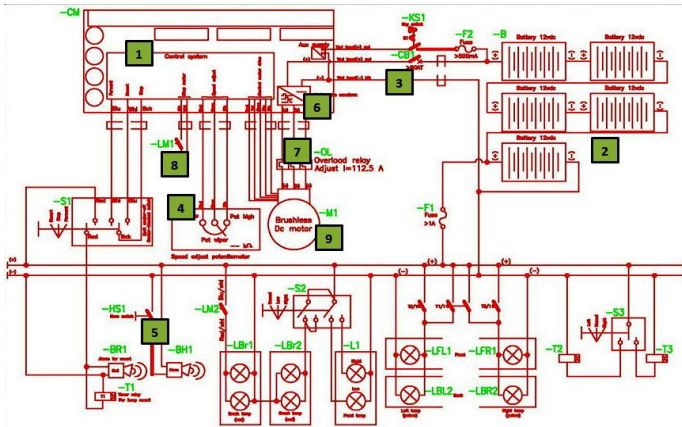
4.1 รายละเอียดการออกแบบและสร้างโดยสมบูรณ์



รูปที่ 8 ขนาดมิติโครงสร้างและส่วนประกอบของสามล้อไฟฟ้าในโครงการ

จากรูปที่ 8 ซึ่งประกอบด้วยโครงรถ (11,16) สร้างด้วยท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ดัดขึ้นรูปเชื่อมต่อประกอบเป็นกล่องรับแรง มีขนาดความยาวจากล้อหน้าถึงล้อหลังเท่ากับ 200 เซนติเมตร มีความกว้างจากดุมล้อหลังเท่ากับ 130 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางล้อหน้าและล้อหลังมีขนาด 20 นิ้ว (4,5) มีขนาดความกว้างของยางเท่ากับ 11.7 เซนติเมตร มีระบบเบรกแบบดรัม (14) เหมือนกับที่ใช้ในรถยนต์ มีมอเตอร์ (1) ขนาด 60 โวลต์ ติดตั้งอยู่บนเพลลาเพื่องท้าย (9) ทำการขับเคลื่อนล้อหลังด้วยเพลลาท้าย มีแบตเตอรี่ (17) ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 5 ลูก อยู่ใต้โครงเก้าอี้คนนั่งขับ ระบบกันสะเทือนล้อหลัง (2,3) เป็นแบบแผ่นแหนบเพื่อการรองรับการบรรทุกทุกหนักแบบที่ใช้ในรถยนต์ปิกอัพ ระบบกันสะเทือนล้อหน้า (6) เป็นแบบโช้คอัพ การบังคับเลี้ยวหน้าใช้การควบคุมด้วยคันบิดที่มือจับรถ (7,8) การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ (17) เมื่อเปิดสวิตช์และบิดคันเร่ง (12) ซึ่งติดตั้งอยู่มือจับรถ รถด้านขวา โดยจะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังชุดควบคุมความเร็ว (10) เพื่อทำการป้อนกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่(17) ให้กับมอเตอร์ (1) หมุนส่งกำลังผ่านเพลลาท้าย (9) ไปยังล้อหลังทำให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า การหยุดรถจะละมือจากคันเร่งมาเหยียบเบรก โดยในขณะที่เหยียบเบรกชุดควบคุมจะส่งสัญญาณ ไปตัดการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ (1) เพื่อหยุดการทำงาน

AMM-216



รูปที่ 9 วงจรควบคุมของรถไฟฟ้าในโครงการ

จากรูปที่ 9 กล่องควบคุม (1) เป็นตัวควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อส่งกำลังไปยังล้อทำให้รถเคลื่อนที่ไปได้ซึ่งกล่องควบคุมจะรับกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ (2) ผ่านทางเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) (3) และรับสัญญาณควบคุมความเร็วจากชุดคันเร่ง (4) รับสัญญาณตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์เมื่อทำการหยุดรถจากสวิตช์เบรก (5) การบังคับทิศทางและการเคลื่อนที่ของรถให้เดินหน้าและถอยหลังจะใช้การสลับขั้วบวก-ขั้วลบของแบตเตอรี่ซึ่งออกจากชุดควบคุมด้วยสวิตช์ (6) และเมเนรีเลย์ (7) โดยวงจรทั้งหมดจะทำงานต่อเมื่อเปิดสวิตช์กุญแจ (8)

4.2 ผลการทดสอบสมรรถนะการใช้งาน

การทดสอบประสิทธิภาพรถสามล้อไฟฟ้าได้ผลดำเนินการดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 10 กับ 11

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพรถสามล้อไฟฟ้า

หัวข้อทดสอบ	ผลการทดสอบ
1.พิสัยระยะทาง	52 km
2.เวลารี่ทั้งหมด	2 ชั่วโมง 20 นาที
3. ความเร็วสูงสุด	47 km/h
4.อัตราเร่งจากความเร็ว 0 – 47 km/h	5 วินาที
5.ระยะเวลารักษาความเร็วสูงสุด	1 ชั่วโมง 30 นาที
6.ความสามารถในการขึ้นเนิน	35 องศา
7.รัศมีวงเลี้ยว	2.4 เมตร
8.ระยะเวลาในการประจุไฟ เข้าแบตเตอรี่	7 ชั่วโมง

9.ความแข็งแรงของโครงสร้าง	F.O.S 4.22 (static) min
10.น้ำหนักบรรทุก	480 kg
11.การสิ้นเปลือง	0.32 บาท/km



รูปที่ 10 ทดสอบสมรรถนะการขับขี่



(A)



(B)

รูปที่ 11 ทดสอบรูปแบบการติดตั้งกระบะท้ายหลังตามลักษณะการใช้งาน

5. สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบและสร้างรถสามล้อไฟฟ้าต้นแบบ และได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพขับขี่เบื้องต้น ทางผู้วิจัยได้รับการตอบรับจากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหน่วยงานของรัฐ และประชาชนได้เป็นอย่างดี โดยมียอดขายสั่งซื้อเกิดขึ้น แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ โดยราคาอยู่ที่ประมาณ 80,000 บาท ถึง 100,000 บาท สำหรับประเภท (A) และ 100,000 บาท ถึง 120,000 บาท สำหรับประเภท (B) ดังแสดงในรูปที่ 11 โดยจะมีราคาสูงกว่าสามล้อเครื่องยนต์ธรรมดาอยู่ที่ประมาณ 25 ถึง 30%

ความสำเร็จและความคุ้มค่าของงานวิจัยคือได้รถสามล้อขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแข็งแรงและสามารถประยุกต์โครงสร้างเข้ากับประเภทการใช้งานและขนส่งได้อย่างหลากหลายเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้นานยนต์ที่ปราศจากมลพิษเพื่อลดสถานะโลกร้อน โดยเผยแพร่องค์ความรู้สู่ภาครัฐและ

AMM-216

เอกชนและผู้สนใจทั่วไป เพื่อการพัฒนาศักยภาพในการ
พึ่งพาพลังงานสะอาด สร้างมูลค่าเพิ่มทางสังคมแต่ยังคง
อนุรักษ์ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
ตลอดจนเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำการวิจัยระดับสูง
ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท ธารังไทย 2003
จำกัด และโครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของ
อุตสาหกรรมไทย เครือข่ายมหาวิทยาลัยขอนแก่น
(Industry Technology Assistance Program : ITAP)
ที่ช่วยสนับสนุนงบประมาณเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการทำ
วิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อังศรี ศรีภาคกร (2554). ยานยนต์ไฟฟ้า พื้นฐาน
การทำงานและการออกแบบ, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [2] พเนตร์ สุขสิงห์, วันชัย ทรัพย์สิงห์ (2554). การ
ออกแบบและสร้างระบบควบคุมรถไฟฟ้าแบบไร้คนขับ
ขนาดเล็ก, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่ง
ประเทศไทย, จังหวัดภูเก็ต
- [3] ไชยวัฒน์ พึ่งผล, ธนวิทย์ ชราปรีป (2549). การ
ออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิตรถสามล้อเครื่อง
กรณีศึกษา บริษัท ธารังไทย 2003 จำกัด ปรินญา
นิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุต
สาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
- [4] Brendan. J. Waterman (2011). *Design and
Construction of a Space-frame Chassis*, University
of Western Australia.
- [5] ชุมพล ศฤงคารศิริ (2545). การวางแผนและ
ควบคุมการผลิต, กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น)

- [6] ปราโมทย์ เตชะอำไพ (2552). การประยุกต์ใช้ไฟ
ไนต์เอลิเมนต์ด้วย Solidwork Simulation, กรุงเทพฯ :
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)