รหัสบทความ SEITS 09

การพัฒนาต้นแบบชุดดัดแปลงรถจักรยานยนต์เป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น

Developing a Prototype of a Motorcycle Conversion Kit Using an Induction Motor Drive System

พนัสชัย ศรีบำรุง[1*], กรีฑา จิรัตฐิวรุตม์กุล[2], วิโรจน์ เลิศธีระชาญชัย[3]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
panuschai.s@mail.rmutk.ac.th
[2] สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
kreetra.j@mail.rmutk.ac.th
[3] สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
wirotelert@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบชุดดัดแปลงรถจักรยานยนต์เป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบชุดดัดแปลงสำหรับรถจักรยานยนต์จากรถจักรยานยนต์สันดาปภายในให้เป็นรถจักรยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย 1) โครงสร้างจุดติดยึดระบบขับเคลื่อนแบบตรงรุ่น ของโครงสร้างรถจักรยานยนต์ยี่ห้อฮอนด้า เวฟ 2) มอเตอร์ไฟฟ้า แบบอินดักชั่น (IM) ผลิตภายในประเทศ กำลังพิกัด 4kW ระบายความร้อนด้วยอากาศ 3) ตัวควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า แบบอินดักชั่น (IM) ขนาด 4 kW ระบายความร้อนด้วยอากาศ 4) แบตเตอรี่ NMC 54V 2.1 kWh จากการทดสอบสมรรถนะในสภาวะใช้งานจริง ระยะทางต่อการชาร์จแบตเตอรี่ต่อครั้ง ได้ระยะทาง 60-70 กม.

คำสำคัญ : มอเตอร์ไซด์ไฟฟ้า, ชุดดัดแปลงมอเตอร์ไซด์ไฟฟ้า, อินดักชั่นมอเตอร์, อินเวอร์เตอร์, แบตเตอรี่ NMC

Abstract

This research is the development of a prototype of a motorcycle conversion kit into an electric motorcycle using an induction electric motor drive system. The objective is to study and design a motorcycle modification kit from an internal combustion motorcycle to an electric-powered motorcycle. which consists of 1) the drive system mounting point structure of the motorcycle brand Honda model Wave 2) electric motor induction type (IM) domestically produced rated power 4kW air-cooled 3) a controller for induction motor (IM) 4kW air-cooled 4) NMC 54V 2.1 kWh battery Based on performance testing. Distance per battery charge at a distance of 60-70 km.

Keywords: Electric Motorcycle, Electric Motorcycle Conversion Kit, Induction Motor, Inverter, NMC Battery

1. บทนำ (Introduction)

จากปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ทำให้ยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาแทนที่ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถลดการใช้พลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับประเทศไทยยานยนต์ไฟฟ้าจะมีปริมาณการใช้เพิ่มมากขึ้นจากมาตรการการส่งเสริมของรัฐบาล เช่น นโยบาย Thailand 4.0 ได้กำหนดให้ยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าหรือยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) เป็น 1 ใน 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายของรัฐบาลไทย นโยบายจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ที่กำหนดเป้าหมายให้เกิดยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 1.2 ล้านคันภายในปี 2579 ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นและมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยในระยะยาวจะทำให้ลดการนำเข้าเทคโนโลยีและพึ่งพาตนเองรวมถึงแข่งขันในตลาดต่างประเทศได้ในที่สุด

ข้อมูลสถิติรถจดทะเบียนสะสม ปี 2564 จากกรมการขนส่งทางบก ณ วันที่ 30 พฤศจิกายน 2564 พบว่ารถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลมีการจดทะเบียน จำนวน 21,638,730 คัน และใช้งานอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ มีการใช้งานหลากหลายวัตถุประสงค์ เช่น ส่งสินค้า ส่งผู้โดยสาร และการเดินทางในชีวิตประจำวัน เนื่องจากมีขนาดเล็กสะดวกในการเดินทางในช่วงการจราจรที่ติดขัด คณะผู้วิจัยเห็นว่ารถจักรยานยนต์ที่มีใช้อยู่ในท้องตลาดนั้นมีโครงสร้างที่แข็งแรงผ่านการตรวจสอบความแข็งแรงทางวิศวกรรมมาแล้ว สามารถนำมาดัดแปลงเป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าได้

การดัดแปลงยานยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามีอุปกรณ์หลายส่วน ได้แก่ ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า และระบบกักเก็บพลังงาน ในส่วนระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า จะประกอบด้วยส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าและวงจรขับเคลื่อน หรือวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่เหมาะสมให้แก่มอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนรถยนต์ที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้ในระบบขับเคลื่อนไฟฟ้ามีหลายประเภทแต่ที่นิยมนำมาใช้ คือ DC Motor, Induction Motor (IM), Permanent Magnet Brushless Dc Motor (BLDC) และ Switched Reluctance Motor (SRM) ซึ่งแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน [1-2] ในส่วนของวงจรขับเคลื่อน Traction Drives ใช้อุปกรณ์พาวเวอร์อิเล็กทรอนิกส์และมีวิธีการควบคุมหลากหลาย [3] งานวิจัยที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้ามีการวิจัยและพัฒนาสำหรับในประเทศไทยมีมาอย่างต่อเนื่อง มีการนำรถตุ๊ก ตุ๊กมาดัดแปลงจากรถที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปมาเป็นพลังงานไฟฟ้า 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ มอเตอร์ BLDC [4] รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ทำการออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถปรับความเร็วได้โดยใช้ดีซีมอเตอร์ ขนาด 36 โวลท์ เป็นตัวขับเคลื่อน โดย

ติดตั้งมอเตอร์ไว้ที่ล้อหลังและใช้โซ่เป็นตัวส่งกำลังจากเฟืองหน้าซึ่งติดกับมอเตอร์สามารถวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง [5] ซึ่งส่วนใหญ่ใช้อุปกรณ์หลักโดยเฉพาะมอเตอร์นำเข้าจากต่างประเทศและนำมาต่อยอดในเชิงธุรกิจน้อย

จากปัญหาดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยและผู้บริหาร บริษัท เรียล บีพีเอ็ม จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทวิจัยและพัฒนา ออกแบบผลิต ยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง มีแนวคิดที่จะพัฒนาชุดดัดแปลงจากรถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปพัฒนาเป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 100 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลสถิติปริมาณรถจักรยานยนต์จดทะเบียนใหม่ จากสถาบันยานยนต์ พบว่า ยี่ห้อรถจักรยานยนต์ที่นิยมใช้ในประเทศไทยมากที่สุด คือ ฮอนด้าและยามาฮ่า ระบบส่งกำลังมี 3 แบบ ได้แก่ แบบโซ่ส่งกำลังโดยเครื่องยนต์ต้นกำลังจะติดอยู่กลางตัวรถ แบบสายพานส่งกำลังที่เครื่องยนต์ติดอยู่กับชุดสายพานและเกียร์แบบ CVT และแบบเพลานิยมใช้กับรถจักรยานยนต์ขนาดใหญ่ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาชุดดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ระบบส่งกำลังแบบระบบโซ่ เนื่องจากกลไกการติดตั้งง่ายกว่าระบบอื่น โดยจะพัฒนาดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าจากรถยี่ห้อฮอนด้า รุ่นเวฟ โดยออกแบบให้ชุดดัดแปลงง่ายต่อการใช้งานและใช้วัสดุที่ผลิตในประเทศเป็นหลัก เช่น ชุดโครงสร้างทางกลและมอเตอร์ที่พัฒนาออกแบบโดยผู้ร่วมวิจัย เพื่อให้สามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้

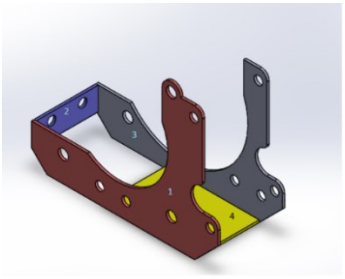
2. วิธีการวิจัย (Methodology)

การพัฒนาต้นแบบชุดดัดแปลงรถจักรยานยนต์เป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น ส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วยส่วนทางกล และส่วนทางไฟฟ้า

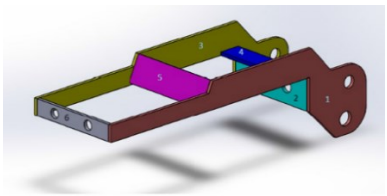
2.1 ส่วนประกอบทางกล

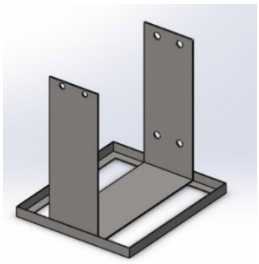
2.1.1 การออกแบบชุดโครงสร้างสำหรับติดตั้ง

เป็นโครงสร้างจุดติดยึดระบบขับเคลื่อนที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่นเป็นต้นกำลังโดยออกแบบโครงสร้างแบบตรงรุ่นกับรถจักรยานยนต์ยี่ห้อฮอนด้า รุ่นเวฟ โดยการใช้เครื่องสแกน 3D เพื่อสแกนโครงสร้างของรถเพื่อออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolicWork โดยออกแบบชุดยึดมอเตอร์แบบอินดักชั่นแสดงดังภาพที่ 1 และชุดยึดแบตเตอรี่ชนิด NMC แสดงดังภาพที่ 2 สำหรับลักษณะการติดตั้งมอเตอร์และแบตเตอรี่เข้ากับโครงสร้างรถแสดงดังภาพที่ 3

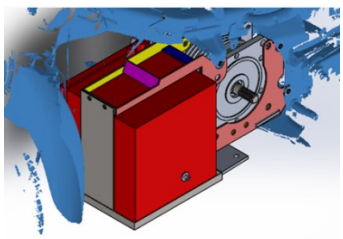


ภาพที่ 1 โครงสร้างชุดยึดมอเตอร์แบบอินดักชั่นขนาด 4 kW





ภาพที่ 2 โครงสร้างชุดยึดแบตเตอรี่ชนิด NMC ขนาด 2.1 kWh



ภาพที่ 3 การติดตั้งมอเตอร์แบบอินดักชั่นและแบตเตอรี่ชนิด NMC ขนาด 2.1 kWh

2.1.2 การออกแบบระบบทางกลที่ใช้ขับเคลื่อน

ระบบทางกลที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ทางคณะผู้วิจัยเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น (IM) ขนาด 4 kW เป็นต้นกำลังโดยใช้โซ่ส่งกำลังจากมอเตอร์ที่ติดตั้งสเตอร์ตัวขับส่งกำลังไปที่สเตอร์ตัวตามที่ติดตั้งอยู่ที่ล้อ การออกแบบอัตราทดของ

สเตอร์ตัวขับและตัวตามเพื่อให้ได้ค่าแรงบิดและความเร็วของรถที่ต้องการคำนวณโดยค่าพารามิเตอร์ของรถจักรยานยนต์ดังนี้

ขนาดยาง 80/90-17 คิดเป็นความยาวเส้นรอบวง 1.809 เมตร

ความเร็วรอบสูงสุดของมอเตอร์ = 8000 rpm

อัตราทดเกียร์ = 8000/1013.45 = 7.89

แรงบิดสูงสุดที่มอเตอร์ = 25 Nm

แรงบิดสูงสุดที่ล้อ = 25*7.89 = 197.25 Nm

ดังนั้น สเตอร์ที่หาได้ หน้า 12 ฟัน หลัง 70 ฟัน คิดเป็นอัตราทด 70/12 = 5.83

แรงบิดสูงสุดที่ล้อ = 25*5.83 = 145.75 Nm

ความเร็วสูงสุด = 8000 (รอบ/นาที)/5.83 * 1.809 (m/รอบ) * 1/1000 (km/m) * 60 (นาที/ชั่วโมง)

= 148.94 km/h

2.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น (IM)

สำหรับชุดดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าทางคณะผู้วิจัยได้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่นขนาด 4 kW ที่ทางคณะผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้นเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนเนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้มีความคงทนในการใช้งานค่าบำรุงรักษาต่ำสามารถหาอะไหล่ได้ง่าย พิกัดกำลังที่เลือกใช้เป็นพิกัดกำลังที่อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด คุณลักษณะของมอเตอร์แสดงในตารางที่ 1

ต้นแบบของมอเตอร์แบบ (IM) แสดงดังภาพที่ 4 (ก) โรเตอร์เป็นแบบกรงกระรอก แสดงดังภาพที่ 4 (ข) ส่วนของสเตเตอร์ และขดลวดแสดงดังภาพที่ 4 (ค) ทั้งสองส่วนสร้างจากอลูมิเนียมโดยวิธี Die Casting

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของมอเตอร์

คุณลักษณะ	ค่าที่ใช้งาน
Motor Type	Induction Motor
Maximum Power (kW @ rmp)	10 @ 3,800 – 8,000
Continuous Power (kW @ rpm)	4 @ 3,800 – 8,000
Maximum Torque (Nm @ rpm)	25 @ 0 – 3,800
Continuous Torque (Nm @ rpm)	10 @ 0 – 3,800
DC Voltage (v)	48
Cooling System	Natural air cooling
Weight (kg) / Dimensions (mm)	16 kg / Diameter 170 x Length 205

2.2.2 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น (IM) การควบคุมแรงบิดของมอเตอร์แบบอินดักชั่นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพแรงบิดในการตอบสนองของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าทุกย่านการทำงานจำเป็นต้องเลือกตัวควบคุมที่ใช้วงจรอินเวอร์เตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงจ่ายกระแสได้สูงและต่อเนื่องเหมาะสมกับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นต้นกำลังของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าอีกทั้งมีระบบระบายความร้อนในขณะรถจักรยานยนต์ทำงานต่อเนื่องได้ดี โดยให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นรูปคลื่นไซน์ อุปกรณ์ควบคุมที่เลือกใช้แสดงดังภาพที่ 5 และคุณลักษณะของอินเวอร์เตอร์แสดงดังตารางที่ 2

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 4 (ก) ต้นแบบมอเตอร์แบบอินดักชั่น (ข) ส่วนโรเตอร์ (ค) ส่วนสเตเตอร์

ภาพที่ 5 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่น (IM)

ตารางที่ 2 คุณลักษณะของวงจรอินเวอร์เตอร์

คุณลักษณะ	ค่าที่ใช้งาน
Nominal Voltage (V)	48
Maximum Voltage (V)	69
Minimum Voltage (V)	20
Peak Current (A)	450
Continuous Current (A)	180
Cooling System	Natural air cooling
Weight (kg) /	5 kg /
Dimensions (mm)	Diameter 200 x Length 200

2.2.3 ระบบกักเก็บพลังงาน

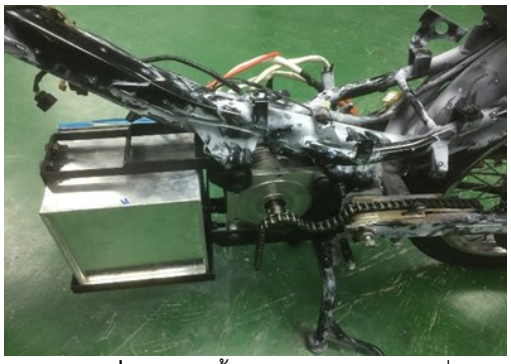
ระบบกักเก็บพลังงานสำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงในงานวิจัยนี้เลือกใช้แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมนิเกลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Manganese Cobalt Oxide : NMC) เนื่องจากเป็นแบตเตอรี่ที่มีกำลังสูง เกิดความร้อนในขณะชาร์จต่ำนิยมนำมาใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน โดยขนาดที่เลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของรถจักรยานยนต์ โดยมีระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS) ในการจัดการแบตเตอรี่แต่ละเซลล์ในขณะชาร์จ ออกแบบให้ระยะทางในการขับขี่อยู่ในระยะ 60-70 กม. ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง โดยคุณลักษณะของแบตเตอรี่ที่เลือกใช้มีคุณลักษณะดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณลักษณะของแบตเตอรี่

คุณลักษณะ	ค่าที่ใช้งาน
Nominal Battery Voltage (V)	51.8
Maximum Voltage (V)	58.8
Minimum Voltage (V)	42
Capacity (kWh)	2.1
Cell Type	NMC
Charge Rate	4C
Discharge Rate	6C
Weight (kg) /	15 kg /
Dimensions (mm)	250 x 210 x 220

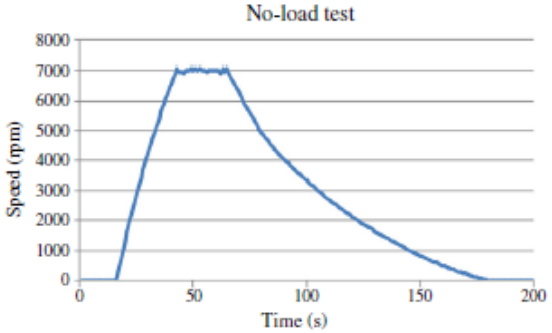
3. ผลการวิจัย (Results)

ในงานวิจัยนี้การทดสอบจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การทดสอบทางกล การทดสอบทางไฟฟ้าและการทดสอบด้านสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง การทดสอบทางกลจะเป็นการทดสอบชุดโครงสร้างที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งมอเตอร์และแบตเตอรี่สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าแสดงในภาพที่ 6 ในการทดสอบส่วนนี้จะทดสอบในสภาพถนนจริงและมีการรับน้ำหนักของผู้ขับขี่และผู้โดยสาร ที่ความเร็ว 45 กม./ชม. ใช้เวลาในการทดสอบ 30 นาที ผลการทดสอบชุดโครงสร้างสามารถรับน้ำหนักของรถและผู้โดยสารมีความแข็งแรงไม่มีการแตกหรือเสียรูป

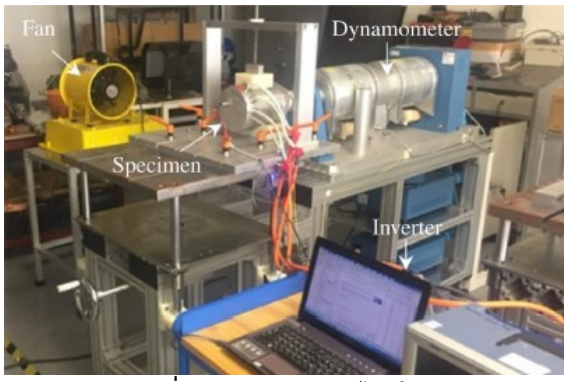


ภาพที่ 6 ชุดติดตั้งมอเตอร์และแบตเตอรี่

ผลการทดสอบทางไฟฟ้าจะทดสอบในส่วนของมอเตอร์แบบ IM โดยทดสอบแบบไม่มีโหลดที่ความเร็วสูงสุด 7000 รอบต่อนาทีบนไดนาโมมิเตอร์ผลตอบสนองต่อความเร็วแสดงดังภาพที่ 7 อุปกรณ์ในการทดสอบแสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 7 ผลตอบสนองของมอเตอร์ (IM) ขณะไม่มีโหลด



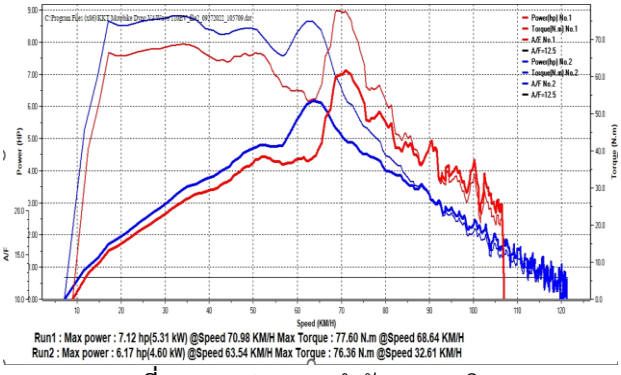
ภาพที่ 8 ชุดทดสอบขณะไม่มีโหลด

เมื่อประกอบมอเตอร์ชุดขับเคลื่อนและแบตเตอรี่เข้ากับโครงสร้างของรถแล้วแสดงดังภาพที่ 9 จากนั้นทำการทดสอบสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงโดยทำการทดสอบบนไดนาโมมิเตอร์แสดงดังภาพที่ 10 เพื่อทดสอบกำลัง แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานต่อการชาร์จ 1 ครั้ง ภาพที่ 11 แสดงการทดสอบกำลังและแรงบิด 2 ครั้ง ครั้งแรกได้กำลังสูงสุด 5.31 kW ที่ความเร็ว 70.98 km/h และได้แรงบิดสูงสุด 77.6 N.m. ที่ความเร็ว 68.64 km/h ครั้งที่ 2 ได้กำลังสูงสุด 4.6 kW ที่ความเร็ว 63.54 km/h และแรงบิดสูงสุด 76.36 N.m. ที่ความเร็ว 32.61 km/h

การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานในการชาร์จประจุเต็ม 1 ครั้ง โดยมีน้ำหนักผู้โดยสาร 100 กก. ใช้ความเร็วคงที่ไม่ต่ำกว่า 45 กม/ชม. ทดสอบจนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าตัดการทำงานผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4

ภาพที่ 9 มอเตอร์ชุดขับเคลื่อนและแบตเตอรี่ที่ติดตั้งเข้ากับจักรยานยนต์ไฟฟ้า

ภาพที่ 10 การทดสอบสมรรถนะของจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง



ภาพที่ 11 กราฟทดสอบกำลังและแรงบิด

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน

รอบการทดสอบ	แรงดันแบตเตอรี่เริ่มต้น (V)	ความเร็ว (kM/h)	ระยะทาง (kM)	แรงดันแบตเตอรี่ที่เหลือ (V)
1	58	45	24.16	51.1
2	51.1	52	26.85	49.9
3	49	53	17.43	43.1 (Cut-off)

ผลการทดลองจากตารางที่ 4 รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงต้นแบบในการการชาร์จประจุเต็มต่อครั้งวิ่งที่ความเร็วเฉลี่ย 50.07 กม/ชม รถจักรยานยนต์วิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 68.44 กม. ระยะเวลาในการวิ่ง 82 นาที แรงดันแบตเตอรี่ตัดการทำงานที่ 43.1 v อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน 30.68 wh/hm

4. การอภิปราย (Discussion)

จากผลการทดลองชุดดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งออกแบบให้จุดยึดมอเตอร์และแบตเตอรี่ตรงรุ่นจักรยานยนต์ยี่ห้อฮอนด้า รุ่นเวฟ โดยใช้มอเตอร์ต้นกำลังเป็นชนิดอินดักชั่น (IM) ขนาด 4 kW โดยมอเตอร์คณะผู้วิจัยออกแบบเพื่อเป็นต้นแบบเพื่อนำมาใช้งานกับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้ใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศให้ได้มากที่สุดอีกทั้งมอเตอร์ IM การบำรุงรักษาต่ำ เหมาะกับสภาพแวดล้อมการใช้งานในประเทศไทย ในการเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมชนิด NMC ขนาด 2.1 kWh เนื่องจากให้กำลังที่สูงมีขนาดเล็ก จากการทดสอบสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงทดสอบทางด้านกำลังและแรงบิดบนเครื่องทดสอบไดนาโมมิเตอร์ให้ผลตอบสนองต่อแรงบิดสูงถึง 76.7 N.m. ทำให้รถมีอัตราเร่งที่ดี การทดสอบอัตราการสิ้นปลืองพลังงานต่อการชาร์จ 1 ครั้งรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ต่อเนื่องระยะทาง 68.44 กม. ที่ความเร็วเฉลี่ย 50.07 กม/ชม ซึ่งเพียงพอต่อการเดินทางในชีวิตประจำวันใน 1 วัน ในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นควรเพิ่มขนาดความจุของแบตเตอรี่ให้มากขึ้นเพื่อให้วิ่งได้ระยะทางมากยิ่งขึ้น พัฒนาระบบชาร์จให้ใช้เวลาช้าลงในการชาร์จต่อครั้ง พัฒนาชุดควบคุมและวงจรอินเวอร์เตอร์ให้ได้ต้นทุนที่ลดลง

5. สรุปผล (Conclusion)

ต้นแบบชุดดัดแปลงรถจักรยานยนต์เป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบอินดักชั่นที่พัฒนาขึ้นนั้นพบว่าสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นการตอบสนองความเร็ว แรงบิด และอัตราเร่งเหมาะสมต่อน้ำหนักของรถและผู้โดยสาร การทำงานต่อเนื่องไม่เกิดความร้อนในการขับขี่ สามารถใช้ในการเดินทางในชีวิตประจำวันต่อการชาร์จพลังงานเต็มต่อครั้งไม่เกินระยะทาง 70 กม. ทำให้ประหยัดค่าเชื้อเพลิงและค่าการบำรุงรักษา สามารถเป็นต้นแบบเพื่อนำไปต่อยอดเชิงธุรกิจต่อไปในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบคุณโครงการ แพลตฟอร์มบริหารจัดการทรัพยากรผู้มีศักยภาพ ของกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เพื่อปฏิรูประบบการพัฒนากำลังคนของประเทศ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณ บริษัท เรียล บีพีเอ็ม จำกัด สถาบันไทย-ญี่ปุ่น ในการให้ใช้เครื่องมือในการทดสอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ สำหรับสถานที่ในการดำเนินการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] L. Chang., 1994. Comparison of AC Drives for Electric Vehicles A Report on Experts' Opinion Survey. IEEE AES System Magazine. Vol. 9: 7-11.

[2] R. Krishnan., 2010. Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives. New York: CRC Press.

[3] JOHN G. HAYES G and ABAS GOODARZI., 2018. Electric Powertrain Energy system, Power Electronics and Drives for HyBrid Electric and Fuel Cell Vehicles. California : John Wiley & Sons.

[4] C. Yiangkamolsing, Y. Laoonual, S. Channarong, W. Katikawong, P Sasawat and B. Yaotanee., 2019. A Development of Electric Tuk Tuk Conversion in Thailand. ITEC Asia-Pacific, pp. 1-8.

[5] นครินทร์ แจ่มนิล, สมบูรณ์ เอี่ยมอากาศ, ดำรงค์ ผ่องศรี, นิมิต บุญภิรมย์., 2551. รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.