

จักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด Prototype Motorcycle Hybrid System

เกษม เจนวิไลศิลป์¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

7/1 ถนนนนทบุรี 1 ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 โทรศัพท์: 02-5254616 E-mail: sem_non@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง จักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับจักรยานยนต์ที่สามารถโดยใช้พลังงานแบตเตอรี่อย่างเดียว หรือจะใช้ร่วมกับระบบของเครื่องยนต์ จักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริดนี้สามารถใช้งานบนท้องถนนได้เป็นปกติ และประหยัดเชื้อเพลิงมากขึ้น

การประเมินประสิทธิภาพของจักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด ประเมินโดยการทดสอบ ขับขี่จริงบนถนน และทดสอบประสิทธิภาพของการเก็บประจุไฟของแบตเตอรี่ ซึ่งกำหนดประสิทธิภาพของการเก็บประจุไฟของแบตเตอรี่ที่ 50% น้ำหนักผู้ทดสอบ 60 กิโลกรัม หาค่าความประหยัดเชื้อเพลิง เมื่อเทียบอัตราความสิ้นเปลืองที่ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางที่วิ่งได้ไกลที่สุดเฉลี่ย 9.24 กิโลเมตร ในเวลา 15 นาที ขณะที่ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ณ วันที่ 20 สิงหาคม 2554 ราคาลิตรละ 34.54 บาท สามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ถึง 0.33 ลิตร คิดเป็นค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 11.39 บาท ค่าไฟฟ้าในการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง 3.65 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ $(11.39 - 3.65) = 7.74$ บาทต่อการชาร์จ 1 ครั้ง คิดเป็นความประหยัดได้ ร้อยละ 22.40 บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: จักรยานยนต์, ต้นแบบ, ระบบไฮบริด

Abstract

This research, the Prototype Motorcycle Hybrid System had the purpose to build the electric motor driving system for motorcycle that can be use battery or can be use with its engine. The Prototype Motorcycle Hybrid System can normal drive on the road and more fuel economy.

The performance evaluation of the Prototype Motorcycle Hybrid System was estimated by actual driving and tested amassment of battery charged that set at 50%. The weight of driver was 60 kilogram. The speed of 40 kilometer per hour. The longest distance driving average was 9.24 kilometer in 15 minutes. On August 20th, 2011 Gasohol prices was 34.54 baht per liter. That reduced the amount of Gasohol 0.33 liter and saved $(11.39-3.65) = 7.71$ baht per one time charges. Accounted for 22.40%. Hypothesis was possible and objectives were success.

Keywords: motorcycle, Prototype, hybrid system

1. บทนำ

รถจักรยานยนต์เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ช่วยเพิ่มความสะดวกรวดเร็วให้กับการเดินทางมีความคล่องตัวสูงเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ แต่รถจักรยานยนต์ก็เป็นยานพาหนะอย่างหนึ่งที่ต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในเผาไหม้สร้างกำลังงานเครื่องยนต์ให้ขับเคลื่อน ซึ่งในพื้นที่จราจรที่มีรถหนาแน่นรถจักรยานยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูง จะสามารถวิ่งได้ด้วยความเร็วไม่เกินประมาณ 20 กม./ชม. จากปัญหาเรื่องพลังงานเชื้อเพลิงที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องนี้ ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ยานพาหนะเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลสถิติยอดขายรถจักรยานยนต์ไตรมาส 3 ของปี 2553 โดยยอดขายทั้ง 7 เดือนขายได้ 1,089,745 คัน เฉพาะเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมาปริมาณยอดจดทะเบียนสะสมรวมทุกยี่ห้อที่ 156,526 คัน แบ่งเป็นรถจักรยานยนต์แบบเกียร์อัตโนมัติ (เอ.ที.) 83,738 คัน เทียบเท่าสัดส่วนตลาด 53% รถจักรยานยนต์แบบครอบครัวยอดจดทะเบียนที่ 69,799 คัน หรือเทียบเท่าสัดส่วนตลาด 45% รถจักรยานยนต์แบบครอบครัวยอดจดทะเบียนจำนวน 713 คัน แบบสปรอต 482 คัน เทียบเท่าสัดส่วนตลาดเกือบ 1% และแบบออฟโรดรวมประเภทอื่นๆ 1,794 คัน เทียบเท่าสัดส่วนตลาดกว่า 1% [1] จากสถิติความต้องการใช้รถจักรยานยนต์แบบเกียร์อัตโนมัติ ในปัจจุบันมีแนวโน้มมากขึ้น เพราะเป็นรถจักรยานยนต์ที่มีความสะดวกในการใช้งานไม่ต้องกังวลกับการเปลี่ยนเกียร์ให้เหมาะสมกับความเร็วรอบ โดยรถจักรยานยนต์แบบเกียร์อัตโนมัติ ใช้หลักการส่งกำลังแบบ CVT (Continuously Variable Transmission) แต่จะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่ารถจักรยานยนต์ที่ใช้ระบบเกียร์ธรรมดา เนื่องจากจะต้องใช้กำลังของเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนตัวเครื่องที่อยู่นิ่งๆ ตัวขับเคลื่อนหรือเกียร์ในตัวรถจักรยานยนต์แบบเกียร์อัตโนมัติ ทำให้พลังงานในตัวขับเคลื่อนสูญหายและถ่ายเทกำลังไปยังพูลเลย์ตัวตามติดอยู่กับล้อหลัง โดยระบบที่เข้ามาช่วยลดการความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงเริ่มออกตัวนี้คือ ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่ หลังจากที่รถเริ่มมีอัตราเร็วสูงขึ้นถึงที่กำหนด มอเตอร์ไฟฟ้าจะหยุดทำงาน ระบบจะเปลี่ยนมาขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์แทน

จากปัญหาความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะจอดและวิ่งด้วยความเร็วต่ำ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างจักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด ที่ใช้กับรถจักรยานยนต์แบบเกียร์อัตโนมัติ เนื่องจากมีผู้นิยมใช้มากที่สุด และจะเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและลดมลพิษทางอากาศได้อีกทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างจักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด
2. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง

3. กรอบแนวคิดการวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริดที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ โดยต้องผ่านการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดเชื้อเพลิงตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20

ขจร อินวณิชและพนาฤทธิ์ เศรษฐกุล ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนารถจักรยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นการศึกษาหาสมรรถนะของการขับเคลื่อนและค่าใช้จ่าย โดยได้ทำรถต้นแบบขึ้นมาจากรถจักรยานยนต์แบบสปอร์ตรุ่น Honda beat ขนาด 105 ซีซี โดยเปลี่ยนเครื่องยนต์มาใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ที่ควบคุมด้วย ไอจีบีที ขอปเปอร์ ซึ่งมีแหล่งจ่ายพลังงานเป็นแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดขนาด 42 Ah แรงดัน 36 โวลต์

ในการทดสอบรถจักรยานยนต์ต้นแบบที่สร้างขึ้น รถสามารถขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูงสุด 50 กม./ชม. ได้ระยะทางสูงสุด 47 กม. ต่อการประจุ 1 ครั้ง คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้งาน 0.09 บาท/กม. [2]

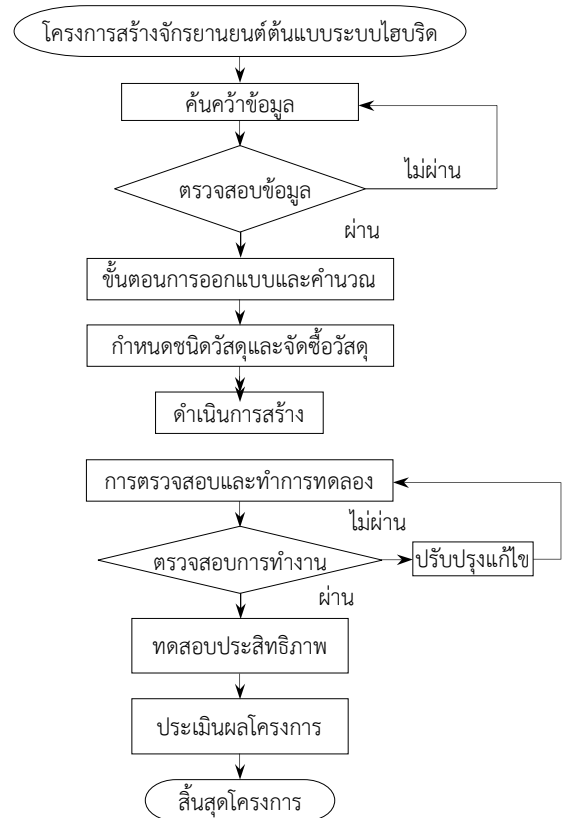
ขวสิต คงศักดิ์ไพบุลย์ (2551,1-2) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดในประเทศไทยเพื่อประหยัดพลังงาน โดยพิจารณาทั้งในระดับมหภาคได้แก่ ประโยชน์ที่สังคมจะได้รับในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการศึกษานโยบายส่งเสริมการผลิตและการใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาและอิตาลีเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนานโยบายของไทย และระดับจุลภาคได้แก่ การพิจารณาประโยชน์ต่อผู้บริโภคในด้านของควมคุ้มค่าทางการเงิน เป็นการเปรียบเทียบต้นทุนแปรผันระหว่างรถยนต์โตโยต้าคัมรี่ไฮบริด 2.4L และรถยนต์โตโยต้าคัมรี่รุ่นธรรมดา 2.4L

ในการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพบว่ารถยนต์ไฮบริดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ารถยนต์ธรรมดา โดยเมื่อประเมินผลกระทบทั้งวงจรผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การผลิตการใช้ จนถึงการทำลายรถยนต์แล้ว พบว่ารถไฮบริดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่ารถยนต์ธรรมดาร้อยละ 27 และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะใช้งานน้อยกว่ารถธรรมดาร้อยละ 30 กรณีกรุงเทพมหานครมีการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนที่รถยนต์ธรรมดาร้อยละ 10 จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 302 ล้านกิโลกรัมต่อปี

สำหรับการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินของรถยนต์ไฮบริดพบว่าความคุ้มค่าทางการเงินของรถไฮบริดแปรผันตรงกับระยะทางที่ใช้งาน ราคาน้ำมัน และสัดส่วนการใช้งานในเมือง คือ ยิ่งมีระยะทางใช้งานมาก ราคาน้ำมันสูงขึ้นเรื่อย ๆ และสัดส่วนการใช้ในเมืองมาก รถไฮบริดจะยิ่งคุ้มค่า ส่วนการศึกษาระยะเวลาคืนทุนพบว่าโอกาสที่ผู้ใช้รถยนต์ไฮบริดจะสามารถคืนทุนส่วนต่างราคาความคุ้มค่าในการเปลี่ยนแบตเตอรี่มีค่อนข้างน้อย คือจะมีโอกาสคืนทุนได้เฉพาะกรณีสำหรับผู้ใช้งานที่มากวันละ 80 กิโลเมตรเท่านั้น และต้องเป็นการใช้งานในเมืองร้อยละ 80 ขึ้นไป

ด้วยคุณสมบัติที่ดีในด้านการประหยัดน้ำมันและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รถยนต์ไฮบริดจึงน่าสนใจและควรให้การสนับสนุนเป็นอีกหนี่งทางเลือกในการประหยัดพลังงานของประเทศไทย [3]

4. วิธีดำเนินงาน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างจักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด



ภาพที่ 2 สวิตซ์ควบคุมระบบไฮบริด



ภาพที่ 3 ชุดควบคุมระบบไฮบริด



ภาพที่ 4 ตำแหน่งติดตั้งชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน

5. ผลการศึกษา/การทดลอง

การวิจัยเรื่อง จักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริดนี้ ผู้วิจัยขอเสนอลำดับขั้นตอนการทดสอบและผลการทดลองไว้ดังต่อไปนี้

5.1 การเตรียมการทดสอบ

5.1.1 ประจุกระแสไฟฟ้า 36 โวลต์ เข้าแบตเตอรี่ทั้ง 3 ก้อน โดยใช้เครื่องประจุกระแสไฟฟ้าใช้เวลา 4 ชั่วโมง หรือเมื่อจนแรงดันไฟฟ้าเต็ม



ภาพที่ 5 ประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่

5.1.2 ตรวจสอบแรงดันลมยางที่ความดัน 38 lb / in



ภาพที่ 6 ตรวจสอบลมยาง

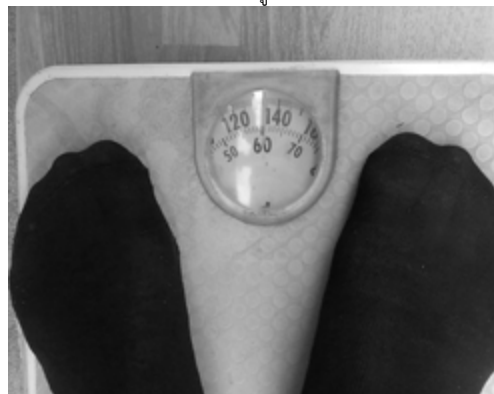
5.1.3 ตรวจสอบความตึงของโซ่ขับเคลื่อน



ภาพที่ 7 ตรวจสอบความตึงของโซ่

5.2 เริ่มการทดสอบ

5.2.1 ทดสอบโดยใช้ผู้ขับขี่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม



ภาพที่ 8 น้ำหนักสูงสุดของผู้ร่วมทดสอบ 60 kg

- ทดสอบความเร็วของรถ



ภาพที่ 9 ทดสอบขับขึ้นจริงบนถนน

5.2.2 ทดสอบหาเวลาในการขับขี่สูงสุดต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง โดยใช้เวลาที่ต่างกันในการทดสอบ ขับขี่ด้วยพลังงานแบตเตอรี่ที่ความเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง เพื่อหาเวลาขับขี่นานที่สุดต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเวลาในการขับขี่กับระยะทางที่วิ่งได้ โดยใช้พลังงานแบตเตอรี่ในการขับขี่ที่ความเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง ต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง

เวลา (นาท)	ระยะทางเฉลี่ย (km)
5	2.76
10	4.31
15	6.26

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า ที่การชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง สามารถวิ่งได้นาน 15 นาที ที่ความเร็ว 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง ได้ระยะทางไกลที่สุดเฉลี่ย 6.26 กิโลเมตร

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยเวลาในการขับขี่กับระยะทางที่วิ่งได้ โดยใช้พลังงานแบตเตอรี่ในการขับขี่ที่ความเร็ว 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง ต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง

เวลา (นาท)	ระยะทางเฉลี่ย (km)
5	4.35
10	6.15
15	8.15

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า ที่การชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง สามารถวิ่งได้นาน 15 นาที ที่ความเร็ว 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง ได้ระยะทางไกลที่สุดเฉลี่ย 8.15 กิโลเมตร

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเวลาในการขับขี่กับระยะทางที่วิ่งได้ โดยใช้พลังงานแบตเตอรี่ในการขับขี่ที่ความเร็ว 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง ต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง

เวลา (นาท)	ระยะทางเฉลี่ย (km)
5	5.71
10	7.85
15	9.24

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่า ที่การชาร์จแบตเตอรี่เต็ม 1 ครั้ง สามารถวิ่งได้นาน 15 นาที ที่ความเร็ว 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง ได้ระยะทางไกลที่สุดเฉลี่ย 9.24 กิโลเมตร

ทั้งนี้เวลาและระยะทางในการวิ่งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพถนน โดยการทดสอบนี้ใช้สภาพพื้นถนนแบบราบเรียบ

6. การอภิปรายผล

จักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด ที่สร้างขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานจริงได้ และช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ซึ่งในการทดสอบประสิทธิภาพของการเก็บประจุไฟของแบตเตอรี่คิดที่ 50% เพราะได้มีการใช้งานก่อนการทดสอบจริงหลายครั้ง ซึ่งข้อดีของจักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริดคันนี้ สามารถวิ่งโดยใช้พลังงานแบตเตอรี่อย่างเดียว หรือจะใช้ร่วมกับระบบของเครื่องยนต์ก็ได้ โดย

ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงานในช่วงระหว่างความเร็วรอบประมาณ 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง เมื่อความเร็วรอบถึงกำหนด ระบบจะสตาร์ทไฟฟ้าจะทำงานให้ระบบเครื่องยนต์ทำงาน และจะดับเครื่องยนต์ให้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเมื่อความเร็วลดลงช่วง 20 กิโลเมตร/ชั่วโมงการใช้งานระบบมอเตอร์ไฟฟ้ามาขับเคลื่อนจักรยานยนต์ทำให้เกิดความประหยัดค่าใช้จ่ายได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชจร อินวงษ์ และพนาฤทธิ์ เศรษฐกุล ที่ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนารถจักรยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟฟ้า และสอดคล้องกับงานวิจัยของชวลิต คงศักดิ์ไพบูลย์ ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดในประเทศไทยเพื่อประหยัดพลังงาน ผลการวิจัยพบว่าการนำรถระบบไฮบริดมาใช้ในรถยนต์ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และลดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

การดำเนินการออกแบบและสร้างจักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด เมื่อดำเนินการสร้างเสร็จ ได้ดำเนินการนำไปทดสอบการใช้งานจริงบนถนน ซึ่งสามารถใช้งานบนท้องถนนได้เป็นปกติ และประหยัดเชื้อเพลิงมากขึ้น จากผลการทดสอบซึ่งจริงบนถนน น้ำหนักผู้ทดสอบ 60 กิโลกรัม หาค่าความประหยัดเชื้อเพลิง เมื่อเทียบอัตราความสิ้นเปลืองที่ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางที่วิ่งได้ไกลที่สุดเฉลี่ย 9.24 กิโลเมตร ในเวลา 15 นาที ขณะที่ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ณ วันที่ 20 สิงหาคม 2554 ราคาลิตรละ 34.54 บาท สามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ถึง 0.33 ลิตร คิดเป็นค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 11.39 บาท ค่าไฟฟ้าในการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง 3.65 บาท สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ $(11.39 - 3.65) = 7.74$ บาทต่อการชาร์จ 1 ครั้ง คิดเป็นความประหยัดได้ ร้อยละ 22.40 บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในการทดสอบวิ่งที่เวลา 15 นาที

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูง เพื่อประสิทธิภาพในการใช้งาน
2. ควรออกแบบเพิ่มระบบชาร์จแบตเตอรี่ขณะที่ขับเคลื่อน
3. ควรเลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพและมีความเที่ยงตรง

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยจักรยานยนต์ต้นแบบระบบไฮบริด นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับงบประมาณสนับสนุนจากเงินกองทุนส่งเสริมการวิจัย ปี 2554 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัทนัดพบบางใหญ่ จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนรถจักรยานยนต์ Honda Click เกียร์อัตโนมัติ จำนวน 1 คัน ในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้การสนับสนุนส่งเสริมบุคลากรให้ทำงานวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายฐิติพงษ์ สายอยู่ นายธนพล ชันคำ นายสันต์ ดวงประยงค์ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดสอบ และนายปรเมษฐ์ ปาละกวางค์ ณ ออยุธยา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ ในการศึกษาข้อมูล ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย และเพื่อนๆ ทุกท่านที่มีได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนให้งานวิจัยนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] ASTVผู้จัดการออนไลน์, "ยอดขายมอเตอร์ไซด์7เดือนเฉียด 1.1 ล้านคัน." ผู้จัดการออนไลน์ วันที่ 30 สิงหาคม 2553, <http://www.manager.co.th/Motoring/ViewNews.aspx?NewsID=9530000121833>, สืบค้น เมื่อ 2 ธันวาคม 2553.
- [2] ขจร อินวรงค์ และพนาฤทธิ เศษรรฐกุล, “การศึกษาเพื่อพัฒนารถจักรยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟฟ้า”, กรุงเทพมหานคร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
- [3] ขวลิต คงศักดิ์ไพบุลย์, “การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดเพื่อประหยัดพลังงานในประเทศไทย”, กรุงเทพมหานคร, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2551.