

รถจักรยานไฟฟ้า



นางสาวกมลลักษณ์ สุขเกษม

นายปณวัตร วิชัยวงศ์

นายอนุภาพ โยศรีคุณ

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2/2562

รถจักรยานไฟฟ้า



นางสาวกมลลักษณ์ สุขเกษม

นายปณวัตร วิชัยวงศ์

นายอนุภาพ โยศรีคุณ

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2/2562

ชื่อโครงการ	รถจักรยานไฟฟ้า		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกมลลักษณ์	สุขเกษม	B6137618
	นายปณวัตร	วิชัยวงษ์	B6028145
	นายอานุกาพ	โยศรีคุณ	B6028442
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.อุเทน	ลีตน	

บทคัดย่อ

โครงการนี้ศึกษาและออกแบบรถจักรยานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการเดินทางในปัจจุบันการเดินทางส่วนใหญ่ใช้รถยนต์และรถจักรยานยนต์ ซึ่งยานพาหนะข้างต้นนี้ต้องใช้พลังงานน้ำมัน แต่ปัจจุบันมีวิกฤติการณ์ราคาน้ำมันแปรปรวนอย่างรวดเร็ว มีราคาแพงมากขึ้น และยังช่วยให้ลดมลพิษจากไอเสียตามท้องถนนอีกด้วย โครงการนี้จึงเห็นถึงพลังงานทดแทนซึ่งจะนำมาใช้ทดแทนการใช้ปริมาณน้ำมัน ซึ่งพลังงานที่ควรเป็น พลังงานที่หาได้ง่าย มีราคาถูก ซึ่งได้คิดว่าพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีราคาต่อหน่วย ต่ำกว่ามาก อีกทั้งยังหา ได้ง่าย และไม่มีปัญหาในเรื่องของมลพิษที่จะเกิดขึ้นอีกด้วย รถจะถูกออกแบบให้ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าในระยะทางทั้งหมด 15-20 กม.ต่อการชาร์จไฟครั้ง ความเร็วในการวิ่งไม่เกิน 30 กม./ชม. สามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกได้ไม่เกิน 80 กก.

จากการสร้างจักรยานไฟฟ้า พบว่าสามารถขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี และสามารถนำไปปรับใช้ได้ในอนาคต

Project Title	Electric Bike		
Author	Miss KAMOLLUK SUKKASEM	B6137618	
	Mister PANAWAT WICHAIVONG	B6028145	
	Mister ANUPABH YOSRIKHUN	B6028442	
Advisor	Dr. UTHEN LEETON		
	Lecturer of Electrical Engineering		

Abstract

At present, most means of transportation are cars and motorcycles. This car needs fuel. However, the current oil price crisis is very expensive. It also helps to reduce exhaust pollution. Therefore, the alternative energy of energy will replace the use of oil. Energy should be easy to obtain and cheap. I think electric energy is a very low unit cost energy, it is easy, no pollution problem. Happened The vehicle is designed to be recharged by an electric vehicle with a distance of 15-20 mm. The speed does not exceed 30 km. A pension not exceeding 80 kg.

From Electric bicycle Creation It has been found to be able to drive with electricity and can be deployed in the future.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องด้วยความกรุณาและความดูแลเอาใจใส่อันดีของ อาจารย์ ดร.อุเทน ลีตนา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำปรึกษา การสนับสนุน ให้คำปรึกษา แนะนำรวมทั้งข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการ ทางผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณสถานที่อาคารเครื่องมือ F4 ที่ได้เอื้ออำนวยสถานที่ ในการให้ใช้ห้องจัดทำโครงการรวมทั้งอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการจัดทำโครงการในครั้งนี้ นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณ นาย สุนทร โอษฐ์งาม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำรวมทั้งข้อคิดเห็นต่างๆ และความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการ อีกทั้งยังรวมทั้งพี่มหาดินทิตศึกษาเพื่อนๆน้องๆ ในการจัดทำโครงการให้ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ รวมทั้งศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการสืบค้นคว้าข้อมูลต่างๆ มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและครอบครัวของผู้จัดทำที่ได้ให้การสนับสนุน ดูแลเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือ ในด้านการเงินแก่ผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษาคุณประโยชน์อันใดที่เกิดจากโครงการนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าว ข้างต้นผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของผู้สนใจต่อไป

นางสาวกมลลักษณ์ สุขเกษม

นายปณวัตร วิชัยวงษ์

นายอานูภาพ โยศรีคุณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญรูปภาพ

คำอธิบายและคำย่อ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงานวัตถุประสงค

1.2 ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.1 Hub Motor หรือ Brushless DC Motor

2.1.2 ควมคุม Hub Motor (Brushless)

2.3 ชุดคันเร่ง

2.4 วิธีตรวจสอบอุปกรณ์

2.5 การเลือกขนาดของมอเตอร์

2.6 การคำนวณและการเลือกใช้แบตเตอรี่ (Battery)

ก

ข

ง

จ

ฉ

1

1

4

4

5

5

6

10

10

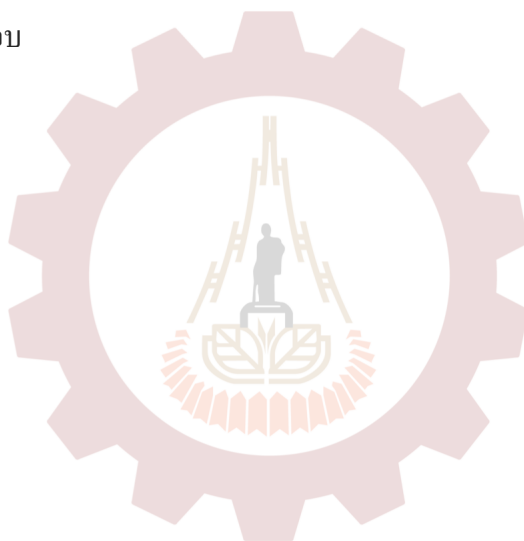
11

14

บทที่ 3 วิธีการจัดทำโครงการ	17
3.1 วัตถุประสงค์	17
3.2 ขั้นตอนการจัดทำโครงการ	17
3.2.1 ศึกษาระบบและค้นหาข้อมูล	17
3.2.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ	18
3.2.3 วิธีการในการดำเนินการ	19
บทที่ 4 ผลการศึกษา	25
4.1 การทดสอบวิ่งทางไกล	26
4.2 สรุปผลการทดสอบ	27
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	28
5.1 สรุปผลการศึกษา	28
5.2 อภิปรายผล	28
5.3 ข้อเสนอแนะ	29
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	32
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	33

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอล์	1
ตารางที่ 2 การดำเนินงาน	20
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบ	26



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1.1 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกับยานพาหนะในท้องถนน	1
รูปภาพที่ 2.1 โครงสร้างของมอเตอร์	3
รูปภาพที่ 2.2 วงจรควบคุมการขับเคลื่อน	5
รูปภาพที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบ	6
รูปภาพที่ 2.4 แผนภาพระบบควบคุมฮับมอเตอร์	7
รูปภาพที่ 2.5 กล่องควบคุม	9
รูปภาพที่ 2.6 การตรวจเช็คอุปกรณ์ต่างๆ ในชุดติดตั้งอุปกรณ์	10
รูปภาพที่ 3.1 แผนผังการวางแบตเตอรี่และอุปกรณ์ติดตั้ง	18
รูปภาพที่ 3.2 แผนผังการติดตั้งรถจักรยานไฟฟ้า	19
รูปภาพที่ 3.3 ทดสอบวงจรคอนโทรลที่ยังไม่ติดตั้ง	21
รูปภาพที่ 3.4 ปรับปรุงแก้ไข	21
รูปภาพที่ 3.5 ติดตั้งแผงวงจรลงในกล่องกันน้ำ	22
รูปภาพที่ 3.6 ชาร์จแบตเตอรี่	22
รูปภาพที่ 3.7 ชุดควบคุมและแบตเตอรี่	23
รูปภาพที่ 3.8 จักรยานไฟฟ้าพร้อมขับจี	23
รูปภาพที่ 3.9 เตรียมตัวทดสอบจักรยานไฟฟ้า	24
รูปภาพที่ 3.10 ทดสอบสมรรถนะจักรยานไฟฟ้ารอบมหาวิทยาลัย	24

คำอธิบายและคำย่อ

P_m = กำลังของมอเตอร์, W

P_w = กำลังขับเคลื่อนของล้อ, W

N = อัตราเร็วรอบของมอเตอร์, rps

T_m = แรงบิดของมอเตอร์, N. m

T_w = แรงบิดที่ล้อ, N. m

η_t = ประสิทธิภาพการส่งกำลัง

i_g = อัตราทดระหว่างมอเตอร์ไปยังล้อ

F = แรงขับเคลื่อนที่ต้องการเอาชนะแรงต้าน, N

r = รัศมีของล้อ, m

W = กำลัง, w

AH = ความจุแบตเตอรี่, A/hr

V = แรงดันไฟฟ้า, v

WH = ความจุแบตเตอรี่, Watt/hr



สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1

บทนำ

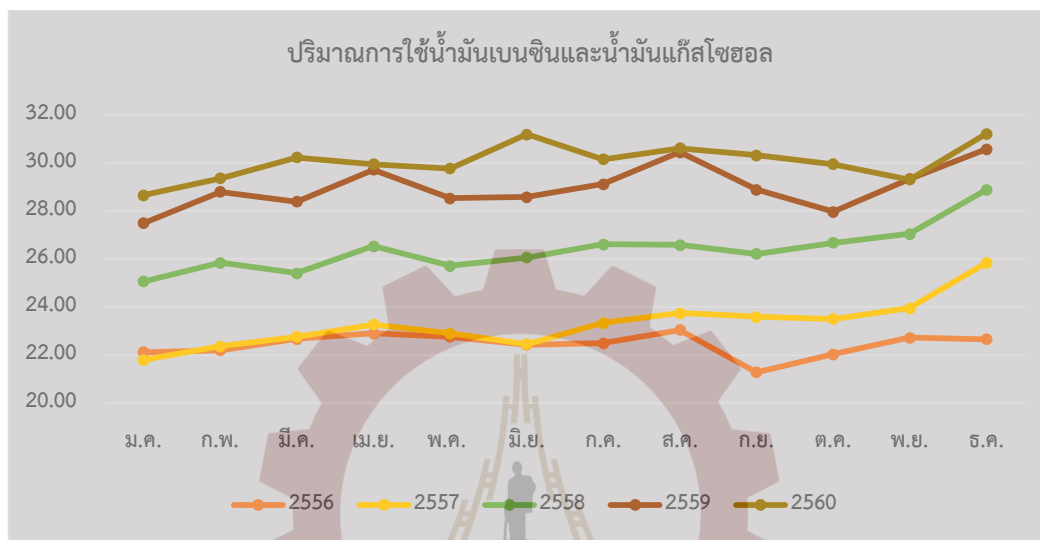
ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากในปัจจุบันยานพาหนะเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเดินทางไปไหนมาไหนของมนุษย์ และแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของมนุษย์นั้นมีมากขึ้น จึงเป็นเหตุผลให้ความต้องการในการใช้ยานพาหนะมีมากขึ้นไปด้วย และยานพาหนะในปัจจุบัน โดยส่วนมาก คือ รถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ รถโดยสาร ซึ่งส่วนมากจะมีความจำเป็นต้องใช้น้ำมันทั้งสิ้น แต่ในปัจจุบันจะเห็นว่าราคาน้ำมันของตลาดโลกเกิดการแปรปรวนเป็นอย่างมาก และมีราคาแพงมากขึ้น

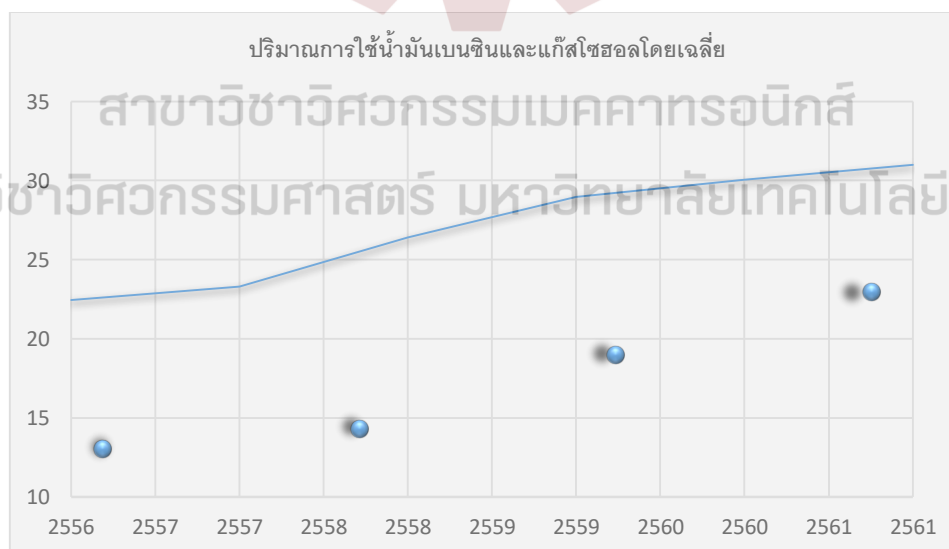
ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอล์

ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอล์													หน่วย: ล้านลิตร/วัน	
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย	
2556	22	22	23	23	23	22	23	23	21	22	23	23	22	
2557	22	22	23	23	23	22	23	24	24	24	24	26	23	
2558	25	26	25	27	26	26	27	27	26	27	27	29	26	
2559	27	29	28	30	29	29	29	30	29	28	29	31	29	
2560	29	29	30	30	30	31	30	31	30	30	29	31	30	
2561	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	

กราฟที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอล์



กราฟที่ 2 ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินและน้ำมันแก๊สโซฮอล์(โดยเฉลี่ย)



โครงการนี้จึงเล็งเห็นถึงพลังงานทดแทนซึ่งจะนำมาทดแทนการใช้ปริมาณน้ำมัน ซึ่งพลังงานที่ควรจะนำมาใช้ทดแทนควรเป็น พลังงานที่หาได้ง่าย มีราคาถูก ซึ่งพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีราคาต่อหน่วยต่ำกว่ามาก อีกทั้งยังหาได้ง่าย และไม่มีปัญหาในเรื่องของมลพิษที่จะเกิดขึ้นอีกด้วย ในแง่ของสิ่งแวดล้อม การหันมาใช้พลังงานไฟฟ้าแทนนับว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เนื่องจากการ

ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษเกิดขึ้นแม้แต่นิดเดียว อีกทั้งการหาแหล่งในการเติมพลังงานยังหาได้ง่ายอีกด้วย เพราะสามารถใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนทั่วไปในการชาร์จไฟฟ้าได้ ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไปนั้นปกติแล้วจะมีน้ำหนักมาก เมื่อนำมาใช้เป็นพาหนะ จำเป็นต้องใช้กำลังที่มาก เนื่องจากภาระจากน้ำหนักที่หนัก และอีกแง่หนึ่งอาจมองได้น้ำหนักพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ จะมีน้ำหนักที่สูงกว่าพาหนะใช้มอเตอร์เป็นอย่างมาก



รูปภาพ 1 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกับยานพาหนะในท้องถนน

อย่างไรก็ดีในบางประเทศได้นำพาหนะที่ใช้ไฟฟ้ามาใช้กันอย่างแพร่หลายแล้วบ้าง เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยได้มีการ นำมาใช้แล้วบ้างแต่ยังเป็นส่วนน้อย เนื่องจากติดปัญหา ตรงที่ยังมีราคาแพงและ ยังไม่มีความรู้หรือข้อมูลในตัวยานพาหนะเอง โครงการนี้จึงมีความเห็นที่จะรณรงค์ให้คนทั่วไปหันมาประหยัดพลังงานน้ำมัน โดยการหันมาใช้พลังงานไฟฟ้าแทน เพื่อทดแทนพลังงานน้ำมัน อีกทั้งยังช่วยทำให้ลดมลพิษจากไอเสียตามท้องถนนอีกด้วย

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวงจรการทำงานและออกแบบรถจักรยานไฟฟ้า

ขอบเขตของโครงการ

- 1) ออกแบบและเลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งจักรยาน
- 2) ออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์
- 3) ได้จักรยานที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าบนทางเรียบ ระยะทางไปกลับไม่เกิน 15-20 กิโลเมตรต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง ที่ความเร็วไม่เกิน 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- 4) จักรยานไฟฟ้าสามารถบรรทุกน้ำหนักได้ไม่เกิน 80 กก.

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

รถจักรยานที่สามารถขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า ด้วยความเร็วไม่เกิน 30 กม./ชม. ระยะทางไป - กลับไม่เกิน 15 - 20 กม. สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ไม่เกิน 80 กก. ช่วยลดพลังงานการใช้น้ำมัน ช่วยลดมลพิษในอากาศ และยังสามารถปั่นออกกำลังกายได้อีกด้วย

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

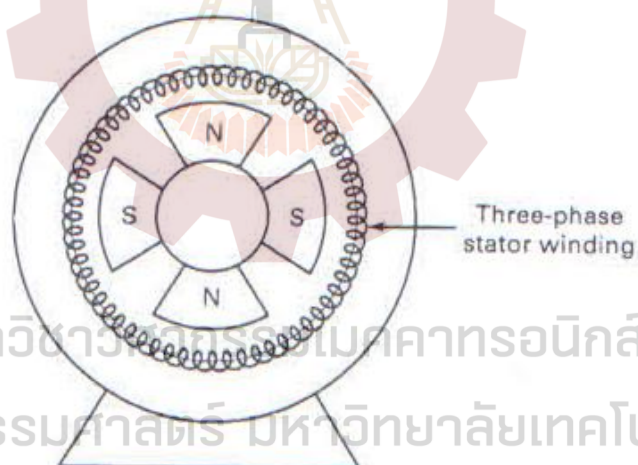
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2 ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

ในโครงการจรวดยานไฟฟ้า ผู้ทำโครงการได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอหัวข้อดังนี้

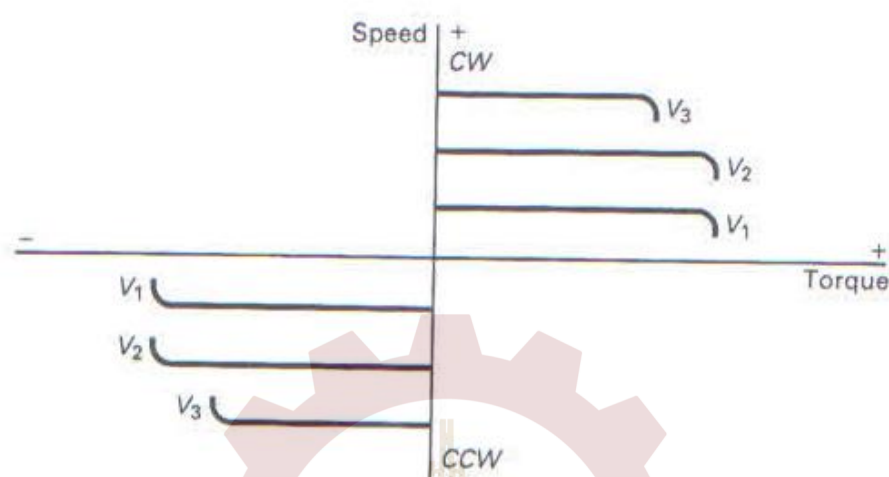
2.1 Hub Motor

Hub Motor หรือ Brushless DC Motor ซึ่งจะไม่มีการแปรงถ่าน มอเตอร์แบบนี้จะอยู่ที่ศูนย์กลางของล้อ ซึ่งที่เราเรียกว่า Hub จึงนิยมติดปากเรียกกันว่า "Hub Motor" ซึ่งมอเตอร์แบบนี้ ราคาจะสูงกว่าแบบมีแปรงถ่าน และวงจรควบคุมจะมีความซับซ้อนกว่ามาก ภายในมอเตอร์มีขดลวด 3 ชุดแต่จะมีหลายชุดและมีการป้อนกลับของสัญญาณจาก hall sensor ทั้งหมด

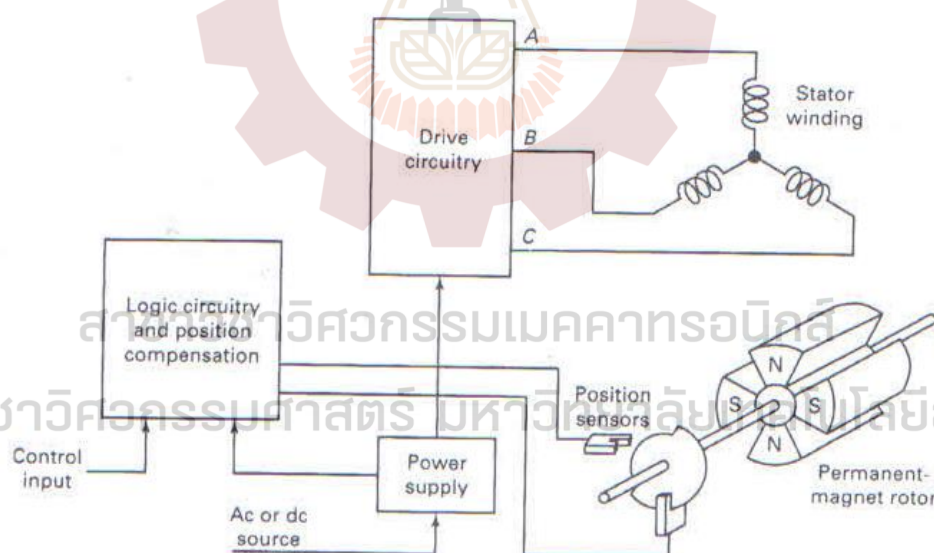


รูปที่ 2.1 โครงสร้างของมอเตอร์

3 ตัว ทำงานในลักษณะ Sink และ Source คือเป็น Low และ High ตามขั้วของแม่เหล็ก ซึ่งจะไม่เหมือนกับ Hall Sensor ในคันเร่ง จะมีการทำงานเป็นแบบลิเนียร์ โดย hall sensor ในล้อนี้จะวางใกล้ๆ กัน เฟสจะต่างกันอยู่ 2 แบบคือ 60 องศา หรือ 120 องศา ซึ่งจุดนี้แล้วแต่บริษัทผู้ผลิตจะออกแบบมา โดยจะวางใกล้ๆ กับขบล้อติดกับ แม่เหล็กในตัวมอเตอร์เอง ซึ่งรวมๆ แล้วจะมีสายไฟทั้งส่วนของสายเซนเซอร์และขดลวด ออกจากมอเตอร์ทั้งหมด 8 เส้น และมอเตอร์แบบนี้ยังมีแบบที่มีเกียร์ ที่เรียกว่าแบบ Planetary Gear



รูปที่ 2.2 วงจรควบคุมการขับเคลื่อน

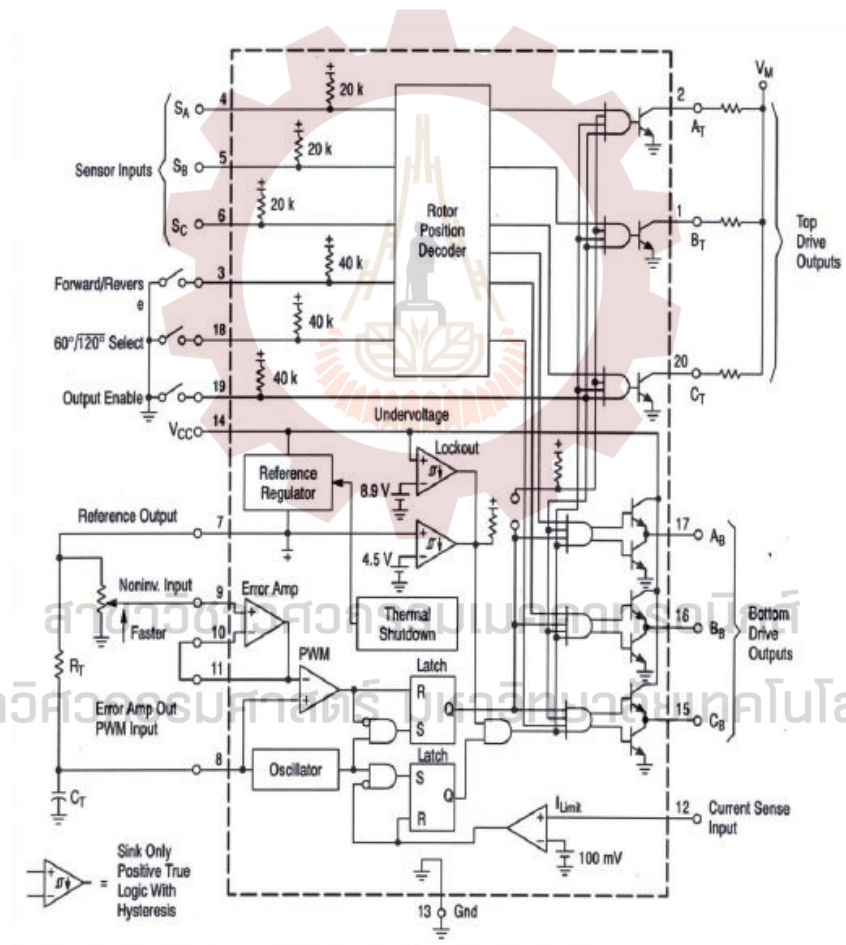


รูปที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบ

รูปที่ 2.1 มอเตอร์ ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่าน จากรูปที่ 2.2 เป็นระบบการควบคุมมอเตอร์ ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านชนิด 3 เฟส ซึ่งประกอบด้วยที่สแตเตอร์มีขดลวดอาร์เมเจอร์จำนวน 3 ชุด โดยได้รับการกระตุ้นจากวงจรขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์และมีสัญญาณตรวจจับตำแหน่งอยู่ที่เพลลา ซึ่งโครงสร้างของมอเตอร์ ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านมีลักษณะคล้ายกันกับของมอเตอร์ซิงโครนัส จำนวนขั้วแม่เหล็กของขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สแตเตอร์จะถูกกำหนดตามจำนวนขั้วของแม่เหล็กถาวรของโร

เตอร์ คุณลักษณะของแรงบิดและความเร็วรอบที่ได้เกิดจากการควบคุมขนาดกระแสของขดลวดอาร์เมเจอร์และเวลาในการสวิทช์ของชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้จะให้ความเร็วรอบที่คงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงบิดที่เปลี่ยนแปลง

2.2 ชุดควบคุม



รูปที่ 2.4 แผนภาพระบบควบคุมฮับมอเตอร์

ภาค Driver

IC เบอร์ MC33033 เป็นไอซีสำเร็จรูปถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับมอเตอร์ไม่ใช้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) หรือ ที่เราเรียกกันว่า Hub Motor การใช้งานหลักๆ ก็ดู Datasheet

ขา 4,5,6 เป็นขา Hall Sensor Encoder เข้า (สายเส้นเล็ก สีเหลือง เขียว และน้ำเงิน ที่ตัวมอเตอร์)

ขา 2,1,20 เป็นขาจับเกทชุด "บน" ของภาค Power Output

ขา 15,16,17 เป็นขาจับเกทชุด "ล่าง" ของภาค Power Output

ขา 9 เป็นขาต่อกับคันเร่ง

ขา 14 เป็นไฟบวก 30V

ขา 13 เป็นกราวด์

ขา 13,18 เป็น Option (เดินหน้า/ถอยหลัง,เลือก Phase Encoder)

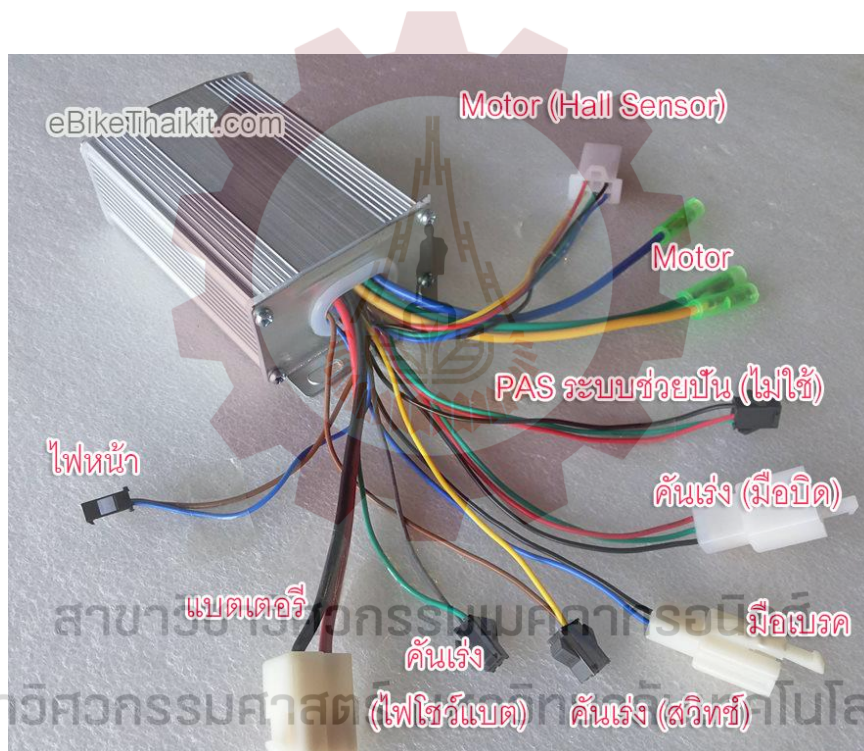
ขา 19 เป็น Output Enable Active Low ต้องต่อลงกราวด์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคขับ Gate Power Mosfet และ ภาค Power Output

เนื่องจากแรงดันจากไอซี MC33033 ไม่สามารถขับเกทเพาเวอร์มอสเฟตทั้ง 6 ตัวได้ จึงต้องใช้ IC TLP250 ทำหน้าที่ขับเกทของเพาเวอร์มอสเฟต ทั้งหมดจำนวน 6 ต้องสร้างวงจร IC TLP250 จำนวน 6 ชุดเพื่อขับเกทของเพาเวอร์มอสเฟต แต่ละตัวคือ Bottom Drive 3 ตัวและ Top Drive 3 ตัว

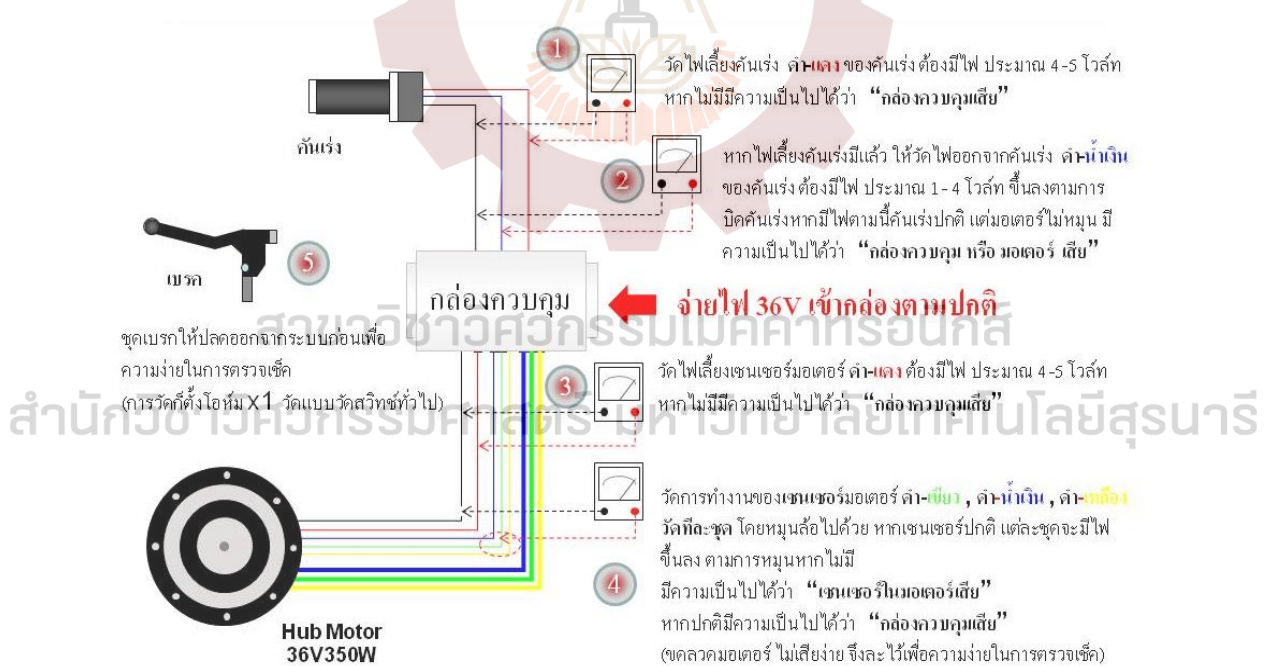


รูปภาพที่ 2.5 กล่องควบคุม

2.3 ชุดคันเร่ง

หลักการทำงานของคันเร่งก็เหมือนวอลลุ่มหรือแบบทอร์คทั่วไปคือสามารถ เร่งหรือ ปรับแรงดันขาออกได้ 0-5 โวลต์โดยประมาณแต่ภายในจะไม่ใช้วอลลุ่มแต่จะใช้ Hall Sensor (เช่นเซอร์สนามแม่เหล็ก) แทนเนื่องจากคงทนและแม่นยำกว่าวอลลุ่มที่เราพบเห็น Hall Sensor มีลักษณะเหมือนทรานซิสเตอร์มี 3 ขาคือ ขาไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ขากราวด์ และขาไฟออก ซึ่งภายในคันเร่งจะมีแม่เหล็กลักษณะทรงโค้งฝังอยู่ในตัวบิด เมื่อเรบิดคันเร่งก็จะเกิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำที่ต่างกันออกไป ให้ Hall sensor แปลผันเป็นแรงดันไฟส่งไปให้ชุดควบคุมรับรู้อีกทีหนึ่ง ส่งเป็นพัลสมาตรฐานไปนี้ละ ไม่ใช่พัลส์อะไรทั้งนั้นใช้มิเตอร์เข็มวัดได้เลยหนึ่งต่อไฟ 5 โวลต์ อีกด้านหนึ่งลงกราวด์ ส่วนขากลางก็เป็นแรงดันเอาท์พุท ส่งไปภาคคอลโทรล เท่านั้นก็สามารถใช้เป็นคันเร่งได้แล้ว

2.4 วิธีตรวจสอบอุปกรณ์



รูปภาพ 2.6 การตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุดติดตั้งอุปกรณ์

2.5 การเลือกขนาดของมอเตอร์

ในการคำนวณกำลังของมอเตอร์เพื่อให้ได้ความเร็วที่ต้องการภายใต้เงื่อนไขสภาวะการรับโหลดที่ออกแบบ ซึ่งจะเป็นไปตามเงื่อนไขความสัมพันธ์ตามสมการดังต่อไปนี้

$$P_m = 2\pi NT_m \quad (2.1)$$

เมื่อ P_m = กำลังของมอเตอร์, W
 N = อัตราเร็วรอบของมอเตอร์, rps
 T_m = แรงบิดของมอเตอร์, $N.m$

สมการความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กของล้อกับทอร์กของมอเตอร์

$$T_w = \eta_t \times i_g \times T_m \quad (2.2)$$

เมื่อ T_w = แรงบิดที่ล้อ, $N.m$
 η_t = ประสิทธิภาพการส่งกำลัง
 i_g = อัตราทดระหว่างมอเตอร์ไปยังล้อ (ถ้าส่งผ่านกำลังโดยตรงจะมีค่าเป็น 1)
 T_m = แรงบิดของมอเตอร์, $N.m$

สมการความสัมพันธ์แรงขับเคลื่อนกับทอร์กของล้อ

$$F = R_r + R_a + R_g \quad kr = 0.015 + 0.00016(30 \times \frac{1000}{3600})$$

$$F = k_r N + \frac{1}{2} \rho C_D A V^2 + 0 \quad kr = 0.01487$$

$$F = 11.667 + 12.00 + 0 \quad \rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

$$A = (40 \times 160 \times 10^{-4}) \text{ m}^3$$

$$F = 23.667 \text{ N} \quad C_D = 0.45$$

$$N = mg$$

$$N = 80 \times 9.81$$

$$N = 784.8 \text{ N}$$

$$F = \frac{T_w}{r} \quad (2.3)$$

$$23.667 = \frac{T_w}{0.6604}$$

$$T_w = 15.6297 \text{ N/m}$$

เมื่อ F = แรงขับเคลื่อนที่ต้องการเอาชนะแรงต้าน, N

T_w = แรงบิดที่ล้อ, $N.m$

r = รัศมีของล้อ, m

จากสมการที่ (2.2) และสมการที่ (2.3) สามารถสรุปได้ว่า

$$F = \frac{\eta_t \times i_g \times T_m}{r} \quad (2.4)$$

$$23.667 = \frac{0.9 \times 1 \times T_m}{0.6604}$$

$$T_m = 17.3663 \text{ N/m}$$

การหาความเร็วรอบที่ต้องการ ในการเคลื่อนที่ของรถนั้นอัตราเร็วมีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราทดรอบด้วย

ถ้า อัตราเร็วรอบของมอเตอร์ = N rps

จะได้ว่า อัตราเร็วของล้อ = $\frac{N}{i_g}$ rps

ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นล้อยแบบฮับมอเตอร์ ค่าอัตราทด i_g จึงมีค่า = 1

เส้นรอบวงของยางล้อ 1 รอบ = $2\pi r_m$

$$\text{อัตราเร็วรถ} = 2\pi r \left(\frac{N}{i_g} \right) \text{ m/s}$$

เมื่อ $i_g = 1$

$$\text{อัตราเร็วรถ} = 2\pi r N \text{ m/s}$$

$$\text{หรือ} = 2\pi r N \left(\frac{3600}{1000} \right) \text{ km/hr}$$

ดังนั้นจะได้ว่าสมการการหาอัตราเร็วของรถเป็น

$$V = \frac{3.6(2\pi r)N}{i_g} \quad (2.5)$$

$$30 = \frac{3.6(2\pi 0.6604)N}{1}$$

$$N = 2.0083 \text{ rps}$$

หลังจากที่เราสามารถคำนวณแรงต้านการเคลื่อนที่และอัตราเร็วของรถได้แล้วนั้น เราจะสามารถหา กำลังขับเคลื่อนของล้อจากสมการ การหากำลังขับเคลื่อน

$$P_w = \frac{23.667}{0.6604} \quad (2.6)$$

$$P_w = 197.223 \text{ W}$$

แต่เนื่องจากในการส่งกำลังโดยทั่วไปนั้น เราไม่สามารถส่งกำลังไปสู่ชิ้นส่วนอื่นๆ ได้ถึง 100% ดังนั้นเรา จะมาวิเคราะห์หากำลังของมอเตอร์ที่ต้องใช้โดยการใช้ค่าประสิทธิภาพในการส่ง กำลังเพื่อใช้ในการออกแบบ จะได้ประสิทธิภาพการส่งกำลังได้เป็น

$$\eta_t = \frac{P_w}{P_m}$$

$$\eta_t = \frac{197.223}{219.137}$$

$$\eta_t = 0.9$$

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

เมื่อแทนค่ากำลังขับเคลื่อนของล้อแล้วเราจะ ได้สมการ

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$$P_m = \frac{FV}{3.6\eta_t} \quad (2.7)$$

$$P_m = \frac{23.667(30)}{3.6(0.9)}$$

$$P_m = 219.137 \text{ W}$$

โดยเราจะใช้สมการ 2.7 ในการคำนวณหาขนาดกำลังของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ทั้งนี้ อาจมีการเพิ่มค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) ในการออกแบบเข้าไปด้วย

การคำนวณและการเลือกใช้แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่

จักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ราคาของแบตเตอรี่มีตั้งแต่ราคาถูกจนถึงราคาแพง แต่เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของจักรยานไฟฟ้า และแบตเตอรี่เป็นหัวใจของจักรยานไฟฟ้า ความหมายของค่าต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณา ของแบตเตอรี่ได้แก่

แรงดันไฟฟ้า (Voltage)

เขียนสั้นๆ ว่า V แบตเตอรี่ประกอบด้วย เซลล์แบตเตอรี่หลายๆ เซลล์ต่อเข้าด้วยกัน แต่ละเซลล์มีแรงดันไฟฟ้าคงที่และแรงดันไฟฟ้าขึ้นกับส่วนประกอบของสารเคมี เช่น เซลล์แบบ NiCad/NiMH มีแรงดันไฟฟ้า 1.2 โวลต์ (V), เซลล์แบบตะกั่วกรดมีแรงดัน ประมาณ 1.2 V เซลล์แบบลิเทียมมีแรงดัน 3.7 V จักรยานไฟฟ้าและสกู๊ตเตอร์ทั่วไป ใช้แรงดันแบตเตอรี่ประมาณ 24, 36, 48 V โดยประกอบด้วยเซลล์หลายๆ เซลล์ ต่ออนุกรมกัน ตัวอย่างแบตเตอรี่ขนาด 36 V จะประกอบด้วย เซลล์ลิเทียมจำนวน 10 เซลล์ เซลล์แบบตะกั่วกรดจำนวน 18 เซลล์ และเซลล์แบบ NiMH จำนวน 30 เซลล์

แอมป์อาวัวร์ (Amp Hour)

เขียนสั้นๆ ว่า AH เมื่อคุณใช้แบตเตอรี่ไปเรื่อย ๆ กระแสไฟฟ้าจะถูกดึงออกไปจากแบตเตอรี่ แรงดันจะลดลงอย่างช้า ๆ จนแรงดันคงที่ และแรงดันจะลดลงอย่างรวดเร็ว ระยะเวลาที่แรงดันสามารถใช้งานสุดท้ายขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่ มีหน่วยเป็น แอมป์-ชั่วโมง (AH)

ถ้าแบตเตอรี่มีความจุ 1 AH หมายความว่า แบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสได้ 1 แอมป์ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง แบตเตอรี่จักรยานไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็น 10 AH ถ้ามอเตอร์ของจักรยานกินกระแส 15 A ก็จะใช้ได้นานประมาณ 40 นาที ขนาดและราคาเป็นสัดส่วนกับความจุของแบตเตอรี่ (AH) เช่น ถ้าต้องการความจุเพิ่มขึ้นสองเท่า ราคา น้ำหนัก ขนาด ราคา ก็เพิ่มขึ้นสองเท่าเช่นกัน น้ำหนักจะแตกต่างกันเล็กน้อยตาม ความหนาแน่นการบรรจุ (packing density) และกระบวนการผลิต แต่ปกติแล้วจะใกล้เคียงกัน อาทิเช่น แบตเตอรี่แบบ “A” ชนิด NiMH มีขนาด 2 AH, แบตเตอรี่แบบ “C” มีขนาด 5 AH แบตเตอรี่แบบ “D” มีขนาด 8 AH, แบตเตอรี่แบบ “E” มีขนาด 12-13 AH, แบตเตอรี่แบบ “DD” มีขนาด 18-19AH

วัตต์อ้าว (Watt Hour)

เขียนสั้นๆ ว่า WH การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ไม่ใช่แค่แอมป์อ้าว แต่เรา ยังต้องพิจารณาพลังงานไฟฟ้าที่สะสม ในแบตเตอรี่ เรียกว่า วัตต์อ้าว หนึ่งพัน วัตต์อ้าวสามารถเขียนได้เป็น 1000WHหรือ 1KWH วัตต์อ้าวคำนวณได้จาก AH คูณด้วยแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ถ้าแรงดันสูงขึ้นก็จะใช้กระแสน้อยลง ทำให้จักรยานไฟฟ้าที่ใช้แรงดันสูงจะไปได้ไกล กว่าจักรยานไฟฟ้าที่ใช้แรงดันต่ำ สมมุติแบตเตอรี่มีขนาด 24 V 8 AH สามารถจ่ายกำลังได้ 192 WH และถ้าแบตเตอรี่ มีขนาด 48 V 4 AH สามารถจ่ายกำลังได้ 192 WH เช่นกัน ถ้านำแบตเตอรี่ สองก้อนมาใช้งาน (24 V 8 AH และ 48V 4AH) มีคุณลักษณะทางเคมีที่เท่ากัน น้ำหนักเท่ากัน ราคาเท่ากัน ก็จะทำให้จักรยานมีคุณสมบัติใกล้เคียง

การคำนวณหาความจุของแบตเตอรี่และระยะเวลาการใช้งาน

จากสูตร

$$AH = \frac{W \times hr}{V \times inverter}$$

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยที่ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ = 0.60 (สำหรับแบตเตอรี่ธรรมดา)

= 0.80 (สำหรับแบตเตอรี่ Deep Cycle)

โดยทั่วไปประสิทธิภาพของ Inverter = 0.85

เมื่อรู้กำลังไฟฟ้าของโหลดที่ต้องการใช้, ความจุของแบตเตอรี่ และแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่แล้ว สามารถคำนวณหาระยะเวลาที่สามารถใช้งานโหลดได้จากสูตร

$$hr = \frac{V \times inverter}{W}$$

โดยที่

Ah คือ แอมป์-ชั่วโมง หรือ Amp-hour

W คือ วัตต์ หรือ Watts

hr คือ ชั่วโมง หรือ hour

V คือ โวลต์ หรือ Volt

หมายเหตุ : ระยะเวลาที่สามารถใช้งานโหนดได้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของโหนดนั้นๆด้วย

การคำนวณหาเวลาการใช้งาน

นำแบตเตอรี่ ไปใช้งานกับฮับมอเตอร์ขนาด 350W ต่อเนื่อง ต้องใช้แบตเตอรี่ 36V ใช้ได้กี่ชม.

จากสูตร

เวลาการใช้งาน(hr) =

$\frac{\text{ขนาดความจุแบตเตอรี่} \times \text{แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่} \times \text{ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่} \times \text{ประสิทธิภาพของ Inverter}}{\text{กำลังไฟฟ้าของโหนด}}$

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

$$= \frac{7.8 \times 36 \times 0.6 \times 0.85}{350}$$

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$$= 0.4091$$

ดังนั้น เวลาการใช้งานประมาณ 41 นาที

การคำนวณหาวัตต์อ้าว

$$Watt Hour = 36V \times 7.8 AH$$

$$Watt Hour = 280WH$$

ดังนั้น ขับได้ 17 กิโลเมตร แบตสามารถจ่ายกระแสได้ ประมาณ 16.5 WH/km

บทที่ 3 วิธีการจัดทำโครงการ

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำโครงการได้แก่

1. แบตเตอรี่จักรยานไฟฟ้า 12V 7.8Ah
2. Hub motor DC
3. Controller
4. ขางนอกและขางใน
5. แส่นด์ และปลอกแส่นด์
6. กล้องกันน้ำ 10 x 12 นิ้ว
7. ซีลวดพร้อมน็อต
8. ชุดบัดกรี
9. หน้าปัดวัดค่าต่างๆ
10. สายเคเบิลไทร์
11. เครื่องชาร์จแบตเตอรี่

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการนี้เป็นโครงการเชิงนวัตกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อทำจักรยานไฟฟ้าขึ้นมาช่วยให้สะดวกมากยิ่งขึ้นในการเดินทาง โดยนำ Hub motor และชุดขับเคลื่อนไฟฟ้าดังกล่าวไปติดตั้งที่ตัวรถจักรยาน ซึ่งมีความสะดวกต่อการติดตั้งและง่ายต่อการใช้งาน และจะมีลักษณะคล้ายกับการบังคับรถจักรยานยนต์ทั่วไป โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานมีดังนี้

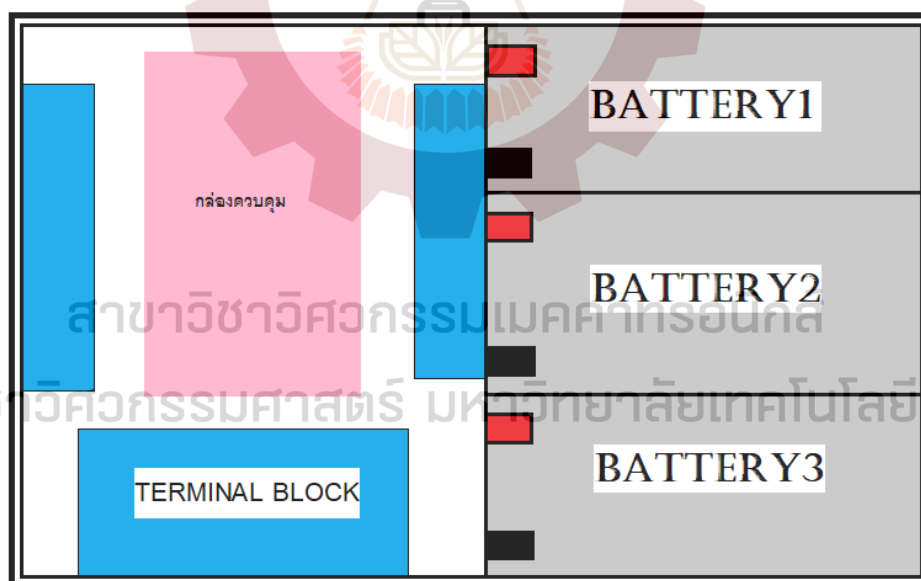
3.2.1 ศึกษาระบบและค้นหาข้อมูล

เนื่องจากโครงการจักรยานไฟฟ้าดังกล่าวเคยมีผู้ประดิษฐ์คิดค้นไว้ก่อนหน้านี้แล้ว อีกทั้งระบบชุดควบคุมมอเตอร์เป็นแบบสำเร็จ ดังนั้นโครงการนี้จะเป็นการออกแบบโครงสร้างขึ้นมาใหม่ โดยอาศัยการดัดแปลงและประยุกต์ชิ้นส่วนที่มีขายในท้องตลาดหรือที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปและ

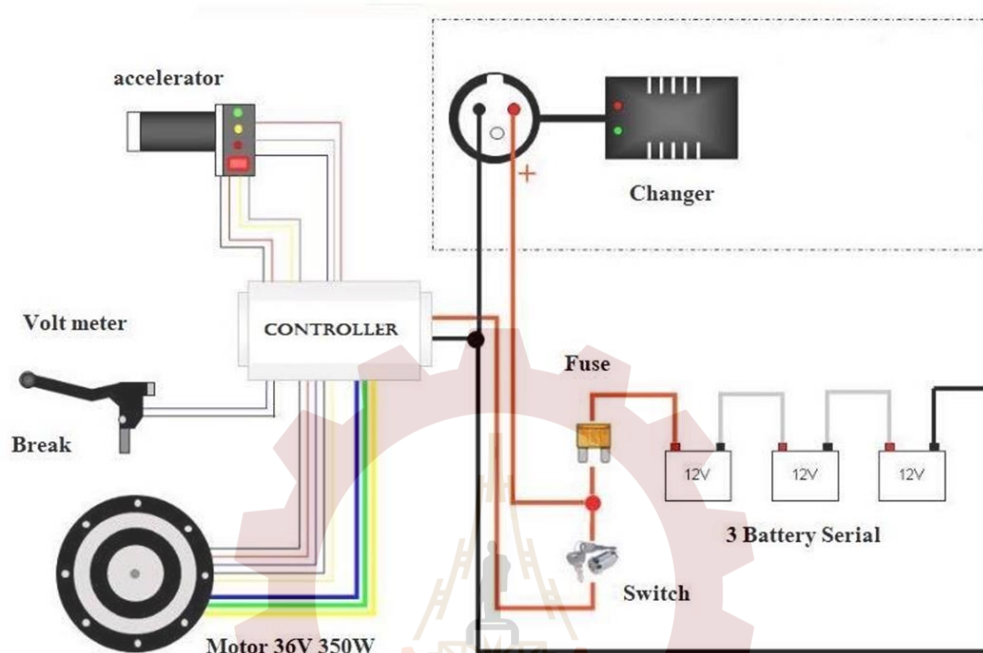
ออกแบบสร้างชิ้นส่วนประกอบขึ้นมาใหม่เพื่อประกอบเข้ากับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ให้ได้อย่างเหมาะสม และใกล้เคียงกับที่ได้ออกแบบไว้

3.2.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

โดยหลักๆแล้วการออกแบบมุ่งเน้นออกแบบ Motor และ Controller ให้จักรยานไฟฟ้าเคลื่อนนี้สามารถขับเคลื่อนในทางราบพร้อมผู้ขับขี่มีน้ำหนักรวม 80 กิโลกรัม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถวิ่งได้ในระยะทางเป็นอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 15 กิโลเมตร ต่อการประจุแบตเตอรี่เต็มหนึ่งครั้ง



รูปที่ 3.1 แผนผังการวางแบตเตอรี่และอุปกรณ์ติดตั้ง



รูปที่ 3.2 แผนผังการติดตั้งรถจักรยานไฟฟ้า

ซึ่งจากการออกแบบจะทำให้เห็นภาพโดยรวมที่จะดำเนินงานสร้างชิ้นงานในแต่ละส่วน ที่
 สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
 เราจะทำว่าจะเริ่มจากตรงไหนก่อนและหลัง เห็นเป็นลำดับขั้นตอน ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
 สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.3 วิธีการในการดำเนินการ

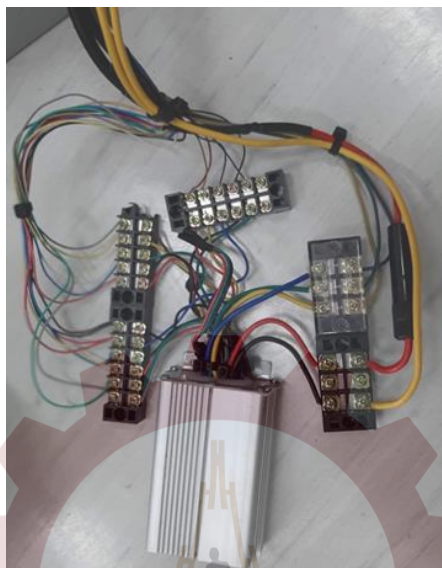
ในส่วนของการดำเนินงานได้กำหนดแผนลำดับกิจกรรมในช่วงระยะหนึ่งภาคการศึกษาหรือในช่วงระยะเวลาประมาณ 4 เดือน ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2 การดำเนินงาน

กิจกรรม	สัปดาห์ที่															
	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กำหนดจุดประสงค์และแผนการดำเนินการ																
2. ศึกษาและออกแบบโครงสร้างรถจักรยาน																
3. ศึกษาและออกแบบการทำงานของมอเตอร์และระบบส่งกำลัง																
4. ศึกษาและออกแบบเกี่ยวกับระบบควบคุมมอเตอร์																
5. เบิกเงินและจัดซื้อ																
6. สร้างจักรยานไฟฟ้า																
7. ทดสอบการทำงานของจักรยานไฟฟ้า																
5. ปรับปรุงแบบและแก้ไขข้อบกพร่อง																
6. สรุปงานและเขียนรายงาน																

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยในส่วน โครงสร้างจะเริ่มจากการยึด(เชื่อมเข้ากับฮับมอเตอร์ให้ติดกับโครงล้อแล้วต่อฮับมอเตอร์ ที่วัดความเร็วรอบของล้อจักรยาน เบรกและคันเร่งเข้าแผงควบคุม จากนั้นออกแบบกล่องที่ไว้เก็บแผงวงจร แล้วยึดกล่องควบคุมเข้ากับท้ายรถจักรยานและจัดวางแผงควบคุมให้อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการต่อสายไฟ หลังจากนั้นก็ทำการเก็บสายไฟให้สวยงามโดยใช้ที่เก็บสายไฟพันรอบสายไฟที่เราทำการติดตั้งเข้ากับแผงวงจร ยึดสายไฟที่เราเก็บให้เข้ากับโครงจักรยาน ด้วยสายเคเบิลไทร์



รูปที่ 3.3 ทดสอบวงจร โดยที่ยังไม่ติดตั้ง



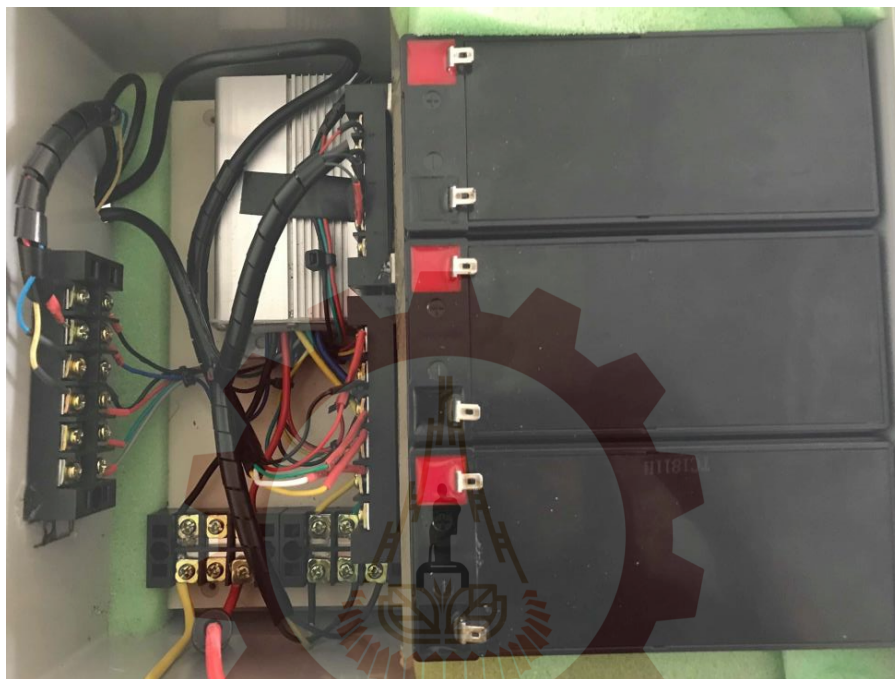
รูปที่ 3.4 ปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 3.5 ติดตั้งแผงวงจรลงในกล่องกันน้ำ



รูปที่ 3.6 ชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 3.7 ชุดควบคุมและแบตเตอรี่

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.8 จักรยานไฟฟ้าพร้อมขับขี่



รูปที่ 3.9 เตรียมตัวทดสอบจักรยานไฟฟ้า



รูปที่ 3.10 ทดสอบสมรรถนะของรถจักรยานไฟฟ้ารอบมหาวิทยาลัย

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำชุดขับเคลื่อนรถไฟฟ้าด้วยฮับมอเตอร์ ที่สร้างขึ้นมาทดสอบสมรรถนะการทำงาน โดยทำการทดสอบจะเป็นการวิ่งทดสอบที่ความเร็วเทียบกับเวลาโดยการบิดคันเร่งสูงสุด การทดสอบระยะทางที่สามารถทำการวิ่งได้ต่อการประจุแบตเตอรี่ 1 ครั้ง

4.2 การทดสอบความเร็วเทียบกับเวลา

เป็นการทดสอบจากจุดเริ่มต้น โดยมีโหลด 80 กิโลกรัม การออกตัวบิดคันเร่งรถจักรยานไฟฟ้า สามารถทำความเร็วสูงสุดได้ที่ 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง

4.2.1 การทดสอบความเร็วเทียบกับเวลาโดยการออกตัวด้วยการช่วยปั่น พร้อมกับบิดคันเร่งให้มอเตอร์ทำงานที่น้ำหนักผู้ทดสอบ

4.3 ระยะทางของรถจักรยานไฟฟ้าวิ่งได้ต่อการประจุแบตเตอรี่ 1 ครั้ง

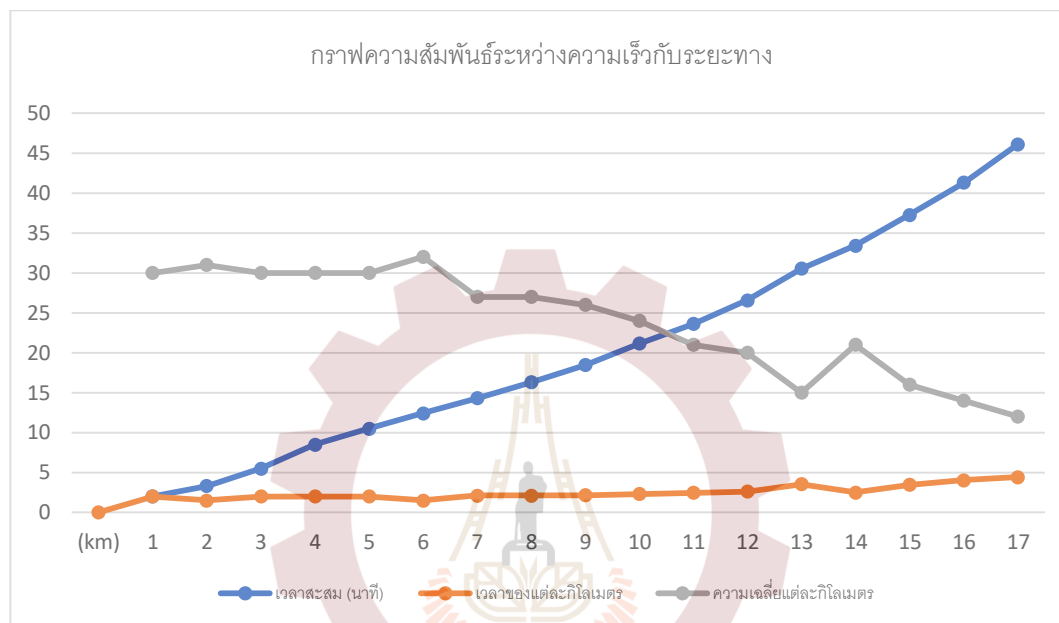
การหาระยะทางที่รถจักรยานไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ต่อการประจุแบตเตอรี่ 1 ครั้ง ในที่นี้ใช้โหลด 80 กิโลกรัม โดยวิ่งในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งระยะทางโดยรอบประมาณ 2500 เมตร แบตเตอรี่ที่ใช้ในโครงการนี้เป็นชนิดตะกั่ว-กรด (Lead-Acid) ขนาด 12V/7.8Ah จำนวน 3 ลูก ต่ออนุกรมกันเพื่อให้ได้ระดับแรงดันที่ 36 โวลต์

จากการทดสอบเมื่อประจุแบตเตอรี่เต็ม ทดสอบโดยการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ซึ่งจากการทดสอบรถจักรยานไฟฟ้า สามารถวิ่งได้เป็นระยะทาง 17 กิโลเมตร

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบ

ระยะทาง (km)	เวลาสะสม (นาทีก)	เวลาของแต่ละ กิโลเมตร (นาทีก)	ความเร็วเฉลี่ย แต่ละกิโลเมตร	ความเร็วสูงสุด (km/hr)
1	2.00	2.00	30	36
2	3.30	1.50	31	36
3	5.50	2.00	30	35
4	8.50	2.00	30	34
5	10.50	2.00	30	35
6	12.40	1.50	32	33
7	14.29	2.11	27	33
8	16.30	2.10	27	31
9	18.45	2.15	26	29
10	21.13	2.28	24	26
11	23.59	2.46	21	25
12	26.58	2.59	20	22
13	30.52	3.54	15	19
14	33.41	2.49	21	22
15	37.25	3.44	16	17
16	41.28	4.03	14	15
17	46.10	4.42	12	13
เฉลี่ย		2.51	23.88	27.12

กราฟที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทาง



4.8 สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบรถจักรยานไฟฟ้า เริ่มจากการทดสอบความเร็วเฉลี่ยของรถจักรยานไฟฟ้า เทียบกับเวลา ด้วยการออกตัวรถโดยการปั่นพร้อมกับบิดคันเร่งสูงสุด และทดสอบระยะทางการวิ่งสูงสุดต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็มหนึ่งครั้งบนทางเรียบ ซึ่งน้ำหนักรวมในแบตเตอรี่ 80 กิโลกรัม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานต่าง ๆ ของรถจักรยานไฟฟ้า

ในการวิ่งทดสอบระยะไกลโดยวิ่งบนถนนรอบมหาวิทยาลัยซึ่งมีทั้งทางที่เป็นเนินขึ้นและทางที่เป็นทางลาดลง ซึ่งแล้วแต่ส่งผลต่อการใช้พลังงานแบตเตอรี่ ทางลาดลงจะกินกระแสน้อย ส่วนทางลาดขึ้นจะกินกระแสมากกว่าปกติ

จากการทดลองจักรยานไฟฟ้าวิ่งรอบมหาวิทยาลัยด้วยแบตเตอรี่เต็มเพื่อดูระยะทางสูงสุดที่ได้ ความเร็วจะลดลงตามแบตเตอรี่ที่ใช้ไปโดยเริ่มต้นความเร็วสูงสุดจะอยู่ที่ 36 km/hr จากกิโลเมตรที่ 1 จนถึง กิโลเมตรที่ 5 และจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อถึงที่ กิโลเมตรที่ 17 ความเร็วจะอยู่ที่ 13 km/hr ซึ่งเป็นระยะทางสูงสุดที่ได้ทำการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาโครงงานจักรยานไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Hub Motor) ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 36 โวลต์ และมีกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ การดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆจนกระทั่งจบงานทดสอบการทำงานของจักรยานไฟฟ้านี้สามารถสรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานได้ดังนี้

จากผลการทดสอบการทำงานของโครงงานรถจักรยานไฟฟ้า สามารถควบคุมให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ที่ล้อหน้า สามารถรองรับน้ำหนักรวมแบตเตอรี่ได้ 80 กิโลกรัม สามารถวิ่งบนทางเรียบด้วยความเร็วสูงสุด 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง สามารถวิ่งทำความเร็วได้ในระดับที่ต้องการ ได้มีการตอบสนองเป็นที่น่าพอใจ รวมไปถึงระยะทางที่วิ่งได้ต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็มหนึ่งครั้งได้ 17 กิโลเมตร ซึ่งตัวแบตเตอรี่ที่นำมาใช้มีความจุไฟมากพอสำหรับการเดินทาง ซึ่งเป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายวัตถุประสงค์

5.2 อภิปรายผล

จากการทดสอบขับเคลื่อนจักรยานไฟฟ้าพบว่าความเร็วจะค่อยลดลงตามระยะทางที่และแบตเตอรี่ที่ใช้ไป

การออกตัวความเร็วค่อยๆเพิ่มตามแรงบิดที่คันเร่ง ที่แรงบิดสูงสุดความเร็วสูงก็จะกินกระแสสูงตามไปด้วย การเร่งแบบฉับพลันก็เช่นกันจะทำให้กระแสพุ่งสูง ฉะนั้นการขับขึ้นเพื่อความเร็ว ประหยัดพลังงานจะต้องค่อยๆเร่งเมื่อถึงความเร็วที่พอเหมาะก็ให้หยุดเร่ง

จากการทดลองเก็บค่าข้อมูลพบว่าความเร็วที่วิ่งแล้วประหยัดพลังงานมากที่สุด ควรวิ่งที่อัตราเร็ว 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ระยะทางเท่ากัน

ในการวิ่งขึ้นเนินจะกินกระแสมากกว่าปกติ ส่วนในทางตรงข้ามการวิ่งลงทางลาดก็จะกินกระแสน้อย

ดังนั้นพฤติกรรมการขับขี่แล้วแต่มีผลต่อการใช้พลังงาน รวมถึงอายุการใช้งานไม่ว่าจะเป็นในส่วน of แบตเตอรี่ หรือตัวชุดขับ หรือไม่ก็ตัวรถจักรยานไฟฟ้าเอง ซึ่งอย่าลืมว่าตัวรถจักรยานไฟฟ้าเองไม่มีระบบโซ่รองรับ ดังนั้นสภาพพื้นผิวทางจะส่งผลต่อตัวรถจักรยานไฟฟ้ามากกว่าและยังส่งผลต่อผู้ที่ขับขี่เองอีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบขับขี่จักรยานไฟฟ้ายังมีผลทางทดสอบที่ยังไม่น่าพึงพอใจมากนักหลายส่วน เช่น แบตเตอรี่ที่ซื้อมายังไม่ทำการ balance ทำให้ตัวแบตเตอรี่ขนาดแรงดันไม่เท่ากันในแต่ละลูก อาจส่งผลต่อการใช้งานในระยะยาว และยังมีในส่วน of เบาะนั่งที่แข็งทำให้อาการปวดเมื่อยในส่วนของการวิ่งต่อเนื่องยังขาดความชัดเจน ว่าแบตเตอรี่ที่ใช้ในตัวโครงงานนี้ สำหรับชุดขับนี้ในการชาร์จเต็มหนึ่งครั้งวิ่งได้ระยะทางไกลทั้งสิ้นเท่าไร เพราะความเร็วลดลงเรื่อย ๆ จนไม่สามารถวัดค่าได้

การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับตัวรถจักรยาน ชุดควบคุมภายในกล่องมีความร้อน และไม่มีช่องระบายอากาศทำให้อาจเกิดผลเสียที่หลังในภาคหน้า

ในส่วนที่ยังขาดอีกเล็กน้อย คือในส่วนของการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน เช่น เบาะนั่งนุ่มๆ ใช้กันกระแทก และพ่นสีตกแต่งให้สวยงาม ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้สามารถนำมาเพิ่มเติมเพิ่มมูลค่าให้กับตัวโครงงาน

บรรณานุกรม

เว็บไซต์

- [1] บริษัท เอนเนอร์ยี ควอลิตี้ เซอร์วิส จำกัด แรงต้านอากาศ (Drag force) สืบค้นเมื่อ 25/09/2562

จาก <https://ienergyguru.com>

- [2] Chaiyaporn Silawatchananai. (2014). การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. สืบค้นเมื่อ 1/10/2562 จาก <http://aimagin.com>

- [3] Ebikethaikit. (2011). เรียนรู้สร้างจักรยานไฟฟ้า
สืบค้นเมื่อ 6/10/2562, จาก <https://www.ebikethaikit.com>

- [4] บริษัท ไตรเทพ อินคัสทรี จำกัด (2013). การคำนวณหาความจุของแบตเตอรี่และระยะเวลาการใช้งาน สืบค้นเมื่อ 15/10/2562 จาก <http://www.diy-solarcell.com>

วารสาร

- [1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะ เขียวกมลสิงห์. (2555). UTC. วิศวกรรมสาร 65 (2):82

สืบค้นเมื่อ 25/09/2562 จาก www.eit.or.th

หนังสือ

- [1] Areerak, K-N, Bozhko, S.V., Asher, G.M., and Thomas, D.W.P. (2008). Stability analysis and modeling of AC-DC system with mixed load using DQ-transformation method, IEEE

International Symposium on Industrial Electronics, :19-24

- [2] Yan H.S.. Creative Design of Mechanical Devices; Springer: Berlin, Germany. 1998

Ngo H.T., Yan H.S. Configuration synthesis of series-parallel hybrid transmission. Proc. Inst. Mech. Eng. Part D J. Automob. Eng. 2015; 230: 664-678. 10.1177/0954407015591405

[3]Hoang N.T., Yan H.S. Configuration Synthesis of Novel Series-Parallel Hybrid Transmission Systems with Eight-Bar Mechanisms. Energies. 2017; 101044. 10.3390/en10071044

[4]Kima Y., Hamada T. Control Device for In-Wheel Transmissions in an Electric Vehicle. U.S. Patent668,841B210February. 2004

[5]Mi C., Abul Masrur M.. Hybrid Electric Vehicle: Principles and Applications with Practical Perspectives; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA. 2011

สืบค้นเมื่อ 25/09/2562



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติดำเนินโครงการ

ชื่อผู้จัดทำโครงการคนที่ 1

ชื่อ-สกุล นางสาว กมลลักษณ์ สุขเกษม

รหัสนักศึกษา B6137618

วัน/เดือน/ปี เกิด 26 มกราคม 2538

สถานที่เกิด โรงพยาบาลมหาราช นครราชสีมา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 56/1 หมู่ที่ 4 ต.ขามทะเลสอ อ.ขามทะเลสอ จ.นครราชสีมา 30280

ชื่อผู้จัดทำโครงการคนที่ 2

ชื่อ-สกุล นาย ปณวัตร วิชัยวงษ์

รหัสนักศึกษา B6028145

วัน/เดือน/ปี เกิด 2 กันยายน 2537

สถานที่เกิด โรงพยาบาลอุดรธานี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 5/2 ต.สร้างคอม อ.สร้างคอม จ.อุดรธานี 41260

ชื่อผู้จัดทำโครงการคนที่ 3

ชื่อ-สกุล นาย อานุภาพ โยศรีคุณ

รหัสนักศึกษา B6028442

วัน/เดือน/ปี เกิด 6 พฤศจิกายน 2537

สถานที่เกิด โรงพยาบาลบัวใหญ่

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 50/10 ต.หนองแจ้งใหญ่ อ.บัวใหญ่ จ.นครราชสีมา 30120