



ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์
DRIVE AUXILIARY SYSTEM HALF BIKE

สุกฤษฎี ชาวนา
อารีรัตน์ เฉยกลิ่น

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์
DRIVE AUXILIARY SYSTEM HALF BIKE

สุกฤษฎี ชาวนา
อารีรัตน์ เฉยกลิ่น

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
เรื่อง ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

DRIVE AUXILIARY SYSTEM HALF BIKE

ผู้จัดทำ

1. นายสุกฤษฎี ขาวนา รหัสนักศึกษา 62201213
2. นางสาวอารีรัตน์ เฉยกลิน รหัสนักศึกษา 62201217

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล)

ชื่อปริญญานิพนธ์	ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์	
นักศึกษา	นายสุกฤษฎี ชานา	รหัสนักศึกษา 62201213
	นางสาวอารีรัตน์ เฉยกลิ่น	รหัสนักศึกษา 62201217
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2564	

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์ เพื่อช่วยทุ่นแรงในการใช้แรงปั่นไปในระยะไกล สามารถนำไปใช้เป็นพาหนะในการเคลื่อนที่ไปในที่ต่าง ๆ ลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากขึ้น ลดมลภาวะทำให้มลภาวะทางอากาศรบกวนสิ่งแวดล้อม โดยโครงรถจักรยานมีระยะช่วงล้อหน้าถึงล้อหลังเท่ากับ 127 เซนติเมตร มีระยะฐานล้อหลังเท่ากับ 70 เซนติเมตร ความสูงของรถเท่ากับ 130 เซนติเมตร รองรับน้ำหนักของผู้ขับขี่ได้สูงสุด 80 กิโลกรัม ระบบขับเคลื่อนใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 36 โวลต์ 350 วัตต์ ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 36 โวลต์ 6 แอมป์ และแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 20 แอมป์ ใช้ในส่วนการปั่นไฟเข้าแบตเตอรี่ มีวงจรเพิ่มแรงดัน ชาร์จให้กับแบตเตอรี่ 36 โวลต์ ใช้การปั่นของจักรยานเพื่อให้กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับโดยใช้มอเตอร์ฮับจากนั้นมีวงจรเปลี่ยนจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยให้มีแรงดัน 12 โวลต์ แล้วนำไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ มีหน้าจอแสดงตำแหน่ง Global Positioning System ,ระดับแบตเตอรี่ และความเร็วของรถจักรยานติดอยู่ด้านหน้า และมีระบบการส่งตำแหน่ง Global Positioning System เมื่อรถจักรยานสูญหายโดยใช้ บอร์ด 3G โมดูล เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและส่งตำแหน่งผ่านไลน์

Project Title	DRIVE AUXILIARY SYSTEM HALF BIKE	
Student	Mr. Sukrit Chawna	ID 62201213
	Miss. Areerat Choeiklin	ID 62201217
Advisor	MR. PHASAPON MANOSUKRITKUL	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2021	

ABSTRACT

This project is to design a system to enhance the a of a bicycle, a half bike, to help ease the effort in using the force to ride long distances or near without getting tired of the legs easily can be used as a vehicle to move around in different places. It also reduces the use of expensive fuel and natural gas reduce the cost of traveling more. The air pollution is not polluted and also helps to protect the environment. The bicycle frame has a distance of 127 cm from the front wheel to the rear wheel, has a rear wheelbase of 70 cm and the height of the car is 130 cm can support the weight of the rider up to 80 kg. The drive system will use a DC electric motor spec 36 volt 350 watt use electric from battery spec 36 volt 6 amp and battery 12 volt 20 amp use to charge power to battery pass DC TO DC circuit for charge up electric to battery 36V In the generator part, use the principle of a coil that rotates with a magnetic field using the spinning of a bicycle to make an alternating current then switch from alternating current to direct current by providing a voltage to 12 volts and then stored in a 12 volt battery come up with screen showing GPS position, battery level and the speed of the bicycle is attached to the front and there is a system to send GPS positioning when the bike is lost using a 3G module board to connect to the internet and send the position via line.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจาก บุคคลหลายๆท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุก ๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษา ตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนรายงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอ กราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ปกครอง ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายในการทำ โครงการชิ้นนี้ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมา และขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำดี ๆ จนทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุกฤษฎี ชาวนา
อารีรัตน์ เฉยกลิ่น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VIII
สารบัญตาราง.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	1
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	2
1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ไดชาร์จ (Alternator).....	5
2.1.1 หลักการไฟฟ้าของระบบไดร์ชาร์จ.....	5
2.2 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium – Ion 18650).....	9
2.2.1 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium – Ion 18650).....	9
2.2.2 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 18650 แบบมีวงจรสำคัญอย่างไร.....	10
2.3 ระบบชาร์จแบตเตอรี่.....	10
2.4 วงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่.....	11
2.4.1 การทำงานวงจร.....	12
2.4.2 การตั้งค่าแรงดัน.....	12
2.5 เหล็กกล่อง 1x2 นิ้ว.....	13
2.6 สปริงกด (Compression Spring).....	13
2.7 ล้อมอเตอร์ฮับ (Hub Motor).....	14
2.8 โมดูลสามจี (3G Module).....	15
2.8.1 คุณสมบัติของโมดูลสามจี (3G Module).....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.9 เสาอากาศสำหรับโมดูล จีเอสเอ็ม (GSM Module).....	16
2.10 โมดูลจีพีเอส (GPS Module).....	17
2.10.1 การใช้งาน จีพีเอสโมดูล กับ อาดูยโน้ (GPS (NEO-6M) กับ Arduino)....	18
2.11 เซนเซอร์ไจโรสโคป (Gyroscope sensor)	18
2.12 ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi).....	19
บทที่ 3 การออกแบบ	21
3.1 บล็อกไดอะแกรมระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์	21
3.2 โฟลวชาร์จระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์.....	22
3.3 การออกแบบวงจร.....	26
3.3.1 วงจรชาร์จแบตเตอรี่.....	26
3.3.2 การออกแบบวงจรเพิ่มแรงดัน	27
3.4 การออกแบบโครงสร้าง	28
3.4.1 วัสดุที่ใช้ในส่วนโครงสร้าง.....	28
3.4.2 ออกแบบโครงสร้างหลักการ.....	29
3.4.3 ชุดชาร์จแบตเตอรี่.....	30
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	31
4.1 ทดลองการชาร์จ	31
4.1.1 วัตถุประสงค์	31
4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง	31
4.2 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่ จากชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 8.....	33
4.2.1 วัตถุประสงค์	33
4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง	33
4.3 ทดลองการชาร์จแบตเตอรี่จากการปั่น	35
4.3.1 วัตถุประสงค์	35
4.3.2 ขั้นตอนการทดลอง	35
4.4 การทดสอบประสิทธิภาพวงจรเพิ่มแรงดัน	37
4.4.1 วัตถุประสงค์.....	37
4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง	37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ทดสอบระบบช่วยในการขับเคลื่อนในการออกตัวเมื่อเริ่มป็นและขึ้นทางชัน 20 องศา ..40	
4.5.1 วัดถูประสงค์.....	40
4.5.2 ขั้นตอนการทดลอง	40
4.6 การทดสอบแสดงค่าแบตเตอรี่ 4 ระดับ.....	41
4.6.1 วัดถูประสงค์.....	41
4.6.2 ขั้นตอนการทดลอง	41
4.7 การทดสอบแสดงความเร็วบนจอแอลซีดี.....	42
4.7.1 วัดถูประสงค์.....	42
4.7.2 ขั้นตอนการทดลอง	42
4.8 การทดสอบการแสดงผลตำแหน่งจีพีเอสบนหน้าจอและโทรศัพท์มือถือของรถจักรยาน เมื่อสูญหาย.....	44
4.8.1 วัดถูประสงค์.....	44
4.8.2 ขั้นตอนการทดลอง	44
4.9 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน 1 ชั่วโมง	46
4.9.1 วัดถูประสงค์.....	46
4.9.2 ขั้นตอนการทดลอง	46
4.10 ทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ที่ชาร์จเต็มวิ่งตามระยะทางในการออกกำลังกายได้ ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง	50
4.10.1 วัดถูประสงค์.....	50
4.10.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	50
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	52
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	52
5.1.1 ทดลองวงจรชาร์จ.....	52
5.1.2 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่ จากชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 7	52
5.1.3 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่จากการปั่น 1 ชั่วโมง	52
5.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพ วงจรเพิ่มแรงดัน.....	52
5.1.5 ทดสอบเซนเซอร์โรสโคปเมื่อออกตัวและเจอทางชัน	52
5.1.6 ทดสอบแสดงค่าแบตเตอรี่.....	52
5.1.7 ทดสอบแสดงความเร็วของจักรยาน.....	52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1.8 ทดสอบแสดงตำแหน่ง จีพีเอสบนหน้าจอและโทรศัพท์มือถือของรถ จักรยานเมื่อสูญหาย	52
5.1.9 ทดสอบประสิทธิภาพของการขับเคลื่อนขับเคลื่อนจักรยาน 1 ชั่วโมง.....	53
5.1.10 ทดสอบการปั่นโดยใช้แบตเตอรี่ที่ชาร์จเต็มวิ่งตามระยะทางในการ ออกกำลังกายได้ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง	53
5.2 ปัญหาและการแก้ไขปัญหา	53
5.3 ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารอ้างอิง.....	54
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมการทำงานระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์.....	55
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์.....	69
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งานอุปกรณ์.....	70
ประวัติผู้เขียน.....	79

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
4.1 ทดลองวงจรชาร์จ.....	31
4.2 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่ จาก 1 ชั่วโมง ถึง 8 ชั่วโมง.....	33
4.3 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่จากการปั่น.....	35
4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของวงจรเพิ่มแรงดัน	37
4.5 ทดสอบช่วยในการขับเคลื่อนในการออกตัวเมื่อเริ่มปั่นและเจอทางชัน 20 องศา.....	40
4.6 ทดสอบแสดงค่าแบตเตอรี่ 4 ระดับ.....	41
4.7 ทดสอบแสดงความเร็วบนจอแอลซีดี.....	42
4.8 ทดสอบตำแหน่งจีพีเอส บนหน้าจอดีจอยานและโทรศัพท์มือถือเมื่อรถสูญหาย.....	44
4.9 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน 1 ชั่วโมง.....	46
4.10 ทดสอบการปั่นเมื่อใช้แบตเตอรี่ชาร์จเต็มวิ่งตามระยะทางในการออกกำลังกายได้ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง.....	50

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ไตรชาร์จ (Alternator)	5
2.2 ภาพตัดแสดงชิ้นส่วนประกอบของอัลเทอร์เนเตอร์หลักการเกิดไฟฟ้า	6
2.3 ภาพตัดแสดงชิ้นส่วนประกอบของอัลเทอร์เนเตอร์หลักการเกิดไฟฟ้า	7
2.4 เปรียบเทียบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสไฟตรงและกระแสไฟสลับ	7
2.5 แสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า	7
2.6 แสดงตำแหน่งขดลวดโรเตอร์หมุนครบหนึ่งรอบ เกิดกระแสไฟฟ้าคลื่นบวก คลื่นลบ	8
2.7 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ 186560	9
2.8 ตัวอย่างโมดูลควบคุมวงจรรชาร์จแบตเตอรี่	12
2.9 ตัวอย่างวงจรรชาร์จแบตเตอรี่	12
2.10 เหล็กกล่อง	13
2.11 สปริงกด(Compression Spring)	14
2.12 ล้อมอเตอร์ฮับ(Hub Motor)	14
2.13 โมดูล 3G (3G Module)	15
2.14 เสาอากาศสำหรับโมดูล จีเอสเอ็ม (3G GSM Rubber Antenna)	17
2.15 โมดูล จีพีเอส (GPS Module)	17
2.16 การต่อจีพีเอส กับ บอร์ดอาดูยโน่ (GPS (NEO-6M) and Arduino)	18
2.17 เซนเซอร์ไจโรสโคป (Gyroscope)	19
2.18 วิธีต่อเซนเซอร์ไจโรสโคป กับ บอร์ดอาดูยโน่ (Gyroscope and Arduino)	19
2.19 ส่วนประกอบของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)	20
3.1 บล็อกไดอะแกรม	21
3.2 โพลวชาร์ตการทำงานเมื่อรถเจอทางชัน	22
3.3 โพลวชาร์ตแสดงตำแหน่งของรถจักรยาน	23
3.4 โพลวชาร์ตแสดงตำแหน่งเมื่อรถสูญหาย	24
3.5 โพลวชาร์ตแสดงความเร็ว	25
3.6 วงจรรชาร์จแบตเตอรี่	26
3.7 ลาย PCB ของวงจรรชาร์จแบตเตอรี่	26
3.8 วงจรเพิ่มแรงดัน	27
3.9 ลาย PCB ของวงจรเพิ่มแรงดัน	27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 เหล็กกล่อง.....	28
3.11 การออกแบบโครงสร้างหลัก.....	29
3.12 การออกแบบโครงสร้างหลัก.....	29
3.13 การออกแบบชุดชาร์จแบตเตอรี่.....	30
3.14 การออกแบบชุดชาร์จแบตเตอรี่.....	30
4.1 แรงดัน 12.8 โวลต์ วงจรชาร์จไม่ตัดการทำงาน.....	32
4.2 แรงดัน 13.2 โวลต์ วงจรชาร์จไม่ตัดการทำงาน.....	29
4.3 เมื่อถึงแรงดัน 13.6 โวลต์ วงจรชาร์จตัดการทำงาน.....	33
4.4 การชาร์จแบตเตอรี่ชั่วโมงที่ 1 ได้แรงดัน 11.95 โวลต์ กระแส 1.98 แอมป์.....	34
4.5 การชาร์จแบตเตอรี่ชั่วโมงที่ 5 ได้แรงดัน 13.01 โวลต์ กระแส 1.73 แอมป์.....	35
4.6 ในระยะทาง 50 เมตร นาฬิกาจับเวลาได้ 12 วินาที.....	36
4.7 กระแสที่ชาร์จจากการปั่นได้ 3.02 แอมป์.....	36
4.8 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 10 โอห์ม กระแสทางด้านอินพุต 9.76 แอมป์.....	38
4.9 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 10 โอห์ม แรงดันทางด้านเอาพุต 34 โวลต์.....	38
4.10 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 10 โอห์ม กระแสทางด้านเอาพุต 3.01 แอมป์.....	38
4.11 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 50 โอห์ม กระแสทางด้านอินพุต 2.75 แอมป์.....	39
4.12 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 50 โอห์ม แรงดันทางด้านเอาพุต 36 โวลต์.....	39
4.13 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 50 โอห์ม กระแสทางด้านเอาพุต 0.83 แอมป์.....	39
4.14 เมื่อพบทางชัน 5 องศา ระบบช่วยในการขับเคลื่อนไม่ทำงาน ไฟโซลิตสเตตริเลย์ไม่ติด.....	40
4.15 เมื่อพบทางชัน 10 องศา ระบบช่วยในการขับเคลื่อนไม่ทำงาน ไฟโซลิตสเตตริเลย์ไม่ติด.....	41
4.16 เมื่อพบทางชัน 20 องศา ระบบช่วยในการขับเคลื่อนไม่ทำงาน ไฟโซลิตสเตตริเลย์ติด.....	41
4.17 ปั่นที่ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ใน 10 นาทีแรกวัดแรงดันได้ 12.26 โวลต์.....	46
4.18 ปั่นที่ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ใน 40 นาทีวัดแรงดันได้ 12.44 โวลต์.....	47
4.19 ปั่นที่ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ครบ 60 นาทีวัดแรงดันได้ 12.54 โวลต์.....	47

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 เมื่อปิดต่อเนื่องที่ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 36 โวลต์ 10 นาทีแรกวัดแรงดัน ได้ 41.25 โวลต์.....	47
4.21 เมื่อปิดต่อเนื่องที่ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 36 โวลต์ 30 นาทีวัดแรงดันได้ 38.36 โวลต์.....	49
4.22 เมื่อปิดต่อเนื่องที่ความเร็ว 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 36 โวลต์ 40 นาทีวัดแรงดันได้ 36.12 โวลต์.....	49
4.23 ครั้งที่ 1 แรงดันเมื่อเริ่มปั่น 41.36 โวลต์ เมื่อครบ 5 กิโลเมตร แรงดันลดลงเหลือ 39.87 โวลต์.....	50
4.24 ครั้งที่ 3 แรงดันเมื่อเริ่มปั่น 41.36 โวลต์ เมื่อครบ 5 กิโลเมตร แรงดันลดลงเหลือ 39.63 โวลต์.....	51

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ สมมติฐานของการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างปริญญานิพนธ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยเกิดภาวะโลกร้อนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและพลังงานเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมากและมีความจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การสัญจร การทำเกษตรต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งราคาน้ำมันมีราคาที่สูงขึ้น การสัญจร การคมนาคมและการขนส่งหรือแม้แต่การเดินทางระยะใกล้ด้วยยานพาหนะ ล้วนต้องใช้น้ำมันเป็นหลัก ซึ่งมองข้ามรถจักรยานด้วยสาเหตุปั่นไปในระยะไกลทำให้เหนื่อยง่ายยาล้า

คณะผู้จัดทำจึงได้มองเห็นความสำคัญของการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงเหล่านี้จึงคิดประดิษฐ์ระบบเสริมการขับเคลื่อนโดยการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ เพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติที่มีราคาค่อนข้างสูง ลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากขึ้น ทำให้มลภาวะทางอากาศไม่มีมลพิษและยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมซึ่งในการปั่นจักรยานเสริมการขับเคลื่อนไปได้โดยไม่ใช้แรงปั่นมา ดังนั้นระบบการขับเคลื่อนที่คณะผู้วิจัยได้ประดิษฐ์ขึ้นสามารถช่วยทุ่นแรงขาในการปั่นในระยะไกลโดยไม่ใช้เชื้อเพลิง

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

1. เพื่อศึกษาวิธีการขับเคลื่อนมอเตอร์
2. เพื่อประยุกต์หลักการของอิเล็กทรอนิกส์และแสดงผลแบบดิจิทัล
3. เพื่อวิเคราะห์หลักการทำงานของตัวขับเคลื่อน
4. เพื่อสร้างจักรยานให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์มากขึ้น

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ระบบเสริมในการขับเคลื่อนโดยการนำพลังงานไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการขับเคลื่อน ดังนั้น เมื่อรถจักรยานมีการออกตัว หรือ เจอทางลาดชันระบบเสริมช่วยในการขับเคลื่อนจะช่วยให้การพุ่งแรงและ สามารถค้นหาตำแหน่งจีพีเอสของรถจักรยานเมื่อมีการสูญหายได้

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. จักรยานสามารถปั่นโดยใช้แบตเตอรี่ที่ชาร์จเต็มวิ่งตามระยะทางในการออกกำลังกายได้ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง
2. จักรยานสามารถชาร์จด้วยกระแส 2 แอมป์ 24 วัตต์ที่ความเร็วอย่างน้อย 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง
3. มีระบบช่วยในการขับเคลื่อนในการออกตัวเมื่อเริ่มปั่นและเจอทางชัน 20 องศา
4. สามารถแสดงค่าแบตเตอรี่เป็นแถบ 4 ระดับและ ค่าความเร็วบนจอแอลซีดีได้
5. สามารถตรวจสอบแสดงตำแหน่งจีพีเอส บนโทรศัพท์มือถือของรถจักรยานเมื่อสูญหายได้
6. สามารถแสดงตำแหน่งจีพีเอส ของรถจักรยานบนหน้าจอได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนโค้ดควบคุมการทำงาน
2. ได้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานบอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry pi 4)
3. ได้ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานของมอเตอร์
4. ได้ความรู้เกี่ยวกับวงจรชาร์จและวงจรไดร์มอเตอร์
5. ได้ความรู้และมีความเข้าใจในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการ

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน															
	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.คิดหัวข้อโครงการ นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา																
2.ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ โครงการ																
3.เตรียมวัสดุในการทำ โครงสร้างของชิ้นงาน																
4.จัดทำโครงสร้างของ ชิ้นงานและวงจร																
5.ทดสอบชิ้นงานและแก้ไข ปัญหา และจัดทำรายงาน																
6.จัดทำรายงานและ นำเสนอ																

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงการภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																			
	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ทำชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบเข้าด้วยกัน																				
2. ทดลองการใช้งานจริงรวม ไปถึงการแก้ไขและอุปสรรคที่ เกิดขึ้นจากการทำงาน																				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																					
	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
3.ทดสอบระบบของรถจักรยานในการช่วยออกตัวและเจอทางชัน																						
4.ทดสอบการแสดงตำแหน่งจีพีเอสบนหน้าจอแอลซีดีและตำแหน่งเมื่อรถสูญหาย																						
5.นำเสนอโครงการ																						
6.จัดทำเล่มปฏิญานิพนธ์																						

1.7 โครงสร้างปฏิญานิพนธ์

โครงการฉบับนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับเรื่อง ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์ อธิบายขั้นตอนการทำงาน ผลการทดลอง สุดท้ายจะเป็นการสรุปและข้อเสนอแนะ

บทที่ 1 บทนำในบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมุติฐานของการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับ ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างของโครงสร้างปฏิญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ไดรฟ์ชาร์จ, แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 18650, เหล็กกล่อง 1x2 นิ้ว สปริงกัด ล้อมอเตอร์ฮับ รวมไปถึงความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุม เป็นต้น

บทที่ 3 การออกแบบวงจรและการดำเนินการในบทนี้จะกล่าวถึง บล็อกไดอะแกรมการออกแบบวงจรการออกแบบโครงสร้างของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์ รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองโครงการระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ จะประกอบไปด้วย การทดสอบประสิทธิภาพวงจรเพิ่มแรงดัน และ ทดสอบการใช้งานของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรควิธีการแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะของโครงการระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์ซึ่งประกอบไปด้วย ไดชาร์จ (Alternator) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 18650 เหล็กกล่อง 1x2 นิ้ว สปริงกัด ล้อมอเตอร์ฮับ รวมไปถึงความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุม

2.1 ไดชาร์จ (Alternator)

ไดชาร์จ คืออุปกรณ์ไฟฟ้าประจำรถยนต์ มีหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อชาร์จไฟฟ้าเข้าไปเก็บในแบตเตอรี่ การทำงานของมันจะต้องอาศัย สายพานหน้าเครื่องทำให้พูลเลย์ หมุนให้ไดชาร์จหมุนกลับมาเป็นกระแสไฟฟ้าหาก [1]

ส่วนประกอบของไดชาร์จ ดังรูปที่ 2.1

1. ฟันแม่เหล็ก
2. ขดลวดที่มีหน้าที่ตัดสนามแม่เหล็ก
3. ไบพัดระบายความร้อน



รูปที่ 2.1 ไดชาร์จ

(ที่มา <https://mpdynamo.com/>)

2.1.1 หลักการไฟฟ้าของระบบไฟชาร์จ

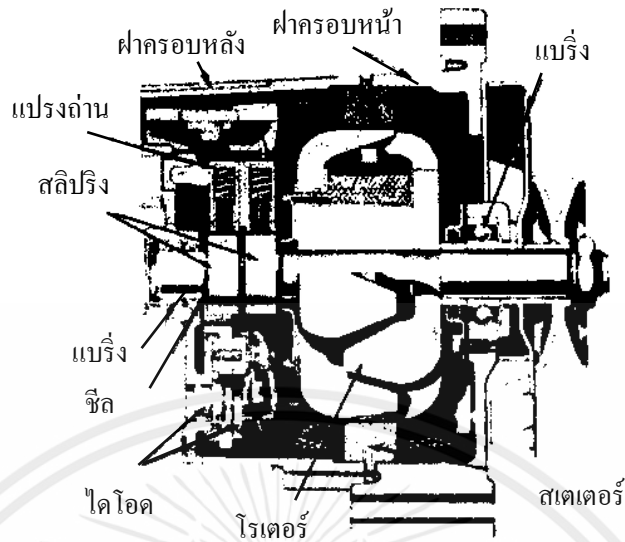
แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่สำคัญมาก เมื่อแบตเตอรี่มีประจุไฟลดลงก็ต้องการประจุไฟเข้าไปใหม่ให้เต็มระบบไฟชาร์จก็ได้ถูกออกแบบนำมาใช้ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ เพื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่ให้มีประจุไฟเต็มอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้แบตเตอรี่จ่าย

พลังงานไฟฟ้าได้ทันทีเมื่อเราต้องการระบบไฟชาร์จ ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และ วงจรไฟฟ้าต่างๆ ขณะเดียวกันก็ต้องมีการควบคุมการชาร์จให้อยู่ในค่าที่กำหนดเพื่อไม่ให้เกิดการชาร์จ มากเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายกับระบบไฟชาร์จ และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้ ระบบไฟชาร์จ จะใช้ไดร์ชาร์จเป็นอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้า 2 ชนิดได้แก่ เจเนอเรเตอร์และอัลเทอร์เนเตอร์เจเนอเรเตอร์ เป็นอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือ มันจะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากก็ ต่อเมื่อความเร็วรอบสูง อัลเทอร์เนเตอร์คืออุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ แต่ถูกแปลงเป็น กระแสตรงโดยไดโอดก่อนประจุเข้าแบตเตอรี่และจ่ายไปยังวงจรไฟฟ้าต่างๆ คุณสมบัติอัลเทอร์เน เตอร์คือ มันสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จำนวนมากขณะมีความเร็วรอบต่ำ ทำให้มีพลังงานไฟฟ้า เพียงพอกับความต้องการทั้งที่ความเร็วรอบต่ำและความเร็วรอบสูง รูปที่ 2.2 แสดงภาพชิ้นส่วน ประกอบของอัลเทอร์เนเตอร์ ดังรูปที่ 2.2 และ 2.3 [2]



รูปที่ 2.2 ภาพตัดแสดงชิ้นส่วนประกอบของอัลเทอร์เนเตอร์หลักการเกิดไฟฟ้า

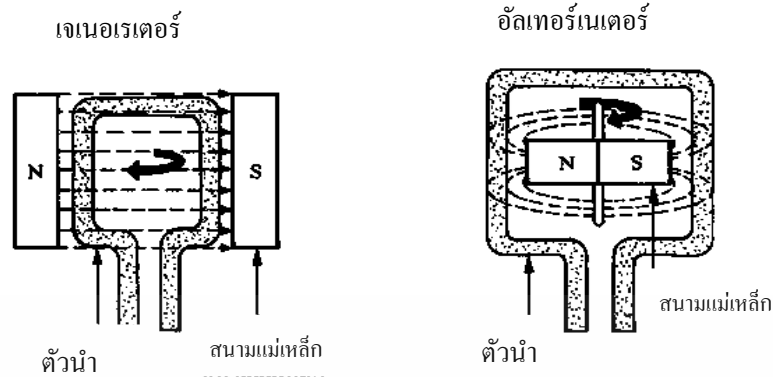
ที่มา (<https://www.auto2drive.com/>)



รูปที่ 2.3 ภาพตัดแสดงชิ้นส่วนประกอบของอัลเทอร์เนเตอร์หลักการเกิดไฟฟ้า
ที่มา (<https://www.auto2drive.com/>)

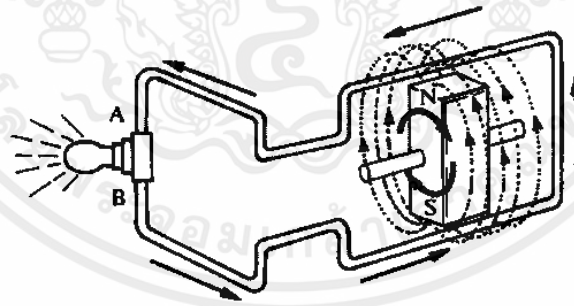
เมื่อขดลวดตัวนำหมุนตัดกับสนามแม่เหล็กหรือให้สนามแม่เหล็กหมุนตัดกับขดลวดก็จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นภายในขดลวด แต่การที่ขดลวดหมุนตัดกับสนามแม่เหล็กคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC current) และสนามแม่เหล็กหมุนตัดขดลวดคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC current)

อัลเทอร์เนเตอร์มีส่วนประกอบไปด้วยขดลวดฟิลด์คอยล์หรือขดลวดโรเตอร์(ประกอบด้วยขั้ว N และขั้ว S) และขดลวดตัวนำทางไฟฟ้าหรือขดลวดสเตเตอร์ เมื่อตัวโรเตอร์หมุนตัดขดลวดสเตเตอร์ครบ 1 รอบจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้นทั้งคลื่นบวกและคลื่นลบ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเรียกว่า ไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูปที่ 2.4



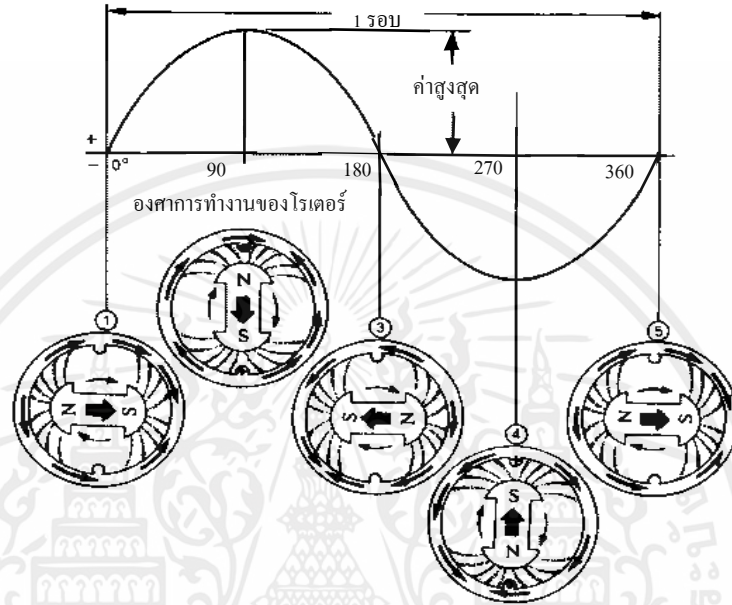
รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสไฟตรงและกระแสไฟสลับ
ที่มา (<https://www.auto2drive.com/>)

เมื่อสนามแม่เหล็กหรือขดลวดโรเตอร์หมุนอยู่ภายในขดลวดตัวนำ จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กของขดลวดโรเตอร์ตัดผ่านขดลวดสเตเตอร์ทำให้เกิดเคลื่อนกระแสไฟฟ้าในขดลวดสเตเตอร์ ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำ ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลออกมาที่วงจรภายนอกของอัลเทอร์เนเตอร์ ดังรูปที่ 2.5 แสดงการไหลของกระแสไฟสลับที่เกิดขึ้นในวงจรเมื่อขั้วเหนือ (N) หมุนตัดขดลวด ตัวนำทางด้านบนและขั้วใต้ (S) ตัดขดลวดตัวนำทางด้านล่าง จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจาก B ไป A ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
ที่มา (<https://www.auto2drive.com/>)

เมื่อขดลวดโรเตอร์เคลื่อนตัวสลับตำแหน่งของขั้วแม่เหล็กโดยขั้วเหนือ (N) จะอยู่ในตำแหน่งของ ขั้วใต้ (S) และขั้วใต้ (S) มาอยู่ในตำแหน่งของขั้วเหนือ (N) จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจาก A ไป B ดังรูปที่ 2.5(ข) เมื่อโรเตอร์เคลื่อนที่ไป 1 รอบทำมุม 360 องศา จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าทั้งคลื่นบวกและคลื่นลบ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งต่างๆ ที่ขดลวดโรเตอร์หมุนครบ 1 รอบเกิดกระแสไฟฟ้าคลื่นบวกและคลื่นลบ
ที่มา (<https://www.auto2drive.com/>)

ตำแหน่งที่ 1 ขดลวดโรเตอร์หมุนทำมุมในระดับแนวตั้งฉากกับขดลวดตัวนำทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นไม่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้ากับขดลวดตัวนำได้ ช่วงนี้จะไม่มกระแไฟฟ้า

ตำแหน่งที่ 1-2 ขดลวดโรเตอร์จะหมุนไปจนทำมุม 90 องศา ตรงกับขดลวดตัวนำ ความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็กนั้นจะมีมากจนทำให้ขดลวดตัวนำได้รับการเหนี่ยวนำ จะเกิดกระแสไฟฟ้าคลื่นบวกมากที่สุด กระแสไฟฟ้าจะออกจากขดลวดทางด้านล่างกลับเข้าขดลวดทางด้านบน

ตำแหน่งที่ 2-3 ขดลวดโรเตอร์จะหมุนไปจนทำมุม 180 องศา ความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีน้อยมาก ทำให้ขดลวดตัวนำไม่มีการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 เช่นเดียวกับตำแหน่ง ที่ 1 ในช่วงนี้ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจะเริ่มเปลี่ยนจากคลื่นบวกไปเป็นคลื่นลบ

ตำแหน่งที่ 3-4 ขดลวดโรเตอร์จะหมุนไปจนทำมุม 270 องศา ตรงกับขดลวดตัวนำ ความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็กมีมากจนทำให้ขดลวดตัวนำได้รับการเหนี่ยวนำมากที่สุด จนเกิดกระแสสูงที่สุด

เช่นเดียวกับตำแหน่งที่ 2 แต่ตัวแม่เหล็กกลับทิศทางทำให้เกิดเป็นกระแสไฟฟ้าคลื่นลบ กระแสไฟฟ้าจะออกจากขดลวดทางด้านบนกลับเข้าขดลวดทางด้านล่าง

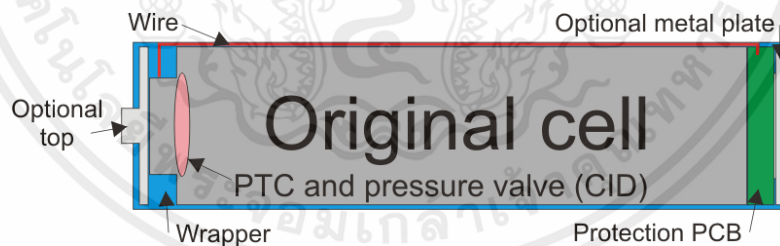
ตำแหน่งที่ 4-5 ขดลวดโรเตอร์จะหมุนไปจนทำมุม 360 องศาพอดี จะมีการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดตัวนำน้อยจนมีค่าเท่ากับ 0 เช่นเดียวกับตำแหน่งที่ 1 และเมื่อหมุนต่อไปก็จะกลับมาเริ่มต้นที่ตำแหน่งที่ 1 ใหม่วนเวียนอยู่เช่นนี้ต่อไป

จำนวนคลื่นของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในทุกๆ รอบต่อวินาที เรียกว่า ความถี่ (frequency) เมื่อขดลวดโรเตอร์หมุนไปด้วยความเร็ว 60 รอบใน 1 วินาที จะอ่านค่าของกระแสไฟฟ้านี้ได้ 60 รอบ ต่อวินาที

2.2 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium – Ion 18650)

แบตเตอรี่ 18650 ถูกเรียกตามเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของตัว (18mm x 65mm) ด้านในตัวแบตเตอรี่เป็น cell ชนิด Lithium – Ion แบตเตอรี่ชนิดนี้ถูกใช้มานานแล้ว เพียงแต่อยู่ในรูปแบบของ Battery Pack จึงไม่ค่อยคุ้นเคยกัน แต่ปัจจุบันเนื่องจากแบตเตอรี่ 18650 สามารถจ่ายกระแสได้สูงกว่าแบตเตอรี่ขนาด AA และมีความจุที่สูงกว่ามาก จึงเป็นที่นิยมในการใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น ชาร์ตแบตสำรอง หรือ Power ตัวแบตเตอรี่มีการออกแบบระบบป้องกันให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งแต่ละ cell ปกติจะมีชุดป้องกันด้วยกัน 3 ชั้น โดยระบบป้องกันแบบ PCT และ CID ตามปกติจะมีอยู่ใน cell อยู่แล้ว ส่วน Protected PCB นั้นขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ดังรูปที่ 2.7 [3]

2.2.1 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 18650



รูปที่ 2.7 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 18650

(ที่มา <http://www.lygte-info.dk/info/battery%20protection%20UK.html>)

PCT จะเป็นตัวป้องกันความร้อนของ Cell เกินและตัดการทำงานของแบตเตอรี่ โดยจะสามารถกลับมาใช้งานได้เมื่ออุณหภูมิเข้าสู่สภาวะปกติ

CID นั้นจะเป็นวาล์วป้องกันความดันภายใน Cell เกินจนอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ โดยวาล์วตัวนี้จะทำหน้าที่ตัดการทำงานของ Cell ถาวร ไม่สามารถคืนสภาวะกลับมาใช้ใหม่ได้อีก หาก

สังเกตที่ขั้วของแบตเตอรี่จะพบรูเล็กๆ ที่ถูกออกแบบไว้สำหรับระบายแก๊สหากมีแรงดันผิดปกติภายใน cell นั้นเอง Protected PCB หรือเรียกอีกอย่างว่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน แบบมีวงจร ซึ่งเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ภายในชุดของตัวแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 2.7 ทำหน้าที่คอยป้องกันการใช้กระแสเกิน (Over Current) ป้องกันแรงดันชาร์ตเกิน (Over Charge Voltage) และป้องกันการใช้ไฟในระดั่วโวลต์ที่ต่ำกว่ากำหนด (Over Discharge) โดยภายในจะมี IC ที่คอยตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา โดย IC ถูกออกแบบให้มีการกินกระแสน้อยมากๆ ในระดับไมโครแอมป์ แทบจะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณแบตเตอรี่เลย

2.2.2 18650 แบบมีวงจร สำคัญอย่างไร

ระดับแรงดันใช้งานปรกติของแบตเตอรี่ชนิด lithium จะอยู่ที่ 3.7 โวลต์ โดยแรงดันที่ชาร์จเต็มจะอยู่ที่ 4.2 โวลต์ เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของ Cell ชนิด lithium นั้นถึงกระแสไฟจากแบตเตอรี่จนแรงดันต่ำกว่า 2.5 โวลต์ นั้นจะทำให้ cell เสียหายถาวร ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เครื่องชาร์จจะไม่ยอมชาร์ตหากแรงดันใน Cell ต่ำกว่าที่กำหนด ดังนั้น วงจรป้องกัน Protected PCB จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ทั่วไป โดยไม่ต้องกังวลว่าจะใช้งานจากแบตเตอรี่หมดจน cell พัง อีกทั้งหากมีการถึงกระแสเกินกำหนดหรือมีการใช้แรงดันชาร์ตเกินพิกัด วงจรจะทำการตัดการทำงานอัตโนมัติ ส่วน 18650 แบบไม่มีวงจร นิยมใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกออกแบบมาเฉพาะซึ่งมีวงจรควบคุมอยู่ภายนอกแล้ว เช่น วงจร BMS หรือ PCM มีหลักการทำงานที่คล้ายกัน จึงไม่จำเป็นต้องมีวงจรป้องกันภายในตัว cell ทำให้ประหยัดต้นทุนในการผลิตมักพบเห็นใน Battery Pack

2.3 ระบบชาร์จแบตเตอรี่

การชาร์ตแบตเตอรี่มีปัจจัยที่ต้องคำนึงคือ

1. ขนาดความจุของแบตเตอรี่ Ah

ในการชาร์ตแบตเตอรี่ ควรชาร์ตด้วยกระแสต่ำและเวลาชาร์จนาน จึงจะส่งผลดีต่อแบตเตอรี่วิธีการคำนวณ ดังสมการที่ 1.1

$$\text{กระแสที่ควรชาร์จ} = 10\% \times \text{ขนาดความจุแบตเตอรี่} \quad (1.1)$$

ดังนั้น แบตเตอรี่ที่ใช้ของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไฟค์ 12 โวลต์ 20 Ah

$0.1 \times 20 = 2$ แอมป์ จึงควรชาร์ตด้วยกระแส 2 แอมป์

2. ความจุแบตเตอรี่ที่เหลือนก่อนชาร์จ

แบตเตอรี่ที่เราใช้ ส่วนใหญ่เมื่อแบตเตอรี่หมดประจุ จะเหลือความจุแบตเตอรี่ Ah ประมาณ 35% ดังนั้นต้องชาร์ตเพิ่มอีก 65% เพื่อให้แบตเตอรี่เต็มวิธีการคำนวณ ดังสมการที่ 1.2

$$\text{จำนวน Ah ที่ต้องการชาร์ตเพิ่ม} = 65\% \times \text{ขนาดของแบตเตอรี่ (Ah)} \quad (1.2)$$

จำนวนชั่วโมงชาร์ต = จำนวน Ah ที่ต้องชาร์ตเพิ่ม / กระแสที่ควรชาร์ต

ดังนั้น แบตเตอรี่ที่ใช้ของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ 12 โวลต์ 20 Ah

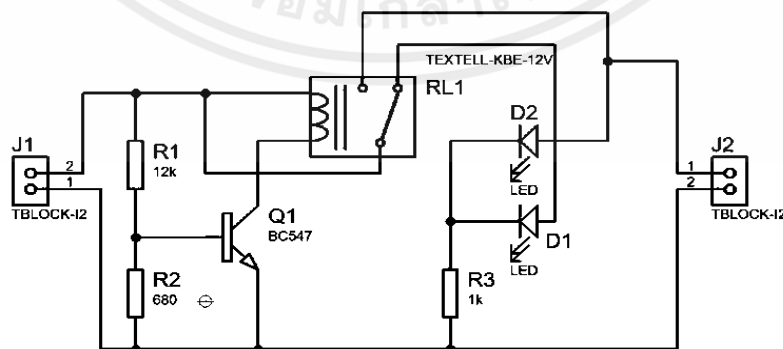
$$\text{จำนวน Ah ที่ต้องการชาร์ตเพิ่ม} = 65\% \times 20 \text{ Ah} = 13 \text{ Ah}$$

$$\text{จำนวนชั่วโมงชาร์จ} = 13 \text{ Ah} / 2 \text{ แอมป์} = 6.5 \text{ ชั่วโมง} \approx 7 \text{ ชั่วโมง}$$

สรุปคือ แบตเตอรี่ของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์ ขนาด 12 โวลต์ 20 Ah เมื่อแบตเตอรี่หมดต้องชาร์ตเพิ่มอีก 13 Ah โดยชาร์ตด้วยกระแส 2 แอมป์ เป็นเวลาประมาณ 7 ชั่วโมง

2.4 วงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่

วงจรควบคุมการชาร์จทำหน้าที่เปิดปิดระบบจำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายไฟตรงที่จะป้อนให้กับวงจรด้วย แรงดันไฟเข้า DC 10-30 โวลต์ใช้สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ 12-24 โวลต์ รีเลย์ขนาด 20 แอมป์ เหมาะสำหรับชาร์จแบตเตอรี่ ไม่เกิน 200 แอมป์ ดังรูปที่ 2.8 [4]



รูปที่ 2.8 วงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างโมดูลควบคุมวงจรชาร์จแบตเตอรี่ 12-24 โวลต์
ที่มา (<http://www.dropshipsmile.com/>)

2.4.1 การทำงานวงจร

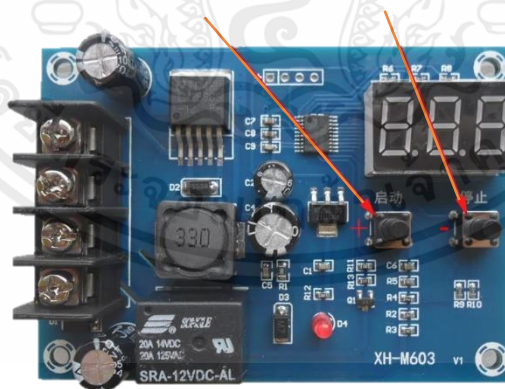
วงจรจะเริ่มชาร์จแบตเตอรี่ เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงจนมีค่าเท่ากับแรงดันเริ่มต้นและจะชาร์จไปเรื่อย ๆ จนแรงดันของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นถึงแรงดันหยุดที่เราตั้งค่าไว้วงจรก็จะหยุดการชาร์จ

2.4.2 การตั้งค่าแรงดัน

การตั้งค่าแรงดันเริ่มต้นชาร์จกดปุ่มบวก (+) ค้างไว้ 3 วินาที หน้าจอจะกระพริบหลังจากนั้นสามารถกดบวก (+) หรือ ลบ (-) เพื่อตั้งค่าแรงดันที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.10 [5]

กดค้างไว้สามวินาทีเพื่อ
ปรับแรงดันเริ่มต้นชาร์จ

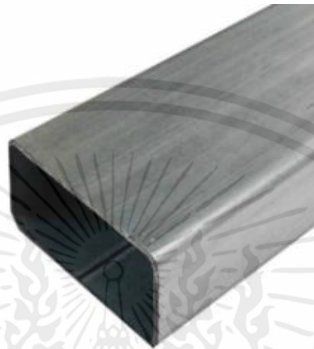
ปรับแรงดันหยุดชาร์จ



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างวงจรชาร์จแบตเตอรี่
(ที่มา :<http://www.radio-diy.com/product>)

2.5 เหล็กกล่อง 1x2 นิ้ว

เหล็กกล่องจัดอยู่ในประเภทเหล็กรูปพรรณ เหล็กที่มีรูปร่างแบบต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อการใช้งาน โดยมีจุดประสงค์หลักคือ การเพิ่มคุณสมบัติของหน้าตัด เพื่อรับแรงต้านทานการเสียรูปขณะใช้งานได้ดีขึ้นใช้เป็นเหล็กในโครงสร้างหลักหรือโครงสร้างอื่น ๆ ส่วนประกอบทางเคมีสำคัญได้แก่ คาร์บอน แมงกานีส ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ดังรูปที่ 2.11 [6]



รูปที่ 2.11 เหล็กกล่อง 1x2 นิ้ว

ที่มา (<https://globalhouse.co.th/product/detail/3222005360256>)

2.6 สปริงกด (Compression Spring)

สปริงกด คือ สปริงที่รับน้ำหนัก หรือเพื่อลดแรงกระแทก จะมีการหดตัวเมื่อได้รับแรงกดหรือแรงกระแทก คุณสมบัติเฉพาะของสปริงชนิดนี้ คือสามารถปรับระยะห่าง pitch ได้ และปรับระยะรอบวงของได้โดยไม่ทำให้คอยล์เสียรูป ดังรูปที่ 2.12 [7]

1. ใช้วัดแรง เช่น สปริงภายในตาชั่งสปริง
2. ใช้ทำหน้าที่เป็นชิ้นของเครื่องจักรกล ให้มีการเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเดิมเช่น ในวาล์วควบคุมทิศทาง
3. ใช้ส่งแรงจากชิ้นส่วนหนึ่งไปยังอีกชิ้นส่วนหนึ่ง



รูปที่ 2.12 สปริงกด

ที่มา <http://www.springcenter.net/>

2.7 ล้อมอเตอร์ฮับ (Hub Motor หรือ Brushless DC Motor)

ฮับมอเตอร์ ซึ่งจะไม่มีส่วนแปรงถ่าน มอเตอร์แบบนี้จะติดตั้งอยู่ที่ศูนย์กลางของล้อ โดยมอเตอร์แบบนี้จะมีราคาค่อนข้างสูงกว่าแบบมีแปรงถ่านและวงจรของชุดควบคุมจะมีการทำงานที่ซับซ้อนกว่า โดยภายในมอเตอร์ชนิดนี้จะมีขดลวดอยู่ 3 ชุดแต่ละชุดจะประกอบด้วยขดลวดหลายขด และมีการป้อนกลับของสัญญาณจาก hall sensor ทั้งหมด 3 ตัว จะทำงานในระดับ Low และ High ตามขั้วของแม่เหล็ก โดย hall sensor นี้จะวางลักษณะใกล้ๆกันซึ่งมุมของเฟสไฟฟ้าจะต่างกันอยู่ 2 แบบคือ 60 องศา และ 120 องศา และบางรุ่นอาจมีระบบเกียร์เพิ่มขึ้นมา (Planetary Gear) คือทำให้เวลาปั่นจักรยานจะรู้สึกเบาแรงและขนาดเล็กกะทัดรัดกว่า Hub Motor แบบธรรมดา สามารถนำมาออกแบบให้มีระบบชาร์จไฟกลับขณะปั่นได้ลักษณะของมอเตอร์ชนิดไม่มีแปรงถ่าน (Brushless DC) ดังรูปที่ 2.13 [8]



รูปที่ 2.13 ล้อมอเตอร์ฮับที่มา

(<https://thaipick.com/>)

2.8 บอร์ดสามจีโมดูล (3G Module)

บอร์ดสามจีโมดูล หรือ (3G Module) เป็นบอร์ดสื่อสารเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3G รองรับความถี่ 850/2100 เมกกะเฮิร์ต ในระบบ UMTS (3G) รองรับความถี่ 850/900/1800/1900 เมกกะเฮิร์ต ในระบบ GSM (2G) มีความเร็วในการสื่อสารข้อมูลสูงสุดระหว่างโมดูลกับเครือข่าย เมื่อเชื่อมต่อกับเครือข่าย กับเครือข่าย 3G หรือผู้ที่ต้องการอัปเกรดระบบจาก 2G เป็น 3G ที่มีฟังก์ชันการใช้งานครอบคลุมทั้งการสื่อสารและระบุพิกัด ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานได้ เช่น ระบบขนส่งและติดตามตำแหน่งรถบรรทุกสินค้า หรือ การรักษาความปลอดภัย งานด้านสาธารณสุข การติดตามบุคคลหรือสิ่งของ การควบคุมและบำรุงรักษาทางไกล สามารถใช้ 3G บนความถี่ 2100 เมกกะเฮิร์ต ได้ทุกเครือข่ายผู้ให้บริการในเมืองไทย เช่น AIS 3G, DTAC Trinet และ True 3G+ เป็นต้น และสามารถใช้ 3G บนความถี่ 850 เมกกะเฮิร์ต ของผู้ให้บริการ My by CAT ดังรูปที่ 2.14 [9]



รูปที่ 2.14 3G Module (UC15-T)
(ที่มา <https://www.thaieasyelec.com/>)

2.8.1 คุณสมบัติของบอร์ด 3G Module

1. ใช้โมดูลสื่อสาร UC15-T จาก Quectel Wireless Solutions Co., Ltd.
2. รองรับความถี่ 850/2100 เมกกะเฮิร์ต ในระบบ UMTS 3G
3. รองรับความถี่ 850/900/1800/1900 เมกกะเฮิร์ต ในระบบ GSM 2G
4. รองรับความเร็วในการสื่อสาร HSPDA สูงสุดที่ 3.6 Mbps Downlink และ 384 Kbps Uplink
5. รองรับ HSPA Release 5 (Category 6)
6. รองรับ EDGE Downlink only
7. รองรับ GPRS Multi-slot class 12
8. รองรับ UMTS Release 99/5

9. รองรับ GSM Release 99/4
10. รองรับคำสั่ง AT Command 3GPP TS27.007 กับ 3GPP TS27.005 และ enhanced AT command ของ Quectel
11. รองรับโปรโตคอล ได้แก่ PPP/TCP/UDP/FTP/HTTP/FILE/MMS/SMTP/ SSL
12. ออกแบบเป็น Module บอร์ดขนาดเล็ก
13. เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง Serial UART
14. มีพอร์ต Micro USB สำหรับเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตUSB
15. มีจัมป์เปอร์สำหรับเริ่มต้นการทำงานทันทีเมื่อจ่ายไฟ (Auto start)
16. มีพินเฮดเดอร์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วย Software โดยการทริกขา I/O
17. มีสวิตช์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วยการกดปุ่ม (Power switch)
18. มีไฟแสดงสถานะเปิดการทำงาน (Status LED)
19. มีไฟแสดงสถานะเชื่อมต่อเครือข่าย (Network LED)
20. คอนเน็คเตอร์สำหรับเสาอากาศสื่อสารหลัก (Main Antenna) แบบ RP-SMA
21. มีช่องเสียบ SIM Card แบบ Push-Pull พร้อมวงจรป้องกัน ESD

2.9 จีเอสเอ็มโมดูล (3G GSM Rubber Antenna)

เสาอากาศสำหรับจีเอสเอ็มโมดูล รองรับย่านความถี่ (3G&GSM850/900/1800/1900/2100 เมกกะเฮิร์ต หัวคอนเน็คเตอร์แบบ SMA-Male Right Angle ดึงรูปที่ 2.15 [10]

1. ความถี่ (3G&GSM) : 850/900/1800/1900/2100 เมกกะเฮิร์ต
2. แบนด์วิดท์ : 70/180 เมกกะเฮิร์ต
3. VSWR \leq 2
4. ปริมาณพลังงานที่เสาอากาศสามารถส่งหรือรับ : 2.65 (dBi)
5. กำลังไฟฟ้าเข้าสูงสุด : 50 วัตต์
6. อิมพีแดนซ์อินพุต : 50 โอห์ม
7. โพลาริซ: แนวตั้ง
8. ความยาวสายอากาศ : 150 มิลลิเมตร
9. ตัวเชื่อมต่อ: SMA-ชายมุมขวา
10. อุณหภูมิในการจัดเก็บ: -30c to+75c
11. อุณหภูมิในการทำงาน: -30c to+75c

TheEasyElec.com-Venus Supply Co., Ltd. TheEasyElec.com-Venus Supply Co., Ltd.



รูปที่ 2.15 3G GSM Rubber Antenna
(ที่มา <https://www.thaieasyelec.com/>)

2.10 โมดูลจีพีเอส (GPS Module GY-NE06MV2 Ublox)

โมดูลจีพีเอส สามารถเชื่อมต่อได้กับไมโครคอนโทรเลอร์ได้หลายประเภทไม่ว่าจะเป็น Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, ESP32 ผ่านทาง Serial UART ความเร็วที่ 9600 (สามารถอัปเดต) และตำแหน่งอัปเดตตลอดทุก 1 วินาที สามารถตั้งค่าให้เร็วกว่านี้ได้ การทำงานเมื่อตัวโมดูลจับสัญญาณได้จะขึ้นไฟสีเขียวกระพริบ ตัวโมดูลมีแบตเตอรี่เก็บตำแหน่งล่าสุดและคอนฟิกร่างต่างๆ อีกทั้งมีแบตเตอรี่สำรองบอร์ดและ EEPROM ในตัวและมีเสาอากาศเซรามิก U.FL ภายนอกเพื่อการรับสัญญาณที่ดีขึ้น สามารถเข้าได้กับบอร์ดควบคุมการบินต่างๆ ที่ออกแบบมาเพื่อทำงานกับโมดูล GPS, APM2.0 และ APM2.5 โมดูลนี้มีตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าในตัว แรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน: 3.3V ถึง 5VDC อินเทอร์เฟซการสื่อสาร: UART TTL, 9600bps ไฟสัญญาณ LED พินเอาต์สำหรับพลังงานและอินเทอร์เฟซ VCC: 3.3 ถึง 5VDC RX: รับข้อมูล (อินพุตไปยังโมดูล GPS) TX : ส่งข้อมูลออก (ออกจากโมดูล GPS) GND : กราวด์ (ล่อจิกและกราวด์กำลัง) ตัวอย่าง GPS Module ดังรูปที่ 2.16[10]

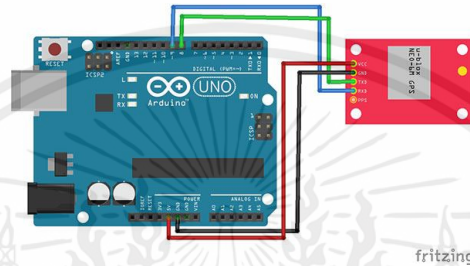


รูปที่ 2.16 GPS Module GY-NE06MV2 Ublox
(ที่มา <http://www.iot.codemobiles.com/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1 การใช้งาน GPS (NEO-6M) กับ Arduino

การเขียนโปรแกรมที่จะใช้ร่วมกับ Library SoftwareSerial มีอยู่ใน ArduinoIDE อยู่แล้ว เรียกขึ้นมาใช้ได้เลย โดยกำหนดขา 8 เป็น RX และขา 9 ขา TX ส่วนเวลาต่อกับตัวโมดูล จะต้องไขว้สายด้วย เรากำหนดขา 8 ของ Arduino เป็น RX ต่อกับ TX ของโมดูล และขา 9 เป็น TX ต่อกับ RX ของโมดูล ดังรูปที่ 2.17 [11]



รูปที่ 2.17 การต่อGPS (NEO-6M) กับ Arduino
(ที่มา <http://fitrox.lnwshop.com/>)

การใช้งานในที่โล่งและวันที่ไม่มีเมฆจะทำให้ตัวโมดูลจับสัญญาณได้ดียิ่งขึ้น การใช้สายอากาศภายนอก เช่น สายอากาศกำลังขยายสูง จะทำให้โมดูลจับสัญญาณได้ดีขึ้น ในการใช้งานครั้งแรกหลังจากจ่ายไฟเข้าไปแล้ว โมดูลอาจใช้เวลา 5-20 นาที ในการ Config. ค่าต่าง ๆ ในตัวโมดูลLED บนตัวโมดูลจะบอกสถานะของสัญญาณ หาก LED ติดค้างตลอดเวลาหมายถึงตัวโมดูลกำลังหาสัญญาณอยู่ และเมื่อโมดูลจับสัญญาณของดาวเทียมมากพอที่จะทำงาน อย่างน้อย 4 ดวง หลอด LED นี้จะกระพริบทุก ๆ 1 วินาที

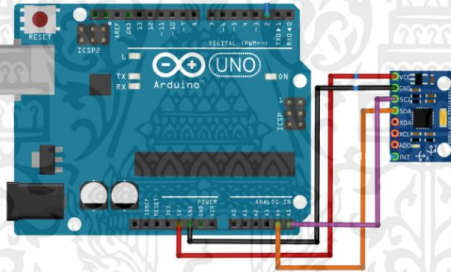
2.11 ไจโรสโคป (Gyroscope sensor)

ไจโรสโคป เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แรงโน้มถ่วงของโลกเพื่อตรวจสอบการวางแนว ไจโรเซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจจับความเร็วเชิงมุมซึ่งเปลี่ยนแปลงตามมุมการหมุนต่อเวลา ความเร็วเชิงมุมโดยปกติจะแสดงเป็นหน่วย deg/s (องศาต่อวินาที) ดังรูปที่ 2.18 ไจโรสโคปวัดความเร็วในการหมุนหรืออัตราการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งเชิงมุมเมื่อเวลาผ่านไปตามแกน X, Y และ Z เอกลักษณ์ของไจโรสโคปมีหน่วยเป็นองศาต่อวินาที ซึ่งเพื่อให้ได้ตำแหน่งเชิงมุม เราต้องรวมความเร็วเชิงมุมเข้าด้วยกัน โดยมันสามารถวัดความเร่งโน้มถ่วงตามแกนทั้ง 3 ได้ และใช้คณิตศาสตร์ตรีโกณมิติ เราก็จะสามารถคำนวณมุมที่ตำแหน่งของเซ็นเซอร์ได้ ดังรูปที่ 2.18 [12]



รูปที่ 2.18 Gyroscope sensor
(ที่มา <http://www.indiamart.com>)

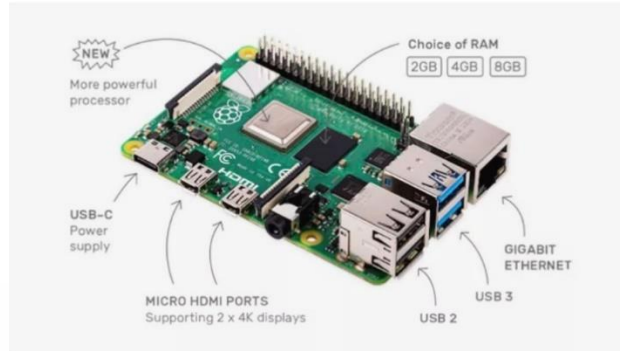
การเชื่อมต่อ MPU6050 ใช้สำหรับถ่ายโอนข้อมูลมาตรงความเร่ง ไจโรสโคป มุมและอุณหภูมิจากชิป MPU6050 ไปยังซอฟต์แวร์ Ozeki สามารถเลือกว่าจะอย่างไรต่อไปด้วยข้อมูลที่รวบรวมได้ เช่น คุณสามารถส่งต่อไปยังการเชื่อมต่ออื่น หรือวิเคราะห์ในแบบเรียลไทม์ก่อนจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล



รูปที่ 2.19 วิธีต่อ Gyroscope Arduino
(ที่มา <https://ozeki.hu/>)

2.12 บอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)

บอร์ดราสเบอร์รี่พาย เป็นคอมพิวเตอร์ในบอร์ดเดียว (Single Board Computer) บอร์ดราสเบอร์รี่พาย นี้มีขนาดเล็กมาก มีความสามารถในการรองรับ ระบบปฏิบัติการ ลินุกซ์(Linux) หรือเรียกว่า ราสเปียน ที่บรรจุลงใน SD การ์ดในการพัฒนาไปสู่บอร์ด Embedded Linux ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ ของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย ที่มีจุดเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตทั้งผ่านพอร์ต USB, LAN, HDMI, CSI, DSI, AUDIO, ช่องสัญญาณ ภาพและ GPIO (General Purpose Input Output) สำหรับต่อกับวงจรหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

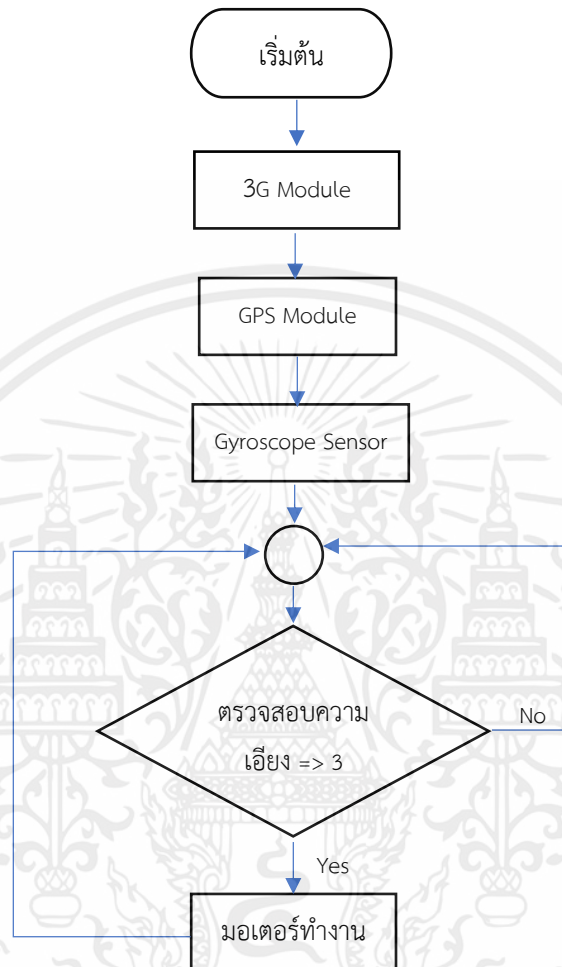


รูปที่ 2.20 ส่วนประกอบของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย
(ที่มา <https://tips.thaiware.com/1813.html>)

Raspberry Pi นี้หลักๆประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง(CPU) หน่วยความจำ RAM, ตัวรับสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi Receiver) และ ตัวรับสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth Receiver) ตามด้วยพอร์ตต่าง ๆ เช่น HDMI, Audio Output, USB หรือแม้แต่ LAN เป็นต้น ดังรูปที่ 2.20 ซึ่งจะเห็นได้ว่าด้วยส่วนประกอบเหล่านี้ เราสามารถนำ Raspberry Pi มาใช้ทำคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปหนึ่งเครื่องได้เลย เพียงแค่ต้องหาซื้ออุปกรณ์มาเสริม อาทิ จอมอนิเตอร์, เม้าส์, คีย์บอร์ด และสาย LAN มาเชื่อมต่อเอาการเชื่อมต่อ MPU6050 ใช้สำหรับถ่ายโอนข้อมูลมาตรงความเร่ง ไจโรสโคป มุมและอุณหภูมิจากชิป MPU6050 ไปยังซอฟต์แวร์ Ozeki สามารถเลือกว่าจะทำอย่างไรต่อไปด้วยข้อมูลที่รวบรวมได้ เช่น คุณสามารถส่งต่อไปยังการเชื่อมต่ออื่น หรือวิเคราะห์ในแบบเรียลไทม์ก่อนจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล

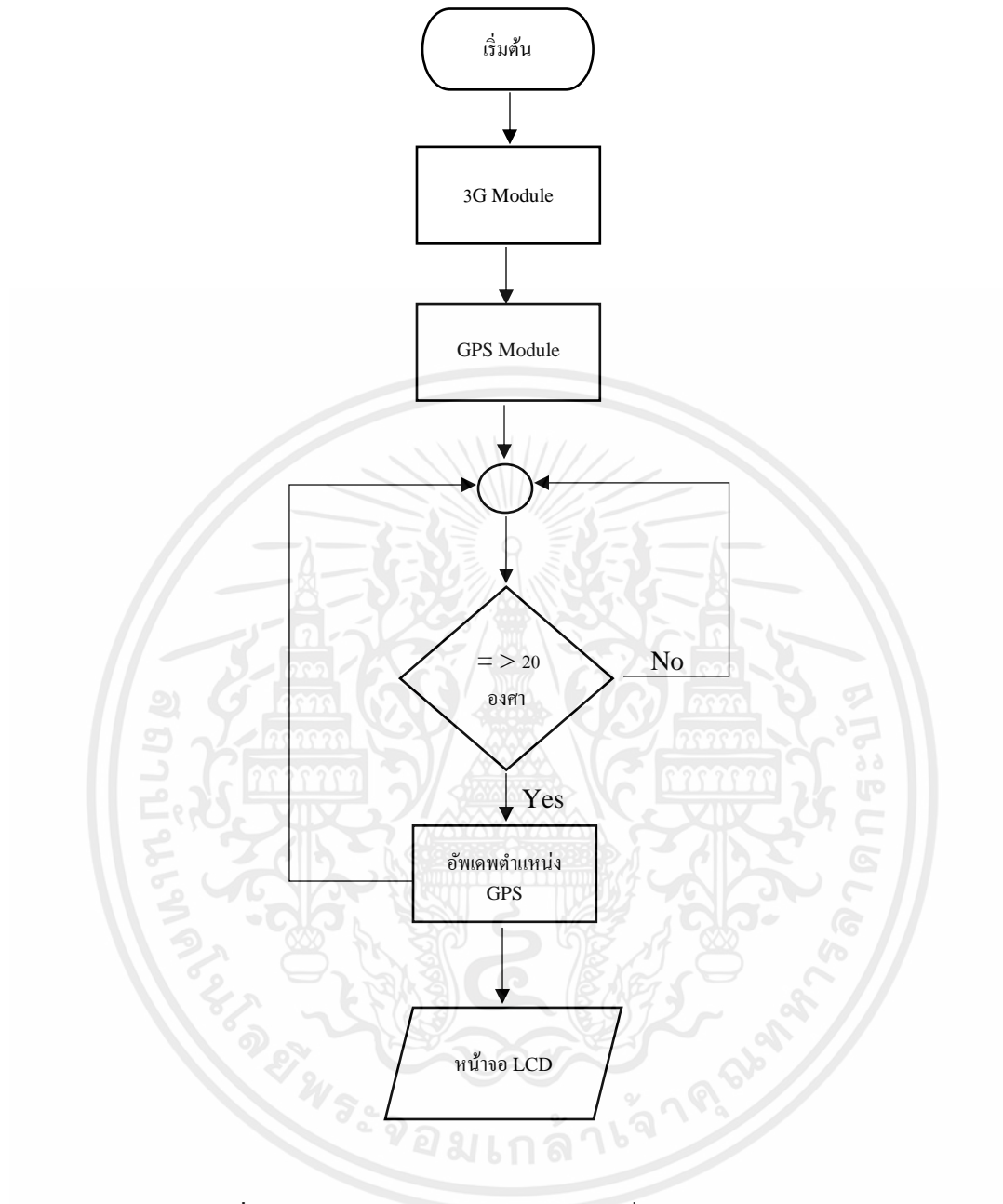
3.2 โฟลวชาร์ตระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์



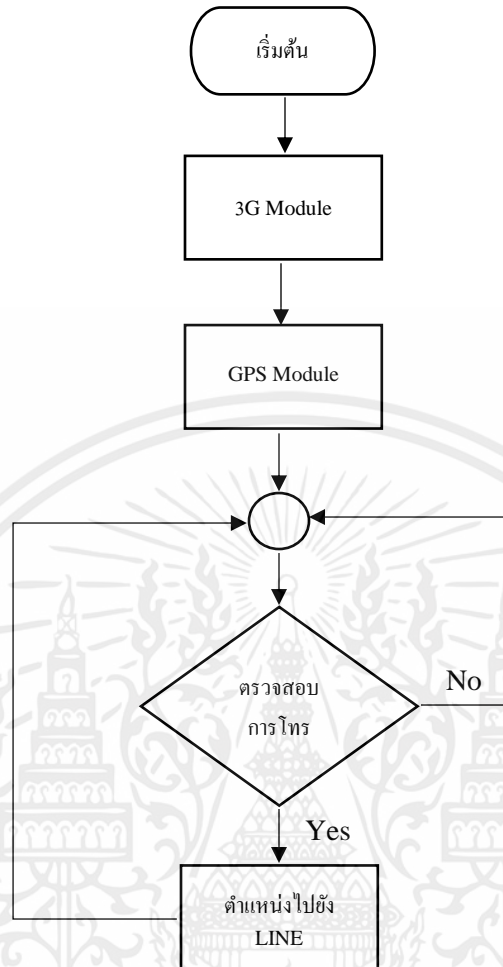
รูปที่ 3.2 โฟลวชาร์ตระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

จากรูปที่ 3.2 โฟลวชาร์ตการทำงานของเมื่อรถเจอทางชัน เริ่มต้นทำงาน 3G Module ,GPS Module ,Gyroscope Sensor ตรวจสอบความเอียงเท่ากับ หรือมากกว่า 3 ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้มอเตอร์ทำงาน



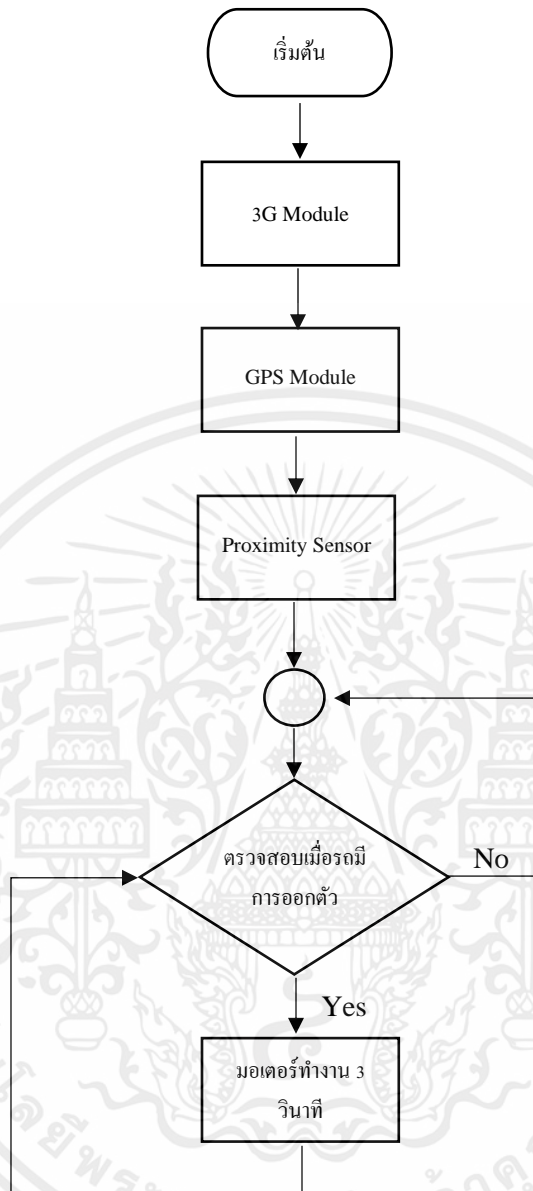
รูปที่ 3.3 โฟลวชาร์ตระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

จากรูปที่ 3.3 โฟลวชาร์ตแสดงตำแหน่งของรถจักรยานเริ่มต้นทำงาน 3G Module ,GPS Module ตรวจสอบเท่ากับ หรือมากกว่า 20 วินาที ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้ อัปเดตตำแหน่งและแสดงไปยังหน้าจอ LCD



รูปที่ 3.4 โฟลวชาร์ตระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

จากรูปที่ 3.4 โฟลวชาร์ตแสดงตำแหน่งเมื่อรถจักรยานสูญหาย เริ่มต้นทำงาน 3G Module GPS Module ตรวจสอบการโทร ถ้ามีการโทรเข้ามา ให้ส่งตำแหน่งไปยังไลน์

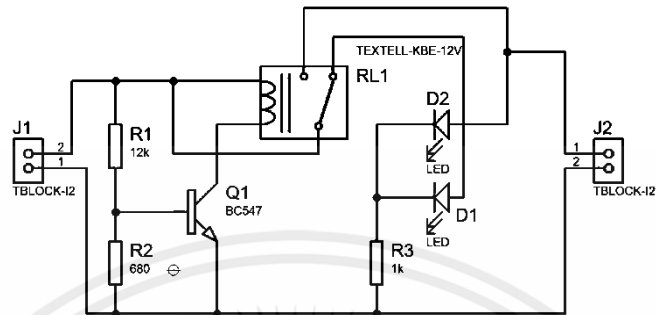


รูปที่ 3.5 โฟลวชาร์ตระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

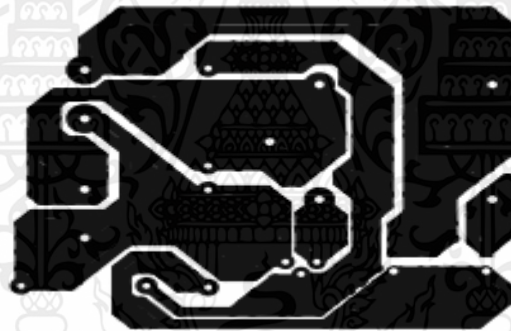
จากรูปที่ 3.5 โฟลวชาร์ตแสดงความเร็วเริ่มต้นทำงาน 3G Module ,GPS Module Proximity Sensor ตรวจสอบเมื่อรถมีการออกตัว ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้มอเตอร์ทำงาน 3 วินาที

3.3 การออกแบบวงจร

3.3.1 วงจรชาร์ตแบตเตอรี่



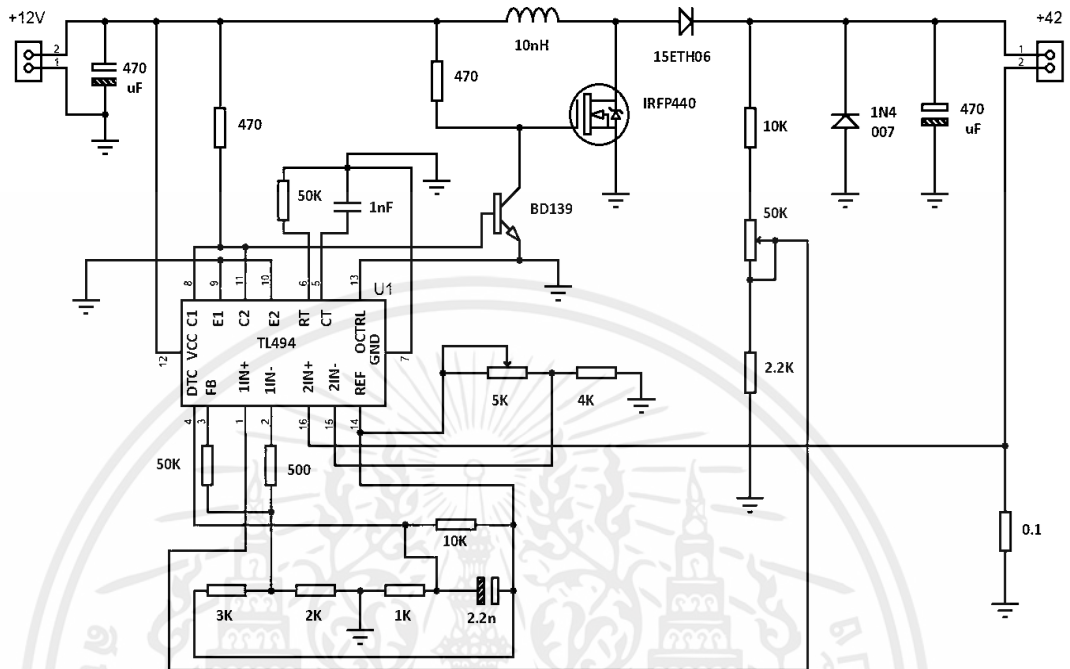
รูปที่ 3.6 วงจรชาร์ตแบตเตอรี่



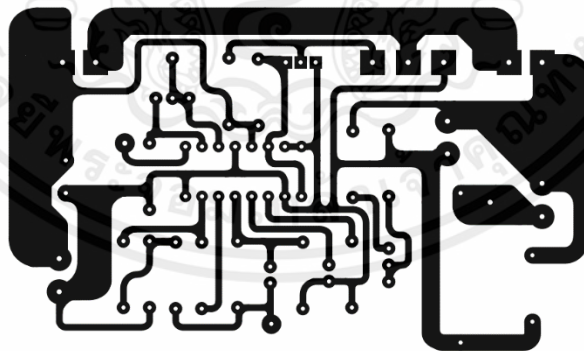
รูปที่ 3.7 ลาย PCB ของวงจรชาร์ตแบตเตอรี่

เมื่อต่อวงจรควบคุมการชาร์ตเข้ากับพาวเวอร์สวิทช์ และแบตเตอรี่ไฟ 220 โวลต์ จะเข้าวงจรชาร์ตแล้วสั่งให้รีเลย์ทำงานเพื่อจ่ายไฟให้กับพาวเวอร์สวิทช์ ซึ่งพาวเวอร์สวิทช์จะทำหน้าที่ ชาร์ตแบตเตอรี่ ซึ่งเราจะตั้งกำหนดแรงดันแบตเตอรี่ให้เต็มที 13.8 โวลต์ และจะเริ่มชาร์ตที่ 12 โวลต์ เมื่อแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำกว่า 12 โวลต์ ให้พาวเวอร์สวิทช์จ่ายไฟในการทำงานและเริ่มต้นการชาร์ต

3.3.2 วงจรเพิ่มแรงดัน (Step-Up)



รูปที่ 3.8 วงจรเพิ่มแรงดัน (Step-Up)



รูปที่ 3.9 ลาย PCB ของวงจรเพิ่มแรงดัน (Step-Up)

แรงดัน 12 โวลต์ ผ่าน C2 เพื่อกรองกระแสให้เรียบขึ้น R10 ทำหน้าที่ดีออสที่เข้าขา 8,11 และขา B ขา 6 และ ขา 5 คือวงจรสร้างความถี่ (oscillator) ให้ RT (50k) และ C4 (1nf) เป็น

วงจรจำกัดกระแส ลงที่ GND วงจรบูทแรงดัน คือ L1 ทำหน้าที่บูทแรงดันให้ทวีคูณขึ้นไป โดยให้ R13 ต่อกับขา G ของ Mosfet ทำงาน โดย Tr Q1 ทำหน้าที่ Off การทำงานของ Mosfet โดยให้ Oscillator ทำการเปิด-ปิด ตามความถี่ และ L1 จะเป็นกระแส AC และต้องใช้ D1 เพื่อมาเรียงกระแส วงจร op amp จะใช้การทำงานของวงจรแบ่งแรงดัน เพื่อให้ op amp เป็นวงจรทวีคูณมากขึ้น แรงดันจะน้อยลง ต่อไปก็จะจ่ายให้วงจรแบ่งแรงดัน และ D2 ทำหน้าที่ Feed back ทำให้ไม่มีแรงดัน ค้างสถานะอยู่ C3 ทำหน้าที่กรองกระแสให้เรียบขึ้น และจ่ายไปยัง Out Put

3.4 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์ มีความสำคัญมาก เท่ากับการออกแบบวงจรและการออกแบบซอฟต์แวร์เพราะหากออกแบบวงจรและซอฟต์แวร์ให้ดี เพียงใด แต่ถ้าโครงสร้างไม่แข็งแรงจะทำให้การทำงานไม่มีประสิทธิภาพดังนั้นการออกแบบโครงสร้าง จึงมีความสำคัญต่อการใช้งานเป็นอย่างยิ่ง

3.4.1 วัสดุที่ใช้ในส่วนโครงสร้าง

ในส่วนโครงสร้างใช้สแตนเลสกล่องแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบขนาด 1x2 นิ้ว แสดงดัง รูปที่ 3.10 ซึ่งมีความแข็งแรงสามารถเชื่อมให้เป็นโครงสร้างตามที่ต้องการได้

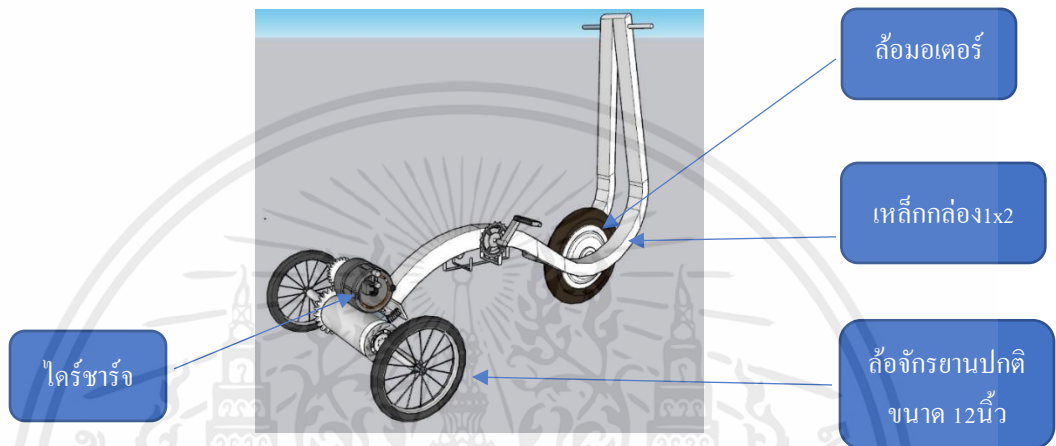


รูปที่ 3.10 เหล็กกล่อง 1x2 นิ้ว

ที่มา (<https://globalhouse.co.th/product/detail/3222005360256>)

3.4.2 การออกแบบโครงสร้างหลัก

โครงสร้างของตัวฐานซึ่งเป็นการออกแบบใช้ในการยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ของรถจักรยานเข้าด้วยกันโดยการใช้เหล็กเพื่อความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ได้โดยมีขนาด ความสูงไม่เกิน 160 เซนติเมตร ความยาวไม่เกิน 130 เซนติเมตร ความกว้างไม่เกิน 80 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.11 และ 3.12



รูปที่ 3.11 การออกแบบโครงสร้างหลัก

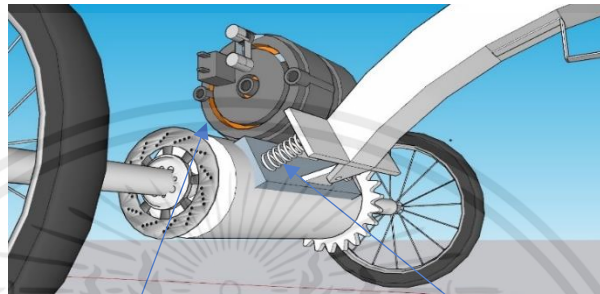


รูปที่ 3.12 การออกแบบโครงสร้างหลัก

3.4.3 ชุดชาร์จแบตเตอรี่

ชุดชาร์จแบตเตอรี่จะถูกออกแบบสำหรับไว้สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ในการปั่น ดังรูปที่

3.13 และ 3.14



โคร์ชาร์จ

สปริงวาล์ว

รูปที่ 3.13 การออกแบบชุดชาร์จแบตเตอรี่



สปริงวาล์ว

โคร์ชาร์จ

รูปที่ 3.14 การออกแบบชุดชาร์จแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ ประกอบไปด้วย การทดสอบ วงจรชาร์จ และทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่จากการปั่น 1 ชั่วโมง

4.1 ทดลองวงจรชาร์จ

4.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบชาร์จจนถึงค่าแรงดันที่กำหนดแล้วจะทำการตัดไฟป้องกันแบตเตอรี่เสื่อมและอันตรายจากการชาร์จไฟเกินหรือไม่

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรชาร์จแบตเตอรี่กับพาวเวอร์ซัพพลาย
2. เริ่มปรับแรงดันที่ 12 โวลต์ -14 โวลต์
3. สังเกตว่าเมื่อแรงดันถึง 13.6 โวลต์ จะทำการตัดหรือไม่

ตารางที่ 1 ผลการทดลองวงจรชาร์จ

ลำดับที่	แรงดัน (V)	ตัด	ไม่ตัด
1	12		✓
2	12.2		✓
3	12.4		✓
4	12.6		✓
5	12.8		✓
6	13		✓
7	13.2		✓
8	13.4		✓
9	13.6	✓	
10	13.8	✓	
11	14	✓	

จากตารางผลการทดลองที่ 1 เมื่อทำการชาร์ตแบตเตอรี่ด้วยวงจรชาร์ตแบตเตอรี่พบว่า ค่าแรงดันที่ 12 โวลต์ - 13.4 โวลต์ วงจรไม่ตัดการทำงาน แรงดันที่ 13.6 โวลต์ - 14 โวลต์ วงจรตัดการทำงาน ดังรูปที่ 4.1 4.2 และ 4.3



รูปที่ 4.1 แรงดัน 12.8 โวลต์ วงจรชาร์จไม่ตัดการทำงาน



รูปที่ 4.2 แรงดัน 13.2 โวลต์ วงจรชาร์จไม่ตัดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เมื่อถึงแรงดัน 13.6 โวลต์ วงจรชาร์จตัดการทำงาน

4.2 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่ จากชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 8

4.2.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบระยะเวลาการชาร์จเมื่อแบตเตอรี่มีการใช้งาน ว่าแต่ละชั่วโมง มีแรงดัน และ กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรชาร์จแบตเตอรี่กับพาวเวอร์สวิชชิง และแบตเตอรี่
2. ปรับค่า VR ที่พาวเวอร์สวิชชิง เพื่อให้ได้แรงดันที่ 13.6 โวลต์
3. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟทุกๆ 1 ชั่วโมงจนครบ 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 ผลการชาร์จแบตเตอรี่จากชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 8

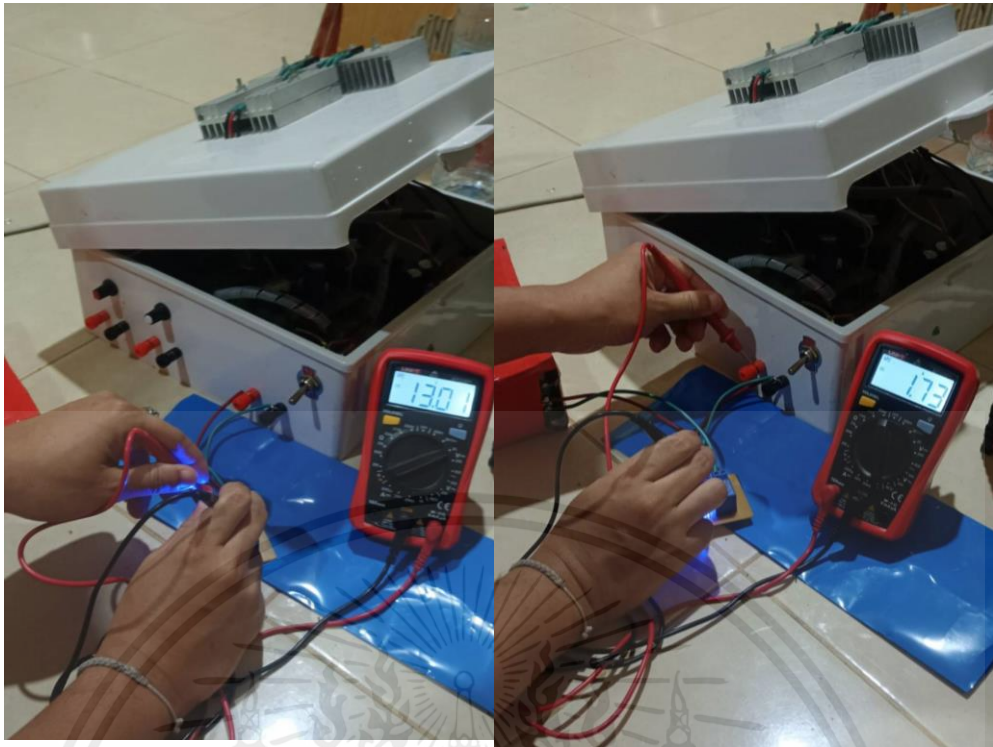
ชั่วโมงในการชาร์จ	แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ (v)	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (A)
ชั่วโมงที่ 1	11.95	1.98
ชั่วโมงที่ 2	12.23	1.97
ชั่วโมงที่ 3	12.54	1.97
ชั่วโมงที่ 4	12.79	1.96

ชั่วโมงในการชาร์จ	แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ (v)	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (A)
ชั่วโมงที่ 5	13.01	1.73
ชั่วโมงที่ 6	13.31	1.0
ชั่วโมงที่ 7	13.43	0.66
ชั่วโมงที่ 8	13.6	0.23

จากตารางผลการทดลองที่ 2 เมื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยวงจรชาร์จแบตเตอรี่พบว่า ในชั่วโมงที่ 1 แรงดันแรกเริ่มชาร์จเท่ากับ 11.91 โวลต์ ชาร์ตด้วยกระแส 1.98 แอมป์ เมื่อชาร์จต่อไปในชั่วโมงที่ 2, 3, 4, 5 กระแสจะค่อยๆลดลงเรื่อย ๆ กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะลดลงทีละน้อย แต่เมื่อชั่วโมงที่ 6, 7 กระแสที่ชาร์จจะน้อยลงมาก เมื่อถึงชั่วโมงที่ 8 แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 13.6 โวลต์ และชาร์จด้วยกระแส 0.23 A ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.4 การชาร์จแบตเตอรี่ชั่วโมงที่ 1 ได้แรงดัน 11.95 โวลต์ กระแส 1.98 แอมป์



รูปที่ 4.5 การชาร์จแบตเตอรี่ชั่วโมงที่ 5 ได้แรงดัน 13.01 โวลต์ กระแส 1.73 แอมป์

4.3 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่จากการปั่น

4.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบ ว่าสามารถชาร์จแบตเตอรี่จากการปั่นได้หรือไม่

4.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำมัลติมิเตอร์มาติดตั้งตรงส่วนท้ายรถของจักรยานเพื่อทำการวัดกระแส
2. ปั่นจักรยานจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางในระยะ 50 เมตร จับเวลาในการปั่นในระยะทาง 50 เมตร
3. จากนั้นสังเกตว่าในระยะทาง 50 เมตร จะได้กระแสในการชาร์จกี่แอมป์

ตารางที่ 3 ระบบชาร์จแบตเตอรี่จากการปั่น

ครั้งที่	ระยะทาง (m)	เวลา (S)	ความเร็ว (km/h)	กระแสในการชาร์จ (A)
1	50	11	16.36	3
2	50	12	15	3.02
3	50	11	16.36	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลการทดลองที่ 3 เมื่อปั่นทั้ง 3 ครั้งในระยะทาง 50 เมตร ในเวลา 11-12 วินาที ได้กระแสในการชาร์จ 3 แอมป์ ดังรูปที่ 4.6 และ 4.7

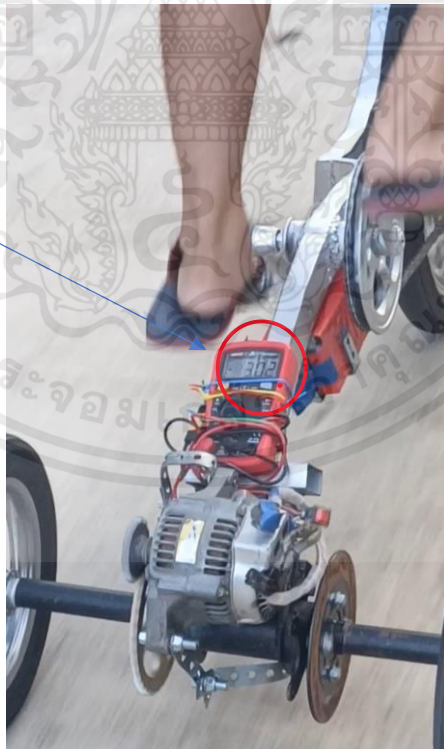
นาฬิกาจับเวลา

:

00:12.28

รูปที่ 4.6 ในระยะทาง 50 เมตร นาฬิกาจับเวลาได้ 12 วินาที

3.02 แอมป์



รูปที่ 4.7 กระแสที่ชาร์จจากการปั่น ได้ 3.02 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพพวงจรมอเตอร์เพิ่มแรงดัน

4.4.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพโดยรักษาระดับแรงดันที่อินพุตและเอาต์พุต

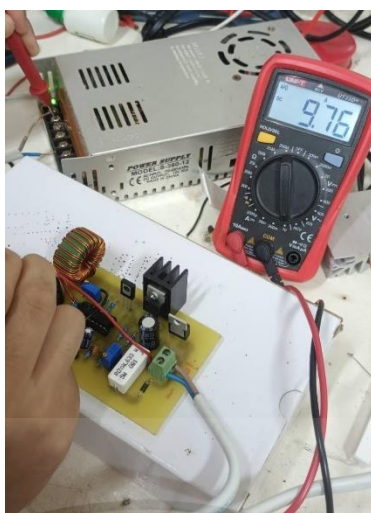
4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

ใช้โหลดหรือภาระทางไฟฟ้าชนิดต่างๆต่อเข้ากับวงจรเพิ่มแรงดัน เพื่อทดสอบแรงดันไฟที่เอาต์พุตและวัดกระแสที่ได้จากภาระทางไฟฟ้า

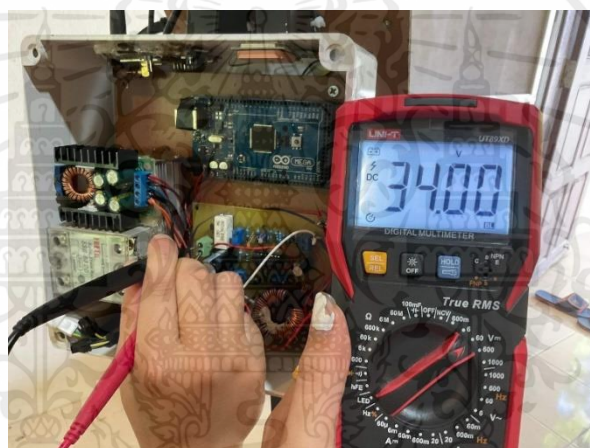
ตารางที่ 4 การทดสอบและผลที่ได้จากการวัดแรงดันเอาต์พุต

ภาระทางไฟฟ้า	ความต้านทาน (Ω)	ปริมาณไฟฟ้าทางด้านอินพุต			ปริมาณไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุต			ประสิทธิภาพ %
		แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	
ตัวต้านทาน	10 (10W)	12	9.76	117.12	34	3.01	108.8	92.89
	20 (10W)	12	6.02	72.24	34	1.74	61.94	85.84
แบบเซรามิกส์	30 (10W)	12	4.38	52.56	36	1.17	42.12	80.13
	50 (10W)	12	2.75	32.64	36	0.83	25.2	77.20
	80 (10W)	12	1.27	15.24	36	0.32	11.52	75.59

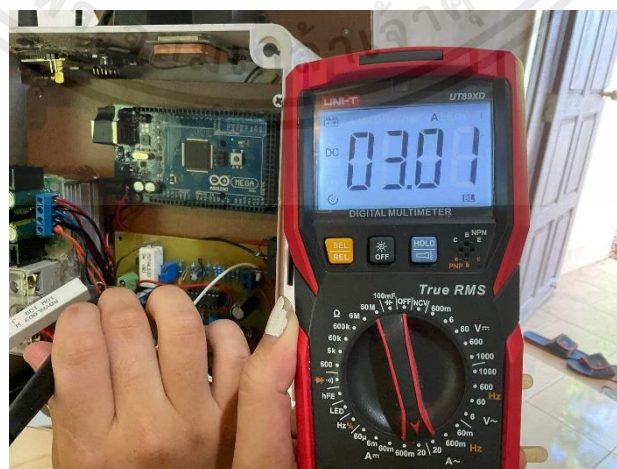
จากตารางผลการทดลองที่ 4 เมื่อภาระทางไฟฟ้าในช่วง 10 โอห์ม - 20 โอห์ม พบว่าแรงดันเอาต์พุตคงที่ ที่ 34 โวลต์ ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 30 โอห์ม - 80 โอห์ม พบว่าแรงดันเอาต์พุตคงที่ 36 โวลต์ กระแสเอาต์พุตมีค่า 0.32 แอมป์ - 3.2 แอมป์ ค่าประสิทธิภาพที่ได้ 75-92 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่าวงจรสามารถทำงานกับแบตเตอรี่ที่แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ โดยสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับโหลดได้ที่ 20 โวลต์ ดังรูปที่ 4.8 4.9 และ 4.10



รูปที่ 4.8 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 10 โหลด กระแสทางด้านอินพุต 9.76 แอมป์



รูปที่ 4.9 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 10 โหลด แรงดันทางด้านเอาพุต 34 โวลต์

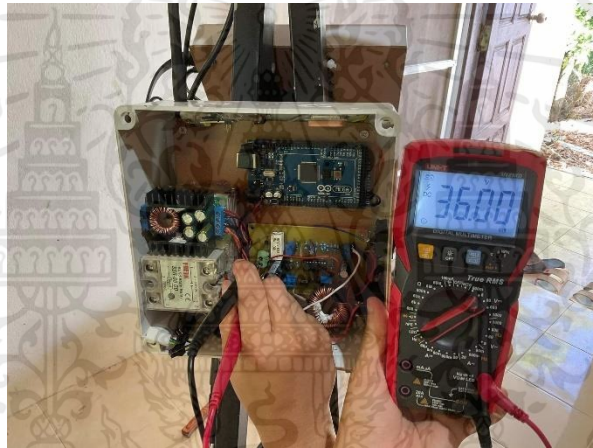


รูปที่ 4.10 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 10 โหลด กระแสทางด้านเอาพุต 3.01 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 50 โอห์ม กระแสทางด้านอินพุต 2.75 แอมป์



รูปที่ 4.12 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 50 โอห์ม แรงดันทางด้านเอาพุต 36 โวลต์



รูปที่ 4.13 ภาระทางไฟฟ้าในช่วง 50 โอห์ม กระแสทางด้านเอาพุต 0.83 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ทดสอบระบบช่วยในการขับเคลื่อนในการออกตัวเมื่อเริ่มปั่นและเจอทางชัน 20 องศา

4.5.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบระบบช่วยในการออกตัวโดยใช้ ใจโลเซนเซอร์เป็นตัวตรวจสอบ
2. เพื่อทดสอบระบบช่วยในการขับเคลื่อนเมื่อเจอทางชัน 20 องศา โดยใช้ ใจโลเซนเซอร์เป็นตัววัดความชัน

4.5.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำรถจักรยานไปไว้บนเหล็กจากนั้นค่อยๆยกเหล็กขึ้นตามองศา โดยใช้แอปพลิเคชัน จากสมาร์ตโฟนเป็นตัววัดองศา และดูโซลิตสเตรรี่เลย์ ถ้าโซลิตสเตรรี่เลย์ไฟติดแสดงว่าระบบช่วยในการขับเคลื่อนเริ่มทำงาน

ตารางที่ 5 การทดสอบระบบช่วยในการขับเคลื่อนเมื่อเจอทางชัน 20 องศา

ครั้งที่	ระบบช่วยในการออกตัว		ทางชัน (องศา)	ระบบช่วยในการขับเคลื่อน	
	ไม่ทำงาน	ทำงาน		ไม่ช่วยในการขับเคลื่อน	ช่วยในการขับเคลื่อน
1		✓	5	✓	
2		✓	10	✓	
3		✓	15	✓	
4		✓	20		✓

จากตารางผลการทดลองที่ 5 เมื่อเริ่มปั่นรถจักรยานระบบช่วยในการออกตัวจะเริ่มทำงาน และเมื่อรถจักรยานเจอทางชันที่ 5-15 องศา ระบบช่วยในการขับเคลื่อนจะไม่ทำงาน แต่เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับเจอทางชันที่ 20 องศา ระบบเสริมการขับเคลื่อนจะทำให้สามารถปั่นจักรยานขึ้นทางชันได้ง่ายขึ้น ดังรูปที่ 4.14 4.15 และ 4.16



รูปที่ 4.14 เมื่อพบความชัน 5 องศา ระบบช่วยในการขับเคลื่อนไม่ทำงาน ไฟโซลิตสเตรรี่เลย์ไม่ติด



รูปที่ 4.15 เมื่อพบความชื้น 10 องศา ระบบช่วยในการขับเคลื่อนไม่ทำงาน ไฟโซลิตสเตตรีเลย์ไม่ติด



รูปที่ 4.16 เมื่อพบความชื้น 20 องศา ระบบช่วยในการขับเคลื่อนทำงาน ไฟโซลิตสเตตรีเลย์ติด

4.6 การทดสอบแสดงค่าแบตเตอรี่ 4 ระดับ


4.6.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบระดับแรงดัน ของแต่ละสี

4.6.2 ขั้นตอนการทดลอง

จ่ายไฟฟ้าจากเพาเวอร์ซัพพลาย จากนั้นค่อยๆเพิ่มแรงดัน และสังเกตว่าสีที่ติดอยู่ ที่ระดับแรงดันเท่าไร

ตารางที่ 6 การทดสอบแสดงค่าแบตเตอรี่ 4 ระดับ

ลำดับที่	แรงดัน (V)	แสดงผล
1	10-10.7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	แรงดัน (V)	แสดงผล
2	10.8-12.5	
3	12.6-13.3	
4	13.4-13.6	

จากตารางผลการทดลองที่ 6 จากการทดสอบ แรงดันที่ 10-10.7V แถบที่1ติด แรงดันที่ 10.8-12.5V แถบที่ 1-2ติด แรงดันที่ 12.6-13.3V แถบที่ 1-3ติด แรงดันที่ 13.4-13.6V แถบที่ 1-4ติด

4.7 การทดสอบแสดงความเร็วบนจอ LCD

4.7.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบว่าความเร็วที่ขึ้นบนจอ LCD มีความแม่นยำหรือไม่

4.7.2 ขั้นตอนการทดลอง

ติดตั้งแอปพลิเคชันวัดความเร็วมาติดกับตัวรถจักรยานจากนั้นปั่นและดูว่าความเร็วขึ้นตรงกันหรือไม่

ตารางที่ 7 การทดสอบแสดงความเร็วบนจอ LCD

ครั้งที่	แสดงความเร็วบนจอของรถจักรยาน	
	ความเร็วที่วัดได้ของแอปวัดความเร็ว	ความเร็วที่วัดได้ของรถจักรยาน
1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	แสดงความเร็วบนจอของรถจักรยาน	
	ความเร็วที่วัดได้ของแอปวัดความเร็ว	ความเร็วที่วัดได้ของรถจักรยาน
2		
3		

จากตารางผลการทดลองที่ 7 จากการเปรียบเทียบกับแอปวัดความเร็วจะเห็นได้ว่าความตรงกัน แต่มีบางช่วงที่ความเร็วอาจคลาดเคลื่อนเพราะสัญญาณจากอินเทอร์เน็ต

4.8 ทดสอบการแสดงผลตำแหน่ง GPS บนหน้าจอและโทรศัพท์มือถือของรถจักรยานเมื่อรถสูญหาย


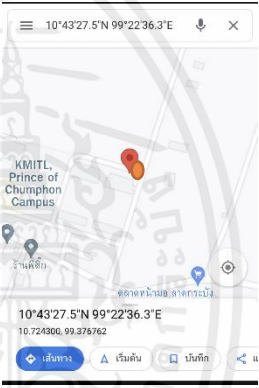

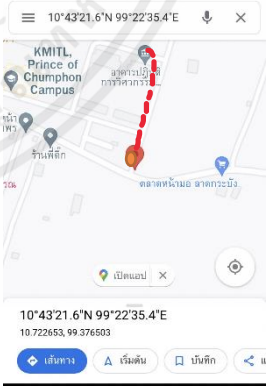
4.8.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบตำแหน่งความแม่นยำของ GPS

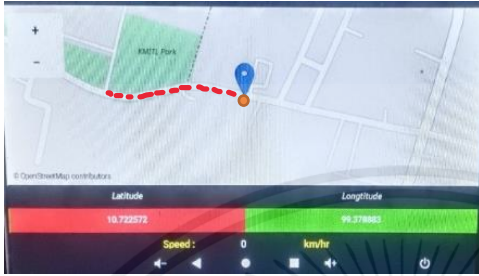
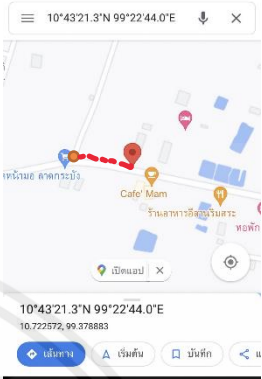
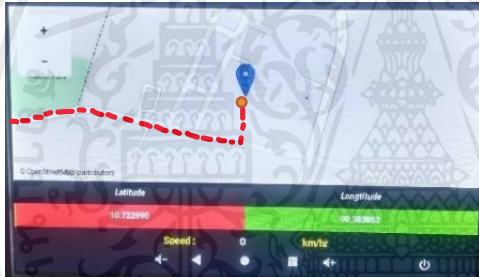
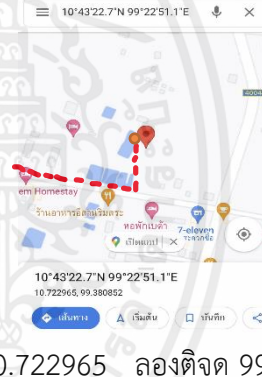
4.8.2 ขั้นตอนการทดลอง

นำรถจักรยานไปไว้ที่ตำแหน่งของแต่ละจุด จากนั้นใช้โทรศัพท์มือถือโทรและตำแหน่งของรถจักรยานจะส่งมาทางไลน์

ตารางที่ 8 การแสดงตำแหน่ง GPS บนหน้าจอและโทรศัพท์มือถือของรถจักรยานเมื่อรถสูญหาย

ลำดับ ที่	ตำแหน่ง GPS ของรถแสดงบนจอLCD ทัชสกรีน	ตำแหน่ง GPS ของรถแสดงบนมือถือ
จุดที่1	 <p>ละติจูด10.72440 ลองจิจูด99.376968</p>	 <p>ละติจูด 10.724300 ลองจิจูด 99.376762</p>
จุดที่2	 <p>ละติจูด10.722653 ลองจิจูด99.376503</p>	 <p>ละติจูด 10.722653 ลองจิจูด 99.376503</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ ที่	ตำแหน่ง GPS ของรถแสดงบนจอLCD ทัชสกรีน	ตำแหน่ง GPS ของรถแสดงบนมือถือ
จุดที่3	 <p>ละติจูด10.722572 ลองติจูด99.378883</p>	 <p>ละติจูด 10.722572 ลองติจูด 99.378883</p>
จุดที่4	 <p>ละติจูด10.722990 ลองติจูด99.380852</p>	 <p>ละติจูด 10.722965 ลองติจูด 99.380852</p>

จากตารางผลการทดลองที่ 8 จากการทดสอบทั้ง 4จุด GPS สามารถแสดงตำแหน่งทั้ง 4 จุด บนหน้าจอและโทรศัพท์มือถือของรถจักรยานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน 1 ชั่วโมง

4.9.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบระบบประสิทธิภาพของการขับเคลื่อนของรถจักรยาน

4.9.2 ขั้นตอนการทดลอง

วัดโวลต์จากแบตเตอรี่ จากนั้นปั่นจักรยานเมื่อครบ 10 นาที วัดแบตเตอรี่อีกครั้ง แล้วดูว่าขึ้นมาเท่าไร

ตารางที่ 9.1 ประสิทธิภาพของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน 1 ชั่วโมง

9.1 ทดสอบโดยการปั่นที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 20 แอมป์

เวลา(min)	โวลต์(V)	กระแสในการชาร์จ (A)	กำลังวัตต์(W)
10	12.26	3	36
20	12.34	3	36
30	12.38	3	36
40	12.44	3	36
50	12.49	3	36
60	12.54	3	36

จากตารางผลการทดลองที่ 9.1 เมื่อปั่นที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ใน 10 นาทีแรกแรงดันที่วัดได้ 12.26 โวลต์ เมื่อปั่นครบ 1 ชั่วโมง แรงดันที่วัดได้ 12.54 โวลต์ 3 แอมป์ 36 วัตต์



รูปที่ 4.17 ปั่นที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ใน 10 นาทีแรกแรงดันที่วัดได้ 12.26 โวลต์



รูปที่ 4.18 ปั่นที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ใน 40 นาที แรงดันที่วัดได้ 12.44 โวลต์



รูปที่ 4.19 ปั่นที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ครบ 60 นาที แรงดันที่วัดได้ 12.54 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.2 ทดสอบระบบเสริมการขับเคลื่อนโดยการบิดต่อเนื่องที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยแบตเตอรี่ 36 โวลต์ 6 แอมป์

เวลา (min)	โวลต์ (V)	กำลังวัตต์ (W)
10	41.25	216
20	40.53	216
30	38.36	216
40	36.12	216

จากตารางผลการทดลองที่ 9.2 เมื่อบิดต่อเนื่องที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 36 โวลต์ 6แอมป์ เมื่อครบ 40 นาที แรงดันจะลดเหลือ 36.12 โวลต์ 216 วัตต์



รูปที่ 4.20 เมื่อบิดต่อเนื่องที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 36 โวลต์ ใน 10 นาทีแรก แรงดันที่วัดได้ 41.25 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 เมื่อปิดต่อเนื่องที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 36 โวลต์ ใน 30 นาที แรงดันที่วัดได้ 38.36 โวลต์



รูปที่ 4.22 เมื่อปิดต่อเนื่องที่ความเร็วคงที่ 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง แบตเตอรี่ 36 โวลต์ ใน 40 นาที แรงดันที่วัดได้ 36.12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 ทดสอบการปั่นโดยใช้แบตเตอรี่ที่ชาร์จเต็มวิ่งตามระยะทางในการออกกำลังกายได้ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง

4.10.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน ฮาร์ฟไบค์ ในการปั่นใช้งานจริงว่าสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ถึง 2 ชั่วโมงหรือไม่

4.10.2 ขั้นตอนการทดลอง

ปั่นจักรยานในระยะทาง 5 กิโลเมตร จะมีทางชันประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของระยะทาง

ตารางที่ 10 ทดสอบการปั่นโดยใช้แบตเตอรี่ที่ชาร์จเต็มวิ่งตามระยะทางในการออกกำลังกายได้ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง

แรงดัน (V) เมื่อเริ่มปั่น	แรงดัน (V) เมื่อปั่นครบ 5 กิโลเมตร
41.36	39.87
41.32	39.76
41.25	39.63

จากตารางผลการทดลองที่ 10 เมื่อทดลองปั่น 5 กิโลเมตร แบตเตอรี่เหลือแรงดัน 39.87 โวลต์ ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ สามารถใช้งานต่อเนื่องได้มากกว่า 2 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.23 และ 4.24



รูปที่ 4.23 ครั้งที่ 1 แรงดันเมื่อเริ่มปั่น 41.36 โวลต์ เมื่อปั่นครบ 5 กิโลเมตร แรงดันลดลงเหลือ 39.87 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ครั้งที่ 3 แรงดันเมื่อเริ่มปั่น 41.25 โวลต์ เมื่อปั่นครบ 5 กิโลเมตร แรงดันลดลงเหลือ 39.63 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงสรุปผลการทดลองปัญหาและอุปสรรควิธีการแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะของโครงการระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ทดลองวงจรชาร์จ

จากการทดลอง เมื่อทำการชาร์ตแบตเตอรี่ด้วยวงจรชาร์ตแบตเตอรี่พบว่าค่าแรงดัน ที่ 12 โวลต์ - 13.4 โวลต์ วงจรไม่ตัดการทำงาน แรงดันที่ 13.6 โวลต์ - 14 โวลต์ วงจรตัดการทำงาน

5.1.2 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่ จากชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 7

จากการทดลอง เมื่อชาร์จที่กระแส 1.98 แอมป์ พบว่าเมื่อถึงชั่วโมงที่ 6 กระแสจะลดลงมา 1.73 แอมป์ เหลือ 1 แอมป์แล้วชั่วโมงที่ 7 เหลือ 0.66 แอมป์ แสดงว่าแบตเตอรี่ได้ชาร์จเต็มแล้ว ในขณะที่แรงดันตกคร่อมอยู่ในช่วง 11.91 โวลต์ - 13.6 โวลต์ จะเห็นได้ว่าค่ากระแสจะน้อย โวลต์จะเพิ่ม ค่ากระแสจะน้อย โวลต์จะน้อย

5.1.3 ทดลองระบบชาร์จแบตเตอรี่ จากการปั่น 1 ชั่วโมง

จากการทดลอง เมื่อบั่นในระยะทาง 50 เมตร ในเวลา 11 วินาที ได้กระแสในการชาร์จ 3แอมป์

5.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพพวงจร DC TO DC

จากการทดลอง ประสิทธิภาพที่ได้ 75-92 เปอร์เซ็นต์สรุปได้ว่า วงจรสามารถทำงานกับ แบตเตอรี่ที่แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ โดยสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับโหลดได้ที่ 20 โวลต์

5.1.5 ทดสอบ Sensor gyroscope เมื่อออกตัวและเจอทางชัน

จากการทดสอบเซ็นเซอร์ เซนเซอร์จะทำงานเมื่อพบทางชัน 20 องศา

5.1.6 ทดสอบแสดงค่าแบตเตอรี่

จากการทดสอบ เมื่อแบตเตอรี่ลดเหลือแถบเดียวกระแสที่วัดได้ 2.82 แอมป์ และเมื่อชาร์จแบตเตอรี่เต็มจนครบ 4 แถบกระแสที่ วัดได้ 18.16 แอมป์

5.1.7 ทดสอบแสดงความเร็วของจักรยาน

จากการทดสอบ สามารถแสดงความเร็วบนหน้าจอของรถจักรยานได้ตรงกับแอปที่วัดความเร็ว

5.1.8 ทดสอบการแสดงตำแหน่ง GPS บนหน้าจอและโทรศัพท์มือถือของรถจักรยานเมื่อรถสูญหาย

จากการทดสอบทั้ง 4 จุด GPS สามารถแสดงตำแหน่งทั้ง 4 จุดบนหน้าจอและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์มือถือของรถจักรยานได้

5.1.9 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยาน 1 ชั่วโมง

จากการทดลองประสิทธิภาพของรถจักรยาน ในการปั่นและบิด 1 ชั่วโมง เมื่อปั่นชาร์จไฟ 1 ชั่วโมงเราจะสามารถบิดไปได้ 20 นาที

5.1.10 ทดสอบการปั่นโดยใช้แบตเตอรี่ที่ชาร์จเต็มวิ่งตามระยะทางในการออกกำลังกายได้ต่อเนื่อง 2 ชั่วโมง

จากการทดลองเมื่อทดลองปั่น 5 กิโลเมตร แบตเตอรี่เหลือแรงดัน 39.87 โวลต์ ระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์ สามารถใช้งานต่อเนื่องได้มากกว่า 2 ชั่วโมง

5.2 ปัญหาและการแก้ไขปัญหา

1. ในส่วนของสปริง ยังขาดประสิทธิภาพในการยืดหยุ่นของสปริง ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการเลี้ยว และการทรงตัวยากขึ้น แนวทางแก้ไข หาสปริงที่มีขนาดใหญ่และสามารถรับแรงกดได้เพิ่มขึ้น

2. แบตเตอรี่ในการจ่ายให้มอเตอร์ไม่พอ เราจึงเพิ่มแบตเตอรี่ 36 โวลต์ อีก 1 ก้อนมาจ่ายให้กับมอเตอร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เหมาะสมกับผู้ที่มีส่วนสูง 165 ขึ้นไปและมีน้ำหนักไม่เกิน 80 กิโลกรัม

เอกสารอ้างอิง

- [1] “ไดรชัวร์จ” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://mpdynamo.com/alternator/> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 19 ธันวาคม 2564
- [2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร สุทธิบาท, เทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ , มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 2559
- [3] พิมพา ลิ้มทองกุล และ คณะ, การวิจัยแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับรถยนต์นั่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้า , สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 2560
- [4] “ตัวอย่างโมดูลควบคุมวงจรชาร์จแบตเตอรี่ 12-24” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <http://www.dropshippmsmile.com/> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 19 ธันวาคม 2564
- [5] ปาณิสรา เศรษฐทอง และคณะ , **หุ่นยนต์บาร์ติดตาม**, เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 2563
- [6] “เหล็กกล่อง 1x2 นิ้ว” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://globalhouse.co.th/product/detail/3222005360256> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 19 ธันวาคม 2564
- [7] “สปริงกด” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <http://www.springcenter.net/> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 19 ธันวาคม 2564
- [8] เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์, **รถสามล้อไฟฟ้าสำหรับคนพิการแบบถอดประกอบได้**, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 2558
- [9] “3G โมดูล” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://www.thaieasyelec.com/> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 1 มิถุนายน 2565
- [10] “3G GSM Rubber Antenna” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://www.thaieasyelec.com/> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 1 มิถุนายน 2565
- [11] นางสาวอภิสร่า ออกบัว และ คณะ, **ระบบขนส่งอัจฉริยะ**, มหาวิทยาลัยบูรพา 2558
- [12] “Gyroscope sensor” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://th.element14.com/sensor-gyroscope-technology> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 1 มิถุนายน 2565



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include "TEE_UC20.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include "internet.h"
#include "uc_anto.h"
#include "LineNotify.h"
#include "call.h"
SoftwareSerial mySerial (10, 11);
INTERNET net;
UCxANTO anto;
LINE_NOTIFY line;
CALL call;
//SIM TRUE internet
#define APN "internet"
#define USER "true"
#define PASS "true"
//anto
#define USERNAME "myprojectok"
#define NAME "scooter_server"
#define KEY "MJgvPlhqlMgO4HZozXQgllp9xirGuYOzYHBsGxZ"
#define Authen "saQ5nNtWCwHtCyVv1DCyb8Djl8WheH9sEKiMRYmPagB"

void debug(String data)
{
  Serial.println(data);
}

#include <Adafruit MPU6050.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Wire.h>

Adafruit_MPU6050 mpu;

bool getPosition(void) ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void serialFlush(void) ;
float latitude = 0.000000;
float longitude = 0.000000;
float speeds ;
int checkcall = 0;
#define motor 9

#define SENSOR 2

int ALM;
int sec;
long currentMillis = 0;
long previousMillis = 0;
int interval = 1000;
boolean ledState = LOW;
float calibrationFactor = 1.0;/**/*****
volatile byte pulseCount;
byte pulse1Sec = 0;
float flowRate;
unsigned int flowMilliLitres;
unsigned long totalMilliLitres;
int ok = 0;
int checkstart = 0;
void pulseCounter()
{
    pulseCount++;
}

void setup() {
    Serial.begin(57600); Serial.println();
    pinMode(motor, OUTPUT);
    digitalWrite(motor, HIGH);

    gsm.begin(&mySerial, 9600);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

gsm.Event_debug = debug;
Serial.println(F("UC20"));
gsm.PowerOn();
while (gsm.WaitReady()) {}
Serial.print(F("GetOperator --> "));
Serial.println(gsm.GetOperator());
Serial.print(F("SignalQuality --> "));
Serial.println(gsm.SignalQuality());

Serial.println(F("Disconnect net"));
net.DisConnect();
Serial.println(F("Set APN and Password"));
net.Configure(APN, USER, PASS);
Serial.println(F("Connect net"));
net.Connect();
Serial.println(F("Show My IP"));
Serial.println(net.GetIP());
anto.begin(USERNAME, KEY, NAME);
anto.func_map(sub_rx);
connect_();

line.begin(Authen);
sendLine("3G Start");
delay(3000);

Serial.println("Adafruit MPU6050 test!");

// Try to initialize!
if (!mpu.begin()) {
  Serial.println("Failed to find MPU6050 chip");
  while (1) {
    delay(10);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
Serial.println("MPU6050 Found!");

mpu.setAccelerometerRange(MPU6050_RANGE_8_G);
Serial.print("Accelerometer range set to: ");
switch (mpu.getAccelerometerRange()) {
  case MPU6050_RANGE_2_G:
    Serial.println("+2G");
    break;
  case MPU6050_RANGE_4_G:
    Serial.println("+4G");
    break;
  case MPU6050_RANGE_8_G:
    Serial.println("+8G");
    break;
  case MPU6050_RANGE_16_G:
    Serial.println("+16G");
    break;
}
mpu.setGyroRange(MPU6050_RANGE_500_DEG);
Serial.print("Gyro range set to: ");
switch (mpu.getGyroRange()) {
  case MPU6050_RANGE_250_DEG:
    Serial.println("+- 250 deg/s");
    break;
  case MPU6050_RANGE_500_DEG:
    Serial.println("+- 500 deg/s");
    break;
  case MPU6050_RANGE_1000_DEG:
    Serial.println("+- 1000 deg/s");
    break;
  case MPU6050_RANGE_2000_DEG:
    Serial.println("+- 2000 deg/s");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    break;
}

mpu.setFilterBandwidth(MPU6050_BAND_5_HZ);
Serial.print("Filter bandwidth set to: ");
switch (mpu.getFilterBandwidth()) {
  case MPU6050_BAND_260_HZ:
    Serial.println("260 Hz");
    break;
  case MPU6050_BAND_184_HZ:
    Serial.println("184 Hz");
    break;
  case MPU6050_BAND_94_HZ:
    Serial.println("94 Hz");
    break;
  case MPU6050_BAND_44_HZ:
    Serial.println("44 Hz");
    break;
  case MPU6050_BAND_21_HZ:
    Serial.println("21 Hz");
    break;
  case MPU6050_BAND_10_HZ:
    Serial.println("10 Hz");
    break;
  case MPU6050_BAND_5_HZ:
    Serial.println("5 Hz");
    break;
}

Serial.println("");
delay(100);
Serial2.begin(9600);
pinMode(SENSOR, INPUT);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pulseCount = 0;
flowRate = 0.0;
flowMilliLitres = 0;
totalMilliLitres = 0;
previousMillis = 0;

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(SENSOR), pulseCounter, FALLING);

}

void loop() {
  //unsigned char connected_server = anto.loop();
  if (call.WaitRing())
  {
    Serial.println("!!!!!!!!!!!!!!");
    Serial.print("Ring");
    Serial.println(call.CurrentCallsMe());
    checkcall = 1;
    delay(500);
  }
  if ( ok >= 20 )
  {
    if (getPosition()) {
      Serial.print(latitude, 6);
      Serial.print(",");
      Serial.print(longitude, 6);
      Serial.print(" | Speed (Km) : ");
      Serial.print(speeds, 2);
      Serial.println();
      String L1 = String(latitude, 6) ;
      String L2 = String(longitude, 6) ;

      anto.pub("latitude", L1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    anto.pub("longitude", L2);
    delay(700);
    ok = 0;
  }
}

currentMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis > interval) {

    pulse1Sec = pulseCount;
    pulseCount = 0;

    // Because this loop may not complete in exactly 1 second intervals we calculate
    // the number of milliseconds that have passed since the last execution and use
    // that to scale the output. We also apply the calibrationFactor to scale the
output
    // based on the number of pulses per second per units of measure (litres/minute
in
    // this case) coming from the sensor.
    flowRate = ((1000.0 / (millis() - previousMillis)) * pulse1Sec) / calibrationFactor;
    previousMillis = millis();

    // Divide the flow rate in litres/minute by 60 to determine how many litres have
    // passed through the sensor in this 1 second interval, then multiply by 1000 to
    // convert to millilitres.
    flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000;

    // Add the millilitres passed in this second to the cumulative total
    totalMilliLitres += flowMilliLitres;

    // Print the flow rate for this second in litres / minute
    Serial.print("Wheel rate: ");
    Serial.print(int(flowRate)); // Print the integer part of the variable

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print("R");
Serial.print("\t");    // Print tab space
Serial.println();
String SP2 = String(int(flowRate)) ;
anto.pub("speed_real", SP2);
//-----
if ( int(pulse1Sec) >= 1 && checkstart == 0 )
{
    Serial.println("                Auto-Help Start !!");
    digitalWrite(motor, HIGH);
    delay(3000);
    digitalWrite(motor, LOW);
    checkstart = 1;
}
if ( int(pulse1Sec) == 0 )
{
    Serial.println("                Clear !!");
    checkstart = 0;
}

//-----
ok += 1;
Serial.println("                count gps = " + String(ok));
sensors_event_t a, g, temp;
mpu.getEvent(&a, &g, &temp);

Serial.print("Acceleration X: ");
Serial.print(a.acceleration.x);
Serial.print(", Y: ");
Serial.print(a.acceleration.y);
Serial.print(", Z: ");
Serial.print(a.acceleration.z);
Serial.println(" m/s^2");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//-----
if ( checkstart == 1 )
{

    if ( a.acceleration.y <= 2 )
    {
        Serial.println("Motor !!! ");
        digitalWrite(motor, HIGH);
    }
    else
    {
        Serial.println(".....");
        digitalWrite(motor, LOW);
    }
}
//-----
if ( checkcall == 1 )
{

    Serial.println(" Line Notify - GPS !!!! ");
    sendLine("http://maps.google.com/maps?q=" + String(latitude, 6) + "," +
String(longitude, 6)); // ล้มแจ้ง พิกัด
    delay(500);
    Serial.println(" done. ");

    Serial.println(F("Set APN and Password"));
    net.Configure(APN, USER, PASS);
    Serial.println(F("Connect net"));
    net.Connect();
    Serial.println(F("Show My IP"));
    Serial.println(net.GetIP());
    anto.begin(USERNAME, KEY, NAME);
    anto.func_map(sub_rx);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

connect_();
checkcall = 0;
}

```

```

} // end millis

```

```

//if (connected_server == 0)
// connect_();

} // end loop
void connect_()
{
  anto.connectServer();
  //anto.sub("alarm");
}

void sub_rx(String topic , char *payload, unsigned char length)
{
  payload[length] = 0;
  String str_payload(payload);
  /*
  if (topic.indexOf("alarm") != -1)
  {
    if (str_payload.indexOf("1") != -1)
    {
      ALM = 1;
      Serial.println(" Alarm ");
    }
    if (str_payload.indexOf("0") != -1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    ALM = 0;
    Serial.println(" No Alarm ");
}
}
*/
}

```

```

bool getPosition() {
    if (Serial2.available()) {
        String line = "";
        while (Serial2.available()) {
            char c = Serial2.read();
            Serial.print(c);
            if (c == '\r') {
                if (line.indexOf("$GPRMC") >= 0) {
                    // Serial.println(line);
                    String dataCut[13];
                    int index = 0;
                    for (int dataStart = 0; dataStart < line.length(); ) {
                        dataCut[index] = line.substring(dataStart + 1, line.indexOf(',', dataStart + 1));
                        Serial.println(dataCut[index]);
                        dataStart = line.indexOf(',', dataStart + 1);
                        index++;
                    }
                    if (dataCut[2] == "A") {
                        int dotPos = 0;
                        dotPos = dataCut[3].indexOf('.');
                        String latDeg = dataCut[3].substring(0, dotPos - 2);
                        String latMin = dataCut[3].substring(dotPos - 2, dotPos + 10);
                        dotPos = dataCut[5].indexOf('.');
                        String lngDeg = dataCut[5].substring(0, dotPos - 2);
                        String lngMin = dataCut[5].substring(dotPos - 2, dotPos + 10);
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

latitude = (latDeg.toFloat() + (latMin.toFloat() / 60.0)) * (dataCut[4] == "N" ? 1
: -1);
longitude = (lngDeg.toFloat() + (lngMin.toFloat() / 60.0)) * (dataCut[6] == "E" ?
1 : -1);
speeds = dataCut[7].toFloat() * 1.652;

return true;
} else {
    Serial.println("Error : No fix now.");
}
serialFlush();
}
line = "";
} else if (c == '\n') {
    // pass
} else {
    line += c;
}
delay(1);
}
}
return false;
}

void serialFlush() {
    while (Serial.available()) Serial.read();
}

void sendLine(String msg)
{
    int ret = line.connect();
    if (ret == 1)
    {
        Serial.println("Connected");
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
line.sendMessage(msg);  
}  
else  
    Serial.println("Not Connect");  
line.close();  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งานระบบเสริมการขับเคลื่อนจักรยานฮาร์ฟไบค์

1. กดปุ่มสวิตช์เพื่อเริ่มระบบการทำงาน

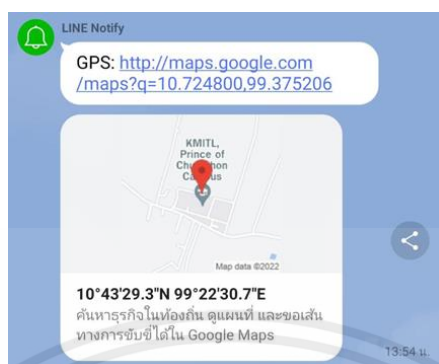


2. เมื่อออกตัวระบบจะช่วยขับเคลื่อนเป็นเวลา 3 วินาที โดยปิดคันเร่งของรถที่อยู่ด้านขวามือ
3. เมื่อพบเจอทางลาดชัน สามารถปิดคันเร่งที่อยู่ด้านขวามือได้เลย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อรถจักรยานมีการสูญหายเราสามารถโทรได้เลยจากนั้นจากมีข้อความส่งเข้ามาในไลน์และเราสามารถรู้พิกัดของรถจักรยานได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet)

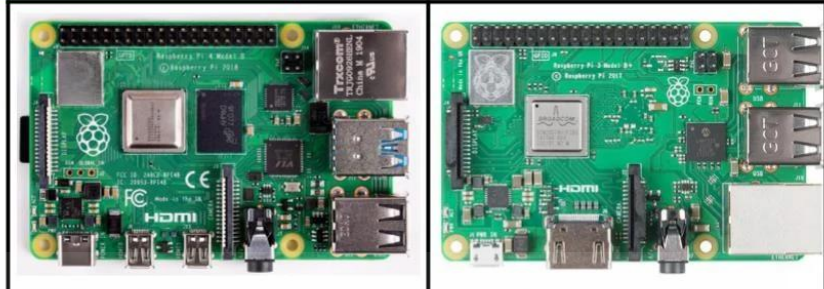
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microcontroller = ATmega2560

- Input Voltage (limit) = 6-20V
- Input Voltage (recommended) = 7-12V
- SPI = 1
- I2C = 1
- UART = 4
- Digital I/O Pins = 54
- Analog Pins = 16
- PWM Pins = 15
- DC Current for 3.3V Pin = 50 mA
- DC Current per I/O Pin = 20 mA
- Clock Speed = 16MHz
- Flash Memory = 256 KB
- EEPROM = 4 KB
- SRAM = 8 KB
- LED_BUILTIN = 13
- Size = 53x101mm
- Weight = 37g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Raspberry Pi 4B vs 3B+



Features/Specs	Raspberry Pi 4 Model B	Raspberry Pi 3 Model B+
Release Date	24th June 2019	14th March 2018
SoC Type (Processor)	Broadcom BCM2711 (with metal cover)	Broadcom BCM2837B0 (with metal cover)
Core Type	Cortex-A72 64-bit (ARMv8)	Cortex-A53 64-bit (ARMv8)
No. of Cores	Quad-Core	
GPU	VideoCore VI	VideoCore IV
Multimedia	H.265 decode (4Kp60) H.264 decode (1080p60) H.264 encode (1080p30) OpenGL ES 1.1, 2.0, 3.0 Graphics	H.264, MPEG-4 decode (1080p30) H.264 encode (1080p30) OpenGL ES 1.1, 2.0 Graphics
CPU Clock	1.5 GHz	1.4 GHz
Memory/OS storage	microSD	
RAM	LPDDR4: 1GB, 2GB, 4GB and 8GB options	LPDDR2 1GB
Ethernet	True Gigabit Ethernet	Gigabit over USB 2.0 (Max 300Mbps)
USB Port	2 x USB 3.0 + 2 x USB 2.0	4 x USB 2.0
HDMI	2 x micro HDMI support Dual Display	1 x full size HDMI
WiFi	802.11 b/g/n/ac (2.4GHz+5GHz & Shielded)	
Bluetooth	5.0 + BLE (Shielded)	4.2 + BLE (Shielded)
Antenna	PCB Antenna (Similar to Rpi Zero W)	
GPIO	40 pins (Fully backwards-compatible with previous boards)	
Operating System	Raspbian (> 24 June 2019)	Raspbian (> March 2018)
Dimension	85mm x 56mm	
Power Input	5V via USB Type C (upto 3A) 5V via GPIO header (upto 3A) Power over Ethernet, requires PoE HAT	5V via USB Micro B (upto 2.5A) 5V via GPIO header (upto 3A) Power over Ethernet, requires PoE HAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switch mode Pulse Width Modulation Control Circuit

TL494, NCV494

The TL494 is a fixed frequency, pulse width modulation control circuit designed primarily for switch mode power supply control.

Features

- Complete Pulse Width Modulation Control Circuitry
- On-Chip Oscillator with Master or Slave Operation
- On-Chip Error Amplifiers
- On-Chip 5.0 V Reference
- Adjustable Deadtime Control
- Uncommitted Output Transistors Rated to 500 mA Source or Sink
- Output Control for Push-Pull or Single-Ended Operation
- Undervoltage Lockout
- NCV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Site and Control Changes
- Pb-Free Packages are Available*

MAXIMUM RATINGS (Full operating ambient temperature range applies, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V_{CC}	42	V
Collector Output Voltage	V_{O1}, V_{O2}	42	V
Collector Output Current (Each transistor) (Note 1)	I_{C1}, I_{C2}	500	mA
Amplifier Input Voltage Range	V_{IR}	-0.3 to +42	V
Power Dissipation @ $T_A \leq 45^\circ\text{C}$	P_D	1000	mW
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	80	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Operating Junction Temperature	T_J	125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
Operating Ambient Temperature Range	T_A	-40 to +125 0 to +70 -40 to +85 -40 to +125	$^\circ\text{C}$
Derating Ambient Temperature	T_A	45	$^\circ\text{C}$

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

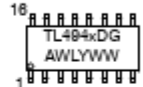
1. Maximum thermal limits must be observed.

*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the onsemi Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

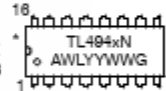
MARKING DIAGRAMS



SOIC-16
D SUFFIX
CASE 751B



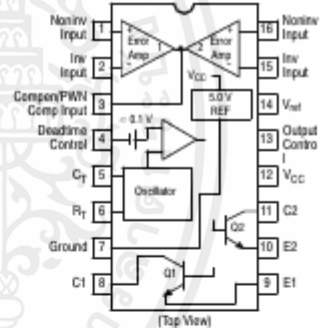
PDIP-16
N SUFFIX
CASE 648



x = B, C or I
A = Assembly Location
WL = Wafer Lot
YY, Y = Year
WW, W = Work Week
G = Pb-Free Package

*This marking diagram also applies to NCV494.

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 4 of this data sheet.



http://www.ncepower.com

Pb Free Product

NCEP01T13

NCE N-Channel Super Trench Power MOSFET

Description

The NCEP01T13 uses **Super Trench** technology that is uniquely optimized to provide the most efficient high frequency switching performance. Both conduction and switching power losses are minimized due to an extremely low combination of $R_{DS(on)}$ and Q_g . This device is ideal for high-frequency switching and synchronous rectification.

General Features

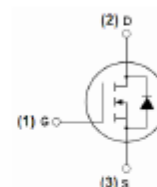
- $V_{DS} = 100V, I_D = 135A$
- $R_{DS(on)} < 4.5m\Omega @ V_{GS} = 10V$
- Excellent gate charge x $R_{DS(on)}$ product
- Very low on-resistance $R_{DS(on)}$
- 175 °C operating temperature
- Pb-free lead plating
- 100% UIS tested

Application

- DC/DC Converter
- Ideal for high-frequency switching and synchronous rectification

100% UIS TESTED!

100% ΔVds TESTED!



Schematic diagram



Marking and pin assignment



TO-220-3L top view

Package Marking and Ordering Information

Device Marking	Device	Device Package	Reel Size	Tape width	Quantity
NCEP01T13	NCEP01T13	TO-220-3L	-	-	-

Absolute Maximum Ratings ($T_C = 25^\circ C$ unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Limit	Unit
Drain-Source Voltage	V_{DS}	100	V
Gate-Source Voltage	V_{GS}	± 20	V
Drain Current-Continuous (Silicon Limited)	I_D	150	A
Drain Current-Continuous (Package Limited)	I_D	135	A
Drain Current-Continuous ($T_C = 100^\circ C$)	$I_D(100^\circ C)$	108	A
Pulsed Drain Current	I_{DM}	500	A
Maximum Power Dissipation	P_D	220	W
Derating factor		1.5	W/°C
Single pulse avalanche energy ^(Note 5)	E_{AS}	1156	mJ
Operating Junction and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-55 To 175	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


<http://www.ncepower.com>

Pb Free Product

NCEP01T13

Thermal Characteristic

Thermal Resistance, Junction-to-Case ^(Note 2)	$R_{\theta JC}$	0.7	°C/W
--	-----------------	-----	------

Electrical Characteristics ($T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Off Characteristics						
Drain-Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	$V_{GS}=0V, I_D=250\mu A$	100		-	V
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS}=100V, V_{GS}=0V$	-	-	1	μA
Gate-Body Leakage Current	I_{GBS}	$V_{GS}=\pm 20V, V_{DS}=0V$	-	-	± 100	nA
On Characteristics ^(Note 3)						
Gate Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	$V_{DS}=V_{GS}, I_D=250\mu A$	2.5		4.5	V
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(on)}$	$V_{GS}=10V, I_D=80A$	-	3.65	4.5	m Ω
Forward Transconductance	g_{FS}	$V_{DS}=10V, I_D=80A$	70	-	-	S
Dynamic Characteristics ^(Note 4)						
Input Capacitance	C_{iss}	$V_{DS}=50V, V_{GS}=0V,$ $F=1.0MHz$	-	7500	-	PF
Output Capacitance	C_{oss}		-	1500	-	PF
Reverse Transfer Capacitance	C_{riss}		-	70	-	PF
Switching Characteristics ^(Note 4)						
Turn-on Delay Time	$t_{d(on)}$	$V_{DD}=50V, I_D=60A$ $V_{GS}=10V, R_G=4.7\Omega$	-	28	-	nS
Turn-on Rise Time	t_r		-	60	-	nS
Turn-Off Delay Time	$t_{d(off)}$		-	50	-	nS
Turn-Off Fall Time	t_f		-	16	-	nS
Total Gate Charge	Q_g		$V_{DS}=50V, I_D=60A,$ $V_{GS}=10V$	-	105	
Gate-Source Charge	Q_{gs}	-		48		nC
Gate-Drain Charge	Q_{gd}	-		19		nC
Drain-Source Diode Characteristics						
Diode Forward Voltage ^(Note 3)	V_{SD}	$V_{GS}=0V, I_S=135A$	-		1.2	V
Diode Forward Current ^(Note 2)	I_S		-	-	135	A
Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = I_S$	-	80		nS
Reverse Recovery Charge	Q_{rr}	$di/dt = 100A/\mu s$ ^(Note 5)	-	195		nC

Notes:

1. Repetitive Rating: Pulse width limited by maximum junction temperature.
2. Surface Mounted on FR4 Board, $t \leq 10$ sec.
3. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\mu s$, Duty Cycle $\leq 2\%$.
4. Guaranteed by design, not subject to production
5. EAS condition : $T_J=25^\circ\text{C}, V_{DD}=50V, V_G=10V, L=0.5mH, R_G=25\Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นาย สุกฤกษ์ ชาวนา
 วัน เดือน ปีเกิด 10 ตุลาคม 2541
 ที่อยู่ 3/5 ม.2 ต.ท่าเรือ อ.เมือง
 จ.นครศรีธรรมราช 80000
 ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2560 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์
 วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
 พ.ศ. 2562 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์
 วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
 Tel.0938676917
 อีเมล Email: sukrit90848@gmail.com



ชื่อ-นามสกุล นางสาว อาริรัตน์ เจยกลิ้น
 วัน เดือน ปีเกิด 9 ธันวาคม 2541
 ที่อยู่ 178/1 ม.8 ต.เกาะหลัก อ.เมือง
 จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000
 ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2560 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์
 วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
 พ.ศ. 2562 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์
 วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
 Tel.0924471468
 อีเมล Email: Areerat9877@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้