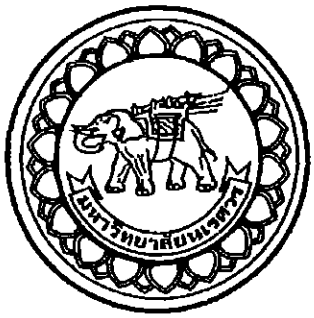


รถต้นแบบขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

ELECTRIC VEHICLE MODEL

นายตะวัน ตั้งอยู่ดี รหัส 42362426
นายมโน ปานคำ รหัส 42362574
นายวัชชีระ อินทโฉม รหัส 42362590

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 7 เม.ย. 2553
เลขทะเบียน 1494155x
เลขเรียกหนังสือ ม.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ท258 ธ
2545

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2545

ใบรับรองโครงงานวิจัย

หัวข้อโครงงาน	รถต้นแบบขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายตะวัน	ตั้งอยู่ดี	รหัส 42362426
	นายมโน	ปานคำ	รหัส 42362574
	นายวัชชีระ	อินทโฉม	รหัส 42362590
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สมชาย	โชคมาวิโรจน์	
สาขา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2545		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิจัย

.....**ประธานกรรมการ**
(อาจารย์ยงยุทธ ชนบดีเฉลิมรุ่ง)

.....**กรรมการ**
(อาจารย์นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....**กรรมการ**
(อาจารย์ศุภวรรณ คำคงศักดิ์)

.....**กรรมการ**
(อาจารย์สุพรรณนิกา ยังอยู่)

.....**กรรมการ**
(อาจารย์พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์)

หัวข้อโครงงาน	**รถต้นแบบขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์**		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายตะวัน	ตั้งอยู่ดี	รหัส 42362426
	นายมโน	ปานคำ	รหัส 42362574
	นายวัชชีระ	อินทโฉม	รหัส 42362590
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สมชาย	โชคมาวิโรจน์	
สาขา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2545		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานเรื่องรถต้นแบบขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการศึกษาและสร้างรถต้นแบบให้มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา รับน้ำหนักผู้ขับขี่ได้มาก และการควบคุมรถทำได้ง่าย โดยใช้วิธีการพัลส์วิดธ์มอดูเลชั่น (Pulse Width Modulation : PWM) มาควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร โดยการบิดคันเร่งปรับค่า Duty Cycle เพื่อไปสวิตช์มอสเฟตเบอร์ IRFZ44N เปิดปิดการไหลของกระแส ส่วนวงจรแสดงความเร็วของรถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม

รถต้นแบบขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้าและวิจัยในครั้งนี้ สามารถรับน้ำหนักคนขับขี่ได้ 70 กิโลกรัม วิ่งได้ด้วยความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และวิ่งได้ระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตรต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับน้ำหนัก, ขนาดของผู้ขับขี่และสภาพภูมิประเทศ อีกทั้งยังมีสัญญาณไฟหน้า ไฟเลี้ยว ไฟเบรก และแตรอีกด้วย

Project Title	Electric Vehicle Model		
Name	Mr. Tawan	Tangyoodee	ID. 42362426
	Mr. Mano	Pankham	ID. 42362574
	Mr. Watcheera	Intashom	ID. 42362590
Project Advisor	Mr. Somchay	Chokmawiroj	
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic Year	2002		

.....

ABSTRACT

This project is studied and invented an Electric Vehicle Model which has concept design as hi-tensile steel, lightness body, take a more load and simple control. Electric Vehicle Model can control speed of Permanent Magnet Direct Current Motor by Pulse Width Modulation (PWM). By twist grip speed controller adjust Duty Cycle for the IRFZ44N MOSFET switch power supply. And the velocity present part control by microcontroller.

The result of this project is the Electric Vehicle Model that can take maximum load weight at 70 kgs, maximum speed at 20 km/hr and range approx 40 km per charge that depending on weight, size of rider and landscape. And Electric Vehicle Model has a front light, turn light, break light and buzzer.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้าเรื่องรถต้นแบบขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ สำเร็จเป็นตัวชิ้นงานและเป็นรูปเล่มนี้ได้ เพราะได้รับความรู้จากอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 จนถึงชั้นปีที่ 4 อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน พี่ เพื่อน น้อง คนรู้ใจ และที่ขาดไม่ได้คือครอบครัวที่อบอุ่น สำหรับกำลังใจ ความดูแลเอาใจใส่ที่ไม่เคยทอดทิ้งกัน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ไม่สามารถกล่าวนามทุกท่านได้หมด ที่ได้ให้ความรู้ ความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือ กำลังใจ และขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัยจงโปรดดลบันดาลให้ทุกท่านมีความสุข ความเจริญก้าวหน้าและประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานตลอดไป

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

คณะผู้จัดทำ

นายตะวัน ตั้งอยู่ดี

นายมโน ปานคำ

นายวัชชีระ อินทโฉม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....จ
สารบัญรูป.....ฉ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน.....1
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....3
1.6 งบประมาณที่ใช้.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....6
2.3 แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า.....8
2.4 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 แบบแฟลช.....13
2.5 การตรวจวัดค่าความเร็ว.....15
2.6 เซอร์โวแอมปริไฟร์ชนิด PWM.....16
2.7 รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เลือกและนำมาใช้ในการทำโครงงานนี้.....16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน
3.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานทั้งหมด.....17
3.2 สร้างวงจรตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่.....17
3.3 สร้างวงจรวัดความเร็วของรถควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์.....19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 สร้างวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ PWM.....20
3.5 สร้างวงจรควบคุมหลัก.....20
3.6 ส่วนประกอบของรถ.....21

บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลอง
4.1.1 การทดลองวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่.....23
4.1.2 การทดลองวัดความเร็วรถเปรียบเทียบกับความเร็วที่หน้าปัดรถ ตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ.....23
4.1.3 การทดลองวัดค่าความเร็วรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบ แล้วนำค่าที่ได้ ไปเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้สับRเข้าระบบ.....24
4.1.4 การทดลองหาค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัวและค่าความเร็วสูงสุด ขณะรับโหลดที่น้ำ หนักต่างๆ ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ.....24
4.1.5 การทดลองหาค่าระยะทางขับขี่ไกลสุดต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้ง และน้ำหนักคนขับขี่สูงสุด ที่สามารถออกตัวและเคลื่อนที่ได้.....25
4.2 ผลการทดลอง
4.2.1 ผลการทดลองวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่.....25
4.2.2 ผลการทดลองวัดความเร็วรถเปรียบเทียบกับความเร็วที่หน้าปัดรถครั้ง ตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ.....27
4.2.3 ผลการทดลองวัดค่าความเร็วรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบเปรียบเทียบกับ ขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ.....28
4.2.4 ผลการทดลองหาค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัวและค่าความเร็วสูงสุด ขณะรับโหลดที่น้ำหนักต่างๆ ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ.....29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.5 ผลการทดลองหาค่าระยะทางขับขี่ไกลสุดต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้ง และน้ำหนักคนขับขี่สูงสุดที่สามารถออกตัวและเคลื่อนที่ได้.....30

4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณ Input กับ Output เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 0, 25, 50, 75 และ 100% ตามลำดับ.....30

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง.....32

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงาน.....32

5.3 ข้อเสนอแนะ.....33

5.4 แนวทางการพัฒนา.....34

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานของโครงงาน.....2

4.1 แสดงผลการทดลองวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่.....26

4.2 เปรียบเทียบความเร็วล้อรถกับความเร็วที่หน้าปัดรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ.....27

4.3 เปรียบเทียบความเร็วที่ล้อรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ.....28

4.4 ผลการทดลองหาค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัวและค่าความเร็วสูงสุดขณะรับโหลดที่น้ำ หนักต่างๆ ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ.....29

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าคันที่ 1.....4

2.2 Power Assisted Electric Scooter.....5

2.3 ลักษณะสมบัติระหว่างแรงบิดกับความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง.....8

2.4 ปฏิกิริยาในการชาร์จประจุและคายประจุแบตเตอรี่นิกเกิล-เมทัลไฮไดร์.....11

2.5 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C1051.....14

2.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C1051.....14

3.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานทั้งหมด.....17

3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานเบื้องต้นของชุดแสดงแรงดันแบตเตอรี่.....18

3.3 วงจรสมบูรณ์ของชุดแสดงแรงดันแบตเตอรี่.....18

3.4 วงจรเซ็นเซอร์วัดความเร็ว.....19

3.5 วงจรวัดความเร็วของรถควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์.....19

3.6 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ PWM.....20

3.7 รูปจริงของวงจรควบคุมหลักและวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ PWM.....20

3.8 รูปส่วนประกอบจริงของรถ.....21

4.1 แสดงความแตกต่างระหว่างความเร็วที่ล้อรถกับความเร็วที่หน้าปัดรถตอน NO LOAD ล้อหลังลอยจากพื้น ที่ค่า Duty cycle ต่างๆ ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ.....27

4.2 แสดงความแตกต่างระหว่างความเร็วที่ล้อรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ.....28

4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัว, ค่าความเร็วสูงสุดและโหลดที่น้ำ หนักต่างๆ ที่ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ.....29

4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณ Input กับ Output เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 0, 25, 50, 75 และ 100% ตามลำดับ.....30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากยานพาหนะส่วนใหญ่ในปัจจุบันใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีราคาสูงและมีปริมาณลดน้อยลง อีกทั้งก่อมลพิษส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าจึงเป็นเทคโนโลยีที่ดีสำหรับการสัญจรยุคใหม่ที่ สะดวก ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม นุ่มนวลด้วยพลังงานไฟฟ้าเงียบสะอาด ดังนี้เองจึงเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบและสร้างรถที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานและบำรุงรักษาง่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาองค์ประกอบและหลักการทำงานของรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า

1.2.2 สร้างรถต้นแบบที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ให้มีขนาดที่กะทัดรัด มีความคล่องตัว สามารถพับเก็บได้เพื่อความสะดวกในการขนย้าย ใช้งานและบำรุงรักษาง่าย

1.2.3 เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้กับโครงงาน

1.2.4 เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้แทน

1.2.5 เพื่อสิ่งแวดล้อมปลอดมลพิษ ปลอดเสียง ปลอดกลิ่นและปลอดควัน

1.2.6 เพื่อช่วยประหยัดเวลาในการเดินทางระยะใกล้

1.2.7 นำไปขับขี่ใช้งานจริง

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 สามารถออกแบบและสร้างรถต้นแบบที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ได้

1.3.2 ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านชุดโซ่-สเตอร์สู่ล้อหลัง

1.3.3 มีมิเตอร์แสดงระดับพลังงานแบตเตอรี่อยู่ที่หน้าปัดรถ

1.3.4 มีมิเตอร์แสดงความเร็วของรถอยู่ที่หน้าปัดรถ

1.3.5 มีระบบเร่งความเร็วด้วยมือหมุนที่แฮนด์ด้านขวา

1.3.6 มีสัญญาณไฟเลี้ยวและไฟเบรก

1.3.7 มีระบบเบรกแบบใช้สายเคเบิ้ลที่ล้อหลัง

1.3.8 ใช้แบตเตอรี่ชนิดที่ประจุไฟใหม่ได้

1.3.9 รถสามารถเลี้ยวซ้าย-ขวาได้ วิ่งได้ทั้งทางเรียบ ทางขรุขระและทางที่มีความชันเล็กน้อย

1.3.10 สามารถยืดความสูง-ต่ำของเบาะนั่ง พับเก็บแฮนด์และเบาะนั่งได้

1.3.11 ทำผลการทดลอง วิเคราะห์ปัญหา สรุปผลและเปรียบเทียบผลการทำงานของรถต้นแบบที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานของโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานของโครงงาน

กิจกรรม	เดือน – ปี											
	พ.ย. 44	ธ.ค. 44	ม.ค. 45	ก.พ. 45	มี.ค. 45	เม.ย. 45	พ.ค. 45	มิ.ย. 45	ก.ค. 45	ส.ค. 45	ก.ย. 45	ต.ค. 45
1.เขียนโครงร่างการทำงาน	↔	↔										
2.รวบรวมข้อมูลและเอกสาร	↔	↔	↔									
3.ออกสำรวจเพื่อหาข้อมูล		↔	↔	↔								
4.ศึกษาองค์ประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ		↔	↔	↔	↔							
5.ออกแบบโครงสร้างตัวรถและระบบการทำงานต่างๆ					↔	↔						
6.ทดสอบมอเตอร์และระบบต่างๆในสภาวะการใช้งานจริงก่อนประกอบเป็นตัวรถ					↔	↔						
7.ประกอบตัวรถและทดสอบการทำงานของระบบต่างๆ						↔	↔	↔				
8.บันทึกผลการทดสอบ วิเคราะห์ สรุป และเปรียบเทียบผลที่ได้									↔	↔		
9.ทำรายงานฉบับร่าง										↔	↔	
10.ปรับปรุงแก้ไขรายงานให้สมบูรณ์											↔	
11.สรุปผลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์											↔	↔

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้รถต้นแบบที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถใช้งานได้จริง

1.5.2 ได้รถต้นแบบที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพดี มีต้นทุนต่ำ และเป็นที่สนใจต่อบุคคลหรือหน่วยงาน เพื่อนำรถไปทดลองใช้

1.5.3 ได้ข้อมูลต่างๆที่เป็นประโยชน์ เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงรถให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

1.5.4 ได้รู้วิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการทำงานในอนาคต

1.5.5 ได้รับความสัมพันธ์อันดีในการทำงานร่วมกัน

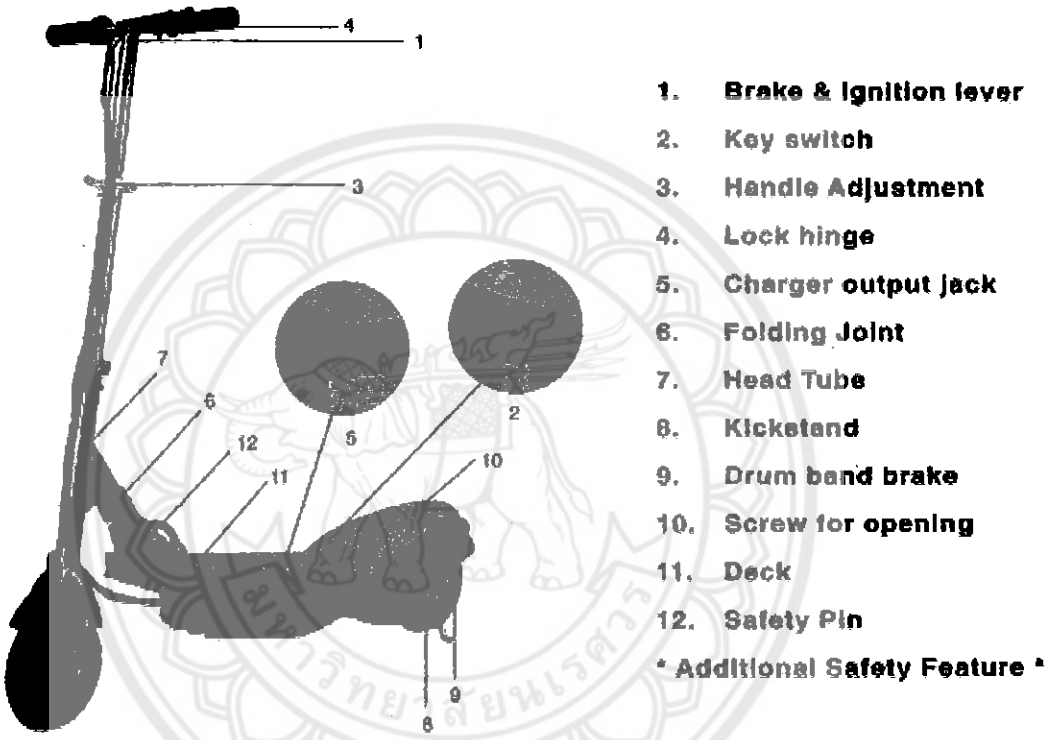
1.6 งบประมาณของโครงงาน

1.6.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3,000 บาท
1.6.2 แบตเตอรี่	2,500 บาท
1.6.3 ตัวรถ	2,000 บาท
1.6.4 วงจรควบคุมต่างๆ	1,500 บาท
1.6.5 อื่นๆ	1,000 บาท
รวมเป็นเงินประมาณ	10,000 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [1]

2.1.1 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าคันที่ 1



รูปที่ 2.1 รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าคันที่ 1

- รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับขี่ได้อย่างนุ่มนวลทุกสภาพถนน ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์สปีดคอนโทรลเลอร์ สามารถทำความเร็วได้ 15 ไมล์ต่อชั่วโมง ซึ่งความเร็วจะแปรผันโดยตรงกับน้ำหนักคนขี่ แรงต้านต่างๆ สภาพความชันของถนนและปัจจัยอื่นๆ เมื่อเปิดสวิตช์จะสามารถขับขี่รถได้ จนกระทั่งแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำจะไม่ทำงาน จึงควรทำการชาร์จไฟใหม่ก่อน ซึ่งส่วนแสดงพลังงานจะอยู่ด้านหลังของรถ

- คันบังคับสามารถหมุนเลี้ยวได้อย่างรวดเร็วตามที่เราต้องการ และสามารถพับเก็บได้ เพื่อความสะดวกในการขนย้าย

- ใช้สายพานเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อน เพราะสายพานยืดหยุ่นได้แต่แรงดึงของโซ่ง่ายต่อการคายแกนล้อหลัง

- รถสกู๊ตเตอร์ใช้ระบบเบรกมือแบบสายเคเบิ้ลที่มีประสิทธิภาพดี และง่ายต่อการใช้งานเพราะมือเบรกอยู่ที่คันบังคับรถ

- รถสกู๊ตเตอร์ใช้แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดแรงดัน 24 โวลต์ ชาร์จได้ที่อุณหภูมิ 50-100 F ควรดูแลทำความสะอาดอยู่เสมอ ควรใช้แบตเตอรี่ให้หมดและชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็มก่อนนำไปใช้ เพื่อยืดอายุการใช้งาน ระยะเวลาในการชาร์จ 1-4 ชั่วโมง และชาร์จที่แรงดันมาตรฐาน 110 –220 VAC

2.1.2 Power Assisted Electric Scooter

รูปที่ 2.2 Power Assisted Electric Scooter

- **Motor:** 200 watt 3000 RPM
- **Speed:** Approx 10 to 15* mph
  *depending on weight / size of rider
- **Range:** Approx 10 / 12 miles**
  **depending on landscape
- **Max load weight:** 75kgs / 165 lbs
- **Tyres:** 8" Pneumatic air tyre / 200 x 50mm, 36 psi

- **Weight:**
  Without Seat:
  Nett. 15.8 kgs / 34.80 lbs Gross. 19.5 kgs / 42.95 lbs
  With Seat:
  Nett. 17.5 kgs / 38.66 lbs Gross. 21.2 kgs / 46.70lbs
- Twist grip speed controller
- Rear band brake with automatic power-off system
- Belt driven transmission
- Key switch with safety power locking system
- Hi-tensile steel body
- Light weight deck / stepping plate
- Rear mounted steel kickstand
- Anti-slip grip tape
- Selectable & removable seat (easy to fold and carry)
- Simple joint folding system with additional lockpin

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) [2-4]

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานทางไฟฟ้าไปเป็นพลังงานเชิงกล โดยมีหลักการทำงานคือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลในตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยตัวนำจะขดกันเป็นวงซ้อนกันหลายวงเพื่อให้ได้แรงที่มากระทำกับตัวนำมากขึ้น โดยสนามแม่เหล็กนั้นกำเนิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแท่งแม่เหล็กถาวรซึ่งติดกับส่วนที่คงที่ของมอเตอร์ที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator)

ขดตัวนำที่ใช้อาจมีได้หลายขด โดยจะใช้คอมมิวเตเตอร์และแปลงถ่านในการจัดทิศทางของกระแสที่ไหลผ่านแต่ละขดลวดตัวนำ เพื่อให้เกิดแรงกระทำกับขดลวดในทิศทางที่ให้เกิดการหมุนได้อย่างต่อเนื่อง โดยที่ขดตัวนำเรียกว่าอาร์เมเจอร์ (Armature) เมื่อให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมอเตอร์จะมีกระแสไหลผ่านแปลงถ่าน คอมมิวเตเตอร์และอาร์เมเจอร์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กดูดและผลักกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากสเตเตอร์ จึงทำให้คอมมิวเตเตอร์และอาร์เมเจอร์หมุน

2.2.1 ข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีคุณสมบัติเหมาะสมในการควบคุมอัตราเร็วของการขับเคลื่อน โดยมีพิสัยของความเร็วกว้างซึ่งสามารถเพิ่มความเร็วให้สูงหรือต่ำกว่าปกติได้ โดยใช้การควบคุมอย่างง่ายๆ คุณสมบัติที่สำคัญของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คือ

1) มีแรงบิดขณะเริ่มเดินสูงมากซึ่งเหมาะสมกับงานยกของและงานขับเคลื่อน

2) มีวิธีการควบคุมที่ง่าย เรียบร้อยและนุ่มนวลกว่ามอเตอร์กระแสสลับที่ทำงานคล้ายกัน

2.2.2 เงื่อนไขที่จะต้องคำนึงถึงในการเลือกมอเตอร์ให้ได้ตรงตามความต้องการ

1) พิกัดของกำลังด้านเอาต์พุตมีค่าคงที่ตลอดย่านความเร็ว ตั้งแต่ 25-100 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัดสูงสุด

2) แรงบิดสูงสุดมีตลอดย่านความเร็ว ตั้งแต่ 0-25 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัดสูงสุด

3) ความสามารถของการกำเนิดแรงดันกลับคืนขณะทำการหยุดหมุนมอเตอร์ หรือชลอความเร็ว

4) รวดเร็ว ควบคุมได้อย่างราบเรียบ และแรงบิดจะต้องมีตลอดทุกช่วงความเร็ว

5) มีประสิทธิภาพในการลากจูงสูง

6) อัตราส่วนของกำลังด้านเอาต์พุตต่อน้ำหนักรวมต้องสูงสุด

7) แข็งแรง ทนทาน ความเชื่อมั่นสูงและราคาค่าใช้จ่ายตอนเริ่มต้นต่ำ

2.2.3 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่ออนุกรม (Series Motor)

เนื่องจากขดลวดสนามของมอเตอร์แบบต่ออนุกรมต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นกระแสสนามจึงแปรตามกระแสอาร์เมเจอร์ นั่นคือ ฟลั๊กซ์แม่เหล็กต่อขั้วเป็นฟังก์ชั่นของกระแสอาร์เมเจอร์ในช่วงที่วงจรแม่เหล็กของมอเตอร์ยังไม่อิ่มตัว ฟลั๊กซ์แม่เหล็กต่อขั้วเพิ่มเท่ากับอัตราการเพิ่มของกระแสอาร์เมเจอร์ สำหรับช่วงที่วงจรแม่เหล็กของมอเตอร์เริ่มอิ่มตัวหรืออิ่มตัวแล้ว ฟลั๊กซ์แม่เหล็กต่อขั้วเพิ่ม

ขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่ากระแสอาร์เมเจอร์ หรือเกือบมีค่าคงที่ นั่นคือแรงบิดและความเร็วของมอเตอร์แบบต่ออนุกรมจะเข้าใกล้การทำงานของมอเตอร์แบบต่อขนาน เมื่อวงจรแม่เหล็กของมอเตอร์เกิดการอิ่มตัว

พบว่าที่แรงบิดโหลดต่ำ ฟลั๊กซ์แม่เหล็กต่อขั้วจะต่ำและความเร็วของมอเตอร์จะสูงมากจนอาจถึงขีดอันตราย ดังนั้นมอเตอร์แบบต่ออนุกรมจะต้องมีโหลดต่ออยู่เสมอ แรงบิดสตาร์ทจะมีค่าสูง เพราะขณะสตาร์ทกระแสอาร์เมเจอร์สูงและฟลั๊กซ์ต่อขั้วก็สูงด้วย ดังนั้นมอเตอร์แบบต่ออนุกรมจึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการแรงบิดสตาร์ทสูง ไม่ต้องการความเร็วคงที่ และภายใต้การทำงานปกติจะมีโหลดต่ออยู่ด้วยเสมอ

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่อขนาน (Shunt Motor)

มอเตอร์แบบต่อขนานสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพได้ในช่วงความเร็วกว้างมากโดยการปรับฟลั๊กซ์แม่เหล็กต่อขั้ว โดยการแปรค่ากระแสสนามซึ่งควบคุมโดยการปรับความต้านทานขดลวดสนาม ถ้าความต้านทานขดลวดสนามสูง ความเร็วของมอเตอร์จะสูง และถ้าความต้านทานขดลวดสนามต่ำ ความเร็วของมอเตอร์ก็จะต่ำด้วย มอเตอร์แบบต่อขนานนิยมใช้ในงานที่ต้องการความเร็วคงที่และแรงบิดสตาร์ทไม่สูง

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่อผสม (Compound Motor)

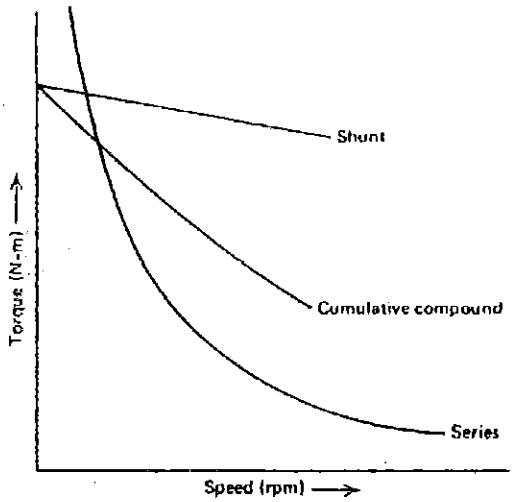
มอเตอร์ชนิดนี้มีทั้งขดลวดฟิลด์แบบต่อขนานและต่ออนุกรม ต่อได้ทั้งแบบขนานสั้นและขนานยาว ซึ่งเป็นการนำมอเตอร์แบบต่ออนุกรมและแบบต่อขนานมารวมไว้ในตัวเดียวกัน จึงทำให้ได้คุณสมบัติของมอเตอร์ทั้งสองแบบ

4) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Motor)

เป็นมอเตอร์ที่ไม่ต้องใช้การกระตุ้นเพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากมีแกนขั้ว (Core) ทำด้วยอัลลอยซึ่งสามารถรักษาคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กเอาไว้ได้นาน มอเตอร์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์แบบต่อขนานและแบบต่อผสมที่มีพิกัดเท่ากัน นอกจากนั้นยังควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนได้ง่าย โดยการกำหนดขนาดและขั้วของแรงดัน ถ้ากลับขั้วของแรงดันจะทำให้ทิศทางของกระแสที่อาร์เมเจอร์เปลี่ยนแปลงไปเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ไม่ทำให้ฟลั๊กซ์เปลี่ยนแปลง

2.2.4 ลักษณะสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor Characteristic)

ลักษณะสมบัติของมอเตอร์ขณะที่มีโหลดจะเป็นสิ่งที่น่าสนใจมากกว่าขณะที่ไม่โหลด เพราะเป็นสภาวะเช่นเดียวกับการนำไปใช้งานจริง แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะสมบัติระหว่างแรงบิดกับความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

2.3 แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Battery) [4]

2.3.1 คุณลักษณะของแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ขนาด รูปร่าง น้ำหนัก และตัวแปรทางเทคนิค ของแหล่งจ่ายพลังงานจะมีผลต่อรถไฟฟ้าทั้งหมด แหล่งจ่ายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด และเป็นตัวจำกัดในการพัฒนารถไฟฟ้า ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ข้อแตกต่างโดยพื้นฐานระหว่างรถไฟฟ้า กับรถยนต์ทั่วไปคือ ความหนาแน่นของพลังงาน (Energy density) ซึ่งเป็นคุณลักษณะเบื้องต้นของแหล่งจ่ายพลังงาน

1) ความหนาแน่นของพลังงาน (Energy density)

ความหนาแน่นของพลังงานหมายถึงความหนาแน่นเชิงปริมาตรหรือมวลของแหล่งจ่ายพลังงาน หลังจากนั้นก็ได้มีการให้ความหมายของของพลังงานใหม่ดังนี้คือ ความหนาแน่นของพลังงานหมายถึง พลังงานจากแหล่งจ่ายหารด้วยน้ำหนักของแหล่งจ่าย มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อกิโลกรัมของพลังงาน หรือความจุของแบตเตอรี่จะพิจารณาให้เปลี่ยนแปลงด้วยระดับของกำลัง (Power) ที่ซึ่งมีการใช้พลังงานนั้น โดยปกติจึงจำเป็นต้องกำหนดความหนาแน่นของพลังงานที่ระดับของกำลังที่กำหนดในรถไฟฟ้าและรถยนต์

2) ความหนาแน่นของกำลัง (Power density)

ตัวแปรนี้ได้ถูกกำหนดขึ้นมาในลักษณะเดียวกับความหนาแน่นของพลังงาน โดยปกติเราจะใช้ความหนาแน่นเชิงน้ำหนักมากกว่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร

ในการเปรียบเทียบ กับความหนาแน่นของพลังงาน ความหนาแน่นของกำลังของแบตเตอรี่จะต้องเปรียบเทียบ กับแหล่งจ่ายพลังงานของรถยนต์โดยทั่วไป คุณลักษณะทางกำลังในการลากจูงและส่วนประกอบของแหล่งจ่ายพลังงานจะแสดงถึง สมรรถนะ หรืออัตราเร่งของรถไฟฟ้า โดยทั่วไปรถไฟฟ้าสามารถที่จะมีสมรรถนะได้เท่ากัน หรือมากกว่ารถยนต์โดยทั่วไปได้ แต่ก็มีค่าใช้จ่ายมากในส่วนของพลังงาน หรือย่านการใช้งานของรถไฟฟ้า

3) รอบอายุการใช้งาน (Cycle Life)

แหล่งจ่ายพลังงานเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับรอบอายุการใช้งาน โดยทั่วไปแหล่งจ่ายพลังงานของรถยนต์ (ถังน้ำมัน) จะไม่มีปัญหาในเรื่องรอบอายุการใช้งาน อย่างไรก็ตามแหล่งจ่ายพลังงานของรถไฟฟ้าส่วนใหญ่จะมีอายุการใช้งานที่ไม่นาน ก่อนที่ตัวรถจะใช้ไม่ได้เนื่องจากสนิมหรือใช้งานจนหมดอายุ ดังนั้นอายุการใช้งานของแบตเตอรี่จึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่บ่งบอกถึงค่าใช้จ่ายในการใช้รถไฟฟ้า

สำหรับรอบอายุการใช้งานของรถไฟฟ้านั้นโดยทั่วไปจะเป็นที่รู้จักกันว่าเป็น "deep dis-charge cycle" คำว่า "deep discharge" หมายถึงการคายประจุของแบตเตอรี่จนถึงสถานะที่ไม่สามารถจะจ่ายกำลัง เพื่อที่จะขับเคลื่อนรถต่อไปได้ หรือเมื่อใดที่แรงดันที่ขั้วของแบตเตอรี่ตกลงจนถึงระดับที่กำหนด จากนิยามดังกล่าวจึงพบว่าสภาวะ "deep discharge" จะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์เมื่อรถไม่สามารถให้กำลังหรืออัตราเร่งเพื่อที่จะขับเคลื่อนตัวรถตามที่ต้องการ เราสามารถที่จะใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองคุณลักษณะการขับเคลื่อนตัวรถที่นอกเหนือจากการขับเคลื่อนที่กำหนดได้

4) ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น

เป็นที่แน่นอนว่าแบตเตอรี่มีค่าใช้จ่ายมากกว่าเชื้อเพลิงในรถยนต์ทั่วไป ทำให้ค่าใช้จ่ายของแหล่งจ่ายพลังงานในรถไฟฟ้า แตกต่างกันอย่างมากกับค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงในรถยนต์ ค่าใช้จ่ายของแบตเตอรี่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับคุณลักษระต่างๆของแบตเตอรี่เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจโดยทั่วๆไปอีก

5) ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษา

ทั่วไปนั้น ไม่ต้องการการบำรุงรักษา แต่แหล่งจ่ายพลังงานของแหล่งจ่ายพลังงานในรถไฟฟ้านั้น การบำรุงรักษาเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดที่ต้องเติมน้ำกลั่น,การทำความสะอาดแผ่น plate ของแบตเตอรี่นิกเกิลสังกะสี, การลดการกัดกร่อนเมื่อจ่ายพลังงานสูง, อุณหภูมิของแบตเตอรี่สูง, และอื่นๆ มูลค่าการใช้จ่ายเหล่านี้สูงมากจนไม่สามารถกำหนดได้ในเวลานี้ แต่เราจะพิจารณากันต่อไปเมื่อเราเลือกใช้แบตเตอรี่ที่เหมาะสมแล้ว

6) ประสิทธิภาพของพลังงาน

เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของแหล่งพลังงาน และเป็นการยากมากที่จะกำหนดค่า เนื่องจากบางครั้งจะกำหนดได้เพียงในกรณีของแหล่งจ่ายพลังงานในรถไฟฟ้าที่สามารถทำเป็นโมเดล เพื่อใช้วิเคราะห์ได้ (ประสิทธิภาพของพลังงานของแหล่งจ่ายพลังงานในรถยนต์จะเป็น 100%) อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง แบตเตอรี่นิกเกิลอิเล็กโทรด โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพสูงที่สุด, แบตเตอรี่ชนิดอุณหภูมิสูงจะมีประสิทธิภาพสูง, แบตเตอรี่ตะกั่วกรดมีประสิทธิภาพดี สรุปประสิทธิภาพของแบตเตอรี่โดยทั่วไปอยู่ในย่าน 70-90%

7) แรงดันแบตเตอรี่

แรงดันแบตเตอรี่จะเป็นตัวกำหนดจำนวนเซลทั้งหมดของแบตเตอรี่ที่ต้องการใช้ในระบบขับเคลื่อน แรงดันขั้วของเซลในขณะไม่มีโหลด (กระแสแบตเตอรี่เป็น 0) จะเป็นฟังก์ชั่นชนิดของการเชื่อมโยงทางอิเล็กโตรเคมีคอลและสถานะการประจุของแบตเตอรี่และภายใต้สภาวะโหลดนอกจากนี้แรงดันที่ขั้วยังขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของกระแสโหลด, ความต้านทานภายในของแบตเตอรี่, ปรากฏการณ์ Polarization และอุณหภูมิของแบตเตอรี่ด้วย จากการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ขั้วของแบตเตอรี่ จะทำให้มีผลต่ออุปกรณ์อื่นๆในระบบขับเคลื่อนโดยเฉพาะระบบควบคุมการขับเคลื่อน

8) อิมพีแดนส์ภายในของแบตเตอรี่

อิมพีแดนส์ภายในของแบตเตอรี่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ขั้วขณะมีโหลด นอกจากนี้ยังมีผลกำลัง, ประสิทธิภาพของพลังงาน และการตอบสนองชั่วครู่ วงจรสมมูลย์ของแบตเตอรี่ส่วนใหญ่จะซับซ้อน ซึ่งประกอบด้วยความต้านทาน และอุปกรณ์ที่สะสมพลังงานได้ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่สามารถที่จะอธิบายโดยง่ายด้วยวงจรสมมูลย์ทางไฟฟ้า เช่น ปรากฏการณ์ polarization ซึ่งหมายถึงการสร้างประจุไฟฟ้าใกล้ๆกับผิวของอิเล็กโทรด นอกจากนี้ยังมีปรากฏการณ์ "Memory" และ "Hysteresis" เนื่องจากการประจุและคายประจุในแบตเตอรี่บางชนิด ซึ่งทำให้เกิดความไม่เป็นเชิงเส้นขึ้นในวงจรสมมูลย์

9) คุณลักษณะการประจุ (Charge characteristics)

สถานะการประจุของแบตเตอรี่ หมายถึงพลังงานที่สะสมในแบตเตอรี่ (จะกำหนดเป็นปริมาณของประจุในระบบ SI มีหน่วยเป็น คูลอมป์, แอมแปร์-วินาที) สถานะการประจุของแบตเตอรี่จะอยู่ระหว่างเงื่อนไขของ fully charged และ completely discharge นิยามของ fully charged และการวัดหาสถานะ fully charged จะแตกต่างกันมากในแบตเตอรี่แต่ละชนิด นอกจากนี้ในแบตเตอรี่ส่วนใหญ่การวัดหาสถานะ completely discharge ยังทำได้ยากอีกด้วย ซึ่งการวัดโดยทั่วไปที่ทำกันบ่อยที่สุด เช่น ระดับแรงดันต่ำสุดขณะไม่มีโหลด ในแบตเตอรี่ส่วนใหญ่การวัดสถานะการประจุที่ดีที่สุดคือ การวัดแรงดันขณะไม่มีโหลดแต่วิธีดังกล่าวจะได้รับผลข้างเคียงค่อนข้างมากจากประวัติการประจุและคายประจุ, อุณหภูมิ, และองค์ประกอบอื่นๆ สำหรับที่อุณหภูมิห้องสถานะการประจุของแบตเตอรี่ยังวัดได้จากค่าความถ่วงจำเพาะ ของอิเล็กทรอไลต์ด้วย

คุณลักษณะการประจุแบตเตอรี่ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ rate หรือระดับของกำลังซึ่งแบตเตอรี่จะถูกประจุได้ กระบวนการประจุเปรียบได้กับการเติมน้ำมันในรถยนต์ แต่จะสำคัญมากกว่าในเชิงเทคนิคเมื่อทั้งรถไฟฟ้าและรถแบบ hybrid ใช้การเบรกแบบ regenerative braking โดยทฤษฎีแล้ว การเบรกดังกล่าว แบตเตอรี่จะต้องมีความสามารถในการรับกำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเบรก อัตรา (rate) ซึ่งแบตเตอรี่สามารถจะรับประจุได้ เรียกว่า "battery charge acceptance" การรับประจุทำให้แบตเตอรี่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะต้องนำมาพิจารณาเมื่อในระบบใช้การเบรกแบบ regenerative

10) คุณลักษณะทางอุณหภูมิ (Temperature Characteristics)

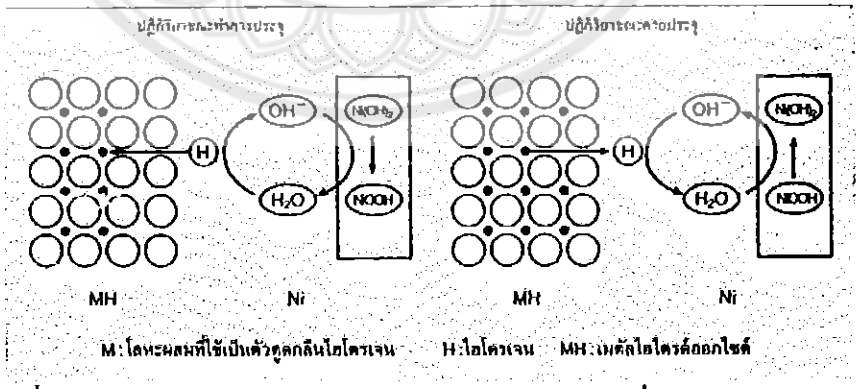
อุณหภูมิภายนอก Ambient temperature และ temperature rise เป็นองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่มีผลต่อการทำงานของแบตเตอรี่ ย่านของอุณหภูมิภายนอกเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการแบ่งชนิดของแบตเตอรี่ในรถไฟฟ้าออกเป็น 2 ชนิดคือ แบตเตอรี่ชนิดอุณหภูมิสูง (หรือพลังงานสูง) และแบตเตอรี่อุณหภูมิห้อง คุณลักษณะของแบตเตอรี่ทั้งสองนั้น จะมีความไวสูงต่ออุณหภูมิภายนอกและ temperature rise และจะต้องนำแบตเตอรี่ดังกล่าวมาใช้งานในย่านอุณหภูมิที่แคบ แบตเตอรี่พลังงานสูงทั้งหมดจะนำมาใช้งานในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าย่านของอุณหภูมิใช้งานปกติ ถ้านำมาใช้งานในย่านที่มีอุณหภูมิเกินกว่าย่านใช้งาน แบตเตอรี่จะถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการจัดการทางด้านอุณหภูมิของแบตเตอรี่จึงเป็นงานหลักของรถไฟฟ้าและระบบ hybrid

2.3.2 แหล่งจ่ายพลังงานชนิดต่างๆ

1) แบตเตอรี่นิกเกิล-เมทัลไฮไดร์ (Nickel – Metal hydies)

หลักการทำงานเบื้องต้นของ Ni-MH อาศัยการทำงานโดยใช้ปฏิกิริยาย้อนกลับทางไฟฟ้าและการดูดกลืนของไฮโดรเจนทางเคมี โครงสร้างของแบตเตอรี่ชนิดนี้ประกอบไปด้วยขั้วบวกที่เป็นนิเกิลออกไซด์ และขั้วลบเป็นโลหะผสมที่ดูดกลืนไฮโดรเจนได้ ส่วนอิเล็กทรอไลต์ประกอบด้วยสารละลายน้ำซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์

จากรูปที่ 2.4 แสดงปฏิกิริยาในขณะเก็บประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ Ni-MH ซึ่งถ้าโลหะผสมเริ่มปฏิกิริยาของการเก็บประจุในอิเล็กทรอไลต์ ซึ่งทำให้ไฮโดรเจน (H) ก่อตัวอยู่บนผิวหน้าของโลหะผสม เนื่องจากการแตกตัวของน้ำทำให้โลหะผสมสามารถทำการดูดกลืนไฮโดรเจนที่แตกตัวออกจากน้ำได้ ส่วนปฏิกิริยาขณะคายประจุนั้นไฮโดรเจนจะถูกดูดกลืนอีกครั้งด้วยการทำปฏิกิริยากับไฮดรอกไซด์



รูปที่ 2.4 ปฏิกิริยาในการชาร์จประจุและคายประจุแบตเตอรี่นิกเกิล-เมทัลไฮไดร์

อิออน (OH-) อยู่บนผิวหน้าของโลหะผสม ทำให้เกิดการรวมตัวเป็นน้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งปฏิกิริยาในขณะเก็บประจุและคายประจุ จะเห็นได้ว่าไฮโดรเจนเป็นตัวการสำคัญที่ทำปฏิกิริยาอยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ซึ่งโลหะผสมก็เปรียบเสมือนเป็นที่เก็บไฮโดรเจนที่แตกตัวออกมาจากน้ำนั่นเอง

ขั้นตอนของประจุขณะเริ่มต้นแบตเตอรี่จะมีความจุต่ำและถ้าทำการประจุอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดปฏิกิริยานั่นคือ มีก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้น เขียนเป็นสูตรสำหรับปฏิกิริยานี้ได้ว่า

$$OH\ 1/4\ H2O + 1/4\ O2 + e-$$

และเนื่องจากขั้วลบยังคงไม่ได้รับการประจุ การประจุที่แผ่ยื่นมาจากขั้วบวกซึ่งแบตเตอรี่ก็ยังไม่กำเนิดก๊าซไฮโดรเจนที่ขั้วบวกออกมา ทำให้ก๊าซออกซิเจนที่ขั้วบวกแผ่กระจายผ่านทะลุตัวกั้นระหว่างขั้วทั้งสองเข้าไปในขั้วลบ ทำให้เกิดการออกซเดชั่นกับไฮโดรเจนในโลหะผสมและเกิดการรวมตัวเป็นน้ำขึ้นมา จากสูตรดังนี้

$$4\ MH + O2 = 4M + H2O$$

ดังนั้นในขณะเกิดปฏิกิริยาการประจุระหว่างการรวมของน้ำที่เกิดขึ้นก่อนหน้าก็จะสลายไป

จากสูตรดังนี้ คือ

$$M + H2O + e- = MH + OH-$$

โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อทำการแยกออกมาทางเคมีจะได้คือ ปฏิกิริยาของการสลายตัวของก๊าซออกซิเจนกับปฏิกิริยาของการสลายตัวของน้ำ และทั้งหมดแทนด้วยปฏิกิริยาทางไฟฟ้าและทางเคมีได้ว่า

$$O2 + 2H2O + 4e- = 4OH-$$

2) แบตเตอรี่นิกเกิล-ไอออน

ระบบนิกเกิล-ไอออนได้ถูกนำมาใช้หลายปีแล้ว ในงานที่ต้องการความเชื่อมั่น,ใช้งานได้นาน,ต่อมาได้มีการเสนอให้นำแบตเตอรี่นี้มาใช้ในรถไฟฟ้าเนื่องจากมีความหนาแน่นกำลังและพลังงานสูงมีรอบอายุการใช้งานที่นานกว่าเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ตะกั่วกรด แต่มีข้อจำกัดทางอุณหภูมิและค่าใช้จ่ายสูง

3) แบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมี่ยม

แบตเตอรี่นี้นิยมใช้ในงานที่ต้องการกำลังต่ำๆในการสตาร์ทเครื่องยนต์เทอร์ไบน์ เป็นแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานที่นานที่สุด มีความหนาแน่นกำลัง และพลังงานสูงเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด สามารถใช้ได้ทุกย่านอุณหภูมิ แบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมี่ยม ให้คุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับอุดมคติมากเมื่อนำมาขนานกันความหนาแน่นกำลังที่ได้ 300-600 W/kg ในช่วงสั้นๆ รอบอายุการใช้งานจากการคายประจุ 200000-300000 เนื่องจากแบตเตอรี่นี้มีแรงดันขณะเปิดวงจรต่ำ ทำให้ต้องใช้เซลจำนวนมากขึ้นต่ออนุกรมเพื่อให้ได้แรงดันสำหรับใช้ในรถไฟฟ้า การประจุแรงดันด้วยแรงกันไม่คงที่จะเป็นผลให้เกิดก๊าซขึ้น และถ้ากลับขั้วแรงดันขณะทำการประจุจะทำให้เซลล์เสียหาย มีปรากฏการณ์คือ memory effect ทำให้ไม่สามารถประจุแบตเตอรี่ได้เต็มที่ ดังนั้นต้องมีการควบคุมการประจุและการคายประจุอย่างเหมาะสม

2.4 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 แบบแฟลช [5]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในแบบแฟลช (flash memory) ของ Atmel Corporation มีเบอร์ขึ้นต้นด้วย AT89 เหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบนี้มีด้วยกันหลายประการดังนี้

1) หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอก ส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2) ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมากเนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูเลเตอร์และเครื่องโปรแกรมอีพรอม

3) บริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์ และมีความสามารถแตกต่างกันไป ทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง

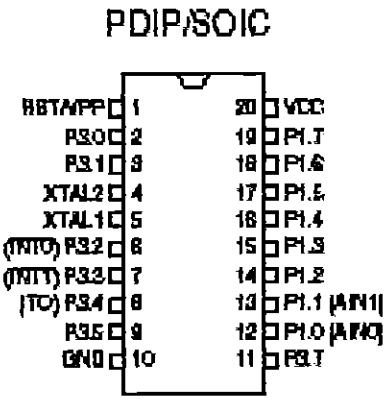
4) ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลทางหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

5) ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดย Atmel สามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่ หรือเรียกว่า การโปรแกรมในวงจร หรือ ในระบบ (In –system programming) ทำให้การพัฒนาหรือการซ่อมบำรุง ตลอดจนการปรับปรุงหรืออัปเกรดข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวกภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก

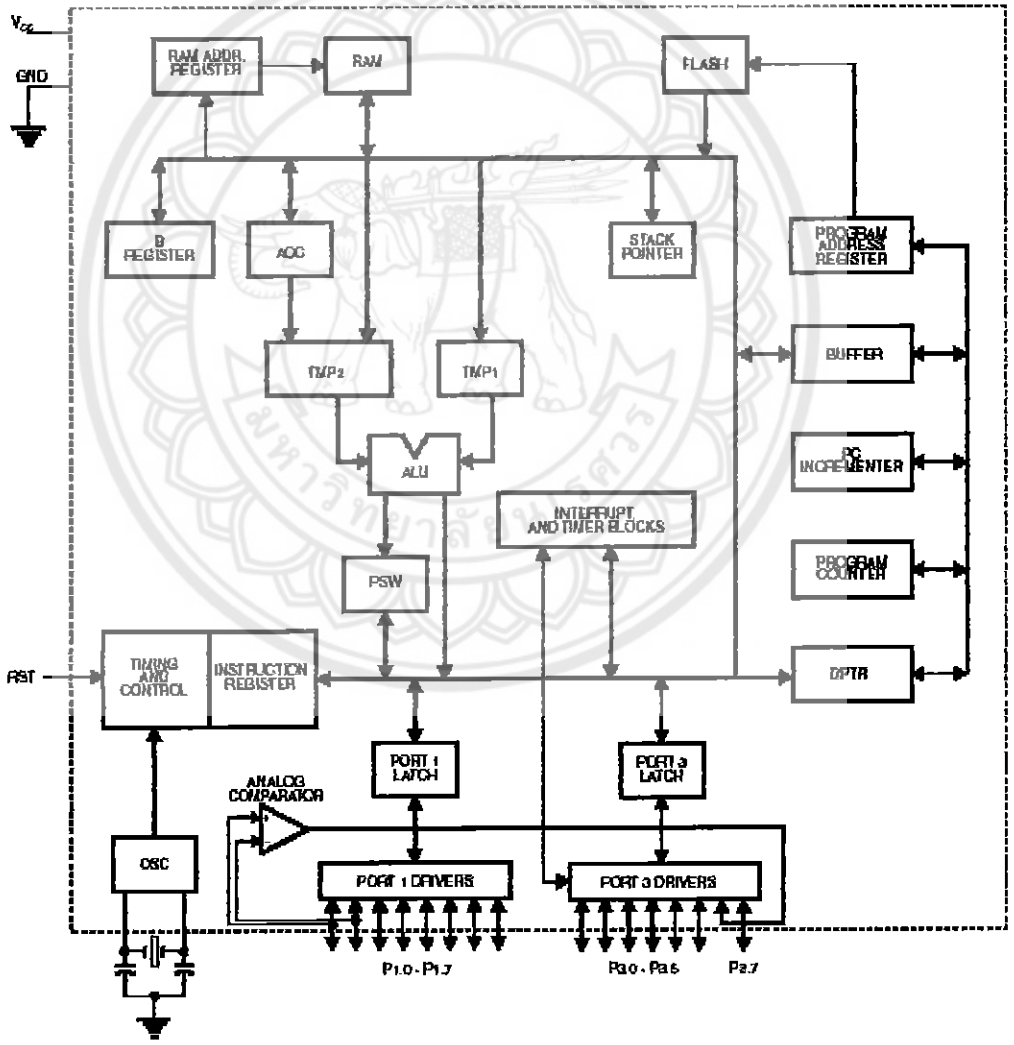
6) ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ของผู้ผลิตอื่นไม่ว่าจะเป็นอินเทล, ซีเมนส์ หรือ ดัลลัส

2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C1051

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชขนาด 1 กิโลไบต์ สามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- ใช้แรงดันในการทำงานตั้งแต่ 2.7V ถึง 6V
- ทำงานแบบ Fully Static ตั้งแต่ 0 Hz ถึง 24 MHz
- 64 ไบต์ SRAM
- พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตจำนวน 15 เส้น
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 1 ตัว
- มีพอร์ตขับ LED โดยตรง
- มีตัวเปรียบเทียบสัญญาณอนาล็อกบนชิป



รูปที่ 2.5 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C1051



รูปที่ 2.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C1051

2.4.2 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C1051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานเหมือนกัน

- ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง

- ขา GND เป็นขากราวด์สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

- ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

- ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

- ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล " 1 " ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย

- ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 7 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล " 1 " ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

2.5 การตรวจวัดค่าความเร็วรอบของมอเตอร์หรือความเร็วของรถ [6-7]

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเร็วรอบมีหลายชนิด เช่น ทาโคมิเตอร์ (Tachometer) และเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) โดยทั่วไปเอ็นโค้ดเดอร์ที่นิยมใช้งานคือ ระบบใช้แสง (Optical Encoder) แบบอินครีเมนทอลเอ็นโค้ดเดอร์ (Incremental Encoder) เนื่องจากมีโครงสร้างที่ง่ายและนำสัญญาณไปใช้ได้อย่างสะดวก

หลักการพื้นฐานของอินครีเมนทอลเอ็นโค้ดเดอร์ คือ การให้แสงส่องไปยังตัวรับ (Photo sensor) โดยผ่านจานหมุนที่มีร่องเป็นซี่รอบๆจาน เมื่อจานหมุนไปตามการหมุนก็จะไปตัดลำแสงที่ส่งไปยังตัวรับ ทำให้เอาต์พุตของเซ็นเซอร์มีค่าเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะพัลส์ ความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ออกมาก็คือความเร็วของจานหมุน โดยทั่วไปแล้วเมื่อจานหมุนหมุนอยู่จะให้เอาต์พุตพัลส์ที่เหมือนกันออกมา 2 ชุด สัญญาณทั้งสองจะมีเฟสต่างกันอยู่ 90 องศา

2.6 เซอร์โวแอมปลิไฟร์ชนิด PWM (Pulse Width Modulation Type Servo Amplifier) [2,6,8]

เพื่อเป็นการลดความสูญเสียทางความร้อนในทรานซิสเตอร์และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเซอร์โวแอมปลิไฟร์ และเนื่องจากเซอร์โวแอมปลิไฟร์ชนิดเชิงเส้นมีกำลังงานสูญเสียมากกว่าเซอร์โวแอมปลิไฟร์แบบพัลส์วิดธ์มอดูเลชั่น จึงมีการนำเอาวิธีการพัลส์วิดธ์มอดูเลชั่นหรือ PWM มาใช้กับเซอร์โวแอมปลิไฟร์

พัลส์วิดธ์มอดูเลชั่น (Pulse Width Modulation : PWM) เป็นการมอดูเลชั่นที่ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดี สัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะมีอัตราคงที่ แต่ความกว้างของพัลส์จะเปลี่ยนแปลงตามแอมปลิจูดของสัญญาณข้อมูล กล่าวคือถ้าพัลส์กว้างมาก หมายถึง แอมปลิจูดสูง ถ้าพัลส์แคบแอมปลิจูดก็จะต่ำ

2.7 รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เลือกและนำมาใช้ในการทำโครงงานนี้

1) มอเตอร์และแบตเตอรี่

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

- พิกัดแรงดัน 24 โวลท์
- พิกัดกระแส 10 – 15 แอมแปร์
- พิกัดกำลัง 200 วัตต์
- พิกัดความเร็ว 2,700 - 3,000 รอบต่อนาที

แบตเตอรี่แห้งแบบ Rechargeable

- ขนาดแรงดัน 12 โวลท์ จำนวน 2 ลูก
- ขนาดกระแส 12 แอมแปร์ต่อเวลา 20 ชั่วโมง

แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (เติมน้ำกลั่น)

- ขนาดแรงดัน 12 โวลท์ จำนวน 1 ลูก
- ขนาดกระแส 3 แอมแปร์ต่อเวลา 20 ชั่วโมง

2) โครงรถ, ล้อ, ยาง, เบรกมือและชุดโซ่-สเตอร์

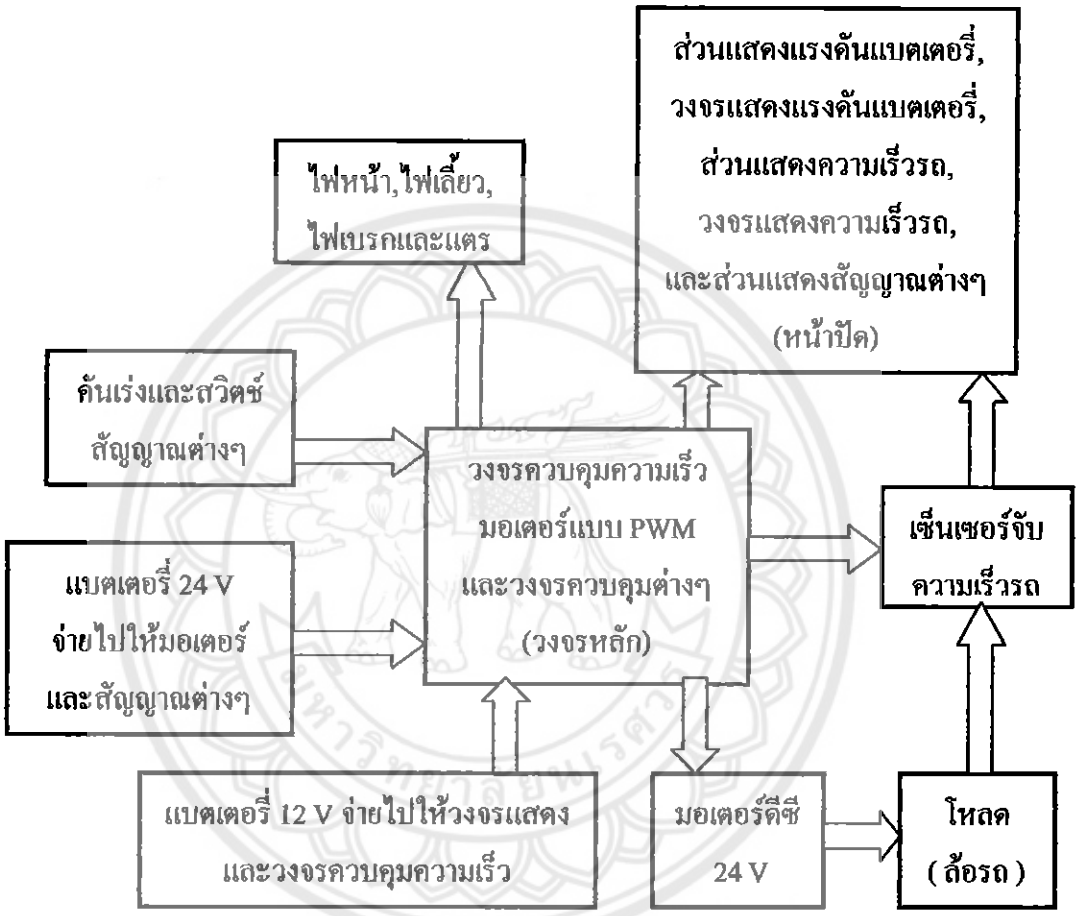
ทำการซื้อของเก่ามา แล้วนำมาดัดแปลง เบรกแบบดรัมเบรกที่ล้อหลัง จำนวนฟันสเตอร์หน้า 11 หลัง 80 ฟัน อัตราการทดสเตอร์ 7.273 เท่า โซ่ราวลิ้นรถมอเตอร์ไซค์ ล้อหน้าหลังแบบมียางใน เส้นรอบวงล้อหลัง 0.725 เมตร

3) วงจรควบคุมความเร็ว, วงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่, วงจรแสดงความเร็วรถและวงจรควบคุมสัญญาณไฟต่างๆ

จะทำการสร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

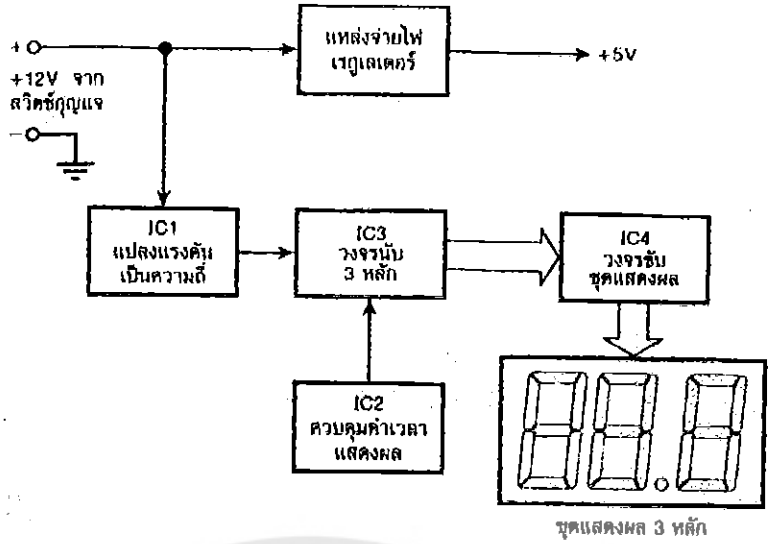
3.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานทั้งหมด



รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานทั้งหมด

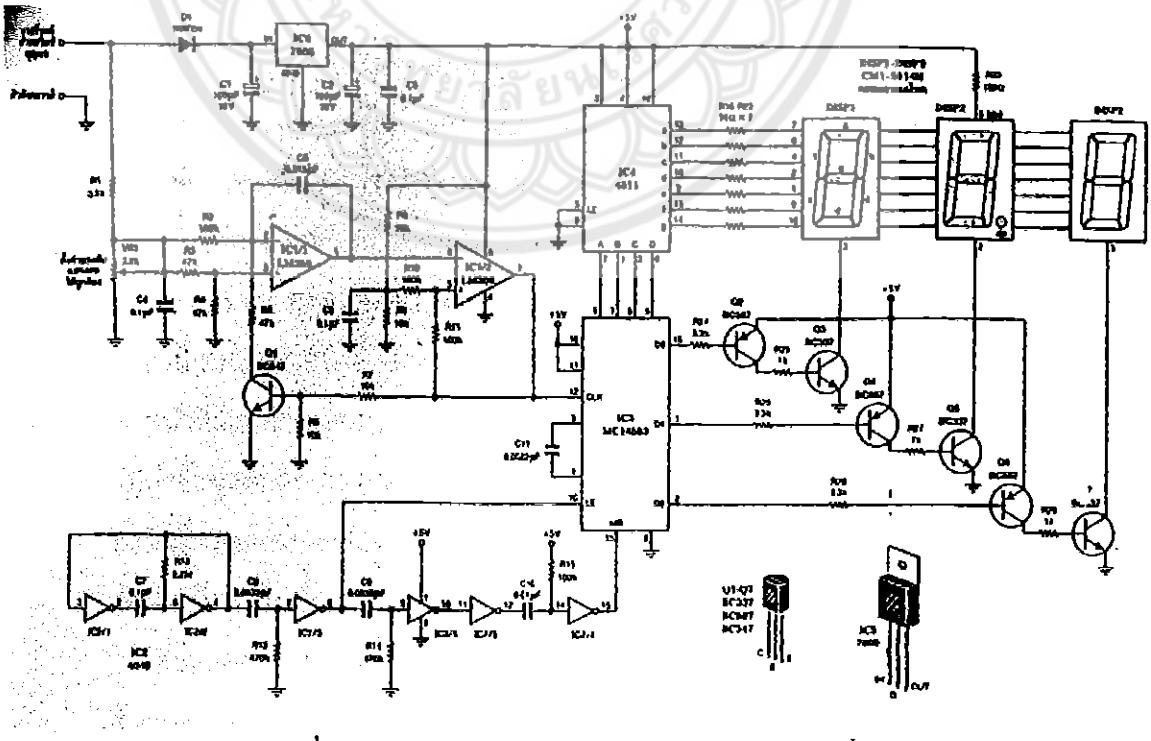
3.2 สร้างวงจรตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ [7,9]

ในรูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมส่วนทำงานต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งส่วนทำงานออกเป็นทั้งหมด 6 บล็อก พิจารณาตามบล็อกไดอะแกรมจะได้ว่า แรงดันจากแบตเตอรี่โดยตรงจะถูกจ่ายเข้าสู่วงจรเรกูเลเตอร์ เพื่อทำการลดแรงดันและเรกูเลตให้ได้แรงดัน +5 โวลท์ จ่ายไปเลี้ยงวงจรในส่วนต่างๆทั้งหมด สำหรับที่จุดต่อแรงดันอินพุตจากแบตเตอรี่ ส่วนหนึ่งจะต่อผ่านวงจรแบ่งแรงดันและเซตค่าแรงดันอ้างอิงเข้าสู่ออปแอมป์ เพื่อทำการแปลงแรงดันจากแบตเตอรี่ไปเป็นสัญญาณพัลส์ความถี่ใน IC 1เพื่อให้สามารถนับค่าและแสดงผลออกมาได้



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานเบื้องต้นของชุดแสดงแรงดันแบตเตอรี่

ซึ่งความถี่ที่ได้ออกมาจะผันตรงกับค่าแรงดันแบตเตอรี่ และสัญญาณพัลส์ความถี่ก็จะเป็นสัญญาณนาฬิกาเข้าไปนับที่ส่วนนับสัญญาณและแสดงผล IC3 ขับผ่าน IC4 เพื่อขับ LED ให้แสดงผลออกมา การแสดงผลในแต่ละช่วงนั้นจะใช้การเปิดเกตตามค่าเวลาควบคุมที่กำเนิดมาจาก IC2 ซึ่งจะควบคุมการเริ่มต้นและหยุดการแสดงผลในแต่ละช่วงของแรงดัน หรือกำหนดช่วงของการถอดรหัส BCD แล้วจึงแสดงผลออกมาให้เห็น

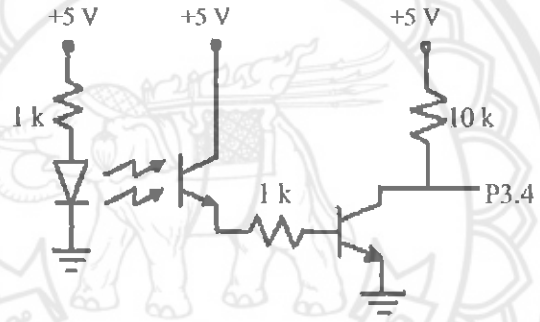


รูปที่ 3.3 วงจรสมบูรณ์ของชุดแสดงแรงดันแบตเตอรี่

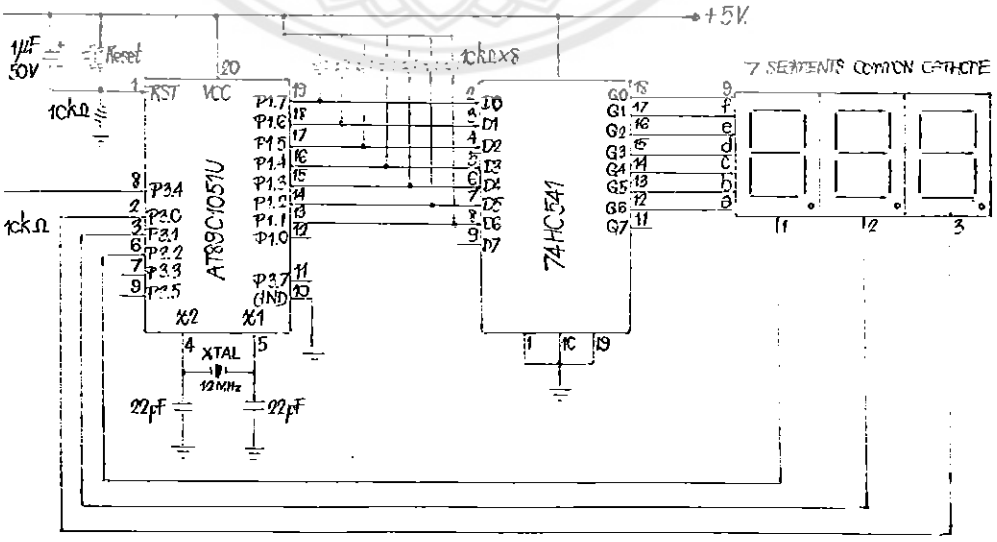
3.3 สร้างวงจรวัดความเร็วรถที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ [5,7,8]

การทำงานของวงจรแสดงอยู่ในรูปที่ 3.4 เริ่มจากไอซีตัวแรกเบอร์ AT89C1051 เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูลMCS-51 ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมการทำงานทั้งหมดอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรม (EPROM) ขนาด 1 กิโลไบต์ ขาพอร์ต P1และP3 ของไอซี AT89C1051จะมีการใช้งานไปตามที่ต่างๆ เช่น พอร์ต P1 เป็นสัญญาณเอาต์พุตออกไปขับเซเว่นเซกเมนต์ โดยมีไอซีบัฟเฟอร์เบอร์ 74HC541 ต่อไว้เพื่อขยายกระแสให้เพียงพอสำหรับจ่ายให้แก่เซเว่นเซกเมนต์ 3 หลัก โดยอาศัยหลักการสแกนเซเว่นเซกเมนต์แบบมัลติเพลก ซึ่งขาคอมมอนของเซเว่นเซกเมนต์ทั้ง 3 ตัวจะต่อเข้ากับพอร์ต P3.2, P3.1 และ P3.0 ตามลำดับ เพื่อรับลอจิกที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ช่วยให้เซเว่นเซกเมนต์สว่างเป็นตัวเลขได้

ส่วนพอร์ต P3.4 จะเป็นอินพุตรับค่าจาก Sensor Photo Diode ที่มีตัวส่งและตัวรับติดคร่อมอยู่ที่สเตอร์ถ้อหลัง โดยที่สเตอร์จะมีรู 1 รูเมื่อเวลารถวิ่งจะเกิดพัลส์ตามความเร็วของรถ



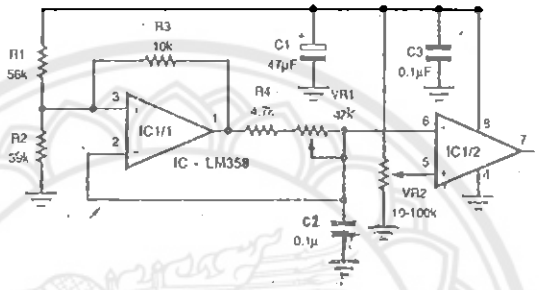
รูปที่ 3.4 วงจรเซ็นเซอร์วัดความเร็ว



รูปที่ 3.5 วงจรวัดความเร็วรถที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

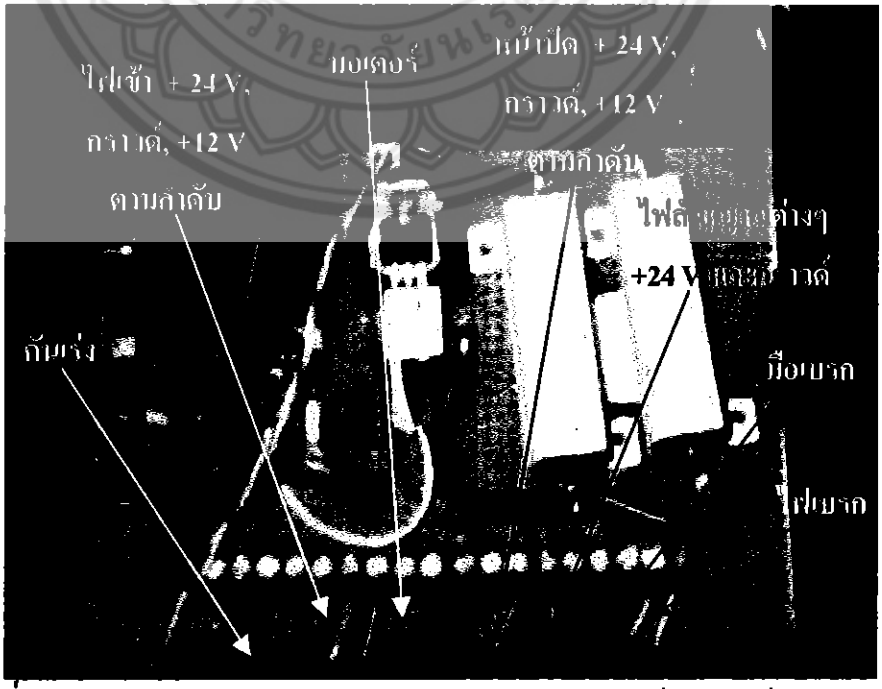
3.4 สร้างวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ PWM [2,4,7,8]

เป็นวงจรควบคุมความเร็วแบบ PWM ที่ควบคุมได้ในย่านกว้าง จากวงจรในรูปที่ 3.6 ออปแอมป์เบอร์ LM358 ต่อในลักษณะของวงจรชมิททริกเกอร์ ซึ่งจะให้ค่าดิวตี้ไซเคิล 45% ปรับตั้งค่าด้วยตัวต้านทานแบ่งแรงดันที่ขา 3 ความถี่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในช่วง 47-500Hz ด้วยการปรับที่ VR1 รูปคลื่นที่ขา 6 มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย และจะนำไปเปรียบเทียบกับระดับแรงดันเทรชโฮลด์ ซึ่งปรับได้ด้วย VR2 ที่ขา 5 การปรับแรงดันให้อยู่ในระดับต่ำ เอาต์พุตที่ขา 7 จะส่งพัลส์ลูกสั้นๆ แต่เมื่อปรับให้แรงดันเพิ่มขึ้นพัลส์ก็จะลูกยาวขึ้น ไปขับมอสเฟตเบอร์ IRFZ44N ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์ให้กับมอเตอร์



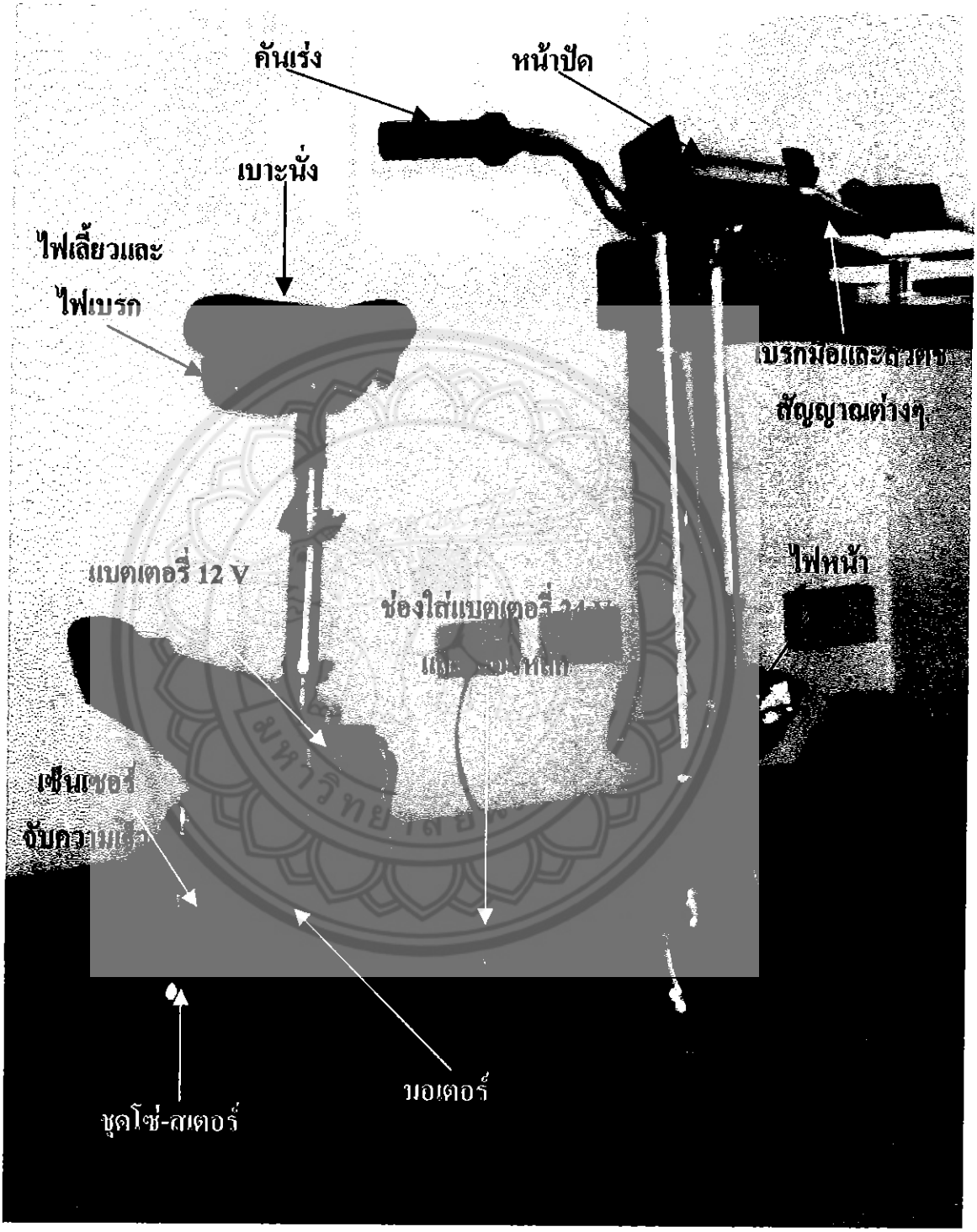
รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ PWM

3.5 สร้างวงจรควบคุมหลัก [2,4,7,8,10,11]

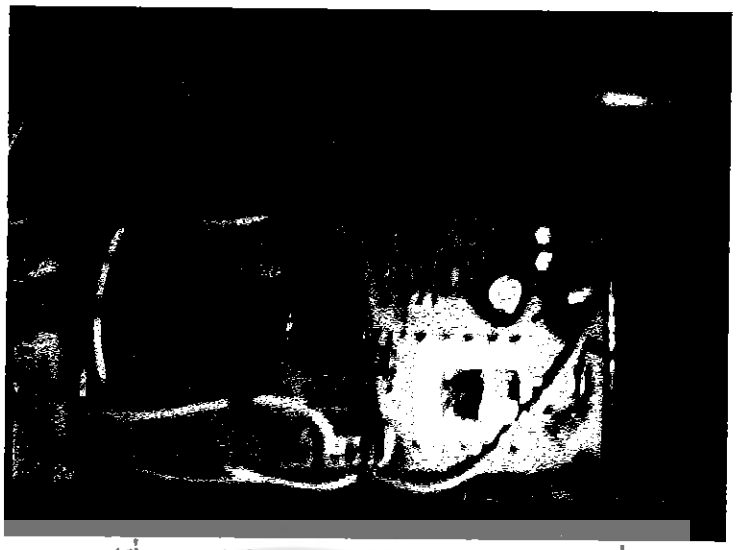


รูปที่ 3.7 รูปจริงของวงจรควบคุมหลักและวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ PWM

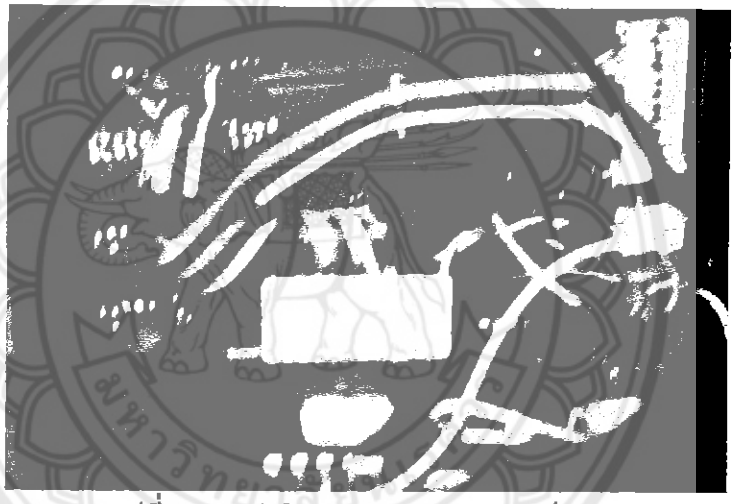
3.6 ส่วนประกอบของรถ



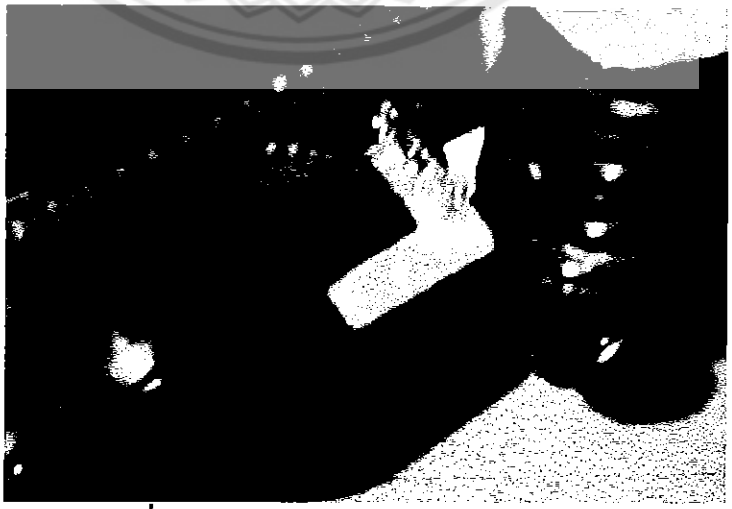
รูปที่ 3.8 รูปส่วนประกอบจริงของรถ



รูปที่ 3.9 รูปจริงของวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่



รูปที่ 3.10 รูปจริงของวงจรแสดงความเร็วรถ



รูปที่ 3.11 รูปจริงของเซ็นเซอร์จับความเร็วรถ

บทที่ 4

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลอง

4.1.1 การทดลองวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบว่าแรงดันที่แสดงออกมาได้ มีความคลาดเคลื่อนจาก DC Power Supply อ้างอิงที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบเท่าใด

วิธีการทดลอง

- ติดตั้งชุดแสดงแรงดันแบตเตอรี่โดยใช้แหล่งจ่ายไฟอ้างอิงจาก DC Power Supply ที่มีตัวแสดงค่าแรงดันเป็นตัวเลขดิจิตอล
- ปรับระดับแรงดันแบตเตอรี่ไว้ที่ 15V แล้วบันทึกผลที่ได้จากหน้าปัดของวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่
- ปรับระดับแรงดันให้ลดลงทีละ 0.5V ทำการบันทึกค่าแรงดันแบตเตอรี่ จนถึงที่แรงดันแบตเตอรี่ 7.0V
- ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยของวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่

4.1.2 การทดลองวัดความเร็วรถเปรียบเทียบกับความเร็วที่หน้าปัดรถ ตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบวงจรแสดงความเร็วรถว่าค่าความเร็วที่แสดงออกมาได้ มีความคลาดเคลื่อนจากความเร็วจริงเท่าใด
- เพื่อทดสอบว่าเมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ความเร็วของรถจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

วิธีการทดลอง

- ติดตั้งชุดเซ็นเซอร์จับความเร็วและวงจรแสดงความเร็วรถเข้ากับรถ
- ควบคุมรถให้อยู่ในสภาพ NOLOAD โดยการยกช่วงท้ายรถขึ้นให้อยู่ในสภาพล้อหลังลอยจากพื้น
- ประจุไฟแบตเตอรี่จนเต็ม โยกสวิตซ์ไฟเมนไปยังตำแหน่ง ON เพื่อเข้าสู่ระบบการทำงานของรถ
- โยกสวิตช์วงจรแสดงความเร็วรถไปยังตำแหน่ง ON แล้วกดสวิตช์รีเซ็ตค่าก่อน 1 ครั้ง
- ทำการปรับค่า Duty Cycle ดูจาก Oscilloscope โดยการบิดคันเร่ง เริ่มต้นที่ 10% แล้วทำการวัดความเร็วล้อรถเป็น m/min ด้วย Tachometer
- นำค่าความเร็วที่ได้มาแปลงเป็น km/hr แล้วทำการเปรียบเทียบกับความเร็วที่แสดงบนหน้าปัดรถ

- เปลี่ยนค่า Duty Cycle ให้เพิ่มขึ้นที่ละ 10% ทำการวัดความเร็วล้อรถแล้วเปรียบเทียบกับความเร็วที่หน้าปัดเหมือนเดิม สังเกตความเร็วของรถจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- จนกระทั่งค่า Duty Cycle เป็น 100% แล้วบันทึกผลการทดลอง

4.1.3 การทดลองวัดค่าความเร็วรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบ แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบว่าเมื่อสับ R เข้าระบบแล้วความเร็วของรถจะแตกต่างจากตอนที่ไม่ได้สับ R เข้าระบบอย่างไร และความเร็วเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ความเร็วของรถจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

วิธีการทดลอง

- ควบคุมรถให้อยู่ในสภาพ NO LOAD โดยการยกช่วงท้ายรถขึ้นให้อยู่ในสภาพล้อลอยจากพื้น

- ประจุไฟแบตเตอรี่จนเต็ม โยกสวิตช์ไฟเมนไปยังตำแหน่ง ON เพื่อเข้าสู่ระบบการทำงานของรถ

- ทำการกดสวิตช์เพื่อสับ R เข้าระบบไปยังตำแหน่ง ON สังเกตความเร็วของรถจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ทำการปรับค่า Duty Cycle ดูจาก Oscilloscope โดยเริ่มจาก 10% แล้วทำการวัดความเร็วล้อรถเป็น m/min ด้วย Tachometer

- เปลี่ยนค่า Duty Cycle ให้เพิ่มขึ้นที่ละ 10% ทำการวัดความเร็วที่ล้อรถ สังเกตความเร็วของรถว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- จนกระทั่งค่า Duty Cycle เป็น 100% แล้วบันทึกผลการทดลอง

- นำค่าที่ได้ขณะสับ R เข้าระบบไปเปรียบเทียบกับขณะที่ไม่ได้สับ R เข้าระบบ สังเกตว่าแตกต่างกันอย่างไร

4.1.4 การทดลองหาค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัวและค่าความเร็วสูงสุดขณะรับโหลดที่น้ำหนักต่างๆ ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบว่าต้องใช้ค่า Duty Cycle เท่าใดในการเริ่มออกตัว

- เพื่อทดสอบหาค่าความเร็วสูงสุดขณะรับโหลดที่น้ำหนักต่างๆ

วิธีการทดลอง

- ประจุไฟแบตเตอรี่จนเต็ม

- ให้คนขับขึ้นนั่งบนรถโดยเริ่มที่น้ำหนัก 55 kg

- โยกสวิตช์ไฟเมนไปยังตำแหน่ง ON เพื่อเข้าสู่ระบบการทำงานของรถ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

- ทำการกดสวิตช์เพื่อสับ R เข้าระบบไปยังตำแหน่ง ON

- เริ่มบิดคันเร่งอย่างช้าๆ จนรถเริ่มเคลื่อนที่ สังเกตค่า Duty Cycle โดยดูจาก Oscilloscope แล้วบันทึกผลการทดลอง

- ทำการจับเวลาในการขับรถระยะทาง 25 m เมื่อรถมีความเร็วคงที่แล้วว่าใช้เวลาเท่าใดแล้วบันทึกผลการทดลอง

- ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วบันทึกผลการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ย

- ทำการทดลองใหม่โดยเปลี่ยนคนขับให้มีน้ำหนัก 60kg และ 65kg ตามลำดับ แล้วบันทึกผลการทดลอง

4.1.5 การทดลองหาค่าระยะทางขับขี่ใกล้สุดต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้งและน้ำหนักคนขับขี่สูงสุดที่สามารถออกตัวและเคลื่อนที่ได้

วัตถุประสงค์

- เพื่อทดสอบหาค่าระยะทางขับขี่ใกล้สุดต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้ง
- เพื่อทดสอบหาน้ำหนักคนขับขี่สูงสุดที่สามารถออกตัวและเคลื่อนที่ได้

วิธีการทดลอง

- ประจุไฟแบตเตอรี่จนเต็ม
- ให้คนขับน้ำหนัก 55 kg ขึ้นนั่งบนรถ
- โยกสวิตช์ไฟเมนไปยังตำแหน่ง ON เพื่อเข้าสู่ระบบการทำงานของรถ
- ทำการกดสวิตช์เพื่อสับ R เข้าระบบไปยังตำแหน่ง ON
- ทำการขับขี่รถตามปกติ แล้วประมาณระยะทางที่ขับที่ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงระยะทางที่รถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยหยุดพักรถเป็นช่วงๆตามความเหมาะสม แล้วบันทึกผลการทดลอง
- ให้คนขับที่มีน้ำหนักมากกว่า 65kg ขึ้นไป มาทำการทดสอบ แล้วบันทึกผลการทดลอง

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ผลการทดลองวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่

ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1 และจากวงจรสมบูรณ์และลายทองแดงของแผ่นวงจรพิมพ์จะพบว่าตำแหน่งการลงอุปกรณ์และตำแหน่งการเชื่อมต่อขาของอุปกรณ์บางขามีตำแหน่งไม่ตรงกัน และใช้ตัวเก็บประจุ (C3 – C11) ผิดชนิด ทำให้ผลการต่อวงจรในครั้งแรกไม่สำเร็จ คือ เซเว่นเซกเมนต์แสดงผลเป็น 00.0 ไม่ว่าจะปรับค่า VR1 ไปเท่าใดก็ตาม หลังจากนั้นจึงทำการพิจารณาวงจรใหม่ เปลี่ยนชนิด C3 – C11 ใหม่ เปลี่ยน IC2 (ควบคุมค่าเวลาแสดงผล) เบอร์ 4049 เป็นเบอร์ 14049 และตรวจสอบการต่อขาอุปกรณ์ใหม่ ทำให้ผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ คือ เซเว่นเซกเมนต์แสดงผลออกมาทั้ง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่

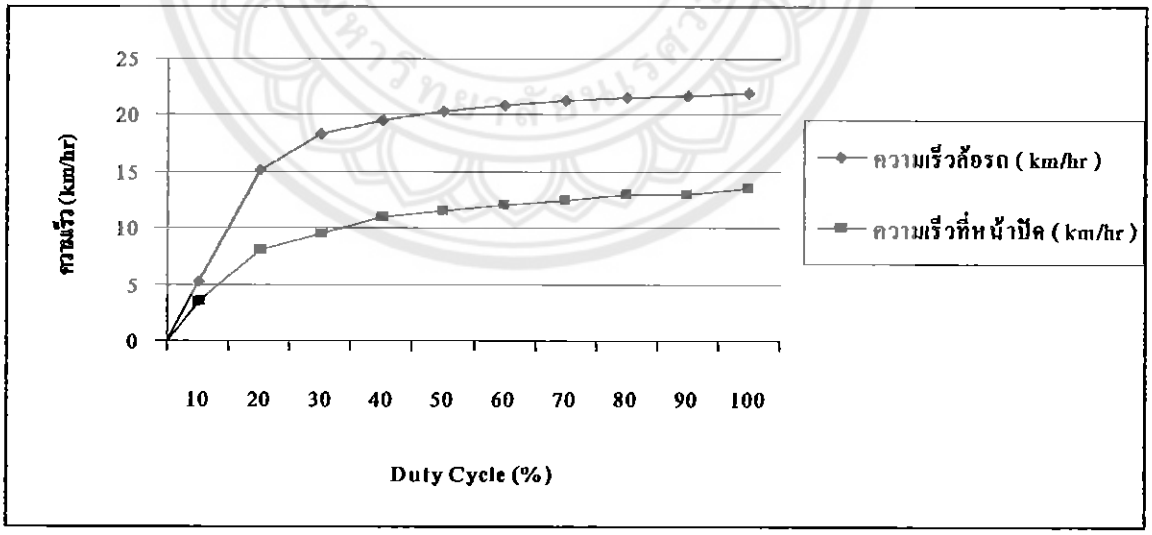
ระดับแรงดันทดสอบ(โวลต์)	การทดลองครั้งที่ 1 (โวลต์)	การทดลองครั้งที่ 2 (โวลต์)	การทดลองครั้งที่ 3 (โวลต์)	เฉลี่ย (โวลต์)
15.0	14.8	15.1	15.0	14.97
14.5	14.3	14.6	14.5	14.47
14.0	13.8	14.1	14.1	14.00
13.5	13.3	13.6	13.5	13.47
13.0	12.8	13.1	12.9	12.93
12.5	12.3	12.6	12.5	12.47
12.0	11.9	12.1	12.0	12.00
11.5	11.4	11.6	11.6	11.53
11.0	10.9	11.1	11.1	11.03
10.5	10.4	10.6	10.5	10.50
10.0	9.9	10.1	10.0	10.00
9.5	9.3	9.6	9.5	9.47
9.0	8.9	9.0	8.9	8.93
8.5	8.3	8.5	8.4	8.40
8.0	7.8	8.1	7.8	7.90
7.5	7.3	7.5	7.4	7.40
7.0	7.2	7.3	7.3	7.27

3 หลัก จากนั้นต่อวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่เข้ากับ DC Power Supply อ้างอิงที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบพร้อมกับทำการปรับค่า VR1 ที่แผ่นวงจร จนสามารถอ่านค่าแรงดันที่เซเว่นเซกเมนต์ได้ตรงกับที่อ่านได้จาก DC Power Supply ซึ่งค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก และถ้าแรงดันจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์มีค่าต่ำกว่า 7.5 โวลต์ จะทำให้ IC 7805 ไม่ทำงาน คือไม่มีไฟ 5 โวลต์มาเลี้ยงวงจรแสดงแรงดันแบตเตอรี่ ดังนั้นจึงไม่สามารถแสดงแรงดันได้

4.2.2 ผลการทดลองวัดความเร็วรถเปรียบเทียบกับความเร็วที่หน้าปัดรถครั้งที่ 1 ตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความเร็วล้อรถกับความเร็วที่หน้าปัดรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ

DUTY CYCLE (%)	ความเร็วล้อรถ (m/min)	ความเร็วล้อรถ (km/hr)	ความเร็วที่หน้าปัด (km/hr)
10	87.0	5.22	3.5
20	251.2	15.07	8.0
30	305.6	18.34	9.5
40	326.1	19.57	11.0
50	339.5	20.37	11.5
60	348.0	20.88	12.0
70	354.0	21.24	12.5
80	357.8	21.47	13.0
90	361.8	21.71	13.0
100	366.5	21.99	13.5



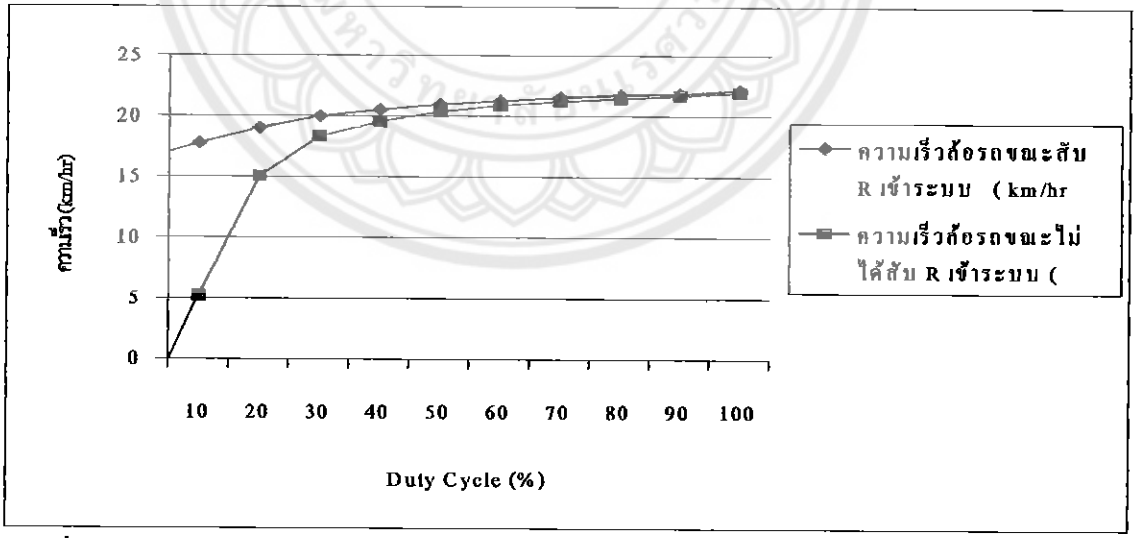
รูปที่ 4.1 แสดงความแตกต่างระหว่างความเร็วที่ล้อรถกับความเร็วที่หน้าปัดรถตอน NO LOAD ล้อหลังลอยจากพื้น ที่ค่า Duty cycle ต่างๆ ขณะไม่ได้สับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบ

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 จะพบว่าเมื่อเพิ่มค่า Duty cycle ความเร็วของรถจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และมีความคลาดเคลื่อนระหว่างความเร็วที่ล้อรถกับความเร็วที่หน้าปัด ประมาณ 50%

4.2.3 ผลการทดลองวัดค่าความเร็วรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบความเร็วที่ล้อรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ

DUTY CYCLE (%)	ความเร็วล้อรถขณะสับ R เข้าระบบ (m/min)	ความเร็วล้อรถขณะสับ R เข้าระบบ (km/hr)	ความเร็วล้อรถขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ (km/hr)
10	296.2	17.77	5.22
20	317.5	19.05	15.07
30	333.4	20.00	18.34
40	342.3	20.54	19.57
50	349.9	20.99	20.37
60	354.5	21.27	20.88
70	359.7	21.58	21.24
80	362.9	21.77	21.47
90	364.9	21.89	21.71
100	369.1	22.15	21.99



รูปที่ 4.2 แสดงความแตกต่างหว่างความเร็วที่ล้อรถตอน NO LOAD และล้อหลังลอยจากพื้น เมื่อค่า Duty cycle เปลี่ยนไป ขณะสับ R เข้าระบบเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้สับ R เข้าระบบ

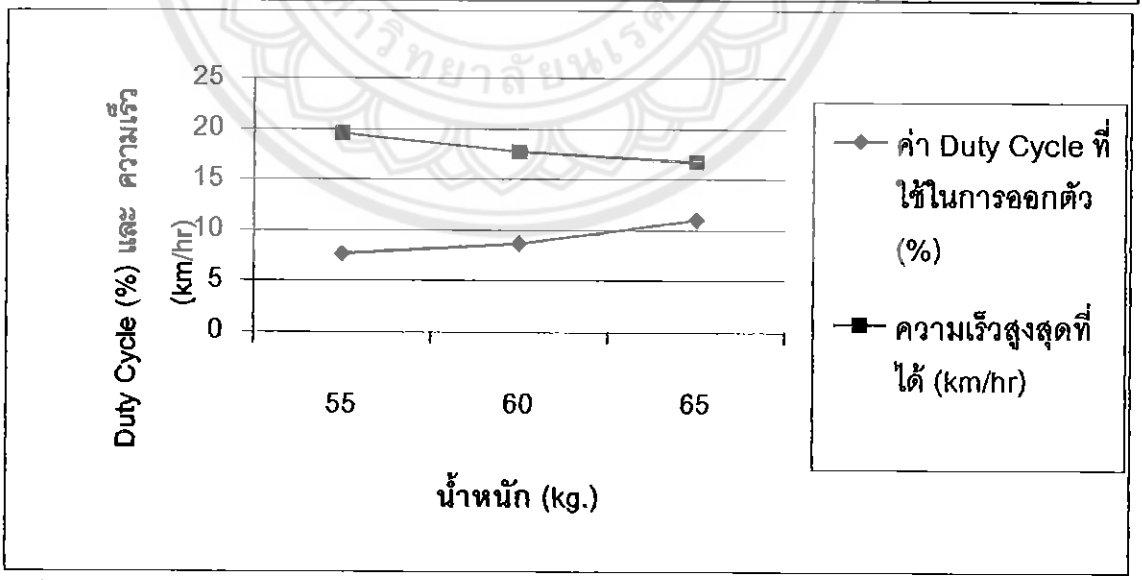
จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.2 จะพบว่าเมื่อสับ R เข้าระบบ รถจะมีความเร็วเริ่มต้นที่ค่าๆหนึ่ง เมื่อเพิ่มค่า Duty cycle ไปเรื่อยๆ ความเร็วของรถจะมีค่าเพิ่มขึ้นและเริ่มใกล้เคียงกับตอนที่ไม่ได้สับ R เข้า

ระบบจนความเร็วเท่ากันในที่สุด

4.2.4 ผลการทดลองหาค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัวและค่าความเร็วสูงสุดขณะรับโหลดที่น้ำหนักต่างๆ ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองหาค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัวและค่าความเร็วสูงสุดขณะรับโหลดที่น้ำหนักต่างๆ ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ

น้ำหนักของโหลด (kg)	การทดลองครั้งที่	ค่า Duty Cycle ที่ใช้ในการออกตัว (%)	เวลาที่ได้ (m/s)	ความเร็วสูงสุดที่ได้ (km/hr)
55	1	7	4.59	19.61
	2	8	4.64	19.40
	3	8	4.60	19.57
60	1	9	5.03	17.89
	2	8	5.11	17.61
	3	9	5.07	17.75
65	1	10	5.57	16.16
	2	11	5.22	17.24
	3	12	5.38	16.73



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Duty Cycle ตอนเริ่มออกตัว, ค่าความเร็วสูงสุดและโหลดที่น้ำหนักต่างๆ ที่ต้องสับ R เข้าระบบตอนที่รับโหลดด้วยเสมอ

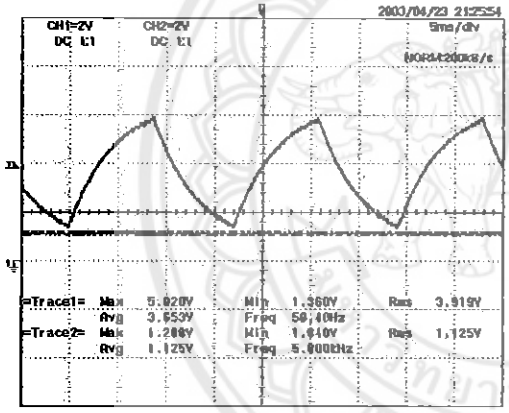
จากตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.3 จะพบว่าเมื่อรถรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น ค่า Duty cycle ที่ใช้ในการออกตัวจะเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่ความเร็วสูงสุดจะมีค่าลดลง

4.2.5 ผลการทดลองหาค่าระยะทางขับขี่ไกลสุดต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้งและน้ำหนักคนขับขี่สูงสุดที่สามารถออกตัวและเคลื่อนที่ได้

- ระยะทางขับขี่ไกลสุดต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้งได้เท่ากับ **40** km.
- น้ำหนักคนขับขี่สูงสุดที่สามารถออกตัวและเคลื่อนที่ได้เท่ากับ **70** kg.

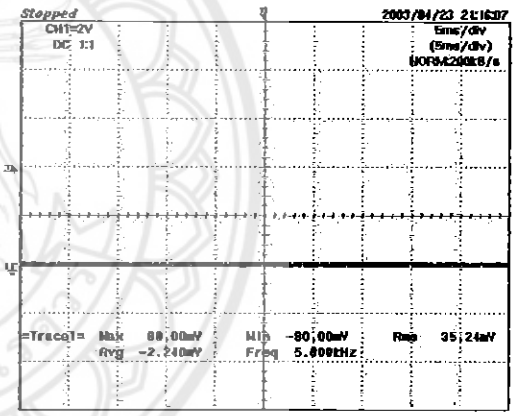
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณ Input กับ Output เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 0, 25, 50, 75 และ 100% ตามลำดับ

สัญญาณ Input

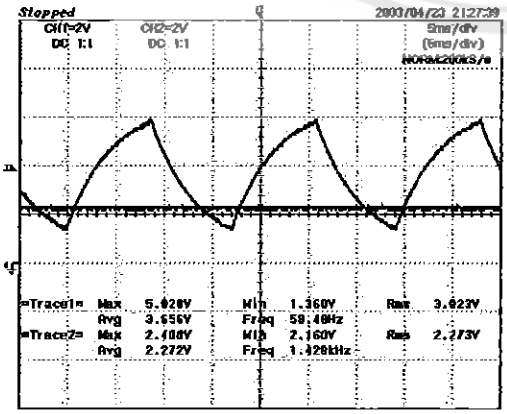


เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 0%

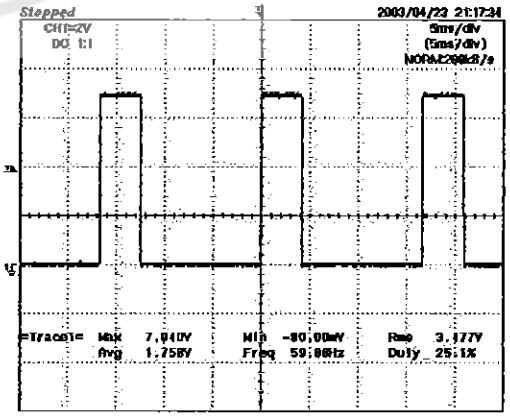
สัญญาณ Output



เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 0%

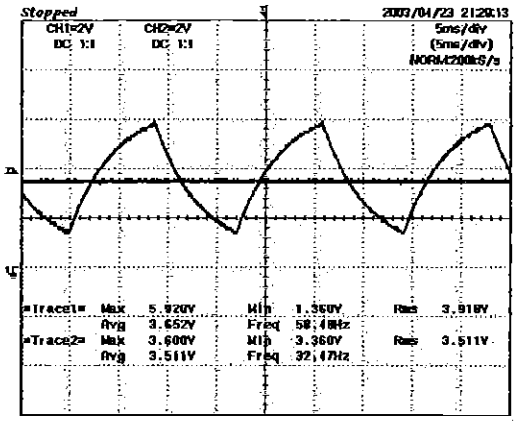


เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 25%

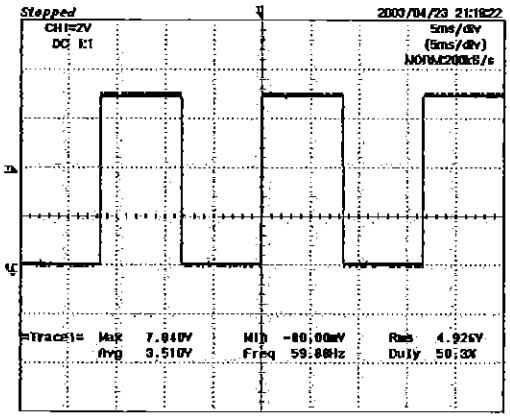


เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 25%

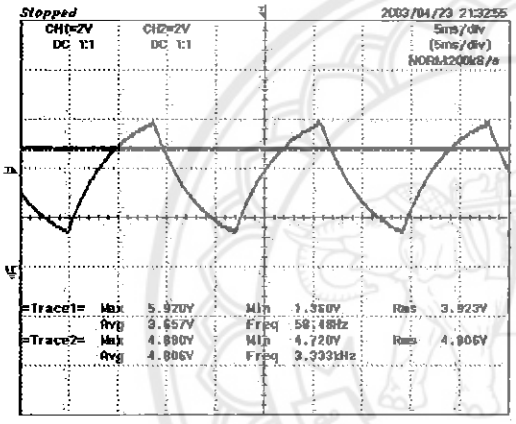
สัญญาณ Input **สัญญาณ Output**



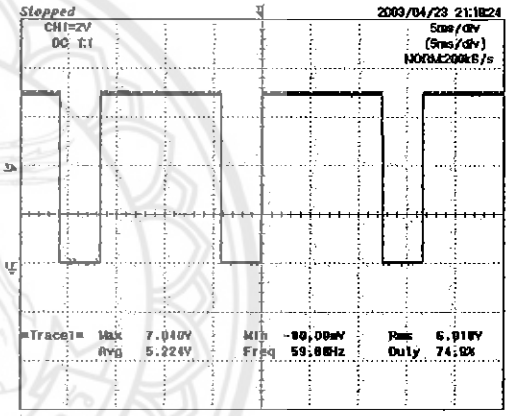
เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 50%



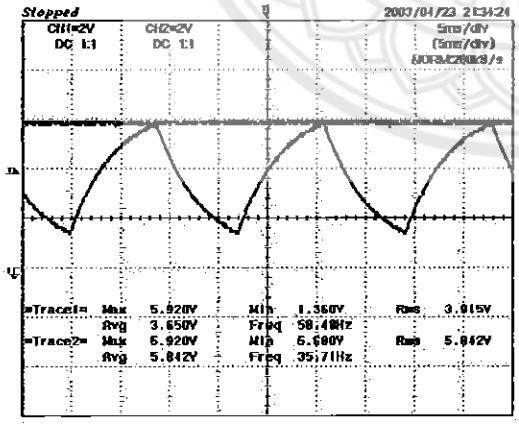
เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 50%



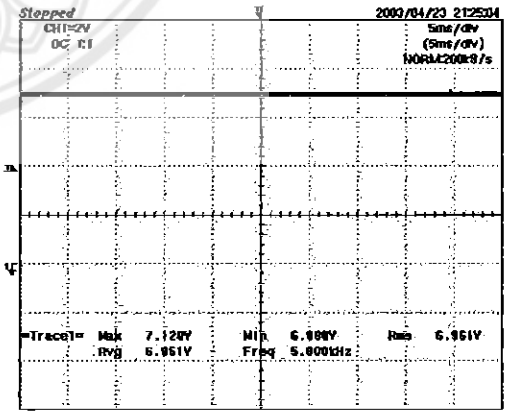
เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 75%



เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 75%



เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 100%



เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 100%

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณ Input กับ Output เมื่อค่า Duty Cycle เป็น 0, 25, 50, 75 และ 100% ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่ารถสามารถรับน้ำหนักคนขับขี่ได้ 70 กิโลกรัม วิ่งได้ด้วยความเร็วสูงสุด 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และวิ่งได้ระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตรต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้ง ซึ่งค่าต่างๆที่ได้เหล่าจะขึ้นอยู่กับน้ำหนัก, ขนาดของผู้ขับขี่และสภาพภูมิประเทศ เมื่อเพิ่มค่า Duty cycle โดยการบิดคันเร่งความเร็วของรถจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยขณะที่ไม่มีโหลด รถสามารถทำความเร็วได้สูงสุด 22.15 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับตอนที่มีโหลด เมื่อสับ R เข้าระบบตอนไม่มีโหลด รถจะมีความเร็วเริ่มต้นที่ค่าๆหนึ่ง แต่ถ้าตอนมีโหลด รถจะมีแรงเล็กน้อยแต่ไม่มีความเร็วและเมื่อบิดคันเร่งไปเรื่อยๆ ความเร็วของรถจะมีค่าเพิ่มขึ้นและเริ่มใกล้เคียงกับตอนที่ไม่ได้สับ R เข้าระบบ จนความเร็วเท่ากันในที่สุด สิ่งสำคัญคือต้องสับ R เข้าระบบตอนที่มีโหลดเสมอ ส่วนแสดงความเร็วที่หน้าปัดจะมีความคลาดเคลื่อนจากความเร็วที่ล้อรถประมาณ 50% ส่วนแสดงแรงดันแบตเตอรี่สามารถแสดงผลได้ค่อนข้างนิ่งมีความถูกต้อง และสุดท้ายสัญญาณไฟหน้า ไฟเลี้ยว ไฟเบรกและแตรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นรถต้นแบบขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์คันนี้สามารถนำไปขับขี่ใช้งานได้จริง ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพดีที่ขึ้นได้อีก

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงาน

- ในช่วงแรกสมาชิกในกลุ่มไม่มีความกระตือรือร้นที่จะช่วยกันทำงานเท่าที่ควร และขาดผู้นำกลุ่ม
- ในช่วงแรกได้ตั้งขอบข่ายของโครงงานไว้ค่อนข้างสูง พอทำจริงแล้วประสบปัญหาทำไม่ได้ ทำไม่สำเร็จและทำไม่ทัน ทำให้เสียเวลาเป็นผลให้ทำงานไม่ทันตามขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน ดังนั้นโครงงานจึงยืดเยื้อและไม่มีความก้าวหน้า
- นอกจากเสียเวลาแล้วยังเสียเงินไปกับอุปกรณ์ที่ซื้อมาแล้วต่อไม่สำเร็จอีกพอสมควร
- ในช่วงกลางสมาชิกในกลุ่มได้ถูกรีไทร์ออกไป 1 คน ทำให้สภาพจิตใจของสมาชิกที่เหลืออีก 2 คนแย่และไม่เป็นอันทำงาน ทำให้โครงงานหยุดชะงัก แต่หลังจากนั้นไม่นานอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งมีสมาชิก 2 คนก็ยุบลงเพราะไปไม่ไหว ทั้งสองกลุ่มจึงปรึกษากันแล้วตกลงกันได้ว่า จะยุบรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน 4 คน แต่อีกคนหนึ่งจากกลุ่ม 2 คนไปไม่ไหวจริงๆ จึงเหลือสมาชิก 3 คนช่วยกันทำโครงงานนี้ต่อไป
- เนื่องจากโครงงานนี้เป็นโครงงานต้นแบบจึงใช้งบประมาณค่อนข้างสูง และมีงบประมาณในการทำโครงงานค่อนข้างจำกัด แม้คณะฯจะให้งบประมาณ 3,000 บาท แต่นั่นก็น้อยเกินไปและจะได้ก็ต่อเมื่อทำโครงงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว จึงทำให้ประสบปัญหาไม่สามารถจัดซื้ออุปกรณ์มาทำงานได้ครบ

และต้องรอเก็บเงินหรือต้องรบกวนพ่อแม่มากขึ้น และกว่าจะได้อุปกรณ์ครบก็ล่วงเลยไปถึงช่วงปลายแล้ว ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอย่างมาก

- จากเหตุในข้อที่แล้ว ทำให้มาเร่งทำงานในช่วงปลายแต่ก็เสร็จไม่ทัน จึงติด P ในรายวิชานี้ แล้วต้องหยุดพักโครงงานนี้ไว้เท่าที่ได้ก่อนเพราะต้องไปฝึกงาน เสร็จแล้วจึงกลับมาทำโครงงานนี้ต่อจนสำเร็จ

- ภาควงจรที่ทำการออกแบบไว้บางส่วนไม่ประสบความสำเร็จจึงทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

- ภาควงจรควบคุมความเร็วในส่วนของมอสเฟตเกิดความเสียหายได้ง่าย ถ้าลืมสับตัวต้านทาน (R) เข้าระบบในขณะออกตัวตอนที่มีโหลด (ผู้ขับขี่) เพราะจะทำให้มอสเฟตชอร์ต ล้อรถหมุนตลอดเวลา ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่ ถ้าโยกสวิตช์เมนไปยังตำแหน่ง OFF ไม่ทัน เนื่องจากตอนออกตัวมอเตอร์จะดึงกระแสไฟฟ้ามาก มอสเฟตเบอร์ IRFZ44N ทนกระแสได้ไม่พอ จึงพยายามหาเบอร์อื่นที่สามารถทนกระแสได้มากกว่านี้มาแทน แต่หายากต้องสั่งซื้อแบบพิเศษและมีราคาสูง ดังนั้นจึงนำตัวต้านทาน (R) เข้ามาช่วยแบ่งกระแสในตอนออกตัว และตัวต้านทานนี้จะเกิดความร้อนสูงในช่วงเวลาที่สั้นและอาจเกิดความเสียได้ถ้าขับขี่รถติดต่อกันเป็นเวลานาน

- ภาควงจรแสดงความเร็วรถมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก อาจจะเกิดมาจากตัวเซ็นเซอร์และตัวโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

- ตัวคันเร่งอาจเสียหายได้ง่าย เพราะใช้ตัวต้านทานแบบวอลุ่ม ถ้าบิดเล่นและใช้ไปนานๆ

- ไม่มีความชำนาญในการใช้งานอุปกรณ์ทางด้าน Mechanic

- อุปกรณ์บางตัวหาซื้อได้ยาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

- สมาชิกในกลุ่มทุกคนควรมีความกระตือรือร้น มีความพยายาม มีความขยัน มีความรับผิดชอบ มีความเอาใจใส่ทุ่มเทให้กับการทำงานมากกว่านี้ และควรมีผู้นำกลุ่มด้วย

- ควรศึกษาหาข้อมูลโครงงานที่ทำอย่างละเอียด คิดอย่างรอบคอบ วางแผนขั้นตอนการดำเนินงานอย่างมีระบบและระเบียบและไม่ตั้งขอบข่ายให้สูงจนเกินความสามารถ

- ควรจัดสรรงบประมาณให้พอเพียง ไม่ฟุ่มเฟือยและถ้าเป็นไปได้ควรหาแหล่งเงินทุนสนับสนุน

- ทางคณะฯควรให้งบประมาณมากกว่านี้และควรให้งบประมาณตอนเริ่มต้นได้จะดีมาก

- ควรทำโครงงานให้สำเร็จก่อนไปฝึกงาน จะได้ไม่ต้องกลับมาทำต่อ เพราะเสียเวลาและเสียโอกาสในการสมัครงานและพิจารณาเข้าทำงาน

- ควรออกแบบวงจรควบคุมให้สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องใช้ตัวต้านทานเข้ามาช่วย โดยการเปลี่ยนเบอร์มอสเฟตหรือเปลี่ยนมาใช้ไอจีบีทีที่สามารถทนกระแสตอนเริ่มออกตัวขณะมีโหลดได้

- ควรออกแบบให้มีวงจรป้องกันกระแสเกิน และวงจรแยกกราวด์ เพื่อลดและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับทั้งระบบ

- ควรออกแบบให้มี Power Supply เพียงชุดเดียว เพื่อลดความซับซ้อนของระบบ ง่ายต่อการดูแลรักษา และลดน้ำหนักรถ

- ควรออกแบบวงจรแสดงความเร็วให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยการเปลี่ยนตัวเซ็นเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงหรือเขียนโปรแกรมให้ถูกต้องและไม่ซับซ้อน

5.4 แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากเป็นรถต้นแบบซึ่งใช้หลักการ Pulse Width Modulation (PWM) ในการปรับระดับความเร็วของรถโดยสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้อย่างเดียว (2 ล้อ) ซึ่งอาจนำไปพัฒนาให้สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหลังได้อีก (3 หรือ 4 ล้อ) โดยเวลาเบรกหรือชลอรถตอนเดินหน้าและถอยหลังสามารถเปลี่ยนมอเตอร์ให้เป็นเจนเนอเรเตอร์ ซึ่งจะเป็นการชาร์จแบตเตอรี่ไปในตัวซึ่งจะเรียกการเบรคแบบนี้ว่า "Dynamic Break" ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานและรถสามารถวิ่งได้ระยะทางมากขึ้นกว่าเดิม หรืออาจจะนำโครงงานนี้ไปประยุกต์และดัดแปลงใช้กับโครงงานอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

[1] TLC (Southern) Ltd. **"Power Assisted Electric Scooter."** [Online]. Available : http://www.tlc-direct.co.uk/Products/TLC200.html. 2001.

[2] Muhammad H. Rashid. **Power Electronics.** 2nd Edition. United State of America : Prentice-Hall, Inc. 1993.

[3] สุวิทย์ เจิมสวัสดิพงษ์. **Energy Conversion Theory 1.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2533.

[4] บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). "ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์." [Online]. เข้าถึงได้จาก : Http: http://www.se-ed.com. 2544.

[5] ธีรวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). 2543.

[6] รศ.ดร.เอก ไชยสวัสดิ์. การวัดและเครื่องมือวัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : รามาการพิมพ์. 2539.

[7] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอช-เอน การพิมพ์. 2538.

[8] ยืน ภู่วรวรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2540.

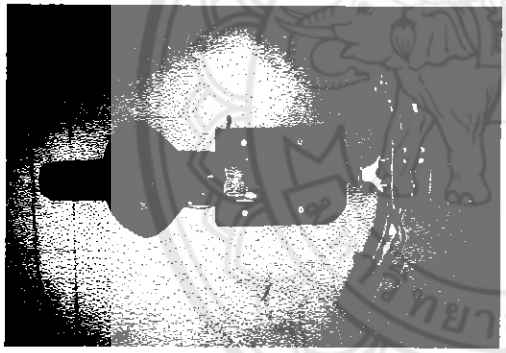
[9] เศกสิทธิ์ คำชมภู. "โครงงานชุดแสดงแรงดันแบตเตอรี่." เซมิคอนดักเตอร์. ปีที่ 19, ฉบับที่ 230, ธันวาคม 2544. หน้า 146-152.

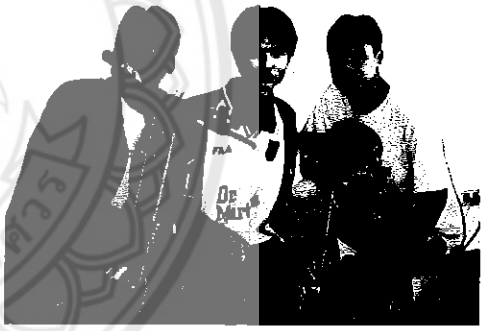
[10] วัลลภ ปุ่นบุญห้อม. สารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์เรื่องรีเลย์. Hobby Electronic. ฉบับที่ 74, ตุลาคม 2539. หน้าที่ 74-81.

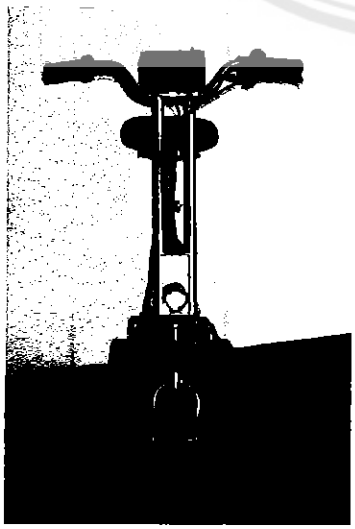
[11] จักรพงษ์ สังข์กลาง. สารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์เรื่องมอสเฟตและไอจีบีที. Hobby Electronic. ฉบับที่ 78, กุมภาพันธ์ 2540. หน้า 86-92.

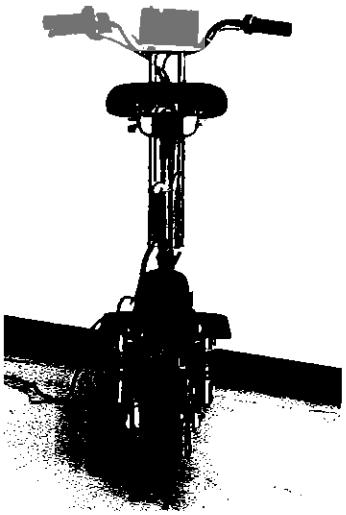
ภาคผนวก ก

รูปภาพรถต้นแบบที่ขับเคลื่อนและควบคุม ด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์



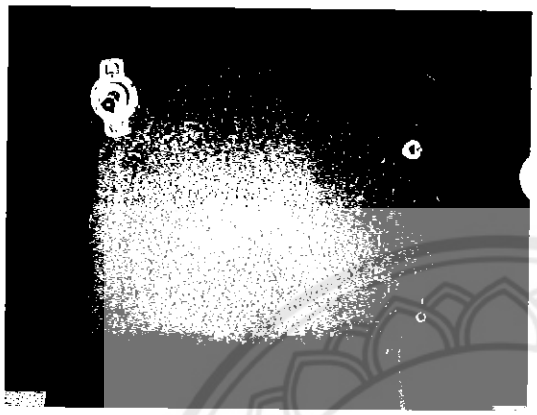


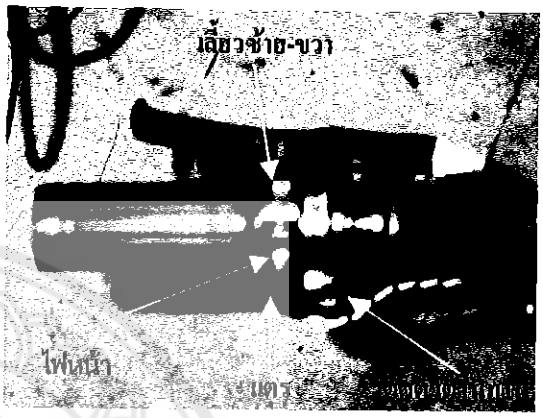




ภาคผนวก ข

วิธีการใช้งานและดูแลรักษารถต้นแบบที่ขับเคลื่อนและควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์



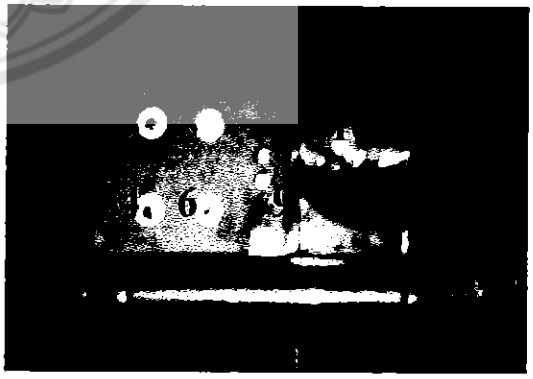


วิธีการขับขี่

1. ขึ้นนั่งบนเบาะ วางเท้าข้างหนึ่งบนแท่นในตำแหน่งขี่ตามปกติ
2. เปิดสวิตช์หมายเลข 1 ไปยังตำแหน่ง ON
3. เปิดสวิตช์หมายเลข 2 ไปยังตำแหน่ง ON
4. เริ่มบิดคันเร่งที่แฮนด์ด้านขวาอย่างช้าๆ โดยใช้เท้าอีกข้างหนึ่งช่วยประคองรถ เมื่อทรงตัวได้แล้วจึงนำเท้าขึ้นมาวางบนแท่น
5. ควรขับขี่ด้วยความระมัดระวัง
6. เมื่อต้องการจะชลอหรือหยุดรถ ควรผ่อนคันเร่งลง แล้วบีบเบรกมือ
7. เมื่อรถใกล้จะหยุดควรนำเท้าข้างหนึ่งลงมาประคอง
8. เมื่อรถหยุดแล้ว จึงปิดสวิตช์หมายเลข 2 ไปยังตำแหน่ง OFF
9. ปิดสวิตช์หมายเลข 1 ไปยังตำแหน่ง OFF
10. ลงจากรถ แล้วตั้งขาตั้ง

วิธีการใช้งานสวิตช์ที่แฮนด์ด้านซ้าย

มีสวิตช์อยู่ 4 ปุ่ม ซึ่งแต่ละปุ่มจะมีสัญลักษณ์บอกอยู่แล้ว ซึ่งจะมีสวิตช์ไฟหน้า, ไฟเลี้ยวซ้าย-ขวา, สวิตช์แตรและสวิตช์ตัดตัวด้านทานตอนเริ่มสตาร์ตออกจากระบบ (ไม่จำเป็นต้องกด)

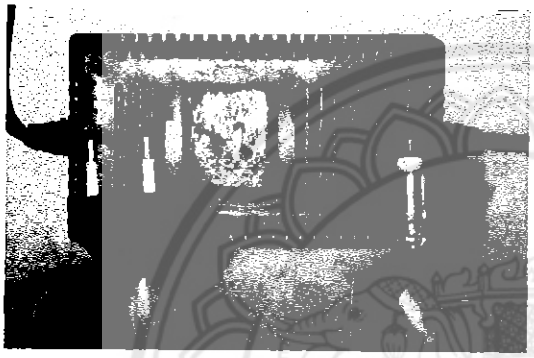


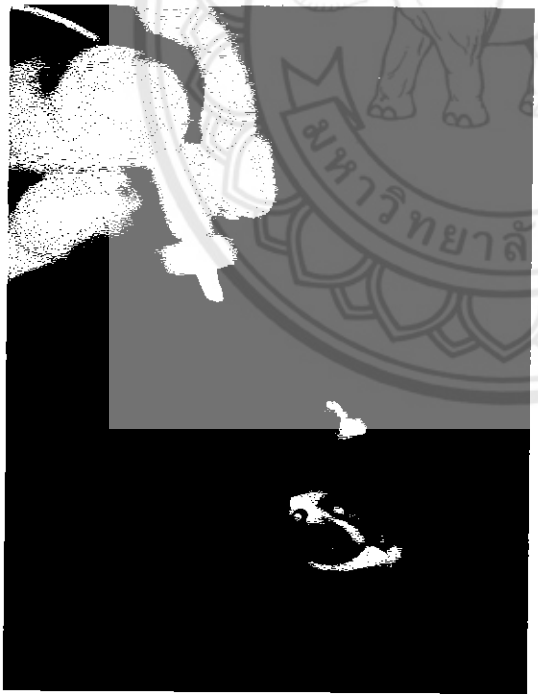
วิธีการใช้งานสวิตช์ที่หน้าปัดรถ

เปิดสวิตช์หมายเลข 3 โดยการโยกขึ้น จะแสดงความเร็วของรถที่หมายเลข 10 โดยมีสวิตช์หมายเลข 5 เป็นปุ่มรีเซ็ตการทำงาน

เปิดสวิตช์หมายเลข 4 โดยการโยกขึ้น จะแสดงแรงดันของแบตเตอรี่ที่หมายเลข 11 โดยมีสวิตช์หมายเลข 6 เป็นตัวเลือกว่าจะแสดงแรงดัน 12 หรือ 24 โวลต์

ไฟแสดงหมายเลข 7, 8 และ 9 จะแสดงสถานะการเปิดสวิตช์เมน, สวิตช์ไฟหน้าและสวิตช์ไฟเลี้ยวตามลำดับ



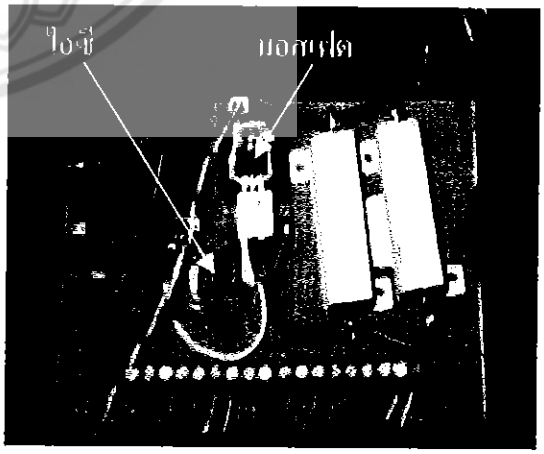


วิธีการชาร์จไฟแบตเตอรี่

1. ปิดสวิตช์ไฟเมน
2. เสียบปลั๊กหมายเลข 1 เข้ากับปลั๊กไฟบ้าน
3. เสียบปลั๊กหมายเลข 2 เข้ากับแท่นหมายเลข 3 ไฟสีเขียวที่ตัวชาร์จจะติดสว่าง
4. เมื่อชาร์จไฟเต็มแล้ว ไฟสีแดงที่ตัวชาร์จจะติดสว่าง แต่ถ้าจะให้ไฟเต็มจริงควรชาร์จอย่างน้อย 2 ชม.
5. ปลดปลั๊กหมายเลข 2 ออกจากแท่นหมายเลข 3 แล้วถอดปลั๊กไฟบ้านออก

วิธีการพับเก็บแฮนด์และเบาะนั่ง

1. หมุนตัวปรับให้หลวม ดึงแฮนด์และเบาะนั่งขึ้น
2. พับตัวแฮนด์และเบาะนั่งลง



วิธีการซ่อมแซมเมื่อรถมีปัญหา

ขั้นแรกเปลี่ยนมอสเฟตก่อน ถ้ายังใช้ไม่ได้จึงควรเปลี่ยนไอซี

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ นายตะวัน ตั้งอยู่ดี

วันเกิด 12 กันยายน 2522

ที่อยู่ 101/8 หมู่ 18 ต.ท่าผา อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี 70110

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียน สารสิทธิ์พิทยาลัย จ.ราชบุรี

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

Email : tangyoodee@se-ed.net

ชื่อ นายวัชชีระ อินทโฉม

วันเกิด 5 สิงหาคม 2523

ที่อยู่ 81 หมู่ 5 ต.น้ำรอบ อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี 61160

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียน หนองฉางวิทยา จ.อุทัยธานี

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

Email : Watcheera@hotmail.com

ชื่อ นายมโน ปานดำ

วันเกิด 20 ธันวาคม 2523

ที่อยู่ 873/3 หมู่ 3 ต.อรัญญิก อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียน พิษณุโลกพิทยาคม จ.พิษณุโลก

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

Email : mano.pan@chaiyo.com