สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อ ..... ข

Abstract..... ค

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูปภาพ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ..... 2

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย..... 3

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ..... 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

2.1 เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า..... 6

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของยานยนต์..... 9

2.3 ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนในยานยนต์ไฟฟ้า..... 16

2.4 ชุดเฟืองทด..... 21

2.5 แบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า..... 21

2.6 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์..... 25

2.7 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์และวงจรไฟฟ้า (Solar Cell and Electronic Circuit)..... 29

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 33

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 38

3.2 การดำเนินงานด้านระบบไฟฟ้า..... 40

3.3 การสร้างรถไฟฟ้า..... 42

3.4 การทดสอบสมรรถนะรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV..... 66

บทที่ 4

4.1 การดำเนินงานด้านการออกแบบโครงสร้าง..... 66

4.2 ผลการออกแบบด้านระบบไฟฟ้า..... 72

4.3 รายละเอียดการออกแบบ และโครงสร้างสมบูรณ์..... 74

4.4 ผลการทดสอบสมรรถนะการใช้งาน..... 85

บทที่ 5

5.1สรุปผล และอภิปรายผล..... 87

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 88

5.3 อิภิปรายผล..... 88

บรรณานุกรม..... 89

ภาคผนวก..... 91

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การปลดปล่อยสารมลพิษตลอดช่วงอายุจากยานยนต์ขนาดเล็ก..... 7
2.2 ตารางเปรียบเทียบยานยนต์ไฟฟ้ากับยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง..... 8
2.3 ข้อมูลจำเพาะของยานยนต์ประเภทต่างๆ..... 11
2.4 ปริมาณพลังงานที่ล้อขับเคลื่อนของยานยนต์รูปแบบต่างๆ..... 14
2.5 แสดงการทำงานของเฟสแต่ละเฟสในมอเตอร์แบบ BLDC..... 18
2.6 แรงดันขณะไม่รับภาระและระดับการประจุสำหรับแบตเตอรี่ตะกั่ว-น้ำกรด 12 โวลต์..... 24
2.7 คุณสมบัติของแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์รูปแบบต่างๆ..... 25
2.8 ค่า Factor of safety ที่เหมาะสมในการออกแบบชิ้นงานตามชนิดวัสดุ 3 ประเภท..... 33
3.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ประกอบโครงสร้างรถไฟฟ้า..... 40
4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 1 คันที่ 2 และคันที่ 3..... 85

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ระบบแรงที่กระทำต่อยานยนต์ไฟฟ้าที่กำลังเคลื่อนที่ 9
2.2 การเปลี่ยนแปลงแรงบิดและกำลังขับที่เหมาะสมสำหรับขับเคลื่อนยานยนต์ 16
2.3 ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนในยานยนต์ไฟฟ้า Tasla Roadster 17
2.4 โครงสร้างของมอเตอร์แบบ BLDC 17
2.5 การทำงานของมอเตอร์แบบ BLDC ในจังหวะการหมุนต่างๆ 18
2.6 ส่วนประกอบของชุดควบคุมไฟฟ้ากำลัง 20
2.7 การทำงานของมอเตอร์ใน 4 รูปแบบหลัก (Four-Operation) 20
2.8 ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนของยานยนต์เซลล์เชื้อเพลิงซึ่งมีอัตราทดของชุดเฟืองคงที่ 21
2.9 เปรียบเทียบความจุพลังงานของแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อนยานยนต์ 22
2.10 ตัวอย่างการแปรผันความจุของแบตเตอรี่กับอัตราการคายกระแส 23
2.11 ขั้นตอนในการประจุไฟแก่แบตเตอรี่ตะกั่ว-น้ำกรด 24
2.12 ชนิดของแผง Solar cell 27
2.13 เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า 28
2.14 ตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 30
2.15 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์คานโดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 31
2.16 การทดสอบโครงสร้างรถบัสด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 32
2.17 รถสามล้อขับเคลื่อนล้อหลังด้วยไฟฟ้าแบบสองล้อหน้าและหนึ่งล้อหลัง 33
2.18 รถโกคาร์ทไฟฟ้า รุ่นที่2 34
2.19 สามล้อไฟฟ้าต้นแบบ 36
3.1 วัสดุที่นำมาใช้ผลิตเป็นโครงสร้างรถไฟฟ้า 38
3.2 หลักการทำงานอย่างง่ายของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าในโครงการ 39
3.3 หลักการทำงานอย่างง่ายของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า 41
3.4 การออกแบบรถไฟฟ้าRMU– Shuttle EV 43
3.5 รายละเอียดโครงสร้าง 44
3.6 ขนาดและโครงสร้างของรถไฟฟ้า RMU– Shuttle EV คันที่ 1 50

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.7 การประกอบโครงสร้างรถไฟฟ้า RMU– Shuttle EV คันที่ 1..... 50
3.8 การทดสอบสมรรถนะรถไฟฟ้า RMU– Shuttle EV คันที่ 1..... 51
3.9 การประกอบรถไฟฟ้าให้สมบูรณ์ RMU– Shuttle EV คันที่ 1..... 51
3.10 การตกแต่งรถไฟฟ้า RMU– Shuttle EV คันที่ 1..... 52
3.11 โครงสร้างรถไฟฟ้า RMU – Shuttle EV คันที่ 2..... 53
3.12 รายละเอียดโครงสร้างรถไฟฟ้า คันที่ 2..... 55
3.13 โครงสร้างรถไฟฟ้า คันที่ 2..... 57
3.14 ประกอบโครงสร้างภายนอกรถไฟฟ้า คันที่ 2..... 58
3.15 รถไฟฟ้าประกอบเสร็จสมบูรณ์ คันที่ 2..... 59
3.16 รายละเอียดการออกแบบรถไฟฟ้า..... 60
3.17 รายละเอียดโครงสร้างของรถไฟฟ้า คันที่ 3..... 62
3.18 การประกอบรถไฟฟ้าคันที่ 3..... 63
4.1 น้ำหนักโครงสร้างของรถไฟฟ้า..... 66
4.2 ค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) เท่ากับ 3.116..... 67
4.3 โครงสร้างส่วนแยกที่ใช้สำหรับบรรจุผู้โดยสาร..... 67
4.4 น้ำหนักโครงสร้างรถไฟฟ้าคันที่ 2..... 68
4.5 ค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) เท่ากับ 3.263..... 69
4.6 โครงสร้างส่วนที่แยกที่ใช้สำหรับบรรทุกขนส่งผู้โดยสาร..... 69
4.7 น้ำหนักโครงสร้างรถไฟฟ้าคันที่ 3..... 70
4.8 ค่าความปลอดภัย Factor of Safety (F.O.S) มีค่าเท่ากับ 4.684..... 71
4.9 โครงสร้างส่วนแยกที่ใช้บรรทุกขนส่งผู้โดยสาร..... 71
4.10 ชุดควบคุมและชุดมอเตอร์..... 72
4.11 การเลือกใช้แบตเตอรี่ และการประกอบการติดตั้ง..... 73
4.12 การออกแบบวางชุดขับเคลื่อนตำแหน่งใช้แบตเตอรี่และติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้า..... 74
4.13 ส่วนประกอบของรถไฟฟ้าคันที่ 1..... 74

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.14 ลักษณะโครงสร้างหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 1..... 75
4.15 แบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 1..... 75
4.16 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 1..... 75
4.17 ส่วนประกอบของรถไฟฟ้า คันที่ 2..... 76
4.18 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 2..... 77
4.19 แบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 2..... 77
4.20 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 2..... 77
4.21 ส่วนประกอบของรถไฟฟ้า คันที่ 3..... 78
4.22 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 3 79
4.23 แบบร่างส่วนประกอบหลักของรถไฟฟ้า คันที่ 3..... 79
4.24 แบบร่างของรถไฟฟ้า คันที่ 3..... 79
4.25 รายละเอียดโครงสร้างและส่วนประกอบของรถไฟฟ้าในโครงการ (ระบบขับเคลื่อน)..... 80
4.26 รายละเอียดโครงสร้างและส่วนประกอบของรถไฟฟ้าในโครงการ (โครงสร้าง)..... 80
4.27 วงจรของรถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 10kW 81
4.28 แสดง รูปคลื่นแรงดัน กระแส และ มุมระหว่างสองรูปคลื่น..... 82
4.29 แสดงขนาดเวกเตอร์ (Vectors) ของ P, S และ Q เมื่อ ทำการปรับมุม
ระหว่างกระแสและแรงดัน..... 83
4.30 แสดงวงจรช่วย เพื่อเพิ่มความสะดวกและปลอดภัยขณะขับขี่..... 84