กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า รายวิชาโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยโดยมีรายนามดังนี้ นายอดุล ขันแก้ว และ นายเมืองมนต์ เนตรหาญ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยียานยนต์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการดำเนินโครงการให้ประสบความสำเร็จตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณอาจารย์อดุล ขันแก้ว ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินโครงการและให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเอกสารงานวิจัย รวมถึงขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยียานยนต์ทุกท่านที่ให้ข้อมูลต่างๆ ที่เอื้อต่อการทำงานตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อนึ่ง ผู้จัดทำโครงการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในเรื่องเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า จึงขอมอบส่วนดีในทั้งหมดนี้ ให้แก่คณาจารย์ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้รายวิชาโครงการเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ใช้งาน และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่บิดา มารดาและผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้สนับสนุนในครั้งนี้ สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานต่อไป

ผู้จัดทำโครงการ
นายพิทยุตม์ ปัททุม
นายณัฐวุฒิ ทารส

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ โครงการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

โดย 1. นายพิทยุตม์ ปัททุม

2. นายณัฐวุฒิ ทารส

ชื่อปริญญา เทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.)

สาขาวิชา เทคโนโลยียานยนต์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อดุล ขันแก้ว

ศัพท์สำคัญ Armature Brushless Motors Gasohol Biodiesel

ในการดำเนินโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบโครงสร้างและผลิตรถยนต์ไฟฟ้า ที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 77.7/88.8 โวลท์(VDC) ความจุกระแสไฟฟ้า 100 แอมป์-ชั่วโมง(AH) และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 4.5/9 กิโลวัตต์(KW) ความเร็วรอบสูงสุด 3000 rpm โดยเป็นมอเตอร์แบบไม่มีแปลงถ่าน มาวางแทนเครื่องยนต์ ซึ่งรถยนต์บรรทุกขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า มีน้ำหนักรวม 790 กิโลกรัม

การดำเนินการรายวิชาโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ รถยนต์ไฟฟ้าโดยเป็นรถที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตลิเธียมฟอสเฟต ต่อแบบผสม เป็น 77.7/88.8 VDC ความจุกระแสไฟฟ้า 100 แอมป์-ชั่วโมง(AH) โดยเป็นรถยนต์ที่ใช้มอเตอร์แทนเครื่องยนต์ และมีระบบเกียร์ที่สามรถเปลี่ยนเกียร์ ซึ่งมีระบบคลัทช์ทำหน้าที่ตัดต่อกำลังระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้ากับเกียร์ การใช้งานแบตเตอรี่ 100% สามารถใช้งานได้เป็นระยะทางประมาณ 40-45 กิโลเมตร โดยใช้ความเร็วเฉลี่ย ประมาณ 40-50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และสามารถทำความเร็วสูงสุดได้ประมาณ 65-70 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ของรถยนต์ไฟฟ้าจะมีขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 88.8 โวลท์(VDC) ความจุกระแสไฟฟ้า 10 แอมป์-ชั่วโมง(AH)

จากการประเมินโดยใช้แบบสอบถามพบว่า ข้อที่ 1 ความสวยงามของการติดตั้งมอเตอร์ มีผลคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ได้ 4.80 คะแนน รองลงมาคือ ความสะดวกในการถอดประกอบชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าโดยมีผลคะแนนที่ได้เท่ากับ 4.70 คะแนน จากการประเมินจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการออกแบบและสร้างการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ รถยนต์บรรทุกขนาดเล็กในครั้งนี้ โดยทั่วไปมีคะแนนรวมเฉลี่ย 4.49 คะแนน สรุปว่ามีผลคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการออกแบบและสร้างการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ รถยนต์บรรทุกขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์ดี

Abstract

Title: Project to develop small trucks into electric vehicles

By 1. Mr. PITTAYUT PATTHUM
2. Mr. NATTHAWUT THAROS
Bachelor of Technology (D.C.) Department of
Automotive Technology
Advisor, Adool Khankaew

In the implementation of the professional skills development program, it aims to study the process of designing structure and manufacturing electric vehicles powered by batteries with an electric voltage of 77.7/88.8 volts (VDC). 100 amp-hour (AH) power capacity and 4.5/9kw (KW) electric motor The top speed is 3000 rpm, with an unconverted motor instead of an engine, which is a small electric-powered truck weighing a total of 790 kilograms.

Implementation of professional skills development programs Electric vehicles are electric vehicles powered by lithium phosphate batteries. The 77.7/88.8 VDC has an electric capacity of 100 amp-hours (AH), which is a motorized car instead of an engine, and has a third transmission system, which has a clutch system that trims the power between the electric motor and the transmission. 100% battery life can be used for a distance of 40-45 kilometers, with an average speed of about 40-50 km/h and a maximum speed of about 65-70 km/h. Current capacity 10 amp-hours (AH)

According to the survey, 1, the aesthetics of motor installation The highest average score of 4.80 points was second only to the ease of disassembly of the electric motor mounting unit, with a score of 4.70 points, according to an assessment from the satisfaction questionnaire on the design and installation of electric motors instead of engines. This small truck. In general, a total score of 4.49 points concluded that there was a satisfaction score on the design and installation of electric motors instead of engines. Small trucks are in good shape.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อ	**ข**
Abstract	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญ (ต่อ)	**จ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญญา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 วิธีการดาเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 คำนิยาม ศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในยานยนต์	2
2.2 โครงสร้างการทำงานของ Battery Lithium Lon (Li-ion)	6
2.3 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	9
2.4 คุณสมบัติของเหล็ก	11
2.5 งานเชื่อม	15
2.6 งานกลึงเหล็ก	17
2.7 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ	**21**
3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	21
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	21
3.3 ประมาณที่ใช้ในการดำเนินโครงการ	22
3.4 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน	23
3.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	24
3.6 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	33
3.7 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	34
3.8 การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลและหาสถิติที่ใช้ในการศึกษา	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ **39**
4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษา 39
4.2 การเก็บข้อมูล 39
4.3 แบบสอบความพึงพอใจในการทดลอง 40
4.4 ตัวอย่างแบบสอบถาม 41
4.5 สรุปผลคะแนนแบบสอบความพึงพอใจต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า 42
4.6 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า 43
4.7 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจ 43
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ **44**
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ 44
5.2 ข้อเสนอแนะ 44
บรรณานุกรม **45**
ประวัติผู้จัดทำ **46**
ภาคผนวก **49**
ภาคผนวก ก ภาพปฏิบัติงาน 50
ภาคผนวก ข การทดลองใช้และนำเสนอชิ้นงาน 54
ภาคผนวก ค งานเอกสารแบบสอบถามความพึงพอใจ 62

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญญา

ยานยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า EV (Electric Vehicle) กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นยานยนต์ที่ประหยัดพลังงานและรักษาสภาพแวดล้อม เพราะไม่เกิดมลพิษจากการเผาไหม้เหมือนยานยนต์ที่ใช่เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน ดังนั้นจึงมีแนวโน้มว่ายานยนต์ไฟฟ้าอาจจะมาแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ในอนาคต

ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล จำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานและวิธีการตรวจสอบวิเคราะห์แก้ปัญหาข้อขัดข้องของยานยนต์ไฟฟ้า และต้องมียานยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้เป็นสื่อการเรียนการสอน

ดังนั้นคณะผู้ศึกษาจึงจัดทำโครงการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นการเรียนการสอนของสาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชินีมุกดาหาร สถาบันการอาชีพศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบรถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

1.2.3 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของรถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 เป็นรถบรรทุกขนาดเล็กที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์

1.3.2 รถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลัง

1.3.3 มีระบบประจุไฟฟ้าเป็น AC 220 โวลต์

1.4 วิธีการดาเนินงาน

1.4.1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องโครงการ

1.4.2 ออกแบบโครงสร้างของแทนวางมอเตอร์

1.4.3 ปรับปรุงตัวถังและสี

1.4.4 พัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้า

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เข้าใจวิธีการการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

1.5.2 รถบรรทุกขนาดเล็กพลังไฟฟ้าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพจำนวน 1 คัน

1.5.3 รถบรรทุกขนาดเล็กพลังไฟฟ้ามีประสิทธิภาพการใช้งานในระดับดี

1.6 คำนิยาม ศัพท์เฉพาะ

1.6.1 อาร์มาเจอร์ (Armature) คือ ขดลวดหนึ่งหรือหลายขดซึ่งหมุนอยู่ในไดนาโม หรือมอเตอร์ไฟฟ้า มักหมายรวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือโวลเตจเหนี่ยวนำ เกิดขึ้นจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก เช่นในหัวเข็มของเครื่องเล่นแผ่นเสียง ส่วนที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าในลำโพงเครื่องขยายเสียง รีเลย์ เป็นต้น เมื่อนำส่วนประกอบทั้งหมดมาประกอบ และจะสามารถสร้างมอเตอร์ไฟฟ้าได้

1.6.2 มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล เพื่อเป็นเครื่องต้นกำลังเพื่อนำไปใช้กับเครื่องจักรแบบต่างๆ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

1.6.3 แบตเตอรี่ลิเธียมฟอสเฟต หรือ Lithium Ferro Phosphate โดยรูจักกันในชื่อ LFP หรือ LiFePO4 ที่ได้เปิดตัวครั้งแรกในปี 1996 ซึ่งเข้ามาแทนที่แบตเตอรี่แบบเดิมที่มีจุดเด่นตรงความปลอดภัยสูง และเนื่องจากว่าแบตเตอรี่ ลิเทียมฟอสเฟตนั้นมีความหนาแน่นของกำลังสูงทำให้สามารถใช้ในงานต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ตั้งแต่ หุ่นยนต์ รถไฟฟ้า และ อื่น ๆ อีกมากมาย และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานทำให้ถูกนำมาใช้ในงานสำหรับเก็บสะสมพลังงานในระบบไฟฟ้าที่ได้จากโซลาร์เซลล์

บทที่ 2

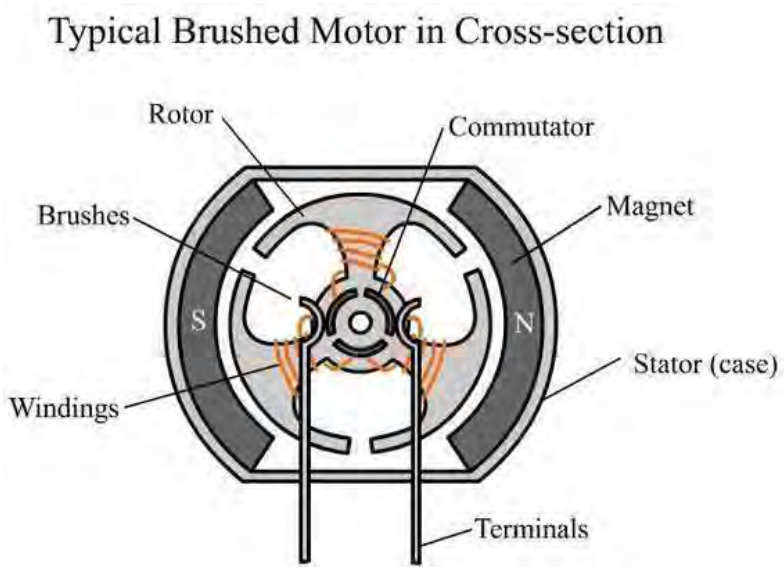
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในยานยนต์

ในส่วนของเทคโนโลยีมอเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานขับเคลื่อนทางกลโดยใช้กลไกของแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถสร้างออกมาได้หลากหลายรูปแบบตามชนิดของกระไฟฟ้าที่จ่ายและโครงสร้างการส่งกำลัง โดยสามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

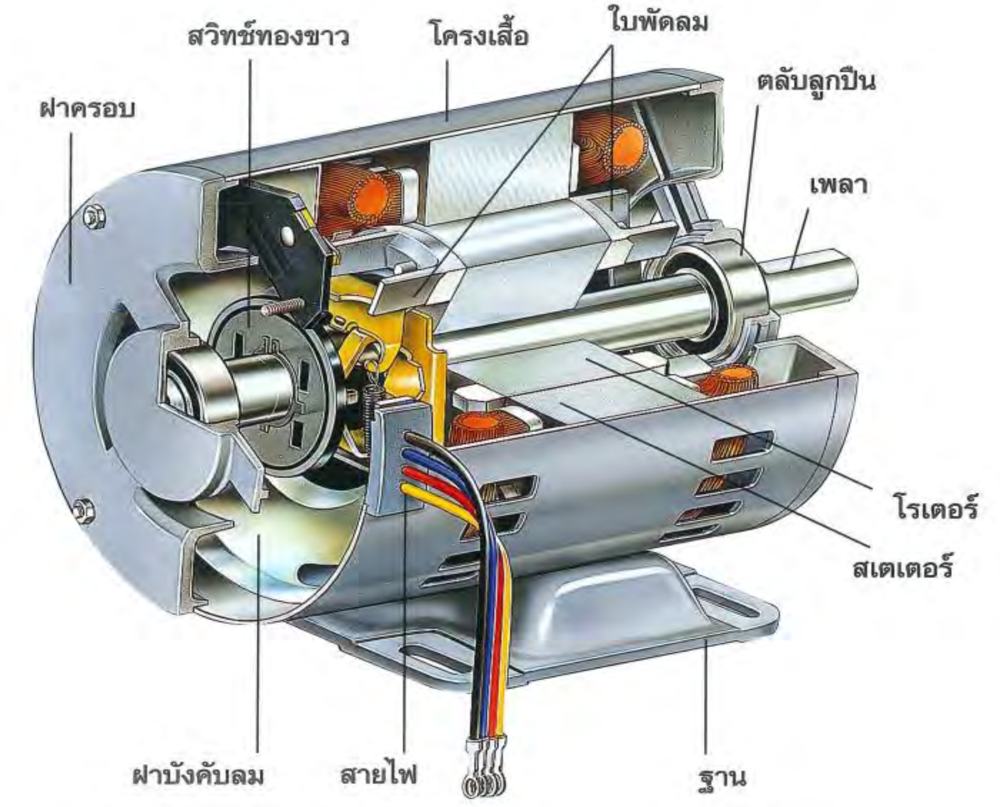
2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct-current motors)

2.1.1.1 มอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน (Brush DC motors) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบมีแปรงถ่านนั้นประกอบด้วยแกนหมุน (rotor) โดยมีขดลวดเหนี่ยวนำ (armature) หลายชุดอยู่รอบ ๆ เพื่อรับกระแสไฟฟ้าจากคอมมิวเทเตอร์ (commutator) เพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็กผลักหรือดูดกับแม่เหล็กถาวรบนสเตเตอร์ (stator) ทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนขึ้น โดยคอมมิวเทเตอร์นั้นมีหน้าสัมผัสกับแปรงถ่านเพื่อรับกระแสไฟจากสายส่งไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอก



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบมีแปรงถ่าน

2.1.1.2 มอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless DC motors) มอเตอร์ชนิดนี้จะวางโครงสร้างสลับกับมอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน โดยมีแกนหมุน (rotor) เป็นแม่เหล็กถาวร แต่ขดลวดเหนี่ยวนาอยู่ที่สเตเตอร์ โดยขดลวดเหนี่ยวนามีไม่ต่ำกว่าสามชุด มอเตอร์ชนิดนี้สามารถทำงานได้โดยการจ่ายไฟเข้าขดลวดแต่ละชุดเป็นเฟสสลับกันไปเรื่อย ๆ เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กดึงและผลักแกนหมุนให้หมุนอย่างต่อเนื่อง โดยมีการตรวจจับตำแหน่งเพื่อเริ่มทำงานโดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็ก(hall sensor) มอเตอร์ซนิดนี้สามารถปรับแรงบิดได้โดยปรับการจ่ายกระแสไฟ และปรับความเร็วรอบได้โดยการปรับความถี่ในการสลับกระแสไฟของขดลวด ซึ่งสามารถเรียกการทำงานของมอเตอร์ที่มีความเร็วในการหมุน ที่ตรงกับความเร็วของการหมุนของสนามแม่เหล็กว่าเป็นการทำงานแบบSynchronous นั่นเอง แต่มอเตอร์ชนิดนี้ก็มีข้อเสียคือต้องการวงจรขับดันมอเตอร์ที่ซับซ้อน ต่างกับมอเตอร์แบบมีแปรงถ่านที่เพียงจ่ายไฟที่สายไฟทั้งสองด้านก็ทำงานได้



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างภายในของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน

2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating-currentmotors)

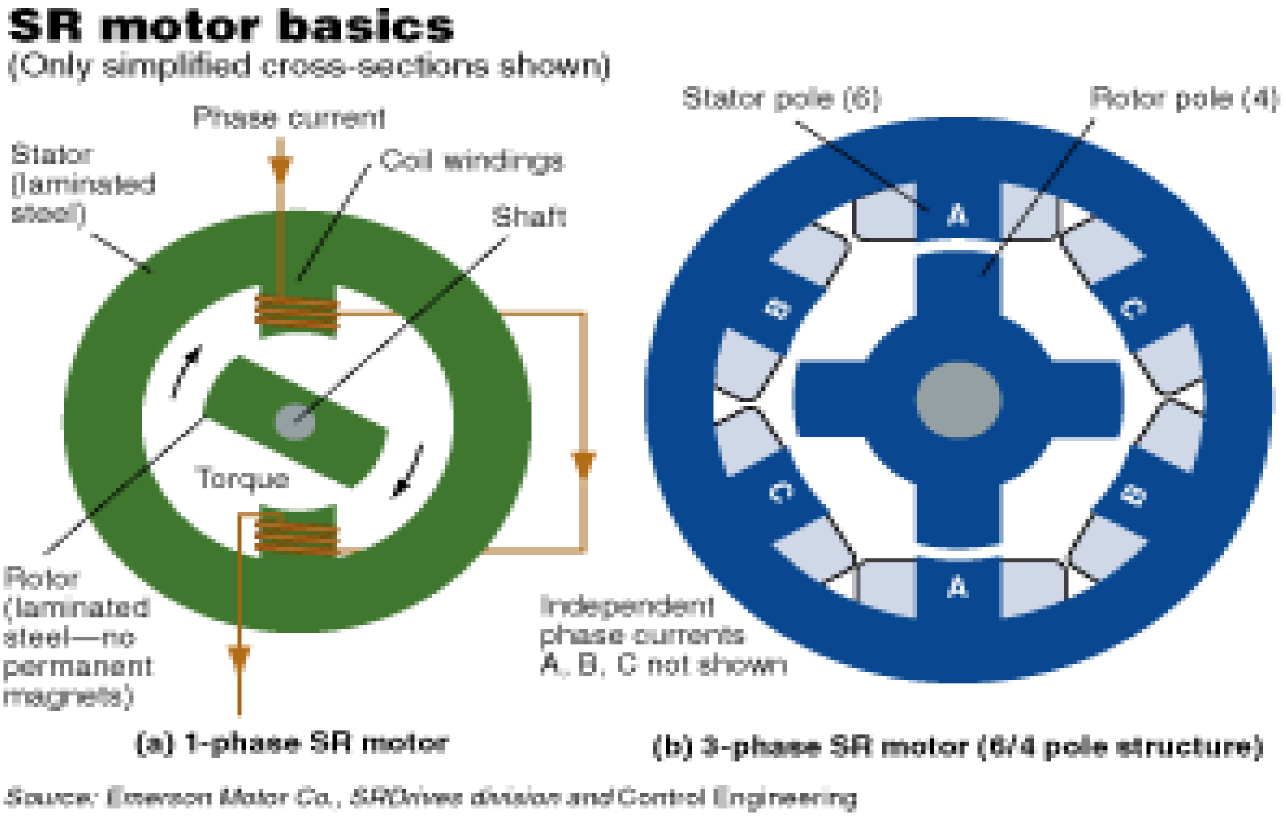
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับนั้นมีโครงสร้างคล้ายกับมอเตอร์กระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่านคือมีขดลวดเหนี่ยวนำอยู่บริเวณสเตเตอร์เพื่อรับพลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับแล้วแปลงเป็นพลังงานแม่เหล็ก ส่วนโรเตอร์นั้นสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ

2.2.2.1 มอเตอร์แบบ Asynchronous (Asynchronous alternating-current motors) เนื่องจากการใช้สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำแทนคอมมิวเตเตอร์ส่วนใหญ่แล้วจะใช้โรเตอร์แบบกรงกระบอก ส่วนความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะช้ากว่าความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในการควบคุมมักจะใช้ในงานที่ความเร็วคงที่

2.2.2.2 มอเตอร์แบบ Synchronous (Synchronous alternating-currentmotors) ใช้โรเตฮร์แบบขดลวดพันรอบโรเตฮร์ความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะตรงกับความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับและจำนวนขดลวดที่สเตเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม

2.2.3 มอเตอร์ที่มีโครงสร้างแบบอื่น ๆ (ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ)

2.2.3.1 มอเตอร์แบบ Switched reluctance (Switched reluctancemotors) มอเตอร์แบบนี้มีลักษณะโครงสร้างเหมือนกับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน แต่วัสดุที่ใช้ทำแกนหมุนนั้นเป็นเหล็กอ่อน โดยอาศัยหลักการของวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กที่จะเคลื่อนตัวเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่มีความต้านทานต่อสนามแม่เหล็กน้อยที่สุด ซึ่งการเคลื่อนที่ของมอเตอร์จะเกิดขึ้นได้จากการจ่ายไฟเข้าขดลวดแต่ละขดคล้ายกับมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน การควบคุมมอเตอร์ชนิดนี้ต้องการด้วยตรวจจับตำแหน่งแกนหมุนเช่นกัน แต่ในปัจจุบันสามารถพัฒนาระบบให้ไม่ต้องใช้ตัวตรวจจับเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มความทนทานยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายในของมอเตอร์แบบ Switched reluctance

2.2 โครงสร้างการทำงานของ Battery Lithium Lon (Li-ion)

ลิเทียมไอออน(lithium ion) เป็น แบตเตอรี่ ชนิดประจุไฟใหม่ได้ โดยหลักการทำงาน จะปล่อย (lithium ion จากขั้วลบ (anode) ไปยัง ขั้วบวก (cathode) เมื่อคลายประจุ(discharge) และกลับกันเมื่อประจุ (charge)lithium ion จะเคลื่อนที่จากขั้วบวก ไปยังขั้วลบ

ส่วนประกอบพื้นฐานหลัก 3 ส่วน คล้ายกับแบตเตอรี่ทั่วไป คือ วัสดุที่ทำ ขั้วบวกขั้วลบ และสารสื่อกลางนำไฟฟ้า (cathode, anode & electrolyte)

วัสดุที่นิยมใช้ในการทำขั้วลบคือ แท่งถาน graphite (หรืออาจเป็นสารอื่นๆอีกเช่น silicon, germanium)

วัสดุที่ทำชั้วบวกจะเป็น แผ่นชั้นเคลือบ (layer) ของสารประกอบ lithium ที่นิยมใช้จะมีอยู่ 3 แบบ ได้แก่

1) ออกไซด์ เช่น ลิเทียมโคบอล ออกไซต์ lithium cobalt oxide

2) polyanion เช่น lithium Iron phosphate

3) spinel เช่น lithium manganese oxide eletrolyte : เป็นของเหลวที่อยู่ในรูปเกลือ lithium & ตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เพื่อเป็นตัวกลางในการเคลื่อนที่ของ lithium ion (1+) ไปมาระหว่างขั้วบวก และขั้วลบ การเลือกใช้วัสดุที่ทำขั้วลบ และขั้วบวก จะมีผลต่อการให้ความต่างศักย์ทางไฟฟ้า & ประสิทธิภาพของ cell battery และมีผลต่อต้นทุน และราคาที่แตกต่างกัน

2.2.1 ข้อดีของแบต lithium

1) น้ำหนักเบาต่อการให้พลังงานในหน่วยที่เท่ากันเมื่อเทียบกับแบตชนิดอื่นๆ

2) ไม่มี memory effect

3) มีการคลายประจุตามธรรมชาติเมื่อไม่ได้ใช้ (self discharging) ในอัตราที่กว่า เมื่อเทียบกับแบตชนิดอื่นๆเช่น Ni-Cd, NI-MH (0.19 เทียบกับ 109 และ 309ตามลำดับ)

2.2.2 ข้อด้อยของแบต lithium

1) อายุการใช้ค่อนข้างสั้น มักจะนับเป็นรอบของการ Charge (cycle life) โดยธรรมดาจะอยู่ที่ประมาณ 300 500 รอบ

2) ความต้านทานภายใน cel (internal resistance): จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามรอบการ charge & ตามอายุของ batt เองทำให้ประสิทธิภาพในการจ่ายไฟลดต่ำลงเรื่อยๆ

3) ต้องมีอุปกรณ์เรื่องความปลอดภัย (safety requirement) โครงสร้างการออกแบบ ทำให้แบต lthium ไม่ทนทานเท่า Ni Cd หรือ Ni-MH ที่สำคัญที่ต้องระวัง คือ ความเสี่ยงต่อการระเบิด มัก เกิดจาก 2 กรณี คือ หาก Charge ด้วย voltageที่สูงเกินไป และเมื่อเกิดความร้อนสะสมสูงเกินไป ทำให้แบต lithium ต้องมีระบบป้องกัน ได้แก่วงจรควบคุมการตัดไฟการ charge ทั้งแบบที่ป้องกันการ Charge

เกิน (ที่เกินกว่า 4.2 V) และเพื่อป้องกัน cell แบตหากมีการคลายประจุต่ำเกินกว่าขีดจำกัด (ต่ำกว่า 3 V) ซึ่งหากถึงจุดนี้ เครื่อง
charge ธรรมดาจะ charge ไม่เข้า

shut down separator (เพื่อป้องกันความร้อนที่สูงเกินไป)

tear away tab (เพื่อป้องกันความดันภายในไม่ให้สูงเกินไป)

vent (ช่องฉุกเฉินเพื่อระบายแรงดัน)

thermal interup (ตัดการซาร์จทันทีหากอุณหภูมิสูง ที่เกิดจาก การชาร์จด้วยกระแสเกิน, overcurent/overcharging)

2.2.3 การชาร์จแบต lithium

1) เซลล์ batt ส่วนใหญ่จะถูก charge ที่ความต่างศักย์ 4 2 V +/ 0.05 (วงจรควบคุมการชาร์จ จะตัดที่ 4.3 V หรือหากอุณหภูมิขึ้นถึง 90 ºC) กระบวนการซาร์จ จะแบ่งเป็น3 ระยะ

2) การชาร์จด้วยกระแสเต็มที่ (current limit) จนเซลล์แบตได้ความต่างศักย์ที่กำหนดไว้ (เกือบเต็ม) ระยะนี้เหมือนเป็นการชาร์จในอัตราเร่ง

3) การซาร์จต่อให้ cell batt แต่ละเซลล์ ถึงระดับความต่างศักย์สูงสุด (maximum voltage limit) คล้ายๆกับการค่อยๆเติมประจุ ในระยะนี้กระแสของเครื่องซาร์จที่เข้า cell จะลดลง (ตามรูปเส้นประ และจะตัดการซาร์จเมื่อกระแสต่ำกว่า 39 ของอัตรากระแสเฉลี่ย

- การซาร์จแบบเติมเต็มเป็นครั้งๆ (occasional topping charge) เป็นการเติมประจุเป็นครั้งคราว ประมาณ 1 ครั้งทุก 500 ชม. 1

2.2.4 ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการชาร์จ

- โดยทั่วไปการชาร์จแบต lithium จะเต็มภายใน 3 ชม

- ไม่ควรปล่อยให้เกิดภาวะ deep discharge (การใช้จนแบตหมดเกลี้ เพราะจะทำให้ batt เกิดความเครียด (battery strain)

แบต lithium ไม่มี memory effect เหมือน Ni-Cd หรือ NI-MH การชาร์จเติมประจุเรื่อยๆ (partially charge) จะส่งผลดีกว่าซึ่งผู้ใช้ส่วนใหญ่อาจยังเข้าใจผิด

- แบต lithium ไม่จำเป็นต้องมีการกระตุ้นเซลล์ ในการใช้ครั้งแรก (initial activation) เหมือน Ni-Cd หรือ Ni-MH ที่แนะนำให้ชาร์จครั้งแรกที่ 17-18 ชม. เพราะการทำงานของ batt lithium ไม่ถูกออกแบบมาให้รับการประจุแบบ trickle charge

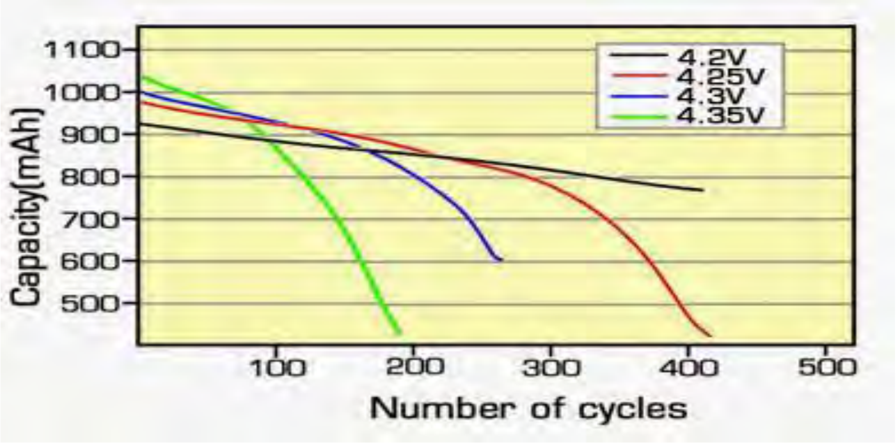
- การซาร์จที่กระแสสูง ไม่ได้ทำให้ระยะเวลาการชาร์จโดยรวมลดลงมากนักเพราะจะเป็นการเร่งระยะของ การซาร์จระยะที่ 1 ให้ถึง voltage limit เร็วขึ้น แต่

- ก็ต้องรอเวลาสำหรับ topping charge ในปลายระยะ 1 และ ระยะ 2

- การซาร์จด้วยความต่างศักย์ต่ำกว่าจะช่วยยืดอายุแบต ตามรูป ยิ่งซาร์จด้วย voltage สูง ถึงแม้ว่าจะได้ความจุเพิ่มขึ้น แต่ต้องแลกมากับอายุการใช้ (ycle lfe) ที่ลดลง ดังแสดง

-ในทางปฏิบัติ จึงเห็นว่า battery ที่ใช้ในกิจการทางทหาร (military grade) จะกำหนดการ charge ที่ voltage ต่ำกว่า เช่น ที่ 3.92V เพื่อยืดอายุการใช้งาน

- การเพิ่มกระแสของการชาร์จ และการดึงกระแสออกมาใช้ (dischargecurrent) หากเพิ่มขึ้น จะทำให้แบตเสื่อมเร็วขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.4 จากในรูป การซาร์จ & scharge ที่ 1C จะทำให้แบตทนกว่า 20 & 3C ตามลำดับ C = current = ปริมที่แบตปล่อยประจุออกมาจนหมดเกลี้ยง เมื่อมี load ภายใน 1 ชั่วโมง เช่นหากต่อ load ที่กินกระแส 800 mA แล้ว batt ที่ charge เต็ม หมดภายใน 1 ชม พอดี ---> C ก็เท่ากับ 800 mA ,2C = 1600 mA & 3C= 2400 mA



รูปที่ 2.4 แสดงความจุแบตเตอรี่ลิเธียมต่อจำนวนครั้งการชาร์จ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือดีซีมอเตอร์ (DC Motor) เป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังกล โครงสร้างภายใน DC motor ประกอบด้วยส่วนหลักๆ สองส่วน ได้แก่ แม่เหล็กถาวรและแกนขดลวด นอกจากนี้ยังมีแปรงถ่าน (Brush) ซึ่งเป็นส่วนเชื่อมต่อเพื่อรับพลังงานไฟฟ้าภายนอกไปยังขดลวดของมอเตอร์ เมื่อขดลวดได้รับไฟฟ้ากระแสตรง จะมีถูกเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆรอบขดลวด

2.3.1 แรงบิด ถ้าตามหลักแล้วมันคือ แรงที่จะไปทำให้สิ่งของหมุน ฉะนั้นในที่นี้คือ แรงบิดที่ส่งจากเพลาขับนั้นเองครับ และเมื่อเพลาถูกหมุน นั้นหมายถึง รถยนต์นั้นเคลื่อนที่ ฉะนั้นหากรถที่มีแรงบิดสูง นั่นหมายถึงรถคันนี้ สามารถออกตัวได้รวดเร็ว รวมไปถึงเวลาเร่ง 0 100 กม /ชมก็จะเร็วขึ้นตามไปด้วยครับ ปัจจุบันนั้นจะใช้หน่วยวัดกัน 3 แบบ นั่นคือฟุต ปอนด์ : สำหรับตัวเลขที่ได้จะวัดจากรัศมีการหมุน นับเป็น 1 ปอนด์นิวตัน เมตร แทนค่าของแรงผลักที่เกิดขึ้นจากการหมุนเป็นนิวตัน นับจากการหมุนเป็นระยะ 1 เมตรกิโลกรัม เมตร : แทนค่ของแรงผลักที่เกิดขึ้นจากการหมุนเป็น กิโลกรัม นับจากการหมุนเป็นระยะ 1 เมตร แต่โดยส่วนใหญ่เราจะคุ้นเคยหน่วย นิวตัน เมตร เสียมากกว่าครับ เพราะหน่วยวัดนิวตัน จะเป็นที่นิยมทั่วโลก แต่อย่างไรก็ตามยังมีการวัดเป็นหน่วยอื่นๆอยู่เช่นกัน ฉะนั้นการแปลงค่าให้เป็น นิวตัน-เมตร ก็คงต้องใช้การคำนวณสักหน่อยนะครับ โดยค่า1 ฟุต ปอนด์ เท่ากับ 1.35 นิวตัน เมตร ส่วนค่า 1 กิโลกรัม เมตร เท่ากับ 9 8 นิวตัน เมตร

2.3.2 ความเร็วรอบ หมายถึง ความเร็วที่ขึ้นงานหรือมีดตัดหมุนรอบต่อหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยวัดเป็นรอบต่อนาที (R PM = revolutions per minute) ความเร็วตัดเป็นมาตรฐานที่กำหนดมาให้ตามลักษณะของมีดตัด ชนิดของวัสดุ ความลึกในการป้อนกินวัสดุทำมีดตัดและวิธีการหล่อเย็นที่เหมาะสม
ภาค Drivel IC เบอร์ MC33033 เป็นไอซีสำเร็จรูปถูกออกแบบมาเพื่อข้งานกับมอเตอร์ไม่ใช้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) หรือ ที่เราเรียกกันว่า HubMotor การใช้งานหลักๆ ก็ดู DataSheet ก็จะเข้าใจดียิ่งขึ้นครับ หากกล่าวโดยสรุป

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

ขา 2, 1.20 เป็นขาขับเกทซุด" บน" ของภาค Power Output

ขา 15.16 17 เป็นขาขับเกทชุด "ล่ง" ของภาค Power Output

ขา 9 เป็นขาต่อกับคันเร่ง

ขา 14 เป็นไฟบวก 30V

ขา 13 เป็นกราวด์

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

ขา 19 เป็น Output Enable Active Low ต้องต่อลงกราวด์

2,7,3,2ภาคขับ Gate Power Mosfet และ ภาค Power Output เนื่องจากแรงดันจากเอซMC33033 ไม่สามารถขับเกทเพาว์เวอร์มอสเฟตทั้ง 6 ตัวได้ จึงต้องใช้ IC TLP250ทำหน้าที่ขับขาเกทเพาว์เวอร์มอวเฟต ต้องสร้างวงจร IC T.P250 จำนวน 6 ชุดเพื่อขับเกทของเพาว์เวอร์มอสเฟต แต่ละตัวละตัวคือ Bottom Drive 3 ตัว และ Top Drive 3 ตัว

2.4 คุณสมบัติของเหล็ก

เหล็กคือ ทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาผ่านกรรมวิธีแปรรูปเพื่อการใช้งาน และถือได้ว่าเป็นวัสดุที่ใช้ได้ทั้งงานก่อสร้าง งานที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัตถุและสิ่งของต่างๆ มาอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การนำแร่ธาตุจากธรรมชาติมาแปรรูปเพื่อใช้งาน จำเป็นต้องมีมาตรฐานที่เป็นรูปแบบเหมือนกันในการแปรรูปเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน

คุณสมบัติของเหล็กที่ผ่านการแปรรูปแล้วที่สามารถนำไปใช้ในงานได้หลักๆ คือความทนทานทั้งต่อการใช้งานและสภาพแวดล้อม พร้อมทั้งต้องมีความยืดหยุ่นที่ดี สามารถนำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ หลังจากนั้นในกระบวนการเลือกใช้เหล็กให้เหมาะสมกับงานนั้นก็ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของวิศวกรผู้ควบคุมงาน ที่ต้องคิดและคำนวณดูปัจจัยในเรื่องต่างๆ ทั้งปัจจัยภายในและภายนอกเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานมากที่สุด ซึ่งคุณสมบัติของเหล็กก็มีดังนี้

รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง

2.4.1 สภาพยืดหยุ่น (Elasticity)

เป็นคุณสมบัติที่ของแข็งหรือเหล็กสามารถเปลี่ยนรูปร่างรูปทรงได้ เมื่อมีแรงกระทำที่พอดี สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ประเภท

2.4.1.1 สภาพยืดหยุ่น (elasticity) คือ คุณสมบัติที่วัตถุหรือของแข็งเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเมื่อได้รับแรงกระทำที่เพียงพอและสามารถคืนกลับสู่สภาพปกติได้เมื่อไม่มีแรงมากระทำ

2.4.1.2 สภาพพลาสติก (plasticity) คือ คุณสมบัติที่วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปอย่างถาวรเมื่อได้รับแรงกระทำที่เพียงพอ โดยที่พื้นผิวภายนอกไม่แตกหักหรือฉีกขาด

2.4.2 ความเค้น (Stress)

เป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ สามารถอธิบายได้ว่า เป็นความเข้มข้นของแรงกระทำระหว่างอนุภาค ภายในของวัตถุหรือของแข็งชิ้นนั้นๆ ต่อแรงภายนอกที่กระทำเพิ่มเข้าไป โดยในกระบวนการทดสอบมาตรฐานของเหล็กนั้น จะใช้การวัดความเข้มข้นของแรงกระทำภายในเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวภายใน

2.4.3 ความเครียด (Strain)

เป็นคุณสมบัติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเมื่อได้รับแรงภายนอกมากระทำ หรือกล่าวง่ายๆคือ อัตราส่วนของรูปร่างที่เปลี่ยนไปต่อรูปร่างเดิม การวัดและคำนวณหาความเครียดสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ แบบเส้นตรง (แรงที่มีกระทำมีละกษณะเป็นแรงกด แรงดึง) และแบบเฉือน (แรงที่มีกระทำเป็นแรงแบบเฉือน)

2.4.4 การดึงเป็นเส้น (Ductile)

เป็นคุณสมบัติของวัตถุหรือเหล็กที่สามารถทำให้เพิ่มความยาว ขึ้นรูป หรือดึงออกมาเป็นเส้นได้โดยง่าย ถึงแม้ว่าจะได้รับแรงกระทำเข้าไปเพียงเล็กน้อย ซึ่งเหล็กที่มีคุณสมบัติเหล่านี้จะมีคุณสมบัติความยืดหยุ่นแบบพลาสติกที่เป็นการแปรรูปอย่างถาวรสามารถคืนสภาพเดิมได้ยาก ตัวอย่างของเหล็กและโลหะแปรรูปที่มีคุณสมบัตินี้คือ ตะกั่ว และทองแดง เป็นต้น

2.4.5 ความเปราะ (Brittle)

เป็นคุณสมบัติของวัตถุทุกชนิดที่จะมีขีดกำจัดของความยืดหยุ่นเป็นของตนเอง เมื่อวัตถุชิ้นนั้นๆ ได้รับแรงกระทำที่มากเกิดขีดจำกัดก็จะทำให้เกิดการเปราะแตกได้ ซึ่งวัตถุที่มีความเปราะสูงไม่ได้หมายความว่าเป็นวัตถุที่ไม่ทนทาน ยกตัวอย่างเช่น แก้วหรือเซรามิกที่มีความเปราะสูงแต่สามารถทนแรงดึงได้มากกว่าโลหะบางชนิด ดังนั้นคุณสมบัติข้อนี้นั้นใช้เป็นตัวเลือกที่ใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน

2.4.6 ประเภทของเหล็ก

สำหรับประเภทของเหล็กนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

เหล็กหล่อ

รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของเหล็กหล่อ

เหล็กหล่อ เป็นเหล็กที่ใช้วิธีการขึ้นรูปด้วยการหล่อขึ้นมาซึ่งจะมีปริมาณของธาตุคาร์บอนประมาณ1.7-2% จึงทำให้เหล็กมีความแข็ง แต่ในขณะเดียวกันก็มีความเปราะ และด้วยเหตุนี้จึงทำให้เหล็กหล่อ สามารถขึ้นรูปได้แค่วิธีการหล่อวิธีเดียวเท่านั้น ไม่สามารถขึ้นรูปด้วยการรีดหรือวิธีการอื่นๆ ได้ นอกจากนี้เหล็กหล่อ ก็สามารถแบ่งย่อยๆ ได้ดังนี้

- เหล็กหล่อเทา เป็นเหล็กหล่อที่มีโครงสร้างคาร์บอนในรูปของกราฟไฟต์ เพราะมีคาร์บอนและซิลิคอนเป็นส่วนประกอบสูงมาก
- เหล็กหล่อขาว เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงทนทานสูง สามารถทนต่อการเสียดสีได้ดี แต่จะเปราะจึงแตกหักได้ง่าย โดยเหล็กหล่อประเภทนี้ จะมีปริมาณของซิลิคอนต่ำกว่าเหล็กหล่อเทา ทั้งมีคาร์บอนอยู่ในรูปของคาร์ไบด์ของเหล็กหรือที่เรียกกว่า ซีเมนไตต์
- เหล็กหล่อกราฟไฟต์กลม เป็นเหล็กที่มีโครงสร้างเป็นกราฟไฟต์ ซึ่งจะมีส่วนผสมของแมกนีเซียมหรือซีเรียมอยู่ในน้ำเหล็ก ทำให้เกิดรูปร่างกราฟไฟต์ทรงกลมขึ้นมา ทั้งยังได้คุณสมบัติทางกลในทางที่ดีและโดดเด่นยิ่งขึ้น เหล็กหล่อกราฟไฟต์จึงได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายและถูกนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมมากขึ้น
- เหล็กหล่ออบเหนียว เป็นเหล็กที่ผ่านกระบวนการอบเพื่อให้ได้คาร์บอนในโครงสร้างคาร์ไบด์แตกตัวมารวมกับกราฟไฟต์เม็ดกลม และกลายเป็นเฟอร์ไรด์หรือเพิร์ลไลต์ ซึ่งก็จะมีคุณสมบัติที่เหนียวแน่นกว่าเหล็กหล่อขาวเป็นอย่างมาก ทั้งได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานที่สุด

- เหล็กหล่อโลหะผสม เป็นประเภทของเหล็กที่มีการเติมธาตุผสมเข้าไปหลายอย่างด้วยกัน ซึ่งก็จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กให้ดีขึ้น โดยเฉพาะการทนต่อความร้อนและการต้านทานต่อแรงเสียดสีที่เกิดขึ้น เหล็กหล่อประเภทนี้จึงนิยมใช้ในงานที่ต้องสัมผัสกับความร้อน

เหล็กกล้า

รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของเหล็กกล้า

เหล็กกล้า เป็นเหล็กที่มีความเหนียวแน่นมากกว่าเหล็กหล่อ ทั้งสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีทางกลได้ จึงทำให้เหล็กชนิดนี้ นิยมถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและกว้างขวางมากขึ้น ตัวอย่างเหล็กกล้าที่มักจะพบได้บ่อยๆ ในชีวิตประจำวัน คือ เหล็กแผ่น เหล็กโครงรถยนต์หรือเหล็กเส้น เป็นต้น นอกจากนี้คาร์บอนก็สามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มย่อยๆ ดังนี้

เหล็กกล้าคาร์บอน

จะมีส่วนผสมหลักเป็นคาร์บอนและมีส่วนผสมอื่นๆ ปนอยู่บ้างเล็กน้อย ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับจะมีธาตุอะไรติดมาในขั้นตอนการถลุงบ้าง ดังนั้นเหล็กกล้าคาร์บอน จึงสามารถแบ่งเป็นย่อยๆ ได้อีก ตามปริมาณธาตุที่ผสม ดังนี้

เหล็กคาร์บอนต่ำ มีคาร์บอนต่ำกว่า 0.2% และมีความแข็งแรงต่ำมาก จึงนำมารีดเป็นแผ่นได้ง่าย เช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่น เป็นต้น

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง จะมีคาร์บอนอยู่ประมาณ 0.2-0.5% มีความแข็งแรงสูงขึ้นมาหน่อย สามารถนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลได้

เหล็กกล้าคาร์บอนสูง มีคาร์บอนสูงกว่า 0.5% มีความแข็งแรงสูงมาก นิยมนำมาอบชุบความร้อนเพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งมากขึ้น และสามารถต้านทานต่อการสึกหรอได้ดี จึงนิยมนำมาทำเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องการผิวแข็ง

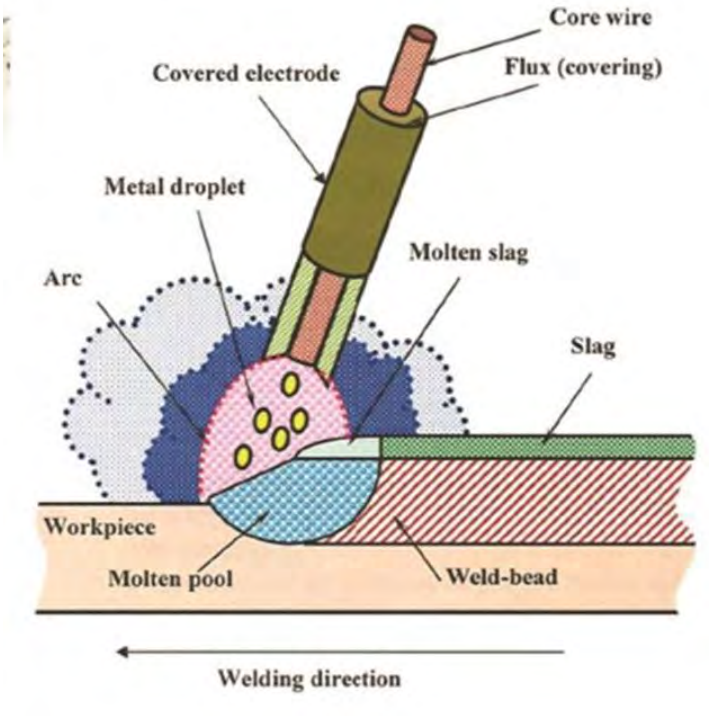
เหล็กกล้าผสม เป็นเหล็ก ที่มีการผสมธาตุอื่นๆ เข้าไปโดยเจาะจง เพื่อให้คุณสมบัติของเหล็ก เป็นไปตามที่ต้องการ โดยเหล็กประเภทนี้มักจะมีความสามารถในการต้านทานต่อการกัดกร่อนและสามารถนำไฟฟ้าได้ รวมถึงมีคุณสมบัติทางแม่เหล็กอีกด้วย ซึ่งก็จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เหล็กกล้าผสมต่ำและเหล็กกล้าผสมสูง นั่นเอง โดยเหล็กกล้าผสมต่ำ จะเป็นเหล็กกล้าที่มีการผสมด้วยธาตุอื่นๆ น้อยกว่า 10% และเหล็กกล้าผสมสูง จะเป็นเหล็กกล้าที่มีการผสมด้วยธาตุอื่นๆ มากกว่า 10%

เป็นแร่ธาตุที่ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันมากที่สุด และเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะกับการนำมาใช้งานในหลายๆ ด้าน แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง คือมีน้ำหนักมาก ทำให้เคลื่อนย้ายได้ไม่ค่อยสะดวกมากนัก อย่างไรก็ตาม เหล็ก ก็ยังคงเป็นที่นิยมและมีการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมหรือการผลิตเครื่องจักรกลต่างๆ รวมทั้งใช้ในการสร้างบ้านด้วย เพราะเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงและทนทานมาก

2.5 งานเชื่อม

2.5.1 การต่อเหล็ก (หรือโลหะ) เข้าด้วยกันในงานโครงสร้างนั้น เราสามารถดำเนินการได้โดยการยึดด้วยสลักเกลียว (Bolting) และการเชื่อม (Welding) สำหรับประเทศไทยนั้นนิยมใช้การเชื่อมเป็นหลัก ด้วยเหตที่การเชื่อมในบ้านเราไม่มีข้อจำกัดด้านการตรวจสอบควบคุมคุณภาพมากนัก ทำให้งานเชื่อมมีราคาไม่สูงมากเมื่อเทียบกับงานต่อยึดด้วยสลักเกลียว ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความชำนาญ รวมถึงกระบวนการผลิตในโรงงาน Fabrication ตั้งแต่การวางแผนการตัดต่อเจาะรู ฯลฯ

โดยหลักการทั่วไปแล้ว การเชื่อม (Welding) คือ การประสานเหล็กหรือโลหะเข้าด้วยกัน ด้วยการ “หลอม” ให้เหล็ก (หรือโลหะ) ตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไปที่จะนำมาเชื่อมติดกันนี้ เกิดการหลอมละลายด้วยความร้อน เพื่อให้เหล็ก (หรือโลหะ) ส่วนที่ละลายนี้มาผสมรวมกัน และแข็งตัวเมื่อเย็นตัวลงสู่อุณหภูมิห้อง ซึ่งหากเราต้องการเชื่อมชิ้นงานที่มีความหนามากในระดับหนึ่ง ก็จำเป็นต้องมีการเติมโลหะ (Filler Metal)ที่อาจเป็นลวดเชื่อม (Welding Wire) สำหรับการเชื่อมอัตโนมัติ เช่น การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged Arc Welding, SAW) หรือ ธูปเชื่อม(Electrode) สำหรับการเชื่อมไฟฟ้า (บางทีเรียกว่า การเชื่อมแมนน่วล
หรือการเชื่อมมือ หรือที่เรียกว่า Shield Metal Arc Welding (SMAW) ตามมาตรฐานอเมริกัน แต่ตามมาตรฐานยุโรป เรียกว่า MMAW = Manual Metal Arc Welding) ซึ่งทั้งลวดเชื่อมและธูปเชื่อมนี้ ต่างก็มีคุณสมบัติที่สามารถผสมกลมกลืนกับเหล็ก (หรือโลหะ) ได้ดีเมื่อหลอมละลาย



รูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมแบบหลอมละลาย

ด้วยการหลอมละลายของเหล็ก (หรือโลหะ) จากสภาพของเหลวเป็นของแข็ง จะมีการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับก๊าซในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซอ๊อกซิเจน ซึ่งจะไปมีผลอย่างมากกับความสมบูรณ์ของรอยเชื่อม ดังนั้น “จึงมีความจำเป็น” ที่จะต้องมีการคลุมป้องกัน (Shield) รอยเชื่อมที่กำลังจะแข็งตัวจากสภาพที่หลอมละลาย โดยเรามักใช้วัสดุในการ Shield อยู่ 2 ประเภท คือ

a) การใช้ฟลักซ์ทับศัพท์มาจากคำว่า Flux โดย Flux นี้ จะมีสภาพเป็นของแข็ง ที่ผสมกันระหว่างวัสดุที่เป็นโลหะ เช่น มังกานีส มักนิเซียม วาเนเดียม นิกเกิลโมลิบดินั่ม ฯลฯ และวัสดุที่เป็นอโลหะ เช่น ซิลิก้า หินปูน เป็นต้น (สูตรนี้ลับมากนะครับ ผู้ผลิต Flux เขาไม่บอกสัดส่วนกัน) ซึ่งมาช่วยให้เกิดการลดปริมาณของก๊าซอ๊อกซิเจน (Deoxidization) ช่วยฟอร์มให้เกิดสแลก (Slag) และยังสามารถช่วยให้อาร์ค(Arc) ที่ปลายลวดเชื่อมหรือธูปเชื่อมกับชิ้นงานเกิดความเสถียร

b) การใช้ก๊าซที่มีคุณสมบัติสามารถ “คลุม” ปกป้องการเข้าจู่โจมของก๊าซอ๊อกซิเจนในอากาศได้ดี ซึ่งอาจเป็นก๊าซประเภท Active Gas เช่นก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (CO2) หรือ Inert Gas เช่น ก๊าซอาร์กอน (Ar) หรืออาจเป็นก๊าซที่ผสมกันระหว่าง CO2 กับ Ar ก็เป็นได้

ยกตัวอย่างงานเชื่อมที่พวกเราคุ้นเคยที่สุด คือ เชื่อมไฟฟ้า (SMAW หรือ MMAW) นั้น จะเป็นการเชื่อมที่เป็นกระบวนการ “อาร์ค (Arc)” ด้วยความร้อนผ่านปลายธูปเชื่อม (Electrode) ซึ่งจะเชื่อมได้ก็ต้องต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ครบวงจรดังรูปที่ 1 นะครับ ณ จุดนี้โลหะที่เราต้องการนำมาเชื่อมติดกัน (เรียกว่า Base Material) จะถูกอาร์ค หรือ “เผา” ให้เกิดการหลอมละลายไปพร้อมกับแกนลวดเชื่อม ซึ่งเป็น Weld Material ผง Flux ที่เกาะปกคลุมลวดเชื่อมก็จะร่วงหล่นมาปกคลุมแนวรอยเชื่อม ซึ่ง Flux นี้จะไปผสมปนเข้ากับส่วนของ

น้ำเหล็ก (ที่จะมี Impurity ปนอยู่มาก) และลอยขึ้นมาปกคลุมแนวรอยเชื่อม เรียกว่า Slag ซึ่งตรงนี้จะต้องเคาะออกไป

ข้อดีของงานเชื่อมประเภทนี้ คือ ทำงานได้สะดวก อุปกรณ์และลวดเชื่อมราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่าย ขนาดไม่ใหญ่มากนัก สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องเชื่อมไปตามไซท์งานต่างๆ ได้ง่าย ปัจจุบันสามารถต่อไฟบ้านได้ สามารถใช้ได้กับงานเชื่อมทั่วไป สามารถเชื่อมงานโครงสร้างหรืองานผลิตภัณฑ์ได้

2.6 งานกลึงเหล็ก

2.6.1 งานกลึง (Turning)

งานกลึงเป็นกระบวนการขึ้นรูปงานในลักษณะของงานทรงกระบอกเป็นหลักประกอบด้วย งานกลึงปาดหน้า, งานกลึงปอก,งานกลึงเกลียว, งานกลึงคว้านรูใน, งานกลึงเซาะร่อง,งานกลึงตัด, รูปด้านล่างแสดงตัวอย่างของงานกลึงประเภทต่างๆ. เครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูปนงานกลึงคือเครื่องกลึง (Lathe) มีทั้งเครื่องกลึงที่เป็นการควบคุมแบบธรรมดาหรือ manual และเครื่องกลึงที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ (CNC Lathe). นอกจากงานที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว เครื่องกลึงยังสามารถท างานได้อีกหลายอย่าง เช่น เจาะรู (drill), ต๊าปเกลียว(Tapping) ลักษณะการขึ้นรูปของงานกลึงน้ัน ชิ้นงานจะยึดติดอยู่กับที่และหมุนอยู่บนหัวจับ(spindle) ของเครื่องกลึง หลงัจากน้ันเครื่องมือตดั (cutting tool) จะเคลื่อนที่เข้าตัดชิ้นงานเป็นรูปร่างต่างๆ

การกลึงเป็นการสร้างรูปทรงกระบอกและรูปทรงกลมขึ้นมาโดยใช้เครื่องมือแบบหนึ่งคมตัด โดยการกลึงหมายถึงการที่เครื่องมืออยู่กับที่ขณะที่ชิ้นงานมีการหมุน งานกลึงเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในการตัดเฉือนโลหะ และเป็นกระบวนการที่มีการปรับความเหมาะสมเป็นอย่างมาก ซึ่งต้องมีการพิจารณาปัจจัยต่างๆ ในการทำงานกลึงอย่างละเอียดถี่ถ้วน

การกลึงสามารถแบ่งเป็นรูปแบบการใช้งานขั้นพื้นฐานได้หลายแบบ (การกลึงตามยาว การกลึงปาด และการกลึงขึ้นรูป) ซึ่งต้องใช้เครื่องมือ ค่าการตัด และการตั้งโปรแกรมโดยเฉพาะเพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

สิ่งที่ต้องพิจารณาก่อนเริ่มทำการกลึง

- ข้อพิจารณาเบื้องต้นเหล่านี้จะส่งผลต่อการเลือกเครื่องมือกลึงรวมถึงวิธีการใช้งานเครื่องมือดังกล่าว

ชิ้นงาน

- พิจารณารายละเอียดในส่วนของขนาดและคุณภาพของชิ้นงานที่จะทำการตัดเฉือน:
- รูปแบบการใช้งาน เช่น การกลึงตามยาวหรือการกลึงขึ้นรูป การกลึงด้านในหรือด้านนอก
- วิธีที่ใช้ เช่น การกลึงหยาบหรือการเก็บผิวละเอียด
- ชิ้นงานขนาดใหญ่และมีความมั่นคง
- ชิ้นงานทรงเพรียวยาวขนาดเล็กและมีผนังบาง
- รัศมีมุม
- การคายเศษเป็นปัญหาสำคัญหรือไม่ การผลิตเป็นจำนวนมากถือว่ามีความคุ้มค่าเพียงพอสำหรับการเลือกใช้เครื่องมือแบบสั่งทำ (Tailor Made) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด

- ปริมาณการผลิต (ผลิตแบบชิ้นเดียวหรือเป็นจำนวนมาก)
- สามารถจับยึดชิ้นงานได้อย่างมั่นคงหรือไม่

2.6.2 เครื่องจักร

สิ่งที่ต้องพิจารณาในส่วนของเครื่องจักรประกอบด้วย

- ความมั่นคง กำลัง และแรงบิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของชิ้นงานขนาดใหญ่
- ระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นหรือการตัดเฉือนแบบแห้ง
- จำเป็นต้องใช้น้ำหล่อเย็นแรงดันสูงเพื่อหักเศษของวัสดุที่เกิดเศษยาวหรือไม่
- จำนวนครั้งในการเปลี่ยนเครื่องมือ/จำนวนเครื่องมือในป้อมมีด
- ข้อจำกัดด้านความเร็วรอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของแม็กกาซีนป้อนแท่งชิ้นงาน
- มีสปินเดิลที่สองหรือยันศูนย์ท้ายหรือไม่

2.7 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Park, Lim และ Cho (2018) ได้ทำการศึกษาปัจจัยของความต้องการใช้งานรถยนต์ ไฟฟ้าของประเทศเกาหลีใต้ด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีร่วมกบปัจจัยอื่นๆ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 988คน ผลการศึกษาพบว่า ความต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำนาย ได้จาก ปัจจัยด้านลบคือต้นทุน และปัจจัยด้านบวกคือ ความพึงพอใจ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) และทัศนคติ ซึ่งทัศนคติสามารถทำนายได้จาก การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และความพึงพอใจ (Satisfaction)

Wang, Zhao, Yin และ Zhang (2017)ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการ ซื้อยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่(New Energy Vehicle: NEV) โดยได้ทำการศึกษาใน 7 มณฑลของ ประเทศจีน ซึ่งประประกอบไปด้วย 22 จังหวัดด้วยส่วนขยายของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory Planned Behavior: TPB) ซึ่งผลที่ออกมาคือ ผลประโยชน์ด้านการเงิน (Financial Benefits) ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Readiness) ความกังวลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Environment Concerns)และนโยบายสิทธิพิเศษ (Policy Privileges) สามารถบอกความต้องการซื้อ ยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ได้ อย่างไรก็ตามระยะที่ยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่ไม่สามารถ ทำนายความต้องการซื้อยานพาหนะที่ใช้พลังงานใหม่

Schmalfuß, Mühl และ Krems (2017)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับรถยนต์ไฟฟ้า ในประเทศเยอรมนี โดยงานวิจัยนี้ได้มีส่วนช่วยในการกำหนดบทบาทของประสบการณ์ตรงในการ ยอมรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า โดยได้แบ่งเป็นสองกรณีศึกษา คือ การทำแบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 286 คน และการให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองขับรถยนต์ไฟฟ้าจริงๆ เป็นจำนวน 30 คน ซึ่งทั้งสองกรณี ศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในการประเมิน ความสามารถของรถยนต์ไฟฟ้า ทัศนคติต่อรถยนต์ไฟฟ้าและความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า โดยทั้ง 3 ปัจจัยถูกประเมินไปในเชิงบวกมากขึ้น เมื่อคนมีประสบการณ์ที่เกี่ยวกบรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นจากการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามออนไลน์ พบว่าประสบการณ์ตรงมีผลต่อความ ต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า และในกลุ่มที่ได้ทำการทดลองขับขี่รถยนต์ไฟฟ้าจริงๆ พบว่าการมีประสบการณ์การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อการประเมินความสามารถของรถยนต์ไฟฟ้าและ ทัศนคติ อย่างไรก็ตามพบว่าการไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อความต้องการ ในการซื้อ จากผลของทั้งสองกรณีศึกษา จึงสามารถสรุปได้ว่า การมีประสบการณ์จริงในการใช้งาน รถยนต์ไฟฟ้าสามารถทำให้เปลี่ยนแปลงการประเมินรถยนต์ไฟฟ้าและปัจจัยด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวข้อง ในการกำหนดเจตนาเชิงพฤติกรรม

Wu, Wu, Lee แ ละ Lee (2015) ได้ทำก ารศึกษาสาเหตุของความต้องการซื้อรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าและความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการซื้อรถจักรยานยนต์ไฟฟ้ากับภาพลักษณ์(Image)การรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk)การรับรู้คุณค่า (Perceived Value)และการ รับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness) ในไต้หวัน โดยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 305 ชุดเพื่อนำมา วิเคราะห์ ซึ่งผลของการศึกษานี้ได้สนับสนุนข้อโต้แย้งที่ ภาพลักษณ์ การรับรู้ความเสี่ยง การับรู้ คุณค่า และการรับรู้ประโยชน์ เป็นคุณลักษณะสำคัญของความต้องการในการซื้อจักยานยนต์ไฟฟ้า ในไต้หวัน Degirmenci และ Breitner (2017) ได้ศึกษาปัจจัยด้านบทบาท

ของประสิทธิภาพด้าน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฟฟ้า (Environmental Performace) ราคา (Price Value) และ ความมั่นใจเกี่ยวกับระยะทางั (Range Confidence) ที่มีผลต่อความต้องการในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า พบว่าประสิทธิภาพด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฟฟ้า ราคาและความมั่นใจเกี่ยวกับ ระยะทางมีผลต่อทัศนคติที่มีต่อรถยนต์ไฟฟ้า (Attitude toward Electric Vehicle) และทัศนคติที่มีต่อ รถยนต์ไฟฟ้ามีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงการ

การศึกษาครั้งนี้ คณะผู้ฝึกษาดำเป็นการศึกษา การพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า หลังจากได้ทำการศึกษาอกสารและนวิจัยที่เกี่ยวข้อกับพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้าจึงได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ในการศึกษาเรื่อง พัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่จะนำไปใช้ในพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งมีรายละเขียดดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาชอบเขตเนื้อหาเกี่ยวกับพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของรถบรรทุกขนาดเล็ก

3.1.2 ศึกษารายละเขียดเกี่ยวกับวิธีการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อทราบขั้นตอนในพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

3.1.3 ศึกษาถึงรายละเอียดของสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ เช่น แผ่นภาพวิดีทัศน์ Power Point และเอกสารประกอบการสอนที่เกี่ยวข้องกับพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า และปรับปรุงสภาพเสร็จสมบูรณ์ไปหาคุณภาพอย่ามีประสิทธิภาพ ต่อไป

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 รถบรรทุกขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 2 แบบสอบถามความพึงพอใจ

3.3 ประมาณที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินโครงการ จำนวน 5,610 บาท ตามรายละเอียดดังนี้

3.1.1 งบประมาณออกแบบฐานติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า ราคาประมาณราคา 1,800 บาท

ลำดับ	รายการวัสดุ/อุปกรณ์	จำนวน/หน่วย	ราคา/บาท
1	เหล็กฉาก	1 เส้น	230
2	เหล็กแผ่น	1 เส้น	180
3	ยางแท่นเครื่อง	3 อัน	900
4	น็อตเบอร์ 17	10 ตัว	100
5	ลวดเชื่อม	1 กล่อง	390

ตารางที่ 3.1 แสดงงบประมาณออกแบบฐานติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า

3.1.2 งบประมาณออกแบบเพลาเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้าและเกียร์ ราคาประมาณราคา 3,380 บาท

ลำดับ	รายการวัสดุ/อุปกรณ์	จำนวน/หน่วย	ราคา/บาท
1	แผ่นเหล็กหนา	1 แผ่น	800
2	เหล็กเพลาตัน	1 เส้น	450
3	ตุ๊กตายึดเหล็กเพลา	2 ตัว	700
4	เหล็กเฟืองมอเตอร์	1 เส้น	500
5	น็อตเบอร์ 14	15 ตัว	130
6	ลูกปืนคลัทช์	1 ตลับ	800

ตารางที่ 3.1 แสดงงบประมาณออกแบบเพลาเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้าและเกียร์

3.1.3 งบประมาณออกแบบชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ราคาประมาณราคา 430 บาท

ลำดับ	รายการวัสดุ/อุปกรณ์	จำนวน/หน่วย	ราคา/บาท
1	เหล็กฉาก	1 เส้น	180
2	สายคันเร่ง	1 เส้น	100
3	สายไฟ	1 ชุด	150

ตารางที่ 3.1 แสดงงบประมาณออกแบบฐานติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า

3.4 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ระหว่าง เดือนพฤษภาคม 2564 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2565

ลำดับ	2564							2565	
	พ.ค.	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	**ม.ค.**	**ก.พ.**
1	⟷	⟷							
2			⟷	⟷					
3					⟷	⟷			
4							⟷	⟷	
5								⟷	⟷

ตารางที่ 3.4 แสดงระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ลำดับที่ 1 เดือนพฤษภาคม - มิถุนายน พ.ศ. 2564

ออกแบบโครงสร้างชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

ลำดับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม พ.ศ. 2564

จัดทำโครงสร้างชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์

ลำดับที่ 3 เดือนตุลาคม – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564

ออกแบบชุดเชื่อมต่อมอเตอร์ไฟฟ้าและเกียร์

ลำดับที่ 4 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 - เดือนมกราคม พ.ศ. 2565

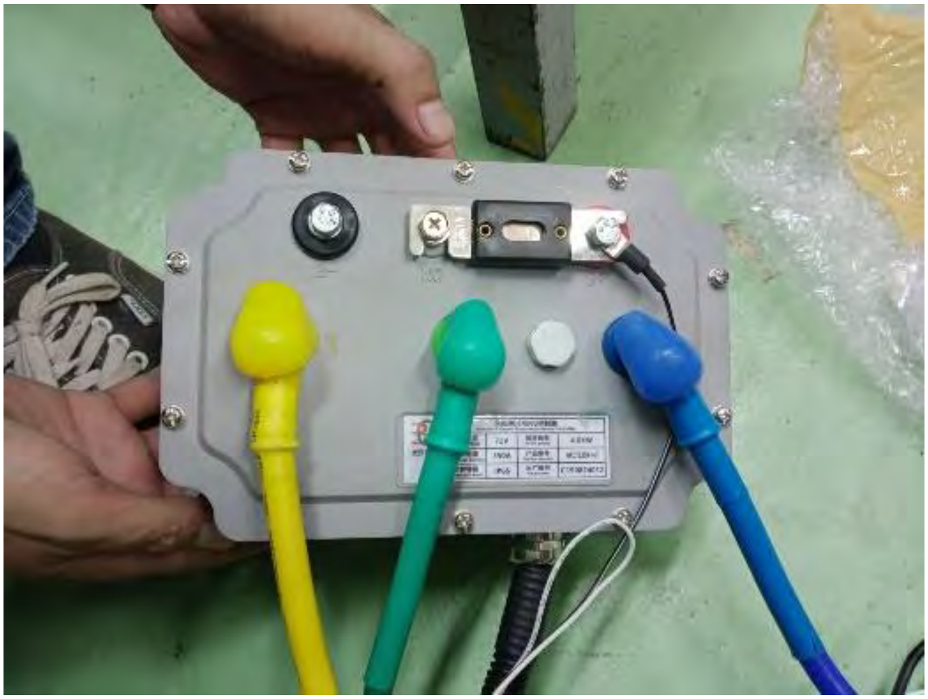
จัดวางระบบไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ และระบบไฟแสงสว่างต่างๆ

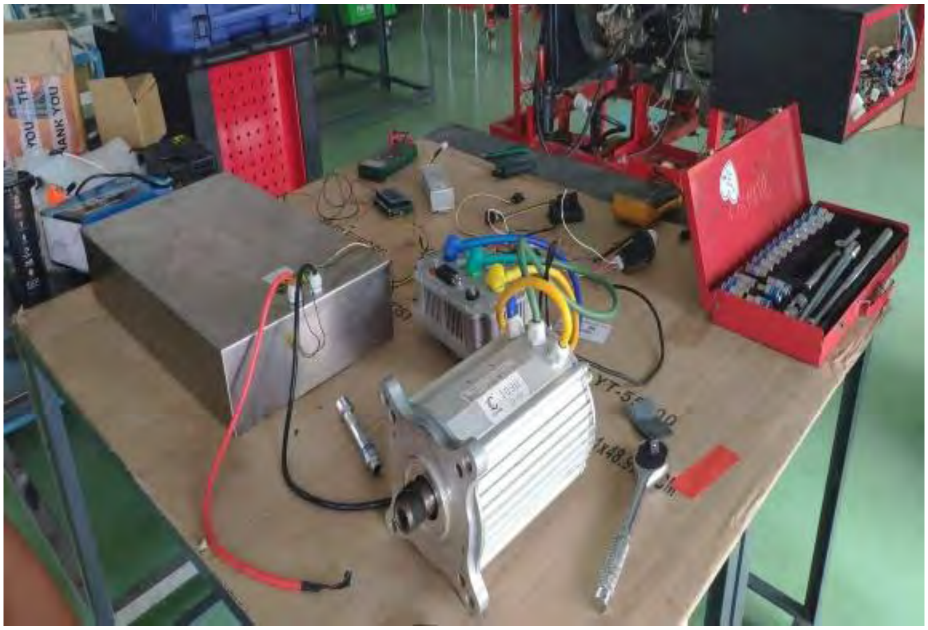
ลำดับที่ 5 เดือนมกราคม - เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

ทดลองแก้ไขปรับปรุงหาประสิทธิภาพการใช้งาน

3.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

3.5.1จัดเตรียมอุปกรณ์ชุดมอเตอร์ไฟฟ้า





รูปที่ 3.1 แสดงการจัดเตรียมอุปกรณ์ชุดมอเตอร์ไฟฟ้า

3.5.2 จัดทำชุดเพลายึดล้อช่วยแรงเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 3.2 แสดงชุดเพลายึดล้อช่วยแรงเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอรไฟฟ้า

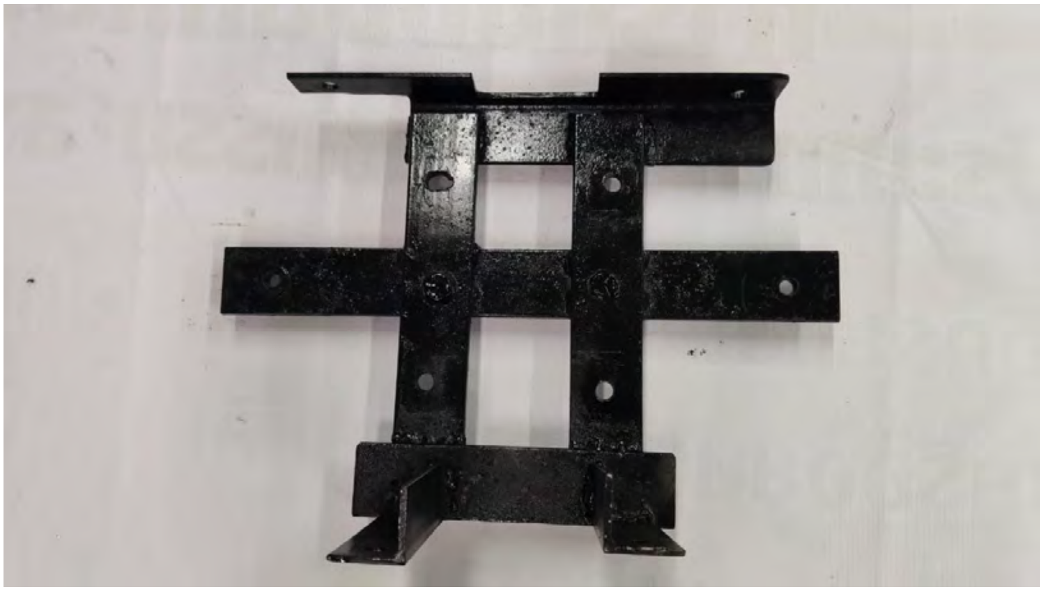
3.5.3 จัดทำชุดปิดหน้าหัวหัวเกียร์

รูปที่ 3.3 แสดงชุดปิดหน้าหัวหมูเกียร์

3.5.4 จัดเตรียมตุ๊กตายึดเพลาเชื่อมระหว่างล้อช่วยแรงเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า

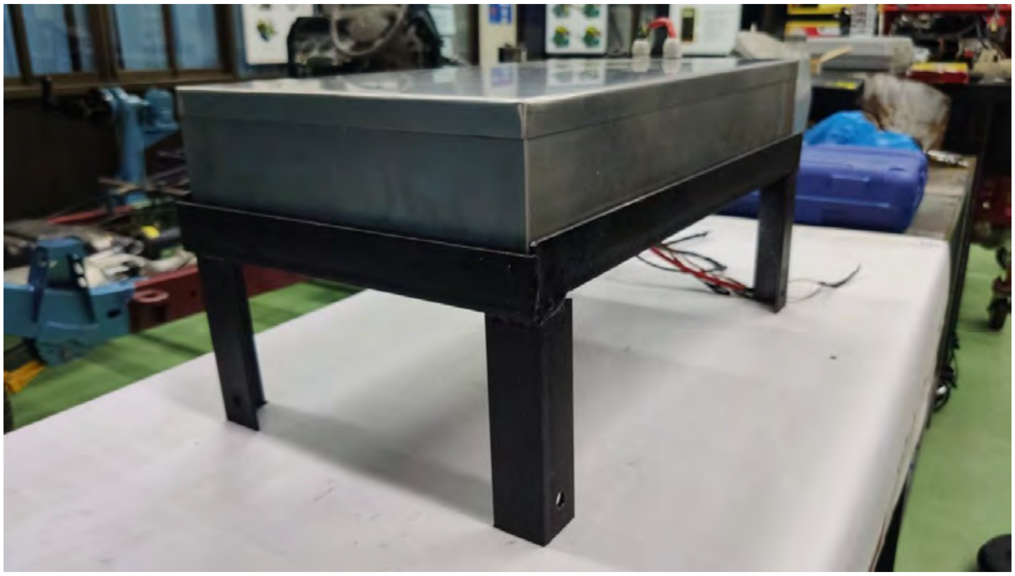
รูปที่ 3.4 แสดงตุ๊กตายึดเพลาเชื่อมระหว่างล้อช่วยแรงเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า

3.5.5 จัดทำแท่นสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและหัวหมูเกียร์



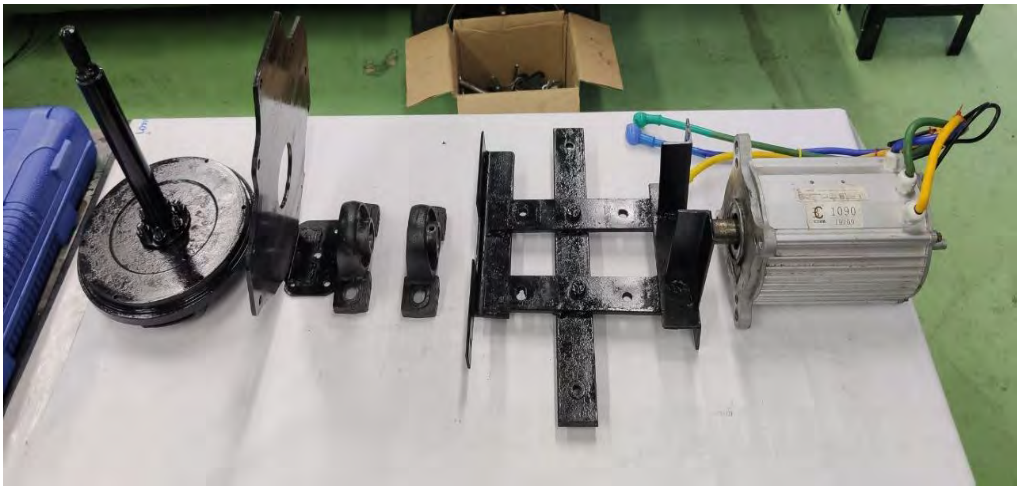
รูปที่ 3.5 แสดงแท่นสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าและหัวหมูเกียร์

3.5.6 จัดทำชุดติดตั้งแบตเตอรี่ของรถยนต์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.6 แสดงชุดติดตั้งแบตเตอรี่ของรถยนต์ไฟฟ้า

3.5.7 ชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.7 แสดงชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า

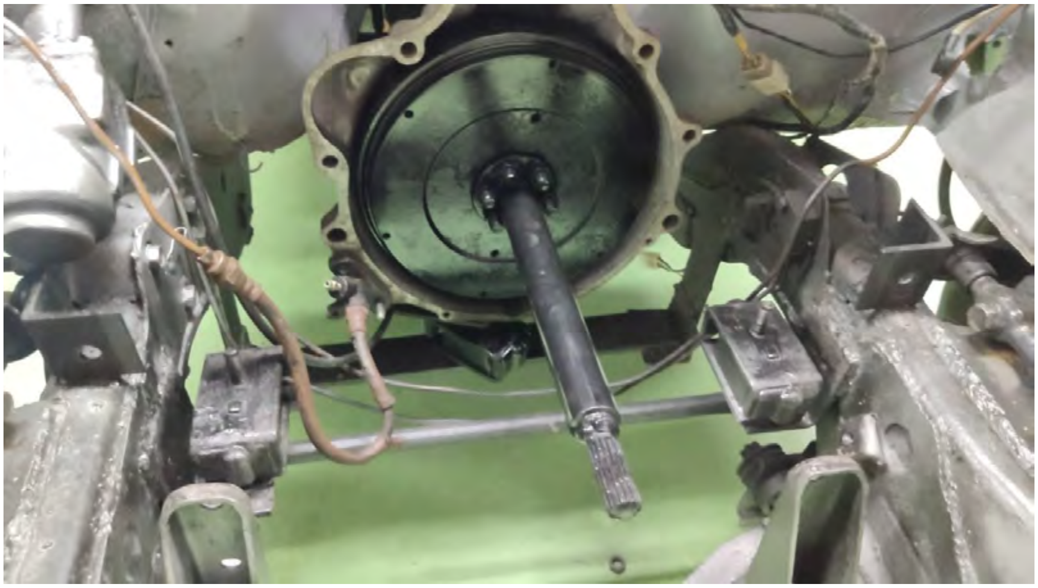
3.5.8 ขั้นตอนการนำเอาเครื่องออกจากตัวรถ

รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการนำเอาเครื่องออกจากตัวรถ

3.5.9 จัดทำชุดยึดติดตั้งหัวหมูเกียร์เข้ากับตัวรถยนต์

รูปที่ 3.9 แสดงการติดตั้งชุดคานยึดหัวหมูเกียร์เข้ากับโครงสร้าง

3.5.10 ขั้นตอนการประกอบชุดเพลาล้อช่วยแรงเข้ากับเกียร์

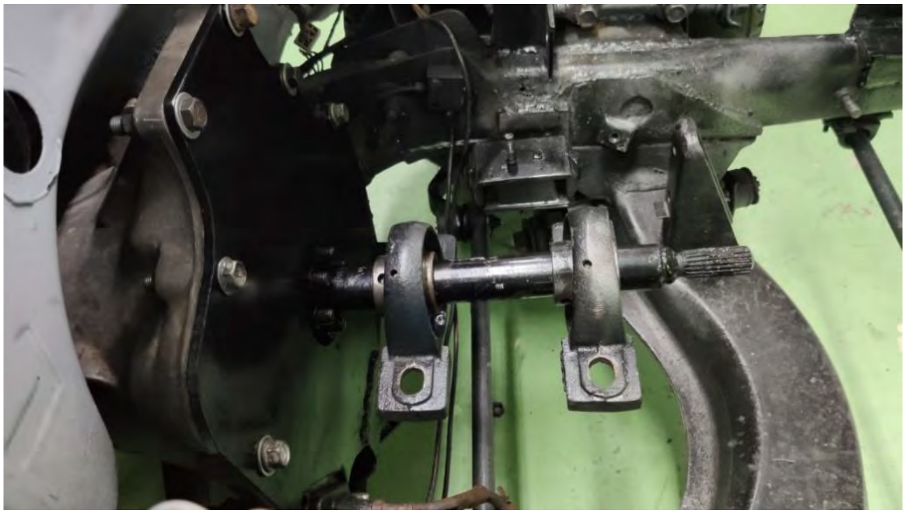


รูปที่ 3.10 แสดงการประกอบชุดเพลาล้อช่วยแรงเข้ากับเกียร์

3.5.11 ขั้นตอนการประกอบแผ่นปิดหน้าหัวหมูเกียร์รถยนต์

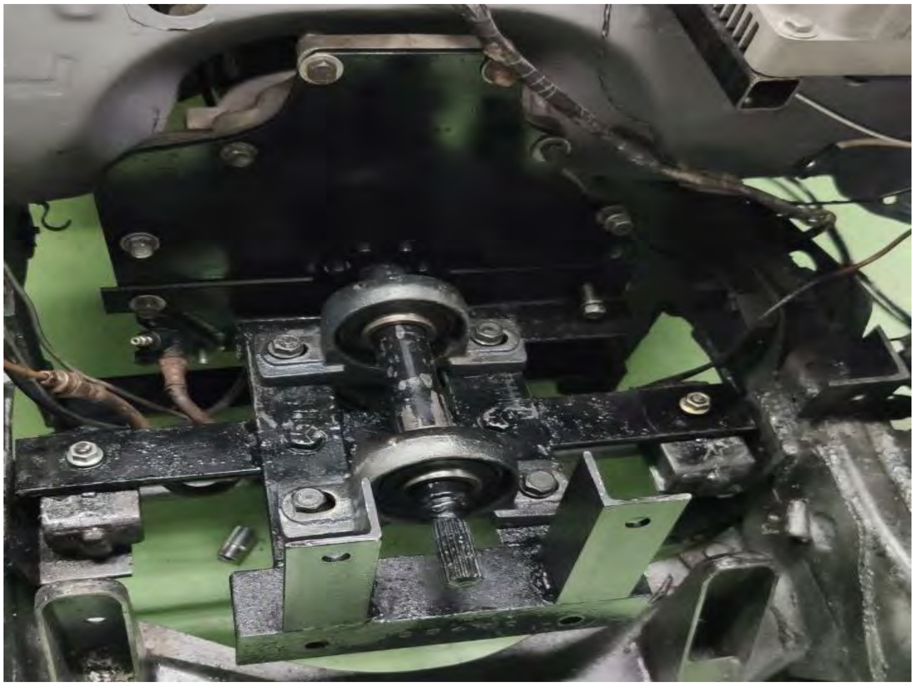
รูปที่ 3.11 แสดงขั้นตอนการประกอบแผ่นปิดหน้าหัวหมูเกียร์รถยนต์

3.5.12 ขั้นตอนการติดตั้งตุ๊กตายึดเพลาล้อช่วยแรง



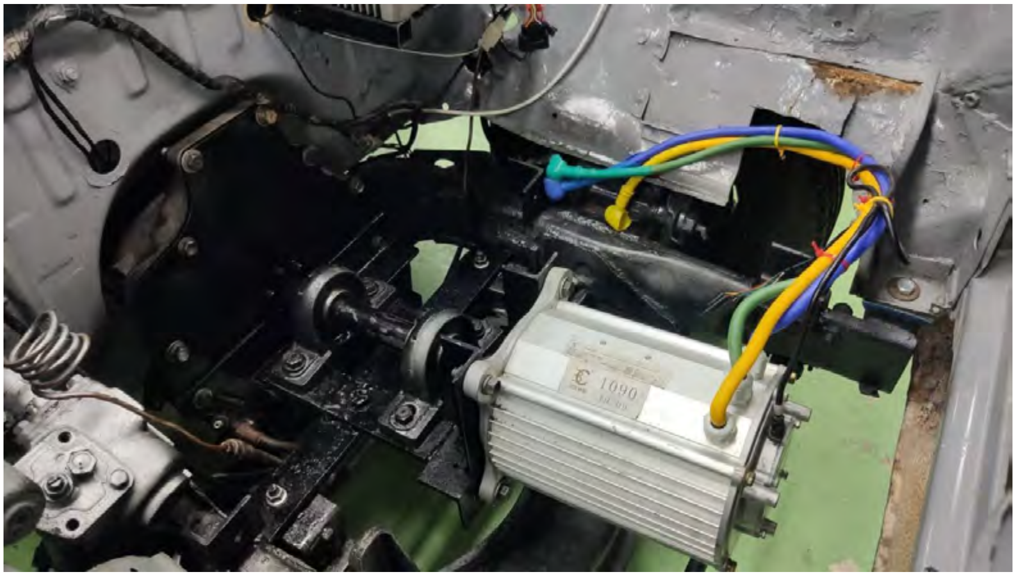
รูปที่ 3.12 แสดงการติดตั้งตุ๊กตายึดเพลาล้อช่วยแรง

3.5.13 ขั้นตอนการติดตั้งแท่นสำหรับยึดมอเตอร์ไฟฟ้าและหัวหมูเกียร์เข้ากับรถยนต์



รูปที่ 3.13 แสดงการติดตั้งแท่นสำหรับยึดมอเตอร์ไฟฟ้าและหัวหมูเกียร์เข้ากับรถยนต์

3.5.14 ทำการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับแท่นยึดมอเตอร์ไฟฟ้า

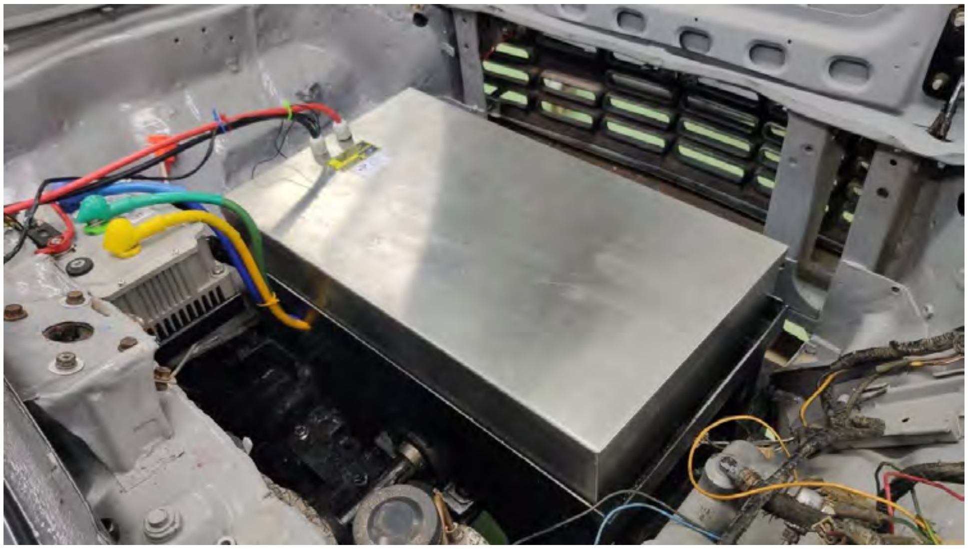


รูปที่ 3.14 แสดงการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับแท่นยึดมอเตอร์ไฟฟ้า

3.5.15 ทำการติดตั้งแท่นรองรับแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า

รูปที่ 3.15 แสดงชุดติดตั้งแท่นรองรับแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า

3.5.16 ทำการติดตั้งแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.16 แสดงการติดตั้งแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า

3.5.17 ขั้นตอนการต่อระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 3.17 แสดงการต่อระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

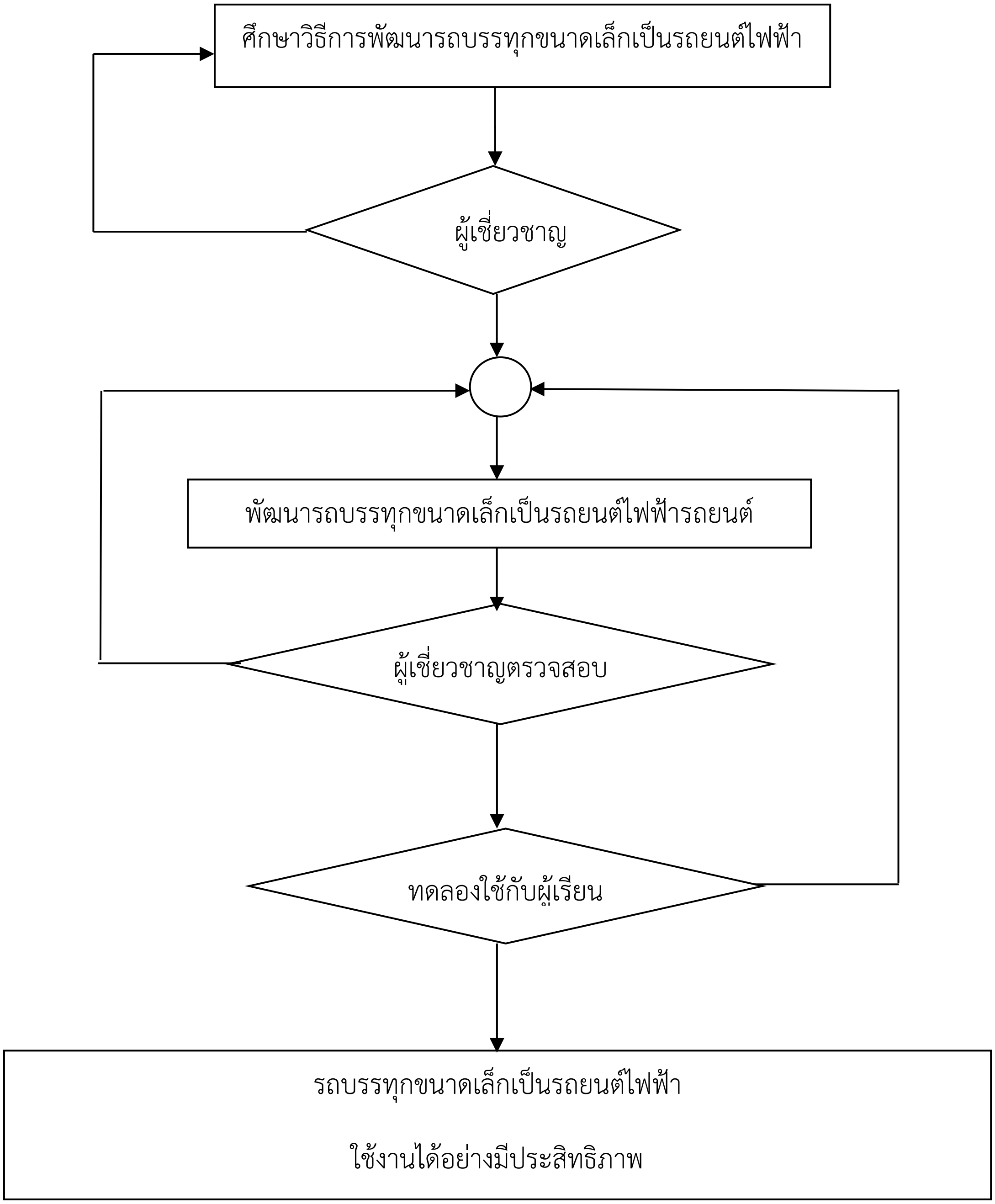
3.5.18 ผลสำเร็จในกระบวนการจัดทำโครงการ

รูปที่ 3.18 แสดงผลสำเร็จในกระบวนการจัดทำโครงการ

3.6 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.3.1 การศึกษาประสิทธิภาพรถบรรทุกขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดและลำดับขั้นตอนดังนี้

ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพรถบรรทุกขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้ารถยนต์

รายละเอียดขั้นตอนของการดำเนินการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า มีดังนี้

1) ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

2) ผู้ศึกษาในกลุ่มวิเคราะห์ ส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้าร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม ก่อนการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

3) ผู้ศึกษาดำเนินการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อย แล้วในขณะที่ดำเนินการปรับปรุงนั้นผู้เชี่ยวชาญจะตรวจสอบความถูกต้องเป็นระยะๆ เมื่อการปรับปรุงเสร็จสิ้นตามกระบวนการแล้วผู้ศึกษาทำการทดสอบการใช้งาน หากพบข้อบกพร่อง ผู้ศึกษาจะแก้ไขให้เรียบร้อย

4) ผู้ศึกษานำรถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า ที่มีการพัฒนาแล้ว มาทดลองใช้การผู้เรียนจำนวน 3 คน การมดสอบครั้งนี้เป็นการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า หากพบจุดบกพร่องผู้ศึกษาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลเพื่อความถูกต้อง

5) ผู้ศึกษานำรถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า ที่มีการพัฒนามาทดสอบความสมบูรณ์อีกครั้ง ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพการขับขี่ต่อไป

3.7 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

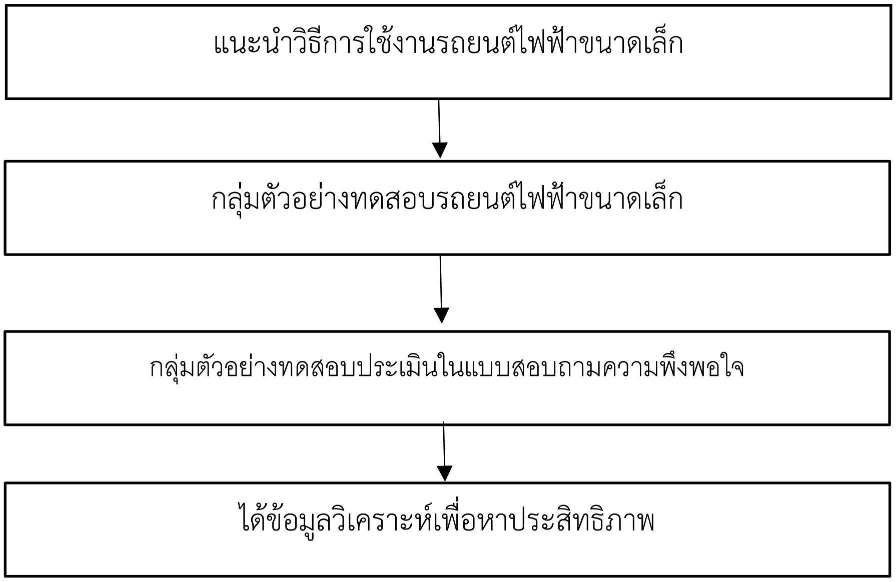
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ คณะครูสาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ จำนวน 3 คน และนักศึกษาระดับ ปวช. และ ปวส. สาขาวิชาเครื่องกล จำนวน 17 คน รวมเป็น 20 คน ณ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชินีมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

3.8 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.8.1 ผู้ศึกษาแนะนำวิธีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก จากนั้นผู้ทดสอบทำการทดสอบระบบการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ จำนวน 20 คน

3.8.2 เมื่อผู้ทดสอบทำการทดสอบรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กเสร็จแล้ว ผู้ศึกษาได้ให้ผู้ทดสอบทำการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.8.3 นำผลที่ได้จากการทำแบบประเมินมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลการตรวจสอบรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก

3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลและหาสถิติที่ใช้ในการศึกษา

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คณะผู้ศึกษาได้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ดังนี้

3.9.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อสื่อ

สูตร $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนของผู้เชียวชาญ

3.9.2 การหาค่าความแปรปรวนของคะแนน

สูตร $S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$

เมื่อ S^2 = ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

Σ_{X^2} = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.9.3 หาประสิทธิภาพของรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก (เสาวนีย์,2528 : 294-295)

สูตร $E_1 = \left(\frac{\sum x}{\frac{N}{A}}\right) \times 100$ $E_2 = \left(\frac{\sum F}{\frac{N}{B}}\right) \times 100$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการการที่จัดไว้ในแบบประเมิน คิดเป็นร้อยละจากการจากการประเมิน

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการประเมินผล

$\sum x$ = คะแนนรวมของผู้ประเมิน

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้ประเมิน

N = จำนวนผู้ประเมิน

A = คะแนนจากผู้ประเมิน

B = คะแนนจากผู้ประเมิน

3.9.4 ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินสภาพตัวถังรถยนต์ฝึกขับ

ผู้ศึกษาได้กำหนดช่างค่าเฉลี่ยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของเบสท์ (Best) เบสท์ (Best) ดังนี้ (Best, 1983 : 179-87)

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.50-5.00 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ ในด้านต่างๆ อยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50-4.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ ในด้านต่างๆ อยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.50-3.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ ในด้านต่างๆ อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.50-2.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ ในด้านต่างๆ อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00-1.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงชุดติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์ ในด้านต่างๆ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงการ

การใช้แบบสอบถามผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบประเมินความพึ่งพอใจในการพัฒนาพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อเป็นการทราบถึงข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการตำเนินการต่างๆโดยใช้ประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษา

4.1.1 รถบรรทุกขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.2 แบบสอบถามความพึงพอใจ

4.2 การเก็บข้อมูล

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวข้องกับการจัดทำโครงสร้างฐานมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมีขนาดดังนี้ ความสูงจากฐานยึดมอเตอร์กับแบตเตอรี่ 8 เซนติเมตร ระยะห่างมอเตอร์กับชุดเกียร์ 14 เซนติเมตร ระยะห่างฐานยึดมอเตอร์กับชุดควบคุมมอเตอร์ 12 เซนติเมตร ความกว้างของฐานยึดมอเตอร์ 20 เซนติเมตรและรถยนต์ไฟฟ้ามีน้ำหนักโดยรวม 790 กิโลกรัม โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 77.7/88.8 โวลท์(VDC) ความจุกระแสไฟฟ้า 100 แอมป์-ชั่วโมง(AH) และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 4.5/9 กิโลวัตต์(KW) ความเร็วรอบสูงสุด 3000 rpm โดยเป็นมอเตอร์แบบไม่มีแปลงถ่าน ซึ่งเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ของรถยนต์ไฟฟ้าจะมีขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 88.8 โวลท์(VDC) ความจุกระแสไฟฟ้า 10 แอมป์-ชั่วโมง(AH)

เมื่อการทดสอบขับขี่รถยนต์ไฟฟ้ามีความจุแบตเตอร์รี่ 100% โดยความเร็วที่ใช้ในการทดสอบประมาณ 40-50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถขับขี่ได้ในระยะทางประมาณ 40-45 กิโลเมตร และน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบโดยรวม 955 กิโลกรัม(รวมน้ำหนักผู้ขับขี่และผู้โดยสาร)

รถยนต์ไฟฟ้ามีความสามารถขับขี่เดินหน้าถอยหลังและเปลี่ยนเกียร์ได้ตามความต้องการผู้ขับขี่ เพราะมีระบบคลัทช์ทำหน้าที่ตัดต่อกำลังขณะเปลี่ยนเกียร์

โครงสร้างของฐานยึดมอเตอร์สามารถรับแรงสั่นสะเทือนได้ดีเพราะมียางแท่นเครื่องเป็นตัวป้องกันการสั่นสะเทือน และฐานยึดชุดหัวเกียร์จะมียางกันกระแทกรองอยู่ใต้หัวเกียร์จะเชื่อมต่อไปยังฐานมอเตอร์เพื่อความมั่นคงของชุดฐานมอเตอร์กับเกียร์

ทำการทดสอบในตอนเช้าซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส เส้นทางในการทดสอบใช้เส้นทางจากอำเภอเมืองมุกดาหาร-อำเภอดอนตาล โดยเป็นถนนลาดยางตามสภาพจริงเส้นทางในการทดสอบมีทั้งทางขึ้นเนินทางลงเนินและทางพื้นราบ

4.3 แบบสอบความพึงพอใจในการทดลอง

ผู้จัดทำได้ออกแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อที่จะทราบถึงข้อมูลที่เป็นนนวทางในการดำเนินการต่าง ๆ ต่อไปได้ หลังจากการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า ประมินเกณฑ์ให้คะแนนดั่งต่อไปนี้

แบบสอบถามมีเกณฑ์ประเมินดังนี้

1. ดีมาก 5 คะแนน
2. ดี 4 คะแนน
3. ปานกลาง 3 คะแนน
4. น้อย 2 คะแนน
5. น้อยมาก 1 คะแนน

หัวข้อประเมิน

1. ความสวยงามของรถยนต์ไฟฟ้า
2. ความเหมาะสมในการใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้า
3. ความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ไฟฟ้า
4. ความสะดวกในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า
5. พลังงานในการขับเคลื่อนมีความเหมาะสม
6. การใช้เวลาตามที่กำหนดและเหมาะสม
7. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้
8. ความพร้อมของอุปกรณ์ในการทำงาน
9. เทคโนโลยีนวัตกรรมที่นำมาใช้มีความเหมาะสม
10. ประสิทธิภาพโดยรวมของการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์

4.4 ตัวอย่างแบบสอบถาม

แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องระดับคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ตอนที่ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม 1

ตอนที่ 1 ข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ O ชาย O หญิง
2. วุฒิการศึกษา O ม.3 O ม.6 O อาชีวศึกษา
3. อาชีพ O อุดมศึกษา O ประชาชนทั่วไป O เอกชน O อาชีพส่วนตัว O นักเรียนนักศึกษา O อื่น ๆ

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

ระดับคะแนน 1. ดีมาก = 5 คะแนน 2. ดี = 4 คะแนน

3. ปานกลาง = 3 คะแนน 4.น้อย = 2 คะแนน

5. น้อยมาก = 1 คะแนน

ลำดับ	**หัวข้อการประเมิน**	**คะแนน**				
		5	4	3	2	1
1	ความสวยงามของรถยนต์ไฟฟ้า					
2	ความเหมาะสมในการใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้า					
3	ความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ไฟฟ้า					
4	ความสะดวกในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า					
5	พลังงานในการขับเคลื่อนมีความเหมาะสม					
6	การใช้เวลาตามที่กำหนดและเหมาะสม					
7	สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้					
8	ความพร้อมของอุปกรณ์ในการทำงาน					
9	เทคโนโลยีนวัตกรรมที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
10	รถยนต์พลังงานไฟฟ้าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
รวม						

ข้อเสนอแนะ

....

....

4.3 สรุปผลคะแนนแบบสอบความพึงพอใจต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 สรุปผลคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.4 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า

จากตาราง สรุปผลคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจ ต่อรถยนต์ไฟฟ้าได้คะแนนเฉลี่ยที่จากการสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้

ลำดับ	หัวข้อการประเมิน	คะแนนความพึงพอใจ	
		ผลการประเมิน	**หมายเหตุ**
1	ความสวยงามของรถยนต์ไฟฟ้า	4.80	-
2	ความเหมาะสมในการใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้า	4.65	-
3	ความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ไฟฟ้า	4.45	-
4	ความสะดวกในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า	4.70	-
5	พลังงานในการขับเคลื่อนมีความเหมาะสม	4.65	-
6	การใช้เวลาตามที่กำหนดและเหมาะสม	4.45	-
7	สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้	4.55	-
8	ความพร้อมของอุปกรณ์ในการทำงาน	4.30	-
9	เทคโนโลยีนวัตกรรมที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	4.20	-
10	รถยนต์พลังงานไฟฟ้าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.20	-
รวมคะแนนเฉลี่ย		**4.49**	**-**

ตารางที่ 4.2 แสดงคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ

4.5 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจ

จากการประเมินโดยใช้แบบสอบถามพบว่า ข้อที่ 1 ความสวยงามของรถยนต์ไฟฟ้า มีผลคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ได้ 4.80 คะแนน รองลงมาคือ ความสะดวกในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า โดยมีผลคะแนนที่ได้เท่ากับ 4.70 คะแนนจากการประเมินจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อรถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า รถยนต์บรรทุกขนาดเล็กในครั้งนี้ โดยทั่วไปมีคะแนนรวมเฉลี่ย 4.49 คะแนน สรุปว่ามีผลคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า รถยนต์บรรทุกขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์ดี

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวข้องกับการพัฒนารถยนต์บรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งมีดังนี้ความสูงจากฐานยึดมอเตอร์กับแบตเตอรี่ 8 เซนติเมตร ระยะห่างมอเตอร์กับชุดเกียร์ 14 เซนติเม ระยะห่างฐานยึดมอเตอร์กับชุดควบคุมมอเตอร์ 12 เซนติเมตร ความกว้างของฐานยึดมอเตอร์เซนติเมตร 20 เซนติเมตร และรถยนต์ไฟฟ้ามีน้ำหนักโดยรวม 790 กิโลกรัม โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 77.7/88.8 โวลท์ (VDC) ความจุกระแสไฟฟ้า 100 แอมป์-ชั่วโมง (AH) และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 4.5/9 กิโลวัตต์ (KW) ความเร็วรอบสูงสุด 3000 rpm โดยเป็นมอเตอร์แบบไม่มีแปลงถ่าน มาวางแทนเครื่องยนต์ ซึ่งรถยนต์บรรทุกขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า มีน้ำหนักรวมซึ่งเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ 790 กิโลกรัมของรถยนต์ไฟฟ้าจะมีขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 88.VDC8 (โวลท์) ความจุกระแสไฟฟ้า 10 แอมป์-ชั่วโมง (AH) จากการทดสอบครั้งนี้ รถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากการทดสอบพบว่าสามารถรับแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าได้ดีและสามารถขับขี่ได้เป็นระยะทาง ประมาณ 40-45 กิโลเมตร โดยใช้ความเร็วเฉลี่ย ประมาณ 40-50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและ สามารถทำความเร็วสูงสุดได้ประมาณ-7065กิโลเมตรต่อชั่วโมงโดยใช้พลังานแบตเตอรี่ 100% เมื่อแบตเตอรี่ลดลงเหลือประมาณ 20% จะสามารถขับขี่ได้อีกประมาณ 2-3 กิโลเมตร

จากการประเมินโดยใช้แบบสอบถามพบว่า ข้อที่ 1 ความสวยงามของรถยนต์ไฟฟ้า มีผลคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ได้ 4.80 คะแนน รองลงมาคือ ความสะดวกในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า โดยมีผลคะแนนที่ได้เท่ากับ 4.70 คะแนนจากการประเมินจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อรถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า รถยนต์บรรทุกขนาดเล็กในครั้งนี้ โดยทั่วไปมีคะแนนรวมเฉลี่ย 4.49 คะแนน สรุปว่ามีผลคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนารถบรรทุกขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้ารถยนต์บรรทุกขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์ดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 รถยนต์ไฟฟ้าควรจะมีระบบชาร์จไฟด้วยตัวเอง

5.2.2 ชุดควบคุมมอเตอร์ควรเก็บไว้ในห้องโดยสาร

5.2.3 รถยนต์ไฟฟ้าน่าจะขับได้เร็วกว่านี้