รถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด
Remote Controlled Mower with Adjustable bedknife

จีรเดช นามเจริญ
ชนรัตน์ สุขเจริญ
ธิดารัตน์ พรหมพงษ์
อนุชิต เพ็งชะตา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Remote Controlled Mower with Adjustable bedknife

Jeeradech Namcharoen
Chanarat Sukjaroen
Tidarat Phromphong
Anuchit Pangchata

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์
...

หัวข้อปริญญานิพนธ์	รถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด Remote Controlled Mower with Adjustable bedknife			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายจีรเดช	งามเจริญ	**รหัสนักศึกษา**	62015016
	นายชนรัตน์	สุขเจริญ	**รหัสนักศึกษา**	62015024
	นางสาวธิดารัตน์	พรหมพงษ์	**รหัสนักศึกษา**	62015058
	นายอนุชิต	เพ็งชะตา	**รหัสนักศึกษา**	62015125
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม			
ปีการศึกษา	2564			

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผศ.สุธรรม สัทธรรมสกุล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	รถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด			
	Remote Controlled Mower with Adjustable bedknife			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายจีรเดช	งามเจริญ	รหัสนักศึกษา	62015016
	นายชนรัตน์	สุขเจริญ	รหัสนักศึกษา	62015024
	นางสาวธิดารัตน์	พรหมพงษ์	รหัสนักศึกษา	62015058
	นายอนุชิต	เพ็งชะตา	รหัสนักศึกษา	62015125
ปีการศึกษา	2564			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.สุธรรม สัทธรรมสกุล			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษารถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูงใบตัด เพื่อสร้างรถตัดหญ้าในการพัฒนาการทำงานของชาวเกษตรกร ใช้พลังงานมาประยุกต์ใช้ในงานเกษตร เพื่อศึกษาการทำงานและพัฒนาการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ จากการศึกษาเบื้องต้นค้นคว้าหาวิธีที่จะใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อใช้ในการควบคุมของรถตัดหญ้าโดยการควบคุมด้วยรีโมทเพื่อส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุที่สามารถควบคุมการเดินหน้าถอยหลังเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวาโดยแบ่งออกเป็นระบบเครื่องยนต์ ระบบกำลัง ระบบรีโมทและสามารถที่จะปรับระดับใบตัดหญ้าให้มีความสูง-ต่ำของหญ้าได้ตามความต้องการ ผู้จัดได้คำนึงถึงประโยชน์ทางด้านปฏิบัติงาน การลดการออกแรง ความเมื่อยล้าจากการเดินติดตามและอยู่กลางแดดเป็นเวลานาน ดังนั้นการทำโครงการครั้งนี้เป็นการเอาการเลี้ยวขับเคลื่อนมาร่วมกับเครื่องตัดหญ้าโดยรับส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Remote Controlled Mower with Adjustable bedknife
Student Mr.Jeeradech Namcharoen
Mr.Chanarat Sukjaroen
Mss.Tidarat Phromphong
Mr.Anuchit Pangchata
Thesis Advisor Asst.Prof.Sutham Satthamsakul
Year 2021

ABSTRACT

This project is the study of a radio-controlled lawn mower with blade height adjuster to build a lawn mower to develop the work of farmers use energy for agricultural applications. To study the operation and development of the automatic control system from the preliminary study to find out how to apply technology to be applied in the control of lawn mowers by remote control to send radio signals that can control forward, backward, turn left, turn right divided into engine system, system power, remote system and able to adjust the blade level to the height - low of the grass as needed The organizers took into account the operational benefits. reduction of exertion Fatigue from walking and being in the sun for a long time Therefore, this project was to combine the propulsion of a lawn mower with a radio signal transmission.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับคำปรึกษาและความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สุธรรม สัทธรรมสกุล ที่ช่วยแนะนำจัดหาและสอนสั่งในเนื้อหาวิชาการรวมถึงสิ่งสำคัญอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านของภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเนื้อหาวิชาการและถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียไม่ได้คือ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่ช่วยสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนประสบผลสำเร็จเช่นนี้ได้

คุณค่าและคุณประโยชน์จากการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้โครงงานชิ้นนี้ประสบผลสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VIIII
สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดน่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง **3**
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า 3
2.1.1 การควบคุมมอเตอร์ 4
2.1.2 มอเตอร์ DC แบบแม่เหล็กถาวร 4
2.1.3 มอเตอร์เซอร์โว 5
2.1.4 การสูญเสีย 6
2.2 ตลับลูกปืน 6
2.2.1 ตลับลูกปืนผสม 7
2.2.2 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม 7
2.2.3 ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดายวสำหรับประกบคู่ 7
2.2.4 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว 8
2.2.5 ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องเล็ก 8
2.2.6 ตลับลูกปืนเม็ดกลมทรงกระบอก 8
2.2.7 ตลับลูกปืนเม็ดโค้ง 8
2.2.8 ตลับลูกปืนเม็ดโค้งกับรุนเม็ดโครง 9
2.2.9 ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงสองทิศทาง 9
2.3 เหล็กกล่อง 9
2.4 น็อต 9-10
2.4.1 น็อตหกเหลี่ยม 10
2.4.2 น็อตล็อค 11
2.4.3 น็อตหางปลา 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.4 น็อตสำหรับยึด 11
2.4.5 น็อตเชื่อม 12
2.5 แบตเตอรี่ 13
2.5.1 แบตเตอรี่ที่ใช้แล้วทิ้ง 13
2.5.2 แบตเตอรี่แปลงพลังงาน 13
2.6 EV024V50 14
2.7 เฟือง 14-15
2.8 โซ่ 15
2.9 เพลา 17
2.9.1 ข้อคิดในการจัดวางส่วนประกอบบนเพลา 17
2.9.2 Supporting Axial Loads 17
2.10 มอเตอร์แกนชัก 18
2.11 มอเตอร์สตาร์ 18
2.11.1 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 19
2.11.2 ตัวผลิตพลังงานไฟฟ้า 20
2.11.2.1 แบบทุ่นหมุน 20
2.11.2.2 แบบขั้วแม่เหล็กหมุน 20
2.11.2.3 แบบไม่มีการใช้แปรงถ่าน 20
2.12 โมดูลรีเลย์ 20
2.12.1 รีเลย์ประกอบด้วย 21
2.12.2 ข้อคำนึงถึงการใช้งาน 21
2.12.3 ชนิดของรีเลย์ 22
2.12.4 ประเภทของรีเลย์ 22
2.13 รีโมทคอนโทรล 22

บทที่ 3 การออกแบบและการทำงาน 23
3.1 โครสร้างและอุปกรณ์ 23
3.1.1 โครสร้างของรถ 23
3.1.2 อุปกรณ์และวงจร 24
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 25
3.2.1 ออกแบบโครงสร้าง 25
3.2.2 ดำเนินการประกอบโครงรถและติดตั้ง 26
3.2.3 ติดตั้งระบบวงจร 27
3.2.4 ทดลองระบบวงจรรถตัดหญ้า 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.5 ทดลองการใช้งานรถตัดหญ้า 29
3.3 วงจรของระบบปั่นไฟ 29
3.4 การทำงานของรีโมทคอนโทรล 30
3.5 การดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล 30
3.5.1 เตรียมรถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด 30
3.5.2 ทดลองการติดตั้งโดยกลุ่มตัวอย่าง 30
3.5.3 นำผลที่ได้ในการใช้งานมาวิเคราะห์ 30
3.5.4 สถานที่จัดเก็บข้อมูล 30
3.5.5 การจัดเก็บข้อมูลเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจ 30
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 30
3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าสถิติ 30
3.6.2 ค่าสถิติ ความถี่ข้อมูล 31
3.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 31

บทที่ 4 ผลการศึกษาค้นคว้า 32
4.1 ผลการทดลองและการอภิปราย 32
4.2 ผลการดำเนินการทดลองและการทำแบบสอบถาม 32
4.3 ผลการประเมินความคิดเห็น 34
4.4 ค่าแสดงผลความพึงพอใจของการใช้งาน 35
บทที่ 5 สรุปและอธิปรายผลการศึกษาค้นคว้า 36
5.1 สรุป 36
5.2 อภิปรายผล 37
5.3 ประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้า 37
5.4 ข้อเสนอแนะ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.. 39

ภาพผนวก.. 40

ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุ 30
4.3 ผลการประเมินความคิดเห็น... 34
4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับค่าร้อยละผู้ตอบแบบสอบถาม 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า. 3
2.2 มอเตอร์เซอร์โว 5
2.3 ตลับลูกปืน 6
2.4 เหล็กกล่อง 9
2.5 น็อต 10
2.6 น็อตหกเหลี่ยม 10
2.7 น็อตล็อค 11
2.8 น็อตหางปลา 11
2.9 น็อตสำหรับยึด 11
2.10 น็อตเชื่อม 12
2.11 แบตเตอรี่ 13
2.12 EVO24V50 14
2.13 เฟือง 14
2.14 โซ่ 15
2.15 เพลา 17
2.16 มอเตอร์แกนชัก 18
2.17 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 19
2.18 รีเลย์ 12V. 20
2.19 รีโมทคอนโทรล. 22
3.1 โครสร้างของรถ 23
3.2 อุปกรณ์และวงจร 24
3.3 ออกแบบโครงสร้าง 25
3.4 ดำเนินการประกอบโครงรถและติดตั้ง 26
3.5 ติดตั้งระบบวงจร 27
3.6 ทดลองระบบวงจรรถตัดหญ้า 28
3.7 ทดลองการใช้งานรถตัดหญ้า 29
3.3 วงจรของระบบปั่นไฟ 29
3.4 การทำงานของรีโมทคอนโทรล 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีลักษณะภูมิภาคร้อนชื้นเหมาะกับการทำเกษตร มีพื้นดินที่อุดมสมบูรณ์ปกคลุมไปด้วยวัชพืช เช่น หญ้า ที่นิยมนำมาปลูกเพื่อปกคลุมหน้าพื้นดิน ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่หันมาใส่ใจสิ่งแวดล้อมและนิยมปลูกหญ้าตาม อาคาร บ้านเรือนและสถานที่ หรือนำมาปลูกสนามหญ้าเด็กเล่นสนามฟุตบอลที่มีการเพิ่มจำนวนที่มากขึ้นอย่างรวดเร็วและการที่จะปรับระดับหญ้าให้เท่ากันทั้งสนามหรือพื้นที่ตามสถานที่ให้ไม่เป็นหลุมเป็นบ่อโดยเครื่องตัดหญ้าทั่วไปไม่สามารถปรับระดับได้เองได้เนื่องจากสมัยปัจจุบันการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวกได้ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็วเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับมนุษย์โดยฉพาะเครื่องตัดหญ้าที่มีอย่างแพร่หลายมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมต่อการใช้งาน เครื่องตัดหญ้าแบบเดิมที่มีขายกันตามท้องตลาดผู้ที่ใช้เครื่องก็ต้องเดินเข็นและวิธีการสะพานเครื่องตัดหญ้าท่ามกลางแดดที่ร้อนขึ้นทุกวัน เครื่องยนต์เป็นเครื่องยนต์ชนิดหนึ่งที่มีขนาดเล็กทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและการใช้งานเครื่องยนต์เล็กสามารถทำงานได้หลายแบบ ในต่างประเทศได้มีการนำเครื่องยนต์เล็กมาใช้กันมาเป็นเวลานานแล้วทั้งด้านทางเกษตร อุสาหกรรม เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องพ่นยาสารเคมี และในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบโปรแกรมได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการควบคุมเครื่องจักรกล

จากการศึกษาเครื่องตัดหญ้าสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าหาวิธีที่จะใช้เทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อใช้ในการควบคุมของรถตัดหญ้าใช้โดยการควบคุมด้วยรีโมทเพื่อส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุที่สามารถควบคุมการเดินหน้าถอยหลังเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวาโดยแบ่งออกเป็นระบบเครื่องยนต์ ระบบกำลัง ระบบรีโมทคอนโทรลและสามารถที่จะปรับระดับใบตัดหญ้าให้มีความสูง-ต่ำ ของหญ้าได้ตามความต้องการผู้จัดได้คำนึงถึงประโยชน์ทางด้านปฏิบัติงาน การลดการออกแรง ความเมื่อยล้าจากการเดินติดตามและกลางอยู่กลางแดดเป็นเวลานาน ดังนั้นการทำโครงการนี้จึงเป็นการเอาการเลี้ยวขับเคลื่อนมาร่วมกับเครื่องตัดหญ้าเพื่อเป็นการควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยรับส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1 เพื่อสร้างรถตัดหญ้าควบคุมระยะไกล

1.2.2 เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายเวลาออกไปตัดหญ้ากลางแจ้ง

1.2.3 เพื่อปรับระดับหญ้าสนามกีฬาให้เรียบไม่เป็นหลุมเป็นบ่อ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 สามารถใช้ได้ขณะที่มีแรงงานน้อย ไม่ต้องใช้คนเยอะ

1.3.2 การใช้พื้นที่โล่งกว้าง เป็นความสะดวกสบาย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถใช้รีโมทควบคุมระยะไกลได้

1.3.2 สามารถใช้ลดระยะเวลาในการทำงานกลางแจ้งได้

1.3.3 สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor)

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสองในการใช้งานตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการขนส่งใช้มอเตอร์ฉุดลาก เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว มอเตอร์ไฟฟ้ายังสามารถทำงานได้ถึงสองแบบ ได้แก่ การสร้างพลังงานกล และ การผลิตพลังงานไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำไปใช้งานที่หลากหลายเช่น พัดลมอุตสาหกรรม เครื่องเป่า ปั๊ม เครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน และดิสก์ไดรฟ์ มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) เช่น จากแบตเตอรี่ , ยานยนต์หรือวงจรเรียงกระแสหรือจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เช่น จากไฟบ้าน อินเวอเตอร์ หรือ เครื่องปั่นไฟ มอเตอร์ทั่วไปที่มีขนาดและคุณลักษณะมาตรฐานสูงจะให้พลังงานกลที่สะดวกสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมลักษณะตามรูป 2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดใช้สำหรับการใช้งานลากจูงเรือและการบีบอัดท่อส่งน้ำมันและปั๊มสูบจัดเก็บน้ำมันซึ่งมีกำลังถึง 100 เมกะวัตต์ มอเตอร์ไฟฟ้าอาจจำแนกตามประเภทของแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าหรือตามโครงสร้างภายในหรือตามการใช้งานหรือตามการเคลื่อนไหวของเอาต์พุตและอื่น ๆ แหล่งจ่ายไฟของมอเตอร์ DC มักจะผ่านทางตัวสับเปลี่ยนตามที่อธิบายไว้ข้างต้น ตัวสับเปลี่ยนของมอเตอร์ AC อาจเป็นได้ทั้งแบบแหวนสลิปหรือแบบภายนอกอย่างใดอย่างหนึ่งการควบคุมอาจเป็นแบบความเร็วคงที่หรือแบบความเร็วเปลี่ยนแปลงได้และอาจเป็นแบบ ซิงโครนัส หรือแบบ อะซิงโครนัส ก็ได้

รูปที่ 2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การควบคุมมอเตอร์

มอเตอร์ เอซี แบบความเร็วคงที่จะถูกควบคุมความเร็วด้วยตัวสตาร์ทแบบ (direct-on-line) หรือ (soft-start) มอเตอร์ เอซี แบบความเร็วแปรได้จะใช้ตัวปรับความเร็วที่เป็นพาวเวอร์อินเวอร์เตอร์ หรือตัวปรับแบบใช้ความถี่หรือใช้เทคโนโลยีตัวสับเปลี่ยนอิเล็กทรอนิกส์หลายแบบแตกต่างกัน คำว่าตัวสับเปลี่ยนอิเล็กทรอนิกส์มักจะเกี่ยวข้องกับการใช้งานของตัวสับเปลี่ยนที่ไม่ใช้แปรงถ่านในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และใน (enswathed reluctance motor) มอเตอร์ที่ขดลวดอยู่บนสเตเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานบนหลักการทางกายภาพที่แตกต่างกันสามประการคือ แม่เหล็ก, ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้าที่เกิดจากการกดดันทางกลไกที่มีต่อผลึกที่ไม่นำไฟฟ้า โดยที่พบมากที่สุดคือ แม่เหล็กในมอเตอร์แม่เหล็ก สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นทั้งในโรเตอร์และสเตเตอร์ สิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างสองสนามนี้คือแรงบิดที่เพลาของมอเตอร์ สนามแม่เหล็กอันใดอันหนึ่งหรือทั้งสองสนามจะต้องถูกทำให้เปลี่ยนแปลงไปกับการหมุนของโรเตอร์ ซึ่งจะทำได้โดยการสลับขั้วเปิดและปิดในเวลาที่ถูกต้องหรือการเปลี่ยนแปลงความเข้มของขั้วแม่เหล็กประเภทหลักของมอเตอร์ แบ่งเป็น มอเตอร์กระแสตรง และ มอเตอร์กระแสสลับ มอเตอร์กระแสตรงกำลังจะถูกแทนที่ด้วยมอเตอร์กระแสสลับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมีทั้งแบบ อะซิงโครนัส และ ซิงโครนัส เมื่อเริ่มทำงาน ซิงโครนัสมอเตอร์ต้องหมุนไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กในทุกสภาวะของแรงบิดปกติในซิงโครนัสมอเตอร์ สนามแม่เหล็กจะต้องเกิดขึ้นโดยวิธีอื่นนอกเหนือจากการเหนี่ยวนำ เช่นจากขดลวดที่แยกต่างหากหรือจากแม่เหล็กถาวรมันเป็นเรื่องปกติที่จะแยกแยะความแตกต่างของความสามารถของพลังงานที่ออกมาของมอเตอร์กับเกณฑ์แรงม้าที่มีค่าเป็นหนึ่ง เพื่อที่ว่าแรงม้าเลขจำนวนเต็มหมายถึงมอเตอร์มีแรงม้าเท่ากับ หรือสูงกว่าเกณฑ์ และ แรงม้าที่เป็นเศษส่วน

2.1.2 มอเตอร์ ดีซี แบบแม่เหล็กถาวร

มอเตอร์แม่เหล็กถาวรไม่ได้มีสนามแม่เหล็กจากขดลวดบนสเตเตอร์ แต่อาศัยสนามจากแม่เหล็กถาวรแทนในการปฏิสัมพันธ์กับสนามแม่เหล็กของโรเตอร์เพื่อสร้างแรงบิด ขดลวดชดเชยที่ต่ออนุกรมกับอเมเจอร์อาจถูกนำมาใช้ในมอเตอร์ขนาดใหญ่เพื่อปรับปรุงการสับเปลี่ยนภายใต้โหลดเนื่องจากสนามนี้มีค่าคงที่ จึงใช้ปรับความเร็วไม่ได้ สนามแม่เหล็กถาวร (สเตเตอร์) มีความสะดวกในมอเตอร์ขนาดจิ๋ว ที่จะจำกัดการบริโภคพลังงานของขดลวด มอเตอร์ ดีซี ขนาดใหญ่ส่วนมากเป็นแบบ "ไดนาโม" ที่มีขดลวดในสเตเตอร์ ในอดีต แม่เหล็กถาวรไม่สามารถรักษา (flux) ที่สูงไว้ได้ถ้าถูกถอดออกเป็นชิ้นขดลวดจึงจำเป็นเพื่อให้ได้ปริมาณของ (flux) ตามต้องการ อย่างไรก็ตาม แม่เหล็กถาวรขนาดใหญ่จะมีราคาแพง ทั้งอันตรายและยากที่จะประกอบขดลวดจึงเป็นที่นิยมสำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่เพื่อลดน้ำหนักและขนาด มอเตอร์แม่เหล็กถาวรขนาดจิ๋วอาจใช้แม่เหล็กพลังงานสูงที่ทำด้วย สารนีโอดิเมียม หรือสารเชิงกลยุทธ์อื่น ๆ เช่น ส่วนใหญ่เป็นโลหะผสม นีโอดิเมียม-เหล็ก-โบรอน ด้วยความหนาแน่นที่สูงกว่าของฟลักซ์ของสารเหล่านี้ มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้แม่เหล็กถาวร พลังงานสูงมีความสามารถในการแข่งขันน้อยกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าแบบซิงโครนัสที่ถูกออกแบบอย่างดีสุดแบบ (single feed) และมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 มอเตอร์เซอร์โว

เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่งมักจะขายเป็นโมดูลสำเร็จรูปลักษณะตามรูปที่ 2.2 ถูกใช้ภายในระบบการควบคุมตำแหน่งหรือการควบคุมความเร็วส่วนใหญ่จะควบคุมวาล์ว เซอร์โวมอเตอร์ (Servomotors) ถูกใช้ในงาน เช่น เครื่องมือกลปากกา (plotters) และระบบที่เป็นกระบวนการอื่น ๆ มอเตอร์ที่มีไว้สำหรับใช้ใน กลไกลเซอร์โว (servomechanism) ต้องมีคุณสมบัติสำหรับความเร็ว แรงบิดและการใช้พลังงาน ความเร็วเมื่อเทียบกับแรงบิดเป็นสิ่งที่สำคัญและมีค่าสูงสำหรับเซอร์โวมอเตอร์ลักษณะการตอบสนองแบบไดนามิก เช่น แรงเหนี่ยวนำของขดลวดและความเฉื่อยของโรเตอร์ยังมีความสำคัญปัจจัยเหล่านี้จำกัดประสิทธิภาพโดยรวมของ วงจรกลไกลเซอร์โว (servomechanism loop) ในขณะที่เซอร์โวลูปที่มีประสิทธิภาพขนาดใหญ่แต่ตอบสนองช้า อาจจะใช้ เอซี หรือ ดีซี มอเตอร์ธรรมดาและระบบขับเคลื่อนที่ใช้การฟีดแบ็คแบบตำแหน่งหรือแบบความเร็วของมอเตอร์ เมื่อความต้องการการตอบสนองแบบไดนามิกเพิ่มขึ้น การออกแบบมอเตอร์แบบพิเศษเพิ่มเติมอย่าง เช่น มอเตอร์ไร้แกนถูกนำมาใช้ ความหนาแน่นของพลังงานและคุณสมบัติในการเร่งความเร็วที่เหนือกว่าของมอเตอร์ เอซี เมื่อเทียบกับมอเตอร์ ดีซี มีแนวโน้มที่จะสนับสนุนการใช้งานของการใช้งานมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรซิงโครนัส, BLDC, เหนี่ยวนำ และ การใช้งาน ไดรฟ์ระบบเซอร์โวแตกต่างจากการใช้งานบางอย่างของมอเตอร์หมุนทีละขั้นในส่วนที่เป็นตำแหน่งป้อนกลับที่ให้อย่างต่อเนื่องในขณะที่มอเตอร์กำลังทำงาน ระบบ (stepper) ช่วยให้มอเตอร์ไม่พลาดขั้นบันไดเพื่อความแม่นยำระยะสั้น ถึงแม้ว่าระบบอาจมีสวิทช์ที่บอกตำแหน่งบ้านหรือองค์ประกอบอื่น ๆ ที่จะให้ความมั่นคงในระยะยาวของการควบคุม ตัวอย่างเช่นเมื่อเครื่องพิมพ์ดอทเมทริกซ์ทั่วไปจะเริ่มต้นพิมพ์ ตัวควบคุมจะขับมอเตอร์หัวพิมพ์ไปอยู่ด้านซ้ายสุดของแถวที่จุดนั้นเซ็นเซอร์ตำแหน่งจะกำหนดตำแหน่งบ้านและหยุดมอเตอร์ตราบเท่าที่เปิดเครื่องอยู่ตัวนับขั้นแบบสองทิศทางในไมโครโปรเซสเซอร์ของเครื่องพิมพ์จะคอยติดตามตำแหน่งของหัวพิมพ์แรงเคลื่อนไฟฟ้าย้อนกลับขณะที่ขดลวดอเมเจอร์ของมอเตอร์กระแสตรงกำลังเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นบนขดลวดนั้น แรงดันไฟฟ้านี้มีแนวโน้มที่จะต่อต้านกับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ดังนั้นจึงเรียกว่า "แรงเคลื่อนไฟฟ้าย้อนกลับ" (back EMF) แรงดันไฟฟ้าที่เป็นสัดส่วนกับความเร็วในการทำงานของมอเตอร์บวกแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานภายในของขดลวดและแปรง จะต้องเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แปรงถ่าน สิ่งนี้คือกลไกพื้นฐานของการควบคุมความเร็วในมอเตอร์ ดีซี ถ้าโหลดเพิ่มมอเตอร์จะช้าลง ซึ่งเป็นผลให้ลดลงและกระแสจะถูกดึงจากแหล่งจ่ายมากขึ้น กระแสที่เพิ่มขึ้นนี้จะเพิ่มแรงบิดเพื่อให้สมดุลกับโหลดใหม่ในมอเตอร์ เอซี บางครั้งก็เป็นประโยชน์ที่จะพิจารณาแหล่งที่มาของ (back emf) สิ่งนี้เป็นความกังวลโดยเฉพาะสำหรับการควบคุมความเร็วแบบปิดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 มอเตอร์เซอร์โว

2.1.4 การสูญเสีย

การสูญเสียในมอเตอร์ส่วนใหญ่เนื่องจากการสูญเสียในความต้านทานของขดลวด การสูญเสียในแกนและการสูญเสียทางกลในแบริ่ง และการสูญเสียทางอากาศพลศาสตร์ถ้าใช้พัดลมระบายความร้อนความสูญเสียยังเกิดขึ้นในตัวแลกเปลี่ยนอีกด้วย ตัวแลกเปลี่ยนแบบกลไกทำให้เกิดประกายไฟ และ ตัวแลกเปลี่ยนแบบอิเล็กทรอนิกส์ทำให้เกิดความร้อน

2.2 ตลับลูกปืน (Bearing)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับการหมุนของเพลา โดยตลับลูกปืนมีหน้าที่ถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นจากเพลาลงไปสู่ฐานเครื่องยนต์ และลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้ช่วยเพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักรกล ลดการสึกหรอ แต่ตลับลูกปืนมักจะเสื่อมสภาพเร็วเนื่องจากตลับลูกปืนถือว่าเป็นจุดวิกฤตของเครื่องมือกลลับลูกปืนทำหน้าที่รองรับและรักษาตำแหน่งชิ้นส่วนของเครื่องจักรงานหมุนต่อเนื่องหรือหมุนไปกลับ เช่น เพลา แกน หรือล้อ และส่งถ่ายกำลังระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องจักร ตลับลูกปืนเหล่ามีความแม่นยำสูงและแรงเสียดทานต่ำ ดังนั้นจึงรองรับความเร็วการหมุนได้สูงพร้อมทั้งลดเสียงรบกวน ความร้อน ความสิ้นเปลืองพลังงาน และการสึกหรอ ตลับลูกปืนเป็นชิ้นส่วนที่ราคาไม่แพงมากนัก ทั้งยังสามารถใช้เปลี่ยนทดแทนกันได้ โดยปกติแล้วมิติขนาดจะผลิตมาตามมาตรฐานระดับประเทศหรือระดับนานาชาติ สามารถค้นหาตลับลูกปืน อุปกรณ์เสริม และบริการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการด้านประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้อย่างหลากหลาย ครอบคลุมทุกลักษณะงานลักษณะดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 ตลับลูกปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings)

ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกแถวเดียวเป็นตลับลูกปืนที่มีการนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ร่องรางวิ่งของทั้งวงแหวนในและนอกมีลักษณะเป็นวงโค้ง (circular arcs) ซึ่งมีรัศมีโตกว่าของเม็ดบอล นอกเหนือจากแรงในแนวรัศมีที่รับได้แล้ว ยังสามารถรับแรงในแนวแกนได้ทั้งสองทิศทางด้วยในงานที่ต้องการความเร็วสูงและสูญเสียพลังงานต่ำ เนื่องจากแรงบิดต่ำ ตลับลูกปืนนี้มีทั้งแบบเปิด ฝาเหล็ก ซีลยาง ซึ่งอาจติดตั้งอยู่ทั้งสองด้านของตลับลูกปืน โดยภายในบรรจุจารบีเอาไว้ ในบางครั้งอาจมีแหวนล๊อก (snap ring) อยู่ที่ผิวนอกวงแหวนนอก รังที่ใช้โดยมากเป็นรังเหล็ก

2.2.2 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม (Angular contact ball bearings)

ตลับลูกปืนแบบนี้สามารถรับแรงในแนวรัศมี และแนวแกนได้ทิศทางเดียว มุมสัมผัสมีทั้ง 15 25 30 40 องศา มุมสัมผัสยิ่งมากก็ยิ่งสามารถรับแรงในแนวแกนได้มาก ค่ามุมสัมผัสน้อยเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความเร็วสูง โดยทั่วไปมักใช้ตลับลูกปืนชนิดนี้เป็นคู่ โดยจะมีการปรับช่องว่างภายในอย่างเหมาะสม สำหรับตลับลูกปืนที่มีความเที่ยงตรงสูงจะมีมุมสัมผัสน้อยกว่า 30 และใช้รังโพลียามาย (Polyamide resin cage)

2.2.3 ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมแถวเดี่ยวสำหรับประกบคู่ (Angular contact ball bearings single row,for paired nounting)

การนำตลับลูกปืนแนวรัศมี 2 ตลับมารวมกันในการใช้งานเราเรียกว่าการประกบคู่ (Duplex pair) ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ตลับลูกปืนเม็ดกลมเชิงมุม หรือตลับลูกปืนเทเปอร์มาทำการประกอบ การประกบคู่ทำได้ทั้งแบบหน้าชนหน้า ซึ่งวงแหวนนอกหันหน้าชนกัน (แบบ DF) แบบหลังชนหลัง (แบบ DB) หรือหันหน้าเรียงตามกัน ในทิศทางเดียว (DT) การประกอบแบบ (DF) และ (DB) สามารถรับแรงแนววรัศมีและแนวแกนได้ทั้งสองทิศทาง แบบ (DT) จะใช้เมื่อมีแรงในแนวแกนแรงหนึ่งซึ่งมีค่าสูงมากในทิศทางเดียว จึงจำเป็นต้องกำหนดให้รับแรงเท่ากันในตลับลูกปืนแต่ละตัว

2.2.4 ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว (Angular contact ball bearings double row)

ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถวนั้น โดยพื้นฐานแล้วคือตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวติดตั้งแบบหลังชนหลัง ต่างกันที่แบบสองแถวนั้นมีวงแหวนในหนึ่งวง วงแหวนนอกหนึ่งวง และแต่ละวงมีรางวิ่งของตนเอง ตลับลูกปืนแบบนี้สามารถรับแรงแนวแกนได้สองทิศทาง

2.2.5 ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings)

ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมสี่จุดนั้นวงแหวนในและวงแหวนนอกแยกออกจากกันได้ เนื่องจากวงแหวนในแยกออกจากกันในระนาบรัศมี สามารถรับแรงในแนวแกนได้ สองทิศทางลูกกลิ้งทำมุม 35 องศา กับวงแหวนแต่ละวง ตลับลูกปืนสัมผัสเชิงมุมสี่จุด เพียงหนึ่งตลับเท่านั้นที่สามารถทดแทนตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมแถวเดียวที่ประกบแบบหน้าชนหน้า หรือหลังชนหลัง รังที่ใช้ทั่วไปมักเป็นทองเหลืองกลึงขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ตลับลูกปืนเม็ดกลมทรงกระบอก (Cylindrical roller thrust bearings)

ตลับลูกปืนนี้เม็ดลูกกลิ้ง ซึ่งมีลักษณะทรงกระบอกยาวจะสัมผัสเป็นเส้นตรงกับรางวิ่งมีความสามารถในการรับแรงในแนวรัศมีได้สูง และเหมาะกับงานความเร็วสูง ลักษณะของตลับลูกปืนมีหลายแบบทั้ง NU NJ NUP N NF สำหรับตลับลูกปืนแถวเดียว และ NNU NN สำหรับตลับลูกปืนสองแถว วงแหวนนอก และวงแหวนในของทุกแบบสามารถถอดแยกได้ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอกบางแบบไม่มีโครง หรือสันขอบ (Rib) ที่วงแหวนใน หรือวงแหวนนอกดังนั้นวงแหวนสามารถเคลื่อนที่ตามแนวแกนได้ เมื่อเทียบกับอีกวงหนึ่ง (เคลื่อนที่สัมพันธ์กัน) ซึ่งสามารถให้เป็นตลับลูกปืนที่ไม่กำหนดตำแหน่ง ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอกไม่ว่าวงแหวนในหรือนอกมีโครง 2 ด้าน หรือวงแหวนหนึ่งมีหนึ่งด้านก็สามารถรับแรงในแนวแกนได้ทิศทางเดียว ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอก 2 แถว มีความแข็งเกร็งแนวรัศมีแนวรัศมีสูงและใช้กับเครื่องมือกลที่มีความเที่ยงตรงสูงปกติทั่วไปแล้วจะใช้รังเหล็ก หรือทองเหลืองกลึงขึ้นรูปแต่ในบางครั้งก็ใช้รังโพลียามาขึ้นรูป

2.2.7 ตลับลูกปืนเม็ดโค้ง (Spherical roller bearings)

ตลับลูกปืนชนิดนี้เม็ดตลับลูกปืนมีลักษณะคล้ายถังไม้โค้ง หรือเรียกว่า (barrel shaped roller) อยู่ระหว่างวงแหวนในซึ่งมีสองรางวิ่งและวงแหวนนอกซึ่งมีหนึ่งรางวิ่ง การที่ศูนย์กลางความโค้งของผิวหนังรางวิ่งของวงแหวนนอกเป็นจุดเดียวกับแกนของตลับลูกปืนทำให้ตลับลูกปืนปรับแนวได้เองดังนั้นหากเพลาหรือตลับลูกปืนเกิดโก่งตัวหรือเกิดการเยื้องแนวจากแนวแกน ก็จะสามารถรับตัวเองได้โดยอัตโนมัติ ทำให้ไม่เกิดแรงที่สูงเกินไปมากระทำต่อตลับลูกปืน ตลับลูกปืนเม็ดโค้งนั้นไม่เพียงแต่สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้สูง แต่ยังสามารถรับแรงในแนวแกนได้สองทิศทางอีกด้วยมีความสามารถในการรับแรงแนวรัศมีได้อย่างดีและเหมาะสำหรับใช้งานที่มีแรงกระแทกสูง บางแบบอาจมีรูเอียงซึ่งอาจใช้ติดตั้งโดยตรงบนเพลาเอียงหรือติดตั้งบนเพลาตรงโดยใช้ ปลอกปรับขนาด (adapter sleeve) หรือปลอกสวม (withdrawal sleeve) ปกติใช้รังเหล็กปั๊มขึ้นรูป รังโพลียามายหล่อและรังทองเหลือกลังขึ้นรูป

2.2.8 ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดโค้ง (Spherical roller thrust bearings)

ตลับลูกปืนชนิดนี้มีรางวิ่งโค้งหนึ่งรางอยู่ที่แหวนตัวเรือนและมีเม็ดลูกกลิ้งรูปโค้งวางเรียงอยู่โดยรอบรางวิ่งที่มีลักษณะโค้งของแหวนรองตัวเรือนนี้นั้นทำให้ตลับลูกปืนปรับแนวได้เองและสามารถรับแรงในแนวแกนที่สูงมากทั้งยังสามารถรับแรงในแนวรัศมีได้ปานกลาง ในขณะที่รับแรงในแนวแกนอยู่ด้วย โดยทั่วไปใช้รังเหล็กปั๊มขึ้นรูป หรือรังทองเหลืองกลึงขึ้นรูป

2.2.9 ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงสองทิศทาง (Thrust ball bearings double direction)

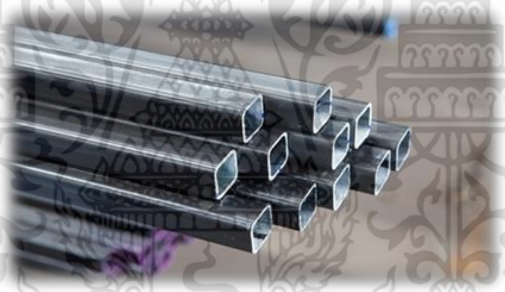
สำหรับตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมรับแรงสองทิศทางนั้นจะมีวงแหวนสามวง วงแหวนกลาง (center ring) จะสวมติดกับเพลา ยังมีตลับลูกปืนกันรุนเม็ดกลมที่มีแหวนรองปรับแนวได้เอง (aligning seat washer) อีกด้วย ซึ่งแหวนนี้จะอยู่ส่วนล่างของแหวนรองตัวเรือน เพื่อรับการเยื้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวของเพลา หรือการติดตั้งที่ไม่พอดีโดยปกติแล้วจะใช้รังเหล็กปั๊มขึ้นรูปในตลับลูกปืนขนาดเล็ก และรังกลึงขึ้นรูป ใช้กับตลับลูกปืนขนาดใหญ่

2.3 เหล็กกล่อง (Steel Tube)

ที่นิยมเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เหล็กแป๊บ เป็นเหล็กในกลุ่มเหล็กโครงสร้างมีคุณสมบัติพิเศษคือ สามารถรับแรงต้านขณะใช้งานได้ดี นิยมใช้ทำโครงหลังคาเหล็ก หรือคานเหล็ก เหล็กกล่องแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูปที่ 2.4 และ เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เหล็กแป๊บเหลี่ยม) คือเหล็กกล่องที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวมาตรฐานเส้นละ 6 เมตร หรือ 6,000 มิลลิเมตร การวัดความยาวนิยมวัดเป็นหน่วยมิลลิเมตร วัดแล้วต้องมีค่า +/- ได้ไม่เกิน 2% (ยาวไม่เกิน 6,120 มิลลิเมตร และไม่สั้นกว่า 5,880 มิลลิเมตร) ทุกเส้นต้องยาวเท่ากัน เหล็กกล่อง ประเภทนี้ นิยมนำมาใช้กับโครงสร้างที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมากนัก เช่น เสา นั่งร้าน สามารถนำไปใช้แทนไม้หรือคอนกรีตได้โดยการนำไปประยุกต์ เพราะมีน้ำหนักเบา และแข็งแรง ทนทาน เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า (เหล็กแป๊บแบน) คือเหล็กกล่องที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยาวมาตรฐานเท่ากันกับเหล็กแป๊บเหลี่ยม ทุกเส้นยาวเท่ากัน เหล็กกล่อง ประเภทนี้ใช้ทำ เสา นั่งร้าน และนำไปใช้แทนไม้หรือคอนกรีตได้เช่นเดียวกันกับเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส



รูปที่ 2.4 เหล็กกล่อง

2.4 น็อต (Nut)

ที่มักเรียกกันว่า หัวน็อต หมายถึง น็อตตัวเมีย มีลักษณะคล้ายแหวนมีรูตรงกลางภายในจะมีร่องเป็นเกลียวเพื่อที่จะสามารถหมุนเข้ากับสกรูได้ลักษณะดังรูปที่ 2.5 หัวน็อตมีหลายประเภท เช่น หัวน็อตหกเหลี่ยม หัวน็อตติดจาน หัวน็อตกลม เป็นต้นสกรูและน็อต อุตสาหกรรม มีหน้าที่คล้ายตะปู แต่จะอาศัยแรงหมุนเพื่อให้เกลียวเคลื่อนเจาะทะลุเข้าไปใน เนื้อวัตถุได้ เหมาะสำหรับงานยึดติด ในโรงงานอุตสาหกรรม สกรูและน็อต อุตสาหกรรม เป็นวัสดุที่จำเป็นอย่างมากสำหรับการยึดวัตถุสองชิ้นให้ติดกัน มีหน้าที่คล้ายตะปูแต่จะอาศัยแรงหมุนเพื่อให้เกลียวเคลื่อนเจาะทะลุเข้าไปในเนื้อวัตถุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 น็อต

2.4.1 หกเหลี่ยม (Hex Nuts)

ลักษณะของน็อตหกเหลี่ยม คือ รูปร่างภายนอกจะมีมุมทั้งหมดหกเหลี่ยมมีรูตรงกลางและมีเกลียวภายในเพื่อใช้หมุนหรือขันให้เข้ากับสกรู ลักษณะดังรูปที่ 2.6 ซึ่งน็อตหกเหลี่ยมนั้นยังสามารถแบ่งแยกออกไปได้อีกหลากหลายประเภทหน้าที่ของน็อตหกเหลี่ยมคือ ล็อคตัวสกรูยึดวัสดุไว้ให้มีความแน่นหนามากขึ้น ป้องกันการคลายหรือหลุดของตัวสกรู ซึ่งอาจส่งผลต่อความเสียหาย ทำให้วัตถุทั้ง 2 ชิ้นเลื่อนหลุดจากกัน ในส่วนของหลักการทำงานทั่วไปของน็อตหกเหลี่ยมคือใช้สกรูร้อยผ่านรูตรงกลางของน็อตเพื่อยึดวัตถุทั้ง 2 ชิ้นตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นใช้ไขควงหรืออุปกรณ์เครื่องมือช่าง เพื่อที่จะหมุนเกลียวของน็อตหกเหลี่ยมให้เข้าที่เป็นการป้องกันไม่ให้วัตถุทั้ง 2 ชิ้นแยกจากกัน

รูปที่ 2.6 น็อตหกเหลี่ยม

2.4.2 น็อตล็อค (Lock Nuts)

ประเภทของน็อตและรูปแบบการแบ่งของน็อตตามรูปทรงและการใช้งานการใช้งานวัตถุที่ผ่านการขันน็อตและสกรูบางชนิด จำเป็นต้องใช้งานที่มีการสั่นสะเทือนซึ่งส่งผลอาจทำให้เกิดการคลายตัวน็อตได้ เพื่อช่วยในการป้องกันการคลายเกลียวจากงานที่มีการสั่นสะเทือนลักษณะดังรูปที่ 2.7 ซึ่งนิยมใช้งานโดยกว้างทั้งในงานก่อสร้าง หรืองานเครื่องยนต์ขนาดใหญ่เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 น็อตล็อค

2.4.3 น็อตหางปลา (Wing Nuts)

รูปแบบการแบ่งของน็อตตามรูปทรงและการใช้งานลักษณะของน็อตหางปลาจะมีส่วนที่ยื่นออกมาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน คล้ายกับหางปลาลักษณะดังรูปที่ 2.8 น็อตชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งาน สามารถลดการใช้อุปกรณ์หรือพึ่งพาเครื่องมือต่าง ๆ ได้เพราะตัวน็อตหางปลาสามารถที่จะใช้มือในการหมุดบิดเกลียวให้แน่น อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับงานได้อย่างหลากหลาย เช่น งานที่ต้องใช้ความรวดเร็วในการประกอบและการถอด งานประกอบชิ้นส่วนเครื่องใช้ หรือเฟอร์นิเจอร์ภายในบ้าน เป็นต้น

รูปที่ 2.8 น็อตหางปลา

2.4.4 น็อตสำหรับยึด (Cage Nuts)

รูปแบบการแบ่งของน็อตตามรูปทรงและการใช้งานน็อตที่ใช้สำหรับการยึดอุปกรณ์ หรืออาจะเรียกว่าน็อตยึดมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านข้างจะมีขายื่นออกมาโดยเวลาที่จะประกอบจะต้องบีบขาน็อตและใส่ลงตามช่องมีลักษณะดังรูปที่ 2.9 น็อตชนิดนี้พบได้บ่อยในงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านต่าง ๆ ข้อดีของน็อตชนิดนี้ คือ ใช้งานง่าย สะดวก สามารถเสียบตัวน็อตเข้าได้เลยทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 น็อตสำหรับยึด

2.4.5 น็อตเชื่อม (Weld Nuts)

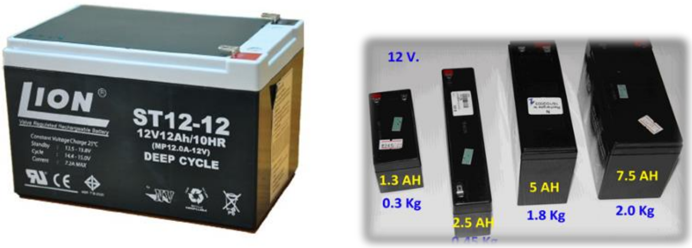
น็อตชนิดนี้มีรูปร่างลักษณะเหมือนกับน็อตหกเหลี่ยมทุกประการแตกต่างกันตรงลักษณะงานที่ใช้ โดยน็อตชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับงานที่ต้องเชื่อมติดกับวัสดุ เช่น งานเชื่อมเหล็ก โดยลักษณะพิเศษเล็ก ๆ ของตัวน็อตที่สามารถใช้แยกออกจากน็อตชนิดอื่นได้ คือ บริเวณมุมของน็อตจะมีส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อใช้เป็นจุดเชื่อมต่อกับวัสดุนั่นเองลักษณะดังรูปที่ 2.10 ซึ่งน็อตเชื่อมมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด บางชนิดมีบ่าเข้ามาเพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งานให้สามารถกำหนดตำแหน่งได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น สำหรับประโยชน์ของน็อตชนิดนี้ คือ ทำให้โลหะชนิดบางมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 2.10 น็อตเชื่อม

2.5 แบตเตอรี่ (Battery)

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมี หนึ่งเซลล์หรือมากกว่าที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มี ขั้วบวก (cathode) และ ขั้วลบ (anode) ขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่มีเครื่องหมายลบ ขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือแหล่งที่มาของอิเล็กตรอนที่เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหลและส่งมอบพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอกเมื่อแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอกสารอิเล็กโทรไลต์มีความสามารถที่จะเคลื่อนที่โดยทำตัวเป็นไอออนยอมให้ปฏิกิริยาทางเคมีทำงานแล้วเสร็จในขั้วไฟฟ้าที่อยู่ห่างกัน เป็นการส่งมอบพลังงานให้กับวงจรภายนอกลักษณะตามรูปที่ 2.11 การเคลื่อนไหวของไอออนเหล่านั้นที่อยู่ในแบตเตอรี่ที่ทำให้เกิดกระแสไหลออกจากแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แบตเตอรี่

เบนจามิน แฟรงคลิน ผู้ซึ่งในปี 1748 ได้อธิบายกลุ่มของอุปมาว่าเป็น แบตเตอรี่ของปืนใหญ่ เบนจามิน แฟรงคลิน ยืมคำว่า แบตเตอรี่ จากกองทัพที่หมายถึงอาวุธที่ทำงานด้วยกัน อาเลสซานโดร โวลตา ได้สร้างและได้อธิบายแบตเตอรี่ไฟฟ้าเคมีตัวแรก (voltaic pile) ในปี 1800 นี่เป็นชั้นซ้อนกันของแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีคั่นโดยจานกระดาษชุ่มด้วยน้ำเกลือ มันสามารถผลิตกระแสที่คงที่ได้เป็นเวลานานทีเดียว โวลตาไม่ได้พอใจที่โวลเตจเกิดจากปฏิกิริยาเคมี คิดว่าเซลล์ของเขาเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ไม่หมดและการกัดกร่อนที่กระทบต่อขั้วไฟฟ้าทั้งสองเป็นเพียงสิ่งรบกวนมากกว่าจะเป็นผลตามมาที่ไม่อาจเลี่ยงได้ของการปฏิบัติงานของ ไมเคิล ฟาราเดย์ แสดงให้เห็นในปี 1834 จากมุมมองของผู้ใช้แบตเตอรี่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนั้นแบตเตอรี่ชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ และแบตเตอรี่ชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ไม่ได้ ซึ่งนิยมใช้อย่างแพร่หลายทั้งสองชนิด

2.5.1 แบตเตอรี่ใช้แล้วทิ้งเรียกอีกอย่างว่า เซลล์ปฐมภูมิ

ใช้ได้ครั้งเดียว เนื่องจากไฟฟ้าที่ได้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีเมื่อสารเคมีเปลี่ยนแปลงหมดไฟฟ้าก็จะหมดจากแบตเตอรี่ แบตเตอรี่เหล่านี้เหมาะสำหรับใช้ในอุปกรณ์ขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ใช้ไฟน้อยหรือในที่ที่ห่างไกลจากพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ

2.5.2 แบตเตอรี่แปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง

แบตเตอรี่ประกอบด้วยเซลล์แบบโวลตาได้มากกว่าหนึ่งเซลล์ แต่ละเซลล์ประกอบด้วยสอง ครึ่งเซลล์ ที่เชื่อมต่อเรียงกันเป็นแถวโดยสารอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าที่มีไอออนที่มีประจุลบ (anion) และไอออนที่มีประจุบวก (cation) ครึ่งเซลล์หนึ่งตัวจะมีอิเล็กโทรไลต์และขั้วลบ (อิเล็กโทรดที่แอนไอออนวิ่งเข้าหา) อีกครึ่งเซลล์หนึ่งจะมีอิเล็กโทรไลต์และขั้วบวก อิเล็กโทรดที่แคทไอออนวิ่งเข้าหา Redox ปฏิกิริยา Redox เป็นตัวให้พลังงานกับแบตเตอรี่แคทไอออนจะลดลง (อิเล็กตรอนมีการเพิ่ม) ที่แคโทดระหว่างการชาร์จประจุในขณะที่แอนไอออนจะถูกออกซิไดซ์ (อิเล็กตรอนจะถูกลบออก) ที่ขั้วบวกระหว่างการชาร์จในระหว่างการดีสชาร์จกระบวนการจะเป็นตรงกันข้าม ขั้วไฟฟ้าทั้งสองไม่ได้สัมผัสกันแต่เชื่อมต่อทางไฟฟ้าโดย อิเล็กโทรไลต์ เซลล์บางตัวใช้อิเล็กโทรไลต์แตกต่างกันสำหรับแต่ละครึ่งเซลล์ ตัวคั่นช่วยให้ไอออนไหลระหว่างครึ่งเซลล์ แต่จะช่วยป้องกันการผสมของอิเล็กโทรไลต์ทั้งสองด้าน แต่ละครึ่งเซลล์มี แรงเคลื่อนไฟฟ้า (หรือ EMF) ที่กำหนดโดยความสามารถของมันในการขับกระแสไฟฟ้าจากภายในสู่ภายนอกของเซลล์

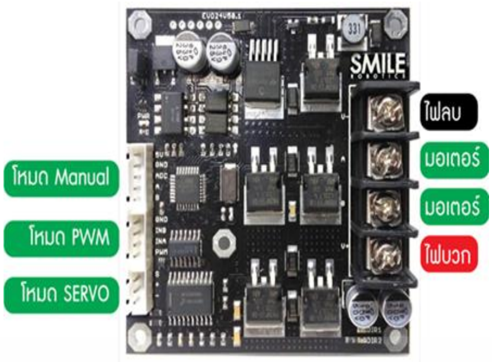
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงเคลื่อนไฟฟ้าสุทธิของเซลล์คือความแตกต่างระหว่าง EMF ของครึ่งเซลล์ของมันดังนั้นหากขั้วไฟฟ้ามีสุทธิคือความแตกต่างระหว่าง (Reduction potential) ของ ครึ่งปฏิกิริยาแรงขับไฟฟ้าหรือที่ตกคร่อมขั้วของเซลล์เรียกว่า แรงดันไฟฟ้า (แตกต่าง) ที่ขั้วและถูกวัดเป็น โวลต์ แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเซลล์ที่ไม่ใช่ทั้งกำลังชาร์จและดีสชาร์จเรียกว่า แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด และเท่ากับ emf ของเซลล์ผลจากความต้านทานภายใน แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเซลล์ที่กำลังดีสชาร์จจึงมีขนาดเล็กกว่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด และแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของเซลล์ที่กำลังชาร์จก็จะมีมากเกินแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด เซลล์ในอุดมคติจะมีความต้านทานภายในเล็กน้อยจนตัดทิ้งได้ ดังนั้นมันจึงจะรักษาระดับแรงดันที่ขั้วให้มีค่าคงที่จนหมดแรง แล้วลดลงไปอยู่ที่ศูนย์ ถ้าเซลล์ดังกล่าวสามารถรักษาระดับไว้ที่ 1.5 โวลต์และจัดเก็บประจุจำนวนหนึ่ง คูลอมบ์ จากนั้นเมื่อมันดีสชาร์จอย่างสมบูรณ์มันควรจะทำงานได้ 1.5 จูล ในเซลล์ปกติ ความต้านทานภายในจะเพิ่มระหว่างการดีสชาร์จ และแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดก็จะลดลงด้วยระหว่างการดีสชาร์จ ถ้าแรงดันไฟฟ้าและความต้านทานถูกวาดเป็นกราฟกับแกนเวลา รูปกราฟที่ได้มักจะเป็นเส้นโค้ง รูปร่างของเส้นโค้งจะแปรไปตามคุณสมบัติทางเคมีและการจัดแจงภายใน แรงดันไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นระหว่างขั้วไฟฟ้าของเซลล์จะขึ้นอยู่กับการปลดปล่อยพลังงานของปฏิกิริยาเคมีของขั้วไฟฟ้าและอิเล็กโทรไลต์ของมัน เซลล์แบบอัลคาไลน์ และแบบ สังกะสีคาร์บอน มีปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกัน แต่มี EMF ประมาณเดียวกันที่ 1.5 โวลต์ ในทำนองเดียวกัน เซลล์แบบ NiCd และแบบ NiMH จะมีเคมีที่แตกต่างกัน แต่มี EMF ประมาณเดียวกันที่ 1.2 โวลต์ การเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าเคมีที่สูงในปฏิกิริยาของสารประกอบ ลิเธียม จะเป็นผลให้เซลล์ลิเธียมมี EMF ที่ 3 โวลต์หรือมากกว่าเซลล์เปียกเหล่านี้ใช้อิเล็กโทรไลต์เป็นของเหลว ซึ่งมีแนวโน้มที่จะรั่วไหลและหกหากไม่ถือไปมาอย่างถูกต้อง หลายเซลล์ใช้โหลแก้วเพื่อยึดชิ้นส่วนของพวกมันไว้ ซึ่งทำให้พวกมันเปราะบาง ลักษณะเหล่านี้ทำให้เซลล์เปียกไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ที่ต้องเคลื่อนย้ายไปมา เมื่อใกล้จุดสิ้นสุดของศตวรรษที่สิบเก้า การประดิษฐ์ขึ้นของ แบตเตอรี่เซลล์แห้ง ซึ่งได้แทนที่อิเล็กโทรไลต์ของเหลวด้วยสารที่เป็นของแข็งกว่า ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบพกพาสามารถทำได้ในทางปฏิบัติ

2.6 EVO24V50

เป็นบอร์ดขับมอเตอร์ที่ใช้ (MOSFET) ต่อแบบ (H-bridge) มีความทนทานเชื่อมต่อได้หลากหลายรูปแบบ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถขับกระแสต่อเนื่องได้สูงสุดถึง 36A และมากถึง 50A ชั่วขณะ รองรับไฟเลี้ยงสูงสุดถึง 42V แยกสัญญาณด้วย Opto-Isolator มีระบบป้องกันการต่อไฟเลี้ยงกลับขั้วระบบตัดการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไป และวงจรป้องกันความเสียหายเมื่อระบบควบคุมหลักมีปัญหาแสดงตามคุณสมบัติดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 EVO24V50

- H-bridge MOSFET driver
- ขับกระแสไฟฟ้าชั่วขณะมากกว่า 50 A
- ขับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง 36 A ที่แรงดัน 24 VDC
- แรงดันไฟฟ้าอินพุต VCC 9-42 VDC
- แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเอาต์พุตสูงสุด 0.98 x VCC
- เชื่อมต่อและควบคุมได้หลายรูปแบบ ADC Mode / PWM Mode / PPM Mode
- แยกสัญญาณควบคุมไฟฟ้าด้วย Opto-Isolator
- แสดงทิศทางการหมุนด้วย LED
- มีวงจรป้องกันการจ่ายไฟเลี้ยงกลับขั้ว
- ตัดการทำงานเมื่อมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 110 องศา
- มีฮีตซิงค์ช่วยระบายความร้อน
- ขนาด PCB 80 x 80 มิลลิเมตร
- น้ำหนัก 85 กรัม

2.7 เฟือง (GEARS)

เฟืองใช้ทำหน้าที่ถ่ายเทโมเมนต์หมุนระหว่าง 2 เพลา ที่มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาที่สั้นตามรูปที่ 2.13 โดยถ่ายเทในรูปของแรงหมายความว่า ไม่มีการสูญเสียจากการลื่นเหมือนสายพานจึงมีอัตราทดคงที่ เฟืองเหมาะสมกับการหมุนรอบต่ำจนถึงรอบสูง ๆ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นเฟืองชนิดใด ตามแต่ตำแหน่งของ เฟืองเพลาที่วางไว้ประกบกันจะเรียกล้อเฟือง เฟืองตรงเป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังกับเพลาที่ขนานกันเฟืองตรงเหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มี ความเร็วรอบต่ำ หรือความเร็วรอบปานกลางไม่เกิน 20 เมตร ต่อนาที ข้อดีของเฟืองตรงคือขณะใช้งาน จะไม่เกินแรงในแนวแกน ประสิทธิภาพในการทำงานสูงหน้ากว้างของเฟืองตรงสามารถเพิ่มได้เพื่อให้ เกิดผิวสัมผัสที่มากขึ้นเพื่อลดการสึกหรอให้น้อยลงเฟืองเฉียงเฟืองเฉียงมีหน้าที่การใช้งานเหมือนกับเฟืองตรงทุกอย่างแต่มีข้อดีกว่าเฟืองตรงที่เมื่อส่งกำลังด้วยความเร็วรอบสูงแล้วจะไม่เกิดเสียงเป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลมตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉก (เรียกว่าฟันเฟือง) ซึ่งสามารถนำไปประกบกับเฟืองอีกตัวหนึ่งทำให้เมื่อเฟืองตัวแรกหมุน เฟืองตัวที่สองจะหมุนในทิศทางตรงกันข้ามเกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้นโดยความเร็วรอบของเฟืองที่สองจะขึ้นกับอัตราส่วนจำนวนฟันเฟืองของตัวแรกเทียบกับตัวที่สองซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถปรับให้เกิดเป็นความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยคุณลักษณะนี้ เฟือง สามารถนำมาใช้ส่งผ่านแรงหมุน ปรับความเร็ว, แรงหมุน และทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้ โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังนี้ มีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการลื่นไถลของสายพาน

รูปที่ 2.13 เฟือง

2.8 โซ่

สามารถส่งกำลังให้ได้โมเมนต์บิด (หมุน) สูงมากโดยที่ให้เป็นชุดส่งกำลังมีขนาดเล็กได้เป็นลักษณะตามรูปที่ 2.14 การส่งกำลังด้วยรูปร่างและที่รองเพลาจะรับภาระน้อยมาก ไม่มีการให้ลื่นไถลในขณะส่งกำลัง ในขณะส่งกำลังข้อต่อโซ่จะรับภาระความเสียดทานลื่น (Sliding Friction) จึงต้องมีการหล่อลื่นที่เพียงพอ โซ่ส่งกำลังจะมีใช้งานในที่รับภาระดึงมาก ๆ ในที่รับ อุณหภูมิสูง ,โรงงานเคมี , ไอน้ำมัน, ความชื้น เป็นต้น ซึ่งสายพานไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ชนิดของโซ่ ตามประเภทการใช้งานของโซ่ จะนำโซ่มาใช้ส่งกำลัง, ลำเลียง, ใช้ขับ, ใช้ยกและส่งน้ำหนักลงข้างล่างส่งถ่ายแรงและโมเมนต์บิด โซ่จึง แบ่งตามลักษณะรูปร่างได้ดังนี้ โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชโซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชจะประกอบด้วยแผ่นปิดข้าง โซด้านนอกและด้านในที่ ยึดด้วยบูชและโบลต์เข้าด้วยกัน โซ่ลูกกลิ้งที่มีใช้ งานส่วนใหญ่จะมีลูกกลิ้งที่ชุบแข็งร้อย (หมุนได้) อยู่ ในบูช ลูกกลิ้งนี้จะช่วยลดความเสียดทานและการสึกหรอของด้านข้างของเฟืองโซ่ในขณะที่ล้อเฟืองขับ โซ่ และมีเสียงดังน้อยเมื่อความเร็วโซ่สูง ในการใช้งานให้รับโมเมนต์หมุนมาก จะใช้โซ่ลูกกลิ้งและ โซ่บูชแบบชุดหลายเส้น

รูปที่ 2.14 โซ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 เพลา (Shaft)

คือชิ้นส่วนหมุน โดยปกติจะมีหน้าตัดรูปวงกลม ใช้ส่งกำลังหรือการเคลื่อนที่ลักษณะตามรูปที่ 2.15 แกน (Axle) คือชิ้นส่วนที่ไม่หมุน และไม่รับแรงบิด ใช้สำหรับรองรับชิ้นส่วนที่หมุน

2.9.1 ข้อแนะนำในการจัดวางส่วนประกอบบนเพลาในแนวแกน

1) เพลาจะต้องได้รับการรองรับโดย (Bearing) (โดยปกติจะใช้ 2 ตัว และอาจมากกว่าถ้าเพลายาว)
2) การประกอบชิ้นส่วนอื่นที่ปลายเพลาควรประกอบให้อยู่ใกล้แบริ่งเพื่อลด (deflection) ของเพลาในส่วนนั้น
3) สำหรับชิ้นส่วนที่ไม่ได้อยู่ปลายเพลาก็ควรประกอบใกล้แบริ่งเช่นกันเพื่อลด (bending moment) และ (deflection)
4) หากเป็นไปได้ ไม่ควรออกแบบเพลาให้ยาวมากเพลายาวจะทำให้มี (bending moment) และ (deflection) มาก
5) การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ บนเพลา ต้องคำนึงถึงการเว้นช่องว่าง เพื่อการหล่อลื่นหรือเพื่อ การถอดประกอบด้วย
6) การควบคุมตำแหน่งส่วนต่างๆ บนเพลา ทำโดยใช้ บ่าเพลา (shoulder),nut & washer, sleeves และอาจใช้ retaining ring หรือ set screw กรณีที่ภาระน้อย

2.9.2 Supporting Axial Loads

1) หากมีภาระในแนวแกน เช่น จาก (Helical gear) หรือ (Bevel gear) แรงจะถูกถ่ายไปสู่เพลา (bearing)
2) ในแนวแกนเพลาสามารถรับได้โดยการออกแบบให้มีบ่าเพลาหรือมีโครงสร้างอื่นที่ช่วยรับภาระ
3) (Retaining ring) ใช้ในกรณีที่ภาระมีค่าน้อยเท่านั้น

2.9.3 Providing for Torque Transmission

1) วิธีที่จะส่งแรงบิดระหว่างอุปกรณ์ที่ติดบนเพลากับเพลา สามารถทำได้โดยวิธี เช่น ใช้key, splines, setscrews , pin, press or shrink fits
2) (Setscrews) หรือการ (press or shrink fits) ใช้ในกรณี แรงบิดน้อย เท่านั้น
3) ชิ้นส่วนส่งแรงบิดให้ key, pin มักถูกออกแบบให้ เสียหายก่อน เมื่อแรงบิดมีค่ามากกว่าที่ออกแบบไว้ ทำให้ชิ้นส่วนอื่นๆ ไม่เกิดความเสียหาย

รูปที่ 2.15 เพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 มอเตอร์แกนชัก

เป็นมอเตอร์ที่คลื่อนที่เชิงเส้น ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าสามารถนำมาใช้งานทดแทนในระบบไฮดรอลิคระบบนิวเมติกได้ ดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 มอเตอร์แกนชัก

2.11 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (electric generator)

อุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ดังรูปที่ 2.17 กระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านวงจรภายนอก แหล่งที่มาของพลังงานกลอาจจะเป็นลูกสูบหรือเครื่องยนต์กังหันไอน้ำ หรือแรงน้ำตกผ่านกังหันน้ำหรือล้อน้ำ หรือเครื่องยนต์สันดาปภายใน หรือกังหันลม หรือข้อเหวี่ยงมือ หรืออากาศอัด หรือแหล่งพลังงานกลอื่น ๆ โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะเป็นวิธีหลักที่ใช้ในการกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายเข้าโครงข่ายพลังงานไฟฟ้าของประเทศเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของ Ganz รุ่นแรกใน (Sweetgum West Flanders), (Belgium) การแปลงย้อนกลับของพลังงานไฟฟ้ากลับไปเป็นพลังงานกลจะกระทำโดยมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความคล้ายคลึงกันมาก มอเตอร์หลายตัวสามารถขับเคลื่อนเครื่องจักรเพื่อผลิตไฟฟ้าและบ่อยครั้งที่ได้รับการยอมรับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ คือการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือชนิดกระแสตรงเรียกว่า ไดนาโม (Dynamo) และชนิดกระแสสลับเรียกว่าอัลเตอร์เนเตอร์ (Alternator) สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมนั้น โดยมากจะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสสลับซึ่งมีทั้งแบบ 1 เฟส และแบบ 3 เฟส โดยเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้ตามโรงไฟฟ้าจะเป็นเครื่องกำเนิดแบบ 3 เฟสทั้งหมด เนื่องจากสามารถผลิตและจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เป็นสามเท่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ 1 เฟสโดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งจะมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ในร่องรอบแกนโรเตอร์ที่ทำจากแผ่นเหล็กซิลิคอน (Silicon Steel Sheet) ขนาดหนาประมาณ 0.35-0.5 มิลลิเมตร นำมาอัดแน่นโดยระหว่างแผ่นเหล็กซิลิคอนจะมีฉนวนเคลือบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy Current) ภายในแกนเหล็กของโรเตอร์จะได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจากเอ็กไซเตอร์ (Excitor) เพื่อทำหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น อีกส่วนหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือส่วนที่อยู่กับที่ เรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) ภายในร่องแกนสเตเตอร์ มีขดลวดซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอัดแน่นเช่นเดียวกับโรเตอร์ฝังอยู่ อาศัยหลักการของการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวนำจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์และนำแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้ต่อไปอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ คือ เอ็กไซเตอร์อยู่แกนเดียวกับโรเตอร์ ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงป้อนให้แก่โรเตอร์ (D.C. Exciting Current) เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นบนโรเตอร์ ชนิดของเอ็กไซเตอร์จะเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง หรืออาจจะใช้แบบกระแสสลับ แล้วผ่านวงจรแปลงไฟฟ้าให้เป็นกระแสตรงก่อนป้อนเข้าสู่โรเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่มักจะใช้เอ็กไซเตอร์ชนิดหลังเป็นส่วนมากการควบคุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถกระทำได้โดยการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์สร้างขึ้นด้วยการปรับกระแสไฟฟ้าตรงที่ป้อนให้กับโรเตอร์ ส่วนความถี่ของไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ความเร็วรอบที่โรเตอร์หมุน ยิ่งหมุนรอบมากความถี่ไฟฟ้าก็จะยิ่งสูง และจำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์ ยิ่งมีขั้วมากเท่าไร ความถี่ไฟฟ้าก็จะมากขึ้น

รูปที่ 2.17 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.11.1 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set)

การเปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการหมุนของขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก หรือการหมุนสนามแม่เหล็กตัดขดลวด (การเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ ที่ว่าการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็กหรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น) ลักษณะทั่วไปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิด คือ

1) ชนิดกระแสตรงเรียกว่า ไดนาโม (Dynamo)
2) ชนิดกระแสสลับเรียกว่า อัลเตอร์เนเตอร์ (Alternator)

เนื่องจาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทนี้มีการให้กระแสไฟฟ้าที่สม่ำเสมอ และสามารถนำมาประยุกต์การใช้งานได้หลากหลาย โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ เครื่องต้นกำลัง จะเป็นส่วนที่ให้กำเนิดพลังงานกลของเครื่องปั่นไฟออกมา ซึ่งมีหลากหลายแหล่งพลังงานทั้ง กังหันน้ำ, กังหันไอน้ำ, กังหันแก๊ส ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 ตัวผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือ (Generator)

มีหลักการทำงานคือ การอาศัยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กเพื่อให้กำเนิดพลังงานในเครื่องปั่นไฟ โดยมีหลากหลายรูปแบบ ดังนี้

1) แบบทุ่นหมุน (Revolving Armature Type) (Ra Type)มีหลักการทำงานโดยการอาศัยการหมุนของขดลวดทองแดง ซึ่งมีการพันอยู่บริเวณเส้นแกนเพลาหมุนตัดบริเวณเส้นแรงแม่เหล็ก ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นที่ปลายของขดลวดทองแดง
2) แบบขั้วแม่เหล็กหมุน (Revolving Field Type) (Rf Type)มีหลักการทำงานโดยการอาศัยการหมุนของขั้วแม่เหล็กที่อยู่บนเพลา ซึ่งจะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดบริเวณขดลวดทองแดงที่ติดอยู่ตรงเปลือก ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าบริเวณขดลวดทองแดงขึ้น
3) แบบไม่มีการใช้แปรงถ่าน (Brushless Type) (Bl Type)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set) ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ

1) เครื่องยนต์ (Engine)
2) ไดร์ปั่นไฟ (Alternator)
3) ชุดควบคุม (Controller)

ทุกส่วนจะถูกนำมาประกอบร่วมเป็นชุดเดียวกัน โดยที่จะมีชุดควบคุมเป็นตัวสั่งการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์สำหรับเลือกแหล่งจ่ายไฟหรือที่เรียกว่า ATS (Automatic Transfer Switch) ว่าจะให้สับไปรับไฟจากส่วนไหน ระหว่างหม้อแปลงการไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดย เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set) ที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดโดยทั่วไป จะมีส่วนของตัวต้นกำลัง ซึ่งนิยมใช้ในรูปแบบของ “เครื่องยนต์” โดยแบ่งออกได้เป็น เครื่องยนต์เบนซิน, เครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊ส ซึ่งคุณสามารถเลือกรูปแบบการใช้งานเพื่อตอบสนองความต้องการ ระบบสายส่งมีทั้ง ระบบ 1 เฟส (Single Phase) และ ระบบ 3 เฟส (Three Phase) หรือ 3 เฟส 4 สาย ส่วนระบบควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ ชนิดควบคุมด้วยมือ (Manual) และ ชนิดควบคุมโดยอัตโนมัติ (Automatic)

2.12 โมดูล รีเลย์ หน่วงเวลาเปิด/ปิด

โมดูล รีเลย์ หน่วงเวลาเปิด/ปิด ใช้ไฟ 12 โวลต์ ตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 0 -10 วินาที โดยเมื่อจ่ายไฟเข้า VCC รีเลย์จะยังไม่ทำงานทันที รีเลย์จะหน่วงเวลาเท่ากับเวลาที่ตั้งไว้ โดยตั้งค่าได้ตั้งแต่ 0 - 10 วินาที จากนั้นจะเปิดตลอดสามารถปรับเวลาให้หน่วงเวลานานขึ้นโดยการเปลี่ยนค่า RC โดยมีรีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัส คล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมายดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.18 โมดูล รีเลย์ หน่วงเวลาเปิด/ปิด

2.12.1 รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1) ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2) ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเองจุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วยจุดต่อ NC ย่อมาจาก (normal close) หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่นจุดต่อ NO ย่อมาจาก (normal open) หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่นโคมไฟสนามหนือหน้าบ้านจุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

2.12.2 ข้อแนะนำในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1) แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากพิจารณาดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12 VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ครับ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)
2) การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือหน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220 VAC ครับ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่าครับ เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.3 ชนิดของรีเลย์

1) อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)
2) รีดรีเลย์ (Reed Relay)
3) รีดสวิตช์ (Reed Switch)
4) โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay

2.12.4 ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า หรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1) รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา
2) รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่ายว่า "รีเลย์"

2.13 รีโมทคอนโทรล (Remote control)

ที่พัฒนาขึ้นและทดสอบโดย (FLYSY AFHDS-2A) ซึ่งเป็นรุ่นที่สองของระบบดิจิตอล FH อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นเป็นพิเศษสำหรับทุกรุ่นควบคุมวิทยุเทคโนโลยี flysky afhds ถือเป็นหนึ่งในผู้นำตลาด RC เพื่อให้ป้องกันการรบกวนที่ยอดเยี่ยมในขณะที่การรักษาพลังงานต่ำและความไวของเครื่องรับความน่าเชื่อถือสูง ขั้นตอนการสื่อสารสองทาง ความสามารถในการส่งและรับข้อมูลแต่ละเครื่องสามารถรับข้อมูลจากอุณหภูมิความสูงและหลายประเภทอื่น ๆ ดังรูปของเซ็นเซอร์เซอร์โวการสอบเทียบและการสนับสนุน i-bus หลายช่องทาง FH ช่วงแบนด์วิดของระบบ 2.408Ghz 2.475GHz มันถูกแบ่งออกเป็นช่อง 135 เครื่องส่งสัญญาณแต่ละตัวจะกระโดดระหว่าง 16 ช่องสัญญาณ ญี่ปุ่นและเกาหลีรุ่น ของ 32 เพื่อลดสัญญาณรบกวนจากเครื่องอื่น ๆ ได้รับเสาอากาศรอบทิศทางประสิทธิภาพสูงได้รับเสาอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงทั้งหมดสามารถลดการรบกวนรูปร่างโอใช้พลังงานน้อยลงและรักษาการเชื่อมต่อที่เชื่อถือได้ที่มีประสิทธิภาพ ระบบเอกลักษณ์ แต่ละเครื่องส่งสัญญาณและเครื่องรับมีรหัสที่ไม่ซ้ำกันเมื่อเครื่องส่งสัญญาณและเครื่องรับจับคู่กันพวกเขาจะสื่อสารกับแต่ละอื่น ๆ เพื่อป้องกันการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 รีโมทคอนโทรล (Remote control)

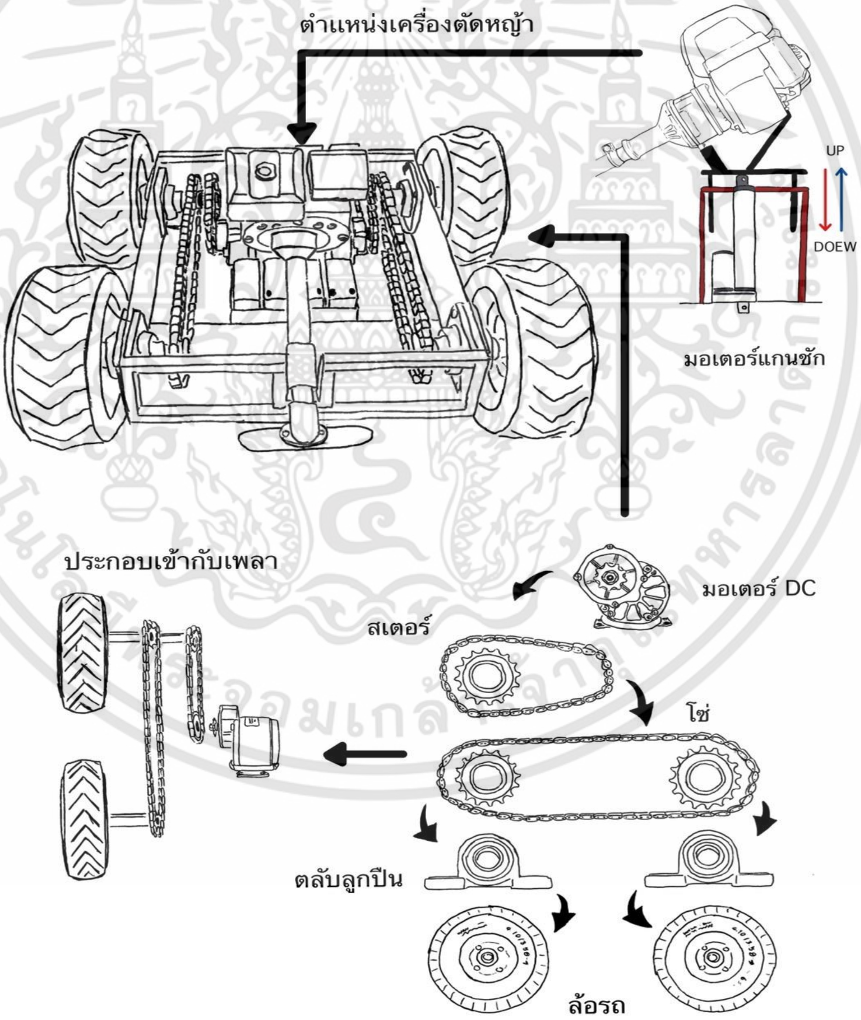
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการทำงาน

3.1 โครงสร้างและอุปกรณ์

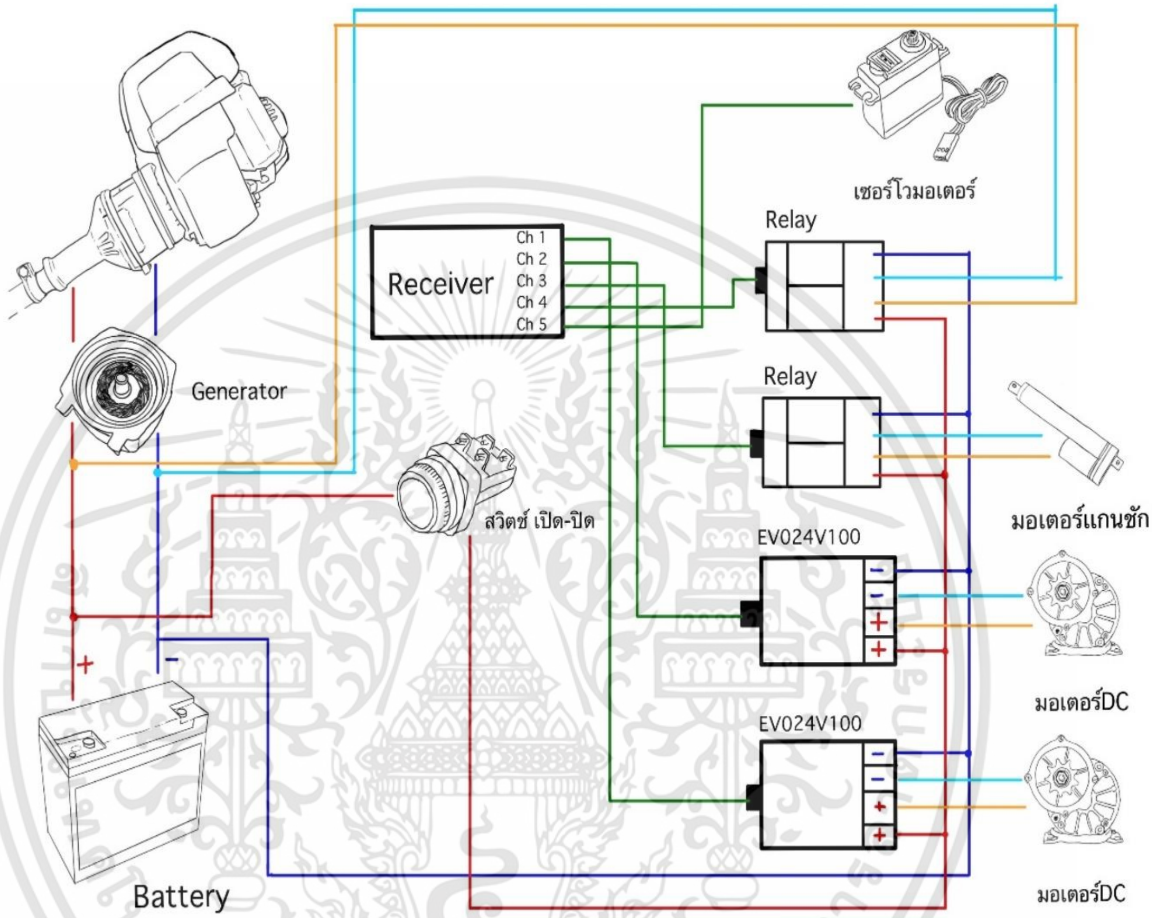
โครงสร้างของรถตัดหญ้าพร้อมตัวปรับระดับความสูงใบตัด ขนาดตัวรถ 60x60 เซนติเมตร สร้างด้วยเหล็กกล่องประกอบไปด้วยอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม คือ มอเตอร์ไฟฟ้า ดีซี 12V 2 ตัว มอเตอร์แกนชัก 12V 1 ตัว สเตอรถจักรยาน 16 ฟัน 6 ตัว โซ่รถจักรยาน ตลับลูกปืน 4 ตัว ล้อรถเข็นขนาด 10 นิ้ว 4 ล้อ



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของรถทำด้วยเหล็กกล่องขับเคลื่อนล้อด้วยสเตอกับโซ่ โดยมีเพลาเป็นแกนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวงจรประกอบไปตามรูปภาพที่ 3.2 เจนนาเรเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดไฟมีหน้าที่ปั่นไฟและสตาร์ทเครื่องตัดหญ้า แบตเตอรี่เป็นตัวเก็บไฟฟ้าและจ่ายไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรประกอบไปด้วย รีซิฟเวอร์ รีเลย์ 12V บรอดขับมอเตอร์ EV024V100 มอเตอร์ดีซี มอเตอร์แกนชักและเซอร์โวมอเตอร์

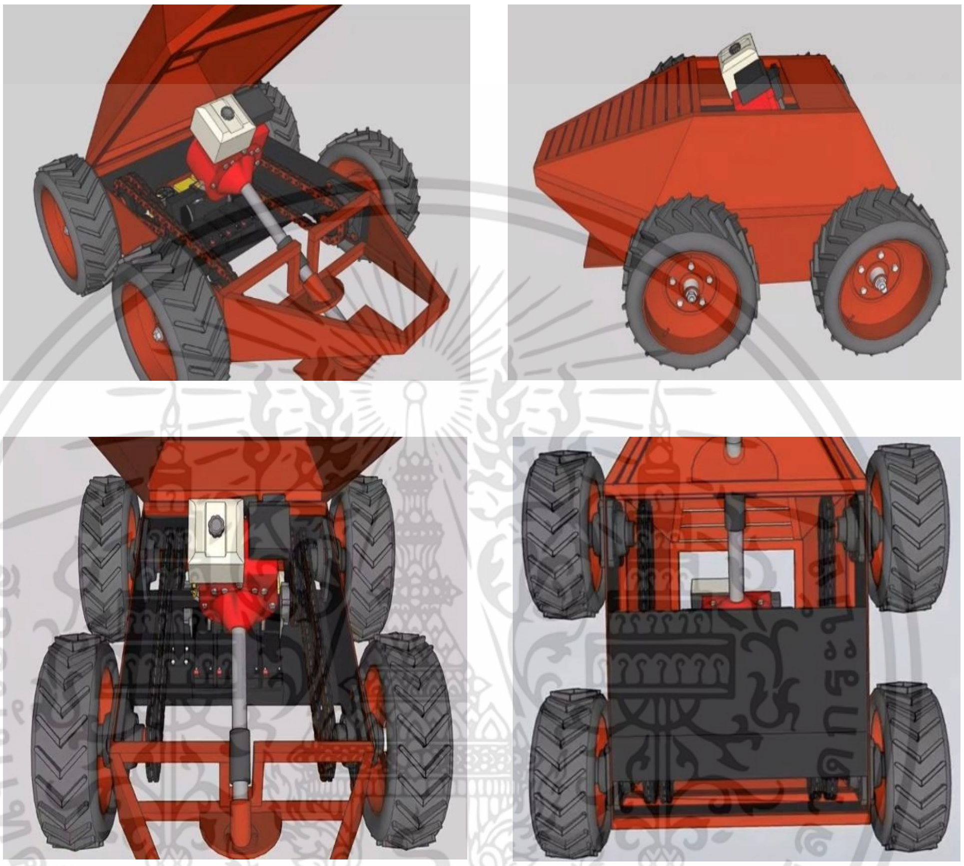


รูปที่ 3.2 รีซีฟเวอร์ (Receiver) เป็นตัวควบคุมบรอดขับมอเตอร์และรีเลย์โดยมีเจนนาเรเตอร์ทำหน้าที่สตาร์ทและเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการดำเนิน

ออกแบบโครงสร้างให้เล็กและกะทัดรัดตามรูปที่ 3.3 ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานเลือกวางตำแหน่งเครื่องตัดหญ้าไว้ตรงกลางตัวรถให้เหมาะสมกับขนาดของตัวรถและน้ำหนักของตัวรถ



รูปที่ 3.3 ออกแบบโครงสร้างตัวรถและตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินการประกอบโครงรถและติดตั้งล้อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้เพลาเป็นแกนล้อและใช้สเตอร์และโซ่เป็นตัวขับเคลื่อนล้อโดยมีตลับลูกปืนเป็นตัวทำให้เพลาหมุนได้ไหลลื่นตามรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 ดำเนินการประกอบโครงรถและติดตั้งล้อและอุปกรณ์ต่าง ๆ
ตามแบบที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้งระบบวงจร ตามภาพที่ 3.2 ลงกล่องและนำไปติดตั้งกับตัวรถตัดหญ้าตามรูปที่ 3.5 และดูความเรียบร้อยของสายไฟให้เรียบร้อยไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน

รูปที่ 3.5 ติดตั้งระบบวงจรและทดลองระบบวงจรเข้ากับตัวรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองระบบวงจรรถตัดหญ้าและระบบปั่นไฟโดยใช้มิเตอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าจากเจนนาเรเตอร์เพื่อต้องการวัดแรงดันให้มากกว่า 12V เพราะว่าแบตเตอรี่ต้องการแรงดันมากกว่า 12 V ขึ้นไปถึงจะชาตได้ ทดลองมอเตอร์แกนชัก โดยมอเตอร์แกนชักสามารถปรับระดับขึ้นลงได้ 1-10 เซนติเมตรโดยบังคับด้วยรีโมทเพื่อปรับระดับขึ้น-ลง ทีละ 1 เซนติเมตร ตามรูปภาพที่ 3.6

รูปที่ 3.6 ทดลองวงจรรถตัดหญ้าและระบบปรับระดับใบตัดหญ้าและระบบปั่น

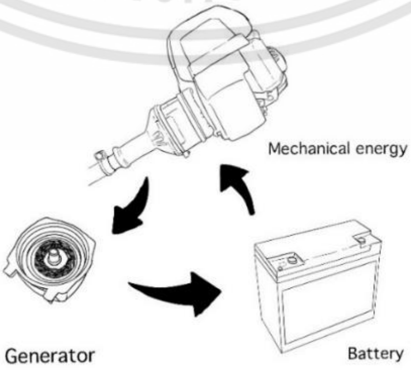
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองการใช้งานรถตัดหญ้า โดยนำรถตัดหญ้าไปที่สนามกีฬาเทศบาลตามรูปที่ 3.7 เพื่อทดลองตัดหญ้าและระบบวงจรต่าง ๆ ให้ใช้ได้ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่วางไว้

รูปที่ 3.7 นำรถตัดหญ้าไปใช้งานที่สนามหญ้าจริง

3.3 วงจรของระบบปั่นไฟ

วงจรของระบบปั่นไฟโดยมีเครื่องตัดหญ้าเป็นพลังงานกลตามรูปที่ 3.8 เพื่อนำไปใช้ขับเคลื่อนเจนนาเรเตอร์ให้หมุนเพื่อไปปั่นไฟฟ้าเข้าไปสู่แบตเตอรี่ เจนนาเรเตอร์สามารถปั่นไฟฟ้าได้แรงดันมากกว่า 13V โดยมีกระแส 8A



รูปที่ 3.8 การทำงานของระบบเจนนาเรทเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทำงานของ รีโมทคอนโทรล (Remote control)

ประกอบไปด้วยตามรูปที่ 3.9 มีปุ่มสตาร์ทเครื่องยนต์ ปุ่มเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวา ปุ่มเดินหน้าถอยหลัง ปุ่มคันเร่งเครื่องยนต์ ปุ่มระดับใบตัดหญ้า โดยรีซิฟเวอร์เป็นตัวรับสัญญาณจากบรอดต่าง ๆ และส่งสัญญาณมาที่รีโมท

รูปที่ 3.9 บอกตำแหน่งรีโมทคอนโทรล

3.5 การดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล

1) กลุ่มประชาชน ประกอบอาชีพคนสวน จำนวน 10 คน
2) เตรียมรถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด
3) ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองในการใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด โดยการปฏิบัติและทำการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ นำผลที่ได้ในการใช้งานมาวิเคราะห์และสรุปผลถึงประสิทธิภาพของผลงาน
4) สถานที่จัดเก็บข้อมูล โรงเรียนวัดศรีโลหะราษฎร์บำรุง จังหวัดกาญจนบุรี
5) การจัดเก็บข้อมูลเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของการทดลองใช้งานเครื่องตัดหญ้าควบคุมระยะไกลของกลุ่มตัวอย่างก่อนนำไปดำเนินการใช้งาน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าทางสถิติ โดยเป็นความคิดเห็นความพึงพอใจในการใช้โดยคิดเป็นค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน

ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) เมื่อมีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด

ข. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 ค่าสถิติ ความถี่ของข้อมูล (Frequency) จากการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามจำนวน 10 ชุด แบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีการประเมินคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างให้คะแนนดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

4 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพดี

3 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

1 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพต้องปรับปรุง

3.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1) นำแบบสอบถามที่ได้รับตอบคืนจากประชากรที่กำหนดมาตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ในการตอบ
2) เมื่อได้รับข้อมูลกลับมาแล้ว นำข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบข้อมูล และทำการวิเคราะห์เพื่อประมวลผลข้อมูล
3) วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยการแจกแจงคามถี่ (frequency) และหาค่าร้อยละ (percentage)
4) วิเคราะห์การใช้ เครื่องดัดเหล็กกล่องวิเคราะห์ข้อมูลระดับคุณภาพ โดยหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation หรือ soda)
5) จำแนกเป็นรายข้อโดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็นตามแบบของ (John W Best)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า

4.1 ผลการทดลอง และการอภิปรายผล

จากการศึกษาคณะผู้จัดทำได้ดำเนินการทดลองใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูงใบตัด เพื่อนำผลการศึกษามาหาประสิทธิภาพการใช้งาน และการทำงานโดยการนับเปรียบเทียบเพื่อหาค่าเฉลี่ย ซึ่งสถานที่ในการทดลองเป็นสนามฟุตบอลตามโรงเรียนและสวนสาธารณะ ขนาดของสนามโดยรวมแล้ว 105 x 68 เมตร

จากการทดลองตามพื้นที่สามารถทดลองได้ จากการทดลองครั้งนี้ทำการทดลอง 2 สนามที่มีขนาดที่เท่ากัน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการหาประสิทธิภาพของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูงใบตัด ในแปลงทดลอง โดยเปรียบเทียบเวลาในการตัดหญ้าโดยใช้รถตัดหญ้าควบคุมระยะไกล กับการใช้คนมาตัดโดยใช้เรื่องตัดหญ้า

ผลรายการทดลอง	การทดลอง (ใช้รถตัดหญ้า)	การทดลอง (ใช้คนในการตัดหญ้า)
จำนวนสนามทั้งหมด	1	1
เวลาที่ใช้ต่อสนาม (นาที)	20	30
ขนาดสนามที่ทดลอง	105 x 68 เมตร	105 x 68 เมตร

4.2 ผลการดำเนินการทดลอง และการทำแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง

การบันทึกผลการดำเนินการทดลองใช้ ได้แก่ ผู้ประกอบอาชีพการทำสวนประเมินแบบสอบถามระดับความพึงพอใจของกลุ่มประชากรที่เข้าร่วมกรอกแบบประเมินผลงานในแบบสอบถามดังแบบสอบถามต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องตัดหญ้าวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด

คำชี้แจง แบบสอบถาม

1. เพื่อให้ผู้จัดได้มีโอกาสรับทราบผลการดำเนินงานของตนเอง และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงโครงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ และกรอกข้อความให้สมบูรณ์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. สถานะ ☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ ประชาชนทั่วไป ☐ โปรดระบุ ....

3. สังกัดคณะ/สำนัก /สถาบัน /หน่วยงาน..

4. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อโครงการ

ระดับ 1. มากที่สุด 2. มาก 3. ปานกลาง 4. น้อย 5. น้อยที่สุด

รายละเอียด	**ระดับความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด ที่สุด	**มาก**	**ปาน กลาง**	**น้อย**	**น้อย ที่สุด**
1. ประหยัดเหมาะสมกับงาน					
1.สามารถนำไปใช้งานได้จริง					
2.ความทนทานต่อการใช้งาน					
3.ความปลอดภัยในการใช้งาน					
4.ความคุ้มค่าในการลงทุน					
5.สามารถต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ได้					
6.ความสะดวกในการใช้งาน					
7.น้ำหนักเหมาะสมต่อการใช้งาน					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.1 สิ่งที่ท่านพึงพอใจในการร่วมโครงการ/กิจกรรมครั้งต่อไป

....

....

3.2 สิ่งที่ควรเสนอแนะนำไปพัฒนาการจัดโครงการ/กิจกรรมครั้งต่อไป

....

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความคิดเห็นความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานรถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูง

ลำดับ	ผลการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (คน)					ผลรวม (คน)
		5	4	3	2	1	
1	ความแข็งแรงของรถตัดหญ้า	5	4	1	0	0	10
2	ความเหมาะสมของขนาดอุปกรณ์	5	3	2	0	0	10
3	ความสะดวกในการตัด	5	2	1	1	1	10
4	หลังใช้เครื่องตัดหญ้า ลดระยะเวลา	5	3	2	0	0	10
5	ประสิทธิภาพของการใช้งานโดยรวมของเครื่อง	5	5	0	0	0	10

ตารางที่ 4.4 ตารางแปรค่าแสดงผลความพึงพอใจของการใช้งานรถตัดหญ้าบังคับวิทยุปรับระดับความสูงใบตัด

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น								
		คะแนน					ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$)	S.D	ร้อยละ %	ความพึงพอใจ
		5	4	3	2	1				
1	ความแข็งแรงของรถตัดหญ้า	25	16	3	0	0	4.4	0.66	88	มาก
2	ความเหมาะสมของขนาดอุปกรณ์	25	12	6	0	0	4.3	0.78	86	มาก
3	ความสะดวกในการตัดหญ้า	25	6	3	3	3	3.9	1.37	78	ปานกลาง
4	หลังใช้รถตัดหญ้าลดระยะเวลา	25	12	6	0	0	4.3	0.78	86	มาก
5	ประสิทธิภาพของการใช้งานโดยรวมของรถตัดหญ้า	25	20	0	0	0	4.5	0.50	90	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม							**4.28**	**0.82**	**85.6**	**มากที่สุด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพการใช้งานของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุปรับระดับความสูง ใบตัดพบว่าทางข้อมูลทางสถิติจากจำนวนผู้ใช้งานในการติดตั้งจากจำนวนผู้กรอกแบบสอบถามจำนวน 10 คน จากตาราง 4.4 พบว่าการดำเนินการทำวิจัยรถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูงด้วยใบตัด มีคุณภาพดีถึงดีมากและสามารถนำมาใช้ได้จริง เมื่อนำไปใช้งานแล้วมีความแข็งแรงความคงทนซึ่งโดยพบว่าความสะดวกสบายในการตัดหญ้ามีผลอยู่ในระดับปานกลาง สรุปข้อมูลทางสถิติ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลคิดเป็นความพึงพอใจของผู้ใช้ความแข็งแรงของรถตัดหญ้ามีระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 และความเหมาะสมของขนาดของอุปกรณ์ มีระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 และประสิทธิภาพของการใช้งานโดยรวมของรถตัดหญ้า มีระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 อยู่ในระดับดีมากที่สุดและสามารถนำมาใช้งานในด้านการตัดหญ้าได้จริงโดยมีประสิทธิภาพของการใช้งานในการตัดหญ้าและการจัดเก็บ อยู่ในระดับความพึงพอใจ มากที่สุด มีระดับค่าเฉลี่ยรวม (X) เท่ากับ 4.28 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.82 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป และอธิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

5.1 สรุป

จากการทดลองและการวิจัยใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุปรับระดับความสูงใบตัด จำนวน 10คน จะใช้เวลาเฉลี่ยในการตัดต่อ 1 สนามฟุตบอล เท่ากับ 20 นาที/สนาม และการทดลองสนามที่2 ใช้คนตัดจะใช้เวลาต่อสนามเท่ากับ 30 นาที/สนาม ดังนั้นการใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุมีระยะเวลาแตกต่างกันประมาณ 5-10 นาที/สนาม ดังนั้นการใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุจะสามารถทำให้การตัดหญ้าสะดวกและรวดเร็วกวารใช้แรงงานคน โดยพบว่าการใช้แรงงานคนต้องมีการพักทำให้เวลาในการตัดหญ้าให้เสร็จจึงนานขึ้น จากการศึกษาค้นคว้าและวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของการใช้งานของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุซึ่งนำผลทดสอบความพึงพอใจของกลุ่มประชากรจำนวนทั้งสิ้น 10 คน มีผู้เข้าร่วมกรอกประเมินผลการทดสอบโดยคิดค่าเฉลี่ยทางสถิติของข้อมูลแบ่งเป็นร้อยละของผู้ประเมินผลการรับประทานผลิตภัณฑ์ ระดับค่าเฉลี่ย (X) โดยมีผลพบว่าข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามคิดเป็นร้อยละได้คือ เป็นบุคคลทั่วไป ทั้งหมดจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100 % การทดลองการหาประสิทธิภาพจากการใช้งาน ในการตัดหญ้าของรถตัดหญ้าควบคุมระยะไกลพบว่าความแข็งแรงของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุมีระดับความพึงพอใจจากผู้ทดลองการใช้งานอยู่ระดับดีมาก ความเหมาะสมของขนาดของอุปกรณ์และหลังใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุการลดลงของระยะเวลาในการทำงานมีระดับความพึงพอใจจากผู้ทดลองการใช้งานอยู่ในระดับดีมากและสามารถนำมาใช้งานในด้านการตัดหญ้าได้จริงโดยมีประสิทธิภาพของการใช้งานโดยรวมของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุปรับระดับความสูงใบตัด อยู่ในระดับความพึงพอใจ

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์การใช้งานของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุปรับระดับความสูงใบตัด พบว่าข้อมูลทางสถิติจากจำนวนผู้ใช้งานในการติดตั้งจากจำนวนผู้กรอกแบบสอบถามจำนวน 10 คน สรุปข้อมูลทางสถิติเป็นบุคคลทั่วไปคิดเป็นร้อยละ 100 % ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลคิดเป็นความพึงพอใจของผู้ใช้ความแข็งแรงของรถตัดหญ้ามีระดับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 และความเหมาะสมของขนาดอุปกรณ์และสามารถนำมาใช้งานในด้านการตัดหญ้าได้จริงโดยมีประสิทธิภาพของการใช้งานในการตัดหญ้าและการลดระยะเวลาอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีระดับค่าเฉลี่ยรวม (X) เท่ากับ 4.28 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.82 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้า

1) เป็นการพัฒนาทางด้านความคิดที่หลากหลายเพื่อให้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูงใบตัดในรูปแบบใหม่ๆและการใช้งานที่สะดวก
2) เป็นการค้นพบความรู้ใหม่โดยนำวิธีการทางเกษตรกรมาใช้ให้เกินประโยชน์แบะสามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ได้
3) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดหญ้าได้รวดเร็วขึ้นและยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม
4) นักศึกษาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาได้ใช้ทักษะกระบวนการวิจัยและคิดออกแบบวิเคราะห์จัดสร้างอุปกรณ์รพตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูง จำนวน 1ผลงาน
5) นักศึกษาได้นำปัญหาจากชุมชนมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง

5.4 ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการปรับปรุงพัฒนาทำรถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูงของใบตัดในรูปแบบใหม่ที่สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ
2) ควรมีการปรับปรุงพัฒนารถตัดหญ้าบังคับวิทยุพร้อมตัวปรับระดับความสูงของใบตัดในแบบที่เดินตาม GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] หม้อเตอร์ไฟฟ้า https://sites.google.com/site/seennoppadon015/mxtexr/mxtexr

[2] บริษัท มิสซูบิชิ คุณบุลวัชร์ (ป๋อม) (วันที่ 5 เดือนพฤษภาคม 2564 : https://misumitechnical.com/technical/mechanical/bearing-usage

[3] บริษัท เอส เจ สกูลไทย ปี 2564 : https://www.xn--m3ch4dzf.com/ARTICLE.html

[4] https://www.nattakit.com/16654065/3-%

[5] https://th.wikipedia.org/wiki/%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องตัดหญ้าวิทยุพร้อมตัวปรับความสูงใบตัด

คำชี้แจง แบบสอบถาม

1. เพื่อให้ผู้จัดได้มีโอกาสรับทราบผลการดำเนินงานของตนเอง และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงโครงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ และกรอกข้อความให้สมบูรณ์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. สถานะ ☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ ประชาชนทั่วไป ☐ โปรดระบุ ....

3. สังกัดคณะ/สำนัก /สถาบัน /หน่วยงาน..

4. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อโครงการ

ระดับ 1. มากที่สุด 2. มาก 3. ปานกลาง 4. น้อย 5. น้อยที่สุด

รายละเอียด	**ระดับความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
1. ประหยัดเหมาะสมกับงาน					
1.สามารถนำไปใช้งานได้จริง					
2.ความทนทานต่อการใช้งาน					
3.ความปลอดภัยในการใช้งาน					
4.ความคุ้มค่าในการลงทุน					
5.สามารถต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ได้					
6.ความสะดวกในการใช้งาน					
7.น้ำหนักเหมาะสมต่อการใช้งาน					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.1 สิ่งที่ท่านพึงพอใจในการร่วมโครงการ/กิจกรรมครั้งต่อไป

....

....

3.2 สิ่งที่ควรเสนอแนะนำไปพัฒนาการจัดโครงการ/กิจกรรมครั้งต่อไป

....

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้