



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ
Improvement of Precision Fertilizing Machine

นายณพวิชญ์ มุลวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ
Improvement of Precision Fertilizing Machine

นายณพวิชัย มุลวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การปรับปรุงชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายณพวิชญ์ มูลวงศ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร**

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.วสุ อุดมเพทายกุล และดร.จีรายุทธ หงษ์เวียงจันทร์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายธนัท ทรงเมธากฤตย์

สถานประกอบการ บริษัท ธาอัส จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ ให้มีลักษณะให้เป็นผลิตภัณฑ์ มีการออกแบบเมนูในการใช้งานให้มีความเหมาะสมกับเกษตรกร สามารถใช้งานได้ง่าย โดยเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรมสามมิติ จากนั้นนำไปทดสอบการทำงานว่ายังคงมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับรุ่นดั้งเดิมหรือไม่

จากเดิมนั้นชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยที่ใช้เป็นรุ่นทดลอง ที่มีการเปลี่ยนเฟืองเพื่อหาประสิทธิภาพ และทำการทดสอบจนได้การทำงานที่ดี แต่ว่าชุดอุปกรณ์นั้นมีความยุ่งยากซับซ้อนในการผลิต และติดตั้ง ทำให้ต้องมีการออกแบบชิ้นงานใหม่ ให้มีความเหมาะสมและเป็นผลิตภัณฑ์ มีฝาครอบชิ้นงาน มีการออกแบบเมนูการใช้งานใหม่ ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น มีการเขียนคู่มืออธิบายการติดตั้งอย่างง่ายและการใช้งานเบื้องต้น

จากการทดสอบพบว่า ชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีประสิทธิภาพในการทำงานนั้นยังคงใกล้เคียงกับประสิทธิภาพเดิมที่รุ่นดั้งเดิมทำได้ โดยการทดสอบที่อัตราการไหลเชิงพื้นที่ที่ 30 50 และ 70 kg/rai มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 5 kg/rai ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้

คำสำคัญ : ชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title : Improvement of Precision Fertilizing Machine
Student intern name : Mr.Noppawit Moonwong
Faculty : Engineering **Department :** Agricultural Engineering
Advisor name : Dr.Vasu Udompetaikul and Dr.Jeerayut Hongwiangjan
Mentor name : Mr.Thanach Songmethakrit
Company : Thaus Co.,Ltd.

ABSTRACT

This project involves Improvement of Precision Fertilizing Machine to be a product. The menu is designed to be suitable for farmers. Easy to use. By starting from studying and researching the design of work pieces by using the 3D Program and then tested it to work whether it is still as effective as the original version.

From the original, the control unit of the fertilizer application was used as a trial version. That has changed gears to find efficiency and perform tests until getting the good work. But Equipment manufactured and installed difficult. Causing the need to design a new work piece to be appropriate and as a product , workpiece cover and new menu design to be more suitable. There is a written manual describing the installation and instruction manual for the device.

From the test found that the newly developed fertilizer control set, the performance is still close to the original performance that the original model did. The test at the spatial flow rate of 30 50 and 70 kg / rai has a tolerance of ± 5 kg / rai which is acceptable.

Keywords : Precision Fertilizing Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การสหกิจศึกษาในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยรับความอนุเคราะห์จากบริษัท ธาอีส จำกัดที่ได้มอบโอกาสให้เข้ามาทำการสหกิจศึกษา ขอขอบคุณนายธนัท ทรงเมธากฤตย์ ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาธุรกิจ และนายทรงศักดิ์ วรรณภีร์ วิศวกรที่ปรึกษาสำหรับการสหกิจในครั้งนี้ และพนักงานบริษัท ธาอีส จำกัดทุกคนที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ คำปรึกษา ความรู้ ประสบการณ์การทำงาน จนทำให้การสหกิจในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ วสุ อุดมเพทยกุล และ ดร.จีรายุทธ หงษ์เวียงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาสำหรับการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ข้อคิดจนทำให้การสหกิจศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ทั้งหมดที่ให้ คำแนะนำ คำปรึกษา ความช่วยเหลือ กำลังใจจนทำให้การสหกิจในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นพวิชญ์ มุลวงศ์

ผู้จัดทำ

สารบัญ

ชื่อเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
สารบัญกราฟ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	1
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า.....	3
2.1.2 เกียร์ทดรอบ.....	6
2.1.3 หลักการทำงานของมอเตอร์กับกล่องเกียร์ทดรอบ.....	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	13
3.1 แผนการดำเนินงาน.....	13
3.2 การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล.....	13
3.2.1 โปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	13
3.2.2 ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม.....	14
3.2.3 แอปพลิเคชันของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม.....	15

สารบัญ (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	หน้า
3.3 การออกแบบและสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	16
3.3.1 การออกแบบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม.....	16
3.3.2 การสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	18
3.4 จัดทำคู่มือการติดตั้งและการทำงานของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	19
3.5 ทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบเพื่อเปรียบเทียบการทำงาน.....	20
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	21
4.1 ผลจากการปรับปรุงเกี่ยวกับชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	21
4.2 ผลจากการปรับปรุงเกี่ยวกับแอปพลิเคชันของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	22
4.3 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบเพื่อเปรียบเทียบการทำงาน.....	23
4.3.1 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม.....	23
4.3.2 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั่งที่ปรับปรุง.....	24
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....	25
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	25
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	25
เอกสารอ้างอิง.....	26
ภาคผนวก ก รายละเอียดชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	28
ภาคผนวก ข เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	36
ภาคผนวก ค ผลจากการทดสอบ.....	43

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แผนการดำเนินการปรับปรุงชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ.....	13
5.1 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง.....	44



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า.....	3
2.2 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	4
2.3 การทำงานของมอเตอร์.....	6
2.4 กล่องเกียร์ทดรอบ.....	6
2.5 เฟืองตรง.....	7
2.6 เฟืองเฉียง.....	8
2.7 เฟืองดอกจอก.....	9
2.8 เฟืองตัวหนอน.....	9
2.9 เฟืองวงแหวน.....	10
2.10 เฟืองเฉียงก้างปลา.....	10
2.11 เฟืองเกลียวสกรู.....	10
2.12 เฟืองสะพาน.....	11
2.13 การทำงานของมอเตอร์กับกล่องเกียร์ทดรอบ.....	11
2.14 ลักษณะเฟืองที่อยู่ภายในกล่องเกียร์ทดรอบ.....	12
3.1 ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม.....	14
3.2 ชุดกล่องอุปกรณ์ที่ใช้สั่งการทำงานมอเตอร์รุ่นดั้งเดิม.....	14
3.3 ชุดกล่องที่ใช้ควบคุมในการทำงานแอปพลิเคชันรุ่นดั้งเดิม.....	15
3.4 เมนูการทำงานของแอปพลิเคชันควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม.....	15
3.5 แบบฝาเหล็กครอบชุดอุปกรณ์.....	16
3.6 แบบกล่องคอนโทรลชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	17
3.7 แบบกล่องชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขับเคลื่อนมอเตอร์.....	17
3.8 แบบโครงสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	17
3.9 ฝาเหล็กครอบอุปกรณ์.....	18
3.10 กล่องคอนโทรลชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	18
3.11 กล่องชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขับเคลื่อนมอเตอร์.....	19

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.12 โครงสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย.....	19
3.13 คู่มือการติดตั้งอย่างง่ายและใช้งานเบื้องต้น.....	20
4.1 ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง.....	21
4.2 ชุดกล่องอุปกรณ์ที่ใช้สั่งการทำงานมอเตอร์รุ่นที่ปรับปรุง.....	21
4.3 ชุดกล่องที่ใช้ควบคุมในการทำงานแอปพลิเคชันรุ่นที่ปรับปรุง.....	22
4.4 เมนูการทำงานของแอปพลิเคชันควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง.....	22
5.1 บอร์ด ESPino32 Wifi BLE Development Board.....	29
5.2 บอร์ดขับมอเตอร์ Cytron 13Amp DC Motor Driver-GROVE Compatible.....	30
5.3 วงจรเพิ่มแรงดัน High Power DC Step-Up 12-60V to 12-80V 30A 1500W Max.....	31
5.4 จีพีเอส Ublox NEO-M8N GPS Module+Free Active Antenna.....	33
5.5 ตัวหมุนรับคำสั่ง Digital Rotary Potentiometer Module with Plastic Knob cap.....	34
5.6 จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว พร้อม I2C Interface.....	35

สารบัญกราฟ

กราฟที่	หน้า
4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหยุดที่เครื่องหยุดปุ๋ยทำได้และอัตราการหยุดปุ๋ยที่กำหนดของชุดควบคุมเครื่องหยุดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม.....	23
4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหยุดที่เครื่องหยุดปุ๋ยทำได้และอัตราการหยุดปุ๋ยที่กำหนดของชุดควบคุมเครื่องหยุดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง.....	24



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีทางการเกษตรมาใช้ทางด้านการเกษตรกรรมเป็นอย่างมาก รวมไปถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์อย่างเช่นเครื่องหยอดปุ๋ย ซึ่งการทำงานของเครื่องหยอดปุ๋ยจะมีล้อที่สัมผัสกับพื้นดินเพื่อส่งกำลังไปขับเคลื่อนเครื่องหยอดปุ๋ยให้ทำหน้าที่หมุนเฟืองให้ปุ๋ยแก่พืช เนื่องจากเครื่องหยอดปุ๋ยที่ติดพ่วงกับรถแทรกเตอร์นี้เป็นการให้ปุ๋ยที่มีการให้เพียงแค่อัตราเดียว ซึ่งถ้าหากต้องการอัตราการให้ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงต้องทำการเปลี่ยนชุดเฟือง เปลี่ยนไซ่ เพื่อให้สามารถให้ปุ๋ยตามปริมาณที่ต้องการ และยังมีปัญหาที่เกิดจากการใช้ล้อเดินตามในการขับเคลื่อนเครื่องหยอดปุ๋ยที่เป็นผลให้เกิดความไม่สม่ำเสมอเกิดการแปรปรวนของผลผลิตเกิดการล้นเปลืองปุ๋ยโดยเปล่าประโยชน์ จากเดิมทางบริษัทได้มีการออกแบบและพัฒนาชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแต่ยังเป็นเครื่องต้นแบบที่ไม่สามารถนำมาจัดจำหน่ายได้ ทางบริษัทจึงมีเป้าหมายให้มีการออกแบบและพัฒนาชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยในส่วนของอุปกรณ์ โปรแกรมควบคุม และยังรวมถึงให้มีการจัดทำคู่มือการติดตั้งอุปกรณ์อย่างง่ายและใช้งานเบื้องต้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อออกแบบและปรับปรุงกลไกพร้อมอุปกรณ์ประกอบ และโปรแกรมควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำให้สะดวกต่อการใช้งานและการผลิตเชิงพาณิชย์
- เพื่อจัดทำคู่มือติดตั้งและคู่มือใช้งานเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

เป็นการปรับปรุงเครื่องหยอดปุ๋ยต้นแบบที่พัฒนาขึ้นของบริษัทร่วมกับภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สจล. ให้พร้อมใช้งานจริง และสามารถนำไปเป็นสินค้าจัดจำหน่ายแก่บริษัทได้

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.ศึกษาหลักการออกแบบชิ้นงาน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 2.ศึกษาการทำงานและระบบควบคุมของเครื่องหยอดปุ๋ยต้นแบบ
- 3.รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 4.ออกแบบเครื่องหยอดปุ๋ยตามความต้องการที่กำหนด
- 5.สร้างชิ้นงานตามแบบที่พัฒนาขึ้น
- 6.ทดสอบการทำงานของระบบ
- 7.สรุปผลการดำเนินงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ผลิตภัณฑ์ และแอปพลิเคชันของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยที่มีความง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน มีคู่มือที่อธิบายการติดตั้งอย่างง่ายและการใช้งานเบื้องต้น

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็ว รอบหรือกำลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิดจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่า เอ.ซี. มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase) จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์มีสายไฟ เข้า 2 สาย มีแรงม้าไม่สูง ส่วนใหญ่ตามบ้านเรือน

- สปลิตเฟส มอเตอร์ (Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร์ มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เซ็ดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)

1.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทุเฟสมอเตอร์ (A.C. Two phas Motor)

1.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส หรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้

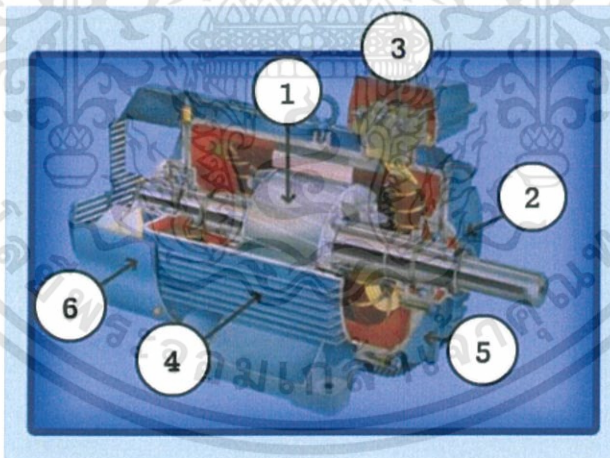
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.1 มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรี่ส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.2 มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1.) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบนํ้ายาคนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2.) ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

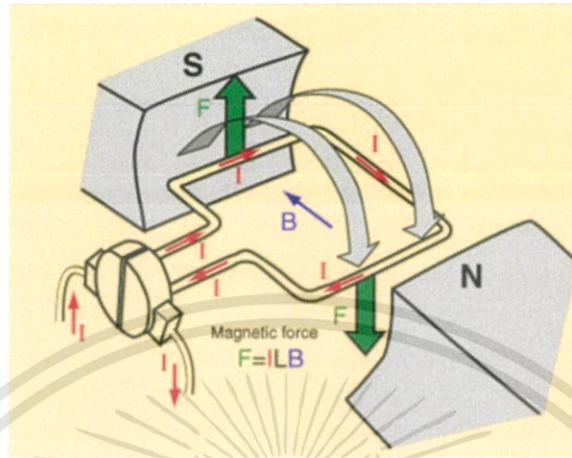
3.) โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

4.) อาร์เมเจอร์ (Armature) คือส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเจาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิมิไฟเบอร์อัดแน่นยึดขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมเจอร์ผลัดกันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5.) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากฉนวนทองแดงแข็งประกบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมเจอร์

6.) แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

การทำงานของมอเตอร์



ภาพที่ 2.3 การทำงานของมอเตอร์

การทำงานของเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลัดกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์ เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆ อีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลัดให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน [1]

2.1.2 เกียร์ทดรอบ



ภาพที่ 2.4 กล่องเกียร์ทดรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกียร์ทออบมีอัตราทดตั้งแต่ 1/10,1/20,1/30,1/40,1/50 ซึ่งเกียร์ทออบนั้น มีฟันเฟืองอยู่หลายประเภท ในวันนี้เราเลยจะมานำเสนอให้ทุกท่านได้ทราบกันว่า ซึ่งเกียร์แบ่งเป็นประเภทดังนี้

1. เฟืองตรง (Spur Gear)

เฟืองเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งกำลังในระยะสั้น เป็นอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงสูงและมีความปลอดภัย



ภาพที่ 2.5 เฟืองตรง

ข้อดี

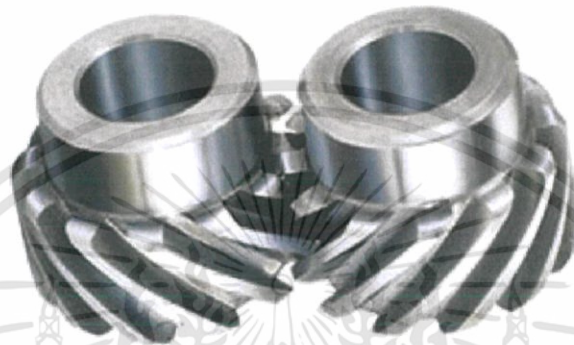
- ประสิทธิภาพสูงและง่ายต่อการประกอบ
- มีซี่ฟันตรงซึ่งจัดแนววางได้ง่าย
- พลังงานสูญเสียเนื่องจากการเลื่อนไถลน้อยที่สุด

ข้อเสีย

- มีเสียงดังเมื่อใช้ความเร็วสูง
- ต้องใช้งานแบบคู่ขนาน
- ความแข็งแรงต่ำกว่าเฟืองประเภทอื่น

2. เฟืองเฉียง (Helical Gear)

เฟืองเฉียงเป็นเฟืองที่มีซี่ฟันทำมุมตามแนวทแยงซึ่งทำให้เกิดเสียงรบกวนเบากว่าและทำงานราบรื่นกว่าเฟืองตรงเนื่องจากซี่ฟันมีการขบกันอย่างทีละน้อย เฟืองเฉียงยังมีความสามารถในการติดตั้งทั้งแบบขนานกันหรือตั้งฉากกันก็ได้ (Helical Gear)



ภาพที่ 2.6 เฟืองเฉียง

ข้อดี

- เงียบและทำงานราบรื่น
- สามารถติดตั้งแบบขนานกันหรือตั้งฉากกันก็ได้

ข้อเสีย

- ประสิทธิภาพต่ำกว่าเฟืองตรง
- การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเลื่อนไถล

3. เฟืองดอกจอก (Bevel)

เฟืองดอกจอกเป็นเฟืองที่ใช้ระหว่างเพลาที่วางในทิศทางตัดกันและมีมุมในการทำงานที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามรูปร่าง ข้อเสียของการทำให้เฟืองเป็นมุมเอียงก็คือความยากในการประกอบเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนมุมในการทำงานได้ ตัวเพลาเองก็จะได้รับแรงกระทำที่สูงด้วย ดังนั้นการเลือกใช้ตลับลูกปืนที่สามารถทนทานต่อแรงกระทำได้จึงมีความสำคัญเช่นเดียวกับกรณีของเฟืองเฉียง เฟืองดอกจอกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ได้แก่ แบบตรง (Straight Type) และแบบโค้ง (Spiral Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 เฟืองดอกจอก

4. เฟืองตัวหนอน (Worm Gear)

เฟืองอีกประเภทหนึ่งคือเฟืองสะพาน และมี 2 รูปแบบที่แตกต่างกันคือแบบแบน (Flat Type) และแบบกลม (Round Type) ข้อดีของเฟืองสะพานคือเมื่อนำไปเข้าคู่ใช้งานกับเฟืองตรงหรือเฟืองตัวเล็ก (Pinion) จะสามารถเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้นได้ ส่วนข้อเสียคือเฟืองประเภทนี้ไม่สามารถทำงานต่อเนื่องได้เนื่องจากการเคลื่อนที่จะไปจับที่ปลายสะพานเสมอ



ภาพที่ 2.8 เฟืองตัวหนอน

5. เฟืองวงแหวน (Internal Gears)

เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่ง มีรูปร่างลักษณะกลมเช่นเดียวกับเฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านบนของวงกลม และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าขบอยู่ภายในเฟืองวงแหวน



ภาพที่ 2.9 เฟืองวงแหวน

6. เฟืองเฉียงก้างปลา (Herringbone Gears)

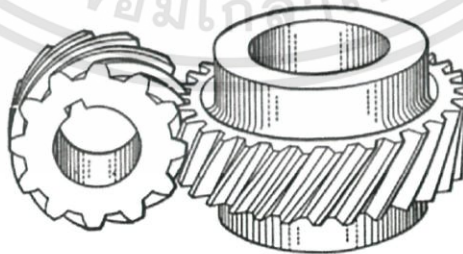
เป็นเฟืองที่มีลักษณะคล้ายกับเฟืองตรงแต่ฟันของเฟืองจะเอียงสลับกันเป็นฟันปลา



ภาพที่ 2.10 เฟืองเฉียงก้างปลา

7. เฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gears)

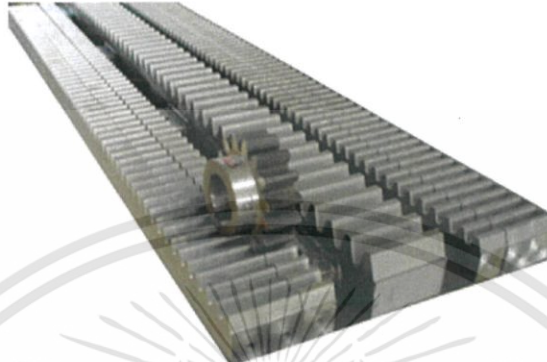
เป็นเฟืองเกลียวที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 90 องศา



ภาพที่ 2.11 เฟืองเกลียวสกรู

8.เฟืองสะพาน (Rack Gears)

เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่ง มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือนสะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา โดยประมาณ และต้องใช้คู่กับเฟืองตรง [2]



ภาพที่ 2.12 เฟืองสะพาน

2.1.3 หลักการทำงานของมอเตอร์กับกล่องเกียร์ตลับ

หลักการทำงานของมอเตอร์กับกล่องเกียร์ตลับ จะมีการใช้มอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ 250 วัตต์ ที่ไม่มีการตลับในตัวมอเตอร์ มีความเร็วรอบที่ 3000 รอบ/นาที ต่อเข้าโดยตรงกับกล่องเกียร์ตลับอัตราทด 1 ต่อ 20 จากนั้นกล่องเกียร์ตลับจะทำหน้าที่หมุนเพลลาที่ติดตั้งกับกล่องเกียร์ตลับ แล้วใช้เฟืองตรงส่งกำลังผ่านโซ่ไปยังตัวเครื่องหยอดปุ๋ย



ภาพที่ 2.13 การทำงานของมอเตอร์กับกล่องเกียร์ตลับ

กำหนดให้ อัตราทดของกล่องเกียร์ทดกำลัง 1:20 ความเร็วรอบของมอเตอร์เท่ากับ 3000 rpm จงหา ความเร็วรอบที่ผ่านการทดเฟือง สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

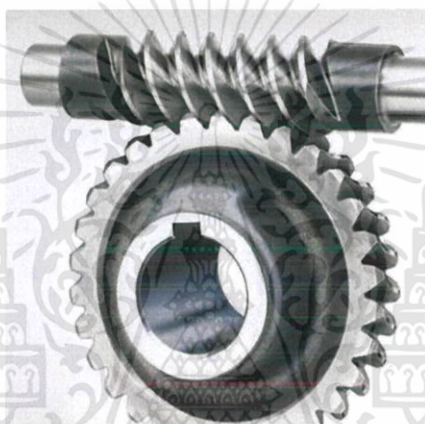
จากสมการ

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{20}{1} = \frac{3000}{n_2}$$

$$n_2 = 150$$

ดังนั้น ความเร็วรอบที่ผ่านกล่องเกียร์ทดกำลัง เท่ากับ 150 รอบต่อนาที



ภาพที่ 2.14 ลักษณะเฟืองที่อยู่ภายในกล่องเกียร์ทดรอบ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินการปรับปรุงชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงานในปี พ.ศ.2561															
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ศึกษาหลักการออกแบบชิ้นงานและการพัฒนาผลิตภัณฑ์																
2.ศึกษาการทำงานและระบบควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นต้นแบบ																
3.รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์																
4.ออกแบบชิ้นงาน																
5.สร้างชิ้นงาน																
6.ทดลองและเก็บข้อมูล																
7.สรุปผลการทดลองและเขียนคู่มือติดตั้งและคู่มือการใช้งาน																
8.จัดทำรายงานโครงการสหกิจศึกษา																
9.ส่งรูปเล่ม																

3.2. การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

3.2.1 โปรแกรมพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

โดยเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรมเขียนแบบ 3 มิติ ขั้นตอนการออกแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติ และศึกษาการสร้างชิ้นงานจากการออกแบบด้วยโปรแกรม

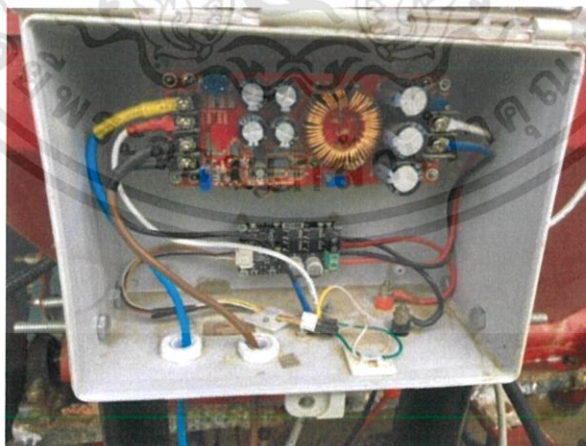
3.2.2 ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม

ก่อนที่เราจะทำการปรับปรุงเกี่ยวกับชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยให้มีลักษณะที่เป็นผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาลักษณะการทำงานของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม ให้เข้าใจการทำงาน



ภาพที่ 3.1 ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม

ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม ตัวมอเตอร์มีการทดรอบในตัว จากนั้นยังผ่านการทดรอบผ่านชุดเฟืองเล็ก แล้วส่งกำลังไปยังเพลาส่งกำลัง จะมีความเร็วรอบก่อนที่จะส่งกำลังไปให้เครื่องหยอดปุ๋ยที่ 148 รอบ/นาที



ภาพที่ 3.2 ชุดกล่องอุปกรณ์ที่ใช้สั่งการทำงานมอเตอร์รุ่นดั้งเดิม

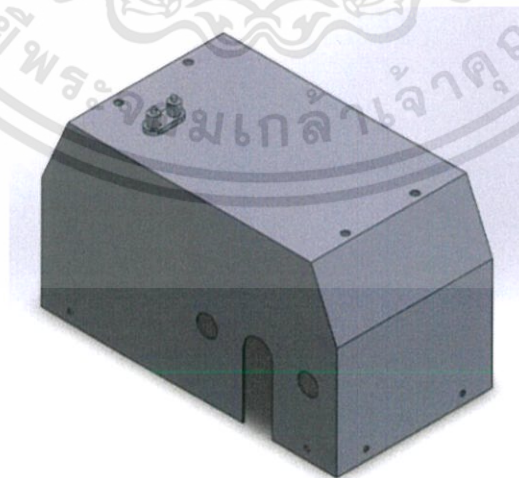
เมนูการทำงานของแอปพลิเคชันชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม จะมีการแสดงผลผ่านโมดูลจอ LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 แถว ที่มีการแสดงข้อมูลต่าง ๆ ด้วยกัน 8 เมนู ประกอบไปด้วย

- 1.เมนูแสดงชื่อเครื่อง และรุ่นของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย
- 2.เมนูแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- 3.เมนูแสดงอัตราการไหลเชิงพื้นที่และ%การทำงานPWM
- 4.เมนูแสดงสถานะดาวเทียม
- 5.เมนูการเข้าโหมดสอบการทำงานโดยการกำหนด %การทำงานPWM
- 6.เมนูการเข้าโหมดทดสอบการทำงานโดยการสมมุติค่าความเร็ว
- 7.เมนูโหมดนำปุ๋ยออกหลังจากการทำงาน
8. เมนูตั้งค่าก่อนการใช้งานเครื่อง

3.3 การออกแบบและสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย

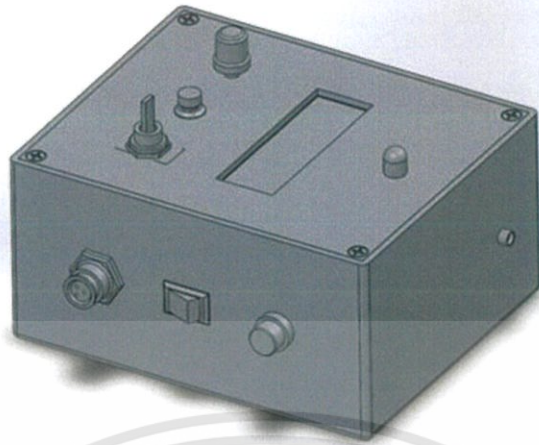
3.3.1 การออกแบบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้าง คือ โปรแกรม solid work



ภาพที่ 3.5 แบบฝาเหล็กครอบชุดอุปกรณ์

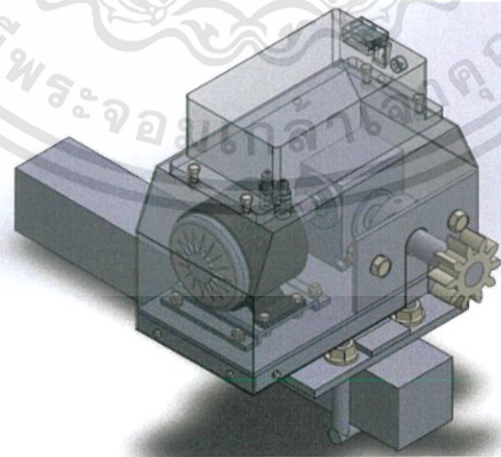
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 แบบกล่องคอนโทรลชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย



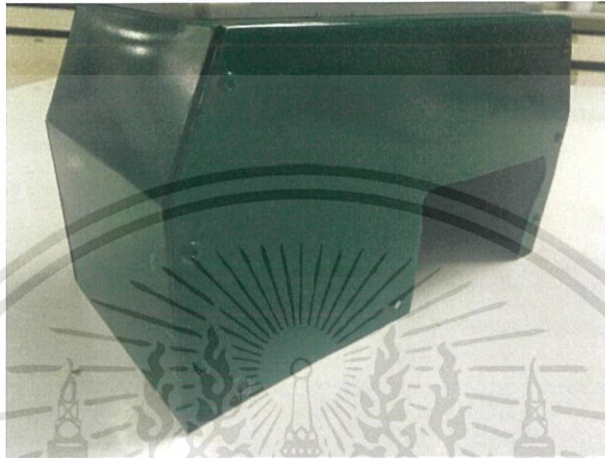
ภาพที่ 3.7 แบบกล่องชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขับเคลื่อน



ภาพที่ 3.8 แบบโครงสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย

3.3.2 การสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดป๋วย

การสร้างชิ้นงานชุดควบคุมเครื่องหยอดป๋วยรุ่นที่ปรับปรุงนั้น ทางบริษัท ธาฮัส จำกัด ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการสั่งซื้อชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างชิ้นงานชุดควบคุมเครื่องหยอดป๋วย



ภาพที่ 3.9 ฝาเหล็กครอบอุปกรณ์



ภาพที่ 3.10 กล่องคอนโทรลชุดควบคุมเครื่องหยอดป๋วย



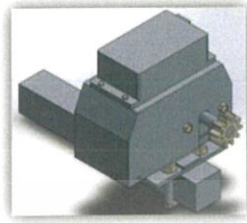
ภาพที่ 3.11 กล่องชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขับเคลื่อนมอเตอร์



ภาพที่ 3.12 โครงสร้างชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย

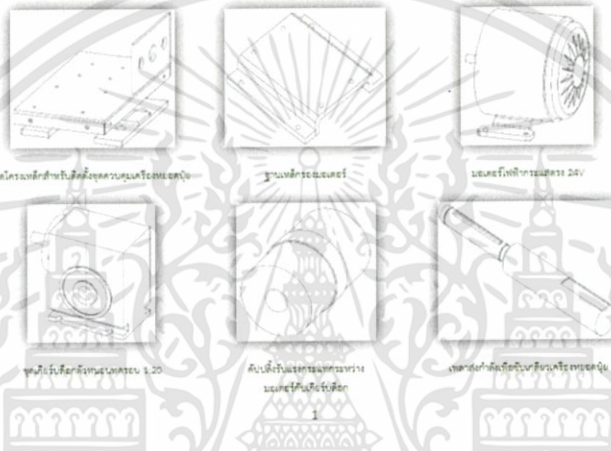
3.4 จัดทำคู่มือการติดตั้งและการใช้งานชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย

คู่มือในการติดตั้งและการใช้งานของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยได้จัดทำขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และการติดตั้งอุปกรณ์ของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย อีกทั้งยังสะดวกในการทำการซ่อมแซมและบำรุงรักษา (ภาคผนวก ข.)



RC-1

นำเครื่องออกจากกล่องบรรจุภัณฑ์และตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ



ภาพที่ 3.13 คู่มือการติดตั้งเครื่องอย่างง่ายและใช้งานเบื้องต้น

ภายในคู่มือจะอธิบายขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์แต่ละชิ้นในการติดตั้งกับเครื่องหยอดปุ๋ยพวงรถแทรกเตอร์ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ ข้อควรระวังในการใช้งาน รวมไปถึงการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องด้วย ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นความต้องการของทางบริษัทที่ตกลงกับนักศึกษาศึกษา

3.5 ทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบเพื่อเปรียบเทียบการทำงาน

ทดสอบโดยการเปรียบเทียบอัตราการไหลเชิงพื้นที่ที่กำหนดเองกับอัตราการไหลเชิงพื้นที่เครื่องทำได้ของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิมกับชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นปรับปรุง ที่อัตราการไหล 30 50 และ 70 kg/rai ที่ความเร็วรถแทรกเตอร์ 3 5 และ 7 km/h ทำการชั่งน้ำหนักของปุ๋ยจากการทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมจริง และทำการเก็บน้ำหนักของข้อมูล 5 ซ้ำ เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย จะได้อัตราการไหลเชิงเวลาดังสมการ $Qt = 0.736 \cdot v \cdot w \cdot Qa$ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบการทำงาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลจากการปรับปรุงเกี่ยวกับชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย

จากการทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้องกับข้อมูลของชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยต้นแบบ ทำให้รู้แนวทางในการออกแบบว่ารุ่นปรับปรุงควรมีลักษณะเป็นแบบใด แล้วจึงทำการออกแบบด้วยโปรแกรมเขียนแบบสามมิติ จากนั้นจึงสร้างชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นใหม่ให้มีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.1 ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง

ชุดมอเตอร์ควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง ตัวมอเตอร์ใช้แบบไม่มีการตรอบในตัว จากนั้นทรอบผ่านกล่องเกียร์ตรอบ จะได้ความเร็วรอบก่อนที่จะส่งกำลังไปให้เครื่องหยอดปุ๋ยที่ 150 รอบ/นาที



ภาพที่ 4.2 ชุดกล่องอุปกรณ์ที่ใช้สั่งการทำงานมอเตอร์รุ่นที่ปรับปรุง

ชุดกล่องอุปกรณ์ที่ใช้สั่งการทำงานมอเตอร์รุ่นที่ปรับปรุง การติดตั้งให้อยู่พร้อมกับชุดมอเตอร์ ซึ่งในตัวอุปกรณ์จะมีวงจรเพิ่มแรงดันไฟจาก 12 ไป 24 โวลต์ จากนั้นจะส่งแรงดันไฟไปให้ Motor Driver ทำหน้าที่ขับมอเตอร์ สามารถติดตั้งในชุดเดียวกันได้เลยง่ายต่อการนำไปทำการติดตั้ง

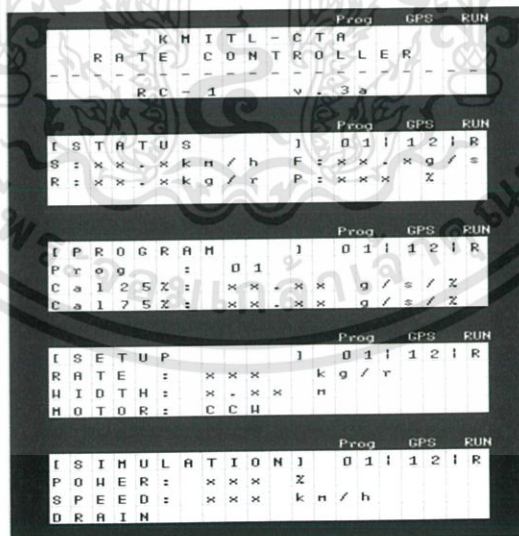


ภาพที่ 4.3 ชุดกล่องที่ใช้ควบคุมในการทำงานแอปพลิเคชันรุ่นที่ปรับปรุง

ชุดกล่องควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชันจะถูกติดตั้งบนรถแทรกเตอร์ ใช้หน้าจอขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว ในการแสดงผลเมนูต่าง ๆ ทำให้สามารถดูสถานการณ์ทำงานและใช้งานได้ง่ายขึ้น

4.2 ผลจากการปรับปรุงเกี่ยวกับแอปพลิเคชันของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย

จากการทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้อมูลของแอปพลิเคชันของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม ทำให้ทราบแนวทาง และจุดบกพร่องต่าง ๆ ว่ามีการใช้งานที่ยุ่งยากและซับซ้อนในจุดไหน จากนั้นจึงทำการออกแบบเมนูการทำงานขึ้นมาใหม่ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น และไม่ซับซ้อน เกษตรกรส่วนใหญ่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย



ภาพที่ 4.4 เมนูการทำงานของแอปพลิเคชันชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง

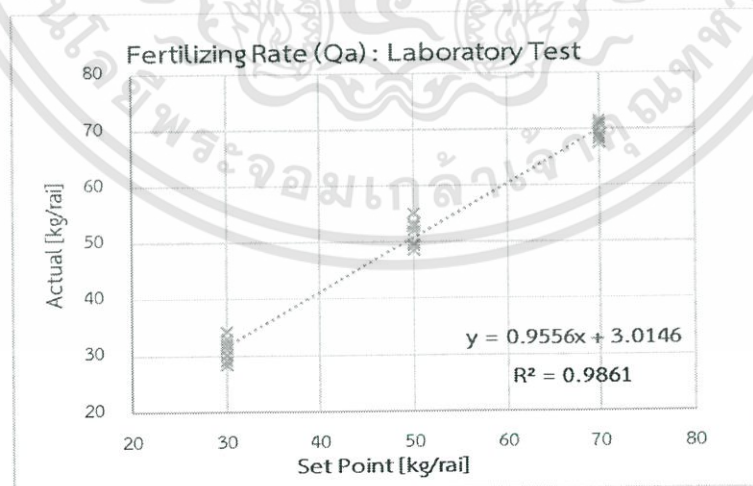
เมนูการทำงานของแอปพลิเคชันชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง จะมีการแสดงผลผ่านโมดูลจอ LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว ที่มีการแสดงข้อมูลต่างๆ 5 เมนู ประกอบไปด้วย

- 1.เมนูแสดงชื่อบริษัทและมหาลัย ชื่อเครื่อง และรุ่นของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ย
- 2.เมนูแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- 3.เมนูที่สามารถเลือกใช้โปรแกรมต่างๆ ให้เหมาะสมกับการทำงานของปุ๋ยที่จะใช้กับเครื่อง
- 4.เมนูตั้งค่าก่อนการใช้งานเครื่อง
- 5.เมนูเข้าสู่โหมดทดสอบการทำงาน

4.3 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบเพื่อเปรียบเทียบการทำงาน

4.3.1 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม

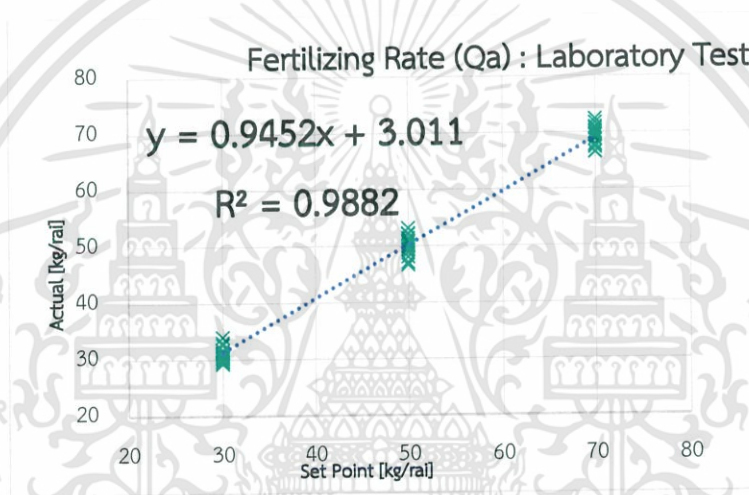
จากการทดสอบการทำงานของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม ได้มีการออกพื้นที่ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมจริง โดยการทดสอบโดยการกำหนดอัตราการไหลเชิงพื้นที่ที่ 30,50 และ 70 kg/h โดยแต่ละอัตราการไหลจะทำการเปลี่ยนความเร็วที่ 3,5 และ 7 km/h แต่ละความเร็วทำการเก็บน้ำหนักของข้อมูล 5 ซ้ำพร้อมหาอัตราการไหลเชิงเวลาและอัตราการไหลเชิงพื้นที่เฉลี่ยในทีความเร็ว 3,5 และ 7 km/h ซึ่งได้อัตราการไหลเชิงพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 31,51 และ 70 kg/rai ตามลำดับ โดยกราฟแสดงให้เห็นว่า มีความสัมพันธ์กันเป็นสมการเส้นตรงและมีค่า R^2 ที่สูง ค่าความสัมพันธ์นี้ถือว่าสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของ Motor driver เพื่อทำให้ระบบทำงานได้อย่างแม่นยำ



กราฟที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหยอดที่เครื่องหยอดปุ๋ยทำได้และอัตราการหยอดปุ๋ยที่กำหนดของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิม

4.3.2 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง

จากการทดสอบการทำงานของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง ได้มีการออกพื้นที่ทดสอบ ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง โดยการทดสอบโดยการกำหนดอัตราการไหลเชิงพื้นที่ที่ 30, 50 และ 70 kg/h โดยแต่ละอัตราการไหลจะทำการเปลี่ยนความเร็วที่ 3,5 และ 7 km/h แต่ละความเร็วทำการเก็บน้ำหนักของข้อมูล 5 ซ้ำ พร้อมหาอัตราการไหลเชิงเวลาและอัตราการไหลเชิงพื้นที่เฉลี่ยในความเร็ว 3,5 และ 7 km/h ซึ่งได้อัตราการไหลเชิงพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 31,50 และ 69 kg/rai ตามลำดับ (ภาคผนวก ค.) โดยกราฟแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นสมการเส้นตรงและมีค่า R^2 ที่สูง ค่าความสัมพันธ์นี้ถือว่าสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของ Motor driver เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างแม่นยำ



กราฟที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหยอดที่เครื่องหยอดปุ๋ยทำได้และอัตราการหยอดปุ๋ยที่กำหนดของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง

จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการทดสอบของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นดั้งเดิมกับชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง มีการทำงานใกล้เคียงกันมาก มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการกำหนดอัตราการให้ปุ๋ยของแต่ละอัตราที่ ± 5 kg/rai ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้เป็น การปรับปรุงชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำ ซึ่งได้ทำการศึกษาการออกแบบ ชิ้นงาน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ศึกษาการทำงาน ของระบบควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นต้นแบบ จากนั้นนำ ข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ในการออกแบบระบบควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง แล้วจึงมาออกแบบด้วย โปรแกรมสามมิติและทำการสร้างชิ้นงานจากการออกแบบจนมีลักษณะที่เป็นผลิตภัณฑ์ แล้วนำชุดควบคุม เครื่องหยอดปุ๋ยที่มีการปรับปรุงรูปลักษณะมาทำการทดสอบระบบการทำงาน จากการปรับปรุงชุดควบคุมเครื่อง หยอดปุ๋ยแบบแม่นยำขึ้นมาใหม่ ทำให้ได้ชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยที่มีลักษณะที่เป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ชุด อุปกรณ์การผลิตที่ง่าย มีฝาครอบคลุมอุปกรณ์ มีชุดควบคุมมอเตอร์กับมอเตอร์ติดตั้งในตำแหน่งเดียวกัน มี การปรับปรุงเมนูการใช้งานให้สามารถใช้งานง่าย และยังมีการจัดทำคู่มือในการติดตั้งอย่างง่ายและการใช้งาน เบื้องต้นอีกด้วย ซึ่งเป็นไปตามจุดประสงค์ของบริษัท บริษัทสามารถนำชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยแบบแม่นยำที่ ได้รับการปรับปรุงเป็นสินค้าในการจัดจำหน่ายได้ และจากการทดสอบผลการทำงานของชุดเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่น ดั้งเดิมเปรียบเทียบกับชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง พบว่าการทำงานยังคงใกล้เคียงกัน ค่า ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 5 \text{ kg/rai}$

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1.พัฒนาให้ชุดควบคุมและแอปพลิเคชันของเครื่องหยอดปุ๋ยทำงานแบบอัตโนมัติ
- 2.พัฒนาให้สามารถใช้กับเครื่องหยอดปุ๋ยที่มีขนาดใหญ่กว่า
- 3.พัฒนาอุปกรณ์เพื่อให้มีความสามารถในการทำงานมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] PSP TECH CO.,LTD. **มอเตอร์ (Motor) คืออะไร?** สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ :
<http://www.psptech.co.th/มอเตอร์motorคืออะไร-19171.page>
- [2] TN Group. **เกียร์ทดรอบคืออะไร?มีให้เลือกใช้แบบไหนบ้าง.** สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ :
http://www.tngroup.co.th/media/article_detail/353
- [3] ThaiEasyElec. (2559). **ESPino32 Wi-Fi BLE Development Board.** สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : <https://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/esp/espino32-wifi-development-board-detail.html>.
- [4] ThaiEasyElec. (2559). **Cytron 13Amp DC Motor Driver - GROVE Compatible.** สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : <https://www.thaieasyelec.com/products/robotics/motor-driver-control/cytron-13amp-dc-motor-driver-grove-compatible-detail.html>
- [5] Arduinoall. (2561). **โมดูล วัดแรงดันไฟฟ้า วัดโวลต์ 0-24v สำหรับ Arduino Standard Voltage Meter Sensor Module For Arduino.** สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ :
<https://www.arduinoall.com/p/598>.
- [6] Arduitrronics. (2561). **Ublox NEO-M8N GPS Module+Free Antenna (UART Interface).** สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : <https://www.arduitronics.com/product/747/ublox-neo-m8n-gps-module-free-antenna-uart-interface-2>.

[7] (Arduitrronics). (2561). **Digital Rotary Potentiometer Module with Plastic Knob**

Cap (หัวพลาสติกจับหมุนสีฟ้า). สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ :

<https://www.arduitronics.com/product/1715/digital-rotary-potentiometer-module-with-plastic-knob-cap-หัวพลาสติกจับหมุนสีฟ้า>

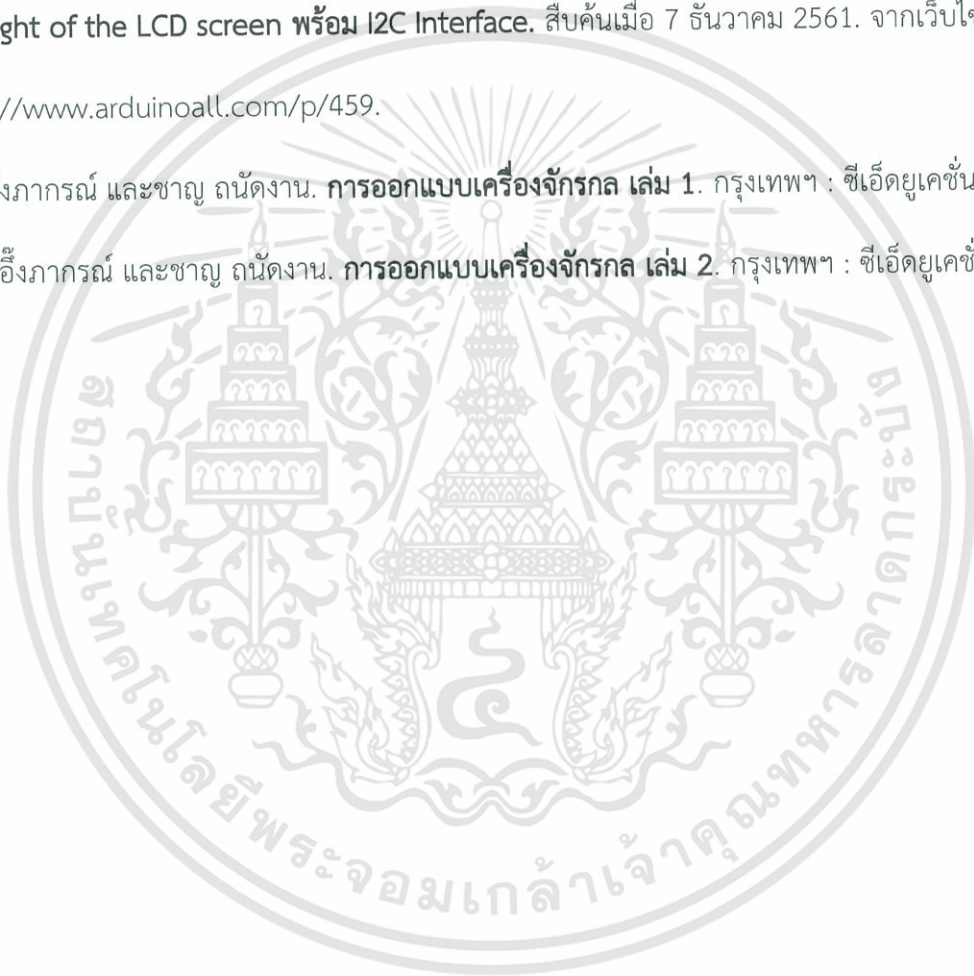
[8] Arduinoall. (2561). **2004 LCD (Yellow Screen) ขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว 20x4 LCD with**

backlight of the LCD screen พร้อม I2C Interface. สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ :

<https://www.arduinoall.com/p/459>.

[9] วรวิทย์ อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2548.

[10] วรวิทย์ อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2548.

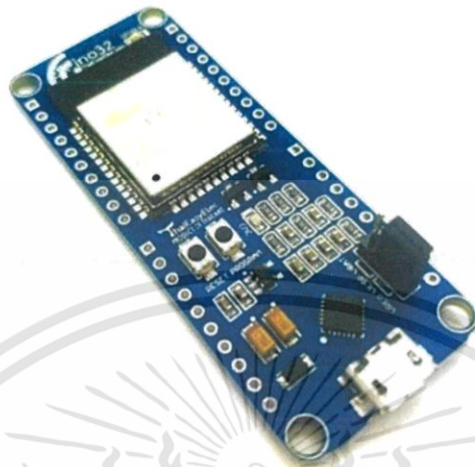




ภาคผนวก ก

รายละเอียดชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1. ESPino32 Wifi BLE Development Board



รูปที่ 5.1 บอร์ด ESPino32 Wifi BLE Development Board

บอร์ด ESPino32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมโมดูลสื่อสาร Wireless LAN และ Bluetooth ใช้โมดูล ESP-WROOM-32 (EFDV571) ชิพ ESP32 2.4 GHz Wi-Fi and Bluetooth Combo SoC จาก Espressif Systems เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 32-bit Tensilica LX6 ความเร็วสูงสุด 240 MHz (600 DMIPS) จำนวน 2 คอร์ พร้อมหน่วยความจำ SRAM ขนาด 520 KB และ Flash Memory ขนาด 4 MB (32 Mbit) รองรับการทำงานเชื่อมต่อ Wireless LAN ความถี่ 2.4 GHz มาตรฐาน IEEE 802.11 b/g/n และ Dual Mode Bluetooth (Classic and BLE)

คุณสมบัติของบอร์ด ESPino32

-ใช้โมดูล ESP-WROOM-32 ชิพ ESP32 2.4 GHz Wi-Fi and Bluetooth Combo SoC จาก Espressif Systems

-มีวงจร USB-to-UART ใช้ชิพ CP2104 จาก Silicon Labs สำหรับโปรแกรมและสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมของบอร์ด

-ใช้ไฟเลี้ยงผ่านพอร์ต Micro USB พร้อมวงจร Regulator เพื่อเป็นแหล่งจ่ายอุปกรณ์บนบอร์ด

-สามารถเขียนโปรแกรมและอัปโหลดผ่าน Arduino IDE โดยใช้ Board Support Package ของ arduino-esp32

-มีสวิตช์ PROG สำหรับโปรแกรมตัวบอร์ด

-มีสวิตช์ RESET สำหรับรีเซ็ตบอร์ด

-มีวงจร Auto Program สามารถอัปโหลดโปรแกรมผ่าน Arduino IDE ได้โดยไม่ต้องกดสวิตช์

-มีหลอด LED ต่อกับ GPIO สำหรับผู้ใช้สั่งแสดงสถานะตามต้องการต่อกับขา GPIO16

-คอนเนคเตอร์ตัวผู้แถวเดียว 10 ขา จำนวน 4 แถว แยกเป็นสองฝั่ง ฝั่งละ 2 แถว สามารถเสียบลงบนบอร์ดทดลอง (Breadboard) ได้ ใช้ความยาว 21 ช่อง (เว้นช่องว่างระหว่างแถวฝั่งละ 1 ช่อง) เป็นขาเชื่อมต่อต่างๆ [3]

2. Cytron 13Amp DC Motor Driver - GROVE Compatible

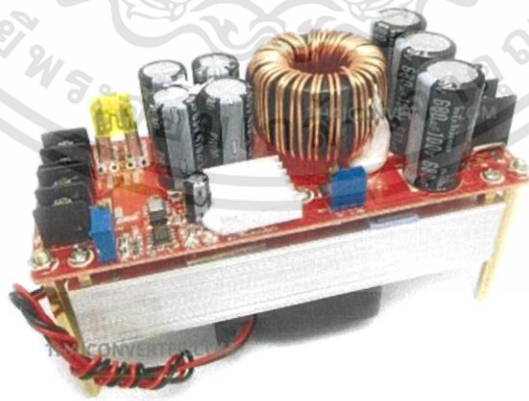


รูปที่ 5.2 บอร์ดขับมอเตอร์ Cytron 13Amp DC Motor Driver - GROVE Compatible

บอร์ดขับมอเตอร์กระแสตรง DC Motor Driver แรงดัน 6 ถึง 30 โวลต์ ขับกระแสสูงสุด 30A (10 วินาที) และขับกระแสต่อเนื่องสูงสุด 13 แอมป์ รองรับการขับแบบ Locked-Antiphase และ Sign-Magnitude PWM

Features:

- Bi-directional control for 1 brushed DC motor.
 - Support motor voltage ranges from 6V to 30V
 - Maximum current up to 13A continuous and 30A peak (10 seconds).
 - GROVE compatible
 - 3.3V and 5V logic level input.
 - Solid state components provide faster response time and eliminate the wear and tear of mechanical relay.
 - Fully NMOS H-Bridge for better efficiency and no heat sink is required.
 - Speed control PWM frequency up to 20KHz (Actual output frequency is same as input frequency).
 - Support both locked-antiphase and sign-magnitude PWM operation, NOT RC (Radio Control) PWM.
 - SMD compatible [4]
3. High Power DC Step-Up 12-60V to 12-80V 30A 1500W Max



รูปที่ 5.3 วงจรเพิ่มแรงดัน High Power DC Step-Up 12-60V to 12-80V 30A 1500W Max

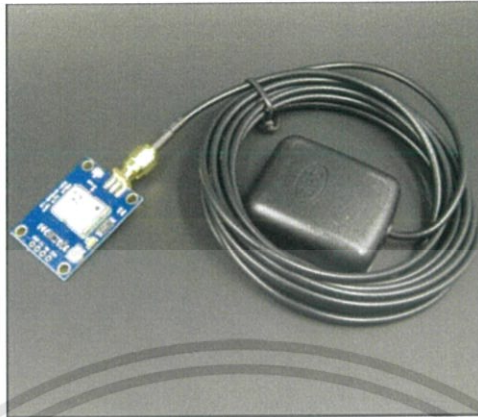
วงจรเพิ่มแรงดัน High Power DC - Boost Module Constant Current / Constant Voltage
1500W Max

- รับแรงดันไฟ input ได้ย่านกว้างตั้งแต่ 12V - 60V
- ปรับให้สูงได้ถึง 80V พร้อมความสามารถในการปรับกระแสได้ตั้งแต่ 0.5-20A (ขึ้นอยู่กับความต้านทานภายในของโหลด)
- กำลังงานสูงสุด 1500W (ที่ 60V) วงจรสามารถปรับกระแส Input สูงสุดได้ 30A (ชั่วขณะ) ใช้งานต่อเนื่อง 15-20A
- มาพร้อมระบบตัดลมอัตโนมัติเมื่อความร้อนของวงจรสูงขึ้น

Specifications:

- Input voltage: 12-60V DC
- Input Current: 30A (MAX)
- Output voltage: 12-80V continuously adjustable
- Constant current range: 0.8-20A (+/- 0.3A)
- Output Current: 30A, Max
- Quiescent current: 15-30mA
- Working temperature: -40 ~ + 85 degrees
- Conversion efficiency: up to 95%
- Overcurrent protection: none
- Short circuit protection: Fuse 30A
- Module weight: 490 [5]

4. Ublox NEO-M8N GPS Module with Active Antenna (UART interface)



รูปที่ 5.4 จีพีเอส Ublox NEO-M8N GPS Module+Free Active Antenna

Ublox NEO-M8N เป็น GPS Module ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของ Ublox ณ ปัจจุบันนี้ โดยสามารถทำการ Track ระบบนำทาง 2 ระบบได้ในเวลาเดียวกัน (by default จะเป็น GPS และ GNSS) ซึ่งต่างจาก Ublox รุ่นก่อน ที่ไม่สามารถทำได้ นอกจากนั้นยัง support ระบบ BeiDou (ระบบนำทางของ จีน), ระบบ SBAS และ ระบบ QZSS อีกด้วย

NEO-M8 series Versatile u-blox M8 GNSS modules

Versatile GNSS modules in different variants for easy manufacturing

- Concurrent reception of up to 3 GNSS (GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou)
- Industry leading -167 dBm navigation sensitivity
- Security and integrity protection
- Supports all satellite augmentation systems
- Advanced jamming and spoofing detection
- Product variants to meet performance and cost requirements
- Backward compatible with NEO-7 and NEO-6 families [6]

5. Digital Rotary Potentiometer Module with Plastic Knob Cap



รูปที่ 5.5 ตัวหมุนรับคำสั่ง Digital Rotary Potentiometer Module with Plastic Knob Cap

Specifications:

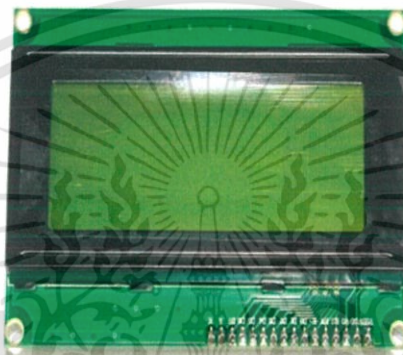
- Operating Voltage: 5V
- Pulse Number for One Circle: 20

Rotary encoder can count the output pulse times by rotating positively and negatively. This counting method has no limitation, it can reset and come back to the initial status if matching with the key on the encoder (that is to say it will count from 0)

Operating Principle: Incremental encoder is a kind of rotary sensor which transforms the rotation displacement into a series of digital pulse signal. These pulses are used to control angular displacement. In Eltra encoder, the transformation of angular displacement adopts photoelectric scanning principle. The reading system is based on the radial dividing plate's rotation of alternative light window and non-light window, and it will be exposed to infrared light source at the same time. The light will reflect the picture of plate on the surface of receiver. The receiver is covered by a diffraction grating, and it has the same window width with the plate. The operation of receiver is to detect the change of light plate rotation, then transform the light change into electric change. Increase the low level signal into high level

and generate square pulse without any interference. This process needs circuit to deal with. The reading system usually adopts differential method, that is compare two different signals who have the same waveform but the phase difference is 180 degree so as to improve the output signal quality and stability. Reading is formed on the basis of the difference between two signals, so it eliminates the interference. [7]

6. LCD with backlight of the LCD screen พร้อม I2C Interface



รูปที่ 5.6 จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว พร้อม I2C Interface

จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ไฟ 5 โวลต์ พร้อมไฟ backlight เชื่อมต่อกับ Arduino

รายละเอียด LCD Adapter Plate IIC I2C Interface for Arduino

- Supply voltage: 5V
- backlight และ contrast ปรับค่าได้ด้วย potentiometer
- Compatible for 1602 LCD
- Weight: 5g
- Size: 5.5 x 2.3 x 1.4 cm [8]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

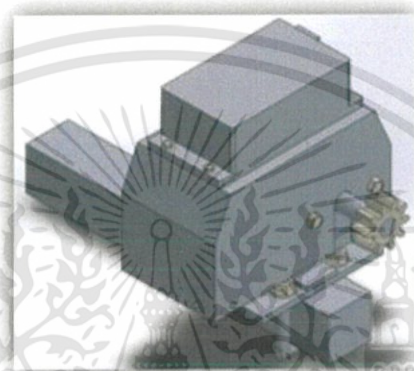
คู่มือการติดตั้งอย่างง่ายและการใช้งานเบื้องต้น



Application control fertilizing machine

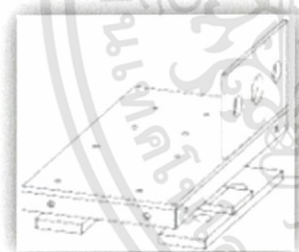
คู่มือการติดตั้งเครื่องอย่างง่ายและใช้งานเบื้องต้น

รุ่น RC-1



RC-1

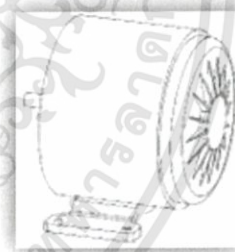
นำเครื่องออกจากกล่องบรรจุภัณฑ์และตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ



ชุดโครงเหล็กสำหรับติดตั้งชุดควบคุมเครื่องหยดปุ๋ย



ฐานเหล็กทรงมอเตอร์



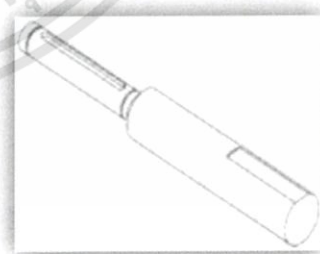
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24V



ชุดเกียร์รับสีกตัวหนอนทดรอบ 1:20

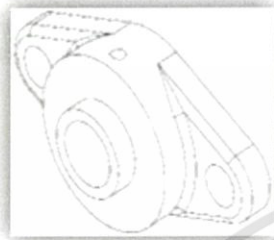


คัปปลิงรับแรงกระทำระหว่าง
มอเตอร์กับเกียร์รับสีก



เพลาส่งกำลังเพื่อขับเคลื่อนเครื่องหยดปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลูกปืนประกอบเพลาแบบติดตั้ง



ฝาเหล็กครอบอุปกรณ์มอเตอร์เพื่อกันฝนและฝุ่น



กล่องอิเล็กทรอนิกส์รับคำสั่งและสั่งงานมอเตอร์

ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์มอเตอร์

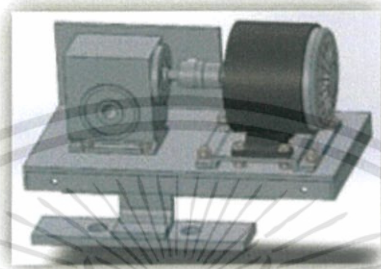
1. นำวัสดุบรรจุภัณฑ์ออกแล้วติดตั้งชุดโครงเหล็กสำหรับติดตั้งเครื่องหยอดปุ๋ย โดยเริ่มจากติดตั้งเกียร์บล็อกเข้ากับโครงเหล็กก่อน ชิดด้วยนอต M6 ยาว 20 มม. ตามด้วยแหวนอแป๊ะ แหวนสปริง และนอตตัวเมีย แล้วขันนอตให้แข็งแรง



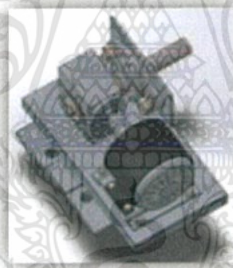
2. นำมอเตอร์ประกอบเข้ากับฐานรองมอเตอร์ ชิดด้วยนอต M6 ยาว 20 มม. ตามด้วยแหวนอแป๊ะ แหวนสปริง และนอตตัวเมีย ขันนอตให้แข็งแรง



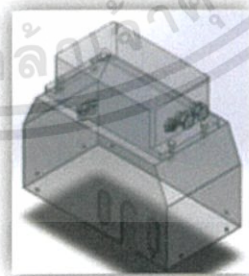
3. นำมอเตอร์กับฐานรองที่ประกอบรวมกันเสร็จแล้ว มาใส่คัปปลิ้งระหว่างเพลามอเตอร์และเพลาของเกียร์บล็อกทรอบ จากนั้นยึดค้อนฐานรองมอเตอร์กับโครงเหล็ก ยึดด้วยน็อต M6 ยาว 20 มม. ตามด้วยแหวนอแป๊ะ แหวนสปริง และนอตตัวเมีย ชันนอตให้แข็งแรง จากนั้นขันนอตตัวหนอนในตัวคัปปลิ้งด้วย 6 เหลี่ยม ทั้งสองฝั่งให้แข็งแรง



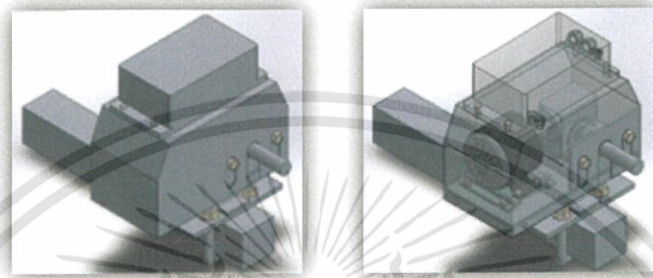
4. นำเฟลาส่งกำลังประกอบเข้าไปทางด้านบนข้าง แล้วใส่ลูกปืนประคองไว้ด้านใน จากนั้นใส่เฟลาส่งกำลังเข้าไปในตัว เกียร์บล็อกทรอบจนทั้งสองข้างสามารถใส่แหวนล็อกได้ จากนั้นจึงยึดลูกปืนประคองเข้ากับผนังข้างด้วยนอต M12 ยาว 35 มม. ตามด้วยแหวนอแป๊ะ แหวนสปริง และนอตตัวเมีย ชันให้แข็งแรง แล้วขันนอตตัวหนอนในตัวลูกปืนประคองด้วย 6 เหลี่ยม ทั้งสองตัวให้แข็งแรง



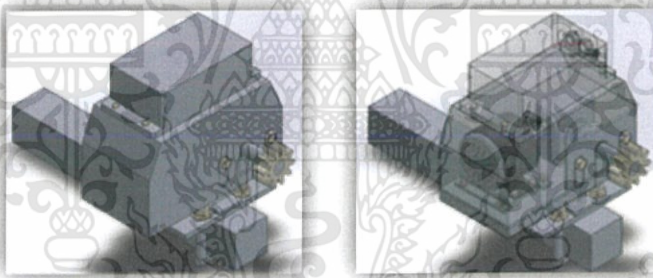
5. นำกล่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใส่ไว้ด้านบนฝาเหล็กครอบชุดมอเตอร์และขันนอต M6 ยาว 20 มม. 4 ตัว ตามด้วยนอตตัวเมีย ชันให้แข็งแรง



6. นำสายมอเตอร์ต่อเข้ากับช่องด้านบนของฝากล่อง ต่อเข้าขั้วบวก-ลบให้ถูกต้อง จากนั้นใส่ฝาเหล็กครอบมอเตอร์ที่ติดกับกล่อง อิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อยแล้ว โดยใส่จากด้านเพลาส่งกำลังก่อน เพื่อหลีกเลี่ยงหัวนอตที่ออกมา สวมลงไปจนรูตรงกับแผ่นเหล็กด้านล่าง จากนั้นขันด้วยนอต M6 ยาว 13mm. 8 ตัว ขันให้แข็งแรง

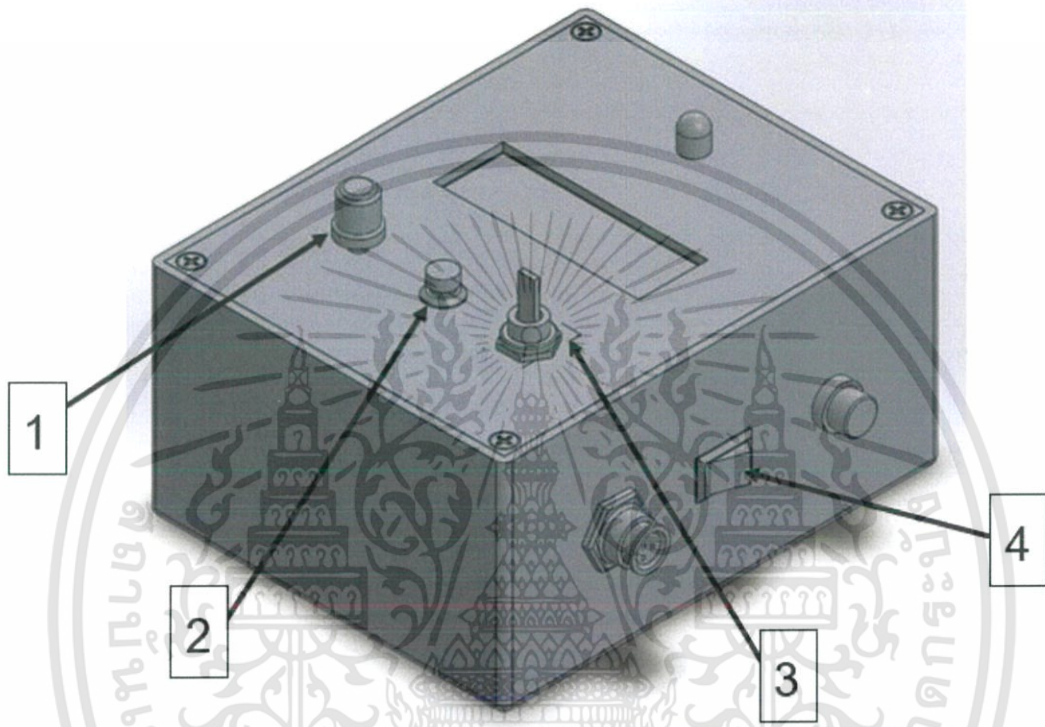


7. ใส่เฟืองเบอร์ 60 ไปยังปลายเพลาส่งกำลังและยึดด้วยนอตตัวหนอนในบริเวณที่มีการทำบ่าไว้สำหรับยึดนอตให้แข็งแรง และยึดนอตตัวหนอนอีกตัวใส่ที่ตัวเพลาด้วย จากนั้นนำไปยึดกับโครงเหล็กที่มากับเครื่องหยอดคีย์พวงรถแทรกเตอร์ ด้วยนอตตัวขนาดใหญ่โดยดูแนวเฟืองทั้งหมดให้ตรงกับ และดึงโซ่ให้ตรงด้วยตัวครึ่งโซ่



- การดูแลรักษา**
1. ตรวจสอบเข็มน้ำมันเครื่องภายในเกียร์บลิคหดรอบและลูกปืนประคองเพลาส่งกำลังอย่างสม่ำเสมอ เพื่อไม่ให้เกิดการทำงานของอุปกรณ์ติดขัด และยึดอายุการใช้งานของอุปกรณ์อีกด้วย
 2. เช็ดหรือเป่าอุปกรณ์หลังใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเกาะตามอุปกรณ์
 3. ไม่ควรทำงานตอนฝนตก และควรเก็บอุปกรณ์หลังใช้งานไว้ในที่ที่มีหลังคาคุ้มกันฝน
 4. เมื่ออุปกรณ์เกิดการขัดข้องเสียหาย ควรแจ้งปรึกษาคำแนะนำจากบริษัทผู้จัดจำหน่าย

การใช้งานเบื้องต้น



ปุ่มต่าง ๆ ในการใช้งานกล่องควบคุมเบื้องต้น

1. ปุ่ม Adj & Select สวิตช์กดเพื่อเข้าสู่เมนูที่ต้องการตั้งค่า โดยทำการหมุนไปเรื่อย ๆ จนเจอเมนูที่ต้องการ จากนั้นเมื่ออยู่หน้าเมนูทำการกดลงไปเพื่อเข้าสู่เมนูนั้น ๆ ใช้ในส่วนของการตั้งค่าเมนู และการตั้งค่าทั้งหมด
2. ปุ่ม Back ปุ่มกดเพื่อย้อนกลับไปยังเมนูก่อนหน้า เพื่อทำการเลือกใช้ฟังก์ชันใหม่ๆ
3. ปุ่มโยก Run เมื่อทำการตั้งค่าการใช้งานเรียบร้อยแล้ว จะสับคันโยกนี้ขึ้นเพื่อให้ระบบของแอฟพลิเคชันควบคุมเครื่องหยุดปฎิบัติงาน และสับคันโยกนี้ลงเพื่อให้ระบบของแอฟพลิเคชันควบคุมเครื่องหยุดปฎิบัติการทำงาน
4. ปุ่ม Stop ปุ่มที่ไว้ใช้กดฉุกเฉินในกรณีที่ชุดแอฟพลิเคชันควบคุมเครื่องหยุดปฎิบัติงานมีปัญหา จะทำการปิดการรับกระแสไฟฟ้าจากมอเตอร์

เพิ่มเติม

เครื่องควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยด้วยแอปพลิเคชันนี้ช่วยให้สามารถกำหนดปริมาณในการให้ปุ๋ยของพืชได้ โดยสามารถทำงานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และควบคุมง่าย ซึ่งการให้ปุ๋ยของพืชในปัจจุบันนั้นปริมาณปุ๋ยที่พืชต้องการในแต่ละไร่ แต่ละแปลงนั้นไม่เท่ากันทำให้ต้องมีแอปพลิเคชันนี้ขึ้นมา สำหรับวิธีการใช้งานและโปรแกรมต่าง ๆ ของเครื่องสามารถศึกษาได้จากคู่มือการใช้งานได้เลย โดยเครื่องหยอดปุ๋ยที่เราใช้งานเป็นเครื่องจากนครสวรรค์แต่ก็สามารถนำไปประยุกต์กับเครื่องอื่นได้

คำเตือน

ควรทำความสะอาดเครื่องหยอดปุ๋ยหลังการใช้งานอย่างน้อยอาทิตย์ละครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าเกลียวป้อนปุ๋ยมีปุ๋ยที่ไปพอกไว้ ทำให้เกิดการติดขัดของการให้ปุ๋ย และเพิ่มโหลดในการทำงานของอุปกรณ์ อาจส่งผลทำให้อุปกรณ์ขัดข้องเสียหายได้ และทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลงอีกด้วย

หมายเหตุ

- ปฏิบัติตามขั้นตอนในคู่มือการติดตั้งอย่างเคร่งครัด
- เมื่อมีปัญหาในการติดตั้งโปรดติดต่อสอบถามกับทางบริษัทผู้จัดจำหน่าย

6



สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม : www.croptechasia.com

www.vorawut.psu.ac.th

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ : 0 2573 7903

©2018 บริษัท ธานี จำกัด สงวนลิขสิทธิ์



ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบอัตราการให้ปุ๋ยของระบบของชุดควบคุมเครื่องหยอดปุ๋ยรุ่นที่ปรับปรุง

Calibrate: 25% = 13.16 g/s , 75% = 50.55 g/s , slope = 0.85 , offset = -0.8

รอบ (Rep.)	ความกว้าง (m)	ความเร็ว (km/h)	อัตราการให้ปุ๋ย (kg/rai)	น้ำหนัก (g)	Q _t (g/s)		Q _s (kg/rai)		Error (kg/rai)	Q _s เฉลี่ย (Kg/rai)
					ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
1	0.9	3	30	198.5	14.09	13.78	30	29.3	+0.7	31
2	0.9	3	30	206.0	14.09	14.31	30	30.5	-0.5	
3	0.9	3	30	209.0	14.09	14.51	30	30.9	-0.9	
4	0.9	3	30	215.0	14.09	14.93	30	31.8	-1.8	
5	0.9	3	30	221.0	14.09	15.35	30	32.7	-2.7	
1	0.9	5	30	204.5	23.49	23.67	30	30.2	-0.2	
2	0.9	5	30	208.5	23.49	24.13	30	30.8	-0.8	
3	0.9	5	30	230.5	23.49	26.68	30	34.1	-4.1	
4	0.9	5	30	214.5	23.49	24.83	30	31.7	-1.7	
5	0.9	5	30	221.0	23.49	25.58	30	32.7	-2.7	
1	0.9	7	30	211.0	32.89	34.19	30	31.2	-1.2	
2	0.9	7	30	224.0	32.89	36.30	30	33.1	-3.1	
3	0.9	7	30	212.0	32.89	34.35	30	31.3	-1.3	
4	0.9	7	30	202.0	32.89	32.73	30	29.9	+0.1	
5	0.9	7	30	201.0	32.89	32.57	30	29.7	+0.3	
1	0.9	3	50	360.0	23.49	25.00	50	53.2	-3.2	50
2	0.9	3	50	330.5	23.49	22.95	50	48.9	+1.1	
3	0.9	3	50	339.0	23.49	23.54	50	50.1	-0.1	
4	0.9	3	50	325.5	23.49	22.60	50	48.1	+1.9	
5	0.9	3	50	337.5	23.49	23.44	50	49.9	+0.1	
1	0.9	5	50	354.0	39.15	40.97	50	52.3	-2.3	
2	0.9	5	50	353.5	39.15	40.91	50	52.3	-2.3	
3	0.9	5	50	344.5	39.15	39.87	50	50.9	-0.9	
4	0.9	5	50	319.0	39.15	36.92	50	47.2	+2.8	
5	0.9	5	50	316.0	39.15	36.57	50	46.7	+3.3	
1	0.9	7	50	342.5	54.81	55.50	50	50.6	-0.6	
2	0.9	7	50	353.0	54.81	57.20	50	52.2	-2.2	
3	0.9	7	50	348.0	54.81	56.39	50	51.4	-1.4	
4	0.9	7	50	352.5	54.81	57.12	50	52.1	-2.1	
5	0.9	7	50	334.5	54.81	54.20	50	49.4	+0.6	
1	0.9	3	70	470.5	32.89	32.67	70	69.5	+0.5	69
2	0.9	3	70	472.0	32.89	32.78	70	69.8	+0.2	
3	0.9	3	70	450.5	32.89	31.28	70	66.6	+3.4	
4	0.9	3	70	480.0	32.89	33.33	70	71.0	-1.0	
5	0.9	3	70	458.0	32.89	31.81	70	67.7	+2.3	
1	0.9	5	70	457.5	54.81	52.95	70	67.6	+2.4	
2	0.9	5	70	478.0	54.81	55.32	70	70.7	-0.7	
3	0.9	5	70	469.5	54.81	54.34	70	69.4	+0.6	
4	0.9	5	70	450.0	54.81	52.08	70	66.5	+0.5	
5	0.9	5	70	485.0	54.81	56.13	70	71.7	-1.7	

รอบ (Rep.)	ความกว้าง (m)	ความเร็ว (km/h)	อัตราการให้ปุ๋ย (kg/rai)	น้ำหนัก (g)	Q _t (g/s)		Q _a (kg/rai)		Error (kg/rai)	Q _a เฉลี่ย (kg/rai)
					ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
1	0.9	7	70	455.5	76.73	73.81	70	67.3	+2.7	
2	0.9	7	70	465.5	76.73	75.43	70	68.8	+1.2	
3	0.9	7	70	459.5	76.73	74.46	70	67.9	+2.1	
4	0.9	7	70	489.5	76.73	79.32	70	72.4	-2.4	
5	0.9	7	70	474.0	76.73	76.81	70	70.1	-0.1	

