รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเก็บตัวอย่างดินแบบกึ่งอัตโนมัติ สำหรับระบบเกษตรแม่นยำ
Semi-Automatic Soil Sampling Machine for Precision Agriculture Application

นายประจักษ์ ทูคำมี

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเก็บตัวอย่างดินแบบกึ่งอัตโนมัติ สำหรับระบบเกษตรแม่นยำ
Semi-Automatic Soil Sampling Machine
for Precision Agriculture Application

นายประจักษ์ ทูคำมี

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา เครื่องเก็บตัวอย่างดินแบบกึ่งอัตโนมัติ สำหรับระบบเกษตรแม่นยำ
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายประจักษ์ ทูคำมี
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมเกษตร
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.วสุ อุดมเพทายกุล และดร.จีรายุทธ หงษ์เวียงจันทร์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายธนัท ทรงเมธากฤตย์
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ธาอัส จำกัด

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดินแบบกึ่งอัตโนมัติ สำหรับระบบเกษตรแม่นยำ เพื่อเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร โดยควบคุมการทำงาน และเก็บข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อในอนาคตสามารถนำข้อมูล และตำแหน่งตัวอย่างดินมาสร้างแผนที่ดินได้ เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น

วิธีการเก็บตัวอย่างดินในปัจจุบันนั้นต้องใช้แรงงาน และเวลามาก ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ทั่วทั้งแปลง ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้ออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างดินที่สามารถติดตั้งกับรถเอทีวีได้ ซึ่งทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว ในการเครื่องเก็บตัวอย่างดินนั้นได้ใช้วิธีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง และหมุนในแนวราบ เพื่อให้ได้ดินตามความลึกที่ต้องการ จากนั้นในการนำตัวอย่างดินออกจากกระบอก ใช้กลไกขูดดิน โดยใช้ก้านเหล็กที่มีการตัดเฉียงดันดินออกจากกระบอก

จากการทดสอบพบว่า เครื่องเก็บตัวอย่างดินสามารถเก็บตัวอย่างได้ที่ระดับความลึก 27 – 31 เซนติเมตร แต่เนื่องจากดินเกิดการอัดตัวในประบอกเก็บตัวอย่าง ความสูงของดินในกระบอกอยู่ในช่วง 20 – 24 เซนติเมตร ในหนึ่งรอบการเก็บตัวอย่างใช้เวลาทำงานเฉลี่ย 102 วินาที

คำสำคัญ : เกษตรแม่นยำ, เครื่องเก็บตัวอย่างดิน, แผนที่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title : Semi-Automatic Soil Sampling Machine for Precision Agriculture Application

Student intern name : Mr.Prajak Tukammee

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 research aims to design and build a semi-automatic soil sampling machine to collect soil samples at the depth of 30 cm. Collecting device and relevant data were controlled by a microcontroller. Soil analysis information combining with the soil sampling locations could be used to further create the soil maps for precision agriculture applications.

Current soil sampling methods are labor and time intensive, making it impossible to collect data across the entire field. So, we have designed the soil sampling machine that can be installed on an ATV vehicle that is able to travel throughout the field. The sampling cylinder moves in vertical direction while rotating along the axial to help penetrating to the desired depth. The soil sample was removed from the cylinder using a soil scraping mechanism and then collected in a container.

From the experiment, we found that the probe could penetrate to the depth of 27 - 31 cm. However, due to soil compaction, the soil depth in the cylinder showed the depth between 20 - 24 cm. The average sampling time was approximately 102.65 seconds per cycle.

Keyword: soil sampling machine, precision agriculture, soil mapping

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การสหกิจศึกษาในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยรับความอนุเคราะห์จากบริษัท ธาอัส จำกัด ที่ได้มอบโอกาสให้เข้ามาทำการสหกิจศึกษา ขอขอบคุณ นายธนัท ทรงเมธากฤตย์ ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาธุรกิจ นายวรวุฒิ หทัยภัทร พนักงานที่ปรึกษา และนายทรงศักดิ์ วรรณภีร์ สำหรับการสหกิจในครั้งนี้ และพนักงานบริษัท ธาอัส จำกัด ทุกคนที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ คำปรึกษา ความรู้ ประสบการณ์การทำงาน รวมถึงวัฒนธรรมองค์กร จนทำให้การสหกิจในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ดร.วสุ อุดมเพทายกุล และ ดร.จีรายุทธ หงษ์เวียงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา งานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ข้อคิดจนทำให้การสหกิจศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆ จากผู้ที่เกี่ยวข้องที่ไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี่ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ประจักษ์ ทูคำมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

ชื่อเรื่อง หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย......I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ......II
กิตติกรรมประกาศ......III
สารบัญ......IV
สารบัญตาราง......VI
สารบัญภาพ......VII
บทที่ 1 บทนำ......1
1.1 ที่มา และความสำคัญของญหา......1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานสหกิจศึกษา......1
1.3 ขอบเขตของงานโครงงานสหกิจศึกษา......2
1.4 วิธีการดำเนินงาน......2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ......2
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง......3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง......3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์......7
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า......8
2.4 ตลับลูกปืน......10
2.5 เฟือง......23
บทที่ 3 การออกแบบ และสร้าง......29
3.1 แนวคิดของเครื่องเก็บตัวอย่างดิน......29
3.3 การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล......30
3.4 การออกแบบโครงสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดิน......30
3.5 การออกแบบโครงสร้างยึดกับรถ ATV......33
3.6 การออกแบบชุดหัวเจาะ......33
บทที่ 4 การทดสอบ และผลการทดสอบ......37
4.1 วัตถุประสงค์......37
4.2 วัสดุ และอุปกรณ์......37
4.3 ขั้นตอนการทดสอบ......37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ชื่อเรื่อง **หน้า**

4.4 ผลการทดสอบ 38
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 39
5.1 สรุปผลการวิจัย 39
5.2 ข้อเสนอแนะ 39
เอกสารอ้างอิง..40
ภาคผนวก ก โค้ดโปรแกรมเครื่องเก็บตัวอย่างดิน 43
ภาคผนวก ข รายละเอียดชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์...51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ชื่อตาราง **หน้า**

ตารางที่ 3.1 ตารางแผนการดำเนินงานตลอดการดำเนินงาน 30
ตารางที่ 4.1 การทดสอบเครื่องเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ชื่อภาพ **หน้า**

ภาพที่ 2.1 แสดงการเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุด 3
ภาพที่ 2.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 1000 4
ภาพที่ 2.3 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 1000s 5
ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 2000 5
ภาพที่ 2.5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 3000 5
ภาพที่ 2.6 เครื่องเก็บตัวอย่างดิน รุ่น WINTEX MCL3 6
ภาพที่ 2.7 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน MagicTec จากประเทศ USA 6
ภาพที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino mega 2560 7
ภาพที่ 2.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESPino32 8
ภาพที่ 2.10 มอเตอร์ไฟฟ้า 8
ภาพที่ 2.11 ลูกปืนแบบเม็ดกลม (ด้านซ้าย) ลูกปืนแบบเม็ดยาว (ด้านขวา) 11
ภาพที่ 2.12 ลักษณะการรับแรงของตลับลูกปืน 11
ภาพที่ 2.13 โครงสร้างของตลับลูกปืน 12
ภาพที่ 2.14 โครงสร้างของตลับลูกปืน 12
ภาพที่ 2.15 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings) 13
ภาพที่ 2.16 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม (Angular contact ball bearings) 13
ภาพที่ 2.17 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่ (Duplex angular contact ball bearings) 14
ภาพที่ 2.18 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว (Double row angular contact ball bearings) 14
ภาพที่ 2.19 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมปรับแนวแกนได้เอง (Self aligning ball bearings) 15
ภาพที่ 2.20 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Cylindrical roller bearings) 15
ภาพที่ 2.21 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งแบบโคน (Tapered roller bearings) 16
ภาพที่ 2.22 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลม (Spherical roller bearings) 16
ภาพที่ 2.23 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งแบบเข็ม (Needle roller bearings) 17
ภาพที่ 2.24 ตลับลูกปืนรับแรงในแนวแกน (Thrust ball bearings) 17
ภาพที่ 2.25 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกรับแรงในแนวแกน (Cylindrical roller thrust bearings) 18
ภาพที่ 2.26 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมรับแรงในแนวแกน (Spherical roller thrust bearings) 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ชื่อเรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 2.27 ลักษณะการแตกเป็นสะเก็ดของลูกปืน 19
ภาพที่ 2.28 ลักษณะการร้าวของลูกปืน 19
ภาพที่ 2.29 ลักษณะรอยกดลึกของลูกปืน 20
ภาพที่ 2.30 ลักษณะรอยขัดสีของลูกปืน 20
ภาพที่ 2.31 ลักษณะการสึกหรอของลูกปืน 21
ภาพที่ 2.32 เฟืองตรง (Spur Gear) 23
ภาพที่ 2.33 เฟืองสะพาน (Rack Gear) 24
ภาพที่ 2.34 เฟืองเฉียง (Helical gear or Spiral gear) 24
ภาพที่ 2.35 เฟืองดอกจอกหรือเฟืองบายศรี (Bevel Gear) 25
ภาพที่ 2.36 เฟืองหนอน (Worm Gear) 25
ภาพที่ 2.37 แสดงลักษณะส่วนประกอของโซ่ส่งกำลัง 26
ภาพที่ 2.38 แสดงส่วนประกอบของโซ่ลูกกลิ้ง 26
ภาพที่ 2.39 แสดงโซ่ลูกกลิ้ง (Roller Chain) 27
ภาพที่ 2.40 แสดงโซ่ปลอก (Leaf Chain) 27
ภาพที่ 2.41 แสดงโซ่ฟันเฟือง (Chain Sprockets Gear) 27
ภาพที่ 2.42 ความแตกต่างของความยาวโซ่ 28
ภาพที่ 2.43 ตรวจสอบการด้วยการดัดโซ่ 28
ภาพที่ 2.44 ลักษณะการปรับความตึงของโซ่ส่งกำลัง 28
ภาพที่ 3.1 แผนผังการดำเนินการออกแบบ และสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดิน 29
ภาพที่ 3.2 แสดงขนาด และรูปร่างของฐานรองเกียร์ทดรอบ 31
ภาพที่ 3.3 แสดงขนาด และรูปร่างของฐานรองลูกปืนแบริ่ง 31
ภาพที่ 3.4 แสดงขนาด และรูปร่างของฐานรองลูกปืนประคอง 32
ภาพที่ 3.5 แสดงแบบการประกอบหลังจากเชื่อมเสร็จ 32
ภาพที่ 3.6 แสดงแบบการประกอบหลังจากนำชิ้นส่วนมาประกอบ 32
ภาพที่ 3.7 แสดงขนาด และรูปร่างของโครงสร้างยึดกับ ATV 33
ภาพที่ 3.8 แสดงขนาด และรูปร่างของแผ่นส่วนเจาะด้านบน 33
ภาพที่ 3.9 แสดงขนาด และรูปร่างของแผ่นส่วนเจาะด้านล่าง 33
ภาพที่ 3.10 แสดงขนาด และรูปร่างของจุดเชื่อมต่อเฟืองสะพานและเบ้าลูกปืน 34
ภาพที่ 3.11 แสดงขนาด และรูปร่างของเบ้าลูกปืนด้านล่าง 34
ภาพที่ 3.12 แสดงขนาด และรูปร่างของแกนเฟืองหัวเจาะ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ชื่อเรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 3.13 แสดงขนาด และรูปร่างของกระบอกเก็บตัวอย่างดิน 35
ภาพที่ 3.14 รูปร่างของชุดหัวเจาะที่ประกอบเสร็จแล้ว 36
ภาพที่ 5.1 ARDUINO MEGA 2560 REV3........ 52
ภาพที่ 5.2 ลักษณะ Current Sensor Module 30A (ACS712-30A)........ 53
ภาพที่ 5.3 ลักษณะโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า 0-24 โวลต์ 53
ภาพที่ 5.4 Ublox NEO-M8N GPS Module with Active Antenna 54
ภาพที่ 5.5 Inductive Proximity Sensor Detection Switch LJ12A3-4-Z/BX (NPN)........ 55
ภาพที่ 5.6 โมดูล Micro SD Card Micro SD Card Module........ 56
ภาพที่ 5.7 EVO24V50 Brushed DC Motor Driver........ 57
ภาพที่ 5.8 High Power DC Step-Up 12-60V to 12-80V 30A 1500W Max 58
ภาพที่ 5.9 Cytron 13Amp DC Motor Driver - GROVE Compatible 59
ภาพที่ 5.10 DC-to-DC Step Down XL4015 Module (5A) 75W with Voltmeter 60
ภาพที่ 5.11 20x4 LCD with backlight of the LCD screen........ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในอดีตจนถึงปัจจุบันนั้นดินมีความสำคัญต่อการเกษตรเป็นอย่างมาก ซึ่งหมายถึงความอุดมสมบูรณ์ และปัญหาของคุณภาพดิน สืบเนื่องจากสภาพดินมีประโยชน์ทำให้พืชทุกชนิดเจริญเติบโตได้ เช่น สารอาหาร แร่ธาตุ ความชื้น น้ำในดิน ช่องว่างของอากาศในดิน และความหนาแน่น เป็นต้น โดยในแต่ละตำแหน่งนั้นมีสภาพดินที่แตกต่างกัน เห็นความสำคัญของสภาพดินจึงมีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ แต่ในปัจจุบันได้ใช้มนุษย์ในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดเนื่องจากผู้เก็บตัวอย่าง รวมถึงสภาพอากาศในเมืองไทยค่อนข้างร้อน ทำให้เก็บตัวอย่างได้ไม่ละเอียดมาก

อีกทั้งยัง ประเทศไทยนั้น มีความต้องการเก็บข้อมูลมากขึ้น เพื่อตอบรับนโยบายการทำเกษตรยุค 4.0 ของรัฐบาล รวมถึงสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัญหาได้ง่ายขึ้น และยังให้คนรุ่นหลังสามารถศึกษาข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลได้ง่ายขึ้น โดยไม่ต้องใช้ประสบการณ์มากนัก ส่งผลให้ภายในอนาคตอันใกล้นี้จะสามารถปรับปรุงคุณภาพของดินได้อย่างแม่นยำมากขึ้น เรียกว่า การเกษตรแบบแม่นยำ

โดยได้ทำการออกแบบ และสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดิน ซึ่งมีความสามารถเก็บข้อมูล และควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงการระบุตำแหน่งของตัวอย่างดิน เพื่อนำมาสร้างแผนที่คุณภาพดิน ส่งผลให้ทราบคุณภาพดินในแต่ละตำแหน่ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินให้มีความเหมาะสมกับพืชในแต่ละชนิด ในการเก็บตัวอย่างดินจะต้องระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ เพื่อที่จะนำมาสร้างแผนที่ดินได้ในอนาคตได้ และเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดินต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานสหกิจศึกษา

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดิน โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบเก็บบันทึกข้อมูล และควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานโครงงานสหกิจศึกษา

สำหรับขอบเขตของงานโครงงานสหกิจศึกษา มีดังนี้

1.3.1 เครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร

1.3.2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานของเครื่อง

1.3.3 ดินที่ทดสอบเป็นดินเหนียวปนทรายที่ อำเภอบางระกำ ตำบลบ่อทอง จังหวัดพิษณุโลก

1.3.4 อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถติดตั้งบนรถเอทีวี (ATV, All-Terrain Vehicle) ในตำแหน่งด้านข้างของรถ

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 วางแผนการทำงาน

1.4.2 ศึกษา หาความรู้เกี่ยวกับเครื่องเก็บตัวอย่างดิน และวิธีการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่างๆ

1.4.3 การออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้โปรแกรมเขียนแบบสามมิติ

1.4.4 การสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดิน

1.4.5 ออกแบบการทดลอง

1.4.6 การทดลอง และเก็บข้อมูล

1.4.7 การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง

1.4.8 การทำรายงานโครงงาน

1.4.9 ส่งเล่มรายงานโครงงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ลดการใช้ทรัพยากรบุคคล

1.5.2 สามารถเก็บตัวอย่างดินได้ละเอียดมากขึ้น

1.5.3 สามารถนำข้อมูล และตำแหน่งตัวอย่างดินมาสร้างแผนที่ดินได้ เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินที่แม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การเก็บตัวอย่างดินที่ถูกต้องโดยใช้คนงานในการเก็บ

ตัวอย่างดินจะต้องเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของดินแปลงนั้น ถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์ก็จะไม่ตรงกับคุณสมบัติของดิน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยและการจัดการดินจะผิดพลาดทั้งหมด หลักสำคัญของการเก็บตัวอย่างดิน [10] มีดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2.1 แสดงการเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุด

2.1.1.1 ควรเก็บหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว หรือก่อนเตรียมดินครั้งต่อไป คำแนะนำจากผลการวิเคราะห์ดินหลายอย่างจะต้องนำมาใช้ให้ทันในการเตรียมดินปลูกพืช เช่น การใส่ปูน การไถกลบอินทรีย์วัตถุ การใส่ปุ๋ยรองพื้น เป็นต้น จะลงมือเก็บตัวอย่างดิน เมื่อใดนั้นจะต้องเผื่อเวลาสำหรับการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ ระยะเวลาทำงานของงห้องปฏิบัติการ จนถึงการส่งผลกลับให้ รวมแล้วประมาณ 1 – 2 เดือน

2.1.1.2 สำหรับการเก็บตัวอย่างดินจะต้องเก็บก่อน 1 – 2 สัปดาห์ เพื่อให้ตัวอย่างดินแห้งจึงจะวิเคราะห์ได้

2.1.1.3 พื้นที่ที่จะเก็บตัวอย่างดินไม่ควรเปียก หรือมีน้ำท่วมขังจะทำให้เข้าทำงานลำบาก แต่ถ้าแห้งเกินไปดินจะแข็ง ดินควรมีความชื้นเล็กน้อยจะทำให้ขุดและเก็บได้ง่ายขึ้น

2.1.1.4 ไม่เก็บตัวอย่างดินบริเวณที่เคยเป็นบ้าน หรือโรงเรือนเก่า จอมปลวก เก็บให้ห่างไกลจากบ้านเรือน อาคารที่อยู่อาศัย คอกสัตว์ และบริเวณจุดที่มีปุ๋ยตกค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างดินต้องสะอาด ไม่เปื้อนดิน ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยาปราบศัตรูพืช หรือ สารเคมีอื่น ๆ

2.1.1.6 ต้องบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างดินของแต่ละตัวอย่างให้มากที่สุด เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการให้คำแนะนำการจัดการดินให้ถูกต้องที่สุด [1]

2.1.2 เครื่องเก็บตัวอย่างดิน

ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางการเกษตรหลายรูปแบบ ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิค และวิธีการต่างๆ เพื่อเก็บตัวอย่างดินที่ความลึกตามที่ต้องการ โดยมีการติดตั้งเข้ากับต้นกำลังที่สามารถทุ่นแรง และสามารถเคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการได้ ส่งผลให้การเก็บตัวอย่างดินนั้นมีความละเอียด สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย ยกตัวอย่างอุปกรณ์ ดังนี้

2.1.2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex Agro จากประเทศ Denmark ซึ่งเป็นการใช้ต้นกำลังด้วยไฮโดรลิค และสามารถติดตั้งได้กับรถ ATV ได้ [23]

- WINTEX 1000 เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 25 เซนติเมตร ติดตั้งกับรถ ATV ได้
- WINTEX 1000s เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร ติดตั้งกับรถ ATV ได้
- WINTEX 2000 เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 60 เซนติเมตร ติดตั้งกับรถ UTV ได้
- WINTEX 3000 เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 90 เซนติเมตร ติดตั้งกับรถ UTV ได้
- WINTEX MCL3 เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 120 และ 200 เซนติเมตร ติดตั้งกับรถ UTV ได้

ภาพที่ 2.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.3 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 1000s

ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 2000

ภาพที่ 2.5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน Wintex 3000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.6 เครื่องเก็บตัวอย่างดิน รุ่น WINTEX MCL3

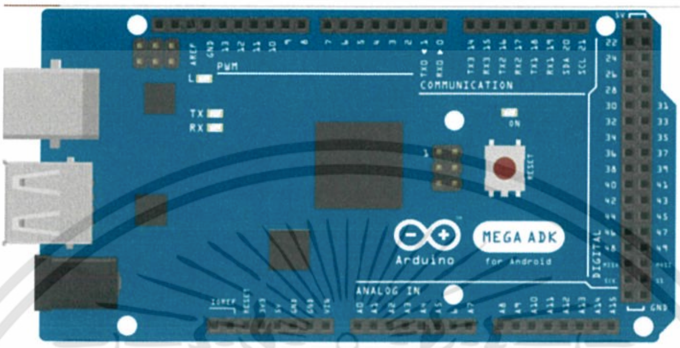
2.1.2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน MagicTec จากประเทศ USA [22]

ภาพที่ 2.7 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน MagicTec จากประเทศ USA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.1 Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino mega 2560

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย [4]

2.3.2 ESPino32 สามารถพัฒนาโปรแกรมบทแพลตฟอร์ม Arduino โดยติดตั้ง Board Support Package ชื่อ arduino-esp32 จาก GitHub ของ Espressif บอร์ดมาพร้อม USB-to-Serial ชิพ CP2104 ของ Silicon Labs สามารถเสียบเข้าคอมพิวเตอร์แล้วติดตั้งไดร์เวอร์เป็น Virtual COM Port แล้วสามารถโปรแกรมตัวบอร์ดผ่าน Arduino IDE ได้ พร้อมวงจรอัพโหลดอัตโนมัติ ไม่ต้องกดปุ่ม Program และ Reset เพื่ออัพโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ด ESPino32 เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนางานชิ้นงาน Internet of Things เป็นอุปกรณ์ปลายทางเพื่ออ่านค่าจากเซ็นเซอร์หรือส่งค่าควบคุมไปยังอุปกรณ์ผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth สามารถนำไปใช้ได้ตั้งแต่การเรียนรู้จนใช้งานจริง

ภาพที่ 2.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESPino32

บอร์ด ESPino32 เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนางานด้าน Internet of Things เป็นอุปกรณ์ปลายทางเพื่ออ่านค่าจากเซ็นเซอร์หรือส่งค่าควบคุมไปยังอุปกรณ์ผ่าน Wi-Fi สามารถนำไปใช้ได้ตั้งแต่การเรียนรู้และการใช้งานจริง นำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบต่างๆ [7]

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

ในชีวิตประจำวันนั้น มีอุปกรณ์หลากหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว การเคลื่อนที่ การหมุนต่างๆ โดยมีชิ้นส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ต้นกำลัง เพื่อให้อุปกรณ์นั้นสามารถทำงานได้ สิ่งสำคัญนั้นคือ มอเตอร์ (Motor) คือ เครื่องกลไฟฟ้า (Electrotechnical Energy) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) ในรูปของการหมุนเคลื่อนที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ถูกนำไปร่วมใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าประมาณ 80-90% ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Energy) แสดงดังรูป

ภาพที่ 2.10 มอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Source) เป็นมอเตอร์แบบเบื้องต้นที่ถูกผลิตมาใช้งาน และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Source) มอเตอร์ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจากมอเตอร์ระแสตรง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor) ประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร 2 ขั้ว วางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำจะได้รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุด มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กันเกิดแรงผลักดันทำให้ขดลวดตัวนำหมุนเคลื่อนที่ได้การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จากสมการ F=ILB

F(N) = แรงผลักของขดลวด

I(A) = กระแสที่ไหลในขดลวด

B(T) = ความหลาแน่ของฟลักซ์มาเหล็ก

L(M) = ความยาวของขดลวด

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

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

- สปลิทเฟส มอเตอร์ (Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แวซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)

2. มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C. Two phase Motor)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor) เมื่อมีกระแสไหลผ่านเข้าไปในมอเตอร์กระแสจะแบ่งออกไป 2 ทาง คือ ส่วนที่หนึ่งจะผ่านเข้าไปที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก(Field coil) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และอีกส่วนหนึ่งจะผ่านแปลงถ่านคาร์บอน และผ่านคอมมิวเตเตอร์ เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นเช่นกัน ซึ่งทั้งสองสนามจะเกิดขึ้นขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กและจะไม่มีการติดกัน จะมีแต่กี่หักล้างและมีการเสริมกัน ซึ่งทำให้เกิดแรงบิตในอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์หมุน ซึ่งในการหมุนนั้นจะเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's left hand rule) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ 3 ชนิด ได้แก่

1.มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

3.มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor) [13]

2.4 ตลับลูกปืน

เครื่องมือกลแทบทุกชนิด จะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักที่สำคัญชิ้นส่วนหนึ่ง คือ ตลับลูกปืน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รองรับและประคองการหมุนของเพลาทั้งเพลางาน (Work Spindle) และเพลาชุดเฟืองทดรอบ (Shaft) นอกจากนี้ ตลับลูกปืนยังทำหน้าที่ถ่ายทอดหรือส่งผ่านแรงที่เกิดขึ้นจากการทำงานบนเพลา ให้ผ่านลงไปสู่ฐานเครื่อง เป็นชิ้นส่วนที่ต้องทำหน้าที่การทำงานหลายๆอย่างในขณะเดียวกัน ดังนั้น ชิ้นส่วนที่หมดสภาพการใช้งานหรือเสียหายจึงมักเกิดขึ้นที่ตลับลูกปืน การเลือกชนิดของตลับลูกปืน การถอดและประกอบตลับลูกปืนและการบำรุงรักษา จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในงานเครื่องมือกล

ทำไมจึงต้องใช้ตลับลูกปืน

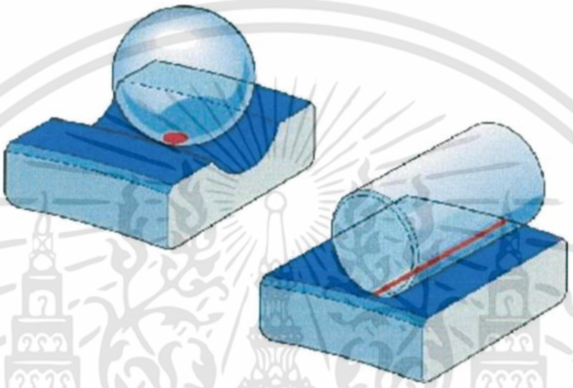
ตลับลูกปืนทำหน้าที่ลดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้สามารถลดปริมาณพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรและเนื่องจากความเสียดทานที่ลดลง จึงช่วยเพิ่มสมรรถนะในการทำงานของเครื่องจักร ลดการสึกหลอ มีผลให้การดูแลรักษาง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของตลับลูกปืน

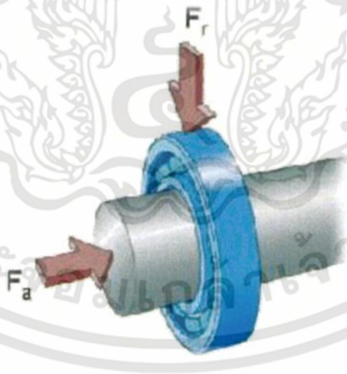
เรามีวิธีในการแบ่งแยกประเภทของตลับลูกปืน โดยอาศัยปัจจัยในด้านโครงสร้าง ออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก คือ

1. ตลับลูกปืนที่มีเม็ดกลมและตลับลูกปืนที่มีเม็ดยาว ด้วยการออกแบบของเม็ดลูกกลิ้งที่แตกต่างกัน ทำให้ตลับลูกปืนที่มีมิติขนาดเท่ากัน เม็ดยาวจะสามารถรับแรงได้มากกว่าเม็ดกลม แต่ในทางตรงข้าม ตลับลูกปืนเม็ดยาวสามารถทำงานได้ที่ความเร็วรอบที่ต่ำกว่าเม็ดกลม เนื่องจากความเสียดทานที่สูงกว่าของผิวสัมผัสนี่เอง



ภาพที่ 2.11 ลูกปืนแบบเม็ดกลม (ด้านซ้าย) ลูกปืนแบบเม็ดยาว (ด้านขวา)

2. ความสามารถในการรับแรง ตลับลูกปืนแบ่งแยกประเภทตามการรับแรงได้เป็น 3 ประเภท คือ



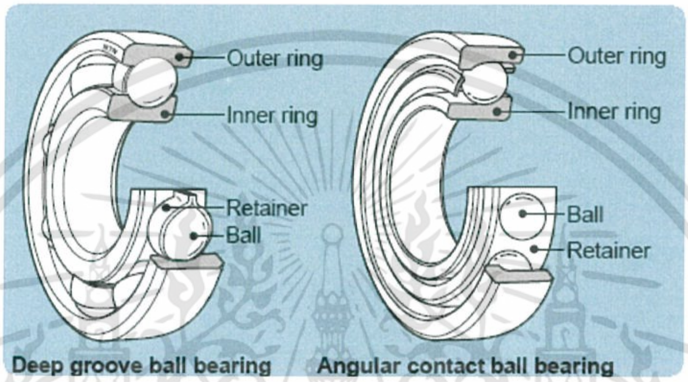
ภาพที่ 2.12 ลักษณะการรับแรงของตลับลูกปืน

- ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมี (Fr)
- ตลับลูกปืนรับแรงรุนในแนวแกน (Fa)
- ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมีและแรงรุนได้ในขณะเดียวกัน

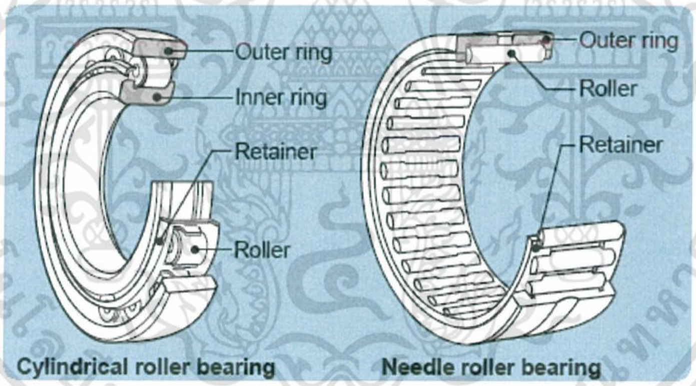
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของตลับลูกปืน

ภาระที่กระทำในเครื่องจักรกล สามารถจำแนกออกได้เป็นภาระในแนวรัศมีและภาระในแนวแกน ตลับลูกปืนที่ใช้ในการรองรับจำเป็นที่จะต้องรับภาระที่กระทำทั้งสองแกนหรือแนวใดแนวหนึ่ง การออกแบบรูปร่างของตลับลูกปืนจึงต้องออกแบบให้โครงสร้างของตลับลูกปืนเหมาะสมต่อขนาดและทิศทางของการรับภาระที่กระทำ ดังนั้น ตลับลูกปืนที่มีอยู่ในท้องตลาดจึงมีรูปร่างและโครงสร้างต่างๆ กัน ด้วยเหตุที่ตลับลูกปืนมีชนิดและขนาดต่างกันเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องกำหนดตลับลูกปืนขึ้นเป็นมาตรฐาน เพื่อสะดวกต่อการออกแบบเครื่องจักรกล



ภาพที่ 2.13 โครงสร้างของตลับลูกปืน



ภาพที่ 2.14 โครงสร้างของตลับลูกปืน

ตลับลูกปืนทั่วไปจะประกอบไปด้วยแหวนสองส่วนคือ แหวนใน (Inner ring) และแหวนนอก (Outer ring) (แหวนในจะใช้สวมเข้ากับเพลาและแหวนนอกจะยึดอยู่ในตัวเรือน) มีลูกกลิ้งแบบเม็ดกลม (ball) หรือแบบเม็ดทรงกระบอก (Roller) อยู่ระหว่างแหวนในและแหวนนอก โดยจะมีกรงหรือรัง (Cage) หรือเรียกว่า Retainer คั่นแยกลูกกลิ้งให้มีระยะห่างคงที่ เมื่อแหวนใดแหวนหนึ่งหมุน ลูกกลิ้งก็จะกลิ้งอยู่ในรางของแหวน แหวนใน,แหวนนอกและเม็ดลูกปืน โดยทั่วไปจะทำจากโลหะคาร์บอนเกรดสูงชุบโครเมียม

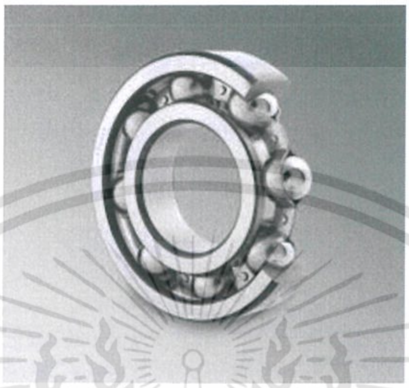
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลับลูกปืนประเภทต่างๆ

1. ตลับลูกปืนรับแรงในแนวรัศมี

1.1 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมรับแรงในแนวรัศมี

1.1.1. ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings)



ภาพที่ 2.15 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearings)

เป็นตลับลูกปืนที่ทนทาน มีคุณสมบัติและความสามารถในการรับแรงรอบตัว สามารถใช้งานได้ที่ความเร็วรอบสูงและง่ายในการประกอบติดตั้งใช้งาน เป็นตลับลูกปืนที่ใช้งานกันอย่างกว้างขวางที่สุด ทางเดินของลูกปืนเป็นร่องลึกจึงกลิ้งได้สะดวกและมีความเที่ยงศูนย์สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้มาก และรับแรงในแนวแกนได้พอสมควร เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วรอบสูง

1.1.2. ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม (Angular contact ball bearings)

มีลักษณะคล้ายกับตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก แต่แตกต่างกันตรงบ่าของแหวนนอกและแหวนในซึ่งมีเพียงบ่าเดียว จึงทำให้แหวนในและแหวนนอกแยกออกจากกันได้ เหมาะสำหรับใช้กับส่วนที่ต้องถอดเข้าถอดออกอยู่เสมอ สามารถรับแรงได้ทั้งแนวรัศมี และแรงในแนวแกนทิศทางเดียวได้มากกว่าตลับ ลูกปืนแบบเม็ดกลมร่องลึก เป็นตลับลูกปืนที่ออกแบบมาให้เหมาะสำหรับการรับแรงรวมที่เกิดจากแรงในแนวรัศมีและแรงในแนวแกนกระทำกับตลับลูกปืนพร้อมกันและเป็นตลับลูกปืนที่ช่วยเพิ่มความแข็งเกร็งของเพลา

ภาพที่ 2.16 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม (Angular contact ball bearings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

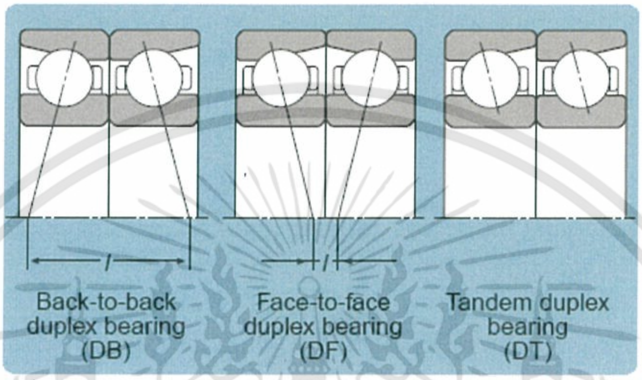
1.1.3. ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่ (Duplex angular contact ball bearings) สามารถรับแรงในแนวแกนสองทิศทาง เป็นการนำเอาตลับลูกปืน

แบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม 2 อัน มาชนกัน ซึ่งทำได้ 3 ลักษณะ คือ

1.แบบให้หลังชนกัน (Back to back) จะใช้สัญลักษณ์ DB

2. แบบให้หน้าชนกัน (Face to face) จะใช้สัญลักษณ์ DF

3. แบบให้หน้าชนหลัง (Tandem) จะใช้สัญลักษณ์ DT



ภาพที่ 2.17 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่
(Duplex angular contact ball bearings)

1.1.4. ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว (Double row angular contact ball bearings)

มีลักษณะเหมือนกับตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบ เป็นคู่แบบให้หลังชนกัน จึงสามารถรับแรงในแนวแกนได้สองทิศทางและมีข้อดีตรงที่ขนาดความกว้างแคบกว่าตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมประกอบเป็นคู่แบบที่ใช้ให้หลังชนกัน

ภาพที่ 2.18 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุมสองแถว
(Double row angular contact ball bearings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.5. ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมปรับแนวแกนได้เอง (Self-Aligning ball bearings) จะมีร่องทางเดินของลูกปืนสองแถวที่แหวนใน ส่วนแหวนนอกจะมีเพียงร่องเดียวเป็นผิวโค้ง ทรงกลม ทำให้ลูกปืนกับแหวนวงในสามารถเบี่ยงเบนแกนไปตามร่องผิวโค้งทรงกลมของแหวนวงนอกได้ เหมาะสำหรับใช้กับเพลาที่แกว่งหรือหมุนไม่เที่ยงหรือใช้กับเครื่องจักรที่มีความสั่นสะเทือนตลับลูกปืนนี้สามารถปรับตัวไปตามแนวแกนเพลา ซึ่งทำให้ไม่เกิดการขัดตัว

ภาพที่ 2.19 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมปรับแนวแกนได้เอง (Self-Aligning ball bearings)

1.2 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งรับแรงในแนวรัศมี

1.2.1. ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Cylindrical roller bearings) สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้มาก ใช้กับความเร็วรอบสูงและมีความเที่ยงศูนย์ แต่รับแรงในแนวแกนได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ภาพที่ 2.20 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Cylindrical roller bearings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2. ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งแบบโคน (Tapered roller bearings) มีร่องทางเดินของลูกกลิ้งแบบโคนที่แหวนวงใน ลักษณะการวางของลูกกลิ้งอยู่ในแนวเอียงมีมุมกระทบโต จึงสามารถรับแรงแนวรัศมีและแนวแกนทิศทางเดียวได้มาก เป็นตลับลูกปืนที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น ในโรงงานย่อยหินในรถยนต์และในเครื่องจักรก่อสร้าง เป็นต้น

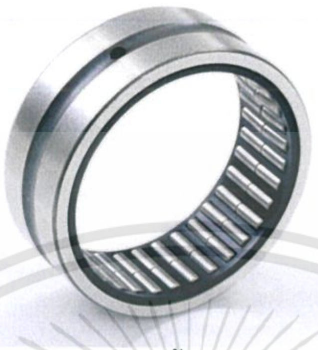
ภาพที่ 2.21 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งแบบโคน (Tapered roller bearings)

1.2.3. ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลม (Spherical roller bearings) มีลักษณะคล้ายกับตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมปรับแนวแกนได้เอง แตกต่างกันที่ใช้ลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมแทนส่วนลักษณะการใช้งานเหมือนกัน แต่สามารถรับแรงในแนวแกนได้มากกว่า เพราะมีมุมกระทบโต เหมาะสำหรับที่จะใช้รับแรงช็อค (Shock load)

ภาพที่ 2.22 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลม (Spherical roller bearings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4. ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งแบบเข็ม (Needle roller bearings) สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้มาก ลักษณะของลูกกลิ้งคล้ายกับลูกกลิ้งทรงกระบอกการที่จะเรียกว่าเป็นลูกกลิ้งแบบเข็มได้ก็ต่อเมื่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 5 มม. เมื่อเทียบกับความยาวแล้วจะแตกต่างกันมาก



ภาพที่ 2.23 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งแบบเข็ม (Needle roller bearings)

2. ตลับลูกปืนรับแรงในแนวแกน

2.1 ตลับลูกปืนแบบเม็ดกลมรับแรงในแนวแกน

2.1.1. ตลับลูกปืนรับแรงในแนวแกน (Thrust ball bearings) ตลับลูกปืนประกอบด้วยแหวนสองวง วงหนึ่งยึดติดกับเพลาเรียกว่า แหวนใน อีกวงหนึ่งเรียกว่าแหวนนอก แหวนทั้งสองจะมีร่องลึกสำหรับเป็นทางวิ่งของลูกปืน ตลับลูกปืนชนิดนี้รับแรงในแนวแกนได้เพียงทิศทางเดียว รับแรงในแนวรัศมีได้เพียงเล็กน้อย

ภาพที่ 2.24 ตลับลูกปืนรับแรงในแนวแกน (Thrust ball bearings)

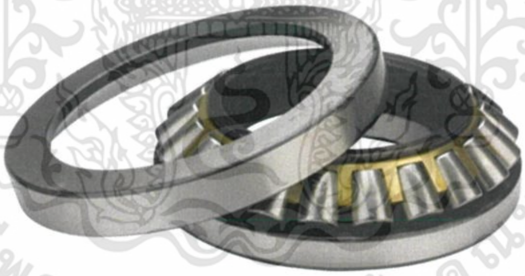
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งรับแรงในแนวแกน

2.2.1. ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกรับแรงในแนวแกน (Cylindrical roller thrust bearings) สามารถรับแรงในแนวแกนได้มาก แต่รับแรงในแนวรัศมีได้น้อย

ภาพที่ 2.25 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกรับแรงในแนวแกน (Cylindrical roller thrust bearings)

2.2.2. ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมรับแรงในแนวแกน (Spherical roller thrust bearings) ลักษณะการวางของลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมอยู่ในแนวเอียงมีมุมกระทบประมาณ 45 องศา สามารถรับแรงในแนวแกนได้มาก รับแรงในแนวรัศมีได้บ้างและยังสามารถเบี่ยงเบนแกนได้ แต่ใช้กับความเร็วสูงไม่ได้



ภาพที่ 2.26 ตลับลูกปืนแบบลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกลมรับแรงในแนวแกน
(Spherical roller thrust bearings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายที่เกิดจากการใช้งานของตลับลูกปืน

ตลับลูกปืนเป็นชิ้นส่วนที่อาจเกิดการเสียหายหรือใช้งานไม่ได้เช่นเดียวกับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอื่นๆ ด้วยสาเหตุนานาประการ การเสียหายที่สืบเนื่องมาจากการล้าตัวของวัสดุ ถือว่าเป็นผลทางธรรมชาติที่เกิดจากการรับภาระ การชำรุดของตลับลูกปืนอาจเกิดจากข้อผิดพลาดอื่นๆ ที่ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง ซึ่งส่วนใหญ่สามารถที่จะป้องกันไว้ล่วงหน้าด้วยมาตรการที่เหมาะสมได้ ลักษณะการเสียหายที่เกิดขึ้นในตลับลูกปืนมีหลายประการด้วยกัน ดังจะกล่าวในรายละเอียด ดังนี้

1. การแตกเป็นสะเก็ด (Flaking) ลักษณะการเสียหายแบบนี้ เกิดจากการล้าตัวเพียงเล็กน้อยของผิวรางลูกปืนและลูกปืน ซึ่งเป็นผลทำให้วัสดุแตกเป็นสะเก็ดที่ผิว ในระยะเริ่มแรกจะเกิดการแตกเป็นสะเก็ดเพียงเล็กน้อยเท่านั้นและจะขยายตัวตามการหมุนต่อไปอีกอย่างรวดเร็ว สะเก็ดผงโลหะที่แตกออกมาจะบดและขัดสีผิวรางลูกปืนจนหยาบทั้งผิว โดยสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

ภาพที่ 2.27 ลักษณะการแตกเป็นสะเก็ดของลูกปืน

2. การร้าว (Crack) ลักษณะการร้าวตัวมีหลายแบบ ภาระที่หนักเกินไปสามารถทำให้เกิดการร้าวตัว ในทางปฏิบัติการแตกของตลับลูกปืนโดยทันทีปรากฏน้อยมาก ภาระที่สูงมากทำให้วัสดุล้าตัวเร็วซึ่งเป็นต้นเหตุนำไปสู่การแตกหักได้ การอัดแหวนรางลูกปืนรูเรียวแน่นเกินควรและการรองรับรางลูกปืนตัวนอกเพียงที่ขอบข้างด้านเดียวเท่านั้น สามารถทำให้เกิดการร้าวตัวที่แหวนรางลูกปืนได้

ภาพที่ 2.28 ลักษณะการร้าวของลูกปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รอยกดลึก (Indentation) รอยกดลึกในรางลูกปืน เกิดจากการแทรกตัวของวัสดุแปลกปลอมจากภายนอก โดยการกดรีดของลูกปืนหรือจากการเปลี่ยนรูปเฉพาะแห่งที่จุดสัมผัสของลูกปืน อันสืบเนื่องมาจากภาระที่หนักเกินไปหรือภาระแบบกระแทก

ภาพที่ 2.29 ลักษณะรอยกดลึกของลูกปืน

4. รอยขัดสี (Smearing) รอยขัดสี เป็นลักษณะพิเศษของการกัดระยะแรก (Scuffing) ระหว่างผิวเลื่อนสองผิวที่วางซ้อนกัน ลักษณะนี้สามารถเกิดขึ้นได้ เช่น ที่ลูกปืนและรางลูกปืน หากตลับลูกปืนบรรจุไขสบู่ไว้จะเต็มโดยที่ลูกปืนหยุดอยู่ในบริเวณที่มิได้รับภาระความเร่งโดยฉับพลันของลูกปืนจนกระทั่งถึงความเร็วปกติ ในขณะที่เคลื่อนเข้าไปสู่บริเวณที่มีภาระ สามารถทำให้เกิดรอยน้ำมันขึ้น

ภาพที่ 2.30 ลักษณะรอยขัดสีของลูกปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การสึกหรอ (Wear) การสึกหรอในตลับลูกปืน มิใช่ผลที่สืบเนื่องจากการใช้งานตามปกติ ส่วนใหญ่เกิดจากข้อผิดพลาดในการหล่อลื่น การซีล (Seal) ห้องตลับลูกปืนที่ไม่ดี สามารถทำให้ผงวัสดุแข็งผ่านเข้าไปในตลับลูกปืนและทำให้รางลูกปืนและสันรางลูกปืนรวมทั้งรางลูกปืนสึกหรอด้วย การหล่อลื่นที่ไม่เพียงพอหรือขาดการหล่อลื่น อาจนำไปสู่การสึกหรอได้เช่นกัน

ภาพที่ 2.31 ลักษณะการสึกหรอของลูกปืน

สรุป สาเหตุการเสียหายของตลับลูกปืนส่วนใหญ่เกิดจากการประกอบที่ไม่ถูกต้อง ฝุ่นและสิ่งแปลกปลอมที่แทรกตัวเข้าไปอยู่ในตลับลูกปืนและการหล่อลื่นที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เพียงพอ ฉนวนหุ้มในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่สมบูรณ์อาจจะทำให้เกิดการรั่วของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดการเสียหายของผิวรางลูกปืน แรงสั่นสะเทือนสูงๆในเครื่องจักรกลอาจนำไปสู่การเสียหายของตลับลูกปืนได้เช่นกัน การเสียหายจากการล้าตัวของวัสดุตามอายุการใช้งานเป็นการเสียหายตามธรรมชาติ ซึ่งไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงได้ ก่อนประกอบตลับลูกปืนตัวใหม่เข้าไปแทนตัวที่เสียหายหรือชำรุด ควรวิเคราะห์การเสียหายของตลับลูกปืนนั้นเสียก่อน เพื่อป้องกันมิให้ตลับลูกปืนตัวใหม่เสียหายหรือหมดอายุการใช้งานก่อนกำหนด

การบำรุงรักษาตลับลูกปืน

การหล่อลื่นตลับลูกปืนมีอยู่สองวิธีการ คือ การหล่อลื่นด้วยจาระบี และการหล่อลื่นด้วยน้ำมัน

การหล่อลื่นด้วยจาระบี

ตลับลูกปืนกว่า 36% ที่เสียหายก่อนกำหนด มีสาเหตุมาจากการหล่อลื่นที่ไม่ถูกต้อง จาระบีสารพัดประโยชน์ไม่เพียงพอต่อความต้องการเฉพาะของตลับลูกปืน ในเครื่องจักรแต่ละแบบและจะทำให้เกิดปัญหามากกว่าจะเป็นประโยชน์ ตลับลูกปืนมีสภาพการทำงานที่หลากหลายและการหล่อลื่นที่ถูกต้องจำเป็นต้องใช้จาระบีเฉพาะของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ตลับลูกปืนทำงาน จำเป็นจะต้องเติมสารหล่อลื่นเพิ่ม การเลือกใช้จาระบีและการเติมด้วยปริมาณที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลต่ออายุการทำงานของตลับลูกปืน นอกจากนี้วิธีการเติมที่ถูกต้องจะช่วยยืดอายุตลับลูกปืนได้

หน้าที่หลักของการหล่อลื่นตลับลูกปืน คือ การเน้นไปที่การป้องกันการสัมผัสกันของโลหะระหว่างเม็ดลูกกลิ้งและรางวิ่ง ก็เพื่อที่จะลดแรงเสียดทานและป้องกันการสึกหรอ หน้าที่รองของสารหล่อลื่น คือ การปกป้องตลับลูกปืนจากการกัดกร่อนและสิ่งปนเปื้อนภายนอก

การหล่อลื่นด้วยน้ำมัน

มีตลับลูกปืนน้อยกว่า 20% หล่อลื่นด้วยน้ำมัน เราจะไม่เน้นไปที่การหล่อลื่นวิธีนี้ นอกจากนี้ การหล่อลื่นด้วยน้ำมันเป็นเรื่องที่ไม่ซับซ้อน คุณสมบัติที่สำคัญในการเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นคือ ความหนืดและชนิดของน้ำมัน

การหล่อลื่นควรใช้น้ำมันหล่อลื่นชนิดที่เหมาะสมกับความต้องการและมีปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่เพียงพอ ห้องเครื่องของเพลางานควรได้รับการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่มีอยู่ในห้องเครื่องตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องมือกลอยู่เสมอ เครื่องมือกลควรจัดวางให้อยู่ในสถานที่ที่เหมาะสมและปราศจากฝุ่นละออง หรือจัดหาสิ่งที่ป้องกันเมื่อจำเป็น

การเลือกใช้น้ำมันจะขึ้นอยู่กับความหนืดที่ต้องใช้ในการหล่อลื่นที่เพียงพอแก่ตลับลูกปืนที่อุณหภูมิ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- น้ำมันแร่ (90%)
- น้ำมันสังเคราะห์ (10%)
- น้ำมันจากสัตว์และพืช (<1%)

โดยทั่วไปน้ำมันแร่เหมาะสมต่อการใช้งาน แต่ในบางกรณี น้ำมันชนิดอื่นมีความเหมาะสมมากกว่า น้ำมันจะต้องปราศจากสิ่งปนเปื้อนและทนต่อปฏิกิริยากับอากาศ (ออกซิเดชั่น) การเกิดยางเหนียว และการเสื่อมสภาพจากการระเหยตัว

ความถี่ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันขึ้นอยู่กับสภาพการทำงาน(การปนเปื้อน,อุณหภูมิ)และคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดสามารถหาได้โดยการทดลองใช้งานและส่งน้ำมันเข้าตรวจวิเคราะห์คุณภาพในห้องทดลองเป็นระยะๆ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะทำงานการตรวจสอบสภาพตลับลูกปืนเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำอย่างสม่ำเสมอ ปัจจัยที่ต้องตรวจสอบ เช่น อุณหภูมิ, ความสั่นสะเทือนและการวัดระดับเสียง การตรวจสอบสิ่งเหล่านี้เป็นประจำ ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้และช่วยป้องกันความเสียหายที่ไม่คาดคิด เครื่องมือในขั้นตอนนี้ ได้แก่ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เสียง ความเร็วและความสั่นสะเทือน [12]

2.5 เฟือง

เฟือง คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังระหว่างเพลากับเพลา โดยอาศัยฟัน และเฟืองทั้งสองขบกัน นอกจากนี้ เฟืองยังสามารถใช้ในการทดสอบเพื่อเพิ่มและลดความเร็วของเฟืองตัวที่ใช้ขับได้

2.1 ชนิดของเฟือง

2.1.1 เฟืองตรง (Spur Gear) เป็นเฟืองที่มีลักษณะฟันตรงและมีทิศขนานกับแกนเพลา เฟืองชนิดนี้เป็นแบบธรรมดาทำง่าย และมีราคาถูกที่สุดเมื่อเทียบกับเฟืองชนิดอื่นๆ ใช้ถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลาที่ขนานกัน เช่น ชุดเฟืองทดในเครื่องจักร

ภาพที่ 2.32 เฟืองตรง (Spur Gear)

เฟืองตรงใช้ส่งกำลังกับเพลาที่ขนานกัน เหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มีความเร็วรอบต่ำหรือความเร็วรอบปานกลางไม่เกิน 20 เมตร ต่อนาที เช่น ชุดเฟืองทดลองของเครื่องกลึงเพื่อเดินกลึงอัตโนมัติ หรือชุดเฟืองทดลองของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ความเร็วรอบต่ำๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เฟืองสะพาน (Rack Gear) เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่งที่มีรัศมีแบบไม่สิ้นสุด มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือนสะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา โดยประมาณ การใช่งานจะต้องใช้คู่กับเฟืองตรง

ภาพที่ 2.33 เฟืองสะพาน (Rack Gear)

ในการใช้งานของเฟืองสะพาน (Rack) จะต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่เรียกว่าพินเนียน (Pinion) เสมอ ก็จะสามรถทำการส่งกำฝังได้ ลักษณะการใช้งานของเฟืองสะพาน ตัวอย่างเช่น เฟืองสะพานของเครื่องกลึงศูนย์ ที่ช่วยให้แท่นเคลื่อนที่ ซ้าย-ขวา หรือเฟืองสะพานของเครื่องเจาะที่ทำหน้าที่เคลื่อนเพลาเจาะให้ขึ้นลง

2.2.3 เฟืองเฉียง (Helical gear or Spiral gear) จะมีลักษณะรูปร่างเป็นล้อกลมคล้ายเฟืองตรง แต่เฟืองเฉียง ฟันของเฟืองจะเฉียง ไปทำมุมกับแกนเพลา อาจเอียงไปทางซ้าย หรือขวาขึ้นอยู่กับการใช้งาน

ภาพที่ 2.34 เฟืองเฉียง (Helical gear or Spiral gear)

เฟืองเฉียงมีหน้าที่การใช้งานเหมือนกับเฟืองตรงทุกอย่าง แต่มีข้อดีกว่าเฟืองตรง คือ เมื่อส่งกำลังด้วยความเร็วรอบสูงๆ แล้วจะไม่เกิดเสียง สัมผัสมากกว่าการกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 เฟืองดอกจอกหรือเฟืองบายศรี (Bevel Gear) เฟืองชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างเป็นรูปทรงกรวย ฟันเฟืองจะอยู่โดยรอบผิวของทรงกรวย และขนานกับแกน ของเฟือง เฟืองดอกจอกใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังระหว่างเพลาของล้อที่ตั้งฉากกัน เช่น การส่งกำลังไปยังเพลาของล้อรถ

ภาพที่ 2.35 เฟืองดอกจอกหรือเฟืองบายศรี (Bevel Gear)

2.2.5 เฟืองหนอน (Worm Gear) มีลักษณะเหมือนเกลียวและอาจมีเกลียวเดียวหรือหลายเกลียวได้ แต่ที่นิยมใช้กันมาก เป็นแบบหลายเกลียว เฟืองหนอนปกติต้องใช้เป็นคู่ คือ เกลียวหนอน (ตัวเล็ก) และ เฟืองหนอน (ตัวใหญ่)เฟืองชนิดนี้ให้อัตราทดสูงมาก แกนของเฟืองมักตั้งฉากกันและไม่ตัดกัน เฟืองชนิดนี้มักใช้ในการลดความเร็วรอบที่สูงมากๆ ให้เหลือความเร็วรอบต่ำๆ ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในชุดหัวแบ่งที่ใช้กัดเฟือง หรือใช้ในแม่แรงยกของ

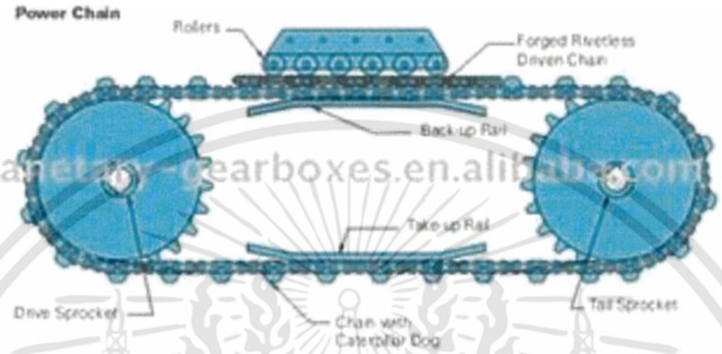
ภาพที่ 2.36 เฟืองหนอน (Worm Gear)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 โซ่ส่งกำลัง

โซ่ส่งกำลัง (Chain Transmission)

โซ่ส่งกำลัง เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่มีการถ่ายทอดกำลังจากชุดขับ (ต้นกำลัง) ไปยังชุดตาม (รับกำลัง) เพื่อถ่ายทอดหรือส่งกำลังไปยังในการขับเคลื่อนชิ้นส่วนหรือตัวเครื่องจักรโซ่ส่งกำลัง จะต้องมีการทำงานคู่กับจานโซ่ (Sprockets) ซึ่งจะยึดอยู่กับเพลาด้านขับและตาม

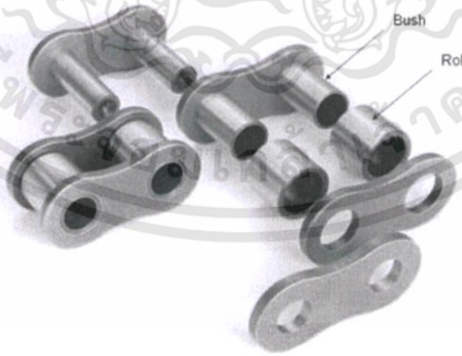


ภาพที่ 2.37 แสดงลักษณะส่วนประกอบของโซ่ส่งกำลัง

ประเภทโซ่ส่งกำลัง (Type of Chain Transmission)

โซ่ส่งกำลัง สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของโครงสร้างของโซ่ได้ดังนี้

1.โซ่ลูกกลิ้ง (Roller Chain) มีส่วนประกอบคือ สลัก (Bearing pin) ปลอกสลัก (Bush) ลูกกลิ้ง (Roller) แผ่นประกบด้านใน (Inner Plate) และแผ่นประกบด้านนอก (Outer Plate) ซึ่งโซ่ลูกกลิ้งนี้ยังแบ่งออกได้อีก 3 ชนิด

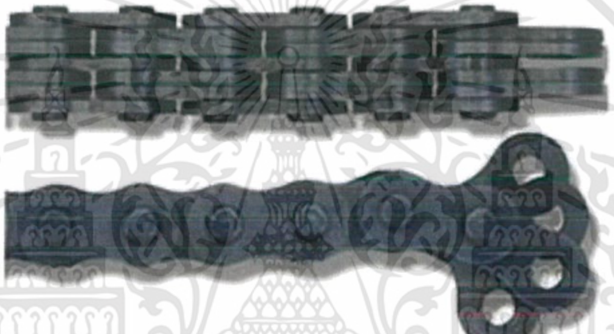


ภาพที่ 2.38 แสดงส่วนประกอบของโซ่ลูกกลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

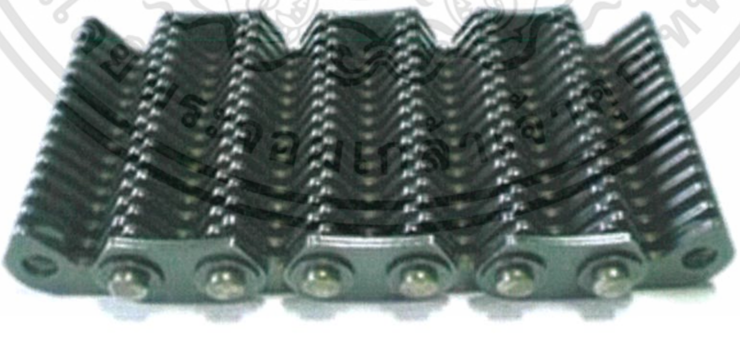
ภาพที่ 2.39 แสดงโซ่ลูกกลิ้ง (Roller Chain)

2.โซ่ปลอก (Leaf Chain) มีส่วนประกอบคล้ายกับโซ่ลูกกลิ้ง (Roller Chain) เพียงแต่จะมีลูกกลิ้ง (Roller)



ภาพที่ 2.40 แสดงโซ่ปลอก (Leaf Chain)

3.โซ่ฟันเฟือง (Chain Sprockets Gear) มีส่วนประกอบคือแผ่นประกบคล้ายเฟือง โดยที่มีร่องบาก ยึดด้วยสลัก

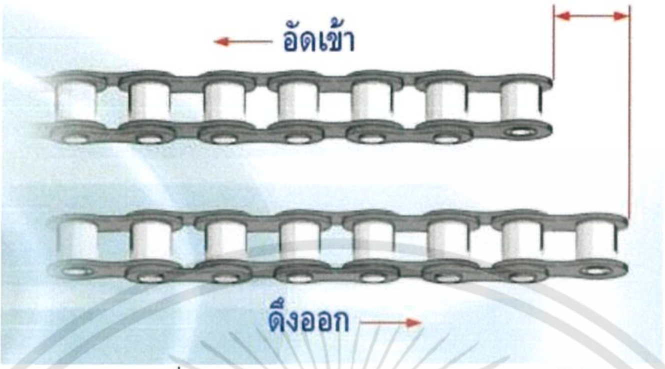


ภาพที่ 2.41 แสดงโซ่ฟันเฟือง (Chain Sprockets Gear)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบการสึกหรอของโซ่ส่งกำลัง

1.ตรวจสอบโดยการดึงโซ่ออก และอัดโซ่เข้าหากันด้วยมือ เพื่อดูความแตกต่างของความยาวโซ่ ซึ่งจะแสดงถึงการสึกหรอของโซ่ส่งกำลัง



ภาพที่ 2.42 ความแตกต่างของความยาวโซ่

2.ตรวจสอบการให้จับโซ่มาดัดข้างด้วยมือ ถ้าโซ่โค้งงอแสดงว่าโซ่เกิดการสึกหรอ

ภาพที่ 2.43 ตรวจสอบการด้วยการดัดโซ่

การปรับความตึงของโซ่ส่งกำลัง

ใช้มือจับโซ่ (ตรงกลางของโซ่) จากนั้นให้ดึงโว่ขึ้นบน และดันลงล่าง ให้มีระยะหย่อนประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร [14]

ภาพที่ 2.44 ลักษณะการปรับความตึงของโซ่ส่งกำลัง

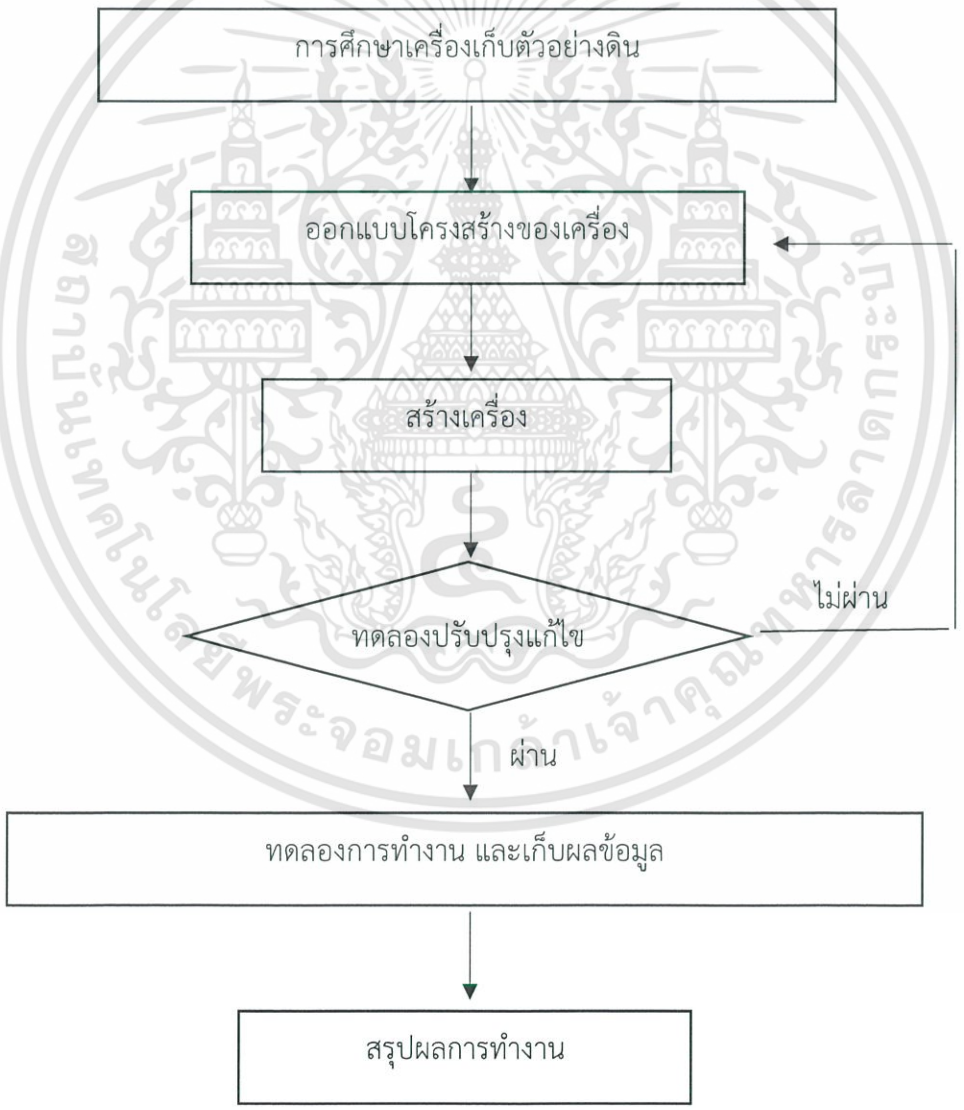
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ และสร้าง

3.1 แนวคิดของเครื่องเก็บตัวอย่างดิน

เครื่องเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร ซึ่งมี 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ โดยมีสิ่งที่เคลื่อนที่อยู่ด้วยกัน 2 ส่วน คือ ส่วนเฟืองสะพาน ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนหัวเจาะลงไปเจาะดินในแนวดิ่ง และอีกส่วน คือ ชุดเก็บตัวอย่างดิน ทำหน้าที่ในการหมุนหัวเจาะในแนวระนาบ เพื่อเป็นการตัดชั้นดิน

แผนภาพการออกแบบ และสร้าง



ภาพที่ 3.1 แผนผังการดำเนินการออกแบบ และสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 ตารางแผนการดำเนินงานตลอดการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	2561															
	เดือน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	สัปดาห์	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	วางแผนการทำงาน																
2	หาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องเก็บตัวอย่างดิน																
3	ออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างดิน																
4	สร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์																
5	ออกแบบการทดลอง																
6	ทดลอง และเก็บข้อมูล																
7	สรุปผลการทดลอง																
8	จัดทำรายงานโครงการสหกิจศึกษา																
9	ส่งเล่มรายงาน																

3.3 การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

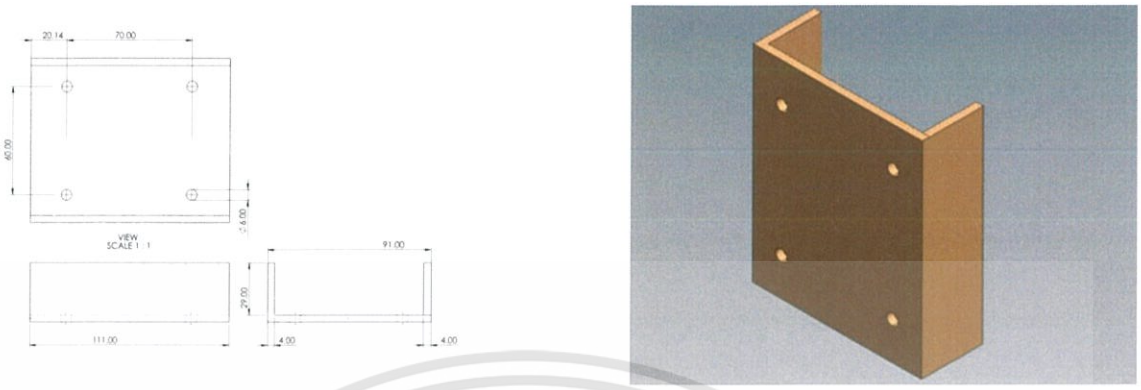
โดยเริ่มจากศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวลักษณะของดิน เครื่องเก็บตัวอย่างดิน วิธีการเก็บตัวอย่างดิน ออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม Solid Work ออกแบบวางแผนวงจร และเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE

3.4 การออกแบบโครงสร้างหลัก

3.4.1 การออกแบบแผ่นยึดชิ้นส่วน โดยในส่วนแรกนั้นออกแบบฐานรองยึดเกียร์ทดให้มีระนาบเดียวกันกับแกนมอเตอร์ และออกแบบฐานรองลูกปืนแบริ่ง 4 ชุด ให้สามารถยึดแบริ่งลูกปืนได้ ซึ่งต้องยกระดับขึ้นมาเล็กน้อย เพื่อให้อยู่ในระนาบเดียวกันกับแกนเพลาที่ออกมาจากเกียร์ทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.1 ฐานรองเกียร์ทด ออกแบบให้สามารถเพิ่มระดับให้ตำแหน่งของแกนมอเตอร์ตรงกับเกียร์บล๊อค



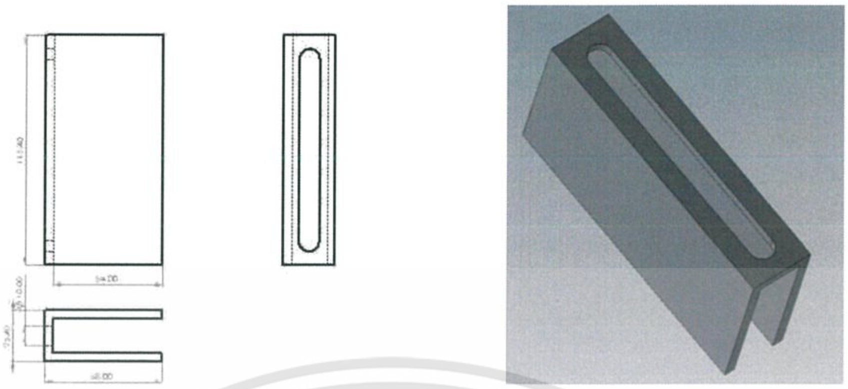
ภาพที่ 3.2 แสดงขนาด และรูปร่างของฐานรองเกียร์ทดรอบ

3.4.1.2 ฐานรองลูกปืนแบริ่ง ออกแบบเพื่อเพิ่มระดับลูกปืนแบริ่งให้ตำแหน่งของเพลาส่งกำลังจากกล่องเกียร์ตรงกับลูกปืน และยังทำให้สามารถปรับระดับของเฟืองสะพานได้ด้วย

ภาพที่ 3.3 แสดงขนาด และรูปร่างของฐานรองลูกปืนแบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

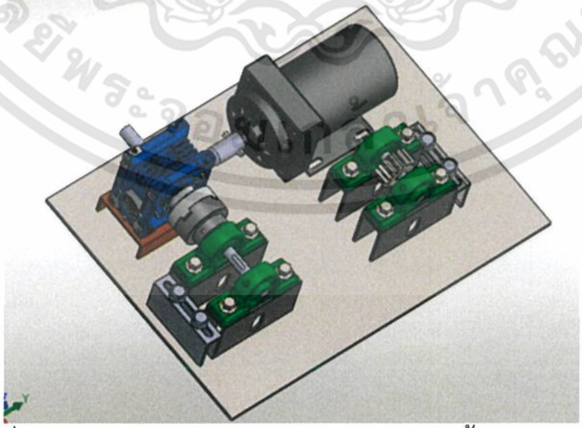
3.4.1.3 ฐานรองลูกปืนประคอง ทำหน้าที่ในการเพิ่มระดับลูกปืนประคอง และทำร่องยาว เพื่อให้สามารถกระชับเฟืองสะพานได้ง่ายยิ่งขึ้น



ภาพที่ 3.4 แสดงขนาด และรูปร่างของฐานรองลูกปืนประคอง

จากนั้นนำแต่ละส่วนมาประกอบกัน โดยการเชื่อมแบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นการทำให้เหล็กยึดติดกันง่าย และต้นทุนต่ำที่สุด

ภาพที่ 3.5 แสดงแบบการประกอบหลังจากเชื่อมเสร็จ

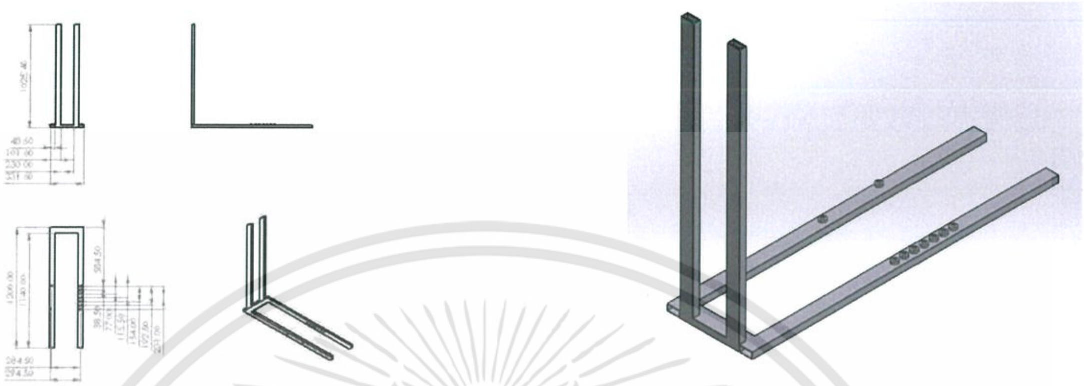


ภาพที่ 3.6 แสดงแบบการประกอบหลังจากนำชิ้นส่วนมาประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบโครงสร้างยึดกับรถ ATV

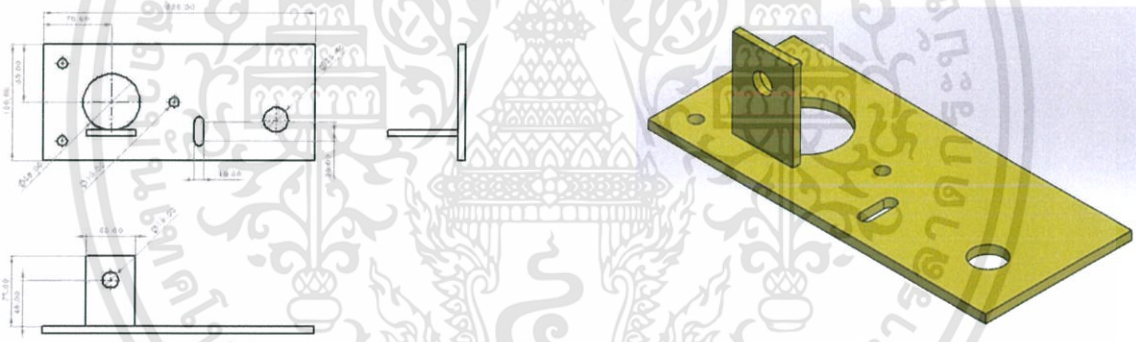
ออกแบบให้สามารถติดตั้งกับรถ ATV ได้ โดยมีจุดยึดโครงสร้างกับรถ ATV ทั้งหมด 9 จุด ซึ่งเหล็กกล่องที่ใช้ขนาด 1 x 2 นิ้ว หนา 2.3 มิลลิเมตร ขนาดโครงเหล็ก 33 x 200 x 100 (กว้าง x ยาว x สูง) เซนติเมตร



ภาพที่ 3.7 แสดงขนาด และรูปร่างของโครงสร้างยึดกับ ATV

3.6 การออกแบบชุดเก็บตัวอย่างดิน

3.6.1 การออกแบบแผ่นส่วนเจาะด้านบน



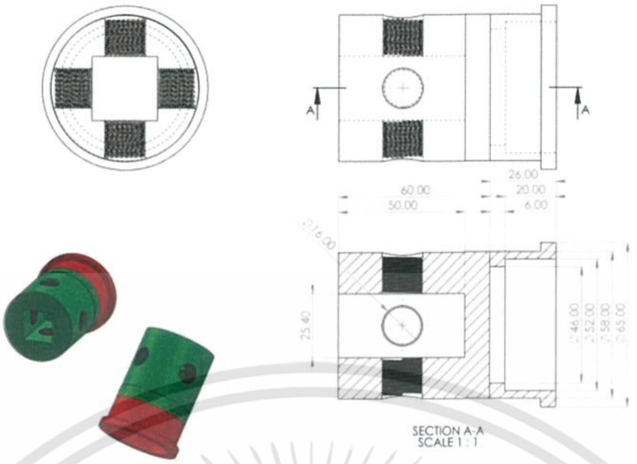
ภาพที่ 3.8 แสดงขนาด และรูปร่างของแผ่นส่วนเจาะด้านบน

3.6.2 การออกแบบแผ่นส่วนเจาะด้านล่าง

ภาพที่ 3.9 แสดงขนาด และรูปร่างของแผ่นส่วนเจาะด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การออกแบบจุดเชื่อมต่อเฟืองสะพานและเบ้าลูกปืนด้านบน



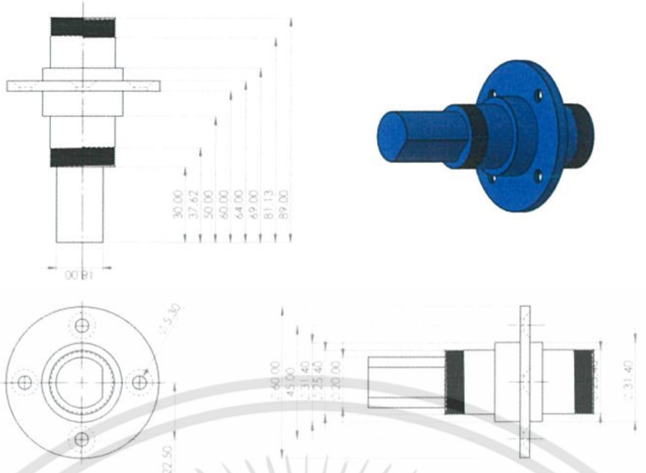
ภาพที่ 3.10 แสดงขนาด และรูปร่างของจุดเชื่อมต่อเฟืองสะพานและเบ้าลูกปืน

3.6.3 การออกแบบเบ้าลูกปืนด้านล่าง

ภาพที่ 3.11 แสดงขนาด และรูปร่างของเบ้าลูกปืนด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 การออกแบบแกนเฟืองหัวเจาะ



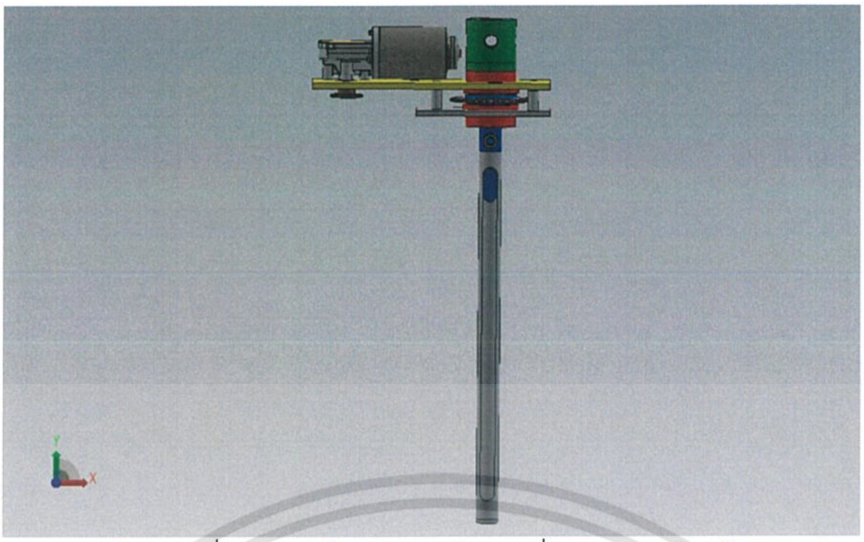
ภาพที่ 3.12 แสดงขนาด และรูปร่างของแกนเฟืองหัวเจาะ

3.6.5 การออกแบบกระบอกเก็บตัวอย่างดิน

ภาพที่ 3.13 แสดงขนาด และรูปร่างของกระบอกเก็บตัวอย่างดิน

นำ 3.6.1 -3.6.5 มาประกอบเข้ากันโดยระยะห่างของแผ่นส่วนเจาะบน และล่างนั้นสามารถปรับได้ โดยการปรับระดับของหัวนอตตัวเมีย ใส่มอเตอร์ปัดน้ำฝนขนาด 24 โวลต์ ความเร็วรอบ 55 รอบต่อนาที และใส่เฟืองโซ่ขับ เบอร์ 35 ขนาด 20 ฟัน และเฟืองโซ่ตาม เบอร์ 35 ขนาด 35 ฟัน แล้วยังเพิ่มลูกล้อปรับความตึงของโซ่อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 รูปร่างของชุดหัวเจาะที่ประกอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบ และผลการทดสอบ

การทดสอบเครื่องเก็บตัวอย่างดินที่พัฒนาขึ้น ได้ทดลองในแปลงเตรียมการปลูกอ้อย ในพื้นที่ตำบล บ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการเก็บตัวอย่างดินด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างดิน จากนั้น นำมาแสดงผลเป็นไฟล์ที่ระบุตำแหน่งของดินที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งสามารถนำไปทำแผนที่ใช้ประโยชน์ต่อไปได้

4.1 วัตถุประสงค์

4.1.1 เพื่อทดสอบเครื่องเก็บตัวอย่างดินที่ความลึกของดิน 30 เซนติเมตร

4.2 วัสดุ และอุปกรณ์

4.2.1 เครื่องเก็บตัวอย่างดิน	1 เครื่อง
4.2.2 รถ ATV	1 คัน
4.2.3 กล่องควบคุมเครื่องเก็บตัวอย่างดิน	1 กล่อง
4.2.4 ตลับเมตร	1 อัน
4.2.5 แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์	1 ลูก
4.2.6 ถุงซิบล็อก	25 ใบ

4.3 ขั้นตอนการทดสอบ

4.3.1 สำรวจแปลงที่จะเก็บตัวอย่างดิน ซึ่งมีขนาด 5.5 ไร่ หรือ 60 * 151 ตารางเมตร ซึ่งแบ่งเป็น 20 ตำแหน่ง ดังรูปภาพ

4.3.2 ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างดินกับรถ ATV ยึดโครงสร้างให้ดี

4.3.3 เก็บตัวอย่างดินตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

4.3.4 จับเวลาขณะหัวเจาะเคลื่อนลง หน่วยเป็นวินาที จากนั้นวัดความลึกที่เจาะลงไปได้

4.3.5 จับเวลาขณะหัวเจาะเคลื่อนขึ้น หน่วยเป็นวินาที จากนั้นวัดความสูงของดินที่ได้ในกระบอก เก็บตัวอย่างดิน

4.3.6 นำตัวอย่างดินที่ได้ใส่ถุง พร้อมเขียนลำดับตำแหน่งบนถุงซิบล็อค เพื่อที่จะนำไปส่งให้ห้อง แลปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.3.7 จากนั้นนำข้อมูลที่บันทึกบน SD Card มาตรวจสอบตำแหน่งของจีพีเอสได้ข้อมูลที่ถูกต้อง หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.1 การทดสอบเครื่องเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร

ตารางการทดสอบเครื่องเก็บตัวอย่างดิน				
ตำแหน่ง	ความลึก (ซม.)	ความสูงของดิน (ซม)	เวลาเคลื่อนลง (วินาที)	เวลาเคลื่อนขึ้น (วินาที)
1	30	23	52	43
2	31	24	60	45
3	30	22	55	41
4	30	23	53	41
5	28	21	65	46
6	29	23	61	45
7	29	22	65	46
8	30	23	60	44
9	30	23	61	45
10	30	22	58	45
11	30	21	53	42
12	29	20	60	47
13	28	21	61	45
14	27	20	67	51
15	28	20	56	43
16	29	21	54	42
17	30	22	55	43
18	30	23	57	45
19	30	22	61	46
20	30	21	52	42
เฉลี่ย	29.40	21.80	58.30	44.35
ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.99	1.18	4.51	2.37
ค่าต่ำสุด	27	20	52	41
ค่าสูงสุด	31	24	67	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงงานนี้เป็นการออกแบบ และสร้างเครื่องเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร ซึ่งกล่องควบคุมทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยปุ่มกดเพื่อทำงานทั้งหมด 7 ปุ่ม ได้แก่ ปุ่มเคลื่อนลงพร้อมหมุนหัวเก็บตัวอย่าง ปุ่มเคลื่อนพร้อมหมุนมาตำแหน่งนำดินออก ปุ่มเคลื่อนขึ้น ปุ่มเคลื่อนลง ปุ่มหมุนหัวเก็บตัวอย่างทางซ้าย ปุ่มหมุนหัวเก็บตัวอย่างทางขวา ปุ่มเคลื่อนขึ้นเคลื่อนลงอัตโนมัติ และปุ่มหยุดฉุกเฉิน อีก 1 ปุ่ม โดยเครื่องเก็บสามารถเจาะดินลงไปได้ 27 - 31 เซนติเมตร ได้ความลึกของดิน 20 - 24 เซนติเมตร ซึ่งใช้เวลาเจาะลงเฉลี่ย 58.3 วินาที และเวลาเจาะขึ้นเฉลี่ย 44.35 วินาที อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องได้ดังนี้ ลำดับ วัน เดือน ปี ชั่วโมง นาที ละติจูด ลองติจูด ความเร็ว องศา จำนวนดาวเทียม HDOP ความชื้น อุณหภูมิ ค่าอุณหภูมิ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของแบตเตอรี่ และความกระแสไฟฟ้า โดยบันทึกเป็นไฟล์ .TXT

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างดินยังมีข้อควรที่จะพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติม เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยได้มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.2.1 ควรเพิ่มความเร็วในการเก็บตัวอย่างดินให้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยการลดอัตราทดลง เพื่อให้เฟืองหมุนไวขึ้น

5.2.2 ควรเพิ่มเซนเซอร์ให้มากขึ้นโดยวัดค่าต่างๆ ของดิน เช่น ความชื้นในดิน ความหนาแน่นของดิน เป็นต้น

5.2.3 เพิ่มส่วนของการชาร์จแบตเตอรี่เพิ่มเติม เนื่องจาก ใช้ไปนานๆ แบตจะหมด

5.2.4 เนื่องจากโครงเหล็กยึดกับ ATV มีความสูงน้อยเกินไป ทำให้พื้นของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินต่ำมาก ควรที่จะเพิ่มโครงเหล็กสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการเกษตร. **หลักและวิธีการเก็บตัวอย่าง ดิน - พืช - สัตว์ – น้ำ เพื่อการวิเคราะห์ทางการเกษตร.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : http://irrigation.rid.go.th/rid15/ppn/om/Soil%20sampling.htm.

[2] กฤษกร หนูชื่น, อรรถพล สละชั่ว และอาทิตย์ วีระพินาลกุล. 2557. **การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินติดตั้งบนรถแทรคเตอร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

[3] ไทยคอนเวอร์เตอร์ (Thaiconverter). (2561). **High Power DC Step-Up 12-60V to 12-80V 30A 1500W Max.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : www.thaiconverter.com/p/170.

[4] ไทยอีซีอิเล็ค (ThaiEasyElec). (2555). **บทความ Arduino คืออะไร? ตอนที่ 1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ Arduino.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html.

[5] ไทยอีซีอิเล็ค (ThaiEasyElec). (2555). **Arduino Mega 2560 (บอร์ดแท้ 100%).** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม2561. จากเว็บไซต์ : https://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/arduino/Official-boards-made-in-italy/arduino-mega-2560-detail.html.

[6] ไทยอีซีอิเล็ค (ThaiEasyElec). (2559). **Cytron 13Amp DC Motor Driver - GROVE Compatible.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.thaieasyelec.com/products/robotics/motor-driver-control/cytron-13amp-dc-motor-driver-grove-compatible-detail.html

[7] ไทยอีซีอิเล็ค (ThaiEasyElec). (2559). **ESPino32 Wi-Fi BLE Development Board.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/esp/espino32-wifi-development-board-detail.html.

[8] วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521.

[9] วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. **การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2541.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (LESA). (2561). **สมบัติของดิน.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : http://www.lesa.biz/earth/lithosphere/soil/soil-properties.

[11] สมายโรโบติกส์ (smile-robotics). (2558). **EVO24V50 Brushed DC Motor Driver.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : http://smile-robotics.com/PD1161987-สินค้า-evo24v50.html.

[12] สามิตร โกยม, ไพรัตน์ แซ่จึง, นิพนธ์ เห็มสุวรรณ, วัฒชิระ เผ่าสีหา, อติวุฒิ ทิพยวัฒน์, สุภชัย สะท้านอาจ, ยุทธนา สันติสวัสดิ์, สุภาส เรศประดิษฐ์ และวรพรรณ ปิ่นแก้วน้อย. (2559). **เรียนรู้เรื่องตลับลูกปืน Ball Bearing.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561.จากเว็บไซต์ : ebearing.samitkoyom.com/.

[13] เสมา สอนประสม, ณัฐกรณ์ ทานนท์, ณัฐวุฒิ ตันเขมจารี, ชลอ เกตุเชื้อ, กฤติน ไตรสัจจ์, รุจิกาญจณ์ จงมานัสเจริญ, สิขรินทร์ ไวยจินดา, กันตฤณ บุญชิต และณัฐวัฒน์ งามเจริญ. (2553). **แม่แรงยกรถโดยใช้พลังงานไฟฟ้า DC.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : sites.google.com/site/physic122.

[14] แหล่งรวมเทคนิคของช่างไทย (Thaimechanicfc). (2555). **โซ่ส่งกำลัง (Chain Transmission).** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561.จากเว็บไซต์ : https://www.thaimechanic.com/article-124-read.html

[15] อาดุยโน่ออล (2561). **2004 LCD (Yellow Screen) ขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว 20x4 LCD with backlight of the LCD screen พร้อม I2C Interface.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.arduinoall.com/p/459.

[16] อาดุยโน่ออล (2561). **30A Arduino Current Sensor Module (ACS712-30A).** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.arduinoall.com/p/26.

[17] อาดุยโน่ออล (2561). **โมดูล วัดแรงดันไฟฟ้า วัดโวลต์ 0-24v สำหรับ Arduino Standard Voltage Meter Sensor Module For Arduino.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.arduinoall.com/p/598.

[18] อาดุยโน่ออล (2561). **โมดูลMicro SD Card Module MicroSD Card Adapter(Catalex).** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.arduinoall.com/p/557.

[19] อาดูโทรลนิค (Arduitronics). (2561). **Ublox NEO-M8N GPS Module+Free Antenna (UART Interface).** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.arduitronics.com/product/747/ublox-neo-m8n-gps-module-free-antenna-uart-interface-2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[20] อาดูโทรลนิค (Arduitronics). (2561). **Inductive Proximity Sensor Detection Switch LJ12A3-4-Z/BX (NPN) เซนเซอร์ตรวจจับโลหะระยะสูงสุด 4mm.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.arduitronics.com/p/2001.

[21] อาดูโทรลนิค (Arduitronics). (2561). **DC-to-DC Step Down XL4015 Module (5A)75W with Voltmeter.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : https://www.arduitronics.com/p/1524.

[22] Magictec. (2559). **Magictec 12-volt powered soil.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : http://www.magictecllc.com/.

[23] Wintex Agro. (2561). **Wintex-agro Products.** สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. จากเว็บไซต์ : http://wintexagro.com/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โค้ดโปรแกรมเครื่องเก็บตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <TinyGPS++.h>

#define DHTPIN 9
#define DHTTYPE DHT22
#define chipSelect 53
#define RGB_R 22
#define RGB_G 24
#define RGB_B 26
boolean
monitoring1,monitoring2,monitoring3;
//sersor ตรวจจับโลหะ
int metalDetection1 = 13;
// ตัวล่าง ส้ม
int metalDetection2 = 15;
// ตัวบน  ขาว ส้ม
int metalDetection3 = 14;
// เซนเซอร์หัวหมุน ฟ้า
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4); //0x3F
File myFile;
String file_name ="";
char file_name_buffer[100];
TinyGPSPlus gps;
volatile float h,t,hic;
```

```
volatile int NO=0;
//นับจำนวนจุด
volatile int PWM1 = 5;
// motor main
volatile int INA = 4;
// motor main
volatile int INB = 6;
// motor main
volatile int INC = 8;
// motor dril
volatile int PWM2 = 7;                    //
motor dril

//################################//
void gettemp(){
//################################//
  volatile float h = dht.readHumidity();
  volatile float t = dht.readTemperature();
// Read temperature as Celsius (the
default)
  volatile float hic =
dht.computeHeatIndex(t, h, false);
// Compute heat index in Celsius
(isFahreheit = false)

  Serial.print("Humidity : ");
  Serial.print(h);
  Serial.println(" %");
  Serial.print("Temperature : ");
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Serial.print(t);
  Serial.print(" *C ");
  Serial.print("Heat index : ");
  Serial.print(hic);
  Serial.print(" *C ");
  Serial.println("##################");
}
 //##############################//
void getvoltage(){
//##############################//


 }
 //##############################//
void getcurrent(){
//##############################//

  float I = analogRead(A2);
  float Current = 0;
  Current = ((((I-
411.0)*5.0)/1023.0)/0.0645);
 }

//##############################//
void getgps(){
//##############################//
Serial.println("Fn getgps start");
    while(!gps.time.isValid())
      while (Serial1.available()>0)
        if (gps.encode(Serial1.read()))
    {
       Serial.print(gps.time.hour()+7);
       Serial.print(":");
       Serial.print(gps.time.minute());
       Serial.print(":");
       Serial.print(gps.time.second());
       Serial.print(".");
       Serial.print(gps.time.centisecond());
    }
   Serial.println("Fn getgps end");
  }

//##############################//
void Setupfiledata(){
//##############################//
   myFile = SD.open(file_name_buffer,
FILE_WRITE);
   if (myFile) {
       Serial.println("Setupfiledata...
Writing");
       myFile.println("Soil Sampler V.1.0");
       myFile.println("Product By KMITL &
CTA");
myFile.println("NO,DAY,MONTH,YEAR,HOU
R(+7.00),MINUTE,SECOND,CENTISECOND,L
AT,LNG,SPEED,DEG,SATELLITES,HDOP,HU
MI,TEMP,HEATINDEX,VOLTAGE,CURRENT");
// SATATUS DEPT.
       myFile.close();
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
//###############################//
void printToFile(){
//###############################//
	lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("| [Fn] Save Data");
	Serial.println("Fn printToFile");
	myFile = SD.open(file_name_buffer,
FILE_WRITE);
	lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("| Open : ");
	lcd.setCursor(8,3);
lcd.print(file_name_buffer);
	Serial.println("Fn file_name_buffer
Open");
	gettemp();  //รับค่าอุณหภูมิ
	if (myFile) {
	lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("| Writing DATA ...");
	Serial.println("DATA Writing....
START");
	myFile.print(gps.date.day());
	myFile.print(gps.date.month());
	myFile.print(gps.date.year());
	myFile.print(gps.time.hour()+7);
	myFile.print(gps.time.minute());
	NO++;
	myFile.print(NO,4);
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.date.day());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.date.month());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.date.year());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.time.hour()+7);
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.time.minute());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.time.second());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.time.centisecond());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.location.lat(), 12);
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.location.lng(), 12);
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.speed.kmph(),4);
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.course.deg());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.satellites.value());
	myFile.print(",");
	myFile.print(gps.hdop.value());
	myFile.print(",");
	float h = dht.readHumidity();
	float t = dht.readTemperature();
	float hic = dht.computeHeatIndex(t,
h, false);
	myFile.print(h);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        myFile.print(",");
        myFile.print(t);
        myFile.print(",");
        myFile.print(hic);
        float I = analogRead(1);
        myFile.print(",");
        int val11;
        float val2;
        float tempv;
        val11=analogRead(2);
        tempv=val11/4.092;
        val2=(tempv/10);
        myFile.print(val2);
        myFile.print(",");
        myFile.println((((I-
520)*5.1)/1023.0)/0.0645);
        Serial.println((((I-
520)*5.1)/1023.0)/0.0645);
        Serial.println(val2);
        myFile.close();
        Serial.println("GPS END");
        lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("| End data record");
   }
}
```

```
//###############################//
void Drilldown(){
//###############################//
   lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("| Drill Down \V/ ");
   digitalWrite(RGB_R, HIGH);
   digitalWrite(PWM1 ,HIGH);
   digitalWrite(INA , LOW);
   digitalWrite(INB , HIGH);
   digitalWrite(PWM2 ,HIGH);
   digitalWrite(INC , HIGH);
   delay(100);
}

//###############################//
void Drillup() { // หัวเจาะมาอยู่ที่เซนเซอร์
//###############################//
   lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("| Drill Up //\\ ");
   digitalWrite(RGB_G, HIGH);
   digitalWrite(PWM1 ,HIGH);
   digitalWrite(INA , HIGH);
   digitalWrite(INB , LOW);
   boolean monitoring3;  //sersor ตรวจจับ
โลหะ
   int metalDetection3 = 14; // เซนเซอร์
หัวหมุน ฟ้า
   monitoring3 =
analogRead(metalDetection3);
   digitalWrite(PWM2 ,HIGH);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(INC , LOW);
    if (monitoring3==0){
    digitalWrite(PWM2 ,LOW);
    digitalWrite(INC , LOW);
    }
    delay(100);
}
//################################//
void Drillauto(){
//################################//
    if (monitoring2==0)
    {
    Drilldown();
    }
    if (monitoring1==0)
    {
    delay(5000);
    Drillup();
    }
    delay(100);
}
//################################//
void setup()
//################################//
{
  lcd.begin();
  dht.begin();
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(38400);
  pinMode(chipSelect, OUTPUT);
  pinMode(RGB_R, OUTPUT);  // ฟ้า
  pinMode(RGB_G, OUTPUT);  // เหลือง
  pinMode(RGB_B, OUTPUT);  // ม่วง
  pinMode(PWM1, OUTPUT);
  pinMode(INA, OUTPUT);
  pinMode(INB, OUTPUT);
  pinMode(INC, OUTPUT);
  pinMode(PWM2, OUTPUT);
  pinMode(33, INPUT_PULLUP);
//ปุ่มฟ้า
  pinMode(35, INPUT_PULLUP);
//ปุ่มแดง
  pinMode(37, INPUT_PULLUP);
//ปุ่มเหลือง
  pinMode(39, INPUT_PULLUP);
//ปุ่มฉุกเฉิน emergency
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" .:: AMAO KMITL ::.");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" :: SOIL SAMPLER ::");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print(" :: ************ ::");
  lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print(" :: CTA  & KMITL ::");
  delay(3000);
  if (!SD.begin(chipSelect)) { //เปลี่ยนเป็น
แอลซีดี
  Serial.println("| SD card : FAIL !");
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  lcd.clear();lcd.setCursor(0,3);  lcd.print("|
SD card : FAIL !");
  }else{
  Serial.println("SD card: OK !");
  lcd.clear();lcd.setCursor(0,3);  lcd.print("|
SD card : OK !");
  }
  getgps();
  lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3); lcd.print("|
Creating file");
  file_name = (String)gps.date.month() +
gps.date.day() + (gps.time.hour()+7) +
gps.time.minute() + ".txt"; // ชื่อไฟล์ได้ 8 ตัว
อักศร

file_name.toCharArray(file_name_buffer,5
0);
  Serial.println("start");
  Serial.println(file_name_buffer);
  Setupfiledata(); // หัวโปรแกรม
  }
//###############################//
void loop()
//###############################//
{
  gps.encode(Serial1.read());
  monitoring1 =
analogRead(metalDetection1);
  monitoring2 =
analogRead(metalDetection2);
  monitoring3 =
analogRead(metalDetection3);
  int B = digitalRead(33);
  int Y = digitalRead(37);
  int R = digitalRead(35);
  int emergency = digitalRead(39);
    if(emergency == HIGH){
  if (monitoring2 == 1 && R == LOW &&
emergency == HIGH) //down
  {
    Drilldown();
    printToFile();
    lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("| Drill Down \V/ ");
  }
  else if (monitoring1 == 1 && B == LOW
&& emergency == HIGH) //up
  {
    Drillup();
  }
  else if(Y == LOW)
  {
    Drillauto();
  }
  else if (monitoring1 == 0 || monitoring2
== 0)
  {
    Serial.println(" S T O P ");
    digitalWrite(RGB_G, LOW);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(PWM1 ,LOW);
    digitalWrite(INA , LOW);
    digitalWrite(INB , LOW);

    digitalWrite(PWM2 ,LOW);
    digitalWrite(INC , LOW);
    lcd.clear(); lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("| S T O P ");
  }
}
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รายละเอียดชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Arduino Mega 2560 Rev3

ภาพที่ 5.1 Arduino Mega 2560 Rev3

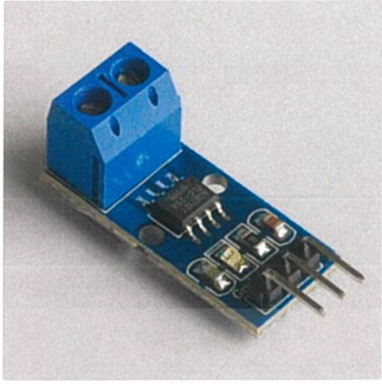
Arduino Mega 2560 บอร์ดรุ่นใหญ่ในของตระกูล Arduino มีคุณสมบัติต่างๆ เพิ่มขึ้นจาก Arduino Uno R3 ใช้ชิพ ATmega2560 ที่มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB แรม 8 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE และโปรแกรมผ่าน USB เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการบอร์ด Arduino ที่มีหน่วยความจำและขาสัญญาณต่างๆ ให้ต่อใช้งานมากขึ้น

Technical Specifications

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output, 4 UART TTL)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Current Sensor Module 30A (ACS712-30A)

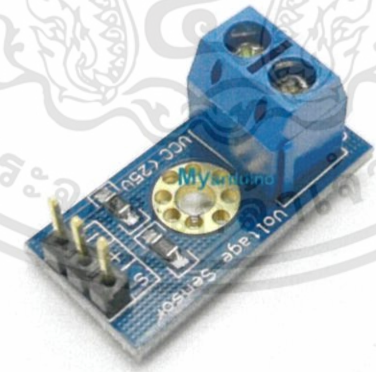


ภาพที่ 5.2 ลักษณะ Current Sensor Module 30A (ACS712-30A)

โมดูลวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน ให้สัญญาณออกมาเป็น Analog ใช้ต่อร่วมกับ Arduino ได้ในช่อง Analog โมดูลนี้ใช้ IC เบอร์ ACS712-30 เป็นเซนเซอร์วัดกระแส

- วัดกระแสได้ในย่าน -30 ถึง +40 A (วัดได้ทั้งกระแส AC และ DC)
- ใช้ไฟ 5 V
- 66 to 185 mV/A output sensitivity
- 5 μs output rise time in response to step input current
- 80 kHz bandwidth [16]

3.โมดูล วัดแรงดันไฟฟ้า 0-24 โวลต์ Voltage Sensor Module for Arduino

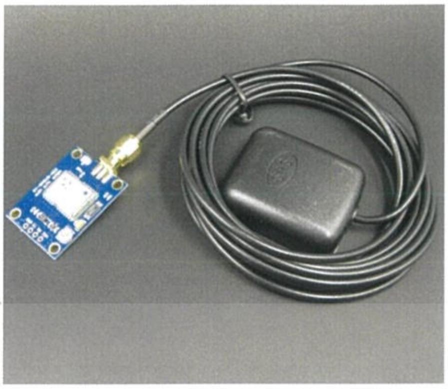


ภาพที่ 5.3 ลักษณะโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า 0-24 โวลต์

โมดูลนี้ใช้หลักการวัดแรงดันไฟฟ้าทางขา Analog ของ Arduino ที่สามารถอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 0-5 โวลต์ออกมาเป็นค่าดิจิตอล 0-1023 โมดูลนี้ใช้วงจรแบ่งแรงดันทำให้สามารถวัดไฟได้สูงสุดถึง 24.9 โวลต์ โดยใช้ไฟเลี้ยงที่ 5 โวลต์ ถ้าบอร์ด Arduino ใช้ไฟเลี้ยงที่ 3.3 โวลต์จะวัดไฟได้สูงสุดที่ 16.5 โวลต์[17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



ภาพที่ 5.4 Ublox NEO-M8N GPS Module with Active Antenna

Ublox NEO-M8N เป็น GPS Module ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของ Ublox ณ ปัจจุบันนี้ โดยสามารถทำการ Tracke ระบบนำทาง 2 ระบบได้ในเวลาเดียวกัน (by default จะเป็น GPS และ GNSS) ซึ่งต่างจาก Ublox รุ่นก่อน ที่ไม่สามารถทำได้ นอกจากนั้นยัง support ระบบ BeiDou (ระบบนำทางของจีน), 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 [19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Inductive Proximity Sensor Detection Switch LJ12A3-4-Z/BX (NPN) เซนเซอร์ตรวจจับโลหะระยะสูงสุด 4 มิลลิเมตร

ภาพที่ 5.5 Inductive Proximity Sensor Detection Switch LJ12A3-4-Z/BX (NPN)

เซนเซอร์พร็อกซิมิตี้ ตรวจจับโลหะ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก โลหะ Conductor ตัวเหนี่ยวนำ ระยะตรวจจับสูงสุด 4 มิลลิเมตร ใช้ไฟเลี้ยง 5-36 V กระแส 300 mA สายยาวประมาณ 1.2 เมตร พร้อม LED สีแดง แสดงผลสถานการณ์ตรวจจับ

Inductive Proximity Sensor Lj12A3-4-Z/Bx Npn

- Model Lj12A3-4-Z/Bx
- Output Npn, 3 Wire, No (Normal Open)
- Work Voltage 6Vdc - 36Vdc
- Output Current 300 Ma. (Sink)
- Size Dia. 12 mm L: 64 mm (Body)
- Cable Length 100 cm
- Detection Range 4 mm
- Detection Of Object Metal (Copper, Iron, Aluminum Etc.) [20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

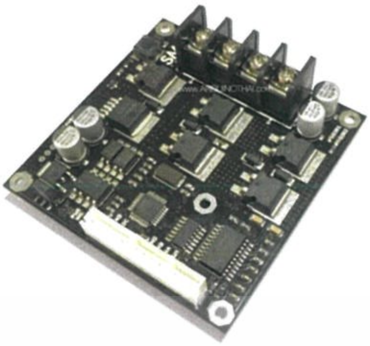
6. Micro SD Card Module MicroSD Card Adapter (Catalex)

ภาพที่ 5.6 Micro SD Card Module

โมดูลสำหรับบันทึกข้อมูลลง Micro SD Card , Micro SD Card Module ยี่ห้อ Catalex สำหรับเพิ่มความสามารถในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ จากบอร์ด Arduino ลงบน Micro SD Card มีอินเตอร์เฟสแบบ SPI ใช้งานง่าย มีไลบารีสำเร็จรูปให้พร้อมใช้งาน มีวงจรเรกูเลต 3.3V มาให้ในตัวบอร์ด สามารถใช้ไฟได้ในช่วง 4.5V - 5.5V [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. EVO24V50 Brushed DC Motor Driver



ภาพที่ 5.7 EVO24V50 Brushed DC Motor Driver

บอร์ดขับมอเตอร์แบบชนิดแปรงถ่าน ใช้ Mosfet ต่อวงจรแบบ H-bridge ในการควบคุมการไหลของกระแส โดยมีการออกแบบให้มีความทนทานสูง ต่อใช้งานง่ายกับอุปกรณ์หลากหลายรูปแบบ สามารถใช้งานได้ครอบคลุมถึงมอเตอร์ขนาดใหญ่ มีการควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถขับกระแสต่อเนื่องได้สูงสุดถึง 36 A และขับกระแสชั่วขณะได้มากกว่า 50 A ที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 42 V โดยวงจรจะมีระบบแยกสัญญาณด้วย Opto-Isolator เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นจากมอเตอร์ และยังสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าย้อนกลับไปยังภาคควบคุม

คุณสมบัติ

- H-bridge MOSFET driver
- ขับกระแสไฟฟ้าชั่วขณะมากกว่า 50 A
- ขับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง 36 A ที่แรงดัน 24 VDC
- แรงดันไฟฟ้าอินพุต VCC 9-42 VDC
- แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเอาต์พุตสูงสุด 0.98 x VCC
- เชื่อมต่อการควบคุมได้หลายรูปแบบ ADC Mode / PWM Mode / PPM Mode
- แยกสุญญาณควบคุมไฟฟ้าด้วย Opto-Isolator
- แสดงทิศทางการหมุนด้วย LED
- มีวงจรป้องกันการจ่ายไฟเลี้ยงกลับขั้ว
- ตัดการทำงานเมื่อมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 110 องศาเซลเซียล
- มีฮีทซิงค์ช่วยระบายความร้อน
- ขนาด PCB 80 x 80 mm
- น้ำหนัก 85 g [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. High Power DC Step-Up 12-60V to 12-80V 30A 1500W Max

ภาพที่ 5.8 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

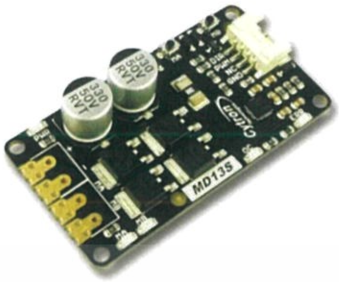
- รับแรงดันไฟ input ได้ย่านกว้างตั้งแต่ 12V – 60 V
- ปรับให้สูงได้ถึง 80V พร้อมความสามารถในการปรับกระแสได้ตั้งแต่ 0.5-20A (ขึ้นอยู่กับความต้านทานภายในของโหลด)
- กำลังงานสูงสุด 1500W (ที่ 60V) วงจรสามารถรับกระแส Input สูงสุดได้ 30A (ชั่วขณะ) ใช้งานต่อเนื่อง 15-20A
- มาพร้อมระบบพัดลมอัตโนมัติเมื่อความร้อนของวงจรสูงขึ้น

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: 15-30 mA
- Working temperature: -40 ~ + 85 degrees
- Conversion efficiency: up to 95%
- Overcurrent protection: none
- Short circuit protection: Fuse 30A
- Module weight: 490 g [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Cytron 13Amp DC Motor Driver - GROVE Compatible



ภาพที่ 5.9 Cytron 13Amp DC Motor Driver - GROVE Compatible

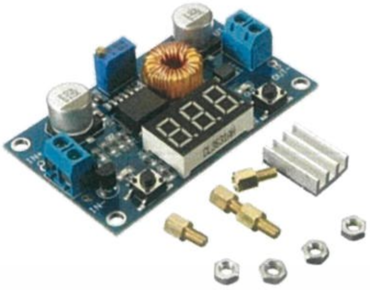
บอร์ดขับมอเตอร์กระแสตรง DC Motor Driver แรงดัน 6 ถึง 30 โวลต์ ขับกระแสสูงสุด 30A (10 วินาที) และขับกระแสต่อเนื่องสูงสุด 13 แอมป์ รองรับการขับแบบ Locked-Antiphase และ Sign-Magnitude PWM

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
- Dimension 61 mm x 33 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. DC-to-DC Step Down XL4015 Module (5A) 75W with Voltmeter



ภาพที่ 5.10 DC-to-DC Step Down XL4015 Module (5A) 75W with Voltmeter

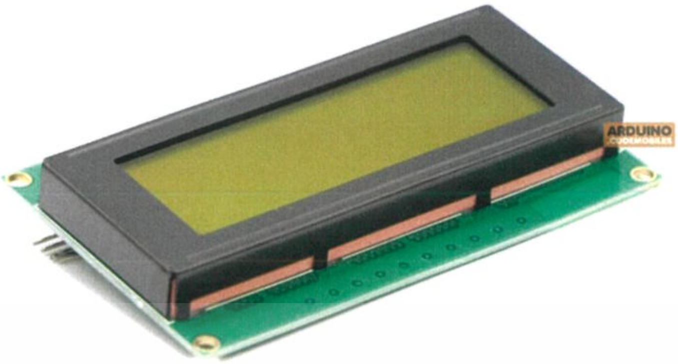
โมดูลเรกูเลตแปลงไฟจาก 4-38 VDC เป็น 1.25-35 V จ่ายกระแสได้สูงสุด 5A ใช้ IC เบอร์ XL4015 พร้อมแผ่นระบายความร้อน และโวลต์มิเตอร์สำหรับวัดแรงดันไฟ Input/output

Specification:

- Better than 2596, easy to 4A 50W, up to 75W adding heat sink
- Input voltage: 4V ~ 38V (not more than 38V)
- Output voltage: 1.25V ~ 36V (adjustable)
- Output current: 0A ~ 5A (recommended below 4.5A)
- Output power: recommended use below 75W (add heat sink when 50W)
- Operating temperature: -40°C ~ +85°C
- Operating frequency: 180KHz
- Conversion efficiency: Up to 96%
- Voltmeter range: 0V ~ 40V
- Voltmeter error: ± 0.1V
- Load regulation: S (I) ≤0.8%
- Voltage regulation rate: S (u) ≤0.8%
- Power indicator: Yes
- Short circuit protection: Yes (limit current 8A)
- Over temperature protection: Yes
- Input Reverse Polarity Protection: None (cascade high current diode if required)
- Wiring: IN+/- Input, OUT+/- Output
- Size: 66 x 39 x 18 mm [21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. LCD with backlight of the LCD screen + I2C Interface



ภาพที่ 5.11 20x4 LCD with backlight of the LCD screen

จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ไฟ 5 โวลต์ พร้อมไฟ blacklight 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 [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้